การออกแบบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับบริการมัลติมีเดียในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น

นางสาวกิตติยา จิตต์หมั่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1357-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A DESIGN OF MEDIA ACCESS CONTROL FOR MULTIMEDIA SERVICES IN WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL RING NETWORKS

Miss Kittiya Jitmun

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-1357-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับบริการมัลติมีเดียในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น
โดย	นายกิตติยา จิตต์หมั่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…….. ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธ์ ประพิณมงคลการ)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวกิตติยา จิตต์หมั่น : การออกแบบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับบริการมัลติมีเดียในโครงข่าย วงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น. (A DESIGN OF MEDIA ACCESS CONTROL FOR MULTIMEDIA SERVICES IN WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL RING NETWORKS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ, 242 หน้า. ISBN 974-03-1357-4

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับรองรับบริการมัลติมีเดียซึ่งประกอบไปด้วยเสียง วิดีโอ และข้อมูลในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น โดยโครงสร้างพื้นฐานของระบบที่พิจารณา มีการทำงานแบบสล็อตที่แพ็กเกตได้รับการปลดปล่อยโดยโนดปลายทาง โครงสร้างของโนดประกอบด้วยเครื่องส่งและเครื่องรับสัญญาณครบทุกความยาวคลื่น ดังนั้นจึงสามารถรับและส่งแพ็กเก็ตได้พร้อมกันหลายช่องสัญญาณ งานวิจัยนี้ได้พัฒนากรรมเทคนิคการเข้าถึงตัวกลางขึ้น 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบที่มีและไม่มีกลไกการควบคุมเท่าเทียมกัน

สำหรับเทคนิคแรกได้มีการเสนอวิธีการย่อยรวม 10 วิธี โดยแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพในการเข้าใช้ช่องสัญญาณที่แตกต่างกันไป ส่วนเทคนิคที่สองที่มีการเสนอความคิดในการขยายขนาดของแพ็กเก็ตเพื่อลดสัดส่วนของเฮดเดอร์ลง ในการทดสอบสมรรถนะของระบบได้อาศัยการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยได้นำผลของวิธีการที่เสนอมาเปรียบเทียบกับวิธีการที่เคยมีการเสนอมาแล้ว ได้แก่ Multi-token inter-arrival time (MTIT), synchronous round robin with reservations (SRRR) และ concurrently accessed multi-ring optical WDM network (CROWN) ผลการทดสอบกับโครงข่ายขนาด 8 โนดและมีจำนวนช่องสัญญาณ 8 ความยาวคลื่น พบว่าวิธีการที่นำเสนอทั้งสองรูปแบบสามารถให้ประสิทธิภาพการใช้งานช่องสัญญาณที่ดีกว่าวิธีการดั้งเดิมทั้งหมดโดยแบบที่ไม่มีกลไกการควบคุมความเท่าเทียมกันสามารถให้สมรรถนะสูงที่สุด ซึ่งเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธี SRRR และ CROWN ที่มีจำนวนเครื่องส่งและเครื่องรับ 1 ชุด พบว่าสามารถรองรับโหลดได้มากกว่า 3 และ 2.6 เท่าตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี MTIT ที่มีจำนวนเครื่องส่งและเครื่องรับเท่ากันพบว่าสามารถรองรับโหลดได้มากกว่า 2.6 เท่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2544 .....

4170229121 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD : MEDIA ACCESS CONTROL / WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING / MULTIMEDIA SERVICES

KITTIYA JITMUN: A DESIGN OF MEDIA ACCESS CONTROL FOR MULTIMEDIA SERVICES IN WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL RING NETWORKS. THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR DR. LUNCHAKORN WUTTISITTIKULKIJ, Ph.D. 242 pp. ISBN 974-03-1357-4

This thesis presents a design of media access control for supporting multimedia services composed of voice video and data in a wavelength division multiplexing optical ring network. The basic structure of the system being considered operates in slotted fashion with destination release mechanism. The node structure consists of transmitters and receives of all wavelengths, so that the node can transmit and receive multiple packets simultaneously. Thisresearch has developed two access control techniques, with fairness control strategy and without fairness control strategy.

For former technique, ten methods have been proposed, each of which has different levels of performance for channel usage. For the latter technique, where no mechanism for providing fairness exists, we introduce the idea of enlarging the packet size to reduce the header part. The system performance is evaluated through computer simulation. The results of all proposed techniques are compared to conventional access control techniques, namely-token inter-arrival time (MTIT), synchronous round robin with reservations (SRRR) and concurrently accessed multi-ring optical WDM network (CROWN). Based on the test results of a network of 8 node and 8 wavelengths, it is found that all proposed techniques offer more effective channel utilization than all other existing known techniques; moreover the technique without fairness control strategy provides the best performance by supporting offered load 3 times and 2.6 times as much as SRRR and CROWN, requiring one set of transmitter and receiver, and providing 2.6 times more than the offered load of MTIT at the same number of transmitters and recivers.

Department Electrical Engineering ..... Student's signature .....

Field of study Electrical Engineering ..... Advisor's signature .....

Academics year 2001 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ดิฉันใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผศ. ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำรวมถึงข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์แก่การวิจัยตลอดมา และขอขอบคุณอย่างยิ่งต่อ คุณพงศธร เศรษฐีธร ที่ช่วยให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ดิฉันใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ซึ่งให้การสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ดิฉันตลอดเวลาจนได้สำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่ หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฐ

สารบัญรูป.....ฑ

บทที่

1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....2

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง.....5

2.1 กล่าวนำ.....5

2.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโทโปโลยีแบบวงแหวน.....5

2.2.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบโทเคน (token ring media access control, TRMAC).....6

2.2.1.1 Non Early Token Release.....6

2.2.1.2 Early Token Release..... 7

2.2.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการทำงานแบบสล็อต (slotted ring media access control, SRMAC).....8

2.2.2.1 Source releases slotted ring media access control.....10

2.2.2.2 Destination releases slotted ring media access control.11

2.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM 12

2.3.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง multi-token inter-arrival time.....14

2.3.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง synchronous round robin with reservations (SRRR, SR^3).....15

บทที่ หน้า

2.3.2.1 ส่วนการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณ.....17
2.3.2.2 ส่วนกลไกควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณ.....21
2.3.2.3 ส่วนกลไกการจองการเข้าถึงช่องสัญญาณ.....22
2.3.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง concurrently accessed multi-ring optical WDM network (CROWN).....22
2.3.3.1 การเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบ SDL-Receiver Strategies.....23
2.3.3.2 การเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบ SDL-transmitter Strategies.....24
2.4 ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่าย WDM ที่เคยถูกนำเสนอมา.....25
2.4.1 ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เกิดจากลักษณะโครงสร้างของโนดที่แตกต่างกัน.....25
2.4.2 ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เกิดจากลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน.....27
3 แนวคิดในการออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นสำหรับบริการมัลติมีเดีย.....31
3.1 กล่าวนำ.....31
3.2 การออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นสำหรับบริการมัลติมีเดีย.....31
3.2.1 ลักษณะโครงข่ายและวิธีการเข้าใช้ช่องสัญญาณ.....31
3.2.2 แนวคิดในการเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตในช่องสัญญาณแบบต่าง..32
3.2.2.1 การเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตที่มีการใช้ SAT ในการควบคุมการทำงาน.....33
3.2.2.1.1 ส่วนการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณ.....33
3.2.2.1.2 ส่วนกลไกควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณ.....54
3.2.2.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ไม่มีการใช้ SAT ควบคุมการทำงาน 59

บทที่ หน้า

3.2.2.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูล.....60
3.2.2.3.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มีการเลือกแบบที่ 1..... 61
3.2.2.3.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มีการเลือกแบบที่ 2.....63
3.2.2.3.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มีการเลือกแบบที่ 3.....63
4 การทดสอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบมี SAT ในการควบคุมการทำงาน.....65
4.1 แบบจำลองของระบบที่ใช้สำหรับการทดสอบสมรรถนะของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอ.....65
4.1.1 แบบจำลองของโครงข่ายวงแหวน.....66
4.1.2 แบบจำลองแพ็กเกตสำหรับบรรจุในสล็อตของช่องสัญญาณ.....66
4.1.3 แบบจำลองของทราฟฟิก.....67
4.1.3.1 แบบจำลองของทราฟฟิกเสียง.....67
4.1.3.2 แบบจำลองของทราฟฟิกวิดีโอ.....68
4.1.3.3 แบบจำลองของทราฟฟิกข้อมูล.....69
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR และ CROWN ที่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ.....70
4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า TTIT ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT..... 71
4.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า threshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR.....73
4.2.3 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของจำนวน SDL ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ CROWN.....77
4.3 การทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota และ threshold ที่มีต่อประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 10.....81

บทที่ หน้า

4.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า threshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1.....82
4.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า threshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2.....87
4.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3.....92
4.3.4 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 4.....96
4.3.5 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า threshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 5.....103
4.3.6 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า threshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.....106
4.3.6.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1.....106
4.3.6.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2.....111
4.3.6.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.3.....114
4.3.7 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า threshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.....117
4.3.7.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1.....117
4.3.7.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.2.....121
4.3.7.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.3.....124
4.3.8 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.....127
4.3.8.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1.....127
4.3.8.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2.....131
4.3.8.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.3.....133
4.3.9 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า threshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.....136
4.3.9.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.1.....136

บทที่ หน้า

4.3.9.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.2.....140
4.3.9.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.3.....143
4.3.10 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.....146
4.3.10.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1.....146
4.3.10.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.2.....149
4.3.10.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.3.....151
4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึง 5 155
4.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6 ถึง 10 163
4.6 การเปรียบเทียบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และแบบที่ 8.2 กับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เคยถูกนำเสนอมา (MTIT, SRRR และCROWN).170
4.7 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่ไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานและไม่มีการกำหนดสล็อตของช่องสัญญาณสำหรับส่ง.....174
5 การทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูล.....180
5.1 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1.....181
5.2 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.....187
5.2.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1.....188
5.2.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2.....196
5.2.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.3.....204

บทที่ หน้า

5.3 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.....206

5.3.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1.....207

5.3.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2.....216

5.3.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.3.....223

5.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2, 3.....226

5.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบดังเดิม (MTIT) กับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบต่างๆ.....227

6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....233

6.1 บทนำ.....233

6.1.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมการทำงาน.....233

6.1.1.1 แนวคิดในส่วนการจัดการในการเข้าถึงตัวกลาง.....233

6.1.1.2 แนวคิดในส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงตัวกลาง.....237

6.1.1.3

6.1.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงาน.....239

6.2 ข้อเสนอแนะ.....247

รายการอ้างอิง.....248

ประวัติผู้เขียน.....250

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางประกอบ หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงหมายเลขโนดที่มีโอกาสในการเข้าถึงสล็อตว่างต่างๆกันสำหรับกรณี M = W = 4.....16

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงการเลือกแพ็กเกตของแต่ละโนดสำหรับสล็อตที่ 0 ถึงสล็อตที่ 2 กรณี M = W = 4.....18

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงโนดที่เข้าใช้สล็อตที่ 0 ถึงสล็อตที่ 2 ของแต่ละช่องสัญญาณกรณี M = W = 4.....19

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงโนดที่เข้าใช้สล็อตที่ 0 ถึงสล็อตที่ 5 ของแต่ละช่องสัญญาณกรณี M = W = 4.....44

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงช่วงสภาวะว่างของสล็อตในช่องสัญญาณหลังจากที่โนดได้รับแพ็กเกตที่ถูกส่งโดยส่วนที่ 1 แล้ว.....45

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงค่าปลายทางที่ตรงกับ $|i+(M-1)-k|_M$ ที่แต่ละโนดสำหรับสล็อตที่ 0 ถึง 5 สำหรับการเลือกแพ็กเกตส่วนที่ 2 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.....46

ตารางที่ 6.1 สรุปข้อดี ข้อเสีย และผลของการเข้าถึงตัวกลางที่เคยถูกนำเสนอมาและการเข้าถึงตัวกลางที่ได้เสนอในวิทยานิพนธ์แบบต่าง.....242

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการทำงานของ IEEE 802.5 medium access control……..……..…7

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง FDDI ……..……..…8

รูปที่ 2.3 ลักษณะของโครงข่ายที่มีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการทำงานแบบสล็อต…...…9

รูปที่ 2.4 เส้นทางของแพ็กเกตที่ส่งจากโนดต้นทางไปยังโนดปลายทางสำหรับ Source releases……..……10

รูปที่ 2.5 เส้นทางของแพ็กเกตที่ส่งจากโนดต้นทางไปยังโนดปลายทางสำหรับ Destination releases ……11

รูปที่ 2.6 โทโปโลยีของโครงข่ายสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง MTIT กรณี M=W=4……14

รูปที่ 2.7 โทโปโลยีของโครงข่ายทางตรรกสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR กรณี M = W ……..15

รูปที่ 2.8 แผนภาพ (flow chart) การเลือกแพ็กเกตโดยใช้ SRR เทรซโฮลด์ในการตัดสินที่แต่ละโนด……20

รูปที่ 2.9 แผนภาพการเลือกแพ็กเกตกรณีที่ไม่สามารถเลือกแพ็กเกตได้โดยใช้ SRR เทรซโฮลด์ในการตัดสิน……...21

รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของ switched delay lines (SDL) แบบ d สภาวะ……..……23

รูปที่ 2.11 โครงสร้างโนดที่มีการทำงานแบบ SDL-Receiver Strategies ……23

รูปที่ 2.12 โครงสร้างโนดที่มีการทำงานแบบ SDL-Transmitter Strategies ……...24

รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการสูญเสียแบนวิดท์ที่เกิดจากโนดส่งเฟรมข้อมูลไปยังโนดใกล้ๆสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบโทเคน……...28

รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการสูญเสียแบนวิดท์ที่เกิดจากโนดส่งเฟรมข้อมูลที่มีขนาดสั้นสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบโทเคน…… 28

รูปที่ 2.15 การเข้าใช้สล็อตบนวงแหวนของโนดต่างๆที่ได้รับสล็อดว่างพร้อมกันสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบสล็อต.....29

รูปที่ 3.1 ปลายทาง srrdest และ d_2 สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่มีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1……34

รูปที่ 3.2 ปลายทาง srrdest และ d_2 และคิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest และ d_2 ของโนดที่ 0 สำหรับระบบที่มีโนดทั้งหมด 8 โนดสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1…… 36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 3.3 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 38
รูปที่ 3.4 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตขั้นตอนที่ 1 ถึง 9 สำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1,แผนภาพการเลือกแพ็กเกตโดยใช้ SRR เทรชโฮลด์ในการตัดสิน (ขั้นที่ 2 ถึง 6) และแผนภาพการเลือกแพ็กเกตจากปลายทาง d_2 ซึ่งมีความยาวน้อยกว่า srrthreshold (ขั้นที่ 7 ถึง 9).....41
รูปที่ 3.5 ปลายทาง srrdest1 และ d_2 สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่มีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.....42
รูปที่ 3.6 ปลายทาง srrdest1 และ d_2 และคิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest1 และ d_2 ของโนดที่ 0 ในระบบที่มีโนดทั้งหมด 8 โนดสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2..... 43
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างช่วงเวลาว่างและเต็มของสล็อตที่ 0 ในช่องสัญญาณ 0 เมื่อมีการส่งแพ็กเกตในส่วนที่ 1.....45
รูปที่ 3.8 ปลายทาง srrdest1 และ d_2 สำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 47
รูปที่ 3.9 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.....47
รูปที่ 3.10 คิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest1 และ d_2 ของโนดที่ 0 สำหรับระบบที่มีโนดทั้งหมด 8 โนดสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.....48
รูปที่ 3.11 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตแบบที่ 3.....49
รูปที่ 3.12 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 สำหรับส่งในช่องสัญญาณ srrdest1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4.....50
รูปที่ 3.13 ปลายทาง srrdest1, d_2 และ d_3 และคิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest1, d_2 และ d_3 ของโนดที่ 0 สำหรับระบบที่มีโนดทั้งหมด 8 โนดสำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 51
รูปที่ 3.14 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 สำหรับส่งในช่องสัญญาณ srrdest1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5.....53
รูปที่ 3.15 สภาวะของสล็อตในกรณีที่มีการบรรจุแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกัน.....62
รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของแพ็กเกตสำหรับส่งทราฟฟิกเสียง วิดีโอและข้อมูล.....66
รูปที่ 4.2 ลักษณะการกำเนิดของทราฟฟิกเสียง.....67
รูปที่ 4.3 ลักษณะการกำเนิดทราฟฟิกวิดีโอ.....69

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 4.4 ลักษณะการกำเนิดทราฟฟิกข้อมูล.....69
รูปที่ 4.5 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT ที่ค่า TTIT ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....72
รูปที่ 4.6 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR ที่ค่า quota และค่า threshold ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....77
รูปที่ 4.7 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ CROWN ที่มีจำนวน SDL เท่ากับ 0 ถึง 20 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....80
รูปที่ 4.8 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ที่ค่า quota และ threshold ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....87
รูปที่ 4.9 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 ที่ค่า quota และ threshold ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....92
รูปที่ 4.10 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ที่ค่า quota ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....96
รูปที่ 4.11 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 4 ที่ค่า quota และ threshold ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ... 102
รูปที่ 4.12 แสดงค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ แบบที่ 4 เมื่อ quota เท่ากับ 500 แพ็กเกตและ threshold เท่ากับ 10 แพ็กเกต สำหรับสัดส่วน ที่ 1..... 103
รูปที่ 4.13 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 5 ที่ค่า quota ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....105
รูปที่ 4.14 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1 ที่ค่า quota และ threshold ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ 110
รูปที่ 4.15 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ที่ค่า quota ต่างๆเมื่อ threshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ..... 114

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 4.16 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.3 ที่ค่า quota ต่างๆเมื่อ threshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....116

รูปที่ 4.17 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1 ที่ค่า quota และ threshold ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ 121

รูปที่ 4.18 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.2 ที่ค่า quota ต่างๆเมื่อ threshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....124

รูปที่ 4.19 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.3 ที่ค่า quota ต่างๆและ threshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....127

รูปที่ 4.20 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1 ที่ค่า quota ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....129

รูปที่ 4.21 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 ที่ค่า quota ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....133

รูปที่ 4.22 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.3 ที่ค่า quota ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....136

รูปที่ 4.23 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.1 ที่ค่า quota และ threshold ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....140

รูปที่ 4.24 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.2 ที่ค่า quota ต่างๆเมื่อ threshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....143

รูปที่ 4.25 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.3 ที่ค่า quota ต่างๆเมื่อ threshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....145

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 4.26 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1 ที่ค่า quota ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....149
รูปที่ 4.27 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.2 ที่ค่า quota ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ.....151
รูปที่ 4.28 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.3 ที่ค่า quota ต่างๆสำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ..... 154
รูปที่ 4.29 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 5 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....159
รูปที่ 4.30 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 5 สำหรับสัดส่วนที่ 2.....160
รูปที่ 4.31 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 5 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....161
รูปที่ 4.32 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 5 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....162
รูปที่ 4.33 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ถึงแบบที่ 10.2 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....166
รูปที่ 4.34 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ถึงแบบที่ 10.2 สำหรับสัดส่วนที่ 2.....167
รูปที่ 4.35 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ถึงแบบที่ 10.2 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....168

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 4.36 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ถึงแบบที่ 10.2 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....169
รูปที่ 4.37 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง แบบ MTIT, SRRR, CROWN, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และแบบที่ 8.2 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....171
รูปที่ 4.38 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง แบบ MTIT, SRRR, CROWN, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และแบบที่ 8.2 สำหรับสัดส่วนที่ 2.....172
รูปที่ 4.39 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง แบบ MTIT, SRRR, CROWN, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และแบบที่ 8.2 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....173
รูปที่ 4.40 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง แบบ MTIT, SRRR, CROWN, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และแบบที่ 8.2 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....174
รูปที่ 4.41 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานสำหรับสัดส่วนที่ 1.....176
รูปที่ 4.42 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานสำหรับสัดส่วนที่ 2.....177

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 4.43 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานสำหรับสัดส่วนที่ 3.....178

รูปที่ 4.44 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียวิดีโอเฟรมของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานสำหรับสัดส่วนที่ 4.....179

รูปที่ 5.1 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....184

รูปที่ 5.2 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 2.....185

รูปที่ 5.3 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....186

รูปที่ 5.4 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....187

รูปที่ 5.5 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....192

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 5.6 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 2.....193

รูปที่ 5.7 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....194

รูปที่ 5.8 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....195

รูปที่ 5.9 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....198

รูปที่ 5.10 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 2.....199

รูปที่ 5.11 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....200

รูปที่ 5.12 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....201

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 5.13 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และแบบที่ 2.2 ที่ค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....202
รูปที่ 5.14 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และแบบที่ 2.2 ที่ค่า m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....203
รูปที่ 5.15 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.3 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....205
รูปที่ 5.16 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1, 2.2 และ 2.3 ที่ค่า m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....206
รูปที่ 5.17 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....210
รูปที่ 5.18 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 2.....211
รูปที่ 5.19 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....212

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 5.20 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง ที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....213
รูปที่ 5.21 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และ 3.1 ที่ค่า m เท่ากับ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 1 214
รูปที่ 5.22 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และ 3.1 ที่ค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 2.....214
รูปที่ 5.23 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และ 3.1 ที่ค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....215
รูปที่ 5.24 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง ที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....218
รูปที่ 5.25 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง ที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 2.....219
รูปที่ 5.26 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง ที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....220

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปประกอบ หน้า

รูปที่ 5.27 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง ที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....221
รูปที่ 5.28 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 และ 3.2 ที่ค่า m เท่ากับ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 1.....222
รูปที่ 5.29 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 และ 3.2 ที่ค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 3.....222
รูปที่ 5.30 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง ที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.3 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....224
รูปที่ 5.31 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 เมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4.....225
รูปที่ 5.32 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2และ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 4 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4.....227
รูปที่ 5.33 ค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียง และค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง แบบ MTIT, การควบคุมเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2, 7.2, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุม (Nonsatcontrol) และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่า 4 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบ.....232

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารผ่านทางโครงข่ายอินเตอร์เนต (internet networks) นับวันจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นเป็นผลให้เกิดความต้องการในการใช้แบนด์วิดท์เพิ่มมากขึ้น จึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาโครงข่ายอินเตอร์เนตที่สามารถรองรับกับความต้องการในการใช้แบนด์วิดท์ที่เพิ่มขึ้นนี้ โครงข่ายทางแสง (optical network) นับเป็นโครงข่ายที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากเพราะสามารถให้แบนด์วิดท์ที่มีขนาดใหญ่ทำให้สามารถรองรับกับความต้องการดังกล่าวได้ แต่เนื่องจากโครงข่ายทางแสงนี้มีแบนด์วิดท์ที่สูงมากถ้านำมาใช้โดยตรงก็จะไม่สามารถใช้ประสิทธิภาพได้อย่างเต็มที่เพราะความเร็วในการทำงานทางอิเล็กทรอนิกส์มีค่าต่ำเมื่อเทียบกับความเร็วของโครงข่ายแสง จึงได้มีการแบ่งแบนด์วิดท์ของโครงข่ายแสงออกเป็นหลายส่วนโดยแต่ละส่วนจะมีความเร็วที่มีค่าต่ำลงใกล้เคียงกับความเร็วในการทำงานทางอิเล็กทรอนิกส์ การแบ่งแบนด์วิดท์ขนาดใหญ่ให้มีขนาดต่ำลงทำให้สามารถใช้แบนด์วิดท์ของโครงข่ายทางแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งวิธีการแบ่งแบนด์วิดท์ดังกล่าวเรียกว่า การมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น (wavelength division multiplexing, WDM) สำหรับโทโปโลยีทางกายภาพ (physical topology) ของโครงข่าย WDM ที่พบมีด้วยกันหลายแบบ คือ โทโปโลยีแบบวงแหวน (ring topology) [1-4] โทโปโลยีแบบดาว (star topology) [5] โทโปโลยีแบบบัส (bus topology) และโทโปโลยีแบบต้นไม้ (tree topology) [6] โทโปโลยีแบบวงแหวนนับเป็นโทโปโลยีหนึ่งที่กำลังได้รับสนใจอย่างมากเพราะมีโครงสร้างที่เป็นระเบียบชัดเจน ไม่ซับซ้อนและยังสามารถจัดการกับความเสียหายของข่ายเชื่อมโยง (link) ได้ง่ายด้วย

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการคิดค้นการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM แบบวงแหวนหลายลักษณะด้วยกัน เช่น การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ multi-token inter-arrival time (MTIT) [1] มีลักษณะโครงสร้างโนดแบบ FT^{M}-FR^{M}(M fixed transmitters and M fixed receivers) การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ synchronous round robin with reservations (SRRR) [2] มีลักษณะโครงสร้างโนดแบบ TT-FR (one tunable transmitter and one fixed receiver) และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ concurrently accessed multi-ring optical WDM network (CROWN) [7] มีลักษณะโครงสร้างโนดแบบ FT-TR (one fixed tramsmitter and one tunable receiver) เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบมีข้อดีและข้อเสีย

แตกต่างกันคือ การเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT ที่มีโครงสร้างโนดแบบ FT^M-FR^M ทำให้โนดสามารถรับและส่งข้อมูลในแต่ละช่องสัญญาณได้พร้อมๆกัน แต่เนื่องจากมีการทำงานแบบโทเคนทำให้ขณะเวลาใดเวลาหนึ่งที่แต่ละช่องสัญญาณจะมีเพียง 1 โนดเท่านั้นที่สามารถเข้าใช้ช่องสัญญาณได้จึงทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ส่วนอื่นของวงแหวนไป ส่วนการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR และ CROWN จะมีการทำ งานแบบสล็อตจึงทำให้สามารถใช้ส่วนต่างๆของวงแหวนได้คุ้มค่า แต่เนื่องจากมีเครื่องส่งและเครื่องรับเพียงชุดเดียวทำให้แต่ละไทม์สล็อตโนดสามารถส่งได้เพียง 1 ช่องสัญญาณทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ของสล็อตว่างของช่องสัญญาณอื่นไป ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จะออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM ที่มีโทโปโลยีของโครงข่ายแบบวงแหวนและมีลักษณะโครงสร้างโนดแบบ FT^M-FR^M เพื่อให้โนดสามารถรับและส่งข้อมูลในแต่ละช่องสัญญาณได้พร้อมๆกัน และมีการทำงานแบบสล็อตเพื่อให้สามารถใช้ส่วนต่างๆของวงแหวนได้คุ้มค่า โดยกำหนดให้สามารถรองรับการบริการทราฟฟิกได้ 3 ประเภท ได้แก่ ทราฟฟิกข้อมูล ทราฟฟิกเสียง และทราฟฟิกวิดีโอ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง (media access control) ในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น (wavelength division multiplexing optical ring networks) ให้สามารถรองรับทราฟฟิก 3 ประเภทได้แก่ ทราฟฟิกเสียง (voice traffic) ทราฟฟิกวิดีโอ (video traffic) และทราฟฟิกข้อมูล (data traffic) ตามความต้องการคุณภาพของการบริการ (quality of service, QoS) ของทราฟฟิกแต่ละประเภทได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ ทราฟฟิกเสียงและทราฟฟิกวิดีโอจะมีค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปของแพ็กเกตไม่เกิน 0.01 และ 0.001 ตามลำดับ ส่วนโดยทราฟฟิกข้อมูลเป็นทราฟฟิกที่สามารถทนต่อเวลาประวิงได้สูงแต่ในการส่งจะต้องไม่เกิดการสูญเสียแพ็กเกตเลย โดยระบบที่พิจารณาจะมีการทำงานแบบสล็อตและมีโครงสร้างโนดแบบ FT^M-FR^M

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM เพื่อให้สามารถรองรับบริการทราฟฟิกข้อมูล เสียง และวิดีโอ ได้ตามความต้องการคุณภาพในการ

บริการของทราฟฟิกแต่ละประเภท โดยการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ออกแบบและพัฒนาจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมการทำงาน และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงาน สำหรับการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมการทำงานจะศึกษาวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในสล็อตของช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน 10 วิธีด้วยกัน ส่วนการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงานจะศึกษาผลของการขยายขนาดของแพ็กเกตที่มีต่อความสามารถในการรองรับโหลดของระบบ โดยโครงข่าย WDM ที่พิจารณาจะมีลักษณะทางกายภาพและข้อสมมุติฐานเบื้องต้นดังต่อไปนี้

1. โครงข่าย WDM ที่ศึกษามีโทโปโลยีเป็นแบบวงแหวน คือ โนดแต่ละโนดต่อกับโนดข้างเคียง 2 โนด
2. ลักษณะโนดของโครงข่ายมีโครงสร้างแบบ FT^{M}-FR^{M} คือ โนดแต่ละโนดประกอบด้วยเครื่องรับและเครื่องส่งเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณ ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตสู่ช่องสัญญาณแต่ละช่องได้อย่างอิสระแก่กัน
3. ทราฟฟิกที่ใช้ในการพิจารณามีด้วยกัน 3 ประเภท คือ ทราฟฟิกประเภทข้อมูล ทราฟฟิกประเภทเสียง และทราฟฟิกประเภทวิดีโอ โดยทราฟฟิกข้อมูลเป็นทราฟฟิกที่สามารถทนต่อเวลาประวิงได้สูงแต่ในการส่งจะต้องไม่เกิดการสูญเสียแพ็กเกตเลย ส่วนทราฟฟิกเสียงและทราฟฟิกวิดีโอสามารถทนต่อเวลาประวิงได้จำกัดและจะมีค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตได้ไม่เกิน 0.01 [8] และ 0.001 [9] ตามลำดับ
4. ลักษณะของทราฟฟิกที่พิจารณาเป็นแบบโหลดสมดุล (balanced load traffic) คือ ทราฟฟิกของระบบกระจายสู่โนดทุกโนดอย่างเท่าเทียมกัน
5. สำหรับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการแสดงถึงสมรรถนะของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางประกอบด้วย 3 ค่าหลัก คือ ค่าวิสัยสามารถ (throughput) ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและวิดีโอ และค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล โดยพารามิเตอร์ดังกล่าวจะเป็นฟังก์ชันของปริมาณโหลด
6. ในวิทยานิพนธ์นี้กำหนดให้ระยะห่างระหว่างโนดแต่ละโนดมีค่าเท่ากันและถือว่าการรับและส่งแพ็กเกตเป็นแบบอุดมคติ คือไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น (error free)

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาการทำงานรวมถึงข้อดีและข้อเสียของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นแบบต่างๆ

2. ศึกษาคุณสมบัติและลักษณะของทราฟฟิก 3 ประเภท ได้แก่ ทราฟฟิกเสียง ทราฟฟิกวิดีโอและทราฟฟิกข้อมูล รวมทั้งทำการจำลองทราฟฟิกทั้ง 3 ประเภทเพื่อนำมาใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบต่างๆ ที่ทำการออกแบบและพัฒนา
3. ออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถรองรับ ทราฟฟิกทั้ง 3 ประเภท ตามความต้องการคุณภาพของการบริการของทราฟฟิกแต่ละประเภทได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. เขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ได้ออกแบบและพัฒนา
5. เปรียบเทียบประสิทธิภาพ (ค่าวิสัยสามารถ ค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตเสียงและวิดีโอ และค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูล) รวมทั้งข้อดีและข้อเสียของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ได้ออกแบบและพัฒนากับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีผู้เสนอไว้แล้ว (MTIT, SRRR และ CROWN)
6. วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากการทดสอบ
7. เขียนรายงานวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โปรแกรมที่ได้จากการพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสามารถนำไปใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นได้
2. แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นสำหรับให้บริการทราฟฟิกประเภทเสียง วิดีโอและข้อมูลได้ต่อไป
3. การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ได้ทำการออกแบบสามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางให้รองรับบริการประเภทอื่นๆ นอกเหนือจากทราฟฟิกประเภทเสียง วิดีโอและข้อมูล เช่น ทราฟฟิกเสียงประเภทอื่นๆ เช่น audio หรือ ทราฟฟิกข้อมูลประเภทอื่นๆ เช่น file transfer เป็นต้น

บทที่ 2

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง

2.1 กล่าวนำ

การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางมีความสำคัญมากสำหรับการเข้าใช้ตัวกลางของผู้ใช้ที่อยู่บนโครงข่าย นั่นคือ มีหน้าที่หลักในการควบคุมการเข้าใช้ตัวกลางให้ผู้ใช้โครงข่ายสามารถเข้าใช้โครงข่ายได้ตามความต้องการคุณภาพของการบริการ (quality of service , QoS) ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีผู้นำเสนอการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่ายที่มีโทโปโลยีแบบต่างๆเป็นจำนวนมาก เช่น โทโปโลยีแบบดาว โทโปโลยีแบบวงแหวน โทโปโลยีแบบบัส และโทโปโลยีแบบต้นไม้ โทโปโลยีแบบวงแหวนนับเป็นโทโปโลยีหนึ่งที่กำลังได้รับสนใจอย่างมากเพราะมีโครงสร้างที่เป็นระเบียบชัดเจน ไม่ซับซ้อนและยังสามารถจัดการกับความเสียหายของลิงค์ (link) ได้ง่ายด้วย

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางของโทโปโลยีแบบวงแหวนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะด้วยกัน คือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบโทเคนริง (token ring media access control, TRMAC) และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบสล็อต (slotted ring media access control, SRMAC) [10] ในวิทยานิพนธ์นี้จะออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM โดยใช้การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRMAC เป็นหลัก ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะอธิบายถึงลักษณะการทำงานเบื้องต้นของ TRMAC และ SRMAC หลังจากนั้นกล่าวถึงการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM ที่ใช้หลักการ TRMAC และ SRMAC มาใช้ในการออกแบบพร้อมกับยกตัวอย่างการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM ที่ได้มีการศึกษาวิจัยมาแล้ว

2.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโทโปโลยีแบบวงแหวน

สำหรับเนื้อหาในส่วนนี้จะอธิบายลักษณะการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ TRMAC และ SRMAC ดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.1 **การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบโทเคน** (token ring media access control, TRMAC)

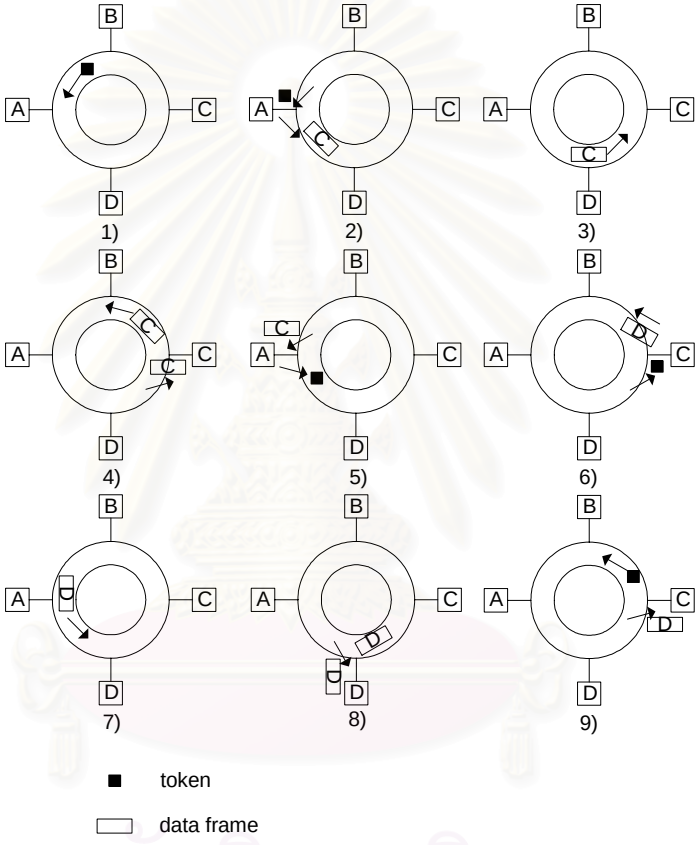
ลักษณะการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบโทเคนสามารถอธิบายได้ดังนี้ ในโครงข่ายที่เป็นวงแหวนจะมีตัวควบคุมการเข้าถึงตัวกลางเรียกว่า โทเคน (token) โดยโทเคนจะวิ่งวนอยู่ในวงแหวนทำหน้าที่เป็นตัวอนุญาตให้โนดสามารถส่งข้อมูลได้ โดยโนดที่ต้องการจะส่งข้อมูลจะต้องคอยสังเกตโทเคนที่อยู่บนวงแหวนเมื่อโทเคนมาถึง โนดจะครอบครองโทเคนเอาไว้และสามารถส่งข้อมูลได้ เมื่อโนดที่ครอบครองโทเคนส่งข้อมูลเสร็จจะปล่อยโทเคนกลับเข้าสู่วงแหวนอีกครั้งเพื่อให้โนดอื่นได้มีโอกาสครอบครองโทเคนและส่งข้อมูลบ้าง โดยการทำงานของ TRMAC สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะการปล่อยโทเคนกลับสู่วงแหวน คือ Non Early Token Release และ Early Token Release [10] ซึ่งลักษณะการทำงานแต่ละแบบสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.2.1.1 Non Early Token Release

การทำงานของ TRMAC ในลักษณะนี้โนดที่ครอบครองโทเคนจะปล่อยโทเคนกลับสู่วงแหวนก็ต่อมี 2 เหตุการณ์ได้เกิดขึ้นเรียบร้อยแล้ว คือ โนดส่งข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วและส่วนหัวของข้อมูลที่ส่งกลับมาถึงโนดแล้ว นั้นคือ กรณีที่ความยาวของวงแหวนมากกว่าความยาวของข้อมูลที่ได้ส่งไป เมื่อโนดส่งข้อมูลครบแล้วแต่ส่วนหัวของข้อมูลที่ส่งไปยังไม่วนกลับมาถึงโนด โนดจะต้องรอจนกว่าส่วนหัวของข้อมูลจะกลับมาถึงที่โนดจึงจะสามารถปล่อยโทเคนกลับสู่วงแหวนได้ ส่วนในกรณีที่ความยาวของวงแหวนน้อยกว่าความยาวของข้อมูลที่ได้ส่งไป ส่วนหัวของข้อมูลที่ส่งไปจะกลับมาถึงก่อนที่โนดจะส่งข้อมูลเสร็จดังนั้นเมื่อโนดส่งข้อมูลเสร็จโนดก็สามารถปล่อยโทเคนสู่วงแหวนได้ทันที การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีลักษณะการทำงานแบบ Non Early Token Release นี้ได้แก่ IEEE 802.5 medium access control [10] รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง IEEE 802.5 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อโทเคนเดินทางมาถึงโนด A โนด A จะจับและครอบครองโทเคนเอาไว้ และส่งข้อมูลโดยข้อมูลที่ส่งมีปลายทางเป็นโนด C ข้อมูลจะเดินทางรอบวงแหวน เมื่อถึงโนด C โนด C จะคัดลอกข้อมูลเก็บไว้ส่วนข้อมูลก็ยังคงเดินทางต่อเพื่อกลับไปสู่โนด A เมื่อโนด A ได้รับข้อมูลกลับคืน โนด A ก็จะปล่อยโทเคนกลับสู่วงแหวน โทเคนที่กลับสู่วงแหวนจะเดินทางต่อและจะถูกโนด C จับและส่งข้อมูลโดยข้อมูลที่ส่งมีปลายทางเป็นโนด D ข้อมูลจะเดินทางรอบวงแหวนเมื่อ

ถึงโนด D โนด D จะคัดลอกข้อมูลเก็บไว้ส่วนข้อมูลก็ยังคงเดินทางต่อเพื่อกลับไปสู่โนด C เมื่อโนด C ได้รับข้อมูลกลับคืน โนด C ก็จะปล่อยโทเคนกลับสู่วงแหวน

สำหรับระยะเวลาที่โนดสามารถส่งข้อมูลได้ขณะที่กำลังครอบครองโทเคนอยู่นั้นจะกำหนดจากค่า Target token-rotation time (TTRT) และ token-rotation time (TRT) ซึ่งจะมีค่าเท่ากับเวลาที่ผ่านไประหว่างการมาถึงของ 2 โทเคน โดยโนดจะสามารถส่งข้อมูลได้เท่ากับเวลา TTRT-TRT



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการทำงานของ IEEE 802.5 medium access control

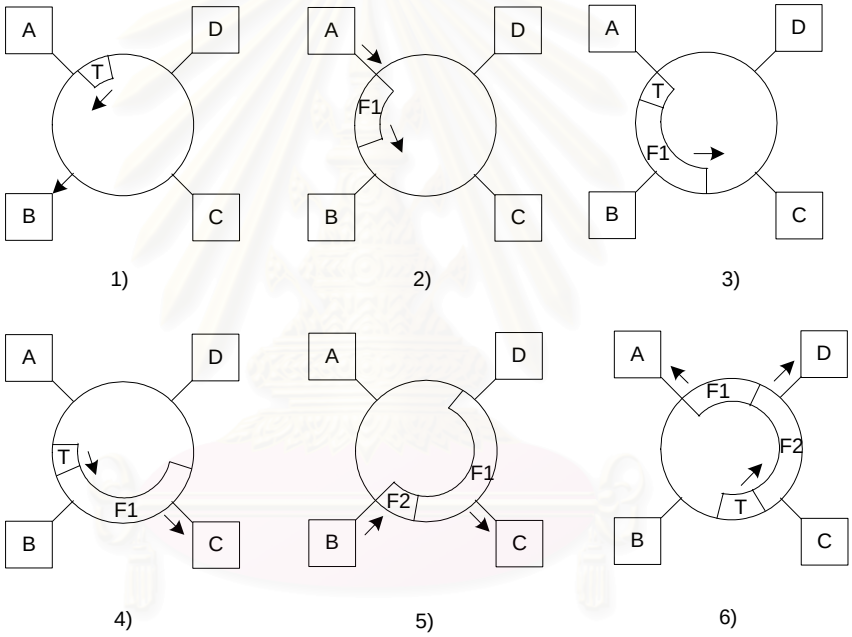
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.1.2 Early Token Release

สำหรับการทำงานของ TRMAC ในลักษณะ Early Token Release นี้โนดที่ครอบครองโทเคนจะสามารถปล่อยโทเคนสู่วงแหวนได้ทันทีที่โนดส่งข้อมูลเสร็จ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มี

ลักษณะการทำงานแบบนี้ได้แก่ fiber distributed data interfrace (FDDI) [10] รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง FDDI ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) โทเคนกำลังเดินทางในวงแหวนสู่โนด A
2) โนด A รับโทเคนและส่งข้อมูล F1 สู่โนด C
3) โนด A ปล่อยโทเคนทันทีที่ส่งข้อมูลเสร็จ
4) โนด C คัดลอกข้อมูล F2 ที่โนด A ส่งมาให้
5) โทเคนที่โนด A ปล่อยออกมาถูกจับโดยโนด B และโนด B ส่งข้อมูล F2 สู่โนด D
6) โนด B ปล่อยโทเคนขณะที่โนด D คัดลอกข้อมูล F2 และข้อมูล F1 เดินทางถึงโนด A

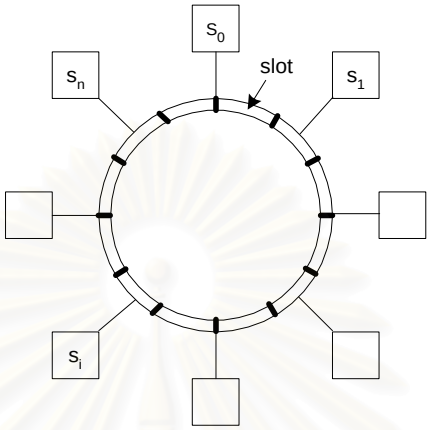


รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง FDDI

2.2.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการทำงานแบบสล็อต (slotted ring media access control, SRMAC)

สำหรับการทำงานของ slotted ring media access control นั้นวงแหวนจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยที่มีขนาดเท่าๆกันเรียกว่า สล็อต (slot) ในการส่งข้อมูลสำหรับการทำงานแบบ slotted ring ผู้ใช้จะต้องแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยที่มีขนาดเท่ากันเรียกว่า แพ็กเกต (packet) ซึ่งขนาดของ

แพ็กเกตจะสามารถบรรจุได้พอดีกับขนาดของสล็อตที่อยู่บนวงแหวน รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของโครงข่ายที่มีการทำงานแบบ slotted ring

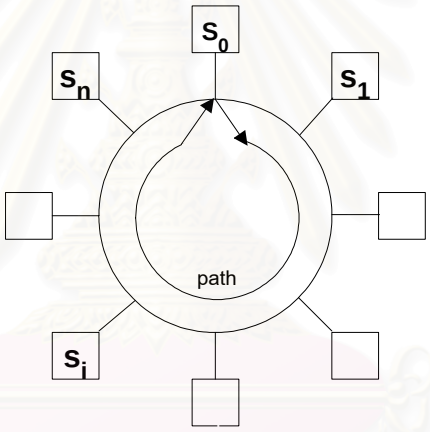


รูปที่ 2.3 ลักษณะของโครงข่ายที่มีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการทำงานแบบสล็อต

ในแต่ละสล็อตจะประกอบด้วยส่วนหัวซึ่งใช้ระบุข้อมูลที่จำเป็นในการส่งแพ็กเกตและส่วนข้อมูลสำหรับใส่ข้อมูลที่ต้องการส่ง สล็อตที่อยู่บนวงแหวนจะมีสภาวะที่เป็นไปได้ 2 สภาวะคือ สภาวะว่าง (empty slot) และสภาวะเต็ม (full slot) ในการเข้าใช้ตัวกลางผู้ใช้จะสามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีสภาวะว่างเท่านั้น โดยผู้ใช้จะคอยสังเกตทุกๆเวลาที่ผ่านไป 1 ไทม์สล็อต (time slot) เพื่อสังเกตว่าสล็อตที่เข้ามาที่โนดว่าเป็นสภาวะสล็อตว่างหรือสภาวะสล็อตเต็ม ถ้าเป็นสภาวะสล็อตว่างโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตลงสู่สล็อตได้และสล็อตนั้นจะเปลี่ยนสภาวะเป็นสล็อตเต็ม แต่ถ้าสล็อตที่เข้ามามีสภาวะเป็นสล็อตเต็มโนดจะไม่สามารถส่งแพ็กเกตสู่สล็อตนั้นได้และจะต้องรอพิจารณาสล็อตถัดไป สล็อตเต็มที่มีการใส่แพ็กเกตจะเดินทางจากต้นทาง (source) ไปรอบๆวงแหวนโดยแต่ละโนดจะตรวจสอบสล็อตที่เข้ามาว่ามีปลายทาง (destination) ถึงโนดของตนหรือเปล่า ถ้าไม่ใช่โนดก็จะไม่คัดลอก (copy) สล็อตนั้นแต่ถ้าใช่โนดก็จะคัดลอกสล็อตนั้น สล็อตซึ่งเดินทางถึงปลายทางและถูกคัดลอก แล้วจะถูกเปลี่ยนกลับให้มีสภาวะว่างซึ่งโนดที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสภาวะจากสล็อตเต็มเป็นสล็อตว่างสามารถเป็นได้ทั้งโนดต้นทางและโนดปลายทาง ดังนั้นจึงสามารถแบ่งลักษณะการเข้าถึงตัวกลางแบบสล็อตตามวิธีการเปลี่ยนสถาวะของสล็อตได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ Source releases และ Destination releases [11]

2.2.2.1 Source releases slotted ring media access control

ลักษณะการทำงานของ Source relsases นั้นโนดต้นทางจะเป็นผู้เปลี่ยนสภาวะให้สล็อตกลับมาอยู่ในสภาวะว่าง นั่นคือเมื่อโนดต้นทางส่งแพ็กเกตลงสู่สล็อตและเมื่อสล็อตเดินทางถึงโนดปลายทาง โนดปลายทางจะคัดลองแพ็กเกตและปล่อยสล็อตนั้นกลับสู่วงแหวนโดยสภาวะของสล็อตยังเป็นสภาวะเต็มและระหว่างการเดินทางของสล็อตกลับไปสู่โนดต้นทาง โนดต่างๆที่เห็นสล็อตดังกล่าวจะไม่สามารถส่งแพ็กเกตลงสู่สล็อตได้เพราะสล็อตยังคงมีสภาวะเป็นสล็อตเต็ม เมื่อสล็อตเดินทางมาถึงโนดต้นทางโนดต้นทางจะเปลี่ยนสภาวะของสล็อตให้กลับมาสู่สภาวะว่าง เพื่อให้สล็อตสามารถถูกใช้ได้ต่อไป รูปที่ 2.4 แสดงเส้นทางของแพ็กเกตที่ส่งจากโนดต้นทางไปยังโนดปลายทางสำหรับ source releases



รูปที่ 2.4 เส้นทางของแพ็กเกตที่ส่งจากโนดต้นทางไปยังโนดปลายทางสำหรับ Source releases

สำหรับการทำงานแบบ source releases ยังแบ่งการทำงานออกได้เป็น 2 ลักษณะ ตามจำนวนสล็อตที่มีต้นทางเดียวกันที่ถูกอนุญาตให้อยู่ในวงแหวน [11] คือ

1) กำหนดให้มีสล็อตที่มีต้นทางเดียวกันอยู่ในวงแหวนได้ไม่เกิน 1 สล็อต

โนดที่ได้ส่งแพ็กเกตลงสู่สล็อตและสล็อตนั้นยังไม่กลับมา โนดนั้นจะไม่สามารถส่งแพ็กเกตใหม่ลงสู่สล็อตอื่นๆได้จนกว่าสล็อตแรกจะกลับมา ตัวอย่างการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการทำงานในลักษณะนี้คือ cambridge fast ring (CFR) [11] สำหรับการทำงานของการเข้าถึงตัวกลางแบบ CFR นั้นระบบจะแบ่งสล็อตในวงแหวนเป็น 2 ประเภทคือ normal slot และ control slot ถ้าโนด

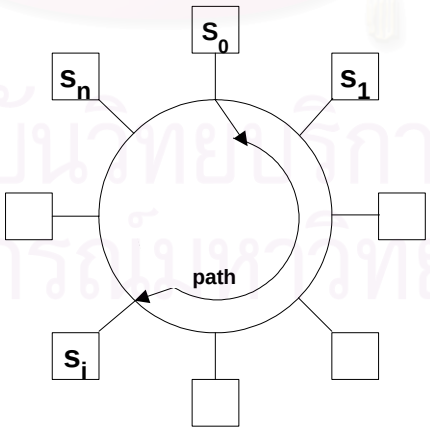
ส่งแพ็กเกตโดยใช้ normal slot เมื่อโนดได้รับสล็อตนั้นคืนมาโนดจะไม่สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตนั้นได้อีกในทันทีโดยโนดจะต้องส่งสล็อตนั้นให้โนดถัดไปการทำงานของสล็อตในลักษณะดังกล่าวเป็นการป้องกันไม่ให้โนดใดโนดหนึ่งครอบครองสล็อตเป็นเวลานานๆ ส่วน control slot นั้นเมื่อโนดต้นทางได้รับสล็อตที่ส่งคืนแล้วโนดต้นทางสามารถที่จะใช้สล็อตนั้นต่อได้ทันที

2) กำหนดให้มีสล็อตที่มีต้นทางเดียวกันอยู่ในวงแหวนได้มากกว่า 1 สล็อต

โนดสามารถส่งแพ็กเกตลงสู่วงแหวนได้มากกว่า 1 สล็อตแม้ว่าสล็อตแรกจะยังไม่กลับมา ตัวอย่างการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการทำงานในลักษณะนี้คือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง variant of cambridge fast ring (CFRV) [11] ซึ่งก็มีการทำงานในลักษณะเดียวกับ CFR แต่โนดสามารถส่งแพ็กเกตลงสู่วงแหวนได้มากกว่า 1 สล็อต

2.2.2.2 Destination releases slotted ring media access control

ลักษณะการทำงานของ destination release [11] นั้นเมื่อโนดต้นทางส่งแพ็กเกตและแพ็กเกตเดินทางถึงโนดปลายทางแล้วโนดปลายทางจะเป็นผู้เปลี่ยนสภาวะของสล็อตให้กลับมาสู่สภาวะว่าง เมื่อสล็อตดังกล่าวเดินทางออกจากโนดปลายทางโนดต่างๆที่อยู่ระหว่างโนดต้นทางและโนดปลายทางจะมองเห็นสล็อตเป็นสล็อตว่างและสามารถส่งแพ็กเกตลงสู่สล็อตที่มีสภาวะว่างดังกล่าวได้ รูปที่ 2.5 แสดงเส้นทางของแพ็กเกตที่ส่งจากโนดต้นทางไปยังโนดปลายทางสำหรับ destination releases



รูปที่ 2.5 เส้นทางของแพ็กเกตที่ส่งจากโนดต้นทางไปยังโนดปลายทางสำหรับ Destination releases

สำหรับการทำงานแบบ destination releases กำหนดให้มีสล็อตที่มีต้นทางเดียวกันอยู่ในวงแหวนได้มากกว่า 1 สล็อต ตัวอย่างการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการทำงานในลักษณะนี้คือการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ orwell [11] ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะการทำงานได้ดังนี้

การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ orwell จะแบ่งการส่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทคือ asynchronous และ synchronous โดยจะมีการทำงานเป็นลักษณะวัฏจักร (cycle) แต่ละโนดจะมีตัวนับ (counter) สำหรับนับจำนวนแพ็กเกตที่ได้ส่งไปแล้วใน cycle ปัจจุบัน การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง orwell จะกำหนดค่าแพ็กเกตที่สามารถส่งได้ในแต่ละรอบ (D_i) และกำหนดว่าสามารถส่งแพ็กเกตชนิด asynchronous ได้อย่างน้อย (D_{min}) ในแต่ละรอบของ cycle เมื่อเริ่ม cycle โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตได้มากที่สุด D_i แพ็กเกต หลังจากนั้นโนดจะต้องรอ cycle ใหม่ โนดที่ส่งแพ็กเกตครบ D_i และต้องการเริ่ม cycle ใหม่จะส่งสล็อตพิเศษเรียกว่า trial slot โดย trial slot จะถูกส่งโดยมีปลายทางคือตัวมันเอง และมีคุณสมบัติเป็นสล็อตว่างนั่นคือถ้าระหว่างทางที่ trial slot เดินทางกลับมาที่โนดตัวเองมีโนดที่ต้องการส่งแพ็กเกตและยังส่งแพ็กเกตไม่ครบ D_i โนดนั้นจะสามารถใช้สล็อตนี้ได้และเปลี่ยนสภาวะของสล็อตเป็นสล็อตเต็มทำให้ trial slot ไม่สามารถกลับมายังโนดที่ส่งมันได้ซึ่งก็แสดงว่ายังไม่สามารถเริ่ม cycle ได้เพราะมีบางโนดยังส่งแพ็กเกตได้น้อยกว่า D_i โครงข่ายก็จะยังไม่เริ่ม cycle ใหม่ แต่ถ้า trial slot สามารถกลับมายังโนดที่ส่งมันได้แสดงว่า ทุกๆโนดในโครงข่ายส่ง แพ็กเกตครบ D_i แล้ว ดังนั้นสามารถเริ่ม cycle ใหม่ได้ โนดดังกล่าวจะส่งสล็อตพิเศษเรียกว่า reset slot เดินทางรอบวงแหวนเพื่อให้โนดในวงแหวนเริ่มส่งแพ็กเกตได้ใหม่และเริ่มนับค่าใหม่ต่อไป

2.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM

เนื่องจากการเจริญเติบโตของโครงข่ายอินเตอร์เนตจึงทำให้มีความต้องการในการใช้แบนด์วิทด์เพิ่มมากขึ้น โครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น (WDM) เป็นโครงข่ายหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเพราะสามารถให้แบนด์วิทด์ได้สูงและสามารถแบ่งแบนด์วิทด์ออกเป็นหลายส่วนโดยแต่ละส่วนจะมีความเร็วในการส่งข้อมูลที่มีค่าต่ำลงใกล้เคียงกับความเร็วในการทำงานทางอิเล็กทรอนิกส์จึงทำให้สามารถใช้แบนด์วิทด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการควบคุมการการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่ายวงแหวน WDM โดยอาศัยหลักการของโครงข่ายดังเดิมเป็นพื้นฐานในการพัฒนา ดังนั้นในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM แบบวงแหวนที่ได้มีการวิจัยมาแล้ว

ลักษณะของโครงข่าย WDM ที่มีโทโปโลยีเป็นแบบวงแหวนแต่ละโนดในวงแหวนจะติดต่อกับโนดข้างเคียง 2 โนดผ่านทางเส้นใยแสง (optical fiber) ที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น คือ แบนด์วิดท์ของเส้นใยแสงจะถูกแบ่งออกเป็นหลายส่วน แต่ละส่วนจะใช้ความยาวคลื่นที่แตกต่างกันสำหรับส่งข้อมูลโดยแต่ละความยาวคลื่นคือ 1 ช่องสัญญาณ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM แบบวงแหวนที่ได้มีการวิจัยมาแล้วมีด้วยกันหลายแบบแบ่งตามลักษณะและจำนวนของเครื่องรับและเครื่องส่งที่แต่ละโนดได้ดังนี้

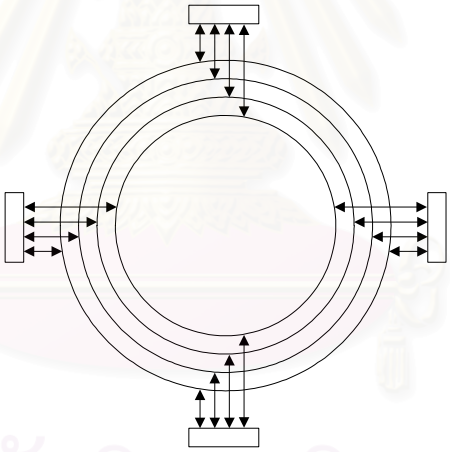
1) FT^M-FR^M แต่ละโนดจะประกอบด้วยเครื่องส่งจำนวน M เครื่องโดยเครื่องส่งแต่ละเครื่องจะถูกกำหนดตายตัวให้ใช้ส่งข้อมูลในช่องสัญญาณหนึ่งเท่านั้น (M fixed transmitters) และประกอบด้วยเครื่องรับจำนวน M เครื่องโดยเครื่องรับแต่ละเครื่องจะถูกกำหนดตายตัวให้ใช้รับข้อมูลจากช่องสัญญาณหนึ่งเท่านั้น (M fixed receivers) ตัวอย่างของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีโครงสร้างโนดแบบ FT^M-FR^M คือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง multi-token inter-arrival time (MTIT) [1]
2) TT-FR แต่ละโนดจะประกอบด้วยเครื่องส่งจำนวน 1 เครื่องที่สามารถปรับให้สามารถส่งข้อมูลได้ในช่องสัญญาณต่างๆ (one tunable transmitter) และประกอบด้วยเครื่องรับจำนวน 1 เครื่อง ซึ่งจะถูกกำหนดตายตัวให้ใช้รับข้อมูลจากช่องสัญญาณหนึ่งเท่านั้น (one fixed receiver) โดยแต่ละโนดจะกำหนดให้เครื่องรับสามารถรับข้อมูลได้จากช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีโครงสร้างโนดแบบ TT-FR คือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง synchronous round robin with reservations (SRRR, SR^3) [2]
3) FT-TR แต่ละโนดจะประกอบด้วยเครื่องส่งจำนวน 1 เครื่องซึ่งจะถูกกำหนดตายตัวให้ใช้ส่งข้อมูลสู่ช่องสัญญาณหนึ่งเท่านั้น (one fixed receiver) โดยแต่ละโนดจะกำหนดให้เครื่องส่งสามารถส่งข้อมูลสู่ช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน (one fixed tramsmitter) และประกอบด้วยเครื่องรับจำนวน 1 เครื่อง ที่สามารถปรับให้สามารถรับข้อมูลได้จากช่องสัญญาณต่างๆได้ (one tunable receiver) ตัวอย่างของการควบคุมการเข้าถึงช่องสัญญาณที่มีโครงสร้างโนดแบบ TT-FR คือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง concurrently accessed multi-ring optical wdm network (CROWN) [7]

โดย M คือ จำนวนเครื่องรับหรือเครื่องส่งซึ่งมีจำนวนเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณ เพื่อให้เห็นภาพการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่าย WDM แบบวงแหวนต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่าย WDM แบบวงแหวนที่ได้มีการ

ออกแบบไว้แล้ว ได้แก่ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง multi-token inter-arrival time (MTIT) ซึ่งเป็นแบบ FT^M-FR^M การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง synchronous round robin with reservations (SRRR, SR^3) ซึ่งเป็นแบบ TT-FR และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง concurrently accessed multi-ring optical wdm network (CROWN) ซึ่งเป็นแบบ FT-TR

2.3.1 **การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง** multi-token inter-arrival time (MTIT)

ลักษณะการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง MTIT จะมีลักษณะการทำงานแบบโทเคนริงนั่นคือในโครงข่ายจะประกอบไปด้วยช่องสัญญาณจำนวน W ช่องสัญญาณ แต่ละช่องสัญญาณจะมีโทเคนจำนวน 1 โทเคนทำหน้าที่วิ่งวนไปรอบๆวงแหวนเพื่ออนุญาตให้โนดสามารถเข้าใช้วงแหวนได้ โดยโครงสร้างโนดของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง MTIT เป็นแบบ FT^M -FR^M คือสามารถรับและส่งข้อมูลในแต่ละช่องสัญญาณได้อย่างอิสระแก่กันดังรูปที่ 2.6



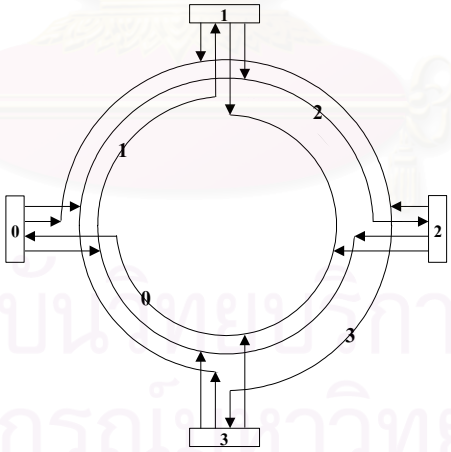
รูปที่ 2.6 โทโปโลยีของโครงข่ายสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง MTIT กรณี M=W=4

การทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง MTIT จะมีพารามิเตอร์ที่สำคัญ 2 พารามิเตอร์ คือ target token inter-arrival time (TTIT) ซึ่งเป็นค่าที่การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางกำหนดขึ้นและ token inter-arrival time (TIAT) ซึ่งมีค่าเท่ากับเวลาที่ผ่านไประหว่างการมาถึงของ 2 โทเคนของช่องสัญญาณเดียวกันหรือต่างช่องสัญญาณขึ้นอยู่กับว่าโทเคนใดมาถึงก่อน โนดที่ต้องการส่งข้อมูลจะต้องคอยสังเกตการมาถึงของโทเคนโดยการตรวจที่ทุกๆช่องสัญญาณเมื่อโนดตรวจพบการมาถึงของโทเคนของช่องสัญญาณใดช่องสัญญาณหนึ่งได้ โนดจะรับโทเคนจากช่องสัญญาณที่ตรวจ

พบโทเคนและครอบครองโทเคนเอาไว้ แล้วเริ่มทำการส่งข้อมูลในช่องสัญญาณที่จับเคนได้โดยโนดจะสามารถส่งข้อมูลได้ในเวลาเท่ากับค่าที่ได้จาก TTIT-TIAT และค่า TIAT จะเริ่มต้นนับเวลาใหม่ทันทีที่โนดเริ่มส่งข้อมูล เมื่อเวลาผ่านไปครบหรือโนดไม่มีข้อมูลจะส่งแล้วโนดจะต้องปล่อยโทเคนกลับลงสู่ช่องสัญญาณที่รับโทเคนมาและคอยพิจารณาโทเคนถัดไปโดยพิจารณาจากทุกๆช่องสัญญาณเช่นเดิม

2.3.2 **การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง** synchronous round robin with reservations (SRRR, SR^3)

ลักษณะการทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง SRRR จะมีลักษณะการทำงานแบบสล็อต โครงสร้างโนดของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางเป็นแบบ TT-FR การทำงานของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณ (access strategy) ส่วนกลไกควบคุมความเท่าเทียมกัน (fairness control scheme) ในการเข้าถึงช่องสัญญาณ และส่วนกลไกการจอง (reservation scheme) การเข้าถึงช่องสัญญาณ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการจัดการในลักษณะดังกล่าวจะมีโทโปโลยีของโครงข่ายทางตรรก (logical network topology) แสดงดังรูปที่ 2.7 ซึ่งเป็นกรณีที่จำนวนโนด (M) เท่ากับจำนวนความยาวคลื่น (W)



รูปที่ 2.7 โทโปโลยีของโครงข่ายทางตรรกสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR กรณี M = W

จากรูปที่ 2.7 ช่องสัญญาณแต่ละช่องจะใช้สำหรับส่งแพ็กเกตไปสู่ปลายทางหนึ่งๆเท่านั้นและเมื่อแพ็กเกตถึงปลายทางแพ็กเกตนั้นจะถูกปลายทางนำออกจากสล็อต ในการทำงานช่องสัญญาณ M ช่องจะทำงานไปพร้อมๆกัน แต่ละช่องสัญญาณจะถูกแบ่งเป็นสล็อตที่ซิงโครนัสกันโดยขนาดของสล็อตจะเท่ากับขนาดของแพ็กเกต ถ้าพิจารณาที่โนดใดโนดหนึ่งเมื่อเวลาผ่านไป 1 ไทม์สล็อต (time slot) จะมี M สล็อตมาถึงที่โนดนั้นจาก M ช่องสัญญาณ จากลักษณะดังกล่าวโนดใดๆที่ต้องการจะส่งแพ็กเกตสู่ปลายทางเดียวกันจะต้องเข้าใช้สล็อตว่าง (empty slot) ในช่องสัญญาณที่นำไปสู่ปลายทางนั้นเท่านั้นซึ่งจะเห็นว่าแต่ละโนดในวงแหวนจะมีโอกาสในการเข้าถึงสล็อตว่างในช่องสัญญาณเพื่อส่งแพ็กเกตไปสู่ปลายทางเดียวกันต่างกัน ถ้ากำหนดให้หมายเลขของโนดเพิ่มขึ้นตามทิศทางการส่งแพ็กเกต โนดที่ i, i = 0, 1, 2, …, M-1 จะมีโอกาสในการเข้าถึงสล็อตว่างเพื่อส่งแพ็กเกตไปสู่โนดปลายทาง j มากสุด เมื่อโนดที่ i คือโนดที่อยู่หลังโนดที่ j หนึ่งโนด (หรือเมื่อ j = M-1 โดย i = 0 และ j = $|i-1|_M$ โดย i ≠ 0) เพราะโนดที่ i เป็นโนดแรกที่ได้รับสล็อตว่างจากโนดปลายทาง j แต่โนดที่ i , i = 0,1,2,…,M-1 จะมีโอกาสในการเข้าถึงสล็อตว่างเพื่อส่งแพ็กเกตไปสู่โนดปลายทาง j น้อยสุด เมื่อโนดที่ i คือโนดที่อยู่ก่อนหน้าโนดที่ j หนึ่งโนด (หรือเมื่อ j = $|i+1|_M$) เพราะโนดที่ i เป็นโนดสุดท้ายที่จะมีโอกาสได้รับสล็อตว่างจากโนดปลายทาง j ตารางที่ 2.1 เป็นตารางแสดงหมายเลขโนดที่มีโอกาสในการเข้าถึงสล็อตว่างต่างๆกันสำหรับกรณีที่มีจำนวนโนด (M) เท่ากับ 4 และจำนวนช่องสัญญาณ (W) เท่ากับ 4 (พิจารณาควบคู่กับรูปที่ 2.7)

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงหมายเลขโนดที่มีโอกาสในการเข้าถึงสล็อตว่างต่างๆกันสำหรับกรณี M = W = 4

โอกาสในการเข้าใช้สล็อต / ช่องสัญญาณ (j)	อันดับ 1	อันดับ 2	อันดับ 3
0	i = 1 (j = $\|i-1\|_M$)	i = 2	i = 3 (j = $\|i+1\|_M$)
1	i = 2 (j = $\|i-1\|_M$)	i = 3	i = 0 (j = $\|i+1\|_M$)
2	i = 3 (j = $\|i-1\|_M$)	i = 0	i = 1 (j = $\|i+1\|_M$)
3	i = 0 (j = M-1)	i = 1	i = 2 (j = $\|i+1\|_M$)

ถ้าให้แต่ละโนดส่งแพ็กเกตสู่วงแหวนโดยไม่มีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางอาจจะทำให้โนดที่ i ซึ่งจะส่งแพ็กเกตไปสู่โนดปลายทาง $|i+1|_M$ (คือโนดที่อยู่หลังโนดที่ i หนึ่งโนด) ไม่มีโอกาสได้รับสล็อตว่างเลยเพราะโนดก่อนหน้า M-2 โนดได้เข้าใช้สล็อตว่างหมดแล้ว ดังนั้นส่วนการจัดการในการ

เข้าถึงช่องสัญญาณจะทำหน้าที่ในการจัดตารางการเข้าถึงช่องสัญญาณแต่ละช่องให้กับแต่ละโนดเพื่อลดปัญหาดังกล่าวการทำงานในส่วนนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.3.2.1 ส่วนการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณ

ส่วนการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณนี้เรียกว่า synchronous round robin (SRR) ที่แต่ละโนดจะประกอบด้วยคิวจำนวน M-1 คิว สำหรับเก็บแพ็กเกตที่จะส่งไปยัง M-1 ปลายทางที่ต่างกัน ในกรณีที่มีการจัดลำดับความสำคัญ (priority) สำหรับทราฟฟิกแต่ละประเภท โนดจะเก็บแพ็กเกตแยกตามปลายทางและที่แต่ละปลายทางก็จะเก็บแพ็กเกตแยกตามประเภทของทราฟฟิกด้วย ขณะที่สล็อต s มาถึงโนด i แพ็กเกตในคิวที่มีปลายทางเท่ากับ $|i+k+1|_M$ โดย $k = |s|_{M-1}$ และมีลำดับความสำคัญสูงสุดจะถูกเลือกสำหรับส่งไปยังปลายทาง $|i+k+1|_M$ โดยใช้ช่องสัญญาณ $|i+k+1|_M$ ตารางที่ 2.2 แสดงตารางตัวอย่างการเลือกแพ็กเกตของแต่ละโนดสำหรับสล็อตที่ 0 ถึงสล็อตที่ 2 ส่วนตารางที่ 2.3 แสดงโนดที่เข้าใช้สล็อตที่ 0 ถึงสล็อตที่ 2 ของแต่ละช่องสัญญาณ (กรณี M = W = 4)

ถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิวดังกล่าวโนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวอื่นโดยใช้ค่า SRR เทรชโฮลด์ (SRR threshold) ในการตัดสินโดยโนดจะเลือกแพ็กเกตจากกรณีใดกรณีหนึ่งจาก 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ถ้าคิวที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด (สมมุติมีค่าเท่ากับ p โดย p มีค่าลำดับความสำคัญสูงกว่า p+1) ที่มีปลายทางไม่เท่ากับ $|i+k+1|_M$ มีความยาวมากกว่าค่า SRR เทรชโฮลด์ โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด p ที่มีปลายทางไม่เท่ากับ $|i+k+1|_M$ ที่มีความยาวมากที่สุด แต่ถ้าจำนวนคิวที่ยาวที่สุดมีมากกว่า 1 คิว โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวซึ่งมีปลายทางใกล้กับโนดต้นทาง (source node) มากที่สุด

กรณีที่ 2 ถ้าคิวที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด p ที่มีปลายทางไม่เท่ากับ $|i+k+1|_M$ ทุกคิวมีความยาวน้อยกว่าค่า SRR เทรชโฮลด์ โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีปลายทางเท่ากับ $|i+k+1|_M$ ที่มีลำดับความสำคัญลองลงมา p+1

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงการเลือกแพ็กเกตของแต่ละโนดสำหรับสล็อตที่ 0 ถึงสล็อตที่ 2 กรณี M = W = 4

หมายเลขสล็อต (s)	โนดต้นทาง (i)	$k = \lvert s \rvert_{M-1}$	$\lvert i+k+1 \rvert_M$	ปลายทางของแพ็กเกตที่โนด i เลือกสำหรับส่งในสล็อต s	ช่องสัญญาณที่โนด i ใช้ส่งแพ็กเกตสำหรับสล็อต s
0	0	0	1	1	1
	1	0	2	2	2
	2	0	3	3	3
	3	0	0	0	0
1	0	1	2	2	2
	1	1	3	3	3
	2	1	0	0	0
	3	1	1	1	1
2	0	2	3	3	3
	1	2	0	0	0
	2	2	1	1	1
	3	2	2	2	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

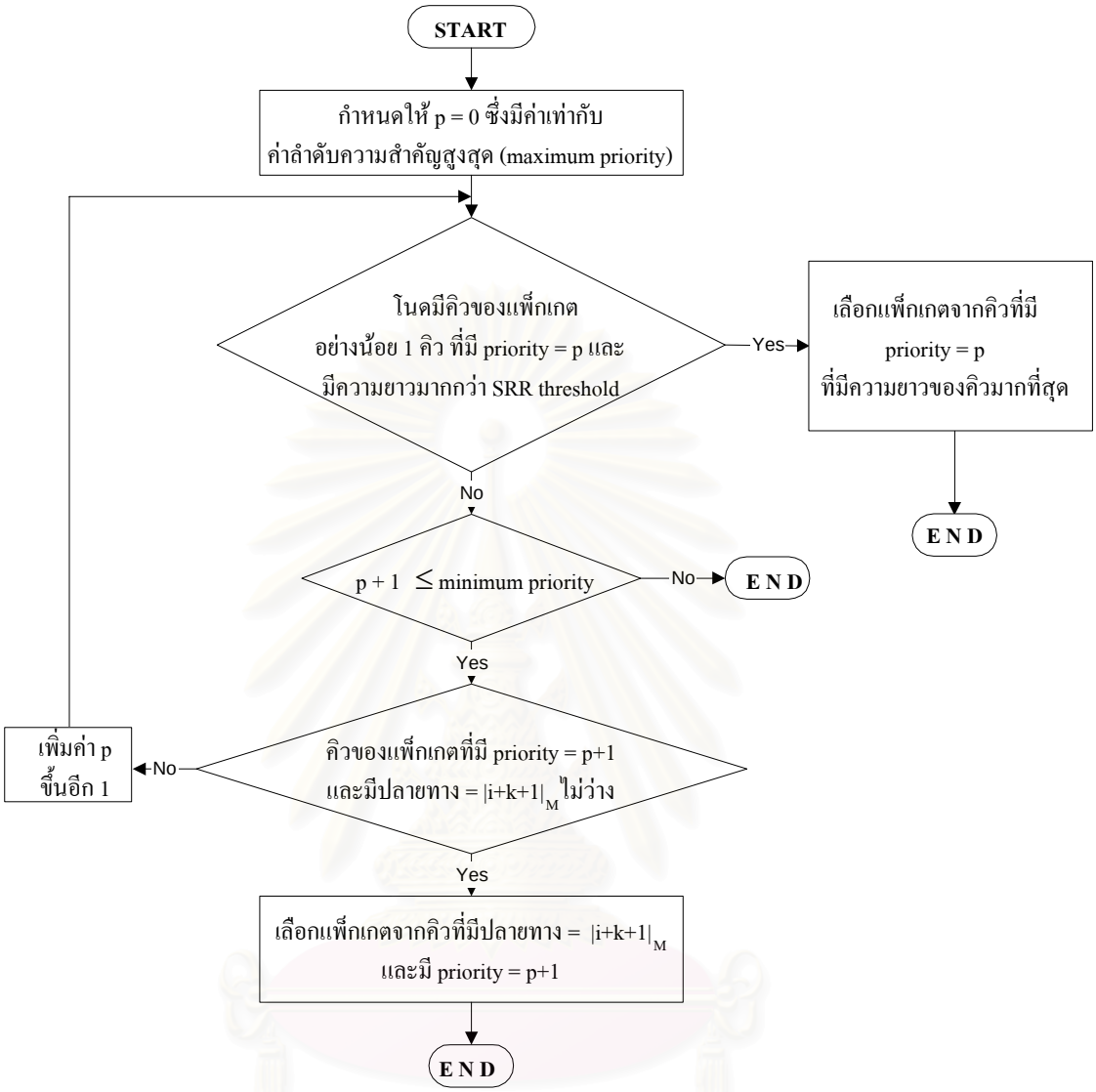
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงโนดที่เข้าใช้สล็อตที่ 0 ถึงสล็อตที่ 2 ของแต่ละช่องสัญญาณกรณี M = W = 4

ช่องสัญญาณ \ สล็อต	0	1	2
0	3	2	1
1	0	3	2
2	1	0	3
3	2	1	0

ถ้าเลือกกรณีที่ 2 แต่คิวของแพ็กเกตจากกรณีที่ 2 ว่างโนดจะพิจารณาโดยใช้การตัดสินดังกล่าวอีกครั้งแต่พิจารณาคิวที่มีลำดับความสำคัญรองลงมา (คือ พิจารณาระหว่างแพ็กเกตจากคิวที่มีลำดับความสำคัญ p+1 ที่มีปลายทางไม่เท่ากับ $|i+k+1|_M$ ที่มีความยาวมากที่สุดกับแพ็กเกตจากคิวที่มีปลายทางเท่ากับ $|i+k+1|_M$ ที่มีลำดับความสำคัญ p+2) จนกว่าจะเลือกแพ็กเกตได้ รูปที่ 2.8 เป็นแผนภาพ (flow chart) การเลือกแพ็กเกตโดยใช้ SRR เทรชโฮลด์ในการตัดสินที่แต่ละโนด

แต่ถ้าพิจารณาจนครบทุกค่าลำดับความสำคัญแล้วแต่ยังไม่สามารถเลือกแพ็กเกตได้ (คือเกิดกรณีที่คิวที่มีปลายทางเท่ากับ $|i+k+1|_M$ ทุกคิวว่างและคิวที่มีปลายทางไม่เท่ากับ $|i+k+1|_M$ มีความยาวน้อยกว่า SRR เทรชโฮลด์ทุกคิว) โนดจะทำการพิจารณาใหม่โดยโนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีลำดับความสำคัญสูงสุดที่มีปลายทางไม่เท่ากับ $|i+k+1|_M$ และมีความยาวมากสุด แต่ถ้าจำนวนคิวที่ยาวที่สุดมีมากกว่า 1 คิว โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวซึ่งมีปลายทางใกล้กับโนดต้นทาง (source node) มากที่สุดถ้าคิวของแพ็กเกตที่มีลำดับความสำคัญสูงสุดทุกคิวว่าง โนดจะพิจารณาคิวของแพ็กเกตที่มีลำดับความสำคัญรองลงมาเรื่อยๆจนกว่าจะเลือกแพ็กเกตได้ดังแผนภาพที่แสดงในรูปที่ 2.9

ถ้าโนดไม่สามารถส่งแพ็กเกตที่เลือกในสล็อต s ได้ โนดจะเลือกแพ็กเกตใหม่ตามขบวนการที่กล่าวมาเพื่อส่งในสล็อต s + 1 โดยช่วงเวลาระหว่าง 2 สล็อตที่ค่า $|i+k+1|_M$ มีค่าเท่ากันเรียกว่า SRR เฟรม (SRR frame)



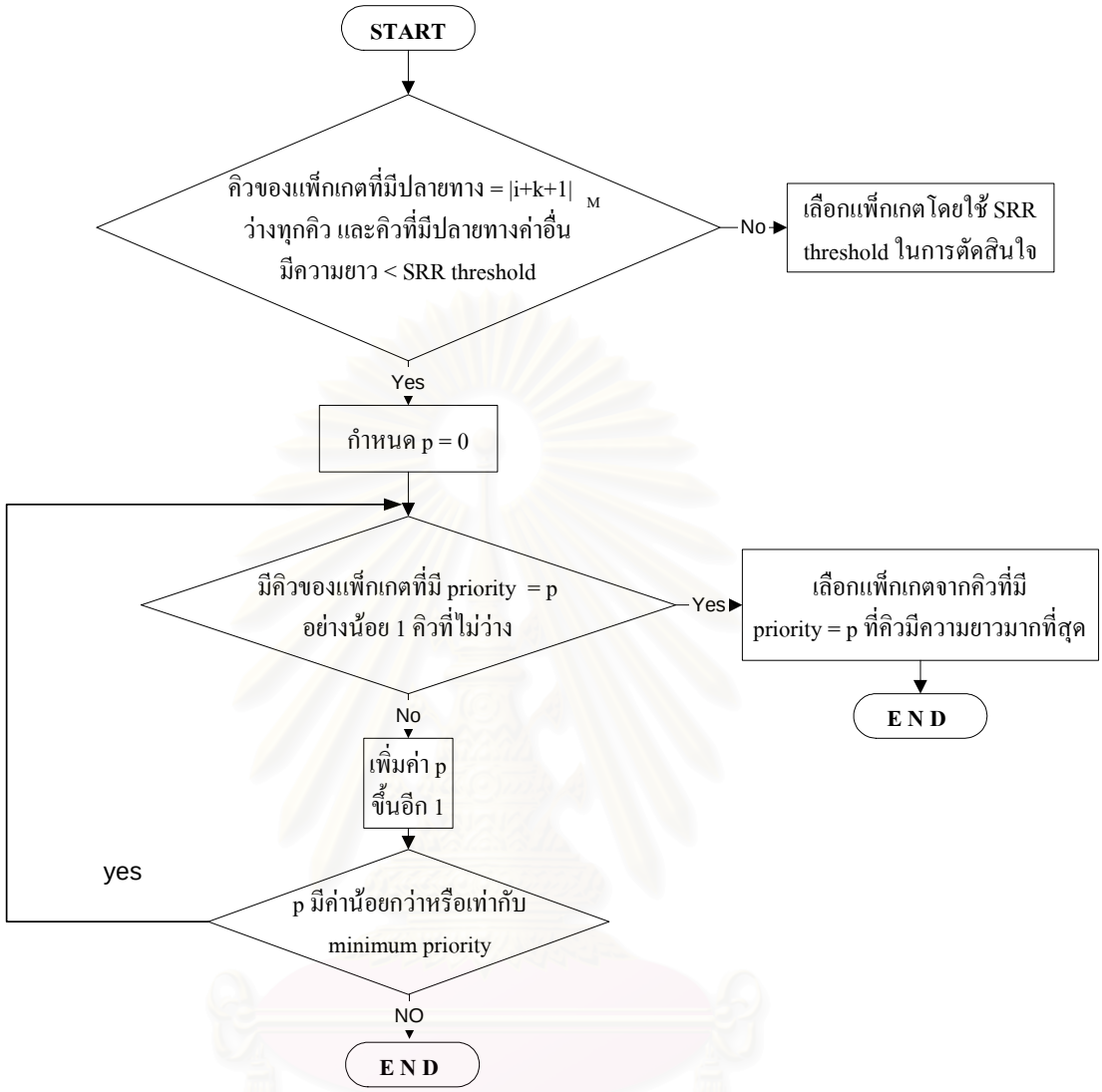
โดย กำหนดให้ p แทน ค่า priority ของแพ็กเกตที่กำลังพิจารณา และ แพ็กเกตมี 3 ลำดับความสำคัญ

แพ็กเกตที่มีลำดับความสำคัญสูงสุดจะมี priority = 0 (maximum priority)

แพ็กเกตที่มีลำดับความสำคัญเป็นที่ 2 จะมี priority = 1

แพ็กเกตที่มีลำดับความสำคัญต่ำสุดจะมี priority = 2 (minimun priority)

รูปที่ 2.8 แผนภาพ (flow chart) การเลือกแพ็กเกตโดยใช้ SRR เทรชโฮลด์ในการตัดสินที่โนดแต่ละโนด



รูปที่ 2.9 แผนภาพการเลือกแพ็กเกตกรณีที่ไม่สามารถเลือกแพ็กเกตได้โดยใช้ SRR เทรชโฮลด์ในการตัดสิน

2.3.2.2 ส่วนกลไกควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณ

ส่วนกลไกควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณนี้เรียกว่า Multi-Meta Ring (MRR) การทำงานในส่วนนี้จะใช้ข้อมูลพิเศษทำหน้าที่ควบคุมจำนวนการส่งแพ็กเกตของแต่ละโนดที่จะส่งไปในแต่ละช่องสัญญาณ ข้อมูลพิเศษดังกล่าวจะถูกเรียกว่า SAT (ย่อมาจาก satisfied) ซึ่งจะมีการแยก SAT สำหรับแต่ละปลายทางและแต่ละลำดับความสำคัญ (SAT_d^p หมายถึง SAT สำหรับปลายทาง d และมีลำดับความสำคัญ p) โดย SAT_d^p จะถูกส่งไปรอบๆวงแหวนโดยจะมีการกำหนดว่า

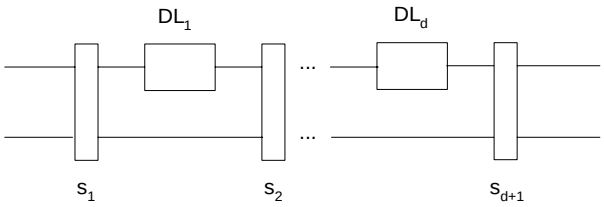
ในระหว่างการมาถึงของ 2 SAT_d^p โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตที่มีลำดับความสำคัญ p และมีปลายทาง d ได้มากสุดเท่ากับจำนวน Q_d^p แพ็กเกต (Q ย่อมาจาก quota) ดังนั้นถ้าโนดส่งครบ Q_d^p แพ็กเกต ก่อนที่ SAT_d^p จะวนกลับมาที่โนดนั้นอีกครั้ง โนดนั้นจะไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้อีก โดยปกติเมื่อ SAT_d^p มาถึงโนดซึ่งส่งแพ็กเกตตามจำนวนที่กำหนดแล้วโนดนั้นจะส่ง SAT_d^p ทันที แต่ถ้าโนดยังส่งแพ็กเกตไม่ครบตามจำนวนที่กำหนดและโนดนั้นยังมีแพ็กเกตในคิว SAT_d^p จะถูกประวิงไว้ที่โนดนั้นก่อน จนกว่าโนดจะส่งแพ็กเกตครบตามจำนวนที่กำหนดหรือจนกว่าคิวจะไม่มีแพ็กเกตเหลืออยู่ SAT_d^p จะถูกส่งโดยใช้ 1 สล็อต เช่นเดียวกับแพ็กเกตแต่ SAT_d^p จะมีลำดับความสำคัญสูงสุดเมื่อเทียบกับแพ็กเกต

2.3.2.3 ส่วนกลไกการจองการเข้าถึงช่องสัญญาณ

ในการจองช่องสัญญาณจะมีการกำหนดเฟรมการจอง (reservation frame) โดย 1 เฟรมการจองเท่ากับ F SRR เฟรม โนดสามารถจองสล็อตได้มากที่สุด F สล็อตต่อช่องสัญญาณต่อเฟรมการจอง โดยสล็อตที่สามารถจองได้จะต้องเป็นสล็อตที่ตรงกับสล็อตที่คำนวณได้จากวิธี SRR โดยสล็อตที่ถูกจองถ้าเป็นสล็อตที่มีแพ็กเกตบรรจุอยู่เมื่อถึงปลายทางและถูกนำข้อมูลออกจากสล็อตและสล็อตที่ถูกจองจะไม่สามารถถูกใช้โดยโนดอื่นๆที่อยู่ก่อนหน้าโนดที่จองได้ แต่ถ้าสล็อตที่ถูกจองไม่ถูกใช้โดยโนดที่จอง โนดอื่นๆที่อยู่หลังโนดที่จองสามารถเข้าใช้สล็อตนั้นได้

2.3.3 **การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง** concurrently accessed multi-ring optical wdm network (CROWN)

การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง CROWN มีลักษณะการทำงานเป็นแบบสล็อตและโนดมีโครงสร้างแบบ FT-TR นอกจากนี้ที่แต่ละโนดยังมี switched delay lines (SDL) แบบ d สภาวะ ทำหน้าที่ถ่วงเวลาแพ็กเกตไว้ที่โนดเป็นเวลา d ไทม์สล็อต เพื่อให้เครื่องส่งสามารถเลือกไทม์สล็อตที่เหมาะสมในการส่งหรือเพื่อให้เครื่องรับสามารถเลือกรับแพ็กเกตจากสล็อตได้ SDL จะประกอบด้วย photonic switch (S) ขนาด 2×2 จำนวน d+1 สวิตช์ และ fiber delay lines (DL) จำนวน d ตัว รูปที่ 2.10 แสดงส่วนประกอบของ switched delay lines (SDL) แบบ d สภาวะ

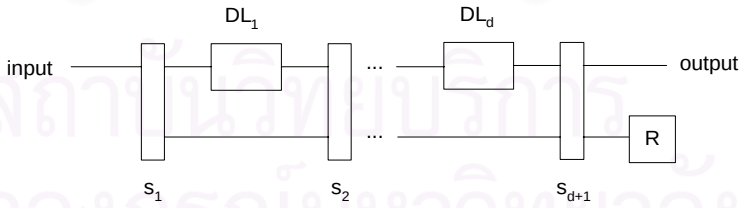


รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของ switched delay lines (SDL) แบบ d สภาวะ

SDL จะทำหน้าที่ถ่วงเวลาแพ็กเกตในสล็อตของช่องสัญญาณต่างๆที่เข้ามาที่โนด เพื่อให้เครื่องส่งสามารถเลือกส่งแพ็กเกตในไทม์สล็อตที่ยังไม่มีแพ็กเกตที่มีปลายทางเดียวกันกับแพ็กเกตที่จะส่งและเพื่อให้เครื่องรับสามารถรับแพ็กเกตที่มีปลายทางเดียวกันและอยู่ในไทม์สล็อตเดียวกันแต่อยู่กันคนละความถี่ได้ สำหรับ DL 1 ตัวสามารถถ่วงเวลาแพ็กเกตได้ W แพ็กเกตโดยแต่ละแพ็กเกตมาจากแต่ละช่องสัญญาณในแต่ละไทม์สล็อต สำหรับการเข้าใช้สล็อตในแต่ละช่องสัญญาณของผู้ใช้สามารถแบ่งได้ 2 วิธี ดังนี้

2.3.3.1 **การเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบ** SDL-Receiver Strategies

การทำงานในลักษณะนี้เครื่องส่งสามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตของช่องสัญญาณที่กำหนดไว้ในแต่ละโนดได้ถ้าสล็อตนั้นมีสภาวะว่าง โดยไม่ต้องสนใจว่าในไทม์สล็อตนั้นจะมีแพ็กเกตที่มีปลายทางเหมือนกับแพ็กเกตที่ต้องการจะส่งอยู่ในช่องสัญญาณอื่นหรือเปล่า แต่จะมีการพิจารณาการรับแพ็กเกตที่เครื่องรับแทน รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างโนดที่มีการทำงานแบบ SDL-Receiver Strategies



รูปที่ 2.11 โครงสร้างโนดที่มีการทำงานแบบ SDL-Receiver Strategies

แพ็กเกตที่เข้ามาที่ทางเข้า (input) ถ้ามีปลายทางตรงกับโนดนี้ แพ็กเกตจะถูกส่งไปสู่เครื่องรับผ่านท่า photonic switch แต่ถ้ามีปลายทางไม่ตรงกับโนดก็จะถูกส่งเข้าสู่ DL โดยการเลือกแพ็กเกตเข้าสู่เครื่องรับมีวิธีการพิจารณาได้ 2 วิธี คือ

1) เลือกแพ็กเกตแบบ FIFO (first in first out)

วิธีการเลือกแพ็กเกตแบบ FIFO มีหลักการดังนี้ คือ ถ้ามีแพ็กเกตที่มีปลายตรงกับโนดนี้ถูกเก็บอยู่ใน DL มากกว่า 1 ตัว โนดจะเลือกรับแพ็กเกตจาก DL ที่อยู่ใกล้เครื่องรับมากที่สุดก่อน

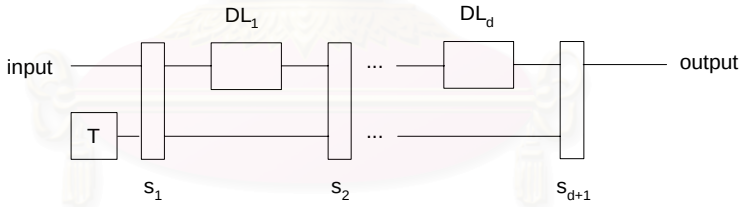
2) เลือกแพ็กเกตแบบ LIFO (last in first out)

วิธีการเลือกแพ็กเกตแบบ LIFO มีหลักการดังนี้ คือ ถ้ามีแพ็กเกตที่มีปลายตรงกับโนดนี้ถูกเก็บอยู่ในใน DL มากกว่า 1 ตัว โนดจะเลือกรับแพ็กเกตจาก DL ที่อยู่ใกล้ทางเข้ามากที่สุดก่อน

ในแต่ละวิธีถ้ามีแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับโนดอยู่ใน DL เดียวกันมากกว่า 1 แพ็กเกต เครื่องรับจะรับมาเพียง 1 แพ็กเกตซึ่งจะเลือกโดยการสุ่ม

2.3.3.2 **การเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบ** SDL-Transmitter Strategies

วิธีการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบ SDL-Transmitter Strategies มีหลักการว่าโนดจะส่งแพ็กเกตในสล็อตของไทม์สล็อตนั้นได้ถ้าในไทม์สล็อตนั้นไม่มีแพ็กเกตที่มีปลายทางเดียวกันอยู่เลย เพื่อให้ในแต่ละสล็อตของไทม์สล็อตหนึ่งๆไม่มีแพ็กเกตที่มีปลายทางที่ซ้ำกัน ซึ่งจะทำให้เครื่องรับสามารถทำงานได้ง่าย รูปที่ 2.12 โครงสร้างโนดที่มีการทำงานแบบ SDL-Transmitter Strategies



รูปที่ 2.12 โครงสร้างโนดที่มีการทำงานแบบ SDL-Transmitter Strategies

โดยวิธีการเลือกว่าจะส่งในไทม์สล็อตใดมีได้ 2 วิธีเช่นเดียวกับ SDL-Receiverคือ

1) การส่งแพ็กเกตโดยพิจารณาแบบ FIFO

โนดจะเลือกการส่งแพ็กเกตสู่สล็อตโดยพิจารณาจากสล็อตใน DL ที่อยู่ใกล้ทางออก (output) มากที่สุดก่อน

2) การส่งแพ็กเกตโดยพิจารณาแบบ FILO

โนดจะเลือกการส่งแพ็กเกตสู่สล็อตโดยพิจารณาจากสล็อตใน DL ที่อยู่ใกล้ทางเข้า (input) มากที่สุดก่อน

2.4 ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่าย WDM ที่เคยถูกนำเสนอมา

การควบคุมกการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM ทั้ง 3 แบบที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.3 มีความแตกต่างกัน 2 ลักษณะใหญ่ๆด้วยกัน คือ มีลักษณะโครงสร้างของโนดที่แตกต่างกันและมีลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากลักษณะที่แตกต่างกันนี้ทำให้การเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน ในหัวข้อนี้จะชี้ให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบโดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อดีและข้อเสียที่เกิดจากลักษณะโครงสร้างของโนดที่แตกต่างกัน และข้อดีและข้อเสียที่เกิดจากการเข้าใช้ช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน

2.4.1 ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เกิดจากลักษณะโครงสร้างของโนดที่แตกต่างกัน

การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM ทั้ง 3 แบบที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.3 มีลักษณะโครงสร้างโนดที่แตกต่างกันซึ่งโครงสร้างที่แตกต่างกันนี้จะทำให้การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันดังนี้

1) การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง MTIT ซึ่งมีการทำงานเป็นแบบโทเคนริงที่มีลักษณะโครงสร้างของโนดเป็นแบบ FT^{M}-FR^{M} นั่นคือ ที่แต่ละโนดจะประกอบด้วยเครื่องส่งและเครื่องรับเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณ (M) โดยเครื่องส่งและเครื่องรับแต่ละตัวจะทำหน้าที่ส่งและรับข้อมูลจากแต่ละช่องสัญญาณอย่างเป็นอิสระต่อกันจึงทำให้โนดสามารถรับและส่งข้อมูลในแต่ละช่องสัญญาณได้พร้อมๆกัน แต่โครงสร้างโนดลักษณะนี้มีข้อเสียคือโนดจะต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมากคือต้องมีเครื่องส่งและเครื่องรับสำหรับทุกช่องสัญญาณ ซึ่งจะทำให้โครงข่ายที่มีลักษณะโนดแบบนี้ต้องใช้ต้นทุนสูงในการสร้างโครงข่าย นอกจากนี้ระบบยังต้องมีการทำงานที่ซับซ้อนกว่าเพราะต้องควบคุมการทำงานของเครื่องส่งและเครื่องรับพร้อมกันในทุกๆช่องสัญญาณ
2) การเข้าถึงตัวกลาง SRRR ซึ่งมีการทำงานเป็นแบบสล็อต มีลักษณะโครงสร้างของโนดเป็นแบบ TT-FR คือที่แต่ละโนดจะประกอบด้วยเครื่องส่ง 1 เครื่องที่สามารถปรับช่องสัญญาณในการส่งได้ และมีเครื่องรับ 1 เครื่องที่ถูกกำหนดให้สามารถรับได้จากช่องสัญญาณหนึ่งเท่านั้น ดังนั้น ณ เวลาหนึ่งเมื่อสล็อต M สล็อตจาก M ช่องสัญญาณเข้ามาที่โนด โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตลงในสล็อตของช่องสัญญาณได้เพียง 1

ช่องสัญญาณเท่านั้นแม้จะมีสล็อตในช่องสัญญาณอื่นๆจะว่างอยู่ก็ตาม เพราะโนดมีเครื่องส่งเพียง 1 เครื่อง และโนดก็สามารถรับแพ็กเกตได้จากช่องสัญญาณที่ถูกกำหนดไว้ได้เพียงช่องเดียวเช่นกัน ข้อดีของโครงสร้างโนดลักษณะนี้คือประหยัดต้นทุนในการสร้างโครงข่ายและการทำงานยังมีความซับซ้อนน้อยกว่าโครงข่ายแบบ FT^{M}-FR^{M} ด้วยเพราะมีเพียงเครื่องส่งและเครื่องรับอย่างละ 1 เครื่อง แต่ข้อเสียของโครงสร้างโนดแบบนี้คือเกิดการสูญเสีย แบนด์วิดท์โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ นอกจากนี้เครื่องส่งซึ่งต้องคอยปรับช่องสัญญาณในการส่งในแต่ละสล็อดก็ต้องมีความสามารถในการทำงานได้รวดเร็วและแม่นยำด้วยเพื่อให้สามารถส่งแพ็กเกตได้ทันในแต่ละสล็อดที่เข้ามา

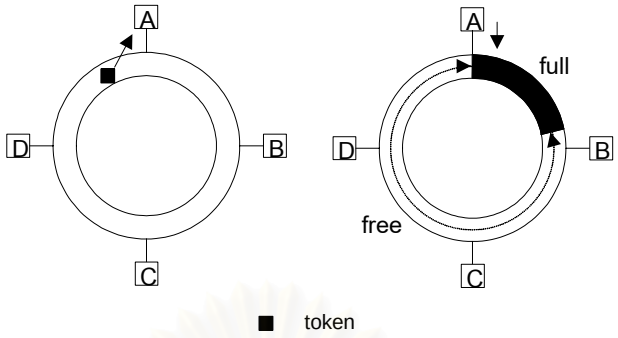
3) การเข้าถึงตัวกลาง CROWN ซึ่งมีลักษณะการทำงานเป็นแบบสล็อตมีโครงสร้างโนดแบบ FT - TR คือที่แต่ละโนดจะประกอบด้วยเครื่องส่ง 1 เครื่องที่ถูกกำหนดช่องสัญญาณในการส่งสำหรับแต่ละโนดแตกต่างกัน และมีเครื่องรับ 1 เครื่องที่สามารถปรับช่องสัญญาณในการรับได้และมี SDL แบบ d สภาวะ 1 ชุดสำหรับเลือกไทม์สล็อตในการส่งและรับ ถึงแม้โครงสร้างโนดแบบนี้จะมี SDL คอยถ่วงเวลาของสล็อตแต่ SDL ก็ช่วยถ่วงเวลาสล็อตให้สามารถเลือกสล็อตของช่องสัญญาณที่จะส่งเท่านั้น ดังนั้น ณ เวลาหนึ่งโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตในสล็อดของช่องสัญญาณได้ 1 ช่องสัญญาณ และสามารถรับแพ็กเกตได้จากช่องสัญญาณได้เพียง 1 ช่องสัญญาณเท่านั้นเพราะโนดมีเครื่องรับและเครื่องส่งเพียงอย่างละ 1 เครื่อง ข้อดีของโครงสร้างโนดแบบนี้คือประกอบด้วย เครื่องส่งและเครื่องรับเพียงอย่างละ 1 เครื่องซึ่งจะเป็นการประหยัดต้นทุนของโครงข่ายในด้านจำนวนเครื่องส่งและเครื่องรับ แต่ข้อเสียของโครงสร้างโนดแบบนี้คือ มีการเพิ่มส่วนประกอบคือ SDL ซึ่งจะทำให้ต้นทุนของโครงข่ายเพิ่มขึ้นและ SDL ซึ่งทำหน้าที่ถ่วงเวลาแพ็กเกตในช่องสัญญาณต่างๆไว้ที่โนดยังเป็นการเพิ่มเวลาประวิงให้กับแพ็กเกตโดยตรง นอกจากนี้การเพิ่ม SDL ก็ทำให้ระบบมีการทำงานที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น สำหรับข้อเสียที่เกิดจากการมีเครื่องส่งเพียงเครื่องเดียวก็คือจะสูญเสียแบนด์วิดท์โดยไม่ได้ใช้ นอกจากนี้เครื่องรับซึ่งต้องคอยปรับช่องสัญญาณในการรับแพ็กเกตจากสล็อดของช่องสัญญาณต่างๆก็ต้องทำงานได้รวดเร็วและแม่นยำด้วยเพื่อให้สามารถรับแพ็กเกตได้ทัน

2.4.2 ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เกิดจากลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน

การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM ทั้ง 3 แบบที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.3 มีการเข้าใช้ช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน ซึ่งการเข้าใช้ช่องสัญญาณที่แตกต่างกันทำให้มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันดังนี้

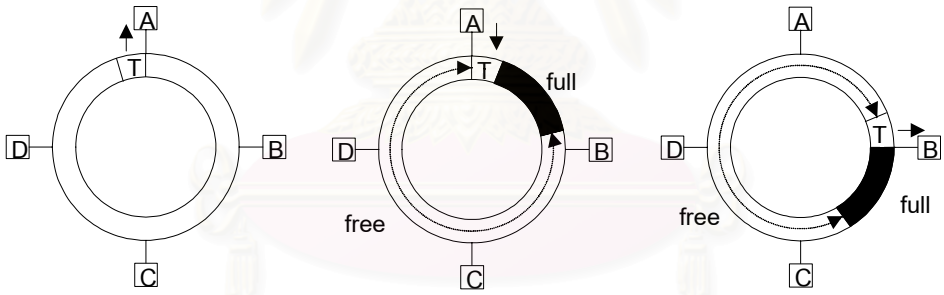
1) การเข้าถึงตัวกลาง MTIT มีลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบโทเคนริง คือเมื่อโนดใดต้องการส่งข้อมูลโนดนั้นจะต้องรอการมาถึงของโทเคน เมื่อโทเคนมาถึงโนดจะจับและครอบครองโทเคนไว้แล้วจึงส่งเฟรมของข้อมูลตามที่ต้องการ จากลักษณะการทำงานแบบโทเคนริงนี้ เมื่อเราพิจารณาที่ช่องสัญญาณใดช่องสัญญาณหนึ่ง จะพบว่ามีโทเคน 1 โทเคนทำหน้าที่ควบคุมการเข้าใช้ช่องสัญญาณช่องนั้น ดังนั้น ณ เวลาหนึ่งจะมีเพียงโนดเดียวที่สามารถส่งเฟรมข้อมูลสู่ช่องสัญญาณนั้นได้ เพราะเมื่อโทเคนของช่องสัญญาณนั้นถูกโนดใดโนดหนึ่งครอบครองอยู่โนดอื่นจะไม่สามารถส่งเฟรมข้อมูลลงในช่องสัญญาณนั้นได้ จากลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบนี้จะเป็นการปิดกั้นไม่ให้โนดอื่นที่ไม่ได้รับโทเคนส่งเฟรมข้อมูลสู่วงแหวนบนพื้นที่ที่เหลืออยู่ของวงแหวนทำให้เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์ในส่วนนั้นโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ซึ่งสาเหตุของการเกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์ในลักษณะนี้สามารถเกิดได้หลายกรณี

   a. กรณีที่ 1 โนดที่ได้รับโทเคนส่งเฟรมข้อมูลไปยังโนดปลายทางที่อยู่ใกล้ๆ ลักษณะการส่งเฟรมข้อมูลแบบนี้จะทำให้แบนด์วิดท์ที่อยู่ในส่วนอื่นของวงแหวนไม่ถูกใช้งาน รูปที่ 2.13 แสดงตัวอย่างการสูญเสียแบนวิดท์ที่เกิดจากโนดส่งเฟรมข้อมูลไปยังโนดใกล้ๆ จากรูปที่ 2.13 ขณะที่โนด A ได้รับโทเคนและกำลังส่งเฟรมข้อมูลสู่โนด B จะเห็นว่ายังมีแบนด์วิดในส่วนอื่นของวงแหวนที่ว่างอยู่และไม่ถูกใช้งาน ซึ่งเป็นการสูญเสียแบนด์วิดท์โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ การสูญเสียแบนด์วิดท์ที่เกิดจากกรณีในลักษณะนี้สามารถเกิดขึ้นได้กับทราฟฟิกทุกประเภทเพราะข้อมูลที่มายังโนดสามารถมีปลายทางเป็นโนดใดๆก็ได้ในวงแหวน



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการสูญเสียแบนด์วิดท์ที่เกิดจากโนดส่งเฟรมข้อมูลไปยังโนดใกล้ๆ สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบโทเคน

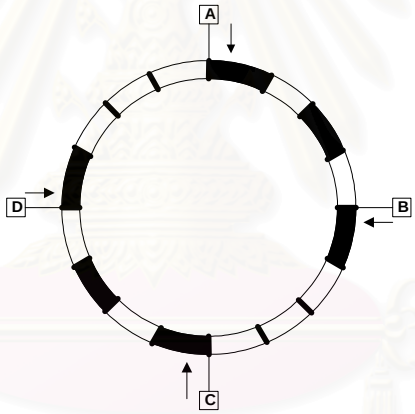
b. กรณีที่ 2 โนดที่ได้รับโทเคนส่งเฟรมข้อมูลที่มีขนาดสั้นมาก ซึ่งเฟรมข้อมูลที่ส่งนั้นใช้แบนด์วิดท์ในการส่งเพียงส่วนเดียวของวงแหวน ซึ่งการส่งเฟรมข้อมูลสั้นๆและมีเพียง 1 โทเคนในแต่ละวงแหวนทำให้แบนด์วิดท์ส่วนอื่นไม่ถูกใช้งาน รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างการสูญเสียแบนด์วิดท์ที่เกิดจากโนดส่งเฟรมข้อมูลขนาดสั้น



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการสูญเสียแบนด์วิดท์ที่เกิดจากโนดส่งเฟรมข้อมูลที่มีขนาดสั้นสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบโทเคน

แต่การส่งข้อมูลแบบโทเคนมีข้อดีในกรณีที่มีการส่งทราฟฟิกข้อมูลเพราะโนดสามารถส่งข้อมูลที่มีความยาวมากๆ ได้ในครั้งเดียวโดยไม่ต้องมีการแบ่งเป็นส่วนย่อยแล้วส่งหลายๆครั้ง ซึ่งการส่งข้อมูลที่มีความยาวมากๆ ในครั้งเดียวจะช่วยลดแบนด์วิดท์ที่จะใช้ในการส่งส่วนหัวของข้อมูลเมื่อเทียบกับการส่งข้อมูลโดยการแบ่งเป็นส่วนย่อยแล้วส่งหลายๆ ครั้ง

2) การเข้าถึงตัวกลาง SRRR มีลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบ slotted ring คือ วงแหวนจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆที่มีขนาดเท่าๆกัน เมื่อโนดต้องการส่งแพ็กเกตก็จะต้องคอยสังเกตสล็อตในวงแหวนถ้าพบว่าสล็อดว่าง โนดก็จะสามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตนั้นได้ เนื่องจากมีการแบ่งวงแหวนออกเป็นสล็อตอย่างชัดเจน ดังนั้นถ้ามีสล็อตว่างเข้าสู่โนดต่างๆพร้อมกันโนดเหล่านั้นก็สามารถส่งแพ็กเกตสู่สล็อตได้พร้อมๆกันโดยไม่เกิดการชนกัน ดังรูปที่ 2.15 ดังนั้นการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบสล็อต จึงสามารถใช้แบนด์วิดท์ทุกส่วนบนวงแหวนได้อย่างคุ้มค่า แต่การเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบสล็อต จะต้องมีการแบ่งข้อมูลที่ต้องการส่งออกเป็นแพ็กเกตแล้วจึงส่ง ถ้าข้อมูลที่ต้องการส่งมีความยาวมากก็จะต้องแบ่งเป็นหลายแพ็กเกตและการส่งแต่ละแพ็กเกตจะต้องเสียแบนด์วิดท์ไปกับการส่งส่วนหัวของแพ็กเกตด้วย ดังนั้นถ้าข้อมูลยิ่งยาวจะแบ่งได้แพ็กเกตจำนวนมาก จึงต้องเสียแบนด์วิดท์ในการส่งส่วนหัวมากขึ้นด้วย



รูปที่ 2.15 การเข้าใช้สล็อตบนวงแหวนของโนดต่างๆที่ได้รับสล็อดว่างพร้อมกันสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบสล็อต

นอกจากข้อเสียที่เกิดจากการแบ่งข้อมูลออกเป็นแพ็กเกตย่อยแล้ว การเข้าถึงตัวกลาง SRRR ยังมีข้อเสียที่เกิดจากวิธีการเลือกแพ็กเกตในการส่งหลายประการด้วยกัน ซึ่งสามารถแยกเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

a. การเข้าถึงตัวกลาง SRRR กำหนดให้แต่ละช่องสัญญาณถูกใช้สำหรับส่งแพ็กเกตไปยังโนดปลายทางหนึ่งเท่านั้น ซึ่งเป็นการไม่ยืดหยุ่น เช่น ในกรณีที่มีแพ็กเกตที่มีปลายทางไปยังโนดหนึ่งน้อยแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณที่ถูกกำหนดสำหรับ

ส่งไปโนดนั้นก็จะถูกใช้น้อย และก็ไม่สามารถใช้แบนด์วิดท์ที่ว่างสำหรับส่งแพ็กเกตไปยังปลายทางอื่น

b. เนื่องจากการเข้าถึงตัวกลาง SRRR กำหนดให้มีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในไทม์สล็อตถัดไปก่อนที่จะมีการตรวจสอบว่ามีสล็อตของช่องสัญญาณใดบ้างที่ว่าง ดังนั้นแพ็กเกตที่เลือกได้อาจจะตรงกับสล็อตที่มีแพ็กเกตอยู่แล้ว ซึ่งก็จะไม่สามารถส่งแพ็กเกตที่เลือกเอาไว้ได้ และก็เป็นการปิดกั้นโอกาสในการส่งแพ็กเกตที่ไม่ได้ถูกเลือกลงในสล็อตที่ว่างสล็อตอื่น

c. ในการควบคุมการส่งแพ็กเกตของการเข้าถึงตัวกลาง SRRR จะใช้ข้อมูลพิเศษ SAT ในการควบคุม โดยกำหนดให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตได้ไม่เกินจำนวนที่ถูกกำหนดไว้หลังจากที่ SAT ออกจากโนด ถ้าโนดส่งแพ็กเกตครบตามจำนวนแต่ SAT ยังไม่กลับมาที่โนด โนดก็จะไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้ซึ่งการควบคุมแบบนี้อาจทำให้สล็อตว่างที่ผ่านโนดไม่ถูกใช้งาน

3) การเข้าถึงตัวกลาง CROWN มีการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบสล็อต และมี SDL สำหรับถ่วงเวลาสล็อตเพื่อใช้ในการเลือกสล็อตที่จะส่งหรือรับแพ็กเกต เนื่องจากการเข้าถึงตัวกลาง CROWN มีลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบสล็อต จึงมีข้อดีและข้อเสียสำหรับการส่งแบบสล็อตคล้ายกับการเข้าถึงตัวกลาง SRRR แต่เนื่องจากการเข้าถึงตัวกลาง CROWN มีการเพิ่ม SDL ในการเลือกรับหรือส่งข้อมูลจึงทำให้เพิ่มเวลาประวิงของแพ็กเกตมากยิ่งขึ้นและยังทำให้เกิดควบซับซ้อนในการทำงานมากขึ้นด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

แนวคิดในการออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นสำหรับบริการมัลติมีเดีย

3.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่าย WDM เพื่อรองรับบริการทราฟฟิก 3 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ ทราฟฟิกเสียง ทราฟฟิกวิดีโอ และทราฟฟิกข้อมูล

3.2 การออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในโครงข่ายวงแหวนทางแสงที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นสำหรับบริการมัลติมีเดีย

การออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM มีเป้าหมายเพื่อให้โครงข่ายที่ทำงานภายใต้การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสามารถใช้แบนด์วิดท์ของโครงข่ายได้อย่างคุ้มค่า และสามารถรองรับบริการทราฟฟิกเสียง ทราฟฟิกวิดีโอ และทราฟฟิกข้อมูลตาม QoS ของทราฟฟิกแต่ละประเภทได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการออกแบบลักษณะของโครงข่ายและวิธีการเข้าถึงช่องสัญญาณรวมถึงแนวคิดในการเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตในช่องสัญญาณแบบต่างๆ

3.2.1 ลักษณะโครงข่ายและวิธีการเข้าถึงช่องสัญญาณ

วิทยานิพนธ์นี้จะออกแบบให้โครงข่าย WDM มีโครงสร้างโนดแบบ FT^{M}-FR^{M} และมีการเข้าถึงตัวกลางแบบสล็อตที่มีการการทำงานแบบ destination release เพราะโครงสร้างโนดและการเข้าถึงตัวกลางดังกล่าวมีข้อดีดังต่อไปนี้

ลักษณะของโครงสร้างโนดแบบ FT^{M}-FR^{M} ที่โนดแต่ละโนดประกอบด้วยเครื่องส่งและเครื่องรับเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณ โดยเครื่องส่งและเครื่องรับแต่ละเครื่องจะถูกกำหนดให้ใช้สำหรับส่งและรับจากช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน และมีการทำงานที่เป็นอิสระแยกจากกัน การออกแบบให้โครงสร้างโนดมีเครื่องส่งและเครื่องรับสำหรับช่องสัญญาณแต่ละช่องแยกจากกันทำให้สามารถใช้แบนด์วิดท์ได้อย่างคุ้มค่ามากกว่าการออกแบบให้โครงสร้างโนดมีเครื่องรับและเครื่องส่งเพียงชุดเดียว (เช่น แบบ TT – FR หรือ แบบ FT - TR) เพราะโครงสร้างโนดแบบ FT^{M}-FR^{M} มีความคล่องตัวในการเข้าถึงช่องสัญญาณได้

มากกว่า ตัวอย่างเช่น ถ้าโนดตรวจพบว่ามีสล็อตว่างจากช่องสัญญาณต่างๆ เข้ามาที่โนดพร้อมกันมากกว่า 1 ช่องสัญญาณ โนดก็สามารถเข้าใช้สล็อตว่างเหล่านั้นได้พร้อมกัน และถ้า ณ ไทม์สล็อตหนึ่งแพ็กเกตของ สล็อตจากช่องสัญญาณต่างๆ มีปลายทางส่งถึงโนดเดียวกันมากกว่า 1 สล็อต โนดที่เป็นปลายทางสามารถรับแพ็กเกตของสล็อตจากช่องสัญญาณต่างๆ ได้พร้อมกัน แต่ถ้าเป็นกรณีที่มีเครื่องส่งและเครื่องรับเพียงชุดเดียว ณ ไทม์สล็อตหนึ่ง โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตสู่สล็อตของช่องสัญญาณได้เพียงช่องสัญญาณเดียว และสามารถรับแพ็กเกตจากสล็อตได้เพียงแพ็กเกตเดียว แต่ลักษณะโนดแบบ FT^{M}-FR^{M} มีข้อเสียคือ ต้องใช้ต้นทุนสูงในการสร้างโครงข่ายและการทำงานที่โนดจะมีความซับซ้อนขึ้นเพราะต้องควบคุมเครื่องส่งและเครื่องรับพร้อมๆ กัน M เครื่อง แต่มีข้อดีคือสามารถใช้แบนด์วิดท์ของโครงข่ายได้อย่างคุ้มค่าซึ่งตรงกับเป้าหมายของการออกแบบ

สำหรับการออกแบบการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบสล็อตจะทำให้แบนด์วิดท์ในส่วนต่างๆของวงแหวนสามารถถูกใช้งานได้อย่างคุ้มค่าเพราะการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบสล็อตจะมีการแบ่งวงแหวนออกเป็นส่วนย่อยที่มีขนาดเท่าๆ กันอย่างชัดเจน ข้อมูลที่ต้องการส่งจะถูกแบ่งออกเป็นแพ็กเกต โดยที่แพ็กเกตแต่ละแพ็กเกตมีขนาดพอดีกับขนาดของสล็อต ดังนั้น ณ เวลาหนึ่ง ถ้ามีสล็อตว่างเข้ามาที่โนดต่างๆ ในวงแหวนพร้อมๆ กัน โนดเหล่านั้นก็สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่ว่างนั้นได้พร้อมๆ กันโดยไม่ต้องกังวลว่าจะเกิดการชนกันของแพ็กเกต นอกจากนี้การปล่อยแพ็กเกตแบบ destination release ทำให้โนดที่ปล่อยแพ็กเกตสามารถใช้สล็อตที่ว่างนั้นในการส่งแพ็กเกตต่อไปได้ทันที ทำให้เกิดการใช้แบนด์วิดท์ได้อย่างคุ้มค่า แต่การส่งแพ็กเกตแบบสล็อตมีข้อเสียในกรณีที่ข้อมูลที่ต้องการส่งมีขนาดยาว และถูกแบ่งออกเป็นแพ็กเกตจำนวนมากและในการส่งแพ็กเกตจะต้องมีการส่งส่วนหัวของแพ็กเกตด้วยดังนั้นในการส่งข้อมูลที่มีความยาวมากจะต้องเสียแบนด์วิดท์ในการส่งส่วนหัวของแพ็กเกตตามจำนวนของแพ็กเกตที่แบ่งได้ด้วย

3.2.2 แนวคิดในการเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตในช่องสัญญาณแบบต่าง ๆ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอวิธีเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตในช่องสัญญาณแบบต่างๆ สำหรับโครงข่ายที่มีโครงสร้างโนดแบบ FT^{M}-FR^{M} และมีการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบสล็อต โดยได้มีการออกแบบและพัฒนาแนวคิดในการเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตในช่องสัญญาณแบบต่างๆ หลายแนวคิดด้วยกันซึ่งแนวคิดแต่ละแนวคิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.2.1 การเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตที่มีการใช้ SAT ควบคุมการทำงาน

สำหรับแนวคิดในการเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตที่มีการใช้ SAT ในการควบคุมการทำงานนั้นได้ดัดแปลงการทำงานมาจากการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง SRRR ซึ่งในการทำงานของแนวคิดในหัวข้อนี้ประกอบไปด้วยการทำงาน 2 ส่วน คือ ส่วนการจัดการในการเข้าถึงตัวกลาง และส่วนกลไกควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงตัวกลาง รายละเอียดของแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

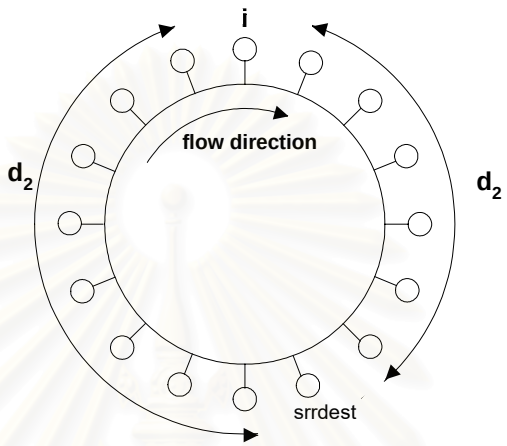
3.2.2.1.1 ส่วนการจัดการในการเข้าถึงตัวกลาง

การจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณนี้มีหน้าที่ในการเลือกแพ็กเกตที่จะส่งในไทม์สล็อตแต่ละช่องและเลือกสล็อตของช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตที่ได้เลือกเอาไว้ โดยแพ็กเกตที่เลือกได้ในไทม์สล็อตแต่ละช่องจะถูกกำหนดว่าจะใช้สล็อตของช่องสัญญาณใดในการส่งแพ็กเกต ถ้าสล็อตของช่องสัญญาณนั้นไม่ว่างโนดก็จะไม่สามารถส่งแพ็กเกตนั้นได้และแพ็กเกตดังกล่าวก็จะไม่ถูกส่งในไทม์สล็อตนั้น เนื่องจากในการเลือกแพ็กเกตจะมีการเลือกโดยอ้างอิงค่าลำดับความสำคัญของแพ็กเกตจึงต้องมีการกำหนดค่าลำดับความสำคัญให้กับแพ็กเกตประเภทต่างๆ สำหรับการเลือกแพ็กเกตในส่วนนี้จะกำหนดให้ทราฟฟิกเสียงเป็นทราฟฟิกที่มีค่าลำดับความสำคัญสูงที่สุด รองลงมาคือทราฟฟิกวิดีโอ และทราฟฟิกข้อมูล สำหรับวิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตได้เสนอวิธีการไว้ 5 แบบด้วยกัน แต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้

ก) วิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตแบบที่ 1

วิธีการเลือกแพ็กเกตแบบนี้จะมีความคล้ายคลึงกับแบบ SRRR แต่มีการดัดแปลงให้มีการใช้ประโยชน์จากการออกแบบให้มีเครื่องรับและเครื่องส่งเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณให้ได้มากขึ้น เนื่องจากโครงข่ายที่ได้ออกแบบประกอบด้วยเครื่องส่งจำนวน M เครื่อง โนดจึงสามารถส่งแพ็กเกตได้พร้อมกัน M แพ็กเกต ดังนั้นเพื่อให้สามารถใช้สล็อตของช่องสัญญาณว่างที่เข้ามาที่โนดได้คุ้มค่า โนดจะเลือกแพ็กเกต M แพ็กเกตสำหรับส่งในแต่ละไทม์สล็อต โดยวิธีการเลือกแพ็กเกตและสล็อตของช่องสัญญาณสำหรับส่งเป็นดังนี้

กำหนดให้ s คือ สล็อตที่เข้ามาที่โนดที่ i ค่า srrdest คือปลายทางที่มีค่าเท่ากับ $|i+k+1|_M$ และ d_2 คือปลายทางอื่นๆที่มีค่าไม่เท่ากับ $|i+k+1|_M$ โดย $k = |s|_{M-1}$ รูปที่ 3.1 แสดงปลายทาง srrdest และ d_2 ในการเลือกแพ็กเกตและสล็อตของช่องสัญญาณในการส่งจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 3.1 ปลายทาง srrdest และ d_2 สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่มีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1

ส่วนที่ 1 ในส่วนนี้โนดจะเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในสล็อตของช่องสัญญาณ srrdest โดยโนดจะพยายามเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับ srrdest แต่ถ้าแพ็กเกตที่เลือกได้มีปลายทางไม่ตรง srrdest โนดจะต้องส่งแพ็กเกตที่เลือกได้โดยใช้สล็อตของช่องสัญญาณที่ตรงกับปลายทางที่เลือกได้ วิธีการเลือกแพ็กเกตในส่วนที่ 1 จะแบ่งเป็น 9 ขั้นตอนด้วยกันตามลำดับดังที่จะกล่าวถึงต่อไปโดยในการเลือกแพ็กเกต ถ้าไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับขั้นที่ 1 ได้ก็จะพิจารณาแพ็กเกตจากขั้นถัดไปจนกว่าจะสามารถเลือกแพ็กเกตได้ ขั้นตอนการเลือกแพ็กเกตทั้ง 9 ขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นที่ 1 โนดพิจารณาเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเท่ากับ srrdest ถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิวดังกล่าว โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวอื่นโดยใช้ค่าจุดเริ่มเปลี่ยน SRR (SRRthreshold) ในการตัดสิน ซึ่งวิธีการเลือกแพ็กเกตโดยใช้ค่าจุดเริ่มเปลี่ยน SRR ในการตัดสิน โนดจะเลือกแพ็กเกตจากขั้นที่ 2 ถึง 6 ดังนี้

ขั้นที่ 2 โนดพิจารณาแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทาง d_2 ถ้ามีคิวของแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทาง d_2 อย่างน้อย 1 คิว ที่มีความยาวมากกว่าค่าจุดเริ่มเปลี่ยน SRR โนดจะเลือกแพ็กเก

ตเสียงจากคิวเหล่านั้นโดยเลือกจากปลายทางที่มีคิวยาวที่สุด แต่ถ้าคิวที่ยาวที่สุดมีมากกว่า 1 คิว โนดจะเลือกจากปลายทางที่ใกล้โนดต้นทางมากที่สุด

ขั้นที่ 3 โนดจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอที่มีปลายทาง srrdest

ขั้นที่ 4 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตวิดีโอที่มีปลายทาง d_2 ถ้ามีคิวของแพ็กเกตวิดีโอที่มีปลายทาง d_2 อย่างน้อย 1 คิว ที่มีความยาวมากกว่าค่าจุดเริ่มเปลี่ยน SRR โนดจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอจากคิวเหล่านั้นโดยเลือกจากปลายทางที่มีคิวยาวที่สุด แต่ถ้าคิวที่ยาวที่สุดมีมากกว่า 1 คิว โนดจะเลือกจากปลายทางที่ใกล้โนดต้นทางมากที่สุด

ขั้นที่ 5 โนดจะเลือกแพ็กเกตข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest

ขั้นที่ 6 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตข้อมูลที่มีปลายทาง d_2 ถ้ามีคิวของแพ็กเกตข้อมูลที่มีปลายทาง d_2 อย่างน้อย 1 คิว ที่มีความยาวมากกว่าค่าจุดเริ่มเปลี่ยน SRR โนดจะเลือกแพ็กเกตข้อมูลจากคิวเหล่านั้นโดยเลือกจากปลายทางที่มีคิวยาวที่สุด แต่ถ้าคิวที่ยาวที่สุดมีมากกว่า 1 คิว โนดจะเลือกจากปลายทางที่ใกล้โนดต้นทางมากที่สุด

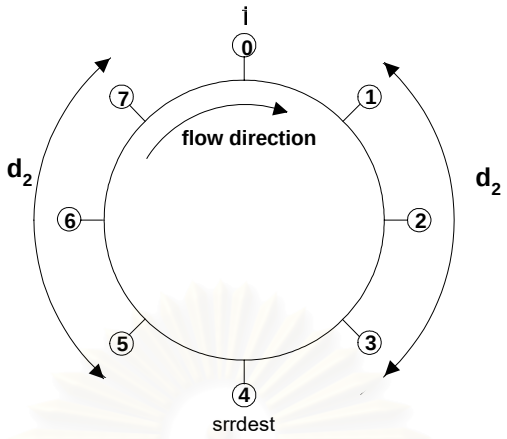
ขั้นที่ 7 ถ้าโนดยังไม่สามารถเลือกแพ็กเกตได้ โนดจะเริ่มพิจารณาคิวของแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทาง d_2 อีกครั้ง โดยเลือกจากคิวที่มีความยาวมากที่สุด ถ้าจำนวนคิวที่ยาวที่สุดมีมากกว่า 1 คิว โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวซึ่งมีปลายทางใกล้กับโนดต้นทาง (source node) มากที่สุด

ขั้นที่ 8 โนดจะพิจารณาคิวของแพ็กเกตวิดีโอที่มีปลายทาง d_2 โดยเลือกจากคิวที่มีความยาวมากที่สุด ถ้าจำนวนคิวที่ยาวที่สุดมีมากกว่า 1 คิว โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวซึ่งมีปลายทางใกล้กับโนดต้นทาง (source node) มากที่สุด

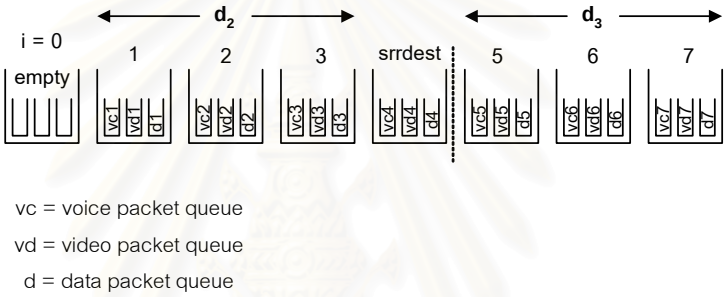
ขั้นที่ 9 โนดจะพิจารณาคิวของแพ็กเกตข้อมูลที่มีปลายทาง d_2 โดยเลือกจากคิวที่มีความยาวมากที่สุด ถ้าจำนวนคิวที่ยาวที่สุดมีมากกว่า 1 คิว โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวซึ่งมีปลายทางใกล้กับโนดต้นทาง (source node) มากที่สุด

จากขั้นตอนที่ 1 ถึง 9 สามารถอธิบายโดยใช้รูปที่ 3.2 ประกอบดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก) ปลายทาง srrdest และ d_2



ข) คิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest และ d_2 ของโนดที่ 0

รูปที่ 3.2 ปลายทาง srrdest และ d_2 และคิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest และ d_2 ของโนดที่ 0 สำหรับระบบที่มีโนดทั้งหมด 8 โนดสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1

สมมุติว่าระบบมีจำนวนโนด 8 โนดและโนดที่กำลังพิจารณาคือโนดที่ 0 ไทม์สล็อตที่พิจารณามีค่า srrdest เท่ากับ 4 ดังนั้น d2 คือ 1, 2, 3, 5, 6 และ 7 ในการเลือกแพ็กเกตส่วนที่ 1 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตเสียงจากคิว vc4 ถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงในคิวนั้นโนดจะพิจารณาคิว vc1, vc2, vc3, vc5, vc6 และ vc7 โดยถ้ามีคิวใดที่มีจำนวนแพ็กเกตเกิน SRRthreshold โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีความยาวเกิน SRRthreshold ที่มีความยาวมากที่สุด แต่ถ้าคิว vc1, vc2, vc3, vc5,vc6 และ vc7 มีความยาวน้อยกว่า SRRthreshold ทุกคิว โนดจะพิจารณาแพ็กเกตวิดีโอจากคิว vd4 ถ้าไม่มีแพ็กเกตวิดีโอในคิวนั้นโนดจะพิจารณาคิว vd1, vd2, vd3, vd5,vd6 และ vd7 โดยถ้ามีคิวใดที่มีแพ็กเกตเกิน SRRthreshold โนดจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอจากคิวที่มีแพ็กเกตเกิน SRRthreshold ที่มีความยาวมากที่สุด แต่ถ้าคิว vd1, vd2, vd3, vd5,vd6 และ vd7 มีความยาวน้อยกว่า SRRthreshold ทุกคิว โนดจะพิจารณาแพ็กเกตข้อมูลจากคิว d4 ถ้าไม่มีแพ็กเกตข้อมูล

ในคิวนั้นโนดจะพิจารณาคิว d1, d2, d3, d5, d6 และ d7 โดยถ้ามีคิวใดที่มีแพ็กเกตเกิน SRRthreshold โนดจะเลือกแพ็กเกตข้อมูลจากคิวที่มีแพ็กเกตเกิน SRRthreshold ที่มีความยาวมากที่สุด แต่ถ้าคิว d1, d2, d3, d5, d6 และ d7 มีความยาวน้อยกว่า srrdest ทุกคิว โนดจะเริ่มพิจารณาคิว vc1, vc2, vc3, vc5,vc6 และ vc7 อีกครั้งโดยจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่ยาวที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องมีความยาวเกิน SRRthreshold แต่ถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิวดังกล่าวโนดจะพิจารณาคิว vd1, vd2, vd3, vd5,vd6 และ vd7 อีกครั้ง โดยจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่ยาวที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องมีความยาวเกิน SRRthreshold แต่ถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิวดังกล่าวโนดจะพิจารณาคิว d1, d2, d3, d5, d6 และ d7 อีกครั้งและเลือกแพ็กเกตจากคิวที่ยาวที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องมีความยาวเกิน SRRthreshold

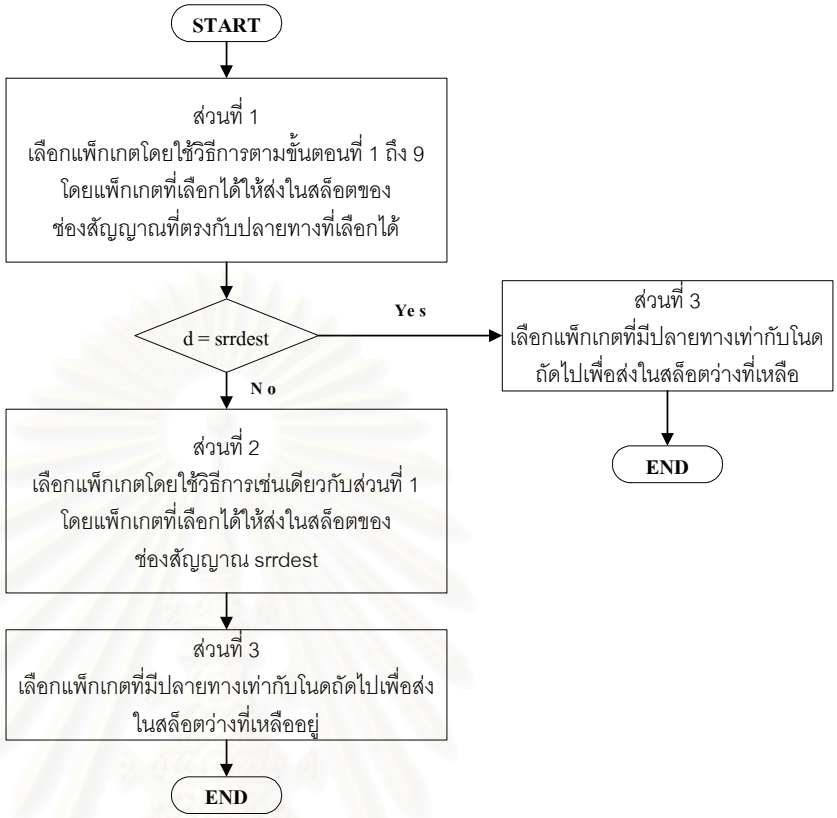
เมื่อสามารถเลือกแพ็กเกตได้จากส่วนที่ 1 ถ้าแพ็กเกตดังกล่าวมีปลายทางตรงกับ srrdest โนดจะใช้สล็อตของช่องสัญญาณ srrdest ในการส่ง แต่ถ้าแพ็กเกตดังกล่าวมีปลายทางเป็นค่าอื่นโนดก็จะใช้สล็อตของช่องสัญญาณที่ตรงกับปลายทางที่เลือกได้ในการส่ง

ส่วนที่ 2 ในกรณีที่แพ็กเกตที่เลือกได้จากส่วนที่ 1 มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest สล็อตของช่องสัญญาณ srrdest จะว่าง ดังนั้นในส่วนที่ 2 นี้โนดจะเลือกแพ็กเกตเพื่อส่งในสล็อตของช่องสัญญาณดังกล่าวโดยโนดจะเลือกโดยใช้วิธีการเช่นเดียวกันส่วนที่ 1 แพ็กเกตที่เลือกได้จะถูกส่งโดยใช้สล็อตของช่องสัญญาณ srrdest

ส่วนที่ 3 โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีปลายทาง $|i+1|_M$ โดยจะเลือกให้ครบจำนวน M แพ็กเกต โดยแพ็กเกตเสียงจะถูกเลือกก่อนถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงแล้วจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอ และแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ แพ็กเกตเหล่านี้จะถูกส่งโดยใช้สล็อตว่างที่เหลือจากการส่งแพ็กเกตที่เลือกได้จากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2

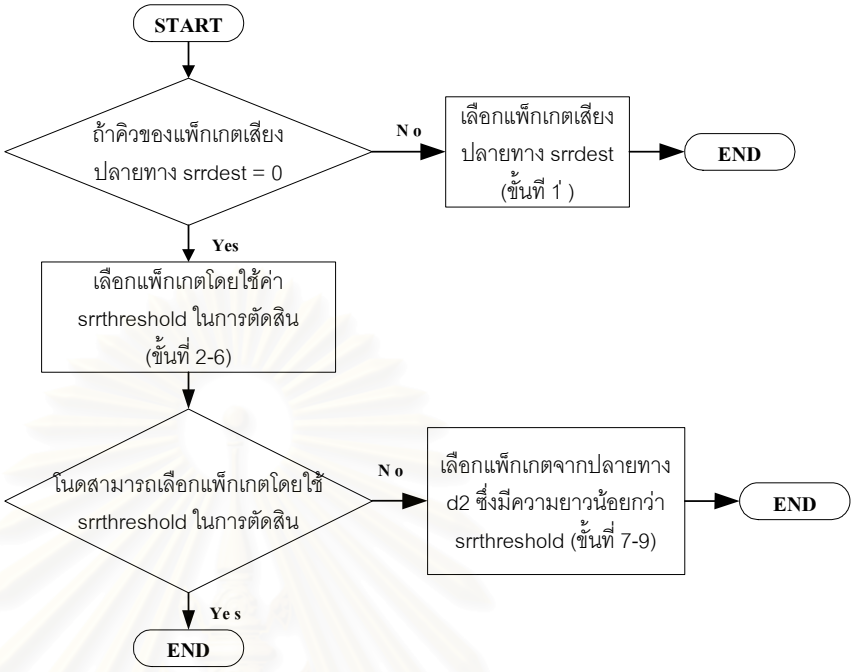
สำหรับวิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตแบบที่ 1 สามารถแสดงได้โดยแผนภาพในรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4 แสดงแผนภาพการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



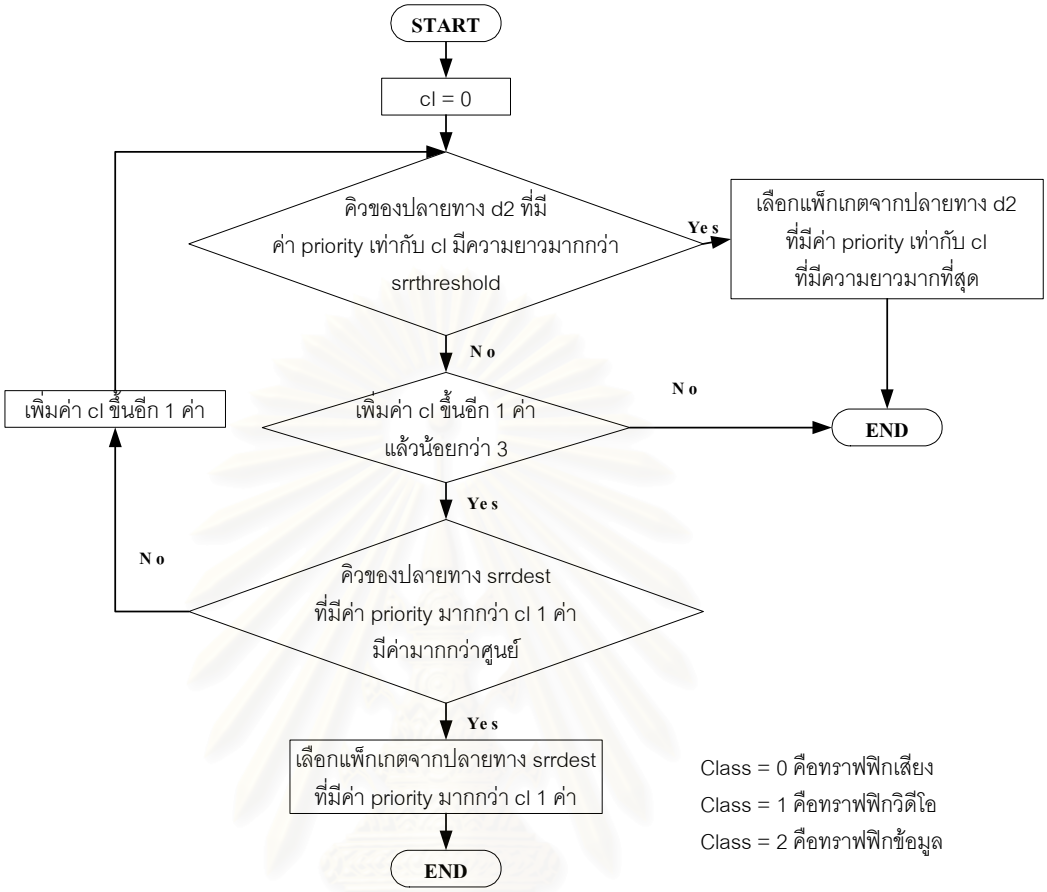
รูปที่ 3.3 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



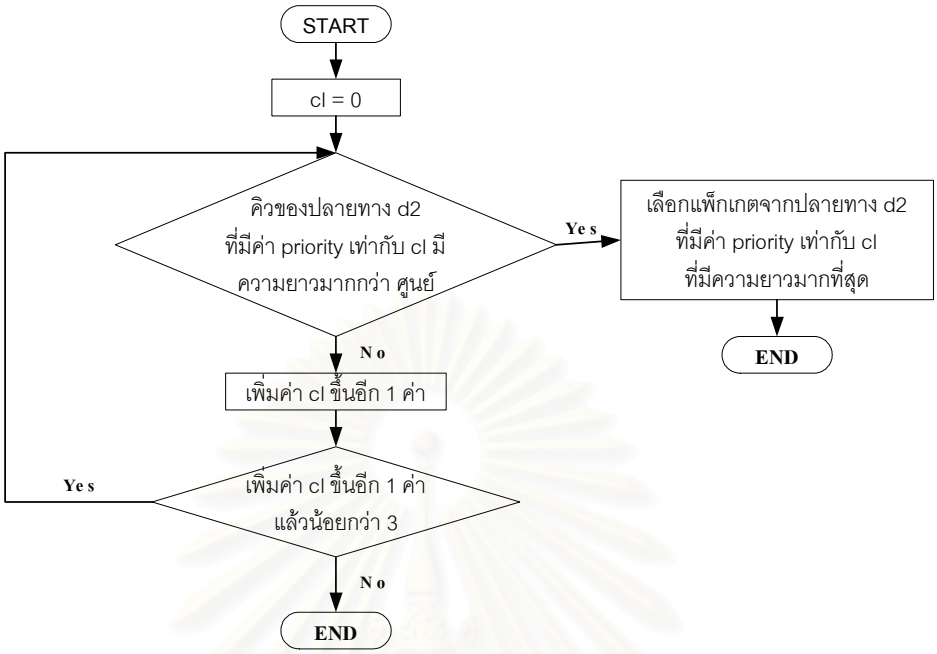
ก) แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตขั้นตอนที่ 1 ถึง 9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข) แผนภาพการเลือกแพ็กเกตโดยใช้ค่าจุดเริ่มเปลี่ยน SRR ในการตัดสิน (ขั้นที่ 2 ถึง 6)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

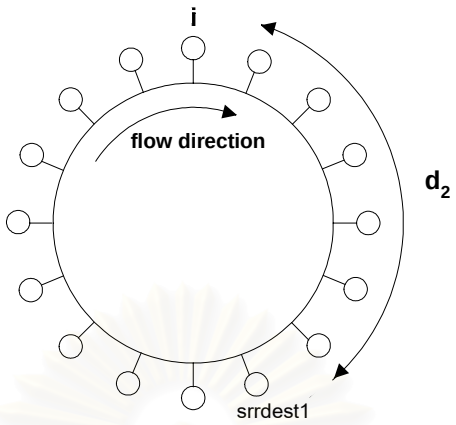


ค) แผนภาพการเลือกแพ็กเกตจากปลายทาง d_2 ซึ่งมีความยาวน้อยกว่า SRRthreshold (ขั้นที่ 7 ถึง 9)

รูปที่ 3.4 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตขั้นตอนที่ 1 ถึง 9 สำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1, แผนภาพการเลือกแพ็กเกตโดยใช้ SRR เทรชโฮลด์ในการตัดสิน (ขั้นที่ 2 ถึง 6) และแผนภาพการเลือกแพ็กเกตจากปลายทาง d_2 ซึ่งมีความยาวน้อยกว่า SRRthreshold (ขั้นที่ 7 ถึง 9)

ข) วิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตแบบที่ 2

จากวิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณแบบที่ 1 ซึ่งได้ดัดแปลงวิธีการมาจากวิธี SRRR ถึงแม้จะมีการปรับให้มีการใช้สล็อตของช่องสัญญาณให้คุ้มค่ามากขึ้นโดยการใช้สล็อตว่างที่ผ่านเข้ามาที่โนดในการส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางเป็นโนดถัดไป แต่เนื่องจากสล็อตว่างที่เข้ามานั้นมีจำนวนมากแม้ว่าจะใช้ในการส่งแพ็กเกตไปยังโนดถัดไปแล้วก็ยังเหลือสล็อตที่ไม่ถูกใช้งาน ดังนั้นในการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแบบที่ 2 จะแก้ไขให้สล็อตของช่องสัญญาณได้มีการถูกใช้งานอย่างคุ้มค่ามากขึ้น ในการเลือกแพ็กเกตและสล็อตของช่องสัญญาณในการส่งจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 3.5 ปลายทาง srrdest1 และ d_2 สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่มีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2

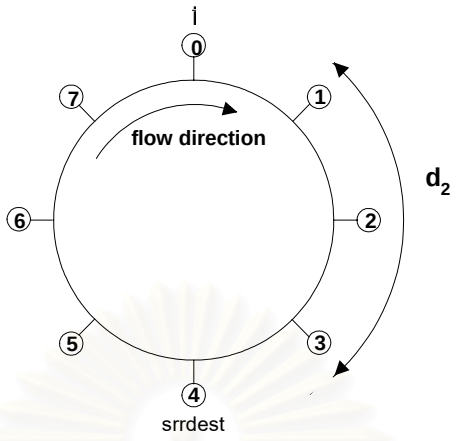
ส่วนที่ 1 กำหนดให้ s คือ สล็อตที่เข้ามาที่โนดที่ i ค่า srrdest1 คือปลายทางที่มีค่าเท่ากับ $|i+k+1|_M$ โดย $k = |s|_{M-1}$ และ d_2 คือปลายทางที่อยู่ระหว่างโนดต้นทาง i กับโนด srrdest1 ดังรูปที่ 3.5 การเลือกแพ็กเกตในส่วนที่ 1 สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 นี้จะมีขั้นตอนในการเลือกแพ็กเกต 9 ขั้นตอน เช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 แต่จะมีข้อแตกต่าง 2 อย่างคือ

1) ค่าปลายทาง d_2 ที่ใช้พิจารณาจะแตกต่างกัน นั่นคือ d_2 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 จะหมายถึงปลายทางอื่นๆ ทุกปลายทางที่ไม่เท่ากับ srrdest1 แต่ในกรณีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ค่าปลายทาง d_2 จะหมายถึงปลายทางอื่นที่ไม่เท่ากับ srrdest1 และอยู่ระหว่างโนดต้นทางกับปลายทาง srrdest1 ที่กำหนดเช่นนี้เพราะว่าจะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้แม้จะไม่ตรงกับ srrdest1 แต่ก็ไม่เกินปลายทาง srrdest1 จึงทำให้ไม่ไปกระทบการส่งแพ็กเกตของโนดอื่น

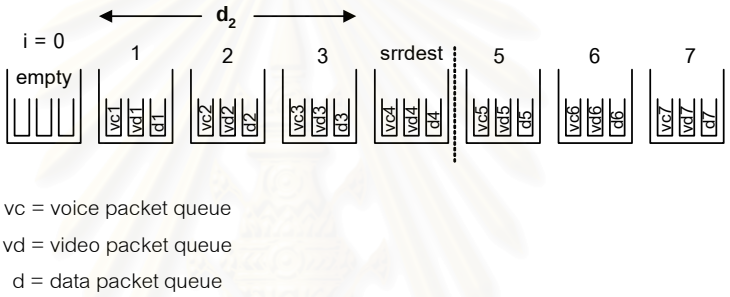
2) แพ็กเกตที่เลือกได้จะถูกส่งโดยใช้สล็อตของช่องสัญญาณ srrdest1

วิธีการเลือกแพ็กเกตในส่วนที่ 1 สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 สามารถอธิบายโดยใช้ตัวอย่างในรูปที่ 3.6 ได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก) ปลายทาง srrdest และ d_2



ข) คิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest และ d_2 ของโนดที่ 0

รูปที่ 3.6 ปลายทาง srrdest1 และ d_2 และคิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest1 และ d_2 ของโนดที่ 0 ในระบบที่มีโนดทั้งหมด 8 โนดสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2

สมมุติว่าระบบมีจำนวนโนด 8 โนดและโนดที่กำลังพิจารณาคือโนดที่ 0 ไทม์สล็อตที่พิจารณามีค่า srrdest เท่ากับ 4 ดังนั้น d2 คือ 1, 2 และ 3 ในการเลือกแพ็กเกตส่วนที่ 1 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตเสียงจากคิว vc4 ถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงในคิวนั้นโนดจะพิจารณาคิว vc1, vc2 และ vc3 โดยถ้ามีคิวใดที่มีแพ็กเกตเกิน SRRthreshold โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีแพ็กเกตเกิน SRRthreshold ที่มีความยาวมากที่สุด แต่ถ้าคิว vc1, vc2 และ vc3 มีความยาวน้อยกว่า SRRthreshold ทุกคิว โนดจะพิจารณาแพ็กเกตวิดีโอจากคิว vd4 ถ้าไม่มีแพ็กเกตวิดีโอในคิวนั้นโนดจะพิจารณาคิว vd1, vd2 และ vd3 โดยถ้ามีคิวใดที่มีแพ็กเกตเกิน SRRthreshold โนดจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอจากคิวที่มีแพ็กเกตเกิน SRRthreshold ที่มีความยาวมากที่สุด แต่ถ้าคิว vd1, vd2 และ vd3 มีความยาวน้อยกว่า SRRthreshold ทุกคิว โนดจะพิจารณาแพ็กเกตข้อมูลจากคิว d4 ถ้าไม่มีแพ็กเกตข้อมูลในคิวนั้นโนดจะพิจารณาคิว d1, d2 และ d3 โดยถ้ามีคิวใดที่มีแพ็กเกตเกิน SRRthreshold โนดจะเลือกแพ็กเกตข้อมูลจากคิวที่มีแพ็กเกตเกิน

SRRthreshold ที่มีความยาวมากที่สุด แต่ถ้าคิว d1, d2 และ d3 มีความยาวน้อยกว่า SRRthreshold ทุกคิว โนดจะเริ่มพิจารณาคิว vc1, vc2 และ vc3 อีกครั้งโดยจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่ยาวที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องมีความยาวเกิน SRRthreshold แต่ถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิวดังกล่าวโนดจะพิจารณาคิว vd1, vd2 และ vd3 อีกครั้ง โดยจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่ยาวที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องมีความยาวเกิน SRRthreshold แต่ถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิวดังกล่าวโนดจะพิจารณาคิว d1, d2 และ d3 อีกครั้งและเลือกแพ็กเกตจากคิวที่ยาวที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องมีความยาวเกิน SRRthreshold

ส่วนที่ 2 จากในส่วนที่ 1 ถ้าแต่ละโนดสามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทาง srrdest1 และสามารถส่งในสล็อตที่กำหนดไว้ได้ สล็อตของช่องสัญญาณดังกล่าวจะกลายเป็นสล็อตว่างเดินทางจากโนดปลายทางสู่โนดต้นทาง ทำให้เสียแบนด์วิดท์โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ดังนั้นในส่วนที่ 2 นี้โนดจะเลือกแพ็กเกตเพื่อใช้สำหรับส่งในสล็อตดังว่างกล่าว ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้สล็อตของช่องสัญญาณโดยการเลือกในส่วนที่ 1 ตารางที่ 3.2 แสดงช่วงสภาวะว่างของสล็อตในช่องสัญญาณหลังจากที่โนดได้รับแพ็กเกตที่ถูกส่งโดยส่วนที่ 1 แล้ว และรูปที่ 3.7 ตัวอย่างช่วงเวลาว่างและเต็มของสล็อตที่ 0 ในช่องสัญญาณ 0 เมื่อมีการส่งแพ็กเกตในส่วนที่ 1

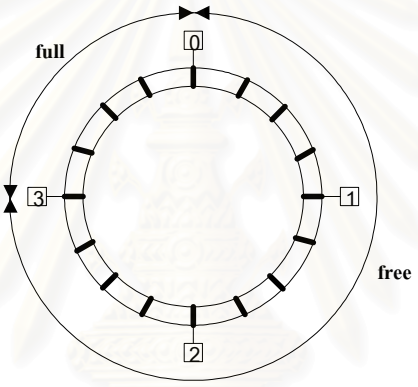
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงโนดที่เข้าใช้สล็อตที่ 0 ถึงสล็อตที่ 5 ของช่องสัญญาณแต่ละช่อง กรณี M = W = 4

slot / channel	0	1	2	3	4	5
0	3	2	1	3	2	1
1	0	3	2	0	3	2
2	1	0	3	1	0	3
3	2	1	0	2	1	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงช่วงสภาวะว่างของสล็อตในช่องสัญญาณหลังจากที่โนดได้รับแพ็กเกตที่ถูกส่งโดยส่วนที่ 1 แล้ว

slot / channel	0	1	2	3	4	5
0	0 ถึง 3	0 ถึง 2	0 ถึง 1	0 ถึง 3	0 ถึง 2	0 ถึง 1
1	1 ถึง 0	1 ถึง 3	1 ถึง 2	1 ถึง 0	1 ถึง 3	1 ถึง 2
2	2 ถึง 1	2 ถึง 0	2 ถึง 3	2 ถึง 1	2 ถึง 0	2 ถึง 3
3	3 ถึง 2	3 ถึง 1	3 ถึง 0	3 ถึง 2	3 ถึง 1	3 ถึง 0



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างช่วงเวลาว่างและเต็มของสล็อตที่ 0 ในช่องสัญญาณ 0 เมื่อมีการส่งแพ็กเกตในส่วนที่ 1

ดังนั้นในส่วนที่ 2 สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 นี้จะมีขั้นตอนในการเลือกแพ็กเกต 9 ขั้นตอน เช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตส่วนที่ 1 แต่ค่า srrdest1 จะเปลี่ยนเป็น srrdest2 ที่มีปลายทางที่มีค่าเท่ากับ $|i+(M-1)-k|_M$ ดังตารางที่ 3.3 แสดงตารางค่าปลายทางที่ตรงกับ $|i+(M-1)-k|_M$ ที่แต่ละโนดสำหรับแต่ละสล็อต และ d_2 คือปลายทางที่อยู่ระหว่างโนดต้นทาง i กับโนด srrdest2 โดยแพ็กเกตที่เลือกได้จะถูกส่งในช่องสัญญาณ i ซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยเติมให้สล็อตว่างจากการส่งส่วนที่ 1 ถูกใช้งานได้คุ้มค่า

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงค่าปลายทางที่ตรงกับ $|i+(M-1)-k|_M$ ที่โนดแต่ละโนดสำหรับสล็อตที่ 0 ถึง 5 สำหรับการเลือกแพ็กเกตส่วนที่ 2 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2

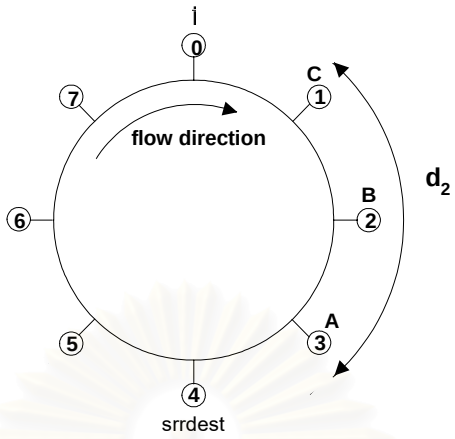
slot / โนด	0	1	2	3	4	5
0	3	2	1	3	2	1
1	0	3	2	0	3	2
2	1	0	3	1	0	3
3	2	1	0	2	1	0

ส่วนที่ 3 เพื่อไม่ให้มีสล็อตว่างเดินทางในวงแหวน โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีปลายทาง $|i+1|_M$ โดยจะเลือกให้ครบจำนวน M แพ็กเกต ในการเลือกแพ็กเกตเสียงจะถูกเลือกก่อนถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงแล้วจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอ และแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ แพ็กเกตเหล่านี้จะถูกส่งโดยใช้สล็อตว่างที่เหลือจากการส่งแพ็กเกตที่เลือกได้จากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2

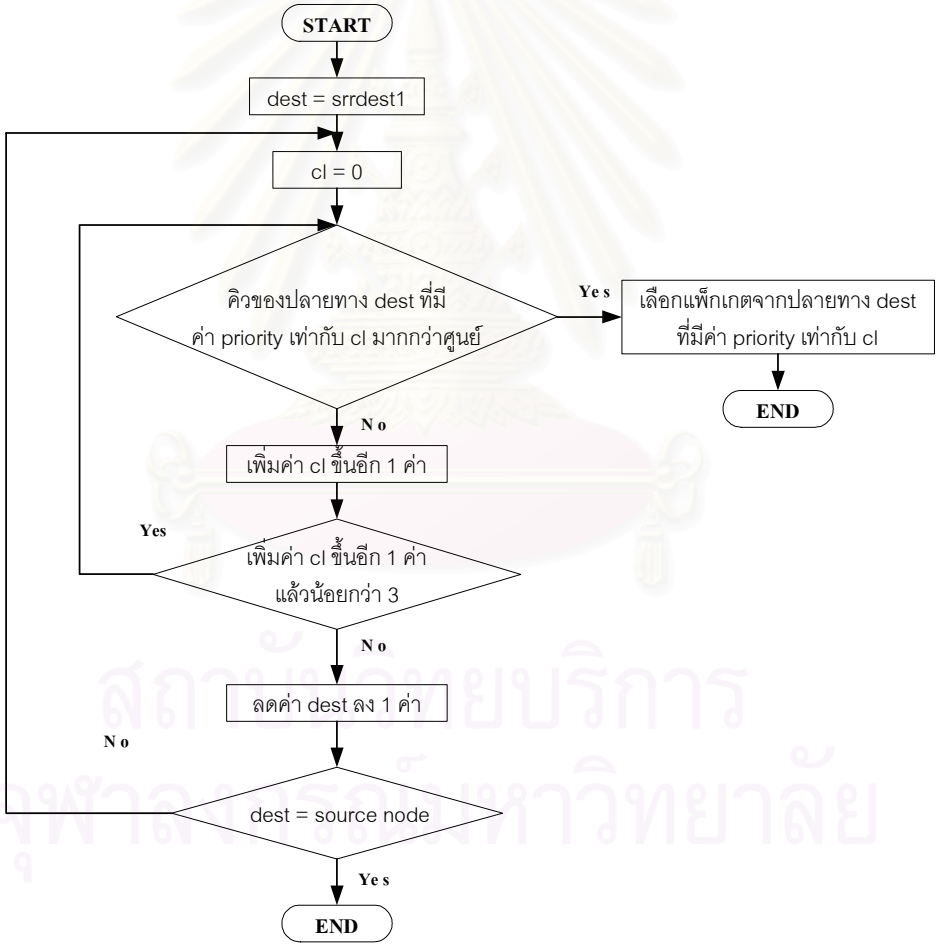
ค) วิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตแบบที่ 3

สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 นี้จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนเช่นเดียวกันโดยลักษณะการเลือกแพ็กเกตจะคล้ายกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 กำหนดให้ s คือ สล็อตที่เข้ามาที่โนดที่ i โดย srrdest1 คือปลายทางที่มีค่าเท่ากับ $|i+k+1|_M$ และ d_2 คือปลายทางที่อยู่ระหว่างโนดต้นทาง i กับโนด srrdest1 ในการเลือกแพ็กเกตโนดจะพิจารณาทีละปลายทางโดยเริ่มจากปลายทาง srrdest1 ก่อนโดยจะพิจารณาจากแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลตามลำดับ ถ้าที่ปลายทางดังกล่าวไม่มีแพ็กเกตเลยโนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทาง d_2 ดังแสดงในรูปที่ 3.8 ถ้าที่ปลายทาง srrdest1 ไม่มีแพ็กเกตเลยโนดจะพิจารณาปลายทาง A, B และตามลำดับแทนโดยที่แต่ละปลายทางโนดจะพิจารณาจากแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลตามลำดับ แพ็กเกตที่เลือกได้จะถูกส่งโดยใช้สล็อตของช่องสัญญาณ srrdest1 รูปที่ 3.9 แสดงแผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตของส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3

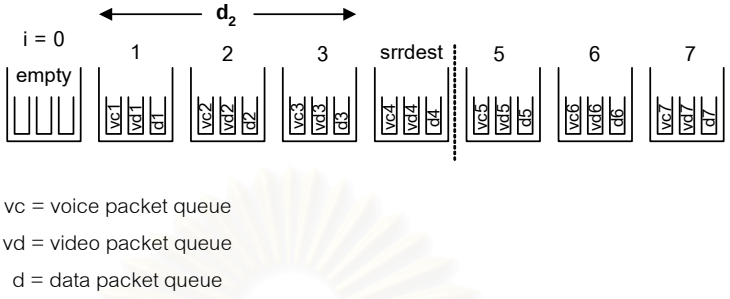


รูปที่ 3.8 ปลายทาง srrdest1 และ d_2 สำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3



รูปที่ 3.9 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3

สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 สามารถอธิบายโดยใช้ตัวอย่างในรูปที่ 3.10 ได้ดังนี้



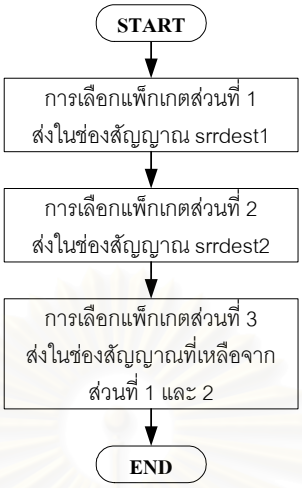
รูปที่ 3.10 คิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest1 และ d_2 ของโนดที่ 0 สำหรับระบบที่มีโนดทั้งหมด 8 โนดสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3

สมมุติว่าระบบมีจำนวนโนด 8 โนดและโนดที่กำลังพิจารณาคือโนดที่ 0 ไทม์สล็อตที่พิจารณามีค่า srrdest เท่ากับ 4 ดังนั้น d_2 คือ 1, 2 และ 3 ในการเลือกแพ็กเกตส่วนที่ 1 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตเสียงจากคิว vc4 ถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงในคิวนั้นโนดจะแพ็กเกตวิดีโอจากคิว vd4 และถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิว vd4 โนดจะเลือกแพ็กเกตข้อมูลจากคิว d4 ถ้าที่ปลายทางที่ 4 ไม่มีแพ็กเกตสำหรับส่ง โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทาง 3, 2 และ 1 แทนโดยมีลำดับในการเลือกดังนี้ vc3, vd3, d3, vc2,vd2, d2,vc1, vd1 และ d1

ส่วนที่ 2 การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 นี้จะมีขั้นตอนในการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับส่วนที่ 1 แต่ค่า srrdest1 จะเปลี่ยนเป็น srrdest2 ที่มีปลายทางที่มีค่าเท่ากับ $|i+(M-1)-k|_M$ และ d_2 คือปลายทางที่อยู่ระหว่างโนดต้นทาง i กับโนด srrdest2 โดยแพ็กเกตที่เลือกได้จะถูกส่งในช่องสัญญาณ i ซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยเติมให้สล็อตว่างจากการส่งส่วนที่ 1 ถูกใช้งานได้คุ้มค่า

ส่วนที่ 3 เพื่อไม่ให้มีสล็อตว่างเดินทางในวงแหวน โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีปลายทาง $|i+1|_M$ โดยจะเลือกให้ครบจำนวน M แพ็กเกต ในการเลือกแพ็กเกตเสียงจะถูกเลือกก่อนถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงแล้วจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอ และแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ แพ็กเกตเหล่านี้จะถูกส่งโดยใช้สล็อตว่างที่เหลือจากการส่งแพ็กเกตที่เลือกได้จากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2

รูปที่ 3.11 แสดงแผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งหมด



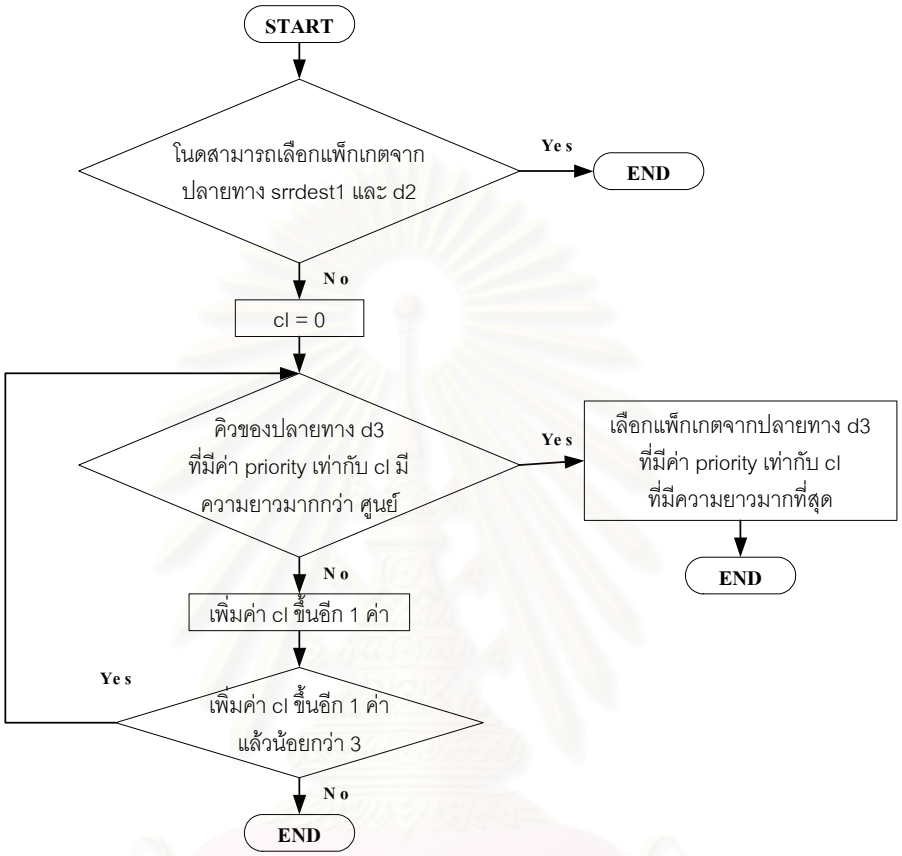
รูปที่ 3.11 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตแบบที่ 3

ง) วิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตแบบที่ 4

สำหรับวิธีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 นี้จะคล้ายกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 แต่ในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ในส่วนที่ 1 และ 2 จะกำหนดให้เลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่มีระยะทางไม่เกินปลายทาง srrdest1 และ srrdest2 ดังนั้นถ้าไม่มีแพ็กเกตที่ปลายทางดังกล่าวสล็อตของช่องสัญญาณที่ถูกกำหนดไว้ก็จะไม่ถูกใช้งานทำให้เป็นการสูญเสียแบนด์วิดท์โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ทั้งๆ ที่มีแพ็กเกตที่อยู่ที่ปลายทางนอกเหนือจากที่กำหนดไว้รอการส่ง ดังนั้นในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 นี้จะกำหนดว่าถ้าไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางไม่เกิน srrdest1 และ srrdest2 ในส่วนที่ 1 และ 2 ก็จะให้สามารถพิจารณาแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้ ซึ่งสามารถอธิบายวิธีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ในขั้นแรกโนดจะพิจารณาแพ็กเกตในลักษณะเดียวกับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 นั้นคือพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่มีระยะไม่เกิน srrdest1 ก่อนซึ่งมีขั้นตอน 9 ขั้น แต่ถ้าโนดพบว่าปลายทางทั้งหลายดังกล่าวไม่มีแพ็กเกตเลยโนดจะพิจารณาขั้นที่ 2 คือพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่มีระยะทางเกิน srrdest1 กำหนดเป็นปลายทาง d_3 โดยโนดจะพิจารณาแพ็กเกตทีละประเภทเริ่มจากแพ็กเกตเสียงก่อนโนดจะพิจารณาว่าปลายทางเหล่านั้นมีแพ็กเกตเสียงที่รอการส่งหรือไม่ ถ้ามีมากกว่า 1 ปลายทางที่มีแพ็กเกตเสียงสำหรับส่งโนดจะเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่มีความยาวคิวมากที่สุด แต่ถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงสำหรับส่งโนดจะพิจารณาแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลในลักษณะเดียวกัน

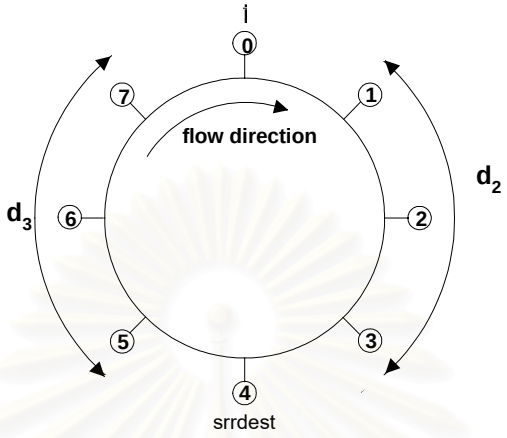
รูปที่ 3.12 แสดงแผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 สำหรับส่งในช่องสัญญาณ srrdest1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4



รูปที่ 3.12 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 สำหรับส่งในช่องสัญญาณ srrdest1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4

การเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 สามารถอธิบายโดยใช้ตัวอย่างได้ดังต่อไปนี้ สมมุติว่าระบบมีจำนวนโนด 8 โนดและโนดที่กำลังพิจารณาคือโนดที่ 0 ไทม์สล็อตที่พิจารณามีค่า srrdest1 เท่ากับ 4 ดังนั้น d_2 คือ 1, 2 และ 3 และ ดังนั้น d_3 คือ 5, 6 และ 7 ดังรูปที่ 3.13 เมื่อโนดพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทาง srrdest1 และ d_2 แล้วแต่พบว่าไม่มีแพ็กเกตในปลายทางดังกล่าวเลยโนดก็จะเลือกแพ็กเกตจากปลายทาง d_3 ซึ่งจะพิจารณาแพ็กเกตดังนี้ โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากคิว vc5, vc6 และ vc7 ถ้ามีแพ็กเกตในคิวดังกล่าวโนดจะเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่มีความยาวมากที่สุด แต่ถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิวดังกล่าวโนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากคิว vd5, vd6 และ vd7 ถ้ามีแพ็กเกตในคิวดังกล่าวโนด

จะเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่มีความยาวมากที่สุด แต่ถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิวดังกล่าวโนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากคิว d5, d6 และ d7



ก) ปลายทาง srrdest, d_2 และ d_3

vc = voice packet queue

vd = video packet queue

d = data packet queue

ข) คิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest และ d_2 ของโนดที่ 0

รูปที่ 3.13 ปลายทาง srrdest1, d_2 และ d_3 และคิวของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทาง srrdest1, d_2 และ d_3 ของโนดที่ 0 สำหรับระบบที่มีโนดทั้งหมด 8 โนดสำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4

ส่วนที่ 2 สำหรับส่วนที่ 2 จะพิจารณาการเลือกแพ็กเกตคล้ายกับส่วนที่ 1 แต่เปลี่ยนจากปลายทาง srrdest1 เป็น srrdest2 และแพ็กเกตที่เลือกได้จะส่งโดยใช้ช่องสัญญาณ i

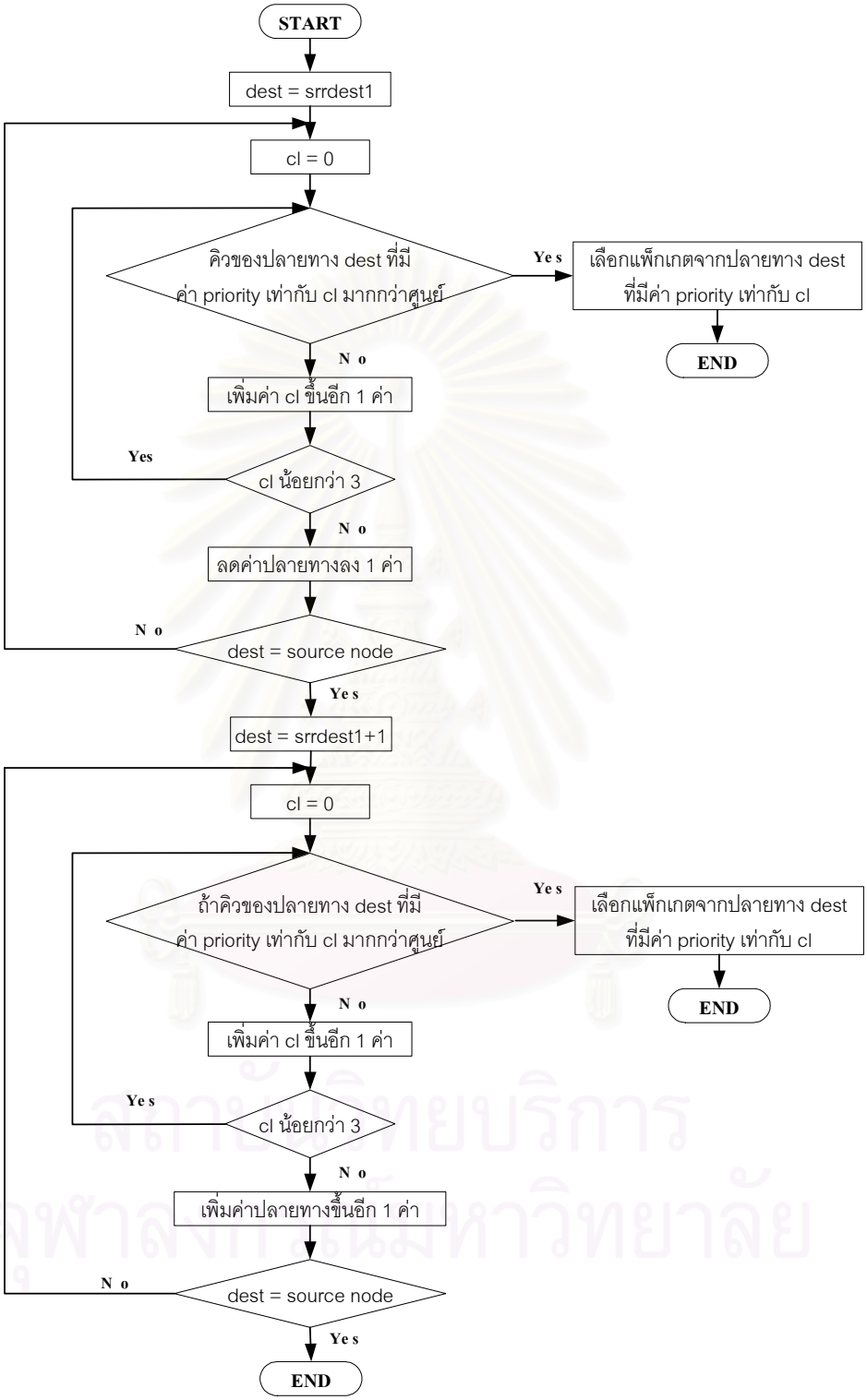
ส่วนที่ 3 โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีปลายทาง $|i+1|_M$ โดยเลือกแพ็กเกตเท่ากับจำนวนสล็อตว่างที่เหลือจากการส่งแพ็กเกตที่เลือกได้จากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 โดยโนดจะพิจารณาเลือกแพ็กเกตเสียงก่อน ถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงแล้วจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอ และแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ แพ็กเกตเหล่านี้จะถูกส่งโดยใช้สล็อตว่างที่เหลือจากการส่งแพ็กเกตที่เลือกได้จากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2

จ) วิธีการเลือกแพ็กเกตและช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกต แบบที่ 5

สำหรับวิธีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 นี้จะคล้ายกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 แต่ในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ในส่วนที่ 1 และ 2 จะกำหนดให้เลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่มีระยะทางไม่เกินปลายทาง srrdest1 และ srrdest2 ดังนั้นถ้าไม่มีแพ็กเกตในปลายทางดังกล่าวสล็อตของช่องสัญญาณที่ถูกกำหนดไว้ก็จะไม่ถูกใช้งานทำให้เป็นการสูญเสียแบนด์วิดท์โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ทั้งๆ ที่มีแพ็กเกตที่อยู่ที่ปลายทางนอกเหนือจากที่กำหนดไว้รอการส่ง ดังนั้นในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 นี้จะกำหนดว่าถ้าไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางไม่เกิน srrdest1 และ srrdest2 ในส่วนที่ 1 และ 2 ก็จะให้สามารถพิจารณาแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้ ซึ่งสามารถอธิบายวิธิการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 กำหนดให้ d_2 เป็นแพ็กเกตที่มีปลายทางไม่เกิน srrdest1 และ d_3 คือ แพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 ในขั้นแรกโนดจะพิจารณาแพ็กเกตในลักษณะเดียวกับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 นั้นคือพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทาง srrdest1 และปลายทาง d_2 โดยพิจารณาที่ปลายทางแต่ละแห่งและพิจารณาจากแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลตามลำดับ แต่ถ้าโนดพบว่าปลายทางทั้งหลายดังกล่าวไม่มีแพ็กเกตเลยโนดจะพิจารณาขั้นที่ 2 คือพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่มีระยะทางเกิน srrdest1 โดยโนดจะพิจารณาแพ็กเกตทีละปลายทางโดยเริ่มจากปลายทางที่อยู่ใกล้กับปลายทาง srrdest1 มากที่สุดก่อนโดยพิจารณาจากแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลตามลำดับ ถ้าปลายทางดังกล่าวไม่มีแพ็กเกตก็จะพิจารณาจากปลายทางถัดมาจนกว่าจะเลือกแพ็กเกตได้หรือจนกว่าจะพิจารณาทุกปลายทางแล้ว ถ้าสามารถเลือกแพ็กเกตได้โนดจะส่งแพ็กเกตที่เลือกได้โดยใช้สล็อตของช่องสัญญาณ srrdest1 รูปที่ 3.14 แสดงแผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 สำหรับส่งในช่องสัญญาณ srrdest1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.14 แผนภาพวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 สำหรับส่งในช่องสัญญาณ srrdest1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5

การเลือกแพ็กเกตสำหรับส่วนที่ 1 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 สามารถอธิบายโดยใช้ตัวอย่างได้ดังต่อไปนี้ สมมุติว่าระบบมีจำนวนโนด 8 โนดและโนดที่กำลังพิจารณาคือโนดที่ 0 ไทม์สล็อตที่พิจารณามีค่า srrdest1 เท่ากับ 4 ปลาย ดังนั้น d_2 คือ 1, 2 และ 3 และ ดังนั้น d_3 คือ 5, 6 และ 7 เช่นเดียวกับรูปที่ 3.16 เมื่อโนดพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทาง srrdest1 และ d_2 แล้วแต่พบว่าไม่มีแพ็กเกตในปลายทางดังกล่าวเลยโนดก็จะเลือกแพ็กเกตจากปลายทาง d_3 ซึ่งจะพิจารณาแพ็กเกตดังนี้ โนดจะพิจารณาแพ็กเกตเสียงจากคิว vc5 ถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงในคิวนั้นโนดจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอจากคิว vd5 และถ้าไม่มีแพ็กเกตในคิว vd5 โนดจะเลือกแพ็กเกตข้อมูลจากคิว d5 ถ้าที่ปลายทางที่ 4 ไม่มีแพ็กเกตสำหรับส่งโนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทาง 3, 2 และ 1 แทนโดยมีลำดับในการเลือกดังนี้ vc6, vd6, d6, vc7, vd7 และ d7

ส่วนที่ 2 สำหรับส่วนที่ 2 จะพิจารณาการเลือกแพ็กเกตคล้ายกับส่วนที่ 1 แต่เปลี่ยนจากปลายทาง srrdest1 เป็น srrdest2 และแพ็กเกตที่เลือกได้จะส่งโดยใช้ช่องสัญญาณ i

ส่วนที่ 3 โนดจะเลือกแพ็กเกตจากคิวที่มีปลายทาง $|i+1|_M$ โดยเลือกแพ็กเกตเท่ากับจำนวนสล็อตว่างที่เหลือจากการส่งแพ็กเกตที่เลือกได้จากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 โดยในส่วนที่ 3 นี้โนดจะพิจารณาเลือกแพ็กเกตเสียงก่อน ถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงแล้วจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอ และแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ แพ็กเกตเหล่านี้จะถูกส่งโดยใช้สล็อตว่างที่เหลือจากการส่งแพ็กเกตที่เลือกได้จากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2

3.2.2.1.2 ส่วนกลไกควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณ

ส่วนกลไกควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณ จะทำหน้าที่ควบคุมให้แต่ละโนดในโครงข่ายมีโอกาสในการเข้าถึงโครงข่ายอย่างเท่าเทียมกัน การควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณจะใช้แพ็กเกตพิเศษ เรียกว่า SAT ซึ่งจะมีการแยก SAT สำหรับปลายทางแต่ละปลายทางและประเภทแต่ละประเภทของทราฟฟิก (SAT_d^p หมายถึง SAT สำหรับปลายทาง d และทราฟฟิกประเภท p) โดย SAT_d^p จะถูกส่งไปรอบๆ วงแหวน โดยจะมีการกำหนดว่าในระหว่างการมาถึงของ 2 SAT_d^p โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตประเภท p และมีปลายทาง d ได้มากที่สุดเท่ากับจำนวน Q_d^p แพ็กเกต) ดังนั้นถ้าโนดส่งครบ Q_d^p แพ็กเกตก่อนที่ SAT_d^p จะวนกลับมาที่โนดนั้นอีกครั้ง โนดนั้นจะไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้อีก โดยปกติเมื่อ SAT_d^p มาถึงโนดซึ่งส่งแพ็กเกตตามจำนวนที่กำหนดแล้วโนดนั้นจะส่ง SAT_d^p ทันที แต่ถ้าโนดยังส่งแพ็กเกตไม่ครบตามจำนวนที่กำหนดและโนดนั้นยังมีแพ็กเกตในคิว SAT_d^p จะถูกประวิงไว้ที่โนดนั้นก่อน (เรียกสภาวะนี้ว่าสภาวะ NONSAT, nonsatisfies) จนกว่าโนดจะส่งแพ็กเกตครบตามจำนวนที่

กำหนดหรือจนกว่าคิวจะไม่มีแพ็กเกตเหลืออยู่ ในกรณีนี้ SAT_d^p อาจถูกประวิงไว้ที่โนดใดโนดหนึ่งนานซึ่งจะทำให้โนดอื่นที่ส่งแพ็กเกตได้ครบแล้วไม่สามารถส่งได้ทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์โดยไม่ถูกใช้งาน ดังนั้นในส่วนนี้จะกำหนดให้โนดที่มี SAT_d^p ถูกประวิงอยู่จะมีการเลือกแพ็กเกตตามหลักเกณฑ์ใหม่จนกว่าจะไม่มี SAT_d^p ถูกประวิงที่โนด หลักเกณฑ์ในการเลือกแพ็กเกตในกรณีที่มี SAT_d^p ถูกประวิงมีดังนี้

1) กรณีที่โนดประวิง SAT_d^p จำนวน 1 ตัว : โนดจะเลือกแพ็กเกตของทราฟฟิกประเภท p ที่มีปลายทางเป็น d สำหรับส่งในสล็อตที่ถูกทำกำหนดให้แต่ละโนดสามารถใช้ได้ จนสามารถส่งครบตามจำนวนที่ต้องส่งเสียก่อน เพื่อจะได้ส่ง SAT_d^p ไปให้โนดถัดไป แล้วจึงใช้หลักเกณฑ์ในการเลือกแพ็กเกตตามที่กำหนดไว้ในส่วนการจัดการเข้าถึงช่องสัญญาณตามเดิม โดยการเลือกแพ็กเกตในกรณีเกิดสภาวะ NONSAT สำหรับการเลือกแพ็กเกตแต่ละแบบจะแตกต่างกันเล็กน้อยดังนี้

สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ในแต่ละไทม์สล็อตโนดจะเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับ SAT_d^p ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT และส่งแพ็กเกตแรกที่เลือกได้โดยในไทม์สล็อตของช่องสัญญาณที่มีปลายทางตรงกับปลายทางของแพ็กเกตที่เลือกได้ (ซึ่งในที่นี้คือปลายทาง d) ถ้าแพ็กเกตแรกที่เลือกได้ไม่ตรงกับปลายทาง srrdest โนดจะเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับ SAT_d^p ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT อีกแพ็กเกตและส่งในสล็อตของช่องสัญญาณ srrdest

ส่วนในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2-5 ในแต่ละไทม์สล็อตโนดจะเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับ SAT_d^p ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT จำนวน 2 แพ็กเกตเพื่อส่งในสล็อตของช่องสัญญาณ srrdest1 และ i (i คือ หมายเลขโนดที่กำลังพิจารณา) ซึ่งถูกกำหนดไว้สำหรับแต่ละโนด

2) กรณีที่โนดประวิง SAT_d^p มากกว่า 1 ตัว : โนดจะเลือกแพ็กเกตของทราฟฟิกประเภท p ที่มีปลายทางเป็น d สำหรับส่งในสล็อตที่ถูกทำกำหนดให้แต่ละโนดสามารถใช้ได้ จนสามารถส่งครบตามจำนวนที่ต้องส่งเสียก่อน เพื่อจะได้ส่ง SAT_d^p ไปให้โนดถัดไป แล้วจึงใช้หลักเกณฑ์ในการเลือกแพ็กเกตตามที่กำหนดไว้ในส่วนการจัดการเข้าถึงช่องสัญญาณตามเดิม แต่เนื่องจากในกรณีนี้มี SAT_d^p ถูกประวิงมากกว่า 1 ตัว จึงสามารถมีรูปแบบในการเลือกแพ็กเกตได้หลายแบบ ดังนี้

แบบที่ 1 : เลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT_d^p ที่ถูกประวิงก่อนให้ครบตามจำนวนที่ต้องส่งเสียก่อน แล้วจึงเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT_d^p ที่ถูกประวิงตัวถัดไป

แบบที่ 2 : เลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT_d^p ที่มีลำดับความสำคัญสูงที่สุด คือ SAT ของทราฟฟิกเสียง ให้ครบตามจำนวนที่ต้องส่งเสียก่อน แล้วจึงเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT_d^p ที่มีลำดับความสำคัญรองลงมา คือ SAT ของทราฟฟิกวิดีโอ และข้อมูล

แบบที่ 3 : เลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT_d^p แต่ละตัวสลับกันไป

จากในการเลือกและการควบคุมการส่งแพ็กเกตที่มีการใช้ SAT ในการควบคุมการทำงานซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนและแต่ละส่วนก็มีวิธีที่แตกต่างกันหลายวิธี ดังนั้นในที่นี้จะสรุปวิธีการเลือกและการควบคุมการส่งแพ็กเกตที่มีการใช้ SAT ในการควบคุมการทำงานซึ่งจะมีทั้งหมด 10 วิธี โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่แบบที่ 1 ถึง แบบที่ 5 ส่วนการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณของแต่ละแบบจะแตกต่างกัน แต่ส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณจะเหมือนกันและเป็นแบบปกติคือไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบที่ 1 : ส่วนการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 1 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบปกติคือไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT
2) แบบที่ 2 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 2 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบปกติคือไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT
3) แบบที่ 3 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 3 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบปกติคือไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT
4) แบบที่ 4 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 4 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบปกติคือไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT
5) แบบที่ 5 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 5 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบปกติคือไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT

กลุ่มที่ 2 ได้แก่แบบที่ 6 ถึงแบบที่ 10 ส่วนการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณของแบบที่ 6 ถึง 10 จะเหมือนแบบที่ 1 ถึง 5 แต่ส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT และเนื่องจากวิธีการเร่งส่งแพ็กเกตสามารถมีได้ 3 แบบด้วยกันคือ แบบตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่สภาวะ NONSAT แบบตาม priority ของ SAT และแบบสลับกัน ดังนั้นการเลือกแบบที่ 6 ถึง 10 จึงสามารถแบบย่อยเป็น 3 แบบด้วยกัน ดังต่อไปนี้

6) แบบที่ 6 จะแบ่งออกเป็น 3 แบบด้วยกันดังนี้

แบบที่ 6.1 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 1 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่สภาวะ NONSAT

แบบที่ 6.2 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 1 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตาม priority ของ SAT

แบบที่ 6.3 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 1 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับ

7) แบบที่ 7 จะแบ่งออกเป็น 3 แบบด้วยกันดังนี้

แบบที่ 7.1 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 2 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่สภาวะ NONSAT

แบบที่ 7.2 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 2 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตาม priority ของ SAT

แบบที่ 7.3 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 2 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับ

8) แบบที่ 8 จะแบ่งออกเป็น 3 แบบด้วยกันดังนี้

แบบที่ 8.1 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 3 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่สภาวะ NONSAT

แบบที่ 8.2 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 3 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตาม priority ของ SAT

แบบที่ 8.3 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 3 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับ

9) แบบที่ 9 จะแบ่งออกเป็น 3 แบบด้วยกันดังนี้

แบบที่ 9.1 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 4 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่สภาวะ NONSAT

แบบที่ 9.2 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 4 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตาม priority ของ SAT

แบบที่ 9.3 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 4 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับ

10) แบบที่ 10 จะแบ่งออกเป็น 3 แบบด้วยกันดังนี้

แบบที่ 10.1 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 5 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่สภาวะ NONSAT

แบบที่ 10.2 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 5 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบตาม priority ของ SAT

แบบที่ 10.3 : ส่วนของการจัดการในการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบที่ 5 และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันจะเป็นแบบมีการเร่งส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับ

3.2.2.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ไม่มีการใช้ SAT ในการควบคุมการทำงาน

แนวคิดในการเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตโดยใช้ SAT ในการควบคุมในหัวข้อที่ 3.2.2.1 ซึ่งมี SAT ในการควบคุมการทำงานอาจจะมีข้อเสียที่ทำให้เกิดการใช้แบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณอย่างไม่คุ้มค่าดังนี้

1) การควบคุมการส่งแพ็กเกตโดยใช้ SAT ในการควบคุม อาจจะทำให้เกิดกรณีที่โนดส่งแพ็กเกตครบตามจำนวนที่กำหนดแล้วแต่ SAT ยังวนกลับมาไม่ถึงโนด ทำให้โนดไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้ทั้งๆ ที่มีแพ็กเกตที่จะส่งและมีสล็อตว่างเข้ามาที่โนดจึงเป็นการใช้แบนด์วิดท์ได้ไม่เต็มที่

2) เมื่อโนดเลือกแพ็กเกตที่จะส่งได้แล้ว โนดจะมีการกำหนดช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตสำหรับแพ็กเกตที่เลือกได้ การกำหนดช่องสัญญาณดังกล่าวจะทำให้เกิดความไม่ยืดหยุ่นในการส่งแพ็กเกตเพราะสล็อตของช่องสัญญาณที่เลือกสำหรับส่งแพ็กเกตอาจจะไม่ว่าง ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ก็จะทำให้แพ็กเกตที่เลือกไว้ไม่สามารถส่งได้

3) โนดจะมีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในช่องสัญญาณที่กำหนดเพียง 1 หรือ 2 แพ็กเกตเท่านั้น ส่วนแพ็กเกตที่เหลือจะเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเป็นโนดถัดไป และกำหนดให้ส่งในสล็อตของช่องสัญญาณที่เหลือ ซึ่งจำนวนแพ็กเกตที่มีปลายทางเป็นโนดถัดไปอาจมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนสล็อตว่างที่เข้ามาที่โนด ถ้าเกิดกรณีนี้โนดก็จะปล่อยให้สล็อตว่างผ่านโนดโดยไม่ถูกใช้งาน

ดังนั้นแนวคิดในหัวข้อนี้จะทำการออกแบบเพื่อปรับปรุงข้อเสียดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียดในการทำงานดังนี้

1) การเลือกและควบคุมการส่งแพ็กเกตจะกำหนดให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตได้ไม่จำกัด นั่นคือ ไม่มีการควบคุมการส่งโดยใช้ SAT เพื่อขจัดปัญหาที่โนดไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้เนื่องจาก SAT ยังเดินทางกลับมาไม่ถึงโนด

2) โนดจะเลือกแพ็กเกตตามจำนวนของสล็อตว่างของช่องสัญญาณที่เข้ามา และจะส่งแพ็กเกตในช่องสัญญาณต่างๆที่ว่างช่องสัญญาณใดก็ได้

3) โนดจะเลือกแพ็กเกตให้ได้ตามจำนวนสล็อตว่างของช่องสัญญาณที่เข้ามา โดยโนดจะเลือกแพ็กเกตเสียงจากคิวที่มีความยาวมากที่สุดก่อน ถ้ามีความยาวเท่ากันโนดก็จะเลือกปลายทางที่อยู่ไกลจากโนดต้นทางมากที่สุดเพราะแพ็กเกตจะต้องใช้เวลาในการเดินทางนานกว่าแพ็กเกตที่มีปลายทางใกล้โนดต้นทาง ถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงแล้วโนดก็จะเลือกแพ็กเกตวิดีโอ และแพ็กเกตข้อมูลโดยมีหลักการเลือกเช่นเดียวกับแพ็กเกตเสียง

3.2.2.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูล

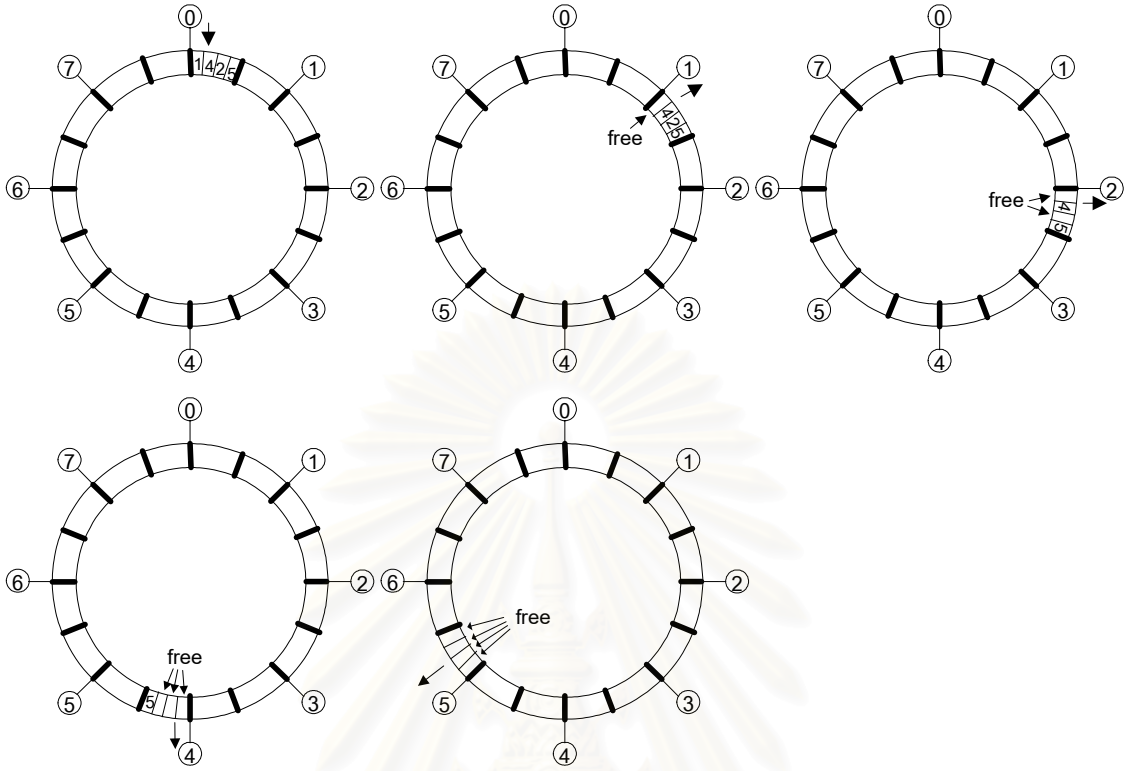
ในการส่งข้อมูลโดยใช้ลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบสล็อต ข้อมูลที่ต้องการจะส่งจะถูกแบ่งออกเป็นแพ็กเกตซึ่งมีขนาดพอดีกับขนาดของสล็อต โดยในแต่ละแพ็กเกตที่ส่งจะประกอบด้วยส่วนหัวของแพ็กเกตใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการส่งแพ็กเกต และส่วนข่าวสารซึ่งเป็นส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลที่ต้องการส่ง ดังนั้นข้อมูลที่ต้องการส่งจะต้องแบ่งออกเป็นส่วนย่อยที่มีขนาดเท่ากับส่วนข่าวสารแล้วนำไปประกอบกับส่วนหัวได้เป็นแพ็กเกตสำหรับส่งในสล็อตของช่องสัญญาณ จะเห็นได้ว่าถ้าข้อมูลมีความยาวมากจะต้องถูกแบ่งออกเป็นแพ็กเกตจำนวนมากทำให้ต้องสูญเสียแบนด์วิดท์ในการส่งส่วนหัวมากตามไปด้วย แต่ถ้ากำหนดให้ขนาดของส่วนข่าวสารมีขนาดใหญ่ขึ้นข้อมูลที่ต้องการส่งก็จะถูกแบ่งเป็นแพ็กเกตที่มีจำนวนน้อยลงซึ่งจะทำให้ต้องเสียแบนด์วิดท์ในการส่งส่วนหัวน้อยลงไปด้วย ทราฟฟิกวิดีโอและทราฟฟิกข้อมูลเป็นทราฟฟิกที่มีการกำเนิดบิตข่าวสารแบบเป็น burst และมีความยาวข้อมูลของแต่ละ burst ที่ต้องการส่งมาก ดังนั้นถ้าแบ่งข้อมูลของทราฟฟิกทั้ง 2 ประเภทให้มีขนาดของแพ็กเกตใหญ่ขึ้น จำนวนแพ็กเกตต่อข้อมูลก็จะลดลงซึ่งจะช่วยลดแบนด์วิดท์ในการส่งส่วนหัวได้ สำหรับทราฟฟิกเสียงที่มีการกำหนดบิตข่าวสารแบบคงที่และเป็นทราฟฟิกที่ต้องการส่งแบบเวลาจริงจึงต้องมีการกำหนดเวลาประวิงในการส่งแพ็กเกตจำกัด ดังนั้นขนาดของแพ็กเกตเสียงต้องมีขนาดที่ไม่ใหญ่เกินไปเพราะถ้ามีขนาดใหญ่มากเกินไปก็จะจำให้บิตต้นๆที่กำเนิดมาก่อนมีเวลาประวิงมากเกินไปทำให้ประสิทธิภาพในการส่งทราฟฟิกเสียงแย่ตามไปด้วย ดังนั้นการขยายขนาดของสล็อตจะใช้กับเฉพาะทราฟฟิกวิดีโอและทราฟฟิกข้อมูลเท่านั้น

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการออกแบบการเข้าใช้ช่องสัญญาณแบบสล็อต โดยกำหนดให้แพ็กเกตของทราฟฟิกข้อมูลและแพ็กเกตของทราฟฟิกวิดีโอ มีขนาดเท่ากับ m เท่าของแพ็กเกตของทราฟฟิกเสียง โดย m มีค่าเท่ากับ 2, 4, 8 เป็นต้น และ m จะเป็นตัวแปรที่ใช้ศึกษาผลของการขยายขนาดของแพ็กเกต เนื่องจากขนาดของแพ็กเกตจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุแพ็กเกตได้ ดังนั้นขนาดของสล็อตจะต้องถูกขยายให้มีขนาดใหญ่เท่ากับขนาดแพ็กเกตทราฟฟิกวิดีโอและทราฟฟิกข้อมูล การขยายขนาดของสล็อตมีผลต่อการส่งแพ็กเกตเสียงคือ สล็อตที่ขยายให้มีขนาดเป็น m เท่าของขนาดของแพ็กเกตเสียงจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ m แพ็กเกต ดังนั้นการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในแต่ละไทม์สล็อตจึงสามารถมีได้หลายแบบซึ่งแต่ละแบบจะมีรายละเอียดที่จะอธิบายในหัวข้อย่อยต่อไปนี้

3.2.2.3.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มีการเลือกแบบที่ 1

การเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในแบบที่ 1 นี้มีเป้าหมายในการส่งว่าในการส่งแพ็กเกตลงสู่สล็อตจะต้องบรรจุแพ็กเกตให้เต็มสล็อตเพื่อให้เกิดการใช้สล็อตอย่างคุ้มค่า นั่นคือ แพ็กเกตเสียงที่ต้องการส่งในแต่ละสล็อตจะต้องมีจำนวนเท่ากับ m แพ็กเกตและจะต้องมีปลายทางเหมือนกันทั้ง m แพ็กเกต สาเหตุที่กำหนดให้ต้องมีแพ็กเกตเสียงอย่างน้อย m แพ็กเกตจึงจะสามารถส่งสู่สล็อตก็เพื่อให้โนดมีการใช้สล็อตว่างที่เข้ามาที่โนดอย่างคุ้มค่า ถ้าโนดใช้สล็อตส่งแพ็กเกตเสียงไม่เต็มสล็อต สล็อตดังกล่างก็จะมีส่วนที่ไม่ถูกใช้งาน ถ้าในขณะที่เดินทางสู่โนดปลายทางมีโนดอื่นซึ่งมีแพ็กเกตเสียงพร้อมที่จะส่ง m แพ็กเกตซึ่งสามารถใช้สล็อตได้คุ้มค่ากว่า แต่โนดไม่สามารถใช้สล็อตได้เพราะสล็อตถูกใช้โดยโนดก่อนหน้าไปแล้ว ลักษณะเช่นนี้จะเป็นการใช้สล็อตได้ไม่เต็มที่และปิดกันไม่ให้โนดอื่นที่สามารถใช้สล็อตได้เต็มที่ได้ใช้สล็อต ส่วนสาเหตุที่กำหนดให้แพ็กเกต m แพ็กเกตที่จะส่งในสล็อตต้องมีปลายทางเดียวกันก็เพราะว่า ถ้าแต่ละแพ็กเกตมีปลายทางไม่เหมือนกัน ในระหว่างที่สล็อตเดินทางสู่ปลายทางที่ไกลที่สุดแพ็กเกตอื่นๆที่มีปลายทางใกล้กว่าจะได้รับไปและส่วนของสล็อตที่แพ็กเกตได้รับไปแล้วก็จะว่างลงทำและเดินทางไปจนถึงปลายทางสุดท้ายสล็อตจึงจะสามารถใช้ส่งได้อีกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 3.15 ลักษณะเช่นนี้ก็จะทำให้เกิดส่วนของสล็อตที่ว่างไม่ถูกใช้งาน วิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งสู่สล็อตสำหรับแบบที่ 1 สามารถอธิบายได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.15 สภาวะของสล็อตในกรณีที่มีการบรรจุแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกัน

เมื่อโนดตรวจจำนวนสล็อตว่างที่เข้ามาที่โนดแล้ว โนดจะเลือกแพ็กเกตสำหรับบรรจุในสล็อตว่างเท่ากับจำนวนสล็อตว่างหรือจนกว่าแพ็กเกตจะหมด ดังนี้

ขั้นที่ 1 พิจารณาแพ็กเกตเสียง ถ้าคิวของแพ็กเกตเสียงมีอย่างน้อย 1 คิวที่มีความยาวมากกว่า m แพ็กเกต โนดจะเลือกแพ็กเกตเสียงจำนวน m แพ็กเกตจากปลายทางที่มีความยาวมากที่สุดสำหรับบรรจุในสล็อตของช่องสัญญาณว่าง 1 สล็อต โนดจะเลือกโดยใช้ขบวนการเช่นนี้จนสามารถเลือกแพ็กเกตสำหรับบรรจุครบทุกสล็อตว่างหรือจนกว่าคิวของแพ็กเกตเสียงทุกคิวมีความยาวน้อยกว่า m แพ็กเกต

ขั้นที่ 2 ถ้าพิจารณาแพ็กเกตเสียงแล้วยังเลือกแพ็กเกตได้ไม่ครบตามจำนวนสล็อตว่างที่เข้ามา โนดจะพิจารณาแพ็กเกตวิดีโอ โดยเลือกแพ็กเกตวิดีโอจากปลายทางที่มีความยาวมากที่สุดจำนวน 1 แพ็กเกตสำหรับส่งใน 1 สล็อตของช่องสัญญาณ

ขั้นที่ 3 ถ้าพิจารณาแพ็กเกตวิดีโอแล้วยังเลือกแพ็กเกตได้ไม่ครบ โนดจะพิจารณาแพ็กเกตข้อมูล โดยเลือกแพ็กเกตข้อมูลจากปลายทางที่มีความยาวมากที่สุดจำนวน 1 แพ็กเกตสำหรับส่งใน 1 สล็อตของช่องสัญญาณ

3.2.2.3.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มีการเลือกแบบที่ 2

การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 อาจจะไม่มีประสิทธิภาพในกรณีที่โหลดต่ำหรือกรณีที่มีเปอร์เซ็นของทราฟฟิกเสียงต่ำ เพราะคิวของแพ็กเกตเสียงที่แต่ละปลายทางอาจจะมีความยาวน้อยกว่า m ทำให้แพ็กเกตเสียงเหล่านั้นไม่ถูกเลือกสำหรับส่งในสล็อต ถ้าคิวของแพ็กเกตเสียงที่ความยาวน้อยกว่า m เป็นระยะเวลานานเกินค่าประวิงเวลาที่กำหนดไว้แพ็กเกตเสียงเหล่านั้นก็จะถูกดร็อปได้ ดังนั้นในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 นี้จะแก้ไขข้อเสียดังกล่าวโดยการเพิ่มขั้นที่ 4 คือ ในกรณีที่โนดเลือกแพ็กเกตตามขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 3 เสร็จแล้วแต่ยังมีสล็อตว่างในช่องสัญญาณ โนดจะพิจารณาคิวของแพ็กเกตเสียงอีกครั้ง ว่ามีแพ็กเกตเสียเหลือที่ต้องการจะส่งอีกหรือไม่ ถ้ามีแพ็กเกตเสียงเหลือในคิว โนดจะเลือกแพ็กเกตเสียงจากคิวที่มีความยาวมากที่สุดสำหรับบรรจุในช่องสัญญาณ 1 ช่องสัญญาณ การเลือกแบบที่ 2 นี้โนดจะยอมส่งแพ็กเกตเสียงจำนวนน้อยกว่า m โดยโนดจะเลือกในลักษณะเช่นนี้จนได้แพ็กเกตสำหรับส่งทุกสล็อตที่ว่างหรือจนไม่มีแพ็กเกตเสียงแล้ว

3.2.2.3.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มีการเลือกแบบที่ 3

สำหรับการเลือกแพ็กเกตในแบบที่ 3 นี้จะพัฒนาจากการเลือกแพ็กเกตในแบบที่ 2 คือ กรณีที่เลือกแพ็กเกตในขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 3 เรียบร้อยแล้ว ยังมีสล็อตว่างในช่องสัญญาณและมีแพ็กเกตเสียงที่ต้องการจะส่ง แต่คิวของแพ็กเกตเสียงเหล่านั้นยาวน้อยกว่า m แพ็กเกต โนดจะยอมให้ส่งแพ็กเกตของเสียงที่มีปลายทางต่างกันในสล็อตเดียวกันได้ โดยโนดจะเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่ไกลที่สุดก่อนแล้วจึงเลือกแพ็กเกตจากปลายทางรองลงมาสำหรับบรรจุใน 1 สล็อต โนดจะเลือกในลักษณะเช่นนี้จนได้แพ็กเกตสำหรับส่งทุกสล็อตที่ว่างหรือจนไม่มีแพ็กเกตเสียงแล้ว สำหรับสล็อตที่มีแพ็กเกตที่มีปลายทางไม่เหมือนกันเมื่อเดินทางถึงปลายทางสุดท้ายแล้วจะถูกโนดสุดท้ายนำแพ็กเกตออกและปล่อยให้เป็นสล็อตว่าง

จากวิธีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 3 จะพบว่าวิธีการเลือกในแบบที่ 2 นั้นสล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตเสียงอาจจะเกิดที่ว่างในบางส่วนของสล็อตเพราะโนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงแบบไม่เต็มสล็อตได้ ส่วนแบบที่ 3 โนดสามารส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางต่างกันในสล็อตเดียวกันได้ เมื่อแพ็กเกตของเสียงบางแพ็กเกตที่ถึงปลายทางก่อนที่สล็อตจะเดินทางถึงปลายทางสุดท้ายสล็อตก็จะมีส่วนว่างเกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าวิธีการเลือกแบบที่ 2 และแบบที่ 3 สล็อตที่ใช้ส่งแพ็กเกตเสียงสามารถเกิดส่วนที่ว่างได้ ส่วนที่ว่างนี้จะ

เดินทางจนถึงปลายทางสุดท้าย สล็อตถึงจะสามารถถูกใช้ได้อีกครั้ง ดังนั้นเพื่อเป็นการใช้ส่วนที่ว่างให้คุ้มค่าจะกำหนดให้โนดต่างๆที่เห็นสล็อตมีส่วนที่ว่างนี้สามารถใช้ส่วนที่ว่างดังกล่าวในการส่งแพ็กเกตเสียงได้ นั่นคือเมื่อโนดเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในสล็อตว่างที่เข้ามาได้ครบแล้ว โนดจะส่งแพ็กเกตที่เลือกได้ในสล็อตว่างของช่องสัญญาณต่างๆ ในขณะเดียวกันโนดจะพิจารณาสล็อตที่มีแพ็กเกตบรรจุอยู่แล้ว ถ้าเป็นสล็อตที่บรรจุแพ็กเกตเสียงและมีส่วนว่าง โนดจะเลือกแพ็กเกตเสียงใส่ลงในส่วนว่างดังกล่าว โดยจะพิจารณาเฉพาะแพ็กเสียงที่มีระยะทางน้อยกว่าหรือเท่ากับระยะทางของแพ็กเกตเสียงปลายทางสุดท้ายที่อยู่ในสล็อตนั้น วิธีการเลือกแพ็กเกตเพื่อส่งในส่วนว่างของสล็อตสามารถเลือกได้หลายวิธี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในส่วนว่างของสล็อต วิธีที่ 1 โนดเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางใกล้กับปลายทางสุดท้ายของสล็อตมากที่สุดก่อน

2) การเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในส่วนว่างของสล็อต วิธีที่ 2 โนดเลือกแพ็กเกตเสียงที่ใกล้จะถูกดร็อปมากที่สุดก่อน

ดังนั้นสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 จะสามารถแบ่งแยกวิธีในการเลือกแพ็กเกตได้เป็น 3 วิธีด้วยกันนั่นคือ

แบบที่ 2.1 การเลือกแพ็กเกตจะไม่มีการส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่าง

แบบที่ 2.2 การเลือกแพ็กเกตจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่มีส่วนว่างได้ โดยเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่ใกล้กับปลายทางสุดทางที่สุด

แบบที่ 2.3 การเลือกแพ็กเกตจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่มีส่วนว่างได้ โดยเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือกเวลารอในคิวน้อยที่สุด

สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะสามารถแบ่งแยกวิธีในการเลือกแพ็กเกตได้เป็น 3 วิธีด้วยกันนั่นคือ

แบบที่ 3.1 การเลือกแพ็กเกตจะไม่มีการส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่าง

แบบที่ 3.2 การเลือกแพ็กเกตจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่มีส่วนว่างได้ โดยเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่ใกล้กับปลายทางสุดทางที่สุด

แบบที่ 3.3 การเลือกแพ็กเกตจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่มีส่วนว่างได้ โดยเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือกเวลารอในคิวน้อยที่สุด

บทที่ 4

การทดสอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบมี SAT ในการควบคุมการทำงาน

เนื้อหาในบทที่ 4 นี้กล่าวถึงแบบจำลองของระบบที่ใช้สำหรับการทดสอบสมรรถนะการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอ และการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เสนอแบบมี SAT ในการควบคุมการทำงาน ดังหัวข้อต่อไปนี้

4.1 แบบจำลองของระบบที่ใช้สำหรับการทดสอบสมรรถนะของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางเดิม

สำหรับการทดสอบและการเปรียบเทียบสมรรถนะของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางเดิม คือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง MTIT การควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง SRRR และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง CROWN จะกระทำภายใต้ข้อกำหนดและขอบเขตของแบบจำลองระบบดังนี้

1. โครงข่ายวงแหวนประกอบด้วยโนดซึ่งกำหนดให้มีระยะห่างระหว่างโนดแต่ละโนดเท่ากัน โนดแต่ละโนดประกอบด้วยแหล่งกำเนิด 3 ชนิด ได้แก่ เสียง วิดีโอ และข้อมูล จำนวนแหล่งกำเนิดแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับปริมาณโหลดและสัดส่วนของแหล่งกำเนิดแต่ละชนิดที่ทำการทดสอบ
2. ลักษณะของทราฟฟิกที่พิจารณาจะเป็นแบบโหลดสมดุล คือ ทราฟฟิกที่กำเนิดที่โนดหนึ่งจะกระจายสู่โนดอื่นๆ อย่างเท่าเทียมกัน
3. ค่าพารามิเตอร์ที่จะใช้ในการแสดงถึงสมรรถนะของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางจะประกอบด้วย 3 ค่าหลัก คือ ค่าวิสัยสามารถ, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง และ แพ็กเกตวิดีโอ และค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล

แบบจำลองของระบบที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ แบบจำลองของโครงข่ายวงแหวน แบบจำลองของช่องสัญญาณและแบบจำลองของทราฟฟิก ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

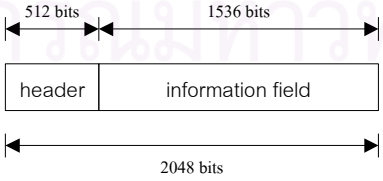
4.1.1 แบบจำลองของโครงข่ายวงแหวน

ข้อกำหนดของแบบจำลองโครงข่ายวงแหวนที่ใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบสมรรถนะของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางเดิม สามารถอธิบายได้ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงข่ายวงแหวนที่ใช้ในการจำลองแบบประกอบด้วยโนดจำนวน 8 โนด และมีช่องสัญญาณในการส่งข้อมูลจำนวน 8 ช่องสัญญาณ โดยอัตราข้อมูลของช่องสัญญาณแต่ละช่องมีค่าเท่ากับ 100 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) [12]
2. ความยาวของโครงข่ายทั้งหมดเท่ากับ 262 กิโลเมตร คิดเป็นจำนวนสล็อตทั้งหมดเท่ากับ 56 สล็อต นั่นคือแต่ละโนดห่างกัน 7 สล็อต

4.1.2 แบบจำลองแพ็กเกตสำหรับบรรจุในสล็อตของช่องสัญญาณ

ขนาดของแพ็กเกตและสล็อตปกติสำหรับทราฟฟิกทั้ง 3 ชนิดมีความยาว 2048 บิตดังรูปที่ 4.1 โดยประกอบไปด้วยบิตส่วนหัว (header bits) จำนวน 512 บิต [13] และบิตส่วนข่าวสาร (information bits) 1536 บิต ส่วนบิตหัวนี้จะเก็บข้อมูลสำคัญที่ใช้สำหรับส่งแพ็กไปยังปลายทางที่ต้องการซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนกั้นเขตเริ่มต้น (starting delimiter) 8 บิต หมายเลขโนดต้นทาง (source node) และหมายเลขโนดปลายทาง (destination node) อย่างละ 8 บิต สภาวะของสล็อตว่าเป็นสล็อตว่างหรือสล็อตเต็ม 1 บิต, ประเภทของแพ็กเกตที่ส่งในสล็อต 2 บิต IP address ของโนดต้นทางและโนดปลายทางสำหรับการส่ง แพ็กเกตในโครงข่ายอินเตอร์เนตจำนวนอย่างละ 64 บิต port number ของต้นทางและปลายทางจำนวนอย่างละ 16 บิต ลำดับของแพ็กเกต 32 บิต ความยาวของส่วนข่าวสาร 16 บิต และส่วนตรวจสอบความผิดผลาด 16 บิต



รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของแพ็กเกตสำหรับส่งทราฟฟิกเสียง วิดีโอและข้อมูล

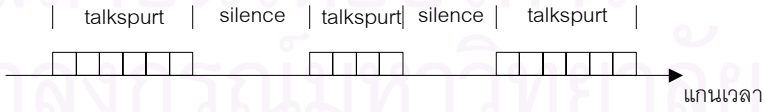
สำหรับแนวคิดในการพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการขยายขนาดของแพ็กเกตของทราฟฟิกวิดีโอและข้อมูลให้เท่ากับ m เท่าของแพ็กเกตปกติ (โดยค่า m ที่ทำการทดสอบจะมีค่า 2, 4, 8, 16 หรือ 32) ซึ่งขนาดของสล็อตก็จะมีขนาดเท่ากับขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลด้วย สำหรับแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลลักษณะนี้จะมีขนาด 2, 4 หรือ 8 เท่าของ 2048 บิต โดยมีบิตส่วนหัวเท่าเดิมคือ 512 บิต แต่ขนาดบิตส่วนข่าวสารจะมีค่ามากขึ้นแตกต่างกันไป คือ 3845, 7941 หรือ 16133 บิตตามลำดับเป็นต้น

4.1.3 แบบจำลองของทราฟฟิก

วิทยานิพนธ์นี้จะทำการออกแบบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่าย WDM แบบวงแหวนสำหรับรองรับทราฟฟิกเสียง ทราฟฟิกวิดีโอและทราฟฟิกข้อมูล โดยคุณลักษณะของทราฟฟิกแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.3.1 แบบจำลองของทราฟฟิกเสียง

เสียงที่จะทำการพิจารณาในงานวิจัยนี้คือเสียงที่เป็นการสนทนาของมนุษย์ (speech) โดยลักษณะของทราฟฟิกเสียงจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วง talkspurt และช่วง silence รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะการกำเนิดของทราฟฟิกเสียง ช่วง silence จะเป็นช่วงเงียบที่ไม่มีการส่งข่าวสาร ส่วนในช่วง talkspurt คือช่วงที่มีข่าวสารในการส่ง โดยจะมีอัตราการกำเนิดบิตข่าวสารคงที่ (8, 32, 64 กิโลบิตต่อวินาที) ทราฟฟิกประเภทนี้ต้องการการส่งแบบเวลาจริง (real time) โดยแพ็กเกตเสียงแต่ละแพ็กเกตมีระยะเวลาจำกัดในการส่ง ถ้าล่วงเลยค่าเวลานี้แพ็กเกตก็จะถูกลบทิ้ง (discard) ไป ซึ่งค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงจะต้องไม่เกิน 0.01 สำหรับค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงนี้จะเป็นพารามิเตอร์สำคัญที่บ่งบอกถึงคุณภาพของการให้บริการแก่ทราฟฟิกประเภทเสียง



รูปที่ 4.2 ลักษณะการกำเนิดของทราฟฟิกเสียง

สำหรับในวิทยานิพนธ์นี้จะกำหนดให้ช่วง talkspurt และ silence ของทราฟฟิกเสียงมีการแจกแจงทางสถิติแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างการเกิดเหตุการณ์เท่ากับ 0.17 และ 0.41

วินาทีตามลำดับ อัตราการกำเนิดบิตเสียงในช่วง talkspurt เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที แพ็กเกตเสียงสามารถทนเวลาประวิงได้ 45 มิลลิวินาที โดยจะมีค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปของแพ็กเกตไม่เกิน 0.01 [8]

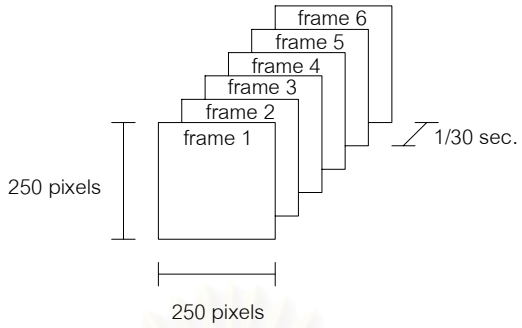
4.1.3.2 แบบจำลองของทราฟฟิกวิดีโอ

ลักษณะของทราฟฟิกวิดีโอที่จะทำการพิจารณาในงานวิจัยนี้เป็นแบบ Continuous-State Autoregressive Markov Model [14] แบบจำลองดังกล่าวมีการกำเนิดบิตข้อมูลในลักษณะเป็นเฟรม (frame) โดยมีอัตราการกำเนิดเฟรมคงที่ คือ 30 เฟรมต่อวินาที แต่ละเฟรมมีขนาดเท่ากับ 250×250 จุดภาพ (pixels) ดังแสดงในรูปที่ 4.3 โดยจำนวนบิตต่อจุดภาพในเฟรมแต่ละเฟรมจะมีค่าไม่เท่ากันซึ่งก็จะทำให้จำนวนบิตในเฟรมแต่ละเฟรมมีจำนวนไม่เท่ากันด้วย ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองทราฟฟิกวิดีโอจะอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ 4.1 ในการคำนวนหาจำนวนบิตต่อจุดภาพในเฟรมแต่ละเฟรมแล้วจึงนำค่าที่คำนวณได้จากสมการที่ 4.1 ไปคูณกับขนาดของเฟรมก็จะได้เป็นจำนวนบิตที่ต้องส่งในเฟรมนั้น

$$\lambda(n) = a\lambda\,(n-1) + b\omega(n) \qquad (4.1)$$

จากสมการที่ 4.1 $\lambda(n)$ คือ จำนวนบิตต่อจุดภาพในเฟรมที่ n, a = 0.8781 และ b = 0.1108 เทอมแรกของสมการบอกความสัมพันธ์ในส่วนที่เหมือนกันระหว่างเฟรมปัจจุบัน (เฟรมที่ n) กับเฟรมก่อนหน้า (เฟรมที่ n-1) เทอมที่ 2 ของสมการบอกความสัมพันธ์ในส่วนที่แตกต่างกันระหว่างเฟรมปัจจุบันกับเฟรมก่อนหน้า โดย $\omega(n)$ มีการแจกแจงทางสถิติแบบเกาส์เซียน (Gaussian) ด้วยค่าเฉลี่ย (mean) 0.572 และค่าความแปรปรวน (variance) 1 (บิตต่อจุดภาพ)^2 ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของจำนวนบิตต่อจุดภาพเท่ากับ 0.52 บิตต่อจุดภาพและ 0.23 (บิตต่อจุดภาพ)^2 ตามลำดับ

ทราฟฟิกประเภทวิดีโอเป็นทราฟฟิกที่ต้องการส่งแบบเวลาจริงเช่นเดียวกันกับทราฟฟิกเสียง โดยมีค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอได้ไม่เกิน 0.001 และเฟรมแต่ละเฟรมสามารถทนเวลาประวิงได้ 45 มิลลิวินาที



รูปที่ 4.3 ลักษณะการกำเนิดทราฟฟิกวิดีโอ

4.1.3.3 แบบจำลองของทราฟฟิกข้อมูล

ทราฟฟิกประเภทข้อมูลจะมีการกำเนิดในลักษณะ message ดังแสดงในรูปที่ 4.4 โดยมีการแจกแจงทางสถิติของอัตราการมาถึง (Arrival rate) ของแต่ละ message เป็นแบบปัวส์ซง (Poisson) และการแจกแจงตัวทางสถิติของความยาวของ message แต่ละ message เป็นแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential) [15] ลักษณะของทราฟฟิกข้อมูลจะแตกต่างจากทราฟฟิกประเภทเสียงประเภทวิดีโอ คือ สามารถทนการประวิงได้สูงแต่ในการส่ง message แต่ละ message จะต้องไม่เกิดการดร็อปของแพ็กเกตขึ้นเลย

รูปที่ 4.4 ลักษณะการกำเนิดทราฟฟิกข้อมูล

สำหรับ 5 หัวข้อถัดไปจะขอกล่าวถึงการทดสอบประสิทธิภาพและการเปรียบเทียบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR และ CROWN กับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มี SAT ในการควบคุมที่นำเสนอแบบต่างๆ ดังนี้ คือ หัวข้อที่ 4.2 จะกล่าวถึงการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR และ CROWN ที่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีที่สุดสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบเพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบต่างๆ หัวข้อที่ 4.3 จะกล่าวถึงการทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มี SAT ในการควบคุมที่นำเสนอแบบต่างๆ ที่ค่า SRRthreshold และ quota ต่างๆ กันเพื่อหาค่า

quota และค่า SRRthreshold ที่สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีที่สุดสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบ หัวข้อที่ 4.4 จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มี SAT ในการควบคุมที่นำเสอนแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 5 หัวข้อที่ 4.5 จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มี SAT ในการควบคุมที่นำเสนอแบบที่ 6 ถึงแบบที่ 10 และหัวข้อที่ 4.6 จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR และ CROWN กับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่มี SAT ในการควบคุมที่นำเสนอที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดที่ได้จากหัวข้อที่ 4.4 และ 4.5

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR และ CROWN ที่ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

เนื่องจากประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR และ CROWN จะขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ ดังนี้คือ

1. ประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT จะขึ้นอยู่กับค่า target token inter-arrival time (TTIT) [1]
2. ประสิทธิภาพของการการควบคุมเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR จะขึ้นอยู่กับค่า quota และค่า SRRthreshold [2]
3. ประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ CROWN จะขึ้นอยู่กับจำนวน switched delay lines (SDL) [7]

ดังนั้นในหัวข้อนี้จะทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR และ CROWN ที่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีที่สุดสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบ โดยในการทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีที่สุดนั้นจะทดสอบที่สัดส่วนทราฟฟิก 4 แบบด้วยกัน ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 สัดส่วนนี้จะทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ระบบซึ่งมี ทราฟฟิกข้อมูลเป็นส่วนใหญ่และมีทราฟฟิกเสียงและวิดีโอเป็นส่วนน้อย โดยสัดส่วนนี้จะประกอบด้วย ทราฟฟิกเสียง 10%, ทราฟฟิกวิดีโอ 10% และทราฟฟิกข้อมูล 80%

สัดส่วนที่ 2 สัดส่วนนี้จะทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ระบบซึ่งมีทราฟฟิกวิดีโอเป็นส่วนใหญ่และมีทราฟฟิกเสียงและข้อมูลเป็นส่วนน้อย โดยสัดส่วนนี้จะประกอบด้วยทราฟฟิกเสียง 10%, ทราฟฟิกวิดีโอ 80% และทราฟฟิกข้อมูล 10%

สัดส่วนที่ 3 สัดส่วนนี้จะทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ระบบซึ่งมีทราฟฟิกเสียงเป็นส่วนใหญ่และมีทราฟฟิกวิดีโอและข้อมูลเป็นส่วนน้อย โดยสัดส่วนนี้จะประกอบด้วยทราฟฟิกเสียง 80%, ทราฟฟิกวิดีโอ 10% และทราฟฟิกข้อมูล 10%

สัดส่วนที่ 4 สัดส่วนนี้จะทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ระบบซึ่งมีทราฟฟิกเสียง ทราฟฟิกวิดีโอและทราฟฟิกข้อมูลเท่าๆ กัน โดยสัดส่วนนี้จะประกอบด้วยทราฟฟิกเสียง 33.33%, ทราฟฟิกวิดีโอ 33.33% และทราฟฟิกข้อมูล 33.33%

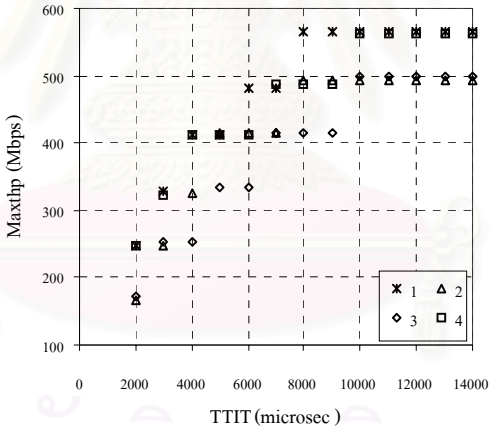
โดยค่าพารามิเตอร์ที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจะพิจารณามาจากทั้ง 4 สัดส่วน

4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า TTIT ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT

ในการทดสอบผลของพารามิเตอร์ TTIT ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT จะทำการทดสอบที่ค่า TTIT เท่ากับ 2000 ถึง 14000 มิลลิวินาที สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ ในการแสดงประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT ที่ค่า TTIT จะใช้ค่าวิสัยสามารถสูงสุด (Maximum throughput, Maxthp) ที่ระบบสามารถให้บริการได้ โดยที่ระบบยังสามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพและมีค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง (Pvocdrop) และแพ็กเกตวิดีโอ (Pvdodrop) ไม่เกิน 1% และ 0.1% ตามลำดับ รูปที่ 4.5 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT ที่ค่า TTIT ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าที่สัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบจะมีลักษณะของ Maxthp คล้ายกันคือ เมื่อค่า TTIT มีค่ามากขึ้นจะได้ค่า Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่ค่า TTIT ต่ำเมื่อโนดสามารถครอบครองโทเคนได้จะมีเวลาเหลือสำหรับส่งข้อมูล (เท่ากับ TTIT – TIAT ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.3.1) ไม่สูงมากจึงทำให้สามารถส่งข้อมูลได้น้อยก็ต้องปล่อยโทเคนสู่โนดอื่น การที่โนดแต่ละโนดสามารถส่งข้อมูลได้น้อยในแต่ละครั้งที่โทเคนมาถึงทำให้โนดต้องรอการมาถึงของโทเคนบ่อยขึ้นเพื่อส่งข้อมูลได้ครบและเนื่องจากในระหว่างที่โทเคนเดินทางจากโนดหนึ่งสู่โนดอื่นๆ นั้นจะไม่มีโนดใดสามารถส่งข้อมูลโดยใช้โทเคนนั้นได้จึงทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงเวลานั้นไปด้วย ดังนั้นถ้าโนดสามารถส่งข้อมูลได้น้อยในแต่ละครั้งที่ได้รับโทเคนก็ทำให้โทเคนต้องเดินทางในวงแหวนเป็นจำนวนรอบมากขึ้นซึ่งก็เท่ากับเป็นการเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากการเดินทางระหว่างโนดมากขึ้นจึงทำให้สามารถรองรับโหลดได้ต่ำ แต่ที่ TTIT มีค่าสูงเมื่อแต่ละโนดได้ครอบครองโทเคนก็จะสามารถส่งข้อมูลได้มากขึ้นเพราะมีเวลาเหลือสำหรับส่งข้อมูล

(เท่ากับ TTIT – TIAT ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.3.1) สูงขึ้นจึงทำให้โทเคนเดินทางในวงแหวนเป็นจำนวนรอบน้อยลงเป็นผลให้สูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากการเดินทางน้อยลงไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า Maxthp สูงที่สุดที่ระบบรองรับได้ที่สัดส่วนที่ 1 และ 4 มากกว่าที่สัดส่วนที่ 2 และ 3 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนที่ 2 และ 3 มีสัดส่วนของทราฟฟิกวิดีโอและเสียงสูงมากซึ่งทราฟฟิกทั้ง 2 ชนิดนี้มีการจำกัดเวลาในการส่งแต่เนื่องจากโนดจะสามารถส่งข้อมูลได้ก็ต่อเมื่อสามารถครอบครองโทเคนได้จึงทำให้ทราฟฟิกวิดีโอและเสียงต้องรอนานทำให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงจึงทำให้สามารถรองรับ Maxthp สูงสุดได้น้อยกว่าที่สัดส่วนที่ 1 และ 4 ซึ่งมีสัดส่วนของทราฟฟิกเสียงและวิดีโอไม่สูงจึงทำให้มี Pvocdrop และ Pvdodrop ไม่สูงมากค่า Maxthp จึงพิจารณาจากค่าโหลดที่ระบบสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากที่สุด (Maxdatload) โดยที่ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (Dmessage) ยังมีค่าจำกัดซึ่งจะมีค่าสูงเพราะทราฟฟิกข้อมูลสามารถรอการส่งได้ดังนั้นที่สัดส่วนที่ 1 และ 4 จึงสามารถรองรับโหลดได้สูงกว่าที่สัดส่วนที่ 2 และ 3 เมื่อพิจารณาค่า TTIT ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับทุกสัดส่วนโหลดพบว่าค่า TTIT ที่เหมาะสม คือ TTIT มากกว่า 10 มิลลิวินาที



รูปที่ 4.5 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT ที่ค่า TTIT ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR

ในการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR จะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต และค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 ถึง 20 แพ็กเกต รูปที่ 4.6 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR ที่ค่า quota และค่า SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ ซึ่งสามารถอธิบายผลของค่า quota และค่า SRRthreshold ที่สัดส่วนโหลดต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อค่า quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะว่า เมื่อ quota มีค่าต่ำโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้น้อย ทำให้ต้องสูญหายเวลาในการรอรอบใหม่ของ SAT ซึ่งระหว่างที่รอรอบใหม่ของ SAT โนดอาจจะมีแพ็กเกตที่ต้องการส่งและช่องสัญญาณก็มีสล็อตว่างสำหรับส่งด้วยแต่โนดก็ไม่สามารถส่งได้เพราะว่าได้ส่งแพ็กเกตครบจำนวน quota แล้ว ทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงระหว่างรอรอบใหม่ของ SAT จึงเป็นผลให้สามารถรองรับโหลดได้ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นก็จะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นซึ่งก็จะทำให้เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากการรอรอบใหม่ของ SAT น้อยลงจึงทำให้สามารถรองรับโหลดได้สูงขึ้น ดังนั้นที่สัดส่วนนี้ซึ่งมีจำนวนแพ็กเกตข้อมูลจำนวน 80% เมื่อกำหนดให้ quota มีค่าสูงก็จะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากทำให้สามารถรองรับโหลดทราฟฟิกข้อมูลได้สูงจึงได้ Maxthp สูงขึ้น

สำหรับ SRRthreshold พบว่ามีผลต่อ Maxthp เมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 100 แพ็กเกต นั่นคือเมื่อ SRRthreshold มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่า ที่ quota มากกว่า 100 แพ็กเกตโนดสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้สูง เมื่อกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำโนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีปลายทางเกิน srrdest ได้มากจึงสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้น้อย จึงเป็นผลทำให้ที่ SRRthreshold ค่าต่ำสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อย ดังนั้นจึงได้ค่า Maxthp ต่ำกว่าเมื่อ SRRthreshold สูง ส่วนเมื่อ quota ต่ำกว่า 100 แพ็กเกตพบว่า SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp ทั้งนี้เพราะว่า ที่ quota ต่ำกว่า 100 แพ็กเกตโนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลในแต่ละรอบของ SAT ได้น้อย แม้ว่าการกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าสูงจะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้บ่อยมากกว่าเมื่อกำหนด SRRthreshold มีค่าต่ำแต่เนื่องจากโนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อย ดังนั้นถึงแม้โนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลสำหรับส่งได้บ่อยแต่ก็ไม่สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มาก จึงเป็นผลทำให้การกำหนด SRRthreshold ค่าสูงได้ค่า Maxthp ไม่แตกต่างจากเมื่อกำหนด SRRthreshold ค่าต่ำเมื่อ quota มีค่าต่ำ

จากรูปที่ 4.6 (ก) พบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดสำหรับสัดส่วนที่ 1 นี้คือ quota มีค่าตั้งแต่ 1000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 1 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้จะมีค่ามากขึ้นเมื่อ quota มากขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota มีค่าต่ำจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอในแต่ละรอบของ SAT ได้น้อย และเสียแบนด์วิดท์ในการรอรอบถัดไปของ SAT มากจึงทำให้มีค่า Pvdodrop สูง นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตวิดีโอได้น้อยยังทำให้โนดสามารถเลือกและส่งแพ็กเกตข้อมูลซึ่งเป็นแพ็กเกตที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตวิดีโอได้น้อยด้วยเป็นผลทำให้สามารถรองรับทราฟฟิกข้อมูลได้น้อยด้วย ดังนั้นที่ค่า quota ต่ำจึงได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นจึงทำให้มีแพ็กเกตวิดีโอเหลืออยู่ในคิวน้อยจึงทำให้มีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตข้อมูลมากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงทำให้ค่า Pvdodrop ต่ำลงและสามารถรองรับทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นเมื่อ quota มีค่าสูงจะทำให้สามารถได้ Maxthp สูงกว่าเมื่อ quota มีค่าต่ำ สำหรับค่า SRRthreshold พบว่ามีผลต่อ Maxthp เมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 1000 แพ็กเกต

จากรูปที่ 4.6 (ข) พบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดสำหรับสัดส่วนที่ 2 นี้คือ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 2 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับสัดส่วนนี้มีค่ามากขึ้นเมื่อ quota มากขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota มีค่าต่ำโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงซึ่งมีจำนวน 80% ได้น้อยในแต่ละรองของ SAT ทำให้แพ็กเกตต้องรอในการส่งรอบถัดไปของ SAT นานเป็นผลทำให้แพ็กเกตเสียงถูก discard มากทำให้ได้ค่า Pvocdrop สูง และเนื่องจาการที่สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ช้าจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงอยู่ในคิวของโนดมากเป็นผลให้ในแต่ละไทม์สล็อตโนดสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงได้น้อยเพราะยังมีแพ็กเกตเสียงอยู่ในคิวอยู่มาก จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งต้องรอในคิวนานถูก discard มากเป็นผลได้ Pvdodrop สูงและทำให้สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อยจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้มากขึ้นในแต่ละรอบของ SAT ทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้เร็วขึ้นจึงทำให้ค่า Pvocdrop ลดลง นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้นทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวน้อยลงเป็นผลให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตเกตข้อมูลได้มากขึ้นจึงทำให้ค่า Pvdodrop ลดลงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงทำให้ที่ quota ค่าสูงสามารถได้ Maxthp สูงกว่าที่ quota ค่าต่ำ

สำหรับ SRRthreshold พบว่ามีผลต่อ Maxthp เมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 1000 แพ็กเกตทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงซึ่งมีจำนวน 80% ได้มากทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวไม่มาก ถ้ากำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำโนดก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและ

แพ็กเกตข้อมูลซึ่งมี priority ต่ำกว่าได้น้อย ทำให้แพ็กเกตวิดีโอต้องคอยอยู่ในคิวเป็นเวลานานและถูก discard มากเป็นผลให้เกิด Pvdodrop สูงนอกจากนี้การเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยยังทำให้สามารถส่งได้น้อยด้วยเป็นผลให้สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อย แต่ถ้าเพิ่ม SRRthreshold สูงขึ้นจะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นจึงทำให้ Pvdodrop ลดลงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น ดังนั้นเมื่อ SRRthreshold มากขึ้นจึงสามารถได้ Maxthp สูงขึ้น แต่ที่ quota ต่ำกว่า 1000 กลับพบว่า SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่ quota ต่ำกว่า 1000 โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวสูง ถ้ากำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำก็จะทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตเสียงได้มากและสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยและแม้ว่าจะเพิ่ม SRRthreshold ก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยทำให้ได้ SRRthreshold ที่ค่า quota ต่ำกว่า 1000 แพ็กเกตไม่มีผลต่อ Maxthp

จากรูปที่ 4.6 (ค) พบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดสำหรับสัดส่วนที่ 3 นี้คือ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 5 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่ามีค่ามากขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้นทั้งนี้เพราะว่า ที่ quota ค่าต่ำโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยในแต่ละรอบของ SAT ทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวแต่เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงไม่สูงเท่าสัดส่วนที่ 3 จึงทำให้เหลือแพ็กเกตเสียงในคิวไม่มากดังนั้นที่ quota ต่ำจึงมีค่า Pvocdrop ไม่สูง แต่การที่เหลือแพ็กเกตเสียงในคิวจะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงได้น้อยเพราะยังมีแพ็กเกตเสียงอยู่ในคิวอยู่ จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งต้องรอในคิวนานถูก discard มากเป็นผลได้ Pvdodrop สูงและทำให้สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อยจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้มากขึ้นในแต่ละรอบของ SAT ทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้เร็วขึ้นจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวน้อยลงเป็นผลให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตเกตข้อมูลได้มากขึ้นจึงทำให้ค่า Pvdodrop ลดลงและสามารถรองรับโหลดของ ทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงทำให้ที่ quota ค่าสูงสามารถได้ Maxthp สูงกว่าที่ quota ค่าต่ำ

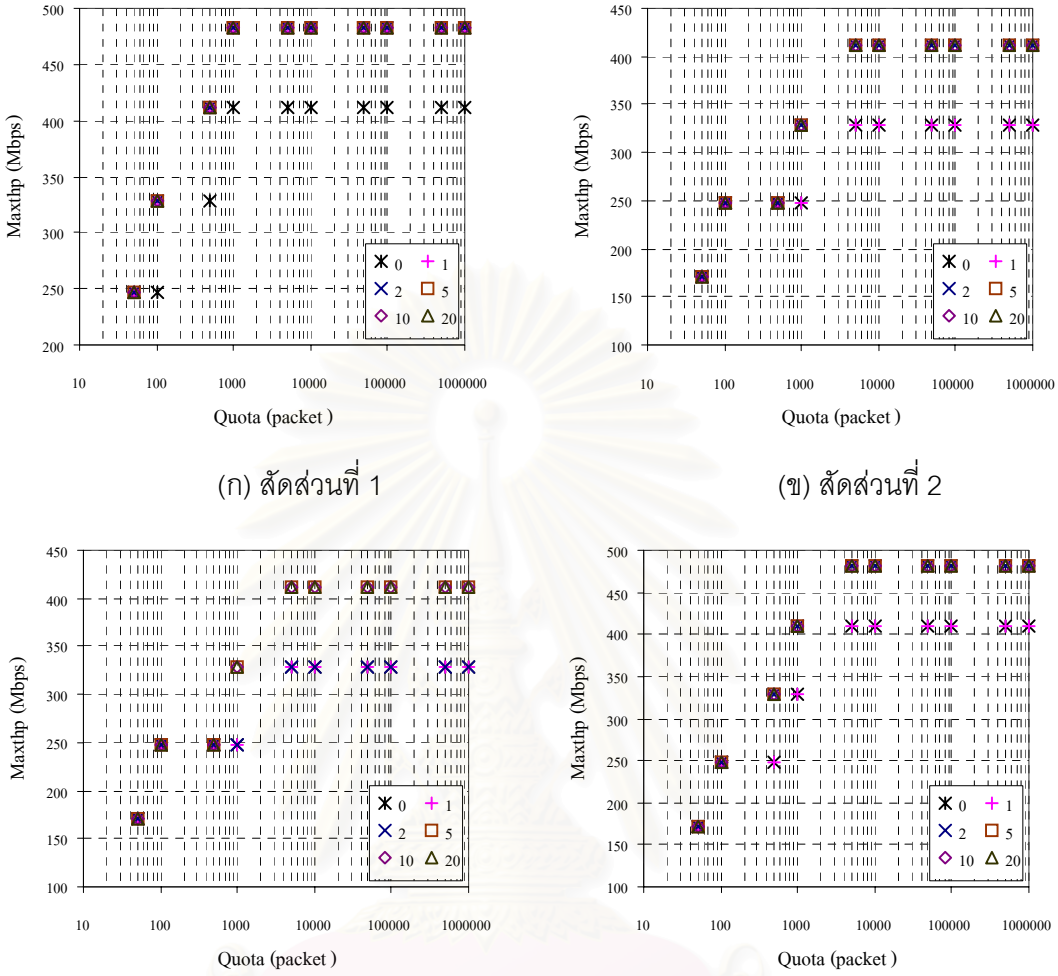
สำหรับ SRRthreshold พบว่ามีผลต่อ Maxthp ตั้งแต่ quota มีค่าเท่ากับ 500 แพ็กเกตทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนที่มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงอยู่ไม่สูงมาก เมื่อกำหนดให้ quota มีค่า 500 แพ็กเกตโนดก็สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้และมีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวไม่สูงมากทำให้เมื่อกำหนด SRRthreshold ต่ำโนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้น้อยเพราะยังมีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวจึงทำให้มีค่า Pvdodrop สูงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อย แต่เมื่อ SRRthreshold สูงขึ้นจะทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นเพราะว่ามีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวน้อยกว่า

SRRthreshold จึงทำให้มีค่า Pvdodrop ต่ำลงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น ดังนั้นที่ quota เท่ากับ 500 แพ็กเกตเมื่อ SRRthreshold สูงขึ้นจึงได้ Maxthp สูงขึ้น

จากรูปที่ 4.6 (ง) พบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดสำหรับสัดส่วนที่ 4 นี้คือ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 2 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบ MAC SRRR พบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกต และ SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 5 แพ็กเกต โดยค่า quota และ SRRthreshold ที่จะเลือกสำหรับนำไปใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการ MAC ที่นำเสนอแบบอื่นๆ คือ quota เท่ากับ 10000 แพ็กเกตเพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 จะต่ำกว่าที่ 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold เท่ากับ 10 แพ็กเกตเพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 10 จะต่ำกว่าที่ 5 แพ็กเกต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) สัดส่วนที่ 1 (ข) สัดส่วนที่ 2

(ค) สัดส่วนที่ 3 (ง) สัดส่วนที่ 4

รูปที่ 4.6 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR ที่ค่า quota และค่า SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.2.3 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของจำนวน SDL ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ CROWN

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ CROWN นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 แบบด้วยกัน คือ SDL-Receiver Strategies แบบ FIFO (Rs-FIFO), SDL-Receiver Strategies แบบ LIFO (Rs-LIFO), SDL-Transmitter Strategies แบบ FIFO (Ts-FIFO) และ SDL-Transmitter Strategies แบบ LIFO (Ts-LIFO) ในการทดสอบผลของจำนวน SDL ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ CROWN จะทำ

การทดสอบที่จำนวน SDL เท่ากับ 0 ถึง 20 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ รูปที่ 4.7 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ CROWN ทั้ง 4 วิธีที่มีจำนวน SDL เท่ากับ 0 ถึง 20 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า Maxthp สำหรับควบคุมการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางทั้ง 4 แบบจะมีค่ามากขึ้นเมื่อจำนวน SDL มากขึ้นซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ สำหรับกรณีวิธีการเลือกและส่งแพ็กเกตแบบ SDL-Receiver Strategy การเพิ่มจำนวน SDL ที่โนดมากขึ้นจะทำให้มีสล็อตของแพ็กเกตจะถูกประวิงไว้ที่โนดนานขึ้นจะทำให้โนดมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตจากสล็อตเหล่านั้นได้มากขึ้นทั้งวิธีการแบบ FIFO และแบบ LIFO ดังนั้นการเพิ่มจำนวน SDL สำหรับ SDL-Receiver Strategy จึงทำให้โนดสามารถรับแพ็กเกตได้มากขึ้นซึ่งก็จะลดจำนวนสล็อตที่ไม่สามารถถูกรับได้โดยโนดปลายทางและต้องเดินทางรอบวงแหวนอีกรอบลงทำให้มีจำนวนสล็อตว่างสำหรับส่งแพ็กเกตมากขึ้นจึงทำให้สามารถรองรับโหลดได้สูงขึ้น ส่วนวิธีการเลือกและส่งแพ็กเกตแบบ SDL-Transmitter Strategy การเพิ่มจำนวน SDL ที่โนดมากขึ้นจะทำให้มีสล็อตของแพ็กเกตถูกประวิงมากขึ้นซึ่งก็จะทำให้มีสล็อตในการให้โนดเลือกสำหรับส่งแพ็กเกตมากขึ้น โนดก็จะสามารถส่งแพ็กเกตได้มากขึ้นและลดเหตุการณ์ที่โนดไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้เพราะแต่ละสล็อตที่เข้ามามีแพ็กเกตปลายทางที่กำลังจะส่งอยู่แล้ว ดังนั้นการเพิ่มจำนวน SDL สำหรับ SDL-Transmitter Strategy ทำให้มีโอกาสในการส่งแพ็กเกตในสล็อตที่เหมาะสมได้มากขึ้นทั้งวิธีแบบ FIFO และ LIFO จึงทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตว่างที่เข้ามาที่โนดได้มากขึ้นจึงมีการใช้สล็อตได้คุมค่ามากขึ้นซึ่งก็จะทำให้สามารถรองรับโหลดได้มากขึ้น

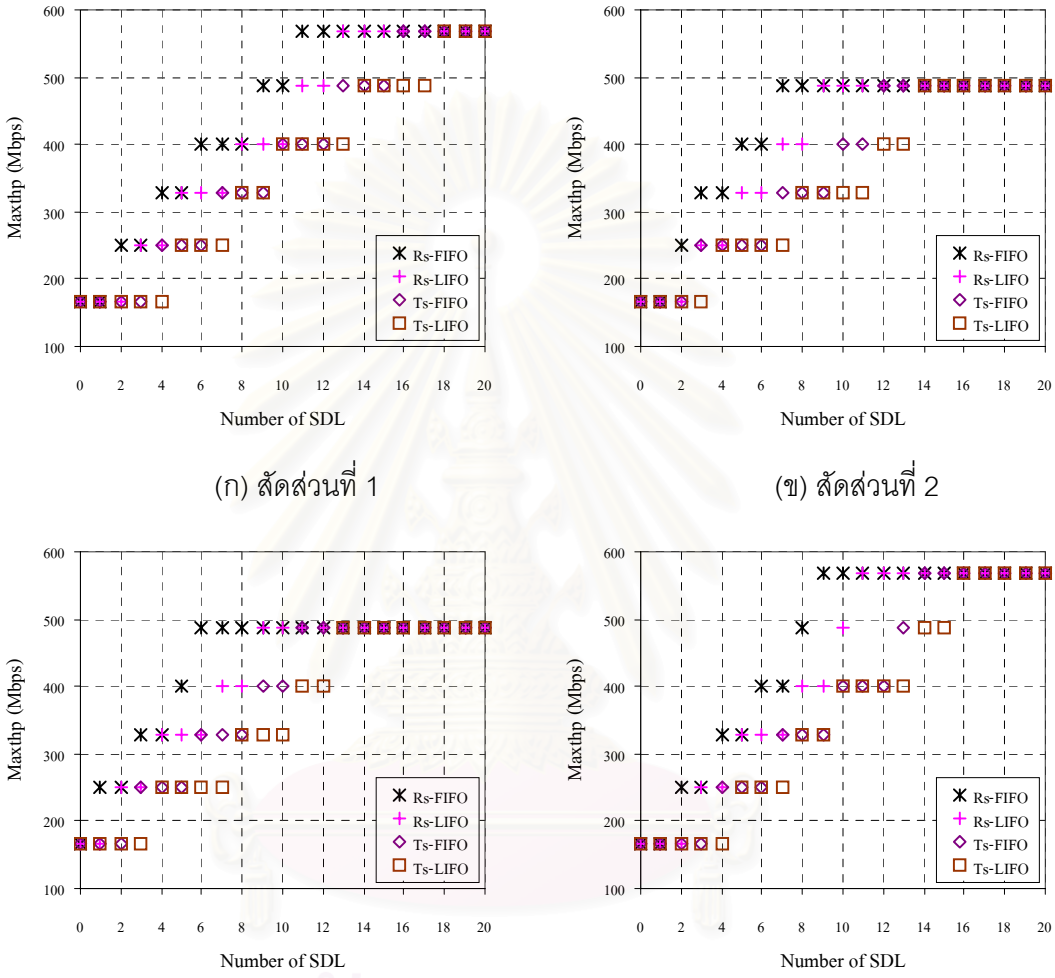
นอกจากนี้การเลือกและส่งแพ็กเกตทั้ง 4 แบบยังสามารถให้ Maxthp สูงที่สุดเท่ากันด้วยแต่จะสังเกตว่าจำนวน SDL ที่จะทำให้การเลือกและส่งแพ็กเกตทั้ง 4 แบบได้ Maxthp สูงที่สุดนั้นต่างกัน นั่นคือการเลือกและส่งแพ็กเกต SDL-Receiver Strategy แบบ FIFO จะใช้จำนวน SDL น้อยที่สุด ส่วนการเลือกและส่งแพ็กเกต SDL-Receiver Strategy แบบ LIFO จะใช้จำนวน SDL มากเป็นอันดับที่สอง และการเลือกและส่งแพ็กเกต SDL-Transmitter Strategy แบบ FIFO และ LIFO จะใช้จำนวน SDL มากเป็นอันดับ 3 และ 4 นอกจากนี้ถ้าพิจารณาที่จำนวน SDL เท่ากันจะเห็นได้ว่าการเลือกและส่งแพ็กเกตแบบ SDL-Receiver Strategy แบบ FIFO จะสามารถให้ค่า Maxthp สูงที่สุดในขณะที่การเลือกและส่งแพ็กเกตแบบ SDL-Transmitter Strategy แบบ LIFO จะมีค่าต่ำที่สุด ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

ในกรณีของการเลือกและส่งแพ็กเกตแบบ SDL-Receiver Strategy โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่ว่างได้โดยไม่ต้องพิจารณาว่าในไทม์สล็อตนั้นมีแพ็กเกตที่มีปลายทางเดียวกับที่กำลังจะส่งอยู่หรือเปล่าแต่จะเป็นหน้าที่ของเครื่องรับที่จะต้องพิจารณาการรับแพ็กเกตเอง จึงทำให้โนดสามารถส่ง แพ็กเกตในสล็อตว่างที่เข้ามาได้ทุกสล็อต จึงทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตได้มากเป็นผลในสามารถรองรับ

โหลดได้มากแต่สำหรับการเลือกและส่งแพ็กเกต SDL-Transmitter Strategy เมื่อโนดต้องการส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางหนึ่ง โนดจะต้องส่งแพ็กเกตดังกล่าวในสล็อตซึ่งในไทม์สล็อตนั้นไม่มีโนดที่มีปลายทางดังกล่าวอยู่แม้ว่ามีสล็อตว่างอยู่แต่ถ้าในไทม์สล็อตนั้นมีแพ็กเกตที่มีปลายทางที่โนดกำลังจะส่งอยู่แล้วโนดก็จะไม่สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตว่างดังกล่าวได้ทำสล็อตว่างดังกล่าวไม่ถูกใช้งานและถ้าโนดมีจำนวน SDL ต่ำก็จะทำมีโอกาสที่สล็อตว่างถูกปล่อยออกจากโนดโดยไม่ถูกใช้งานเพราะว่าไม่สามารถส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางซ้ำกันได้โนดก็จะสามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยแต่ถ้ามีจำนวน SDL มากขึ้นจะทำให้สล็อตว่างถูกประวิงอยู่ที่โนดนานขึ้นและทำให้โนดมีโอกาสที่จะใช้สล็อตว่างได้มากขึ้นจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้มากขึ้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้การเลือกและส่งแพ็กเกต SDL-Transmitter Strategy ต้องใช้จำนวน SDL มากกว่าการเลือกและส่งแพ็กเกตแบบ SDL-Receiver Strategy ซึ่งมีการพิจารณาสล็อตเหมือนกัน (แบบ FIFO หรือ LIFO)

ส่วนกรณีที่การพิจารณาสล็อตแบบ LIFO จะต้องใช้จำนวน SDL มากกว่าแบบ LIFO นั้นเป็นเพราะว่าในการพิจารณาสล็อตแบบ LIFO นั้นโนดจะพิจารณาสล็อตที่อยู่ใกล้กับทางเข้าก่อนแล้วจึงค่อยๆ พิจารณาสล็อตที่อยู่ไกลจากทางเข้ามากขึ้น การพิจารณาในลักษณะนี้จะทำให้สล็อตที่อยู่ใกล้กับทางออกถูกพิจารณาช้าสุดและอาจจะทำให้สูญหายโอกาสในการรับและส่งแพ็กเกตในสล็อตดังกล่าวได้ นั้นคือ ถ้าเป็นการส่งแพ็กเกตแบบ SDL-Receiver Strategy ที่มีการพิจารณาสล็อตแบบ LIFO โนดจะพิจารณารับแพ็กเกตจากสล็อตที่อยู่ใกล้ทางเข้าก่อนอาจจะทำให้แพ็กเกตในสล็อตที่อยู่ใกล้ทางออกไม่ถูกพิจารณาและออกจากโนดซึ่งทำให้ต้องเดินทางรอบวงแหวนอีกครั้งจึงทำให้มีการใช้สล็อตอย่างไม่คุมค่า แต่ถ้าเพิ่มจำนวน SDL มากขึ้นสล็อตก็ถูกจะถูกประวิงนานขึ้นก็จะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตจากสล็อตที่อยู่ใกล้ทางออกได้ทันทำให้สล็อตดังกล่าวเป็นสล็อตว่างและสามารถให้โนดอื่นๆ ใช้ได้ต่อไป แต่ถ้าเป็นการพิจารณาแพ็กเกตแบบ FIFO โนดจะพิจารณารับแพ็กเกตจากสล็อตที่อยู่ใกล้ทางออกมากกว่าก่อนเป็นผลให้มีสล็อตที่ไม่ถูกเลือกและต้องเดินทางในวงแหวนอีกครั้งน้อยกว่าแบบ LIFO ที่มีจำนวน SDL เท่ากัน ดังนั้นการพิจารณาแบบ LIFO จึงต้องมีจำนวน SDL มากกว่าการพิจารณาแพ็กเกตแบบ FIFO สำหรับการเลือกและส่งแพ็กเกตแบบ SDL-Transmitter Strategy ก็จะมีลักษณะคล้ายๆ กันคือการพิจารณาแบบ LIFO จะทำให้สล็อตที่ว่างที่อยู่ใกล้ทางออกถูกพิจารณาช้าที่สุดและอาจจะไม่ถูกใช้ในการส่งแพ็กเกตเพราะไม่สามาถพิจารณาได้ทันจึงทำให้มีการใช้สล็อตว่างอย่างไม่คุ้มค่า แต่ถ้าเพิ่มจำนวน SDL มากขึ้นก็จะทำให้สล็อตถูกประวิงนานขึ้นก็จะเป็นผลให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตสู่สล็อตที่อยู่ใกล้ทางออกได้ทันทำให้สามารถใช้สล็อตส่งได้คุ้มค่ามากขึ้น แต่ถ้าเป็นการพิจารณาแบบ FIFO โนดจะพิจารณาส่งแพ็กเกตจากสล็อตที่อยู่ใกล้ทางออกมากกว่าก่อนเป็นผลให้มีสล็อตว่างที่ไม่ถูกใช้น้อยกว่าการเลือกแบบ LIFO ที่มี

จำนวน SDL เท่าๆ กัน ดังนั้นการพิจารณาแบบ LIFO จึงต้องมีจำนวน SDL มากกว่าการพิจารณาแพ็กเกตแบบ FIFO



(ก) สัดส่วนที่ 1 (ข) สัดส่วนที่ 2

(ค) สัดส่วนที่ 3 (ง) สัดส่วนที่ 4

รูปที่ 4.7 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ CROWN ทั้ง 4 วิธีที่มีจำนวน SDL เท่ากับ 0 ถึง 20 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3 การทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีต่อประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 10

เนื่องจากประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบมี SAT ควบคุมการทำงานจะขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ ค่า quota และค่า SRRthreshold ดังนั้นในหัวข้อนี้จะทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ กัน เพื่อหาค่า SRRthreshold และ quota ที่สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีที่สุดสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบ โดยในการทดสอบเพื่อหาค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีที่สุดนั้นจะทดสอบที่สัดส่วนทราฟฟิก 4 แบบเช่นเดียวกับหัวข้อที่ 4.2 ในการทดสอบเพื่อหาค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีที่สุดสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจะพิจารณาเป็นหัวข้อย่อย แต่เนื่องจากการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เสนอมี 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนการเลือกแพ็กเกต และส่วนการควบคุมการเท่าเทียบกันในการส่งแพ็กเกตโดย SAT ดังนั้นการพิจารณาประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอจะแบ่งเป็นหัวข้อย่องได้ 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแรกจะกล่าวถึงการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่มีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ถึง 5 โดยไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อเกิดสภาวะ NONSAT ซึ่งจะกำหนดให้เป็นการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึง 5
2. กลุ่มที่ 2 จะกล่าวถึงการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่มีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ถึง 5 โดยมีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อเกิดสภาวะ NONSAT ซึ่งจะกำหนดให้เป็นการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6 ถึง 10 แต่เนื่องจากการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อเกิดสภาวะ NONSAT มีด้วยกัน 3 แบบคือ การเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามเวลาการมาถึงของ sat, การเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ของ sat และการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับกัน ดังนั้นการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6 ถึง 10 จะแบ่งออกได้เป็น 3 แบบย่อย นั่นคือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1, 6.2 และ 6.3 สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7 ถึง 10 ก็มีลักษณะเดียวกัน

4.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1

ในการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 จะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต และค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 ถึง 20 แพ็กเกต รูปที่ 4.8 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ จะเห็นได้ว่าที่สัดส่วนโหลดต่างกันผลของค่า quota และ SRRthreshold จะมีลักษณะแตกต่างกันซึ่งสามารถอธิบายผลของ quota และ SRRthreshold ที่สัดส่วนโหลดต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อค่า quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าค่า quota คือ ค่าที่บอกถึงจำนวนแพ็กเกตที่แต่ละโนดสามารถส่งได้ในแต่ละรอบของ SAT เมื่อโนดส่งแพ็กเกตครบตามจำนวนที่ถูกกำหนดเอาไว้แล้วโนดจะไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้อีกจนกว่าจะถึงรอบใหม่ ซึ่งรอบใหม่จะเริ่มขึ้นเมื่อ SAT วนกลับมาที่โนดอีกครั้ง ดังนั้นเมื่อ quota มีค่าต่ำโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้น้อยทำให้ต้องสูญหายเวลาในการรอรอบใหม่ของ SAT ซึ่งระหว่างที่รอรอบใหม่ของ SAT โนดอาจจะมีแพ็กเกตที่ต้องการส่งและช่องสัญญาณก็มีสล็อตว่างสำหรับส่งด้วยแต่โนดก็ไม่สามารถส่งได้เพราะว่าได้ส่งแพ็กเกตครบจำนวนที่ได้กำหนดเอาไว้แล้ว ทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงระหว่างรอรอบใหม่ของ SAT จึงเป็นผลให้สามารถรองรับโหลดได้ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นก็จะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นซึ่งก็จะทำให้เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากการรอรอบใหม่ของ SAT น้อยลงจึงทำให้สามารถรองรับโหลดได้สูงขึ้น ดังนั้นที่สัดส่วนนี้ซึ่งมีจำนวนแพ็กเกตข้อมูลจำนวน 80% เมื่อกำหนดให้ quota มีค่าสูงก็จะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากทำให้สามารถรองรับโหลดทราฟฟิกข้อมูลได้สูงจึงได้ Maxthp สูง

สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp ทั้งนี้เนื่องจากค่า SRRthreshold คือค่าที่บ่งบอกว่าจะสามารถเลือกแพ็กเกตที่ไม่ตรงกับปลายทาง srrdest ได้มากแค่ไหน ตัวอย่างเช่นเมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทาง srrdest ได้โนดจะพิจารณาว่าจะเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางอื่นหรือจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอที่มีปลายทาง srrdest โดยใช้ค่า SRRthreshold ในการตัดสิน ถ้าคิวของแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางอื่นมีความยาวมากกว่า SRRthreshold โนดก็จะเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางอื่นเหล่านั้น แต่ถ้าแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางอื่นมีความยาวน้อยกว่า SRRthreshold โนดก็จะเลือกแพ็กเกตวิดีโอที่มีปลายทางตรงกับ srrdest นั่นหมายความว่า ถ้า SRRthreshold มีค่าต่ำจะทำให้โนดมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest มาก แต่ถ้า SRRthreshold มีค่าสูงจะทำ

ให้โนดมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest ได้น้อย แต่เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีเปอร์เซ็นต์ของแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอเพียงแค่ชนิดละ 10% เท่านั้นดังนั้นจึงทำให้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอในคิวปลายทางต่างๆ ไม่สูงมาก เมื่อค่า SRRthreshold ต่ำก็สามารถเลือกแพ็กเกตเสียงหรือแพ็กเกตวิดีโอที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest ได้ไม่มาก และเมื่อ SRRthreshold มีค่าสูงก็ยิ่งทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตที่ไม่ตรงกับ srrdest ได้น้อยลงอีก ส่วนแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากเมื่อกำหนดให้ SRRthreshold ต่ำก็จะทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest ได้มากและเมื่อ SRRthreshold สูงขึ้นก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest ได้มากเช่นกันเพราะมีจำนวนมากแต่อาจจะน้อยกว่าที่ SRRthreshold ต่ำเล็กน้อย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ค่า SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp เพียงแต่ที่ SRRthreshold ค่าสูงจะทำให้เวลาประวิงของแพ็กเกตเสียงและเฟรมวิดีโอสูงขึ้นเล็กน้อยเพราะสามารถส่งได้ช้าลงเท่านั้น

ดังนั้นจะพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้คือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 0 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าคล้ายกับสัดส่วนที่ 1 นั่นคือ เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อ quota มากขึ้นก็จะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบได้มากขึ้นและเสียแบนด์วิดท์ในช่วงที่รอรอบถัดไปน้อยลงทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตได้มากขึ้นโดยเฉพาะแพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีเปอร์เซ็นต์มากที่สุด แต่จะสังเกตได้ว่าที่ค่า quota ต่ำ (quota เท่ากับ 50 ถึง 1000) สำหรับสัดส่วนที่ 2 นี้จะได้ค่า Maxthp ต่ำกว่าสัดส่วนที่ 1 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนที่ 2 นี้มีจำนวนของแพ็กเกตวิดีโอมากที่สุด การกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบได้น้อยทำให้ส่งผลต่อการส่งแพ็กเกตวิดีโอมากคือทำให้แพ็กเกตวิดีโอต้องรอการส่งในรอบถัดไปเป็นเวลานาน แต่เนื่องจากแพ็กเกตวิดีโอมีเวลาจำกัดในการส่งถ้าเกินเวลาดังกล่าวแพ็กเกตวีดีโอจะถูก discard ดังนั้นการกำหนดให้สามารถส่งในแต่ละรอบได้น้อยจะทำให้แพ็กเกตวิดีโอต้องรอในคิวนานซึ่งก็จะทำให้ถูก discard มากทำให้มีค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ (Pvdodrop) สูงทำให้ได้ค่า Maxthp ต่ำกว่าที่สัดส่วนที่ 1 ซึ่งมีจำนวนแพ็กเกตข้อมูลมากแม้ quota จะมีค่าต่ำแต่แพ็กเกตข้อมูลสามารถรอเวลาประวิงได้นานจึงทำให้ได้ Maxthp มากกว่าสัดส่วนที่ 1 นอกจากนี้ที่ quota ค่าต่ำจะทำให้มีแพ็กเกตวิดีโอซึ่งสามารถส่งได้น้อยเหลืออยู่ในคิวเป็นจำนวนมากซึ่งก็ทำให้ในแต่ละไทม์สล็อตโนดมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตวิดีโอได้มากแต่ไม่สามารถส่งได้ ทำให้โนดมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยลงจึงทำให้สามารถรองรับโหลดข้อมูลได้ต่ำแม้ว่าจะมีค่า SRRthreshold สูง

สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เช่นเดียวกับสัดส่วนที่ 1 ทั้งนี้เพราะว่า เมื่อพิจารณาที่แพ็กเกตเสียงสำหรับสัดส่วนนี้พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของแพ็กเกตเสียงอยู่เพียง 10% ดังนั้นจึงทำให้

มีจำนวนแพ็กเกตเสียงในคิวปลายทางต่างๆ ไม่สูงมาก เมื่อค่า SRRthreshold ต่ำก็สามารถเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest ได้ไม่มาก และเมื่อ SRRthreshold มีค่าสูงก็ยิ่งทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตที่ไม่ตรงกับ srrdest ได้น้อยลงอีก ดังนั้นค่า SRRthreshold จึงไม่มีผลต่อการเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest เมื่อพิจารณาแพ็กเกตวิดีโอซึ่งเป็นแพ็กเกตที่มีจำนวนมากถึง 80% ถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียงได้โนดจะพิจารณาเลือกแพ็กเกตวิดีโอแต่เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตวิดีโอสูง ดังนั้นถ้า SRRthreshold มีค่าต่ำโนดก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest ได้มากแต่ถ้า SRRthreshold มีค่าสูงโนดก็จะยังคงสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest ได้มากแต่อาจจะน้อยกว่าเมื่อ SRRthreshold มีค่าต่ำเล็กน้อยเพราะที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตวิดีโอเป็นจำนวนมาก ดังนั้นค่า SRRthreshold จึงไม่มีผลต่อการเลือกแพ็กเกตวิดีโอด้วย แต่ถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอได้โนดจะพิจารณาแพ็กเกตข้อมูลซึ่งเมื่อพิจารณาที่แพ็กเกตข้อมูลที่มีอยู่เพียง 10% แสดงว่าจะมีจำนวนแพ็กเกตข้อมูลในคิวปลายทางต่างๆ ไม่สูงมาก เมื่อค่า SRRthreshold ต่ำก็สามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest ได้ไม่มาก และเมื่อ SRRthreshold มีค่าสูงก็ยิ่งทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลที่ไม่ตรงกับ srrdest ได้น้อยลงอีก ดังนั้นค่า SRRthreshold จึงไม่มีผลต่อการเลือกแพ็กเกตข้อมูลที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest เมื่อค่า SRRthreshold ไม่มีผลต่อการเลือกแพ็กเกตทั้ง 3 ชนิดดังนั้นค่า SRRthreshold จึงไม่มีผลต่อ Maxthp

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 2 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 50000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 0 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้น ทั้งนี้เพราะว่า เมื่อค่า quota ต่ำจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยซึ่งที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียง 80% ถ้ากำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยจะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยในแต่ละรอบของ SAT ซึ่งก็จะทำให้แพ็กเกตเสียงต้องรออยู่ในคิวนาน แต่เนื่องจากแพ็กเกตเสียงมีเวลาประวิงจำกัดถ้ารออยู่ในคิวเกินเวลาที่กำหนดไว้แพ็กเกตเสียงจะถูก discard ซึ่งก็จะทำให้มีค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง (Pvocdrop) สูง นอกจากนี้การที่สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยก็จะทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวสูงซึ่งก็จะทำให้ในแต่ละไทม์สล็อตที่โนดเลือกแพ็กเกตก็จะมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตเสียงได้มากแต่ไม่สามารถส่งได้เพราะว่าได้ส่งแพ็กเกตครบจำนวน quota แล้วเป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีลำดับความสำคัญ (priority) ต่ำกว่าถูกเลือกได้น้อยทำให้แพ็กเกตวิดีโอต้องคอยอยู่ในคิวนานทำให้ถูก discard เช่นเดียวกันทำให้มีค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ (Pvdodrop) สูง นอกจากนี้ยังทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลซึ่งมีลำดับความสำคัญต่ำสุดได้น้อยด้วยทำให้ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลมีค่าสูงด้วย ดังนั้นจึงทำให้ได้ Maxthp สูง แต่เมื่อกำหนดให้ quota มีค่า

สูงโนดก็จะสามารถส่งแพ็กเกตได้มากทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งออกไปได้เร็วทำให้ค่า Pvocdrop ลดลงและทำให้โนดมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลมากยิ่งขึ้นด้วยจึงทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น

สำหรับค่า SRRthreshold สำหรับสัดส่วนนี้พบว่ามีผลต่อ Maxthp นั่นคือ เมื่อ SRRthreshold มีค่าต่ำจะทำให้มีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest ได้มากจึงทำให้โนดมีโอกาสในการส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลที่มี priority ต่ำได้มากจึงทำให้ได้ Maxthp สูง แต่เมื่อ SRRthreshold มีค่าสูงกว่า 10 แพ็กเกตโนดจะยังคงเลือกแพ็กเตเสียงที่ไม่ตรงกับ srrdest ได้มากเพราะที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงมากจึงทำให้เมื่อ SRRthreshold สูงขึ้นค่า Pvocdrop มีค่าไม่สูงขึ้นแต่พบว่าการที่ SRRthreshold มีค่าสูงขึ้นจะทำให้โอกาสที่โนดจะเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลมีค่าต่ำลงซึ่งส่งผลให้ Pvdodrop สูงขึ้นและสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยลงด้วยจึงมีผลต่อ Maxlaod คือทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 3 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 50000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าน้อยกว่า 10 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้นเช่นเดียวกับสัดส่วนที่ 1, 2 และ 3 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อ quota ต่ำจะสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบได้น้อยซึ่งก็จะทำให้แพ็กเกตเสียงได้น้อยทำให้เกิด Pvocdrop สูงเป็นผลให้มีแพ็กเกตเสียงเหลือในคิวมากทำให้ในแต่ละไทม์สล็อตสามารถเลือกแพ็กเกตเสียงได้มากแต่ไม่สามารถส่งได้เพราะส่งแพ็กเกตครบ quota แล้วนอกจากนี้ยังทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยด้วยซึ่งก็มีผลทำให้ค่า Pvdodrop สูงและสามารถรองรับโหลดข้อมูลได้ต่ำด้วย ดังนั้นจึงได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota มากขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้มากขึ้นทำให้ค่า Pvocdrop ต่ำลงและสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นทำให้ Pvdodrop ต่ำลงและรองรับโหลดข้อมูลได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงได้ Maxthp สูงขึ้น

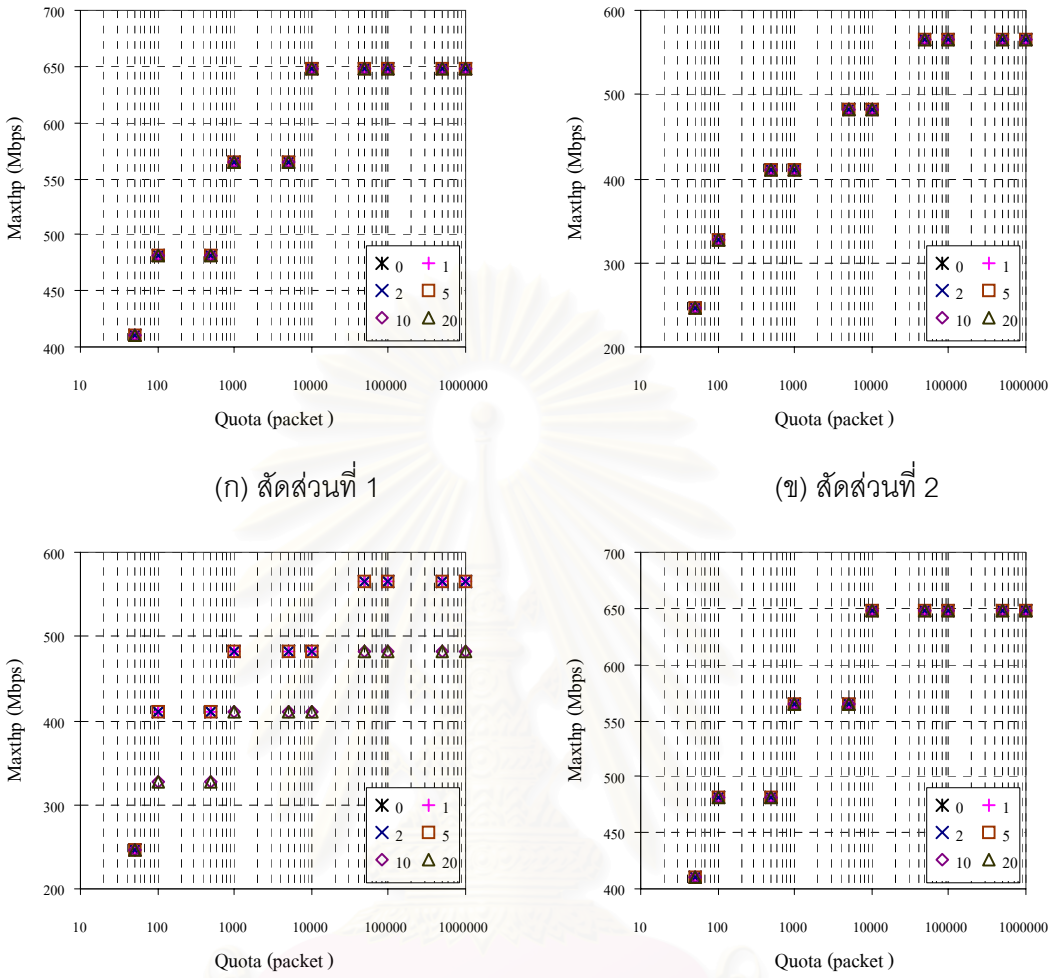
สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เช่นเดียวกับสัดส่วนที่ 1 และ 2 เพราะที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลเท่าๆ กันจึงทำให้ที่ SRRthreshold ต่ำโนดสามารถเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่ไม่ตรงกับ srrdest ได้มากจึงทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop มีค่าต่ำ และเนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงและวิดีโอรวมกันไม่สูงมากจึงทำให้การส่งแพ็กเกตเกินของแพ็กเกตเสียงและวิดีโอไม่ลดโอกาสในการเลือกแพ็กเกตข้อมูลมากนักจึงทำให้ยังสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากเช่นกัน แต่เมื่อ SRRthreshold สูงขึ้นจะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่ไม่ตรงกับปลายทาง srrdest ได้น้อยลงแต่ไม่ทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงและวิดีโอไม่สูงมากเท่าสัดส่วนที่ 3 การที่สามารถส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่ไม่

ตรงกับ srrdest ได้น้อยลงจะทำให้ค่าเวลาประวิงของแพ็กเกตเสียงและวิดีโอเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น และที่ค่า SRRthreshold สูงก็ทำให้มีการเลือกแพ็กเกตเสียงที่ไม่ตรงกับ srrdest ได้ลดลงด้วยจึงทำให้ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเช่นกัน

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 4 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 0 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าตั้งแต่ 50000 แพ็กเกต และ SRRthreshold มีค่าน้อยกว่า 10 แพ็กเกต โดยค่า quota และ SRRthreshold ที่จะเลือกคือ quota เท่ากับ 50000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold จะใช่ค่าเท่ากับ 0 แพ็กเกตเพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ SRRthreshold มีค่า 0 แพ็กเกตจะมีค่าต่ำที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) สัดส่วนที่ 1 (ข) สัดส่วนที่ 2

(ค) สัดส่วนที่ 3 (ง) สัดส่วนที่ 4

รูปที่ 4.8 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2

ในการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 จะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต และค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 ถึง 20 แพ็กเกต รูปที่ 4.9 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วน

โหลดทั้ง 4 แบบ จะเห็นได้ว่าที่สัดส่วนโหลดต่างกันผลของค่า quota และ SRRthreshold จะมีลักษณะแตกต่างกันซึ่งสามารถอธิบายผลของ quota และ SRRthreshold ที่สัดส่วนโหลดต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่า เมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อกำหนดให้ quota มีค่าต่ำจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูล (ซึ่งเป็นแพ็กเกตที่มีสัดส่วนมากที่สุดคือ 80%) ได้น้อยในแต่ละรอบของ SAT ทั้งที่โนดยังมีแพ็กเกตข้อมูลที่ต้องการจะส่งแต่ไม่สามารถส่งได้เพราะว่าได้ส่งแพ็กเกตข้อมูลครบตามจำนวน quota แล้วทำให้เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากการรอรอบถัดไปของ SAT มากจึงสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อยซึ่งก็ทำให้ได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลในแต่ละรอบของ SAT ได้มากทำให้เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากการรอรอบถัดไปของ SAT น้อยลงจึงทำให้สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งก็ทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น

สำหรับ SRRthreshold พบว่ามีผลต่อ Maxthp เมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 100 แพ็กเกต นั่นคือเมื่อ SRRthreshold มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่า ที่ quota มากกว่า 100 แพ็กเกตโนดสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้สูง เมื่อกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำโนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีปลายทางไม่ตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้มากจึงสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยกว่าเมื่อกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าสูง จึงเป็นผลทำให้ที่ SRRthreshold ค่าต่ำสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยกว่า ดังนั้นเมื่อ SRRthreshold ต่ำจึงได้ค่า Maxthp ต่ำกว่าเมื่อ SRRthreshold สูง ส่วนเมื่อ quota เท่ากับ 50 แพ็กเกตพบว่า SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp ทั้งนี้เพราะว่า ที่ quota เท่ากับ 50 แพ็กเกตโนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลในแต่ละรอบของ SAT ได้น้อย แม้ว่าการกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าสูงจะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้บ่อยมากกว่าเมื่อกำหนด SRRthreshold มีค่าต่ำแต่เนื่องจากโนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อย ดังนั้นถึงแม้โนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลสำหรับส่งได้บ่อยแต่ก็ไม่สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มาก จึงเป็นผลทำให้การกำหนด SRRthreshold ค่าสูงได้ค่า Maxthp ไม่แตกต่างจากเมื่อกำหนด SRRthreshold ค่าต่ำเมื่อ quota มีค่าต่ำ

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 1 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 1 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้จะมีค่ามากขึ้นเมื่อ quota มากขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota มีค่าต่ำจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอ (ซึ่งเป็นแพ็กเกตที่มีสัดส่วนมากที่สุดถึง 80%) ได้น้อยในแต่ละรอบของ SAT และเสียแบนด์วิดท์ในการรอรอบถัดไปของ SAT มาก เป็นผลทำให้แพ็กเกต วิดีโอต้องรออยู่ในคิวนานทำให้มีค่า Pvdodrop สูงนอกจากนี้การส่งแพ็กเกตวิดีโอได้น้อยยังทำให้โนดสามารถเลือกและส่งแพ็กเกตข้อมูลซึ่งเป็นแพ็กเกตที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตวิดีโอได้น้อยด้วยเป็น

ผลทำให้สามารถรองรับทราฟฟิกข้อมูลได้น้อยด้วย ดังนั้นที่ค่า quota ต่ำจึงได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นทำให้มีการสูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากการรอรอบถัดไปน้อยลงเป็นผลให้ค่า Pvdodrop ต่ำลง นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตวิดีโอได้มากและเร็วขึ้นจะทำให้สามารถเลือกและส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นด้วยเช่นกันทำให้โนดสามารถรองรับทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น ดังนั้นเมื่อ quota มีค่าสูงจะทำให้สามารถได้ Maxthp สูงกว่าเมื่อ quota มีค่าต่ำ

สำหรับค่า SRRthreshold พบว่ามีผลต่อ Maxthp เมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 100 แพ็กเกต ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่ quota มากกว่า 100 แพ็กเกต โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้มากทำให้มีแพ็กเกตวิดีโอเหลืออยู่ในคิวไม่สูงมาก ถ้ากำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำจะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยทำให้สามารถรองรับทราฟฟิกข้อมูลได้น้อยจึงได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ SRRthreshold มีค่าสูงจะทำให้สามารถเลือกและส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นทำให้สามารถรองรับทราฟฟิกข้อมูลได้มากจึงได้ Maxthp สูงขึ้น ดังนั้นที่ quota มากกว่า 100 แพ็กเกตเมื่อ SRRthreshold มีค่าสูงจึงได้ Maxthp สูงกว่าที่ SRRthreshold ค่าต่ำ ส่วนที่ quota เท่ากับ 50 แพ็กเกตพบว่า SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp ทั้งนี้เพราะว่าที่ quota เท่ากับ 50 แพ็กเกตโนดสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีจำนวน 80% ได้น้อยจึงทำให้มีแพ็กเกตวิดีโอเหลืออยู่ในคิวมาก ซึ่งเมื่อกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำก็จะทำใหสามารถเลือกและส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยแต่แม้จะเพิ่ม SRRthreshold มากขึ้นก็จะยังสามารถเลือกและส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นเล็กน้อยเท่านั้นเพราะว่ามีแพ็กเกตวิดีโอที่ไม่สามารถส่งได้มากในคิวสูง จึงทำให้ค่า SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp เมื่อ quota มีค่าต่ำ

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 2 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 10 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับสัดส่วนนี้มีค่ามากขึ้นเมื่อ quota มากขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota มีค่าต่ำโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงซึ่งมีจำนวน 80% ได้น้อยในแต่ละรองของ SAT ทำให้แพ็กเกตต้องรอในการส่งรอบถัดไปของ SAT นานเป็นผลทำให้แพ็กเกตเสียงถูก discard มากทำให้ได้ค่า Pvocdrop สูง และเนื่องจาการที่สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ช้าจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงอยู่ในคิวของโนดมากเป็นผลให้ในแต่ละไทม์สล็อตโนดสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงได้น้อยเพราะยังมีแพ็กเกตเสียงอยู่ในคิวอยู่มาก จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งต้องรอในคิวนานถูก discard มากเป็นผลได้ Pvdodrop สูงและทำให้สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อยจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้มากขึ้นในแต่ละรอบของ SAT ทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้เร็วขึ้นจึงทำให้ค่า Pvocdrop ลดลง นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้นทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวน้อยลงเป็นผลให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตเกตข้อมูลได้

มากขึ้นจึงทำให้ค่า Pvdodrop ลดลงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงทำให้ที่ quota ค่าสูงสามารถได้ Maxthp สูงกว่าที่ quota ค่าต่ำ

สำหรับ SRRthreshold พบว่ามีผลต่อ Maxthp เมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 100 แพ็กเกตทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงซึ่งมีจำนวน 80% ได้มากทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวไม่มาก ถ้ากำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำโนดก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลซึ่งมี priority ต่ำกว่าได้น้อย ทำให้แพ็กเกตวิดีโอต้องคอยอยู่ในคิวเป็นเวลานานและถูก discard มากเป็นผลให้เกิด Pvdodrop สูงนอกจากนี้การเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยยังทำให้สามารถส่งได้น้อยด้วยเป็นผลให้สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อย แต่ถ้าเพิ่ม SRRthreshold สูงขึ้นจะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นจึงทำให้ Pvdodrop ลดลงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น ดังนั้นเมื่อ SRRthreshold มากขึ้นจึงสามารถได้ Maxthp สูงขึ้นแต่ที่ quota เท่ากับ 50 กลับพบว่า SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่ quota เท่ากับ 50 โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวสูง ถ้ากำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำก็จะทำให้สามารเลือกแพ็กเกตเสียงได้มากและสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยและแม้ว่าจะเพิ่ม SRRthreshold ก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยทำให้ได้ SRRthreshold ที่ค่า quota เท่ากับ 50 แพ็กเกตไม่มีผลต่อ Maxthp

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 3 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 10 แพ็กเกต

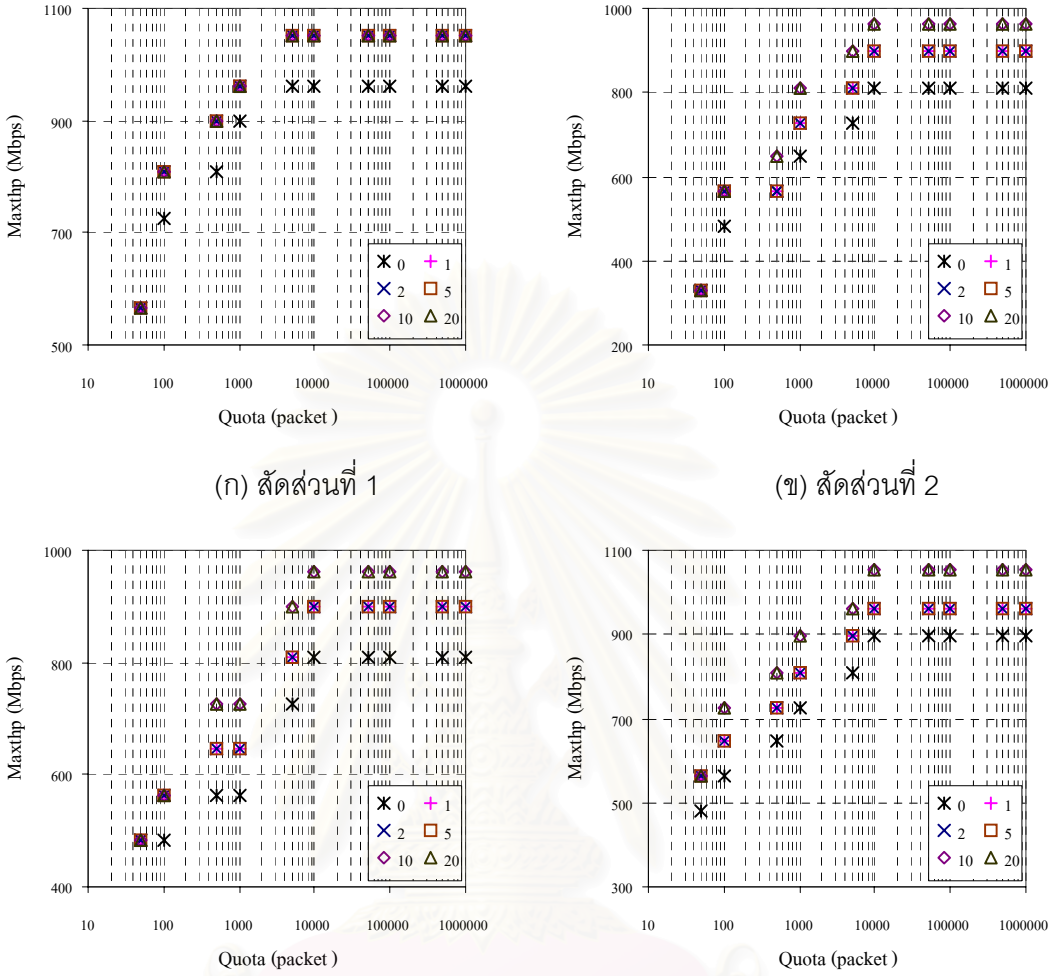
สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่ามีค่ามากขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้นทั้งนี้เพราะว่า ที่ quota ค่าต่ำโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยในแต่ละรอบของ SAT ทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวแต่เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงไม่สูงเท่าสัดส่วนที่ 3 จึงทำให้เหลือแพ็กเกตเสียงในคิวไม่มากดังนั้นที่ quota ต่ำจึงมีค่า Pvocdrop ไม่สูง แต่การที่เหลือแพ็กเกตเสียงในคิวจะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงได้น้อยเพราะยังมีแพ็กเกตเสียงอยู่ในคิวอยู่ จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งต้องรอในคิวนานถูก discard มากเป็นผลได้ Pvdodrop สูงและทำให้สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อยจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้มากขึ้นในแต่ละรอบของ SAT ทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้เร็วขึ้นจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวน้อยลงเป็นผลให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตเกตข้อมูลได้มากขึ้นจึงทำให้ค่า Pvdodrop ลดลงและสามารถรองรับโหลดของ ทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงทำให้ที่ quota ค่าสูงสามารถได้ Maxthp สูงกว่าที่ quota ค่าต่ำ

สำหรับ SRRthreshold พบว่ามีผลต่อ Maxthp ตั้งแต่ quota มีค่าเท่ากับ 50 แพ็กเกตทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนที่มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงอยู่ไม่สูงมาก เมื่อกำหนดให้ quota มีค่า 50 แพ็กเกตโนดก็สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้และมีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวไม่สูงมากทำให้เมื่อกำหนด SRRthreshold ต่ำโนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้น้อยเพราะยังมีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวจึงทำให้มีค่า Pvdodrop สูงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อย แต่เมื่อ SRRthreshold สูงขึ้นจะทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นเพราะว่ามีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวน้อยกว่า SRRthreshold จึงทำให้มีค่า Pvdodrop ต่ำลงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น ดังนั้นที่ quota เท่ากับ 50 แพ็กเกตเมื่อ SRRthreshold สูงขึ้นจึงได้ Maxthp สูงขึ้น นอกจากนี้เมื่อกำหนดให้ quota มากขึ้นเช่น 100 แพ็กเกตจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้มากขึ้นทำให้เหลือแพ็กเกตเสียงในคิวน้อยกว่าที่ quota เท่ากับ 50 แพ็กเกต ดังนั้นเมื่อกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำจะทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้มากกว่าที่ quota เท่ากับ 50 แพ็กเกตทำให้ได้ค่า Maxthp สูงกว่า และเมื่อเพิ่ม SRRthreshold ก็ยิ่งทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นทำให้ แพ็กเกตวิดีโอมีค่า Pvdodrop ต่ำลงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งก็ทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 4 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 10 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต และ SRRthreshold มีค่ามากกว่า 10 แพ็กเกต โดยค่า quota และ SRRthreshold ที่จะเลือกสำหรับนำไปใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการ MAC ที่นำเสนอแบบอื่นๆ คือ quota เท่ากับ 50000 แพ็กเกตเพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 50000 จะต่ำกว่าค่าอื่นๆ ส่วนค่า SRRthreshold จะใช่ค่าเท่ากับ 10 แพ็กเกตเพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ SRRthreshold มีค่า 10 แพ็กเกตจะมีค่าต่ำที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) สัดส่วนที่ 1 (ข) สัดส่วนที่ 2

(ค) สัดส่วนที่ 3 (ง) สัดส่วนที่ 4

รูปที่ 4.9 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3

เนื่องจากประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 จะขึ้นอยู่กับค่า quota เท่านั้น ดังนั้นใน การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 จะทำการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota เท่านั้น โดยจะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ รูปที่ 4.10 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการ

เข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับแต่ละสัดส่วนโหลด จากรูปที่ 4.10 สามารถอธิบายผลของ quota ที่สัดส่วนโหลดต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota ต่ำจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบได้ต่ำจึงทำให้ต้องเสียแบนด์วิดท์ในช่วงเวลารอการส่งแพ็กเกตในรอบถัดไป สำหรับแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยแม้ว่าค่า quota จะต่ำแต่ก็สามารถส่งแพ็กเกตได้เพราะมีจำนวนน้อยจึงทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop มีค่าต่ำ แต่สำหรับแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากจะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ต่ำจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นก็จะสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นจึงได้ค่า Maxthp สูงขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Maxthp ในช่วงค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000 แพ็กเกตจะเห็นได้ว่าค่า Maxthp ของการเลือกแบบที่ 3 จะต่ำกว่าแบบที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 เป็นการเลือกโดยพิจารณาทีละปลายทางนั่นคือ ถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลจากปลายทางที่ตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดก็จะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่ถัดจาก srrdest1 หรือ srrdest2 ซึ่งการเลือกทีละปลายทางเช่นนี้จะทำให้มีการส่งแพ็กเกตปลายทางใดปลายทางหนึ่งมากและทำให้โนดส่งแพ็กเกตปลายทางนั้นครบจำนวน quota ก่อน และถ้าค่า quota ต่ำจะทำให้ยังคงมีแพ็กเกตในปลายทางที่ส่งได้ครบ quota แล้วเหลืออยู่ดังนั้นโนดก็จะยังคงเลือกแพ็กเกตจากปลายทางนั้นแต่เนื่องจากโนดได้ส่งแพ็กเกตครบ quota แล้วโนดจึงไม่สามารถส่งแพ็กเกตปลายทางดังกล่าวได้อีก ทำให้แพ็กเกตที่มีปลายทางอื่นๆ ที่ยังส่งไม่ครบ quota แต่ไม่มีโอกาสถูกเลือกไม่สามารถส่งได้และยังเป็นการเสียแบนด์วิดท์ในช่วงดังกล่าวไปด้วย ทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 เมื่อ quota มีค่าต่ำสามารถได้ Maxthp ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2 ซึ่งถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางต่างๆ ไปพร้อมๆ กันโดยเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่มีความยาวมากที่สุด ซึ่งการพิจารณาแพ็กเกตปลายทางต่างๆ ไปพร้อมๆ กันจะทำให้โนดมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตจากปลายทางต่างๆ ได้ผสมกันไปจึงทำให้ไม่เกิดเหตุการณ์เหมือนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 แต่เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตได้มากขึ้นเมื่อการเลือกแบบที่ 3 ซึ่งมีการเลือกทีละปลายทาง ถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ โนดก็จะเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่ถัดจาก srrdest1 หรือ srrdest2 แต่เนื่องจากที่ค่า quota สูงโนดสามารถส่งแพ็กเกตแต่ละปลายทางได้มากจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตปลายทางที่อยู่ถัดจาก srrdest1 หรือ srrdest2 ได้หมดก่อนที่จะครบ quota ซึ่งก็จะทำให้โนดสามารถแพ็กเกตจากปลายทางต่างๆ ได้โดยไม่ติดกับปลายทางใดปลายทางหนึ่งเหมือนกรณีที่ quota ต่ำ ดังนั้นสำหรับสัดส่วนนี้พบว่าค่า quota ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota ต่ำจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีจำนวนมากที่สุดในแต่ละรอบได้ต่ำเพราะต้องเสียงเวลาในการรอการส่งรอบถัดไปทำให้เกิด Pvdodrop สูงทำให้ได้ Maxthp ต่ำแต่เมื่อ quota สูงโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Maxthp ในช่วง quota เท่ากับ 50 ถึง 500 แพ็กเกตจะเห็นได้ว่าค่า Maxthp ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในช่วงค่า quota ดังกล่าวการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะมีค่า Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ซึ่งมีสาเหตุมาจากในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 เมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอหรือข้อมูลได้จากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เข้ามาซึ่งการเลือกแพ็กเกตโดยพิจารณาจากทีละปลายทางเช่นนี้จะทำให้โนดส่งแพ็กเกตวิดีโอจากปลายทางหนึ่งได้ครบ quota ก่อน (เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตวีดีโอสูง) และถ้า qutoa มีค่าต่ำก็จะทำให้ยังคงมีแพ็กเกตวิดีโอเหลืออยู่ที่ปลายทางดังกล่าวทำให้โนดยังคงเลือกแพ็กเกตวีดีโอจากปลายทางดังกล่าวแต่เนื่องจากโนดได้ส่งแพ็กเกตวีดีโอปลายทางดังกล่าวครบแล้วจึงทำให้ไม่สามารถส่งแพ็กเกตวีดีโอที่เลือกได้ทำให้เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงดังกล่าวไปและทำให้แพ็กเกตวีดีโอที่อยู่ในปลายทางอื่นๆ สามารถส่งได้ช้าออกไปด้วยจึงทำให้ Pvdodrop สูงและเป็นผลให้ได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota สูงขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตวีดีโอในปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 และ srrdest2 ได้หมดก่อนจะครบ quota จึงทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตจากปลายทางอื่นๆ ได้ทำให้ได้ Pvdodrop ต่ำลงและไม่เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์เหมือนกรณี quota ต่ำจึงทำให้สามารได้ Maxthp สูงขึ้น ดังนั้นสำหรับสัดส่วนนี้พบว่าค่า quota ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 50000 แพ็กเกต

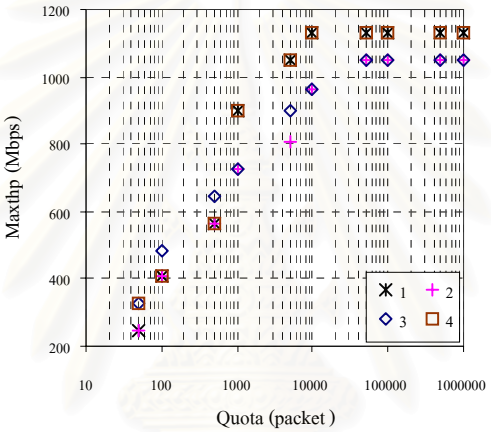
สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota ต่ำจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงซึ่งมีจำนวนมากที่สุดในแต่ละรอบได้ต่ำต้องเสียงเวลาในการรอการส่งรอบถัดไปทำให้เกิด Pvocdrop สูงทำให้ได้ Maxthp ต่ำแต่เมื่อ quota สูงโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Maxthp ในช่วง quota เท่ากับ 50 ถึง 500 แพ็กเกตจะเห็นได้ว่าค่า Maxthp ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในช่วงค่า quota ดังกล่าวการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะมีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ซึ่งมีสาเหตุมาจากในการเลือก แพ็กเกตแบบที่ 3 เมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอหรือข้อมูลได้จากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เข้ามาซึ่งการเลือกแพ็กเกตโดยพิจารณาจากทีละปลายทางเช่นนี้จะทำให้โนดส่งแพ็กเกตเสียงจากปลายทางหนึ่ง

ได้ครบ quota ก่อน (เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงสูง) ถ้า quota มีค่าต่ำก็จะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในปลายทางดังกล่าวได้ครบ quota และทำให้ยังคงมีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในปลายทางนั้น ดังนั้นโนดก็จะยังคงเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางดังกล่าวได้ทำแต่เนื่องจากโนดได้ส่งแพ็กเกตเสียงปลายทางดังกล่าวครบแล้วจึงทำให้ไม่สามารถส่งได้อีกทำให้เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงดังกล่าว และยังทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่อยู่ปลายทางอื่นซึ่งยังส่งไม่ครบ quota ไม่สามารถถูกเลือกและส่งได้ ทำให้ได้ Pvocdrop และ Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแบบที่ 3 แต่เมื่อ qutoa สูงขึ้นจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้หมดก่อนจะครบ quota ซึ่งก็จะทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลจาปลายทางดังกล่าวได้ และก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลจากปลายทางอื่นได้ด้วย จึงทำให้ได้ Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำลงทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น ดังนั้นสำหรับสัดส่วนนี้พบว่าค่า quota ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 50000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota ต่ำจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงซึ่งมีจำนวนมากที่สุดในแต่ละรอบได้ต่ำต้องเสียงเวลาในการรอการส่งรอบถัดไปทำให้เกิด Pvocdrop สูงและเมื่อโนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยทำให้แพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลที่มี Priority ต่ำกว่าและมีจำนวนเท่าๆ กับแพ็กเกตเสียงสามารถถูกส่งได้น้อยและช้าลงด้วยทำให้เกิด Pvdodrop สูงด้วยดังนั้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota สูงโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้เร็วขึ้นและมากขึ้นด้วยทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำลงและได้ Maxthp สูงขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Maxthp ในช่วง quota เท่ากับ 50 ถึง 500 แพ็กเกตจะเห็นได้ว่าค่า Maxthp ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในช่วงค่า quota ดังกล่าวการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะมีค่า Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ซึ่งมีสาเหตุมาจากในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 เมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอหรือข้อมูลได้จากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เข้ามาซึ่งการเลือกแพ็กเกตโดยพิจารณาจากทีละปลายทางเช่นนี้จะทำให้โนดส่งแพ็กเกตเสียงจากปลายทางหนึ่งได้ครบ quota ก่อน ถ้า quota มีค่าต่ำก็จะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในปลายทางดังกล่าวได้ครบ quota ก่อนที่แพ็กเกตเสียงปลายทางนั้นจะหมดดังนั้นโนดก็จะยังคงเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางดังกล่าวแต่ก็ไม่สามารถส่งได้ซึ่งจะทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงดังกล่าว นอกจากนี้ยังทำให้ไม่สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและ ข้อมูลจากปลายทางดังกล่างได้และก็ไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลจากปลายทางอื่นได้ทำให้ข้อมูลเหล่านั้นถูกส่งช้าออกไปซึ่งจะทำให้เกิด Pvdodrop สูง แต่ถ้า quota

สูงขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางถัดจากปลายทาง srrdest1 และ srrdest2 ได้หมดก่อนจะครบ quota จึงทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลจากปลายทางนั้นได้และทำให้ไม่เสียแบนด์วิดท์ด้วยจึงทำให้ Pvdodrop ต่ำลงและได้ Maxthp สูงขึ้น ดังนั้นสำหรับสัดส่วนนี้พบว่าค่า quota ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ค่า quota ต่างๆ ที่แต่ละสัดส่วนพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าตั้งแต่ 50000 แพ็กเกต โดยค่า quota ที่จะเลือกคือ quota เท่ากับ 50000



รูปที่ 4.10 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.4 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และค่า SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 4

ในการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 จะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต และค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 ถึง 20 แพ็กเกต รูปที่ 4.11 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ จะเห็นได้ว่าที่สัดส่วนโหลดต่างกันผลของค่า quota และ SRRthreshold จะมีลักษณะแตกต่างกันซึ่งสามารถอธิบายผลของ quota และ SRRthreshold ที่สัดส่วนโหลดต่างๆ ได้ดังนี้

เนื่องจากการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 4 จะแตกต่างจากการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 คือ ถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่ระหว่างโนดต้นทางกับปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ โนดจะสามารถพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ ซึ่งแตกต่างจากการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 คือ โนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่ระหว่างโนดต้นทางและปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เท่านั้น ปลายทางที่อยู่นอกเหนือจากนี้โนดจะไม่สามารถเลือกได้ ทำให้ผลการจำลองแบบที่ได้พบว่าที่สัดส่วนของทราฟฟิกแต่ละแบบจะมีลักษณะของ Maxthp ที่แตกต่างจากการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 ซึ่งเราสามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ที่สัดส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับสัดส่วนนี้พบว่า Maxthp มากขึ้นเมื่อ quota มากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าต่ำจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลในแต่ละรอบของ SAT ได้น้อย ทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงที่รอรอบต่อไปของ SAT จึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยและได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นในแต่ละรอบของ SAT ซึ่งจะทำให้มีการสูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากการรอรอบถัดไปของ SAT น้อยลงเป็นผลให้สามารถส่งรองรับโหลดได้มากขึ้นจึงได้ Maxthp สูงขึ้น เมื่อเทียบค่า Maxthp ของวิธีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 กับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 พบว่าการเลือกแบบที่ 4 จะได้ค่าค่า Maxthp ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2 เล็กน้อย ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และแบบที่ 4 มีลักษณะคล้ายกันมากแตกต่างกันแค่กรณีที่ ถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่ระหว่างโนดต้นทางกับปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 โนดจะสามารถพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้แต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ไม่สามารถเลือกได้ ซึ่งพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินจะทำให้ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตในสภาวะปกติ ทั้งนี้เพราะว่าโนดที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทางจะทำให้โนดอื่นซึ่งมีความต้องการใช้สล็อตของช่องสัญญาณดังกล่าวไม่สามารถใช้ได้ตามปกติ เป็นผลให้มีแพ็กเกตเหลืออยู่ที่โนดที่ไม่สามารถส่งได้ตามปกติมาก ดังนั้นจึงทำให้สามารถรองรับโหลดได้ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2 และยังพบว่าค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (Dmessage) ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 และแบบที่ 2 จะแตกต่างกัน นั่นคือ ในช่วงที่โหลดต่ำ Dmessage ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 จะต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 สามารถส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ได้จึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ซึ่งไม่สามารถส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้และเนื่องจากในช่วงโหลดต่ำมีจำนวนของแพ็กเกตที่โนดต้องการส่งไม่สูงมากดังนั้นการส่งแพ็กเกตเกินจึงไม่มีผลกระทบกับโนดอื่นมาก ดังนั้นการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 จึงมีค่า Dmessage ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ในช่วงโหลดต่ำ แต่

ในช่วงโหลดสูงพบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 มีค่า Dmessage มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในช่วงโหลดสูงการเลือกแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จะส่งผลต่อการส่งแพ็กเกตในโครงข่ายนั่นคือ โนดที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทางจะทำให้โนดอื่นซึ่งต้องการใช้สล็อตของช่องสัญญาณดังกล่าวไม่สามารถใช้ได้ตามปกติ ซึ่งการเกิดเหตุการณ์เช่นนี้แม้จะทำให้โนดที่ส่งแพ็กเกตเกินสามารถส่งแพ็กเกตได้เร็วขึ้นแต่ก็จะทำให้โนดที่ไม่สามารถส่งได้ตามปกติสามารถส่งได้ช้าลงซึ่งการส่งแพ็กเกตปกติได้ช้าลงจะทำให้เวลาประวิงของ message ข้อมูลมีค่ามากขึ้นเพราะเมื่อโนดที่ไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้ตามปกติ แพ็กเกตเหล่านั้นต้องรอเวลาสำหรับการส่งในครั้งถัดไปมีระยะเวลานานกว่าระยะเวลาที่แพ็กเกตที่มีปลายทางเกินต้องรอการส่งตามปกติ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ที่โหลดสูง Dmessage ของการเลือกแบบที่ 4 จึงสูงกว่าแบบที่ 2 รูปที่ 4.12 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ แบบที่ 4 เมื่อ quota เท่ากับ 500 แพ็กเกตและ SRRthreshold เท่ากับ 10 แพ็กเกต

สำหรับผลของ SRRthreshold พบว่ามีผลต่อ Maxthp เมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 100 แพ็กเกตนั่นคือ เมื่อ SRRthreshold มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เพราะว่า ที่ quota มากกว่า 100 แพ็กเกตโนดสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้สูง เมื่อกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าต่ำโนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยกว่าเมื่อกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าสูงจึงเป็นผลทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยกว่า ดังนั้นเมื่อ SRRthreshold ต่ำจึงได้ค่า Maxthp ต่ำกว่าเมื่อ SRRthreshold สูง ส่วนเมื่อ quota เท่ากับ 50 แพ็กเกตพบว่า SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp ทั้งนี้เพราะว่า ที่ quota เท่ากับ 50 แพ็กเกตโนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลในแต่ละรอบของ SAT ได้น้อย แม้ว่าการกำหนดให้ SRRthreshold มีค่าสูงจะทำให้โนดสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลได้บ่อยมากกว่าเมื่อกำหนด SRRthreshold มีค่าต่ำแต่เนื่องจากโนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อย ดังนั้นถึงแม้โนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลสำหรับส่งได้บ่อยแต่ก็ไม่สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มาก จึงเป็นผลทำให้การกำหนด SRRthreshold ค่าสูงได้ค่า Maxthp ไม่แตกต่างจากเมื่อกำหนด SRRthreshold ค่าต่ำเมื่อ quota มีค่าต่ำ

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 1 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ค่า 1 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับสัดส่วนนี้พบว่ามีค่ามากขึ้นเมื่อ quota มากขึ้นทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นจึงเป็นการลดการสูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงเวลาที่รอการส่งรอบถัดไป ดังนั้นโนดจึงสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีจำนวน 80% ได้มากขึ้นทำให้ Pvdodrop ต่ำลง นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตวิดีโอได้มากขึ้นยังช่วยทำให้สามารถเลือกและส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นด้วยจึงทำให้สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้

สูงขึ้นด้วย แต่เมื่อพิจารณาที่ช่วง quota มีค่าต่ำพบว่าที่ quota ค่าเดียวกันการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 สามารถให้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแบบที่ 4 กำหนดว่าถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่ระหว่างโนดต้นทางกับปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ โนดจะสามารถพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ ซึ่งการเลือกและส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 นี้จะทำให้ได้ค่า Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เพราะว่าในการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินจะเลือกแพ็กเกตเสียงก่อน ดังนั้นจึงทำให้แพ็กเกตที่มีปลายทางเกินที่เลือกได้ส่วนใหญ่เป็นแพ็กเกตเสียงซึ่งการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเกินจะทำให้โนดที่ส่งแพ็กเกตปกติไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้และเนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตวีดีโอสูงจึงทำให้โนดที่ต้องการส่งแบบปกติซึ่งส่วนใหญ่เป็นแพ็กเกตวิดีโอไม่สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้จึงทำให้มีแพ็กเกตวิดีโอเหลือในคิวสูง เมื่อโนดที่ส่งแพ็กเกตเกินเลิกส่งแพ็กเกตเกินก็จะทำให้โนดที่ไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้ตามปกติสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้ตามปกติ แต่เนื่องจากมีแพ็กเกตวิดีโอเหลืออยู่ในคิวเป็นจำนวนมาก ถ้ากำหนดให้ quota มีค่าต่ำก็จะไม่สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่เหลืออยู่ในคิวเป็นจำนวนมากได้ทันจึงทำให้เกิด Pvdodrop สูงแต่เมื่อเพิ่ม quota มากขึ้นจะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่เหลืออยู่ได้ทันจึงทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น

สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 มีแพ็กเกตวิดีโอเหลืออยู่ในคิวเป็นจำนวนมากซึ่งเกิดจากการส่งไม่ได้เพราะโนดมีการส่งแพ็กเกตเสียงเกินปลายทาง srrdest1 และ srrdest2 ดังนั้นที่ SRRthreshold มีค่าต่ำโนดก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอได้มากแต่ถ้า SRRthreshold มีค่าสูงโนดก็จะยังคงสามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอได้มากแต่อาจจะน้อยกว่าเมื่อ SRRthreshold มีค่าต่ำเล็กน้อยเพราะมีแพ็กเกตวิดีโอเหลืออยู่ในคิวสูงจึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้น SRRthreshold จึงไม่มีผลต่อ Maxthp

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 2 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ค่า 0 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่ามีค่ามากขึ้นเมื่อ quota มากขึ้นทั้งนี้เพราะว่าที่ quota ค่าต่ำจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวน 80% ในแต่ละรอบของ SAT ได้น้อยทำให้มีแพ็กเกตเสียงต้องคอยการส่งรอบต่อไปของ SAT อยู่ในคิวนานจึงเกิด Pvdodrop สูง และการที่สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยจะทำให้สามารถเลือกและส่งแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงได้น้อยด้วยเป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอมี Pvdodrop สูงและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ที่ค่า quota ต่ำจึงได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อ quota สูงขึ้นก็จะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นทำให้ค่า Pvocdrop ต่ำลงและยังทำใหสามารถ

ส่งแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นจึงทำให้ Pvdodrop ต่ำลงด้วยและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น ดังนั้นที่ quota สูงจึงสามารถได้ Maxthp สูงขึ้น แต่เมื่อพิจารณาค่า Maxthp ในช่วงค่า quota มีค่าต่ำพบว่าที่ค่า quota ค่าเดียวกันการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 จะสามารถให้ Maxthp ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 กำหนดให้สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ได้จึงเป็นเหตุให้การส่งแพ็กเกตเกินซึ่งส่วนใหญ่เป็นแพ็กเกตเสียงไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงแบบปกติของโนดอื่นทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงของโนดนั้นได้ช้าลง ซึ่งแม้โนดที่ส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเกินได้จะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงนั้นได้เร็วแต่ก็ทำให้โนดที่ต้องการส่งแพ็กเกตเสียงแบบปกติสามารถส่งได้ช้าลง ซึ่งการส่งแพ็กเกตเสียงแบบปกติได้ช้าลงจะทำให้แพ็กเกตเหล่านั้นต้องรอเวลาสำหรับการส่งในครั้งถัดไปมีระยะเวลานานกว่าระยะเวลาที่แพ็กเกตที่มีปลายทางเกินต้องรอการส่งตามปกติ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้แพ็กเกตเสียงที่ไม่สามารถส่งได้ตามปกติมีโอกาสถูก discard ได้มากกว่าการให้แพ็กเกตที่มีปลายทางเกินต้องรอการส่งตามปกติ จึงทำให้มี Pvocdrop สูงกว่าการเลือกแบบที่ 2 นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตเสียงตามปกติได้ช้าจะทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวสูง เมื่อโนดที่ส่งแพ็กเกตเกินเลิกส่งแพ็กเกตเกินก็จะทำให้โนดที่ไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้ตามปกติสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ตามปกติ แต่เนื่องจากมีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวเป็นจำนวนมากถ้ากำหนดให้ quota มีค่าต่ำก็จะไม่สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่เหลืออยู่ในคิวเป็นจำนวนมากได้ทันจึงทำให้เกิด Pvocdrop สูง และเนื่องจากสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงในคิวมากเป็นผลให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้น้อยด้วยจึงทำให้ Pvdodrop มีค่าสูงและสามารถรองรับโหลดทราฟฟิกข้อมูลได้ต่ำจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อเพิ่ม quota มากขึ้นจะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่เหลืออยู่ได้ทันจึงทำให้ Pvocdrop ต่ำลงและสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้มากขึ้นจึงทำให้ Pvdodrop ต่ำลงสามารถรองรับโหลดทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น ดังนั้นที่ค่า quota สูงจึงทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น

สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวเป็นจำนวนมากซึ่งเกิดจากการส่งไม่ได้เพราะโนดมีการส่งแพ็กเกตเสียงเกินปลายทาง srrdest1 และ srrdest2 ดังนั้นที่ SRRthreshold มีค่าต่ำโนดก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตเสียงได้มากแต่ถ้า SRRthreshold มีค่าสูงโนดก็จะยังคงสามารถเลือกแพ็กเกตเสียงได้มากเพราะมีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวสูงแต่อาจจะน้อยกว่าเมื่อ SRRthreshold มีค่าต่ำเล็กน้อย จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้น SRRthreshold จึงไม่มีผลต่อ Maxthp

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 3 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ค่า 0 แพ็กเกต

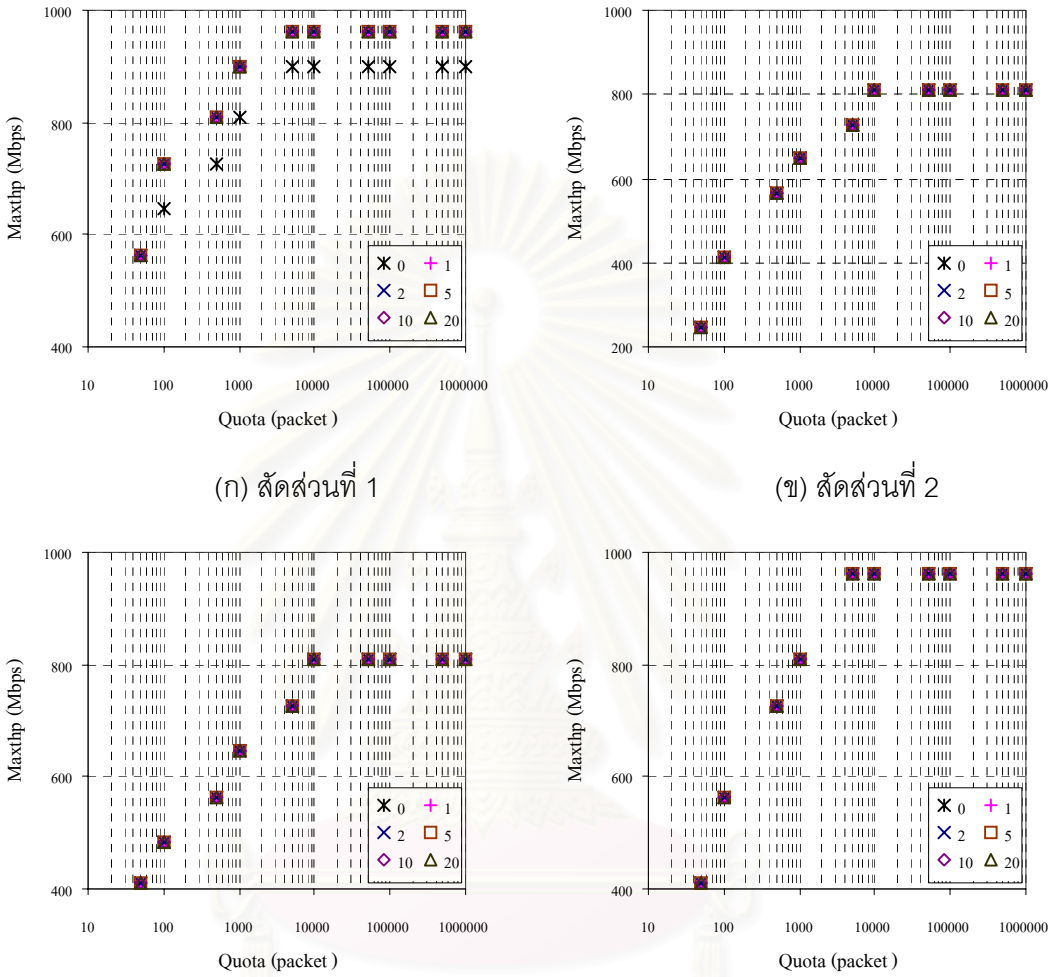
สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่ามีค่ามากขึ้นเมื่อ quota มากขึ้นทั้งนี้เพราะว่าโนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้มากและเร็วขึ้นทำให้มีค่า Pvocdrop ต่ำลงและยังทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวน้อย โนดจึงมีโอกาสเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลที่มี priority ต่ำกว่าได้มากขึ้นซึ่งก็จะทำให้ Pvdodrop ต่ำลงและสามารถรองรับโหลดทราฟฟิกข้อมูลได้มากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาที่ค่า quota ต่ำจะพบว่าที่ค่า quota เท่ากันการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 สามารถให้ Maxthp ต่ำกว่าแบบที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 และ srrdest2 ได้ซึ่งแพ็กเกตที่เกินส่วนใหญ่เป็นแพ็กเกตเสียงจึงทำให้การส่งแพ็กเกตเกินไปรบกว่าการส่งแพ็กเกตตามปกติ ซึ่งก็จะทำให้โนดที่ส่งแพ็กเกตปกติสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ช้าลงทำให้มีแพ็กเกตเสียงเหลือในคิวมากซึ่งส่งผลให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้ช้าด้วย เมื่อโนดที่ส่งแพ็กเกตเกินเลิกส่งแพ็กเกตเกินก็ทำให้โนดที่ต้องการส่งแพ็กเกตตามปกติสามารส่งแพ็กเกตได้ ถ้ากำหนดให้ quota มีค่าน้อยก็จะทำให้สามารส่งแพ็กเกตเสียงที่เหลือในคิวได้น้อยแต่เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงไม่สูงเหมือนในสัดส่วนที่ 3 จึงทำให้การส่งแพ็กเกตเกินไม่มีผลต่อแพ็กเกตเสียงมาก แต่จะมีผลกับการส่งแพ็กเกตวิดีโอเพราะว่าเมื่อโนดที่ต้องการส่งแพ็กเกตเสียงแบบปกติสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ช้าลงก็จะส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลซึ่งมีลำดับความสำคัญต่ำกว่าได้ช้าลงเป็นผลให้ Pvdodrop สูงขึ้นและสามารถรองรับโหลดทราฟฟิกข้อมูลได้ต่ำลง แต่ถ้า quota สูงขึ้นก็จะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้นซึ่งก็จะทำให้ส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้เร็วขึ้นด้วยจึงทำให้ Pvdodrop ลดลงและสามารถรองรับโหลดทราฟฟิกเสียงได้มากขึ้นดังนั้นจึงได้ Maxthp สูงขึ้น

สำหรับ SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 มีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวมากซึ่งเกิดจากการส่งไม่ได้เพราะโนดมีการส่งแพ็กเกตเสียงเกินปลายทาง srrdest1 และ srrdest2 ดังนั้นที่ SRRthreshold มีค่าต่ำโนดก็จะสามารถเลือกแพ็กเกตเสียงได้มากแต่ถ้า SRRthreshold มีค่าสูงโนดก็จะยังคงสามารถเลือกแพ็กเกตเสียงได้มากเพราะมีแพ็กเกตเสียงเหลืออยู่ในคิวสูงแต่อาจจะน้อยกว่าเมื่อ SRRthreshold มีค่าต่ำเล็กน้อย จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกันมาก ดังนั้น SRRthreshold จึงไม่มีผลต่อ Maxthp

ดังนั้นสำหรับสัดส่วนที่ 4 นี้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ค่า 0 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต และ SRRthreshold มีค่าตั้งแต่ 1 แพ็กเกต โดยค่า quota และ SRRthreshold ที่จะเลือกคือ quota เท่ากับ 10000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold จะใช่ค่า

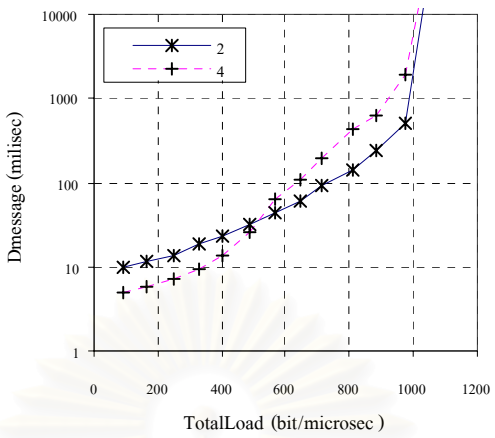
เท่ากับ 1 แพ็กเกตเพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ SRRthreshold มีค่า 1 แพ็กเกตจะมีค่าต่ำที่สุด



(ก) สัดส่วนที่ 1 (ข) สัดส่วนที่ 2

(ค) สัดส่วนที่ 3 (ง) สัดส่วนที่ 4

รูปที่ 4.11 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 4 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ



รูปที่ 4.12 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ แบบที่ 4 เมื่อ quota เท่ากับ 500 แพ็กเกตและ SRRthreshold เท่ากับ 10 แพ็กเกต สำหรับสัดส่วนที่ 1

4.3.5 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 5

เนื่องจากประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 5 จะขึ้นอยู่กับค่า quota เท่านั้น ดังนั้นใน การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 5 จะทำการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota เท่านั้น โดยจะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ รูปที่ 4.13 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับแต่ละสัดส่วนโหลด จากรูปที่ 4.13 สามารถอธิบายผลของ quota ที่สัดส่วนโหลดต่างๆ ได้ดังนี้

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 5 นี้จะคล้ายกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 แต่มีความแตกต่างกันในกรณีที่เมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 หรือ ปลายทางที่อยู่ระหว่างโนดต้นทางกับปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ โนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่นอกเหนือจากนี้ได้ โดยโนดจะพิจารณาจากปลายทางที่อยู่ใกล้โนด srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อน โดยจะพิจารณาแพ็กเกตเสียงก่อนถ้าไม่มีแพ็กเกตเสียงโนดจะพิจารณาแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ แต่ถ้าที่ปลายทางดังกล่าวไม่มีแพ็กเกตของทราฟฟิกใดอยู่เลย โนดจะพิจารณาปลายทางที่อยู่ถัดไปโดยพิจารณาจากแพ็กเกตเสียง แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับเช่นกัน จากวิธีการเลือกแพ็กเกตที่แตกต่างจากการควบคุมการเข้าถึง

ตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ทำให้ผลการจำลองแบบที่ได้พบว่าที่สัดส่วนของทราฟฟิกแต่ละแบบจะมีลักษณะ Maxthp ของต่างจากการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ซึ่งเราสามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ที่สัดส่วนต่างๆ ได้ ดังนี้

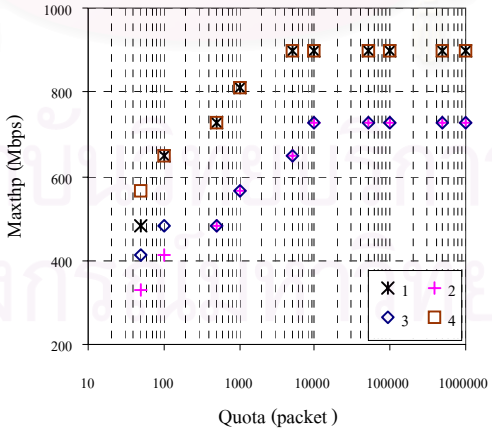
สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อค่า quota มากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้นเช่นเดียวกับการเลือกแบบที่ 3 แต่จะสังเกตได้ว่าค่า Maxthp สูงสุดของการเลือกแบบที่ 5 นี้จะได้น้อยกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 มาก ซึ่งแตกต่างจากการเลือกแบบที่ 4 ที่กำหนดว่าสามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 เหมือนกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 แต่ค่า Maxthp มากที่สุดของการเลือกแบบที่ 4 จะมีใกล้เคียงกับการเลือกแบบที่ 2 เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้น สาเหตุที่การเลือกแบบที่ 5 ซึ่งกำหนดให้เลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้ไม่สามารถให้ Maxthp ใกล้เคียงกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 เมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางไม่เกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดก็จะไปเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 โดยเลือกจากปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อน ซึ่งการเลือกปลายทางเกินนี้จะทำให้โนด srrdest1 หรือ srrdest2 ไม่สามารถใช้สล็อตของช่องสัญญาณได้ตามปกติ (ซึ่งปกติจะสามารถใช้สล็อตของช่องสัญญาณได้) และเนื่องจากการเลือกปลายทางเกินจะพิจารณาปลายทางที่อยู่ใกล้ปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนทำให้สล็อตนั้นจะว่างลงเมื่อถึงปลายทาง srrdest1+1 หรือ srrdest2+1 และจะไม่ถูกใช้อีกจนกระทั่งกลับมายังโนดที่ส่งแพ็กเกต ซึ่งเป็นผลให้เกิดการใช้สล็อตอย่างไม่คุ้มค่า ดังนั้นจึงสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากที่สุดได้ต่ำกว่าจึงเป็นผลให้ได้ Maxthp ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3 แต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 เมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางไม่เกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดก็จะไปเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 โดยพิจารณาจากปลายทางที่เหลือที่มีความยาวคิวมากที่สุด (ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2) ซึ่งการเลือกในลักษณะเช่นนี้จะทำให้เกิดการใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากกว่าจึงทำให้ยังคงได้ค่า Maxthp สูงเท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ดังนั้นสำหรับสัดส่วนนี้พบว่าค่า quota ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นแต่จะสังเกตว่าได้ค่า Maxthp สูงที่สุดต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตเกินปลายทางโดยเลือกจากปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้ใช้ สล็อตได้ไม่คุ้มค่าจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากที่สุดได้ช้าและน้อยลงทำให้เกิด Pvdodrop สูงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ ดังนั้นสำหรับสัดส่วนนี้พบว่าค่า quota ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นแต่จะสังเกตว่าได้ค่า Maxthp สูงที่สุดต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตเกินปลายทางโดยเลือกจากปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้ใช้สล็อตได้ไม่คุ้มค่าจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากที่สุดได้ช้าและน้อยลงจึงทำให้เกิด Pvocdrop สูง นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตเสียงได้ช้ายังทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มี priority ต่ำกว่าได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ได้ Pvdodrop สูงด้วย ดังนั้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ ดังนั้นสำหรับสัดส่วนนี้พบว่าค่า quota ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นแต่จะสังเกตว่าได้ค่า Maxthp สูงที่สุดต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตเกินปลายทางโดยเลือกจากปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้ใช้สล็อตได้ไม่คุ้มค่าจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้ช้าและน้อยลงแต่เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงไม่สูงเหมือนสัดส่วนที่ 3 จึงไม่ทำให้เกิด Pvocdrop สูงขึ้นแต่การส่งแพ็กเกตเสียงได้ช้าก็ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มี priority ต่ำกว่าได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ได้ Pvdodrop สูงขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ ดังนั้นสำหรับสัดส่วนนี้พบว่าค่า quota ที่สามารถทำให้ได้ Maxthp สูงสุดคือ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ค่า quota ต่างๆ ที่แต่ละสัดส่วนพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าตั้งแต่ 10000 แพ็กเกต โดยค่า quota และ SRRthreshold ที่จะเลือกคือ quota เท่ากับ 10000 แพ็กเกต



รูปที่ 4.13 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 5 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.6 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6

สำหรับในหัวข้อนี้จะทดสอบพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีผลต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6 ซึ่งมีวิธีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับแบบที่ 1 แต่มีข้อแตกต่างกันในส่วนของการควบคุมความเท่าเทียมกันนั่นคือเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ก่อนโดยมีวิธีการเลือกได้ 3 แบบด้วยกัน ดังนั้นในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6 จะแบ่งเป็น 3 แบบ คือ แบบที่ 6.1 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT แบบที่ 6.2 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตาม priority ของ SAT และแบบที่ 6.3 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT แบบสลับ ซึ่งจะทดสอบผลของ quota และ SRRthreshold สำหรับแบบต่างๆ ดังนี้

4.3.6.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1

ในการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1 จะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต และค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 ถึง 20 แพ็กเกต รูปที่ 4.14 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1 นี้จะคล้ายกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 แต่มีความแตกต่างกันในกรณีที่ถ้ามี SAT มาถึงโนดแล้วโนดยังส่งแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ได้ไม่ครบทั้งที่ยังมีแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติดังกล่าวอยู่ในคิว (สภาวะเช่นนี้เรียกว่าเป็นสภาวะ NONSAT, non satisfies) การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1 จะกำหนดให้โนดส่งแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ออกไปก่อนเพื่อให้ SAT เข้าสู่สภาวะ satisfies เร็วที่สุดเพื่อจะได้ส่ง SAT สู่โนดอื่นต่อไป โดยจะมีการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT ซึ่งพบว่าลักษณะ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่า เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้นทั้งนี้เพราะว่า เมื่อกำหนดให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นจะทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากการรอรอบต่อไปของ SAT น้อยลงทำให้

สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากที่สุดได้มากขึ้น และเนื่องจากการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 6.1 กำหนดว่าเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โนดจะส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนเพื่อเร่งให้ SAT เข้าสู่สภาวะ satisfies เร็วขึ้นทำให้สามารถเดินทางไปสู่โนดอื่นที่ส่งแพ็กเกตครบแล้วและรอการมาถึงของ SAT ได้เร็วขึ้นซึ่งจะช่วยทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อยสามารถถูกส่งได้เร็วขึ้นจึงทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าค่า Maxthp ที่ได้สูงกว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 1 (ในช่วง quota ค่าเดียวกัน) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 6.1 มีส่วนวิธีเลือกและส่งแพ็กเกตเช่นเดียวกับแบบที่ 1 คือ โนดจะเลือกแพ็กเกตในการส่ง 1 แพ็กเกตแต่ถ้าแพ็กเกตที่เลือกได้ไม่ตรงกับ srrdest โนดจะเลือกแพ็กเกตที่ 2 เพื่อใช้ส่งในสล็อตของช่องสัญญาณ srrdest ดังนั้นการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.1 ซึ่งมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONAT ก่อนจึงมีโอกาสที่แพ็กเกตแรกจะไม่ตรงกับ srrdest สูงทำให้ต้องมีการเลือกแพ็กเกตที่ 2 ด้วยเหตุนี้ทำให้โนดมีโอกาสส่งแพ็กเกตในแต่ละไทม์สล็อตมากขึ้นทำให้ได้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่า Maxthp กลับมีค่าต่ำลง ทั้งนี้เพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตข้อมูลมากจึงทำให้มีโอกาสในการเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแพ็กเกตเสียงและวิดีโอซึ่งมีจำนวนน้อยกว่า ยิ่งเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นก็จะทำให้แพ็กเกตข้อมูลสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบจำนวน quota ได้ช้าลงทำให้เกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้น เมื่อมีการการเร่งส่งแพ็กเกตที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตข้อมูลถูกส่งออกได้มากขึ้น จึงทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงเป็นผลให้มีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop สูง จึงทำให้ Maxthp ต่ำลง สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เนื่องจากผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตข้อมูลซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อย เกิดการเลือกแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT เป็นจำนวนมากซึ่งการเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT จะไม่ขึ้นกับค่า SRRthreshold จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้นทั้งนี้เพราะว่าที่ค่า quota ต่ำจะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้ต่ำทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากต้องเสียเวลารอการส่งแพ็กเกตในรอบถัดไปนานทำให้เกิด Pvdodrop สูงแต่เมื่อ quota สูงขึ้นจะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นซึ่งก็จะทำให้ค่า Pvdodrop ต่ำลง และการเร่งส่งแพ็กเกตตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ยังช่วยให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อยสามารถ

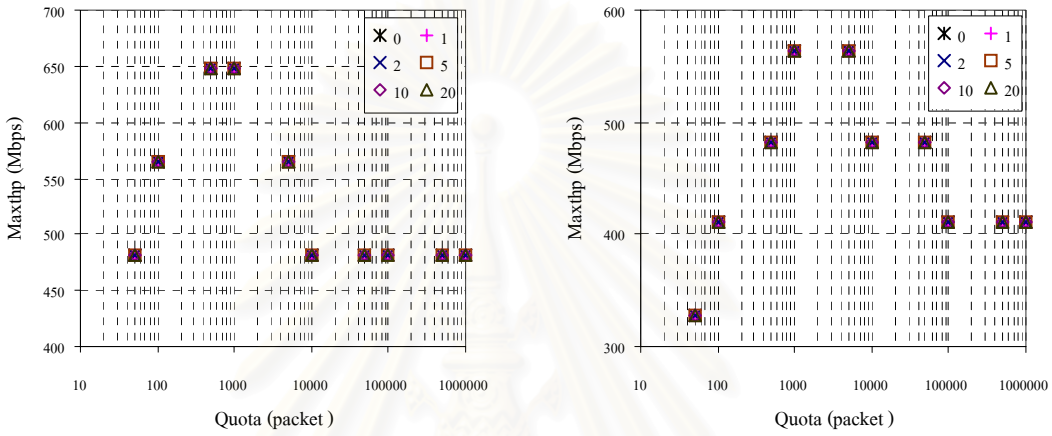
ส่งแพ็กเกตได้มากขึ้นเป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอเกิดสภาวะ NONSAT ต่ำลงทำให้ SAT วิ่งในวงแหวนได้เร็วขึ้นทำให้โนดต่างๆ สามารถส่งแพ็กเกตได้เร็วขึ้น นอกจากนี้เมื่อโนดสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากได้เร็วขึ้นก็จะทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำที่สุดสามารถส่งได้มากตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ได้ Maxthp สูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าค่า Maxthp ที่ได้สูงกว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 1 ทั้งนี้เพราะว่าการกำหนดให้มีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนจะมีโอกาสที่แพ็กเกตแรกจะไม่ตรงกับ srrdest สูงทำให้ต้องมีการเลือกแพ็กเกตที่ 2 ด้วยเหตุนี้ทำให้โนดมีโอกาสส่งแพ็กเกตในแต่ละไทม์สล็อตมากขึ้นทำให้ได้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 แต่เมื่อพิจารณาที่ค่า quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าจะได้ค่า Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตวิดีโอมากจึงทำให้มีโอกาสในการเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแพ็กเกตเสียงและข้อมูลซึ่งมีจำนวนน้อยกว่า ยิ่งเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นก็จะทำให้แพ็กเกตวิดีโอสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบจำนวน quota ได้ช้าลงทำให้เกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้น เมื่อมีการการเร่งส่งแพ็กเกตที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตวิดีโอถูกส่งออกได้มากขึ้น จึงทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตวิดีโอที่มีสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแย่งส่งแพ็กเกตเป็นผลให้มีค่า Pvocdrop สูงขึ้น แต่การส่งแพ็กเกตวิดีโอมากขึ้นจะไม่มีผลกับแพ็กเกตข้อมูลเพราะแม้ว่าจะสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ช้าแต่เนื่องจากแพ็กเกตข้อมูลสามารถรอการส่งได้นานโดยไม่ถูก discard จึงทำให้เมื่อโนดส่งแพ็กเกตวิดีโอเรียบร้อยแล้วก็สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ต่อ สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เนื่องจากผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อย เกิดการเลือกแพ็กเกตวีดีโอในสภาวะ NONSAT เป็นจำนวนมากซึ่งการเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT จะไม่ขึ้นกับค่า SRRthreshold จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มจาก 50 แพ็กเกตเป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp เพิ่มขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่าจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากที่สุดได้เยอะเพราะมี priority สูงที่สุดแต่จะส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้น้อยเพราะมี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงจึงต้องรอให้ส่งแพ็กเกตเสียงหมดเสียก่อน แต่เมื่อมีการเร่งการส่งแพ็กเกตจะทำให้แพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลสามารถส่งได้มากขึ้นทำให้ค่า Maxthp พิจารณาจากการส่งแพ็กเกตเสียงซึ่งที่ค่า quota ต่ำโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละรอบของ SAT ได้น้อยทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากสามารถส่งในแต่ละรอบของ SAT ได้ต่ำทำให้ต้องรอรอบต่อไปของ SAT นานจึงมีผลทำให้เกิด Pvocdrop สูง แต่เมื่อเพิ่ม quota มากขึ้นจะทำให้โนดสามารถส่ง

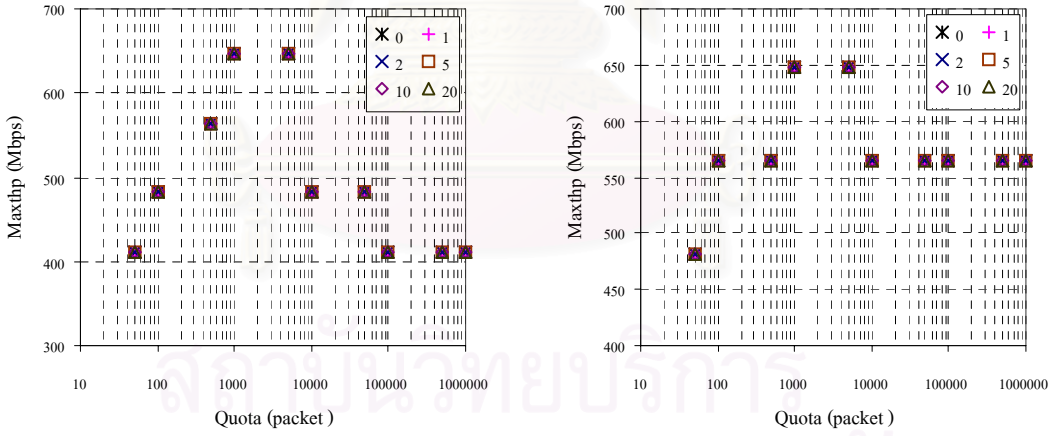
แพ็กเกตเสียงในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้นทำให้ Pvocdrop ต่ำลง แต่เมื่อค่า quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตกลับพบว่าได้ค่า Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เพราะที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงมากจึงทำให้มีโอกาสในการเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลซึ่งมีจำนวนน้อยกว่า ยิ่งเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นก็จะทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบจำนวน quota ได้ช้าลงทำให้เกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้น เมื่อมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตเสียงถูกส่งออกได้มากขึ้น จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตเสียงที่มีสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแย่งส่งแพ็กเกตเป็นผลให้มีค่า Pvdodrop สูงขึ้น แต่การส่งแพ็กเกตเสียงมากขึ้นจะไม่มีผลกับแพ็กเกตข้อมูลเพราะแม้ว่าจะสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ช้าแต่เนื่องจากแพ็กเกตข้อมูลสามารถรอการส่งได้นานโดยไม่ถูก discard จึงทำให้เมื่อโนดส่งแพ็กเกตวิดีโอเรียบร้อยแล้วก็สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ต่อ สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เนื่องจากผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตเสียงซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อย เกิดการเลือกแพ็กเกตเสียงในสภาวะ NONSAT เป็นจำนวนมากซึ่งการเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT จะไม่ขึ้นกับค่า SRRthreshold จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้นทั้งนี้เพราะว่าที่สัดสวนที่มีจำนวนแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลเท่าๆ กัน ถ้าเป็นการส่งแพ็กเกตแบบที่ 1 ซึ่งไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อเกิดสภาวะ NONSAT ทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำสุดสามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยเพราะต้องรอให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอหมดเสียก่อนจึงทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ต่ำ แต่เมื่อมีการเร่งให้มีการส่งแพ็กเกตที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนจะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตแต่ละชนิดเท่าๆ กันจึงทำให้เกิดสภาวะ NONSAT ได้เท่าๆ กันโนดจึงสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลจากสภาวะ NONSAT ได้มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลในแต่ละรอบของ SAT ได้มากขึ้น แต่เมื่อ quota มีค่ามากกว่า 500 แพ็กเกตพบว่าค่า Maxthp จะมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อ quota มีค่าสูงการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่อยู่ในสภาวะ NONSAT จะมีค่าสูงตามไปด้วยซึ่งจะส่งผลกระทบกับการส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอคือทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอต้องรอเวลาในการส่งนานขึ้นเป็นผลให้ Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเป็นผลให้ได้ค่า Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีเท่ากับ 1000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp โดยจะเลือกใช้ค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 เพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ SRRthreshold มีค่า 0 แพ็กเกตจะมีค่าต่ำที่สุด



(ก) สัดส่วนที่ 1 (ข) สัดส่วนที่ 2



(ค) สัดส่วนที่ 3 (ง) สัดส่วนที่ 4

รูปที่ 4.14 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.6.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกต 6.1 แต่จะแตกต่างในกรณีเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1 จะเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ที่ละตัวโดยเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตามลำดับการมาถึงโนดนั้น การเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT เช่นนี้จะทำให้ SAT ของแพ็กเกตที่มีจำนวนมากที่สุดมีสภาวะ NONSAT บ่อยและถูกเลือกได้บ่อยกว่าแพ็กเกตที่มีจำนวนน้อย ถ้าแพ็กเกตที่มีจำนวนน้อยนั้นเป็นแพ็กเกตเสียงหรือแพ็กเกตวิดีโอจะทำให้แพ็กเกตเหล่านี้ถูกเลือกได้น้อยจึงทำให้มี Pvocdrop หรือ Pvdodrop สูงจึงทำให้ที่ quota มีค่าสูงขึ้น Maxthp จะมีค่าต่ำลง ดังนั้นในการเลือกแพ็กเกตในกรณี NONSAT แบบที่ 6.2 จะกำหนดให้เมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกเสียงก่อน แล้วจึงเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ ผลจากการเลือกแพ็กเกตในกรณี NON SAT เช่นนี้จะทำให้ลดปัญหาการ discard ของแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอที่สูงขึ้นเมื่อ quota มากขึ้น แต่ในกรณีสัดส่วนที่ 3 ซึ่งมีจำนวนแพ็กเกตเสียงจำนวนมาก การเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT เช่นนี้ยังคงทำให้มี Pvdodrop สูงเมื่อ quota มากขึ้นเพราะที่สภาวะนี้มีแพ็กเกตเสียงจำนวนมากและแพ็กเกตวิดีโอมี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงจึงถูกเลือกได้ช้ากว่าแพ็กเกตเสียงทำให้ยังมี Pvdodrop สูง รูปที่ 4.15 แสดงค่า Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 ทั้งนี้เพราะว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันจะมีค่า Maxthp ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1 ดังนั้นจึงแสดงผล Maxthp ที่ค่า SRRthreshold เพียงค่าเดียว จากรูปที่ 4.15 สามารถอธิบายผลของการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT ที่มีต่อสัดส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยเมื่อ quota อยู่ในช่วง 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ค่า Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.1 และเมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตค่า Maxthp จะไม่ต่ำลงเพราะการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.2 จะมีการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามลำดับ priority ดังนั้นเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT พร้อมกันโนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ของแพ็กเกตเสียงก่อนแล้วจึงเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูล ด้วยเหตุนี้จึงทำให้แม้ว่าแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิดสภาวะ NONSAT น้อยกว่าแพ็กเกตข้อมูลแต่ก็สามารถถูกส่งได้เพราะเมื่อเกิดสภาวะ NONSAT พร้อมกับแพ็กเกตข้อมูลโนดก็จะเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอก่อนแพ็กเกตข้อมูล ซึ่งการ

เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามลำดับ priority จะช่วยทำให้ไม่เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop เมื่อ quota สูงขึ้น เมื่อ quota มีค่ามากกว่า 1000 แพ็กเกต เพราะฉะนั้นเมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตค่า Maxthp จะไม่ลดต่ำลง เมื่อพิจารณาค่า Maxthp พบว่าเมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp คงที่ ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่ามากกว่า 1000 แพ็กเกต

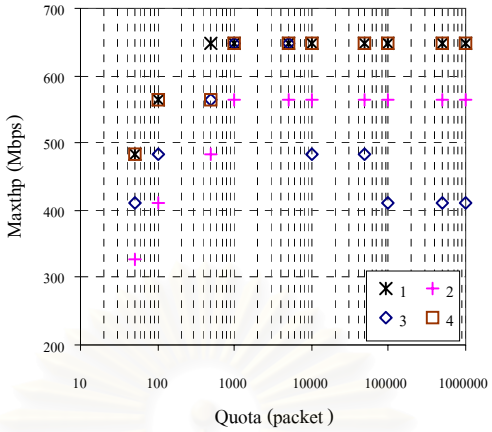
สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยเมื่อ quota อยู่ในช่วง 50 แพ็กเกตถึง 5000 แพ็กเกตจะได้ค่า Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.1 และเมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตค่า Maxthp จะไม่ต่ำลงเพราะการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามลำดับ priority จะทำให้แพ็กเกตเสียงที่เกิดสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าแพ็กเกตวิดีโอสามารถส่งแพ็กเกตได้เพราะเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวโนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ของแพ็กเกตเสียงก่อนดังนั้นถึงแม้ว่าแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากจะเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อยแต่โนดก็ยังสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ดังนั้นที่ค่า quota สูงจึงไม่ทำให้ Pvocdrop สูงขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Maxthp พบว่าเมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp คงที่ ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่ามากกว่า 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 5000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้นแต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตกลับได้ Maxthp ต่ำลงซึ่งมีลักษณะเหมือนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.1 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อกำหนดให้เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตเสียงได้มากเพราะที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงซึ่งมี priority สูงที่สุดเป็นจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อยกว่าแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูล ทำให้โนดมีการเลือกแพ็กเกตเสียงมากซึ่งส่งผลให้แพ็กเกตวิดีโอต้องรอการส่งแพ็กเกตนานเพราะมี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียง ดังนั้นเมื่อ quota สูงขึ้นทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบจำนวน quota ได้ช้าลงทำให้เกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้น เมื่อมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ก่อนทำให้แพ็กเกตเสียงถูกส่งออกได้มากขึ้น จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตเสียงที่มีสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแย่งส่งแพ็กเกตเป็นผลให้มีค่า Pvdodrop สูงขึ้น จึงเป็นผลทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลงเมื่อ quota มากกว่า 200 แพ็กเกต ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยเมื่อ quota อยู่ในช่วง 50 แพ็กเกตถึง 5000 แพ็กเกตจะได้ค่า Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.1 และเมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตค่า Maxthp จะไม่ต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียง แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลเท่าๆ กันทำให้เกิดสภาวะ NONSAT ได้เท่าๆ กัน การเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามลำดับ priority จะทำให้เมื่อเกิดสภาวะ NONSAT ของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลพร้อมๆ กันโนดจะส่งแพ็กเกตเสียงก่อนจนกระทั้ง SAT ของแพ็กเกตเสียงอยู่ในสภาวะ satisfies ก่อนแล้วจึงส่งแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ จึงทำให้ไม่เกิด Pvocdrop ที่สูงขึ้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้น และการส่งแพ็กเกตเสียงก่อนก็จะไม่มีผลกับการส่งแพ็กเกตวิดีโอเพราะแพ็กเกตเสียงมีจำนวนไม่มากเท่ากับสัดส่วนที่ 3 จึงมีโอกาสเกิดสภาวะ NONSAT ไม่บ่อยมากดังนั้นแพ็กเกตวิดีโอจึงไม่ต้องรอการส่งนานเป็นผลให้ไม่เกิด Pvdodrop ที่สูงขึ้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นเหมือนสัดส่วนที่ 3 เมื่อพิจารณาค่า Maxthp พบว่าเมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 5000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp คงที่ ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่ามากกว่า 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่า 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp โดยจะเลือกใช้ค่า quota เท่ากับ 5000 แพ็กเกตเพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ quota เท่ากับ 5000 แพ็กเกตต่ำกว่า 1000 แพ็กเกต และเลือกใช้ค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 เพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ SRRthreshold มีค่า 0 แพ็กเกตจะมีค่าต่ำที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.15 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.6.3 **การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่** 6.3

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.3 นั้นเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกตแต่ละตัวสลับกันไป ผลจากการเลือกแพ็กเกตในกรณี NON SAT เช่นนี้จะช่วยลดปัญหา Pvdodrop ที่สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้นในกรณีสัดส่วนแบบที่ 3 ได้เพราะการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT สลับกันจะช่วยทำให้แพ็กเกตวิดีโอมีโอกาสได้ส่งแพ็กเกตทำให้มีค่า Pvdodrop ลดลงทำให้ Maxthp มากขึ้น แต่การเลือกแพ็กเกตในกรณี NONSAT แบบสลับนี้กลับทำให้ที่สัดส่วน 4 ที่ quota ค่าสูงจะมี Pvocdrop และ Pvdodrop มากกว่าการเลือกแพ็กเกตในกรณี NONSAT ตาม priority เพราะว่าที่สัดส่วนที่ 4 มีแพ็กเกตเสียง วิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลเท่าๆ กันการเลือกแพ็กเกตในกรณี NONSAT แบบสลับทำให้การเลือกแพ็กเกตข้อมูลที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ไปแย่งการส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอเป็นผลให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอได้ช้าลงจึงมี Pvocdrop และ Pvdodrop มากขึ้นจึงทำได้ Maxthp ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตกรณี NONSAT แบบตาม priority รูปที่ 4.16 แสดง Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 ทั้งนี้เพราะว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.3 ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันจะมีค่า Maxthp ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1 ดังนั้นจึงแสดงผล Maxthp ที่ค่า SRRthreshold เพียงค่าเดียว จากรูปที่ 4.16 สามารถอธิบายผลของการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT ที่มีต่อสัดส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้นโดยจะได้ Maxthp เหมือนกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.1 โดยจะไม่เกิดเหตุการณ์ที่ Pvocdrop และ Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกต ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.2 เมื่อเกิดสภาวะ NONSAT พร้อมกันของ SAT ของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลโนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ของแพ็กเกตแต่ละชนิดสลับกันไป ดังนั้นแม้ว่า SAT ของแพ็กเกตเสียงและวิดีโอจะเกิดสภาวะ NONSAT น้อยและแพ็กเกตข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยแต่เมื่อเกิดสภาวะ NONSAT พร้อมกับ SAT ของแพ็กเกตข้อมูลก็จะสามารถส่งแพ็กกตได้โนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT แบบสลับจึงทำให้เมื่อ quota สูงขึ้นค่า Pvocdrop และ Pvdodrop จะไม่สูงขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Maxthp พบว่าเมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp คงที่ ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่ามากกว่า 500 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp สูงขึ้น โดยจะได้ Maxthp เหมือนกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.1 และจะไม่เกิดเหตุการณ์ที่ Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota มากกว่า 5000 เพราะการเลือกแพ็กเกตที่ตรง SAT ในสภาวะ NONSAT แบบสลับทำให้แพ็กเกตเสียงซึ่งเกิดสภาวะ NONSAT น้อยกว่าสามารถส่งแพ็กเกตได้จึงไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น และการส่งแพ็กเกตข้อมูลก็ไม่รบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอด้วยแม้จะถูกส่งได้พร้อมๆ กันเพราะมีแพ็กเกตข้อมูลจำนวนน้อย เมื่อพิจารณาค่า Maxthp พบว่าเมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp คงที่ ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่ามากกว่า 1000 แพ็กเกต

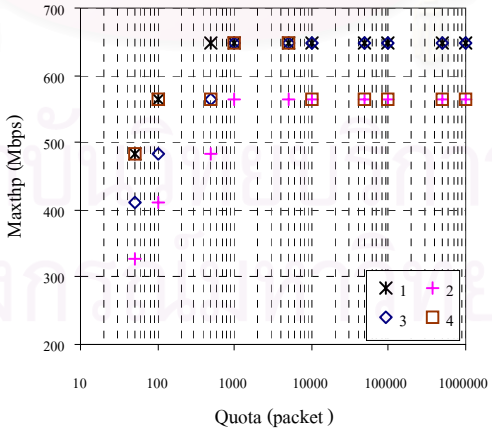
สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะได้ Maxthp มีค่ามากขึ้นและเมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตก็ไม่ทำให้ Pvdodrop สูงขึ้นทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรง SAT ในสภาวะ NONSAT แบบสลับทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งเกิดสภาวะ NONSAT น้อยกว่าและมี priprity ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงสามารถส่งแพ็กเกตได้เมื่อเกิดสภาวะ NONSAT พร้อมกับ SAT ของแพ็กเกตวิดีโอ จึงทำให้ไม่เกิด Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น และการส่งแพ็กเกตข้อมูลก็ไม่รบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอด้วยแม้จะถูกส่งได้พร้อมๆ กันเพราะมีแพ็กเกตข้อมูลจำนวนน้อย เมื่อพิจารณาค่า Maxthp พบว่าเมื่อ quota มีค่าตั้งแต่ 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp คงที่ ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่ามากกว่า 1000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้นแต่พบว่ามีค่าต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.2 แต่เมื่อ

quota มีค่ามากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าค่า Maxthp จะมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลเท่าๆ กัน การเลือกแพ็กเกตที่ตรง SAT ในสภาวะ NONSAT แบบสลับทำให้การส่งแพ็กเกตข้อมูลสลับกับแพ็กเกตเสียงและวิดีโอเป็นผลให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอสามารถถูกส่งได้ช้าลงทำให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรง SAT ในสภาวะ NONSAT ตาม priority และเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นก็จะทำให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้น ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่า 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp โดยจะเลือกใช้ค่า quota เท่ากับ 5000 แพ็กเกตเพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ quota เท่ากับ 5000 แพ็กเกตต่ำกว่า 1000 แพ็กเกต และเลือกใช้ค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 เพราะค่าเวลาประวิง message ข้อมูลเมื่อ SRRthreshold มีค่า 0 แพ็กเกตจะมีค่าต่ำที่สุด

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.1, 6.2 และ 6.3 พบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 สามารถให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.3 ดังนั้นจะใช้ผลของว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบต่างๆ โดยค่า quota และ SRRthreshold ที่จะเลือกคือ quota เท่ากับ 5000 และ SRRthreshold เท่ากับ 0



รูปที่ 4.16 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.3 ที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.7 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7

สำหรับในหัวข้อนี้จะทดสอบพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีผลต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7 ซึ่งมีวิธีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับแบบที่ 2 แต่มีข้อแตกต่างกันในส่วนของการควบคุมความเท่าเทียมกันนั่นคือเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ก่อนโดยมีวิธีการเลือกได้ 3 แบบด้วยกัน ดังนั้นในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7 จะแบ่งเป็น 3 แบบ คือ แบบที่ 7.1 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT แบบที่ 7.2 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตาม priority ของ SAT และแบบที่ 7.3 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT แบบสลับ ซึ่งจะทดสอบผลของ quota และ SRRthreshold สำหรับแบบต่างๆ ดังนี้

4.3.7.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1

ในการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1 จะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต และค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 ถึง 20 แพ็กเกต รูปที่ 4.17 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1 นี้จะมีวิธีการเลือกแพ็กเกตคล้ายกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 แต่เมื่อเกิดสภาวะ NONSAT โนดจะเร่งในเข้าสู่สภาวะ satisfies โดยจะมีการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT ซึ่งพบว่าลักษณะ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 แต่พบว่าค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (Dmessage) ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 มีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกส่งออกได้เร็วกว่าการเลือกแพ็กเก

ตแบบที่ 2 จึงทำให้ได้ค่า Dmessage ต่ำกว่า แต่ค่า Maxthp ที่ได้ก็ไม่สูงกว่าการเลือกแบบที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 เมื่อมีการเร่งส่งแพ็กเกตจะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นแม้ว่าจะสามารถเลือกแพ็กเกตข้อมูลสำหรับส่งได้มากแต่ก็เกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกด้วยจึงทำให้ Maxthp ไม่สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตจะพบว่า Maxthp มีค่าต่ำลง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากที่สุดและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกเลือกและส่งได้มาก แต่แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิดเหตุการณ์ NONSAT น้อยกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกและส่งได้ช้ากว่าเป็นผลให้มีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop สูง จึงทำให้ Maxthp ต่ำลง สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เนื่องจากผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตข้อมูลซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อย เกิดการเลือกแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT เป็นจำนวนมากซึ่งการเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT จะไม่ขึ้นกับค่า SRRthreshold จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยจะได้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 เพราะค่า quota ในช่วงดังกล่าวการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 7.1 จะสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากได้ต่ำจึงเกิด Pvdodrop เท่าๆ กันแต่การเลือกแบบที่ 7.1 ซึ่งมีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ช่วยทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 จึงทำให้ได้ Maxthp สูงกว่า แต่เมื่อ quota เท่ากับ 5000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 เพราะการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 จะสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้มากขึ้นจึงได้ Pvdodrop ต่ำลง และสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นด้วย (เมื่อค่า SRRthreshold มีค่าสูง) แต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 ยังส่งแพ็กเกตวิดีโอได้ต่ำทั้งนี้เพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ของแพ็กเกตข้อมูลทำให้แพ็กเกตวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลง และเมื่อมีการเร่งส่งแพ็กเกตจะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ค่า Pvdodrop ยังมีค่าสูง เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตจะพบว่าได้ Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากที่สุดและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกเลือกและส่งได้มาก แต่แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยและเกิดเหตุการณ์ NONSAT น้อยกว่าจะมีโอกาสถูกเลือก

และส่งได้ช้ากว่าเป็นผลให้มีค่า Pvocdrop สูงขึ้น นอกจากนี้การเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ของแพ็กเกตข้อมูลทำให้แพ็กเกตวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงและเมื่อมีการเร่งส่งแพ็กเกตจะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ค่า Pvdodrop มีค่าสูงขึ้นด้วยเหตนี้จึงทำให้ Maxthp ต่ำลง

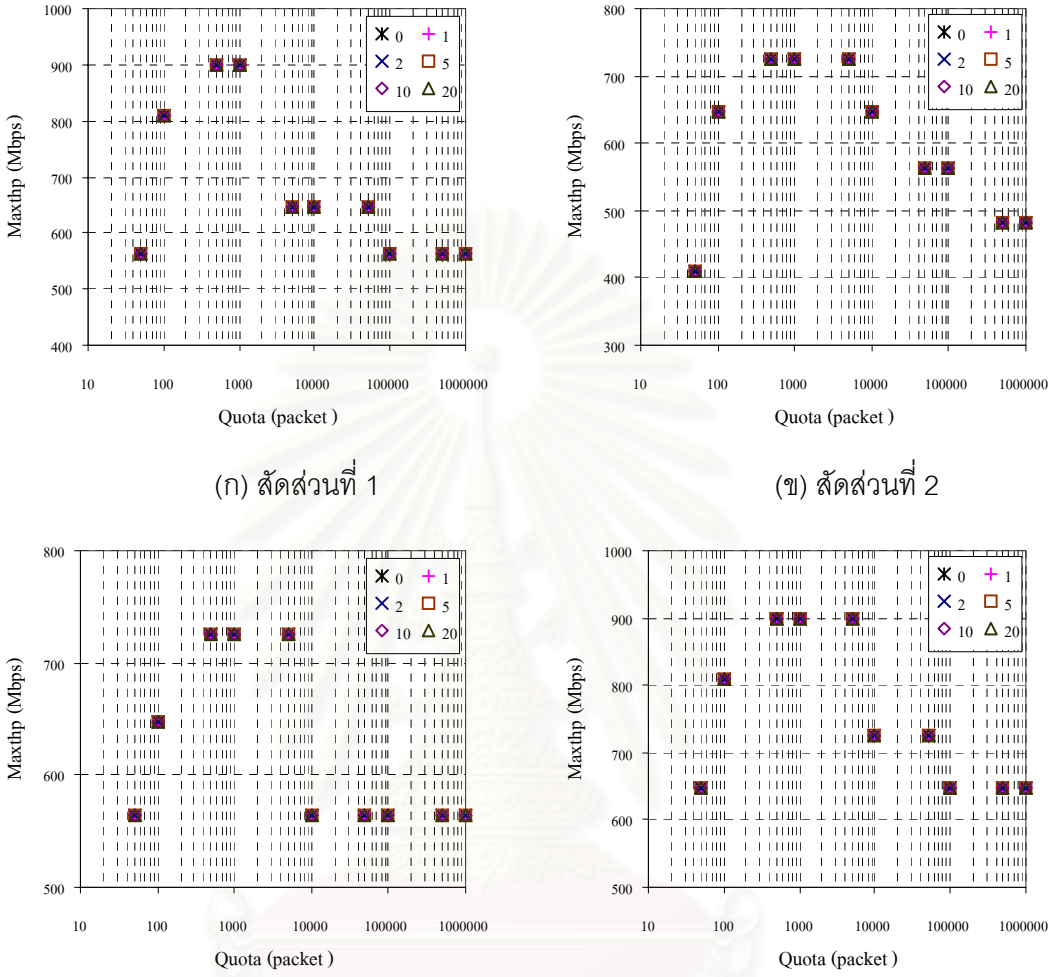
สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เนื่องจากผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อยเกิดการเลือกแพ็กเกตวิดีโอในสภาวะ NONSAT เป็นจำนวนมากซึ่งการเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT จะไม่ขึ้นกับค่า SRRthreshold จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยเมื่อ quota เท่ากับ 50 และ 100 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 เพราะค่า quota ในช่วงดังกล่าวการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 จะสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้น้อยจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำแต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 มีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้มากขึ้นจากการเกิดสภาวะ NONSAT ทำให้ได้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 แต่เมื่อ quota เท่ากับ 500 ถึง 1000 แพ็กเกตการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 7.1 จะสามารถให้ Maxthp เท่ากันทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota มากขึ้นการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 จะสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้มากขึ้นด้วย แต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 การเร่งส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยทำให้การส่งแพ็กเกตวิดีโอที่เกิดสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถถูกส่งได้น้อยทำให้เกิด Pvdodrop สูงขึ้นจึงเป็นผลให้ได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 แต่เมื่อค่า quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตจะพบว่าได้ Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากที่สุดและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกเลือกและส่งได้มาก แต่แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิดเหตุการณ์ NONSAT น้อยกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกและส่งได้ช้ากว่าเป็นผลให้มีค่า Pvdodrop สูงขึ้น นอกจากนี้การเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ของแพ็กเกตข้อมูลทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงและเมื่อมีการเร่งส่งแพ็กเกตจะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ค่า Pvocdrop มีค่า

สูงขึ้นด้วยเหตนี้จึงทำให้ Maxthp ต่ำลง สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เนื่องจากผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตเสียงซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อย เกิดการเลือกแพ็กเกตวิดีโอในสภาวะ NONSAT เป็นจำนวนมากซึ่งการเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT จะไม่ขึ้นกับค่า SRRthreshold จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยเมื่อ quota เท่ากับ 50 และ 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 เพราะค่า quota ในช่วงดังกล่าวการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 จะสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้น้อยจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำแต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 มีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นจากการเกิดสภาวะ NONSAT ทำให้ได้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 แต่เมื่อ quota เท่ากับ 1000 แพ็กเกตการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 7.1 จะสามารถให้ Maxthp เท่ากันทั้งนี้เพราะว่าเมื่อ quota มากขึ้นจำทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นด้วย แต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 การส่งแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT จะทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงจึงทำให้มีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop สูงกว่าจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำกว่า แต่เมื่อค่า quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตจะพบว่าได้ Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้การส่งแพ็กเกตข้อมูลไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอทำให้สามารถส่งได้ช้าและการเร่งส่งแพ็กเกตจะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ค่า Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นด้วยเหตุนี้จึงทำให้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp



(ก) สัดส่วนที่ 1 (ข) สัดส่วนที่ 2

(ค) สัดส่วนที่ 3 (ง) สัดส่วนที่ 4

รูปที่ 4.17 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.7.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.2

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.2 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกต 7.1 แต่จะแตกต่างกันในกรณีเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกตเสียงก่อน แล้วจึงเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ รูปที่ 4.18 แสดง Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ

SRRthreshold เท่ากับ 0 ทั้งนี้เพราะว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.2 ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันจะมีค่า Maxthp ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1 ดังนั้นจึงแสดงผล Maxthp ที่ค่า SRRthreshold เพียงค่าเดียว จากรูปสามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.2 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตข้อมูลถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงและวิดีโอจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้แพ็กเกตข้อมูลที่สามารถส่งเป็นอันดับสุดท้ายมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

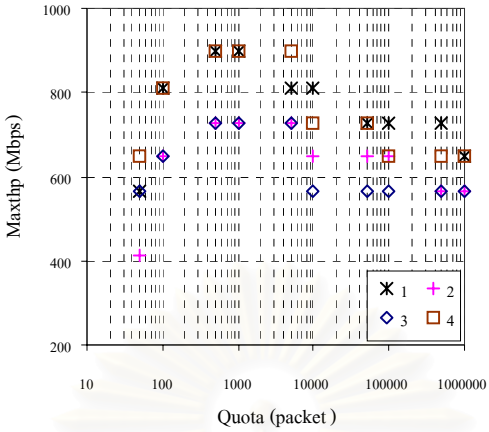
สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้

Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตกลับได้ Maxthp ต่ำลงซึ่งมีลักษณะเหมือนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้น แพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นและถูกส่งออกได้มากขึ้น จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตเสียงที่มีสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแย่งส่งแพ็กเกตเป็นผลให้มีค่า Pvdodrop สูงขึ้น ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยเมื่อ quota อยู่ในช่วง 50 แพ็กเกตถึง 5000 แพ็กเกตจะได้ค่า Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 และเมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้มากขึ้นและไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp



รูปที่ 4.18 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.2 ที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.7.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.3

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.3 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกต 7.1 แต่จะแตกต่างในกรณีที่มี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกตแต่ละตัวสลับกันไปโดยเรียงจากแพ็กเกตที่มาถึงโนดก่อน รูปที่ 4.19 แสดง Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 ทั้งนี้เพราะว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.3 ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันจะมีค่า Maxthp ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1 จึงแสดงผล Maxthp ที่ค่า SRRthreshold เพียงค่าเดียว จากรูปสามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.3 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะมีการเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอไปพร้อมๆ กับการเลือกแพ็กเกตข้อมูลและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มี

โอกาสที่จะมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะมีการเลือกแพ็กเกตเสียงและข้อมูลไปพร้อมๆ กับการเลือกแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากที่สุด และเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตเสียงและข้อมูลที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะมีการเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลไปพร้อมๆ กับการเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากที่สุด และเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเก

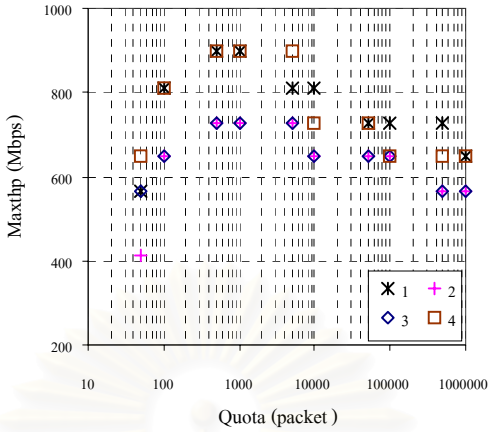
ตเสียงที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น แต่เมื่อ quota มีค่ามากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าค่า Maxthp จะมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลเท่าๆ กันจึงมีโอกาสเกิดสภาวะ NONSAT เท่าๆ กันดังนั้นจะมีการเลือกแพ็กเกตแต่ละชนิดเท่าๆ กันซึ่งจะทำให้การเลือกแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกได้ช้ากว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT ตาม priority เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นก็จะทำให้แพ็กเกตแต่ละชนิดมีสภาวะ NONSAT สูงขึ้นรวมทั้งแพ็กเกตข้อมูลด้วย ซึ่งการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มากขึ้นนี้จะทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงเป็นผลให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้น ทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1, 7.2 และ 7.3 พบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.2 และ 7.3 ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ดังนั้นจะใช้ผลของว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.2 เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบต่างๆ โดยค่า quota และ SRRthreshold ที่จะเลือกคือ quota เท่ากับ 1000 และ SRRthreshold เท่ากับ 0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.19 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.3 ที่ค่า quota ต่างๆ และ SRRthreshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.8 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8

สำหรับในหัวข้อนี้จะทดสอบพารามิเตอร์ quota ที่มีผลต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8 ซึ่งมีวิธีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับแบบที่ 3 แต่มีข้อแตกต่างกันในส่วนของการควบคุมความเท่าเทียมกันนั่นคือเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ก่อนโดยมีวิธีการเลือกได้ 3 แบบด้วยกัน ดังนั้นในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8 จะแบ่งเป็น 3 แบบ คือ แบบที่ 8.1 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT แบบที่ 8.2 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตาม priority ของ SAT และแบบที่ 8.3 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT แบบสลับ ซึ่งจะทดสอบผลของ quota และ SRRthreshold สำหรับแบบต่างๆ ดังนี้

4.3.8.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1

เนื่องจากประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1 จะขึ้นอยู่กับค่า quota เท่านั้น ดังนั้นใน การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1 จะทำการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota เท่านั้น โดยจะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ รูปที่ 4.20 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับแต่ละสัดส่วนโหลด

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1 นี้จะมีวิธีการเลือกแพ็กเกตคล้ายกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 แต่เมื่อเกิดสภาวะ NONSAT โนดจะเร่งในเข้าสู่สภาวะ satisfies โดยจะมีการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT ซึ่งพบว่าลักษณะ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota เพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น และมีค่ามากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.1 จะมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอได้มากขึ้น ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ซึ่งไม่มีการเร่งส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT เมื่อ quota มีค่าต่ำการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะได้ Maxthp ต่ำทั้งนี้เพราะว่า ถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลจากปลายทางที่ตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดก็จะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่ถัดจาก srrdest1 หรือ srrdest2 ซึ่งการเลือกทีละปลายทางเช่นนี้จะทำให้มีการส่งแพ็กเกตปลายทางใดปลายทางหนึ่งมากและทำให้โนดส่งแพ็กเกตปลายทางนั้นครบจำนวน quota ก่อน และถ้าค่า quota ต่ำจะทำให้ยังคงมีแพ็กเกตข้อมูลในปลายทางที่ส่งได้ครบ quota แล้วเหลืออยู่ดังนั้นโนดก็จะยังคงเลือกแพ็กเกตข้อมูลจากปลายทางนั้นแต่เนื่องจากโนดได้ส่งแพ็กเกตครบ quota แล้วโนดจึงไม่สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลปลายทางดังกล่าวได้อีก ทำให้แพ็กเกตที่มีปลายทางอื่นๆ ที่ยังส่งไม่ครบ quota แต่ไม่มีโอกาสถูกเลือกไม่สามารถส่งได้และยังเป็นการเสียงแบนด์วิดท์ในช่วงดังกล่าวไปด้วยทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 เมื่อ quota มีค่าต่ำสามารถได้ Maxthp ต่ำ แต่เมื่อพิจารณา Maxthp ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.1 เมื่อ quota มากกว่า 5000 ก็พบว่า Maxthp มีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นจะทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากเกิดสภาวะ NONSAT ได้มากขึ้นเพราะสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบ quota ได้ช้าลงทำให้มีการส่งแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT มากขึ้นซึ่งก็ทำให้ แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนน้อยกว่าและเกิดสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตข้อมูลที่มีสภาวะ NONSAT สูงแย่งส่งทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota เพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 5000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น และมีค่ามากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.1 จะมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้โนดสามารถส่ง

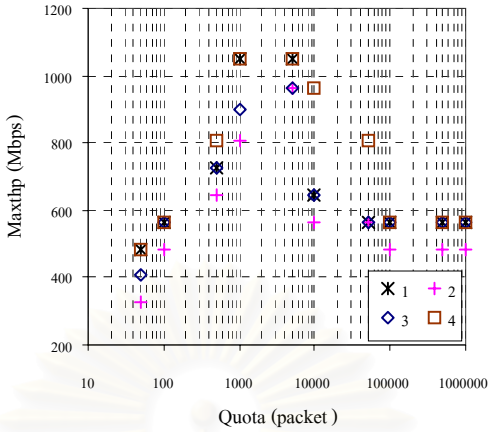
แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้นจึงเกิด Pvdodrop ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3 และเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 เมื่อ quota มีค่าต่ำการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะได้ Maxthp ต่ำด้วยทั้งนี้มีสาเหตุมาจากในกรณีที่โนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอหรือข้อมูลได้จากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เข้ามาซึ่งการเลือกแพ็กเกตโดยพิจารณาจากทีละปลายทางเช่นนี้จะทำให้โนดส่งแพ็กเกตวิดีโอจากปลายทางหนึ่งได้ครบ quota ก่อน และถ้า qutoa มีค่าต่ำก็จะทำให้ยังคงมีแพ็กเกตวิดีโอเหลืออยู่ที่ปลายทางดังกล่าวทำให้โนดยังคงเลือกแพ็กเกตวีดีโอจากปลายทางดังกล่าวแต่เนื่องจากโนดได้ส่งแพ็กเกตวีดีโอปลายทางดังกล่าวครบแล้วจึงทำให้ไม่สามารถส่งแพ็กเกตวีดีโอที่เลือกได้ทำให้เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงดังกล่าวไปและทำให้แพ็กเกตวีดีโอที่อยู่ในปลายทางอื่นๆ สามารถส่งได้ช้าออกไปด้วยจึงทำให้ Pvdodrop สูงและเป็นผลให้ได้ Maxthp ต่ำด้วย เมื่อ quota มากกว่า 5000 ก็พบว่า Maxthp มีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นจะทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากเกิดสภาวะ NONSAT ได้มากขึ้นเพราะสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบ quota ได้ช้าลงทำให้มีการส่งแพ็กเกตวิดีโอในสภาวะ NONSAT มากขึ้นซึ่งก็ทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่าและเกิดสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตวิดีโอที่มีสภาวะ NONSAT สูงแย่งส่งทำให้ Pvocdrop สูงขึ้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota เพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 5000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น และมีค่ามากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.1 จะมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้น และการส่งแพ็กเกตเสียงได้มากขึ้นช่วยทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มี priority ต่ำกว่าได้เร็วขึ้นด้วยจึงทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 และเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 เมื่อ quota มีค่าต่ำการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะได้ Maxthp ต่ำด้วยทั้งนี้มีสาเหตุมาจากการเลือกแบบที่ 3 กรณีที่ quota มีค่าต่ำเมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอหรือข้อมูลได้จากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เข้ามาซึ่งการเลือกทีละปลายทางจะทำให้โนดเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางนั้นได้ครบ quota ก่อนที่จะสามารถเลือกแพ็กเกตได้หมดคิวทำให้โนดยังคงเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางนั้นอยู่แต่ไม่สามารถส่งได้ ดังนั้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ เมื่อ quota มากกว่า 5000 ก็พบว่า Maxthp มีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากเกิดสภาวะ NONSAT ได้มากขึ้น

เพราะสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบ quota ได้ช้าลงทำให้มีการส่งแพ็กเกตเสียงในสภาวะ NONSAT มากขึ้น ซึ่งก็ทำให้แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่าและเกิดสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตเสียงที่มีสภาวะ NONSAT สูงแย่งส่งทำให้ Pvdodrop สูงขึ้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota เพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น และมีค่ามากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.1 จะมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงได้มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ที่มีการเลือกแพ็กเกตตาม priority ทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้น้อย และเนื่องจากในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 กรณีที่ quota มีค่าต่ำเมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอหรือข้อมูลได้จากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เข้ามาซึ่งการเลือกทีละปลายทางจะทำให้โนดเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางนั้นได้ครบ quota ก่อนที่จะสามารถเลือกแพ็กเกตได้หมดคิวทำให้โนดยังคงเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางนั้นอยู่แต่ไม่สามารถส่งได้จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลถูกเลือกได้ช้าและน้อยเพราะมีการสูญเสียแบนด์วิดท์ในช่วงดังกล่าวไป ดังนั้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ เมื่อ quota มากกว่า 5000 ก็พบว่า Maxthp มีค่าต่ำลง ทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียง วีดีโอและข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นทำให้มีการส่งแพ็กเกตเหล่านี้ในสภาวะ NONSAT มากขึ้น ซึ่งการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนเท่าๆ กับแพ็กเกตเสียงและวิดีโอไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอทำให้สามารถส่งได้ช้าลงจึงทำให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเป็นผลให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่า 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp



รูปที่ 4.20 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.8.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกต 8.1 แต่จะแตกต่างกันในกรณีเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกตเสียงก่อน แล้วจึงเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ รูปที่ 4.21 แสดง Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ จากรูปสามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 ถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.1 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตข้อมูลถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงและวิดีโอจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้

แพ็กเกตข้อมูลที่สามารถส่งเป็นอันดับสุดท้ายมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

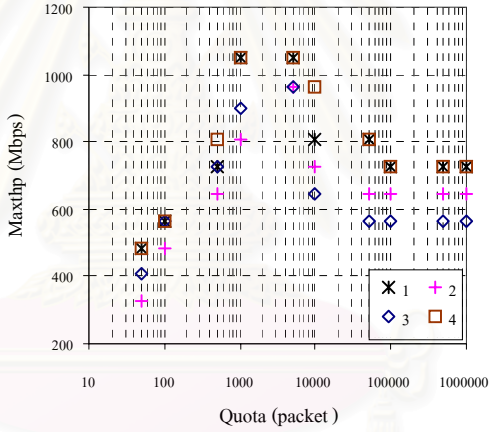
สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 ถึง 5000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.1 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่า การเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT ก็รบกวนการส่งแพ็กเกตวีดีโอที่มีจำนวนมากด้วยจึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 1500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตกลับได้ Maxthp ต่ำลงซึ่งมีลักษณะเหมือนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.1 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นและถูกส่งออกได้มากขึ้น จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตเสียงที่มีสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแย่งส่งแพ็กเกตเป็นผลให้มีค่า Pvdodrop สูงขึ้น ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยเมื่อ quota อยู่ในช่วง 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ค่า Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.1 และเมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้มากขึ้นและไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ

quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่า 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp



รูปที่ 4.21 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.8.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.3

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.3 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกต 8.1 แต่จะแตกต่างในกรณีที่มี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกตแต่ละตัวสลับกันไปโดยเรียงจากแพ็กเกตที่มาถึงโนดก่อน รูปที่ 4.22

แสดง Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ จากรูปสามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.3 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะมีการเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอไปพร้อมๆ กับการเลือกแพ็กเกตข้อมูลและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 5000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะมีการเลือกแพ็กเกตเสียงและข้อมูลไปพร้อมๆ กับการเลือกแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากที่สุด และเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตเสียงและข้อมูลที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 5000 แพ็กเกต

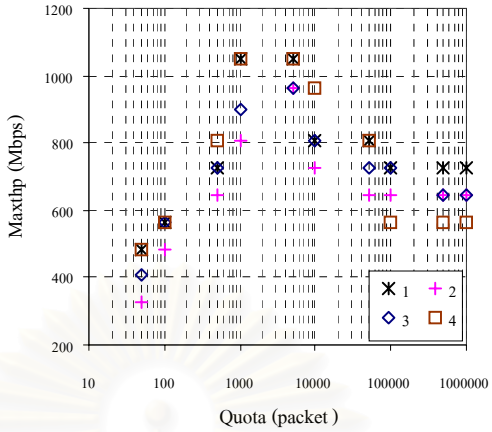
สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 5000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.2 แต่เมื่อ quota

มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะมีการเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลไปพร้อมๆ กับการเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากที่สุด และเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น แต่เมื่อ quota มีค่ามากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าค่า Maxthp จะมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลเท่าๆ กันจึงมีโอกาสเกิดสภาวะ NONSAT เท่าๆ กันดังนั้นจะมีการเลือกแพ็กเกตแต่ละชนิดเท่าๆ กันซึ่งจะทำให้การเลือกแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกได้ช้ากว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT ตาม priority เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นก็จะทำให้แพ็กเกตแต่ละชนิดมีสภาวะ NONSAT สูงขึ้นรวมทั้งแพ็กเกตข้อมูลด้วย ซึ่งการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มากขึ้นนี้จะทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงเป็นผลให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้น ทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่า 5000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.1, 8.2 และ 8.3 พบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 และ 8.3 ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ดังนั้นจะใช้ผลของว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบต่างๆ โดยค่า quota ที่จะเลือกคือ quota เท่ากับ 5000 แพ็กเกต



รูปที่ 4.22 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.3 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.9 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9

สำหรับในหัวข้อนี้จะทดสอบพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีผลต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9 ซึ่งมีวิธีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับแบบที่ 4 แต่มีข้อแตกต่างกันในส่วนของการควบคุมความเท่าเทียมกันนั่นคือเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ก่อนโดยมีวิธีการเลือกได้ 3 แบบด้วยกัน ดังนั้นในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9 จะแบ่งเป็น 3 แบบ คือ แบบที่ 9.1 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT แบบที่ 9.2 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตาม priority ของ SAT และแบบที่ 9.3 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT แบบสลับ ซึ่งจะทดสอบผลของ quota และ SRRthreshold สำหรับแบบต่างๆ ดังนี้

4.3.9.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.1

ในการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota และ SRRthreshold ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 7.1 จะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต และค่า SRRthreshold เท่ากับ 0 ถึง 20 แพ็กเกต รูปที่ 4.23 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.1 นี้จะมีวิธีการเลือกแพ็กเกตคล้ายกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 4 แต่เมื่อเกิดสภาวะ NONSAT โนดจะเร่งในเข้าสู่สภาวะ satisfies โดยจะมีการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT ซึ่งพบว่าลักษณะ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.1 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ค่า Maxthp มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.1 กำหนดให้มีการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกส่งออกได้เร็วกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 แม้ว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT จะมีโอกาสที่แพ็กเกตจะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ซึ่งจะทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ แต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ก็สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 เช่นกันจึงทำให้มีการชนของแพ็กเกตเช่นเดียวกัน แต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.1 มีการเร่งส่งแพ็กเกตทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วและมากกว่าการเลือกแบบที่ 4 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตจะพบว่า Maxthp มีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากที่สุดและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกเลือกและส่งได้มาก แต่แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิดเหตุการณ์ NONSAT น้อยกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกและส่งได้ช้ากว่าเป็นผลให้มีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop สูง จึงทำให้ Maxthp ต่ำลง สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เนื่องจากผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตข้อมูลซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อย เกิดการเลือกแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT เป็นจำนวนมากซึ่งการเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT จะไม่ขึ้นกับค่า SRRthreshold จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าในช่วง 500 กับ 1000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ค่า Maxthp มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.1 กำหนดให้มีการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกส่งออกได้เร็วกว่า

การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ซึ่งทำให้ได้ค่า Pvdodrop ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 จึงทำให้ได้ Maxthp มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตจะพบว่าได้ Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากที่สุดและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกเลือกและส่งได้มาก แต่แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยและเกิดเหตุการณ์ NONSAT น้อยกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกและส่งได้ช้ากว่าเป็นผลให้มีค่า Pvocdrop สูงขึ้น นอกจากนี้การเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ของแพ็กเกตข้อมูลทำให้แพ็กเกตวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงและเมื่อมีการเร่งส่งแพ็กเกตจะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ค่า Pvdodrop มีค่าสูงขึ้นด้วยเหตนี้จึงทำให้ Maxthp ต่ำลง

สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เนื่องจากผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อยเกิดการเลือกแพ็กเกตวิดีโอในสภาวะ NONSAT เป็นจำนวนมากซึ่งการเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT จะไม่ขึ้นกับค่า SRRthreshold จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

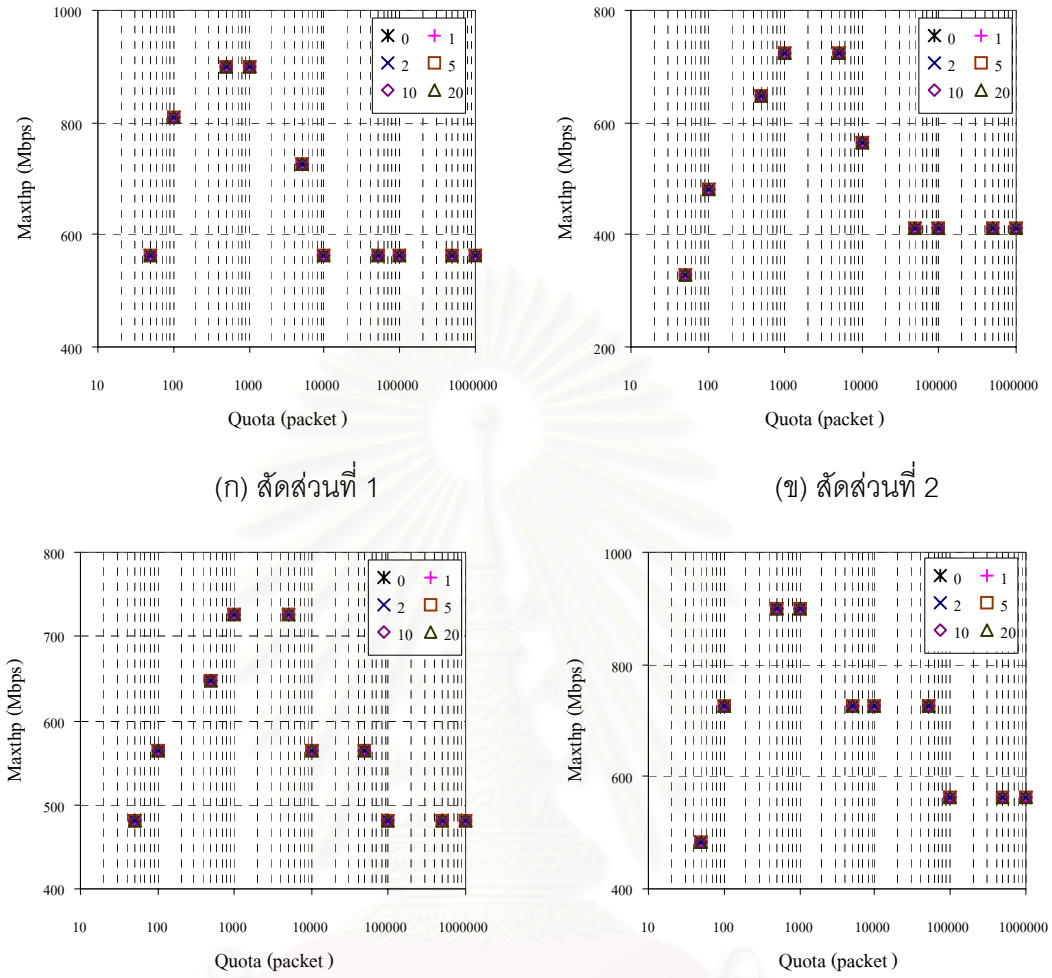
สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ค่า Maxthp มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.1 กำหนดให้มีการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกส่งออกได้เร็วกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ซึ่งทำให้ได้ค่า Pvocdrop ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 และการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSATแพ็กเกตยังทำให้แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลสามารถส่งได้มากขึ้นด้วย จึงทำให้ได้ Maxthp มากกว่าการเลือกแบบที่ 4 แต่เมื่อค่า quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตจะพบว่าได้ Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากที่สุดและเกิดสภาวะ NONSAT บ่อยสามารถถูกเลือกและส่งได้มาก แต่แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิดเหตุการณ์ NONSAT น้อยกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกและส่งได้ช้ากว่าเป็นผลให้มีค่า Pvdodrop สูงขึ้น นอกจากนี้การเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ของแพ็กเกตข้อมูลทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงและเมื่อมีการเร่งส่งแพ็กเกตจะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของ

แพ็กเกตที่เลือกได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ค่า Pvocdrop มีค่าสูงขึ้นด้วยเหตุนี้จึงทำให้ Maxthp ต่ำลง สำหรับค่า SRRthreshold พบว่าไม่มีผลต่อ Maxthp เนื่องจากผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตเสียงซึ่งมีจำนวนมากและเกิดสภาวะ NONSAT ได้บ่อย เกิดการเลือกแพ็กเกตวิดีโอในสภาวะ NONSAT เป็นจำนวนมากซึ่งการเลือกแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT จะไม่ขึ้นกับค่า SRRthreshold จึงทำให้ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันสามารถเลือกแพ็กเกตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ค่า Maxthp มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.1 กำหนดให้มีการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำแต่มีจำนวนเท่าๆ กับแพ็กเกตเสียงและเกิดสภาวะ NONSAT เท่าๆ กันสามารถส่งแพ็กเกตออกไปได้มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 แต่เมื่อค่า quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตจะพบว่าได้ Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้การส่งแพ็กเกตข้อมูลไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอทำให้สามารถส่งได้ช้าและการเร่งส่งแพ็กเกตจะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ค่า Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นด้วยเหตุนี้จึงทำให้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่า 1000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) สัดส่วนที่ 1 (ข) สัดส่วนที่ 2

(ค) สัดส่วนที่ 3 (ง) สัดส่วนที่ 4

รูปที่ 4.23 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.1 ที่ค่า quota และ SRRthreshold ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.9.2 **การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่** 9.2

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.2 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกต 9.1 แต่จะแตกต่างกันในกรณีเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกตเสียงก่อน แล้วจึงเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ รูปที่ 4.24 แสดง Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 ทั้งนี้เพราะว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.2 ที่ค่า

SRRthreshold ต่างกันจะมีค่า Maxthp ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.1 ดังนั้นจึงแสดงผล Maxthp ที่ค่า SRRthreshold เพียงค่าเดียว จากรูปสามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.2 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.1 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอไม่เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงและวิดีโอจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้นซึ่งแพ็กเกตเสียงและวีดีโอที่ส่งในสภาวะดังกล่าวมีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เป็นผลให้แพ็กเกตข้อมูลที่สามารถส่งเป็นอันดับสุดท้ายมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.1 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้นซึ่งแพ็กเกตเสียงที่ส่งในสภาวะดังกล่าวมีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เป็นผลให้แพ็กเกตข้อมูลที่สามารถส่งเป็นอันดับสุดท้ายมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตข้อมูลจากสภาวะ NONSAT ซึ่งมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ก็รบกวนการส่งของแพ็กเกตวิดีโอด้วย ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดส่วนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

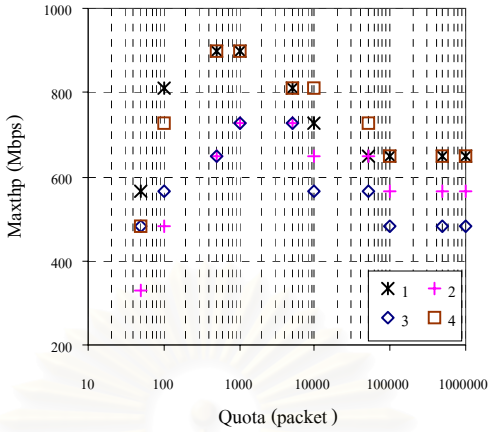
สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตกลับได้ Maxthp ต่ำลงซึ่งมีลักษณะเหมือนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.1 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้น แพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ

NONSAT มากขึ้นและถูกส่งออกได้มากขึ้น จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตเสียงที่มีสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแย่งส่งแพ็กเกตเป็นผลให้มีค่า Pvdodrop สูงขึ้น ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยเมื่อ quota อยู่ในช่วง 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ค่า Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.1 และเมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้มากขึ้นและไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่า 1000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.24 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.2 ที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.9.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.3

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.3 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกต 9.1 แต่จะแตกต่างในกรณีที่มี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกตแต่ละตัวสลับกันไปโดยเรียงจากแพ็กเกตที่มาถึงโนดก่อน รูปที่ 4.25 แสดง Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 ทั้งนี้เพราะว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.3 ที่ค่า SRRthreshold ต่างกันจะมีค่า Maxthp ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.1 จึงแสดงผล Maxthp ที่ค่า SRRthreshold เพียงค่าเดียว จากรูปสามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.3 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับทำให้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ

NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับ เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตเสียงและข้อมูลที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้น้อยลงจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

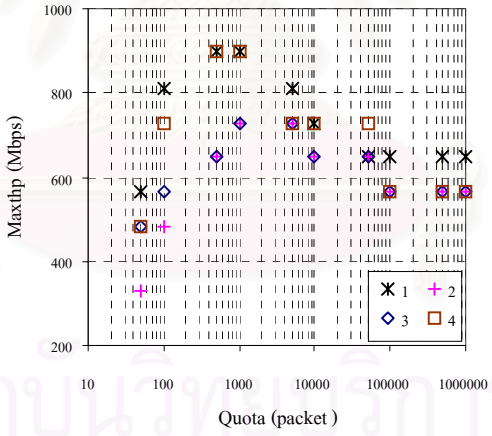
สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับ เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น แต่เมื่อ quota มีค่ามากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าค่า Maxthp จะมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลเท่าๆ กันจึงมีโอกาสเกิดสภาวะ NONSAT เท่าๆ กัน การเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะทำให้การเลือกแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกได้ช้ากว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ

NONSAT ตาม priority เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นก็จะทำให้แพ็กเกตแต่ละชนิดมีสภาวะ NONSAT สูงขึ้น รวมทั้งแพ็กเกตข้อมูลด้วย ซึ่งการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มากขึ้นนี้จะทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงเป็นผลให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้น ทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบพบว่าค่า quota และ SRRthreshold ที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่า 1000 แพ็กเกต ส่วนค่า SRRthreshold สามารถมีค่าได้ทุกค่าเพราะ SRRthreshold ไม่มีผลต่อ Maxthp

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.1, 9.2 และ 9.3 พบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.2 และ 9.3 ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ดังนั้นจะใช้ผลของว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.2 เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบต่างๆ โดยค่า quota และ SRRthreshold ที่จะเลือกคือ quota เท่ากับ 1000 และ SRRthreshold เท่ากับ 0



รูปที่ 4.25 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 9.3 ที่ค่า quota ต่างๆ เมื่อ SRRthreshold เท่ากับ 0 สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.10 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลของค่า quota ที่มีต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10

สำหรับในหัวข้อนี้จะทดสอบพารามิเตอร์ quota ที่มีผลต่อการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10 ซึ่งมีวิธีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับแบบที่ 5 แต่มีข้อแตกต่างกันในส่วนของการควบคุมความเท่าเทียมกันนั่นคือเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT โนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ก่อนโดยมีวิธีการเลือกได้ 3 แบบด้วยกัน ดังนั้นในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10 จะแบ่งเป็น 3 แบบ คือ แบบที่ 10.1 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT แบบที่ 10.2 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ตาม priority ของ SAT และแบบที่ 10.3 เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT แบบสลับ ซึ่งจะทดสอบผลของ quota สำหรับแบบต่างๆ ดังนี้

4.3.10.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1

เนื่องจากประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1 จะขึ้นอยู่กับค่า quota เท่านั้น ดังนั้นใน การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1 จะทำการทดสอบผลของพารามิเตอร์ quota เท่านั้น โดยจะทำการทดสอบที่ค่า quota เท่ากับ 50 ถึง 1000000 แพ็กเกต สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ รูปที่ 4.26 แสดงค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับแต่ละสัดส่วนโหลด

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1 นี้จะมีวิธีการเลือกแพ็กเกตคล้ายกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 5 แต่เมื่อเกิดสภาวะ NONSAT โนดจะเร่งในเข้าสู่สภาวะ satisfies โดยจะมีการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT ซึ่งพบว่าลักษณะ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota เพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 100 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น และมีค่ามากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.1 จะมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากได้มากขึ้น ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 ซึ่งกำหนดให้เลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ โดยโนดจะเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อน ซึ่งการเลือกปลายทางเกินนี้จะทำให้โนด srrdest1 หรือ srrdest2 ไม่สามารถ

ใช้สล็อตของช่องสัญญาณได้ตามปกติ และเนื่องจากการเลือกปลายทางเกินจะพิจารณาปลายทางที่อยู่ใกล้ปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนทำให้สล็อตนั้นจะว่างลงเมื่อถึงปลายทาง srrdest1+1 หรือ srrdest2+1 และจะไม่ถูกใช้อีกจนกระทั่งกลับมายังโนดที่ส่งแพ็กเกต ซึ่งเป็นผลให้เกิดการใช้สล็อตอย่างไม่คุ้มค่า ดังนั้นจึงสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากที่สุดได้ต่ำทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.1 สามารถให้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าค่า Maxthp ต่ำลงทั้งนี้เพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นจะทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากเกิดสภาวะ NONSAT ได้มากขึ้นเพราะสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบ quota ได้ช้าลงทำให้มีการส่งแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT มากขึ้นซึ่งก็ทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนน้อยกว่าและเกิดสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตข้อมูลที่มีสภาวะ NONSAT สูงแย่งส่งทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าในช่วง 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

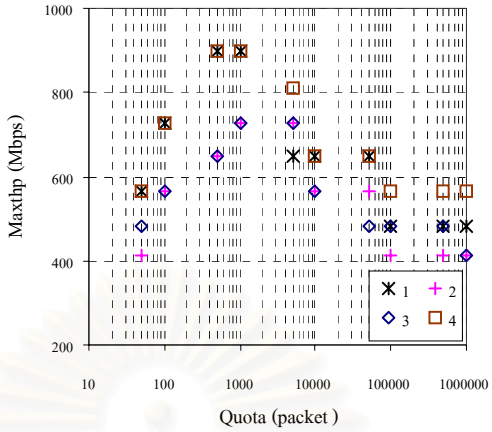
สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota เพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น และมีค่ามากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.1 จะมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากได้มากขึ้น ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 การเลือกแพ็กเกตเกินปลายทางโดยเลือกจากปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้ใช้สล็อตได้ไม่คุ้มค่าจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากที่สุดได้ช้าและน้อยลงทำให้เกิด Pvdodrop สูงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ เมื่อ quota มากกว่า 5000 ก็พบว่า Maxthp มีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นจะทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากเกิดสภาวะ NONSAT ได้มากขึ้นเพราะสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบ quota ได้ช้าลงทำให้มีการส่งแพ็กเกตวิดีโอในสภาวะ NONSAT มากขึ้นซึ่งก็ทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่าและเกิดสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตวิดีโอที่มีสภาวะ NONSAT สูงแย่งส่งทำให้ Pvocdrop สูงขึ้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota เพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น และมีค่ามากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.1 จะมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากได้มากขึ้น ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 การเลือกแพ็กเกตเกินปลายทางโดยเลือกจากปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้ใช้สล็อตได้ไม่คุ้มค่า

จึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากที่สุดได้ช้าและน้อยลงจึงทำให้เกิด Pvocdrop สูง นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตเสียงได้ช้ายังทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มี priority ต่ำกว่าได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ได้ Pvdodrop สูงด้วย เมื่อ quota มากกว่า 5000 ก็พบว่า Maxthp มีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากเกิดสภาวะ NONSAT ได้มากขึ้นเพราะสามารถส่งแพ็กเกตได้ครบ quota ได้ช้าลงทำให้มีการส่งแพ็กเกตเสียงในสภาวะ NONSAT มากขึ้นซึ่งก็ทำให้แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่าและเกิดสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตเสียงที่มีสภาวะ NONSAT สูงแย่งส่งทำให้ Pvdodrop สูงขึ้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota เพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น และมีค่ามากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.1 จะมีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงได้มากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 ที่มีการเลือกแพ็กเกตตาม priority ทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้น้อย และเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 การเลือกแพ็กเกตเกินปลายทางโดยเลือกจากปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้ใช้สล็อตได้ไม่คุ้มค่าจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้ช้าและน้อยลงแต่เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงไม่สูงเหมือนสัดส่วนที่ 3 จึงไม่ทำให้เกิด Pvocdrop สูงขึ้นแต่การส่งแพ็กเกตเสียงได้ช้าก็ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มี priority ต่ำกว่าได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ได้ Pvdodrop สูงขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำ เมื่อ quota มากกว่า 1000 ก็พบว่า Maxthp มีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่า เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียง วีดีโอและข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นทำให้มีการส่งแพ็กเกตเหล่านี้ในสภาวะ NONSAT มากขึ้น ซึ่งการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนเท่าๆกับแพ็กเกตเสียงและวิดีโอไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอทำให้สามารถส่งได้ช้าลงจึงทำให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเป็นผลให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ค่า quota ต่างๆ ที่แต่ละสัดส่วนพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าเท่ากับ 1000 แพ็กเกต



รูปที่ 4.26 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.10.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.2

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.2 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกต 10.1 แต่จะแตกต่างกันในกรณีเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกตเสียงก่อน แล้วจึงเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลตามลำดับ รูปที่ 4.27 แสดง Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ จากรูปที่ 2.47 สามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.2 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 ถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.1 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตข้อมูลถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงและวิดีโอจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้

แพ็กเกตข้อมูลที่สามารถส่งเป็นอันดับสุดท้ายมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าเท่ากับ 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

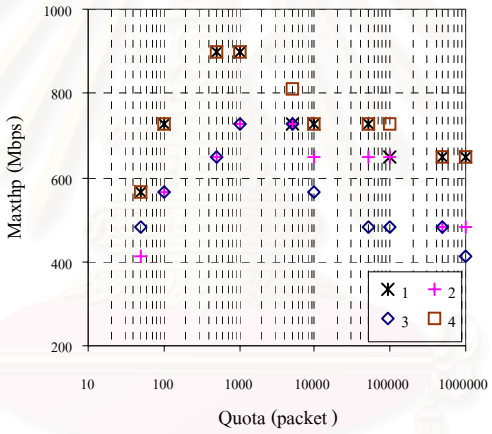
สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 ถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.1 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่า การเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT ก็รบกวนการส่งแพ็กเกตวีดีโอที่มีจำนวนมากด้วยจึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าเท่ากับ 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตกลับได้ Maxthp ต่ำลงซึ่งมีลักษณะเหมือนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.1 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้เมื่อ quota มีค่าสูงขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นและถูกส่งออกได้มากขึ้น จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีสภาวะ NONSAT ต่ำกว่าสามารถส่งได้ช้าลงเพราะถูกแพ็กเกตเสียงที่มีสภาวะ NONSAT บ่อยกว่าแย่งส่งแพ็กเกตเป็นผลให้มีค่า Pvdodrop สูงขึ้น ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่าเท่ากับ 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มากขึ้นจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยเมื่อ quota อยู่ในช่วง 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ค่า Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.1 และเมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้มากขึ้นและไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ

quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority จะทำให้แพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกหลังจากเลือกแพ็กเกตเสียงแล้วและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ดังนั้นเมื่อ quota มากขึ้นแพ็กเกตเสียงจะเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงสามารถถูกส่งได้มากขึ้น เป็นผลให้แพ็กเกตวิดีโอมีโอกาสที่จะส่งไม่ได้มากขึ้นเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ Maxthp มีค่าต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้คือ quota มีค่าเท่ากับ 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ค่า quota ต่างๆ ที่แต่ละสัดส่วนพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าเท่ากับ 1000 แพ็กเกต



รูปที่ 4.27 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.2 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

4.3.10.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.3

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.3 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกต 10.1 แต่จะแตกต่างในกรณีที่มี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT หลายตัวที่โนดเดียวกัน โนดจะต้องเลือกแพ็กเกตที่มีคุณสมบัติตรงกับ SAT ของแพ็กเกตแต่ละตัวสลับกันไปโดยเรียงจากแพ็กเกตที่มาถึงโนดก่อน รูปที่ 4.28

แสดง Maxthp สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบที่ค่า quota ต่างๆ จากรูปที่ 4.8 สามารถอธิบายลักษณะของ Maxthp ของวิธีการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.3 ที่สัดส่วนทราฟฟิกต่างๆ ได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะมีการเลือกแพ็กเกตเสียงและวิดีโอไปพร้อมๆ กับการเลือกแพ็กเกตข้อมูลและเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 2 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.2 แต่เมื่อ quota มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvocdrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะมีการเลือกแพ็กเกตเสียงและข้อมูลไปพร้อมๆ กับการเลือกแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากที่สุด และเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตเสียงและข้อมูลที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

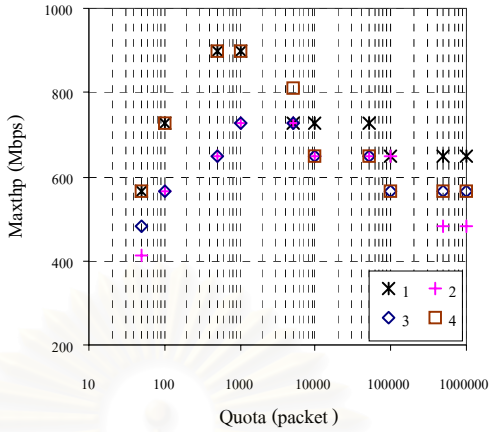
สัดส่วนที่ 3 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจาก 50 แพ็กเกตถึง 1000 แพ็กเกตจะได้ Maxthp มากขึ้น โดยได้ Maxthp เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.2 แต่เมื่อ quota

มากกว่า 5000 แพ็กเกตพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะช่วยทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนน้อยและเกิด NONSAT ต่ำสามารถส่งได้และไม่เกิด Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota สูงขึ้น แต่พบว่าค่า Maxthp ยังคงมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลของการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับจะมีการเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลไปพร้อมๆ กับการเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากที่สุด และเนื่องจากการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ดังนั้นเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลเกิดสภาวะ NONSAT มากขึ้นเป็นผลทำให้มีการส่งแพ็กเกตในสภาวะ NONSAT มากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้น้อยลง จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 1000 ถึง 5000 แพ็กเกต

สัดส่วนที่ 4 ลักษณะของ Maxthp สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ quota มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 50 แพ็กเกตเป็น 500 แพ็กเกตจะได้ Maxthp สูงขึ้น แต่เมื่อ quota มีค่ามากกว่า 1000 แพ็กเกตพบว่าค่า Maxthp จะมีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลเท่าๆ กันจึงมีโอกาสเกิดสภาวะ NONSAT เท่าๆ กันดังนั้นจะมีการเลือกแพ็กเกตแต่ละชนิดเท่าๆ กันซึ่งจะทำให้การเลือกแพ็กเกตเสียงและแพ็กเกตวิดีโอถูกเลือกได้ช้ากว่าการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT ตาม priority เมื่อ quota มีค่ามากขึ้นก็จะทำให้แพ็กเกตแต่ละชนิดมีสภาวะ NONSAT สูงขึ้นรวมทั้งแพ็กเกตข้อมูลด้วย ซึ่งการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มากขึ้นนี้จะทำให้แพ็กเกตเสียงและวิดีโอสามารถส่งได้ช้าลงเป็นผลให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้น ทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง ดังนั้นจะพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงที่สุดสำหรับที่สัดสวนนี้ คือ quota มีค่า 500 ถึง 1000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่ค่า quota ต่างๆ ที่แต่ละสัดส่วนพบว่าค่า quota ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่า Maxthp สูงสำหรับทุกสัดส่วน คือ เมื่อค่า quota มีค่าเท่ากับ 1000 แพ็กเกต

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.1,10.2 และ 10.3 พบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.2 และ 10.3 ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกันดังนั้นจะใช้ผลของว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.2 เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบต่างๆ โดยค่า quota ที่จะเลือกคือ quota เท่ากับ 1000



รูปที่ 4.28 ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้ของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 10.3 ที่ค่า quota ต่างๆ สำหรับสัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึง 5

สำหรับในหัวข้อนี้จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึง 5 ซึ่งเป็นการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อน โดยในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพจะใช้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถให้ Maxload สูงที่สุดซึ่งได้พิจารณามาแล้วในหัวข้อ 4.3 รูปที่ 4.32-4.35 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึง 5 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบ ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของแต่ละสัดส่วนต่างๆได้ดังนี้

สัดสวนที่ 1 เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงและวิดีโอเพียงอย่างละ 10% จึงทำให้มีค่า Pvocdrop และPvdodrop ต่ำ ดังนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจึงสามารถพิจารณาจากความสามารถในการรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลซึ่งจะพบว่าลำดับของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางเรียงจากความสามารถในการรองรับโหลดทราฟฟิกข้อมูลได้สูงที่สุดถึงต่ำที่สุด คือ แบบที่ 3 แบบที่ 2 แบบที่ 4 แบบที่ 5 และแบบที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ซึ่งมีการเลือกแพ็กเกตได้ไม่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 เช่นเดียวกับแบบที่ 2 แต่สามารถรองรับโหลดทราฟฟิกข้อมูลได้สูงกว่าทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 มีการเลือกแพ็กเกตตามปลายทางทีละปลายทาง นั่นคือ เมื่อไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางถัดจาก srrdest1 หรือ srrdest2 โดยเลือกแพ็กเกตที่ใกล้กับปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 มากที่สุดเพื่อให้สามารถใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากที่สุด ในขณะที่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 มีการพิจารณาแต่ละปลายทางพร้อมๆกัน นั่นคือเมื่อไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางที่มีความยาวมากที่สุดที่ไม่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ซึ่งปลายทางที่เลือกได้อาจจะมีไกลจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 มากกว่าการเลือกแบบที่ 3 ทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่าน้อยกว่าจึงทำให้สามารถรองรับโหลดของข้อมูลได้ต่ำกว่า

สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ซึ่งมีวิธีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับแบบที่ 2 แต่การเลือกแบบที่ 4 เมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่อยู่ระหว่างโนดต้นทางกับปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 โนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตที่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ในขณะที่การเลือกแบบที่ 2 ไม่สามารถเลือกปลายทางเกินได้ ซึ่งพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินจะทำให้ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตในสภาวะปกติ ทั้งนี้เพราะว่าโนดที่ส่งแพ็กเกตเกินปลายทางจะทำให้โนดอื่นซึ่งมีความต้องการใช้

สล็อตของช่องสัญญาณดังกล่าวไม่สามารถใช้ได้ตามปกติเป็นผลให้มีแพ็กเกตเหลืออยู่ที่โนดที่ไม่สามารถส่งได้ตามปกติมาก ดังนั้นจึงทำให้สามารถรองรับโหลดได้ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2 ที่ไม่มีการเลือกแพ็กเกตเกิน สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 ซึ่งมีการเลือกแพ็กเกตทีละปลายทางเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 แต่จะแตกต่างกันในกรณีที่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 เมื่อไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางอยู่ระหว่างโนดต้นทางและปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้จะสามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้โดยจะเลือกจากแพ็กเกตที่อยู่ใกล้ srrdest1 มากที่สุดก่อน ส่วนการเลือกแบบที่ 3 ไม่สามารถเลือกแพ็กเกตเกินได้ พบว่าการเลือกแบบที่ 5 ซึ่งมีการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้โดยเลือกแพ็กเกตใกล้กับ srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนทำให้มีการใช้สล็อตเพียงระยะสั้นจึงไม่คุ้มค่า ดังนั้นจึงสามารถส่ง แพ็กเกตข้อมูลที่มีจำนวนมากที่สุดได้ต่ำกว่าจึงเป็นผลให้ได้ Maxload ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3 ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ซึ่งสามารถรองรับโหลดได้ต่ำที่สุดทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 กำหนดว่าโนดสามารถเลือกแพ็กเกตได้ 1 แพ็กเกตแต่ถ้าแพ็กเกตที่เลือกได้ไม่ตรงกับ srrdest โนดจะเลือกแพ็กเกตที่ 2 เพื่อใช้ส่งในสล็อตของช่องสัญญาณ srrdest ซึ่งเมื่อโหลดสูงขึ้นจะทำให้การเลือกแพ็กเกตได้ตรงกับ srrdest มากขึ้นดังนั้นจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยกว่าวิธีการเลือกแพ็กเกตแบบอื่นๆที่จะมีการเลือกแพ็กเกตจำนวน 2 แพ็กเกตในการส่งเสมอจึงทำให้สามารถรองรับโหลดได้ต่ำที่สุด

สำหรับค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (Dmessage) พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 3 จะได้ค่าใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงโหลดต่ำพบว่าค่า Dmessage ของการเลือกแบบที่ 2 และ 3 จะสูงกว่าการเลือกแบบที่ 1, 4 และ 5 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1, 4 และ 5 สามารถเลือกแพ็กเกตเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตได้เร็วและเนื่องจากที่โหลดต่ำมีแพ็กเกตที่ต้องการส่งน้อยจึงทำให้การส่งแพ็กเกตเกินไม่มีผลกระทบกับการส่งแพ็กเกตของโนดปกติ ดังนั้นในช่วงโหลดต่ำจึงทำให้ได้ค่า Dmessage ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 3 ซึ่งไม่สามารถส่งแพ็กเกตเกินได้

สัดส่วนที่ 2 สำหรับที่สัดส่วนนี้ซึ่งมีจำนวนของแพ็กเกตเสียงเพียง 10% จึงทำให้มีค่า Pvocdrop ต่ำแต่มีจำนวนของแพ็กเกตวิดีโอถึง 80 % ดังนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจึงสามารถพิจารณาจาก Pvdodrop และความสามารถในการรองรับโหลดของ ทราฟฟิกข้อมูลซึ่งเป็นแพ็กเกตที่มี priority ต่ำที่สุด จะพบว่าลำดับของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางเรียงจากประสิทธิภาพสูงที่สุดถึงต่ำที่สุด คือ แบบที่ 3 แบบที่ 2 แบบที่ 4 แบบที่ 5 และแบบที่ 1 เช่นเดียวกับแบบที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และแบบที่ 3 พบว่าการเลือกแพ็กเกตทั้ง 2 แบบสามารถส่งแพ็กเกตได้สูงจึงทำให้มีค่า Pvdodrop ต่ำดังนั้นการเปรียบเทียบการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 3 จึง

สามารถพิจารณาจากความสามารถในการรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลซึ่งพบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 สามารถรองรับโหลดได้มากกว่าแบบที่ 2 เพราะการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 เมื่อโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางระหว่างโนดต้นทางกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดจะพิจารณาแพ็กเกตจากปลายทางถัดจาก srrdest1 หรือ srrdest2 โดยเลือกแพ็กเกตที่ใกล้กับปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 มากที่สุดเพื่อให้สามารถใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากที่สุด ในขณะที่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 จะพิจารณาจากปลายทางปลายทางที่มีความยาวมากที่สุดที่ไม่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ซึ่งปลายทางที่เลือกได้อาจจะมีไกลจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 มากกว่าการเลือกแบบที่ 3 ทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่าน้อยกว่าจึงทำให้สามารถรองรับโหลดของข้อมูลได้ต่ำกว่า

สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ซึ่งแตกต่างจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 คือสามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้พบว่าจะมีค่า Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ทั้งนี้เป็นเพราะในการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินจะเลือกแพ็กเกตเสียงก่อน ดังนั้นจึงทำให้แพ็กเกตที่มีปลายทางเกินที่เลือกได้ส่วนใหญ่เป็นแพ็กเกตเสียงซึ่งการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเกินจะทำให้โนดที่ส่งแพ็กเกตปกติไม่สามารถส่งแพ็กเกตได้และเนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตวีดีโอสูงจึงทำให้โนดที่ต้องการส่งแบบปกติซึ่งส่วนใหญ่เป็นแพ็กเกตวิดีโอไม่สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้จึงทำให้มีแพ็กเกตวิดีโอเหลือในคิวสูงจึงมีโอกาสที่จะถูก discard สูงจึงเกิด Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ที่ไม่มีการเลือกปลายทางเกิน ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 และ 5 ก็พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 ที่มีการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้จะมีค่า Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตเกินปลายทางโดยเลือกจากปลายทางที่อยู่ถัดจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้ใช้สล็อตได้ไม่คุ้มค่าจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มีจำนวนมากที่สุดได้ช้าและน้อยลงทำให้เกิด Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ที่ไม่มีการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ที่มีค่า Pvdodrop สูงที่สุดและสามารถรองรับโหลดข้อมูลได้น้อยที่สุดทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 เมื่อโหลดสูงขึ้นจะสามารถเลือกแพ็กเกตได้ตรงกับ srrdest มากขึ้นจึงทำให้สามารถเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งได้ 1 แพ็กเกตซึ่งน้อยกว่าแบบอื่นๆ สำหรับค่า Dmessage พบว่ามีลักษณะเช่นเดียวกับสัดส่วนที่ 1 นั่นคือ ในช่วงโหลดต่ำพบว่าค่า Dmessage ของการเลือกแบบที่ 2 และ 3 จะสูงกว่าการเลือกแบบที่ 1, 4 และ 5

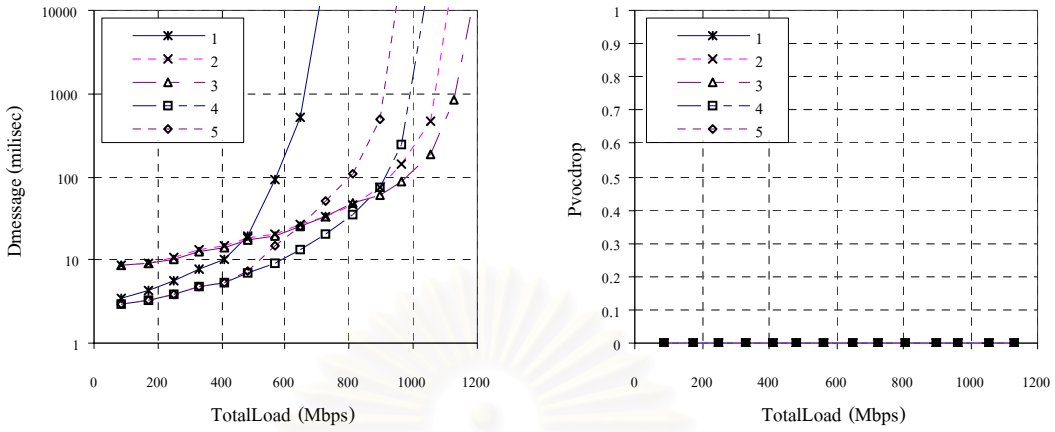
สัดส่วนที่ 3 สำหรับที่สัดส่วนนี้ซึ่งมีจำนวนของแพ็กเกตเสียงมากที่สุดคือ 80% จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่แม้จะมีเพียง 10% แต่มี priority ต่ำกว่ามีโอกาสเกิด Pvdodrop สูง ดังนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจึงสามารถพิจารณาจาก Pvocdrop Pvdodrop และความสามารถในการรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลซึ่งเป็นแพ็กเกตที่มี priority ต่ำที่สุด จะพบว่า

ลำดับของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางเรียงจากประสิทธิภาพสูงที่สุดถึงต่ำที่สุด คือ แบบที่ 3 แบบที่ 2 แบบที่ 4 แบบที่ 5 และแบบที่ 1 เช่นเดียวกับแบบที่ 1 และ 2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

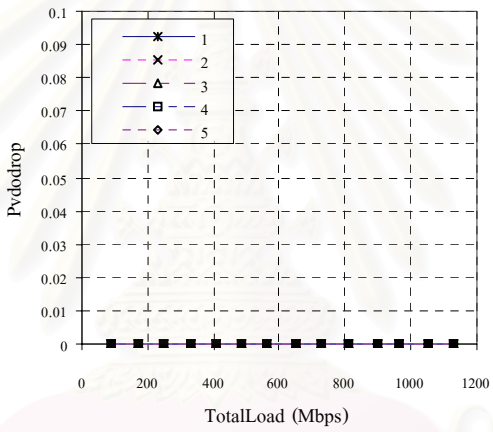
เมื่อพิจารณาการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 3 พบว่าการเลือกแพ็กเกตทั้ง 2 แบบสามารถส่งแพ็กเกตได้สูงจึงทำให้มีค่า Pvocdrop ต่ำดังนั้นการเปรียบเทียบการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 3 จึงสามารถพิจารณาจาก Pvdodrop และความสามารถในการรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลซึ่งพบว่าการเลือกแพ็กเตแบบที่ 3 ที่มีการเลือกแพ็กเกตที่ละปลายทางสามารถใช้สล็อตได้คุ้มค่ากว่าจึงทำให้ Pvdodrop ต่ำกว่าและสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากกว่าการเลือกแบบที่ 2 ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 ที่มีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับแบบที่ 2 แต่สามารถส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้ทำให้แพ็กเกตที่มีปลายทางเกินซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแพ็กเกตเสียงไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงของโนดอื่นทำให้มี Pvocdrop สูงกว่าการเลือกแบบที่ 2 และการส่งแพ็กเกตเกินยังส่งผลให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มี priority ต่ำกว่าแพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้น้อยส่งด้วยจึงทำให้ Pvdodrop สูงกว่าแบบที่ 2 ด้วย ส่วนการเลือกแบบที่ 5 ซึ่งมีการเลือกแพ็กเกตเกินโดยเลือกใกล้กับ srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้มีการใช้สล็อตไม่คุ้มค่าทำให้เกิด Pvocdrop และ Pvdodrop สูงกว่าแบบที่ 3 ที่มีการเลือกแบบเดียวกันแต่ไม่เลือกแพ็กเกตเกิน สำหรับค่า Dmessage พบว่ามีลักษณะเช่นเดียวกับสัดส่วนที่ 1 และ 2 นั่นคือ ในช่วงโหลดต่ำพบว่าค่า Dmessage ของการเลือกแบบที่ 2 และ 3 จะสูงกว่าการเลือกแบบที่ 1, 4 และ 5

สัดส่วนที่ 4 สำหรับที่สัดส่วนนี้ซึ่งจำนวนแพ็กเกตแต่ละชนิดเท่าๆกันพบว่าค่า Pvocdrop มีค่าต่ำดังนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจึงสามารถพิจารณาจาก Pvdodrop และความสามารถในการรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูล ซึ่งจะพบว่าลำดับของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางเรียงจากประสิทธิภาพสูงที่สุดถึงต่ำที่สุด คือ แบบที่ 3 แบบที่ 2 แบบที่ 4 แบบที่ 5 และแบบที่ 1 เช่นเดียวกับสัดส่วนที่ 1, 2 และ 3 โดยจะเห็นได้ที่สัดส่วนนี้มีลักษณะของ Pvdodrop และความสามารถในการรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลคล้ายกับสัดส่วนที่ 2 มากดังนั้นจึงสามารถอธิบายโดยใช้เหตุผลเดียวกับสัดส่วนที่ 2

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ถึง 5 พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 สามารถให้ประสิทธิภาพดีที่สุดนั่นคือ มีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำที่สุด และสามารถรองรับโหลดข้อมูลได้มากที่สุดทั้ง 4 สัดส่วน



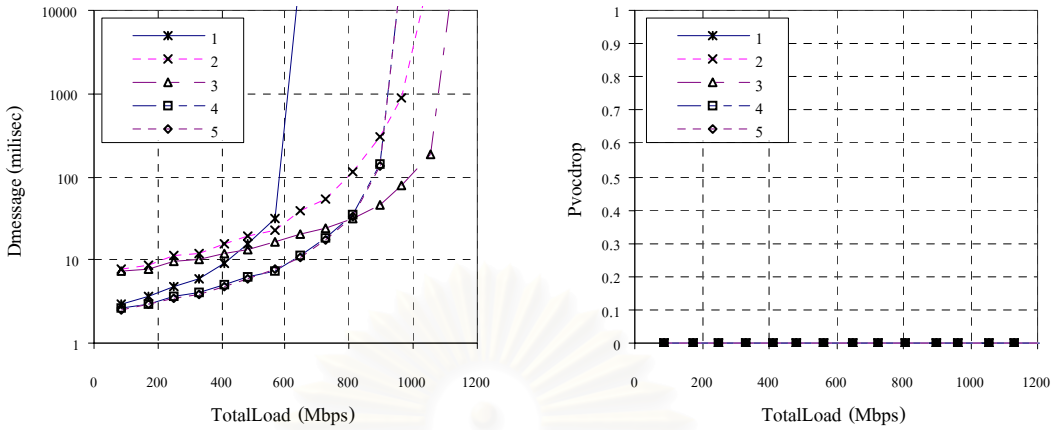
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



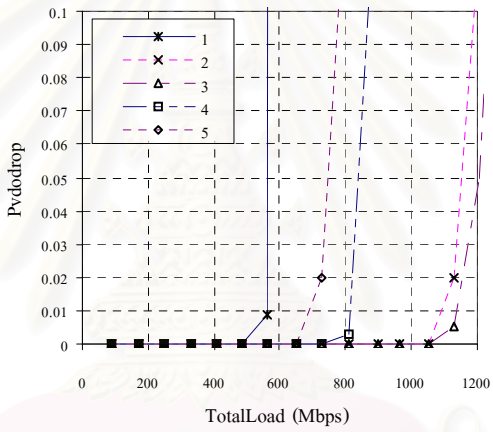
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.29 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 5 สำหรับสัดส่วนที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



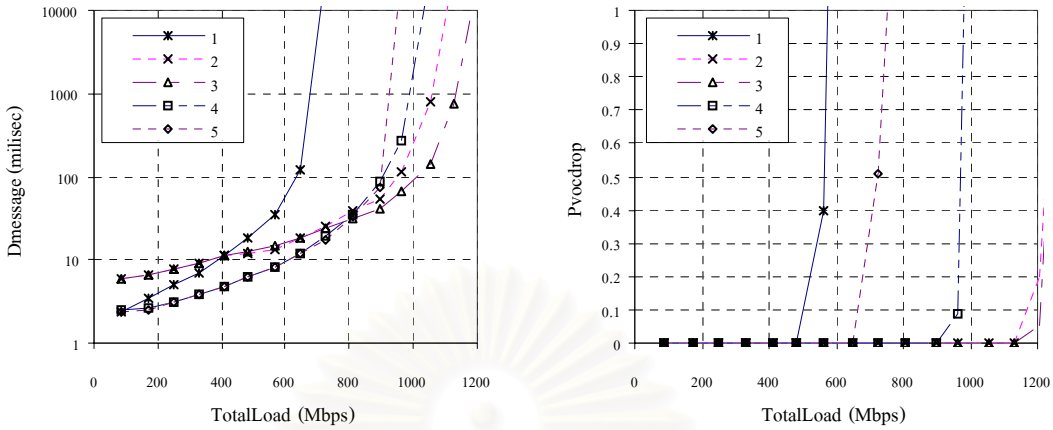
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



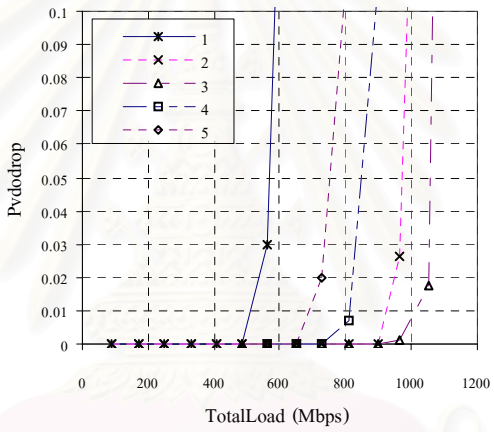
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.30 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 5 สำหรับสัดส่วนที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



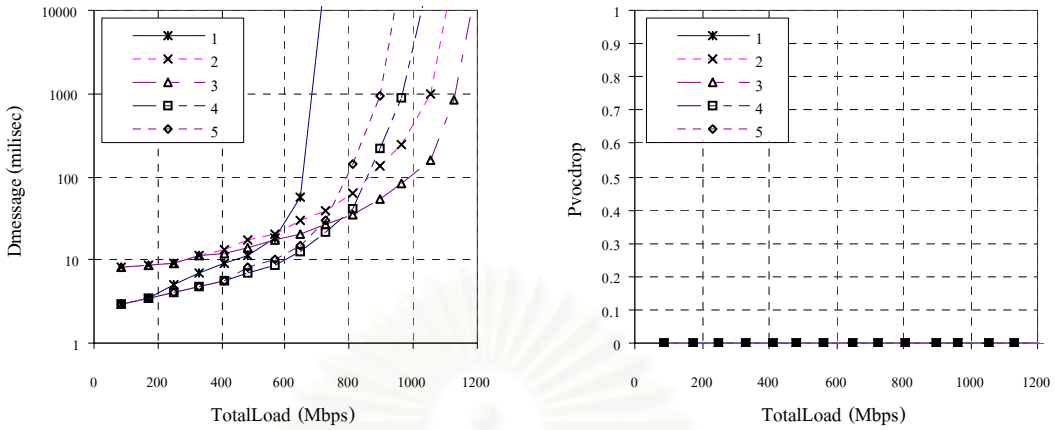
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



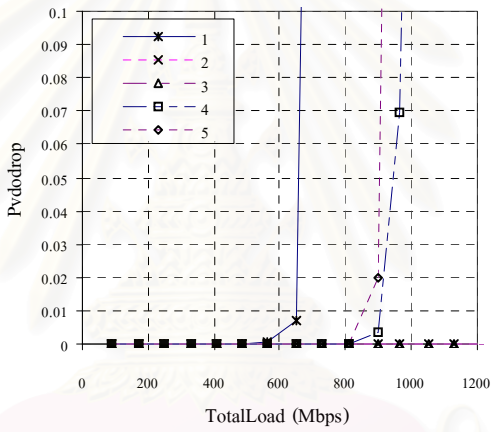
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.31 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 5 สำหรับสัดส่วนที่ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.32 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 5 สำหรับสัดส่วนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6 ถึง 10

สำหรับในหัวข้อนี้จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6. ถึง 10.ซึ่งเป็นการเข้าถึงตัวกลางแบบมีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT โดยใช้การเข้าถึงตัวกลางที่สามารถให้ประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับแต่ละแบบในการเปรียบเทียบซึ่งได้พิจารณามาแล้วในหัวข้อ 4.3 โดยการเข้าถึงตัวกลางที่ดีที่สุดสำหรับแบบที่ 6 ถึง 10 คือ แบบที่ 6.2 แบบที่ 7.2 แบบที่ 8.2 แบบที่ 9.2 และ แบบที่10.2 ตามลำดับ และใช้ค่า quota และ SRRthreshold ที่สามารถให้ Maxload สูงที่สุดซึ่งได้พิจารณามาแล้วในหัวข้อ 4.3 เช่นกัน รูปที่ 4.36-4.39 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ถึง 10.2 สำหรับสัดส่วนที่ 1 ถึง 4

สัดส่วนที่ 1 เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงและวิดีโอเพียงอย่างละ 10% จึงทำให้มีค่า Pvocdrop และPvdodrop ต่ำ ดังนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจึงสามารถพิจารณาจากความสามารถในการรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูล ซึ่งพบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 8.2 จะสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากกว่าแบบที่ 7.2, 9.2 และ 10.2 ที่สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้เท่าๆกัน ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.2 มีวิธีการเลือกเช่นเดียวกันการเลือกแบบที่ 3 คือเมื่อไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดจะเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่ถัดจาก srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากกว่าการเลือกแบบอื่นๆจึงทำให้สามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากกว่าแบบอื่นๆ แต่จะสังเกตได้ว่าสามารถรองรับได้มากกว่าไม่มากนักทั้งนี้เป็นเพราะผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกัน SAT ก่อนทำให้โนดมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตตามปกติน้อยลงทำให้ผลของวิธีการเลือกปกติไม่เด่นชัด นอกจากนี้ผลของการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2, 9.2 และ 10.2 ไม่แตกต่างกันด้วย ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.2 จะสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้น้อยที่สุดเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.2 กำหนดว่าถ้ามีการเลือกแพ็กเกตไม่ตรงกับ srrdest จึงจะสามารถเลือกแพ็กเกตที่ 2 ได้ดังนั้นถ้าโนดเลือกแพ็กเกตได้ตรงกับ srrdest โนดก็จะไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่ 2 ได้เป็นผลทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.2 สามารถรองรับโหลดได้ต่ำที่สุด

สำหรับค่า Dmessage พบว่าในช่วงโหลดต่ำการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.2 จะมีค่า Dmessage ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 เล็กน้อยซึ่งเป็นผลมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.2 สามารถเลือกแพ็กเกตเกินได้ทำให้ที่โหลดต่ำการเลือกแบบที่ 9.2 สามารถส่งแพ็กเกตได้เร็วกว่าการเลือกแบบที่ 7.2 แต่

ค่า Dmessage ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.2 จะต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 7.2 เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพราะผลของการเร่งส่งแพ็กเกตทำให้ผลของการส่งแพ็กเกตเกินไม่เด่นชัด สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.2 ก็พบว่าที่โหลดต่ำค่า Dmessage จะต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.2 เล็กน้อยทั้งนี้เพราะการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.2 มีการเลือกแพ็กเกตเกินเช่นเดียวกับแบบที่ 9.2

สัดส่วนที่ 2 สำหรับที่สัดส่วนนี้ซึ่งมีจำนวนของแพ็กเกตเสียงเพียง 10% จึงทำให้มีค่า Pvocdrop ต่ำแต่มีจำนวนของแพ็กเกตวิดีโอถึง 80 % ดังนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจึงสามารถพิจารณาจาก Pvdodrop ซึ่งพบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 8.2 จะมีค่า Pvdodrop ต่ำกว่าแบบที่ 7.2, 9.2 และ 10.2 ที่มีค่า Pvdodrop เท่าๆกัน ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแบบที่ 8.2 มีการเลือกแพ็กเกตในสภาวะปกติคือเมื่อไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดจะพิจารณาแพ็กเกตปลายทางอื่นโดยพิจารณาทีละปลายทางโดยเริ่มจากปลายทางที่อยู่ใกล้ srrdest1 หรือ srrdest2 มากที่สุดก่อนจึงทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากกว่าการเลือกแบบอื่นๆจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้มากกว่าแบบอื่นๆและได้ Pvdodrop ต่ำกว่าแบบอื่นๆด้วย แต่จะสังเกตได้ว่าค่า Pvdodrop มีค่าต่ำกว่าไม่มากนักทั้งนี้เป็นเพราะผลของการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกัน SAT ก่อนทำให้โนดมีโอกาสในการเลือกแพ็กเกตตามปกติน้อยลงทำให้ผลของวิธีการเลือกปกติไม่เด่นชัด นอกจากนี้ผลของการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT ก่อนทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2, 9.2 และ 10.2 ไม่แตกต่างกันด้วย ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 จะมีค่า Pvdodrop สูงที่สุดเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 กำหนดว่าถ้ามีการเลือกแพ็กเกตไม่ตรงกับ srrdest จึงจะสามารถเลือกแพ็กเกตที่ 2 ได้ดังนั้นถ้าโนดเลือกแพ็กเกตได้ตรงกับ srrdest โนดก็จะไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่ 2 ได้เป็นผลทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 สามารถรองรับโหลดวิดีโอได้ต่ำจึงมีค่า Pvdodrop สูง ส่วนค่า Demessage พบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับสัดส่วนที่ 1 คือ ช่วงโหลดต่ำการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.2 จะมีค่า Dmessage ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 เล็กน้อยซึ่งเป็นผลมาจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 9.2 สามารถเลือกแพ็กเกตเกินได้ และการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.2 ก็พบว่าที่โหลดต่ำค่า Dmessage จะต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.2 เล็กน้อยทั้งนี้เพราะการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 10.2 มีการเลือกแพ็กเกตเกินเช่นเดียวกับแบบที่ 9.2

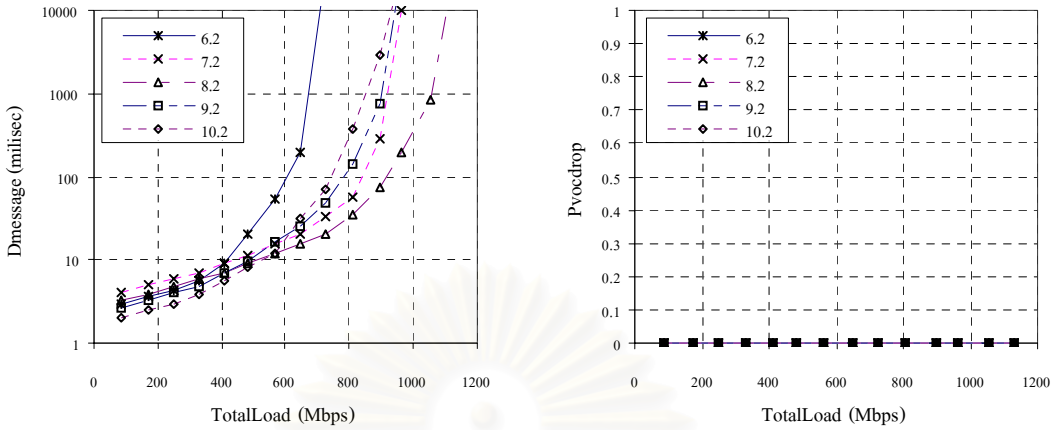
สัดส่วนที่ 3 สำหรับที่สัดส่วนนี้ซึ่งมีจำนวนของแพ็กเกตเสียงมากที่สุดคือ 80% จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่แม้จะมีเพียง 10% แต่มี priority ต่ำกว่ามีโอกาสเกิด Pvdodrop สูง ดังนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจึงพิจารณาจาก Pvocdrop และ Pvdodrop ซึ่งพบว่ามีลักษณะเดียวกับ 2 สัดส่วนที่ผ่านมาคือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 8.2 จะมีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำกว่าแบบที่ 7.2, 9.2 และ 10.2 ที่มีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop เท่าๆกัน

ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแบบที่ 8.2 มีการเลือกแพ็กเกตในสภาวะปกติคือเมื่อไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดจะพิจารณาแพ็กเกตปลายทางอื่นโดยพิจารณาทีละปลายทางโดยเริ่มจากปลายทางที่อยู่ใกล้ srrdest1 หรือ srrdest2 มากที่สุดก่อนจึงทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากกว่าการเลือกแบบอื่นๆจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้มากกว่าแบบอื่นๆและการส่งแพ็กเกตเสียงได้มากยังทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอที่มี priority ต่ำกว่าได้เร็วขึ้นด้วยจึงทำให้ได้ค่า Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำกว่าแบบอื่นๆ ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 จะมีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop สูงที่สุดเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 กำหนดว่าถ้ามีการเลือกแพ็กเกตไม่ตรงกับ srrdest จึงจะสามารถเลือกแพ็กเกตที่ 2 ได้ดังนั้นถ้าโนดเลือกแพ็กเกตได้ตรงกับ srrdest โนดก็จะไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่ 2 ได้เป็นผลทำให้การเลือก แพ็กเกตแบบที่ 7.2 สามารถรองรับโหลดเสียงและส่งผลให้ส่งแพ็กเกตวิดีโอได้ช้าลงด้วยจึงทำให้ได้ค่า Pvocdrop และ Pvdodrop สูง ส่วนค่า Demessage พบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับสัดส่วนที่ 1 และ 2

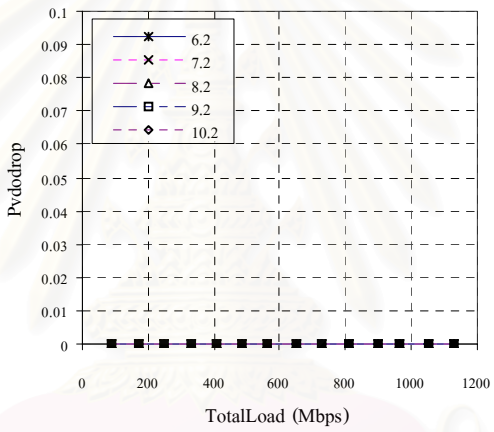
สัดส่วนที่ 4 สำหรับที่สัดส่วนนี้ซึ่งจำนวนแพ็กเกตแต่ละชนิดเท่าๆกันพบว่าค่า Pvocdrop มีค่าต่ำดังนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบจึงสามารถพิจารณาจาก Pvdodrop ซึ่งพบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 8.2 จะมีค่า Pvdodrop ต่ำกว่าแบบที่ 7.2, 9.2 และ 10.2 ที่มีค่า Pvdodrop เท่าๆกัน ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2 จะมีค่า Pvdodrop สูงที่สุด โดยสามารถอธิบายโดยใช้เหตุผลเดียวกับสัดส่วนที่ 2

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเลือกแพ็กเกตแบบที่6.2 ถึง 10.2 พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.2 สามารถให้ประสิทธิภาพดีที่สุดนั่นคือ มีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำที่สุด และสามารถรองรับโหลดข้อมูลได้มากที่สุดทั้ง 4 สัดส่วน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



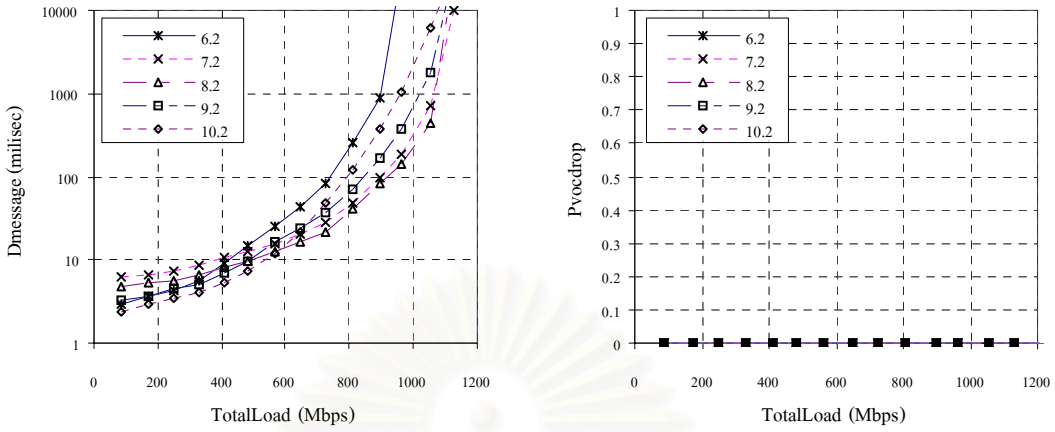
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



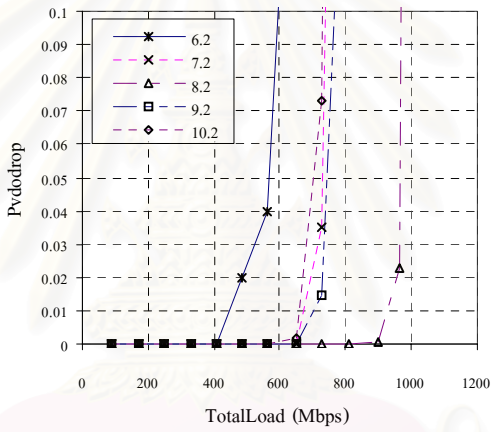
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.33 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ถึงแบบที่ 10.2 สำหรับสัดส่วนที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



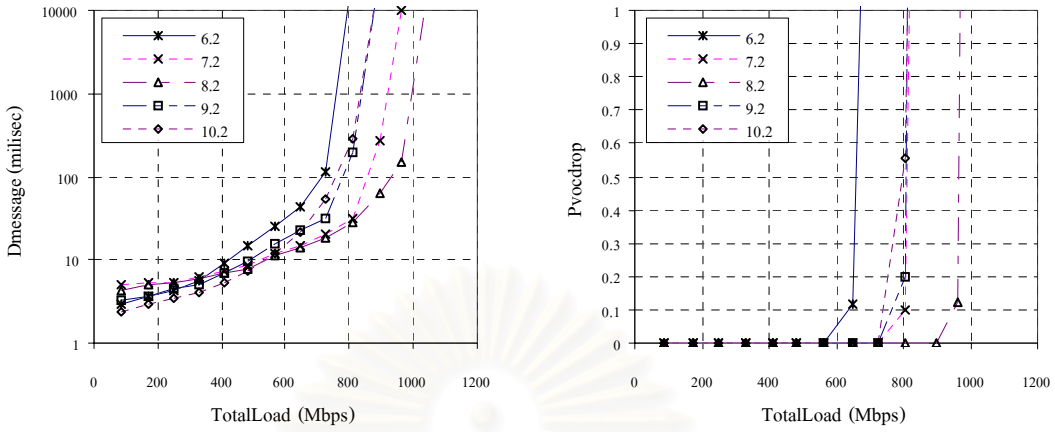
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



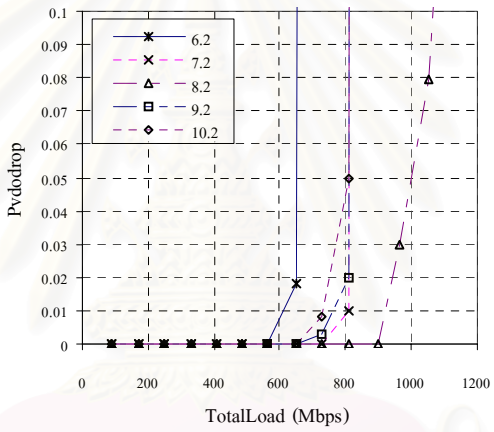
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.34 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ถึงแบบที่ 10.2 สำหรับสัดส่วนที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



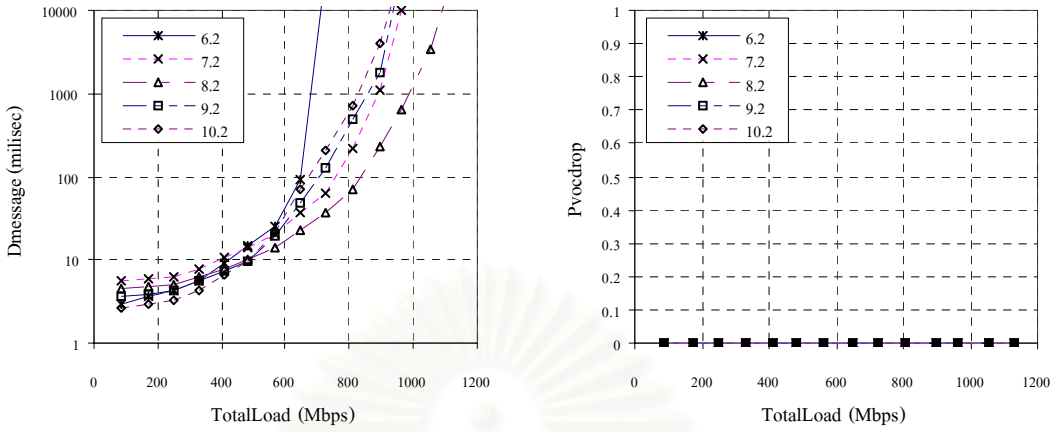
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



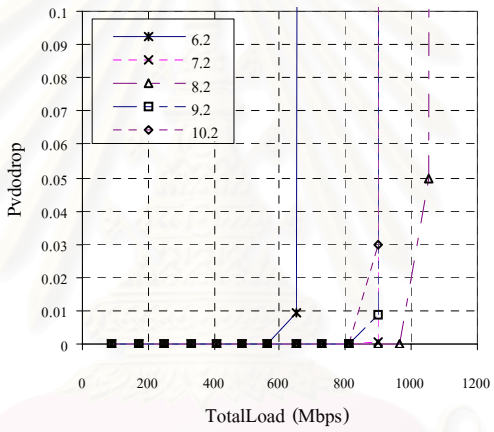
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.35 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ถึงแบบที่ 10.2 สำหรับสัดส่วนที่ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.36 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 6.2 ถึงแบบที่ 10.2 สำหรับสัดส่วนที่ 4

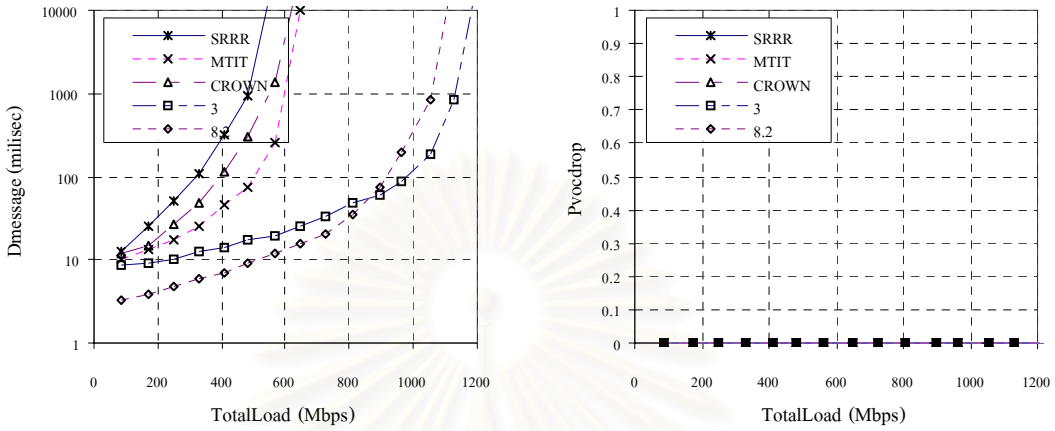
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 การเปรียบเทียบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และแบบที่ 7.2 กับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เคยถูกนำเสนอมา (MTIT, SRRR และCROWN)

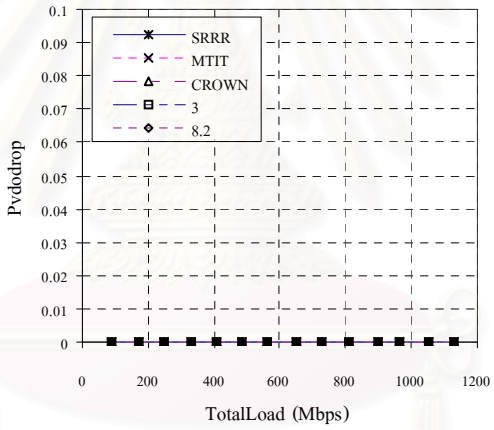
สำหรับในหัวข้อนี้จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่เคยถูกนำเสนอมา (MTIT, SRRR และCROWN) กับการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจาก 2 กลุ่มคือ การเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ซึ่งมีประสิทธิภาพดีที่สุดในกลุ่มการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่ 1 ถึง 5 ซึ่งไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ NONSAT และการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 ซึ่งมีประสิทธิภาพดีที่สุดในกลุ่มการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่ 6 ถึง 10 ซึ่งมีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ NONSAT รูปที่ 4.37-4.38 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการ ดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR, การเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 และ 8.2 สำหรับสัดส่วนที่ 1 ถึง 4

จากรูปที่ 4.37 ถึง 4.38 จะเห็นได้ว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 สามารถให้ Maxthp ได้สูงที่สุดในทุกสัดส่วนของทราฟฟิก ส่วนการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR สามารถให้ Maxthp ต่ำที่สุด ทั้งนี้เพราะว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 และการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 สามารถเลือกและส่งแพ็กเกตได้มากกว่า 1 แพ็กเกตในแต่ละไทม์สล็อตเพราะมีจำนวนเครื่องส่งและจำนวนเครื่องรับมากกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบ SRRR และ CROWN ส่วนการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT แม้จะมีจำนวนเครื่องรับและเครื่องส่งเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณ แต่เนื่องจากมีลักษณะการเข้าถึงตัวกลางเป็นแบบโทเคนจึงทำให้ไม่สามารถใช้ช่องสัญญาณได้อย่างคุ้มค่าเพราะขณะเวลาหนึ่งจะมีเพียง 1 โนดเท่านั้นที่สามารถส่งได้ทำให้ส่วนที่เหลือของวงแหวนไม่สามารถถูกใช้งานได้จึงทำให้สามารได้ Maxthp ต่ำกว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และ 8.2 ที่มีจำนวนเครื่องรับและเครื่องส่งเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณแต่มีการควบคุมการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบสล็อตจึงทำให้สามารถใช้แบนด์วิดท์ส่วนต่างๆ ของวงแหวนได้อย่างคุ้มค่า แต่เมื่อเทียบประสิทธิภาะของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 กับการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 จะเห็นได้ว่าแม้ว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 จะสามารถให้ Maxthp ได้มากกว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 แต่ที่โหลดค่าต่ำๆค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 มีค่าน้อยกว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อเกิดสภาวะ NONSAT ทำให้แพ็กเกตข้อมูลสามารถถูกส่งได้เร็วขึ้นจึงทำให้มีค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลต่ำกว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 แต่เพราะการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อเกิดสภาวะ NONSAT นี้เองทำให้แพ็กเกตที่เลือกและส่งไม่ตรงกับปลายทาง srrdest1 และ srrdest2 จึงทำให้มีการชนกันมากขึ้น

เมื่อโหลดมากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้สามารถส่งได้น้อยลงเป็นผลให้ Maxthp ต่ำกว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3

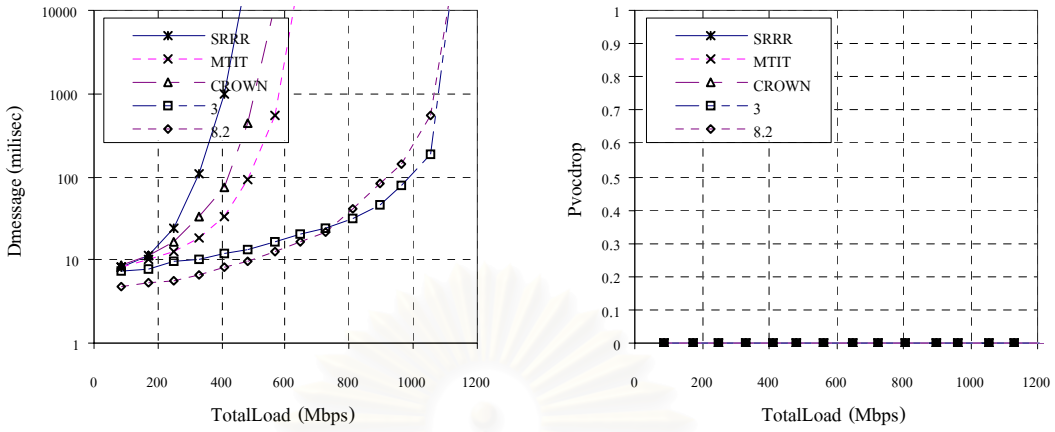


(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง

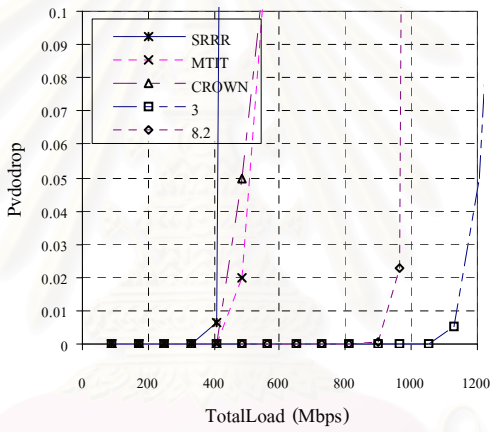


(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.37 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR, CROWN, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 และแบบที่ 7.2 สำหรับสัดส่วนที่ 1



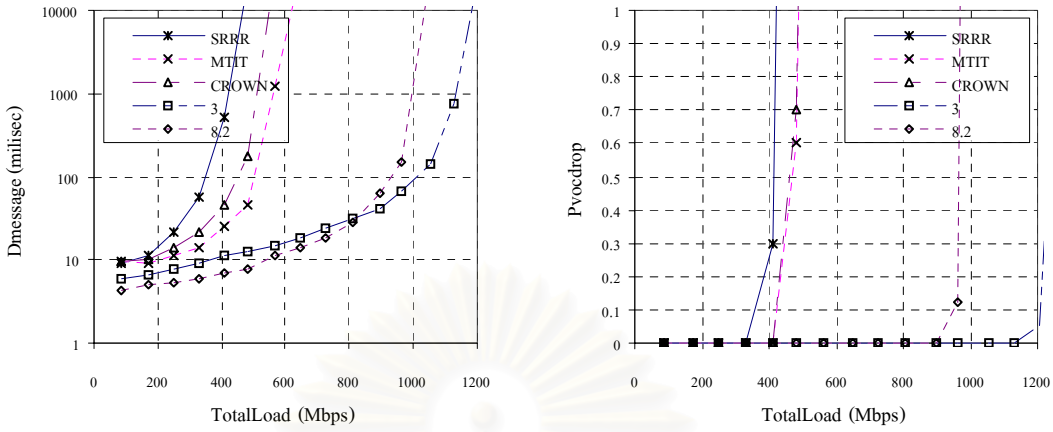
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



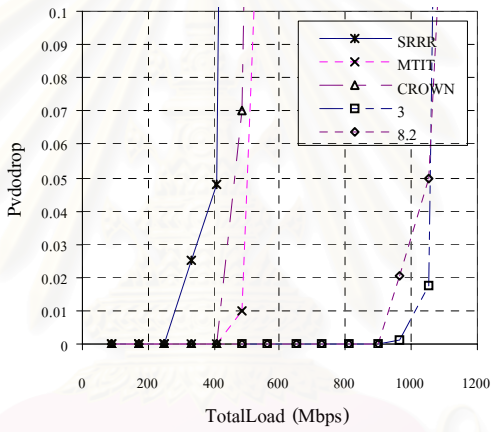
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.38 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR, CROWN, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 และแบบที่ 7.2 สำหรับสัดส่วนที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



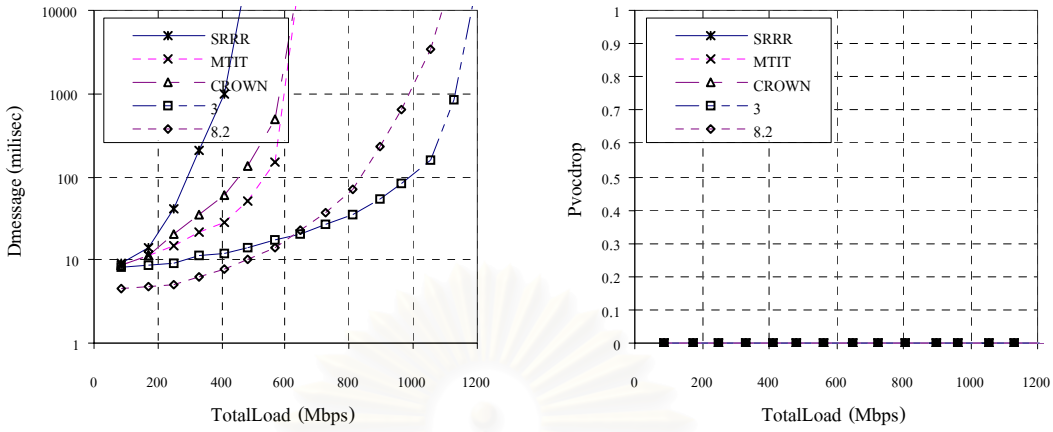
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



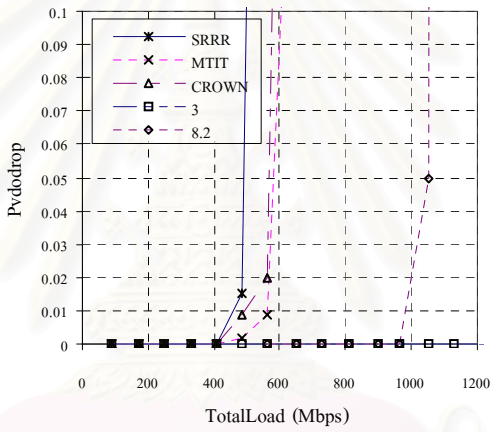
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.39 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR, CROWN, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 และแบบที่ 7.2 สำหรับสัดส่วนที่ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.40 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, SRRR, CROWN, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2 และแบบที่ 7.2 สำหรับสัดส่วนที่ 4

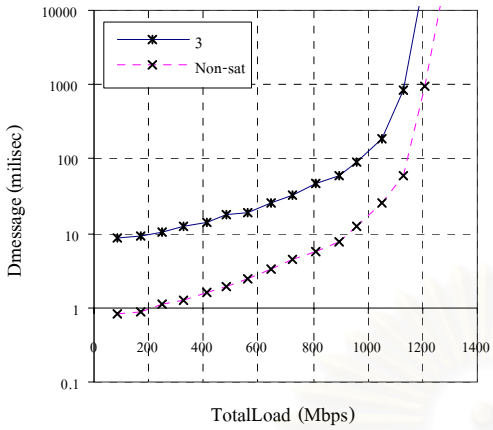
4.7 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอที่ไม่มี SAT ควบคุมการทำงานและไม่มีการกำหนดสล็อตของช่องสัญญาณสำหรับส่ง

สำหรับหัวข้อนี้จะทดสอบผลของการเข้าถึงตัวกลางที่ไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานและไม่มีการกำหนดสล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตที่เลือก โนดจะเลือกแพ็กเกตเสียงสำหรับส่งในสล็อตว่าที่เข้ามาที่โนด เมื่อไม่มีแพ็กเกตเสียงแล้วจึงเลือกแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลตามลำดับ โดยจะทดสอบที่ 4 สัดส่วนโหลดและ

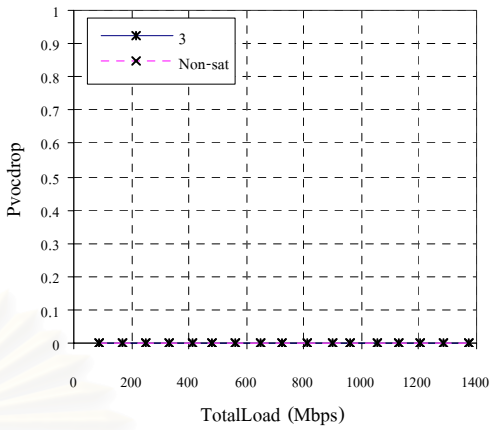
เปรียบเทียบผลที่ได้กับการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 รูปที่ 4.41-4.44 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการสูญเสียแพ็กเกตวิดีโอของ การเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 และแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงานสำหรับสัดส่วนทั้ง 4

จากผลการจำลองแบบที่สัดส่วนโหลดทั้ง 4 แบบพบว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงานและไม่มีการกำหนดสล็อตของช่องสัญญาณในการส่ง (Nonsatcontrol) จะให้ประสิทธิภาพดีกว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 นั่นคือ Pvocdrop, Pvdodrop และ ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลต่ำกว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ค่า Maxthp สูงกว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบ Nonsatcontrol จะไม่มีการกำหนดจำนวน แพ็กเกตที่สามารถส่งในแต่ละรอบของ SAT จึงทำให้ไม่เกิดการส่งไม่ได้เนื่องจากส่งแพ็กเกตครบจำนวนแล้วจึงสามารถส่งแพ็กเกตของเสียง วิดีโอและข้อมูลได้อย่างอิสระ นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตแบบ Nonsatcontrol ยังไม่มีการกำหนดช่องสัญญาณสำหรับส่งแพ็กเกตในแต่ละไทม์สล็อตจึงทำให้มีการยืดหยุ่นในการส่งแพ็กเกตมากกว่าและจะไม่เกิดการส่งไม่ได้เนื่องจากมีการขโมยช่องสัญญาณในการส่งโดยโนดอื่นเป็น ผลให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอได้ก่อนที่จะเกินเวลาที่กำหนดไว้ทำให้มีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำกว่าและสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้รวดเร็วทำให้มีค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล ต่ำกว่า

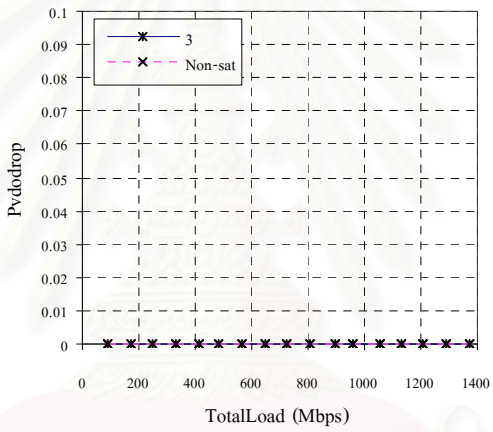
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



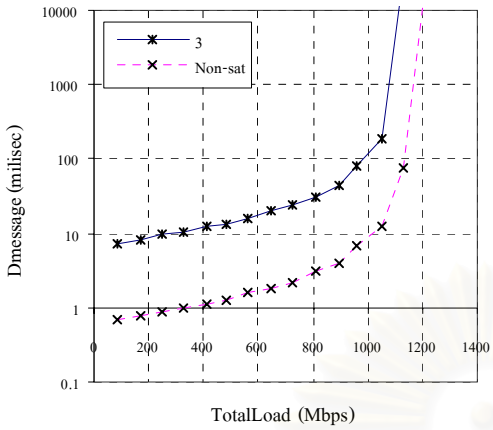
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



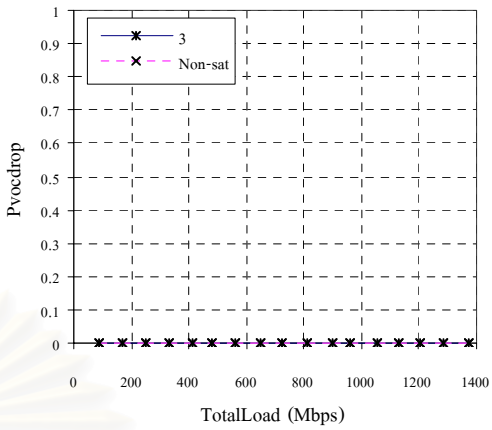
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.41 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2, 7.2 และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานสำหรับสัดส่วนที่ 1

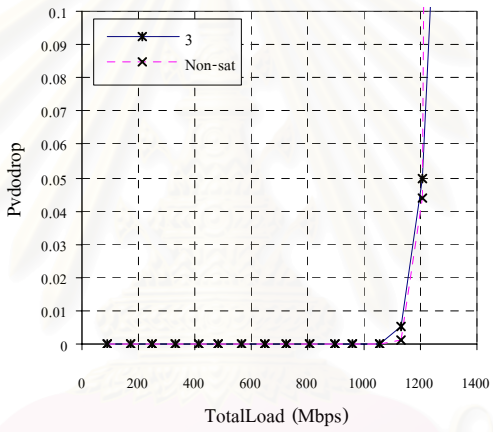
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



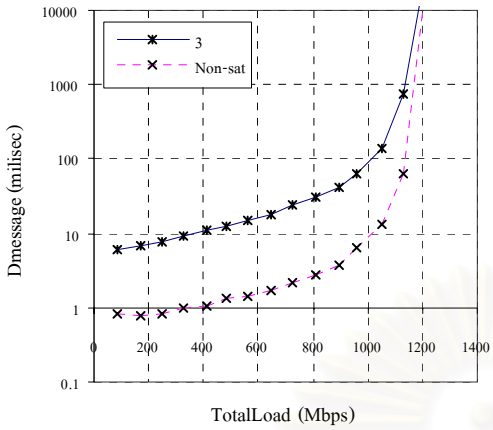
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



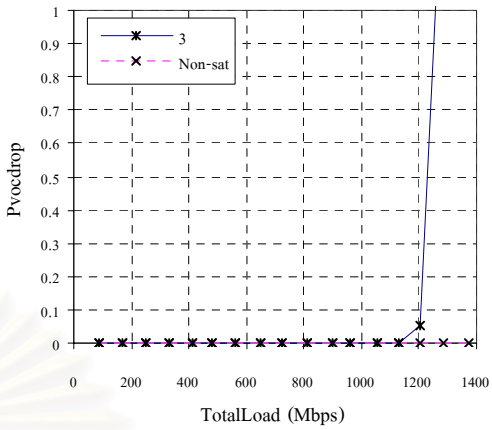
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.42 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2, 7.2 และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานสำหรับสัดส่วนที่ 2

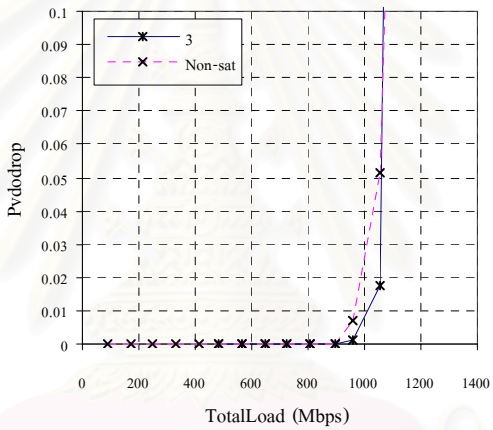
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



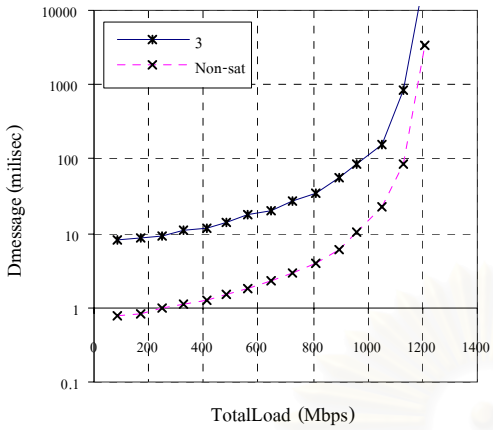
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



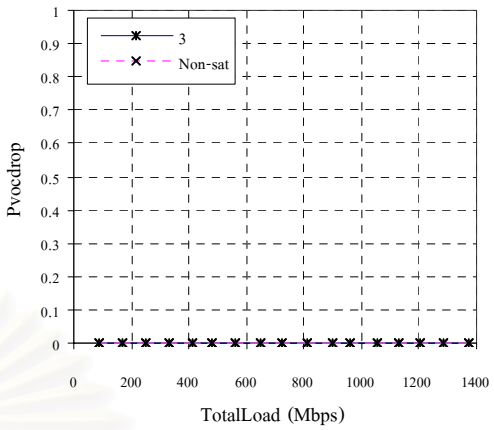
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.43 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2, 7.2 และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานสำหรับสัดส่วนที่ 3

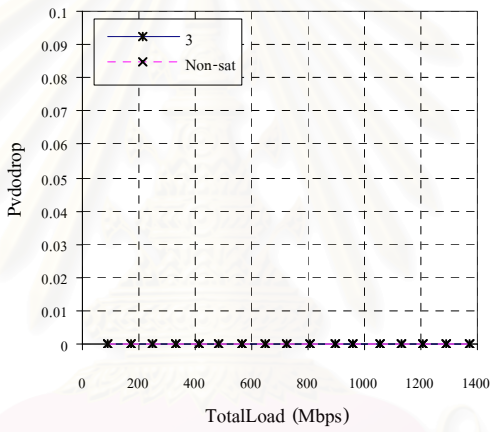
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 4.44 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2, 7.2 และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานสำหรับสัดส่วนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การทดสอบประสิทธิภาพของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูล

สำหรับในบทนี้จะทดสอบการพัฒนาประสิทธิภาพของการเข้าถึงตัวกลางโดยการขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลสำหรับระบบที่ไม่มี SAT ในการควบคุมการทำงานและไม่มีการกำหนดสล็อตของช่องสัญญาณสำหรับส่งเพื่อเป็นการลดการสูญเสียแบนด์วิดท์ในส่วนหัว โดยกำหนดให้แพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลมีขนาดเป็น m เท่าของแพ็กเกตเสียงโดย m จะเป็นตัวแปรในการทดสอบประสิทธิภาพของการเข้าถึงตัวกลางซึ่งจะทดสอบที่ค่า m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 เนื่องจากการขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและขนาดแพ็กเกตข้อมูล ทำให้**ขนาดของสล็อตจะต้องถูกขยายให้มีขนาดใหญ่เท่ากับขนาดแพ็กเกตทราฟฟิกวิดีโอและทราฟฟิกข้อมูลดังนั้นการขยายขนาดของสล็อตจะมีผลต่อการส่งแพ็กเกตเสียง คือ สล็อตที่ขยายให้มีขนาดเป็น m เท่าของขนาดของแพ็กเกตเสียงจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ m แพ็กเกต** ดังนั้นการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในแต่ละไทม์สล็อตจึงสามารถมีได้หลายแบบโดยวิธีการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งที่ได้เสนอตามที่ได้กล่าวแล้วในบทที่ 3 มีด้วยกัน 3 แบบคือ

1) แบบที่ 1 กำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงสู่สล็อตได้ก็ต่อเมื่อมีจำนวนแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันเท่ากับ m แพ็กเกต
2) แบบที่ 2 กำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันที่มีจำนวนน้อยกว่า m แพ็กเกตสู่สล็อตได้แต่จะต้องไม่มีแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลสำหรับส่งแล้ว
3) แบบที่ 3 กำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงหลายปลายทางร่วมกันได้แต่จะต้องไม่มีแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลสำหรับส่งแล้ว

แต่เนื่องจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 3 อาจมีบางส่วนของสล็อตไม่ถูกใช้งานเนื่องจากการส่งแพ็กเกตเสียงน้อยกว่า m ในการเลือกแบบที่ 2 หรือ การส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ดังนั้นโนดอื่นก็จะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางไม่เกินปลายทางสุดท้ายของแพ็กเกตเสียงในสล็อตนั้นได้โดยสามารถเลือกแพ็กเกตได้ 2 แบบ คือ เลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางใกล้กับปลายทางสุดท้ายที่สุดและเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือเวลารอในคิวน้อยที่สุด ดังนั้นจะกำหนดการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ออกเป็น 3 หัวข้อย่อย คือ แบบที่ 2.1 จะเป็นการเลือกแพ็กเกตที่ไม่มีการส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่าง, แบบที่ 2.2 จะเป็นการเลือกแพ็กเกตที่สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่างโดยเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่ใกล้กับปลายทางสุดท้ายที่สุด และแบบที่ 2.3 จะเป็นการ

เลือกแพ็กเกตที่สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่างโดยเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือเวลารอในคิวน้อยที่สุด ซึ่งการเลือกแบบที่ 3 ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน ในหัวข้อถัดไปจะแสดงผลของการทดสอบและการวิเคราะห์แนวคิดทั้ง 3 แบบ

5.1 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1

สำหรับการเข้าถึงตัวกลางที่มีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 นี้มีวัตถุประสงค์ให้ใช้สล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตได้อย่างคุ้มค่าที่สุด ดังนั้นจะกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ก็ต่อเมื่อมีแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันจำนวน m แพ็กเกต โดยโนดจะพิจารณาแพ็กเกตเสียงที่มีคุณสมบัติดังกล่าวสำหรับส่งในสล็อตว่างก่อนโดยพิจารณาจากปลายทางที่มีความยาวมากที่สุด เมื่อไม่มีแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันที่มีจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ m แล้วจึงพิจารณาแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูล ตามลำดับ เมื่อไม่มีแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลสำหรับส่งแล้วแต่ยังมีแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันแต่มีจำนวนแพ็กเกตน้อยกว่า m โนดจะไม่ส่งแพ็กเกตเหล่านั้นและปล่อยให้สล็อตว่างที่เหลือถูกใช้สำหรับโนดถัดไป รูปที่ 5.1 ถึง 5.4 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 รูปที่ 5.1 ถึง 5.4 พบว่าที่แต่ละสัดส่วนโหลดจะมีลักษณะของเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (Dmessage), ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง (Pvocdrop) และ ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ (Pvdodrop) แตกต่างกันซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของแต่ละสัดส่วนที่ค่า m ต่างๆได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 เมื่อค่า m มากกว่า 1 พบว่าช่วงโหลดต่ำมี Pvocdrop สูงกว่า 1% ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่แพ็กเกตเสียงจะยอมรับได้โดยเมื่อ m ยิ่งสูง ช่วงโหลดต่ำที่ Pvocdrop สูงมากกว่า 1% ยิ่งกว้างขึ้นนั่นคือเมื่อ m เท่ากับ 2 ช่วงโหลดต่ำที่ Pvocdrop สูงกว่า 1% คือ 0 ถึง 165 Mbps เมื่อ m เท่ากับ 4 ช่วงโหลดต่ำที่ Pvocdrop สูงกว่า 1% คือ 0 ถึง 250 Mbps และเมื่อ m เท่ากับ 8 ช่วงโหลดต่ำที่ Pvocdrop สูงกว่า 1% คือ 0 ถึง 480 Mbps สาเหตุที่เกิด Pvocdrop สุงกว่า 1% เมื่อที่โหลดต่ำเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงจำนวนน้อยและการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีการเลือกแพ็กเกตเสียงแบบที่ 1 นี้กำหนดว่าจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้ก็ต่อเมื่อมีแพ็กเกตเสียงปลายทางเดียวกันเท่ากับ m แพ็กเกต นั่นคือจะ

สามารถส่งได้ก็ต่อเมื่อมีแพ็กเกตเสียงเต็มสล็อตและต้องเป็นแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันด้วย แต่เนื่องจากมีจำนวนแพ็กเกตเสียงน้อยจำนวนแพ็กเกตเสียงในแต่ละปลายทางจึงน้อยและมีน้อยกว่า m เมื่อเป็นเช่นนี้โนดก็จะไม่ส่งแพ็กเกตเสียงและจะรอจนกว่าจะมีแพ็กเกตเสียงในแต่ละปลายทางเท่ากับ m แพ็กเกตแต่เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีแพ็กเกตเสียงน้อยจึงทำให้ต้องใช้เวลาในการรอนานกว่าจะมีแพ็กเกตครบ m แพ็กเกตจึงทำให้แพ็กเกตที่มารออยู่ก่อนมีเวลาประวิงเกินที่กำหนดไว้และถูก discard ไปก่อนที่จะมีแพ็กเกตเสียงเข้ามาครบ m แพ็กเกต ยิ่ง m มีค่ามากทำให้ต้องรอเพื่อให้ครบจำนวน m แพ็กเกตนานมากขึ้น จึงทำให้มีช่วงของ Pvocdrop มากกว่า 1 % กว้างขึ้น แต่เมื่อโหลดสูงขึ้นกลับพบว่า Pvocdrop ต่ำลงทั้งนี้เพราะว่าเมื่อโหลดสูงขึ้นจะมีจำนวนแพ็กเกตเสียงมากขึ้นทำให้โนดใช้เวลารอน้อยลงทำให้เกิด Pvocdrop ต่ำลง แต่เมื่อพิจารณาที่ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (Dmessage) พบว่าเมื่อ m มากขึ้นค่าโหลดที่ระบบสามารถรองรับโหลดของทราฟฟิกข้อมูลได้มากที่สุด (Maxdatload) โดยที่ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลยังมีค่าจำกัดจะมีค่ามากขึ้นและที่โหลดเท่าๆกันเมื่อ m มากขึ้นจะได้ Dmessage ต่ำกว่าด้วยทั้งนี้เพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนข้อมูลมากการขยายขนาดแพ็กเกตจะช่วยลดส่วนหัวทำให้สามารถรองรับโหลดได้สูงขึ้นและยังทำให้ Dmessage ต่ำลงด้วยเพราะเมื่อช่วยลดส่วนหัวจะทำให้สามารถส่ง message ของข้อมูลได้เร็วขึ้นทำให้ Dmessage ลดลง แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 นี้ไม่เหมาะกับที่สัดส่วนที่มีจำนวนแพ็กกตเสียงน้อยเพราะจะทำให้เกิด Pvocdrop สูงที่โหลดต่ำได้

สัดส่วนที่ 2 เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงน้อยเช่นเดียวกับสัดส่วนที่ 1 จึงทำให้เกิด Pvocdrop สูงที่โหลดต่ำเพราะต้องรอให้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงในแต่ละปลายทางครบ m แพ็กเกตจึงจะสามารถส่งแพ็กเกตได้แต่เนื่องจากมีสัดส่วนแพ็กเกตเสียงเพียง 10% จึงต้องใช้เวลาในการรอนานทำให้เกิด Pvocdrop สูง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาที่ Dmessage พบว่าเมื่อ m เท่ากับ 8 จะมีค่า Maxdatload ต่ำกว่าเมื่อ m เท่ากับ 2 และ 4 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีสัดส่วนของวิดีโอสูงที่สุด การกำหนดให้มีขนาดแพ็กเกตใหญ่มากจะทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งมีขนาดของเฟรมไม่ใหญ่มากใช้เนื้อที่ของแพ็กเกตไม่คุ้มค่านั่นคือ ที่แพ็กเกตสุดท้ายของเฟรมวิดีโอจะมีส่วนที่เป็นข่าวสารจริงอยู่น้อยทำให้สูญเสียเนื้อที่ในส่วนที่ไม่ได้ใช้ไป เมื่อมีสัดส่วนของวิดีโอสูงก็ทำให้มีส่วนที่เสียไปมากจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำกว่าได้น้อยลงทำให้ Maxdatload น้อยกว่าเมื่อ m เท่ากับ 2 และ 4

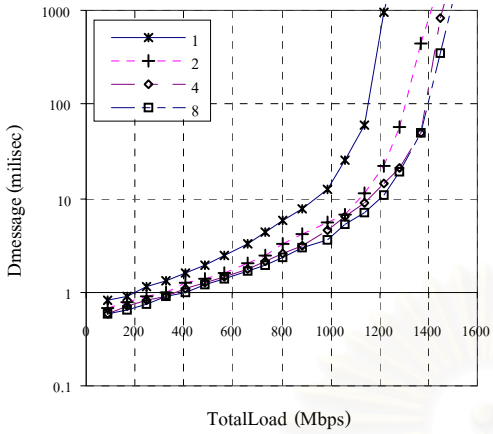
สัดส่วนที่ 3 สำหรับที่สัดส่วนนี้ซึ่งมีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียงมากถึง 80% จึงทำให้ไม่เกิด Pvocdrop สูงที่โหลดต่ำเพราะว่าเวลาสำหรับการรอให้แพ็กเกตครบ m ไม่สูงมาก แต่ที่สัดส่วนนี้จะมี Pvdodrop สูงกว่าที่สัดส่วนที่ 1 และ 2 เพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียงมากทำให้การส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนมากทำให้แพ็กเกตวิดีโอต้องรอนานจึงทำให้มี Pvdodrop สูงโดย Pvdodrop ที่ m

เท่ากับ 4 และ 8 จะต่ำกว่าที่ m เท่ากับ 1 และ 2 เพราะว่าการกำหนดให้ m สูงทำให้โนดต้องรอให้แพ็กเกตเสียงครบ m แพ็กเกตนานขึ้นจึงทำให้มีโอกาสในการส่งแพ็กเกตวิดีโอมากกว่าที่ m ค่าน้อยๆ ส่วนค่า Maxdatload จะไม่แตกต่างกันมากนักที่ m ต่างกันเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตวิดีโอไม่สูงมากจึงไม่มีการสูญเสียเนื้อที่เนื่องจากแพ็กเกตสุดท้ายของเฟรมวิดีโอใส่ข้อมูลจริงไม่เต็มส่วนข่าวสารมากนัก นอกจากนี้ที่สัดส่วนนี้ยังมีสัดส่วนของข้อมูลอยู่น้อยจึงทำให้การเพิ่มขนาดของแพ็กเกตไม่ทำให้ค่า Maxdatload เพิ่มขึ้น แต่ที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 ค่า Dmessage จะต่ำกว่าที่ m เท่ากับ 1 เล็กน้อยเพราะเมื่อ m สูงจะทำให้แพ็กเกตเสียงต้องรอให้ครบ m นานกว่าที่ m ต่ำจึงทำให้มีโอกาสส่งแพ็กเกตข้อมูลที่ priority ต่ำสุดได้เร็วขึ้นเล็กน้อย

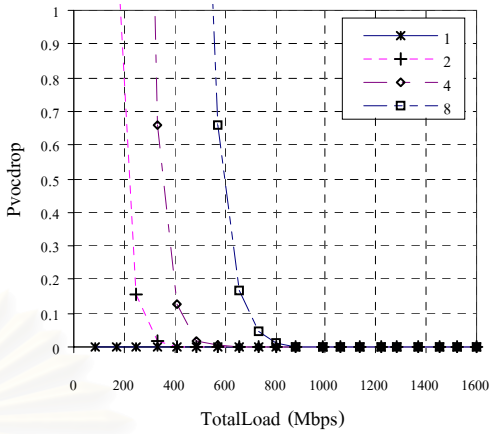
สัดส่วนที่ 4 เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงไม่มากจึงทำให้เกิด Pvocdrop ที่โหลดต่ำเกิน 1% แต่ช่วงของโหลดที่ Pvdodrop เกิน 1% จะต่ำกว่าที่สัดส่วนที่ 1 และ 2 เพราะว่ามีจำนวนแพ็กเกตเสียงมากกว่าสัดส่วนที่ 1 และ 2 และเนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงไม่มากนักจึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอที่มี priority ต่ำกว่ามี Pvdodrop ต่ำ นอกจากนี้การเพิ่มขนาดของแพ็กเกตช่วยให้สามารถเพิ่ม Maxdatload มากขึ้นด้วยเพราะว่าการขยายขนาดของแพ็กเกตจะช่วยลดส่วนหัวทำให้สามารถรองรับโหลดได้สูงขึ้นและยังทำให้ Dmessage ต่ำลงด้วยเพราะเมื่อช่วยลดส่วนหัวจะทำให้สามารถส่ง message ของข้อมูลได้เร็วขึ้นทำให้ Dmessage ลดลง

จากผลการจำลองแบบที่สัดส่วนต่างๆสำหรับวิธีการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 1 พบว่าที่สัดส่วนของแพ็กเกตเสียงน้อย ถ้าโหลดมีค่าต่ำการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 จะเกิด Pvocdrop สูงจึงทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ไม่เหมาะกับระบบที่มีสัดส่วนแพ็กเกตเสียงต่ำ

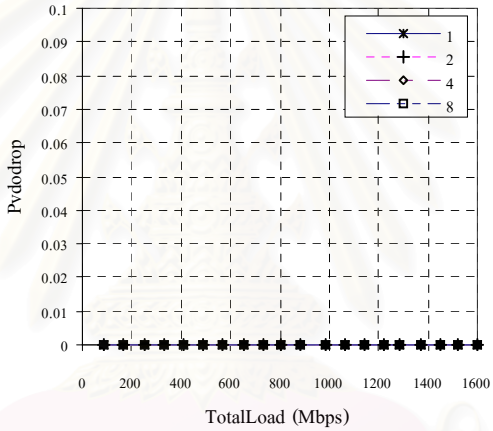
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



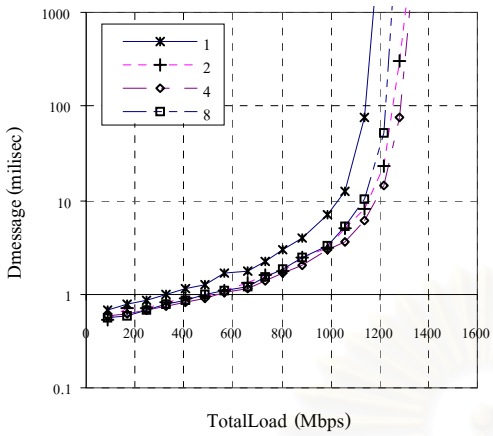
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



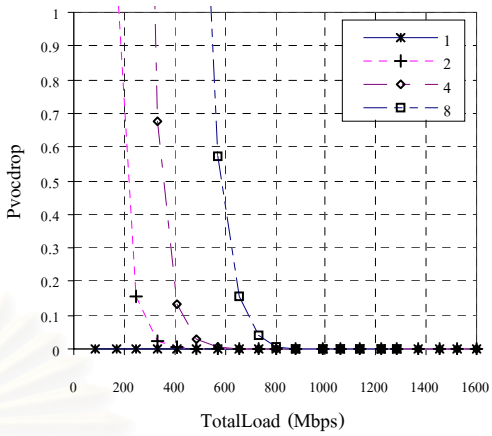
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.1 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 1

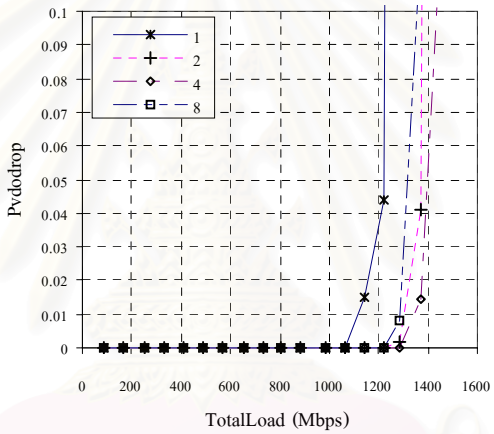
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



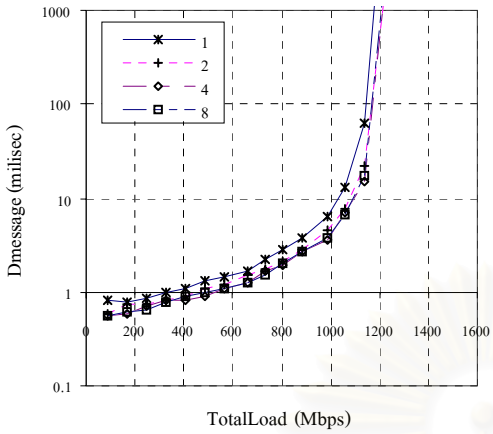
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



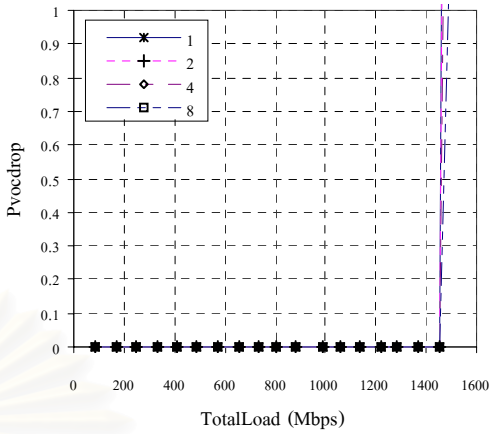
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.2 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 2

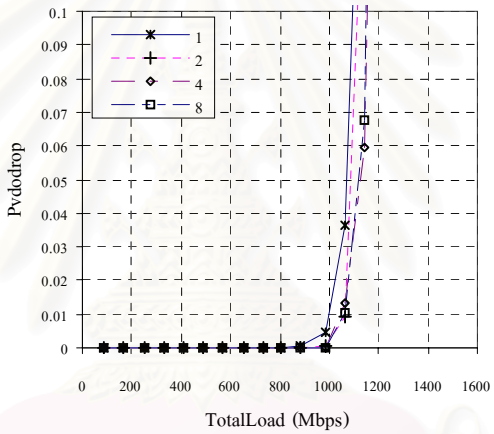
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



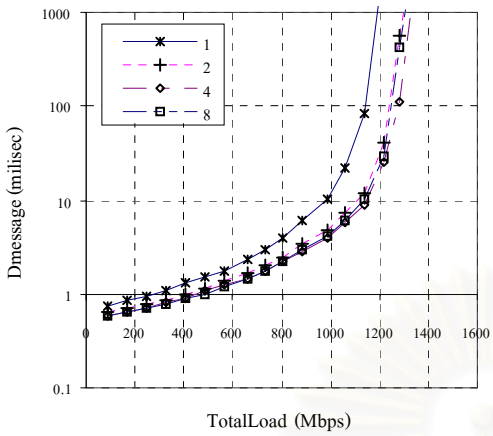
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



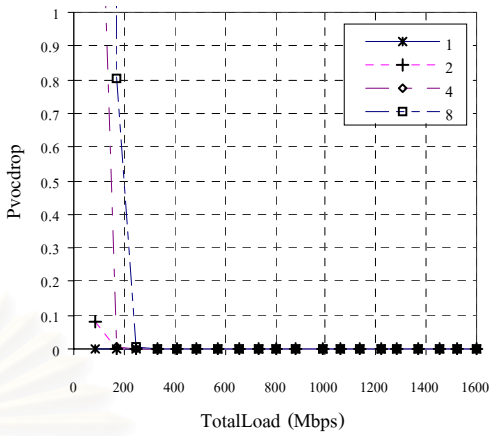
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.3 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 3

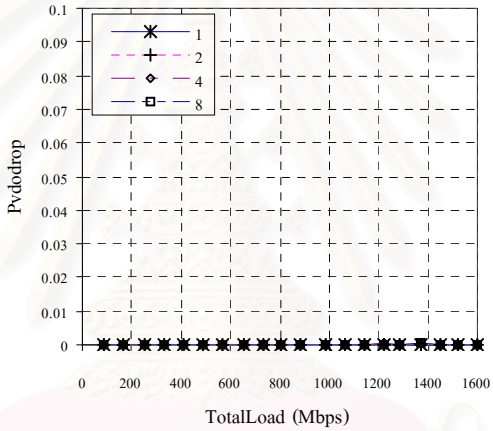
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.4 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวีดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2 นี้จะแตกต่างจากแบบที่ 1 คือ โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันที่มีจำนวนน้อยกว่า m สู่สล็อตได้แต่จะต้องไม่มีแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลสำหรับส่งแล้ว จึงทำให้มีบางส่วนของ

สล็อตไม่ถูกใช้งานเนื่องจากการส่งแพ็กเกตเสียงน้อยกว่า m ดังนั้นโนดอื่นก็จะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางไม่เกินปลายทางสุดท้ายของแพ็กเกตเสียงในสล็อตนั้นได้โดยสามารถเลือกแพ็กเกตได้ 2 แบบ คือ เลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางใกล้กับปลายทางสุดท้ายที่สุด และเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือเวลารอในคิวน้อยที่สุด ดังนั้นในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 2 จะแบบออกได้เป็น 3 แบบด้วยกัน คือ แบบที่ 2.1 จะเป็นการเลือกแพ็กเกตที่ไม่มีการส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่าง แบบที่ 2.2 จะเป็นการเลือกแพ็กเกตที่สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่างโดยเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่ใกล้กับปลายทางสุดท้ายที่สุด และแบบที่ 2.3 จะเป็นการเลือกแพ็กเกตที่สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่างโดยเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือเวลารอในคิวน้อยที่สุด ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพของแต่ละแบบสามารถแสดงได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

5.2.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1

สำหรับการการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 2.1 จะคล้ายกับแบบที่ 1 แต่จะเพิ่มเติมกรณีที่มีช่องสัญญาณว่างเหลืออยู่และไม่มีแพ็กเกตเสียงปลายทางใดที่มีจำนวนเท่ากับ m แพ็กเกต และไม่มีแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแล้ว จะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยกว่า m แพ็กเกตในช่องสัญญาณได้โดยกำหนดให้ส่ง 1 ปลายทางต่อ 1 สล็อตของช่องสัญญาณ รูปที่ 5.5-5.8 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับ 4 สัดส่วน พบว่าที่แต่ละสัดส่วนโหลดจะมีลักษณะของ Dmessage , Pvocdrop และ Pvdodrop แตกต่างกันซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของแต่ละสัดส่วนที่ค่า m ต่างๆได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 เมื่อค่า m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับการเลือกแบบที่ 2.1 เมื่อมีการผ่อนผันให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยกว่า m แพ็กเกตได้ จะทำให้ Pvocdrop ที่โหลดต่ำมีค่าต่ำลงและไม่เกิน 1% และไม่ทำให้ Pvdodrop และ Dmessage สูงขึ้นด้วย ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่โหลดต่ำมีสล็อตของช่องสัญญาณที่ว่างเหลืออยู่มากการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยกว่า m แพ็กเกตจึงไม่มีผลกระทบต่อการส่งแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูล นอกจากนี้ยังเห็นได้ว่าเมื่อ m มีค่ามากขึ้นจาก 1 เป็น 2 และ 4 จะทำให้ระบบสามารถรองรับ Maxdatload มากขึ้นจาก 1137 Mbps เป็น 1373 และ 1447 Mbps ด้วยทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเพิ่มขนาดของแพ็กเกตจะช่วยทำให้ลดการส่งส่วนหัวทำให้สามารถรองรับโหลดได้มากขึ้น

นอกจากนี้ยังมีค่า Dmessage ต่ำกว่าด้วยเพราะเมื่อเพิ่มขนาดของแพ็กเกตจะทำให้ message ของข้อมูลสามารถส่งออกไปได้เร็วขึ้นทำให้มี Dmessage ต่ำลง แต่เมื่อพิจารณาที่ m เท่ากับ 8 จะพบว่าได้ Maxdatload เท่ากับที่ m เท่ากับ 4 และยังมี Dmessage ในช่วงโหลดกลางๆสูงกว่ากรณี m เท่ากับ 4 เล็กน้อยด้วยทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการคือ เมื่อ m มีค่ามากขึ้นจะทำให้ที่ว่างที่เกิดจากการส่งแพ็กเกตเสียงแบบไม่เต็มสล็อตมีจำนวนมากขึ้นทำให้สูญเสียแบนท์วิดท์ส่วนดังกล่าวไปเป็นผลทำให้ไม่สามารถเพิ่ม Maxdatload ได้ทั้งๆที่สามารถลดการส่งส่วนหัวได้มากขึ้นและยังทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ช้าลงด้วยเพราะว่าเสียแบนด์วิดท์ไปกับส่วนดังกล่าว นอกจากนี้การขยายขนาดแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลให้มีขนาดใหญ่มากจะทำให้แพ็กเกตสุดท้ายของเฟรมวิดีโอและ message ข้อมูลมีการใช้เนื้อที่ของข่าวสารจริงๆน้อยทำให้เป็นการสูญเสียแบนท์วิดท์ส่วนดังกล่าวไปด้วยทำให้ Maxdatload ไม่เพิ่มขึ้น เมื่อ m มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 16 พบว่าจะได้ Maxdatload ที่ระบบสามารถรองรับได้ก็ลดลงด้วยเพราะสาเหตุ 2 ประการคือเมื่อ m มากขึ้นจะเกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์ที่เกิดจากการการส่งแพ็กเกตเสียงที่ไม่เต็มสล็อมากขึ้น ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ลดลง และเมื่อแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้นจะเกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากแพ็กเกตสุดท้ายของเฟรมวิดีโอและ message ข้อมูลใส่ข้อมูลไม่เต็มส่วนข่าวสารมากขึ้นจึงทำให้ระบบสามารถรองรับโหลดได้น้อยลง เมื่อเพิ่ม m เท่ากับ 32 จะพบว่าเกิด Pvocdrop มากขึ้นอีก เพราะเมื่อ m มากขึ้นก็จะทำให้ต้องใช้เวลาในการรอให้จำนวนแพ็กเกตที่แต่ละปลายทางมีจำนวนเท่ากับ m นานขึ้นขณะเดียวกันการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยกว่า m ก็จะทำให้สูญเสียแบนท์วิดท์มากขึ้นด้วยทำให้มีสล็อตว่างสำหรับส่งแพ็กเกตได้น้อยลงจึงทำให้มี Pvocdrop สูงขึ้น จากการพิจารณาค่า Pvocdrop, Pvdodrop และ Dmessage พบว่าค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สามารถให้ค่าโหลดสูงสุดที่ระบบสามารถรองรับได้และอยู่ในสภาวะเสถียรโดยค่า Pvocdrop ต่ำกว่า 1% และ Pvdodrop ต่ำกว่า 0.1% (Maxthp) สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้

สัดส่วนที่ 2 เมื่อค่า m มีค่าเพิ่มจาก 1 เป็น 2, 4 และ 8 พบว่า Pvocdrop ไม่มีค่าสูงเกิน 1% ที่โหลดต่ำแม้จะมีสัดส่วนแพ็กเกตเสียงอยู่น้อยเพราะการกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยกว่า m ได้ช่วยให้แพ็กเกตเสียงไม่ต้องรอการส่งนานก็สามารถส่งได้และไม่รบกวนการส่งแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลเพราะว่าที่โหลดต่ำมีสล็อตว่างสำหรับส่งแพ็กเกตจำนวนมาก สำหรับแพ็กเกตวิดีโอที่มีสัดส่วนมากที่สุดพบว่าเมื่อ m มากขึ้นจาก 1 เป็น 2 และ 4 จะได้ Pvdodrop ต่ำลงเพราะว่าเมื่อ m มีค่ามากขึ้นทำให้แพ็กเกตวิดีโอสามารถส่งได้เร็วขึ้นเพราะว่าแพ็กเกตเสียงต้องใช้เวลาในการรอให้มีจำนวนเท่ากับ m นานขึ้นและการส่งแพ็กเกตเสียงที่ไม่เต็มสล็อตมีสัดส่วนของการส่งไม่เต็มต่ำด้วยจึงทำให้มีการสูญเสียแบนด์วิดท์ในส่วนนี้น้อยด้วย แต่เมื่อ m เท่ากับ 8 กลับพบว่า Pvdodrop สูงขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่ามีการสูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากแพ็กเกตเสียงส่งไม่เต็มสล็อตมากขึ้นเพราะมีสัดส่วนของการส่งไม่เต็ม

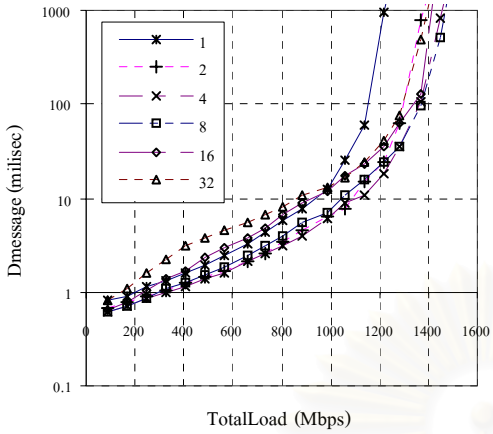
สูงขึ้นจึงทำให้สล็อตว่างน้อยลงทำให้แพ็กเกตวิดีโอสามารถส่งได้น้อยลง สำหรับแพ็กเกตข้อมูลเมื่อ m มีค่าเพิ่มจาก 1 เป็น 2 และ 4 พบว่าระบบสามารถรองรับ Maxdatload ได้มากขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่ m มีค่ามากขึ้นจะช่วยลดการส่งส่วนหัวทำให้สามารถรองรับโหลดได้มากขึ้นและจะทำให้แพ็กเกตเสียงต้องรอให้มีจำนวนครบ m นานมากขึ้นจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วขึ้นทำให้ Dmessage ต่ำลงด้วย และการส่งแพ็กเกตเสียงไม่เต็มสล็อตก็มีผลน้อยเพราะว่าสัดส่วนของส่วนว่างของสล็อตมีค่าไม่สูงมาก แต่เมื่อ m เท่ากับ 8 พบว่า Maxdatload ที่ระบบสามารถรองรับได้มีค่าต่ำลงทั้งนี้เป็นเพราะสาเหตุ 2 ประการคือเมื่อ m มากขึ้นการส่งแพ็กเกตเสียงที่ไม่เต็มสล็อตมีสัดส่วนของส่วนว่างของสล็อตสูงขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียแบนท์วิดท์ส่วนนี้มากขึ้นและเมื่อแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลใหญ่ขึ้นก็จะทำให้มีแพ็กเกตสุดท้ายของเฟรมวิดีโอและ message ของข้อมูลมีส่วนที่เป็นข่าวสารจริงๆอยู่น้อยทำให้สูญเสียแบนท์วิดด์ส่วนนี้ไปมากด้วยจึงเป็นผลทำให้ได้ Maxdatload ต่ำลง เมื่อ m เท่ากับ 16 และ32 พบว่า Pvocdrop มีค่ามากขึ้นในลักษณะเดียวลักษณะเดียวกันกับสัดส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นเพราะเหตุผลเช่นเดียวกัน ส่วน Pvdodrop ก็มีค่ามากขึ้นและ Maxdatload ที่ระบบสามารถรองรับได้ก็มีค่าต่ำลงเพราะสาเหตุเช่นเดียวกันกับที่ m เท่ากับ 8 จากการพิจารณาค่า Pvocdrop, Pvdodrop และ Dmessage พบว่าค่า m เท่ากับ 2 และ 4 สามารถให้ Maxthp สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้

สัดส่วนที่ 3 สำหรับที่สัดส่วนนี้เมื่อ m เพิ่มขึ้นจาก 1 เป็น 2, 4 และ 8 พบว่า Pvocdrop ไม่สูงเกิน 1% ที่โหลดต่ำเพราะที่สัดส่วนนี้มีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียง 80% จึงทำให้แพ็กเกตเสียงที่โหลดต่ำไม่ต้องรอเพื่อส่งนานและการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 ก็สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยกว่า m แพ็กเกตได้ด้วยจึงทำให้มี Pvocdrop ต่ำที่โหลดต่ำ แต่เมื่อโหลดสูงขึ้นทำให้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงที่ต้องการส่งมากขึ้นทำให้แพ็กเกตที่รอการส่งนานถูก discard จึงทำให้ Pvocdrop สูงขึ้น สำหรับ Pvdodrop พบว่าเมื่อ m เพิ่มขึ้นจาก 1 เป็น 2, 4 และ 8 จะมีค่าต่ำลงเพราะที่ m เท่ากับ 1 โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้ก็ต่อเมื่อส่งแพ็กเกตเสียงหมดแล้วจึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอรอนานและถูก discard เมื่อโหลดมากขึ้นเพราะวิดีโอต้องรอนานมากขึ้นแต่เมื่อ m มากขึ้นจะทำให้แพ็กเกตเสียงต้องรอให้มีจำนวนครบ m นานขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอมีโอกาสส่งแพ็กเกตเร็วขึ้นจึงทำให้ Pvdodrop ลดลงแต่ Pvdodrop ลดลงเล็กน้อยเท่านั้นเพราะที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงมากจึงทำให้การรอแพ็กเกตให้ครบ m แพ็กเกตไม่ต้องรอนานมาก นอกจากนี้พบว่าเมื่อ m เพิ่มขึ้นจาก 1 เป็น 2, 4 และ 8 ค่า Maxdatload ที่ระบบสามารถรองรับได้ไม่แตกต่างกันทั้งนี้เพราะที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงมากการขยายขนาดของสล็อตเพื่อลดการส่งส่วนหัวสำหรับแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลจึงไม่ทำให้สามารถรองรับโหลดได้มากขึ้นและเมื่อมีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียงมากทำให้มีการส่งแพ็กเกตเสียงแบบไม่เต็มสล็อตมากทำให้มีการสูญเสียแบนวิดท์เนื่องจากส่วนนี้ด้วยจึงทำให้ Maxdatload ที่ระบบสามารถรองรับได้ไม่แตกต่างกัน และยังพบว่า Dmessage ที่ m สูงขึ้น

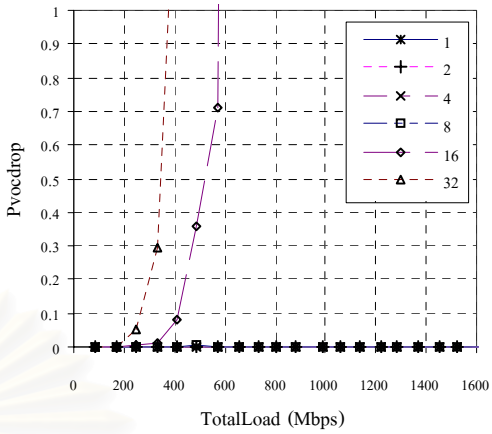
จะมีค่ามากขึ้นด้วยทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อ m มากขึ้นการส่งแพ็กเกตเสียงที่ไม่เต็มสล็อตก็มีสัดส่วนของส่วนว่างมากขึ้นทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ส่วนนี้มากขึ้นทำให้แพ็กเกตข้อมูลสามารถส่งได้ช้าลง ส่วนเมื่อ m เท่ากับ 16 และ 32 พบว่า Pvdodrop สูงขึ้น และ Maxdatload ที่ระบบสามารถรองรับได้น้อยลงเพราะว่าเมื่อ m มากขึ้นการส่งแพ็กเกตเสียงที่ไม่เต็มสล็อตมีสัดส่วนของส่วนว่างของสล็อตสูงขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียแบนท์วิดท์ส่วนนี้มากขึ้นทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตเสียงได้น้อยลง และเมื่อแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลใหญ่ขึ้นก็จะทำให้มีแพ็กเกตสุดท้ายของเฟรมวิดีโอและ message ของข้อมูลมีส่วนที่เป็นข่าวสารจริงๆอยู่น้อยทำให้สูญเสียแบนท์วิดด์ส่วนนี้ไปมากด้วย จากการพิจารณาค่า Pvocdrop, Pvdodrop และ Dmessage พบว่าค่า m เท่ากับ 2, 4, 8 และ 16 สามารถให้ Maxthp สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้

สัดส่วนที่ 4 สำหรับที่สัดส่วนที่ 4 นี้พบว่าเมื่อ m เพิ่มจาก 1 เป็น 2, 4, 8, 16 และ 32 การส่งแพ็กเกตเสียงแบบไม่เต็มสล็อตได้ช่วยให้ Pvocdrop ที่โหลดต่ำมีค่าต่ำ เพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียง 33.33% ซึ่งเป็นจำนวนที่มากพอที่จะทำให้การส่งแพ็กเกตเสียงแบบไม่เต็มสล็อตมีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ากว่ากรณีแพ็กเกตเสียง 10% จึงทำให้สามารถใช้ขนาดของสล็อตได้ใหญ่กว่ากรณีแพ็กเกตเสียง 10% สำหรับ Pvdodrop พบว่าจะมีค่ามากขึ้นเมื่อ m เท่ากับ 16 และ 32 เพราะว่าที่ค่า m ดังกล่าวจะทำให้การส่งแพ็กเกตเสียงแบบไม่เต็มสล็อตมีสัดส่วนของส่วนที่ว่างมากกว่าที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 ทำให้เสียแบนวิดท์ส่วนดังกล่าวมากทำให้สามารถส่งแพ็กเกตวิดีโอได้น้อยลงทำให้ Pvdodrop สูงขึ้น ส่วน Maxdatload ที่ระบบสามารถรองรับได้ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันคือ เมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 จะมี Maxdatload มากกว่าที่ m เท่ากับ 1 เพราะว่าที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 จะช่วยลดการส่งส่วนหัวทำให้สามารถรองรับโหลดได้มากขึ้น แต่จะเห็นได้ว่าที่โหลดต่ำ Dmessage ของ m เท่ากับ 8 และ4 กลับมากกว่าที่ m เท่ากับ 2 เพราะว่าที่ m เท่ากับ 4 และ 8 การส่งแพ็กเกตเสียงแบบไม่เต็มสล็อตมีสัดส่วนของส่วนที่ว่างมากขึ้นจึงทำให้สูญเสียแบนวิดท์ส่วนนี้ไปทำให้ที่ m เท่ากับ 4 และ8 มีสล็อตว่างน้อยกว่าที่ m เท่ากับ 2 จึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ช้าลง แต่เมื่อ m เพิ่มมากเป็น 16 และ32 กลับทำให้การส่งแพ็กเกตเสียงแบบไม่เต็มสล็อตมีสัดส่วนของส่วนที่ว่างมากขึ้นจึงทำให้สูญเสียแบนวิดท์ส่วนนี้ไปจึงทำให้สามารถรองรับโหลดของระบบได้น้อยลง จากการพิจารณาค่า Pvocdrop, Pvdodrop และ Dmessage พบว่าค่า m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สามารถให้ Maxthp สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้

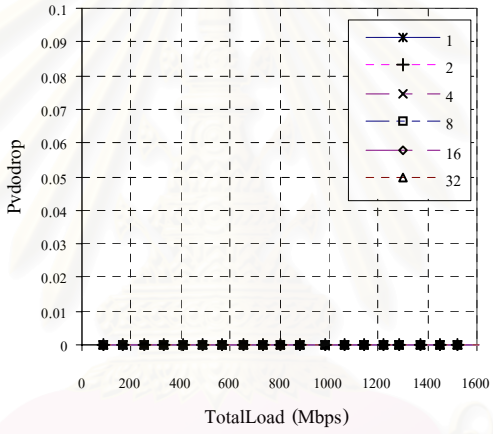
จากการพิจารณาที่สัดส่วนทั้ง 4 พบว่าค่า m ที่สามารถให้ Maxthp สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนทั้ง 4 คือ m เท่ากับ 4



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



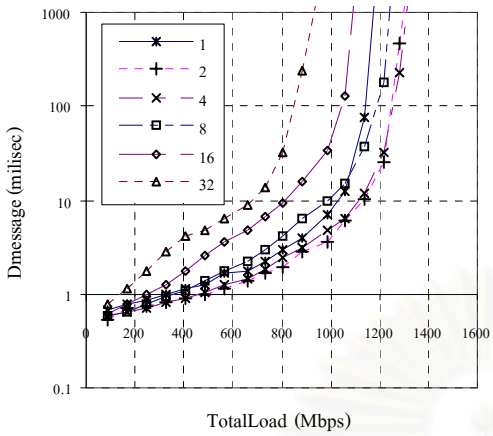
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



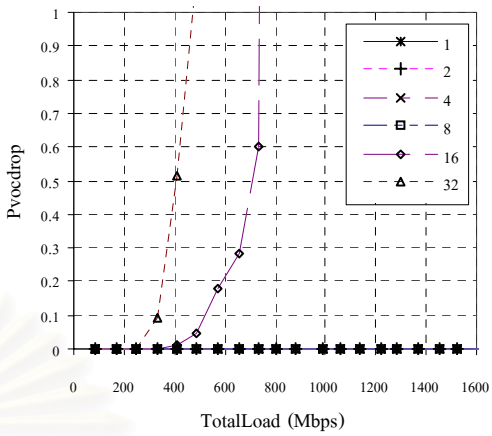
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.5 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 1

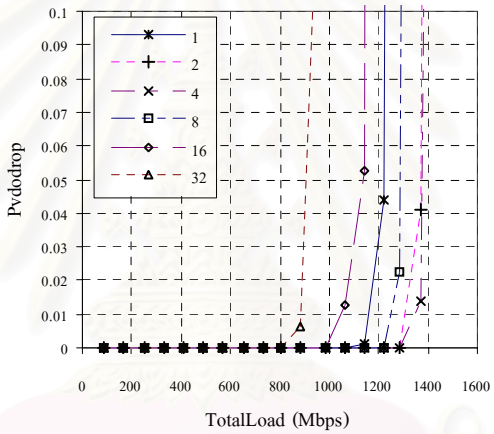
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



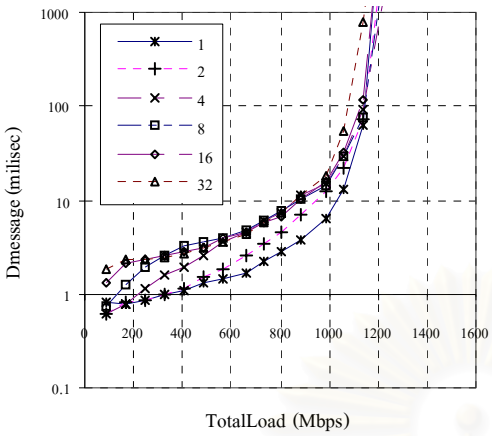
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



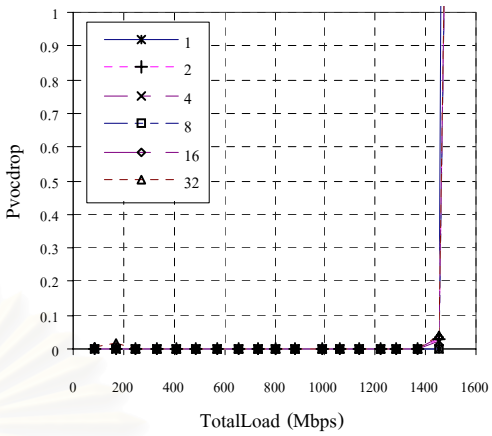
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.6 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 2

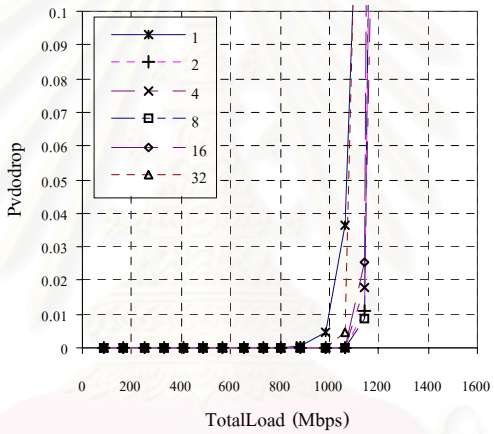
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



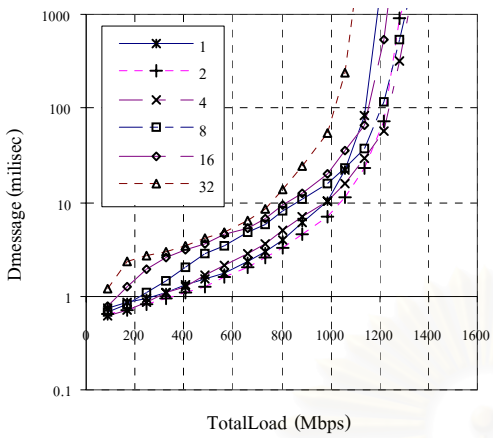
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



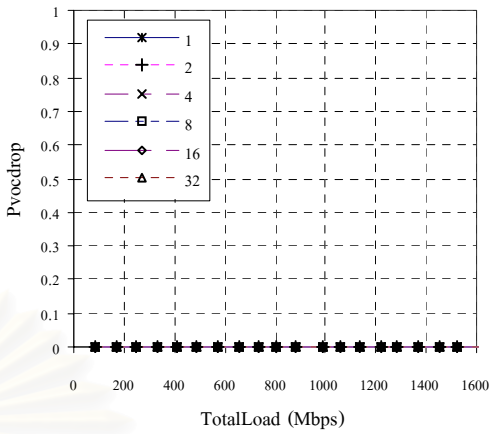
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.7 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 3

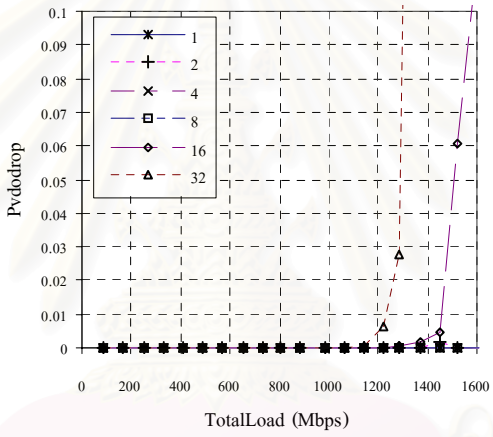
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.8 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2

สำหรับการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 2.2 จะมีลักษณะการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 แต่เมื่อโนดพบว่าสล็อตที่เข้ามามีการใช้สล็อตไม่เต็ม โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่มีส่วนว่างนั้นได้โดยแพ็กเกตที่ส่งจะเลือกจากปลายทางที่ใกล้กับปลายทางสุดท้ายของสล็อตนั้นมากที่สุด รูปที่ 5.9 ถึง 5.12 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 พบว่าที่แต่ละส่วนจะมีลักษณะของ Dmessage , Pvocdrop และ Pvdodrop แตกต่างกันซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของแต่ละสัดส่วนที่ค่า m ต่างๆได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 จะให้ผลของ Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload เช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 แต่จะพบว่าที่ m เท่ากับ 4 และ 8 ค่าเวลาประวิงของแพ็กเกตเสียง (Dvocpkt) ซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในที่นี้ และ Dmessage ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 จะมีค่าต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 ซึ่งกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงลงในสล็อตที่มีการใช้ไม่เต็มได้จะช่วยให้เป็นการใช้สล็อตของช่องสัญญาณได้คุ้มค่ามากขึ้นและสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้นจึงทำให้ Dvocpkt ของการเลือกแบบที่ 2.2 ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2.1 นอกจากนี้การกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตของช่องสัญญาณที่ใช้ไม่เต็มยังช่วยลดจำนวนแพ็กเกตที่จะส่งลงทำให้ลดการใช้สล็อตที่ส่งไม่เต็มสล็อตของแพ็กเกตเสียงลงด้วยจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วขึ้นดังนั้น Dmessage จึงมีค่าต่ำลง แต่ Dmessage ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 จะต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 เพียงเล็กน้อยเท่านั้นเพราะที่สัดส่วนนี้มีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียงน้อยการใช้สล็อตสำหรับแพ็กเกตเสียงจึงน้อยด้วยทำให้การส่งแพ็กเกตในสล็อตที่ใช้ไม่เต็มสามารถลด Dmessage ได้เล็กน้อยเท่านั้น ดังรูปที่ 5.13 แสดงค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 2.1 และ 2.2 ที่ค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 1 มื่อ m เท่ากับ 16 และ 32 พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 จะให้ Pvocdrop ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 ทั้งนี้เพราะว่าที่ m ค่าสูงการส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่ใช้ไม่เต็มจะช่วยให้สามารถลดการสูญเสียงแบนวิดท์ได้มากกว่าทำให้เกิด Pvocdrop ต่ำกว่า ดังนั้นค่า m ที่

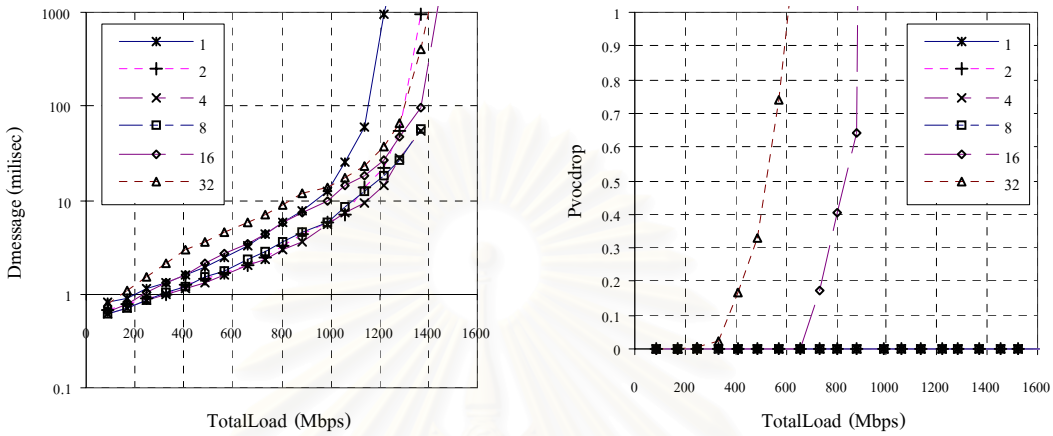
ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้จะเหมือนกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 นั่นคือ m เท่ากับ 4 และ 8

สัดส่วนที่ 2 สำหรับที่สัดส่วนนี้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 จะได้ผลในลักษณะเดียวกับที่สัดส่วนที่ 1 นั่นคือที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 ค่า Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload จะเหมือนกรณีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 โดยการกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่มีการใช้ไม่เต็มสล็อตได้จะช่วยให้ Dvocpkt และ Dmessage ลดลงเล็กน้อยเท่านั้นทั้งนี้เพราะว่าการที่สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่ไม่เต็มจะช่วยให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้เร็วขึ้นและลดการใช้สล็อตที่ไม่เต็มลงได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วขึ้นเล็กน้อย ส่วนที่ m เท่ากับ 16 และ 32 ก็พบว่า Pvocdrop และ Pvdodrop มีค่ามากขึ้นแต่จะน้อยกว่าการเลือกแพ็กกตแบบที่ 2.1 และ Maxdatload จะมีค่าต่ำลงแต่จะยังน้อยกว่าแบบที่ 2.1 ทั้งนี้เพราะว่าที่ m ค่าสูงการส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่ใช้ไม่เต็มจะช่วยให้สามารถลดการสูญเสียงแบนวิดท์ได้มากกว่าการเลือกแบบที่ 2.1 ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้จะเหมือนกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 นั่นคือ m เท่ากับ 2 และ 4

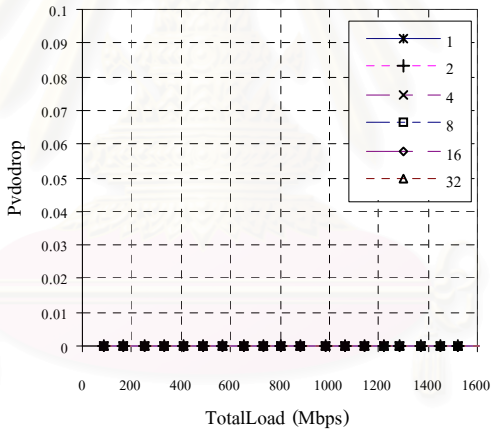
สัดส่วนที่ 3 สำหรับที่สัดส่วนนี้ซึ่งมีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียง 80% พบว่าที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 จะได้ผลของ Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload เหมือนกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 แต่เนื่องจากที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงมากจึงมีการใช้สล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตเสียงมากดังนั้นการกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่ไม่เต็มได้จะช่วยทำให้ลดการสูญเสียแบนวิดท์เนื่องจากสาเหตุดังกล่าวได้มากจึงทำให้ Dvocpkt และ Dmessage ของสัดส่วนนี้ที่ m เท่ากับ 2, 4, 8 และ 16 มีค่าลดลงมากอย่างเห็นได้ชัดดังรูปที่ 5.14 แสดง Dmessage ของการเลือกแบบที่ 2.1 กับแบบที่ 2.2 ที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้จะเหมือนกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 นั่นคือ m เท่ากับ 2, 4, 8 และ 16

สัดส่วนที่ 4 สำหรับที่สัดส่วนนี้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 จะได้ผลในลักษณะเดียวกับที่สัดส่วนที่ 1 และ 2 นั่นคือที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 ค่า Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload จะเหมือนกรณีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 โดยการกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่มีการใช้ไม่เต็มสล็อตได้จะช่วยให้ Dvocpkt และ Dmessage ลดลงเล็กน้อยทั้งนี้เพราะว่าการที่สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่ไม่เต็มจะช่วยให้แพ็กเกตเสียงสามารถส่งได้เร็วขึ้นและลดการใช้สล็อตที่ไม่เต็มลงได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วขึ้นเล็กน้อย ส่วนที่ m เท่ากับ 16 และ 32 ก็พบว่า Pvocdrop มีค่ามากขึ้นแต่จะน้อยกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 เพราะว่าที่ m ค่าสูงการส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่ใช้ไม่เต็มจะช่วยให้สามารถลดการสูญเสียงแบนวิดท์ได้มากกว่าการเลือกแบบที่ 2.1 ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้จะเหมือนกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 นั่นคือ m เท่ากับ 2, 4 และ 8

จากการพิจารณาที่สัดส่วนทั้ง 4 พบว่าค่า m ที่สามารถให้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนทั้ง 4 คือ m เท่ากับ 4

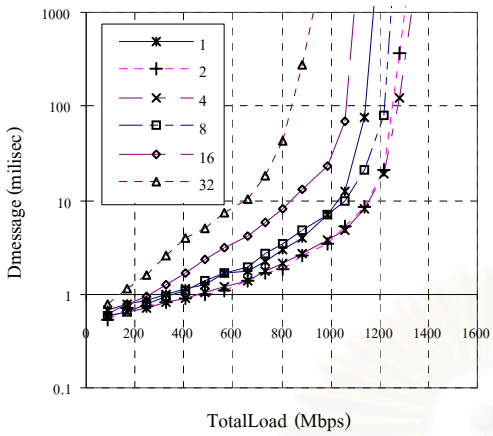


(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง

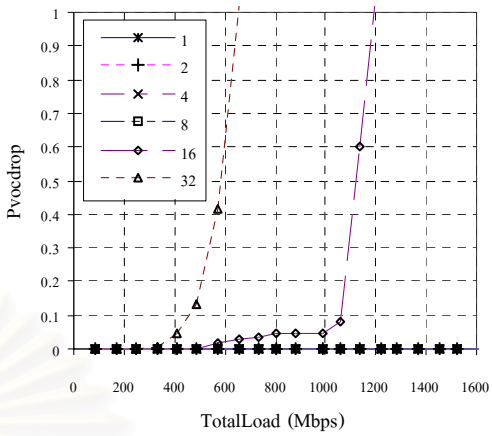


(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

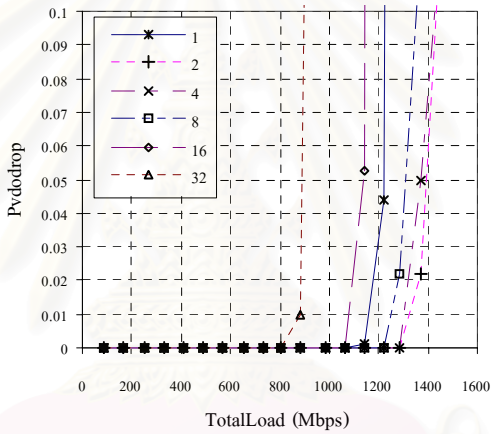
รูปที่ 5.9 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 1



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



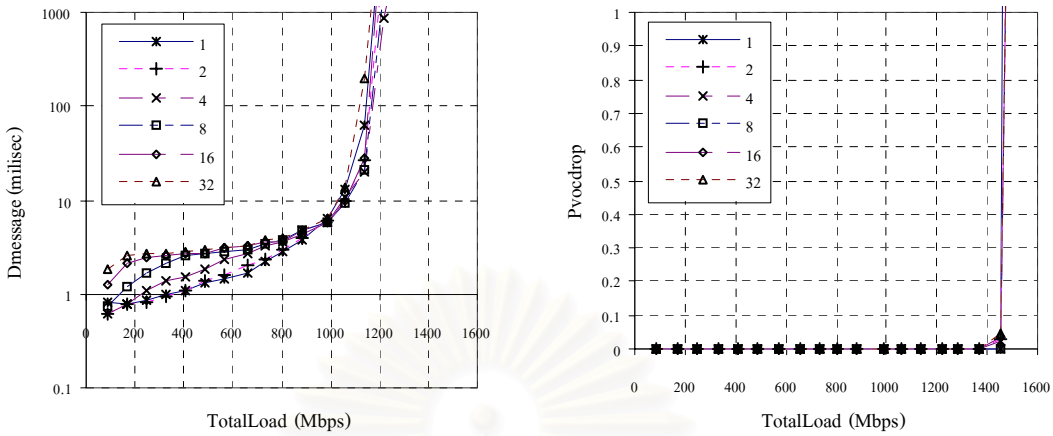
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



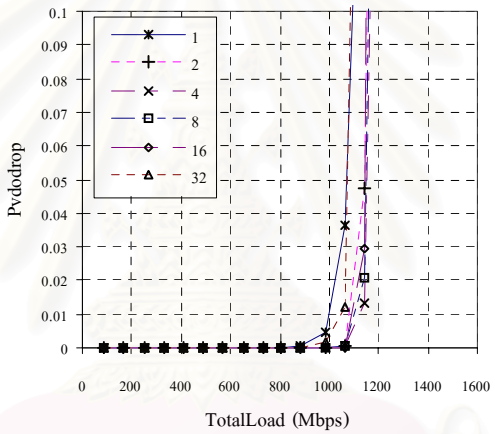
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.10 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



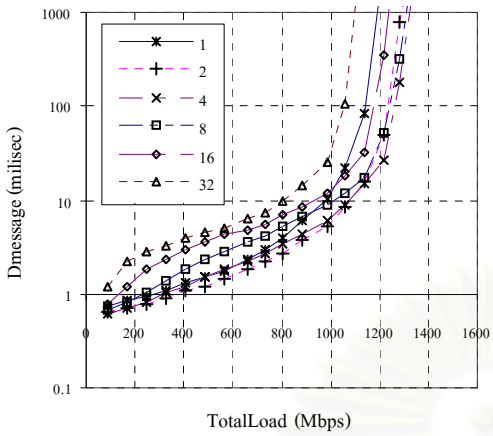
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



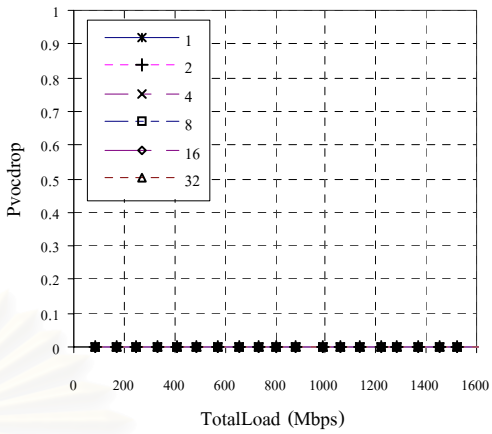
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.11 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 3

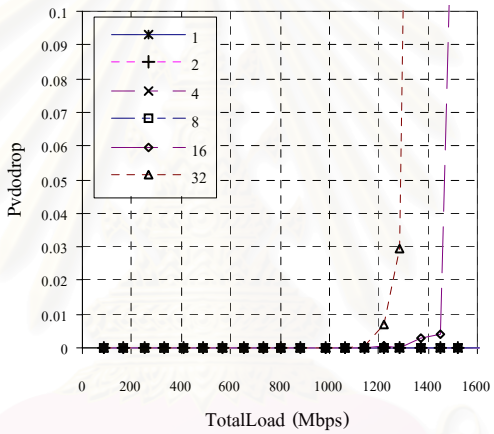
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



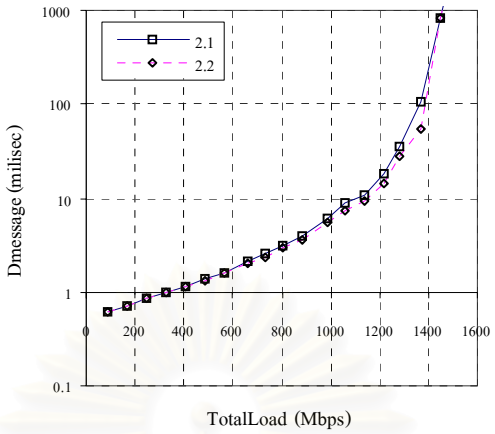
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



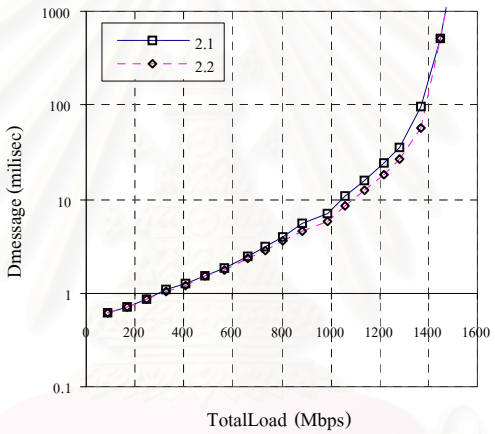
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.12 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



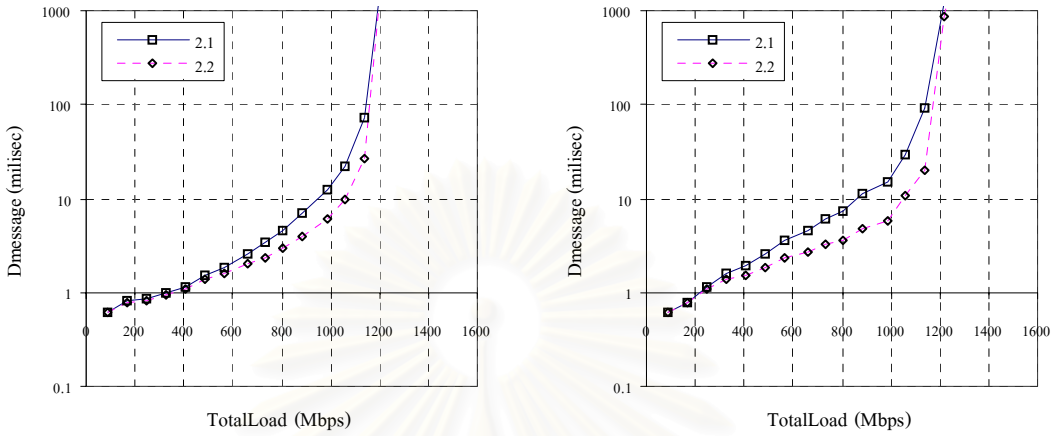
(ก) ค่า m เท่ากับ 4



(ข) ค่า m เท่ากับ 8

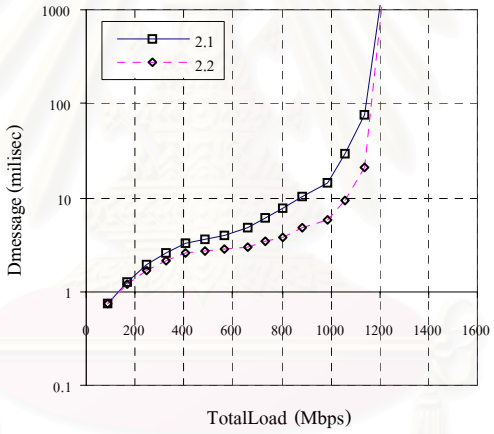
รูปที่ 5.13 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และแบบที่ 2.2 ที่ค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่า m เท่ากับ 2

(ข) ค่า m เท่ากับ 4



(ค) ค่า m เท่ากับ 8

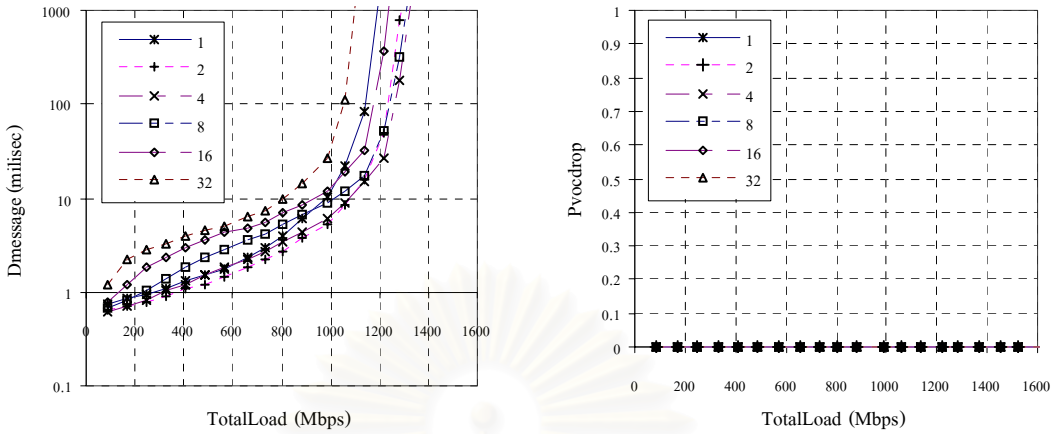
รูปที่ 5.14 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และแบบที่ 2.2 ที่ค่า m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 3

5.2.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.3

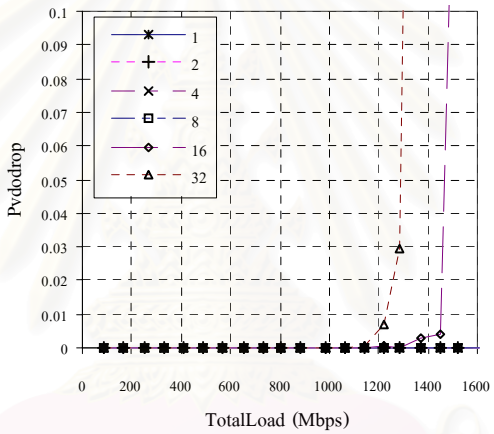
การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.3 จะแตกต่างจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 ในส่วนการเลือกแพ็กเกตเสียงสำหรับส่งในสล็อตที่มีการใช้สล็อตไม่เต็มโดยการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.3 จะเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือเวลารอในคิวน้อยที่สุดก่อน ผลการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.3 ที่สัดส่วนต่างๆจะไม่แตกต่างจาก 2.2 เพราะว่าการกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีแพ็กเกตไม่เต็มสล็อตจะช่วยให้สามารถลด Dvocpkt และ Dmessage ได้เล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการเลือกแพ็กเกตสำหรับใส่ในสล็อตที่ไม่เต็มที่แตกต่างกันเล็กน้อยจะไม่ทำให้เกิดผลที่แตกต่างกันมาก ดังรูปที่ 5.15 แสดง Dmessage, Pvocdrop และPvdodrop ของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 2.3 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4 ส่วนรูปที่ 5.16 แสดง Dmessage ของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 2.1, 2.2 และ 2.3 เมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4

จากผลการจำลองแบบของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1, 2.2 และ 2.3 พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 จะให้ประสิทธิภาพต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2.2 และ 2.3 ซึ่งให้ประสิทธภาพเหมือนกัน นั่นคือ เมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 การเลือกแบบที่ 2.1 จะให้ Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload เหมือนการเลือกแบบที่ 2.2 และ 2.3 แต่จะมีค่า Dmessage สูงกว่าการเลือกแบบที่ 2.2 และ 2.3 ในช่วงโหลดปานกลาง และเมื่อ m เท่ากับ 16 และ 32 ก็จะพบว่าการเลือกแบบที่ 2.1 จะมีค่า Pvocdrop, Pvdodrop สูงกว่าและ Maxdatload ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2.2 และ 2.3 ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการจำลองแบบของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 หรือ 2.3 พบว่าค่า m ที่สามารถให้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนทั้ง 4 คือ m เท่ากับ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



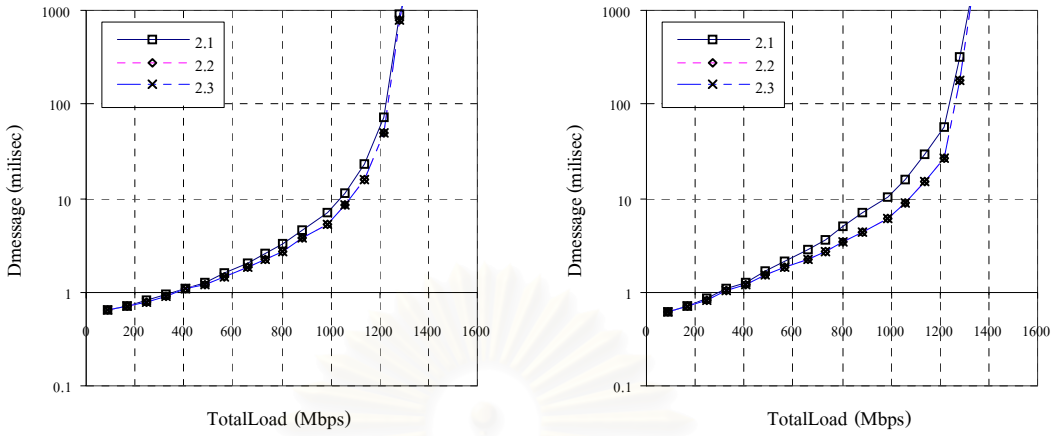
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



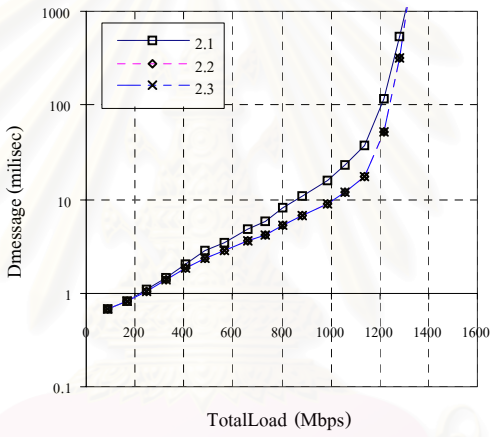
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.15 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.3 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่า m เท่ากับ 2 (ข) ค่า m เท่ากับ 4



(ค) ค่า m เท่ากับ 8

รูปที่ 5.16 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1, 2.2 และ 2.3 ที่ค่า m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4

5.3 การทดสอบประสิทธิภาพและการวิเคราะห์การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1, 3.2 และ 3.3

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวีดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3 นี้จะแตกต่างจากแบบที่ 2 คือ โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงหลายปลายทางร่วมกันได้แต่จะต้องไม่มีแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลสำหรับส่งแล้ว ซึ่งทำให้มีบางส่วนของสล็อตไม่ถูกใช้งานเนื่องจากการ

ส่งแพ็กเกตเสียงน้อยกว่า m หรือ มีบางแพ็กเกตเสียงได้รับโดยปลายทางแล้ว ดังนั้นโนดอื่นก็จะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางไม่เกินปลายทางสุดท้ายของแพ็กเกตเสียงในสล็อตนั้นได้โดยสามารถเลือกแพ็กเกตได้ 2 แบบ คือ เลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางใกล้กับปลายทางสุดท้ายที่สุด และเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือเวลารอในคิวน้อยที่สุด ดังนั้นในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 2 จะแบบออกได้เป็น 3 แบบด้วยกัน คือ แบบที่ 3.1 จะเป็นการเลือกแพ็กเกตที่ไม่มีการส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่าง แบบที่ 3.2 จะเป็นการเลือกแพ็กเกตที่สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่างโดยเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่ใกล้กับปลายทางสุดท้ายที่สุด และแบบที่ 3.3 จะเป็นการเลือกแพ็กเกตที่สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีส่วนว่างโดยเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือเวลารอในคิวน้อยที่สุด ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพของแต่ละแบบสามารถแสดงได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

5.3.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1

สำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 นี้จะคล้ายกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 แต่จะแตกต่างจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 คือในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 จะกำหนดว่า ในกรณีที่มีสล็อตของช่องสัญญาณเหลืออยู่และยังมีแพ็กเกตเสียงที่ต้องการส่งเหลืออยู่ในคิวแต่จำนวนแพ็กเกตในแต่ละคิวน้อยกว่า m การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 จะกำหนดให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางต่างกันรวมกันในสล็อตเดียวกันได้เพื่อให้สามารถใช้สล็อตในการส่งแพ็กเกตได้อย่างคุ้มค่า รูปที่ 5.17 ถึง 5.20 แสดง Datadealy, Pvocdrop และ Pvdodrop ของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 จะเห็นได้ว่าที่แต่ละสัดส่วนโหลดจะมีลักษณะของ Dmessage , Pvocdrop และ Pvdodrop แตกต่างกันซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของแต่ละสัดส่วนที่ค่า m ต่างๆได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 เมื่อพิจารณา Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload ที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 พบว่าคล้ายกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีสัดส่วนของจำนวนแพ็กเกตเสียงแค่ 10% จึงมีการใช้สล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตเสียงน้อย ดังนั้นการส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางต่างกันในสล็อตเดียวกันเพื่อให้มีการใช้สล็อตอย่างคุ้มค่าจึงช่วยลด Dvocpkt และช่วยลดการใช้สล็อตที่มีการส่งไม่เต็มลงได้เล็กน้อยทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ไม่ต่างจากการเลือกแบบที่ 2.1 แต่การเลือกแบบที่ 3.1 ก็ทำให้ Dmessage ที่ m เท่ากับ 8 ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2.1 เลือกน้อยได้ เพราะการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันจะช่วยลดการใช้สล็อตที่มีการส่งไม่เต็มลงได้ทำให้มีสล็อต

ว่างมากขึ้นจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วขึ้น รูปที่ 5.21 แสดง Dmessage ที่ m เท่ากับ 8 ของการส่งแพ็กเกตแบบที่ 2.1 แล 3.1 สำหรับที่ m เท่ากับ 16 และ 32 ก็พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 จะมี Pvocdrop มากขึ้นและ Maxdatload ต่ำลงเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 แต่จะมีค่า Pvocdrop ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 ทั้งนี้เป็นเพราะผลของการส่งแพ็กเกตเสียงทีมีปลายทางต่างกันใน สล็อตเดียวกันจึงทำให้ช่วยส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้นจึงมี Pvocdrop ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้คือ m เท่ากับ 4 และ 8

สัดส่วนที่ 2 สำหรับที่สัดส่วนที่ 2 นี้จะได้ผลลักษณะเดียวกับสัดส่วนที่ 1 นั่นคือที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 จะได้ Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload คล้ายกับการเลือกแบบที่ 2.1 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงเพียง 10% ดังนั้นสล็อตที่ใช้สำหรับส่งแพ็กเกตเสียงจึงมีน้อยทำให้การส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันในสล็อตเดียวกันของการเลือกแบบที่ 3.1 ช่วยลดการส่งแพ็กเกตในสล็อตแบบไม่เต็มสล็อตได้เล็กน้อยจึงมีผลต่อการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มีสัดส่วนมากที่สุดเพียงเล็กน้อย นั่นคือช่วยให้ Dmessage ในช่วงโหลดปานกลางของการส่งแบบที่ 3.1 ที่ m เท่ากับ 4 และ 8 มีค่าต่ำกว่าการส่งแพ็กเกตแบบที่ 2.1 เพราะในช่วงโหลดดังกล่าวจะมีจำนวนแพ็กเกตเสียงที่น้อยกว่า m อยู่มากการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยกว่า m ร่วมกันในสล็อตเดียวกันจะช่วยให้สามารถลดสล็อตที่ใช้สำหรับส่งแพ็กเกตเสียงจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้มากขึ้น รูปที่ 5.22 แสดง Dmessage ที่ m เท่ากับ 4 และ 8 ของการส่งแพ็กเกตแบบที่ 2.1 แล 3.1 สำหรับที่ m เท่ากับ 16 และ 32 ก็พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 จะมี Pvocdrop และ Pvdodrop มากขึ้นและ Maxdatload ต่ำลงเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1แต่จะมีค่า Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 ทั้งนี้เป็นเพราะผลของการส่งแพ็กเกตเสียงทีมีปลายทางต่างกันในสล็อตเดียวกันจึงทำให้ช่วยส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้นจึงมี Pvocdrop และ Pvdodrop ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้คือ m เท่ากับ 2 และ 4

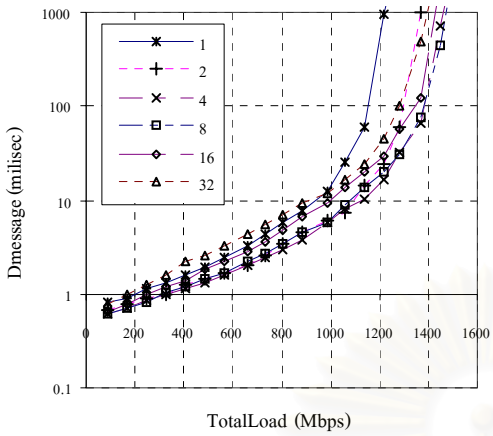
สัดส่วนที่ 3 สำหรับที่สัดส่วนที่ 3 ซึ่งมีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียงมากที่สุดพบว่าการส่งแพ็กเกตแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 จะได้ Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.1 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงมากที่สุดจึงมีการใช้สล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตเสียงมากที่สุด โดยสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันในสล็อตเดียวกันได้ซึ่งการเลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันและจะเลือกจากปลายทางที่ไกลจากโนดที่สุดก่อนแล้วจึงเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางใกล้เข้ามาใส่ให้เต็มแพ็กเกต การเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางที่ไกลที่สุดก่อนนี้เองทำให้สล็อตถูกครอบครองเป็นเวลานานแม้ว่าแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางอื่นจะถูกได้รับโดยโนดปลายทางแล้วแต่สล็อตก็ยังไม่สามารถถูกใช้ได้เพราะต้องรอให้แพ็กเกตที่มีปลายทางไกลสุดได้รับเรียบร้อยก่อน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้แพ็กเกตวิดีโอซึ่งมี priority

ต่ำกว่าต้องรอการส่งนานทำให้เกิด Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 นอกจากนี้ยังส่งผลถึงการส่ง message ข้อมูลด้วยคือทำให้ message ข้อมูลสามารถส่งได้น้อยกว่าการเลือกแบบที่ 2.1 เมื่อ m เท่ากับ 8, 16 และ 32 ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้คือ m เท่ากับ 2

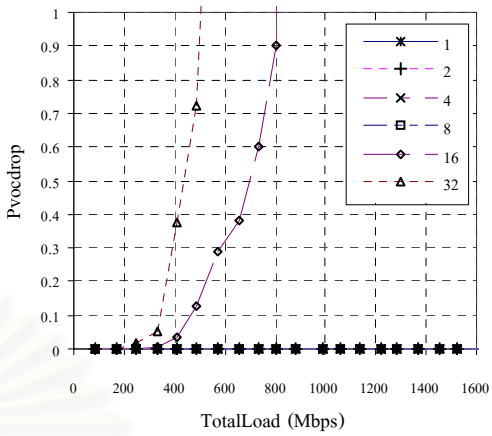
สัดส่วนที่ 4 สำหรับที่สัดส่วนนี้ซึ่งมีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลเท่าๆกันพบว่าเมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 จะได้ Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload คล้ายกันและไม่มีผลของการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางแตกต่างกันเหมือนที่สัดส่วนที่ 3 เพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงต่ำกว่าที่สัดส่วนที่ 3 จึงทำให้มีจำนวนสล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตเสียงไม่มากดังนั้นการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันจึงไม่กระทบกับการส่งแพ็กเกตวิดีโอ นอกจากนี้จะเห็นว่าที่ช่วงโหลดกลางๆเมื่อ m เท่ากับ 4 และ 8 พบว่า Dmessage ของการส่งแพ็กเกตแบบที่ 3.1 ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2.1 เล็กน้อย เพราะการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันจะช่วยลดการใช้สล็อตที่มีการส่งไม่เต็มลงได้ทำให้มีสล็อตว่างมากขึ้นจึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้น รูปที 5.23 แสดง Dmessage ที่ m เท่ากับ 4 และ 8 ของการส่งแพ็กเกตแบบที่ 2.1 แล 3.1 ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้คือ m เท่ากับ 2, 4 และ 8

จากการพิจารณาที่สัดส่วนทั้ง 4 พบว่าค่า m ที่สามารถให้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนทั้ง 4 คือ m เท่ากับ 2 หรือ 4

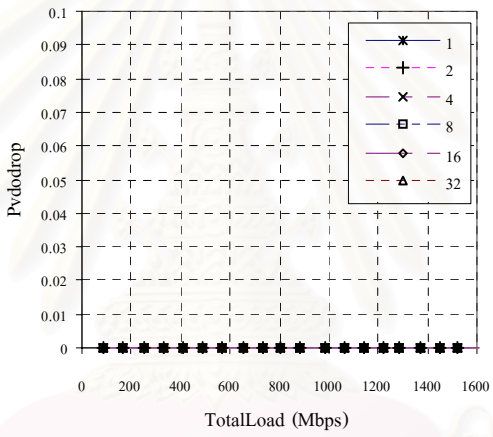
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



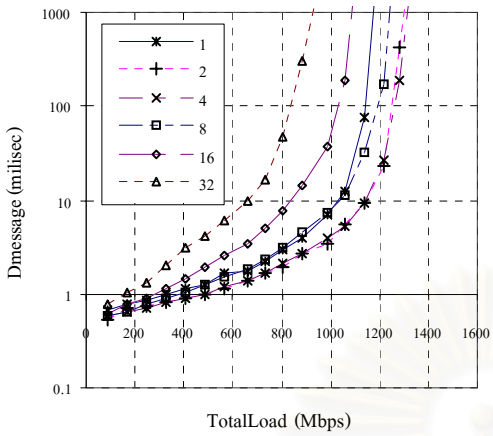
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



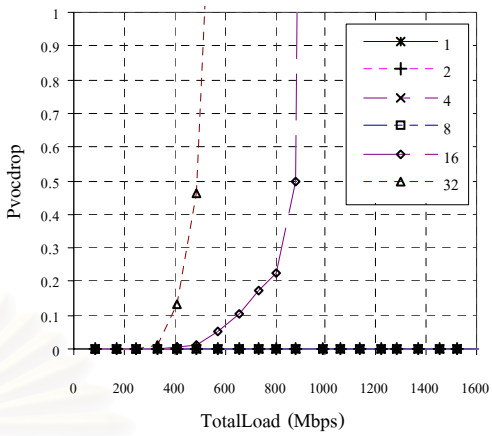
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.17 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 1

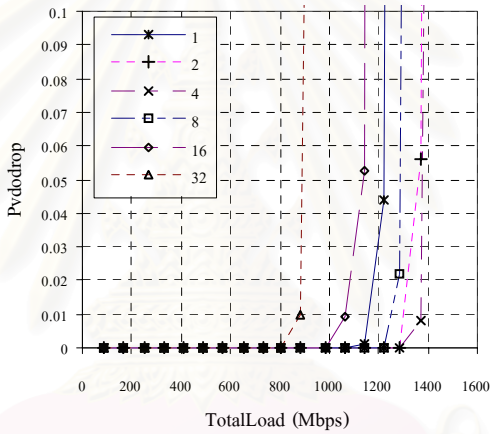
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



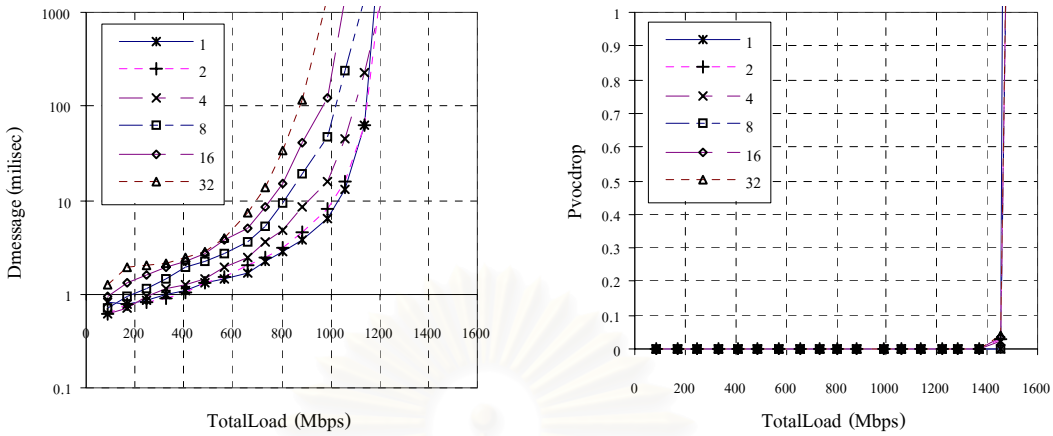
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



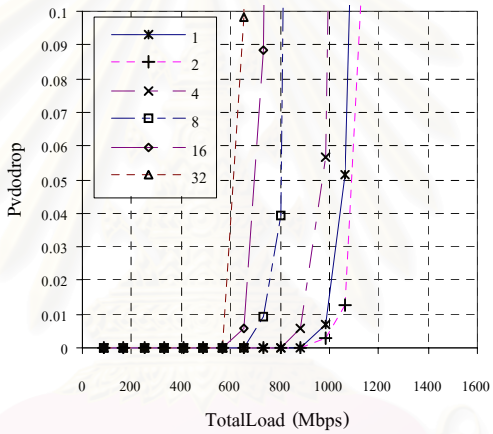
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.18 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



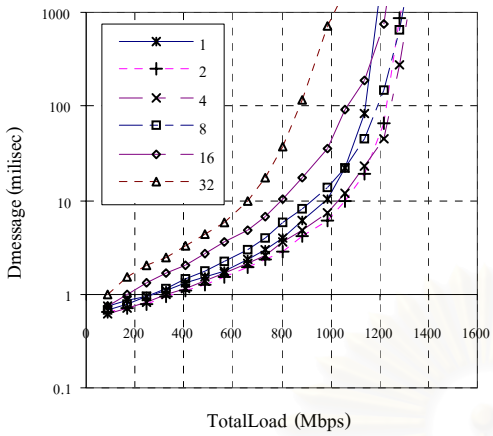
(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล (ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



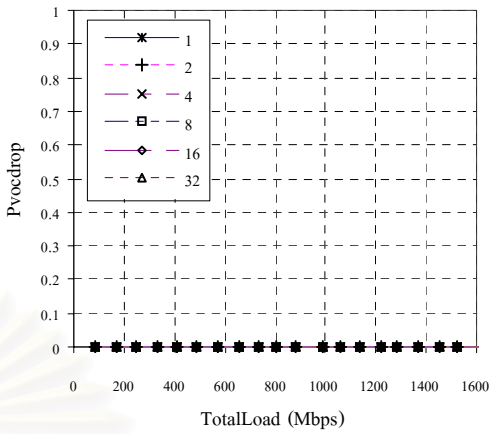
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.19 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 3

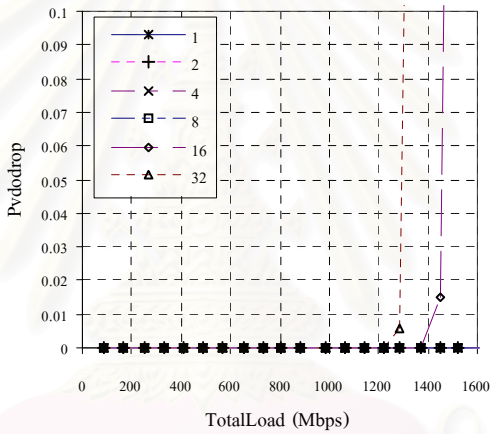
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



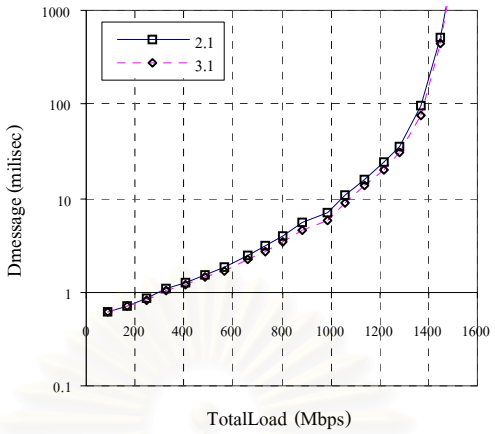
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



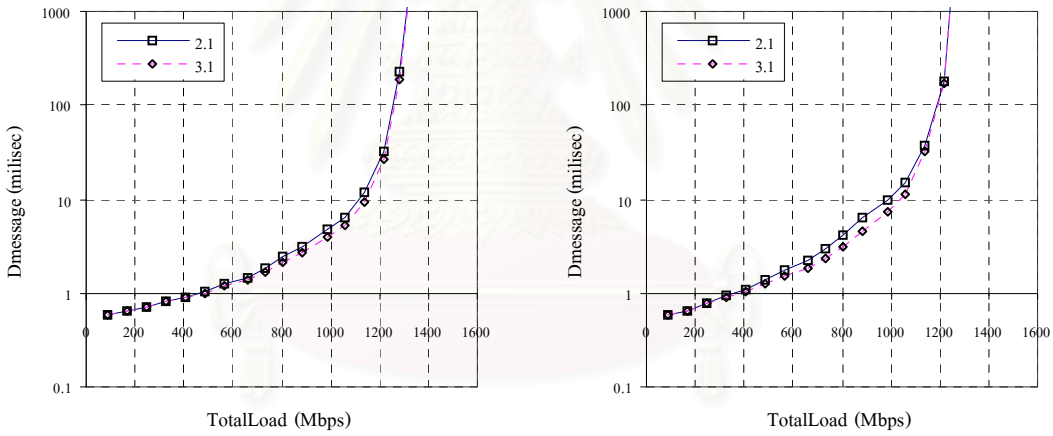
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.20 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

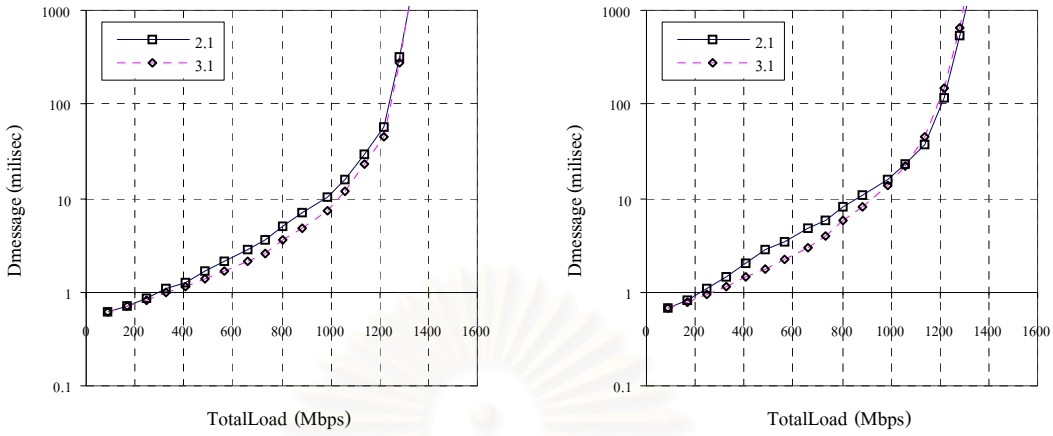


รูปที่ 5.21 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และ 3.1 ที่ค่า m เท่ากับ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 1



(ก) ค่า m เท่ากับ 4 (ข) ค่า m เท่ากับ 8

รูปที่ 5.22 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และ 3.1 ที่ค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 2



(ก) ค่า m เท่ากับ 4 (ข) ค่า m เท่ากับ 8

รูปที่ 5.23 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.1 และ 3.1 ที่ค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2

สำหรับการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.2 จะมีลักษณะการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 โดยโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่มีส่วนว่างได้โดยแพ็กเกตที่ส่งจะเลือกจากปลายทางที่ใกล้กับปลายทางสุดท้ายของสล็อตนั้นมากที่สุด รูปที่ 5.24 ถึง 5.27 แสดง Dmessage, Pvocdrop และ Pvdodrop ของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของแต่ละสัดส่วนที่ค่า m ต่างๆได้ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่า Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload ที่ค่า m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับการส่งแบบที่ 3.2 จะคล้ายกับการส่งแบบที่ 3.1 เพราะว่าที่สัดส่วนนี้มีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียงเพียง 10% จึงมีการใช้สล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตเสียงน้อย และการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีหลายปลายทางในสล็อตเดียวกันก็ทำให้สามารถใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากขึ้นอยู่แล้ว ดังนั้นการเพิ่มให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่ส่งแพ็กเกตไม่เต็มหรือในสล็อตที่มีบางส่วนได้รับโดยปลายทางแล้ว จะทำให้ใช้สล็อตได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้นไปอีกเล็กน้อยเท่านั้น จึงทำให้ผลของการส่งแพ็กเกตแบบที่ 3.1 และ 3.2 ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่การส่งแพ็กเกตแบบที่ 3.2 ซึ่งทำให้มีการใช้สล็อตอย่างคุ้มค่ามากขึ้นก็จะทำให้มีสล็อตว่างมากขึ้นเล็กน้อยจึงทำให้แพ็กเกตข้อมูลสามารถส่งได้เร็วขึ้นเล็กน้อยทำให้ Dmessage ที่การส่งแพ็กเกตแบบที่ 3.2 ต่ำกว่าการส่งแพ็กเกตแบบที่ 3.1 เล็กน้อยโดยจะเห็นผลได้เมื่อ m เท่ากับ 8 รูปที่ 5.28 แสดง Dmessage เมื่อ m เท่ากับ 8 สำหรับการเลือกแบบที่ 3.1 และ 3.2 สำหรับที่ m เท่ากับ 16 และ 32 พบว่าจะทำให้ Pvocdrop มากขึ้นแต่ยังต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3.1 เพราะที่ m ค่าสูงการส่งแพ็กเกตในสล็อตที่ส่งแพ็กเกตไม่เต็มหรือในสล็อตที่มีบางส่วนได้รับโดยปลายทางแล้วจะให้ใช้สล็อตได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้คือ m เท่ากับ 4 และ 8

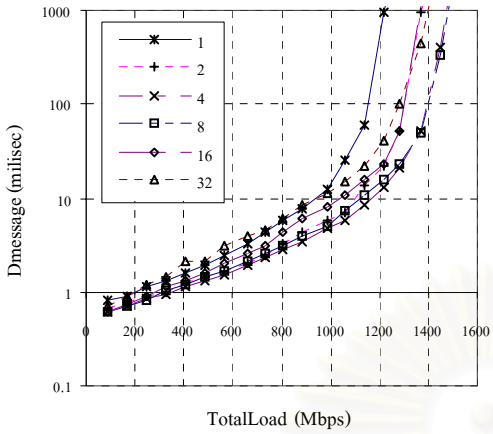
สัดส่วนที่ 2 สำหรับผลที่สัดส่วนนี้พบว่ามีลักษณะคล้ายกับสัดส่วนที่ 1 คือที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 จะได้ Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload คล้ายกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 เพราะที่สัดส่วนนี้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงน้อยจึงมีการใช้สล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตเสียงน้อยด้วย การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.2 ซึ่งมีการส่งแพ็กเกตเสียงหลายปลายทางในสล็อตเดียวกันได้ก็สามารถใช้สล็อตได้คุ้มค่าอยู่แล้วการที่กำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่ส่งแพ็กเกตไม่เต็มหรือในสล็อตที่มีบางส่วนได้รับโดยปลายทางแล้วก็จะช่วยเพิ่มให้สามารถใช้สล็อตได้คุ้มค่าขึ้นอีกเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ได้ Dmessage ต่ำลงที่ m เท่ากับ 8 ส่วนที่ m เท่ากับ 16 และ 32 พบว่าจะทำให้ Pvocdrop มากขึ้นแต่ยังต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3.1

เพราะที่ m ค่าสูงการส่งแพ็กเกตในสล็อตที่ส่งแพ็กเกตไม่เต็มหรือในสล็อตที่มีบางส่วนได้รับโดยปลายทางแล้วจะให้ใช้สล็อตได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้คือ m เท่ากับ 2 และ 4

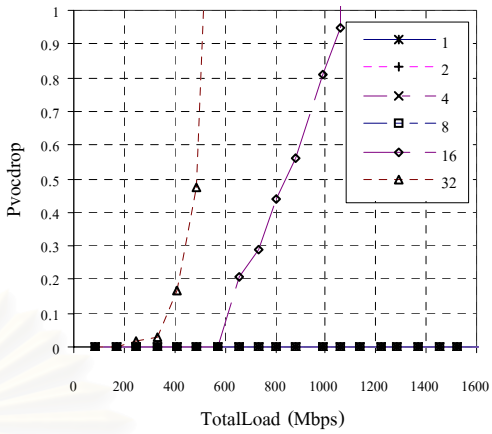
สัดส่วนที่ 3 สำหรับที่สัดส่วนนี้พบว่าเมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ8 จะได้ Pvdodrop ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3.1 และ Maxdatload สูงกว่าการเลือกแบบที่ 3.1 เพราะที่สัดส่วนนี้มีแพ็กเกตเสียงสูงการส่งแพ็กเกตเสียงหลายปลายทางโดยเลือกปลายทางที่ไกลที่สุดส่งไปก่อนแล้วค่อยเลือกปลายทางทีอยู่ใกล้เข้ามาส่งให้เต็มสล็อตทำให้สล็อตถูกครอบครองโดยแพ็กเกตเสียงนาน ถ้าไม่มีการกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่ส่งแพ็กเกตไม่เต็มหรือในสล็อตที่มีบางส่วนได้รับโดยปลายทางแล้วจะทำให้สูญเสียแบนวิดท์ในส่วนที่ไม่ได้ถูกใช้จนกว่าแพ็กเกตสุดท้ายของสล็อตนั้นจะถึงปลายทาง จึงทำให้มีสล็อตว่างสำหรับส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลน้อยจึงทำให้ Pvdodrop สูงและ Maxdatload ต่ำ โดยเมื่อ m สูงขึ้นจะทำให้เกิดการสูญเสียแบนวิดท์มากขึ้น แต่เมื่อกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่ส่งแพ็กเกตไม่เต็มหรือในสล็อตที่มีบางส่วนได้รับโดยปลายทางแล้วจะช่วยทำให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้นและลดการสูญเสียแบนวิดท์จากสาเหตุดังกล่าวและทำให้มีสล็อตว่างสำหรับส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลมากขึ้น ดังรูปที่ 5.29 แสดง Dmessage ที่ m เท่ากับ 4 และ 8 ของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 และ 3.2 ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้คือ m เท่ากับ 2, 4 และ 8

สัดส่วนที่ 4 สำหรับที่สัดส่วนนี้ลักษณะของ Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload ที่ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 จะคล้ายกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 เพราะการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.2 ซึ่งมีการส่งแพ็กเกตเสียงหลายปลายทางในสล็อตเดียวกันได้ก็สามารถใช้สล็อตได้คุ้มค่าอยู่แล้วการที่กำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่ส่งแพ็กเกตไม่เต็มหรือในสล็อตที่มีบางส่วนได้รับโดยปลายทางแล้วก็จะช่วยเพิ่มให้สามารถใช้สล็อตได้คุ้มค่าขึ้นอีกเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ได้ Dmessage ต่ำลงที่ m เท่ากับ 8 ส่วนที่ m เท่ากับ 16 และ 32 พบว่าจะทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop มากขึ้นแต่ยังต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3.1 เพราะที่ m ค่าสูงการส่งแพ็กเกตในสล็อตที่ส่งแพ็กเกตไม่เต็มหรือในสล็อตที่มีบางส่วนได้รับโดยปลายทางแล้วจะให้ใช้สล็อตได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น ดังนั้นค่า m ที่ทำให้ได้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนนี้คือ m เท่ากับ 2, 4 และ 8

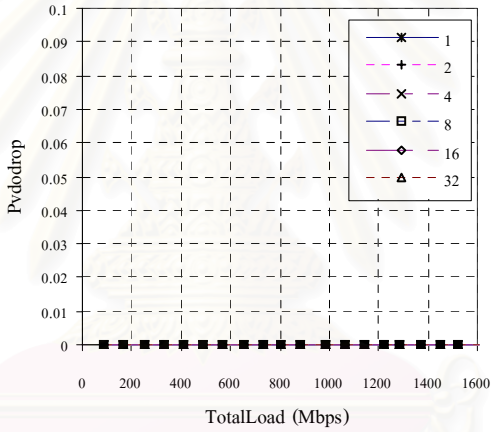
จากการพิจารณาที่สัดส่วนทั้ง 4 พบว่าค่า m ที่สามารถให้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนทั้ง 4 คือ m เท่ากับ 4



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



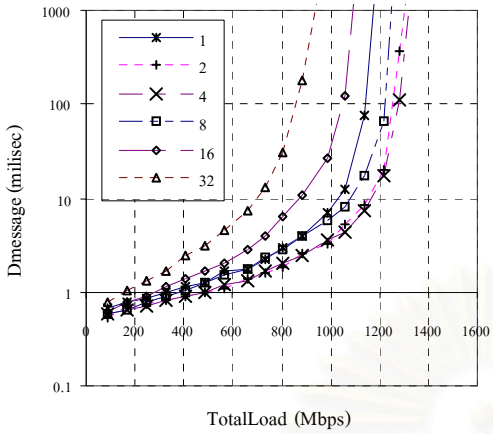
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



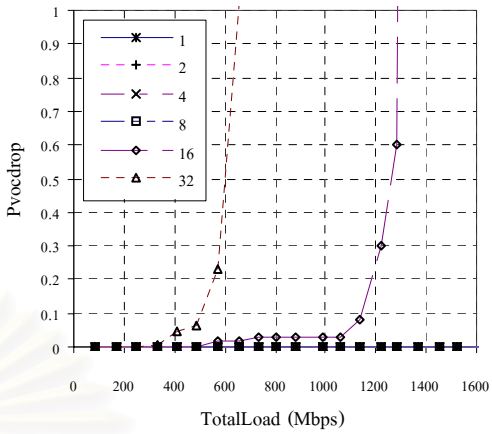
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.24 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 1

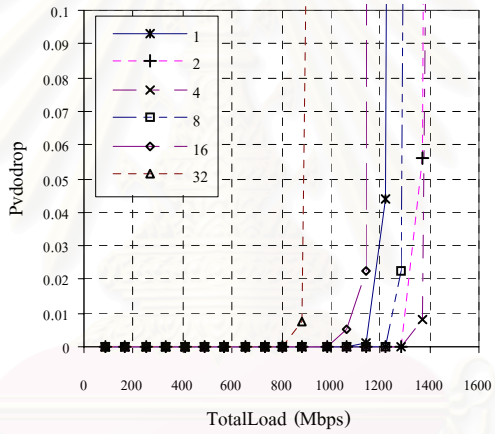
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



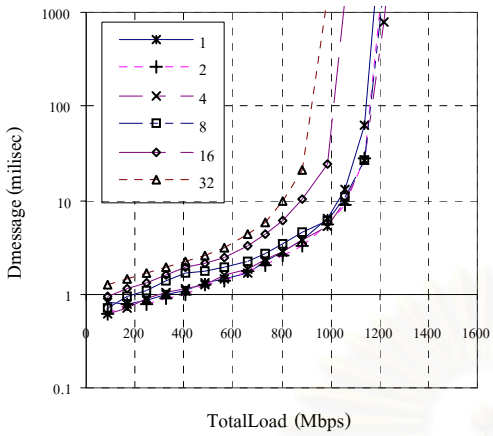
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



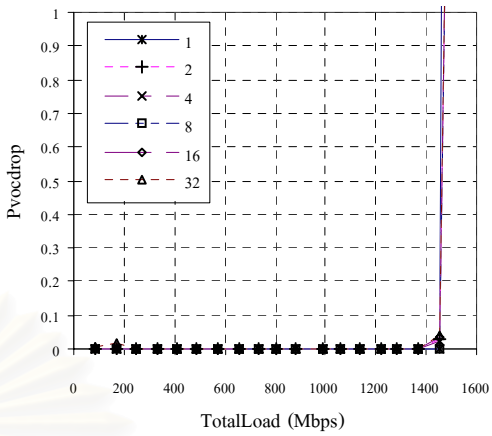
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.25 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 2

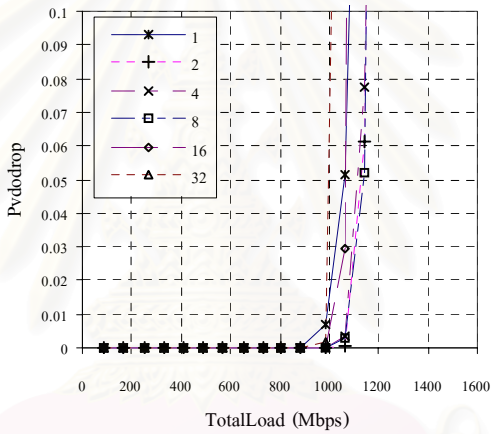
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



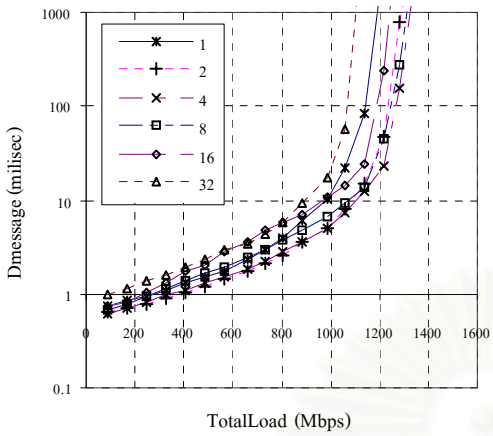
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



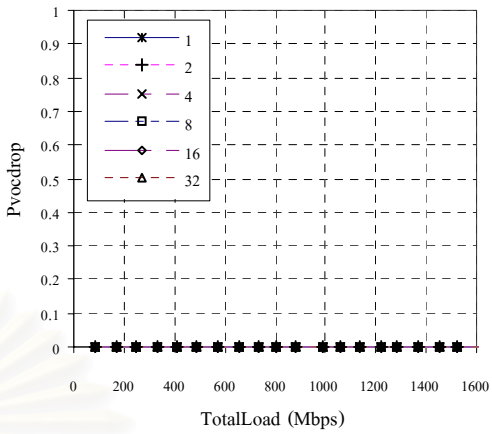
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

รูปที่ 5.26 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 3

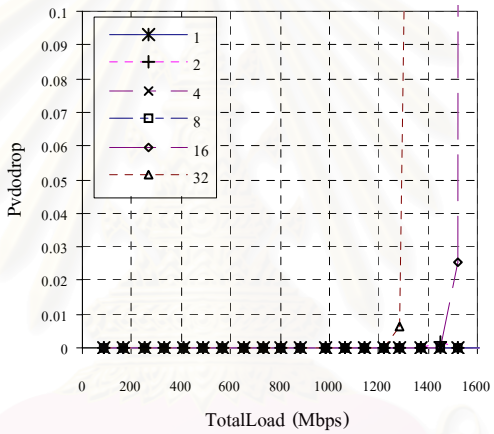
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



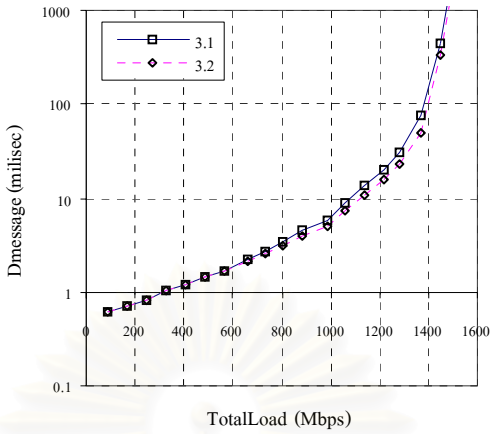
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

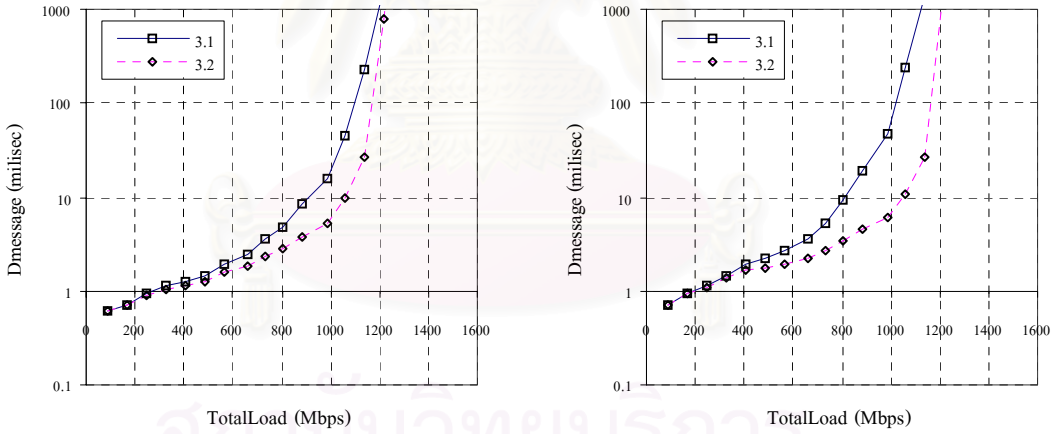
รูปที่ 5.27 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่า m เท่ากับ 8

รูปที่ 5.28 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 และ 3.2 ที่ค่า m เท่ากับ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 1



(ก) ค่า m เท่ากับ 4 (ข) ค่า m เท่ากับ 8

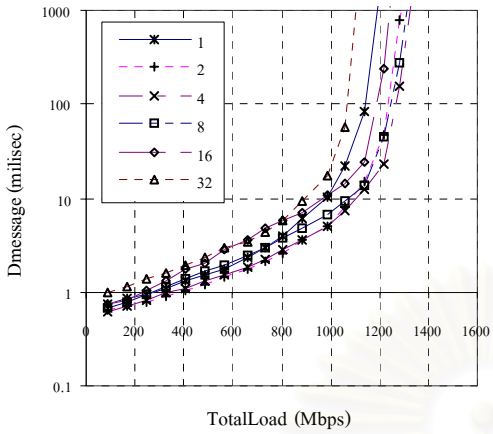
รูปที่ 5.29 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1 และ 3.2 ที่ค่า m เท่ากับ 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 3

5.3.3 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.3

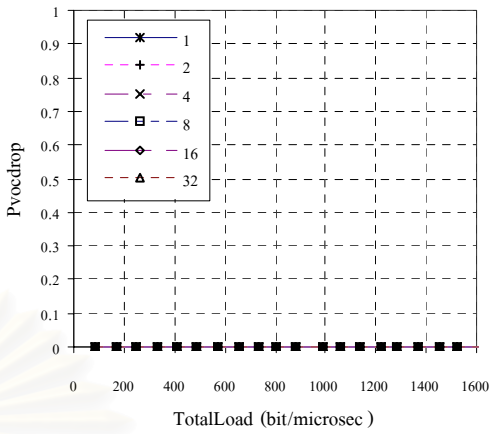
การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.3 จะแตกต่างจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.2 ในส่วนการเลือกแพ็กเกตเสียงสำหรับส่งในสล็อตที่ส่งแพ็กเกตไม่เต็มหรือในสล็อตที่มีบางส่วนได้รับโดยปลายทางแล้วไม่เต็มโดยการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.3 จะเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือเวลารอในคิวน้อยที่สุดก่อน ผลการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.3 ที่สัดส่วนต่างๆจะไม่แตกต่างจาก 3.2 เพราะว่าการกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตที่มีแพ็กเกตไม่เต็มสล็อตจะช่วยให้สามารถลด Dvocpkt และ Dmessage ได้เล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการเลือกแพ็กเกตสำหรับใส่ในสล็อตที่ไม่เต็มที่แตกต่างกันเล็กน้อยจะไม่ทำให้เกิดผลที่แตกต่างกันมาก ดังรูปที่ 5.30 แสดง Dmessage, Pvocdrop และPvdodrop ของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.3 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4 ส่วนรูปที่ 5.31 แสดง Dmessage ของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 เมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4

จากผลการจำลองแบบของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.2 และ 3.3 ให้ประสิทธิภาพเหมือนกันและสามาถให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 นั่นคือ ที่สัดส่วน 1, 2 และ 4 เมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 การเลือกแบบที่ 3.2 หรือ 3.3 จะให้ Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload เหมือนการเลือกแบบที่ 3.1 แต่จะให้ Dmessage ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3.1 แต่เมื่อ m เท่ากับ 16 และ 32 พบว่าการเลือกแบบที่ 3.2 หรือ 3.3 จะให้ Pvocdrop, Pvdodrop ต่ำกว่าและ Maxdatload สูงกว่าการเลือกแบบที่ 3.1 สำหรับที่สัดส่วนที่ 3 การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.1 จะมีค่า Pvdodrop สูงกว่าการเลือกแบบที่ 3.2 หรือ 3.3 เมื่อ m เท่ากับ 2, 4, 8, 16 และ 32 และจะมี Maxdatload ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3.2 หรือ 3.3 เมื่อ m เท่ากับ 8, 16 และ 32 ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการจำลองแบบของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.2 หรือ 3.3 พบว่าค่า m ที่สามารถให้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนทั้ง 4 คือ m เท่ากับ 4

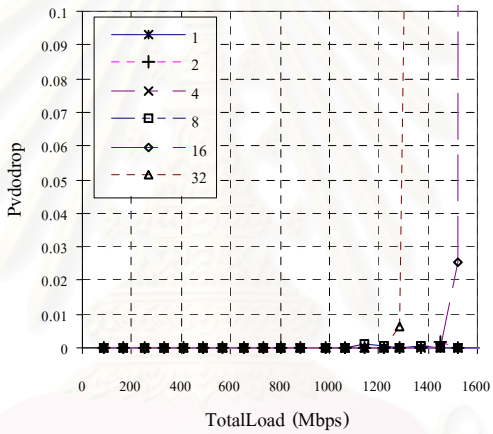
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



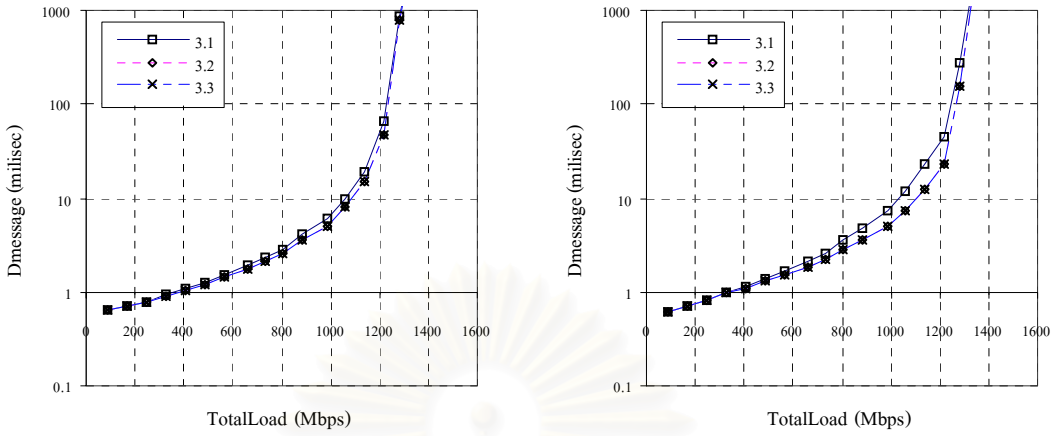
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

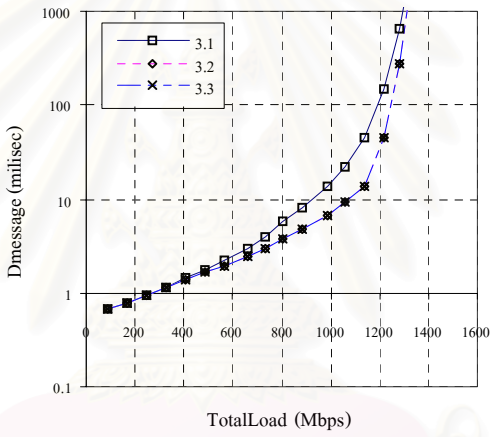
รูปที่ 5.30 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.3 เมื่อ m เท่ากับ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 สำหรับสัดส่วนที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่า m เท่ากับ 2

(ข) ค่า m เท่ากับ 4



(ค) ค่า m เท่ากับ 8

รูปที่ 5.31 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 เมื่อ m เท่ากับ 2, 4 และ 8 สำหรับสัดส่วนที่ 4

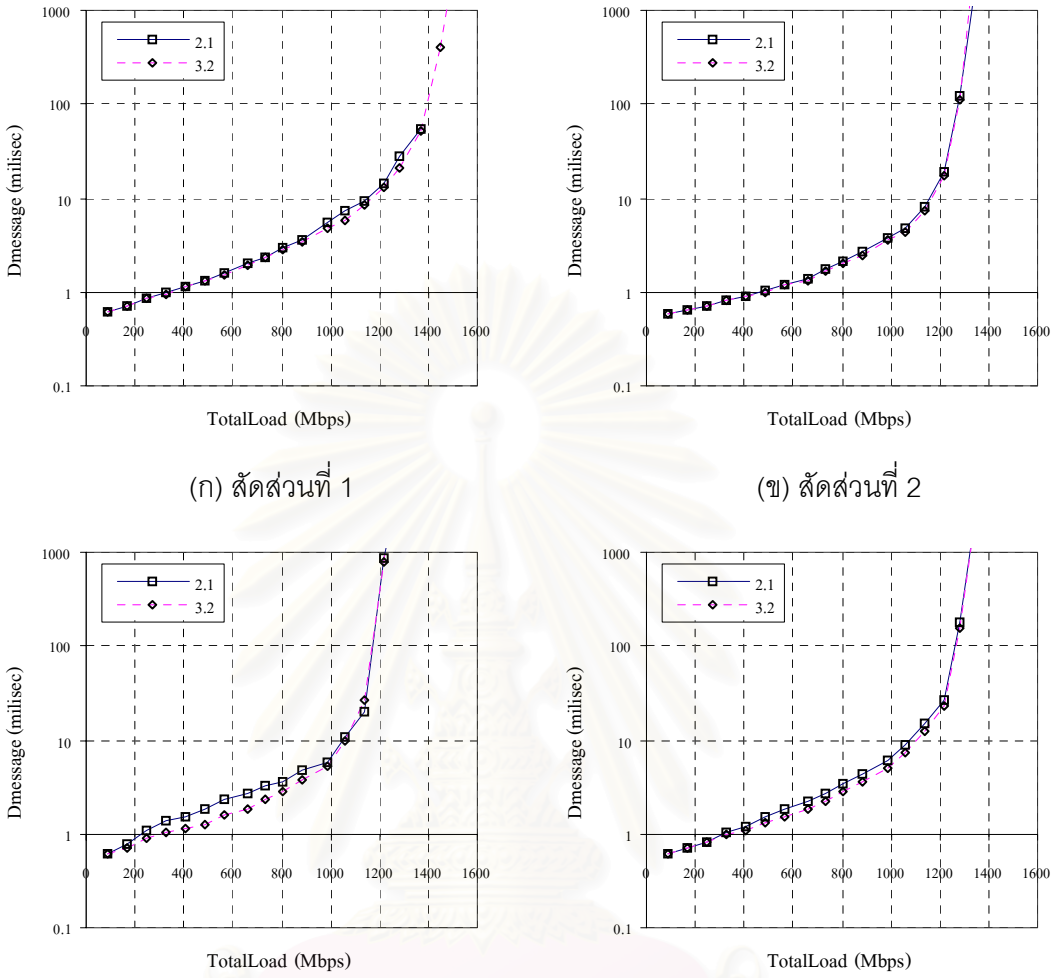
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2, 3

จากหัวข้อที่ 5.2 และ 5.3 จะเห็นได้ว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 2.2 และ 3.2 สามารถให้ประสิทธิภาพได้ดีที่สุดสำหรับการเลือกแพ็กเกตแต่ละแบบ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะเปรียบเทียบการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 2.2 และ 3.2 โดยใช้ค่า m เท่ากับ 4 เพราะสามารถให้ Maxload สูงที่สุดสำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบ ซึ่งที่ค่า m ดังกล่าวพบว่าการเข้าถึงตัวกลางแบบที่ 2.2 และ 3.2 จะสามารถให้ Pvocdrop, Pvdodrop และ Maxdatload เหมือนกันแต่จะมีค่า Dmessage ต่างกัน รูปที่ 5.32 แสดง Dmessage ของการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 2.2และ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 4 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4

จากรูปที่ 5.32 จะเห็นได้ว่าที่สัดส่วนที่ 1 และ 2 การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 และ 3.2 จะให้ค่า Dmessage ไม่แตกต่างกันมากนักทั้งนี้เพราะว่าที่สัดส่วนดังกล่าวมีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียงน้อยจึงทำให้การเลือกแพ็กเกตเสียงที่แตกต่างกันไม่ทำให้ Dmessage แตกต่างกัน แต่ที่สัดส่วนที่ 3 และ 4 ซึ่งมีสัดส่วนของแพ็กเกตเสียงมากขึ้นจะพบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.2 จะให้ Dmessage ต่ำกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2.2 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3.2 มีส่งแพ็กเกตหลายปลายทางในสล็อตเดียวกันจึงทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากกว่าและทำให้มีสล็อตว่างมากขึ้นทำให้แพ็กเกตข้อมูลสามารถส่งได้เร็วกว่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) สัดส่วนที่ 1 (ข) สัดส่วนที่ 2

(ค) สัดส่วนที่ 1 (ง) สัดส่วนที่ 2

รูปที่ 5.32 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 2.2และ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 4 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4

5.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบดังเดิม (MTIT) กับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบต่าง ๆ

สำหรับในหัวข้อนี้จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเข้าถึงตัวกลางแบบดังเดิมคือ MTIT กับการเข้าถึงตัวกลางที่ได้นำเสนอที่สามารถให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1) การเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3 สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มี SAT ในการควบคุมการทำงานแต่ไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT

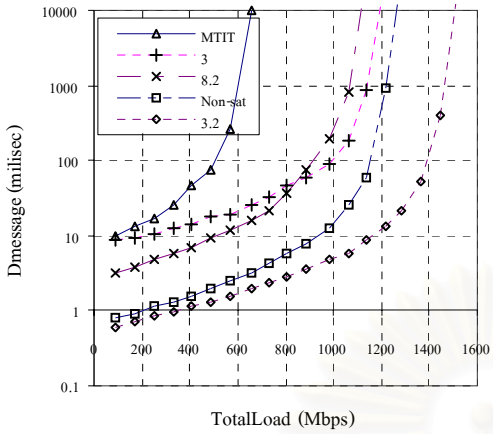
2) การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 8.2 สำหรับสำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มี SAT ในการควบคุมการทำงานและมีการเร่งการส่งแพ็กเกตเมื่อมี SAT อยู่ในสภาวะ NONSAT

3) การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ในการควบคุม (Nonsatcontrol)

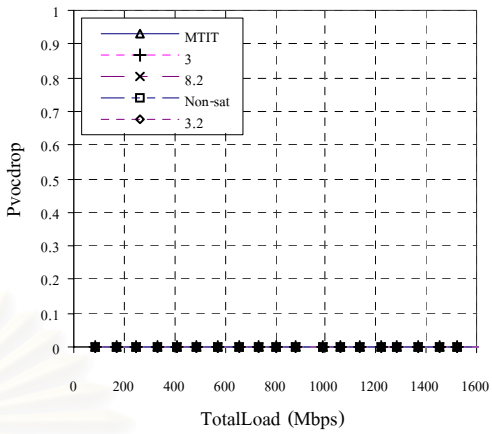
4) การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่ากับ 4

รูปที่ 5.33 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, การควบคุมเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 2, 7.2, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ในการควบคุม (Nonsatcontrol) และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่า 4 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบ

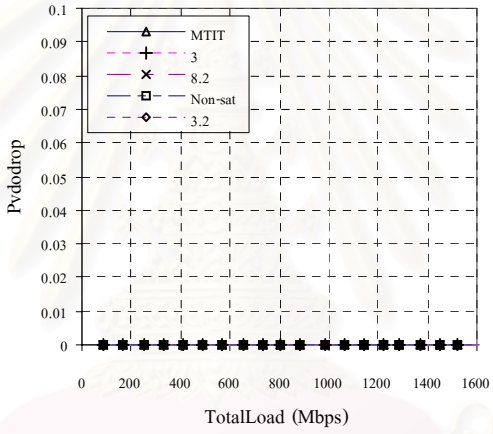
จากรูปที่ 5.33 จะเห็นว่าที่สัดส่วนทั้ง 4 แบบการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.2 ที่ m เท่ากับ 4 จะให้ประสิทธิภาพดีที่สุด นั่นคือ Pvocdrop, Pvdodrop และ Dmessage ต่ำที่สุด และ Maxdatload สูงที่สุด โดยการเลือกแพ็กเกตแบบที่ Nonsatcontrol ที่ m เท่ากับ 1 และ และการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.2 ที่สัดส่วนที่ 1, 2 และ 4 จะมีค่า Dmessage ใกล้เคียงกันที่โหลดต่ำ เพราะว่าที่โหลดต่ำจะมีสล็อตว่างสำหรับส่ง แพ็กเกตจำนวนมากเมื่อ m เท่ากับ 1 ก็จะสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลที่มี priority ต่ำสุดได้เร็วและแม้ว่าการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.2 จะมีค่า m เท่ากับ 4 แต่ที่สัดส่วนดังกล่าวมีจำนวนของแพ็กเกตเสียงน้อยจึงมีการใช้สล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันน้อยและยังสามารถส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตที่มีส่วนว่างที่เกิดจากมีบางแพ็กเกตเดินทางถึงปลายทางแล้วด้วยจึงทำให้มีสล็อตว่างสำหรับส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วเช่นกัน แต่เมื่อโหลดสูงขึ้นการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3.2 จะมี Dmessage ต่ำกว่าการเข้าถึงตัวกลางแบบ Nonsatcontrol (m = 1) เพราะว่าที่ m เท่ากับ 4 สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วกว่าที่ m เท่ากับ 1 ทั้งนี้เพราะการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3.2 ซึ่งมีค่า m เท่ากับ 4 การส่งแพ็กเกตเสียงจะต้องรอให้มีแพ็กเกตครบ 4 แพ็กเกตจึงจะสามารถส่งได้จึงทำให้มีโอกาสในการส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลได้เร็วกว่า ส่วนที่สัดส่วน 3 การเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3.2 และ การเข้าถึงตัวกลางแบบ Nonsatcontrol จะมีค่า Dmessage ใกล้เคียงกันที่โหลดต่ำถึงสูงเพราะที่สัดส่วนนี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงมาก แม้ที่ m เท่ากับ 4 ก็จะมีแพ็กเกตเสียงครบจำนวน 4 แพ็กเกตที่พร้อมสำหรับส่งอยู่มากจึงทำให้ Dmessage ของการส่งแพ็กเกตข้อมูลไม่แตกต่างกับเมื่อ m เท่ากับ 1 มากนัก



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



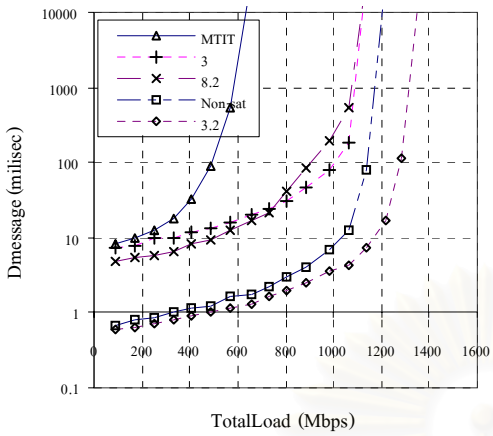
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



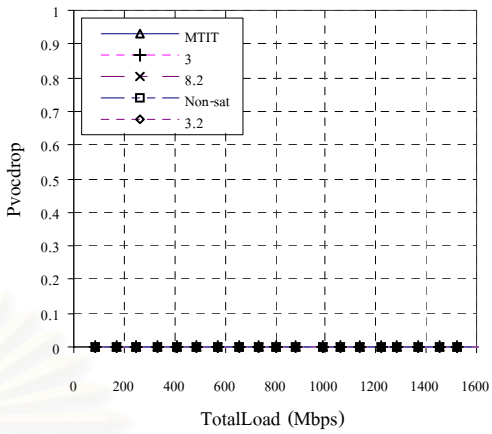
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

(1) สัดส่วนที่ 1

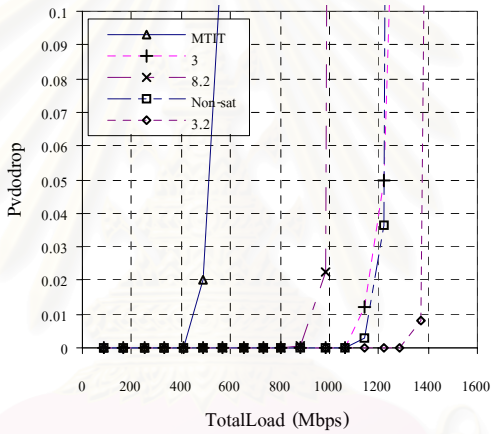
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



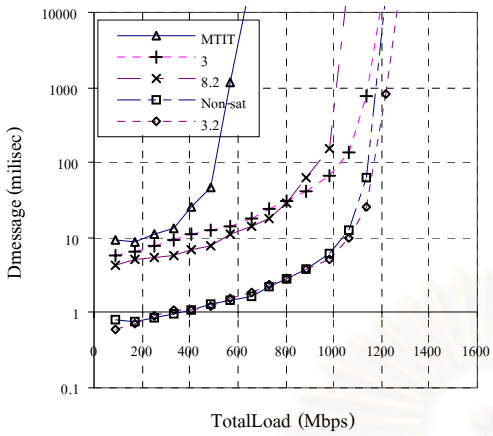
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



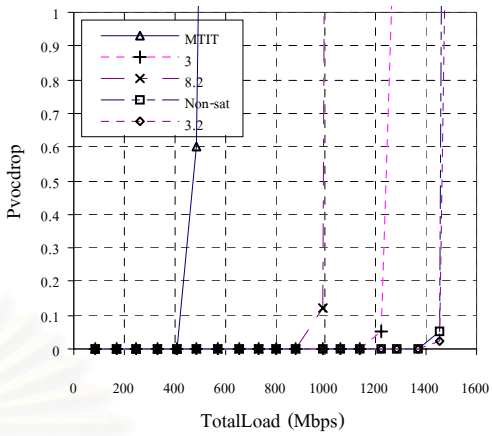
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

(2) สัดส่วนที่ 2

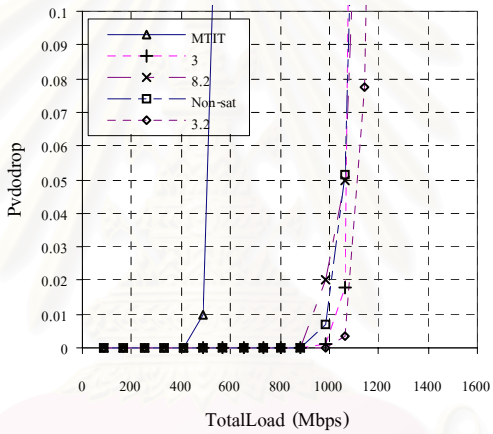
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



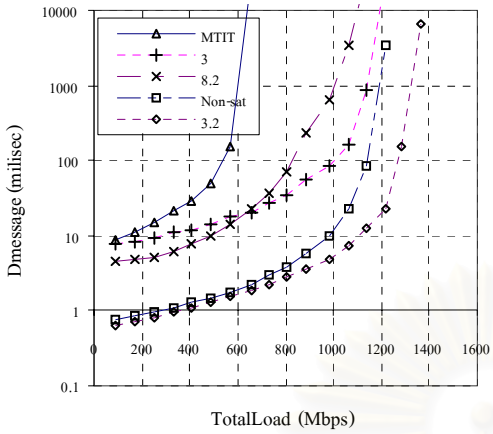
(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



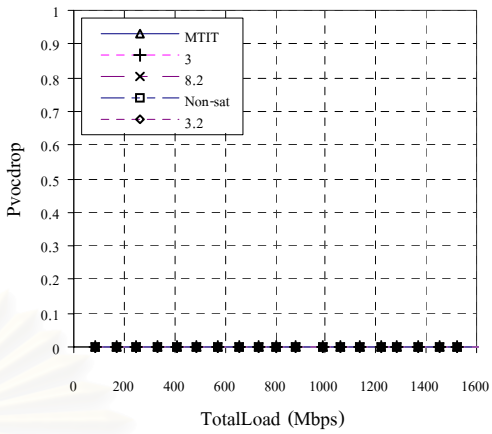
(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

(3) สัดส่วนที่ 3

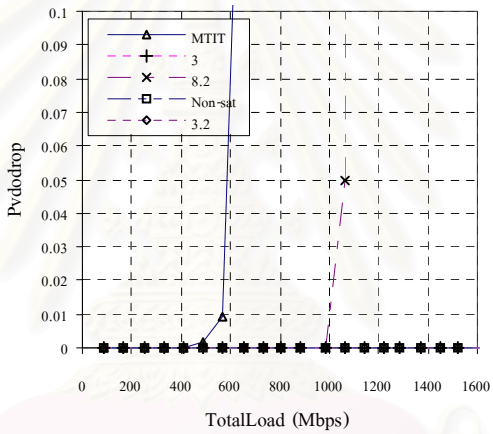
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล



(ข) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียง



(ค) ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอ

(4) สัดส่วนที่ 4

รูปที่ 5.33 ค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูล, ค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตเสียงและค่าความน่าจะเป็นในการดร็อปแพ็กเกตวิดีโอของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT, การควบคุมเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบที่ 3, 8.2, การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบไม่มี SAT ควบคุม (Nonsatcontrol) และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอแบบขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลแบบที่ 3.2 เมื่อ m เท่า 4 สำหรับสัดส่วนทั้ง 4 แบบ

บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโครงข่ายวงแหวนที่มีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่นสำหรับให้บริการทราฟฟิกเสียง วิดีโอและข้อมูลร่วมกัน โดยได้เสนอให้มีการใช้โครงสร้างโนดแบบ FT^M-FR^M และมีการควบคุมการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบสล็อตที่มีการทำงานแบบ destination release โดยแนวคิดที่ได้เสนอสำหรับการออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมการทำงาน และการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงาน ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดรวมถึงข้อดีและข้อเสียของแนวคิดทั้งสองกลุ่มได้ดังนี้

6.1.1 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมการทำงาน

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมการทำงานจะประกอบด้วยการทำงาน 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนการจัดการในการเข้าถึงตัวกลาง และส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงตัวกลาง ในส่วนการจัดการในการเข้าถึงตัวกลางจะทำหน้าที่ในการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในสล็อตของช่องสัญญาณในแต่ละไทม์สล็อตซึ่งในวิทยานิพธน์นี้ได้เสนอวิธีการเลือกแพ็กเกตไว้ 5 แบบด้วยกันซึ่งพบว่าการเลือกแพ็กเกตแต่ละแบบจะให้ผลแตกต่างกัน สำหรับส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงตัวกลางในวิทยานิพธ์นี้ได้เสนอแนวคิดในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางใหม่โดยดัดแปลงมาจากการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR คือ ในกรณีที่เกิดสภาวะ NONSAT โนดจะเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนเพื่อให้ SAT เข้าสู่สภาวะ satisfies เร็วที่สุดและสามารถเดินทางสู่โนดอื่นได้เร็วขึ้น จากแนวคิดที่ได้เสนอมาในทั้ง 2 ส่วนสามารถสรุปผลของแนวคิดแต่ละแนวสำหรับแต่ละส่วนได้ดังนี้

6.1.1.1 แนวคิดในส่วนการจัดการในการเข้าถึงตัวกลาง

สำหรับแนวคิดในส่วนการจัดการในการเข้าถึงตัวกลางในวิทยานิพธ์นี้ได้เสนอวิธีการเลือกแพ็กเกตไว้ 5 แบบด้วยกัน ซึ่งสามารถสรุปผลของแต่ละแบบได้ดังนี้

1. การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 : จะคล้ายคลึงกับการเลือกแพ็กเกตของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR แต่มีการดัดแปลงให้มีการใช้เครื่องส่งให้คุ้มค่ามากขึ้นโดยการเลือกแบบที่ 1 นี้จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ
    a. ส่วนที่ 1 โนดจะเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในแต่ละไทม์สล็อตโดยใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับวิธีการเลือกของ SRRR แพ็กเกตที่เลือกได้จะใช้สำหรับส่งใหสล็อตของช่องสัญญาณที่ตรงกับปลายทางที่เลือกได้
    b. ส่วนที่ 2 ถ้าในกรณีที่แพ็กเกตที่เลือกได้ในส่วนที่ 1 มีปลายทางไม่ตรงกับปลายทาง srrdest โนดจะเลือกแพ็กเกตอีก 1 แพ็กเกตเพื่อใช้ส่งในสล็อตของช่องสัญญาณที่ตรงกับ srrdest เพื่อไม่ให้สล็อตของช่องสัญญาณดังกล่าวว่างและเดินทางรอบวงแหวนโดยไม่ถูกใช้งาน
    c. ส่วนที่ 3 โนดจะเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเป็นปลายทางถัดไปโดยใช้สล็อตว่างที่เหลือจากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ในการส่ง

ผลจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 พบว่าค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่สามารถให้บริการได้สูงกว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ SRRR ประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะเหตุผล 2 ประการ คือ

- ในการเลือกแพ็กเกตแบบ SRRR ถ้าปลายทางที่เลือกได้ไม่ตรงกับ srrdest โนดจะไม่มีการส่งแพ็กเกตในสล็อตนั้นและจะถูกปล่อยให้ว่าง โดยสล็อตที่ว่างนั้นถ้าไม่ถูกใช้งานโดยโนดอื่นก็จะกลายเป็นสล็อตว่างเดินทางรอบวงแหวนและกลับมาที่โนดเดิมอีกครั้งทำให้เกิดการใช้สล็อตไม่คุ้มค่า แต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ได้มีการเพิ่มการเลือกแพ็กเกตในกรณีที่ไม่สามารถเลือกแพ็กเกตได้ตรงกับ srrdest (ส่วนที่ 2) จึงทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากขึ้น

- นอกจากนี้ในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ยังมีการใช้สล็อตที่ยังว่างอยู่สำหรับส่งแพ็กเกตไปยังปลายทางถัดไปด้วยซึ่งจะช่วยทำให้แพ็กเกตที่มีปลายทางถัดไปถูกเลือกสำหรับส่งหมดได้เร็ว ดังนั้นในไทม์สล็อตที่ใช้ส่งแพ็กเกตสำหรับปลายทางถัดไปก็สามารถใช้ส่งแพ็กเกตปลายทางอื่นได้ทำให้สามารถรองรับโหลดได้มากกว่าแบบ SRRR และยังช่วยทำให้เวลาประวิงของ message ข้อมูลต่ำลงด้วย

สำหรับผลของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ยังพบว่าได้ค่าวิสัยสามารถมากกว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ CROWN และ MTIT ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแบบที่ 1 โนดสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละไทม์สล็อตได้มากกว่า 1 แพ็กเกตจึงทำให้มีการใช้สล็อตของช่องสัญญาณได้คุ้มค่ามากกว่าแบบ CROWN ซึ่งสามารถส่งแพ็กเกตในแต่ละไทม์

สล็อตได้เพียง 1 แพ็กเกตเท่านั้น และเนื่องจากการทำงานแบบสล็อตทำให้ขณะเวลาหนึ่งแต่ละช่องสัญญาณสามารถมีมากกว่า 1 โนดที่เข้าใช้ช่องสัญญาณได้พร้อมกันทำให้สามารถใช้แบนด์วิดท์ในส่วนต่างๆของวงแหวนได้คุ้มค่าแต่การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบ MTIT ซึ่งมีการทำงานแบบโทเคนทำให้ขณะเวลาใดเวลาหนึ่งแต่ละช่องสัญญาณจะมีเพียง 1 โนดเท่านั้นที่สามารถเข้าใช้ช่องสัญญาณได้จึงทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ส่วนอื่นของวงแหวนไปจึงทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 มีค่าวิสัยสามารถสูงกว่า MTIT

2. การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 : ประกอบไปด้วย 3 ส่วนเช่นกัน คือ
    a. ส่วนที่ 1 กำหนดให้มีการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางตรงกับ srrdest1 ถ้าไม่มีแพ็กเกตในปลายทางดังกล่าว โนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตอื่นที่มีปลายทางอยู่ระหว่างโนดต้นทางและปลายทาง srrdest 1 เท่านั้นโดยพิจารณาทุกๆปลายทางพร้อมๆกันและเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่มีความยาวมากที่สุด
    b. ส่วนที่ 2 กำหนดให้เลือกแพ็กเกตที่ตรงกับปลายทาง srrdest2 ซึ่งแพ็กเกตในส่วนที่ 2 นี้จะใช้ส่งในสล็อตของช่องสัญญาณที่ว่างลงจากการใช้ส่งแพ็กเกตในส่วนที่ 1 แล้วเพื่อเป็นการทำให้มีการใช้สล็อตของช่องสัญญาณได้คุ้มค่า โดยมีวิธีการเลือกเช่นเดียวกับส่วนที่ 1
    c. ส่วนที่ 3 โนดจะเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเป็นปลายทางถัดไปโดยใช้สล็อตว่างที่เหลือจากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ในการส่งเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1

    ผลจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 พบว่าสามารถได้ค่าวิสัยสามารถสูงกว่าการเลือกแบบที่ 1 ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกแพ็กเกตในส่วนที่ 2 ทำให้เกิดการใช้สล็อตที่ว่างลงจากการใช้ส่งแพ็กเกตในส่วนที่ 1 ได้คุ้มค่า และการเลือกทั้งส่วนที่ 1 และ 2 จะไม่เกิดการชนกันของแพ็กเกตเพราะว่ากำหนดว่าให้เลือกแพ็กเกตได้ไม่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากกว่าการเลือกแบบที่ 1

3. การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 : มีวิธีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับการเลือกแบบที่ 2 แต่ในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 นี้ในส่วนที่ 1 และ 2 โนดจะเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อน ถ้าไม่มีแพ็กเกตในปลายทางดังกล่าวโนดจะพิจารณาเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่อยู่ถัดจาก srrdest 1 หรือ srrdest2 เข้ามา ซึ่งพบว่าสามารถได้ค่าวิสัยสามารถสูงกว่าการเลือกแบบที่ 2 ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ เพราะว่าผลจากการเลือกแพ็กเกตโดยการพิจารณาทีละปลายทางโดยการเลือกปลายทางที่ใกล้ srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้มี

การใช้สล็อตสำหรับส่งแพ็กเกตได้คุ้มค่ากว่าการเลือกแบบพิจารณาทุกๆปลายทางพร้อมกันแล้วเลือกปลายทางที่มีคิวยาวที่สุดเพราะปลายทางที่เลือกได้อาจจะไกลจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 มากทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่าน้อยกว่า ดังนั้นการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จึงสามารถได้ค่าวิสัยสามารถมากกว่าการเลือกแบบที่ 2

4. การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 4 : มีวิธีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 แต่กำหนดว่าถ้าไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางอยู่ระหว่างโนดต้นทางและปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้โนดจะสามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้โดยพิจารณาปลายทางเกินที่เหลือพร้อมๆกันและเลือกแพ็กเกตจากปลายทางที่มีความยาวคิวมากที่สุด ซึ่งพบว่าสามารถได้ค่าวิสัยสามารถต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2 ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะว่าผลของการอนุญาติให้สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้ทำให้การส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินจะไปรบกวนการส่งแพ็กเกตของโนดที่ต้องการส่งแพ็กเกตที่มีปลายทางไม่เกิน จึงทำให้มีแพ็กเกตเหลืออยู่ที่โนดที่ไม่สามารถส่งได้ตามปกติมาก
5. การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 5 : มีวิธีเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 แต่กำหนดว่าถ้าโนดไม่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางอยู่ระหว่างโนดต้นทางและปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ได้จะสามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้โดยจะเลือกจากแพ็กเกตที่อยู่ใกล้ srrdest1 มากที่สุดก่อน ซึ่งพบว่าสามารถได้ค่าวิสัยสามารถต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3 ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้เพราะการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้โดยเลือกแพ็กเกตใกล้กับ srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนทำให้มีการใช้สล็อตเพียงระยะสั้นจึงทำให้ใช้ สล็อตไม่คุ้มค่า

จากการเลือกแพ็กเกตทั้ง 5 แบบพบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 สามารถได้ค่าวิสัยสามารถสูงที่สุดทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตโดยพยายามเลือกปลายทางที่ใกล้กับ srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ากว่าการเลือกแบบพิจารณาทุกๆปลายทางพร้อมกันแล้วเลือกปลายทางที่มีคิวยาวที่สุดเพราะปลายทางที่เลือกได้อาจจะมีไกลจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 มากทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่าน้อยกว่า และพบว่าการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินจะส่งผลทำให้เกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้และทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบไม่เกินปลายทาง

6.1.1.2 แนวคิดในส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงตัวกลาง

สำหรับแนวคิดในส่วนควบคุมความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงตัวกลางได้เสนอให้มีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนเพื่อให้ SAT เข้าสู่สภาวะ satisfies เร็วที่สุดและสามารถเดินทางสู่โนดอื่นได้เร็วขึ้น โดยในวิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอวิธีการเลือกส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT ไว้ 3 วิธีด้วยกันคือ

1. การเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT ซึ่งผลจากการเลือกแพ็กเกตในลักษณะนี้พบว่าเมื่อเพิ่มค่า quota มากขึ้นถึงจุดหนึ่งจะทำให้การส่งแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT ไปรบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นจึงทำให้ได้ค่า Maxthp ลดลง
2. การเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ของ SAT ซึ่งผลจากการเลือกแพ็กเกตในลักษณะนี้ช่วยทำให้การส่งแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT ไม่รบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงและข้อมูลเพราะโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT ได้ก็ต่อเมื่อไม่มี SAT ของแพ็กเกตเสียงและวิดีโออยู่ในสภาวะ NONSAT ดังนั้นจึงไม่ทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota มากขึ้นแต่ค่า Maxthp ยังคงมีค่าลดลงเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ทำให้แพ็กเกตที่มีสัดส่วนมากสามารถถูกส่งได้น้อยลงเพราะเกินการชนมาก เช่นถ้าเป็นสัดส่วนที่ 1 แพ็กเกตข้อมูลจะถูกส่งได้น้อยลงเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงและวิดีโอที่เลือกในสภาวะ NONSAT และมีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ได้ maxthp ต่ำลง หรือถ้าเป็นสัดส่วนที่ 2 แพ็กเกตวิดีโอจะถูกส่งได้น้อยลงเพราะเกิดการชนกับแพ็กเกตเสียงและข้อมูลที่เลือกได้ภาวะ NONSAT และมีปลายทางเกิน srrdest 1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ค่า Pvdodrop มีค่าสูงขึ้นจึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำลง
3. การเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT แบบสลับ ซึ่งผลจากการเลือกแพ็กเกตในลักษณะนี้ช่วยทำให้การส่งแพ็กเกตข้อมูลในสภาวะ NONSAT ไม่รบกวนการส่งแพ็กเกตเสียงและข้อมูลเพราะโนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงและวิดีโอได้พร้อมๆกับการส่งแพ็กเกตข้อมูล ดังนั้นจึงไม่ทำให้ Pvocdrop และ Pvdodrop สูงขึ้นเมื่อ quota มากขึ้น แต่ค่า Maxthp ยังคงมีค่าลดลงเมื่อ quota มีค่ามากขึ้นทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้มี

โอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ ทำให้แพ็กเกตที่มีสัดส่วนมากสามารถถูกส่งได้น้อยลงเพราะเกินการชนมากเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ของ SAT

ดังนั้นการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority และแบบสลับจะสามารถให้ประสิทธภาพคล้ายกันและดีกว่าแบบตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority ที่มีการเลือกแพ็กเกตในสภาวะปกติต่างๆกัน (การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.2 ถึง 10.2) พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8.2 สามารถให้ Maxthp สูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7.2, 9.2 และ 10.2 เล็กน้อยทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบ 8.2 ในสภาวะปกติมีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ซึ่งมีการใช้สล็อตคุ้มค่าที่สุดจึงทำให้การเลือกแบบที่ 8.2 สามารถได้ Maxthp สูงที่สุด ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6.2 พบว่าสามารถให้ Maxthp ต่ำที่สุดทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตในสภาวะปกติมีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ซึ่งมีความสามารถในการใช้สล็อตได้ต่ำที่สุด

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT (แบบที่ 1 ถึง 5) และกลุ่มที่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ที่อยู่ในสภาวะ NONSAT (แบบที่ 6 ถึง 10) จะพบว่ากลุ่มที่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ก่อนแบบที่ 7 และ 8 จะสามารถให้ Maxthp ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT แบบที่ 2 และ 3 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเร่งส่งแพ็กเกตที่อยู่ในสภาวะ NONSAT ก่อนจะทำให้มีโอกาสที่แพ็กเกตที่ส่งจะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ซึ่งทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้จึงทำให้ได้ Maxthp ต่ำกว่าแบบที่ไม่มีการเร่งส่งแพ็กเกต

ส่วนกลุ่มที่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ก่อนแบบที่ 6, 9 และ 10 จะสามารถให้ Maxthp ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT แบบที่ 1, 4 และ 5 ทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1, 4 และ 5 นั้นมีการส่งแพ็กเกตเกินปลายทางอยู่แล้ว ดังนั้นการเร่งส่งแพ็กเกตซึ่งจะทำให้มีโอกาสที่แพ็กเกตที่ส่งจะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงไม่มีผลกัน Maxthp

จากผลของการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ในการควบคุมการทำงานพบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ซึ่งไม่มีการเร่งการส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ในสภาวะ NONSAT และมีการเลือกแพ็กเกตตามปลายทางโดยเลือกแพ็กเกตที่อยู่ใกล้ปลายทาง srrdest1 และ srrdest2 ก่อน และไม่มีการเลือกแพ็กเกตเกินปลายทางจะสามารถได้ Maxthp สูงที่สุด

6.1.2 การควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงาน

สำหรับการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงาน (Nonsatcontrol) ได้เสนอให้มีการส่งแพ็กเกตโดยได้อย่างอิสระและไม่มีการกำหนดสล็อตของช่องสัญญาณในการส่ง โดยโนดที่ต้องการส่งแพ็กเกตจะเลือกแพ็กเกตเท่ากับจำนวนสล็อตว่างที่เข้ามาที่โนดและส่งในสล็อตว่าง โดยจะกำหนดให้โนดเลือกแพ็กเกตเสียง วิดีโอและข้อมูลตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงานสามารถได้ค่าวิสัยสามารถสูงกว่าการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมการทำงานแบบที่ 3ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลมีค่าต่ำกว่าด้วยทั้งนี้เป็นเพราะว่า การควบคุมแบบ Nonsatcontrol ไม่มีการกำหนดจำนวนแพ็กเกตที่สามารถส่งในแต่ละรอบของ SAT จึงทำให้ไม่เกิดการส่งไม่ได้เนื่องจากส่งแพ็กเกตครบจำนวน นอกจากนี้การส่งแพ็กเกตแบบ Nonsatcontrol ยังไม่มีการกำหนดช่องสัญญาณสำหรับส่งแพ็กเกตในแต่ละไทม์สล็อตทำให้มีการยืดหยุ่นในการส่งแพ็กเกตมากกว่าและมีการ reuse การใช้สล็อตได้มากกว่าด้วย

นอกจากนี้ในวิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอแนวคิดในการขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลให้มีขนาด m เท่าของแพ็กเกตเสียงเพื่อให้ลดการส่งส่วนหัว ซึ่งการขยายขนาดของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลทำให้ต้องมีการขยายขนาดของสล็อตด้วยซึ่งจะทำให้ 1 สล็อตสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้มากกว่า 1 แพ็กเกต ดังนั้นจึงทำให้สามารถมีวิธีเลือกแพ็กเกตเสียงสำหรับส่งในสล็อตได้หลายวิธี โดยในวิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอวิธีการเลือกแพ็กเกตเสียงที่แตกต่างกัน 3 แบบ ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดและผลของแต่ละแบบได้ดังนี้

ก).การเลือกแพ็กเกตเสียงแบบที่ 1 โนดจะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงสู่สล็อตได้ก็ต่อเมื่อมีจำนวนแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันเท่ากับ m แพ็กเกต แต่ถ้าไม่มีโนดก็จะเลือกแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลสำหรับส่งในสล็อตว่างแทน ซึ่งผลของการเลือกแพ็กเกตลักษณะที่ทำให้ที่สัดส่วนที่ 1, 2 และ 4 มีค่า Pvocdrop มากกว่า 1% ในช่วงโหลดต่ำ โดยยิ่งค่า m สูงช่วงดังกล่าวก็จะกว้างขึ้นทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลือกที่สัดส่วนเหล่านี้มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงน้อยจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงเท่ากับ m แพ็กเกตน้อยโนดจึงต้องคอยให้มีแพ็กเกตเสียงครบ m แพ็กเกตนานเป็นผลให้เกิด Pvocdrop สูง แต่เมื่อโหลดสูงขึ้นจะทำให้มีจำนวนแพ็กเกตเสียงมากขึ้นจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงครบ m แพ็กเกตมากขึ้นซึ่งก็จะทำให้โนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้นจึงทำให้ Pvocdrop ต่ำลง สำหรับสัดส่วนโหลดที่ 3 ซึ่งมีจำนวนแพ็กเกตเสียงมากจะไม่เกิดเหตุการณ์เช่นนี้

เมื่อพิจารณาความสามารถในการส่งแพ็กเกตข้อมูลพบว่าเมื่อ m มากขึ้นจะสามารถรองรับโหลดของข้อมูลได้มากขึ้นและจะมีค่าเวลาประวิงต่ำลงด้วยทั้งนี้เป็นเพราะว่าการขยายขนาดของแพ็กเกตข้อมูลช่วยลดการส่งส่วนหัวของแพ็กเกตทำให้สามารถรองรับโหลดของข้อมูลได้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 นี้ยังไม่เหมาะกับระบบที่มีจำนวนของแพ็กเกตเสียงน้อยเพราะจะทำให้เกิน Pvocdrop สูง

ข).การเลือกแพ็กเกตเสียงแบบที่ 2 จะเหมือนกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 แต่เพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลสำหรับส่งแล้วและมีแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันแต่มีจำนวนน้อยกว่า m แพ็กเกตโนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันเหล่านั้นได้โดยใช้ 1 สล็อตต่อการส่ง 1 ปลายทาง ผลของการส่งแพ็กเกตแบบที่ 2 นี้พบว่าที่สัดส่วนที่ 1, 2 และ 4 ในช่วงโหลดต่ำจะไม่ทำให้เกิด Pvocdrop เกิน 1% และไม่ทำให้ Pvdodrop และค่า Dmessage สูงขึ้นด้วยทั้งนี้เพราะว่าในช่วงโหลดต่ำมีจำนวนของสล็อตว่ามากดังนั้นการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีจำนวนน้อยกว่า m แพ็กเกตจึงไม่มีผลกับการส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูล

เนื่องจากการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 นี้มีการใช้สล็อตไม่เต็มจึงทำให้มีบางส่วนของสล็อตว่างดังนั้นโนดอื่นก็จะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางไม่เกินปลายทางสุดท้ายของแพ็กเกตเสียงในสล็อตนั้นได้ โดยสามารถเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในส่วนว่างได้ 2 แบบ คือ เลือกแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางใกล้กับปลายทางสุดท้ายที่สุดและเลือกแพ็กเกตเสียงจากปลายทางที่เหลือเวลารอในคิวน้อยที่สุด ซึ่งพบว่าการเลือกแพ็กเกตทั้ง 2 แบบได้ผลไม่แตกต่างกัน และการเลือกแพ็กเกตสำหรับส่งในส่วนว่างของสล็อตสามารถช่วยให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงได้เร็วขึ้นจึงทำให้มีแพ็กเกตเสียงสำหรับส่งแบบไม่เต็มสล็อตน้อยลง ทำให้มีสล็อตว่าสำหรับส่งแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลมากขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ค่า Dmessage ต่ำกว่ากรณีไม่มีการส่งแพ็กเกตส่งในส่วนว่างของสล็อต

อย่างไรก็ตามในการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 นี้เมื่อ m มีค่ามากขึ้นจะทำให้ Pvocdrop และความสามารถในการรองรับโหลดข้อมูลต่ำลง ทั้งนี้เพราะเหตุผล 2 ประการ คือ เมื่อ m มากขึ้นจะเกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์ที่เกิดจากการการส่งแพ็กเกตเสียงที่ไม่เต็มสล็อตมากขึ้นทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้ลดลง และเมื่อแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้นจะเกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์เนื่องจากแพ็กเกตสุดท้ายของเฟรมวิดีโอและ message ข้อมูลใส่ข้อมูลไม่เต็มส่วนข่าวสารมากขึ้นจึงทำให้ระบบสามารถรองรับโหลดได้น้อยลง ซึ่งจากการวิเคราะห์ในบทที่ 5 พบว่าค่า m ที่เหมาะสมสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 คือ m เท่ากับ 4 โดยที่ค่า m นี้จะทำให้สามารถได้ค่าวิสัยสามารถมากกว่าการไม่เพิ่มขนาดของแพ็กเกตประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์

ค) การเลือกแพ็กเกตเสียงแบบที่ 3 จะเหมือนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 แต่เพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีแพ็กเกตวิดีโอและแพ็กเกตข้อมูลสำหรับส่งแล้วโนดสามารถส่งแพ็กเกตเสียงหลายปลายทางร่วมกันได้ ผลของการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 นี้จะสามราถรองรับโหลดได้เท่ากับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 แต่พบว่าค่าเวลาประวิงของ message ข้อมูลจะมีค่าต่ำกว่าทั้งนี้เพราะว่าการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันจะช่วยลดการใช้สล็อตที่มีการส่งไม่เต็มลงได้ทำให้มีสล็อตว่างมากขึ้น จึงทำให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วขึ้น และเนื่องจากการส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันทำให้แพ็กเกตเสียงบางแพ็กเกตในสล็อตเดินทางถึงปลายทางก่อนทำให้เกิดส่วนว่างขึ้นในสล็อต ดังนั้นโนดอื่นก็จะสามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางไม่เกินปลายทางสุดท้ายของแพ็กเกตเสียงในสล็อตนั้นได้เช่นเดียวกับการเลือกแบบที่ 2 ซึ่งผลของการส่งแพ็กเกตเสียงในส่วนว่างของสล็อตจะช่วยให้ค่า Dmessage ต่ำกว่าการไม่ส่งแพ็กเกตเสียงในส่วนว่างสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 นี้พบว่าค่า m ที่เหมาะสมสำหรับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 คือ m เท่ากับ 4

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2 และ 3 ที่มีการส่งแพ็กเกตเสียงในสล็อตว่างโดยใช้ค่า m เท่ากับ 4 พบว่าการเลือกแพ็กเกตทั้ง 2 แบบสามารถรองรับโหลดได้เท่ากันแต่การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 จะได้ค่า Dmessage ต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2 ทั้งนี้เพราะว่าการส่งแพ็กเกตแบบที่ 3 มีส่งแพ็กเกตหลายปลายทางในสล็อตเดียวกันจึงทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ามากกว่าและทำให้มีสล็อตว่างมากขึ้นจึงทำให้แพ็กเกตข้อมูลสามารถส่งได้เร็วกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 2

จากแนวคิดในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบต่างๆที่ได้เสนอในวิทยานิพนธ์นี้พบว่าแนวคิดในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงานสามารถได้ค่าวิสัยสามารถมากกว่าแนวคิดในการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมการทำงานทุกแนวคิด โดยแนวคิดในการขยายขนานของแพ็กเกตวิดีโอและข้อมูลแบบที่ 3 สามารถได้ค่าวิสัยสามารถสูงที่สุด

ตารางที่ 6.1 แสดงการสรุปข้อดี ข้อเสีย และผลของการเข้าถึงตัวกลางที่เคยถูกนำเสนอมาและการเข้าถึงตัวกลางที่ได้เสนอในวิทยานิพนธ์แบบต่างๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.1 สรุปข้อดี ข้อเสีย และผลของการเข้าถึงตัวกลางที่เคยถูกนำเสนอมาและการเข้าถึงตัวกลางที่ได้เสนอในวิทยานิพนธ์แบบต่างๆ

การเข้าถึงตัวกลางแบบที่เคยถูกนำเสนอมาแล้ว			
การเข้าถึงตัวกลาง	โครงสร้างโนด และลักษณะ MAC	ค่าวิสัยสามารถที่สามารถให้บริการได้ (Mbps)	ข้อดี ข้อเสีย และผลของการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบ
MTIT	FT^{M}-FR^{M} โทเคน	550	การทำงานแบบโทเคนทำให้ขณะเวลาใดเวลาหนึ่งที่แต่ละช่องสัญญาณจะมีเพียง 1 โนดเท่านั้นที่สามารถเข้าใช้ช่องสัญญาณได้จึงทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ส่วนอื่นของวงแหวน
SRRR	TT - FR สล็อต	480	การทำงานแบบสล็อตจึงทำให้สามารถใช้ส่วนต่างๆของวงแหวนได้คุ้มค่า แต่เนื่องจากมีเครื่องรับส่งเพียงชุดเดียวทำให้แต่ละไทม์สล็อตโนดสามารถส่งได้เพียง 1 ช่องสัญญาณทำให้สูญเสียแบนด์วิดท์ของสล็อตว่างของช่องสัญญาณอื่น
CROWN	FT - TR สล็อต	550	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเข้าถึงตัวกลาง	โครงสร้างโนด และลักษณะ MAC	ค่าวิสัยสามารถที่สามารถให้บริการได้ (Mbps)	ข้อดี ข้อเสีย และผลของการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบ
1	FT^M-FR^M สล็อต (ไม่มีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT)	650	การทำงานแบบสล็อตทำให้สามารถใช้ส่วนต่างๆของวงแหวนได้คุ้มค่าและการมีเครื่องรับส่งเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณทำให้สามารถส่งแพ็กเกตในสล็อตว่างของช่องสัญญาณทีเข้ามาได้ทุกช่องสัญญาณ จึงได้ค่าวิสัยสามารถสูงกว่า MTIT SRRR และ CROWN
2		1050	ค่าวิสัยสามารถสูงกว่าแบบที่ 1 ประมาณ 60 % เพราะการเลือกแพ็กเกตในส่วนที่ 2 ทำให้เกิดการใช้สล็อตที่ว่างลงจากการใช้ส่งแพ็กเกตในส่วนที่ 1 ได้คุ้มค่า และการส่งแพ็กเกตทั้ง 2 ส่วนไม่เกิดการชนกันเพราะกำหนดให้เลือกแพ็กเกตได้ไม่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2
3		1120	ค่าวิสัยสามารถสูงกว่าแบบที่ 2 ประมาณ 15 % เพราะเลือกแพ็กเกตโดยการพิจารณาทีละปลายทางโดยการเลือกปลายทางที่ใกล้ srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจะทำให้มีการใช้ได้คุ้มค่ากว่าแบบที่ 2 ที่พิจารณาทุกๆปลายทางพร้อมกันแล้วเลือกปลายทางที่มีคิวยาวที่สุดเพราะปลายทางที่เลือกได้อาจจะไกลจากปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 มากทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่าน้อยกว่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเข้าถึงตัวกลาง	โครงสร้างโนด และลักษณะ MAC	ค่าวิสัยสามารถที่สามารถให้บริการได้ (Mbps)	ข้อดี ข้อเสีย และผลของการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบ
4	FT^M-FR^M สล็อต (ไม่มีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT)	950	การเลือกแพ็กเกตคล้ายแบบที่ 2 แต่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ พบว่าค่าวิสัยสามารถต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 2 ประมาณ 10 % เพราะการอนุญาตให้สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้ทำให้เกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยกว่าแบบที่ 2
5		900	การเลือกแพ็กเกตคล้ายแบบที่ 3 แต่สามารถเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกิน srrdest1 หรือ srrdest2 ได้ พบว่าค่าวิสัยสามารถต่ำกว่าการเลือกแบบที่ 3 ประมาณ 25 % ทั้งนี้เพราะการเลือกแพ็กเกตที่มีปลายทางเกินได้ โดยเลือกแพ็กเกตใกล้กับ srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนทำให้มีการใช้สล็อตเพียงระยะสั้นจึงทำให้ใช้สล็อตไม่คุ้มค่า
สรุปแบบที่ 1 - 5		การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ให้ค่าวิสัยสามารถสูงที่สุด เพราะมีการเลือกแพ็กเกตตามปลายทางโดยเลือกใกล้กับปลายทาง srrdest1หรือ srrdest2 ก่อนทำให้มีการใช้สล็อตที่คุ้มค่า และกำหนดให้เลือกแพ็กเกตได้ไม่เกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 จึงทำให้ไม่เกิดการชนของแพ็กเกต	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<table>
<tr><th>การเข้าถึงตัวกลาง</th><th>โครงสร้างโนด และลักษณะ MAC</th><th>ค่าวิสัยสามารถ (Mbps)</th><th>ข้อดี ข้อเสีย และผลของการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบ</th></tr>
<tr><td>6</td><td rowspan="5">FT^M-FR^M สล็อต (มีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT)</td><td>650</td><td rowspan="5">การเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority และแบบสลับจะสามารถให้ประสิทธภาพคล้ายกันและให้ประสิทธภาพดีกว่าแบบตามเวลาก่อนหลังที่ SAT นั้นอยู่ในสภาวะ NONSAT ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการเลือกแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT ตาม priority หรือแบบสลับที่มีการเลือกแพ็กเกตในสภาวะปกติต่างๆกัน พบว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8 สามารถให้ค่าวิสัยสามารถสูงกว่าการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 7, 9 และ 10 เล็กน้อยทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตแบบ 8 ในสภาวะปกติมีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ซึ่งมีการใช้สล็อตคุ้มค่าที่สุดทำให้สามารถได้วิสัยสามารถสูงที่สุด ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 6 พบว่าสามารถให้วิสัยสามารถต่ำที่สุดทั้งนี้เพราะว่าการเลือกแพ็กเกตในสภาวะปกติมีการเลือกแพ็กเกตเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 1 ซึ่งมีความสามารถในการใช้สล็อตได้ต่ำที่สุด</td></tr>
<tr><td>7</td><td>900</td></tr>
<tr><td>8</td><td>1050</td></tr>
<tr><td>9</td><td>900</td></tr>
<tr><td>10</td><td>900</td></tr>
<tr><td colspan="2">สรุปแบบที่ 6 - 10</td><td colspan="2">การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8 ให้ค่าวิสัยสามารถสูงที่สุด เพราะการเลือกแพ็กเกตในสภาวะปกติมีการเลือกเช่นเดียวกับการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 ซึ่งมีการพิจารณาแพ็กเกตทีละปลายทางโดยการเลือกปลายทางที่ใกล้ srrdest1 หรือ srrdest2 ก่อนจึงทำให้มีการใช้สล็อตได้คุ้มค่ากว่าการเลือกแบบอื่น</td></tr>
</table>

สรุปการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมการทำงานแบบที่ 1 - 10		การเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 สามารถให้ค่าวิสัยสามารถสูงที่สุด ส่วนการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 8 มีการเร่งส่งแพ็กเกตที่ตรงกับ SAT ซึ่งอยู่ในสภาวะ NONSAT จะทำให้แพ็กเกตที่เลือกได้มีโอกาสที่จะเกินปลายทาง srrdest1 หรือ srrdest2 ทำให้เกิดการชนกันของแพ็กเกตที่เลือกได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้น้อยกว่าแบบที่ 3	
แบบไม่มี SAT ควบคุมการทำงาน			
การเข้าถึงตัวกลาง	โครงสร้างโนด และลักษณะ MAC	ค่าวิสัยสามารถ (Mbps)	ข้อดี ข้อเสีย และผลของการเข้าถึงตัวกลางแต่ละแบบ
Nonsat control	FT^M-FR^M สล็อต	1200	ค่าวิสัยสามารถสูงกว่าการเข้าถึงตัวกลางแบบมี SAT ควบคุมที่มีการเลือกแบบที่ 3 เพราะไม่มีการกำหนดจำนวนแพ็กเกตที่สามารถส่งได้ทำให้สามารถส่งแพ็กเกตได้อย่างอิสระ และไม่มีการกำหนดช่องสัญญาณในการส่งแพ็กเกตในแต่ละไทม์สล็อตทำให้มีความยืดหยุ่นในการส่งแพ็กเกตมากกว่าและมีการ reuse การใช้สล็อตได้มากกว่า
ขยายแพ็กเกตแบบที่ 1		1450	ค่าวิสัยสามารถสูงกว่าการเข้าถึงตัวกลางแบบ Nonsatcontrol ที่ไม่มีการขยายขนาดแพ็กเกตเพราะว่าสามารถลดการส่งส่วนหัวทำให้รองรับโหลดได้มากขึ้น แต่การเลือกแบบที่ 1 ไม่เหมาะกับสัดส่วนโหลดที่มีทราฟฟิกเสียงน้อยเพราะที่ช่วงโหลดต่ำมีค่า Pvocdrop สูง
ขยายแพ็กเกตแบบที่ 2		1450	ค่าวิสัยสามารถเท่ากับการเลือกแบบที่ 1 และเนื่องกำหนดให้สามารถส่งแพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางเดียวกันจำนวนน้อยกว่า m แพ็กเกตในสล็อตได้ทำให้ไม่เกิด Pvocdrop สูงที่ช่วงโหลดต่ำสำหรับสัดส่วนโหลดที่มีทราฟฟิกเสียงน้อย

ขยายแพ็กเกตแบบที่ 3	FT^M-FR^M สล็อต	1450	ค่าวิสัยสามารถเท่ากับการเลือกแบบที่ 2 และสำหรับสัดส่วนโหลดที่มีทราฟฟิกเสียงน้อยจะไม่เกิด Pvocdrop สูงที่ช่วงโหลดต่ำ โดยการเลือกแบบที่ 3 จะมีค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของ message ข้อมูลต่ำกว่าแบบที่ 2 เพราะกำหนดให้สามารถส่ง แพ็กเกตเสียงที่มีปลายทางต่างกันในสล็อตเดียวกันทำให้ลดการใช้สล็อตที่มีการส่งไม่เต็มสล็อตลงจึงมีสล็อตว่างมากขึ้น เป็นผลให้สามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้เร็วขึ้น
สรุปการเข้าถึงตัวกลางที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ กับการเข้าถึงตัวกลางที่เคยถูกนำเสนอมาแล้ว			การเข้าถึงตัวกลางแบบไม่มี SAT ควบคุมโดยมีการเลือกแพ็กเกตแบบที่ 3 สามารถให้ค่าวิสัยสามารถสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธี SRRR และ CROWN ที่มีจำนวนเครื่องส่งและเครื่องรับน้อยกว่าพบว่าสามารถรองรับโหลดได้มากกว่า 3 และ 2.6 เท่าตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี MTIT ที่มีจำนวนเครื่องส่งและเครื่องรับเท่ากันพบว่าสามารถรองรับโหลดได้มากกว่า 2.6 เท่า

6.2 **ข้อเสนอแนะ**

1. เนื่องจากในปัจจุบันมีความต้องการในการส่งทราฟฟิกประเภทอื่นมากขึ้น เช่น audio ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (electronic mail) FTP และ WWW browsing ดังนั้นจึงควรมีการออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่สามารถรองรับทราฟฟิกเหล่านี้ได้ด้วย

2. เนื่องจากในวิทยานิพธ์นี้ได้ทำการออกแบบและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับโหลดแบบสมดุลเท่านั้น แต่เนื่องจากในระบบโครงข่ายอาจจะมีโหลดในลักษณะไม่สมดุลเกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาและพัฒนาการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่สามารถรองรับกับโหลดไม่สมดุลได้ด้วย

รายการอ้างอิง

1. A. Fumagalli, J. Cai and I. Chlamtac The Multi-Token Inter-Arrival Time (MTIT) Access Protocol for Support IP over WDM Ring Networks IEEE Proc of ICC. 1,2 (1999):. 586-590.
2. M. A. Marsan; A. Bianco; E. Lenonardi; A. Morabito and F. Neri All-Optical WDM Multi-rings with Differentialed Qos IEEE Commun Mag. 37,2(1999): 58-66.
3. M. A. Marsan; A. Bianco; E. Lenonardi; M. Meo and F. Neri MAC Protocols and Fairness Control in WDM with Tunable Transmitters and Fixed Receivers IEEE Journal of Lightwave Tech. 14,6(1996): 1230-1244.
4. M.A. Marsan; A. Bianco; E. Lenonardi; F. Neri and S. Toniolo MetaRing Fairness Control Schemes in All-Optical WDM Rings IEEE Proc. of INFOCOM. 2,2(1997): 752-760.
5. J. Hwoon Lee and C. Kwan Un Dynamic Scheduling Protocol for Variable-Sized Messaged in a WDM Local Network IEEE Journal of Lightwave Tech. 14,7(1996): 1595-1600.
6. B. Mukherjee WDM-Based Local Lightwave Networks Part I : Single-Hop Systems IEEE Networks. 6,3(1992): 12-27.
7. E. Wing Ming; A. Fumagalli and I. Chlamtac Performance Evaluation of CROWNs : WDM Multi-Ring Topologies IEEE Proc. of ICC. 2(1995): 1296-1301.
8. Wen Li; Ravi Sankar Real-Time Voice and Data Intergration in Token Ring LAN IEEE Southeastcon. 1993.
9. Miki Yamamoto; Satoshi Machida; Hiromasa Ikeda Access Control Scheme for Multimedia ATM Wireless Local Area Networks IEICE Trans. Commun. 81,11 (1998): 2048-2055.
10. Dimitri Bertsekas; Robert Gallager Data networks 2nd n.p.: Prentice-Hall, 1992.
11. Mirjana Zafirovic-Vukotic; Ignas G. Niemegeers; Durk S. Valk Performance Analysis of Slotted Ring Protocols in HSLAN's IEEE Journal on selected areas in communications 6,6 (1988): 1011-1024.

12. Andrea Fumagalli; James Cai; Imrich Chlamtac A Token Based Protocol for Imtegrated Packet and Switching in WDM Ring IEEE Proc of ICC. 1,2 (1998):. 2339-2344.

13. Yung-Jin Wu; Jun-Yao Wang; Ling-Yang Kung; Wen-Shyang Hwang Design of Reservation Mechanism Based on the Slotted Ring Networks IEEE ACM Transaction on Networking 2,3 (1998): 414-418.

14. B. Maglaris; D. Anastassiou; P. Sen; G. Karlsson and J. D. Robbins Performance Models of Statistical Multiplexing in Packet Video Communication IEEE Trans. On Commun. 36,7 (1988): 834-844.

15. B. Rudramuni Data/Voice/Video Integration on Fiber Distributed Data Interface IEEE ACE.(1990): 288-291.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกิตติยา จิตต์หมั่น เกิดเมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540 จากนั้นได้ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2541

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย