

กลยุทธ์การแบ่งโหลดตามปริมาณกราฟฟิก  
ไปยังเซลล์ข้างเคียงของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

นาย ฤทธิร์ จันทรวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-755-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TRAFFIC QUANTITY BASED LOAD SHARING  
STRATEGIES FOR ADJACENT CELLS OF A MOBILE TELEPHONE SYSTEM

Mr. Rittavee Chantarakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Electrical Engineering  
Graduate School  
Chulalongkorn University  
Academic Year 1996  
ISBN 974-635-755-7

I172275x6

หัวข้อวิทยานิพนธ์ กลยุทธ์การแบ่งโหลดตามปริมาณกราฟิกไปยังเซลล์ข้างเคียงของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่  
 โดย นายฤทธิร์ จันทรกุล  
 ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
 อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล

---

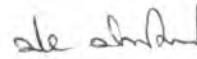
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ  
 ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

( ศาสตราจารย์ นพ. สุภาวัฒน์ ชูตีวงศ์ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

( ศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประพัฒน์มงคล )



อาจารย์ที่ปรึกษา

( อาจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล )



กรรมการ

( รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล )



กรรมการ

( นาย เกรียงศักดิ์ วาณิชยน์ )

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ฤทธิร์ จันทรกุล : กลยุทธ์การแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิกไปยังเซลล์ข้างเคียงของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (TRAFFIC QUANTITY BASED LOAD SHARING STRATEGIES FOR ADJACENT CELLS OF A MOBILE TELEPHONE SYSTEM) อ.ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. วาทีต เบญจพลกุล ,101 หน้า. ISBN 974-635-755-7

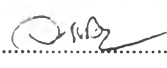
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบรังผึ้ง เพื่อให้อัตราการบล็อกลดลง ความจุช่องสัญญาณเพิ่มขึ้น โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลง ฮาร์ดแวร์และระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศ จึงสามารถนำมาใช้ได้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้มีการลงทุนติดตั้งไปแล้วได้ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้แบบจำลองที่อ้างอิงกับระบบจีเอสเอ็มและคำนึงการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ด้วย

วิธีการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิกแบ่งเป็น 2 กระบวนการหลักคือ กระบวนการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก และกระบวนการแฮนด์โอเวอร์แบบขึ้นกับปริมาณทราฟฟิก

กระบวนการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิกจะใช้การแฮนด์โอเวอร์เพื่อแบ่งโหลดไปเซลล์ประชิดที่มีช่องสัญญาณว่างมากกว่าได้ ซึ่งการเรียกนั้นต้องอยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จินและรับความแรงสัญญาณได้สูงกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลของเซลล์ที่เลือก และช่องสัญญาณที่ว่างของเซลล์ที่เลือกนี้ต้องมากกว่าของเซลล์เดิม 2 ช่องขึ้นไปจึงจะแฮนด์โอเวอร์ได้

กระบวนการแฮนด์โอเวอร์แบบขึ้นกับปริมาณทราฟฟิก เป็นการหน่วงการเรียกที่จะแฮนด์โอเวอร์ไปเซลล์ที่มีทราฟฟิกมากกว่า ถ้าเซลล์ที่จะแฮนด์โอเวอร์ไปมีจำนวนช่องสัญญาณที่ว่างมากกว่าเซลล์ปัจจุบัน 2 ช่องขึ้นไปจึงจะแฮนด์โอเวอร์ได้ นอกจากความแรงสัญญาณที่รับต่ำกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลก็สามารถแฮนด์โอเวอร์ได้ตามปกติ

ภาควิชา ..... วิศวกรรมไฟฟ้า .....  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมไฟฟ้า .....  
ปีการศึกษา ..... 2539 .....

ลายมือชื่อนิสิต ..... ฤทธิร์ จันทรกุล .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

## C815646 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: CELLULAR MOBILE TELEPHONE / LOAD SHARING

RITTAVEE CHANTARAKUL : TRAFFIC QUANTITY BASED LOAD SHARING STRATEGIES FOR ADJACENT CELLS OF A MOBILE TELEPHONE SYSTEM.

THESIS ADVISOR : WATIT BENJAPONLAKUL, D.Eng 101pp.

ISBN 974-635-755-7

The objective of this thesis is to present channel allocation method of cellular mobile telephone system to reduce blocking rate and to increase capacity without changing hardware and air interface signaling system. This method can be used with the existing system. The applied model was based on GSM system with consideration of users mobility.

Traffic quantity based load sharing process can be separated into two processes, load sharing process and handover process based on traffic quantity.

The load sharing process uses handover process to share load from a heavier used channels cell to more vacant channels of adjacent cells. That call must be in handover margin area and must detect signal strength of the selected cell more than handover threshold, and the selected cell must has two vacant channels more than the current cell.

Handover process based on traffic quantity will delay handover of a call to an adjacent cell with traffic heavier than the current cell. Handover will be permitted if the target cell has two vacant channels more than the current cell. However, if the signal strength less than handover threshold will be allowed.

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....

ปีการศึกษา..... 2539.....

ลายมือชื่อนิสิต..... วรวิทย์ ชันทรกุล.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมา ด้วยดีตลอด ขอขอบคุณ คุณสุรพงษ์ เสียงสนั่น ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนๆที่เว็ลด์โฟน 1800 และท่านที่ไม่ได้เอ่ย นามในที่นี้ ที่ช่วยให้ข้อคำแนะนำและให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอพระคุณบิดา มารดา ซึ่งได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ ผู้วิจัยเสมอจนสำเร็จการศึกษา

นายฤทธิร์ จันทกุล

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ฆ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์.....	3
เป้าหมายและขอบเขตของวิทยานิพนธ์ .....	3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม	
2.1 กล่าวนำ.....	5
2.2 องค์ประกอบของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม.....	6
2.3 ระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศ.....	11
2.4 การแฮนด์โอเวอร์.....	20
บทที่ 3 แนวคิด วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณที่มีการเสนอมารวมและวิธีการแบ่งโหลดตามปริมาณกราฟฟิก	
3.1 ผลงานที่ผ่านมา.....	25
3.2 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยที่ผ่านมา.....	26
3.3 วิธีไดเรกทีฟ.....	28
3.4 วิธีการจัดสรรเส้นทางเมื่อเลือก.....	28
3.5 วิธีการแบ่งโหลดตามปริมาณกราฟฟิก.....	29
บทที่ 4 แบบจำลองและวิธีการจำลองแบบ	
4.1 วิธีการจำลองแบบ.....	31
4.2 การนำเสนอผลการจำลองแบบ.....	32
4.3 ข้อกำหนด.....	33

4.4 แบบจำลองระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศ.....	34
4.5 เปรียบเทียบผลการจำลองแบบกับงานของ M.D. Yacoub และ K.W. Cattermole.....	50
บทที่ 5 ผลการจำลองแบบและวิเคราะห์ผลการจำลองแบบ	
5.1 อธิบายคำย่อ.....	51
5.2 ผลการจำลองแบบอัตรการบล็อกร.....	52
5.3 วิเคราะห์อัตรการบล็อกร.....	64
5.4 ผลการจำลองแบบอัตรการแฮนด์โอเวอร์.....	67
5.5 วิเคราะห์อัตรการแฮนด์โอเวอร์.....	79
5.6 ผลการจำลองแบบอัตรการดร้อป.....	82
5.7 วิเคราะห์อัตรการดร้อป.....	94
บทที่ 6 สรุปผลการจำลองแบบ.....	96
เอกสารอ้างอิง .....	98
ภาคผนวก .....	100
ประวัติผู้เขียน .....	101



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์.....	23
ตารางที่ 4.1 อัตราการบล็อกวิธีไดเรกทอรีในงานของ M.D. Yacoub และ K.W. Cattermole.....	49
ตารางที่ 4.2 อัตราการบล็อกวิธีไดเรกทอรีโดยใช้แบบจำลองที่เสนอเพื่อเปรียบเทียบ.....	49
ตารางที่ 5.2.1.1 อัตราการบล็อกของเซลล์ที่ 1 กรณีที่ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี.....	52
ตารางที่ 5.2.1.2 อัตราการบล็อกของเซลล์ที่ 1 เมื่อทราฟฟิกขอบริการเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เป็น 0.7 เท่าของทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี.....	53
ตารางที่ 5.2.1.3 อัตราการบล็อกของเซลล์ที่ 1 ที่อัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการค่าต่างๆ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี.....	54
ตารางที่ 5.2.1.4 อัตราการบล็อกของเซลล์ที่ 1 กรณีที่ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	55
ตารางที่ 5.2.1.5 อัตราการบล็อกของเซลล์ที่ 1 เมื่อทราฟฟิกขอบริการเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เป็น 0.7 เท่าของทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	56
ตารางที่ 5.2.1.6 อัตราการบล็อกของเซลล์ที่ 1 ที่อัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการค่าต่างๆ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	57
ตารางที่ 5.2.2.1 อัตราการบล็อกเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 กรณีที่ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี.....	58
ตารางที่ 5.2.2.2 อัตราการบล็อกเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เมื่อทราฟฟิกขอบริการเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เป็น 0.7 เท่าของทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี.....	59
ตารางที่ 5.2.2.3 อัตราการบล็อกเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 ที่อัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการค่าต่างๆ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี.....	60
ตารางที่ 5.2.2.4 อัตราการบล็อกเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 กรณีที่ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	61
ตารางที่ 5.2.2.5 อัตราการบล็อกเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เมื่อทราฟฟิกขอบริการเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เป็น 0.7 เท่าของทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	62





## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม.....	5
รูปที่ 2.2 ทีดีเอ็มเอเฟรมและนอมัลเบิรสต์.....	11
รูปที่ 2.3 โครงสร้าง 51 เฟรม-มัลติเฟรมและ 26เฟรม-มัลติเฟรมแบบนอน-คอมบายล์.....	12
รูปที่ 2.4 ช่องสัญญาณต่างๆในไทม์สล็อตที่ 0.....	14
รูปที่ 2.4 ช่องสัญญาณต่างๆในไทม์สล็อตที่ ๗.....	15
รูปที่ 2.6 ขอบเขตการแฮนด์โอเวอร์.....	21
รูปที่ 2.7 แฮนด์โอเวอร์มาร์จิน.....	21
รูปที่ 2.8 แฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลและแฮนด์โอเวอร์มาร์จิน.....	22
รูปที่ 3.2.1 ตัวอย่างแบบจำลองในงานของ John Karlsson และ Berth Eklundh.....	27
รูปที่ 3.2.2 แบบจำลองในงานของ Sirin Tekinay และ Bijan Jabbari (1992).....	27
รูปที่ 4.1 การจัดวางเซลล์ที่ใช้ในแบบจำลอง.....	31
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแบบจำลองที่ใช้กรณีที่แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับรัศมี (แสดงรายละเอียดเฉพาะ 2 เซลล์).....	36
รูปที่ 4.3 แบบจำลองการเข้าถึงแบบสุ่มของการโทรออกและโทรเข้า.....	37
รูปที่ 4.4 แบบจำลองช่องสัญญาณ CCCH.....	38
รูปที่ 4.5 แบบจำลองช่องสัญญาณ SDCCCH.....	39
รูปที่ 4.6 แบบจำลองการแฮนด์โอเวอร์.....	41
รูปที่ 4.7 แบบจำลองวิธีไดเรกทีฟ.....	42
รูปที่ 4.8 แบบจำลองวิธีการจัดสรรเส้นทางเพื่อเลือก.....	44
รูปที่ 4.9 แบบจำลองวิธีการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก.....	46
รูปที่ 4.10 แบบจำลองการแฮนด์โอเวอร์แบบขึ้นกับปริมาณทราฟฟิก.....	47
รูปที่ 4.11 แบบจำลองในงานของ M.D. Yacoub และ K.W. Cattermole.....	48
รูปที่ 4.12 ผลการจำลองแบบเปรียบเทียบกับงานของ M.D. Yacoub และ K.W. Cattermole เมื่อใช้ขอบเขตความผิดพลาด 5%.....	50
รูปที่ 5.1 พื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จินส่วนที่ไม่อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์เทรชโฮล เมื่อแต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับรัศมีและ 3/4 เท่าของรัศมีตามลำดับ.....	51





รูปที่ 5.6.1.5 อัตราการดริอปของเซลล์ที่ 1 เมื่อกราฟฟิกขอบริการเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เป็น 0.7 เท่าของกราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	86
รูปที่ 5.6.1.6 อัตราการดริอปของเซลล์ที่ 1 ที่อัตราส่วนกราฟฟิกขอบริการค่าต่างๆ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	87
รูปที่ 5.6.2.1 อัตราการดริอปเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 กรณีที่กราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี.....	88
รูปที่ 5.6.2.2 อัตราการดริอปเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เมื่อกราฟฟิกขอบริการเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เป็น 0.7 เท่าของกราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี.....	89
รูปที่ 5.6.2.3 อัตราการดริอปเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 ที่อัตราส่วนกราฟฟิกขอบริการค่าต่างๆ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี.....	90
รูปที่ 5.6.2.4 อัตราการดริอปเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 กรณีที่กราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	91
รูปที่ 5.6.2.5 อัตราการดริอปเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เมื่อกราฟฟิกขอบริการเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 เป็น 0.7 เท่าของกราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	92
รูปที่ 5.6.2.6 อัตราการดริอปเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 ที่อัตราส่วนกราฟฟิกขอบริการค่าต่างๆ แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี.....	93