

การประเมินสมรรถนะกลยุทธ์การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งเวลาในโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียม

นางสาวจริญญา แซ่ตั้ง



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

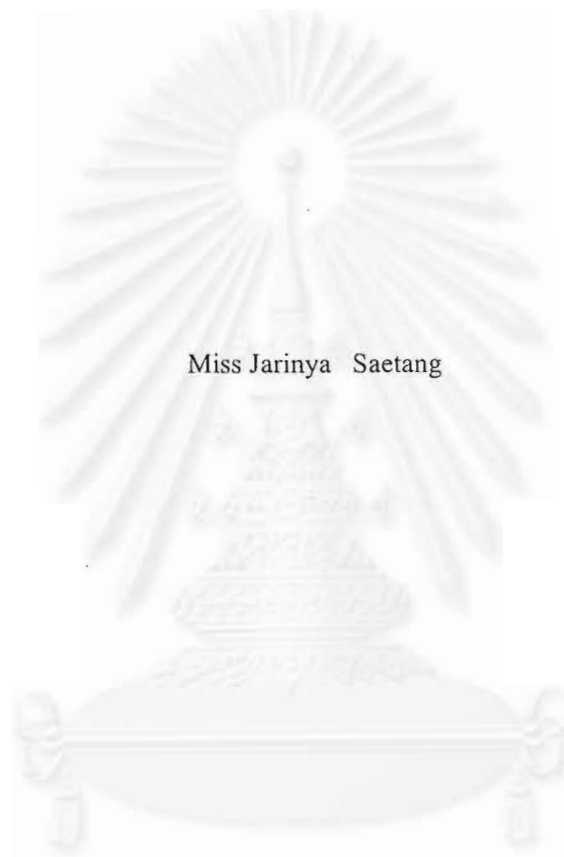
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-462-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PERFORMANCE EVALUATION OF TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS STRATEGY IN
A SATELLITE COMMUNICATION NETWORK.



Miss Jarinya Saetang

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 1999


ISBN 974-333-462-9


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประเมินสมรรถนะกลยุทธ์การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งเวลาใน
โครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียม
โดย นางสาวจริญญา แซ่ตั้ง
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย ไวยาพัฒนกร

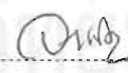
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

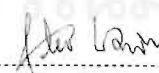

..... คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย สุมิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย ไวยาพัฒนกร)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพถกุล)


..... กรรมการ
(อาจารย์สุวิทย์ นาคพิระยูทธ)

จริยญา แซ่ตั้ง : การประเมินสมรรถนะกลยุทธ์การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งเวลาในโครงข่าย
สื่อสารผ่านดาวเทียม (PERFORMANCE EVALUATION OF TIME DIVISION MULTIPLE
ACCESS STRATEGY IN A SATELLITE COMMUNICATION NETWORK) อ. ที่ปรึกษา :
ผศ. ดร.ฉัตรชัย ไวยาพัฒน์กร, 123 หน้า, ISBN 974-333-462-9.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ ซึ่งมีลักษณะการจัดสรรแบบ
ปรับตัวโดยอาศัยหลักการช่วงชิงแบบส่งซ้ำที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำเปลี่ยนแปลงตามปริมาณทราฟฟิก
ผนวกเข้ากับวิธีการจองช่องสัญญาณดาวเทียมแบบ SRMA (scheduled-retransmission multiaccess protocol)
โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มสมรรถนะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลได้ดีกว่าเดิมแต่ยังคงมีค่า
วิสัยสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ พร้อมทั้งนำเสนอผลการทดสอบสมรรถนะในแง่ของค่าระยะเวลาประวิง
เฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล ค่าวิสัยสามารถ ค่าความยุติธรรม และค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้
ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ โดยการเปรียบเทียบกับ
ระเบียบวิธีสื่อสารที่เคยมีการนำเสนอมาก่อนหน้านี้สำหรับโครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม

ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยพบว่า ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีศักยภาพในการลดค่าระยะ
เวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลได้ดีเมื่อมีการใช้จำนวนร่องเวลาเล็กเพื่อการจองซ้ำ โดยยังคงค่า
วิสัยสามารถสูงสุดของโครงข่ายที่เทียบเท่ากับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA และมีความสามารถในการลดค่า
ระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีกว่าเมื่อโครงข่ายมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการเพิ่มมากขึ้น สำหรับ
ค่าความยุติธรรมของระเบียบวิธีสื่อสารชนิดนี้จะมีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ในช่วงที่มีการส่งซ้ำ
แพ็กเก็ตข้อมูลแต่จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็กเพื่อการจองที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ระเบียบวิธีสื่อสาร
การส่งซ้ำ-จองซ้ำยังมีค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารที่ต่ำกว่า
ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA เนื่องจากกลวิธีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลจะทำให้โอกาสในการแก้ความผิดพลาด
ประสบความสำเร็จจากความพยายามในการส่งครั้งแรกมีค่าสูงกว่าการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....
ปีการศึกษา.....2542.....

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4070228421: MAJOR ELECTRICAL ENGINEERIN

KEYWORD: MULTIPLE ACCESS / PACKET SATELLITE COMMUNICATION

JARINYA SAETANG: PERFORMANCE EVALUATION OF TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS STRATEGY IN A SATELLITE COMMUNICATION NETWORK. THESIS ADVISOR: ASSIST. PROF. CHATCHAI WAIYAPATTANAKORN. Ph.D. 123 pp. ISBN 974-333-462-9.

This thesis proposes a novel access protocol, the Multiple Transmission Multiple Reservation protocol, which has adaptive assignment capability. This access protocol is a combination of the multiple transmissions contention technique, when the number of repeating transmissions is varied according to the channel traffic, and the reservation technique of SRMA (scheduled-retransmission multiaccess protocol). The objective of this is to achieve better result in terms of average message delay while maintaining acceptable throughput. This research presents performance comparison in terms of average message delay, throughput performance, fairness and average error recovery delay per message between the Multiple Transmission Multiple Reservation protocol and other protocols that have previously been proposed for packet satellite communication.

This research shows that the Multiple Transmission Multiple Reservation protocol gives the good result on average message delay when using small number of overhead minislot and also gives the same result, on throughput performance, as the SRMA protocol. This protocol is more efficient when the number of earth stations is increased. The fairness of the Multiple Transmission Multiple Reservation protocol is lower than the SRMA protocol during the multiple transmission time. However, the fairness increases in accordance to the increase of overhead minislot times. In addition, the Multiple Transmission Multiple Reservation protocol gives a better result than the SRMA protocol on average error recovery delay per message because the multiple transmission strategy can achieve higher probability of successfully correcting error from the first attempt than the use of only single transmission.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....
ปีการศึกษา.....2542.....

ลายมือชื่อนิติ.....ศ.จุฬา นริศ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....C. Waiya.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ดิฉันขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย ไวยาพัฒน์กร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ท่านได้ ให้อโอกาส ให้ความรู้ ความคิด และคำแนะนำตลอดจนเอกสารประกอบงานวิจัยด้วยดีตลอดมา

และขอขอบคุณ คุณธัญญา จารุวิทย์โกวิท คุณวรวิทย์ เสถียรพัฒนากุล คุณศุภเชษฐ์ เพิ่มพูนวัฒนาสุข คุณธีรศักดิ์ อนันตกุล คุณบุญช่วง ดันสุเทพวีรวงศ์ คุณทักษยศ เกียรติสุข และ คุณ ชีวโรจน์ นวลประเสริฐ ที่ช่วยให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

สุดท้ายนี้ ดิฉันขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่สาว และน้องชายของดิฉันที่ให้การ สนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจที่มีค่ายิ่งแก่ดิฉันตลอดมา



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ค
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	4
1.3 ขอบเขตและเป้าหมายของวิทยานิพนธ์.....	4
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6เค้าโครงวิทยานิพนธ์.....	5
2. ระเบียบวิธีสื่อสารในการเข้าถึงหลายทางและระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ สำหรับโครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม.....	6
2.1 ระเบียบวิธีสื่อสารในการเข้าถึงหลายทาง.....	6
2.2 ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA.....	11
2.3 กลวิธีการส่งซ้ำตามปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ.....	16
2.4 ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ.....	18
2.5 สรุป.....	22
3. แบบจำลองโครงข่ายและวิธีการจำลองโครงข่ายระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ.....	24
3.1 ข้อกำหนดของแบบจำลองโครงข่าย.....	24
3.1.1ข้อกำหนดเบื้องต้นของช่องสัญญาณดาวเทียมและสถานีภาคพื้นดิน.....	24
3.1.2 ข้อกำหนดของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ.....	25
3.2 วิธีการจำลองโครงข่าย.....	26
3.3 การนำเสนอผลการจำลองโครงข่าย.....	27
3.4 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสารที่ใช้อ้างอิง.....	27
3.4.1 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA.....	27

3.4.2 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha.....	29
3.4.3 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation.....	30
3.4.4 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF.....	31
3.4.5 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF.....	34
3.5 สรุป.....	36
4. ผลการจำลองโครงข่ายและการวิเคราะห์ผลการจำลองโครงข่าย.....	37
4.1 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะโครงข่าย.....	37
4.2 เป้าหมายในการพิจารณาสมรรถนะโครงข่าย.....	40
4.3 การวิเคราะห์จำนวนครั้งสูงสุดที่ใช้ในการส่งซ้ำสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร การส่งซ้ำ-จองซ้ำ.....	41
4.4 ผลการจำลองและการวิเคราะห์สมรรถนะโครงข่าย.....	48
4.4.1 ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ : รูปแบบเฟรมคงตัว.....	48
4.4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถ.....	49
4.4.1.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ.....	53
4.4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ.....	63
4.4.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิก ของสัญญาณ.....	67
4.4.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความ ผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ.....	69
4.4.1.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ.....	73
4.4.1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย.....	75
4.4.1.8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ.....	79
4.4.2 ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำจองซ้ำ : รูปแบบเฟรมพลวัต.....	80
4.4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถ.....	81
4.4.2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ.....	85

4.4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ.....	93
4.4.2.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิค ของสัญญาณ.....	97
4.4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความ ผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ.....	99
4.4.2.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ.....	103
4.4.2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย.....	104
4.4.2.8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ.....	108
4.4.3 ผลจากรูปแบบเฟรมต่อสมรรถนะระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ.....	109
4.4.3.1 ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล.....	109
4.4.3.2 ค่าวิสัยสามารถ.....	110
4.4.3.3 ค่าความยุติธรรม.....	110
4.4.3.4 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร.....	111
4.5 สรุป.....	111
5. สรุปผลการจำลองโครงข่ายและข้อเสนอแนะ.....	113
5.1 สรุปผลการจำลองโครงข่าย.....	113
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	117
รายการอ้างอิง.....	118
ภาคผนวก.....	120
ประวัติผู้เขียน.....	123

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 3.1	จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็คเกจข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณ ทราฟฟิกช่องสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 20 ครั้ง.....	26
ตารางที่ 3.2	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA.....	28
ตารางที่ 3.3	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha.....	29
ตารางที่ 3.4	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation.....	30
ตารางที่ 3.5	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF.....	32
ตารางที่ 3.6	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลา เล็กต่อหนึ่งร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF.....	33
ตารางที่ 3.7	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF.....	34
ตารางที่ 3.8	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลา เล็กต่อหนึ่งร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF.....	35
ตารางที่ 4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha และ S-Aloha กรณีที่มี การส่งซ้ำแพ็คเกจข้อมูล.....	41
ตารางที่ 4.2	จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็คเกจข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณ ทราฟฟิกช่องสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 2 ครั้ง.....	43
ตารางที่ 4.3	จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็คเกจข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณ ทราฟฟิกช่องสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 3 ครั้ง.....	43
ตารางที่ 4.4	จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็คเกจข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณ ทราฟฟิกช่องสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 5 ครั้ง.....	43
ตารางที่ 4.5	จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็คเกจข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณ ทราฟฟิกช่องสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 10 ครั้ง.....	44
ตารางที่ 4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำที่มีจำนวนครั้ง	

	ในการส่งซ้ำสูงสุด 2 ครั้ง, 3 ครั้ง, 5 ครั้ง, 10 ครั้งและ 20 ครั้ง.....	45
ตารางที่ 4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-ของซ้ำ ที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำสูงสุด 2 ครั้ง, 3 ครั้ง, 5 ครั้ง, 10 ครั้งและ 20 ครั้ง....	46
ตารางที่ 4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา.....	49
ตารางที่ 4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา.....	50
ตารางที่ 4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 5$ ร่องเวลา.....	51
ตารางที่ 4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 10$ ร่องเวลา.....	52
ตารางที่ 4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับ ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา.....	57
ตารางที่ 4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับ ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา.....	58
ตารางที่ 4.14	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	

ของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับ
 ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF
 เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็กต่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 5$ รื่องเวลา..... 59

ตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนรื่องเวลาเล็กต่อหนึ่งรื่องเวลา
 สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF..... 61

ตารางที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ
 สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation,
 SRMA/FF และ MTMR/FF
 เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 2$ รื่องเวลา..... 63

ตารางที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ
 สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation,
 SRMA/FF และ MTMR/FF
 เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 3$ รื่องเวลา..... 64

ตารางที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ
 สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation,
 SRMA/FF และ MTMR/FF
 เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 5$ รื่องเวลา..... 65

ตารางที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ
 สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation,
 SRMA/FF และ MTMR/FF
 เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 10$ รื่องเวลา..... 66

ตารางที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้
 ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ
 สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF
 เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 2$ รื่องเวลา..... 69

ตารางที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้
 ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ
 สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF
 เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 3$ รื่องเวลา..... 70

ตารางที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้
 ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ
 สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF

	เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา.....	71
ตารางที่ 4.23	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....	72
ตารางที่ 4.24	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา.....	75
ตารางที่ 4.25	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา.....	76
ตารางที่ 4.26	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา.....	77
ตารางที่ 4.27	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....	78
ตารางที่ 4.28	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา.....	81
ตารางที่ 4.29	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา.....	82
ตารางที่ 4.30	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF	

	เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 5$ ร่องเวลา.....	83
ตารางที่ 4.31	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 10$ ร่องเวลา.....	84
ตารางที่ 4.32	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับ ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา.....	88
ตารางที่ 4.33	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับ ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา.....	89
ตารางที่ 4.34	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF.....	91
ตารางที่ 4.35	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา.....	93
ตารางที่ 4.36	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา.....	94
ตารางที่ 4.37	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา.....	95
ตารางที่ 4.38	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF	

	เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....	96
ตารางที่ 4.39	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา.....	99
ตารางที่ 4.40	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา.....	100
ตารางที่ 4.41	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา.....	101
ตารางที่ 4.42	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....	102
ตารางที่ 4.43	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา.....	104
ตารางที่ 4.44	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา.....	105
ตารางที่ 4.45	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา.....	106
ตารางที่ 4.46	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานี	

	และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....	107
ตารางที่ ผ1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่ง ร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/FF, SMRA/FF, SRA/DF และ SMRA/DF.....	120
ตารางที่ ผ2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/FF และ SMRA/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา.....	121
ตารางที่ ผ3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/FF และ SMRA/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา.....	121
ตารางที่ ผ4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/DF และ SMRA/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา.....	122
ตารางที่ ผ5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/DF และ SMRA/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา.....	122

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1	การเข้าถึงหลายทางแบบ TDMA..... 7
รูปที่ 2.2	การเข้าถึงหลายทางแบบ S-Aloha..... 8
รูปที่ 2.3	รูปแบบการจัดสรรช่องเวลาของระเบียบวิธีสื่อสารแบบ TDMA-Reservation... 9
รูปที่ 2.4	รูปแบบการจัดสรรช่องเวลาของระเบียบวิธีสื่อสารแบบ Aloha-Reservation... 10
รูปที่ 2.5	รูปแบบการจัดสรรช่องเวลาของระเบียบวิธีสื่อสารแบบ SRMA..... 12
รูปที่ 2.6	แผนผังการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF..... 13
รูปที่ 2.7	การจัดสรรของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF..... 14
รูปที่ 2.8	แผนผังการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF..... 15
รูปที่ 2.9	ความสัมพันธ์ระหว่าง ความสัมพันธ์ P_k กับปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ Λ ... 17
รูปที่ 2.10	จำนวนครั้งในการส่งซ้ำสำหรับค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ..... 18
รูปที่ 2.11	ลักษณะการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR ในกรณีที่แพ็กเก็ตข้อมูล สามารถส่งได้สำเร็จ..... 19
รูปที่ 2.12	ลักษณะการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR ในกรณีที่แพ็กเก็ตข้อมูล ไม่สามารถส่งลำดับคิวได้สำเร็จ..... 20
รูปที่ 2.13	ลักษณะการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR ในกรณีที่แพ็กเก็ตข้อมูล สามารถส่งลำดับคิวได้สำเร็จ..... 20
รูปที่ 2.14	แผนผังการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF..... 21
รูปที่ 2.15	แผนผังการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF..... 22
รูปที่ 3.1	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA..... 28
รูปที่ 3.2	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha..... 29
รูปที่ 3.3	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation..... 31
รูปที่ 3.4	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF..... 32
รูปที่ 3.5	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็ก ต่อหนึ่งร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF..... 33
รูปที่ 3.6	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร

	ข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF.....	35
รูปที่ 3.7	การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็ก ต่อหนึ่งร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF.....	36
รูปที่ 4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha และ S-Aloha กรณีที่มี การส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูล.....	42
รูปที่ 4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำที่มีจำนวนครั้ง ในการส่งซ้ำสูงสุด 2 ครั้ง, 3 ครั้ง, 5 ครั้ง, 10 ครั้งและ 20 ครั้ง.....	45
รูปที่ 4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ ที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำสูงสุด 2 ครั้ง, 3 ครั้ง, 5 ครั้ง, 10 ครั้งและ 20 ครั้ง....	47
รูปที่ 4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา.....	49
รูปที่ 4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา.....	50
รูปที่ 4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 5$ ร่องเวลา.....	51
รูปที่ 4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 10$ ร่องเวลา.....	52
รูปที่ 4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา.....	57

รูปที่ 4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 3$ รื่องเวลา.....	58
รูปที่ 4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 5$ รื่องเวลา.....	59
รูปที่ 4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลา สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF.....	62
รูปที่ 4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 2$ รื่องเวลา.....	63
รูปที่ 4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 3$ รื่องเวลา.....	64
รูปที่ 4.14	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 5$ รื่องเวลา.....	65
รูปที่ 4.15	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 10$ รื่องเวลา.....	66
รูปที่ 4.16	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดค่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 2$ รื่องเวลา.....	69
รูปที่ 4.17	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดค่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณ	

	สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF	
	เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา.....	70
รูปที่ 4.18	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF	
	เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา.....	71
รูปที่ 4.19	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF	
	เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....	72
รูปที่ 4.20	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา.....	75
รูปที่ 4.21	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา.....	76
รูปที่ 4.22	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา.....	77
รูปที่ 4.23	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....	78
รูปที่ 4.24	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา.....	81
รูปที่ 4.25	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha,	

	Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF	
	เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 3$ รื่องเวลา.....	82
รูปที่ 4.26	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF	
	เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 5$ รื่องเวลา.....	83
รูปที่ 4.27	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF	
	เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 10$ รื่องเวลา.....	84
รูปที่ 4.28	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟีกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF	
	เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 2$ รื่องเวลา.....	88
รูปที่ 4.29	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าปริมาณกราฟฟีกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF	
	เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 3$ รื่องเวลา.....	89
รูปที่ 4.30	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลา สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF.....	92
รูปที่ 4.31	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟีกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF	
	เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 2$ รื่องเวลา.....	93
รูปที่ 4.32	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟีกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF	
	เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 3$ รื่องเวลา.....	94
รูปที่ 4.33	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟีกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF	
	เมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 5$ รื่องเวลา.....	95

รูปที่ 4.34	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....	96
รูปที่ 4.35	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา.....	99
รูปที่ 4.36	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา.....	100
รูปที่ 4.37	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา.....	101
รูปที่ 4.38	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....	102
รูปที่ 4.39	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา.....	104
รูปที่ 4.40	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา.....	105
รูปที่ 4.41	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล- ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา.....	106

รูปที่ 4.42

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-
 ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF
 เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานี
 และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา.....107



สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ



1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงข่ายการให้บริการติดต่อสื่อสารจำนวนมากไม่ว่าจะเป็น โครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียม โครงข่ายสื่อสารวิทยุภาคพื้นดิน หรือโครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ (LANs) ล้วนแล้วแต่เป็นโครงข่ายที่มีผู้เข้าใช้บริการอยู่เป็นจำนวนมากและมากเกินกว่าที่ทรัพยากรหรือแบนด์วิธช่องสัญญาณของโครงข่ายบริการดังกล่าวจะรองรับได้ ด้วยเหตุนี้โครงข่ายการให้บริการการติดต่อสื่อสารในรูปแบบต่างๆจึงได้นำเอาวิธีการในการเข้าถึงหลายทางมาใช้เพื่อดำเนินการจัดสรรทรัพยากรของโครงข่ายให้กับผู้เข้าใช้บริการ เพื่อให้ได้มาซึ่งข่ายเชื่อมโยงจำนวนมาก รวมทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพสูงสุดของการเข้าใช้บริการ

โครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียมได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นโครงข่ายที่ให้ความยืดหยุ่นทางด้านภูมิศาสตร์ที่โครงข่ายการให้บริการอื่นๆไม่สามารถทำได้ ทำให้ทุกพื้นที่บนพื้นโลกสามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้โดยผ่านชั้นบรรยากาศฟากฟ้า ซึ่งไม่ขึ้นกับระยะทางหรือระยะห่างระหว่างสถานีภาคพื้นดิน 2 สถานีใดๆที่ติดต่อสื่อสารถึงกัน แต่เนื่องจากดาวเทียมสื่อสารโดยทั่วไปอยู่ในวงโคจรค้างฟ้า (geosynchronous orbit) ซึ่งอยู่สูงขึ้นไปจากพื้นโลกด้วยระยะทางประมาณ 35,840 กิโลเมตร (23,300 ไมล์) ด้วยระยะทางดังกล่าวสัญญาณข้อมูลที่ติดต่อสื่อสารถึงกันต้องใช้เวลาในการเดินทางครบรอบประมาณ 0.25-0.27 วินาทีแม้จะเดินทางด้วยความเร็วแสง ดังนั้นเวลาหน่วงของดาวเทียมนี้จึงเป็นตัวแปรสำคัญสำหรับผู้เข้าใช้บริการในการเลือกวิธีติดต่อสื่อสารและเป็นข้อจำกัดสำหรับการสื่อสารด้วยวิธีดังกล่าว

ดังนั้นระเบียบวิธีสื่อสารที่ใช้ในการเข้าถึงหลายทางสำหรับโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียมจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องช่วยลดระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ข่าวสารข้อมูลได้สร้างขึ้นในโครงข่าย จนกระทั่งถึงเวลาที่แพ็คเกจสุดท้ายของข้อความข่าวสารนั้นๆส่งถึงสถานีรับปลายทางให้มีค่าต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับการสื่อสารผ่านดาวเทียม

ระเบียบวิธีสื่อสารของการเข้าถึงหลายทางในโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียมที่เคยมีการนำเสนอมาก่อนหน้านั้นมีเป็นจำนวนมากและสามารถนำมาจัดกลุ่มแบ่งประเภทได้เป็น 4 กลุ่ม [1,2] ดังนี้

1. การจัดสรรแบบตายตัว (fixed assignment)
2. การจัดสรรเชิงสุ่ม (random assignment)
3. การจัดสรรตามความต้องการ (demand assignment)
4. การจัดสรรแบบปรับตัว (adaptive assignment)

ซึ่งแต่ละวิธีก็มีลักษณะการทำงานรวมทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป การจัดสรรแบบปรับตัวมีลักษณะของการจัดสรรรื่องเวลาให้กับแต่ละผู้เข้าใช้บริการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณและสภาพทราฟฟิก โดยจะมีลักษณะพฤติกรรมของการจัดสรรเชิงสุ่มในกรณีที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง และจะแสดงลักษณะของการจัดสรรตามความต้องการในกรณีที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่น จึงทำให้การจัดสรรแบบปรับตัวเป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากลักษณะพฤติกรรมดังกล่าวสามารถช่วยลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลให้มีค่าต่ำลง

สำหรับ โครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม Tak-Shing P.Yum และ Eric W.M. Wong [3] ได้นำเสนอระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการจัดสรรแบบปรับตัวคือระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA (scheduled-retransmission multiaccess protocol) ซึ่งเป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่สามารถลดอัตราการแข่งขันของแพ็กเก็ตข้อมูลที่ต้องส่งใหม่กับแพ็กเก็ตข้อมูลที่จะถูกส่งเข้ามาเป็นครั้งแรกเพื่อเพิ่มสมรรถนะค่าวิสัยสามารถของโครงข่าย ซึ่งค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายบริการนั้นจะพิจารณาได้จากค่าเฉลี่ยของจำนวนแพ็กเก็ตข้อมูลที่สามารถส่งได้สำเร็จต่อระยะเวลาที่ใช้ในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลหนึ่งแพ็กเก็ต นอกจากนี้ระเบียบวิธีสื่อสารดังกล่าวยังมีการปรับลักษณะพฤติกรรมในการเข้าถึงเป็นแบบ S-Aloha เมื่อโครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง และเปลี่ยนลักษณะการเข้าถึงเป็นแบบ Aloha-Reservation เมื่อโครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่นขึ้นจึงส่งผลให้ค่าวิสัยสามารถและค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของโครงข่ายอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ

แต่เนื่องจากสัญญาณข้อมูลที่ใช้ติดต่อสื่อสารถึงกันในโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียมจะต้องใช้เวลาในการเดินทางครบรอบเท่ากับระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ (round-trip propagation delay) หรือประมาณ 0.25-0.27 วินาที สถานีผู้ส่งจะทราบสถานะของการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลว่าสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จหรือไม่ก็ต่อเมื่อเวลาผ่านไปเท่ากับระยะเวลาดังกล่าว ซึ่งนับว่าเป็นเวลาที่มีขนาดสูงมากเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการส่งหนึ่งแพ็กเก็ตข้อมูล เมื่อสถานีผู้ส่ง

พบว่าแพ็กเก็ตข้อมูลที่ส่งไปเกิดการชนกันขึ้นกับแพ็กเก็ตข้อมูลของสถานีอื่น ทำให้สถานีผู้ส่งต้องส่งแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นๆ ใหม่จนกว่าจะสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้เป็นผลสำเร็จ ซึ่งจะเห็นว่าค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลจะแปรผันตามจำนวนครั้งของการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลและระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ

Tal Segalov, Eliplotnik และ Israel Bar-David [4] และ Eric W.M. Wong และ Tak-Shing P.Yum [5] จึงได้นำเสนอวิธีการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลอย่างง่ายขึ้น โดยการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเดียวกันซ้ำหลายครั้งแทนที่จะส่งเพียงครั้งเดียว เพื่อเพิ่มความน่าจะเป็นที่จะสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารแบบ S-Aloha

Tal Segalov, Eliplotnik และ Israel Bar-David นำเสนอวิธีการส่งซ้ำที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำคงที่โดยไม่คำนึงถึงปริมาณทราฟฟิกในขณะนั้นๆ จึงส่งผลให้ค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายลดต่ำลงเมื่อปริมาณทราฟฟิกของโครงข่ายหนาแน่นขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการส่งซ้ำหลายๆครั้งจะเป็นการเพิ่มโอกาสในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จในกรณีที่โครงข่ายสื่อสารมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง แต่จะเป็นการเพิ่มโอกาสการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลระหว่างสถานีทันทีถ้าปริมาณทราฟฟิกของโครงข่ายมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นวิธีการในการส่งซ้ำของ Tal Segalov, Eliplotnik และ Israel Bar-David จึงให้ผลลัพธ์ด้านระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลและค่าวิสัยสามารถที่ยังไม่เหมาะสมนัก

Eric W.M. Wong และ Tak-Shing P. Yum นำเสนอวิธีการส่งซ้ำซึ่งพิจารณาจำนวนการส่งซ้ำตามสภาพทราฟฟิกของโครงข่าย โดยจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำจะเป็นค่าที่ดีที่สุดที่จะสามารถทำให้การส่งซ้ำดังกล่าวสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จสำหรับค่าปริมาณทราฟฟิกหนึ่งๆ จึงสามารถลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลลงได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อค่าวิสัยสามารถของโครงข่าย เนื่องจากการลดจำนวนครั้งในการส่งซ้ำลงตามค่าปริมาณทราฟฟิกที่สูงขึ้น จึงไม่เป็นการเพิ่มโอกาสของการชนให้สูงขึ้นในกรณีที่มีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอระเบียบวิธีสื่อสารของการเข้าถึงหลายทาง โครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านความถี่ที่มีการจัดสรรแบบปรับตัว โดยอาศัยหลักการของการช่วงชิงแบบส่งซ้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณทราฟฟิกผนวกเข้ากับวิธีการจองช่องสัญญาณความถี่แบบ SRMA เพื่อเพิ่มสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลให้ดีขึ้นกว่าเดิมแต่ยังคงมีค่าวิสัยสามารถที่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและประเมินสมรรถนะระเบียบวิธีสื่อสารผ่านช่องสัญญาณดาวเทียมที่มีสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลดีขึ้นกว่าเดิมแต่ยังคงมีค่าวิสัยสามารถในเกณฑ์ที่รับได้

1.3 ขอบเขตและเป้าหมายของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาลักษณะการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสารในการเข้าถึงหลายทางช่องสัญญาณดาวเทียมที่มีการจัดสรรแบบต่างๆ ได้แก่ การจัดสรรแบบตายตัว การจัดสรรเชิงสุ่ม การจัดสรรตามความต้องการ และการจัดสรรแบบปรับตัว
2. ประเมินสมรรถนะของระเบียบวิธีสื่อสารพร้อมทั้งหาแนวทางใหม่ที่เหมาะสมโดยพิจารณาเงื่อนไขของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลและค่าวิสัยสามารถเป็นหลัก
3. พัฒนาระเบียบวิธีสื่อสารที่มีสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีขึ้นและเหมาะกับการสื่อสารกลุ่มข้อมูลผ่านดาวเทียม

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาระเบียบวิธีสื่อสารชนิดต่างๆของระบบการเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งเวลา
2. ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นและประเมินคุณภาพของระเบียบวิธีสื่อสารชนิดต่างๆ
3. พัฒนาแนวทางใหม่ของระเบียบวิธีสื่อสาร โดยพิจารณาเงื่อนไขของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล ค่าวิสัยสามารถและความเหมาะสมกับสภาพปริมาณทราฟฟิก
4. เขียนโปรแกรมจำลองสถานการณ์ของปัญหาเพื่อทดสอบระเบียบวิธีสื่อสารที่นำเสนอ
5. ประเมินและสรุปผลการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระเบียบวิธีสื่อสารแนวทางใหม่ที่มีสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีขึ้นแต่ยังคงมีค่าวิสัยสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ซึ่งเหมาะสำหรับการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม

1.6 เค้าโครงวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งรายละเอียดออกเป็น 5 บทดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในการติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียม ประเภทของระเบียบวิธีสื่อสารที่เคยถูกนำเสนอในการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียม รวมทั้งมูลเหตุจูงใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

บทที่ 2 ระเบียบวิธีสื่อสารในการเข้าถึงหลายทางและระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ สำหรับโครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม กล่าวถึงวิธีการในการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมของระเบียบวิธีสื่อสารในกลุ่มต่างๆ ได้แก่ การจัดสรรแบบตายตัว การจัดสรรเชิงสุ่ม การจัดสรรตามความต้องการและการจัดสรรแบบปรับตัว กลวิธีการส่งซ้ำสำหรับโครงข่ายบริการที่มีระยะเวลาในการเดินทางครบรอบที่ยาวนาน รวมทั้งแนวความคิดและการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ

บทที่ 3 แบบจำลองโครงข่ายและวิธีการจำลองโครงข่ายสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ กล่าวถึงข้อกำหนดต่างๆที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์เพื่อการทดสอบสมรรถนะของโครงข่าย วิธีการจำลองโครงข่าย การนำเสนอผลการจำลองโครงข่าย รวมทั้งนำเสนอผลการทดสอบความถูกต้องของการจำลองโครงข่ายสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารที่ใช้อ้างอิง

บทที่ 4 ผลการจำลองโครงข่ายและการวิเคราะห์ผลการจำลองโครงข่าย กล่าวถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองโครงข่ายตามระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ โดยเปรียบเทียบกับระเบียบวิธีสื่อสารแบบเดิมที่เคยมีการนำเสนอมาก่อนหน้านี้ รวมทั้งวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการทดสอบสมรรถนะของโครงข่ายในด้านต่างๆ ได้แก่ ค่าวิสัยสามารถ ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล ค่าความยุติธรรม และค่าความเชื่อถือได้ โดยได้มีการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรบางตัวเพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสมรรถนะของโครงข่าย

บทที่ 5 สรุปผลการจำลองโครงข่ายและข้อเสนอแนะ กล่าวถึงข้อสรุปของการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมโดยใช้ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำที่ได้นำเสนอ และนอกจากนี้ยังกล่าวถึงข้อเสนอแนะและแนวทางในการนำไปพัฒนาเพื่อปรับปรุงให้สมรรถนะของโครงข่ายบริการมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ระเบียบวิธีสื่อสารในการเข้าถึงหลายทางและระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ สำหรับโครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม

โครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำวิธีการในการเข้าถึงหลายทาง (multiple access) มาใช้ เนื่องจากการเข้าถึงหลายทางเป็นวิธีการที่ใช้ติดต่อสื่อสารถึงกันระหว่างสถานีภาคพื้นดินหลายๆสถานีพร้อมๆกันโดยผ่านทางดาวเทียมดวงเดียวกัน ซึ่งการสื่อสารถึงกันระหว่างสถานีภาคพื้นดินดังกล่าวจะส่งผลให้โครงข่ายมีสมรรถนะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับระเบียบวิธีสื่อสารที่ใช้

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงลักษณะการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสารที่ใช้ในการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมสำหรับการสื่อสารกลุ่มข้อมูลผ่านดาวเทียมทั้ง 4 กลุ่มซึ่งได้แก่ การจัดสรรแบบตายตัว การจัดสรรเชิงสุ่ม การจัดสรรตามความต้องการ และการจัดสรรแบบปรับตัว รวมทั้งลักษณะการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ (multiple transmission multiple reservation protocol) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของโครงข่ายให้ดีขึ้นกว่าเดิมแต่ยังคงมีค่าวิสัยสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ตามลำดับ

2.1 ระเบียบวิธีสื่อสารในการเข้าถึงหลายทาง

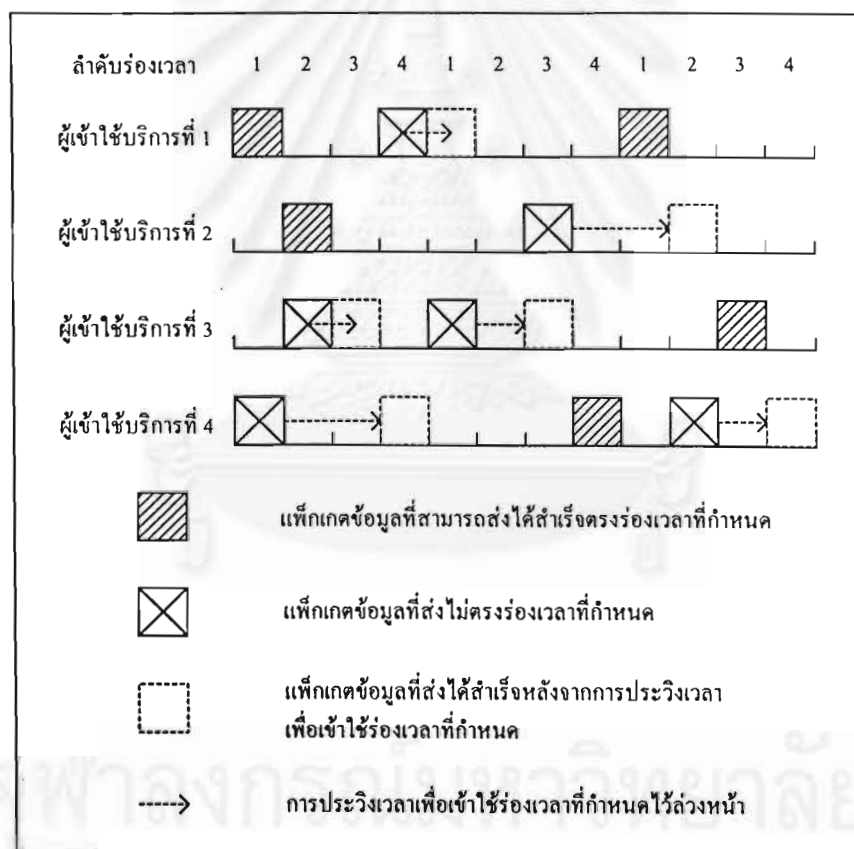
โดยทั่วไประเบียบวิธีสื่อสารในการเข้าถึงหลายทางของโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียมสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. การจัดสรรแบบตายตัว (fixed assignment)
2. การจัดสรรเชิงสุ่ม (random assignment)
3. การจัดสรรตามความต้องการ (demand assignment)
4. การจัดสรรแบบปรับตัว (adaptive assignment)

1) การจัดสรรแบบตายตัว

เป็นวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้กับแต่ละสถานีภาคพื้นดินหรือผู้ใช้บริการในโครงข่ายล่วงหน้าอย่างถาวร โดยไม่มีการแย่งชิงกันเข้าใช้บริการช่องสัญญาณ เนื่องจากแต่ละผู้ใช้บริการจะมีการกำหนดช่องสัญญาณเพื่อรองรับปริมาณทราฟฟิกของตนเองอยู่ก่อนแล้ว ซึ่ง

วิธีการดังกล่าวนี้เหมาะสำหรับโครงข่ายที่มีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่นตลอดเวลา และมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการโครงข่ายค่อนข้างน้อย สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารที่มีลักษณะของการจัดสรรเป็นแบบตายตัว และเป็นที่ยึดกันดีคือระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA [1] และ FDMA [6] ซึ่งจะพบว่าการกำหนดช่องสัญญาณให้กับแต่ละผู้เข้าใช้บริการล่วงหน้าโดยไม่พิจารณาถึงปริมาณและช่วงเวลาของความ ต้องการในการส่งข่าวสารนั้นนับว่าเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากในบางครั้งที่ผู้เข้าใช้บริการไม่ต้องการส่งข่าวสาร จึงทำให้เกิดการสูญเสียแบนด์วิดท์ช่องสัญญาณไปโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากช่องสัญญาณที่ถูกกำหนดให้ไว้ล่วงหน้านั้นไม่สามารถรองรับปริมาณทราฟฟิกของผู้เข้าใช้บริการรายอื่นได้เลย รวมทั้งค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลยังมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนผู้เข้าใช้บริการของโครงข่าย ด้วยเหตุนี้ระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA (ดังแสดงในรูปที่ 2.1) และ FDMA จึงไม่เหมาะกับโครงข่ายที่มีปริมาณทราฟฟิกเบาบางและมีผู้เข้าใช้บริการของโครงข่ายจำนวนมาก

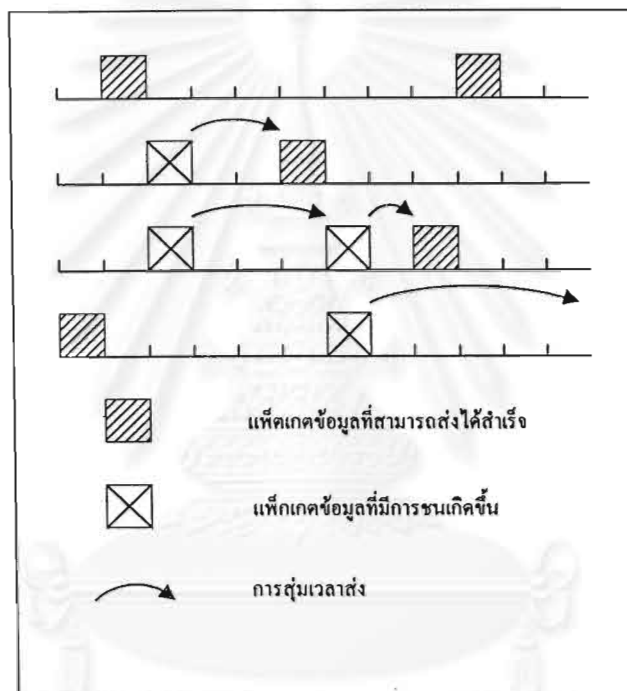


รูปที่ 2.1 การเข้าถึงหลายทางแบบ TDMA

2) การจัดสรรเชิงสุ่ม

ทุกสถานีที่มีความต้องการที่จะส่งข้อมูลจะส่งข้อมูลทันทีโดยไม่มีการเข้าจังหวะกันระหว่างสถานี เป็นลักษณะของการแย่งชิงกันเข้าใช้ช่องสัญญาณซึ่งไม่ได้มีการกำหนดให้กับสถานี

ใดๆไว้ล่วงหน้ามาก่อน แต่ละสถานีจะรับรู้สถานะของแพ็คเกจข้อมูลที่ถูกส่งไปว่าสามารถส่งได้สำเร็จหรือไม่ก็ต่อเมื่อเวลาผ่านไปเท่ากับระยะเวลาประวัติการแพร่กระจายครบรอบนับจากเวลาที่เริ่มส่งแพ็คเกจข้อมูล โดยแต่ละสถานีจะเฝ้าตรวจสอบสถานะจากช่องสัญญาณการแพร่สัญญาณ (satellite broadcast channel) ถ้าเกิดการชนกันขึ้นของแพ็คเกจข้อมูลเนื่องจากมีแพ็คเกจข้อมูลตั้งแต่ 2 แพ็คเกจขึ้นไปถูกส่งเข้าไปที่ระยะเวลาเดียวกัน สถานีผู้ส่งจะส่งแพ็คเกจข้อมูลเดิมขึ้นไปใหม่หลังจากสุ่มเลือกเวลาในการส่งครั้งต่อไป วิธีการของการจัดสรรเชิงสุ่มจะไม่ขึ้นกับจำนวนผู้เข้าใช้บริการแต่จะเหมาะกับโครงข่ายที่มีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง เพื่อลดอัตราการแข่งขันของแพ็คเกจข้อมูลซึ่งเป็นสาเหตุทำให้สมรรถนะโดยรวมของโครงข่ายต่ำลง สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารที่มีลักษณะการจัดสรรเชิงสุ่มได้แก่ Pure-Aloha S-Aloha (ดังแสดงในรูปที่ 2.2) [1,7] เป็นต้น



รูปที่ 2.2 การเข้าถึงหลายทางแบบ S-Aloha

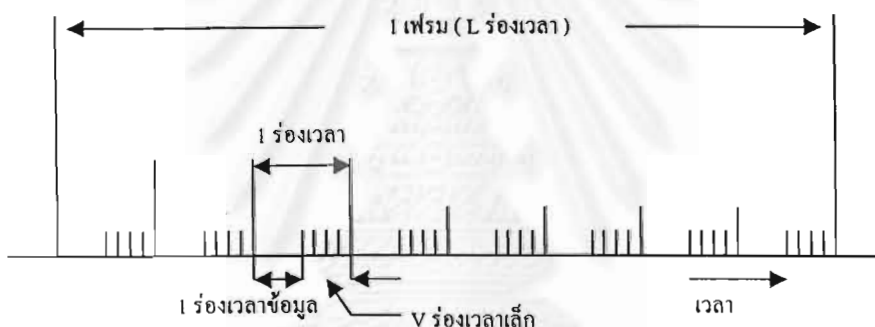
3) การจัดสรรตามความต้องการ

เป็นวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณให้กับผู้เข้าใช้บริการตามปริมาณความต้องการของแต่ละผู้ใช้ เมื่อใดก็ตามที่ผู้เข้าใช้บริการต้องการที่จะส่งข้อมูลผู้เข้าใช้บริการก็จะส่งแพ็คเกจโอเวอร์เฮดไปยังส่วนของเฟรมย่อยเพื่อการจอง (reservation subframe) เพื่อเข้าไปแสดงสถานะการร้องขอและจองลำดับคิวเพื่อการเข้าใช้บริการ จากนั้นเมื่อผู้เข้าใช้บริการหรือสถานีผู้ส่งรับทราบสถานะของแพ็คเกจโอเวอร์เฮดว่าสามารถเข้าจองลำดับคิวได้สำเร็จ สถานีผู้ส่งก็จะส่งแพ็คเกจข้อมูลเข้าไปยังส่วนของเฟรมย่อยข้อมูล (data subframe) ต่อไป หรือส่งแพ็คเกจโอเวอร์เฮดใหม่อีก

ครั้งเมื่อพบว่าแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดเดิมที่ส่งไปอยู่ในสถานะชนกันสูญหาย สำหรับการร้องขอและจองลำดับคิวของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดนั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะคือ

1. การกำหนดตำแหน่งตายตัว (TDMA)

แต่ละผู้เข้าใช้บริการจะมีเวลาที่ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแบบถาวรให้กับแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดอยู่ก่อนแล้ว จึงเป็นที่แน่นอนว่าจะไม่มีการสูญหายหรือการชนกันของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดเกิดขึ้น แต่เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสารดังกล่าวอ้างรูปแบบในการเข้าถึงหลายทางแบบ TDMA จึงทำให้เกิดปัญหาในทำนองเดียวกันกับระเบียบวิธีสื่อสารแบบ TDMA คือ ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลจะแปรผันตามจำนวนผู้เข้าใช้บริการ ดังนั้นวิธีการดังกล่าวจึงไม่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับโครงข่ายที่มีผู้เข้าใช้บริการอยู่เป็นจำนวนมาก ตัวอย่างของระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการกำหนดตำแหน่งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดในแบบตายตัวได้แก่ TDMA-Reservation [1,7] ดังแสดงในรูปที่ 2.3

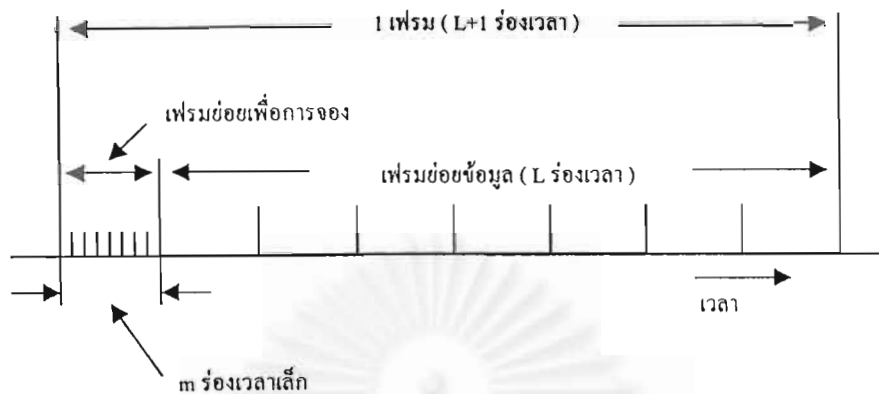


รูปที่ 2.3 รูปแบบการจัดสรรระยะเวลาของระเบียบวิธีสื่อสารแบบ TDMA-Reservation

2. การสุ่มตำแหน่ง (random access)

ผู้เข้าใช้บริการที่มีความต้องการที่จะส่งข้อมูลจะส่งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดเพื่อแสดงสถานะการร้องขอและจองลำดับคิวไปยังเฟรมย่อยเพื่อการจองแบบสุ่มระยะเวลา โดยไม่มีการกำหนดระยะเวลาโอเวอร์เฮดเฉพาะให้กับแต่ละสถานีล่วงหน้า ดังนั้นในแต่ละระยะเวลาของเฟรมย่อยเพื่อการจอง จึงเกิดการแย่งชิงกันขึ้นของสถานีที่ต้องการเข้าใช้บริการ เมื่อแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดสามารถจองระยะเวลาได้สำเร็จ สถานีผู้ส่งก็จะถูกจัดเข้าลำดับคิวเพื่อรอเวลาจนกระทั่งถึงเวลาของเฟรมย่อยข้อมูล แพ็กเก็ตข้อมูลของแต่ละสถานีที่อยู่ในคิวก็จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลตามลำดับแบบมาก่อนบริการก่อน (first come first serve : FCFS) ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับกรณีการกำหนดตำแหน่งโอเวอร์เฮดแบบตายตัว เนื่องจากการสุ่มตำแหน่งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดอ้างอิงหลักการในการส่งตามแบบของระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha (การจัดสรรเชิงสุ่ม) จึงทำให้สมรรถนะของระเบียบวิธีสื่อสารชนิดนี้ไม่ขึ้นกับจำนวนผู้เข้าใช้บริการของโครงข่าย และสามารถใช้ได้ดีแม้ในกรณีที่มีปริมาณ

กราฟฟิกของโครงข่ายมีค่าสูง ตัวอย่างระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการจองรื่องเวลาและมีการส่งแพ็กเก็ตเกิดโอเวอร์เฮดเชิงสุ่มได้แก่ Aloha-Reservation [1,7] ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2. 4 รูปแบบการจัดสรรรื่องเวลาของระเบียบวิธีสื่อสารแบบ Aloha-Reservation

นอกจากวิธีการทั้ง 2 วิธีดังกล่าวแล้ว ยังมีระเบียบวิธีสื่อสารของการจัดสรรตามความต้องการอีกวิธีหนึ่งที่มีรูปแบบต่างไปจากวิธีการทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมาคือ ในการจองรื่องเวลาจะไม่ใช้แพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดแต่จะใช้แพ็กเก็ตแรกของข้อความข่าวสารในการแย่งชิงตำแหน่งรื่องเวลาภายในเฟรมตามแบบวิธีของ S-Aloha เมื่อสถานีผู้ส่งได้รับทราบว่าสามารถจองรื่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จตำแหน่งของรื่องเวลาดังกล่าวในเฟรมถัดไปก็จะถูกจองให้กับสถานีผู้ส่งนั้นๆจนกว่าสถานีดังกล่าวจะหมดความต้องการในการส่งข้อมูล รื่องเวลาดังกล่าวจึงถูกเปลี่ยนสถานะจากสถานะถูกจองเป็นสถานะว่างเพื่อรองรับการช่วงชิงของสถานีอื่นๆต่อไป สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารที่มีรูปแบบการจัดสรรตามแบบวิธีการดังกล่าวได้แก่ R-Aloha [1,7]

วิธีการทั้ง 3 วิธีดังกล่าวเป็นการพัฒนาระเบียบวิธีสื่อสารให้สามารถจองรื่องเวลาล่วงหน้า โดยมีจำนวนที่ปรับตัวตามปริมาณความต้องการ เพื่อให้เหมาะกับโครงข่ายที่ต้องการส่งข้อความข่าวสารที่มีขนาดข้อความยาวขึ้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วนั้นขนาดของข้อความข่าวสารจะมีขนาดเปลี่ยนแปลงได้โดยมีทั้งขนาดสั้น (หนึ่งแพ็กเก็ตต่อข้อความ) และขนาดยาว (หลายๆแพ็กเก็ตต่อข้อความ) เมื่อพิจารณากรณีที่ข้อความข่าวสารที่ต้องการส่งมีขนาดสั้นระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA-Reservation และ Aloha-Reservation จะเสียค่าประวิงเวลาอย่างน้อยที่สุดเท่ากับค่าระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ เนื่องจากในการส่งข้อความข่าวสารแต่ละครั้งสถานีผู้ส่งจะต้องจองรื่องเวลาโดยการส่งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดก่อนเสมอแทนที่จะสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้ทันทีจึงทำให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลยังคงสูงอยู่ ส่วนระเบียบวิธีสื่อสาร R-Aloha เมื่อพิจารณาการส่งข้อความข่าวสารที่มีขนาดสั้นประสิทธิภาพของวิธีการดังกล่าวจะลดต่ำลงเท่ากับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha

4) การจัดสรรแบบปรับตัว

จากระเบียบวิธีสื่อสารทั้งหมดที่ได้กล่าวถึง จะพบว่าแต่ละวิธีไม่เหมาะสมและไม่สามารถที่จะนำมาจัดการกับทราฟฟิกของโครงข่ายด้วยตัวของมันเองโดยลำพังแล้วทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของการเข้าใช้บริการได้ ดังนั้นจึงเกิดระเบียบวิธีสื่อสารชนิดใหม่ขึ้น โดยเกิดจากการรวมเอาลักษณะที่ดีของระเบียบวิธีสื่อสารในหลายๆรูปแบบเข้าไว้ด้วยกันอย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดคุณภาพและประสิทธิภาพของการเข้าใช้บริการโครงข่ายที่สูงขึ้น ซึ่งเรียกระเบียบวิธีสื่อสารกลุ่มนี้ว่ามีการจัดสรรแบบปรับตัว

การจัดสรรแบบปรับตัวถูกออกแบบขึ้นเพื่อให้โครงข่ายบริการสามารถปรับเปลี่ยนลักษณะพฤติกรรมเข้ากับแต่ละสภาพทราฟฟิกได้อย่างเหมาะสม ซึ่งรูปแบบโดยทั่วไปของระเบียบวิธีสื่อสารชนิดนี้เกิดจากการรวมกันของการจัดสรรเชิงสุ่ม (S-Aloha) และการจัดสรรตามความต้องการ (TDMA-Reservation, Aloha-Reservation) เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสารทั้ง 2 ชนิดสามารถชดเชยและปรับปรุงแก้ไขข้อเสียซึ่งกันและกันได้อย่างเหมาะสม ยกตัวอย่างเช่นการใช้ระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha เพียงวิธีเดียวไม่สามารถทำให้ค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายสูงเกิน 0.368 ได้ แต่เมื่อนำมาผสมเข้ากับหลักการของการจัดสรรตามความต้องการสามารถทำให้ค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายมีค่าสูงขึ้นได้ ส่วนระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA-Reservation และ Aloha-Reservation ไม่มีทางที่จะมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลต่ำกว่าค่าระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบได้ แต่เมื่อได้นำวิธีการของระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha เข้ามาปรับใช้ที่เหมาะสมทำให้ค่าระยะเวลาประวิงดังกล่าวลดต่ำลงจนอยู่ในขั้นที่น่าพอใจ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการจัดสรรแบบปรับตัวได้แก่ ระเบียบวิธีสื่อสารแบบปรับตัว (adaptive multiple access protocol) [8] SRUC (split reservation upon collision protocol) [1,7] ASHA (adaptive satellite hybrid access protocol) [9] และ SRMA (scheduled-retransmission multiaccess protocol) [3]

2.2 ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA

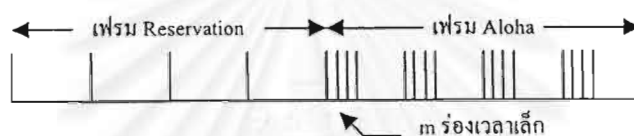
Tak-Shing P. Yum และ Eric W.M. Wong ได้เสนอระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการจัดสรรแบบปรับตัวคือระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ซึ่งเป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่ลดปัญหาการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลอันเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นกับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha และลดอัตราการชนกันระหว่างแพ็กเก็ตข้อมูลที่ต้องส่งใหม่กับแพ็กเก็ตข้อมูลที่เพิ่งถูกส่งเข้ามาเป็นครั้งแรก โดยได้มีการออกแบบเฟรมร่องเวลาใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ระเบียบวิธีสื่อสารดังกล่าวยังมีการปรับลักษณะพฤติกรรมในการเข้าถึงเป็นแบบ S-Aloha เมื่อโครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง และเปลี่ยนลักษณะการเข้าถึงเป็นแบบ Aloha-Reservation เมื่อโครงข่ายมี

ปริมาณทราฟฟิกหนาแน่นขึ้น ซึ่งจะสามารถแบ่งระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการจัดรูปแบบเฟรมร็องเวลา ดังนี้

- 1) SRMA-รูปแบบเฟรมตายตัว (fixed-frame SRMA: SRMA/FF)
- 2) SRMA-รูปแบบเฟรมพลวัต (dynamic-frame SRMA: SRMA/DF)

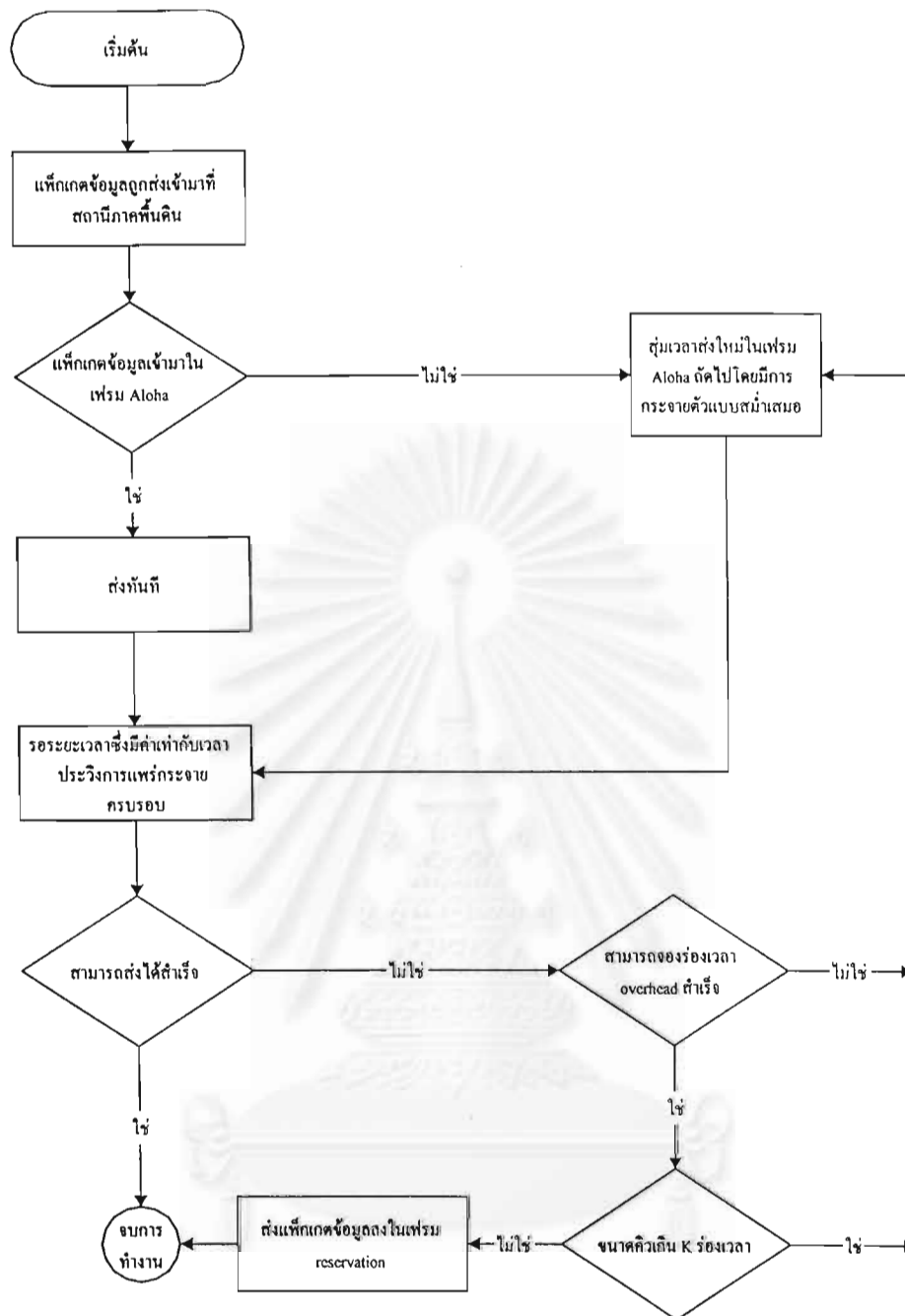
1) SRMA-รูปแบบเฟรมตายตัว

ช่องสัญญาณดาวเทียมจะถูกพิจารณาการทำงานที่ละเฟรม โดยที่แต่ละเฟรมจะประกอบด้วยจำนวนร็องเวลาคงที่ K ร็องเวลา ซึ่งแบ่งรูปแบบการทำงานออกเป็น 2 โมดคือ โมดการช่วงชิง (เฟรม Aloha) และ โมดการจอง (เฟรม Reservation) โดยที่แต่ละร็องเวลาในโมดการช่วงชิงจะประกอบด้วย m ร็องเวลาเล็ก (m-minislots) และหนึ่งร็องเวลาข้อมูล (data slot) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 รูปแบบการจัดสรรร็องเวลาของระเบียบวิธีสื่อสารแบบ SRMA

โดยเริ่มต้นถ้าแพ็กเก็ตข้อมูลถูกส่งเข้ามายังสถานีภาคพื้นดินในขณะที่ช่องสัญญาณดาวเทียมอยู่ในโมดเฟรม Aloha ให้ส่งแพ็กเก็ตข้อมูลพร้อมทั้งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดนั้นๆทันทีด้วยการเข้าถึงแบบ S-Aloha แต่ถ้าช่องสัญญาณดาวเทียมอยู่ในโมดเฟรม Reservation ให้ประวิงเวลาในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลและแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดดังกล่าวลงเพื่อรอส่งในช่องสัญญาณดาวเทียมโมดเฟรม Aloha ถัดไปหลังจากการสุ่มเวลาส่งด้วยการเข้าถึงแบบ S-Aloha ถ้าการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลไม่เกิดการชนกับแพ็กเก็ตข้อมูลจากสถานีผู้ใช้บริการรายอื่นแสดงว่าการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลดังกล่าวสามารถส่งได้สำเร็จ ลำดับคิวการจองของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดสำหรับแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นๆก็จะถูกยกเลิกไป แต่เมื่อใดก็ตามที่เกิดการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลในร็องเวลาข้อมูลเดียวกันในเฟรม Aloha ให้ส่งแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นใหม่โดยส่งเข้าไปในโมดการจองตามลำดับคิวของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดในกรณีที่แพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดสามารถจองหนึ่งร็องเวลาใน m ร็องเวลาเล็กได้สำเร็จ หรือส่งแพ็กเก็ตข้อมูลและแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดนั้นใหม่หลังจากการเลือกสุ่มเวลาส่งในกรณีที่แพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดเกิดการชนกันขึ้นในร็องเวลาเล็กเดียวกันซึ่งจะเห็นว่าขนาดของเฟรม Reservation จะมีจำนวนร็องเวลาขึ้นกับปริมาณความสำเร็จในการจองร็องเวลาเล็กของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดจากเฟรม Aloha แต่เมื่อใดก็ตามที่ขนาดของคิวในการจองร็องเวลามีค่าเกิน K ร็องเวลาให้ตัดทอนขนาดคิวดังกล่าวลงโดยมีขนาดได้สูงสุดเพียง K ร็องเวลา ดังแผนผังแสดงการทำงานในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แผนผังการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF

เมื่อกำหนดให้ (x,y) เป็นเวกเตอร์แสดงสถานะการจัดสรรแพ็กเก็ตข้อมูลใดๆ โดย

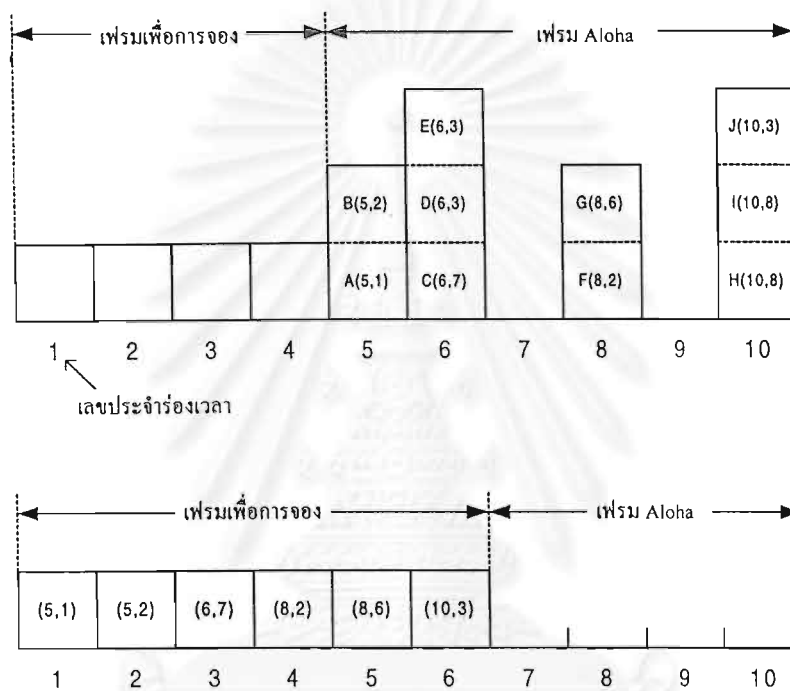
$x \in \{1,2,\dots,K\}$ แสดงตำแหน่งร่วเวลาในเฟรมหนึ่งที่แพ็กเก็ตข้อมูลถูกส่งเข้ามา และ

$y \in \{1,2,\dots,m\}$ แสดงตำแหน่งร่วเวลาเล็กภายในหนึ่งร่วเวลาใดๆ

ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA-รูปแบบเฟรมตายตัว จะมีขั้นตอนในการพิจารณาการจัดสรรดังนี้

- (1) แพ็กเก็ตข้อมูลใดๆที่มีเวกเตอร์แสดงสถานะการจัดสรร (x,y) ตรงกันให้ส่งแพ็กเก็ตข้อมูลพร้อมทั้งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดนั้นๆใหม่

- (2) จัดเรียงลำดับคิวของเวกเตอร์แสดงสถานะการจัดสรร (x,y) ที่เหลือตามลำดับของรื่องเวลา X_i ดังนี้ X_1, X_2, \dots, X_K โดยที่ $X_i = \{(x,y) | x = i\}$
- (3) ในแต่ละรื่องเวลา X_i ใดๆ ให้เรียงลำดับคิวของเวกเตอร์แสดงสถานะการจัดสรร (x,y) ตามลำดับของรื่องเวลาเล็ก y
- (4) ในกรณีที่เซตของคิวเวกเตอร์แสดงสถานะการจัดสรรมีจำนวนมากกว่า K เวกเตอร์ให้ตัดทอนจำนวนของเวกเตอร์ลง โดยให้มีจำนวนเวกเตอร์สูงสุดได้เพียง K เวกเตอร์เท่านั้นเพื่อส่งเข้าไปในโมดการจองตามลำดับ



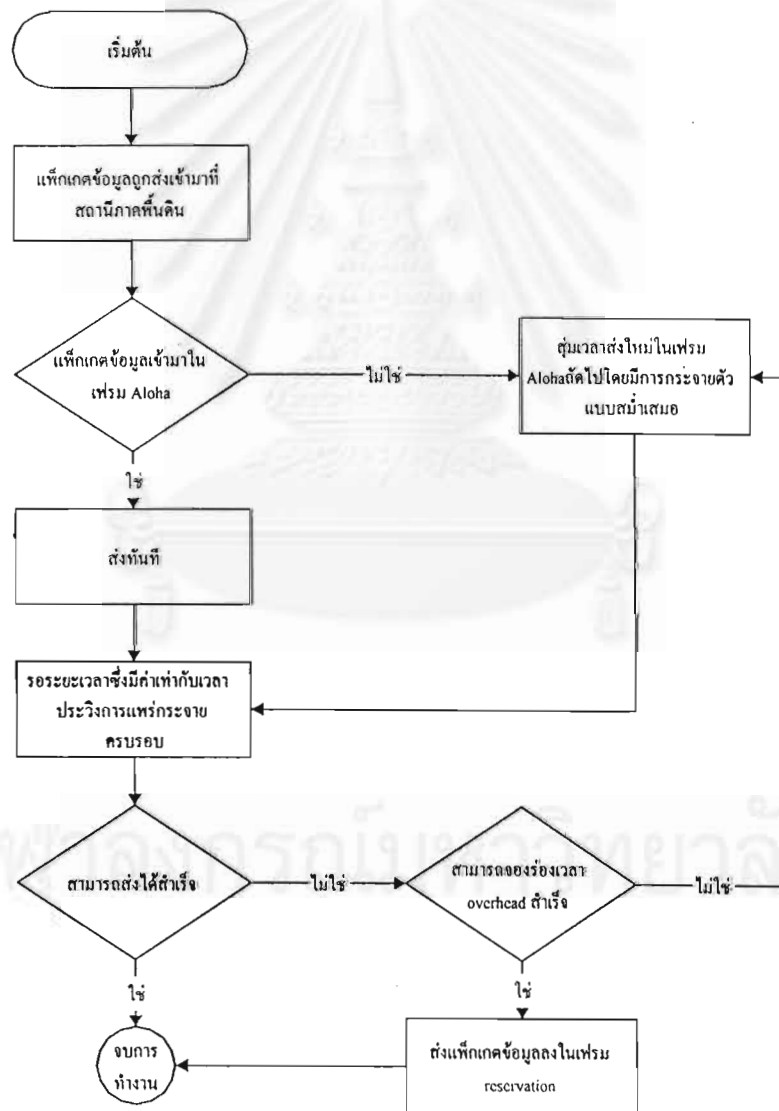
รูปที่ 2.7 แสดงการจัดสรรของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF

ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.7 เมื่อกำหนดให้หนึ่งเฟรมมีจำนวนรื่องเวลา $K = 10$ รื่องเวลาและมีจำนวนรื่องเวลาเล็กต่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 8$ รื่องเวลาโดยที่เฟรม Aloha จะเริ่มต้นที่รื่องเวลาที่ 5 จากรูปจะพบว่า แพ็กเกต A, B, C, F, G และ J สามารถจองรื่องเวลาในเฟรม Reservation ได้สำเร็จเนื่องจากมีเวกเตอร์แสดงสถานะการจัดสรรแตกต่างกัน แต่แพ็กเกต D กับ E และ H กับ I มีเวกเตอร์แสดงสถานะการจัดสรรที่ตรงกัน จึงต้องส่งแพ็กเกตดังกล่าวใหม่อีกครั้งหลังจากที่มีการสุ่มเวลาส่ง

2) SRMA-รูปแบบเฟรมพลวัต

ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA-รูปแบบเฟรมพลวัต เฟรม Aloha มีจำนวนรื่องเวลาที่ F รื่องเวลาซึ่งแตกต่างจากระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA-รูปแบบเฟรมตายตัว อีกทั้งเฟรม Reservation ก็มีจำนวนรื่องเวลาขึ้นกับปริมาณความสำเร็จในการจองรื่องเวลาเล็กของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดจากเฟรม Aloha ซึ่งไม่มีการตัดทอนขนาดคิวให้เหลือเพียง K รื่องเวลาดังแสดงในกรณีของ SRMA-รูปแบบเฟรมตายตัว

ส่วนลักษณะการทำงานโดยทั่วไปจะมีลักษณะเช่นเดียวกับกรณี SRMA-รูปแบบเฟรมตายตัว แต่จะแตกต่างกันตรงที่ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA-รูปแบบเฟรมพลวัตมีขนาดของเฟรม Reservation ที่ไม่ถูกตัดทอนและมีการเปลี่ยนสถานะจากโหมดการจองมาเป็นโหมดการช่วงชิงได้ก็คือเมื่อคิวของเฟรม Reservation ว่างลงแล้วเท่านั้น ซึ่งมีแผนผังแสดงการทำงานดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แผนผังการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF

2.3 กลวิธีการส่งซ้ำตามปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ

Eric W. M. Wong และ Tak-Shing P. Yum นำเสนอกลวิธีในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเดียวกันซ้ำหลายครั้งเพื่อเพิ่มความน่าจะเป็นในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จแทนการส่งเพียงครั้งเดียวสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha โดยจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำจะลดลงตามค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลเดียวกันหลายๆครั้งจะเป็นการเพิ่มโอกาสในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้เป็นผลสำเร็จในกรณีที่โครงข่ายสื่อสารมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง แต่จะเป็นการเพิ่มโอกาสการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลระหว่างสถานีต้นที่ถ้าปริมาณทราฟฟิกของโครงข่ายมีค่าสูงขึ้น ซึ่งจะพิจารณาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลได้จากค่าความน่าจะเป็นที่อย่างน้อยหนึ่งในทั้งหมด k ครั้งที่มีการส่งซ้ำสำหรับแพ็กเก็ตข้อมูลใดๆสามารถส่งได้สำเร็จโดยไม่เกิดการชนเกิดขึ้นสำหรับค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ (channel traffic) หนึ่งๆตามสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$\begin{aligned}
 P_k &= 1 - [\text{ความน่าจะเป็นที่การส่งซ้ำทั้ง } k \text{ ครั้งเกิดการชนเกิดขึ้น}] \\
 &= 1 - (1 - e^{-k\Lambda})^k \quad ; \quad k = 1, 2, 3, \dots
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

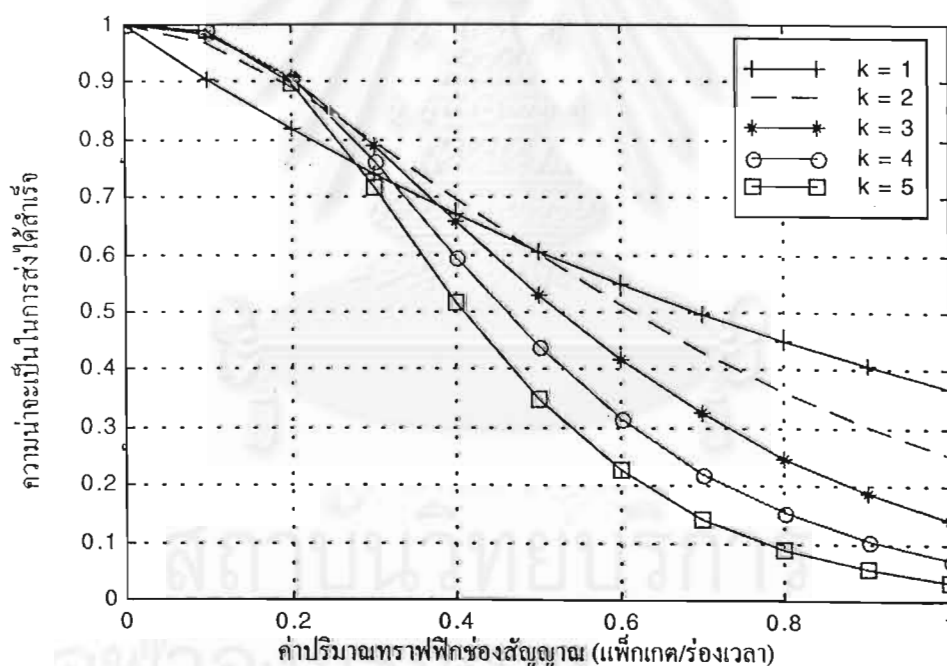
- เมื่อ P_k คือ ค่าความน่าจะเป็นที่อย่างน้อยหนึ่งในทั้งหมด k ครั้งที่มีการส่งซ้ำสำหรับแพ็กเก็ตข้อมูลหนึ่งๆสามารถส่งได้สำเร็จ
- k คือ จำนวนครั้งที่ทุกผู้เข้าใช้บริการในโครงข่ายใช้ในการส่งซ้ำต่อหนึ่งแพ็กเก็ตข้อมูล
- Λ คือ ค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ

สำหรับปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณซึ่งนิยามโดยค่าผลรวมอัตราการเข้ามาของแพ็กเก็ตข้อมูลจากทุกผู้เข้าใช้บริการในโครงข่ายซึ่งมีการเข้ามาเป็นแบบปัวส์ซง ไม่ว่าจะการเข้ามาของแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นๆจะเป็นการส่งเข้ามาเป็นครั้งแรกหรือเป็นการเข้ามาจากการส่งใหม่เมื่อการส่งเข้ามาครั้งแรกเกิดการชนขึ้น ซึ่งในระบบของการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณจะไม่พิจารณาอัตราการเข้ามาจากแพ็กเก็ตข้อมูลที่เกิดจากการส่งซ้ำ [1,5,10] ซึ่งสามารถแสดงสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\Lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (2.2)$$

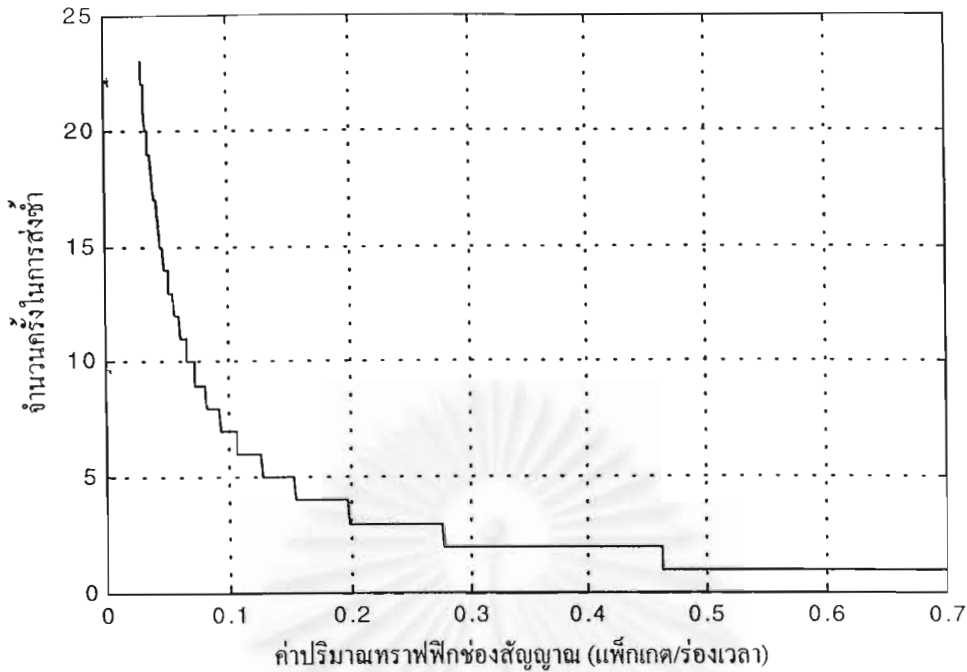
เมื่อ λ_i คือ อัตราการเข้ามาของแพ็กเก็ตข้อมูลของผู้เข้าใช้บริการที่ i
 n คือ จำนวนผู้เข้าใช้บริการทั้งหมดในโครงข่ายบริการ

เมื่อนำสมการที่ (2.1) มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นที่การส่งซ้ำจะสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จกับค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ จะพบว่า การส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงหนึ่งครั้งต่อหนึ่งแพ็กเก็ตจะเหมาะกับค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณที่มีค่าสูงกว่า 0.48 แพ็กเก็ต/ร่องเวลา และเมื่อปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณมีค่าต่ำลงจำนวนครั้งในการส่งซ้ำที่ทำให้ความน่าจะเป็น P_k มีค่าเข้าใกล้ 1 จะมีค่าสูงขึ้น ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณทราฟฟิกของโครงข่ายเบาบางการส่งซ้ำหลายๆครั้งจะส่งผลให้โอกาสในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จมีค่าสูงกว่าการส่งเพียงครั้งเดียว ดังกราฟแสดงความสัมพันธ์ในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความน่าจะเป็น P_k กับปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ Λ

โดยจำนวนครั้งที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการส่งซ้ำซึ่งทำให้ค่าความน่าจะเป็น P_k มีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด สำหรับค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณหนึ่งๆมีค่าดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 จำนวนครั้งในการส่งซ้ำสำหรับค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ

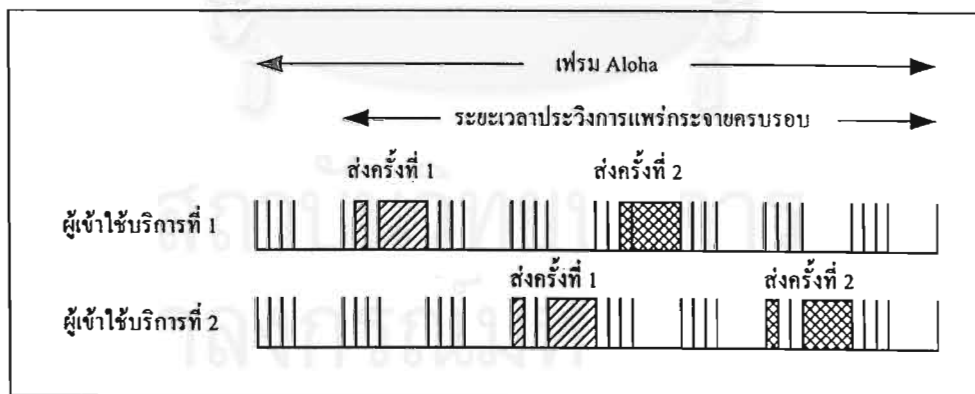
2.4 ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ

เนื่องจากระยะเวลาประวิงที่เกิดขึ้นกับโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งต่อผู้เข้าใช้บริการ โครงข่าย ระเบียบวิธีสื่อสารที่ใช้ติดต่อสื่อสารถึงกันระหว่างสถานีผู้เข้าใช้บริการซึ่งถือว่าเป็นตัวกำหนดสมรรถนะของโครงข่ายนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีความสมบูรณ์ในการช่วยลดระยะเวลาเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่เกิดขึ้น ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเสนอระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ (multiple transmission multiple reservation protocol : MTMR) ซึ่งมีลักษณะการจัดสรรแบบปรับตัว โดยอาศัยหลักการของการช่วงชิงแบบส่งซ้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณกราฟฟิกผนวกเข้ากับวิธีการจองช่องสัญญาณดาวเทียมแบบ SRMA เพื่อเพิ่มสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลให้ดีขึ้นกว่าเดิมแต่ยังคงมีค่าวิสัยสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ โดยในการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูลพร้อมกับแพ็กเกตโอเวอร์เฮดครั้งที่ k ใด ๆ นั้นจะต้องส่งซ้ำภายในช่วงระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบของการส่งแพ็กเกตข้อมูลและแพ็กเกตโอเวอร์เฮดครั้งแรก เนื่องจากเป็นเวลาที่สถานีผู้ส่งยังไม่ทราบสถานะของการส่งแพ็กเกตครั้งแรกว่าสามารถส่งได้สำเร็จหรือไม่ ในกรณีที่พบว่าแพ็กเกตข้อมูลและแพ็กเกตโอเวอร์เฮดที่ส่งเป็นครั้งแรกเกิดการชนกันสูญหาย สถานีผู้ส่งก็จะรอผลลัพธ์ของการส่งครั้งที่ k ต่อมาว่าสามารถส่งได้เป็นผลสำเร็จหรือไม่ ถ้าพบว่าสามารถส่งแพ็กเกตข้อมูลได้สำเร็จก็จะลดระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลลง เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลารอผลลัพธ์ของการส่งใหม่ซึ่งมีระยะเวลาอย่างน้อยเท่ากับ

2 เท่าของระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ ดังเช่นในกรณีของการส่งแพ็กเก็ตเกิดข้อมูลเพียงครั้งเดียว

สำหรับการพัฒนาสมรรถนะความสามารถของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA นั้นจะพิจารณาการพัฒนาสมรรถนะตามรูปแบบของระเบียบวิธีสื่อสารเดิมที่เคยนำเสนอ ทั้งรูปแบบเฟรมตายตัวและรูปแบบเฟรมพลวัต ซึ่งมีลักษณะการทำงานที่คล้ายคลึงกันแต่มีเงื่อนไขของจำนวนร่องเวลาในเฟรม Aloha และ เฟรม Reservation ที่แตกต่างกันคือ ในกรณีรูปแบบเฟรมตายตัวจะมีจำนวนร่องเวลาในเฟรม Reservation อย่างมากที่สุด K ร่องเวลา และร่องเวลาที่เหลือทั้งหมดต่อระยะเวลาหนึ่งเฟรมจะเป็นร่องเวลาของเฟรม Aloha ส่วนรูปแบบเฟรมพลวัตนั้นจะมีจำนวนร่องเวลาในเฟรม Aloha คงที่จำนวน F ร่องเวลา และมีจำนวนร่องเวลาในเฟรม Reservation ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปริมาณความสำเร็จในการจองร่องเวลาเล็กของการส่งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดของแต่ละสถานีผู้ใช้บริการ

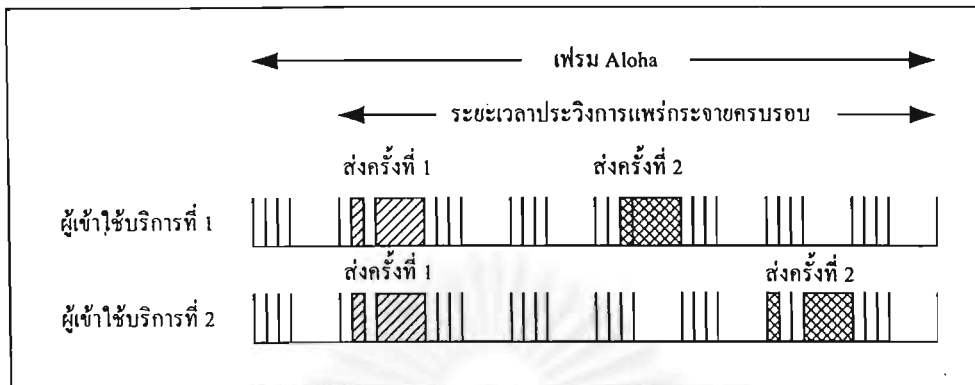
โดยเริ่มต้นแต่ละสถานีที่ต้องการส่งข้อมูลจะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลพร้อมทั้งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดในขณะที่สถานีผู้ส่งยังไม่ทราบสถานะของการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลครั้งแรกว่าสามารถส่งได้สำเร็จหรือไม่สถานีดังกล่าวก็จะสุ่มเวลาส่งแพ็กเก็ตข้อมูลรวมทั้งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดเดิมเข้าไปอีกจำนวน k ครั้งใดๆตามความเหมาะสมของสภาพกราฟฟิคช่องสัญญาณขณะนั้นๆ ในกรณีที่แพ็กเก็ตข้อมูลแรกสามารถส่งได้สำเร็จ การจองตำแหน่งคิวของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดและการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลครั้งที่ k ใดๆก็จะถูกยกเลิกไป โดยมีลักษณะการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ลักษณะการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR ในกรณีที่แพ็กเก็ตข้อมูลสามารถส่งได้สำเร็จ

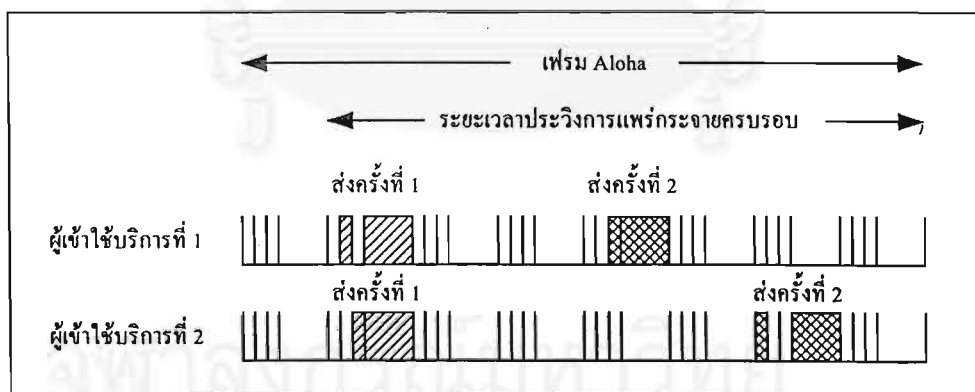
ในกรณีที่แพ็กเก็ตข้อมูลแรกเกิดการชนกันสูญหาย ให้พิจารณาว่าสถานีดังกล่าวสามารถจองตำแหน่งคิวของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดได้เป็นผลสำเร็จหรือไม่ ถ้าหากพบว่าแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดไม่

สามารถจองลำดับคิวได้ ก็ให้พิจารณาช่วงเวลาของแพ็กเก็ตข้อมูลและแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดของการส่งซ้ำครั้งที่ k ต่อมาในลักษณะเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.12

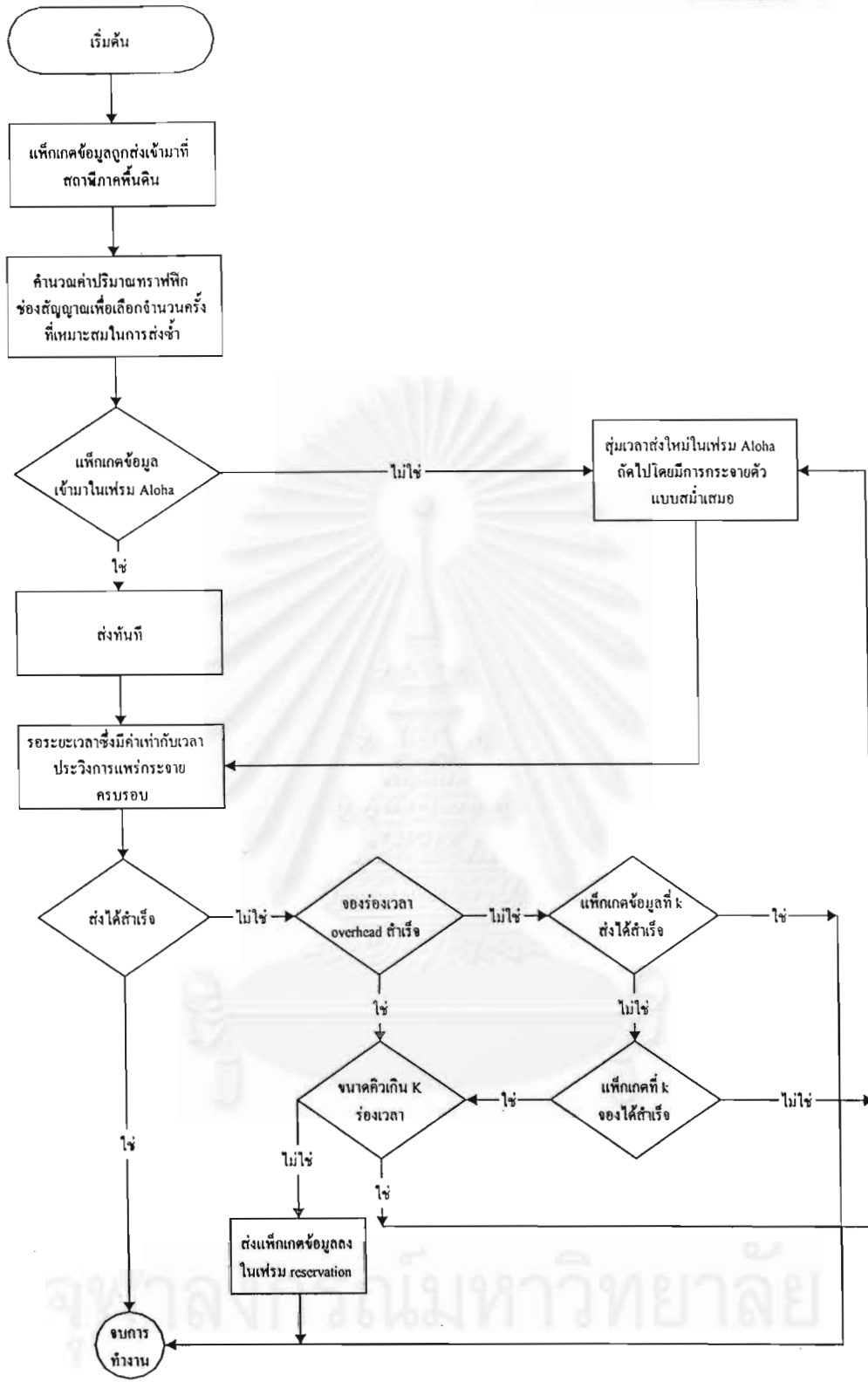


รูปที่ 2.12 ลักษณะการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR ในกรณีที่แพ็กเก็ตข้อมูลไม่สามารถจองลำดับคิวได้ในการส่งครั้งที่ 1

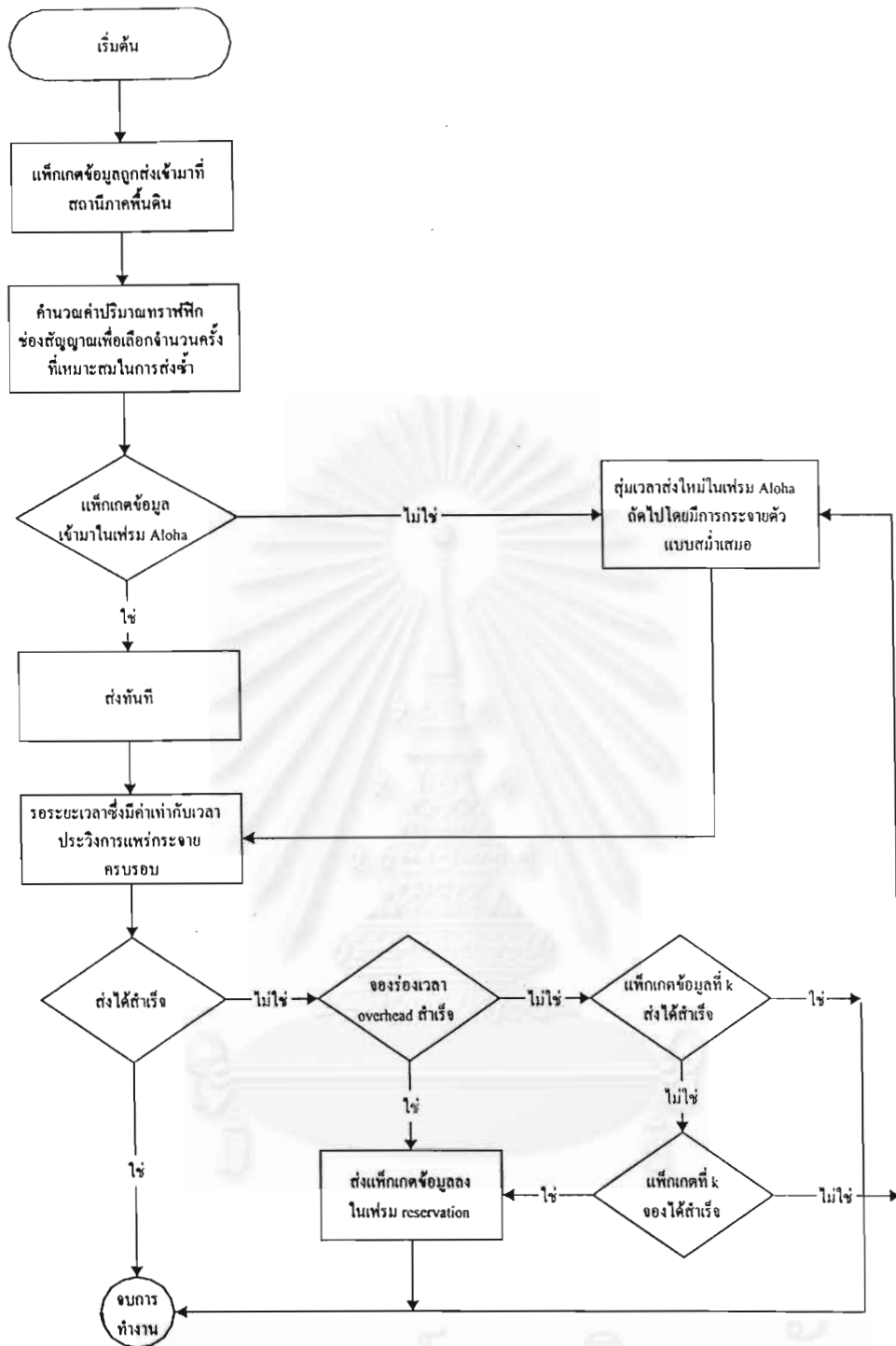
ถ้าแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดสามารถจองลำดับคิวได้ ก็ให้ส่งแพ็กเก็ตข้อมูลดังกล่าวเข้าไปในโมดการจองตามลำดับการจองของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮด และเช่นเดียวกันแพ็กเก็ตข้อมูลและแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดที่เกิดจากการส่งซ้ำก็จะถูกยกเลิกไป ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ซึ่งมีแผนผังแสดงการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสารตามวิธีการที่นำเสนอในแต่ละรูปแบบแสดงในรูปที่ 2.14 และ 2.15 ตามลำดับ



รูปที่ 2.13 ลักษณะการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR ในกรณีที่แพ็กเก็ตข้อมูลสามารถจองลำดับคิวได้สำเร็จ



รูปที่ 2.14 แผนผังการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF



รูปที่ 2.15 แผนผังการทำงานของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF

2.5 สรุป

ระเบียบวิธีสื่อสารในการเข้าถึงหลายทางโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาการแย่งชิงกันเข้าใช้บริการช่องสัญญาณดาวเทียมที่มีอยู่อย่างจำกัดในการส่งผ่านข้อมูลจาก

ผู้เข้าใช้บริการจำนวนมาก จัดลำดับก่อนหลังให้กับผู้เข้าใช้บริการ อีกทั้งยังบ่งบอกถึงความสามารถในการให้บริการของโครงข่ายว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ โดยระเบียบวิธีสื่อสารที่ใช้สำหรับโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียมควรมีคุณสมบัติในการช่วยลดระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล เนื่องจากการสื่อสารด้วยวิธีการดังกล่าวต้องสูญเสียระยะเวลาเพื่อใช้ในการเดินทางจากโลกถึงดาวเทียมซึ่งนับว่าเป็นระยะเวลาที่ยาวนานมาก ส่งผลให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูง ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจึงถือได้ว่าเป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีคุณสมบัติในการช่วยลดปัญหาดังกล่าว เนื่องจากมีลักษณะการทำงานที่เกิดจากการรวมหลักการของกลวิธีการส่งซ้ำที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำเปลี่ยนแปลงตามปริมาณทราฟฟิกผนวกเข้ากับการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบมีการจอง จึงทำให้โครงข่ายบริการมีสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีขึ้นกว่าเดิมอีกทั้งมีค่าวิสัยสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบจำลองโครงข่ายและวิธีการจำลองโครงข่ายระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ

ในบทนี้กล่าวถึงวิธีการในการจำลองโครงข่าย เพื่อนำไปสู่การประเมินสมรรถนะการให้บริการของโครงข่าย โดยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วนคือ ส่วนแรก กล่าวถึงข้อกำหนดต่างๆที่ใช้ในการจำลองโครงข่ายเพื่อการทดสอบสมรรถนะของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ โดยแบ่งเป็นข้อกำหนดของช่องสัญญาณดาวเทียมและสถานีภาคพื้นดิน และข้อกำหนดของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ ส่วนที่ 2 กล่าวถึงวิธีการในการจำลองโครงข่ายซึ่งได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ในการพิจารณาผลการประเมินและอัตราการเข้ามาของข้อความข่าวสารที่พิจารณา ส่วนที่ 3 กล่าวถึงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการประเมินสมรรถนะของโครงข่าย และส่วนสุดท้าย ส่วนที่ 4 กล่าวถึงการนำเสนอผลการทดสอบความถูกต้องของการจำลองโครงข่ายสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation และ SRMA ซึ่งเป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้อ้างอิงโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองกับผลจากบทความต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบสมรรถนะการให้บริการของโครงข่ายกับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำต่อไป

3.1 ข้อกำหนดของแบบจำลองโครงข่าย

3.1.1 ข้อกำหนดเบื้องต้นของช่องสัญญาณดาวเทียมและสถานีภาคพื้นดิน

1. ช่องสัญญาณดาวเทียมมีอัตราการส่งข้อมูล C บิตต่อวินาที
2. ช่องสัญญาณดาวเทียมแบ่งออกเป็นหลายๆช่วงเวลา ซึ่งหนึ่งช่วงเวลาจะมีขนาดเท่ากับเวลาที่ใช้ในการส่งข่าวสารข้อมูลหนึ่งแพ็กเก็ต (หรือเท่ากับ P/C เมื่อ P คือ จำนวนบิตข้อมูลต่อแพ็กเก็ต ข้อมูลหนึ่งแพ็กเก็ต) แต่ในกรณีที่ระเบียบวิธีสื่อสารมีการส่งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮด หนึ่งช่วงเวลาของช่องสัญญาณดาวเทียมจะมีขนาดเท่ากับขนาดของระยะเวลาที่ใช้ในการส่งข่าวสารข้อมูลหนึ่งแพ็กเก็ตรวมกับขนาดของระยะเวลาเล็กสำหรับแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮด
3. ระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบระหว่างสถานีภาคพื้นดิน 2 สถานีใดๆมีค่าเท่ากับ R ระยะเวลา
4. กำหนดให้ช่องสัญญาณปราศจากค่าความผิดพลาดใดๆกเว้นการชนกันระหว่างแพ็กเก็ตข้อมูลเท่านั้น
5. โครงข่ายมีผู้เข้าใช้บริการ M สถานี

6. ช่วงระยะเวลาในการมาถึงระหว่างข้อความข่าวสารสำหรับผู้เข้าใช้บริการหนึ่งๆจะมีการกระจายแบบปัวส์ซงด้วยค่าเฉลี่ย $1/\lambda$
7. แต่ละผู้เข้าใช้บริการจะไม่สามารถสร้างข้อความข่าวสารได้ใหม่ จนกว่าทุกแพ็กเก็ตของข้อมูลของข้อความข่าวสารปัจจุบันถูกส่งถึงสถานีรับปลายทางเรียบร้อยแล้ว
8. แต่ละข้อความข่าวสารจะประกอบด้วยแพ็กเก็ตข้อมูลหนึ่งแพ็กเก็ต (single packet message)

3.1.2 ข้อกำหนดของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ

1. ในกรณีที่พบว่าแพ็กเก็ตข้อมูลและแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดจากการส่งซ้ำทั้ง k ครั้ง ไม่สามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลและจองลำดับคิวได้สำเร็จ ให้แต่ละสถานีผู้ส่งส่งแพ็กเก็ตข้อมูลและแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดนั้นๆใหม่ด้วยความน่าจะเป็น $1/v$ เมื่อ v คือช่วงระยะเวลาในการส่งใหม่ซึ่งจะพิจารณาจากช่วงระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่ทำให้โครงข่ายยังคงอยู่ในสถานะเสถียร [1,7] โดยจำนวนครั้งในการส่งซ้ำจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณดังแสดงในตารางที่ 3.1
2. ในกรณีที่พบว่าแพ็กเก็ตข้อมูลถูกส่งเข้ามายังสถานีภาคพื้นดินในขณะที่ช่องสัญญาณดาวเทียมอยู่ในโหมดเฟรม Reservation ให้ประวัณเวลาในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลและแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดดังกล่าวเพื่อรอส่งในช่องสัญญาณดาวเทียมโหมดเฟรม Aloha ถัดไปด้วยค่าความน่าจะเป็น $1/u$ เมื่อ u มีขนาด 12 ร่องเวลาตามบทความ [3] สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวและด้วยค่าความน่าจะเป็น $1/F$ เมื่อ F คือจำนวนร่องเวลาต่อหนึ่งเฟรม Aloha สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัต โดยจำนวนครั้งในการส่งซ้ำจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณดังแสดงในตารางที่ 3.1
3. สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารที่มีรูปแบบเฟรมตายตัว ในกรณีที่ขนาดของคิวการจองร่องเวลามีค่าเกิน K ร่องเวลา ให้แต่ละสถานีผู้ส่งส่งแพ็กเก็ตข้อมูลและแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดนั้นๆใหม่ด้วยค่าความน่าจะเป็น $1/K$ เมื่อ K คือจำนวนร่องเวลาต่อหนึ่งเฟรม โดยจำนวนครั้งในการส่งซ้ำจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณดังแสดงในตารางที่ 3.1
4. ช่วงระยะเวลาในการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลครั้งที่ k ใดๆจะมีการกระจายแบบสมมาตรด้วยค่าความน่าจะเป็น $1/5k$ นับจากการส่งครั้งแรก เนื่องจากโดยทั่วไปช่วงระยะเวลาในการส่งใหม่โดยเฉลี่ยจะต้องมีค่ามากกว่า 5 ร่องเวลาขึ้นไปจึงจะประมาณได้ว่าผลรวมของแพ็กเก็ตข้อมูลที่ส่งเข้ามาและแพ็กเก็ตข้อมูลที่ส่งซ้ำนั้นมีการเข้ามาเป็นแบบปัวส์ซง [5]
5. ขนาดของร่องเวลาเล็กมีขนาดเป็น h เท่าของขนาดแพ็กเก็ตข้อมูล

6. จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณเมื่อกำหนดให้จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำสูงสุดต่อการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลหนึ่งแพ็กเก็ตคือ 20 ครั้ง มีค่าดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 20 ครั้ง [5]

ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็กเก็ต/รองเวลา)	จำนวนครั้งที่ใช้ส่งซ้ำต่อ 1 แพ็กเก็ต
$0.48 < ch_traffic$	1
$0.28 < ch_traffic \leq 0.48$	2
$0.20 < ch_traffic \leq 0.28$	3
$0.16 < ch_traffic \leq 0.20$	4
$0.13 < ch_traffic \leq 0.16$	5
$0.11 < ch_traffic \leq 0.13$	6
$0.10 < ch_traffic \leq 0.11$	7
$0.09 < ch_traffic \leq 0.10$	8
$0.08 < ch_traffic \leq 0.09$	9
$0.07 < ch_traffic \leq 0.08$	10
$0.06 < ch_traffic \leq 0.07$	11
$0.055 < ch_traffic \leq 0.06$	12
$0.05 < ch_traffic \leq 0.055$	13
$0.048 < ch_traffic \leq 0.05$	14
$0.045 < ch_traffic \leq 0.048$	15
$0.043 < ch_traffic \leq 0.045$	16
$0.040 < ch_traffic \leq 0.043$	17
$0.038 < ch_traffic \leq 0.04$	18
$0.035 < ch_traffic \leq 0.038$	19
$ch_traffic \leq 0.035$	20

3.2 วิธีการจำลองโครงข่าย

1. ในการจำลองโครงข่ายเพื่อประเมินสมรรถนะของระเบียบวิธีสื่อสารด้วยคอมพิวเตอร์นั้น การเก็บผลจะวนรอบการทำงานของโครงข่ายเป็นเวลา 50,000 รองเวลาต่อหนึ่งการประเมิน

2. การประเมินผลจะพิจารณาอัตราการเข้ามาของข้อความข่าวสารจากสถานีผู้ใช้บริการในช่วง $\lambda = 0.0001-10$ แพ็กเกต/ร่องเวลา

3.3 การนำเสนอผลการจำลองโครงข่าย

ในการนำเสนอผลการประเมินสมรรถนะของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำนั้นจะพิจารณาผลการประเมินในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ค่าวิสัยสามารถ
2. ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล
3. ค่าความยุติธรรม
4. ค่าความเชื่อถือได้

โดยเปรียบเทียบผลการประเมินที่ได้กับระเบียบวิธีสื่อสารอื่นที่เคยมีการนำเสนอมาแล้วสำหรับโครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียมซึ่งได้แก่ ระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation และ SRMA รวมทั้งการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรบางตัวซึ่งได้แก่ จำนวนผู้ใช้บริการในโครงข่าย จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาเพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสมรรถนะของโครงข่าย

3.4 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสารที่ใช้อ้างอิง

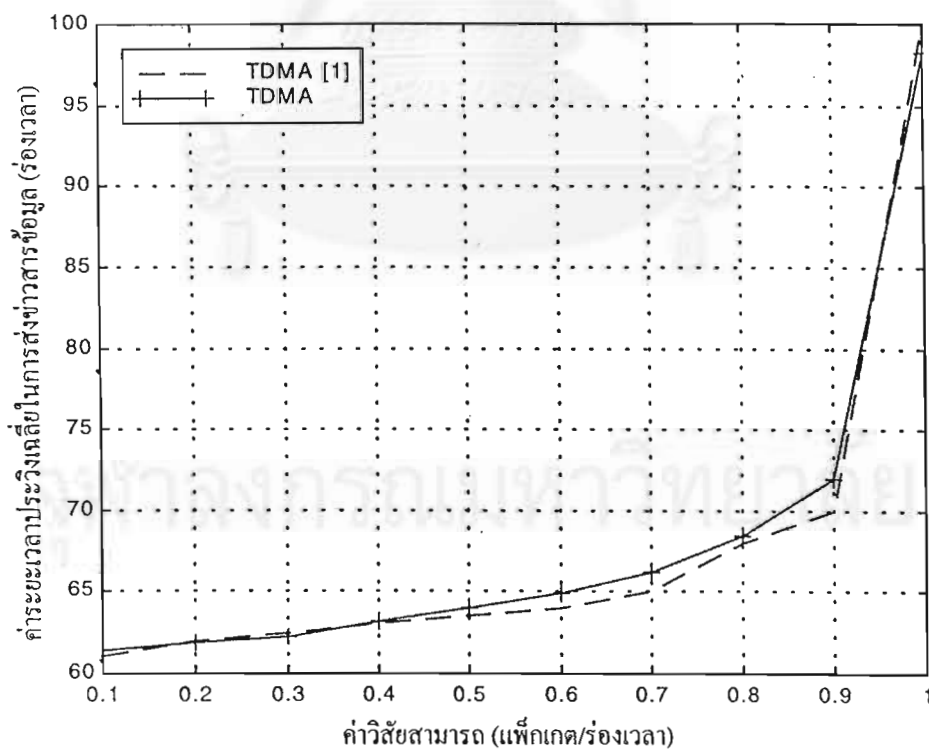
การทดสอบความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation และ SRMA ที่ได้จำลองขึ้นเองนั้นสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบสมรรถนะค่าวิสัยสามารถและค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลจากการจำลองขึ้นเองดังกล่าวเทียบกับค่าที่ได้จากบทความต่างๆ โดยใช้แบบจำลองเช่นเดียวกันกับในบทความซึ่งมีผลการประเมินความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสารต่างๆตามลำดับดังนี้

3.4.1 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA

ทดสอบความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA เทียบกับบทความ [1] โดยกำหนดให้จำนวนผู้ใช้บริการในโครงข่าย $M = 100$ สถานี ค่าระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ $R = 12$ ร่องเวลาซึ่งผลลัพธ์ที่ได้รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของทั้งสองแบบจำลองมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.2 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/รองเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูล จากบทความ [1] (รองเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ ได้ทำเอง (รองเวลา)	เปอร์เซ็นต์ความผิดเพี้ยน (%)
0.1	61	61.4657	-0.7634
0.2	62	61.862	0.2225
0.3	62.5	62.2619	0.3809
0.4	63	63.1751	-0.2779
0.5	63.5	64.0346	-0.8418
0.6	64	64.9161	-1.431
0.7	65	66.2063	-1.8558
0.8	68	68.4112	-0.6047
0.9	70	71.9542	-2.7917
0.99	100	98.2041	1.7959



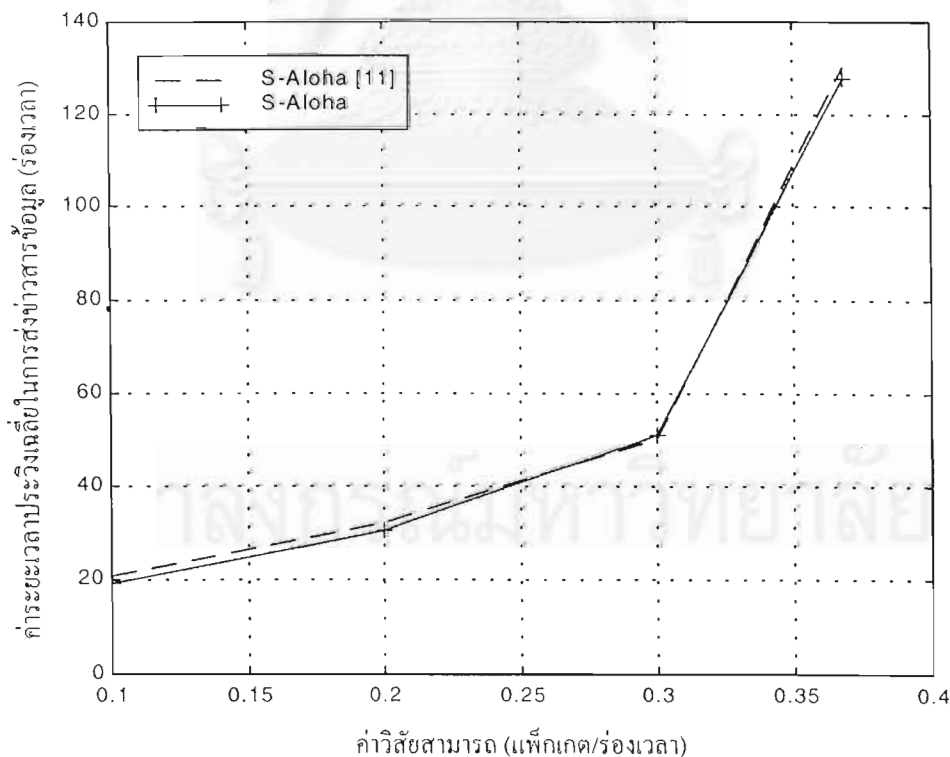
รูปที่ 3.1 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA

3.4.2 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha

ทดสอบความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha เทียบกับบทความ [11] โดยกำหนดให้จำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 100$ สถานี ค่าระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ $R = 12$ ร่องเวลา ช่วงระยะเวลาในการส่งใหม่ $V = 100$ ร่องเวลา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของทั้งสองแบบจำลองมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.3 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลา ประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูล จากบทความ [11] (ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ ได้จำลองขึ้นเอง (ร่องเวลา)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)
0.1	21	19.2642	8.2657
0.2	32	30.2033	5.6146
0.3	50	50.8302	-1.6604
0.368	130	127.696	1.772



รูปที่ 3.2 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha

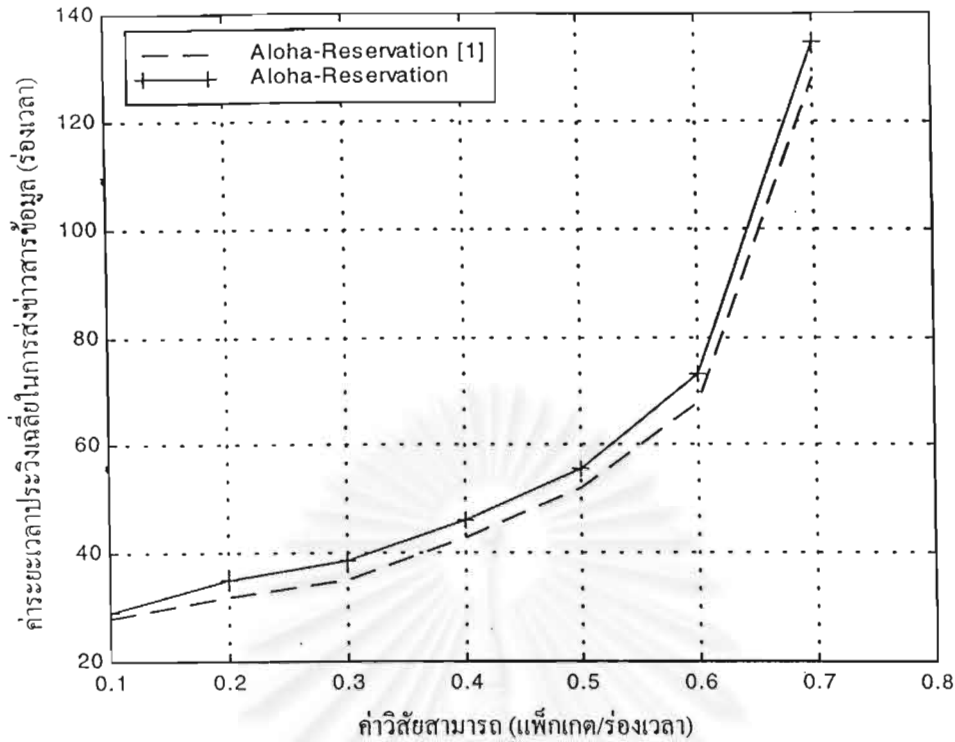
3.4.3 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation

ทดสอบความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation เทียบกับบทความ [1] โดยกำหนดให้ จำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 100$ สถานี ค่าระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ $R = 12$ ร่องเวลา จำนวนร่องเวลาต่อหนึ่งเฟรม $F = 3$ ร่องเวลา จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งเฟรม $v = 5$ ร่องเวลา จำนวนร่องเวลาเพื่อการจองต่อหนึ่งเฟรม $K = 1$ ร่องเวลา จำนวนร่องเวลาข้อมูลต่อหนึ่งเฟรม $L = 2$ ร่องเวลา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของทั้งสองแบบจำลองมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.3

ตารางที่ 3.4 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูล จากบทความ [1] (ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ ได้จำลองขึ้นเอง (ร่องเวลา)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)
0.1	28	29.3208	-4.7171
0.2	30	35.0657	-9.5803
0.3	35	40.7372	-10.677
0.4	43	48.0749	-7.1509
0.5	52	58.5071	-6.7444
0.6	68	78.2531	-7.7251
0.7	128	134.56	-5.125

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation

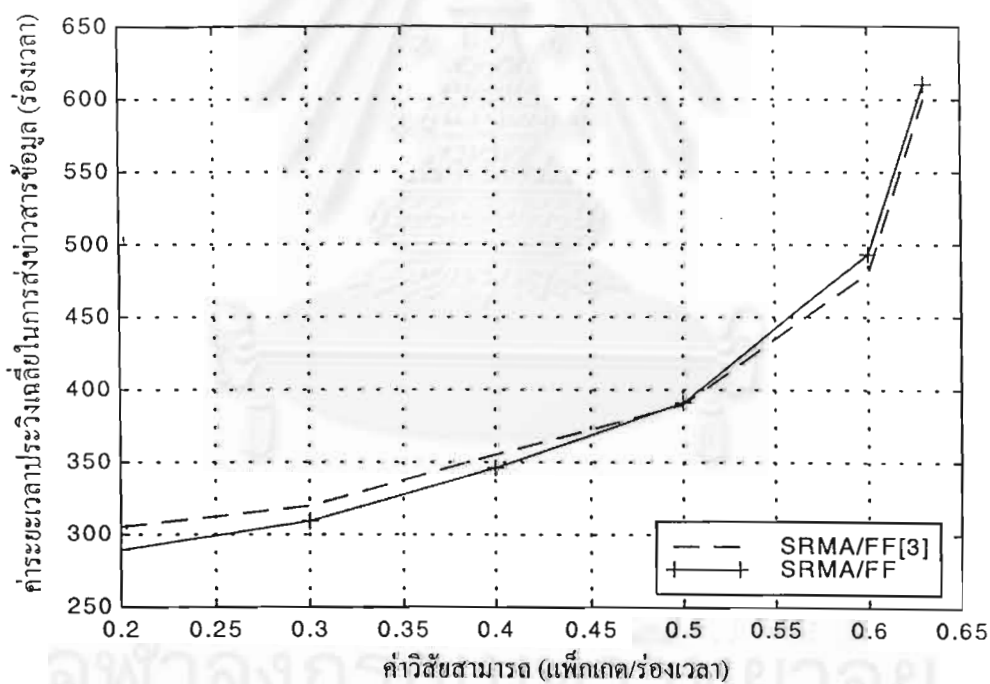
3.4.4 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF

ทดสอบความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF เทียบกับบทความ [3] โดยกำหนดให้ ค่าระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ $R = 250$ ร็องเวลา จำนวนร็องเวลาต่อหนึ่งเฟรม $K = 10$ ร็องเวลา จำนวนร็องเวลาเล็กต่อหนึ่งร็องเวลา $m = 10$ ร็องเวลา ช่วงระยะเวลาในการส่งใหม่ $v = 10$ ร็องเวลา ขนาดของร็องเวลาเล็กมีขนาดเป็น $h = 0.001$ เท่าของร็องเวลาข้อมูล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของทั้งสองแบบจำลองมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3.5 และรูปที่ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารรถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF

ค่าวิสัยสามารรถ (แก้มกศ/ร่งเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูล จากบทความ [3] (ร่งเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ ได้จำลองขึ้นเอง (ร่งเวลา)	เปอร์เซ็นต์ความผิดเพี้ยน (%)
0.2	305	289.273	5.156
0.3	320	309.614	3.245
0.4	355	346.366	2.432
0.5	390	390.133	-0.034
0.6	480	492.914	-2.690
0.63	600	610.318	-1.719



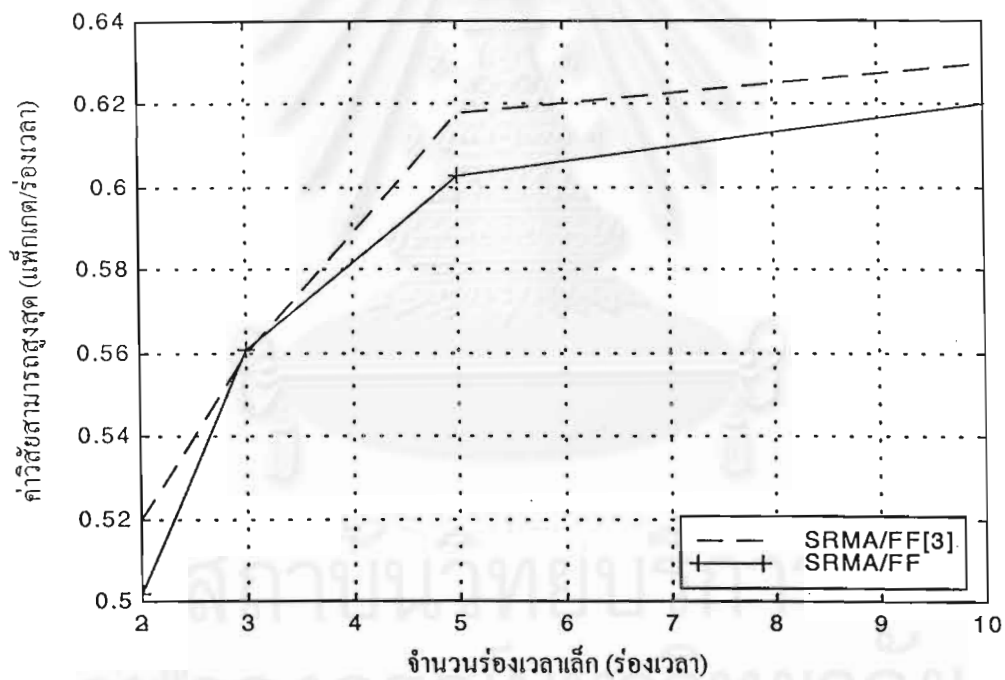
รูปที่ 3.4 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารรถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF

นอกจากนี้ยังได้มีการเปรียบเทียบค่าวิสัยสามารรถสูงสุดที่ได้จากการปรับเปลี่ยนขนาดของร่งเวลาเล็กต่อหนึ่งร่งเวลาระหว่างระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ที่จำลองขึ้นเองและค่าที่ได้จาก

บทความ [3] ดังแสดงในตารางที่ 3.6 และรูปที่ 3.5 ซึ่งจะพบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองระเบียบวิธีสื่อสารขึ้นเองมีผลสอดคล้องกับระเบียบวิธีสื่อสารจากบทความ [3]

ตารางที่ 3.6 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF

จำนวนร่องเวลาเล็กต่อ หนึ่งร่องเวลา (ร่องเวลา)	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด จากบทความ [3] (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด ที่ได้จำลองขึ้นเอง (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)
2	0.520	0.501660	3.526
3	0.560	0.560622	-0.062
5	0.618	0.602495	2.508
10	0.630	0.620405	1.523



รูปที่ 3.5 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF

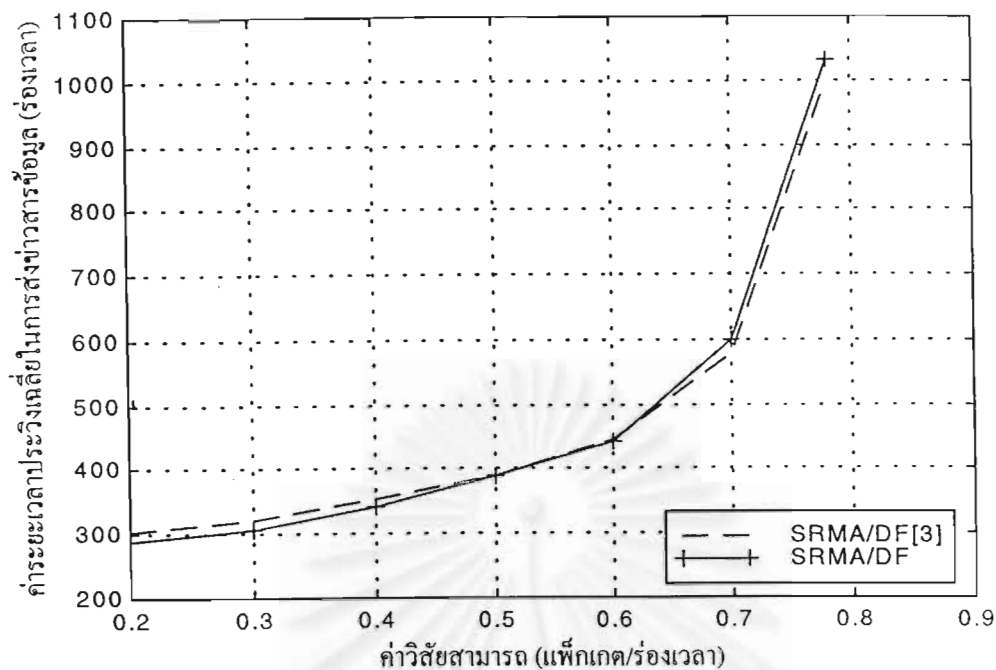
3.4.5 การประเมินผลความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF

ทดสอบความถูกต้องของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF เทียบกับบทความ [3] โดยกำหนดให้ ค่าระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ $R = 250$ ร่องเวลา จำนวน ร่องเวลาต่อหนึ่งเฟรม Aloha $F = 8$ ร่องเวลา จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 10$ ร่องเวลา ขนาดของร่องเวลาเล็กมีขนาดเป็น $h = 0.001$ เท่าของร่องเวลาข้อมูล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของทั้งสองแบบจำลองมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3.7 และรูปที่ 3.6

ตารางที่ 3.7 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF

ค่าวิสัยสามารถ (แฉีกเกิด/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูล จากบทความ [3] (ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ ได้จำลองขึ้นเอง (ร่องเวลา)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)
0.2	305	288.742	5.330
0.3	320	306.303	4.280
0.4	355	340.877	3.978
0.5	390	389.154	0.216
0.6	445	443.752	0.280
0.7	580	600.535	-3.540
0.78	1000	1032.36	-3.236

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

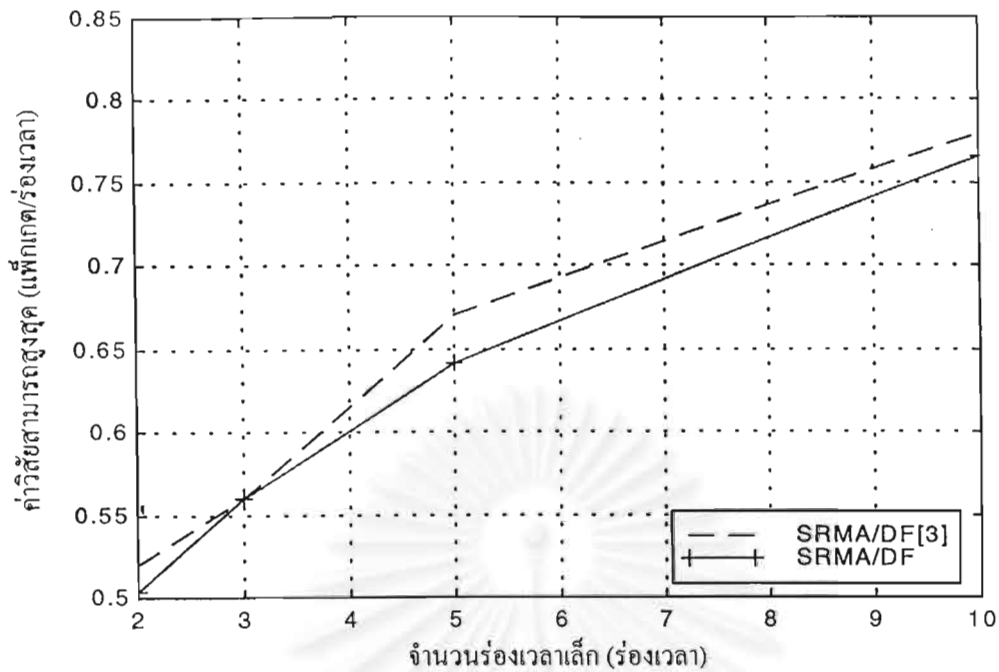


รูปที่ 3.6 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF

นอกจากนี้ยังได้มีการเปรียบเทียบค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่ได้จากการปรับเปลี่ยนขนาดของ ร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาระหว่างระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ที่จำลองขึ้นเองและค่าที่ได้จาก บทความ [3] ดังแสดงในตารางที่ 3.8 และรูปที่ 3.7 ซึ่งจะพบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองระเบียบ วิธีสื่อสารขึ้นเองมีผลสอดคล้องกับระเบียบวิธีสื่อสารจากบทความ [3]

ตารางที่ 3.8 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่ง ร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF

จำนวนร่องเวลาเล็กต่อ หนึ่งร่องเวลา (รองเวลา)	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด จากบทความ [3] (แพ็กเกต/รองเวลา)	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด ที่ได้จำลองขึ้นเอง (แพ็กเกต/รองเวลา)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)
2	0.52	0.503178	3.235
3	0.56	0.560283	-0.050
5	0.67	0.641541	4.247
10	0.78	0.766529	1.727



รูปที่ 3.7 การทดสอบความถูกต้องระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนรื่องเวลาเล็กต่อหนึ่งรื่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF

3.5 สรุป

จากการนำเสนอผลการทดสอบความถูกต้องของการจำลองโครงข่ายสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ทั้งในรูปแบบเฟรมคายตัวและรูปแบบเฟรมพลวัตนั้น พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองขึ้นเองมีผลที่สอดคล้องกับผลลัพธ์จากบทความ [3] ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเพิ่มค่าความเชื่อมั่นให้กับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสารดังกล่าวได้อาศัยหลักการในการเข้าถึงแบบมีการจองมาจากระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ดังนั้นในการประเมินสมรรถนะการให้บริการของโครงข่ายสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ จึงได้เปรียบเทียบผลการประเมินทั้งทางด้าน ค่าวิสัยสามารถ ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล ค่าความยุติธรรม และค่าความเชื่อถือได้กับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ซึ่งจะกล่าวถึงในบทถัดไป

ผลการจำลองโครงข่ายและการวิเคราะห์ผลการจำลองโครงข่าย

ในบทนี้กล่าวถึงผลการประเมินและการวิเคราะห์สมรรถนะโครงข่ายจากการจำลองสถานการณ์โครงข่ายตามระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ โดยได้มีการเปรียบเทียบสมรรถนะใน 4 ด้านซึ่งได้แก่ ค่าวิสัยสามารถ ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล ค่าความยุติธรรม และค่าความเชื่อถือได้กับระเบียบวิธีสื่อสารแบบเดิมที่เคยมีการนำเสนอมาก่อนหน้านี้สำหรับโครงข่ายสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียมซึ่งมีลักษณะการจัดสรรช่องสัญญาณที่แตกต่างกันคือ ระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA มีการจัดสรรแบบตายตัว ระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha มีการจัดสรรเชิงสุ่ม ระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation มีการจัดสรรตามความต้องการ และ ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA มีการจัดสรรแบบปรับตัวตามลำดับ รวมทั้งได้มีการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรบางตัวเพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสมรรถนะของโครงข่ายบริการ

เนื้อหาในบทนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้ ส่วนแรกกล่าวถึงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะโครงข่าย นิยามรวมทั้งสูตรการคำนวณของพารามิเตอร์ต่างๆที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ในการทดสอบสมรรถนะการให้บริการของโครงข่าย ส่วนที่ 2 กล่าวถึงเป้าหมายในการพิจารณาสมรรถนะโครงข่ายซึ่งจะเป็นแนวทางในการประเมินผลสมรรถนะของโครงข่ายบริการ ส่วนที่ 3 กล่าวถึงการวิเคราะห์จำนวนครั้งสูงสุดที่ใช้ในการส่งซ้ำสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ โดยจะพิจารณาถึงค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลเป็นสำคัญ และส่วนที่ 4 กล่าวถึงผลการจำลองและการวิเคราะห์สมรรถนะของโครงข่าย สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำทั้งในรูปแบบเฟรมตายตัวและรูปแบบเฟรมพลวัต ตามลำดับ

4.1 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะโครงข่าย

ค่าวิสัยสามารถ (throughput) คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนแพ็กเก็ตข้อมูลที่สามารถส่งได้สำเร็จต่อระยะเวลาที่ใช้ในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลหนึ่งแพ็กเก็ต [7]

ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (average message delay) คือ ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ข่าวสารข้อมูลได้สร้างขึ้นในโครงข่าย จนกระทั่งถึงเวลาที่แพ็กเก็ตสุดท้ายของข้อความข่าวสารนั้นๆส่งถึงสถานีรับปลายทาง [7]

ค่าความยุติธรรม (fairness) คือ ค่าความเท่าเทียมกันของสถานีผู้เข้าใช้บริการในการเข้าถึงช่องสัญญาณความถี่ของโครงข่าย [12,13] ซึ่งสามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ความยุติธรรม} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (4.1)$$

เมื่อ x_i คือ จำนวนแพ็กเก็ตข้อมูลที่สถานีผู้เข้าใช้บริการที่ i สามารถส่งได้สำเร็จ
 n คือ จำนวนผู้เข้าใช้บริการทั้งหมดของโครงข่าย

ค่าความเชื่อถือได้ในการส่งข่าวสารข้อมูล (reliability) สามารถพิจารณาได้จากความสามารถในการฟื้นตัวจากสภาพความผิดพลาด (error recovery) ที่เกิดขึ้นกับการติดต่อสื่อสารผ่านโครงข่ายบริการ โดยวิธีการควบคุมความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเพื่อการฟื้นตัวจากสภาพความผิดพลาดนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ Automatic Repeat Request (ARQ), Forward Error Correction (FEC) และ Hybrid (FEC+ARQ) [14]

วิธีการควบคุมความผิดพลาดแบบ ARQ จัดได้ว่าเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดและมีค่าความเชื่อถือได้สูงคือจะแก้ไขผิดพลาดที่เกิดขึ้นด้วยการส่งใหม่ ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มตามลักษณะการทำงานได้ 3 กลุ่มคือ ARQ/Stop-and-Wait (ARQ/SAW), ARQ/Go-Back-N (ARQ/GBN) และ ARQ/Selective Reject (ARQ/SR) โดยที่แต่ละกลุ่มจะมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันดังนี้

วิธีการควบคุมความผิดพลาดแบบ ARQ/SAW สถานีส่งจะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลไปยังสถานีรับปลายทางทีละ 1 แพ็กเก็ตจากนั้นสถานีส่งก็จะรอสัญญาณการตอบรับจากสถานีรับปลายทางว่าสามารถรับแพ็กเก็ตข้อมูลได้เป็นผลสำเร็จหรือไม่ ถ้าสัญญาณการตอบรับเป็นสัญญาณ positive acknowledgment (ACK) แสดงว่าสถานีรับปลายทางสามารถรับข้อมูลที่ส่งไปได้เป็นผลสำเร็จ สถานีส่งก็จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลถัดไปต่อไป แต่ถ้าสัญญาณการตอบรับเป็นสัญญาณ negative acknowledgment (NAK) แสดงว่าสถานีรับปลายทางไม่สามารถรับข้อมูลที่ส่งไปได้ สถานีส่งก็จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเดิมนั้นกลับไปใหม่ในลักษณะเดียวกันจนกว่าสถานีส่งจะได้รับสัญญาณการตอบรับเป็นสัญญาณ ACK สถานีส่งจึงจะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลถัดไป

วิธีการควบคุมความผิดพลาดแบบ ARQ/GBN สถานีส่งจะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลที่อยู่ภายในข้อความข่าวสารเดียวกันติดต่อกัน โดยไม่รอสัญญาณการตอบรับจากสถานีรับปลายทางว่าสามารถรับแพ็กเก็ตข้อมูลได้เป็นผลสำเร็จหรือไม่ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปเท่ากับหนึ่งระยะเวลาประวัติการแพร่กระจายครบรอบหลังจากเวลาที่สถานีส่งส่งแพ็กเก็ตข้อมูลแรกของข้อความข่าวสาร สถานีส่งก็จะรับทราบสัญญาณการตอบรับจากสถานีรับปลายทางว่าแพ็กเก็ตข้อมูลที่ส่งไปสามารถรับได้เป็นผลสำเร็จหรือไม่ ถ้าสัญญาณการตอบรับเป็นสัญญาณ ACK สถานีส่งก็จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลของข้อความข่าวสารต่อไปในลักษณะเดียวกัน แต่ถ้าสัญญาณการตอบรับเป็นสัญญาณ NAK สถานีส่งก็จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลตั้งแต่แพ็กเก็ตข้อมูลที่เกิดความผิดพลาดจนถึงแพ็กเก็ตข้อมูลสุดท้ายที่ได้ส่งไปใหม่อีกครั้งหนึ่ง จนกว่าจะได้รับสัญญาณการตอบรับเป็นสัญญาณ ACK สถานีส่งจึงจะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลของข้อความข่าวสารถัดไป

วิธีการควบคุมความผิดพลาดแบบ ARQ/SR สถานีส่งจะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลที่อยู่ภายในข้อความข่าวสารเดียวกันติดต่อกัน โดยไม่รอสัญญาณการตอบรับจากสถานีรับปลายทางว่าสามารถรับแพ็กเก็ตข้อมูลได้เป็นผลสำเร็จหรือไม่ เช่นเดียวกับวิธีการควบคุมความผิดพลาดแบบ ARQ/GBN แต่เมื่อใดก็ตามที่สถานีส่งรับสัญญาณการตอบรับเป็นสัญญาณ NAK สถานีส่งก็จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเฉพาะแพ็กเก็ตข้อมูลที่เกิดความผิดพลาดใหม่เพียงแพ็กเก็ตเดียว ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะทำให้ข้อมูลที่รับได้ที่ปลายทางไม่มีการเรียงลำดับอย่างถูกต้อง ดังนั้นที่สถานีรับจะต้องมีการติดตั้งบัฟเฟอร์เพื่อการเรียงลำดับข้อมูล ซึ่งวิธีการดังกล่าวยังไม่ได้รับการยอมรับเท่าไรนัก เนื่องจากปัญหาค่าใช้จ่ายในการติดตั้งบัฟเฟอร์เพื่อการเรียงลำดับข้อมูลมีมูลค่าสูงมาก

จากวิธีการทั้ง 3 วิธีการดังกล่าวถ้าพิจารณาในกรณีที่ข้อความข่าวสารมีขนาด 1 แพ็กเก็ตต่อ 1 ข้อความพบว่าวิธีการทั้ง 3 วิธีการจะมีลักษณะการทำงานที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งจากลักษณะการทำงานดังกล่าวจึงสรุปได้ว่าการควบคุมความผิดพลาดแบบ ARQ เป็นวิธีการที่มีความเชื่อถือได้สูง เนื่องจากข้อความข่าวสารทุกข้อความที่ส่งไปจะสามารถรับได้ที่ปลายทาง ข้อความข่าวสารที่รับได้ไม่มีการเรียงลำดับเนื่องจากจะไม่มีการส่งข้อความข่าวสารใหม่จนกว่าจะได้รับคำตอบรับจากสถานีรับปลายทางว่าสามารถรับข้อความข่าวสารปัจจุบันได้เป็นผลสำเร็จ จึงทำให้ข้อความข่าวสารที่ได้ไม่มีการซ้ำซ้อน ซึ่งตรงตามเงื่อนไขของความเชื่อถือได้ในการติดต่อสื่อสารคือ ข้อมูลไม่สูญหาย (zero packet loss) ข้อมูลไม่ซ้ำซ้อน (zero duplicate) และข้อมูลที่รับได้มีการเรียงลำดับ (in-sequence delivery) [15]

สำหรับแบบจำลองระเบียบวิธีสื่อสารที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้อ้างอิงจะมีวิธีการในการควบคุมความผิดพลาดแบบ ARQ คือมีการแก้ความผิดพลาดซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ความผิดพลาด

เกิดจากการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลด้วยวิธีการส่งใหม่ และจะไม่ส่งแพ็กเก็ตข้อมูลถัดไปจนกว่าแพ็กเก็ตข้อมูลปัจจุบันจะถูกส่งถึงสถานีรับปลายทางแล้วเท่านั้น จึงส่งผลให้ทุกระเบียบวิธีสื่อสารถือได้ว่ามีความเชื่อถือได้ ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงนำเสนอการประเมินสมรรถนะค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร โดยความผิดพลาดที่เกิดขึ้นก็คือการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูล ซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของระยะเวลาดังแต่ข้อความข่าวสารเกิดความผิดพลาดจนกระทั่งถึงเวลาที่ข้อความข่าวสารนั้นๆถูกส่งถึงสถานีรับปลายทาง

4.2 เป้าหมายในการพิจารณาสมรรถนะโครงข่าย

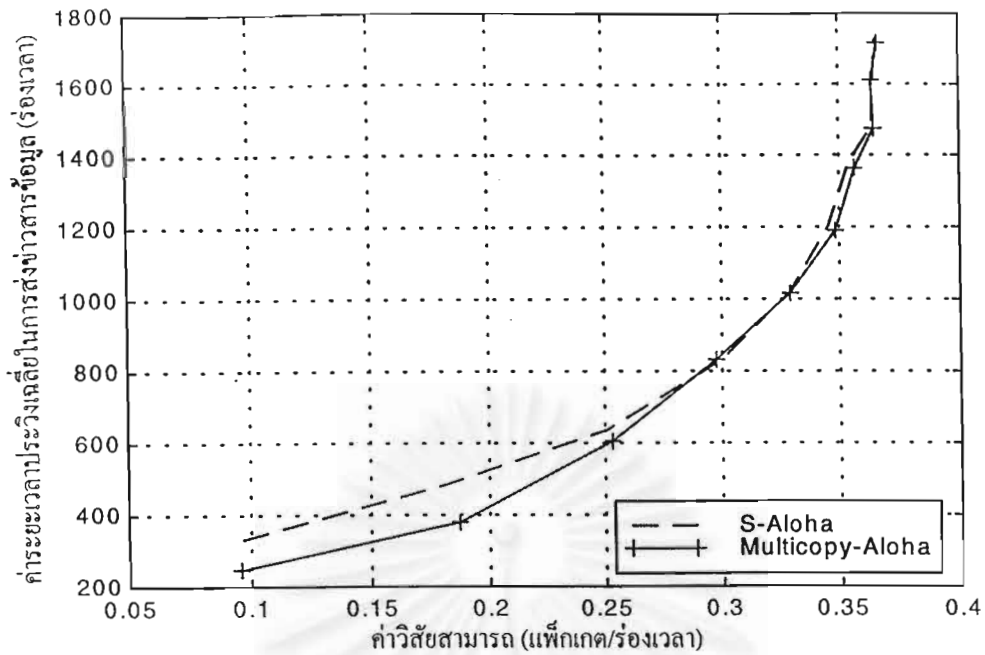
- ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ เพื่อศึกษาอัตราการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลสำเร็จต่อระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งหนึ่งข่าวสารข้อมูล
- ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณความหนาแน่นของทราฟฟิกช่องสัญญาณที่โครงข่ายบริการสามารถรองรับได้ต่อระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งหนึ่งข่าวสารข้อมูล
- ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนจำนวนร่องเวลาเล็กในหนึ่งร่องเวลาต่ออัตราการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลสำเร็จสูงสุดของโครงข่ายบริการ
- ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณความหนาแน่นของทราฟฟิกช่องสัญญาณที่โครงข่ายบริการสามารถรองรับได้ต่อความเท่าเทียมกันของสถานีผู้เข้าใช้บริการในการเข้าถึงช่องสัญญาณค่าเวียม
- ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณความหนาแน่นของทราฟฟิกช่องสัญญาณที่โครงข่ายบริการสามารถรองรับได้ต่อระยะเวลาเฉลี่ยที่ถูกใช้ไปในการแก้ความผิดพลาดจากการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูล

4.3 การวิเคราะห์จำนวนครั้งสูงสุดที่ใช้ในการส่งซ้ำสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ

เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำเป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการจัดสรรแบบปรับตัว คือมีลักษณะของการจัดสรรรื่องเวลาให้กับแต่ละผู้เข้าใช้บริการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพทราฟฟิก โดยเริ่มต้นจะแสดงลักษณะพฤติกรรมของการจัดสรรเชิงสุ่ม (S-Aloha) ในกรณีที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง จากนั้นจะเปลี่ยนพฤติกรรมของการจัดสรรมาเป็นการจัดสรรตามความต้องการ (Aloha-Reservation) ในกรณีที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่นขึ้น ซึ่งแต่ละสถานีผู้เข้าใช้บริการจะส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลตามเงื่อนไขของค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณในขณะนั้นๆ (ดังแสดงในตารางที่ 3.1 บทที่ 3) ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณมีค่าต่ำลง โอกาสในการส่งได้สำเร็จจากความพยายามในการส่งครั้งแรกจึงมีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลมีค่าต่ำลงในช่วงค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณดังกล่าว โดยจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำสำหรับแต่ละค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณดังแสดงในตารางที่ 3.1 นั้นเหมาะสมอย่างยิ่งกับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha คือเมื่อมีการชนกันเกิดขึ้นของแพ็กเก็ตข้อมูลให้ส่งแพ็กเก็ตข้อมูลพร้อมทั้งส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นๆ ใหม่ทันทีหลังจากการสุ่มเวลาส่ง ซึ่งผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลและค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายจากการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวกับการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูล โดยที่จำนวนครั้งในการส่งซ้ำมีค่าลดลงตามค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณที่เพิ่มขึ้นสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha เมื่อกำหนดให้โครงข่ายมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการ 1000 สถานีและโครงข่ายบริการมีสภาพปริมาณทราฟฟิกที่มีการกระจายตัวแบบสม่ำเสมอ แสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ-สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha และ S-Aloha กรณีที่มีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูล

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเก็ต/รื่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (รื่องเวลา)	
	S-Aloha	Multicopy-Aloha
0.1	336.383	251.904
0.2	499.081	404.375
0.3	840.667	833.616
0.368	1695.1	1699.63



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha และ S-Aloha กรณีที่มีการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูล

แต่เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จงซ้ำมีวิธีการในการเข้าถึงช่องสัญญาณที่ต่างจากระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha คือเมื่อเกิดการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลแล้ว ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จงซ้ำจะตรวจสอบสถานะการจองของแพ็กเกต โอเวอร์เฮดสำหรับแพ็กเกตข้อมูลนั้นๆว่าสามารถจองลำดับคิวได้สำเร็จหรือไม่ ถ้าพบว่าสามารถจองลำดับคิวได้เป็นผลสำเร็จสถานะนี้ผู้ส่งก็จะถูกจัดเข้าลำดับคิวเพื่อรอส่งแพ็กเกตข้อมูลในเฟรม Reservation ต่อไป ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดจากการส่งซ้ำส่งผลกระทบต่อจำนวนลำดับคิวการจองมากจนเกินไปอันเป็นผลทำให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลมีค่าสูงขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องลดจำนวนครั้งสูงสุดในการส่งซ้ำลง ส่งผลให้ความละเอียดในการแบ่งช่วงปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณมีค่าต่ำลง โดยการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลและค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายกับจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำสูงสุด 5 กรณี เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนครั้งที่เหมาะสมสำหรับการส่งซ้ำสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารที่มีลักษณะการจองระยะเวลาอย่างระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จงซ้ำ คือ จำนวนครั้งในการส่งซ้ำสูงสุด 2 ครั้ง, 3 ครั้ง, 5 ครั้ง, 10 ครั้ง และ 20 ครั้ง ซึ่งมีการแบ่งค่าความละเอียดของค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณสำหรับแต่ละกรณีดังแสดงในตารางที่ 4.2-4.5

ตารางที่ 4.2 จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 2 ครั้ง [5]

ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็กเก็ต/รองเวลา)	จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งต่อ 1 แพ็กเก็ต
$0.48 < \text{ch_traffic}$	1
$\text{ch_traffic} \leq 0.48$	2

ตารางที่ 4.3 จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 3 ครั้ง [5]

ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็กเก็ต/รองเวลา)	จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งต่อ 1 แพ็กเก็ต
$0.48 < \text{ch_traffic}$	1
$0.28 < \text{ch_traffic} \leq 0.48$	2
$\text{ch_traffic} \leq 0.28$	3

ตารางที่ 4.4 จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 5 ครั้ง [5]

ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็กเก็ต/รองเวลา)	จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งต่อ 1 แพ็กเก็ต
$0.48 < \text{ch_traffic}$	1
$0.28 < \text{ch_traffic} \leq 0.48$	2
$0.20 < \text{ch_traffic} \leq 0.28$	3
$0.16 < \text{ch_traffic} \leq 0.20$	4
$\text{ch_traffic} \leq 0.16$	5

ตารางที่ 4.5 จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็คเกจข้อมูลสำหรับแต่ละค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณเมื่อจำนวนครั้งสูงสุดคือ 10 ครั้ง [5]

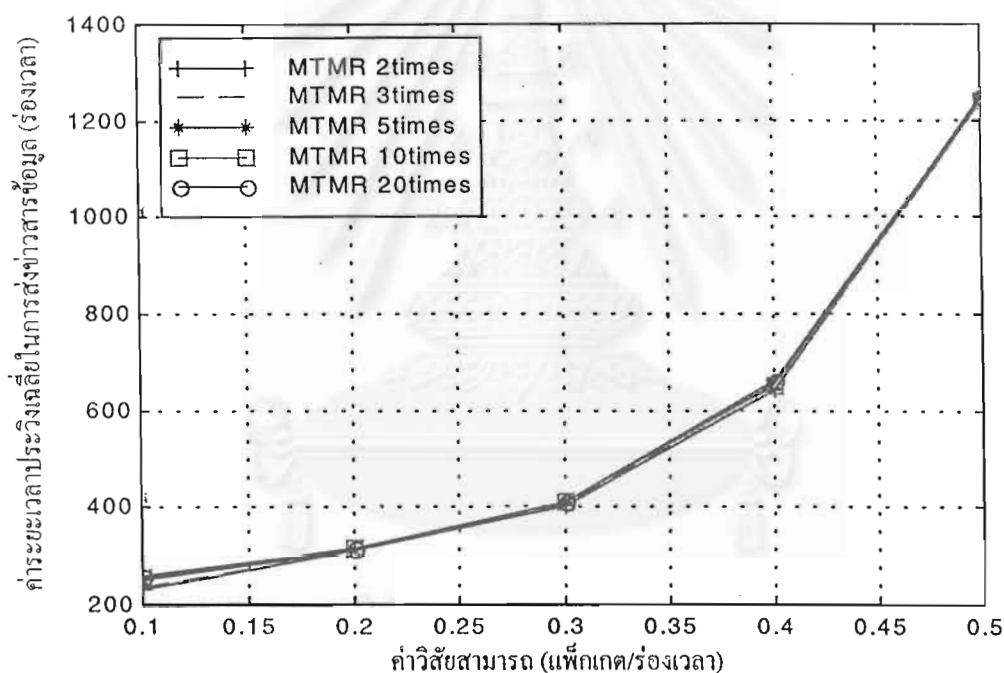
ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็คเกจ/ระยะเวลา)	จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งคือ 1 แพ็คเกจ
$0.48 < ch_traffic$	1
$0.28 < ch_traffic \leq 0.48$	2
$0.20 < ch_traffic \leq 0.28$	3
$0.16 < ch_traffic \leq 0.20$	4
$0.13 < ch_traffic \leq 0.16$	5
$0.11 < ch_traffic \leq 0.13$	6
$0.09 < ch_traffic \leq 0.11$	7
$0.084 < ch_traffic \leq 0.9$	8
$0.076 < ch_traffic \leq 0.084$	9
$ch_traffic \leq 0.076$	10

สำหรับจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำสูงสุด 20 ครั้งสำหรับแต่ละค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณนั้นได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 3.1

โดยทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าจำนวนครั้งสูงสุดที่ใช้ในการส่งซ้ำกับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำรูปแบบเฟรมพลวัต เมื่อกำหนดให้ โครนข่ายมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการ $M = 1000$ สถานี ระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ $R = 250$ ระยะเวลา จำนวนรื่องเวลาเล็กต่อหนึ่งรื่องเวลา $m = 2$ ระยะเวลา จำนวนรื่องเวลาต่อเฟรม Aloha $F = 8$ ระยะเวลา และขนาดของรื่องเวลาเล็กมีขนาดเป็น $h = 0.001$ เท่าของขนาดแพ็คเกจข้อมูล ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถและค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งซ้ำข่าวสารข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จงซ้ำที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำสูงสุด 2 ครั้ง, 3 ครั้ง, 5 ครั้ง, 10 ครั้ง และ 20 ครั้ง ตามลำดับ

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/รองเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (รองเวลา)				
	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ
	2	3	5	10	20
0.1	231.995	236.348	250.853	254.248	257.603
0.2	309.829	308.666	310.633	312.098	314.518
0.3	402.957	406.751	407.942	410.394	409.265
0.4	640.515	643.581	654.059	650.606	663.124
0.5	1249.83	1246.98	1248.29	1249.58	1246.31



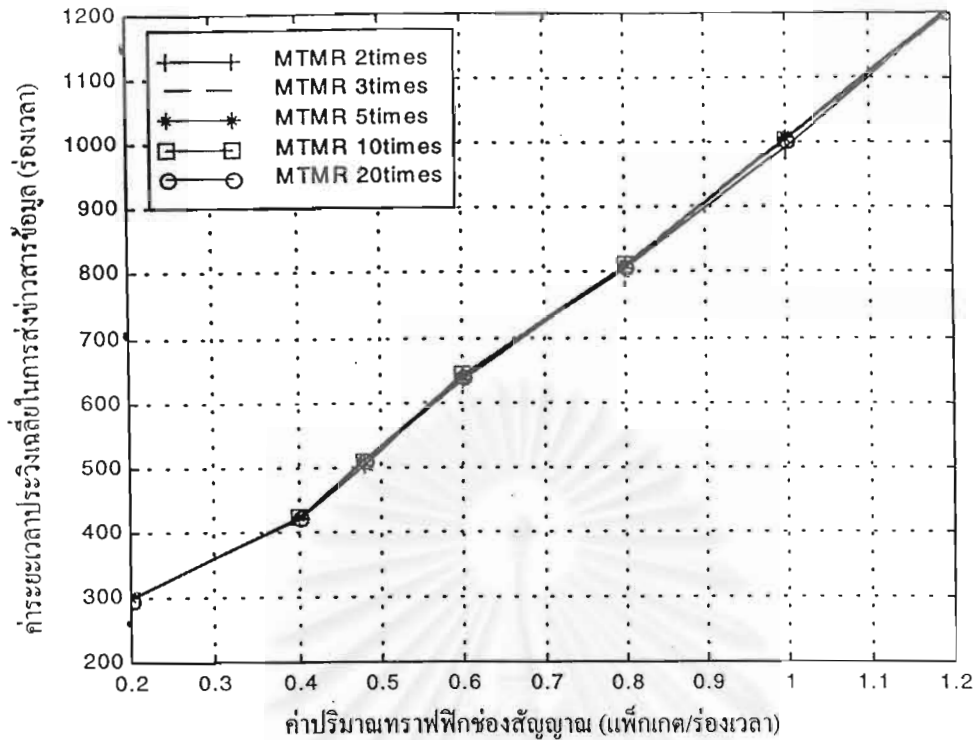
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จงซ้ำที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำสูงสุด 2 ครั้ง, 3 ครั้ง, 5 ครั้ง, 10 ครั้ง และ 20 ครั้ง

จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าเมื่อจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลในขณะที่ปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณมีค่าต่ำ (ค่าวิสัยสามารถมีค่าต่ำ) จะมีค่าสูงขึ้น และเมื่อค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณมีค่าสูงขึ้น (ค่าวิสัยสามารถมีค่าสูง)

ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลก็จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ไม่ขึ้นกับจำนวนครั้งสูงสุดที่ใช้ในการส่งซ้ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณมีค่าต่ำ จำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำสูงสุดที่มากกว่าจะส่งซ้ำเพื่อเกิดข้อมูลด้วยจำนวนครั้งที่สูงกว่าในช่วงค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณเดียวกัน ผลจากการส่งซ้ำทำให้อัตราการชนกันระหว่างแพ็กเก็ตข้อมูลเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสำเร็จในการจองลำดับคิวหลังจากการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลมีค่าสูงขึ้น เมื่อลำดับคิวการจองรื่องเวลามีค่ามากเกินไปจึงทำให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลมีค่าเพิ่มมากขึ้น และเมื่อปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณมีค่าสูงขึ้นทุกกรณีของการเปลี่ยนแปลงจำนวนครั้งสูงสุดในการส่งซ้ำจะลดจำนวนครั้งในการส่งซ้ำลงจนเหลือการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวต่อหนึ่งแพ็กเก็ต จึงทำให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลมีค่าใกล้เคียงกัน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงจำนวนครั้งสูงสุดในการส่งซ้ำทุกกรณีก็ยังคงให้ค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่เท่ากันด้วยเหตุผลดังกล่าว

ตารางที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำสูงสุด 2 ครั้ง, 3 ครั้ง, 5 ครั้ง, 10 ครั้ง และ 20 ครั้ง ตามลำดับ

ค่าปริมาณกราฟฟิค ของสัญญาณ (แพ็กเก็ต/รื่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (แพ็กเก็ต/รื่องเวลา)				
	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ	จำนวนครั้ง สูงสุดเท่ากับ
	2	3	5	10	20
0.2	299.731	299.821	299.508	299.774	299.327
0.4	419.19	423.401	423.222	423.713	423.372
0.48	501.997	507.567	507.3	508.089	510.753
0.6	644.515	636.533	634.051	643.678	641.289
0.8	805.01	811.067	809.526	810.55	806.173
1.0	990.432	1005.7	1006.75	1004.1	1004.27
1.2	1205.05	1208.52	1208.49	1199.61	1209.66



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จงซ้ำที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำสูงสุด 2 ครั้ง, 3 ครั้ง, 5 ครั้ง, 10 ครั้ง และ 20 ครั้ง

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลและค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จงซ้ำที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำสูงสุดทั้ง 5 กรณีดังกล่าวพบว่าในช่วงที่ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณที่มีค่าต่ำกว่า 0.48 แพ็กเกต/รองเวลาซึ่งเป็นช่วงที่มีการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูล ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำสูงสุดที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงใช้จำนวนครั้งในการส่งซ้ำสูงสุดเพียง 2 ครั้งเนื่องจากจำนวนครั้งดังกล่าวให้ผลลัพธ์ด้านระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีที่สุด เพื่อการวิเคราะห์สมรรถนะของโครงข่ายจากการใช้ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จงซ้ำในด้านต่างๆต่อไป

4.4 ผลการจำลองและการวิเคราะห์สมรรถนะโครงข่าย

ในการนำเสนอผลการจำลองและการวิเคราะห์สมรรถนะของโครงข่ายบริการสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำนั้น จะแบ่งผลการประเมินและการวิเคราะห์สมรรถนะโครงข่ายออกเป็น 2 ส่วนตามลักษณะรูปแบบเฟรมร่องเวลาของระเบียบวิธีสื่อสาร คือ รูปแบบเฟรมตายตัว และรูปแบบเฟรมพลวัต โดยการเปรียบเทียบผลการประเมินสมรรถนะในด้านต่างๆกับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation และ SRMA รวมทั้งนำเสนอผลลัพธ์จากการเปลี่ยนรูปแบบเฟรมร่องเวลาซึ่งได้แก่รูปแบบเฟรมตายตัวและรูปแบบเฟรมพลวัตต่อสมรรถนะระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ ตามลำดับดังนี้

4.4.1 ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ : รูปแบบเฟรมตายตัว

ข้อกำหนดของโครงข่ายบริการ

โครงข่ายบริการมีผู้เข้าใช้บริการ $M = 1000$ สถานี

ระยะเวลาประวัติการแพร่กระจายครบรอบ $R = 250$ ร่องเวลา

ข้อกำหนดของระเบียบวิธีสื่อสาร

ระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation

จำนวนร่องเวลาต่อหนึ่งเฟรม $F = 3$ ร่องเวลา

จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งเฟรม $v = 5$ ร่องเวลา

จำนวนร่องเวลาเพื่อการจองต่อหนึ่งเฟรม $K = 1$ ร่องเวลา

จำนวนร่องเวลาข้อมูลต่อหนึ่งเฟรม $L = 2$ ร่องเวลา

ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF

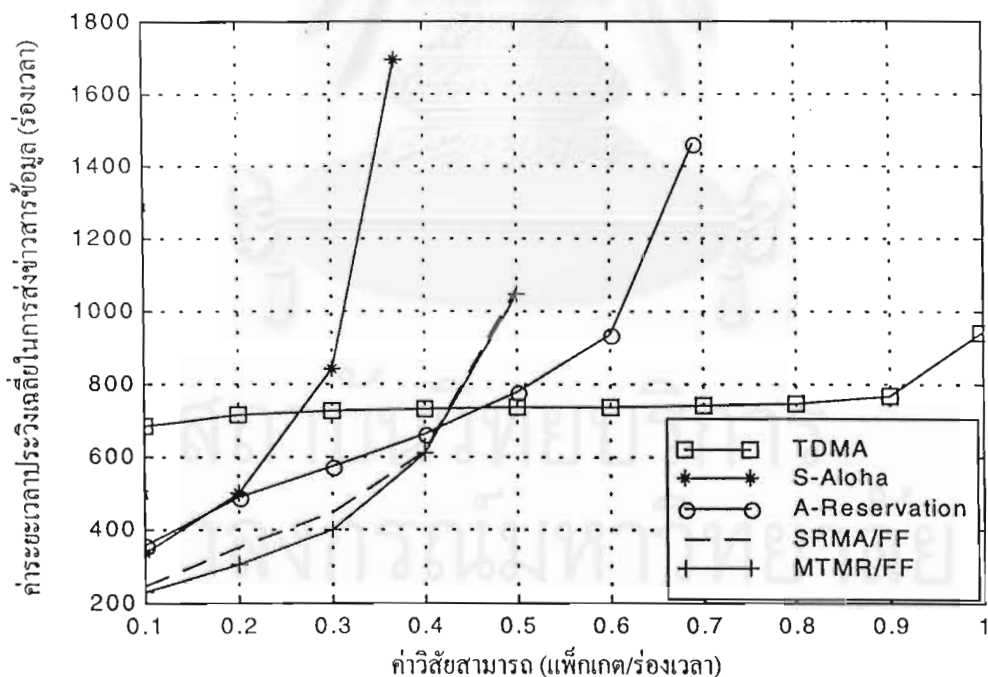
จำนวนร่องเวลาต่อหนึ่งเฟรม $K = 10$ ร่องเวลา

ขนาดของร่องเวลาเล็กมีขนาดเป็น 0.001 เท่าของขนาดแพ็กเก็ตข้อมูล

4.4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ

ตารางที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา

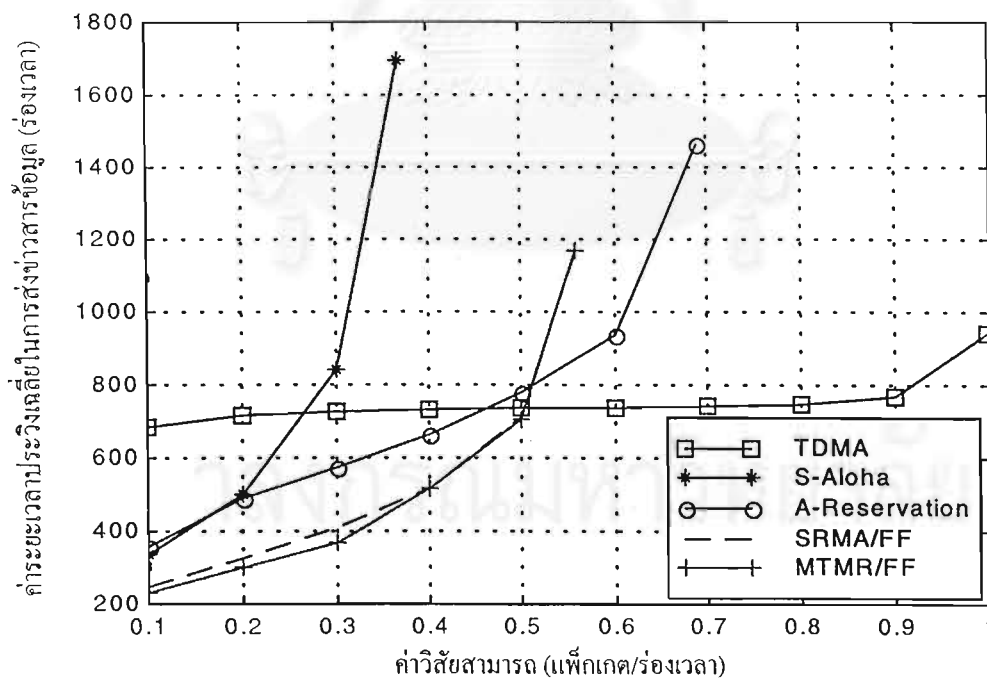
ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสาร ข้อมูล (ร่องเวลา)				
	TDMA	S-Aloha	Aloha-Reservation	SRMA/FF	MTMR/FF
0.1	682.078	336.383	356.736	248.944	232.366
0.2	713.177	499.081	489.516	354.647	306.74
0.3	726.5	840.667	573.1	449.751	399.841
0.368	729.746	1695.1	635.003	564.105	544.536
0.4	731.274	-	664.134	617.918	612.627
0.5	734.741	-	778.73	1061.09	1045.16
0.6	738.127	-	938.275	-	-
0.7	740.475	-	1460.88	-	-
0.8	748.16	-	-	-	-
0.9	768.742	-	-	-	-
0.99749	940.718	-	-	-	-



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กค่อนหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา

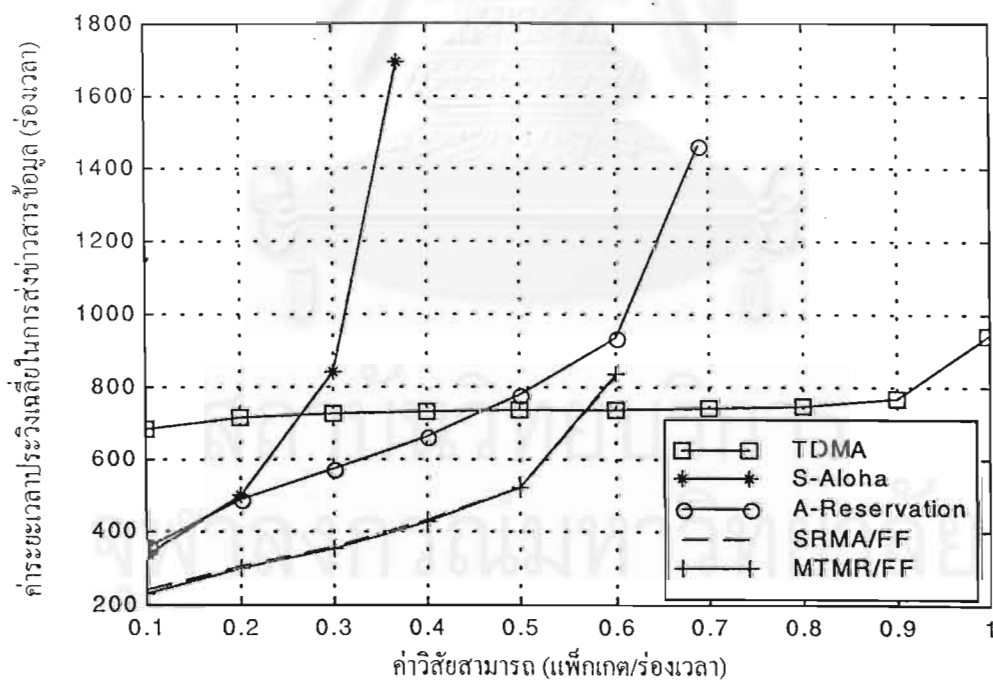
ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)				
	TDMA	S-Aloha	Aloha-Reservation	SRMA/FF	MTMR/FF
0.1	682.078	336.383	356.736	245.007	231.694
0.2	713.177	499.081	489.516	328.136	299.151
0.3	726.5	840.667	573.1	410.415	370.204
0.368	729.746	1695.1	635.003	468.883	468.70
0.4	731.274	-	664.134	515.511	515.051
0.5	734.741	-	778.73	711.424	702.795
0.56	736.772	-	874.457	1162.06	1166.43
0.6	738.127	-	938.275	-	-
0.7	740.475	-	1460.88	-	-
0.8	748.16	-	-	-	-
0.9	768.742	-	-	-	-
0.99749	940.718	-	-	-	-



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กค่อนหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 5$ ร่องเวลา

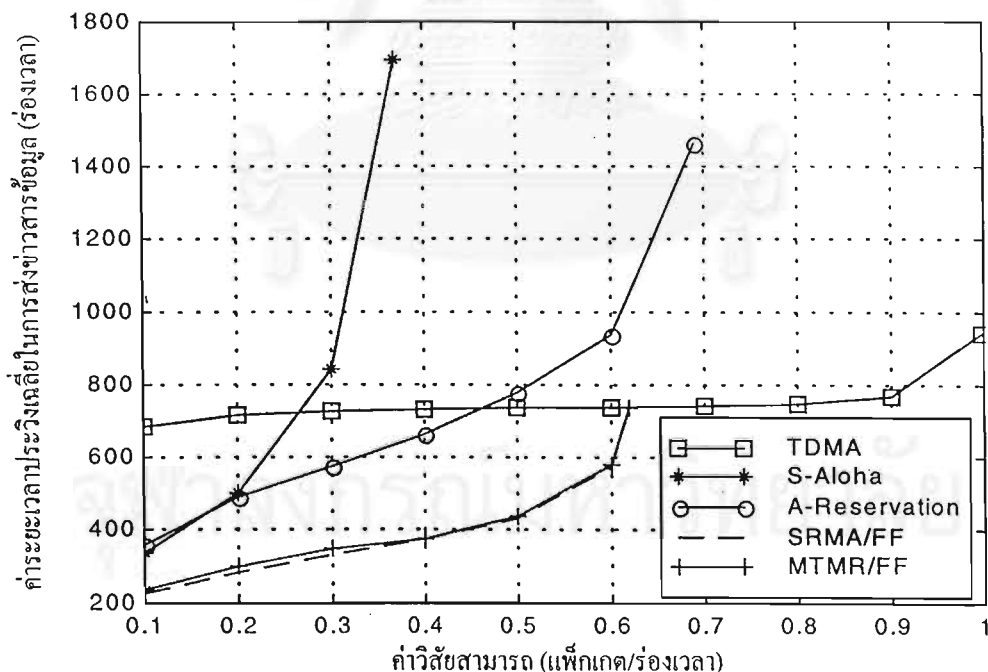
ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)				
	TDMA	S-Aloha	Aloha-Reservation	SRMA/FF	MTMR/FF
0.1	682.078	336.383	356.736	241.163	234.071
0.2	713.177	499.081	489.516	303.88	297.841
0.3	726.5	840.667	573.1	359.624	351.416
0.368	729.746	1695.1	635.003	407.666	400.569
0.4	731.274	-	664.134	430.275	423.7
0.5	734.741	-	778.73	518.681	519.263
0.6	738.127	-	938.275	834.156	835.327
0.7	740.475	-	1460.88	-	-
0.8	748.16	-	-	-	-
0.9	768.742	-	-	-	-
0.99749	940.718	-	-	-	-



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 5$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 10$ ร่องเวลา

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)				
	TDMA	S-Aloha	Aloha - Reservation	SRMA/FF	MTMR/FF
0.1	682.078	336.383	356.736	225.004	236.01
0.2	713.177	499.081	489.516	285.532	298.929
0.3	726.5	840.667	573.1	330.338	348.966
0.368	729.746	1695.1	635.003	359.247	364.004
0.4	731.274	-	664.134	372.852	371.082
0.5	734.741	-	778.73	431.609	434.988
0.6	738.127	-	938.275	574.023	576.781
0.62	738.597	-	1042.796	736.706	738.309
0.7	740.475	-	1460.88	-	-
0.8	748.16	-	-	-	-
0.9	768.742	-	-	-	-
0.99749	940.718	-	-	-	-



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 10$ ร่องเวลา

4.4.1.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่า วิสัยสามารถ

จากผลการจำลองเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF กับ ระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation และ SRMA/FF ดังแสดงในตารางที่ 4.8, 4.9, 4.10 และ 4.11 นั้นพบว่า ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF ให้ผลลัพธ์ด้านค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลโดยรวมที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation และ SRMA/FF ในกรณีที่มีจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาที่ไม่สูงนักคือจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2, 3$ และ 5 ร่องเวลาในช่วงค่าวิสัยสามารถเดียวกัน และแต่ละระเบียบวิธีสื่อสารก็จะมีค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่ไม่เท่ากัน ระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA มีค่าวิสัยสามารถสูงสุด 0.99749 ระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha มีค่าวิสัยสามารถสูงสุด 0.368 ระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation มีค่าวิสัยสามารถสูงสุด 0.6912 ส่วนระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF นั้นมีค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่เท่าเทียมกัน โดยมีสมรรถนะค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น คือเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2, 3, 5$ และ 10 ร่องเวลา ค่าวิสัยสามารถสูงสุดของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF ก็จะมีค่าเป็น 0.5, 0.56, 0.6, และ 0.62 ตามลำดับ โดยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะระเบียบวิธีสื่อสารที่ละวิธีการตามลำดับดังนี้

ระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA เป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการจัดสรรร่องเวลาแบบตายตัว ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพทราฟฟิก โดยร่องเวลาจะถูกกำหนดไว้ให้กับแต่ละสถานีผู้เข้าใช้บริการล่วงหน้า ไม่ว่าสถานีผู้เข้าใช้บริการดังกล่าวนั้นมีความต้องการที่จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลหรือไม่ก็ตาม แต่เป็นที่แน่นอนว่าเมื่อใดก็ตามที่สถานีผู้เข้าใช้บริการมีความต้องการที่จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลแพ็กเก็ตข้อมูลดังกล่าวก็จะถูกส่งถึงสถานีรับปลายทางได้เป็นผลสำเร็จ เนื่องจากไม่มีการแย่งชิงร่องเวลากันระหว่างสถานีผู้เข้าใช้บริการจึงส่งผลให้ค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายมีค่าสูงมากเข้าใกล้หนึ่งซึ่งจากผลการจำลองคือ 0.99749 และสูงกว่าค่าวิสัยสามารถของระเบียบวิธีสื่อสารทุกชนิดที่มีพื้นฐานมาจากการช่วงชิงกันเข้าใช้บริการช่องสัญญาณ แต่วิธีการดังกล่าวจะทำให้โครงข่ายสูญเสียค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่สูงมากแม้ในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบางซึ่งก็เนื่องมาจากการจัดสรรร่องเวลาที่ไม่มีการคำนึงถึงช่วงเวลาของความต้องการในการส่งข่าวสารของแต่ละสถานี และร่องเวลาที่ถูกกำหนดให้ไว้ล่วงหน้านั้นก็ไม่สามารถรองรับการเข้าใช้บริการจากสถานีผู้เข้าใช้บริการรายอื่นได้เลย

ระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha เป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีลักษณะการจัดสรรเวลาที่แตกต่างจากระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA อย่างสิ้นเชิง คือไม่มีการกำหนดรอกเวลาให้กับแต่ละสถานี ผู้ใช้บริการไว้ล่วงหน้าแต่ละสถานี ผู้ใช้บริการจะต้องแย่งชิงกันเพื่อเข้าใช้บริการช่องสัญญาณ โดยไม่มีหลักประกันว่าแพ็กเก็ตข้อมูลที่ส่งไปจะสามารถเข้าใช้บริการช่องสัญญาณได้เป็นผลสำเร็จ จึงทำให้ค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายมีค่าต่ำเพียง 0.368 ส่วนค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสารวิธีการดังกล่าวจะมีค่าต่ำในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง ซึ่งก็เนื่องมาจากการที่สถานีผู้ใช้บริการสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้ทันทีที่มีความต้องการ โดยไม่ต้องรอกการเข้าจังหวะกันระหว่างสถานีเหมือนระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA แต่เมื่อโครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกที่สูงขึ้น ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลก็จะมีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยจะแปรผันตามจำนวนครั้งที่ชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลและค่าระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ

ระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation ถึงแม้จะเป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการจัดสรรรอกเวลาตามความต้องการ แต่พฤติกรรมในการเข้าถึงของระเบียบวิธีสื่อสารดังกล่าวก็ส่งผลให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลยังคงสูงอยู่ในช่วงที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อใดก็ตามที่สถานีผู้ใช้บริการต้องการส่งแพ็กเก็ตข้อมูล สถานีผู้ใช้บริการดังกล่าวจะต้องส่งแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดเพื่อการร้องขอและการจองลำดับคิวให้สำเร็จเสียก่อน เมื่อแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดสามารถจองลำดับคิวได้เป็นผลสำเร็จแล้ว แพ็กเก็ตข้อมูลจากสถานีผู้ใช้บริการนั้นๆก็จะถูกส่งไปเข้าคิวเพื่อรอส่งในเฟรมย่อยข้อมูลต่อไป ซึ่งการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลด้วยวิธีการดังกล่าวจะต้องเสียค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลอย่างน้อยเท่ากับระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบหรือ 250 รอกเวลาแม้ในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบางเพื่อรอทราฟฟิกจากการจองแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮด แต่การเข้าถึงด้วยวิธีการดังกล่าวก็สามารถทำให้ค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายมีค่าสูงขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากพฤติกรรมการจองจากแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดนั้นสามารถลดอัตราการแข่งขันกันของแพ็กเก็ตข้อมูลลงได้ จึงทำให้ค่าวิสัยสามารถมีค่าสูงขึ้นซึ่งจากผลการจำลองคือ 0.6912

ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ซึ่งเป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการจัดสรรรอกเวลาแบบปรับเปลี่ยนลักษณะพฤติกรรมได้ตามสภาพทราฟฟิก ก็จะมีลักษณะพฤติกรรมการจัดสรรเชิงสุ่มในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบางและจะปรับเปลี่ยนลักษณะพฤติกรรมเป็นการจัดสรรตามความต้องการเมื่อโครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่นขึ้น ซึ่งลักษณะการจัดสรรแบบปรับเปลี่ยนพฤติกรรมดังกล่าวจะส่งผลให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลโดยรวมของระเบียบวิธีสื่อสารชนิดนี้มีค่าต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha และ Aloha-

Reservation ในช่วงค่าวิสัยสามารถเดียวกัน ส่วนค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF นั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากระเบียบวิธีสื่อสารดังกล่าวให้ความสำคัญกับพฤติกรรมการจองร่องเวลาของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดเฉพาะในส่วนของร่องเวลา Aloha จากเฟรม Aloha เท่านั้น ดังนั้นในกรณีที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่นขึ้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากการจัดสรรเชิงสุ่มมาเป็นการจัดสรรตามความต้องการจึงส่งผลให้ร่องเวลา Aloha มีจำนวนน้อยลง โอกาสในการจองร่องเวลาได้สำเร็จหลังจากการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับจำนวนร่องเวลาเล็ก m ส่งผลให้ค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายมีค่าแปรผันตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ซึ่งจากผลการจำลองพบว่า ค่าวิสัยสามารถสูงสุดสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ดังนี้

m	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด
2	0.501560
3	0.562039
5	0.601698
10	0.619771

ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF เป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีพื้นฐานเช่นเดียวกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF แต่มีข้อแตกต่างกัน คือระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF ได้นำหลักการการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำลดลงตามเงื่อนไขของค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณที่เพิ่มขึ้นมาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการเพิ่มค่าความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลจากความพยายามในครั้งแรก ซึ่งเป็นหลักการที่เหมาะสมสำหรับโครงข่ายที่มีระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบที่ยาวนานอย่างโครงข่ายสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำดังกล่าวได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 จากผลการจำลองที่ได้พบว่า เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m ต่อหนึ่งร่องเวลามีค่าเป็น 2, 3 และ 5 ร่องเวลาระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF จะให้ผลลัพธ์ด้านระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ในช่วงที่ค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณมีค่าต่ำกว่า 0.48 แพ็กเก็ต/ร่องเวลาซึ่งเป็นช่วงที่ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF มีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลเนื่องจากค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณช่วงดังกล่าวให้ค่าความน่าจะเป็นในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จจากการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูล k ครั้งใดๆมากกว่าการส่งเพียงครั้งเดียว และจะมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ใกล้เคียงกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF เมื่อโครงข่ายมีค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการลดลงของจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำจนเหลือการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวซึ่งเท่ากับจำนวนครั้งที่ใช้ส่งในระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF

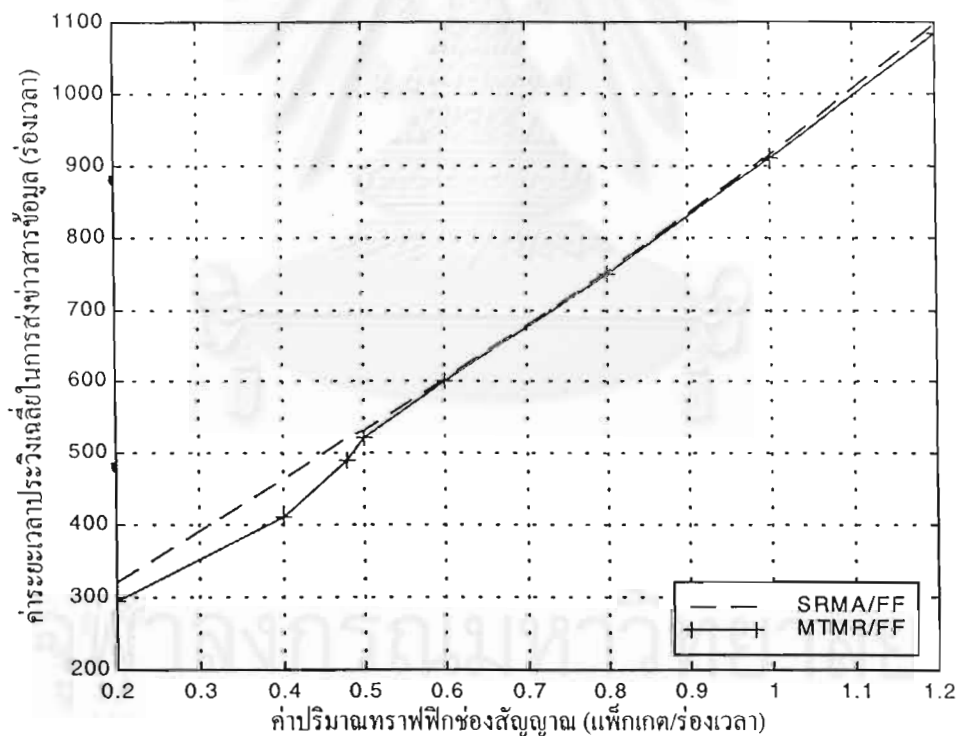
โดยความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉื่อยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF เมื่อเทียบกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF นั้นจะมีค่าความสามารถลดลงตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้นเมื่อพิจารณาที่ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณเดียวกัน ซึ่งผลความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉื่อยในการส่งข่าวสารข้อมูลและค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะเวลาประวิงเฉื่อยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารทั้ง 2 ชนิดเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m ต่อหนึ่งร่องเวลามีค่าเป็น 2, 3 และ 5 ร่องเวลาแสดงในตารางที่ 4.12, 4.13, 4.14 และรูปที่ 4.8, 4.9, 4.10 ตามลำดับดังนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา

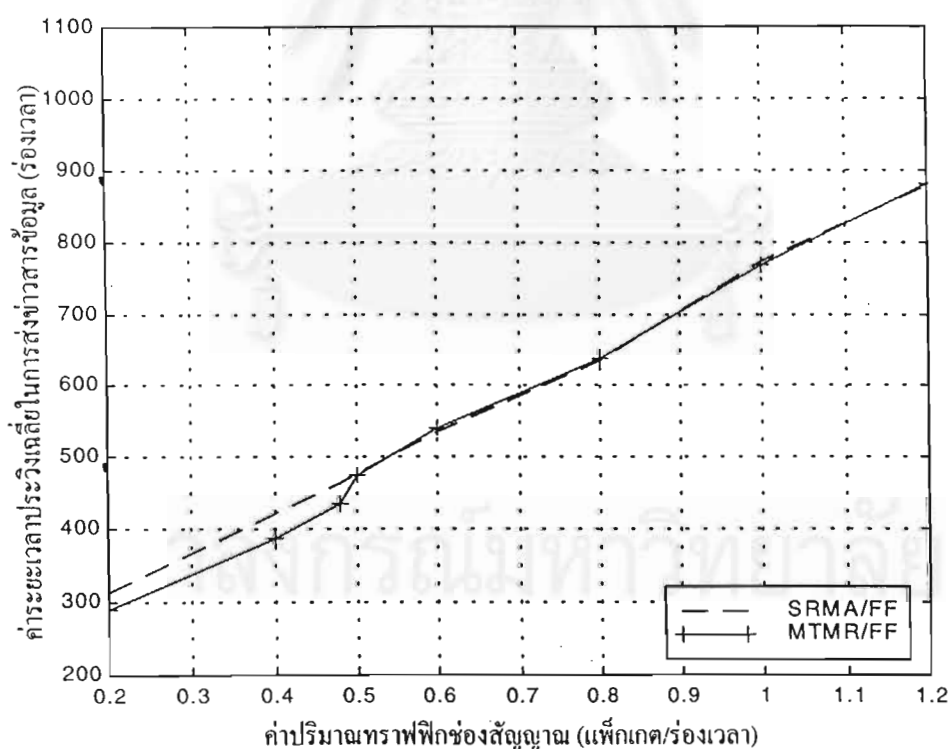
ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/FF	MTMR/FF	
0.2	321.59	294.894	8.300
0.4	464.383	410.045	11.701
0.48	524.914	489.187	6.806
0.6	602.636	600.721	0.317
0.8	751.166	750.246	0.122
1.0	915.014	908.922	0.665
1.2	1097.37	1085.28	1.101



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา

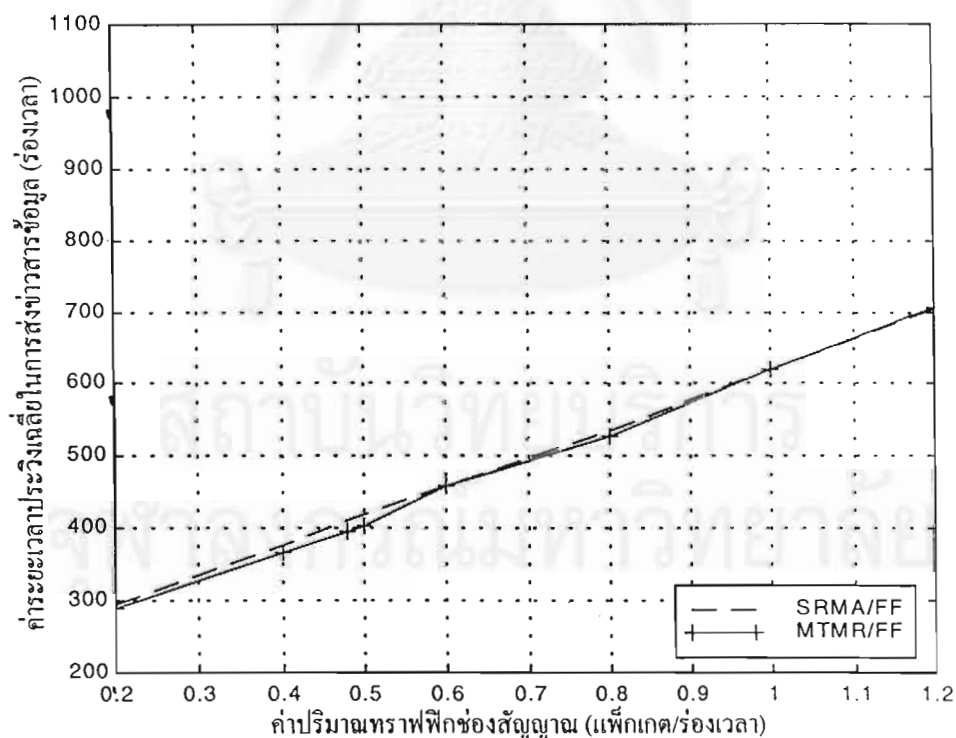
ค่าปริมาณกราฟฟิก ช่องสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/FF	MTMR/FF	
0.2	314.218	290.261	7.624
0.4	421.228	387.348	8.043
0.48	465.008	434.685	6.520
0.6	534.854	540.066	-0.974
0.8	634.567	638.813	-0.669
1.0	773.942	767.535	0.827
1.2	879.573	881.292	-0.195
1.4	1026.8	1021.82	0.485
1.6	1162.06	1162.8	-0.063



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 5$ ร่องเวลา

ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็คเกจ/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/FF	MTMR/FF	
0.2	294.856	290.843	1.361
0.4	376.131	365.505	2.825
0.48	411.076	395.452	3.8007
0.6	457.591	459.855	-0.494
0.8	535.262	526.313	1.656
1.0	619.192	619.235	-0.006
1.2	703.503	706.72	-0.457
1.4	797.552	803.868	-0.795
1.6	921.901	919.176	0.295



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 5$ ร่องเวลา

จากผลการจำลองพบว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารทั้งสองในขณะที่โครงข่ายมีค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณต่ำกว่า 0.48 แพ็กเกต/รองเวลาจะมีค่าลดลงตามจำนวนรองเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้นคือเมื่อพิจารณาโครงข่ายบริการในขณะที่มีค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ 0.4 แพ็กเกต/รองเวลาจำนวนรองเวลาเล็กต่อหนึ่งรองเวลา $m = 2, 3$ และ 5 ระยะเวลาค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF จะมีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง คือ 11.701%, 8.043% และ 2.825% ตามลำดับ ซึ่งก็เนื่องมาจากโอกาสความสำเร็จในการจองรองเวลาสำหรับกรณีที่มีจำนวนรองเวลาเล็ก m ต่ำและสูงไม่เท่ากัน ในกรณีที่มีจำนวนรองเวลาเล็ก m ต่ำ ความสำเร็จในการส่งและจองรองเวลาจากความพยายามในการส่งครั้งแรกสำหรับการส่งเพียงครั้งเดียวจะมีค่าต่ำ ผลจากการส่งซ้ำทำให้ความสำเร็จในการส่งและจองรองเวลาจากความพยายามในการส่งครั้งแรกมีค่าสูงขึ้น จึงทำให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลจากการส่งซ้ำของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF มีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF แต่เมื่อจำนวนรองเวลาเล็ก m มีค่าสูงขึ้น ความสำเร็จในการส่งและจองรองเวลาจากความพยายามในการส่งครั้งแรกสำหรับการส่งเพียงครั้งเดียวก็จะมีสูงขึ้น ผลจากการส่งซ้ำก็ยิ่งเพิ่มค่าความสำเร็จในการจองรองเวลาให้มากยิ่งขึ้น จำนวนคิวการจองยาวขึ้น ส่งผลให้ระเบียบวิธีสื่อสารมีจำนวนรองเวลาเพื่อการเข้าถึงแบบเชิงสุ่ม (S-Aloha) ในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบางต่ำลง จึงทำให้ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF มีความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลลดลงตามจำนวนรองเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น และเมื่อจำนวนรองเวลาเล็ก m มีค่าเท่ากับ 10 รองเวลาพบว่าค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF มีค่าสูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ในช่วงที่มีการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูลด้วยเหตุผลเช่นเดียวกันดังกล่าว ส่วนในกรณีที่ค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณมีค่าสูงกว่า 0.48 แพ็กเกต/รองเวลาขึ้นไป ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสารทั้งสองจะมีสมรรถนะที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจากผลการจำลองพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลจะมีค่าลดลงเหลือเพียง 0.317%, -0.974% และ -0.494% เมื่อค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณมีค่าเป็น 0.6 แพ็กเกต/รองเวลาสำหรับจำนวนรองเวลาเล็กต่อหนึ่งรองเวลา $m = 2, 3$ และ 5 รองเวลาตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากช่วงค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณดังกล่าวได้มีการลดจำนวนครั้งในการส่งซ้ำลงเหลือเพียงหนึ่งครั้งต่อหนึ่งแพ็กเกตจึงทำให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของทั้งสองระเบียบวิธีสื่อสารมีค่าใกล้เคียงกัน

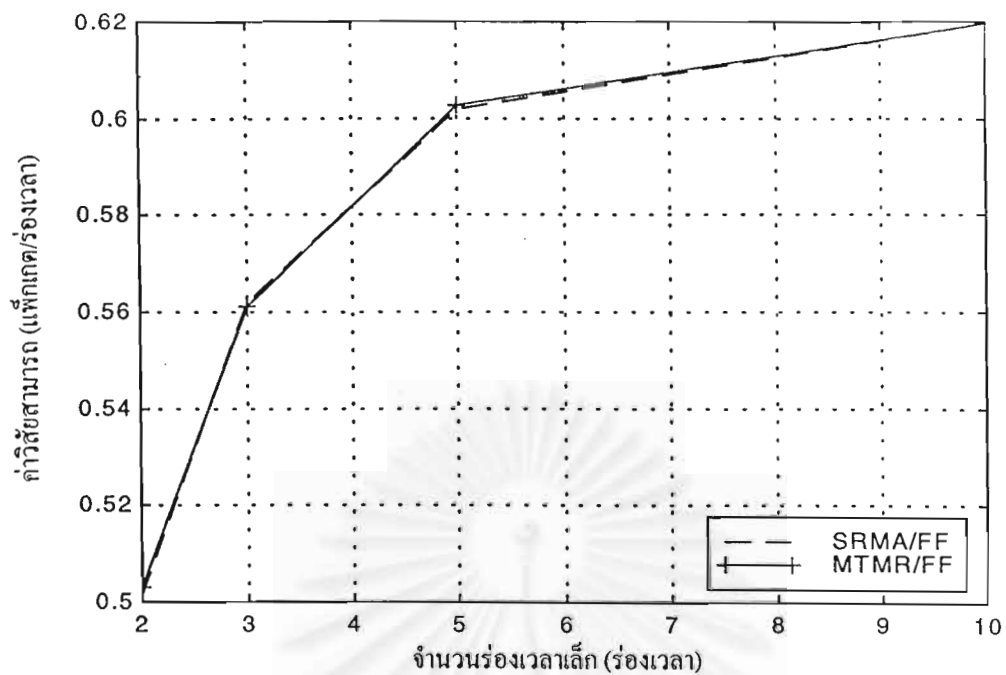
ส่วนค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF นั้นพบว่ายังคงมีค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่เท่ากับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ดังนี้

m	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด
2	0.503109
3	0.561232
5	0.602765
10	0.619427

เมื่อเปรียบเทียบค่าวิสัยสามารถสูงสุดสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF นั้นพบว่ามีความใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF ได้มีการปรับลดจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำเพื่อลดข้อมูลลงเมื่อโครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณที่สูงขึ้น จึงทำให้ค่าวิสัยสามารถสูงสุดของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF และ SRMA/FF มีค่าใกล้เคียงกันดังแสดงในตารางที่ 4.15 และรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF

จำนวนร่องเวลาเล็ก ต่อหนึ่งร่องเวลา (ร่องเวลา)	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	
	SRMA/FF	MTMR/FF
2	0.50156	0.503109
3	0.562039	0.561232
5	0.601698	0.602765
10	0.619771	0.619427

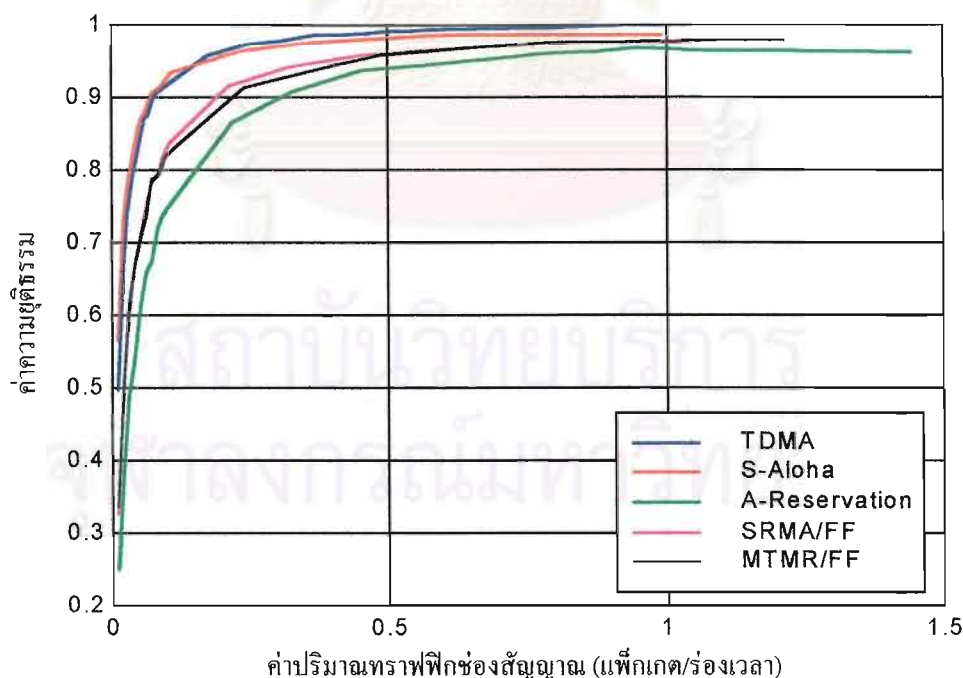


รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนรื่องเวลาเล็กต่อหนึ่งรื่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF

4.4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณ

ตารางที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

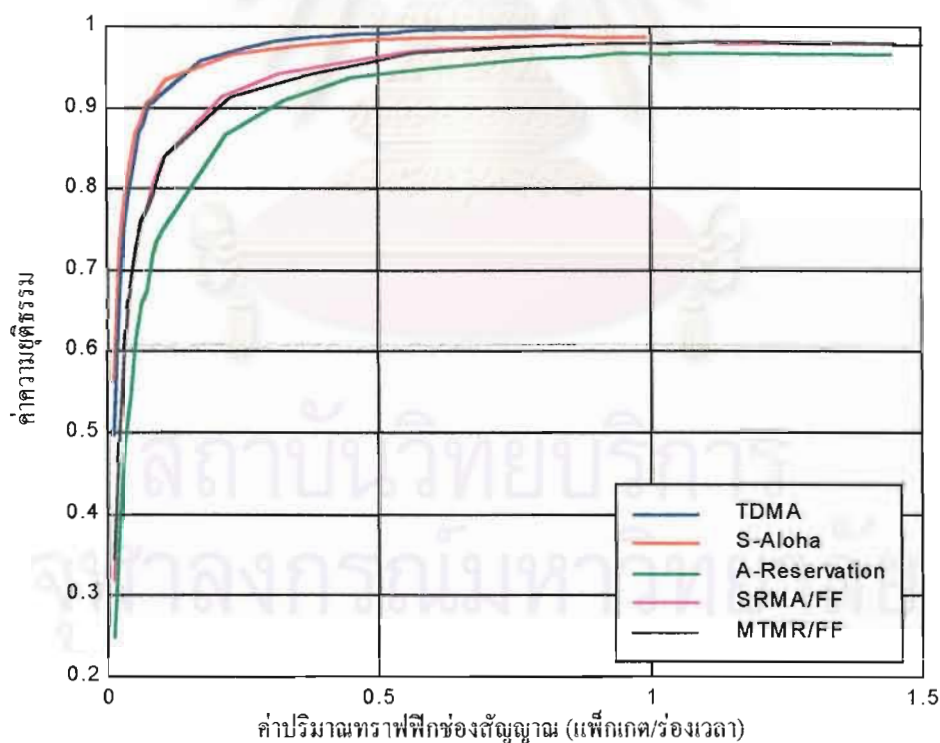
ค่าปริมาณกราฟฟิก ช่องสัญญาณ (แฟ้มเขต/ร่องเวลา)	ค่าความยุติธรรม				
	TDMA	S-Aloha	Aloha – Reservation	SRMA/FF	MTMR/FF
0.2	0.964858	0.959707	0.863397	0.906757	0.902789
0.4	0.987485	0.980875	0.922071	0.954242	0.940148
0.48	0.9845235	0.9835215	0.9354236	0.961281	0.957946
0.6	0.994313	0.986606	0.949303	0.968171	0.967131
0.8	0.997651	0.987308	0.964521	0.974656	0.972991
1.0	0.999932	0.987196	0.966343	0.979203	0.978068
1.2	-	-	0.968623	0.977592	0.978167
1.4	-	-	0.965571	-	-



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนช่องเวลาเล็ก $m = 3$ ช่องเวลา

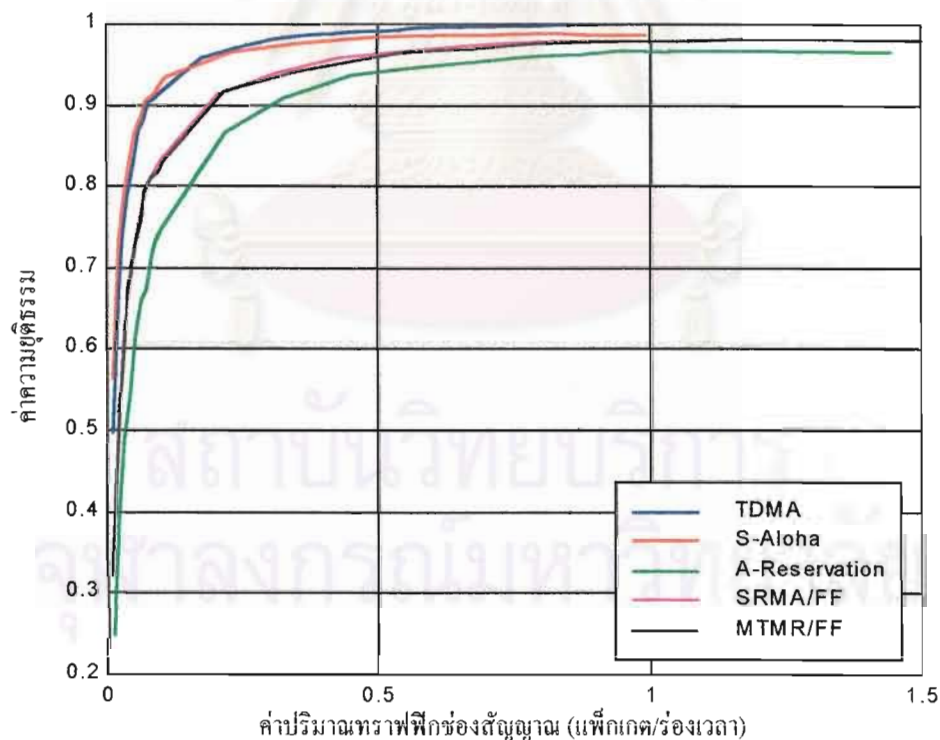
ค่าปริมาณกราฟฟิก ของสัญญาณ (แพ็กเกต/ช่องเวลา)	ค่าความยุติธรรม				
	TDMA	S-Aloha	Aloha – Reservation	SRMA/FF	MTMR/FF
0.2	0.964858	0.959707	0.863397	0.915509	0.904231
0.4	0.987485	0.980875	0.922071	0.951675	0.94402
0.48	0.9845235	0.9835215	0.9354236	0.958954	0.963707
0.6	0.994313	0.986606	0.949303	0.969932	0.968485
0.8	0.997651	0.987308	0.964521	0.976796	0.974406
1.0	0.999932	0.987196	0.966343	0.979092	0.977889
1.2	-	-	0.968623	0.981052	0.980258
1.4	-	-	0.965571	0.978608	0.979613
1.6	-	-	-	0.97686	0.976339



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนช่องเวลาเล็ก $m = 3$ ช่องเวลา

ตารางที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

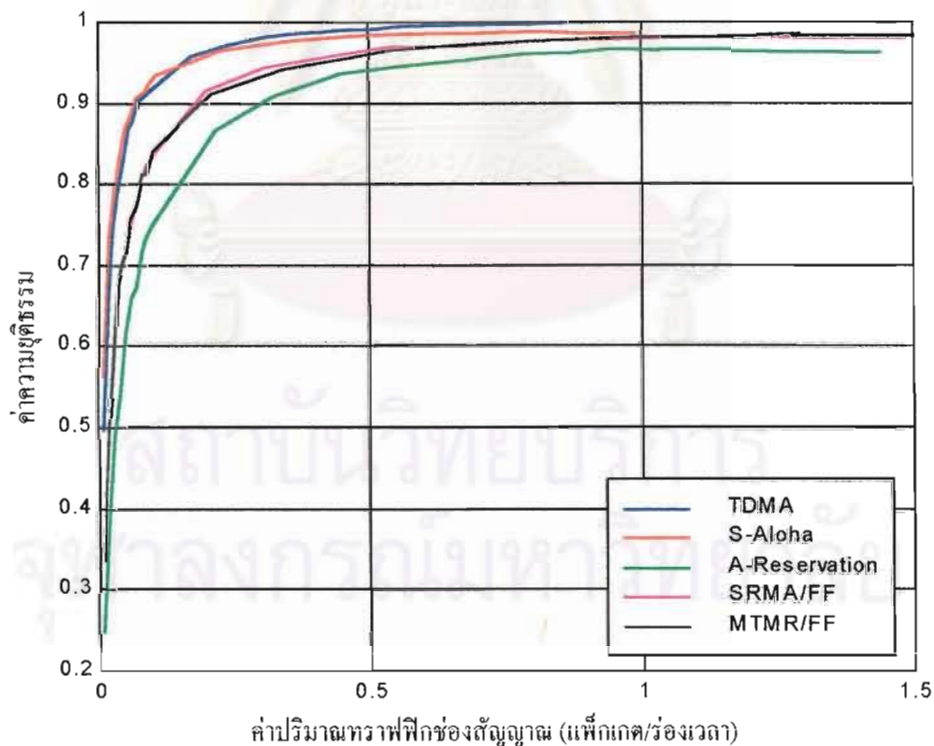
ค่าปริมาณกราฟฟิก ของสัญญาณ (แฟ้มเกต/ร่องเวลา)	ค่าความยุติธรรม				
	TDMA	S-Aloha	Aloha - Reservation	SRMA/FF	MTMR/FF
0.2	0.964858	0.959707	0.863397	0.913377	0.91047
0.4	0.987485	0.980875	0.922071	0.94934	0.952216
0.48	0.9845235	0.9835215	0.9354236	0.961095	0.9611
0.6	0.994313	0.986606	0.949303	0.9721	0.970317
0.8	0.997651	0.987308	0.964521	0.976243	0.977036
1.0	0.999932	0.987196	0.966343	0.980089	0.980765
1.2	-	-	0.968623	0.982386	0.981723
1.4	-	-	0.965571	0.981581	0.982237
1.6	-	-	-	0.979908	0.980986



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระบบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

ค่าปริมาณทราฟฟิก ช่องสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าความยุติธรรม				
	TDMA	S-Aloha	Aloha - Reservation	SRMA/FF	MTMR/FF
0.2	0.964858	0.959707	0.863397	0.915659	0.911176
0.4	0.987485	0.980875	0.922071	0.956351	0.952882
0.48	0.9845235	0.9835215	0.9354236	0.963763	0.961606
0.6	0.994313	0.986606	0.949303	0.971499	0.971742
0.8	0.997651	0.987308	0.964521	0.976804	0.977995
1.0	0.999932	0.987196	0.966343	0.98107	0.982124
1.2	-	-	0.968623	0.983686	0.983197
1.4	-	-	0.965571	0.981109	0.983284
1.6	-	-	-	0.979701	0.98219



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระบบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

4.4.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญา

จากผลการจำลองในตารางที่ 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 และรูปที่ 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 แสดงถึงค่าความเท่าเทียมกันในการเข้าใช้บริการช่องสัญญาความถี่ของแต่ละสถานีผู้เข้าใช้บริการ ในขณะที่โครงข่ายบริการมีการรองรับค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาที่ต่างกัน ซึ่งแต่ละระเบียบวิธีสื่อสารก็จะสามารถรองรับค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาที่แตกต่างกันขึ้นกับค่าความสามารถในการรองรับปริมาณความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลต่อระยะเวลาหนึ่งช่วงเวลา โดยจากผลการจำลองพบว่าระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการใช้ระยะเวลาเล็กเพื่อการจองของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดนั้นจะให้ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญามากกว่า 1 แพ็กเก็ต/ระยะเวลา ทั้งนี้เนื่องจากรองเวลาเล็กเพื่อการจองมีผลต่อความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลในระยะเวลาของเฟรม Reservation ซึ่งนอกเหนือไปจากการรองรับความสำเร็จจากเฟรม Aloha โดยตรง สำหรับค่าความยุติธรรมในการเข้าใช้บริการโครงข่ายของแต่ละระเบียบวิธีสื่อสารพบว่าในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง ระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha มีค่าความยุติธรรมในการเข้าใช้บริการช่องสัญญาความถี่ที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสารชนิดอื่น ทั้งนี้เนื่องจากสถานีผู้เข้าใช้บริการทุกสถานีสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้ทันทีเมื่อมีความต้องการและช่องสัญญาไม่ได้ถูกกำหนดให้กับผู้เข้าใช้บริการรายใดรายหนึ่งโดยเฉพาะ แต่เมื่อปริมาณทราฟฟิกของโครงข่ายมีค่าสูงขึ้นระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA จะมีค่าความยุติธรรมที่สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA ไม่มีพฤติกรรมในการแย่งชิงช่องสัญญาแต่มีการกำหนดระยะเวลาให้กับผู้เข้าใช้บริการที่เท่ากันหมดจำนวน 1 ระยะเวลาต่อเฟรม และการที่ปริมาณทราฟฟิกของโครงข่ายมีค่าสูงย่อมแสดงว่าแต่ละผู้เข้าใช้บริการมีความต้องการที่จะส่งข้อมูลจึงทำให้อัตราการส่งสำเร็จของแต่ละผู้เข้าใช้บริการมีค่าใกล้เคียงกันส่งผลให้ค่าความยุติธรรมในการเข้าใช้บริการช่องสัญญาความถี่มีค่าเข้าใกล้หนึ่ง

ส่วนระเบียบวิธีสื่อสารที่มีพฤติกรรมจองระยะเวลาซึ่งมีพื้นฐานมาจากการแย่งชิงช่องสัญญาอย่างระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation, SRMA/FF และ MTMR/FF นั้นจะมีค่าความยุติธรรมที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสารที่ไม่มีการจองระยะเวลาอย่างระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA และ S-Aloha เนื่องจากพฤติกรรมจองระยะเวลาดังกล่าวจะทำให้แต่ละสถานีผู้เข้าใช้บริการในโครงข่ายมีค่าความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลในอัตราที่ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความสามารถในการจองระยะเวลาและจำนวนระยะเวลาเพื่อการจองสำหรับแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮด ซึ่งจากผลการจำลองพบว่าระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation ซึ่งอ้างอิงพฤติกรรมจองระยะเวลาเป็นสำคัญจะมีค่าความยุติธรรมต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF ซึ่งมีพฤติกรรมในการเข้าถึงเป็นแบบ S-Aloha ในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง และเมื่อเปรียบเทียบค่าความยุติธรรมระหว่างระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF นั้นพบว่าในช่วงที่ค่าปริมาณ

ทราฟฟิกช่องสัญญาณมีค่าต่ำกว่า 0.48 แพ็กเกต/ร็องเวลาค่าความยุติธรรมของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF จะมีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ซึ่งก็เนื่องมาจากผลจากการส่งซ้ำส่งผลให้ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF มีพฤติกรรมการจอร์องเวลาที่มากกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ในช่วงค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณดังกล่าว

สำหรับในกรณีที่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนร็องเวลาเพื่อการจองสำหรับแพ็กเกตโอเวอร์เฮด นั้นไม่ว่าจะเป็นระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF, MTMR/FF หรือแม้แต่วิธีสื่อสาร Aloha-Reservation ก็จะมีค่าความยุติธรรมที่เพิ่มขึ้นในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่น ซึ่งก็เนื่องมาจากในขณะที่แต่ละสถานีผู้เข้าใช้บริการในโครงข่ายมีความต้องการที่จะส่งแพ็กเกตข้อมูล ในเวลาที่ใกล้เคียงกัน การเพิ่มขึ้นของจำนวนร็องเวลาเพื่อการจองจึงทำให้สถานีผู้เข้าใช้บริการดังกล่าวมีความสามารถในการส่งแพ็กเกตข้อมูลได้สำเร็จในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ค่าความยุติธรรมในการเข้าใช้บริการช่องสัญญาณดาวเทียมมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ

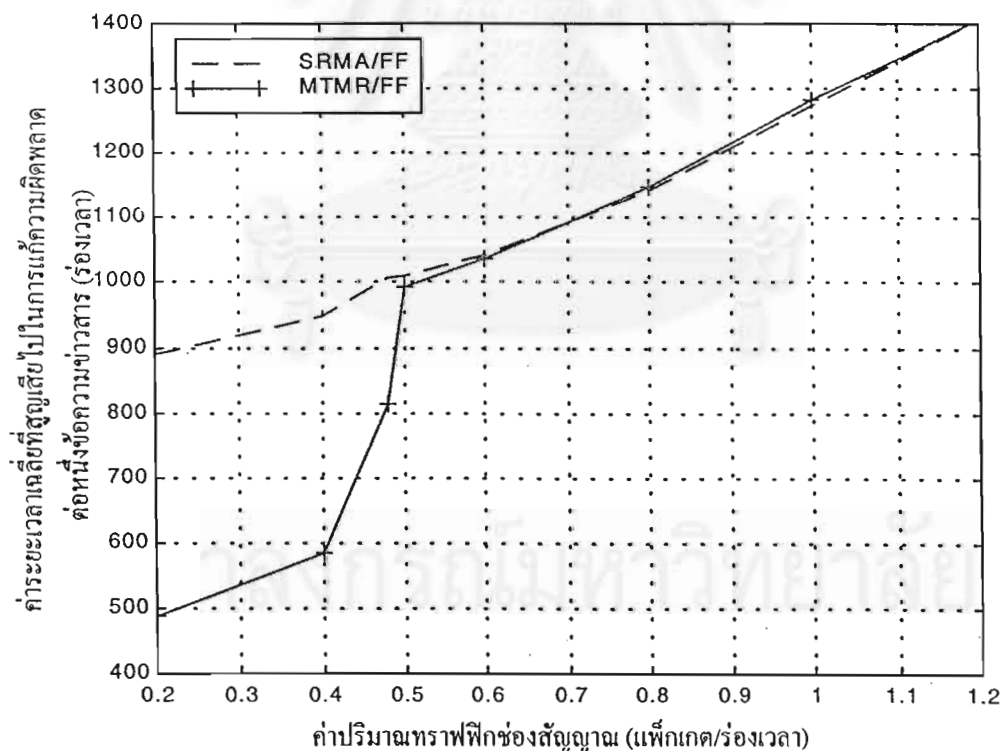


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ

ตารางที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

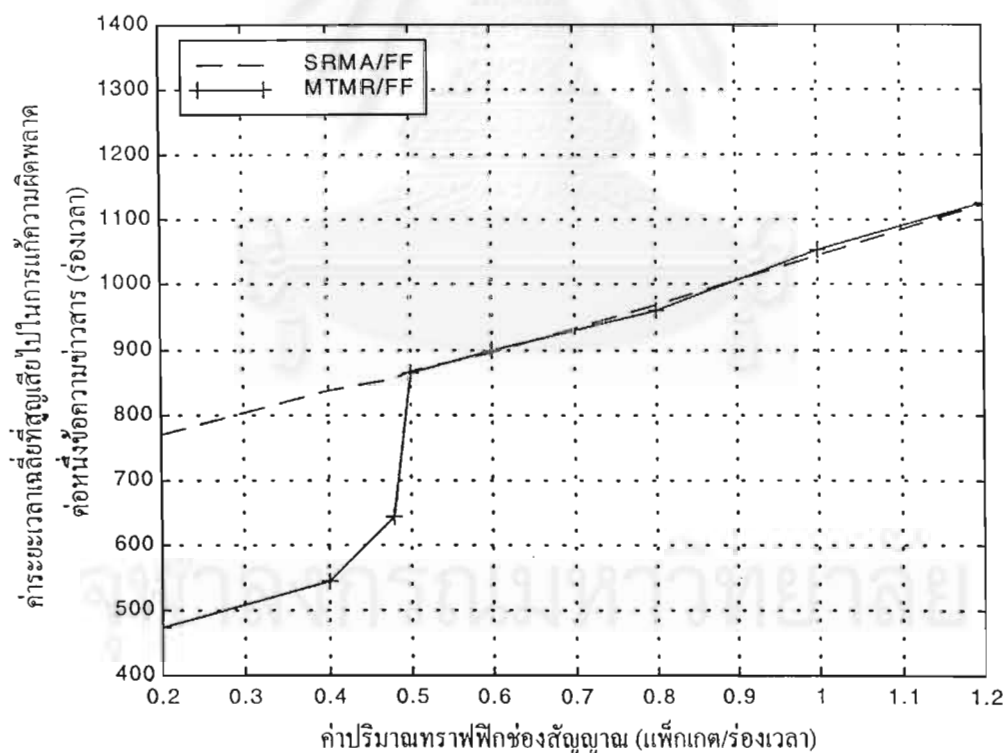
ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/FF	MTMR/FF	
0.2	890.003	488.796	45.079
0.4	946.93	586.129	38.102
0.48	1006.82	812.781	19.272
0.6	1041.32	1035.75	0.534
0.8	1140.69	1149.21	-0.746
1.0	1275.34	1283.94	-0.674
1.2	1405.63	1405.96	-0.023



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

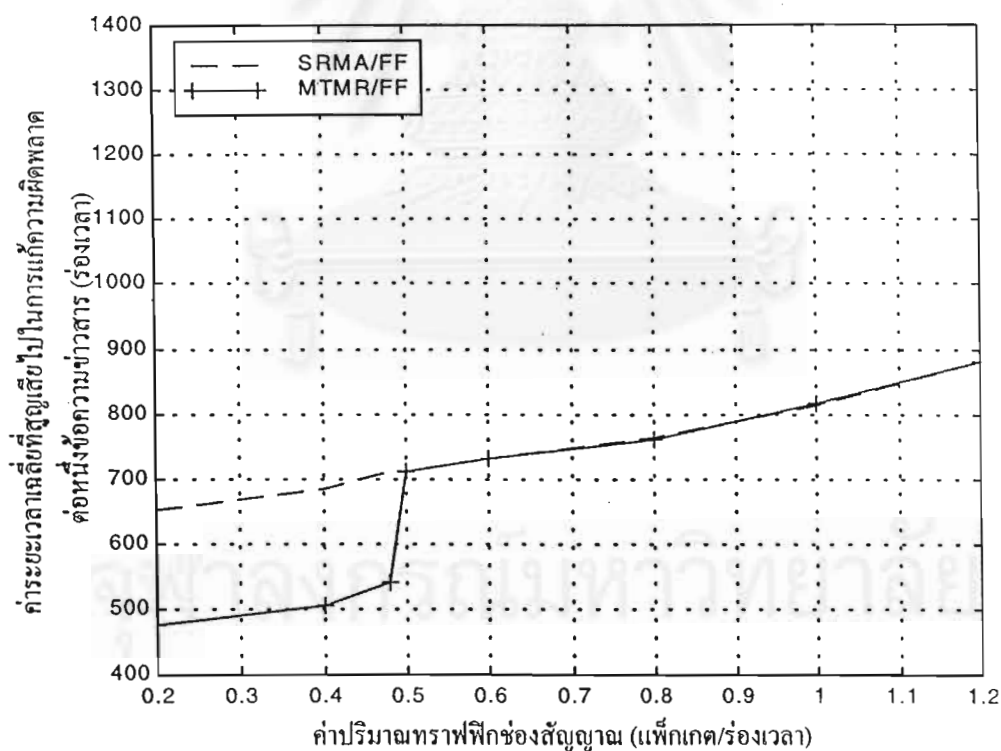
ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ (แฟ้มเกิด/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/FF	MTMR/FF	
0.2	769.895	474.71	38.340
0.4	836.386	543.011	35.076
0.48	854.767	643.496	24.716
0.6	894.893	897.453	-0.286
0.8	968.803	961.376	0.766
1.0	1045.98	1052.82	-0.653
1.2	1124.36	1126.42	-0.183
1.4	1241.77	1235.38	0.154
1.6	1339.48	1334.54	0.368



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

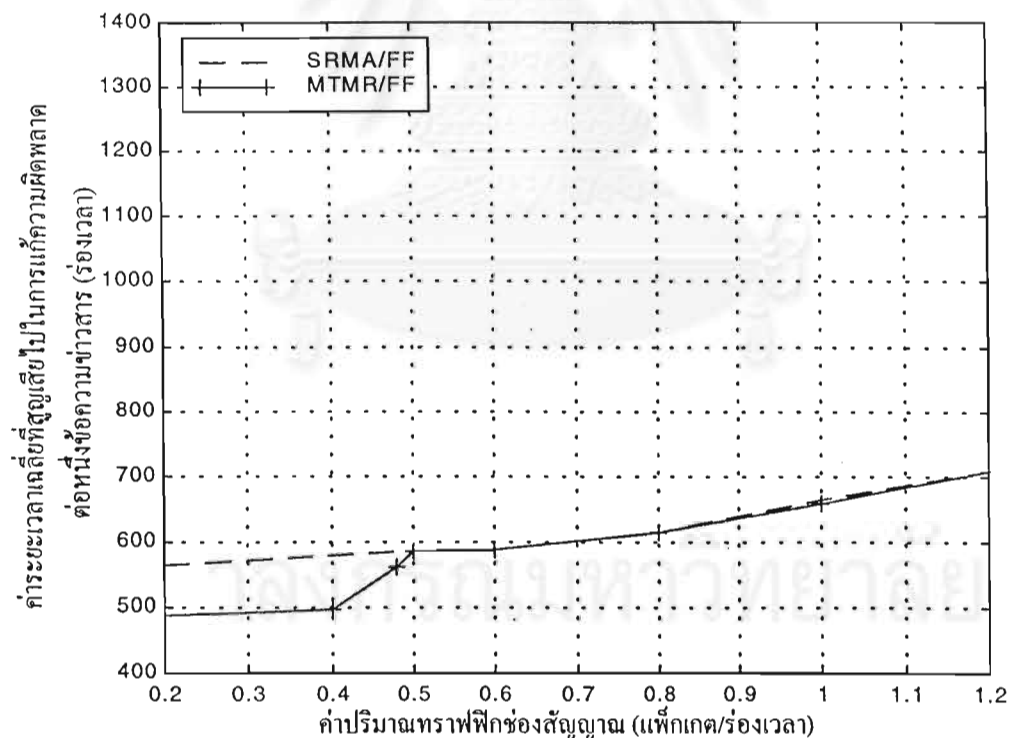
ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/FF	MTMR/FF	
0.2	651.009	475.157	27.012
0.4	684.443	504.193	26.335
0.48	709.748	540.202	23.888
0.6	731.397	732.566	-0.159
0.8	763.698	759.216	0.586
1.0	812.841	816.364	-0.433
1.2	881.685	881.848	-0.018
1.4	959.232	954.616	0.481
1.6	1038.55	1042.61	-0.390



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาด ต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/FF	MTMR/FF	
0.2	563.017	488.2	13.288
0.4	579.311	495.736	14.426
0.48	583.338	560.656	3.888
0.6	588.722	587.563	0.196
0.8	614.947	614.51	0.071
1.0	663.269	659.365	0.588
1.2	707.545	706.607	0.132
1.4	774.244	764.369	1.275
1.6	841.051	835.396	0.672



รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

4.4.1.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิคช่องสัญญาณ

จากผลการจำลองสถานการณ์ดังแสดงในตารางที่ 4.20, 4.21, 4.22, 4.23 และรูปที่ 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 แสดงให้เห็นว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF มีค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ในช่วงที่โครงข่ายบริการมีค่าปริมาณกราฟฟิคช่องสัญญาณต่ำกว่า 0.48 แพ็กเกต/รองเวลาซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF มีการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูลเนื่องจากการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูลในช่วงค่าปริมาณกราฟฟิคช่องสัญญาณดังกล่าวจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการส่งได้สำเร็จจากความพยายามในครั้งแรกมากกว่าการส่งเพียงครั้งเดียวต่อหนึ่งแพ็กเกต ไม่ว่าจำนวนรองเวลาเล็ก m จะมีค่าเป็น 2, 3, 5 หรือ 10 รองเวลาก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากผลจากการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูลจะทำให้โอกาสในการแก้ความผิดพลาดได้สำเร็จจากความพยายามในครั้งแรกมีค่าสูงกว่าการส่งแพ็กเกตข้อมูลเพียงครั้งเดียว และเมื่อค่าปริมาณกราฟฟิคช่องสัญญาณมีค่าสูงขึ้นค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของทั้งสองระเบียบวิธีสื่อสารจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันซึ่งก็เนื่องมาจากการลดลงของจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF และจากผลการจำลองสถานการณ์พบว่า เมื่อจำนวนรองเวลาเล็ก m มีค่าเพิ่มขึ้นระเบียบวิธีสื่อสารทั้งสองจะสูญเสียค่าระยะเวลาในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารต่ำลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อจำนวนรองเวลาเล็ก m มีค่าเพิ่มขึ้นความสำเร็จในการจองรองเวลาจึงมีมากขึ้น การแก้ความผิดพลาดด้วยการจองรองเวลาจึงมีโอกาสรอบความสำเร็จมากกว่ากรณีที่มีจำนวนรองเวลาเล็ก m ต่ำ หรือแม้แต่ในกรณีที่การจองรองเวลาไม่ประสบความสำเร็จ ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ก็จะมีค่าไม่สูงนัก การแก้ความผิดพลาดด้วยการส่งใหม่หลังจากการจองรองเวลาไม่สำเร็จจึงสูญเสียค่าระยะเวลาที่ต่ำกว่ากรณีที่มีจำนวนรองเวลาเล็ก m ต่ำ ซึ่งมีช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ค่อนข้างสูง

สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดของทั้งสองระเบียบวิธีสื่อสารในช่วงที่โครงข่ายบริการมีปริมาณกราฟฟิคช่องสัญญาณต่ำกว่า 0.48 แพ็กเกต/รองเวลานั้นจะมีค่าลดลงตามจำนวนรองเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้นคือ เมื่อจำนวนรองเวลาเล็กต่อหนึ่งรองเวลามีค่าเป็น 2, 3, 5 และ 10 รองเวลาในขณะที่โครงข่ายมีค่าปริมาณกราฟฟิคช่องสัญญาณ 0.4 แพ็กเกต/รองเวลา ค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF จะมีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงคือ 38.102%, 35.076%, 26.335% และ 14.426% ตามลำดับ ซึ่งก็เนื่องมาจากทั้งสองระเบียบวิธีสื่อสารใช้วิธีการในการแก้ความผิดพลาดเป็นไปในทางเดียวกันมาก

ขึ้น คือในกรณีทีระบบวิธีสื่อสารมีจำนวนร่องเวลาเล็ก m สูง ไม่ว่าจะเป็นการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวจากระบบวิธีสื่อสาร SRMA/FF หรือการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลจากระบบวิธีสื่อสาร MTMR/FF ต่างก็มีความสามารถในการแก้ความผิดพลาดจากการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลด้วยการจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จมากขึ้นจึงทำให้ค่าระยะเวลาที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดของทั้งสองระบบวิธีสื่อสารนั้นถูกใช้ไปกับการจองร่องเวลาและการรอลำดับคิว ซึ่งจะต่างกับกรณีที่มีจำนวนร่องเวลาเล็ก m ต่ำความสามารถในการจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จหลังเกิดการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวต่อหนึ่งข้อความข่าวสารจึงมีค่าต่ำ ส่งผลให้มีการแก้ความผิดพลาดด้วยการส่งใหม่เพิ่มขึ้น ส่วนการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นสามารถช่วยลดอัตราการส่งใหม่ดังกล่าวลงได้ด้วยการพิจารณาผลลัพธ์ในลักษณะเดียวกันกับการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลในครั้งที่สองโดยไม่ต้องส่งใหม่ทันที จึงทำให้ค่าระยะเวลาที่ใช้ไปในการแก้ความผิดพลาดของระบบวิธีสื่อสาร MTMR/FF มีค่าต่ำกว่าระบบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของทั้งสองระบบวิธีสื่อสารมีค่ามากกว่ากรณีที่มีจำนวนร่องเวลาเล็ก m สูง

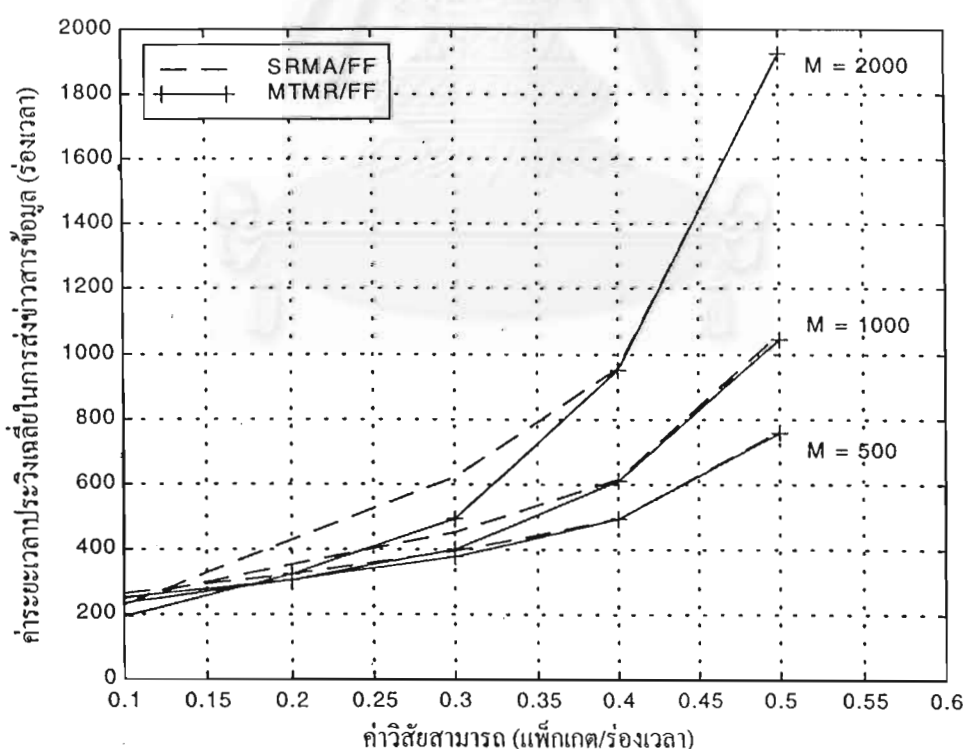


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย

ตารางที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

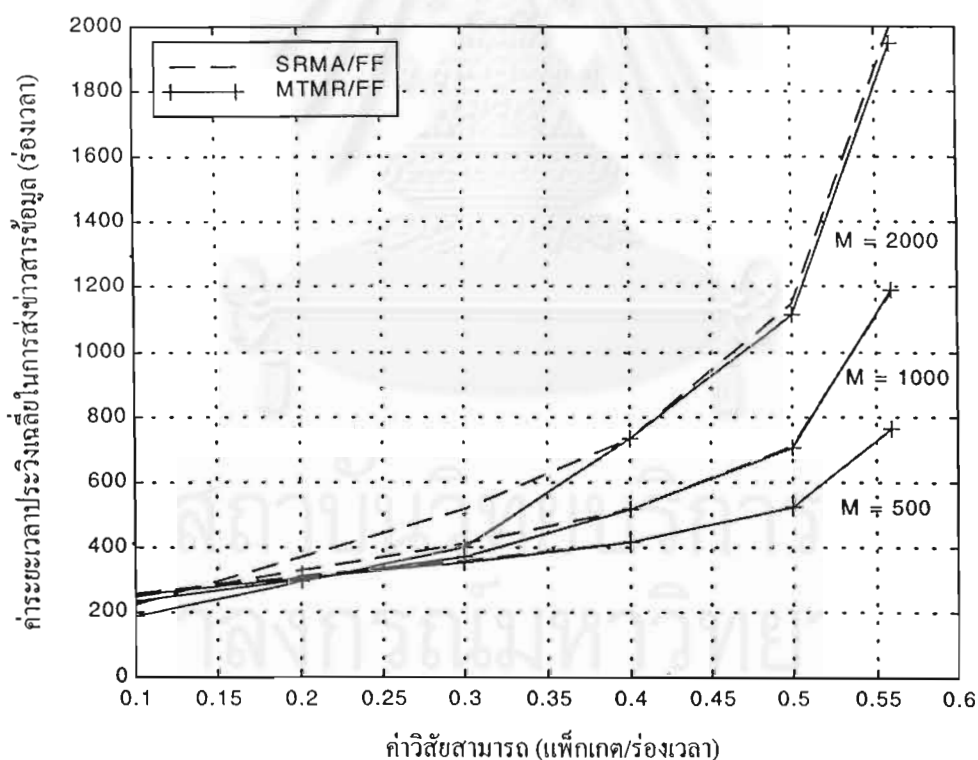
ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)					
	ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 500$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 1000$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 2000$	
	SRMA/FF	MTMR/FF	SRMA/FF	MTMR/FF	SRMA/FF	MTMR/FF
0.1	262.528	254.688	248.944	232.366	227.282	194.084
0.2	323.604	306.638	354.647	306.74	425.944	321.04
0.3	390.126	357.7	449.751	399.841	622.812	490.272
0.4	491.46	491.302	617.918	612.627	956.564	950.444
0.5	760.76	754.564	1061.09	1045.16	1925.87	1924.38



รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

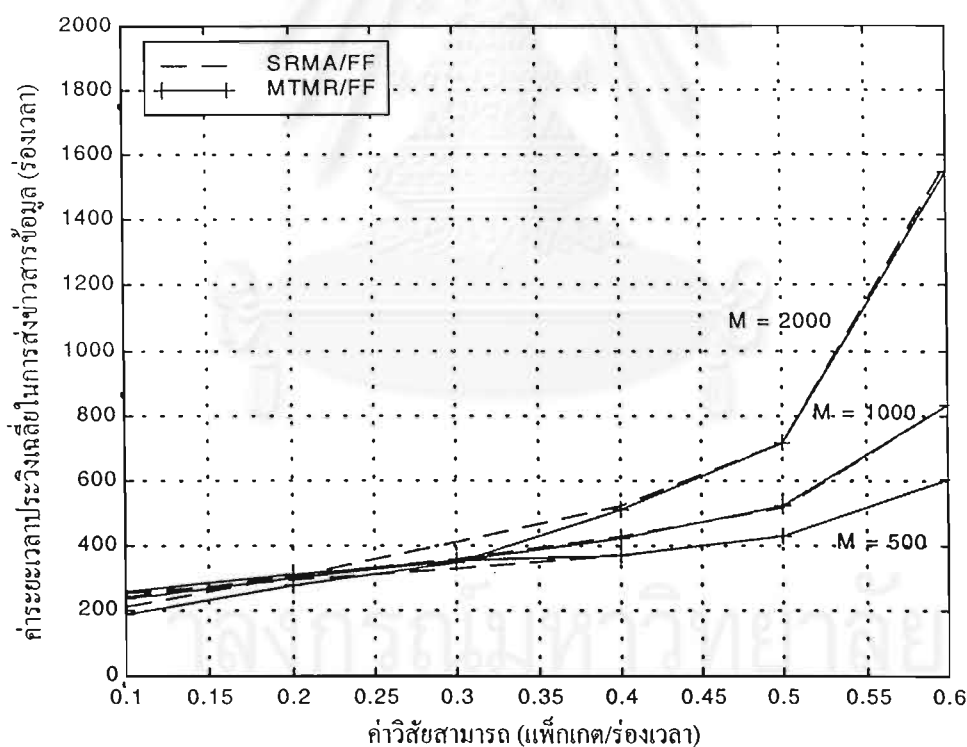
ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)					
	ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 500$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 1000$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 2000$	
	SRMA/FF	MTMR/FF	SRMA/FF	MTMR/FF	SRMA/FF	MTMR/FF
0.1	256.4	254.572	245.007	231.694	221.988	186.62
0.2	300.99	308.94	328.136	299.151	369.195	293.043
0.3	356.212	354.216	410.425	370.204	516.102	399.372
0.4	414.47	415.196	515.511	515.051	731.016	734.479
0.5	522.228	521.75	711.424	702.795	1115.1	1112.76
0.56	763.038	761.46	1181.85	1191.57	1994.99	1947.95



รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานี และจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยความสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

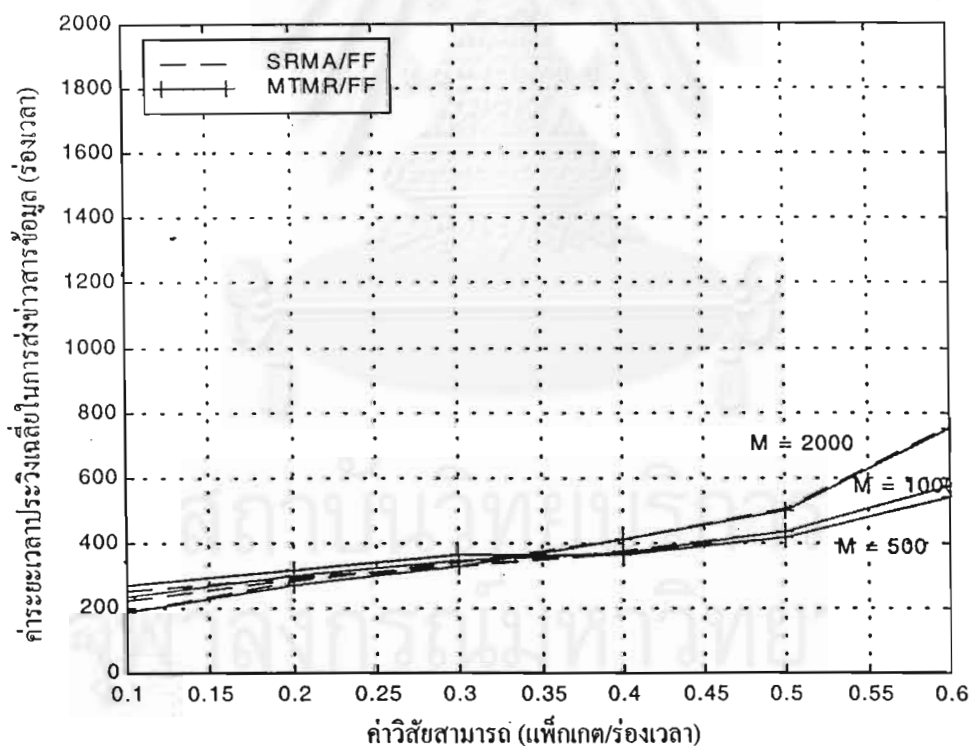
ค่าวิสัยความสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)					
	ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 500$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 1000$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 2000$	
	SRMA/FF	MTMR/FF	SRMA/FF	MTMR/FF	SRMA/FF	MTMR/FF
0.1	253.09	260.152	241.163	234.071	208.512	188.266
0.2	294.512	309.628	303.88	297.841	303.407	273.979
0.3	329.412	353.324	359.624	351.416	413.289	346.139
0.4	369.504	369.63	430.275	423.7	523.752	512.149
0.5	427.298	430.078	518.681	519.263	713.384	716.421
0.6	605.028	604.832	834.156	835.327	1573.53	1548.59



รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยความสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)					
	ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 500$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 1000$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 2000$	
	SRMA/FF	MTMR/FF	SRMA/FF	MTMR/FF	SRMA/FF	MTMR/FF
0.1	252.488	267.602	225.004	236.01	188.725	187.147
0.2	293.058	319.488	285.532	298.929	281.194	272.722
0.3	328.976	360.912	330.338	348.966	341.833	329.688
0.4	366.902	365.404	372.852	371.082	411.289	410.578
0.5	417.908	414.244	431.609	434.988	506.059	500.744
0.6	538.736	540.066	574.023	576.781	755.871	753.581
0.62	646.274	650.182	736.706	738.309	1099.53	1065.51



รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

4.4.1.8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย

จากผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลและค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF และ MTMR/FF ในกรณีที่โครงข่ายบริการมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการ $M = 500, 1000$ และ 2000 สถานี และระเบียบวิธีสื่อสารทั้งสองมีจำนวนรื่องเวลาเล็ก $m = 2, 3, 5$ และ 10 รื่องเวลาตามลำดับนั้น พบว่าเมื่อพิจารณากรณีที่ระเบียบวิธีสื่อสารมีจำนวนรื่องเวลาเล็ก m ที่เท่ากัน โครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการมากจะมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลโดยรวมที่สูงกว่าโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการน้อย ไม่ว่าจะเป็ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF หรือ MTMR/FF ก็ตาม ทั้งนี้เนื่องมาจากในกรณีที่โครงข่ายบริการมีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่น โครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการที่มากกว่าจะมีอัตราการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลที่สูงกว่า ส่งผลให้ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ (retransmission time) หลังจากการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลสำหรับโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการมากมีค่าสูงกว่าโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการน้อย เพื่อลดอัตราการชนซ้ำหลังจากการส่งใหม่ โดยช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ดังกล่าวจะพิจารณาช่วงระยะเวลาที่สั้นที่สุดที่ทำให้โครงข่ายบริการอยู่ในสภาวะเสถียร ดังนั้นค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการ 2000 สถานีจึงมีค่ามากกว่าโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการ 1000 และ 500 สถานีเนื่องจากมีช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ที่ยาวนานกว่าดังกล่าว

ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF ยังคงมีความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ในกรณีที่มีการใช้จำนวนรื่องเวลาเล็กค่อหนึ่งรื่องเวลาที่ไม่สูงนักคือ $m = 2, 3$ และ 5 รื่องเวลา โดยความสามารถดังกล่าวจะมีค่าลดลงตามจำนวนรื่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับกรณีที่จำนวนผู้เข้าใช้บริการ 1000 สถานี ดังที่ได้นำเสนอไปแล้ว และโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการต่างกันความสามารถของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF จะลดลงตามจำนวนรื่องเวลาเล็ก m ที่ต่างกัน โดยจากผลการจำลองพบว่าโครงข่ายที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการ 500 สถานีเมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก m มีค่าเท่ากับ 5 รื่องเวลาระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF จะมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ส่วนโครงข่ายที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการ 1000 สถานีเมื่อจำนวนรื่องเวลาเล็ก m มีค่าเท่ากับ 10 รื่องเวลาระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF จะมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF แต่เมื่อโครงข่ายบริการมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการ 2000 สถานีพบว่าถึงแม้จำนวนรื่องเวลาเล็ก m จะมีค่าเท่ากับ 10 รื่องเวลา ผลจากการ

ส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF ก็ยังคงมีความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลได้ดีกว่าการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวจากระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF ทั้งนี้เนื่องมาจากโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการมากจะมีช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ที่ยาวนานหลังเกิดการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูล ซึ่งผลจากการส่งซ้ำจะช่วยลดอัตราการส่งใหม่ เนื่องจากเมื่อเกิดการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลที่ส่งในครั้งแรก ก็ยังเหลือผลลัพธ์จากการส่งในครั้งที่สองว่าจะสามารถส่งได้สำเร็จหรือไม่โดยไม่ต้องส่งใหม่ทันที ดังนั้นผลจากการส่งซ้ำจึงช่วยลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลได้ดีเมื่อเทียบกับการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียว ส่วนโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการน้อยจะมีช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ที่ค่อนข้างสั้นหลังเกิดการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูล ผลจากการส่งซ้ำก็ยังคงเพิ่มความหนาแน่นและอัตราการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูล ส่งผลให้มีการจองลำดับคิวเพิ่มมากขึ้นค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลจึงมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียว

4.4.2 ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ : รูปแบบเฟรมพลวัต

ข้อกำหนดของโครงข่ายบริการ

โครงข่ายบริการมีผู้เข้าใช้บริการ $M = 1000$ สถานี

ระยะเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ $R = 250$ ร่องเวลา

ข้อกำหนดของระเบียบวิธีสื่อสาร

ระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation

จำนวนร่องเวลาต่อหนึ่งเฟรม $F = 3$ ร่องเวลา

จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งเฟรม $v = 5$ ร่องเวลา

จำนวนร่องเวลาเพื่อการจองต่อหนึ่งเฟรม $K = 1$ ร่องเวลา

จำนวนร่องเวลาข้อมูลต่อหนึ่งเฟรม $L = 2$ ร่องเวลา

ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF

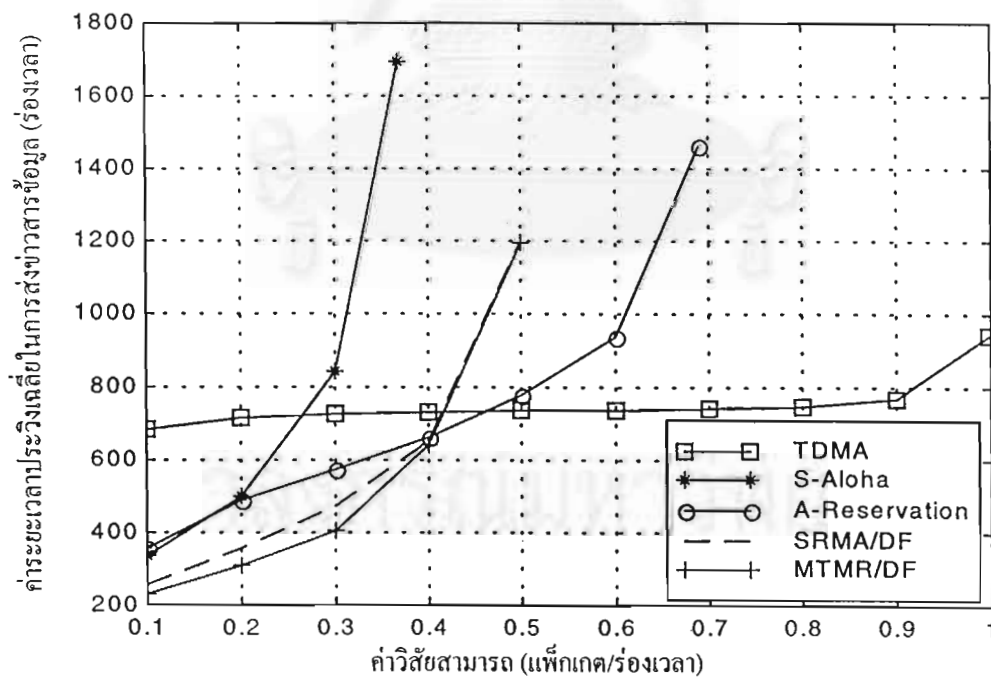
จำนวนร่องเวลาต่อหนึ่งเฟรม Aloha $F = 8$ ร่องเวลา

ขนาดของร่องเวลาเล็กมีขนาดเป็น 0.001 เท่าของขนาดแพ็กเก็ตข้อมูล

4.4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ

ตารางที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา

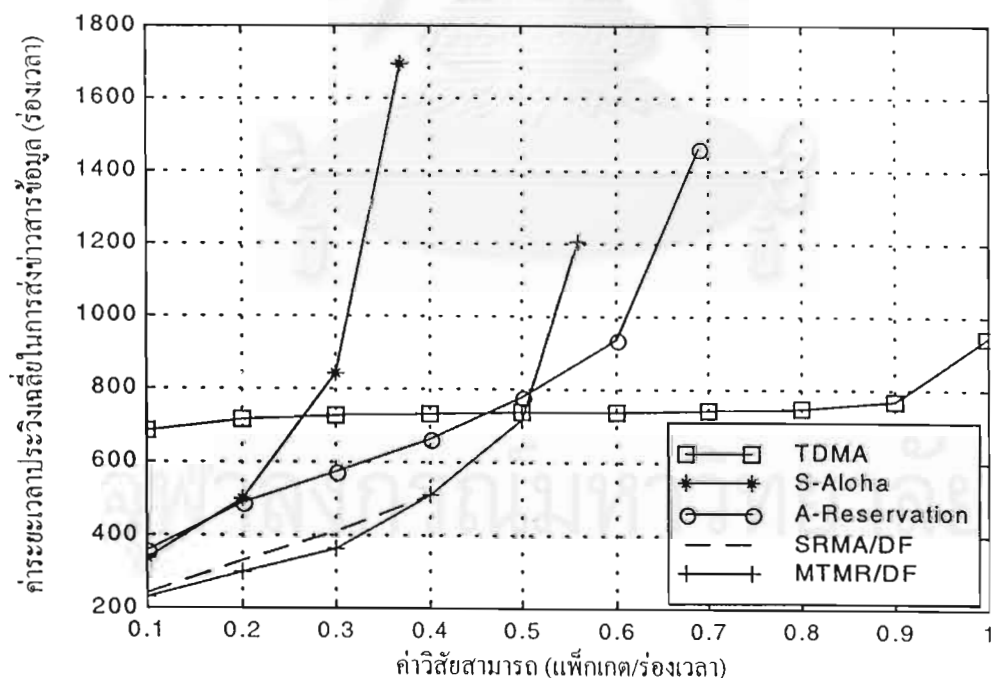
ค่าวิสัยสามารถ (แฟ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)				
	TDMA	S-Aloha	Aloha-Reservation	SRMA/DF	MTMR/DF
0.1	682.078	336.383	356.736	260.21	231.995
0.2	713.177	499.081	489.516	358.99	309.829
0.3	726.5	840.667	573.1	475.209	402.957
0.368	729.746	1695.1	635.003	595.161	564.496
0.4	731.274	-	664.134	651.609	640.515
0.5	734.741	-	778.73	1198.01	1194.67
0.6	738.127	-	938.275	-	-
0.7	740.475	-	1460.88	-	-
0.8	748.16	-	-	-	-
0.9	768.742	-	-	-	-
0.99749	940.718	-	-	-	-



รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประจักษ์ในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กค่อนหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา

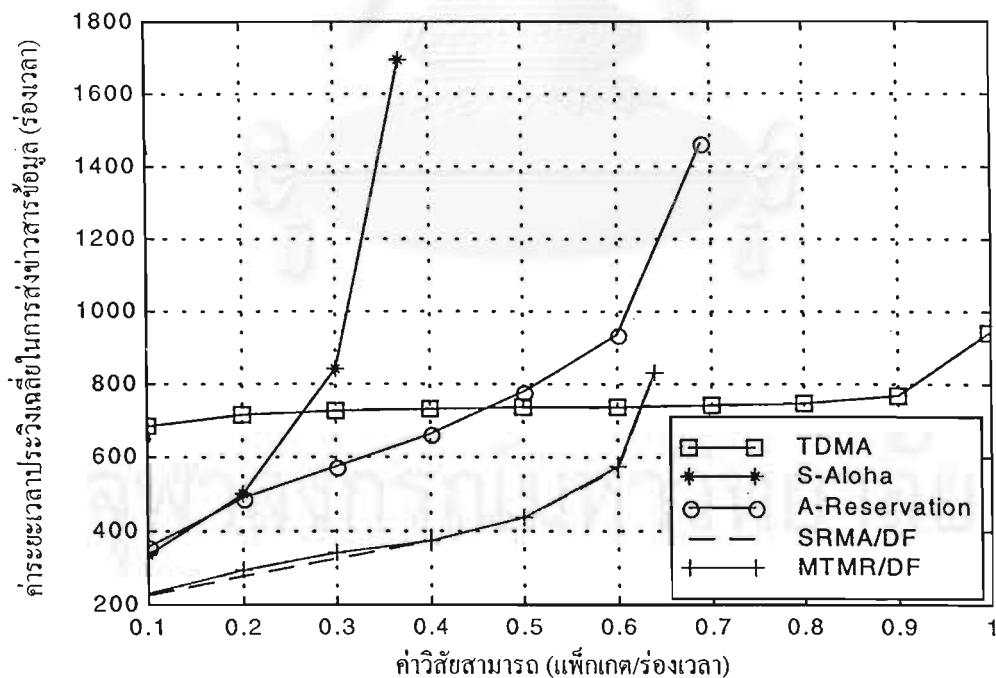
ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประจักษ์ในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)				
	TDMA	S-Aloha	Aloha-Reservation	SRMA/DF	MTMR/DF
0.1	682.078	336.383	356.736	240.738	232.439
0.2	713.177	499.081	489.516	332.852	300.843
0.3	726.5	840.667	573.1	410.617	364.041
0.368	729.746	1695.1	635.003	479.319	464.999
0.4	731.274	-	664.134	511.65	512.51
0.5	734.741	-	778.73	715.562	716.657
0.56	736.772	-	874.457	1209.85	1205.2
0.6	738.127	-	938.275	-	-
0.7	740.475	-	1460.88	-	-
0.8	748.16	-	-	-	-
0.9	768.742	-	-	-	-
0.99749	940.718	-	-	-	-



รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประจักษ์ในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กค่อนหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 5$ ร่องเวลา

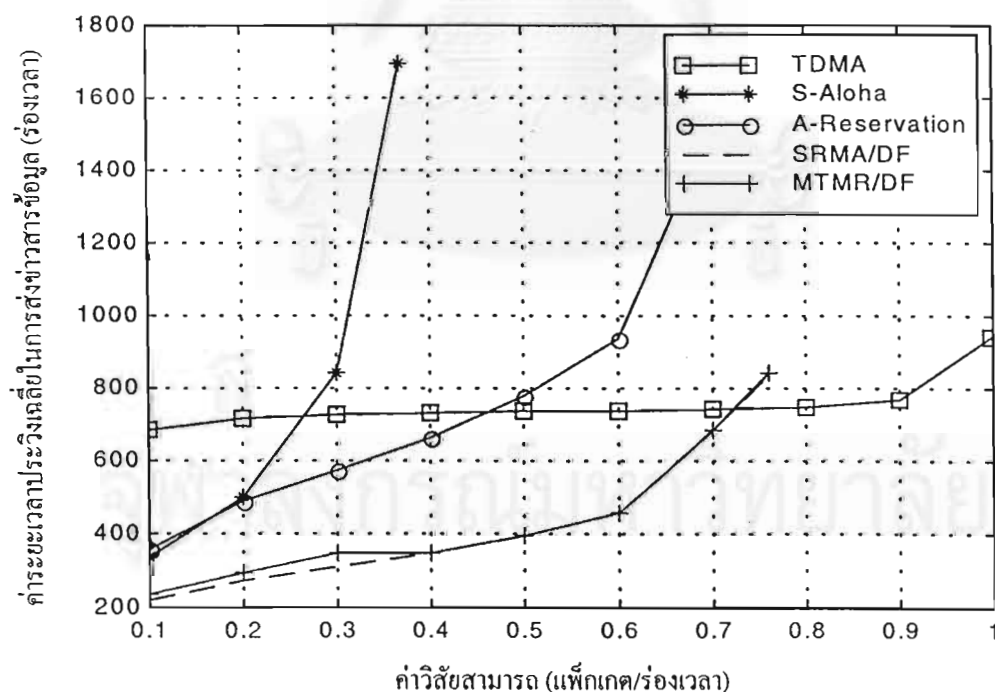
ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)				
	TDMA	S-Aloha	Aloha-Reservation	SRMA/DF	MTMR/DF
0.1	682.078	336.383	356.736	224.927	233.985
0.2	713.177	499.081	489.516	280.386	295.421
0.3	726.5	840.667	573.1	324.722	341.615
0.368	729.746	1695.1	635.003	357.733	362.012
0.4	731.274	-	664.134	373.268	371.611
0.5	734.741	-	778.73	435.835	436.339
0.6	738.127	-	938.275	571.04	573.845
0.64	739.066	-	1147.317	832.586	831.463
0.7	740.475	-	1460.88	-	-
0.8	748.16	-	-	-	-
0.9	768.742	-	-	-	-
0.99749	940.718	-	-	-	-



รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 5$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 10$ ร่องเวลา

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)				
	TDMA	S-Aloha	Aloha - Reservation	SRMA/DF	MTMR/DF
0.1	682.078	336.383	356.736	223.02	237.126
0.2	713.177	499.081	489.516	275.633	297.253
0.3	726.5	840.667	573.1	312.397	346.796
0.368	729.746	1695.1	635.003	336.732	347.291
0.4	731.274	-	664.134	348.184	347.525
0.5	734.741	-	778.73	393.212	396.072
0.6	738.127	-	938.275	458.744	456.761
0.7	740.475	-	1460.88	648.786	683.272
0.76	745.086	-	-	835.747	844.449
0.8	748.16	-	-	-	-
0.9	768.742	-	-	-	-
0.99749	940.718	-	-	-	-



รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 10$ ร่องเวลา

4.4.2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ

จากผลการจำลองเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลและค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF กับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation และ SRMA/DF ดังแสดงในตารางที่ 4.28, 4.29, 4.30 และ 4.31 นั้นพบว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF ให้ผลลัพธ์ด้านระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลโดยรวมที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation และ SRMA/DF ในกรณีที่ที่มีจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาที่ไม่สูงนักคือจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2, 3$ ร่องเวลาในช่วงค่าวิสัยสามารถเดียวกันและมีสมรรถนะค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m เช่นเดียวกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF คือเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2, 3, 5$ และ 10 ร่องเวลาค่าวิสัยสามารถสูงสุดของระเบียบวิธีสื่อสารทั้งสองจะมีค่าเป็น 0.5, 0.56, 0.64 และ 0.76 ตามลำดับ โดยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะระเบียบวิธีสื่อสารเฉพาะระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากได้มีการนำเสนอผลการวิเคราะห์สมรรถนะระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha และ Aloha-Reservation แล้วในหัวข้อ 4.4.1.2

ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF เป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการจัดสรรร่องเวลาแบบปรับเปลี่ยนลักษณะพฤติกรรมได้ตามสภาพทราฟฟิก และมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF แต่จะแตกต่างกันตรงที่ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF มีขนาดของเฟรม Reservation ที่ไม่ถูกตัดทอนและจะมีการเปลี่ยนสถานะจากโมคการจองมาเป็นโมคการช่วงชิงได้ก็ต่อเมื่อคิวของเฟรม Reservation วางลงแล้วเท่านั้น จากผลการจำลองพบว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF มีสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha และ Aloha-Reservation ในช่วงค่าวิสัยสามารถเดียวกัน และมีสมรรถนะค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายที่สูงขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น โดยจะมีค่าวิสัยสามารถที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF เฉพาะในกรณีที่จำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าสูงเท่านั้น ซึ่งก็เนื่องมาจากเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าต่ำความสามารถในการจองร่องเวลาได้สำเร็จก็จะมีค่าค่าการตัดทอนจำนวนคิวของผู้ที่สามารถจองร่องเวลาได้สำเร็จจึงไม่มีผลกระทบต่อปริมาณความสำเร็จในการส่งแพ็กเกตข้อมูลมากเท่ากับกรณีที่จำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าสูง ซึ่งพบว่าในขณะที่โครงข่ายบริการมีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่นจำนวนคิวที่สามารถจองร่องเวลาได้สำเร็จจะมีเป็นจำนวนมาก การตัดทอนจำนวนคิวของผู้ที่สามารถจองร่องเวลาได้สำเร็จจึงมีผลกระทบต่อปริมาณความสำเร็จในการส่งแพ็กเกตที่มากกว่า และการที่สมรรถนะค่าวิสัยสามารถของระเบียบวิธีสื่อสาร

SRMA/DF มีค่าสูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF นั่นก็เนื่องมาจากในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่นระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF มีการอ้างอิงพฤติกรรมจราจรที่มากกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF โดยสังเกตได้จากขนาดของเฟรม Aloha จากระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF จะมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับเฟรม Reservation ซึ่งพฤติกรรมจราจรดังกล่าวจะช่วยลดอัตราการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลส่งผลให้ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF มีสมรรถนะค่าวิสัยสามารถที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/FF

โดยสมรรถนะค่าวิสัยสามารถสูงสุดสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ดังนี้

m	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด
2	0.500721
3	0.562797
5	0.642078
10	0.762353

ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF เป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีพื้นฐานหลักการการทำงานเช่นเดียวกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF แต่มีข้อแตกต่างก็คือ ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF ได้นำหลักการการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลที่มีจำนวนครั้งในการส่งซ้ำลดลงตามเงื่อนไขของค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณที่เพิ่มขึ้นมาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการเพิ่มค่าความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลและช่วยลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลเช่นเดียวกับระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF ซึ่งจากผลการจำลองที่ได้พบว่าเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กมีค่าเป็น 2 และ 3 ร่องเวลา ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะมีสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ในช่วงที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง และเมื่อโครงข่ายบริการมีปริมาณทราฟฟิกที่หนาแน่นขึ้นทั้งสองระเบียบวิธีสื่อสารจะมีสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งก็เนื่องมาจากในขณะที่โครงข่ายบริการมีปริมาณทราฟฟิกเบาบางระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF ได้มีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูล ผลจากการส่งซ้ำทำให้ความสำเร็จในการส่งและจองร่องเวลาจากความพยายามในการส่งครั้งแรกมีค่าสูงขึ้น จึงส่งผลให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และเมื่อโครงข่ายบริการมีปริมาณทราฟฟิกที่สูงขึ้นระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF ก็จะปรับลดจำนวนครั้งในการส่งซ้ำลงจนเหลือการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวซึ่งเท่ากับจำนวนครั้งที่ใช้ส่งแพ็กเก็ตข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ผลที่ได้จึงทำให้

สมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของทั้งสองระเบียบวิธีสื่อสารมีค่าใกล้เคียงกัน

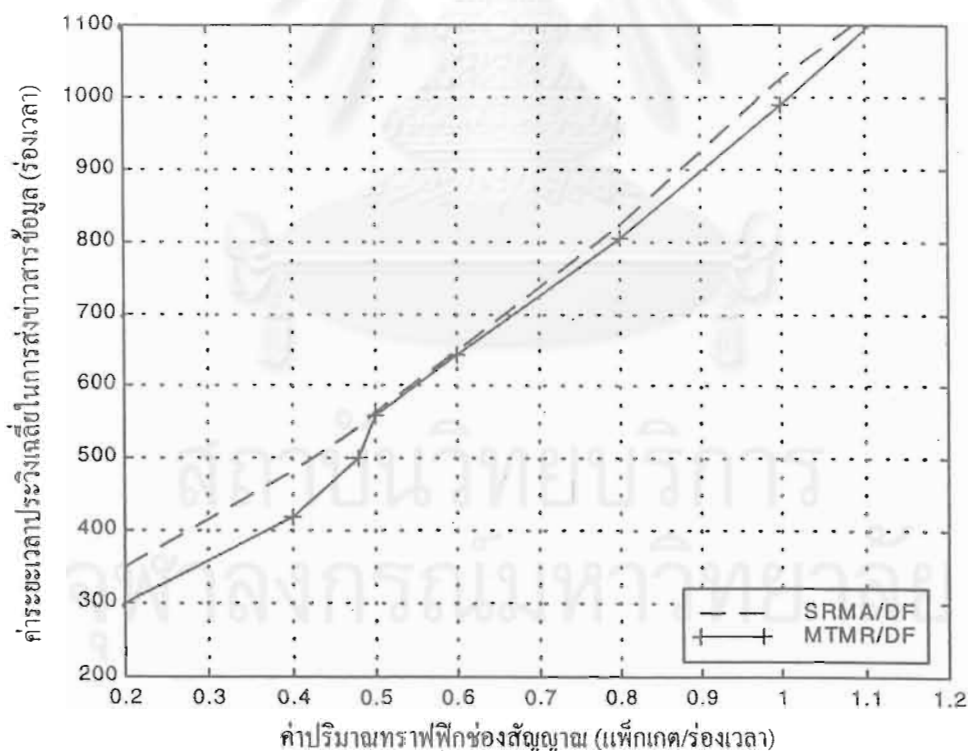
แต่เมื่อพิจารณาความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF เมื่อเทียบกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF โดยการพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารทั้ง 2 ชนิดที่ค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณต่ำกว่า 0.48 แเพ็กเกต/รองเวลาพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจะมีค่าลดลงตามจำนวนรองเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น ดังผลความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลและค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารทั้ง 2 ชนิดเมื่อจำนวนรองเวลาเล็ก m ต่อหนึ่งรองเวลามีค่าเป็น 2 และ 3 รองเวลาแสดงในตารางที่ 4.32, 4.33 และรูปที่ 4.28, 4.29 ตามลำดับดังนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา

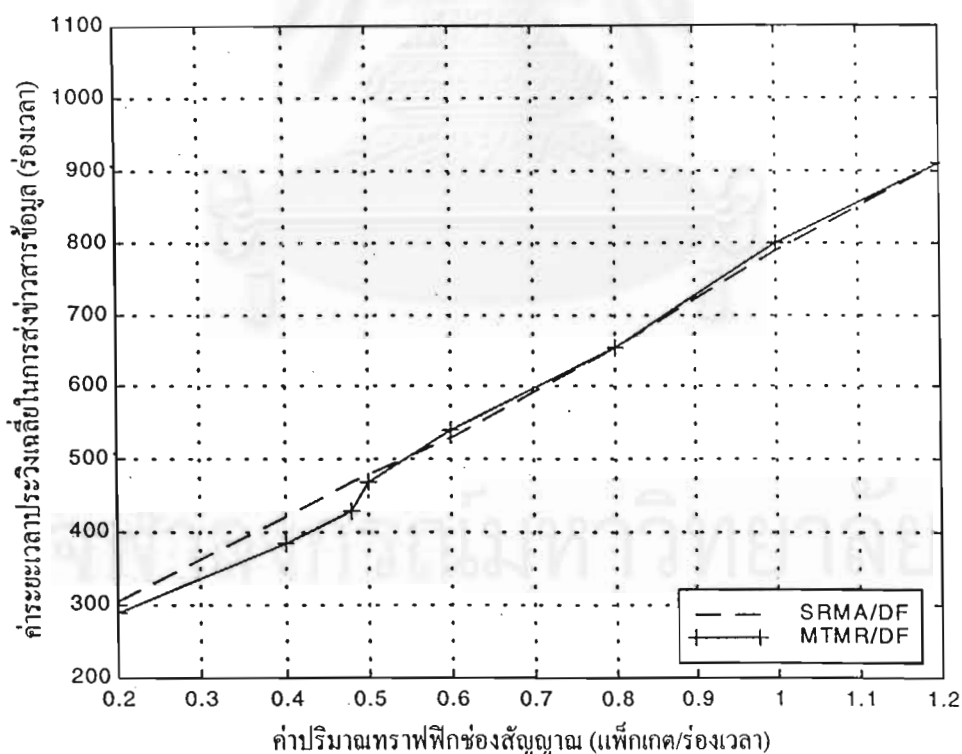
ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/DF	MTMR/DF	
0.2	349.916	299.324	14.458
0.4	482.702	419.19	13.157
0.48	543.59	501.997	7.651
0.6	649.927	644.255	0.872
0.8	822.87	805.01	2.170
1.0	1026.82	990.432	3.543
1.2	1198.01	1205.05	-0.587



รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณพร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของสมรรถนะระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา

ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณ (แพ็คเกจ/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/DF	MTMR/DF	
0.2	304.688	289.637	4.939
0.4	422.301	384.725	8.897
0.48	469.383	430.894	8.199
0.6	528.635	540.042	-2.157
0.8	652.738	653.908	-0.179
1.0	788.766	798.957	-1.292
1.2	908.817	910.68	-0.204
1.4	1058.17	1065.73	-0.714
1.6	1209.85	1212.17	-0.191



รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าปริมาณกราฟฟิคของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 3$ ร่องเวลา

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ลดลงนั้น แสดงให้เห็นว่าจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีผลต่อค่าความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF โดยระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะมีสมรรถนะในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลได้ดีเมื่อมีจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่ต่ำ ซึ่งสังเกตได้จากค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจะมีค่าสูงและจะมีค่าลดลงเมื่อมีจำนวนร่องเวลาเล็ก m เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากผลการจำลองพบว่าเมื่อพิจารณาโครงข่ายบริการในขณะที่มีค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ 0.4 แพ็กเกต/ร่องเวลาซึ่งเป็นช่วงที่ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูล จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลา $m = 2$ และ 3 ร่องเวลา ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะมีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงคือ 13.157%, 8.897% ตามลำดับ การที่ความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีค่าลดลงตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น ก็เนื่องมาจากเมื่อมีการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลเกิดขึ้น จะต้องมีการตรวจสอบสถานะการจองร่องเวลาจากแพ็กเกตโอเวอร์เฮดสำหรับแต่ละผู้เข้าใช้บริการที่ส่งแพ็กเกตข้อมูลมาชนกันว่าสามารถจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จหรือไม่ ซึ่งในกรณีที่จำนวนร่องเวลาเล็ก m ต่ำโอกาสที่แต่ละผู้เข้าใช้บริการจะสามารถจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จจึงมีค่าต่ำ แต่ละสถานี่ผู้เข้าใช้บริการจึงต้องมีการส่งใหม่ โดยช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ก็จะต้องเป็นช่วงเวลาที่มีย่านก่อนข้างสูงเพื่อลดการชนกันซ้ำอีกหลังจากการส่งใหม่ ซึ่งผลจากการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูลสามารถช่วยลดอัตราการส่งใหม่ เนื่องจากเมื่อเกิดการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลที่ส่งในครั้งแรก ก็ยังมีการสำรองแพ็กเกตข้อมูลที่ได้ส่งซ้ำเป็นครั้งที่สองโดยไม่ต้องส่งใหม่ทันที ดังนั้นผลจากการส่งซ้ำจากระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จึงให้ผลลัพธ์ด้านสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับการส่งแพ็กเกตข้อมูลเพียงครั้งเดียวจากระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ซึ่งจะต่างจากกรณีที่จำนวนร่องเวลาเล็ก m สูงคือเมื่อมีการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลเกิดขึ้น โอกาสที่แต่ละผู้เข้าใช้บริการจะสามารถจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จจึงมีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการที่ต้องการส่งใหม่ต่ำลง ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่จึงเป็นช่วงเวลาที่ไม่นานนัก ผลจากการส่งซ้ำก็ยังเพิ่มค่าความหนาแน่นและอัตราการชนกันของแพ็กเกตข้อมูล ส่งผลให้ปริมาณความสำเร็จในการจองร่องเวลามีมากขึ้น จำนวนคิวการจองที่ยาวขึ้น จึงทำให้ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ซึ่งจากผลการจำลองพบว่าเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าเท่ากับ 5 ร่องเวลา ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะมีค่าสูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ในช่วงที่มีการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูลด้วยเหตุผลดังกล่าว

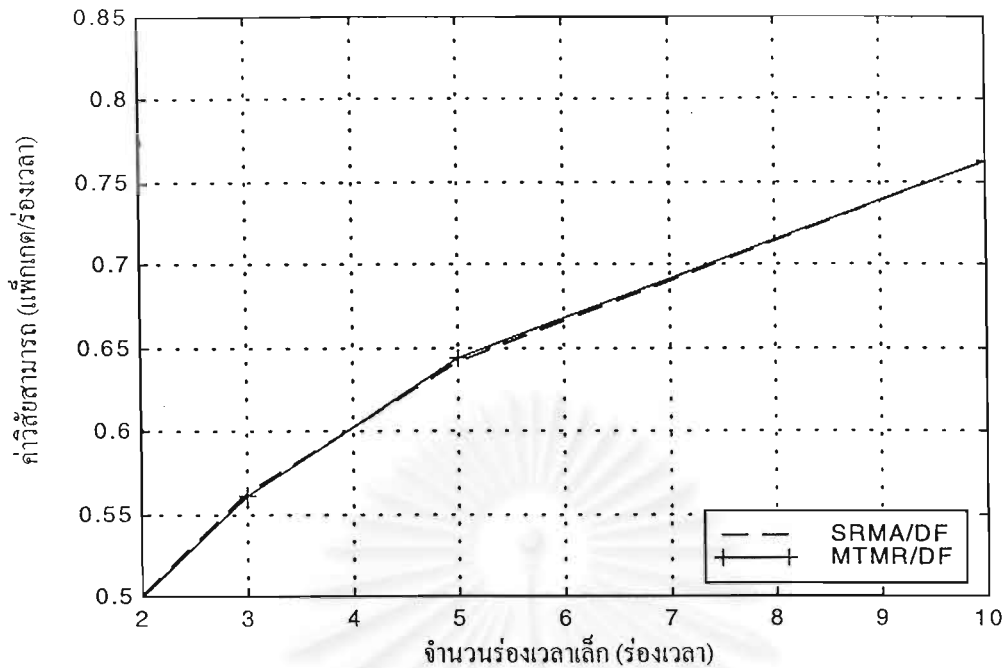
ส่วนสมรรถนะค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF นั้นพบว่ายังคงมีสมรรถนะค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่เท่ากับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ดังนี้

m	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด
2	0.500511
3	0.560553
5	0.6439
10	0.762346

เมื่อพิจารณาการเปรียบเทียบสมรรถนะค่าวิสัยสามารถสูงสุดสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF นั้นพบว่ามีค่าวิสัยสามารถสูงสุดที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF ได้มีการปรับลดจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำเพื่อลดข้อมูลลงเมื่อโครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณที่สูงขึ้น จึงทำให้ค่าวิสัยสามารถสูงสุดของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF และ SRMA/DF มีค่าใกล้เคียงกันดังแสดงในตารางที่ 4.34 และรูปที่ 4.30

ตารางที่ 4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF

จำนวนร่องเวลาเล็ก ต่อหนึ่งร่องเวลา (ร่องเวลา)	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	
	SRMA/DF	MTMR/DF
2	0.500721	0.500511
3	0.562797	0.560553
5	0.642078	0.6439
10	0.762353	0.762346



รูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนช่องเวลาเล็กต่อหนึ่งช่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF

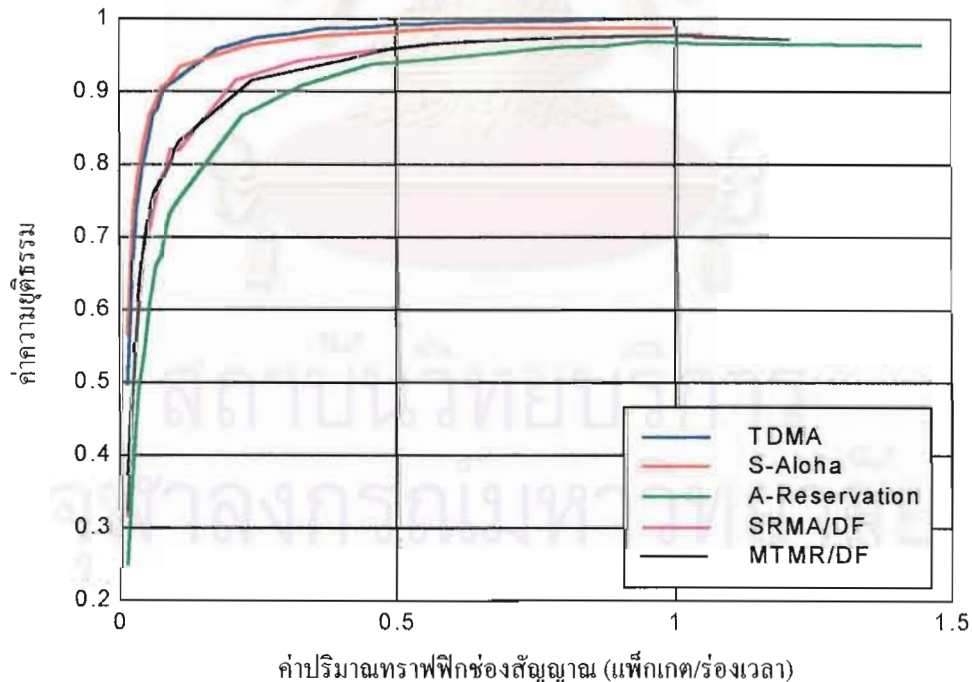
และเมื่อเปรียบเทียบวิธีการในการเข้าถึงของระเบียบวิธีสื่อสารทั้ง 2 รูปแบบเฟรม พบว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัต มีแนวโน้มที่จะต้องการช่วงระยะเวลาในการส่งใหม่ที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัว ทั้งนี้เนื่องจากการตัดทอนคิวของระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวนั้น ส่งผลให้มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการที่ยังมีความต้องการแย่งชิงช่องสัญญาณมากกว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตซึ่งมีผู้เข้าใช้บริการส่วนใหญ่อยู่ในคิวการจองช่องเวลา ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลกับกรณีที่มีจำนวนช่องเวลาเล็ก m ที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ

ตารางที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

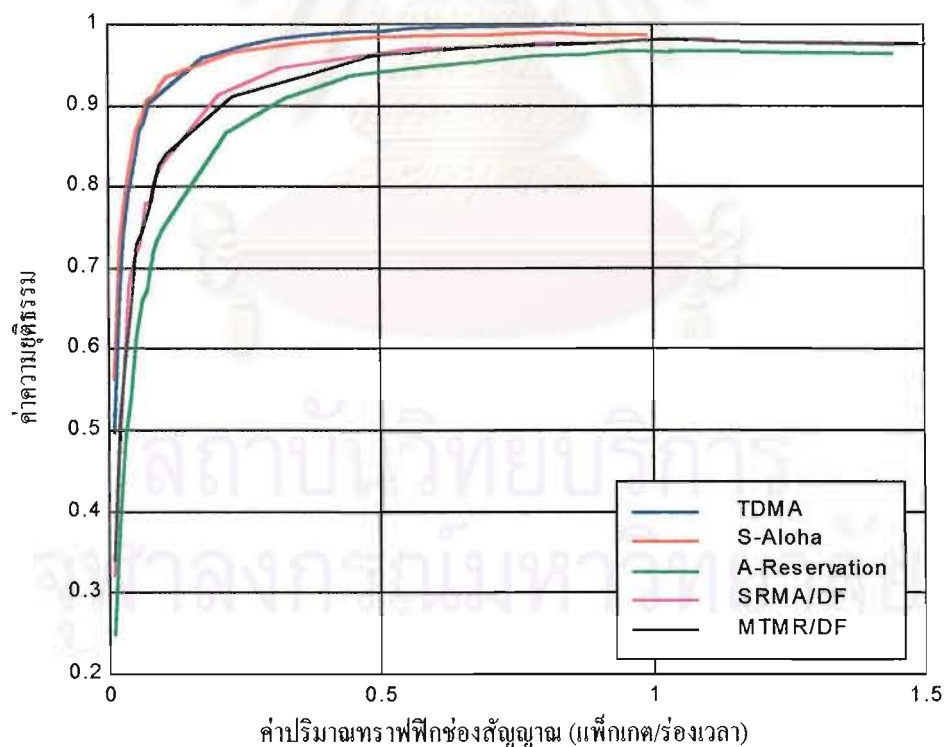
ค่าปริมาณกราฟฟิก ช่องสัญญาณ (แฟ้มเกต/ร่องเวลา)	ค่าความยุติธรรม				
	TDMA	S-Aloha	Aloha – Reservation	SRMA/DF	MTMR/DF
0.2	0.964858	0.959707	0.863397	0.912593	0.901335
0.4	0.987485	0.980875	0.922071	0.952766	0.940693
0.48	0.9845235	0.9835215	0.9354236	0.960947	0.959966
0.6	0.994313	0.986606	0.949303	0.967338	0.966972
0.8	0.997651	0.987308	0.964521	0.972263	0.975065
1.0	0.999932	0.987196	0.966343	0.973875	0.97457
1.2	-	-	0.968623	0.974692	0.976284
1.4	-	-	0.965571	-	-



รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนช่องเวลาเล็ก $m = 3$ ช่องเวลา

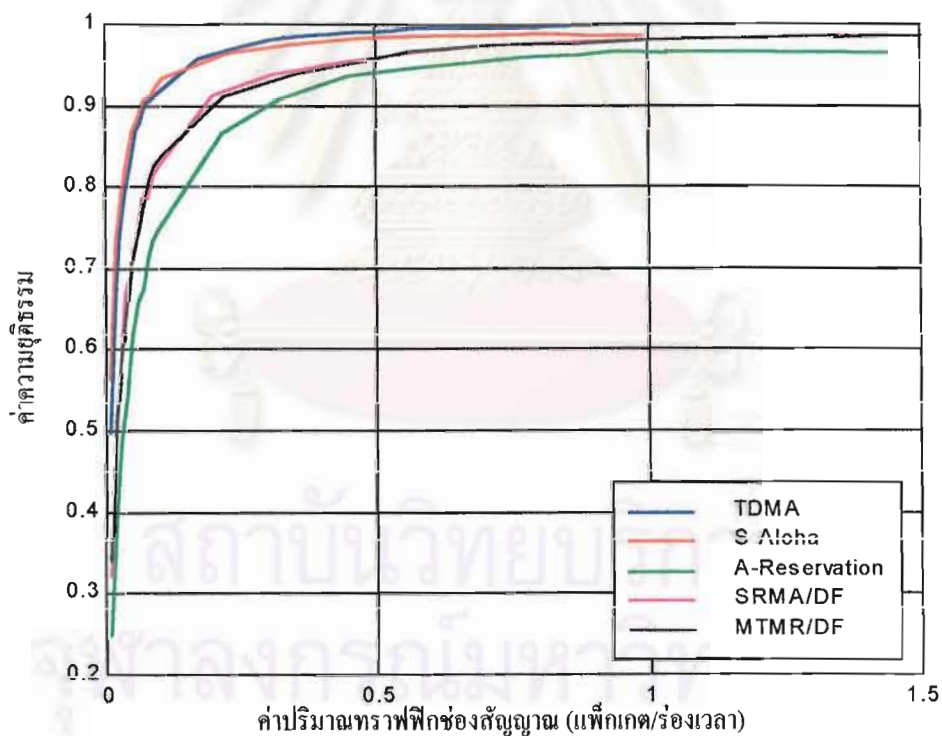
ค่าปริมาณทราฟฟิก ช่องสัญญาณ (แพ็คเกจ/ช่องเวลา)	ค่าความยุติธรรม				
	TDMA	S-Aloha	Aloha - Reservation	SRMA/DF	MTMR/DF
0.2	0.964858	0.959707	0.863397	0.91105	0.897795
0.4	0.987485	0.980875	0.922071	0.954531	0.946301
0.48	0.9845235	0.9835215	0.9354236	0.964156	0.957687
0.6	0.994313	0.986606	0.949303	0.96983	0.970117
0.8	0.997651	0.987308	0.964521	0.97669	0.977075
1.0	0.999932	0.987196	0.966343	0.980448	0.979828
1.2	-	-	0.968623	0.978935	0.980462
1.4	-	-	0.965571	0.979971	0.980081
1.6	-	-	-	0.975595	0.977838



รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนช่องเวลาเล็ก $m = 3$ ช่องเวลา

ตารางที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระบบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

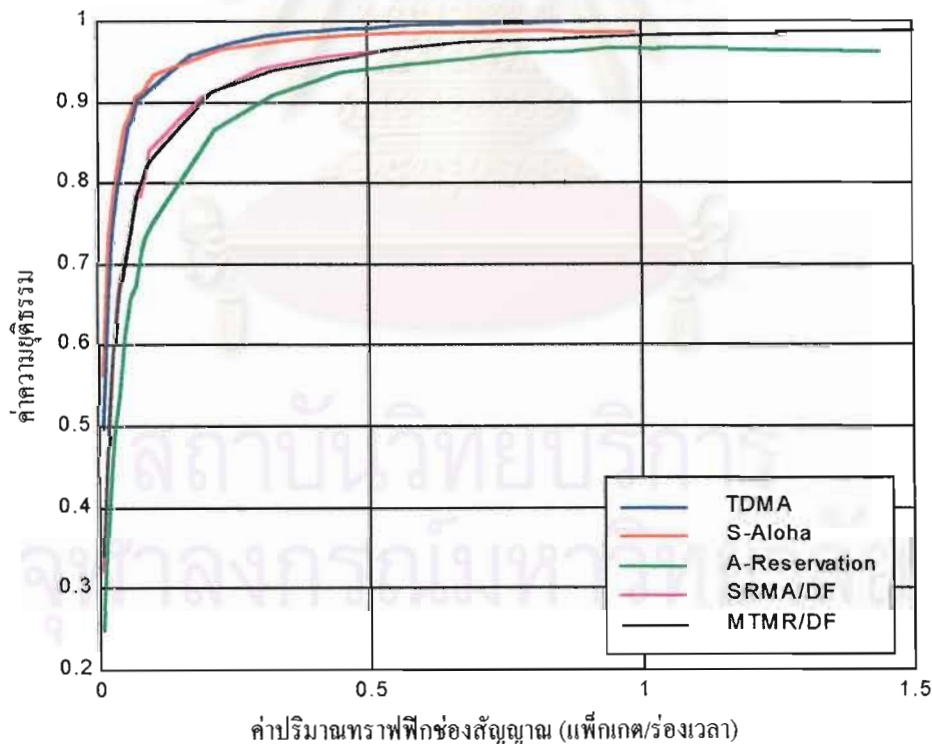
ค่าปริมาณกราฟฟิก ช่องสัญญาณ (แฟ้มเกต/ร่องเวลา)	ค่าความยุติธรรม				
	TDMA	S-Aloha	Aloha - Reservation	SRMA/DF	MTMR/DF
0.4	0.987485	0.980875	0.922071	0.954918	0.949251
0.48	0.9845235	0.9835215	0.9354236	0.962118	0.960039
0.8	0.997651	0.987308	0.964521	0.976099	0.976613
1.2	-	-	0.968623	0.982757	0.983008
1.6	-	-	-	0.986627	0.986688
2.0	-	-	-	0.988903	0.987853



รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระบบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

ค่าปริมาณทราฟฟิก ช่องสัญญาณ (แพ็คเกจ/ร่องเวลา)	ค่าความยุติธรรม				
	TDMA	S-Aloha	Aloha - Reservation	SRMA/DF	MTMR/DF
0.4	0.987485	0.980875	0.922071	0.957428	0.95187
0.48	0.9845235	0.9835215	0.9354236	0.964544	0.963698
0.8	0.997651	0.987308	0.964521	0.977333	0.976106
1.2	-	-	0.968623	0.98491	0.984788
1.6	-	-	-	0.98891	0.989195
1.8	-	-	-	0.991439	0.991318
2.0	-	-	-	0.991725	0.991415
2.4	-	-	-	0.991086	0.990839
2.6	-	-	-	0.991083	0.990827



รูปที่ 4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA, S-Aloha, Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

4.4.2.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยุติธรรม-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญา

จากผลการจำลองดังแสดงในตารางที่ 4.35, 4.36, 4.37, 4.38 และรูปที่ 4.31, 4.32, 4.33, 4.34 พบว่าแต่ละระเบียบวิธีสื่อสารสามารถรองรับค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาที่แตกต่างกันซึ่งจะขึ้นอยู่กับค่าความสามารถในการรองรับปริมาณความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลต่อระยะเวลาหนึ่งช่วงเวลา โดยจากผลการจำลองพบว่าระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการใช้ระยะเวลาเล็กเพื่อการจองของแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดนั้นจะให้ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญามากกว่า 1 แพ็กเก็ต/ช่วงเวลา ทั้งนี้เนื่องจากรองเวลาเล็กเพื่อการจองมีผลต่อความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลในระยะเวลาของเฟรม Reservation ซึ่งนอกเหนือไปจากการรองรับความสำเร็จจากเฟรม Aloha โดยตรง ผลการจำลองพบว่าในขณะที่โครงข่ายบริการมีปริมาณทราฟฟิกเบาบางระเบียบวิธีสื่อสาร S-Aloha มีค่าความยุติธรรมที่ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสารชนิดนี้ให้ความสำคัญกับผู้เข้าใช้บริการในการเข้าใช้บริการของสัญญาควมเทียมเท่ากันหมด โดยระยะเวลาทุกช่วงเวลาจะไม่มีการกำหนดให้กับผู้เข้าใช้บริการรายใดรายหนึ่งโดยเฉพาะ ปริมาณความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการแย่งชิงของสัญญาเป็นสำคัญ แต่เนื่องจากความไม่แน่นอนของพฤติกรรมในการแย่งชิงดังกล่าวจึงทำให้ระเบียบวิธีสื่อสารชนิดนี้มีค่าความยุติธรรมที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA ในขณะที่โครงข่ายมีค่าปริมาณทราฟฟิกที่สูงขึ้น เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสาร TDMA ไม่มีพฤติกรรมแย่งชิงของสัญญาในขณะที่ผู้เข้าใช้บริการต่างก็มีความต้องการที่จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูล การกำหนดจำนวนระยะเวลาให้กับแต่ละผู้เข้าใช้บริการล่วงหน้าจำนวน 1 ระยะเวลาต่อเฟรมส่งผลให้ทุกผู้เข้าใช้บริการสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลด้วยอัตราความสำเร็จที่ใกล้เคียงกันจึงทำให้ค่าความยุติธรรมของระเบียบวิธีสื่อสารชนิดนี้มีค่าเข้าใกล้หนึ่ง

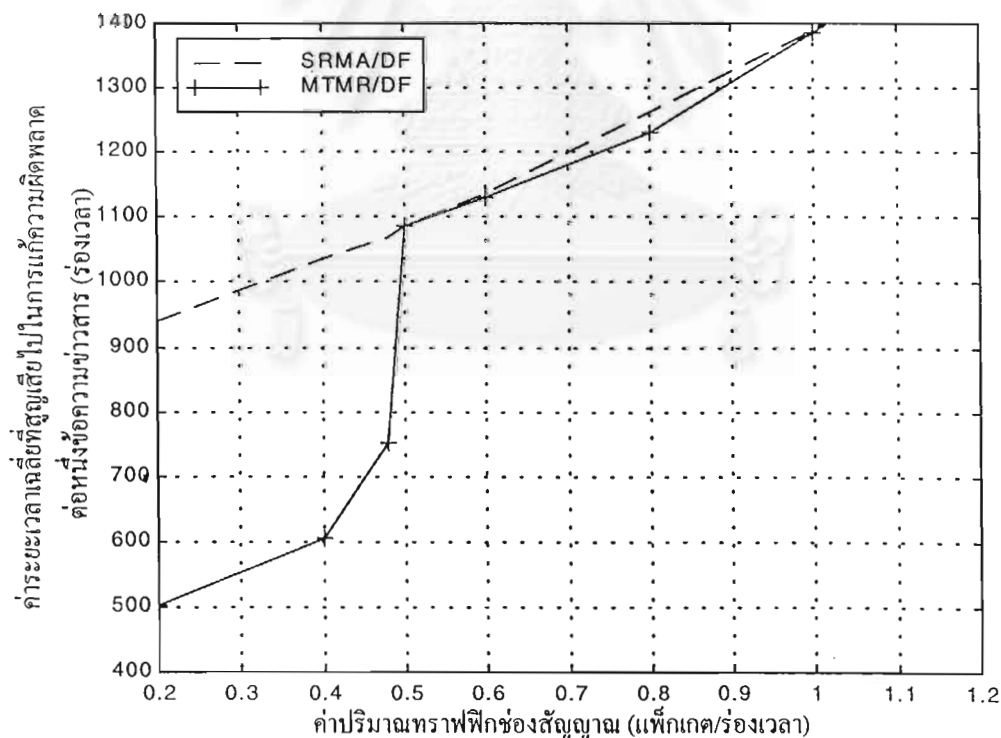
ส่วนระเบียบวิธีสื่อสาร Aloha-Reservation, SRMA/DF และ MTMR/DF ซึ่งมีการใช้แพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดเพื่อการจองระยะเวลาโดยมีพื้นฐานมาจากการแย่งชิงกันนั้น จะให้ผลลัพธ์ของค่าความยุติธรรมที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสารที่ไม่มีพฤติกรรมจอง เนื่องจากการจองระยะเวลาเป็นการกำหนดระยะเวลาเพื่อรองรับการเข้าใช้บริการแก่ผู้เข้าใช้บริการรายใดรายหนึ่งโดยเฉพาะผู้ที่สามารถจองระยะเวลาได้เป็นผลสำเร็จก็จะมีปริมาณการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลที่สูงกว่า ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนระยะเวลาเพื่อการจองว่าเพียงพอกับการรองรับสภาพทราฟฟิกหรือไม่ จากผลการจำลองพบว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF ยังคงมีค่าความยุติธรรมที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ในช่วงที่มีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลเช่นเดียวกับกรณีรูปแบบเฟรมตายตัว ทั้งนี้เนื่องจากผลการส่งซ้ำจะทำให้โครงข่ายมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการที่ส่งแพ็กเก็ตข้อมูลด้วยพฤติกรรมจองระยะเวลามากกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF

และเมื่อพิจารณาผลจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนร่องเวลาเล็ก m พบว่าจำนวนร่องเวลาเล็ก m จะมีผลกระทบต่อค่าความยุติธรรมในขณะที่โครงข่ายมีการรองรับปริมาณทราฟฟิกที่สูงเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบาง ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF จะมีพฤติกรรมในการเข้าใช้ช่องสัญญาณควเทียมเป็นแบบ S-Aloha จำนวนร่องเวลาเล็ก m จึงไม่เป็นตัวแปรที่สำคัญนัก เนื่องจากในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบางอัตราการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลก็ยังคงมีค่าต่ำ แต่ในกรณีที่โครงข่ายมีการรองรับปริมาณทราฟฟิกที่สูงขึ้น พฤติกรรมการจองร่องเวลาจึงเข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะอ้างอิงกับจำนวนร่องเวลาเล็ก m เป็นสำคัญ เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าเพิ่มขึ้นความสามารถในการรองรับปริมาณทราฟฟิกก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจาก 1 ร่องเวลาจากเฟรม Aloha สามารถรองรับความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตได้มากขึ้น เมื่อผู้เข้าใช้บริการที่ต่างก็มีความต้องการในการส่งข่าวสารข้อมูลสามารถจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จพร้อมๆกันจึงทำให้สถานีผู้เข้าใช้บริการดังกล่าวมีความสามารถในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ค่าความยุติธรรมในการเข้าใช้บริการช่องสัญญาณมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ในจุดนี้จะชี้ให้เห็นว่าผลจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนร่องเวลาเล็ก m ยังคงมีผลกระทบต่อระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF อยู่บ้าง เนื่องจากในช่วงเวลาที่มีการส่งซ้ำนั้นแพ็กเก็ตข้อมูลจะเกิดการชนกันมากกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF จึงส่งผลให้ผลต่างของค่าความยุติธรรมระหว่างระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีค่าต่ำลงเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าเพิ่มขึ้น

4.4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ

ตารางที่ 4.39 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

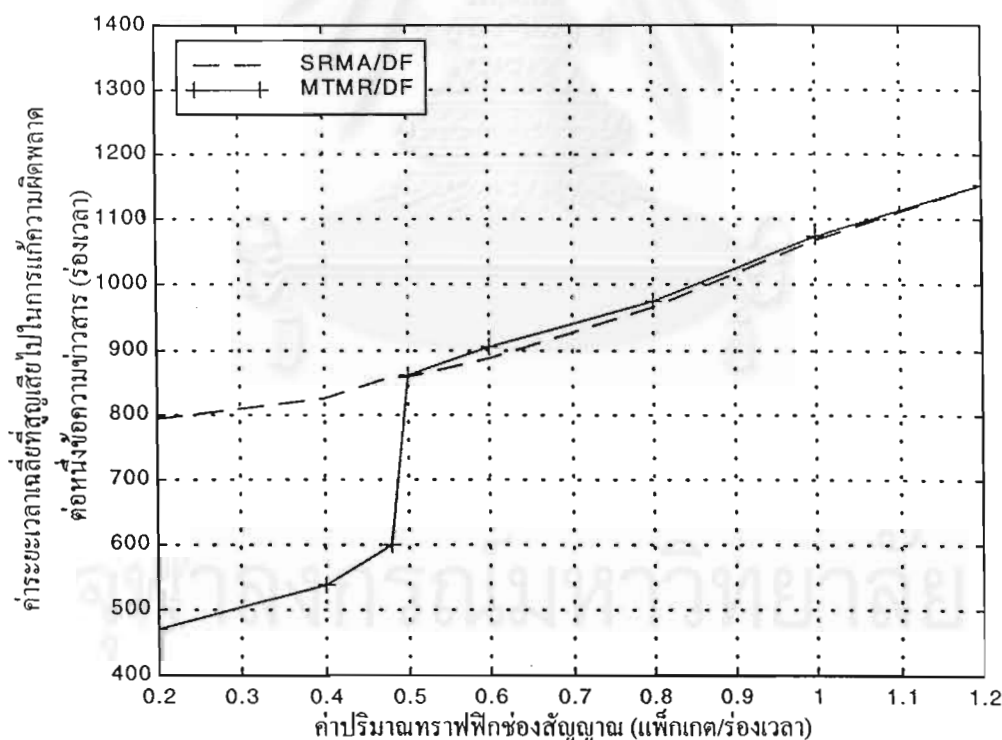
ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/DF	MTMR/DF	
0.2	939.139	501.631	46.586
0.4	1035.9	604.227	41.671
0.48	1068.57	750.626	29.754
0.6	1135.38	1129.57	0.5117
0.8	1262.21	1231.34	2.445
1.0	1389.58	1385.98	0.259
1.2	1573.49	1548.63	1.579



รูปที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิคช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

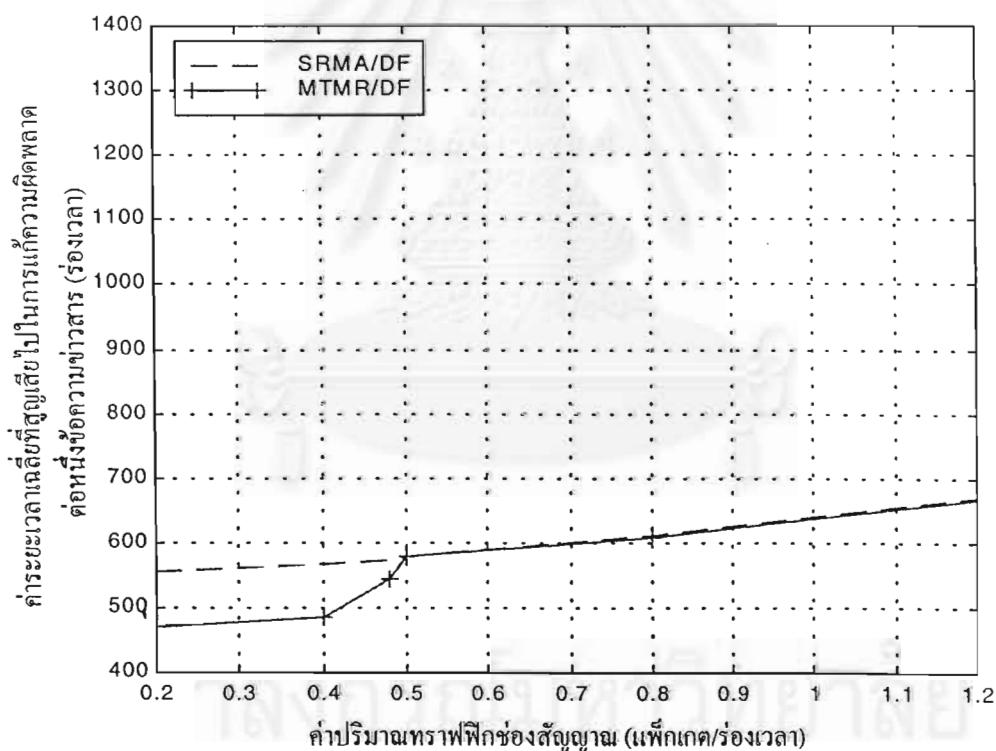
ค่าปริมาณกราฟฟิค ช่องสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/DF	MTMR/DF	
0.2	793.427	470.888	40.651
0.4	825.753	537.564	34.900
0.48	858.569	599.716	30.149
0.6	888.221	903.905	-1.765
0.8	966.117	975.077	-0.927
1.0	1067.95	1073.36	-0.506
1.2	1153.47	1152.46	0.087
1.4	1264.33	1272.62	-0.655
1.6	1374.27	1374.81	-0.039



รูปที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิคช่องสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.41 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

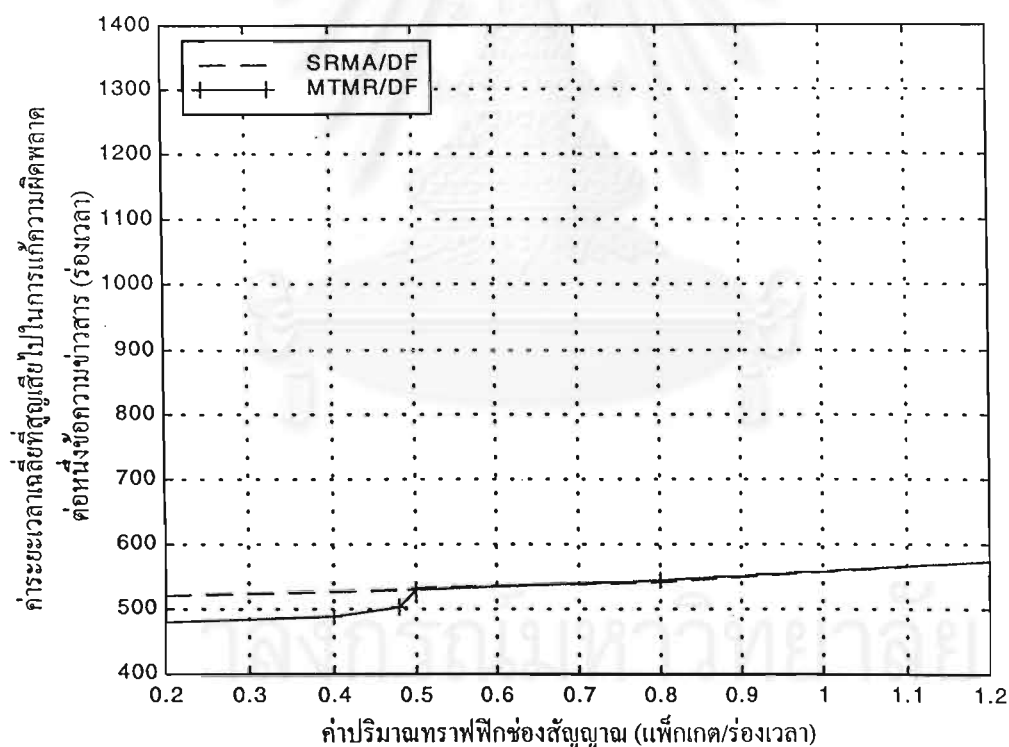
ค่าปริมาณทราฟฟิก ของสัญญาณ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร (ร่องเวลา)		ค่าความแตกต่าง (%)
	SRMA/DF	MTMR/DF	
0.4	568.309	485.857	14.508
0.48	574.319	542.598	5.523
0.8	610.344	608.315	0.332
1.2	668.607	667.441	0.174
1.6	761.219	764.616	-0.446
2.0	877.658	875.826	0.208



รูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.42 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาด ต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

จำนวนร่องเวลา ที่รับคณพิก ของสัญญาณ (แฟ้มเกิด/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร (ร่องเวลา)		ความแตกต่าง (%)
	SRMA/DF	MTMR/DF	
0.4	524.732	489.111	6.788
0.48	530.106	502.62	5.185
0.8	542.173	543.146	-0.179
1.2	573.579	572.569	0.176
1.6	644.576	643.065	0.234
2.0	726.222	726.627	-0.055
2.4	782.834	785.586	-0.351
2.8	839.934	840.375	-0.052



รูปที่ 4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกของสัญญาณสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

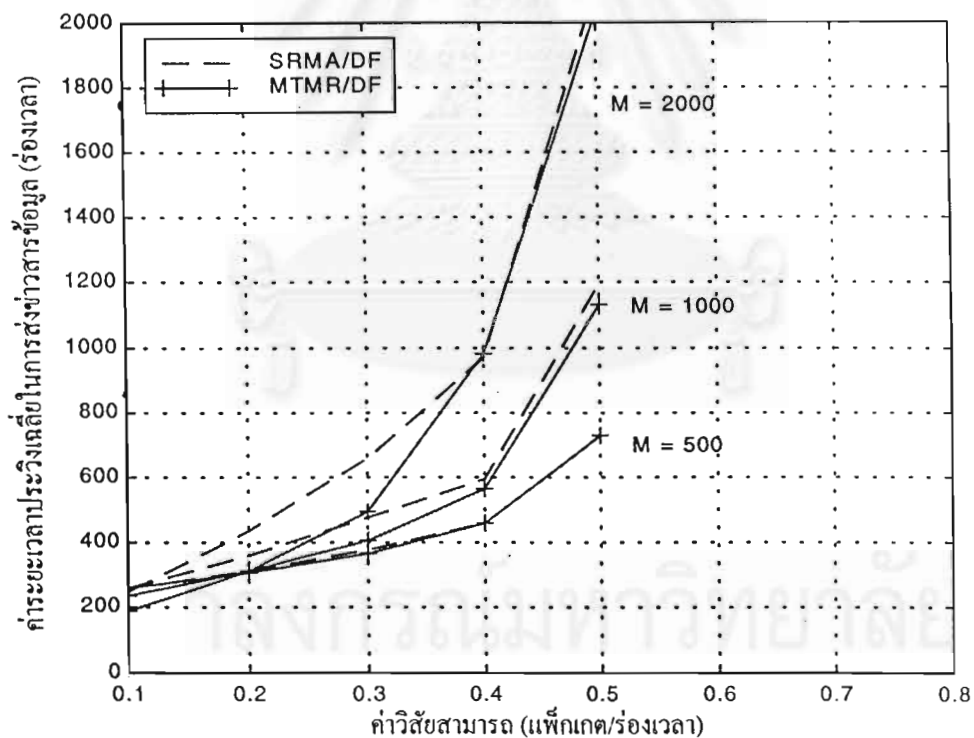
4.4.2.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร-ค่าปริมาณกราฟฟิกร่องสัญญาณ

จากผลการจำลองในตารางที่ 4.39, 4.40, 4.41, 4.42 และรูปที่ 4.35, 4.36, 4.37, 4.38 แสดงให้เห็นว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF ยังคงมีค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ในช่วงที่โครงข่ายบริการมีค่าปริมาณกราฟฟิกร่องสัญญาณต่ำกว่า 0.48 แพ็กเกต/ร่องเวลาเช่นเดียวกับกรณีของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเกิดความผิดพลาดจากการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลเกิดขึ้น ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะสามารถแก้ความผิดพลาดดังกล่าวได้เป็นผลสำเร็จจากความพยายามในครั้งแรกมากกว่าการส่งใหม่ จึงทำให้ค่าระยะเวลาที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดดังกล่าวมีค่าต่ำลงเมื่อเทียบกับการส่งแพ็กเกตข้อมูลเพียงครั้งเดียวของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าเพิ่มขึ้นค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของระเบียบวิธีสื่อสารทั้งสองในช่วงที่มีค่าปริมาณกราฟฟิกร่องสัญญาณต่ำกว่า 0.48 แพ็กเกต/ร่องเวลาจะมีค่าต่ำลง ซึ่งจากผลการจำลองพบว่าในขณะที่โครงข่ายมีค่าปริมาณกราฟฟิกร่องสัญญาณ 0.4 แพ็กเกต/ร่องเวลาซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูล จำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าเป็น 2, 3, 5 และ 10 ร่องเวลา ค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะมีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงคือ 41.671%, 34.900%, 14.508% และ 6.788% ตามลำดับ เนื่องจากจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีผลต่อการเลือกวิธีการในการแก้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยในกรณีที่มีจำนวนร่องเวลาเล็ก m ค่าความสามารถในการจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จจากการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลจึงมีค่าต่ำ ส่งผลให้การส่งแพ็กเกตข้อมูลเพียงครั้งเดียวต่อหนึ่งข้อความข่าวสารต้องใช้วิธีการส่งแพ็กเกตข้อมูลนั้นๆใหม่ ในขณะที่การส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูล ผลจากการส่งซ้ำจะทำให้แพ็กเกตข้อมูลที่เกิดการชนเกิดขึ้นมีอัตราในการส่งใหม่ที่ต่ำลง เนื่องจากมีการสำรองแพ็กเกตข้อมูลจากการส่งซ้ำในครั้งที่สอง จึงทำให้ค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารทั้งสองมีค่าสูง แต่เมื่อจำนวนร่องเวลา m มีค่าเพิ่มขึ้น การแก้ความผิดพลาดด้วยวิธีการจองร่องเวลามีโอกาสประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น ทั้งการส่งแพ็กเกตข้อมูลเพียงครั้งเดียวและการส่งซ้ำแพ็กเกตข้อมูลจึงมีโอกาสนในการแก้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นดังกล่าวด้วยวิธีการที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมากขึ้น ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดจากระเบียบวิธีสื่อสารทั้งสองมีค่าต่ำลง

4.4.2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย

ตารางที่ 4.43 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

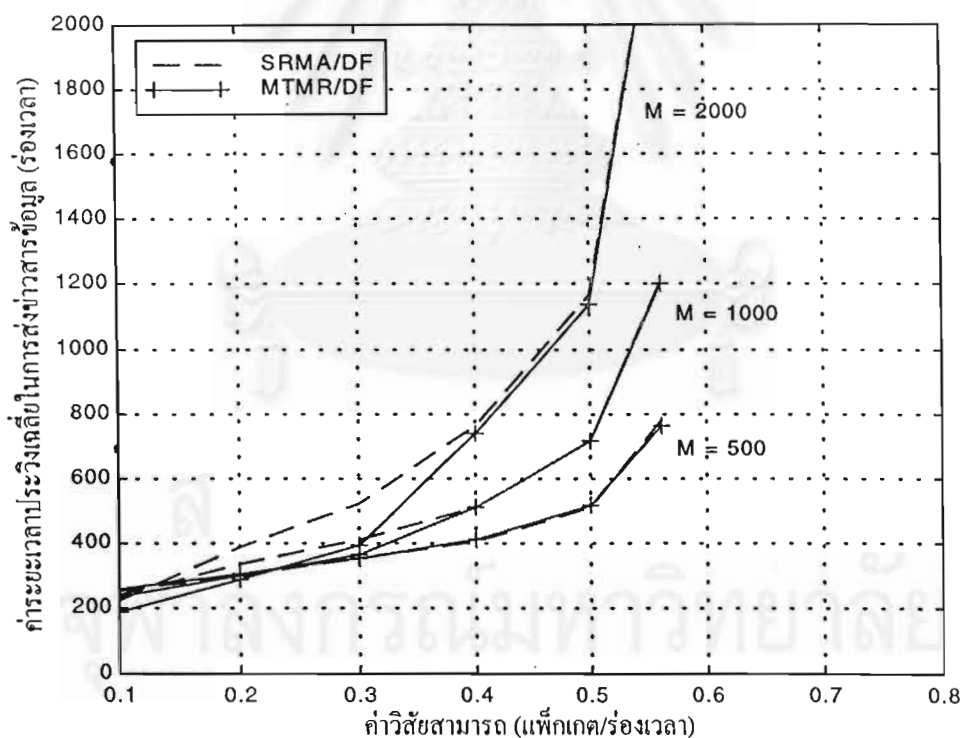
ค่าวิสัยสามารถ (แท่งเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ย ในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)					
	ผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500$		ผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 1000$		ผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 2000$	
	SRMA/DF	MTMR/DF	SRMA/DF	MTMR/DF	SRMA/DF	MTMR/DF
0.1	259.884	256.582	260.21	231.995	246.283	186.868
0.2	311.448	305.226	358.99	309.829	431.299	311.391
0.3	374.226	366.226	475.209	402.957	655.026	493.37
0.4	457.842	458.07	595.161	564.496	965.191	981.734
0.5	725.514	725.89	1198.01	1134.67	2105.33	2034.21



รูปที่ 4.39 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.44 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

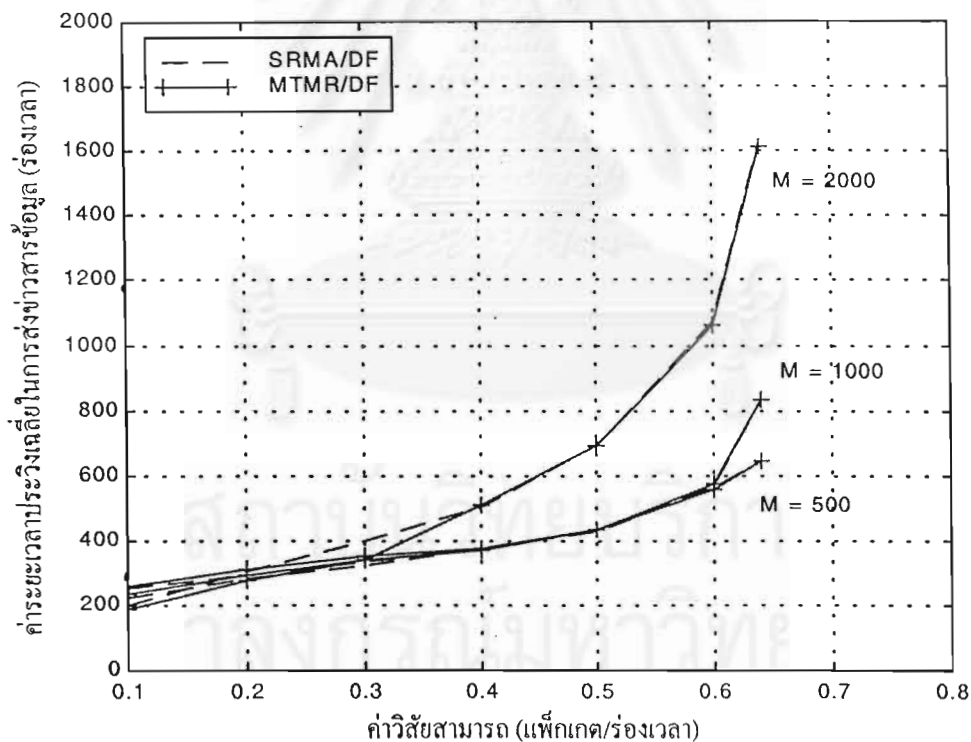
ค่าวิสัยสามารถ (แฟกเตอร์ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)					
	ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 500$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 1000$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 2000$	
	SRMA/DF	MTMR/DF	SRMA/DF	MTMR/DF	SRMA/DF	MTMR/DF
0.1	252.304	255.854	240.738	232.439	222.777	185.82
0.2	300.582	305.9	332.852	300.843	386.444	288.668
0.3	348.982	351.926	410.617	364.041	524.844	393.632
0.4	405.002	407.754	511.65	512.51	761.745	740.574
0.5	507.99	513.252	715.562	716.657	1165.31	1139.98
0.56	779.694	764.92	1209.85	1205.2	2398.78	2397.09



รูปที่ 4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.45 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

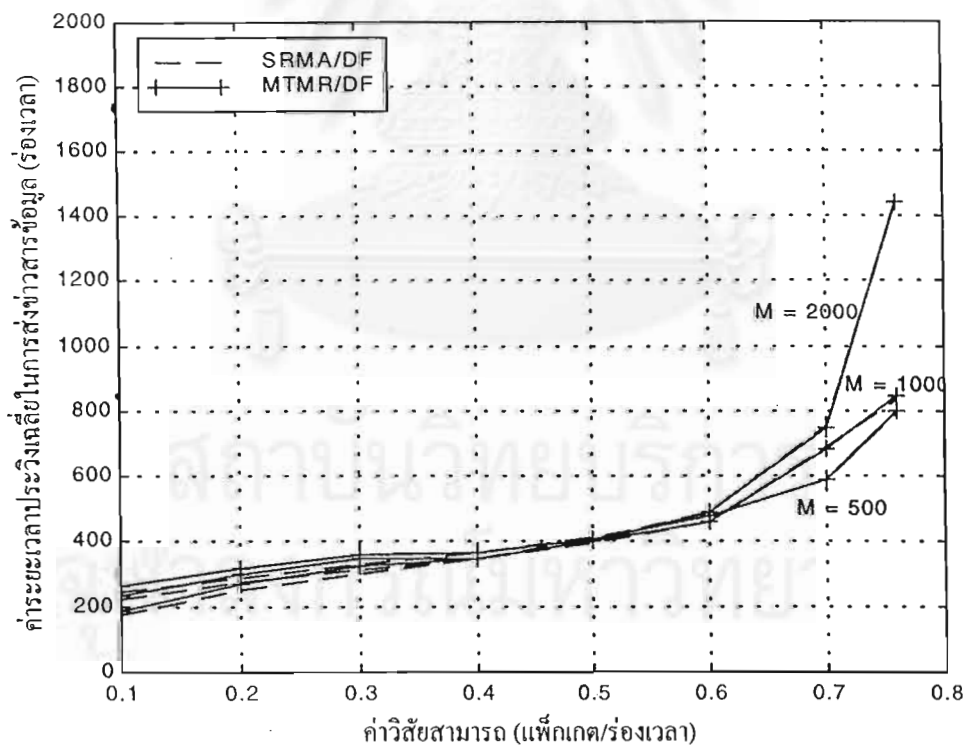
ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)					
	ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 500$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 1000$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 2000$	
	SRMA/DF	MTMR/DF	SRMA/DF	MTMR/DF	SRMA/DF	MTMR/DF
0.1	251.618	257.468	224.927	233.985	198.692	190.143
0.2	294.48	312.284	280.386	295.421	303.036	275.198
0.3	333.116	353.324	324.722	341.615	396.238	341.185
0.4	374.51	373.702	373.268	371.611	507.006	510.647
0.5	427.886	436.476	435.835	436.339	689.165	691.391
0.6	561.162	558.724	571.04	573.845	1075.7	1062.52
0.64	642.638	645.486	832.586	831.463	1621.96	1621.92



รูปที่ 4.41 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 5$ ร่องเวลา

ตารางที่ 4.46 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)					
	ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 500$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 1000$		ผู้เข้าใช้บริการใน โครงข่าย $M = 2000$	
	SRMA/DF	MTMR/DF	SRMA/DF	MTMR/DF	SRMA/DF	MTMR/DF
0.1	247.828	264.45	223.02	237.126	175.09	189.264
0.2	290.148	314.732	275.633	297.253	253.829	268.977
0.3	325.92	356.544	312.397	346.796	298.546	324.72
0.4	362.274	362.492	348.184	347.525	348.703	348.392
0.5	408.148	405.292	393.212	396.072	403.914	397.662
0.6	474.008	475.73	458.744	456.761	485.875	484.276
0.7	588.31	586.652	684.786	683.272	748.057	745.966
0.76	793.355	797.256	835.747	844.449	1438.87	1441.28



รูปที่ 4.42 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และ MTMR/DF เมื่อมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย $M = 500, 1000, 2000$ สถานีและจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 10$ ร่องเวลา

4.4.2.8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้เข้ารับบริการในโครงข่าย

จากผลการจำลองพบว่า ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF ยังคงมีความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ในกรณีที่มีการใช้จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาที่ไม่สูงนัก แต่ความสามารถดังกล่าวจะมีค่าลดลงตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับกรณีระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF และโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้ารับบริการต่างกัน ความสามารถของระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะลดลงตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่ต่างกัน โดยจากผลการจำลองพบว่าโครงข่ายที่มีจำนวนผู้เข้ารับบริการ 500 สถานีเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าเท่ากับ 3 ร่องเวลาระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ส่วนโครงข่ายที่มีจำนวนผู้เข้ารับบริการ 1000 สถานีเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าเท่ากับ 5 ร่องเวลาระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF และโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้ารับบริการ 2000 สถานีเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าเท่ากับ 10 ร่องเวลาระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA/DF ซึ่งจะเห็นได้ว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF จะมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลกับกรณีที่มีจำนวนร่องเวลาเล็ก m ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF ทั้งนี้เนื่องมาจากทั้งสองระเบียบวิธีสื่อสารมีรูปแบบเฟรมร่องเวลาที่ต่างกัน ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีแนวโน้มที่จะต้องการช่วงระยะเวลาในการส่งใหม่หลังเกิดการชนกันของแพ็คเกจข้อมูลที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF เนื่องจากไม่มีการตัดทอนคิว จึงมีผู้เข้ารับบริการที่ยังมีความต้องการในการแย่งชิงช่องสัญญาณในจำนวนที่ไม่สูงนัก ด้วยช่วงระยะเวลาในการส่งใหม่ที่มีค่าต่ำกว่าประกอบกับจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่มีค่าสูงขึ้น จึงทำให้ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลกับกรณีที่มีจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF ดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.3 ผลจากรูปแบบเฟรมต่อสมรรถนะระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำ

ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีรูปแบบในการเข้าถึงช่องสัญญาณควาเทียม 2 ลักษณะคือรูปแบบเฟรมตายตัวและรูปแบบเฟรมพลวัต ซึ่งผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะในด้านต่างๆสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจากการเปลี่ยนรูปแบบเฟรมในการเข้าถึงมีดังต่อไปนี้

4.4.3.1 ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล

จากผลการจำลองสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของโครงข่ายบริการจากระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำทั้งในกรณีรูปแบบเฟรมตายตัวและรูปแบบเฟรมพลวัต พบว่าความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำเมื่อเทียบกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA จะมีค่าลดลงตามจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในกรณีที่จำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าต่ำวิธีการในการเข้าถึงของระเบียบวิธีสื่อสารทั้ง 2 รูปแบบเฟรมจะมีความต้องการช่วงระยะเวลาในการส่งใหม่ทีละครั้งก่อนข้างยาวนานกว่ากรณีที่มีจำนวนร่องเวลาเล็ก m สูง เนื่องจากความสามารถในการจองร่องเวลาได้สำเร็จในกรณีที่จำนวนร่องเวลาเล็ก m ต่ำหลังเกิดการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลระหว่างสถานีผู้เข้าใช้บริการจะมีค่าต่ำ ในระบบที่มีการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียง 1 ครั้ง/1 แพ็กเก็ตผู้เข้าใช้บริการส่วนใหญ่จึงต้องมีการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นๆใหม่ โดยช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ก็จะต้องเป็นช่วงระยะเวลาที่มีค่าค่อนข้างสูงเพื่อลดโอกาสในการชนกันซ้ำอีกหลังจากการส่งใหม่ จึงทำให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลในกรณีดังกล่าวมีค่าสูง ในขณะที่โครงข่ายบริการที่มีระบบการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูล ผลจากการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลจะสามารถลดอัตราการส่งใหม่เนื่องจากได้มีการสำรองแพ็กเก็ตข้อมูลจากการส่งซ้ำเป็นครั้งที่สองโดยไม่ต้องส่งใหม่ทันที ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจึงมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ซึ่งจะต่างจากกรณีที่จำนวนร่องเวลาเล็ก m สูงคือเมื่อมีการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลเกิดขึ้น โอกาสที่แต่ละผู้เข้าใช้บริการจะสามารถจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จจึงมีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการที่ต้องการส่งใหม่ต่ำลง ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่จึงเป็นช่วงเวลาที่ไม่สูงนัก ผลจากการส่งซ้ำก็ยิ่งเพิ่มความหนาแน่นและอัตราการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลส่งผลให้ปริมาณความสำเร็จในการจองร่องเวลามีมากขึ้น จำนวนคิวการจองที่ยาวขึ้น จึงทำให้ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบวิธีการในการเข้าถึงของระเบียบวิธีสื่อสารทั้ง 2 รูปแบบเฟรม พบว่า ระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัต มีแนวโน้มที่จะต้องการช่วงระยะเวลา

ในการส่งใหม่ที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัว ทั้งนี้เนื่องจากการตัดทอนคิวของระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวนั้น ส่งผลให้มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการที่ยังมีความต้องการแย่งชิงช่องสัญญาณมากกว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตซึ่งมีผู้เข้าใช้บริการส่วนใหญ่อยู่ในคิวการจอร์จเวลา ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/DF มีความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลกับกรณีที่มีจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร MTMR/FF

4.4.3.2 ค่าวิสัยสามารถ

จากผลการจำลองสมรรถนะค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายบริการจากระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จอร์จทั้งหมดในกรณีรูปแบบเฟรมตายตัวและรูปแบบเฟรมพลวัต พบว่าไม่ว่าจะเป็นระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวหรือรูปแบบเฟรมพลวัตต่างก็มีค่าวิสัยสามารถเพิ่มขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น โดยระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตจะมีค่าวิสัยสามารถที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวเฉพาะในกรณีที่จำนวนร่องเวลาเล็กมีค่าสูงเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าสูง ความสามารถในการจอร์จเวลาได้สำเร็จก็จะมีค่าสูง พฤติกรรมการจอร์จเวลาที่เพิ่มขึ้นอัตราการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลจึงมีค่าน้อยลง การตัดทอนจำนวนคิวของผู้ที่สามารถจอร์จเวลาได้สำเร็จตามระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวจึงมีผลกระทบต่อปริมาณความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลมากกว่ากรณีที่จำนวนร่องเวลาเล็ก m ค่าซึ่งให้ความสำคัญกับพฤติกรรมการจอร์จเวลาไม่มากนัก การตัดทอนจำนวนคิวของผู้ที่สามารถจอร์จเวลาได้สำเร็จตามระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวจึงไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูล ค่าวิสัยสามารถสูงสุดของระเบียบวิธีสื่อสารทั้ง 2 รูปแบบเฟรมจึงมีค่าใกล้เคียงกัน

4.4.3.3 ค่าความยุติธรรม

จากผลการจำลองสมรรถนะค่าความยุติธรรมในการเข้าใช้บริการช่องสัญญาณดาวเทียมของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จอร์จทั้งหมดในกรณีรูปแบบเฟรมตายตัวและรูปแบบเฟรมพลวัตพบว่า ระเบียบวิธีสื่อสารทั้ง 2 รูปแบบเฟรมต่างก็มีค่าความยุติธรรมเพิ่มขึ้นตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก m มีค่าเพิ่มขึ้น ความสามารถในการรองรับปริมาณทราฟฟิกก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจาก 1 ร่องเวลาจากเฟรม Aloha สามารถรองรับความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้มากขึ้น เมื่อผู้เข้าใช้บริการที่ต่างก็มีความต้องการในการส่งข่าวสารข้อมูลสามารถจอร์จเวลาได้เป็นผลสำเร็จพร้อมๆกัน จึงทำให้สถานีผู้เข้าใช้บริการดังกล่าว

สามารถส่งแพ็คเกจข้อมูลได้สำเร็จในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันส่งผลให้ค่าความยุติธรรมในการเข้าใช้บริการช่องสัญญาณมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ โดยระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตจะมีค่าความยุติธรรมที่สูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวในกรณีที่มีจำนวนร่องเวลาเล็ก m สูง ซึ่งก็เนื่องมาจากระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตไม่มีการตัดทอนคิวของผู้เข้าใช้บริการช่องสัญญาณควาเทียมในช่วงระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้แต่ละสถานีผู้ใช้บริการสามารถส่งแพ็คเกจข้อมูลโดยมีอัตราความสำเร็จในการส่งแพ็คเกจข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน ค่าความยุติธรรมจึงมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง

4.4.3.4 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร

จากผลการจำลองสมรรถนะค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำทั้งในกรณีรูปแบบเฟรมตายตัวและรูปแบบเฟรมพลวัตพบว่า ในกรณีที่โครงข่ายมีค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณต่ำกว่า 0.48 แพ็คเกจ/ร่องเวลาซึ่งเป็นช่วงที่มีการส่งซ้ำแพ็คเกจข้อมูล ทั้ง 2 รูปแบบเฟรมจะมีสมรรถนะค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA โดยความสามารถในการลดค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำเมื่อเทียบกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA จะมีค่าลดลงตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อจำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลามีค่าสูงขึ้น โอกาสในการแก้ความผิดพลาดได้สำเร็จจากความพยายามในครั้งแรกก็จะมีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าระยะเวลาที่ใช้ในการแก้ความผิดพลาดจากการชนกันดังกล่าวมีค่าต่ำลง เมื่อพิจารณารูปแบบเฟรมในการเข้าถึงกับสมรรถนะค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารพบว่า ระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตมีค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัว เนื่องจากการตัดทอนคิวการจองของระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวจะทำให้แพ็คเกจข้อมูลที่สามารถจองร่องเวลาได้สำเร็จแต่ถูกตัดทอนคิวกลายเป็นแพ็คเกจที่เกิดความผิดพลาดใหม่อีกครั้งหนึ่งค่าระยะเวลาที่ใช้ในการแก้ความผิดพลาดดังกล่าวจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

4.5 สรุป

ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีศักยภาพในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลได้ดีเมื่อมีการใช้จำนวนร่องเวลาเล็กเพื่อการจองหลังเกิดการชนกันของแพ็คเกจข้อมูลต่ำ โดยยังคงสมรรถนะค่าวิสัยสามารถสูงสุดของโครงข่ายที่เทียบเท่ากับระเบียบวิธี

สื่อสาร SRMA และมีสมรรถนะในการลดค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีกว่าเมื่อโครงข่ายมีจำนวนผู้ใช้บริการเพิ่มมากขึ้น สำหรับสมรรถนะค่าความยุติธรรมของระเบียบวิธีสื่อสารชนิดนี้จะมีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ในช่วงที่มีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลแต่จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนรอบเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำยังมีสมรรถนะค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA เนื่องจากการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลจะทำให้โอกาสในการแก้ความผิดพลาดได้สำเร็จจากความพยายามในครั้งแรกมีค่าสูงกว่าการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียว



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการจำลองโครงข่ายและข้อเสนอแนะ

เนื้อหาในบทนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกกล่าวถึงข้อสรุปผลการประเมินสมรรถนะโครงข่ายบริการจากการจำลองสถานการณ์โครงข่ายตามระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำโดยพิจารณาค่าสมรรถนะใน 4 ด้านคือ ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล ค่าวิสัยสามารถ ค่าความยุติธรรม และค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญหายไปในการแก้ความผิดพลาดข้อหนึ่งข้อความข่าวสาร และส่วนที่ 2 กล่าวถึงข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาระบบวิธีสื่อสารเพื่อการเข้าถึงหลายทางช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตามลำดับ

5.1 สรุปผลการจำลองโครงข่าย

ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำเป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA แต่มีข้อแตกต่างกันคือระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำได้นำกลวิธีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลเข้ามาใช้ โดยจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลจะมีค่าลดลงตามค่าปริมาณทราฟฟิกของสัญญาณที่เพิ่มขึ้น เพื่อลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลให้มีค่าต่ำลงโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายบริการ ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำเหมาะกับโครงข่ายบริการที่มีผู้เข้าใช้บริการจำนวนมากและแต่ละผู้เข้าใช้บริการมีความต้องการในการส่งข้อความข่าวสารขนาดสั้น โดยมีรูปแบบในการเข้าถึงช่องสัญญาณดาวเทียม 2 รูปแบบคือ รูปแบบเฟรมตายตัว และรูปแบบเฟรมพลวัต ระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตจะให้ค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายบริการที่มีค่าสูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัว เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตมีการอ้างอิงพฤติกรรมกรจองระยะเวลาที่มากกว่าระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวคือจะไม่มีการตัดทอนคิวผู้เข้าใช้บริการที่สามารถจองระยะเวลาได้สำเร็จ แต่ความยุ่งยากในการติดตามจุดเริ่มต้นและจุดปลายของเฟรมจองระยะเวลาในระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตจะมีมากกว่า เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตมีขนาดความยาวของเฟรม Reservation ที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปริมาณความสำเร็จในการจองระยะเวลาจากเฟรม Aloha ในขณะที่ระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัวมีขนาดเฟรมจองเวลาคงที่ K ระยะเวลา

นอกจากนี้โครงข่ายระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำยังมีความยุ่งยากซับซ้อนจากการคำนวณค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณเพื่อการพิจารณาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการส่งซ้ำ แพ็กเก็ตข้อมูล เพื่อให้โอกาสความน่าจะเป็นในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้สำเร็จจากความพยายามในครั้งแรกมีค่าสูงขึ้น โดยจะพิจารณาค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณจากค่าผลรวมอัตราการใช้ของแพ็กเก็ตข้อมูลจากทุกผู้เข้าใช้บริการในโครงข่าย ไม่ว่าการเข้ามาของแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นๆจะเป็นการส่งเข้ามาเป็นครั้งแรกหรือเป็นการเข้ามาจากการส่งใหม่เมื่อการส่งเข้ามาครั้งแรกเกิดการชนเกิดขึ้น โดยไม่พิจารณาอัตราการใช้ของแพ็กเก็ตข้อมูลที่เกิดจากการส่งซ้ำ โดยแพ็กเก็ตโอเวอร์เฮดของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำนั้นนอกจากจะแสดงชื่อสถานีผู้ส่งข้อความข่าวสาร และตำแหน่งร่องเวลาเล็กเพื่อการจองเช่นเดียวกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ยังแสดงถึงเลขที่จำนวนครั้งที่ในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพื่อความถูกต้องในการคำนวณค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณของโครงข่ายบริการ ซึ่งจะทำให้โครงข่ายดาวเทียมมีความซับซ้อนของระบบมากขึ้นส่งผลให้ต้นทุนของโครงข่ายระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีมูลค่าสูงขึ้น โดยจะนำเสนอการสรุปผลการประเมินสมรรถนะในด้านต่างๆสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำดังต่อไปนี้

ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล

ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำสามารถลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลได้ดีเมื่อมีการใช้ร่องเวลาเล็กเพื่อการจองจำนวนน้อย ทั้งนี้เนื่องจากในกรณีที่ร่องเวลาเล็กมีจำนวนน้อย ความสามารถในการจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จหลังการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลจะมีค่าต่ำแต่ละผู้เข้าใช้บริการจึงต้องมีการส่งใหม่ โดยช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ก็จะต้องเป็นช่วงเวลาที่ค่อนข้างสูงเพื่อลดการชนกันซ้ำอีกหลังจากการส่งใหม่ ซึ่งผลจากการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลสามารถช่วยลดอัตราการใช้ร่องเวลาได้ เนื่องจากมีการสำรองแพ็กเก็ตข้อมูลที่ส่งซ้ำเป็นครั้งที่สองหลังจากที่แพ็กเก็ตข้อมูลที่ส่งในครั้งแรกเกิดการชนเกิดขึ้น ดังนั้นผลจากการส่งซ้ำของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจึงให้ผลลัพธ์ด้านค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ต่ำกว่าการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวจากระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ส่วนในกรณีที่ร่องเวลาเล็กมีจำนวนมาก เมื่อมีการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลเกิดขึ้น โอกาสที่แต่ละผู้เข้าใช้บริการจะสามารถจองร่องเวลาได้เป็นผลสำเร็จจึงมีมากกว่ากรณีที่ร่องเวลาเล็กมีจำนวนน้อย ส่งผลให้มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการที่ต้องส่งใหม่น้อยลง ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่จึงเป็นช่วงระยะเวลาที่ไม่สูงนัก ผลจากการส่งซ้ำก็ยิ่งเพิ่มค่าความหนาแน่นและอัตราการใช้ของแพ็กเก็ตข้อมูล ส่งผลให้ความสำเร็จในการจองร่องเวลามีมากขึ้น จำนวนคิวการจองที่ยาวขึ้น ร่องเวลาในเฟรม Aloha ที่มีจำนวนน้อยลงจึงทำให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีค่าสูงกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA โดยระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจะมีค่าระยะ

เวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงตามจำนวนร่องเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้นคือ 11.701%, 8.043% และ 2.825% เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2, 3$ และ 5 ร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัว และ 13.157%, 8.897% เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2, 3$ ร่องเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัตในขณะที่โครงข่ายบริการมีค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ 0.4 แพ็กเกต/ร่องเวลา

นอกจากนี้ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำยังมีความสามารถในการลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีกว่าเมื่อโครงข่ายมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากโครงข่ายบริการที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการที่มากกว่าจะมีอัตราการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลที่สูงกว่า ส่งผลให้ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่หลังเกิดการชนกันของแพ็กเกตข้อมูลมีค่าสูงกว่าโครงข่ายที่มีจำนวนผู้เข้าใช้บริการน้อย ด้วยช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการส่งใหม่ที่ยาวนานดังกล่าวจึงทำให้ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA เนื่องจากผลจากการส่งซ้ำจะเพิ่มโอกาสในการส่งแพ็กเกตข้อมูลได้สำเร็จจากความพยายามในครั้งแรกและลดอัตราการส่งใหม่ส่งผลให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลมีค่าต่ำลงเมื่อเทียบกับการส่งแพ็กเกตข้อมูลเพียงครั้งเดียว

ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีในขณะที่มีการใช้จำนวนร่องเวลาเล็กต่อหนึ่งร่องเวลาที่ไม่สูงนัก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วนั้นจำนวนร่องเวลาเล็กเพื่อการจองควรมีขนาดที่ไม่มากนักเนื่องจากช่วงระยะเวลาดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของแบนด์วิดท์ที่สูญเสียไปในการติดต่อกันระหว่างสถานีผู้เข้าใช้บริการซึ่งไม่ได้ใช้เพื่อการรองรับปริมาณการส่งข่าวสารข้อมูล จึงถือได้ว่าระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีคุณค่าเพียงพอในการปรับใช้จริงโดยอาจจะมีการปรับลักษณะเฟรมร่องเวลา (ดังแสดงในภาคผนวก) เพื่อการใช้งานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำวิสัยสามารถ

เนื่องจากระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำได้มีการปรับลดจำนวนครั้งในการส่งซ้ำลงเมื่อปริมาณทราฟฟิกของโครงข่ายบริการมีค่าสูงขึ้น ผลจากการส่งซ้ำจึงไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะคำวิสัยสามารถสูงสุดของโครงข่ายจึงทำให้ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำยังคงสมรรถนะคำวิสัยสามารถของโครงข่ายที่เท่ากันกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA

ค่าความยุติธรรม

สำหรับค่าความยุติธรรมของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจะต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ในช่วงที่มีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูล เนื่องจากในช่วงเวลาที่มีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นจะเกิดการชนกันระหว่างแพ็กเก็ตข้อมูลมากกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA จึงทำให้ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีพฤติกรรมการจองระยะเวลาในขณะที่โครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกเบาบางมากกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวส่งผลให้อัตราความสำเร็จในการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลของแต่ละสถานีผู้เข้าใช้บริการมีอัตราที่ไม่เท่ากัน ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจึงมีค่าความยุติธรรมในการเข้าใช้บริการช่องสัญญาณดาวเทียมที่ต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA แต่ค่าความยุติธรรมของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนระยะเวลาเล็ก m เพื่อการจองที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนระยะเวลาเล็กที่เพิ่มขึ้นจะสามารถรองรับการจองของแพ็กเก็ตข้อมูลที่เกิดการชนกันได้มากขึ้น จึงทำให้สถานีผู้เข้าใช้บริการที่ส่งแพ็กเก็ตข้อมูลดังกล่าวสามารถส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้เป็นผลสำเร็จในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันส่งผลให้ค่าความยุติธรรมในการเข้าใช้บริการช่องสัญญาณมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ

ค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสาร

ระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ในช่วงที่มีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูล ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเกิดความผิดพลาดจากการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลขึ้น ผลจากการส่งซ้ำของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจะสามารถแก้ความผิดพลาดดังกล่าวได้เป็นผลสำเร็จจากความพยายามในครั้งแรกมากกว่าการส่งใหม่ จึงทำให้ค่าระยะเวลาที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดดังกล่าวมีค่าต่ำลงเมื่อเทียบกับการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวของระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA และการเพิ่มขึ้นของจำนวนระยะเวลาเล็กเพื่อการจองจะส่งผลให้สมรรถนะค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำและระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากทั้งสองระเบียบวิธีสื่อสารมีวิธีการในการแก้ความผิดพลาดเป็นไปในลักษณะเดียวกันมากขึ้น คือเมื่อจำนวนระยะเวลาเล็กมีค่าสูง การส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวและการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลจะสามารถจองระยะเวลาได้เป็นผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น เวลาที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดจะถูกใช้ไปในการจองระยะเวลาและการรอลำดับคิวส่งผลให้ค่าระยะเวลาที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในกรณีที่ระยะเวลาเล็กมีจำนวนน้อยโอกาสในการจองระยะเวลาได้เป็นผลสำเร็จจะมีค่าต่ำลง เมื่อเกิดการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูลขึ้น การส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวจะแก้ความ

ผิดพลาดดังกล่าวด้วยการส่งใหม่เนื่องจากไม่สามารถจองระยะเวลาได้สำเร็จ ในขณะที่ผลจากการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลจะลดอัตราการส่งใหม่ เนื่องจากการสำรองแพ็กเก็ตข้อมูลที่ได้ส่งซ้ำในครั้งที่สองจึงทำให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารของระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำมีค่าต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA โดยระเบียบวิธีสื่อสารการส่งซ้ำ-จองซ้ำจะมีค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารต่ำกว่าระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงตามจำนวนระยะเวลาเล็ก m ที่เพิ่มขึ้นคือ 38.102%, 35.076%, 26.335% และ 14.426% เมื่อจำนวนระยะเวลาเล็ก $m = 2, 3, 5$ และ 10 ระยะเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมตายตัว และ 41.671%, 34.900%, 14.508%, 6.788% เมื่อจำนวนระยะเวลาเล็ก $m = 2, 3, 5$ และ 10 ระยะเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสารรูปแบบเฟรมพลวัต ในขณะที่โครงข่ายบริการมีค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ 0.4 แพ็กเก็ต/ระยะเวลา

อย่างไรก็ตามค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารที่ศึกษา ไม่สามารถบอกได้ว่าระเบียบวิธีสื่อสารนั้นๆมีค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ต่ำกว่าเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นกับจำนวนครั้งของความผิดพลาด จำนวนข้อความข่าวสารที่ไม่เกิดความผิดพลาดและวิธีการที่ใช้ในการแก้ความผิดพลาดเป็นสำคัญ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้อย่างอิงยังมีค่าวิสัยความสามารถที่ไม่สูงนัก ดังนั้นจึงควรปรับปรุงค่าวิสัยความสามารถให้กับระเบียบวิธีสื่อสารดังกล่าวด้วยการเพิ่มความสำคัญในการจองระยะเวลาให้กับระยะเวลาในส่วนของเฟรม Reservation และผนวกวิธีการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูลเพื่อลดค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลให้มีค่าต่ำลง (ดังผลลัพธ์แสดงในภาคผนวก)
2. การจำลองโครงข่ายที่ได้นำเสนอขึ้นได้มีการทดสอบเฉพาะกรณีที่ข้อความข่าวสารมีขนาดหนึ่งแพ็กเก็ตต่อหนึ่งข้อความ ดังนั้นจึงควรมีการทดสอบสมรรถนะเพิ่มเติมให้กับกรณีที่หนึ่งข้อความข่าวสารมีจำนวนแพ็กเก็ตข้อมูลเพิ่มขึ้น
3. เนื่องจากผลจากการส่งซ้ำให้ผลลัพธ์ในด้านค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียไปในการแก้ความผิดพลาดต่อหนึ่งข้อความข่าวสารที่ศึกษาว่าการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวดังนั้นน่าจะมีการทดสอบระเบียบวิธีสื่อสารที่มีการส่งแพ็กเก็ตข้อมูลเพียงครั้งเดียวแต่มีวิธีการในการแก้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นด้วยการส่งซ้ำแพ็กเก็ตข้อมูล โดยพิจารณาตามเงื่อนไขของค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณเพื่อลดจำนวนครั้งในการเกิดความผิดพลาดจากการส่งซ้ำลงซึ่งน่าจะให้ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลที่ดีขึ้นกว่าการส่งเพียงครั้งเดียว

รายการอ้างอิง

- [1] Tasaka, S. Performance analysis of multiple access protocols. MIT Press, 1986.
- [2] Nguyen, T.; Suda, T. Survey and evaluation of multiple access protocols in multimedia satellite networks. IEEE Press (1990): 408-412.
- [3] Tak-Shing P.Yum and Eric W.M. Wong. The scheduled-retransmission multiple access protocol for packet satellite communication. IEEE Trans. Inform. Theory Vol. 35 No. 6 (November 1989): 1319-1324.
- [4] Segalov, T.; Plotnik, E.; Bar-David, I. On collision resolution protocols for channels with long propagation delay. Electrical and Electronics Engineers in Israel Eighteenth Convention of Published (1995): 5.3.2/1-5.3.2/3.
- [5] Tak-Shing P.Yum and Eric W.M. Wong. The optimal multi-copy aloha. IEEE Trans. Automat. Contr Vol. 39 (June 1994): 1233-1236.
- [6] Rom, R. and Sidi, M. Multiple access protocols: Performance and analysis. Springer-Verlag, New York: Berlin Heidelberg, 1990.
- [7] Tasaka, S. Multiple access protocols for satellite packet communication networks: A performance comparison. Proceeding IEEE Vol. 72 (November 1984): 1573-1582.
- [8] Ahmed, R. E. An adaptive multiple access protocols for broadcast channels. IEEE IPCCC'97 (1997): 371-377.
- [9] Sardana, K. and Ilyas, M. Adaptive Satellite Hybrid Access (ASHA) protocols: A simulation study. IEEE ICC'88 Conference (June 1988): 1177-1182.
- [10] Norman Abramson. The throughput of packet broadcasting channels. IEEE Trans. Commun. COM-25 (January 1977): 117-128.
- [11] Kleinrock, L. and Lam, S. S. Packet switching in a multiaccess broadcast channel: Performance evaluation. IEEE Trans. Commun. COM-23 No. 4 (April 1975): 410-423.
- [12] Cheon, K. and Panwar, S. S. Early selective packet discard for alternating resource access of TCP over ATM-UBR. IEEE Proceedings (1997): 306-316.
- [13] Chlamtac, I.; Farago, A. and Hongbiao Zhang. A fundamental relationship between fairness and optimum throughput in TDMA protocols. IEEE International Conference Vol. 2 (1996): 671-675.

- [14] De Lima, H. M. and Duarte, O. C. M. B. A Go-Back-N protocol with multicopy retransmission for high speed satellite communications. IEEE ICC'94 Conference (1994): 859-863.
- [15] Ward, C.; Choi, C.H.; and Hain, T. F. A data link control protocol for LEO satellite networks providing a reliable datagram service. IEEE/ACM Trans. networking Vol. 31 (February 1995): 91-103.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ระเบียบวิธีสื่อสารจัดตารางการจอง (scheduled reservation multiaccess protocol : SRA) เป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่นำเสนอเพื่อเพิ่มสมรรถนะค่าวิสัยสามารถของโครงข่ายโดยอ้างอิงพื้นฐานมาจากระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ด้วยการเพิ่มความสำคัญในการจองระยะเวลาให้กับระยะเวลาในส่วนของการจอง Reservation

ระเบียบวิธีสื่อสารจัดตารางการจองซ้ำ (scheduled multiple reservation multiaccess : SMRA) เป็นระเบียบวิธีสื่อสารที่นำเสนอเพื่อเพิ่มสมรรถนะค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลซึ่งอ้างอิงพื้นฐานมาจากระเบียบวิธีสื่อสารจัดตารางการจอง (SRA) ด้วยการผนวกกลวิธีการส่งซ้ำโดยจำนวนครั้งที่ใช้ในการส่งซ้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าปริมาณทราฟฟิกช่องสัญญาณ (ดังแสดงในตารางที่ 4.2)

ผลการจำลองโครงข่ายของระเบียบวิธีสื่อสาร SRA และ SMRA ทั้งทางด้านสมรรถนะค่าวิสัยสามารถและค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูลเมื่อมีการกำหนดค่าตัวแปรในโครงข่ายบริการเช่นเดียวกันกับระเบียบวิธีสื่อสาร SRMA ทั้งรูปแบบเฟรมคงตัวและรูปแบบเฟรมพลวัต

ตารางที่ ผ1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิสัยสามารถสูงสุด-จำนวนระยะเวลาเล็กต่อหนึ่งระยะเวลาสำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/FF, SMRA/FF, SRA/DF และ SMRA/DF

จำนวนระยะเวลาเล็ก ต่อหนึ่งระยะเวลา (ระยะเวลา)	ค่าวิสัยสามารถสูงสุด (แฟ็กเกต/ระยะเวลา)			
	SRA/FF	SMRA/FF	SRA/DF	SMRA/DF
2	0.701123	0.702153	0.699863	0.702001
3	0.88332	0.882015	0.972981	0.970087
5	0.96053	0.958257	0.991724	0.991305
10	0.975024	0.975163	0.987708	0.9865620

ตารางที่ ผ2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/FF และ SMRA/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)	
	SRA/FF	SMRA/FF
0.1	247.672	231.701
0.2	336.02	303.368
0.3	418.406	385.419
0.4	519.489	517.886
0.5	644.69	633.998
0.6	765.414	773.077
0.7	1053.84	1056.23

ตารางที่ ผ3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/FF และ SMRA/FF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

ค่าวิสัยสามารถ (แพ็กเกต/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)	
	SRA/FF	SMRA/FF
0.1	236.9	233.587
0.2	310.417	303.991
0.3	378.968	363.338
0.4	443.631	438.762
0.5	510.87	514.148
0.6	581.851	576.051
0.7	665.849	668.062
0.8	776.947	790.469
0.88	1170.16	1177.68

ตารางที่ ผ4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/DF และ SMRA/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 2$ ร่องเวลา

ค่าวิสัยสามารถ (แฟกเตอร์/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)	
	SRA/DF	SMRA/DF
0.1	260.641	232.572
0.2	355.018	320.778
0.3	465.894	401.62
0.4	570.479	567.491
0.5	695.529	691.517
0.6	868.775	864.784
0.7	1465.41	1455.67

ตารางที่ ผ5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล-ค่าวิสัยสามารถ สำหรับระเบียบวิธีสื่อสาร SRA/DF และ SMRA/DF เมื่อจำนวนร่องเวลาเล็ก $m = 3$ ร่องเวลา

ค่าวิสัยสามารถ (แฟกเตอร์/ร่องเวลา)	ค่าระยะเวลาประวิงเฉลี่ยในการส่งข่าวสารข้อมูล (ร่องเวลา)	
	SRA/DF	SMRA/DF
0.1	237.643	233.911
0.2	315.328	303.495
0.3	389.66	366.336
0.4	458.83	454.076
0.5	530.334	528.85
0.6	603.694	601.825
0.7	661.492	663.475
0.8	727.285	731.593
0.9	792.497	799.097
0.97	931.227	934.18

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจริญญา แซ่ตั้ง เกิดวันที่ 6 เมษายน พ.ศ. 2519 ที่อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2539 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาระบบโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย