

การพัฒนาแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ร่วมกับการควบคุมการตอบรับการเรียกที่  
ให้ความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟเพื่อการจัดสรรคุณภาพของการให้บริการ  
ในโครงข่ายสื่อประสมไร้สาย



นางสาวสุภาพรรณ ศรีสังข์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-14-2973-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT ON INTEGRATION OF BANDWIDTH DEGRADATION SCHEME AND  
HANDOFF CALL PRIORITY BASED CALL ADMISSION CONTROL  
FOR QOS PROVISIONING IN WIRELESS MULTIMEDIA NETWORKS

Miss Supapan Srisatjang

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

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

ISBN 974-14-2973-8

Copyright of Chulalongkorn University

**490288**

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ร่วมกับการควบคุมการตอบรับการเรียกที่ให้ความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟเพื่อการจัดสรรคุณภาพของการให้บริการในโครงข่ายสี่ประสานไร้สาย

โดย

นางสาวสุภาพรณ ศรีสังข์


สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

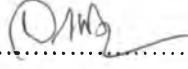
อาจารย์ที่ปรึกษา

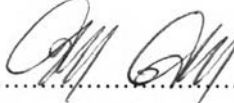
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยเชษฐ์ สายวิจิตร

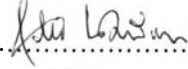
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

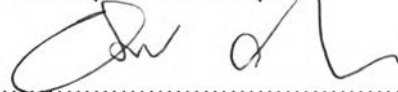
  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยเชษฐ์ สายวิจิตร)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ สุวิทย์ นาคพิระบุทร)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาวนิต อัสกุล)

สุภาพรธรรม ศรีสังข์: การพัฒนาแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ร่วมกับการควบคุมการตอบรับ การเรียกที่ให้ความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟเพื่อการจัดสรรคุณภาพของการ ให้บริการในโครงข่ายสื่อประสมไร้สาย (DEVELOPMENT ON INTEGRATION OF BANDWIDTH DEGRADATION SCHEME AND HANDOFF CALL PRIORITY BASED CALL ADMISSION CONTROL FOR QOS PROVISIONING IN WIRELESS MULTIMEDIA NETWORKS) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ดร.ชัยเชษฐ สหายวิจิตร, 77 หน้า. ISBN: 974-14-2973-8.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการพัฒนาแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ร่วมกับการควบคุมการตอบรับการเรียกสำหรับโครงข่ายสื่อประสมไร้สาย แบบแผนที่เสนอกำเนียงถึงมุมมองทั้งในด้านผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการโดยการปรับลดแบนด์วิดท์การเรียกในระบบทำให้เกิดรายได้สูญเสียเนื่องจากพฤติกรรมของผู้ใช้ที่ตอบสนองต่อการได้รับคุณภาพของการให้บริการลดลงจากที่คาดหวังว่าจะได้รับ ในขณะที่ระบบรองรับการเรียกได้มากขึ้น ระบบจึงต้องทำการเลือกตอบรับการเรียกที่ทำให้ระบบได้รับรายได้สุทธิสูงสุดที่พิจารณาให้ลำดับความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ ด้วยการแยกบัฟเฟอร์และถ่วงน้ำหนักการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่ที่แตกต่างกัน เพื่อกระจายปริมาณทราฟฟิกต่อการพิจารณาให้น้อยลงขณะระบบไม่มีแบนด์วิดท์เหลือพอ เพื่อลดความน่าจะเป็นของการครีโปกการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ และทำการจัดสรรแบนด์วิดท์อย่างยุติธรรมภายในระดับการให้บริการเดียวกันระหว่างการเรียกที่ร้องขอการบริการกับการเรียกในระบบ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทดสอบสมรรถนะของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอ โดยการเปรียบเทียบแบบแผนที่เสนอกับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกของงานวิจัยในอดีต พบว่าแบบแผนการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอสามารถลดค่าความน่าจะเป็นของการครีโปกการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟและความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ได้ต่ำกว่าและสามารถรองรับการเรียกได้มากขึ้น ในขณะที่ระบบมีการใช้งานแบนด์วิดท์สูง

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....ลายมือชื่อนิสิต.....*อนุพร ศรีสังข์*  
 สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*อมรรณ อ.วิจิตร*  
 ปีการศึกษา.....2549.....

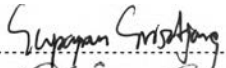

## 4570749521: MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: CALL ADMISSION CONTROL (CAC) / BANDWIDTH DEGRADATION/  
HANDOFF CALL PRIORITY / WIRELESS MULTIMEDIA NETWORKS

SUPAPAN SRISATJANG: DEVELOPMENT ON INTEGRATION OF BANDWIDTH  
DEGRADATION SCHEME AND HANDOFF CALL PRIORITY BASED CALL  
ADMISSION CONTROL FOR QOS PROVISIONING IN WIRELESS MULTIMEDIA  
NETWORKS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. CHAIYACHET SAIVICHIT, Ph.D., 77  
pp. ISBN: 974-14-2973-8.

This thesis proposes the development on bandwidth degradation scheme and call admission control which considers in both the aspect of service provider and user. The bandwidth degradation scheme decreases the quality of service according to user utility of each service class as service provider can increase carried traffic. With conflict goal, net revenue is calculated to find the optimal call admission control and bandwidth degradation scheme which gives handoff priority more than new call to reduce handoff call dropping probability by buffering call with a typical short time and also allocates fairly bandwidth between new incoming calls and existing calls in sense of equivalent quantity of bandwidth.

The performance of proposed scheme is compared with the past research which does not consider handoff call and has the limitation of bandwidth degradation scheme with degrading only one channel per admission and degradation consideration. The proposed scheme can accommodate more traffic and also decrease handoff call dropping probability together with new call blocking probability as high bandwidth usage.

Department..... Electrical Engineering..... Student's Signature.....   
Field of Study..... Electrical Engineering..... Advisor's Signature.....   
Academic Year..... 2006.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลืออนุเคราะห์อย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผศ. ดร.ชัยเชษฐ สหายวิจิตร และคณะกรรมการทุกท่านในการให้คำแนะนำ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ. ดร.ชัยเชษฐ สหายวิจิตร และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ในทุกเรื่อง จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ และครอบครัวของผู้วิจัยทุกๆ คนสำหรับแรงบันดาลใจและแรงกระตุ้นที่ดีตลอดระยะเวลาของการทำงานวิจัย รวมถึงพี่ๆ ที่ทำงานสำหรับความกรุณา และขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง ท่านอาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนทั้งในวิชาเรียนและในการสัมมนาที่ช่วยขัดเกลาความคิด ทักษะและกระบวนการวิจัยให้เกิดขึ้นรวมถึงสถานศึกษาและห้องปฏิบัติการวิจัย ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนโดยตลอดแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	2
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
1.3 แนวคิดที่นำเสนอ.....	5
1.4 วัตถุประสงค์.....	5
1.5 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....	5
1.6 ขั้นตอนและวิธีในการดำเนินงาน.....	6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 โครงข่ายไร้สาย.....	6
2.2 การวัดสมรรถนะของการให้บริการ.....	7
2.3 วิธีการจัดหาคุณภาพของการให้บริการในโครงข่ายไร้สาย.....	8
2.3.1 แบบแผนการควบคุมการตอบรับการเรียก.....	8
2.3.1 อัลกอริทึมการปรับเปลี่ยนแบนด์วิดท์.....	9
2.4 แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกที่พิจารณา รายได้สุทธิของระบบ.....	10
2.5 การคำนวณหารายได้ของระบบ.....	11
2.5.1 ระบบแบบสถิต.....	11
2.5.2 ระบบแบบพลวัต.....	15
2.6 การประมาณรายได้สูญเสียที่เกิดจากการลดจำนวนช่องสัญญาณ.....	16
2.7 ปัญหาที่พบจากงานวิจัยในอดีต.....	18
2.6 สรุป.....	18

3	แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอ.....	19
3.1	แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา.....	19
3.2	การคำนวณหารายได้สูญเสียจากการลดจำนวนช่องสัญญาณ.....	21
3.3	แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่เสนอ.....	22
3.3.1	ระบบแบบสถิต.....	22
3.3.2	ระบบแบบพลวัต.....	26
3.4	การควบคุมการตอบรับที่นำเสนอ.....	27
3.4.1	การให้ลำดับความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟโดยการถ่วงน้ำหนัก.....	27
3.4.2	การพิจารณานโยบายการตอบรับและการลดจำนวนช่องสัญญาณด้วยอุปสงค์ผู้ใช้เป็นช่วงเวลาที่แตกต่างกันระหว่างการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่.....	29
3.5	การแก้ไขปัญหาการหาค่าเหมาะสมด้วยวิธีsimulated annealing.....	30
3.6	ขั้นตอนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกที่นำเสนอ.....	34
4	ผลการจำลองแบบและการวิเคราะห์ผล.....	36
4.1	การจำลองสถานการณ์สำหรับระบบสถิต.....	36
4.1.1	การเปรียบเทียบแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่เสนอกับแบบแผนในงานวิจัย [1] สำหรับระบบสถิต.....	38
4.2	การจำลองสถานการณ์สำหรับระบบพลวัต.....	41
4.2.1	การเปรียบเทียบสมรรถนะของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับที่มีการให้ลำดับความสำคัญของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟโดยการถ่วงน้ำหนัก.....	43
4.2.2	การเปรียบเทียบสมรรถนะของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอที่มีการให้ลำดับความสำคัญของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟโดยการแยกบัฟเฟอร์การเรียก.....	44
4.2.3	การเปรียบเทียบสมรรถนะของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกแบบต่างๆ.....	46
4.2.4	การพิจารณาความซับซ้อนของแบบแผนจากระยะเวลาที่ใช้.....	68
4.3	สรุป.....	70
5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	71
5.1	บทสรุป.....	71
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	72



รายการอ้างอิง.....	73
ภาคผนวก.....	75
ก การตรวจสอบความถูกต้องในการแก้ไขปัญหาการหาค่าความเหมาะสม.....	76
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	77

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ความซับซ้อนของปัญหาการหาค่าความเหมาะสม.....	31
ตารางที่ 4.1 พารามิเตอร์ของการเรียกที่ให้บริการ.....	37

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1	แบบแผนการควบคุมการตอบรับการเรียกในโครงข่ายเซลลูลาร์.....8
รูปที่ 2.2	ข้อแลกเปลี่ยนระหว่างความพึงพอใจผู้ใช้กับคุณภาพของการให้บริการที่ถูกลด.....10
รูปที่ 2.3	ตัวอย่างของการปรับลดแบนด์วิดท์ในโครงข่ายสื่อประสมไร้สาย.....11
รูปที่ 2.4	แบบจำลองฟังก์ชันอรรถประโยชน์ผู้ใช้.....16
รูปที่ 3.2	ขั้นตอนการหาค่าเหมาะสมด้วยวิธี simulated annealing.....33
รูปที่ 3.3	ขั้นตอนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอ.....35
รูปที่ 4.1	อัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ตามเวลาของวัน.....37
รูปที่ 4.2	เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ในการพิจารณาการตอบรับการเรียก ในแต่ละ เปอร์เซ็นต์การใช้งานแบนด์วิดท์ เมื่ออัตราของรายได้กับรายได้สูญเสียจากการลด แบนด์วิดท์เป็น 0.5 และ 2 สำหรับแบบแผนในงานวิจัย [1].....38
รูปที่ 4.3	เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ในการพิจารณาการตอบรับการเรียก ในแต่ละ เปอร์เซ็นต์การใช้งานแบนด์วิดท์ เมื่ออัตราของรายได้กับรายได้สูญเสียจากการลด แบนด์วิดท์เป็น 0.5 และ 2 สำหรับแบบแผนที่เสนอ.....39
รูปที่ 4.4	รายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับ ในแต่ละอัตราของรายได้กับรายได้สูญเสียจากการ ลดแบนด์วิดท์ ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์.....40
รูปที่ 4.5	การจัดเรียงตัวของเซลล์ที่ใช้ในการทดสอบ.....41
รูปที่ 4.6	ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ในแต่ละอัตราของการถ่วงน้ำหนักของการ เรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่.....43
รูปที่ 4.7	ความน่าจะเป็นการรื้อการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟในแต่ละอัตราของการ ถ่วงน้ำหนักของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่.....44
รูปที่ 4.8	ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ในแต่ละอัตราของระยะเวลาการรอคอยใน บัฟเฟอร์ของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่.....45
รูปที่ 4.9	ความน่าจะเป็นการรื้อการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ ในแต่ละอัตราของ ระยะเวลาการรอคอยในบัฟเฟอร์ของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียก ใหม่.....45
รูปที่ 4.10	ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ และการควบคุมการตอบรับการเรียก.....47





รูปที่ 4.35	สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์ในระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่.....	63
รูปที่ 4.36	สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ที่ได้รับแบนด์วิดท์ ณ ระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่.....	64
รูปที่ 4.37	สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ที่ได้รับแบนด์วิดท์ ณ ระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่.....	64
รูปที่ 4.38	สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ที่ได้รับแบนด์วิดท์ ณ ระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่.....	65
รูปที่ 4.39	สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ที่ได้รับแบนด์วิดท์ ณ ระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่.....	65
รูปที่ 4.40	รายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับสำหรับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ในงานวิจัย [1] ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่.....	66
รูปที่ 4.41	รายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับสำหรับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับที่เสนอในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่.....	67
รูปที่ 4.42	ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก.....	69