

การพัฒนาซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟในระบบสื่อสารเคลื่อนที่ซีดีเอ็มเอบนพื้นฐานระบบอนุমানพีซีซี วิธีลดระดับแบบเกรดเดียนต์ และ
การควบคุมแบบขั้นอย่างง่าย



นายบงการ หอมนาน

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-2087-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF SOFT HANDOFF IN CDMA MOBILE COMMUNICATION SYSTEM BASED ON
FUZZY INFERENCE SYSTEM, GRADIENT DESCENT METHOD, AND SIMPLE STEP CONTROL



Mr. BONGKARN HOMNAN

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic year 2002

ISBN 974-17-2087-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟในระบบสื่อสารเคลื่อนที่ซีดีเอ็มเอบนพื้นฐานระบบ
อนุมานฟuzzy วิธีลดระดับแบบเกรเดียนต์ และการควบคุมแบบขั้นอย่างง่าย

โดย

นายบงการ หอมนาน

ภาควิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เภมจพลกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิตศึกษา

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประพัฒน์มงคล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เภมจพลกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลัญจกร วุฒิสวัสดิ์กุลกิจ)

บงการ ทอมมาน : การพัฒนาซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟในระบบสื่อสารเคลื่อนที่ซีดีเอ็มเอบนพื้นฐานระบบอนุมานฟัซซี วิธีลดระดับแบบเกรเดียนต์ และการควบคุมแบบขั้นอย่างง่าย. (DEVELOPMENT OF SOFT HANDOFF IN CDMA MOBILE COMMUNICATION SYSTEM BASED ON FUZZY INFERENCE SYSTEM, GRADIENT DESCENT METHOD, AND SIMPLE STEP CONTROL)
 อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล, 150 หน้า. ISBN 974-17-2087-4.

วิทยานิพนธ์นี้เสนอขั้นตอนซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟในระบบสื่อสารเคลื่อนที่ซีดีเอ็มเออย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ระบบอนุมานฟัซซี และเพื่อควบคุมการใช้ทรัพยากรทรังก์และคุณภาพการเรียกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้นำวิธีลดระดับแบบเกรเดียนต์ร่วมกับระบบอนุมานฟัซซีและการควบคุมแบบขั้นอย่างง่ายมาใช้ นอกจากนี้การประยุกต์ใช้ระบบอนุมานฟัซซีกับซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟมีวัตถุประสงค์ทางอ้อมเพื่อลดปัญหาความไม่สม่ำเสมอของกราฟฟิกและมลภาวะไฟลิตด้วย จากผลการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่มีการใช้จริงในปัจจุบันตามมาตรฐาน IS-95A และมาตรฐาน IS-95B/cdma2000 พบว่าซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟบนพื้นฐานอนุมานฟัซซีสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้ได้มากกว่า ให้ประสิทธิภาพทรัพยากรทรังก์ที่สูงกว่า ความน่าจะเป็นในการบล็อกการเรียกใหม่และการเรียกที่มาจากการแฮนด์ออฟ ต่ำกว่า และมีภาระของระบบน้อยกว่า โดยยังคงให้คุณภาพของการสื่อสารที่ยอมรับได้ ซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟบนพื้นฐานระบบอนุมานฟัซซีสามารถจัดสรรทรัพยากรทรังก์ในบริเวณที่มีความไม่สม่ำเสมอของกราฟฟิกได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังสามารถแก้ปัญหามลภาวะไฟลิตได้โดยให้สมรรถนะใกล้เคียงกับสถานะที่สัญญาณไฟลิตมีค่าปกติ ส่วนการควบคุมประสิทธิภาพทรัพยากรทรังก์พบว่าซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟที่ใช้วิธีลดระดับแบบเกรเดียนต์ร่วมกับระบบอนุมานฟัซซีและการควบคุมแบบขั้นอย่างง่าย สามารถควบคุมประสิทธิภาพทรัพยากรทรังก์และคุณภาพการเรียกได้ตามที่ต้องการ วิธีที่นำเสนอทั้งหมดนี้สามารถนำไปใช้กับระบบจริงโดยการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานและเพิ่มหน่วยความจำที่ตัวควบคุมสถานีฐาน

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2545 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4171806421 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: SOFT HANDOFF / FUZZY INFERENCE SYSTEM / CDMA / MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS

BONGKARN HOMNAN : DEVELOPMENT OF SOFT HANDOFF IN CDMA MOBILE COMMUNICATION SYSTEM BASED ON FUZZY INFERENCE SYSTEM, GRADIENT DESCENT METHOD, AND SIMPLE STEP CONTROL. ASSOC. PROF. DR. WATTI BENJAPOLAKUL , 150 PP. ISBN 974-17-2087-4.

This dissertation proposes efficient soft handoff procedure for CDMA mobile communication systems using fuzzy inference. In order to control limited trunk-resource efficiency and call quality, the gradient descent method with fuzzy inference system and simple step control are introduced to use. In addition, the other objectives of fuzzy inference system applied to soft handoff are to relieve non-uniform traffic and pilot pollution problems. From the simulations, when compared with IS-95A soft handoff and IS-95B/cdma2000 soft handoff, soft handoff based on fuzzy inference system can give more users, higher trunk-resource efficiency, lower new call blocking probability, lower handoff call blocking probability, and lower system load. However, the quality of communications is acceptable. The fuzzy inference system based soft handoff can better allocate resource in non-uniform traffic area and can solve the pilot pollution problem by giving the performance close to that of normal environment. In addition, the soft handoff using gradient descent with fuzzy inference system and simple step control can control trunk-resource efficiency or call quality according to the requirements. All of the proposed method can be implemented in the real system by changing software and increasing memories to the base station controller.

DepartmentElectrical Engineering..... Student's signature

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

Academic year2002..... Co-advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิจัยด้วยดี ตลอด จึงขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง มา ณ ที่นี้ด้วย ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประดิษฐ์มงคล การ, รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล สำหรับการแนะนำและชี้แนวทางในการศึกษาและวิจัย รวมทั้ง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ท่านอื่น ๆ ได้แก่รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลัญจกร วุฒิสัทธาภิบาล ที่ได้สละเวลาในการพิจารณา ตรวจสอบ และแนะนำงานวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทับทิม อ่างแก้ว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา ชินรุ่งเรือง สำหรับการทดสอบคุณสมบัติ รวมทั้งให้คำปรึกษาในการศึกษาและแนะนำการทำวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ขอขอบคุณคุณคุณวิภรณ์ คุณศรีรักษ์สกุล, คุณจักรพงษ์ สุเมธานิส, คุณบุรินทร์ อนุชิตกิตติกุล, คุณธนภูมิ ดำรักษ์, คุณสรณชาญ จรณะภรณ์ และคุณสัณญา ตั้งพงศ์ประเสริฐ นิสิตปริญญาโทและตรี สำหรับการช่วยเหลือในการศึกษาและทดสอบผลกระทบของระยะทาง, วิธีการตีพิมพ์เคชัน, ฐานกฎในการวินิจฉัยพีซี, วิธีวินิจฉัยพีซี, ผลกระทบของผลต่างสัญญาณโพโลต และฟังก์ชันสมาชิกต่อซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟตามลำดับ ขอขอบคุณคุณปริษา วีระอาชากุล จากการศึกษาเอกสารแห่งประเทศไทย กลุ่ม IMT-2000 จากเนคเทค และมหาลัยต่าง ๆ สำหรับการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และเอกสารมาตรฐาน IS-95A, IS-95B และ cdma2000 ตลอดจนเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ในห้องปฏิบัติการวิจัยวิศวกรรมโทรคมนาคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งร่วมให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณกองทุนกาญจนาภิเษกสำหรับสนับสนุนในการทำวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ขอขอบคุณ Prof. Shozo Komaki และ Assoc. Prof. Katsutoshi Tsukamoto แห่ง Osaka University ที่ให้ความอนุเคราะห์ผู้วิจัยในการทำวิจัยในประเทศญี่ปุ่น ตลอดจนเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการใน NTT DoCoMo ขอขอบคุณนักศึกษา ณ Komaki Laboratory ที่ให้คำปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยเฉพาะคุณ จาตุรงค์ เสี่ยงม่วงค์ นักศึกษาไทยที่อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในประเทศญี่ปุ่น ขอขอบคุณ ผศ. จุมพล พรหมพิทักษ์ รวมทั้งคณาจารย์และเพื่อน ๆ ที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตที่ให้กำลังใจตลอดจนอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และสถานที่สำหรับทำงานวิจัยจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณหม่อมหลวงสรสิริ วรวรรณ สำหรับการจัดทำเอกสารนำเสนอในที่ประชุมวิชาการหลายรายการ ขอขอบคุณอย่างยิ่งสำหรับอาจารย์สุธิดา วัฒนชัย ที่ได้สละเวลาเพื่อช่วยจัดทำรูปเล่ม บทความ ตลอดจนเอกสารนำเสนอประชุมวิชาการ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่ชาย พี่สาว ซึ่งให้การสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมาแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ญ
คำย่อ คำศัพท์ และเครื่องหมายหรือรูปแบบที่กำหนดใช้.....	๗
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 วัตถุประสงค์.....	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.3 หัวข้อการทดสอบ.....	3
1.4 เป้าหมายและขอบเขตวิทยานิพนธ์.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.6 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน.....	5
1.7 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอ.....	6
2 แนวคิด ผลงานที่ผ่านมาในการปรับปรุงสมรรถนะซอฟต์แวร์ออฟ.....	7
2.1 มาตรฐานซอฟต์แวร์ออฟ (SHO).....	7
2.2 อัลกอริทึมที่ผ่านมาในการปรับปรุงสมรรถนะ SHO.....	10
2.3 การประยุกต์ใช้ฟัซซีลอจิกในขั้นตอนซอฟต์แวร์ออฟ.....	14
2.4 อัลกอริทึมเพิ่มเติมที่ผ่านมาในการแก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของกราฟฟิก (NUT).....	16
2.5 อัลกอริทึมเพิ่มเติมที่ผ่านมาในการแก้ปัญหามลภาวะไฟลิ่ง (PPI).....	17
2.6 อัลกอริทึมในการควบคุมพารามิเตอร์ ที่ผ่านมาสำหรับระบบสื่อสารเคลื่อนที่.....	17
3 แบบจำลองและวิธีการจำลอง.....	19
3.1 ขั้นตอนซอฟต์แวร์ออฟโดยใช้ FIS.....	19
3.2 FIS SHO กับปัญหา NUT.....	32
3.3 FIS SHO กับปัญหา PPI.....	32
3.4 การควบคุม QoS ให้เหมาะสมโดยใช้ SHO.....	32
3.5 ข้อกำหนดแบบจำลองระบบ.....	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการจำลองแบบ	42
4.1 พิจารณาผลต่อสมรรถนะ SHO ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของ ชนิดของพารามิเตอร์ขาเข้า (IP) และพารามิเตอร์ขาออก (OP).....	42
4.2 พิจารณาขั้นตอนและรายละเอียดหรือวิธีการใน FIS	59
4.3 ทดสอบการแก้ปัญหา NUT และปัญหา PPI	76
4.4 การควบคุม QoS ให้เหมาะสมโดยใช้ SHO	98
5 วิเคราะห์ผลการจำลองแบบ.....	116
5.1 พิจารณาผลต่อสมรรถนะ SHO ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของชนิดของ IP และ OP	116
5.2 พิจารณาขั้นตอนและรายละเอียดหรือวิธีการใน FIS	125
5.3 การแก้ปัญหา NUT และปัญหา PPI	136
5.4 การควบคุม QoS ให้เหมาะสมโดยใช้ SHO	142
6 สรุปผลการจำลองแบบและข้อเสนอแนะ.....	146
6.1 สรุปผลการจำลองแบบ	146
6.2 ข้อเสนอแนะ	148
รายการอ้างอิง	128
ภาคผนวก.....	135
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	150

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1.5.1.3-1 กฎสำหรับการปรับค่า SHW.....	29
ตารางที่ 3.1.5.1.4-1 กฎสำหรับการปรับค่า T_DROP {L: ต่ำ, M: กลาง, H: สูง}.....	30
ตารางที่ 4.1-1 T_C ในหัวข้อ 4.1.....	43
ตารางที่ 4.1-2 E_d/I_0 ในหัวข้อ 4.1.....	45
ตารางที่ 4.1-3 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.1.....	47
ตารางที่ 4.1-4 TRE ในหัวข้อ 4.1.....	49
ตารางที่ 4.1-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.1.....	51
ตารางที่ 4.1-6 P_B ในหัวข้อ 4.1.....	53
ตารางที่ 4.1-7 P_{HO} ในหัวข้อ 4.1.....	55
ตารางที่ 4.1-8 NO_{update} ในหัวข้อ 4.1.....	57
ตารางที่ 4.2-1 T_C ในหัวข้อ 4.2.....	60
ตารางที่ 4.2-2 E_d/I_0 ในหัวข้อ 4.2.....	62
ตารางที่ 4.2-3 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.2.....	64
ตารางที่ 4.2-4 TRE ในหัวข้อ 4.2.....	66
ตารางที่ 4.2-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.2.....	68
ตารางที่ 4.2-6 P_B ในหัวข้อ 4.2.....	70
ตารางที่ 4.2-7 P_{HO} ในหัวข้อ 4.2.....	72
ตารางที่ 4.2-8 NO_{update} ในหัวข้อ 4.2.....	74
ตารางที่ 4.3.1-1 P_{out} ในหัวข้อ 4.3.1.....	76
ตารางที่ 4.3.1-2 TRE ในหัวข้อ 4.3.1.....	79
ตารางที่ 4.3.1-3 T_C ในหัวข้อ 4.3.1.....	81
ตารางที่ 4.3.1-4 NO_{update} ในหัวข้อ 4.3.1.....	84
ตารางที่ 4.3.2-1 1w ในหัวข้อ 4.3.2.....	87
ตารางที่ 4.3.2-2 2w ในหัวข้อ 4.3.2.....	89
ตารางที่ 4.3.2-3 3w ในหัวข้อ 4.3.2.....	90
ตารางที่ 4.3.2-4 4w ในหัวข้อ 4.3.2.....	91
ตารางที่ 4.3.2-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.3.2.....	92
ตารางที่ 4.3.2-6 TRE ในหัวข้อ 4.3.2.....	93
ตารางที่ 4.3.2-7 T_C ในหัวข้อ 4.3.2.....	94
ตารางที่ 4.3.2-8 P_B ในหัวข้อ 4.3.2.....	95
ตารางที่ 4.3.2-9 P_{HO} ในหัวข้อ 4.3.2.....	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.3.2-10 NO_{update} ในหัวข้อ 4.3.2	97
ตารางที่ 4.4-1 TRE ใน SHA ในหัวข้อ 4.4	99
ตารางที่ 4.4-2 TRE ในหัวข้อ 4.4	100
ตารางที่ 4.4-3 P_{out} ในหัวข้อ 4.4	101
ตารางที่ 4.4-4 T_C ในหัวข้อ 4.4	102
ตารางที่ 4.4-5 P_B ในหัวข้อ 4.4	103
ตารางที่ 4.4-6 P_{HO} ในหัวข้อ 4.4	104
ตารางที่ 4.4-7 NO_{update} ในหัวข้อ 4.4	105
ตารางที่ 4.4-8 E_u/I_u ในหัวข้อ 4.4	107
ตารางที่ 4.4-9 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.4	109
ตารางที่ 4.4-10 P_{out} ในหัวข้อ 4.4	110
ตารางที่ 4.4-11 TRE ในหัวข้อ 4.4	111
ตารางที่ 4.4-12 T_C ในหัวข้อ 4.4	112
ตารางที่ 4.4-13 P_B ในหัวข้อ 4.4	113
ตารางที่ 4.4-14 P_{HO} ในหัวข้อ 4.4	114
ตารางที่ 4.4-15 NO_{update} ในหัวข้อ 4.4	115
ตารางที่ 5.1-1 ค่าเปรียบเทียบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 4.1 เมื่อกราฟฟิกโพลดมีค่า 50 เออร์แลง	116
ตารางที่ 5.1.1-1 ข้อดีและข้อเสียของ FIS_SHW2 เมื่อเปรียบเทียบกับ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ที่ กราฟฟิกโพลดค่าสูง	99
ตารางที่ 5.2-1 ค่าเปรียบเทียบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 4.2 เมื่อกราฟฟิกโพลดมีค่า 50 เออร์แลง	125
ตารางที่ 5.2.1-1 เปรียบเทียบสมรรถนะของ SHO ระหว่าง FIS SHO ที่มี DFM ต่าง ๆ สำหรับกรณี TriMF (5.2.1.1) และ BelMF (5.2.1.2)	134
ตารางที่ 5.2.1-2 เปรียบเทียบสมรรถนะของ SHO ระหว่าง FIS SHO ที่มี MF แบบ TriMF และ BelMF สำหรับ DFM แบบ WAF	134
ตารางที่ 5.2.1-3 เปรียบเทียบความซับซ้อนของการคำนวณระหว่าง DFM 3 ชนิด	134
ตารางที่ 5.2.1-4 เปรียบเทียบ DFM ที่ใช้กับ FIS SHO	135
ตารางที่ 5.2.1-5 เปรียบเทียบ TriMF และ BelMF ที่ใช้กับ FIS SHO	136
ตารางที่ 5.3.1-1 ค่าเปรียบเทียบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 4.3.1 เมื่อกราฟฟิกโพลดมีค่า 40 เออร์แลง	137

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1.1-1	ขั้นตอน SHO ตามมาตรฐาน IS-95A	7
รูปที่ 2.1.2-1	ขั้นตอน SHO ตามมาตรฐาน IS-95B หรือ cdma2000	9
รูปที่ 2.2.1-1	วิธี ATLS ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ครอบคลุมของเซลล์ตามกราฟฟิกโพลต์ โดยพื้นที่ครอบคลุมของรัศมีเก่า (Old Radius of Cell Coverage) แสดงด้วยเส้นทึบ และพื้นที่ครอบคลุมของรัศมีใหม่ (New Radius of Cell Coverage) แสดงด้วยเส้นประ ส่วน MS แสดงด้วยรูปสี่เหลี่ยม	10
รูปที่ 3.1-1	โครงสร้างของระบบ FIS SHO	19
รูปที่ 3.1.2-1	TriMF และ BelMF ของ IP (a) no_{BS} ; (b) CH_{im}	23
รูปที่ 3.1.4-1	TriMF และ BelMF ของ T_DROP	27
รูปที่ 3.1.5.1.3-1	ตัวอย่างของ TriMF และ BelMF ของ SHW ที่มีช่วงอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 3.5 dB ซึ่งแทนด้วย ชุด MF (1.5,2.5,3.5)	29
รูปที่ 3.1.5.1.4-1	TriMF ของ E_b/I_0	31
รูปที่ 3.4.1-1	โครงสร้างของระบบ FIS&GD SHO	33
รูปที่ 3.5.2.1-1	แบบจำลองพื้นที่ครอบคลุมกรณีทดสอบกับระบบที่กราฟฟิกมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (Uniform Traffic Distribution)	37
รูปที่ 3.5.2.2-1	แบบจำลองการแจกแจงกราฟฟิกในพื้นที่ครอบคลุมเซลล์แบบ HS1	37
รูปที่ 3.5.2.2-2	แบบจำลองการแจกแจงกราฟฟิกในพื้นที่ครอบคลุมเซลล์แบบ HW1	38
รูปที่ 4.1-1	T_C ในหัวข้อ 4.1	44
รูปที่ 4.1-2	E_b/I_0 ในหัวข้อ 4.1	46
รูปที่ 4.1-3	NO_{BS} ในหัวข้อ 4.1	48
รูปที่ 4.1-4	TRE ในหัวข้อ 4.1	50
รูปที่ 4.1-5	P_{out} ในหัวข้อ 4.1	52
รูปที่ 4.1-6	P_D ในหัวข้อ 4.1	54
รูปที่ 4.1-7	P_{HO} ในหัวข้อ 4.1	56
รูปที่ 4.1-8	NO_{update} ในหัวข้อ 4.1	58
รูปที่ 4.2-1	T_C ในหัวข้อ 4.2	61
รูปที่ 4.2-2	E_b/I_0 ในหัวข้อ 4.2	63
รูปที่ 4.2-3	NO_{BS} ในหัวข้อ 4.2	65
รูปที่ 4.2-4	TRE ในหัวข้อ 4.2	67
รูปที่ 4.2-5	P_{out} ในหัวข้อ 4.2	69
รูปที่ 4.2-6	P_D ในหัวข้อ 4.2	71

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.2-7 P_{HO} ในหัวข้อ 4.2	73
รูปที่ 4.2-8 NO_{update} ในหัวข้อ 4.2	75
รูปที่ 4.3.1-1 P_{out} ในกรณี HS1	77
รูปที่ 4.3.1-2 P_{out} ในกรณี HW1	78
รูปที่ 4.3.1-3 TRE ในกรณี HS1	80
รูปที่ 4.3.1-4 TRE ในกรณี HW1	81
รูปที่ 4.3.1-5 T_C ในกรณี HS1	83
รูปที่ 4.3.1-6 T_C ในกรณี HW1	83
รูปที่ 4.3.1-7 NO_{update} ในกรณี HS1	85
รูปที่ 4.3.1-8 NO_{update} ในกรณี HW1	86
รูปที่ 4.3.2-1 1w ในหัวข้อ 4.3.2	88
รูปที่ 4.3.2-2 2w ในหัวข้อ 4.3.2	89
รูปที่ 4.3.2-3 3w ในหัวข้อ 4.3.2	90
รูปที่ 4.3.2-4 4w ในหัวข้อ 4.3.2	91
รูปที่ 4.3.2-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.3.2	92
รูปที่ 4.3.2-6 TRE ในหัวข้อ 4.3.2	93
รูปที่ 4.3.2-7 T_C ในหัวข้อ 4.3.2	94
รูปที่ 4.3.2-8 P_B ในหัวข้อ 4.3.2	95
รูปที่ 4.3.2-9 P_{HO} ในหัวข้อ 4.3.2	96
รูปที่ 4.3.2-10 NO_{update} ในหัวข้อ 4.3.2	97
รูปที่ 4.4-1 TRE ใน SHA ในหัวข้อ 4.4	99
รูปที่ 4.4-2 TRE ในหัวข้อ 4.4	100
รูปที่ 4.4-3 P_{out} ในหัวข้อ 4.4	101
รูปที่ 4.4-4 T_C ในหัวข้อ 4.4	102
รูปที่ 4.4-5 P_B ในหัวข้อ 4.4	103
รูปที่ 4.4-6 P_{HO} ในหัวข้อ 4.4	104
รูปที่ 4.4-7 NO_{update} ในหัวข้อ 4.4	105
รูปที่ 4.4-8 E_u/I_u ในหัวข้อ 4.4	108
รูปที่ 4.4-9 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.4	109
รูปที่ 4.4-10 P_{out} ในหัวข้อ 4.4	110
รูปที่ 4.4-11 TRE ในหัวข้อ 4.4	111
รูปที่ 4.4-12 T_C ในหัวข้อ 4.4	112

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.4-13 P_{p} ในหัวข้อ 4.4	113
รูปที่ 4.4-14 P_{HO} ในหัวข้อ 4.4	114
รูปที่ 4.4-15 NO_{update} ในหัวข้อ 4.4	115
รูปที่ 5.1.1-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ TriMF และ DFM แบบ WAF เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB	117
รูปที่ 5.1.2-1 รูปที่ 5.1.2-1 ค่า T_DROP เฉลี่ยของ FIS SHO ที่ค่า SHW ต่าง ๆ	121
รูปที่ 5.1.3-1 ค่า T_DROP เฉลี่ยของ FIS SHO ที่เพิ่ม SHW ในส่วน OP	123
รูปที่ 5.1.3-2 ค่า SHW เฉลี่ยของ FIS SHO ที่เพิ่ม SHW ในส่วน OP	123
รูปที่ 5.2.1-1 ค่า T_DROP เฉลี่ยของ FIS_SHO ที่มีการเปลี่ยน MFT และ DFM	126
รูปที่ 5.2.1.1-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ TriMF และ DFM แบบ BOA เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB	127
รูปที่ 5.2.1.1-2 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ TriMF และ DFM แบบ COA เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB	127
รูปที่ 5.2.1.2-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ BelMF และ DFM แบบ BOA เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB	129
รูปที่ 5.2.1.2-2 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ BelMF และ DFM แบบ COA เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB	129
รูปที่ 5.2.1.2-3 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ BelMF และ DFM แบบ WAF เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB	130
รูปที่ 5.2.1.3-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ TriMF สำหรับ CH_{tm} และ BelMF สำหรับ no_{BS} และ DFM แบบ WAF เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB	132
รูปที่ 5.2.1-1 จำนวนการคูณ (a) และจำนวนการบวก (b) ของทั้ง 3 DFM สำหรับ SHO ที่ $n=3$	135

คำย่อ คำศัพท์ และเครื่องหมายหรือรูปแบบที่กำหนดใช้

1. คำย่อ คำศัพท์ภาษาอังกฤษ และคำศัพท์ภาษาไทยที่กำหนดใช้

คำย่อ	คำศัพท์ภาษาอังกฤษ	คำศัพท์ภาษาไทย
AMPS	Advanced Mobile Phone System	ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบแอมป์
AS	Active Set	แอกทีฟเซต
ATLS	Adaptive Traffic Load Shedding	วิธีการปลดทราฟฟิกโหลดแบบปรับตัวได้
BelMF	Bell Membership Function	ฟังก์ชันสมาชิกแบบระฆัง
BOA	Bisector Of Area	ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ (วิธีดีฟัซซิฟิเคชัน)
BS	Base Station	สถานีฐาน
BSC	Base Station Controller	ตัวควบคุมสถานีฐาน
CDMA	Code Division Multiple Access	การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งรหัส
CH_{rm}	Remaining Channel	จำนวนช่องสัญญาณที่เหลือ
COA	Centroid Of Area	จุดศูนย์กลางถ่วงของพื้นที่ (วิธีดีฟัซซิฟิเคชัน)
COG	Center Of Gravity	จุดศูนย์กลางถ่วง (วิธีดีฟัซซิฟิเคชัน)
COM	Center Of Maximum	จุดศูนย์กลางของค่ามากที่สุด (วิธีดีฟัซซิฟิเคชัน)
CS	Candidate Set	แคนดิเดตเซต
dB	Decibel	เดซิเบล
DCA	Dynamic Channel Assignment	การจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัต
DS-CDMA	Direct Sequence-Code Division Multiple Access	การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งรหัสตามลำดับโดยตรง
DFM	Defuzzification Method	วิธีดีฟัซซิฟิเคชัน
E_b/I_0	Forward Link Received Bit Energy to Interference plus Noise Power Spectral Density Ratio	อัตราส่วนของพลังงานหนึ่งบิตที่รับได้ต่อความหนาแน่นสเปกตรัมของการแทรกสอดและกำลังสัญญาณรบกวนของการเชื่อมโยงขาส่ง
E_c/I_0	Received Pilot Channel Chip Energy to Received Signal Power Spectral Density Ratio	อัตราส่วนของพลังงานชิปของช่องสัญญาณนำร่องที่รับได้ต่อความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังสัญญาณที่รับได้
erf	Error Function	ฟังก์ชันความผิดพลาด
FDD	Frequency Division Duplex	การดูเพล็กซ์แบบแบ่งความถี่

คำย่อ	คำศัพท์ภาษาอังกฤษ	คำศัพท์ภาษาไทย
FDMA	Frequency Division Multiple Access	การเข้าถึงแบบแบ่งความถี่
FIM	Fuzzy Inference Method	วิธีอนุมานฟัซซี
FIS	Fuzzy Inference System	ระบบอนุมานฟัซซี
F I S & G D	Soft Handoff Using Fuzzy Inference System and Gradient Descent	ซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟที่ใช้ระบบอนุมานฟัซซีและวิธีลดระดับแบบเกรเดียนต์
SHO	System and Gradient Descent	ลดระดับแบบเกรเดียนต์
FIS SHO	Soft Handoff Using Fuzzy Inference System Procedure	ขั้นตอนซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟบนพื้นฐานระบบอนุมานฟัซซี
FL	Forward Link	การเชื่อมโยงขาหลง / ข่ายเชื่อมโยงขาหลง
GD	Gradient Descent Method	วิธีการลดระดับแบบเกรเดียนต์
GSM	Global System for Mobile Communication	ระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบจีเอสเอ็ม
HCM	Handoff Completion Message	ข่าวสารการแฮนด์ออฟสมบูรณ์
HDM	Handoff Direction Message	ข่าวสารทิศทางแฮนด์ออฟ
HDT	Handoff Drop Timer	เวลาการครอบของการแฮนด์ออฟ
HHO	Hard Handoff	ฮาร์ดแฮนด์ออฟ
HO	Handoff	แฮนด์ออฟ
HS	Hot Spot	ฮอตสปอต (บริเวณที่มีผู้ใช้บริการหนาแน่น)
HW	High Way	ไฮเวย์
IP	Input Parameter	พารามิเตอร์ขาเข้า
IS-95A	Interim Standard 95 A	มาตรฐานชั่วคราว 95 A
IS-95B	Interim Standard 95 B	มาตรฐานชั่วคราว 95 B
MAHO	Mobile Assisted Handoffs	การแฮนด์ออฟที่ใช้สถานีเคลื่อนที่ช่วย
MCHO	Mobiled-Control Handoffs	การแฮนด์ออฟที่ถูกรควบคุมโดยสถานีเคลื่อนที่
MF	Membership Function	ฟังก์ชันสมาชิก
MFM	Mamdani Fuzzy Model	แบบจำลองฟัซซีแบบมัมดานี
MFT	Membership Function Type	ชนิดของฟังก์ชันสมาชิก
MMC	Max-Min Composition	การประกอบมากที่สุด-น้อยที่สุด
MPC	Max-Product Composition	การประกอบมากที่สุด-ผลคูณ
MS	Mobile Station	สถานีเคลื่อนที่

คำย่อ	คำศัพท์ภาษาอังกฤษ	คำศัพท์ภาษาไทย
no_{BS}	Moving Average of the Number of Base Stations in an Active Set for Each Mobile Station	ค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ของจำนวนสถานีฐานในแอคทีฟเซตของแต่ละสถานีเคลื่อนที่
NO_{BS}	The Expected Number of Base Stations in Active Set	ค่าคาดหวังของจำนวนสถานีฐานในแอคทีฟเซต
$no_{BS}^{required}$	Required no_{BS}	ค่า no_{BS} ที่ต้องการ
NO_{update}	The Expected Number of Changes in Active Set	ค่าคาดหวังของจำนวนการเปลี่ยนแปลงสมาชิกในแอคทีฟเซต
NS	Neighboring Set	เนท์เบอร์ริงเซต
NUT	Non-Uniform Traffic	ทราฟฟิกแบบไม่สม่ำเสมอ
OP	Output Parameter	พารามิเตอร์ขาออก
PACS	Personal Access Communication System	ระบบสื่อสารเคลื่อนที่เข้าถึงส่วนบุคคลแบบแพคส์
P_B	New Call Blocking Probability	ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่
PCH	Pilot Channel	ช่องสัญญาณนำร่อง
P_{HO}	Handoff Call Blocking Probability	ความน่าจะเป็นการบล็อกการแฮนด์ออฟ
P_{out}	Outage Probability	ความน่าจะเป็นของการขาดหายของสัญญาณ
PPc	Pilot Percentage	เปอร์เซ็นต์นำร่อง
PPI	Pilot Pollution	มลภาวะนำร่อง
PSMM	Pilot Strength Measurement Message	ข่าวสารการวัดความแรงนำร่อง
QoS	Quality of Service	คุณภาพของการบริการ
RL	Reverse Link	การเชื่อมโยงขาขึ้น/ข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น
RS	Remaining Set	รีเมนนิ่งเซต
SFM	Sugeno Fuzzy Model	แบบจำลองฟัซซีแบบซุจิโน
SHO	Soft Handoff	ซอฟต์แฮนด์ออฟ
SHA	Soft Handoff Area	พื้นที่ซอฟต์แฮนด์ออฟ
SHW	Soft Handoff Window	หน้าต่างซอฟต์แฮนด์ออฟ
SIR	Signal to Interference Ratio	อัตราส่วนของความแรงสัญญาณต่อความหนาแน่นของการแทรกสอด
SSC	Simple Step Control	การควบคุมแบบขั้นอย่างง่าย
T_ADD	Add Threshold	แอดเดทเรชโฮลด์

คำย่อ	คำศัพท์ภาษาอังกฤษ	คำศัพท์ภาษาไทย
T_COMP	Comparison Threshold	เทรชโฮลด์เปรียบเทียบ
T_DROP	Drop Threshold	ดรอพเทรชโฮลด์
T_TDROP	Drop Timer	เวลาของการดรอพ
T _c	The Expected Carried Traffic	ค่าคาดหวังของจำนวนทราฟฟิกที่สามารถรองรับได้
TCH	Traffic Channel	ช่องสัญญาณทราฟฟิก
TDMA	Time Division Multiple Access	การเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งเวลา
TraMF	Trapezoidal Membership Function	ฟังก์ชันสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู
TRE	The Expected Trunk-Resource Efficiency	ค่าคาดหวังประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากรทรัังก์
TriMF	Triangular Membership Function	ฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยม
VTSH	Soft Handoff Algorithm with Variable Thresholds	อัลกอริทึมซอฟต์แฮนด์ออฟที่เทรชโฮลด์มีการเปลี่ยนแปลงได้
WAF	Weighted Average Formula	สูตรเฉลี่ยน้ำหนัก

2. เครื่องหมายหรือรูปแบบที่กำหนดใช้

2.1 กำหนดให้รูปแบบของการกำหนดรายละเอียดใน FIS SHO ของ MFM มีลักษณะดังนี้

$$\{IP_1/MF_1(n)/IP_2/MF_2(n)/\dots/IP_n/MF_n(n)//FIM(r)/DFM//OP_1/MF_1(n)/OP_2/MF_2(n)/\dots/OP_n/MF_n(n)\}$$

2.2 กำหนดให้รูปแบบของการกำหนดรายละเอียดใน FIS&GD SHO ของ SFM มีลักษณะดังนี้

$$\{IP_1/MF_1(n)/IP_2/MF_2(n)/\dots/IP_n/MF_n(n)//FIM(r)+GD//OP_1/MF_1(n)/OP_2/MF_2(n)/\dots/OP_n/MF_n(n)/OP^{required}\}$$

2.3 กำหนดให้รูปแบบของการกำหนดรายละเอียดใน SSC SHO มีลักษณะดังนี้

$$\{IP//SSC//OP/OP^{required}\}$$

โดย	IP	ประกอบด้วย	CH_{tm} , E_b/I_0 และ no_{BS}
	MF(n)	ประกอบด้วย	BelMF(n), TraMF(n) และ TriMF(n) โดย n แสดงถึงจำนวนฟัซซีซับเซต (Fuzzy Subset) หรือพจน์ (Term) ของแต่ละ IP
	FIM(r)	ประกอบด้วย	MMC(r) และ MPC(r) โดย r แสดงถึงจำนวนกฎในฐานกฎ (Rule Base)
	DFM	ประกอบด้วย	BOA, COA, และ WAF
	OP	ประกอบด้วย	T_DROP และ SHW
	OP ^{required}	ประกอบด้วย	E_b/I_0 และ TRE

FIM(r)+GD หมายถึง ระบบ FIS ร่วมกับ GD

หมายเหตุ TriMF ในวิทยานิพนธ์นี้กำหนดให้ MF ของพจน์ต้นและพจน์สุดท้ายเป็น MF แบบสี่เหลี่ยมคางหมู ส่วนพจน์ที่เหลือเป็น MF แบบสามเหลี่ยม



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์

เสนอขั้นตอน SHO ในระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ FIS และเพื่อควบคุมการใช้ทรัพยากรที่มีย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพได้นำ GD ร่วมกับ FIS บนพื้นฐาน SFM และการควบคุม TRE แบบ SSC ให้สอดคล้องกับ TRE ที่ต้องการควบคุมโดยให้มีค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้เป็นการลดข้อเสียของ SHO ด้านประสิทธิภาพการใช้ช่องสัญญาณและสามารถกำหนด TRE ที่ต้องการได้นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์ทางอ้อมเพื่อลดปัญหา NUT และ PPI ด้วย วิธีการที่นำเสนอจะนำไปเปรียบเทียบกับวิธีที่มีการใช้จริงในปัจจุบันตามมาตรฐาน IS-95A และมาตรฐาน IS-95B หรือมาตรฐาน cdma2000 สำหรับระบบ CDMA โดยวิธีที่นำเสนอสามารถนำไปใช้กับระบบจริงโดยการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ (Software) ควบคุมการทำงานและเพิ่มหน่วยความจำ (Memory) ที่ BSC

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แฮนด์ออฟ (HO) หรือแฮนด์โอเวอร์ (Handover) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ (Mobile Cellular Communication Systems) การเคลื่อนที่ทำให้คุณภาพการเชื่อมโยง (Link Quality) และระดับของการแทรกสอด (Interference Level) ในระบบเซลลูลาร์แบบต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงบางครั้งผู้ใช้จึงต้องมีการเปลี่ยน BS ที่ให้บริการ การเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า แฮนด์ออฟ การเปลี่ยนแปลง BS ที่ให้บริการเป็นกลไกหนึ่งในการรักษา QoS สำหรับผู้ใช้ แต่ว่าการเปลี่ยนแปลง BS ที่ให้บริการที่มากเกินไปส่งผลให้ระบบทำงานหนัก ในระบบเซลลูลาร์ยุคที่ 1 เช่น ระบบ AMPS [1,2,3] HO ใช้อัลกอริทึมที่ง่าย ในระบบเซลลูลาร์ยุคที่ 2 เช่นระบบ GSM และระบบ PACS [1,2,3] อัลกอริทึม HO ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยเฉพาะขั้นตอนการควบคุมหรือตัดสินใจ HO โดยพัฒนาเป็น HO แบบ MAHO หรือ HO แบบ MCHO เพื่อลดเวลาในการตัดสินใจ HO

SHO ได้นำมาใช้ครั้งแรกในระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบ DS-CDMA ตามมาตรฐาน IS-95A โดยบริษัทควอลคอมม์ (Qualcomm) [4,5] SHO มีข้อดีคือทนทานต่อเฟดดิ้งแบบพหุวิถี (Multipath Fading) [6,7,8] มีความจุช่องสัญญาณแบบซอฟต์แวร์ [9] กระบวนการในซุ่มสายต่ำ ไม่มีการขาดหายของสัญญาณในขณะที่ HO ไม่ต้องเรียนรู้เพื่อขจัดเสียงสะท้อนซ้ำ ไม่ต้องทำการซิงโครไนซ์ตัวเข้ารหัสเสียงซ้ำ ไม่ต้องใช้ฮิสเทอรีสิสมาร์จิ้น (Hysteresis Margin) และลดกำลังส่งขาขึ้นทำให้การแทรกสอดขาขึ้นลดลง [3,10] SHO มีความแตกต่างจาก HHO ที่มีอยู่ในระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบ TDMA เช่น ระบบ GSM หรือระบบสื่อ

สารเคลื่อนที่แบบ FDMA เช่น ระบบ AMPS ดังได้กล่าวข้างต้น โดย SHO ถือเป็น HO แบบ ไทเวอร์ซิตี (Diversity) [3] นั่นคือผู้ใช้พยายามที่จะใช้ TCH เพื่อสนทนาในเวลาเดียวกันมากกว่าหนึ่งช่องซึ่งมาจาก BS ที่ต่างกันเพื่อรักษา QoS แต่เนื่องจาก MS ใช้ทรัพยากรมากกว่า HHO ซึ่งใช้เพียง TCH หนึ่งช่องสัญญาณในเวลาใด ๆ ส่งผลให้ SHO มีค่า TRE ต่ำ [3] P_B และ P_{HO} มีค่าสูงและรองรับผู้ใช้ได้น้อยเมื่อเทียบกับช่องสัญญาณที่มีอยู่ [11,12] นอกจากนี้ยังมีปัญหาในระบบ CDMA ที่เกี่ยวข้องกับ SHO อีก คือ ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของทราฟฟิก (NUT) และผลภาวะของไฟลิต (PPI) ดังอธิบายต่อไปนี้

1.2.1 ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของทราฟฟิก (Non-Uniform Traffic: NUT)

ปัญหา NUT ในพื้นที่ครอบคลุมทำให้สมรรถนะโดยรวมของระบบหรือทำให้คุณภาพของสัญญาณลดลงหรือคุณภาพของสัญญาณต่ำลงเนื่องมาจากการแทรกสอดที่มากขึ้นจากเซลล์ที่หนาแน่น [9,13-18] นั่นคือเมื่อมีผู้ใช้เพิ่มขึ้นในระบบ BS จะควบคุมให้ MS ส่งกำลังให้มากขึ้นเพื่อรักษา SIR แต่การเพิ่มกำลังของ MS ในเซลล์ทำให้เกิดการแทรกสอดไปยัง MS ที่อยู่ในเซลล์ประชิด ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษา SIR MS ในเซลล์ประชิดจึงทำการส่งกำลังที่มากขึ้นมาด้วยทำให้เกิดการแทรกสอดไปยังเซลล์ที่พิจารณาเพิ่มขึ้นอีกเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามกำลังส่งก็จะถูกจำกัดโดยกำลังส่งมากที่สุดของอุปกรณ์นั้น ๆ ปกติแล้วการควบคุมกำลังของ RL จะทำงานได้ดีเมื่อจำนวนของผู้ใช้มีค่าใกล้เคียงหรือมากกว่าค่าความจุปกติไม่มากนัก (น้อยกว่าจำนวนรหัสสำหรับ TCH ในเซลล์) [9] Chen ยังกล่าวถึงข้อมูลของบริษัทควอลคอมในเอกสารหมายเลข EX60-10010 ที่บันทึกเมื่อเดือนพฤษภาคม ปี 1992 ว่า ระบบที่มีการใช้การควบคุมกำลังจะสามารถทำงานได้ดีภายใต้ทราฟฟิกโหลดที่ 120% ของความจุเซลล์ปกติเมื่อเซลล์ประชิดมีทราฟฟิกโหลด 30% ของความจุเซลล์นั้น อย่างไรก็ตามอาจจะเพิ่มได้ไม่ถึง 120% นอกจากนี้ยังมีปัญหาอีกอย่างหนึ่งคือเมื่อทราฟฟิกโหลดมีค่าสูงแต่กลับไม่มี TCH รองรับเนื่องจากมีรหัสจำกัด

ปัญหานี้เป็นประเด็นของปัญหาหลักในระบบ TDMA หรือ FDMA แต่ปัญหา NUT ได้รับการแก้ไขโดยวิธีที่เรียกว่า DCA [14,15] การจัดสรรช่องสัญญาณลักษณะนี้จะจำกัดความจุของระบบ ส่วนประสิทธิภาพของระบบ CDMA สามารถปรับปรุงได้โดยการควบคุมรัศมี ทิศทางของสายอากาศ และ เทรซโพลด์กำลังที่รับได้ของ FL [19] รัศมีของเซลล์สามารถควบคุมโดยปรับกำลังไฟลิต [15,18,19] ถ้า SIR มีค่าสูงกว่าค่าที่ต้องการ รัศมีเซลล์ก็จะขยายออกไปได้ และถ้า SIR มีค่าต่ำกว่า รัศมีเซลล์ก็จะลดลง [15,17-19] ค่าเทรซโพลด์กำลังที่ต้องการสำหรับ RL สามารถกำหนดให้ขึ้นหรือลงได้เพื่อดูรัศมีสำหรับ FL และ RL ในกรณีของเซลล์ที่มีรูปลักษณะเซลล์แบบเซกเตอร์ (Sector Cell Configuration) มุมกลางของแต่ละเซกเตอร์ (หรือทิศทางของสายอากาศ) ก็จะเปลี่ยนไปเพื่อทำให้คุณภาพการสื่อสารเท่ากัน (Equalize) ในทุกเซกเตอร์ที่เป็นของ BS จะเห็นได้ว่าการควบคุมรัศมีเซลล์ หรือทิศทางสายอากาศต้องระมัดระวังโดยเฉพาะในการวางแผนเซลล์ (Cell Planning) และการควบคุมเสถียรภาพ (Stability Control) เพื่อป้องกันผลกระทบที่ไม่ต้องการ ซึ่งการกระทำข้างต้นนี้สัมพันธ์อย่างยิ่งกับ HO

1.2.2 ปัญหาผลกระทบของไพล็อต (Pilot Pollution: PPI)

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA ที่เกี่ยวข้องกับ HO คือปัญหา PPI ซึ่งเกิดเมื่อมีความแรงสัญญาณไพล็อตอ่อนเกินไปทำให้ไม่สามารถกำเนิดกระบวนการของการเรียกได้ นอกจากนี้ยังทำให้อัตราความผิดพลาดของบิตขาลงมีค่าสูงด้วย [19,20] หรือในทางตรงกันข้าม PPI คือภาวะที่มีจำนวนไพล็อตมากจนเกินจำนวนตัวมอดูเลเตอร์ของ MS ที่รองรับได้ ไพล็อตที่ไม่ได้ใช้ทำให้เกิดการแทรกสอดที่เพิ่มขึ้น [20,21] ส่งผลให้สมรรถนะของระบบลดลง

จากปัญหาข้างต้นทำให้มีผู้เสนอวิธีต่าง ๆ รวมทั้งวิธีที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้สำหรับการปรับปรุงสมรรถนะของ SHO เพื่อให้สมรรถนะของระบบโดยรวมดีขึ้นดังจะกล่าวในบทที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

1.3 หัวข้อการทดสอบ

เหตุผลที่กล่าวถึงหัวข้อการทดสอบก่อน เพื่อใช้อ้างอิงกับหัวข้อที่ 1.5 เป้าหมายและขอบเขตวิทยานิพนธ์ โดยดรรชนีสมรรถนะที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วย

- 1) คุณภาพของ TCH ซึ่งใช้ E_b/I_0 เป็นตัววัดคุณภาพของช่องสัญญาณ
- 2) P_{out} คือ ความน่าจะเป็นของการขาดหายของสัญญาณซึ่งในที่นี้กำหนดให้เป็นช่วงเวลาที่ค่า E_b/I_0 ต่ำกว่าเทรชโฮลด์ที่กำหนด (5 dB) [22]
- 3) T_C เป็นปริมาณที่วัดในหน่วยเออร์แลง (Erlang) ซึ่งหมายถึงค่าคาดหวังของจำนวนทราฟฟิกที่สามารถรองรับได้
- 4) P_B คือ ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ เป็นความน่าจะเป็นของการเรียกใหม่ที่ถูกล็อก
- 5) P_{HO} คือ ความน่าจะเป็นที่ TCH ในเซลล์ที่กำลังจะ HO ไปถูกใช้หมด
- 6) NO_{BS} คือ ค่าคาดหวังของจำนวนไพล็อต (หรือจำนวน BS) ใน AS โดยที่ $NO_{BS} = 1$ สำหรับ HHO และ NO_{BS} มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำการ SHO ดรรชนีนี้เป็นตัววัดการใช้ทรัพยากรของระบบ
- 7) TRE คือ ค่าคาดหวังประสิทธิภาพของระบบมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยที่หาได้จาก $1/NO_{BS} * 100$
- 8) NO_{update} คือ ค่าคาดหวังของการเปลี่ยนแปลงใน AS ในที่นี้วัดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นตัววัดภาวะของระบบได้

หัวข้อการทดสอบแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

1.3.1 พิจารณาผลต่อสมรรถนะ SHO ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของชนิดของ IP และ OP

1.3.1.1 เปรียบเทียบสมรรถนะ SHO มาตรฐาน IS-95A และ IS-95B/cdma2000 กับ FIS SHO ซึ่งมีรายละเอียดตามรูปแบบของ MFDM ที่กำหนดดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)//MMC(9)/WAF//T_DROP/TriMF(3)\}$$

วิธีในข้อ 1.3.1.1 ทั้งหมดจะใช้อ้างอิงกับวิธีหรือเงื่อนไขในหัวข้อการทดสอบอื่น ๆ

1.3.1.2 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO ที่มีการเปลี่ยนขนาดค่าคงที่ของ SHW กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิง

1.3.1.3 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO โดยเพิ่ม SHW ในส่วนของ OP กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิง

1.3.2 พิจารณาขั้นตอนและรายละเอียดหรือวิธีการใน FIS

เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO ที่มีการเปลี่ยน MFT และ DFM กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิงโดยมีรายละเอียดของระบบที่เปลี่ยนแปลงดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{im}/TriMF(3)//MMC(9)/BOA//T_DROP/TriMF(3)\}$$

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{im}/TriMF(3)//MMC(9)/COA//T_DROP/TriMF(3)\}$$

$$\{no_{BS}/BelMF(3)/CH_{im}/BelMF(3)//MMC(9)/BOA//T_DROP/BelMF(3)\}$$

$$\{no_{BS}/BelMF(3)/CH_{im}/BelMF(3)//MMC(9)/COA//T_DROP/BelMF(3)\}$$

$$\{no_{BS}/BelMF(3)/CH_{im}/BelMF(3)//MMC(9)/WAF//T_DROP/BelMF(3)\}$$

$$\{no_{BS}/BelMF(3)/CH_{im}/TriMF(3)//MMC(9)/WAF//T_DROP/BelMF(3)\}$$

1.3.3 ทดสอบการแก้ปัญหา NUT และปัญหา PPI

1.3.3.1 ทดสอบการแก้ปัญหา NUT ตามแบบจำลอง HS1 และ HW1 โดยใช้ FIS SHO ของวิธีอ้างอิง

1.3.3.2 ทดสอบการแก้ปัญหา PPI (กำหนด PPc เท่ากับ 30%) โดยใช้ FIS SHO ของวิธีอ้างอิง

1.3.4 การควบคุม QoS ให้เหมาะสมโดยใช้ SHO

QoS ในที่นี้ประกอบด้วย TRE และ E_b/I_0 โดยรายละเอียดของการแบ่งประเภทของ QoS จะกล่าวในบทที่ 3

1.3.4.1 ควบคุม TRE โดยใช้ FIS&GD SHO โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{im}/TriMF(3)//MPC(9)+GD/WAF//T_DROP/TriMF(3)/TRE\}$$

1.3.4.2 ควบคุม TRE โดยใช้ SSC โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{no_{BS}/SSC//T_DROP/TRE\}$$

1.3.4.3 ควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ FIS SHO โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{im}/TriMF(3)/E_b/I_0/TriMF(3)//MMC(27)/WAF//T_DROP/TriMF(3)/T_ADD/TriMF(3)\}$$

1.3.4.4 ควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ FIS&GD SHO โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{im}/TriMF(3)/E_b/I_0/TriMF(3)//MPC(27)+GD/WAF//T_DROP/TriMF(3)/E_b/I_0\}$$

1.3.4.5 ควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ SSC โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{E_b/I_0//SSC//T_DROP/E_b/I_0\}$$

1.4 เป้าหมายและขอบเขตวิทยานิพนธ์

1.4.1 กรณีนีของ FIS SHO

1.4.1.1 พิจารณาด้านสมรรถนะของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO

คาดว่าสามารถปรับปรุงสมรรถนะของระบบคือ สามารถเพิ่ม T_C และ TRE โดยลด P_B , P_{HO} และ NO_{update} และยังคงรักษา QoS ของช่องสัญญาณและ P_{out} ที่ยอมรับได้

1.4.1.2 พิจารณาด้านองค์ประกอบของระบบ FIS SHO

ทำการทดสอบในหัวข้อการทดสอบที่ 1.3.1 และ 1.3.2 เพื่อตรวจสอบผลที่ได้จากการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์

1.4.2 กรณีที่ทดสอบกับ NUT และ PPI

1.4.2.1 ทำการทดสอบในหัวข้อการทดสอบที่ 1.3.3

1.4.2.2 คาดว่าสามารถปรับปรุงสมรรถนะของระบบคือ สามารถเพิ่ม T_C และ TRE โดยลด P_B , P_{HO} และ NO_{update} และยังคงรักษา QoS ของช่องสัญญาณและ P_{out} ที่ยอมรับได้ สำหรับทั้งระบบ NUT และระบบที่มีความแรงไฟลิตสูง

1.4.3 กรณีที่มีการควบคุม QoS ให้เหมาะสมโดยใช้ SHO

1.4.3.1 ทำการทดสอบในหัวข้อการทดสอบที่ 1.3.3 เพื่อตรวจสอบผลที่ได้จากการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์

1.4.3.2 คาดว่าสามารถควบคุม TRE ให้มีความผิดพลาดจาก TRE ที่ต้องการได้น้อยกว่า 5%

1.4.3.3 คาดว่าสามารถควบคุม E_b/I_0 ให้มีความผิดพลาดจาก E_b/I_0 ที่ต้องการได้น้อยกว่า 5%

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) แบบจำลองคณิตศาสตร์ของ SHO ที่นำเสนอสามารถนำไปประยุกต์เพื่อหาค่าสมรรถนะอื่นที่เกี่ยวข้องของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA แบบดั้งเดิมและแบบที่มีการปรับปรุงสมรรถนะเพิ่มเติมในลำดับต่อไปได้
- 2) สามารถปรับปรุงสมรรถนะ SHO ของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 3) ควบคุม TRE หรือ E_b/I_0 ที่ต้องการได้
- 4) แก้ปัญหา NUT
- 5) แก้ปัญหา PPI
- 6) สามารถนำไปใช้กับระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA ได้โดยเพียงเปลี่ยนซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานและเพิ่มหน่วยความจำที่ตัวควบคุม BS
- 7) แบบจำลองของระบบนำไปใช้ในการปรับปรุงสมรรถนะของระบบจริง โดยนำซอฟต์แวร์ไปใช้เพื่อทำนายค่าพารามิเตอร์ HO ในระบบให้เหมาะสม

1.6 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

- 1) ศึกษาการทำงานของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA SHO และปัญหาเกี่ยวกับ SHO
- 2) ศึกษาวิธีการเพิ่มสมรรถนะของ SHO ที่มีผู้เสนอไว้ และวิธีแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ SHO
- 3) หาแบบจำลองคณิตศาสตร์ของ SHO และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง
- 4) ศึกษาทฤษฎีพีซีซีและการประยุกต์ใช้งานในระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์

- 5) ออกแบบวิธีการ SHO ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
- 6) เขียนโปรแกรมจำลองระบบตามวิธีที่อ้างอิงและวิธีที่นำเสนอ
- 7) ทดสอบการทำงานของโปรแกรมรวมทั้งตรวจสอบและปรับปรุงแบบจำลอง
- 8) ประเมินผลและสรุป
- 9) เขียนวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.7 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอ

บทที่ 1 กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา เป้าหมาย และขอบเขตของวิทยานิพนธ์ รวมทั้งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน บทที่ 2 กล่าวถึงแนวคิด ผลงานที่ผ่านมาในการปรับปรุงสมรรถนะ SHO โดยในลำดับแรกจะกล่าวถึงอัลกอริทึม SHO ในมาตรฐานแบบต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ จากนั้นจึงจะกล่าวถึงอัลกอริทึม SHO แบบต่าง ๆ ที่ได้รับการเสนอ รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของกราฟฟิก และผลภาวะของไฟลิตที่เกี่ยวกับขั้นตอน SHO บทที่ 3 แสดงแบบจำลองและวิธีการจำลองที่นำเสนอ โดยกล่าวถึงวิธีการต่าง ๆ ที่ทำการทดสอบดังหัวข้อที่ 1.3 และเหตุผลที่เลือกใช้พารามิเตอร์ต่าง ๆ นอกจากนี้มีการกล่าวถึงแบบจำลองคณิตศาสตร์ SHO ซึ่งได้พิสูจน์และอ้างอิงไว้ในภาคผนวก บทที่ 4 แสดงผลที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 1.3 บทที่ 5 กล่าวถึงการวิเคราะห์และบทสุดท้ายกล่าวถึงข้อสรุปของวิทยานิพนธ์

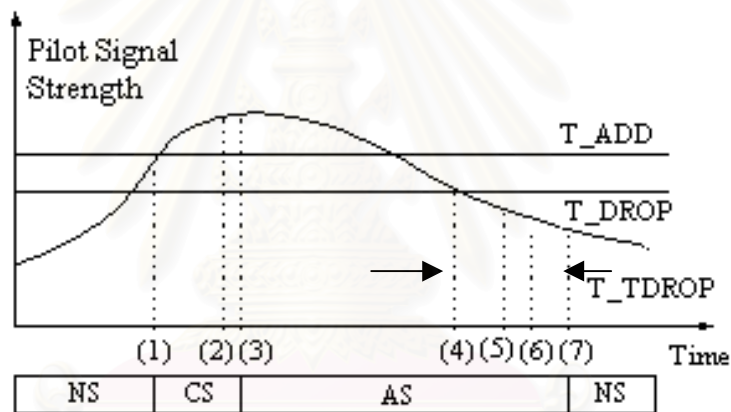
บทที่ 2

แนวคิด ผลงานที่ผ่านมาในการปรับปรุงสมรรถนะซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟ

ในบทนี้จะเริ่มกล่าวถึงอัลกอริทึมของ SHO ตามมาตรฐาน IS-95A IS-95B หรือ cdma2000 ในกรณีที่ใช้กับแถบความถี่กว้าง จากนั้นจะกล่าวและวิเคราะห์ถึงข้อดีและข้อเสียของวิธีการต่าง ๆ ที่ผ่านมาในการปรับปรุงสมรรถนะ SHO รวมทั้งการประยุกต์ใช้ฟuzzyลอจิกสำหรับ HO

2.1 มาตรฐานซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟ (SHO)

2.1.1 SHO มาตรฐาน IS-95A (1993) [1,3,4]



รูปที่ 2.1.1-1 ขั้นตอน SHO ตามมาตรฐาน IS-95A

มีการกำหนดรายการ PCH (Pilot Channel List) สำหรับ MS โดยรายการดังกล่าวจะเก็บข้อมูลสำหรับ HO สัญญาณไฟลิตจะมีทิศทางเดียวกับ TCH ของ FL โดย PCH สามารถระบุโดยใช้ลำดับออฟเซต (Offset) ของไฟลิต และแต่ละ PCH จะถูกกำหนดให้ BS ใด BS หนึ่ง นอกจากนี้รายการช่องสัญญาณไฟลิตยังประกอบด้วยรายการของ AS, CS, NS และ RS สมาชิกใน AS ประกอบด้วย PCH ที่เกี่ยวข้องกับ TCH ที่ MS ใช้อยู่, CS บรรจุ PCH ที่มีคุณภาพสัญญาณที่ดีใกล้เคียงกับคุณภาพสัญญาณของ PCH ใน AS สมาชิกใน CS สามารถที่จะเปลี่ยนมาเป็นสมาชิกใน AS ได้ในช่วง SHO, NS เป็นเซตของ PCH ที่มีคุณภาพต่ำซึ่งไม่รวมใน AS และ CS ส่วน RS บรรจุ PCH อื่นซึ่งไม่ใช่สมาชิกใน AS, CS และ NS เนื่องจากมีออฟเซตที่ไม่อยู่ในกลุ่มเดียวกับ AS, CS และ NS [5] ในขณะที่ MS ทำ SHO จะมีการค้นหาเซลล์ที่สามารถให้บริการได้ ถ้าไฟลิตของ NS มีค่ามากกว่า T_ADD, MS จะเปลี่ยนไฟลิตดังกล่าวเป็นไฟ

ลือตของ CS หลังจากนั้น BSC สั่งให้ MS เพิ่มไฟลือตใหม่ โดย MS จะเพิ่มไฟลือตเข้าไปใน AS เมื่อได้รับอนุญาตให้เพิ่มไฟลือต หากความแรงไฟลือตของ AS ต่ำกว่า T_DROP เป็นเวลา T_TDROD (ค่าคงที่) วินาที MS จะโอนย้าย (Transfer) ไฟลือตจาก AS ไปยัง NS เมื่อได้รับอนุญาตให้ปลดไฟลือตดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 2.1.1-1 ปกติแล้ว AS มีจำนวนจำกัดที่ 6 ไฟลือตในขณะที่ CS มีจำนวนจำกัดที่ 5 ไฟลือต [4]

ตัวอย่างของขั้นตอน SHO มาตรฐาน IS-95A ดังแสดงในรูปที่ 2.1.1-1 สามารถอธิบายตามลำดับดังนี้

- 1) เมื่อความแรงไฟลือต NS ที่ MS รับผิดชอบมีค่ามากกว่า T_ADD, MS จะส่ง PSMM และเปลี่ยนไฟลือตจาก NS ไปยัง CS
- 2) BS ส่ง HDM แก่ MS เพื่อดำเนินการเพิ่มไฟลือตใน AS
- 3) MS โอนย้ายไฟลือตไปยัง AS และส่ง HCM
- 4) เมื่อความแรงไฟลือตของ AS ต่ำกว่า T_DROP, MS จะส่ง PSMM ไปยัง BS
- 5) BS รับผิดชอบ PSMM
- 6) BS ส่ง HDM
- 7) MS ย้ายไฟลือตจาก AS ไปยัง NS และส่ง HCM (เมื่อไฟลือตของ AS ต่ำกว่า T_DROP เป็นเวลา T_TDROD วินาที)

2.1.2 SHO มาตรฐาน IS-95B/cdma2000 (1998) [11,19,23,24]

ในมาตรฐาน IS-95B สำหรับระบบ CDMA แบบดีวิทท์แคบ หรือมาตรฐาน cdma2000 สำหรับระบบ CDMA แบบดีวิทท์กว้างมีการเพิ่มพารามิเตอร์หลัก 3 พารามิเตอร์ได้แก่ SOFT_SLOPE, ADD_INTERCEPT และ DROP_INTERCEPT เพื่อทำการปรับค่าเทรชโฮลด์ของ SHO ให้มีค่าพัลวัต ในมาตรฐาน IS-95B/cdma2000 นั้นกำหนดให้ AS มีสมาชิกจำกัดจำนวนอยู่ที่ 6 ไฟลือต ในขณะที่ CS จำกัดจำนวนอยู่ที่ 10 ไฟลือต

เมื่อ MS เรียงลำดับความแรงไฟลือตใน AS ตามลำดับจากน้อยไปมาก MS จะเริ่มจับเวลาให้แก่ HDT เมื่อความแรงของไฟลือตใน AS สอดคล้องกับสมการที่ (2.1.2-1)

$$10 \times \log_{10} PS_i < \max \left(\frac{\text{SOFT_SLOPE}}{8} \times 10 \times \log_{10} \sum_{j>i} PS_j + \frac{\text{DROP_INTERCEPT}}{2}, \frac{T_DROP}{2} \right) \quad (2.1.2-1)$$

โดยที่ $i = 1, 2, \dots, N_{AS}-1$

PS_j = ความแรงสัญญาณไฟลือตที่ j

N_{AS} = จำนวนไฟลือตใน AS

MS จะรีเซต (Reset) เวลา HDT เมื่อไม่สอดคล้องกับสมการที่ (2.1.2-1)

ไฟลือต NS ใด ๆ ที่สอดคล้องกับสมการที่ (2.1.2-2) MS จะเริ่มส่ง PSMM สำหรับอัปเดตรายการ PCH โดยที่ PS ที่นำมารวมเข้าด้วยกันจะเป็นสมาชิกใน AS ทั้งสิ้น ถ้าไฟลือต NS ไม่สอดคล้องกับสมการที่ (2.1.2-2)

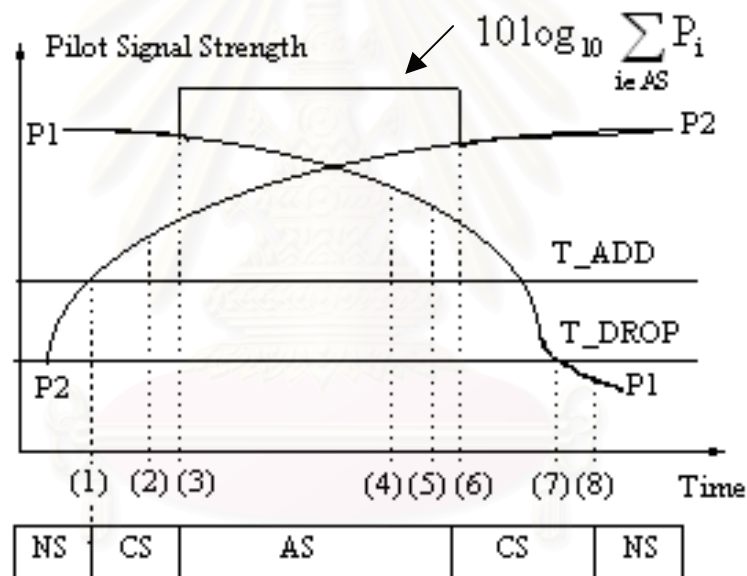
$$10 \times \log_{10} PS > \max \left(\frac{\text{SOFT_SLOPE}}{8} \times 10 \times \log_{10} \sum_{i \in AS} PS_i + \frac{\text{ADD_INTERCEPT}}{2}, \frac{T_ADD}{2} \right) \quad (2.1.2-2)$$

แต่มีค่ามากกว่า T_ADD ไฟลิตดังกล่าวจะถูกย้ายไปยัง CS แต่ถ้าไฟลิต CS ใด ๆ สอดคล้องกับสมการที่ (2.1.2-3) MS จะเริ่มส่ง PSMM

$$10 \times \log_{10} PS > \frac{\text{SOFT_SLOPE}}{8} \times 10 \times \log_{10} \sum_{i \in AS} PS_i + \frac{\text{ADD_INTERCEPT}}{2} \quad (2.1.2-3)$$

ไฟลิต CS ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขของสมการที่ (2.1.2-3) และมีค่ามากกว่าไฟลิต AS เท่ากับ $0.5 \times T_COMP$ dB ถึงจะถูกย้าย CS ไปยัง AS

หมายเหตุ T_COMP คือ เทอร์ชโฮลด์เปรียบเทียบซึ่งกำหนดใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบความแรงไฟลิตของ CS กับ AS ในกรณีที่มีการโอนย้ายไฟลิตจาก CS ไปยัง AS พารามิเตอร์นี้มีการกำหนดใช้ในมาตรฐาน IS-95A เช่นกัน



รูปที่ 2.1.2-1 ขั้นตอน SHO ตามมาตรฐาน IS-95B หรือ cdma2000

เพื่อความเข้าใจง่ายขึ้นจึงขอยกตัวอย่างในรูปที่ 2.1.2-1 ซึ่งเป็นตัวอย่างของขั้นตอน SHO ตามมาตรฐาน IS-95B หรือ cdma2000 โดยสามารถอธิบายดังต่อไปนี้

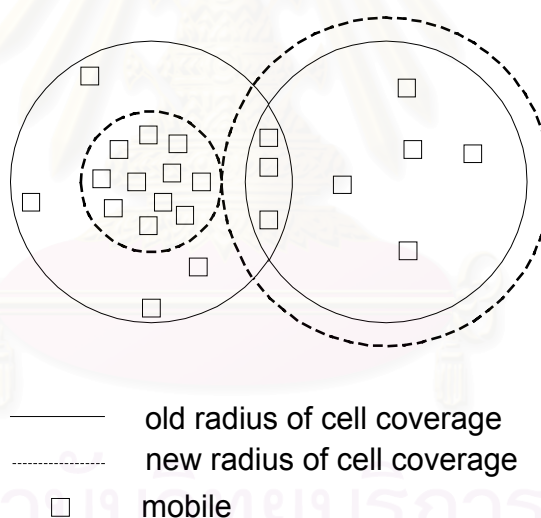
- 1) เมื่อความแรงไฟลิตของ NS (P_2) มีค่ามากกว่า T_ADD, MS ถ่ายโอนไฟลิตนี้ไปยัง CS
- 2) เมื่อความแรงไฟลิต CS (P_2) มีค่ามากกว่า $[(\text{SOFT_SLOPE}/8) \times 10 \times \log_{10}(PS_1) + \text{ADD_INTERCEPT}/2]$, MS จะส่ง PSMM
- 3) เมื่อได้รับ HCM, MS จะโอนย้าย P_2 ไปยัง AS แล้วส่ง HCM

- 4) เมื่อความแรงไฟลิต P_1 ต่ำกว่า $[(SOFT_SLOPE/8)*10\log_{10}(PS_2)+DROP_INTERCEPT/2]$, MS จะเริ่มจับเวลา HDT
- 5) เมื่อ HDT ครบตามกำหนดเวลา T_TDROP , MS ส่ง PSMM
- 6) เมื่อได้รับ HDM, MS ทำการโอนย้ายไฟลิต P_1 ไปยัง CS แล้วส่ง HCM
- 7) เมื่อความแรงไฟลิต P_1 ต่ำกว่า T_DROP , MS เริ่มต้นจับเวลา HDT
- 8) สุดท้ายเมื่อ HDT ครบตามกำหนดเวลา T_TDROP , MS จะโอนย้ายไฟลิต P_1 จาก CS ไปยัง NS

อัลกอริทึมและการเปรียบเทียบอัลกอริทึมของ SHO สำหรับปรับปรุงสมรรถนะของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA ที่ได้มีการศึกษาไว้ก่อนหน้านี้เพื่อแก้ไขปัญหาที่ตั้งได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 1.3 ของบทที่ 1 อธิบายตามลำดับดังนี้

2.2 อัลกอริทึมที่ผ่านมาในการปรับปรุงสมรรถนะ SHO

2.2.1 วิธีการปลดทราฟฟิกโหลดแบบปรับตัวได้ (Adaptive Traffic Load Shedding: ATLS, 1995) [9]



รูปที่ 2.2.1-1 วิธี ATLS ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ครอบคลุมของเซลล์ตามทราฟฟิกโหลด [9] โดยพื้นที่ครอบคลุมของรัศมีเก่า (Old Radius of Cell Coverage) แสดงด้วยเส้นทึบ และพื้นที่ครอบคลุมของรัศมีใหม่ (New Radius of Cell Coverage) แสดงด้วยเส้นประ ส่วน MS แสดงด้วยรูปสี่เหลี่ยม

ปี 1995 Chen [9] เสนอวิธี ATLS เพื่อลดจำนวนอัตราการใช้ในช่องทราฟฟิกโหลดสูง โดยเฉพาะในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงซึ่งทำให้ความจุของช่องสัญญาณไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้ใช้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการแทรกสอดสูงซึ่งจะไปกระทบต่อจำนวนความจุที่จำกัดของเซลล์ด้วยเนื่องจากระบบ CDMA มีข้อจำกัดทางการแทรกสอด (Interference Limit) นั่นคือ MS ที่อยู่ในเซลล์ดังกล่าวจะอยู่ในสภาวะที่ง่าย

ต่อการถูกบล็อกอันเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนที่สูง กรณีที่เลวร้ายที่สุดจะเกิดการบล็อกทุกการเรียกในเซลล์ ถ้ามีผู้ใช้พยายามที่จะสร้างการเรียก วิธีนี้อนุญาตให้เซลล์ (Cell) ที่มีโหลดหนาแน่นทำการลดพื้นที่ครอบคลุม (Coverage Area) แบบพลวัต (Dynamic) ในขณะที่เซลล์ประชิด (Neighboring Cell) ที่มีทราฟฟิกโหลดต่ำจะเพิ่มพื้นที่ครอบคลุมเพื่อรองรับทราฟฟิกได้เพิ่มขึ้นโดยส่งกำลังไปยัง MS ที่กำลัง HO มาจาก BS ที่มีโหลดหนาแน่นดังแสดงในรูปที่ 2.2.1-1

ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถเพิ่มจำนวนผู้ใช้ในเซลล์ได้เป็นสัดส่วนผกผันกับทราฟฟิกโหลดที่เพิ่มขึ้นของเซลล์ประชิดทั้ง 6 แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือ BS ต้องร้องขอไปยังสถานีประชิดเพื่อเพิ่มพื้นที่ครอบคลุมก่อนที่ BS ที่มีโหลดหนาแน่นจะลดพื้นที่ครอบคลุมและ BS ไม่สามารถลดความแรงของสัญญาณไฟลิตได้อย่างอิสระ นอกจากนี้ขั้นตอนต่าง ๆ ในการกระทำอย่างรวดเร็วเพื่อตอบสนองทราฟฟิกโหลดที่เปลี่ยนแปลงไปค่อนข้างเป็นไปได้ยาก [22,25]

2.2.2 อัลกอริทึม SHO ที่เทรชโฮลด์มีการเปลี่ยนแปลงได้ (Soft Handoff Algorithm with Variable Thresholds: VTSH, 1997) [14]

ปี 1997 Hwang et al. [14] เสนอวิธี VTSH เพื่อปรับปรุงสมรรถนะของ SHO และแก้ปัญหา NUT พบว่าวิธี VTSH ซึ่งทำการเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนการใช้กำลังทราฟฟิกขาหลัง (Forward Traffic Power Usage Ratio) ของเซลล์ใด ๆ กับอัตราส่วนการใช้กำลังทราฟฟิกขาหลังที่กำหนด นั่นคือถ้าอัตราส่วนการใช้กำลังทราฟฟิกขาหลังที่ได้มีค่ามากกว่าอัตราส่วนการใช้กำลังทราฟฟิกขาหลังที่กำหนด ก็จะกำหนดค่าให้ T_ADD และ T_DROP ชุดหนึ่ง แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่าก็จะกำหนดค่าให้ T_ADD และ T_DROP อีกชุดหนึ่งซึ่งมีค่าที่สูงกว่าชุดแรก

ผลที่ได้ปรับปรุง P_{out} ให้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลจาก IS-95A SHO การที่มี P_{out} ดีขึ้นทำให้วิธีการนี้มีการใช้ TCH มากกว่าวิธีที่ใช้อยู่ (IS-95A SHO) ส่งผลให้ TRE ต่ำ และ P_B หรือ P_{HO} มีค่าสูง นอกจากนี้การกำหนดให้กระบวนการมาถึงของการเรียกเป็นแบบปัวส์ซอง (Poisson) มีค่าเฉลี่ย 3-6 การเรียกต่อเซลล์ต่อวินาทีซึ่งถือว่าสูงมาก โดยมีเวลาการสนทนาเฉลี่ย 100 วินาที และทำการทดสอบระบบเพียง 150 วินาที

2.2.3 วิธีการกำหนดช่องสัญญาณเพื่อลดอัตราการบล็อก (Channel Assignment for Reducing Call Blocking Rate, 1997) [22]

ปี 1997 Jeon et al. [22] เสนอวิธีการกำหนดช่องสัญญาณเพื่อลดอัตราการบล็อกการเรียกสำหรับ BS โดยเฉพาะในบริเวณ NUT วิธีการนี้นำข้อดีของ SHO คือการที่ MS สามารถติดต่อสื่อสารได้แม้ว่าบางการเชื่อมโยงถูกปลดออกโดยอาศัยการเชื่อมโยงที่เหลืออยู่ นอกจากนี้มีการประมาณค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความแปรปรวน (Variance) ของระดับกำลังที่รับได้ทั้งหมดที่ BS วัดได้ก่อนที่จะกำหนด TCH ใหม่ที่มีการร้องขอ และ BS จะตัดสินใจในการกำหนด TCH บนพื้นฐานของค่าที่ประมาณได้แม้ว่าการร้องขอใหม่จะถูกยอมรับหรือไม่ก็ตาม นั่นคือถ้ามีความจุของ RL เพียงพอ แต่ TCH ไม่พอ BS จะเพิ่มค่าของ T_DROP เพื่อ

ปลดช่องสัญญาณใน SHA [26] บางส่วนออกไป นั่นคือ MS ถูกบังคับให้ออกจาก SHA จากนั้น BS จะกำหนด TCH ที่ปลดมาให้กับการเรียกใหม่ หรือ การเรียกที่ HO ข้อควรสังเกตของวิธีการนี้คือความจุของระบบถูกจำกัดโดยความจุของ RL โดยอ้างอิงวิธีหาค่าความจุจากงานของ Gilhousen [27]

จากผลที่ได้พบว่า P_B และ P_{HO} ของบางเงื่อนไขมีค่าต่ำกว่าวิธี SHO แบบปกติ แต่มีข้อเสียคือ BS ต้องทำการคำนวณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกำลังสัญญาณที่รับได้ทั้งหมดซึ่งไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ ในระบบจริงและกระบวนการดังกล่าวยังใช้เวลานานสำหรับการแฮนด์ออฟ [25] และหากมีการกำหนด T_TDROP ให้มีค่ามากกว่าศูนย์เพื่อรักษา QoS ของสัญญาณหรือเพื่อไม่ให้ปลด TCH ออกทันทีในขณะใด ๆ ย่อมทำให้การเรียกใหม่หรือการเรียกที่ HO ต้องรอเวลาจนกว่าจะหมดเวลา T_TDROP ซึ่งอาจทำให้การเรียกดังกล่าวถูกรีป (Drop) ไปก่อนได้ นอกจากนี้อัตราส่วนของ SHA ต่อพื้นที่เซลล์ทั้งหมดและระยะที่จะเกิด HO ควรมีการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต ซึ่งควรขึ้นอยู่กับทราฟฟิกโหลด, เฟดดิ้ง, กำลังจาก BS, อัตราเร็วของ MS เป็นต้น มากกว่าที่จะกำหนดให้คงที่ในบางช่วงตามแบบจำลองของ Jeon [22]

2.2.4 เทรชโฮลด์สูงและเทรชโฮลด์ต่ำสำหรับซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟ (Upper and Lower Thresholds for SHO, 1998) [25]

ปี 1998 Worley and Takawira [25] นำแนวคิดของวิธีที่ Chen [9] และ Jeon [22] ที่ได้นำเสนอมาปรับปรุงเนื่องจากมีข้อเสียดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 2.2.1 และ 2.2.2 ตามลำดับข้างต้น วิธีที่ Worley เสนอมีวัตถุประสงค์เพื่อลด P_B และ P_{HO} โดยค่าเทรชโฮลด์ที่ Worley เสนอขึ้นสำหรับ SHO มีการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต เทรชโฮลด์ดังกล่าวมีสองชนิดคือ เทรชโฮลด์สูง (High Threshold: HT) และเทรชโฮลด์ต่ำ (Low Threshold: LT) สำหรับกำหนดให้มีการเพิ่ม MS หรือลด MS ใน SHA รวมทั้งมีการพิจารณากำลังที่ส่งมาจาก MS ไปยัง BS ที่สนใจด้วย แบบจำลองแรกจะกำหนดให้มีการลด LT ให้ต่ำลง เพื่อเพิ่ม SHA ส่วนแบบจำลองที่สอง มีการปรับ HT ให้สูงขึ้นเพื่อเพิ่ม SHA เช่นกัน

ที่มาของแนวคิดในการปรับปรุงเพิ่มเติมจากวิธีของ Chen และ Jeon มาจากงานของ Viterbi et al. [6] โดย Viterbi ได้เสนอการวัดค่าการปรับปรุงสมรรถนะเชิงปริมาณสำหรับทั้งพื้นที่ครอบคลุมเซลล์และความจุของ RL ในระบบเซลล์ลูลาร์ CDMA ที่มีการพิจารณา SHO โดยการเพิ่มความจุที่เกิดจากการลดการแทรกสอดที่มาจากเซลล์อื่นและความจุของ RL มีสัดส่วนผกผันกับ $1+f$ โดยที่

$$f = \frac{I_U + P_U}{k_U} \quad (2.2.4-1)$$

สำหรับกรณีที่ SHO จะถูกจำกัดเพียงแค่ 2 เซลล์เท่านั้น ในที่นี้กำหนดให้

I_U	คือ	การแทรกสอดทั้งหมดที่เกิดจากเซลล์ที่ล้อมรอบ
P_U	คือ	กำลังสัญญาณที่รับได้ทั้งหมดจากทุก MS ภายในเซลล์
k_U	คือ	จำนวนของผู้ใช้เฉลี่ยต่อเซลล์

นอกจากนี้ Worley ได้นำข้อมูลในงานของ Su et al. [26] มาใช้ ซึ่งได้กำหนดตัวแปร “a” ดังนี้

$$a = \frac{\text{SHA}}{\text{Cell Area}} \quad (2.2.4-2)$$

Su สรุปว่าเมื่อ a มีค่าเพิ่มขึ้นจะมีความจุของ RL มากขึ้นโดยยังคงรักษา QoS ของทราฟฟิกเสียง/ข้อมูลให้เท่าเดิม หรือมีการเพิ่ม QoS ในขณะที่ช่องสัญญาณเท่าเดิม (ซึ่งขัดกับงานของ Guardiola [28] ซึ่งกล่าวว่า SHA ที่เพิ่มขึ้นไม่จำเป็นที่จะทำให้ QoS ดีขึ้น) ค่า P_B และ P_{HO} จะดีขึ้นแต่ TRE จะลดลงเนื่องจากการเพิ่มของจำนวนผู้ใช้ในแต่ละเซลล์และการเพิ่มของสัญญาณควบคุม Worley ได้กล่าวเพิ่มเติมว่าการที่เพิ่ม T_DROP ทำให้ระบบลด SHA ดังเห็นในงานของ Jeon [22] แต่การลด T_ADD ดังในงานของ Hwang [14] อาจจะทำให้เกิด HO ที่ไม่จำเป็น แต่อย่างไรก็ตาม Worley เห็นว่าการที่ SHW มีค่าเพิ่มขึ้นจะลดการดรอปการเรียกเนื่องจากมีเวลาใน SHA นานขึ้น ส่งผลให้ค่า P_{out} ลดลง

จากการทดสอบที่ 1 ซึ่งกำหนดให้การเพิ่มของ SHA ขึ้นกับการลดลงของ LT จะให้ค่าของ P_B และ P_{HO} ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากสภาวะปกติ แต่จำนวน HO ต่อการเรียกมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากการเพิ่ม SHA ซึ่งทำให้ P_{out} มีค่าดีขึ้น การทดสอบที่ 2 ซึ่งกำหนดให้การเพิ่มของ SHA ขึ้นกับการเพิ่มของ HT จะให้ค่าของ P_B มากกว่าค่าที่ได้จากสภาวะปกติ เมื่อทราฟฟิกโหลดมีค่าสูงขึ้น แต่ P_{HO} ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากสภาวะปกติ เพราะการเพิ่มของ SHA ทำให้มีช่องสัญญาณมาจากเซลล์ประชิดมากขึ้น ส่วน P_{out} จะเพิ่มขึ้นจากสภาวะปกติเนื่องจากการเพิ่มการแทรกสอดของ RL อันเป็นผลมาจากจำนวนของ MS ที่ใช้กำลังส่งออกมากขึ้น ปกติการเพิ่มขึ้นของ HT หมายถึงการเรียกนั้นสามารถส่งกำลังที่สูงขึ้น

การระบุเงื่อนไขของ HO สำหรับวิธีที่ Worley เสนอนี้เฟรมข้อมูลของ RL จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงคือ ต้องเพิ่มข้อมูลกำลังส่งของ MS เข้าไปเพื่อเปรียบเทียบกับ HT หรือ LT และเนื่องจากย่านความถี่ที่ใช้ใน RL และ FL แตกต่างกันเพราะเป็นการดูเพล็กซ์แบบ FDD ซึ่งคุณภาพของการเชื่อมโยงของ TCH ของ RL และ FL ย่อมแตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อสัญญาณไหลออกจากเซลล์ประชิดมีค่าเหนือ T_ADD แต่กำลังที่ MS ส่งมามีค่าน้อยกว่าค่า LT ระบบที่ Worley เสนอนี้จะกำหนดไม่ให้เกิด SHO ซึ่งแตกต่างจากวิธี SHO ของ IS-95A และในทางตรงกันข้ามหากสัญญาณไหลออกจากเซลล์ประชิดมีค่าต่ำกว่า T_DROP แต่กำลังที่ส่งมาจาก MS มีค่าสูงระบบจะกำหนดให้มี SHO เกิดขึ้น ลักษณะดังกล่าวนี้จะทำให้ FL มีคุณภาพต่ำบางช่วงได้ นอกจากนี้จำนวน HO เฉลี่ยต่อการเรียกของทั้ง 2 การทดสอบที่เพิ่มขึ้นจากสภาวะปกติทำให้ระบบทำงานมากขึ้น และมี P_B สูงได้ [25]

2.2.5 การทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะของ SHO ระหว่างมาตรฐาน IS-95A และ IS-95B (1998) [11]

มาตรฐาน IS-95B มีการเสนอในปี 1998 [23] และในปี 1999 Chheda ได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของ SHO ระหว่างมาตรฐาน IS-95A และ IS-95B [11] โดยสนใจจำนวน HO เนื่องจากการที่ HO บ่อยหรือมากจะทำให้ความจุของระบบลดลงและใช้ฮาร์ดแวร์มากขึ้น สิ่งที่แตกต่างกันของ HO ในมาตรฐาน IS-95B กับ IS-95A คือ SHO ใน IS-95B มีการปฏิเสธ HO ที่มากเกินไป [11] การทดสอบของ Chheda เน้นที่ความจุของ FL เนื่องจากเป็นตัวจำกัดความจุและฮาร์ดแวร์ในการวางระบบโครงข่าย CDMA [11] ซึ่งขัดแย้งกับแนวทางการปรับปรุง SHO ของ Jeon [22] ที่ใช้ความจุของ RL เป็นตัวจำกัดความจุระบบ

ค่าพารามิเตอร์ของ Chheda นำมาจาก Soliman ซึ่งเป็นผู้กำหนดในเอกสาร TIA/TR45.5.3.1/97.03.18.02 เมื่อเดือนมีนาคม ปี 1997 ข้อสังเกตคือมีการกำหนดค่าของ DROP_INTERCEPT/2 จำนวน 2 ค่า ค่าที่สูงกว่าจะทำให้อัตราการลดลงของ HO มากกว่า [11] ซึ่งค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวนี้จะนำมาใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ด้วย

ในงานของ Chheda พบว่า HO จะลดลงเมื่อทราฟฟิกโหลดมีค่าลดลง โดยมีการประมาณจำนวนผู้ใช้มากที่สุดเฉลี่ยต่อเซกเตอร์ขึ้นกับโอเวอร์เฮด (Overhead) ตัวประกอบการลด HO (Handoff Reduction Factor) ตัวประกอบกิจกรรมเสียง และกำลังส่งขาหลังที่ต้องการเฉลี่ยต่อผู้ใช้ และจะประมาณทราฟฟิกโหลดตามค่า T_c และจำนวนผู้ใช้มากที่สุดเฉลี่ยต่อเซกเตอร์ที่ได้ข้างต้น อย่างไรก็ตาม Chheda ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าการลด HO ของ IS-95B SHO เป็นอย่างไรเพราะว่าบางครั้ง IS-95B SHO ให้การปลดปล่อยเชื่อมโยงเร็วกว่า หรือบางครั้งช้ากว่า IS-95A SHO หรือบางครั้งมีการเพิ่มสายเชื่อมโยงเร็วกว่าหรือบางครั้งช้ากว่า IS-95A SHO นอกจากนี้ IS-95B SHO ไม่ได้เพิ่มความจุเมื่อเปรียบเทียบกับ IS-95A SHO [11]

เงื่อนไขของแบบจำลอง SHO ตามมาตรฐาน IS-95B/cdma2000 ในวิทยานิพนธ์นี้ [29,30,31] มีบางส่วนของสมการและการสมมติที่แตกต่างจากงานของ Chheda แต่สอดคล้องกับเอกสาร TIA/EIA/IS-95B [23] และ TIA/EIA/IS-2000-5 [24] ดังเช่น ใช้เงื่อนไขตามสมการที่ (2.1.2-1) และ (2.1.2-2) ของมาตรฐาน IS-95B/cdma2000 นอกจากนี้ขั้นตอน SHO ในวิทยานิพนธ์นี้อยู่บนพื้นฐานแบบจำลองทางสถิติซึ่งมีการเข้ามาของการเรียก (Call Arrival Process) เป็นกระบวนการแบบปัวส์ซง (Poisson Process) และเวลาการยึดช่องสัญญาณ (Channel Holding Time) มีกระบวนการแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Process) ดังนั้นแบบจำลองที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้จะเหมาะสมในการเปรียบเทียบมากกว่า

2.3 การประยุกต์ใช้ฟิสิกส์ลอจิกในขั้นตอนแฮนด์ออฟ

มีนักวิจัยที่ประยุกต์ทฤษฎีฟิสิกส์ลอจิกใช้กับขั้นตอน HO เช่น ใน

- ปี 1992 -Kinoshita et al. [32] นำฟิสิกส์ลอจิกมาสร้างกฎอนุมานโดยใช้การเรียนรู้ขอบเซลล์ เพื่อลดจำนวน HO ในบริเวณภายในอาคาร
- ปี 1993 -Kinoshita และ Itoh [33] ประยุกต์ใช้ฟิสิกส์ลอจิกสำหรับ HHO ในบริเวณภายในอาคาร
- ปี 1995 -Kinoshita และ Oku [34] ศึกษาความทนทานของ HHO ที่ใช้ฟิสิกส์ลอจิก
- Edward และ Sankar [35] นำฟิสิกส์ลอจิกมาใช้กับ HHO ทั้งบริเวณที่อยู่ในเส้นที่มองเห็น (Line Of Sight : LOS) และบริเวณที่ไม่อยู่ในเส้นที่มองเห็น (Non Line Of Sight : NLOS) โดยเฉพาะบริเวณมุมตึก ทำให้เกิดปรากฏการณ์มุมตึกของถนน (Street Corner Phenomenon) ซึ่งมีความแรงสัญญาณลดลงอย่างรวดเร็ว โดย IP คือ ความแรงสัญญาณที่ MS รับผิดชอบ และระยะทางระหว่าง MS และ BS ในขณะที่ OP คือค่าการตัดสินใจแฮนด์ออฟ

- Lau [36] นำฟuzzyลอจิกมาควบคุมช่วงการเฉลี่ยของความแรงสัญญาณและค่าเทรชโฮลด์ฮิสเตอร์ซิส (The Fuzzy Adaptive Averaging-interval and Hysteresis-threshold handoff : FAAH)
- ปี 1996 -Sheikh และ Mlonja [37] ใช้ฟuzzyลอจิกเพื่อแสดงความเป็นสมาชิกของ MS ในเซลล์ใด ๆ
-McGuire [38] วิเคราะห์ให้เห็นถึงความทนทานของ HHO โดยใช้ฟuzzyลอจิก มีสมรรถนะเหนือ HHO แบบดั้งเดิม
-Ko [39] เสนอการจองช่องสัญญาณของ HHO โดยใช้ฟuzzyลอจิก
- ปี 1997 -Edward และ Sankar [40] มีการทำนายความแรงสัญญาณเพื่อตัดสินใจ HO ด้วย
- ปี 1998 -บงการ หอมนาน และวาทิต เบญจพลกุล [41] นำ FIS มาปรับปรุงใช้สำหรับ HHO โดย IP ยังคงเป็น ความแรงสัญญาณที่ MS รับผิดชอบ และระยะทางระหว่าง MS และ BS โดยทำการเพิ่มจำนวนฟuzzyลัษณะเข้าไปเพื่อแบ่งแยกกลุ่มของ IP ได้ดีขึ้น ในขณะที่ OP คือค่าการตัดสินใจ HO
-Tripathi et al. [42] เสนอการใช้ฟuzzyลอจิกและนิรอลเน็ตเวิร์กสำหรับ HHO โดยเน้นที่การแบ่งเขตของเซลล์ และ [43] ใช้ทิศทางช่วยในการ HO
- ปี 1999 -Tripathi et al. [44] เสนอการใช้ฟuzzyลอจิกสำหรับ HHO แบบปรับตัวได้ เพื่อประยุกต์ใช้กับไมโครเซลล์ โดยพิจารณาความเร็วของ MS, ระดับความแรงสัญญาณ, ความแตกต่างของความแรงสัญญาณ และฮิสเตอร์ซิสของสัญญาณ นอกจากนี้ยังมีการใช้ LOS และ NLOS ด้วย
-Cortes et al. [45] เสนอ HHO โดยใช้ลอจิกแบบหลายค่า (Multi-Valued Logic) ซึ่งก็คือการปรับประยุกต์จากการใช้ฟuzzyลอจิกนั่นเอง
- ปี 2000 -วาทิต เบญจพลกุล และคณะ นำอัตราการเคลื่อนที่ของ MS มาเป็น IP ร่วมกับงานเดิม [41] เพื่อลดอัตรา HO ที่มากเกินไป [46] อย่างไรก็ตามงานเหล่านี้ใช้กับ HHO
- วิธีที่นำเสนอได้นำแนวคิดการปรับปรุงสมรรถนะ SHO ของ Chen, Hwang, Jeon, Worley และ Chheda ร่วมกับหลักการ FIS มาประยุกต์ใช้กับ SHO ในระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA โดยเน้นที่ FL ซึ่งเป็นตัวจำกัดความจุของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA สอดคล้องกับงานของ Chheda และ Hwang แต่ขัดแย้งกับงานของ Jeon [22]
- แนวเหตุผลที่เลือก FL เป็นตัวจำกัดความจุของระบบพิจารณาตามข้อมูลต่าง ๆ ของความจุของ RL และ FL ต่อไปนี้
- ปี 1991 -Gilhousen [27] พบว่าความจุของ RL มีค่ามากกว่า FL และเพื่อที่จะสมดุลระหว่างความจุทั้งสองด้าน ต้องเพิ่ม TCH ให้กับ FL
- ปี 1994 -Viterbi [6] พบว่า SHO เพิ่มความจุของ RL

- ปี 1996 -Soleimanipour [47] พบว่า SHO จะทำให้ความจุของ FL ลดลงเนื่องมาจากการแทรกสอดด้าน FL
 -Stuetzle [48] พบว่าการที่ใช้ความจุของ RL เป็นตัวจำกัดความจุของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA นั้นไม่จำเป็นต้องจริงเสมอไป
- ปี 1997 -Hashem [49] กล่าวว่าระบบที่มีการควบคุมกำลังด้าน RL และใช้ SHO เพื่อลดผลของเพดดิ้งแบบพหุวิธีสามารถเพิ่มความจุของ RL ได้
 -Wong [3] ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าควรจะใช้ความจุของ FL หรือความจุของ RL เป็นตัวจำกัดความจุของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA แต่ในขณะที่ SHO ระบบสามารถเพิ่มความจุของ RL ได้ ในขณะที่ FL มีการแทรกสอดเพิ่มขึ้น
 -Tam [50] พบว่าความจุของ FL มีค่าน้อยกว่าความจุของ RL เมื่อระบบมีการควบคุมกำลัง
- ปี 1999 -Chheda [11] กล่าวว่าความจุ FL เป็นตัวจำกัดความจุและฮาร์ดแวร์ของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA
- ปี 2000 -Aghavami [51] กล่าวว่า HO โดยใช้ FL จะมีกระบวนการทำงานที่เร็วกว่าการใช้ RL แต่อาจจะมีปัญหาปรากฏการณ์มุมตึก (Corner Phenomenon) ของถนนในกรณีที่ใช้ลักษณะ SHO ตามมาตรฐาน IS-95A SHO

ดังนั้นจากเหตุผลของ Gilhousen, Lee, Soleimanipour, Stuetzle, Wong, Tam, Chheda และ Aghvani จึงเลือกที่จะพิจารณา SHO ที่ใช้ FL เป็นหลักเนื่องจากข้อจำกัดทางฮาร์ดแวร์ของระบบ การแทรกสอดที่เพิ่มขึ้นในช่วง SHO ซึ่งควรจะเป็นตัวจำกัดความจุระบบมากกว่าทางด้าน RL ซึ่งความจุเพิ่มขึ้นในช่วง SHO นอกจากนี้ SHO สำหรับ FL ยังมีกระบวนการที่เร็วกว่าด้วย

2.4 อัลกอริทึมเพิ่มเติมที่ผ่านมาในการแก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของทราฟฟิก (NUT)

มีวิธีต่าง ๆ ที่นำเสนอในการแก้ปัญหา NUT ซึ่งโดยส่วนใหญ่เน้นที่การควบคุมกำลังส่งที่ BS จัดสรรให้ MS (ต่างจากแนวความคิดของ Chen [9] และ Jeon [22]) ตามลำดับดังนี้

- ปี 1997 -Sato และ Amezawa [15] เสนอวิธีควบคุมโซนแบบพลวัต (Dynamic Zone Control Scheme) บนพื้นฐานรูปร่างของโซนและกำลังของการส่งผ่านตามการแจกแจงของทราฟฟิก
- ปี 1998 -Takeo และ Sato [16] ใช้ SIR ที่ MS วัดได้และลดความแตกต่างของ SIR ที่ MS ได้รับความระหว่าง BS
 -Togo et al. [17] เสนอการควบคุมขนาดของเซลล์แบบพลวัตบนพื้นฐานการส่งผ่านแบบมาโครไดเวอร์ซิตี (Macro-Diversity Transmission) หรือบนพื้นฐาน SHO ซึ่งมี HO เป็นแบบไดเวอร์ซิตีนั่นเอง [3,52]
- ปี 1999 -Takeo et al. [18] เสนอวิธีการควบคุมอัตราส่วนของการกำลังส่งผ่านต่อจำนวน MS ใน SHA ตามทราฟฟิกโหลด โดยคำนวณอัตราส่วนของการกำหนดกำลังแบบที่เหมาะสมที่สุด (An

Optimum Power Allocation Ratio) เพื่อลดความแตกต่างระหว่าง SIR ให้มีค่าน้อยที่สุดในช่วงการเปลี่ยนแปลงทราฟฟิกตามตัวประกอบตั้งฉาก (Orthogonal Factor) ของ FL ที่กำหนดให้

ปี 2000 -Spilling et al. [53] ศึกษาการเพิ่มความจุในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของเซลล์ในระบบเซลลูลาร์โดยใช้หลักการที่ว่าเมื่ออัตราครีมีของเซลล์ทำให้เพิ่มจำนวนผู้ใช้ต่อเซลล์ได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังไม่ได้ศึกษาผลกระทบระหว่างเซลล์

วิธีที่นำเสนอมีการปรับค่าเทรชโฮลด์ของ SHO ตามความหนาแน่นของทราฟฟิกโหลด (CH_{m}) ของแต่ละ BS จึงคาดว่าจะสามารถปรับปรุงสมรรถนะระบบอันเนื่องมาจาก NUT โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าพารามิเตอร์ P_B , P_{HO} , TRE และ T_C ได้

2.5 อัลกอริทึมเพิ่มเติมที่ผ่านมาในการแก้ปัญหาภาวะไฟลัด (PPI)

สำหรับปัญหา PPI มีผู้เสนอวิธีในการลดไฟลัดดังต่อไปนี้

ปี 1998 -Ojanpera และ Prasad [19] แนะนำว่าการลดปัญหา PPI ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้คือ การวางแผนโครงข่าย การปรับทิศทางของสายอากาศให้ก้มลง (Down-Tilting Antennas) หรือการเพิ่มพื้นที่ครอบคลุมของเซกเตอร์หรือเซลล์

ปี 1999 -Love et al. [21] เสนอกฎบนพื้นฐานเทคนิคการค้นหาไฟลัดที่ให้ค่าการแทรกสอดต่ำที่สุด โดยกำหนดฟังก์ชันที่เหมาะสมเพื่อทำการหาไฟลัดที่ดีที่สุด

-O'Byrne [20] ลดปัญหานี้โดยเปลี่ยนทิศทางของสายอากาศทำให้ดูลกับจำนวนสัญญาณที่รบกวนได้ดีขึ้น

งานที่เสนอในวิทยานิพนธ์นี้จะทำการทดสอบกับปัญหา PPI ด้วย เนื่องจากวิธีที่นำเสนอมีการปรับค่าเทรชโฮลด์ของ SHO (T_ADD , T_DROP) ตามจำนวนไฟลัดหรือจำนวน BS ที่ MS ต่ออยู่ (no_{BS}) โดยคาดว่าจะสามารถปรับปรุงสมรรถนะระบบโดยลดจำนวนไฟลัดที่มากเกินไปได้ด้วยการเพิ่มค่าเทรชโฮลด์ของ SHO

2.6 อัลกอริทึมในการควบคุมพารามิเตอร์ ที่ผ่านมาสำหรับระบบสื่อสารเคลื่อนที่

การนำ FIS และ GD เพื่อประยุกต์ใช้กับระบบสื่อสารเคลื่อนที่ได้รับการนำเสนอโดย Lo et al. [54] ในปี 1999 เพื่อการควบคุม P_B แต่เป็นการพิจารณาระบบเซลลูลาร์แบบลำดับชั้น (Hierarchical Cellular Systems) ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะเหมาะสมในการควบคุมพารามิเตอร์สำหรับ SHO เช่นกัน เนื่องจากเป็นวิธีหนึ่งในการเรียนรู้แบบวงกว้าง (Global Learning Criteria) [55] ได้ นอกจากนี้ในวิทยานิพนธ์นี้ยังใช้ SSC ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่ง่ายในการควบคุมพารามิเตอร์โดยค่าของพารามิเตอร์ที่ต้องการควบคุมแกว่งรอบ ๆ ค่าที่ต้องการ วิธีการนี้ใช้หลักการเกี่ยวกับการควบคุมกำลังแบบขั้น (Step Power Control Algorithm) [3,4,23,24,56,57] ข้อดีของ SSC คือมีความซับซ้อนต่ำเนื่องจากทำการเปรียบเทียบเฉพาะค่าของพารามิเตอร์

ที่ควบคุมกับค่าที่ต้องการ แล้วมีการกำหนดค่าใหม่ให้กับค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุม จะเห็นว่า จากงานวิจัยที่ผ่านมา เมื่อพารามิเตอร์ได้รับการควบคุม แสดงว่าเราสามารถควบคุมสมรรถนะของระบบไปในทิศทางที่ต้องการได้



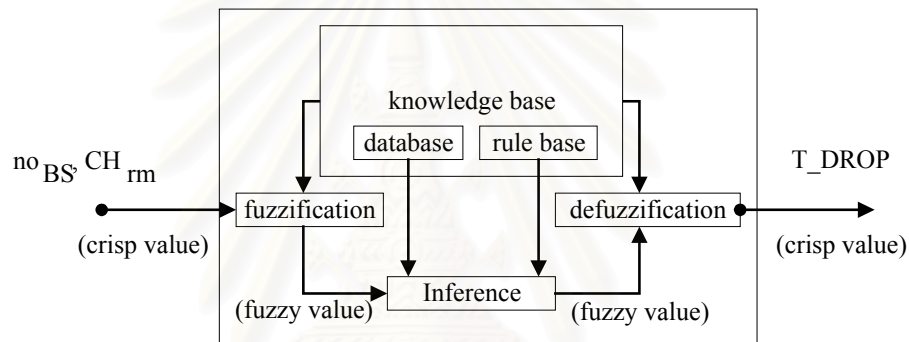
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

แบบจำลองและวิธีการจำลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีต่าง ๆ ที่นำเสนอ โดยเริ่มจาก FIS SHO, FIS&GD SHO และ SSC SHO ดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟโดยใช้ FIS (Soft Handoff Using FIS Procedure: FIS SHO) (วิธีที่เสนอ) [58,59,60]



รูปที่ 3.1-1 โครงสร้างของระบบ FIS SHO

3 ขั้นตอนย่อยที่สำคัญของอัลกอริทึม FIS SHO [61,62,63] คือ ฟัซซิฟิเคชัน (Fuzzification) การอนุมานฟัซซี (Fuzzy Inference) และดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification) ดังแสดงในรูปที่ 3.1-1 IP หลักของอัลกอริทึม FIS SHO ที่นำเสนอคือ จำนวนของไฟล็ตใน AS (no_{BS}) และ ช่องสัญญาณที่เหลือ (Remaining Channels: CH_{rm}) ของ BS หลักที่ให้บริการ โดย OP หลักคือค่า T_DROP

3.1.1 เหตุผลในการเลือกใช้พารามิเตอร์ขาเข้า (IP) และขาออก (OP)

เหตุผลที่เลือกใช้ no_{BS} เป็น IP หลัก คือ

- 1) เป็นพารามิเตอร์ที่วัดจำนวนไฟล็ตใน AS โดยตรงซึ่งเหมาะที่จะใช้ในการตัดสินใจเพิ่มหรือลดการเชื่อมโยงจากการเชื่อมโยงเดิมที่มีอยู่ และ no_{BS} ยังเกี่ยวข้องกับจำนวนช่องสัญญาณของระบบที่ใช้จึงเหมาะที่จะนำมากำหนดค่าเทรชโฮลด์ให้แก่ SHO
- 2) เมื่อไม่คิดเฟดดิ้ง no_{BS} เป็นตัวแทนของความใกล้เคียงของระยะห่างระหว่าง MS กับ BS ยกตัวอย่างถ้า MS อยู่ใกล้กับ BS1 ก็จะมี no_{BS} เท่ากับ 1 และถ้า MS อยู่ระหว่าง BS1 และ BS2 ก็จะมี no_{BS} เท่ากับ 2 หรือถ้าหาก MS อยู่ระหว่าง BS1, BS2 และ BS3 ก็จะมี no_{BS} เท่ากับ 3 เป็นต้น เมื่อนำเฟดดิ้งมาคิด

ก็อาจจะมีการคลาดเคลื่อนของระยะทางที่คาดหวังได้บ้างแต่อย่างไรก็ตาม no_{BS} น่าจะเป็นตัวแทนที่ดีตัวหนึ่ง อย่างไรก็ตามในวิทยานิพนธ์นี้ นำ D_MS_BS มาเป็น IP ดังแสดงรายละเอียดใน IP เพิ่มเติมซึ่งจะกล่าวในลำดับถัดไป การนำ no_{BS} มาเป็น IP มีข้อดีกว่า D_MS_BS ในกรณีที่มีการวัดจำนวนไฟลิตต์ด้วยซึ่งระยะทางบางค่าอาจจะมีไฟลิตต์อยู่เลยก็ได้ หากบริเวณดังกล่าวไม่มีสัญญาณใด ๆ อยู่เลย (Hole)

- 3) เป็นตัวแทนของ QoS (ในที่นี้หมายถึง E_b/I_0 หรือ SIR) เนื่องจากถ้ามี no_{BS} มาก โอกาสที่มี QoS สูงจะมากตาม เพราะในระหว่าง SHO สัญญาณในแต่ละการเชื่อมโยงจะมีการนำมารวมกัน นั่นคือถ้ามีการเชื่อมโยงมาก (จำนวนไฟลิตต์มาก) QoS ก็จะได้ขึ้น
- 4) เป็นตัวแทนของ SHA โดยเหตุผลเหมือนกับข้อ 3

เหตุผลที่เลือกใช้ CH_{tm} เป็น IP หลัก คือ

- 1) เป็นพารามิเตอร์ที่วัดจำนวนช่องสัญญาณที่เหลือของ BS โดยตรงซึ่งควรจะเหมาะสมในการกำหนดค่าให้กับ T_DROP เพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต
- 2) เป็นตัวแทนของจำนวนทราฟฟิกที่ BS ให้บริการในขณะใด ๆ
- 3) เป็นตัวแทนของการแทรกสอด (Interference) เนื่องจากในระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA นั้นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การแทรกสอดมากขึ้น ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้เพราะฉะนั้น CH_{tm} จึงใช้เป็นพารามิเตอร์ที่คาดการณ์การแทรกสอดที่มีอยู่ในเวลานั้น ๆ ได้

เหตุผลที่เลือกใช้ T_DROP เป็น OP หลัก คือ

- 1) เป็นเทรชโฮลด์ที่ใช้ปลด FL และ TCH ของ FL นั้นโดยตรง
- 2) เมื่อมีการปลด TCH ยังมีเวลาในการรักษา QoS ของช่องสัญญาณเป็นเวลา T_TDROP
- 3) การที่เลือกใช้ T_ADD และ SHW เป็น OP อาจทำให้เกิด HO ที่ไม่จำเป็น [14] แต่อย่างไรก็ตามการกำหนดทั้ง T_ADD และ SHW เป็น OP มีรายละเอียดในส่วนของ OP เพิ่มเติมของวิทยานิพนธ์นี้ด้วย
- 4) มีประสิทธิผลมากกว่า T_ADD อย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในภาคผนวก

IP และ OP หลักสามารถแบ่งตามตัวแปรลิงกวิสติก (Linguistic Variables) ซึ่งเป็นตัวแปรที่แสดงความรู้สึก และฟัซซีซับเซต (Fuzzy Subsets) หรือ พจน์ (Terms) ต่าง ๆ ดังนี้

ตัวแปรลิงกวิสติก	ฟัซซีเซต
no_{BS}	$\in \{ต่ำ, กลาง, สูง\}$
CH_{tm}	$\in \{ต่ำ, กลาง, สูง\}$
T_DROP	$\in \{ต่ำ, กลาง, สูง\}$

เหตุที่แต่ละตัวแปรลิงกวิสติกมีเพียง 3 ฟัซซีซับเซต เนื่องจากไม่ต้องการให้มีจำนวนฐานกฎมากเกินไปซึ่งจะทำให้ใช้เวลาในการคำนวณที่มากเกินไปด้วย ส่งผลให้ไม่เหมาะสมต่อ SHO เนื่องจาก SHO ต้องกระทำอย่างรวดเร็วเพื่อรักษาคุณภาพของสัญญาณ โดยฐานกฎในที่นี้จะแสดงรายละเอียดในขั้นตอนอนุমান

ในกรณีที่มีการใช้ IP หรือ OP เพิ่มเติมสามารถจำแนกได้ดังนี้

3.1.1.1 IP เพิ่มเติม

ตัวแปรลิงกวิซติค	พืซซีเซต
E_b/I_0	\in {ต่ำ, กลาง, สูง}

เหตุผลที่เลือกใช้ E_b/I_0 เนื่องจาก

- 1) พารามิเตอร์นี้คาดว่าจะนำไปเพิ่มให้กับ IP หลักเนื่องจากเป็นตัววัด QoS ของ TCH โดยตรง
- 2) เพื่อป้องกันการปลด TCH มากเกินไปอันเป็นเหตุให้เกิด P_{out} สูง

3.1.1.2 OP เพิ่มเติม

ตัวแปรลิงกวิซติค	พืซซีเซต
T_ADD	\in {ต่ำ, กลาง, สูง}
SHW	\in {ต่ำ, กลาง, สูง}

เหตุผลที่นำ OP เพิ่มเติมมาพิจารณาเนื่องจาก

- 1) T_ADD และ SHW เป็นเทรชโฮลด์ในการตัดสินใจโอนย้ายไปหลุดจาก NS หรือ CS มายัง AS ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มหรือลด SHA อีกวิธีหนึ่ง โดย

$$T_ADD = T_DROP + SHW \quad (3.1.1-1)$$

พารามิเตอร์ SHW มีการกำหนดครั้งแรกในงานของ Seite [64] ผลที่ได้ในงานของ Seite แสดงให้เห็นว่าความจุของ FL ของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA สามารถเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นกับการแทรกสอดทั้งหมดซึ่งเป็นฟังก์ชันของ SHW หรือ SHA

- 2) จากข้อ 1) เนื่องจาก T_ADD สามารถทำได้โดยตรงจากการกำหนดเป็น OP หรือสามารถทำได้จากการเปลี่ยนค่าของ SHW ดังสมการที่ (3.1.1-1) การใช้ T_ADD มีข้อดีคือทำได้โดยตรงแต่อาจมีค่าน้อยกว่า T_DROP ได้ในบางกรณีจึงต้องมีเงื่อนไขเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ค่ามากกว่า T_DROP ส่วน SHW จะให้ค่า T_ADD ที่สูงกว่า T_DROP เสมอแต่จะต้องแปลงค่าจาก SHW มาเป็น T_ADD

T_TDROP สามารถนำมาพิจารณาเป็น IP หรือ OP ได้แต่ในวิทยานิพนธ์นี้ไม่ได้เลือกใช้พารามิเตอร์นี้เนื่องจาก

- 1) มีพารามิเตอร์อื่นที่คาดว่าจะสามารถควบคุมสมรรถนะของระบบได้ดีกว่า
- 2) จะทำให้เกิดความซับซ้อนในระบบมากขึ้น เนื่องมาจากการกำหนดค่าและเงื่อนไขให้ T_TDROP
- 3) T_TDROP ที่กำหนดในมาตรฐาน [4,23,25] มีการกำหนดค่าเป็นขั้นอย่างหยาบ จึงอาจจะไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ใน FIS SHO ในขณะนี้ซึ่งเหมาะที่จะใช้เป็นค่าที่มีความต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามภาคผนวกได้แสดงผลเบื้องต้นของ T_TDROP ที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบ

ร ะ บ บ

อย่างไรก็ตามการกำหนดค่า T_TDROP เป็นสิ่งที่น่าสนใจเนื่องจากมีผลต่อเวลาการปลด TCH และแม้ว่าจะไม่ได้กำหนดให้มีค่าต่อเนื่องก็สามารถทำเป็นเงื่อนไขในการใช้ค่าในแต่ละช่วงได้ ซึ่งควรจะศึกษาในลำดับต่อไป

เหตุผลเพิ่มเติมในการเลือกพารามิเตอร์ของ SHO เป็น IP หรือ OP ดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับการวิจัย 2 หัวข้อใหญ่คือ คุณภาพการเชื่อมโยง และการจัดสรรทรัพยากร มีรายละเอียดพอสังเขปดังต่อไปนี้

3.1.1.3 คุณภาพการเชื่อมโยง

มีการพิจารณาถึงการประนีประนอมระหว่างการแทรกสอดของ RL และ FL ดังนี้ การที่เพิ่ม SHW จะทำให้มีการแทรกสอดของ FL มากขึ้น เนื่องจากช่วงเวลาที่ BS หลายตัวทำการส่งสัญญาณทางด้าน FL พร้อมกันมากขึ้น แต่การลด SHW ก็จะทำให้การแทรกสอดทางด้าน RL เพิ่มขึ้น [64] เพราะในช่วง SHO จะมีการปรับปรุงเฟดมาร์จิ้น [6] นอกจากนี้ Seite [64] ยังได้แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของสัญญาณไฟลิตจะดีขึ้นเมื่อ SHW มีขนาดเล็กลง ในขณะที่ไฟลิตของ RL จะดีขึ้นเมื่อ SHW มีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ SHW ที่มีค่าเกิน 7 dB จะให้สมรรถนะของระบบที่แย่กว่าการใช้ HHO

Wang [65] พิจารณาเฉพาะ SHW ที่มีค่าเท่ากับ 0 พบว่าการการเพิ่ม T_ADD/T_DROP พร้อมกันจะลดเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ใช้ใน SHO และในกรณีที่มีขนาดของเซลล์มีค่าคงที่ การเพิ่ม SHA (ลด T_ADD/T_DROP พร้อมกัน) จะเพิ่มค่า "a" ในสมการที่ (2.2.4-2) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่กล่าวข้างต้นในงานของ Jeon [22] ส่วนการลด SHW ก็จะทำให้ค่า "a" ด้วย แต่ว่าการเพิ่มหรือลด "a" มีผลต่อการจัดสรรทรัพยากรด้วยดังหัวข้อถัดไป

3.1.1.4 การจัดสรรทรัพยากร

หัวข้อนี้ก็จะทำการประนีประนอมระหว่าง TRE และ P_B เช่นเมื่อ "a" มีค่าเพิ่มขึ้น (เพิ่ม SHA) [26] คาดว่า P_B , P_{HO} และ NO_{update} จะมีสมรรถนะที่ดีขึ้นแต่ว่ารองรับ T_C ได้น้อยลง TRE และ NO_{BS} จะมีสมรรถนะที่แยกลงกล่าวคือมีค่าลดลงและเพิ่มขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตามในงานของ Su [26] ไม่ได้ทดสอบสมรรถนะระบบที่ T_C เท่ากัน Zhang [66,67] ทำการวิเคราะห์โดยการเพิ่ม T_DROP (ลด SHA) พบว่า NO_{update} มีค่าลดลง ในขณะที่ NO_{BS} จะเพิ่มขึ้นซึ่งตรงข้ามกับงานของ Su [26] ที่แสดงว่า NO_{update} จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ NO_{BS} เพิ่มขึ้น

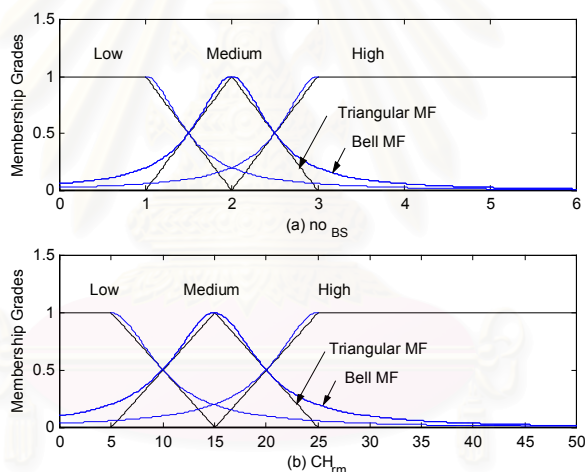
จากเหตุผลต่าง ๆ ทั้งหมดข้างต้นจะเห็นได้ว่าความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับคุณลักษณะของ SHO และสมรรถนะของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ที่มีการใช้ SHO ยังมีไม่มากนัก เนื่องจากยังมีข้อขัดแย้งและข้อถกเถียงอยู่ ฉะนั้นจึงเป็นหัวข้อที่ต้องการการศึกษาและการพิสูจน์อีกมาก

3.1.2 ฟัชซีฟิเคชัน (Fuzzification)

เป็นขั้นตอนที่แปลงค่า IP ซึ่งเป็นค่าคลิช (Crisp) ให้เปลี่ยนเป็นค่าฟัชซี (Fuzzy) ดังรูปที่ 3.1.2-1 ค่าคลิชจะแตกต่างจากค่าฟัชซี คือ ค่าคลิชจะมีเพียงสองค่าคือ 1 หรือ 0 โดยอาจจะคิดในอีกความหมายหนึ่ง

คือ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” [61] ในขณะที่ค่าฟัซซีจะมีได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 นั่นคือในเหตุการณ์หนึ่ง ๆ การคิดโดยใช้ค่าแบบฟัซซีสามารถบอกได้ว่า “ใช่” “ค่อนข้างใช่” “น่าจะใช่” หรือ “ไม่ใช่” ได้ ดังนั้นจึงมีความยืดหยุ่นกว่าการคิดด้วยการใช้ค่าคลิช โดยขึ้นอยู่กับจำนวนและชนิดของฟัซซีสับเซตที่กำหนดรวมถึงชนิดของ MF ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของฐานข้อมูล (Database) ตามรูปที่ 3.1.2-1 และในที่นี้ MF ของ IP หลักก็แสดงในรูปที่ 3.1.2-1

MF ที่ใช้ในการกำหนดการทดสอบหลักประกอบด้วย TriMF และ BelMF ลักษณะของ MF ที่นำมาใช้ในงานนี้มีลักษณะสมมาตรในช่วงฟัซซีสับเซต “กลาง” ของทุกตัวแปรลิงกวิซติก จากรูปที่ 3.1.2-1 จะเห็นว่าบางช่วงมี MF ของแต่ละแบบเพียงครั้งเดียวแล้วต่อกันด้วยเส้นตรงซึ่งแสดงค่าเกรดของ MF เป็น 1 ดังนั้นบางรูปของ MF อาจจะเป็น TraMF แต่เนื่องจากกรณีของ BelMF เมื่อนำเส้นตรงมาประกอบกับครึ่งหนึ่งของ MF จะไม่มีชื่อกำหนด เนื่องจากการกำหนดขึ้นมาใช้เอง ดังนั้นจึงเรียก MF ตาม MF ที่อยู่ตรงกลางเพราะ MF ที่อยู่ตรงกลางสมมาตรทั้งสองด้านและรูปลักษณะเหมือนกับแต่ละครึ่งของ MF ในส่วนที่มีครึ่งเดียว สำหรับ MF ที่ไม่สมมาตรอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป



รูปที่ 3.1.2-1 TriMF และ BelMF ของ IP (a) no_{BS} ; (b) CH_m

TriMF ประกอบด้วยพารามิเตอร์ $\{a,b,c\}$ [49] ดังแสดงในสมการที่ (3.1.2-1) พารามิเตอร์ $\{a,b,c\}$ จะมีเงื่อนไขดังนี้

$$\text{triangle}(x; a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \quad (3.1.2-1)$$

โดยที่ $a < b < c$ ซึ่งเป็นตัวกำหนดจุดทั้ง 3 ของ TriMF ในขณะที่ BelMF มีพารามิเตอร์ 3 ตัวคือ $\{a,b,c\}$ ซึ่งสามารถแสดงได้ในสมการที่ (3.1.2-2) ดังนี้

$$\text{bell}(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x-c}{a}\right|^{2b}} \quad (3.1.2-2)$$

แต่ละพารามิเตอร์มีความหมายในเชิงกายภาพดังนี้ c กำหนดจุดศูนย์กลางของ MF $2a$ เป็นความกว้าง ณ ความสูงครึ่งหนึ่งของ MF หรือเป็นแบนด์วิธ (Bandwidth) ของ MF และ b (ประกอบกับ $a: b/2a$ หรือ $-b/2a$) แสดงความชัน ณ จุดตัดที่ MF มีค่า 0.5 ปกติแล้ว b จะมีค่าเป็นบวก ในกรณีที่ b มีค่าเป็นลบ MF จะมีรูปร่างเป็นระฆังหงาย

TraMF แสดงด้วยพารามิเตอร์ 4 ตัวคือ $\{a, b, c, d\}$ ดังต่อไปนี้

$$\text{trapezoid}(x; a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \quad (3.1.2-3)$$

โดย $\{a, b, c, d\}$ มีข้อกำหนดคือ $a < b < c < d$ และเป็นตัวกำหนดจุดทั้ง 4 ของ TraMF

การที่เลือกใช้ TriMF เนื่องจากเป็น MF ที่ง่ายและเป็นจุดเริ่มต้นในการออกแบบระบบ ส่วนการเลือก BelMF มาใช้เนื่องจากมีความเรียบ (Smoothness) และมีการปรับเปลี่ยนรูปร่างได้ง่าย จะเห็นได้ว่า BelMF สามารถเปลี่ยนเป็น TriMF หรือ TraMF ได้ นี่คือการยืดหยุ่นของ BelMF แต่ว่าฟังก์ชันชนิดนี้ไม่สามารถกำหนดลักษณะรูปร่างที่ไม่สมมาตรได้ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้เลือกใช้ MF ที่มีความสมมาตรดังกล่าวไว้ข้างต้นเนื่องจากง่ายในการออกแบบและใช้งานจริง ส่วนลักษณะที่ไม่สมมาตรของ MF อาจมีการศึกษาเพิ่มเติมได้อีก หลังจากเลือกใช้ MF แล้วสิ่งที่ต้องพิจารณาอีกคือค่าพารามิเตอร์สำหรับกำหนดให้กับแต่ละ MF ซึ่งเป็นพหุคูณของตัวแปรลิงกิวซติค no_{BS} และ CH_{tm} โดยทั่วไปแล้วการกำหนดค่าให้กับ MF ขึ้นกับประสบการณ์ และความรู้ของผู้ออกแบบระบบหรือผู้ที่ควบคุมระบบ [47,48,49] พิจารณาตัวแปรลิงกิวซติค no_{BS} ซึ่งมีค่ามากที่สุดคือ 6 เนื่องจากตามมาตรฐาน IS-95A และ IS-95B/cdma2000 ได้กำหนดให้จำนวนมากที่สุดของสมาชิกใน AS คือ 6 ส่วนค่าน้อยที่สุดคือ 1 เนื่องจาก MS ที่มีการใช้ TCH ย่อมมีการใช้ช่องสัญญาณอย่างน้อย 1 ช่อง แต่ในรูปแบบที่ 3.1.2-1 (a) กำหนดให้มีค่าต่ำสุดมีค่าเป็น 0 เพราะค่า no_{BS} ที่นำมาใช้ได้จากการเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ (Moving Average) โดยในขั้นต้นกำหนดให้มีขนาดของหน้าต่าง (Window) เท่ากับ 5 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่มากหรือน้อยไป เพราะถ้าหากกำหนดให้หน้าต่างมีค่ามากไปค่า no_{BS} ที่นำมาใช้ก็จะล่าช้ากับค่าที่เป็นจริง ณ เวลาใด ๆ และถ้าหากไม่มีการเฉลี่ยค่า no_{BS} ค่าที่ได้จะเป็นจำนวนเต็ม 1 ถึง 6 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ยืดหยุ่น อย่างไรก็ตามค่านี้สามารถมีการปรับเปลี่ยนได้เพื่อความเหมาะสม ค่ามากที่สุดของพหุคูณ “กลาง” ของตัวแปรลิงกิวซติค no_{BS} กำหนดให้มีค่าเป็น 2 เนื่องจากโดยทั่วไป SHO จะมีการใช้ TCH 2 ช่องก็เพียงพอ ดังนั้นค่า 3 จึงกำหนดให้กับ จุดเริ่มต้นของพหุคูณ “สูง” ที่มีค่าพหุคูณเป็น 1

ข้อสังเกต แต่ละพหุคูณควรจะต้องเหลื่อมกันประมาณ 25% [48] เพื่อให้ครอบคลุมเหตุการณ์ที่เป็นไปได้และมีหลายเงื่อนไขในเหตุการณ์ใด ๆ ไม่เช่นนั้นก็จะได้ค่าที่เข้าใกล้ค่าคริซ นอกจากนี้ในบางการทดสอบจะมีการกำหนดการเปลี่ยนแปลงค่าของจุดเริ่มต้นของพหุคูณ “สูง” ที่มีค่าพหุคูณเป็น 1 จากเริ่มต้นที่กำหนดให้เป็น 3 เปลี่ยนเป็น 4 หรือ 5 เป็นต้น

ในกรณีของ CH_{tm} ช่องสัญญาณช่วง 0 ถึง 15 ได้ถูกกำหนดให้กับพหุคูณ “ต่ำ” โดยมีจุดหักมุมอยู่ที่ 5 (ประมาณจาก 7 เซลล์ * 1) ดังแสดงในรูปแบบที่ 3.1.2-1 (b) ค่า 15 (ประมาณจาก 7 เซลล์ * 2) ได้

กำหนดให้กับจุดศูนย์กลางของฟัซซีสับเซต “กลาง” ซึ่งครอบคลุมช่วง 5 ถึง 25 และช่วง 15 ถึง 50 ได้กำหนดให้กับฟัซซีสับเซต “สูง” ซึ่งมีจุดหักมุมอยู่ที่ 25 (ประมาณจาก 7 เซลล์* 3.5)

หมายเหตุ การใช้ 7 เซลล์ในการประมาณแต่ละค่าข้างต้นให้แก่แต่ละ MF ของ CH_{mm} ได้จากการรวมกันของเซลล์ประชิดทั้ง 6 และเซลล์ที่ให้บริการ ($1+6=7$) และจากค่าที่ได้จากการประมาณจะหารด้วย 5 ได้ลงตัวเพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบหรือการปรับในลำดับต่อไป

3.1.3 การอนุมานฟัซซี (Fuzzy Inference)

ขั้นตอนนี้เกี่ยวกับการกำหนดเงื่อนไขกฎ “ถ้า - แล้ว” ให้สอดคล้องกับข้อมูล ความรู้สึกตามหลักการเหตุผล และความเป็นจริงมากที่สุดของ SHO ที่ต้องการ ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือทำการเพิ่มค่าของ T_DROP สำหรับการปลด TCH ใน AS เมื่อสภาพแวดล้อมมีทราฟฟิกไหลตสูงเพื่อที่จะเพิ่ม T_c ลด NO_{update} ใน AS, ลด P_B และ P_{HO} ส่งผลให้ระบบมี TRE ดีขึ้น โดยยังคงรักษา P_{out} และ QoS ของ TCH ให้อยู่ในขอบเขตที่สามารถยอมรับได้ และในทางตรงกันข้ามทำการลดค่าของ T_DROP สำหรับการเพิ่ม TCH ใน AS เมื่อสภาพแวดล้อมมีทราฟฟิกไหลต่ำทำให้เพิ่ม QoS ของ TCH โดยรูปแบบของกฎ “ถ้า - แล้ว” สามารถแสดงได้ดังรูปแบบต่อไปนี้

“ ถ้า no_{BS} มีค่าเป็น A และ CH_{mm} มีค่าเป็น B แล้ว T_DROP จะมีค่า C”

โดยที่ A B และ C เป็นฟัซซีสับเซตที่ได้กำหนดข้างต้น และกฎทั้งหมดจะรวมอยู่ในฐานกฎที่แสดงเป็นส่วนประกอบหนึ่งในรูปที่ 3.1.2-1

3.1.3.1 ฐานกฎ (Rule Base)

ฐานกฎหลักประกอบด้วยกฎ “ถ้า-แล้ว” 9 กฎ ซึ่งมาจากฟัซซีสับเซตทั้ง 3 ของตัวแปรลิงกวีซติคของ IP ($3^2=9$) ดังแสดงในตารางที่ 3.1.3.1-1 ปกติแล้วการเพิ่ม T_DROP จะทำให้ SHA ลดลงและ MS ที่อยู่ในบริเวณระหว่างขอบของ SHA เก้ากับใหม่ยอมทำให้เกิดการบังคับให้ออก (Force Out) จาก SHA โดยอัตโนมัติตั้งในงานของ Hwang [14] และ Jeon [22] แต่ในวิธีการที่นำเสนอจะจะมีการปรับค่า T_DROP (หรือ OP อื่นในกรณีที่น่ามาใช้) ให้เหมาะสมสำหรับแต่ละ MS โดยพิจารณาถึงแวดล้อมของแต่ละ MS ดังนั้น ขอบเขตของ SHA ของแต่ละ MS ก็ย่อมแตกต่างกัน

เงื่อนไขในการใช้ฐานกฎคือ จะใช้เฉพาะ MS ที่มีจำนวนโพลีตใน AS มากกว่า 1 โพลีต ส่วน MS ที่มีจำนวนโพลีตใน AS เท่ากับ 1 จะใช้ค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP ที่กำหนดให้

หลังจากผ่านการจัดการผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละกฎในฐานกฎซึ่งเรียกว่า การสรุปกฎ (Aggregation) จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละกฎมาหาผลลัพธ์ของฟัซซีสับเซตของ OP ซึ่งเรียกว่า การประกอบผลลัพธ์ของกฎ (Composition) [62] ซึ่งวิธีทั้งสองส่วนเรียกรวมว่า การชักเหตุผล (Reasoning) [63] การชักเหตุผลที่นิยมได้แก่ MMC หรือ MPC [63] ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้ทั้งสองแบบขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการทดสอบ ในขั้นต้นจะกล่าวถึง MMC ก่อน เนื่องจากใช้เวลาน้อยกว่า ขั้นตอนต่าง ๆ ของ MMC ที่ประยุกต์ใช้กับ IP และ OP หลักแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1.3.1-1 กฎสำหรับการปรับค่า T_DROP (ใช้กับหัวข้อการทดสอบ 1.3.1.1, 1.3.1.2)

CH_{mm} No_{BS}	ต่ำ	กลาง	สูง
ต่ำ	T_DROP: สูง	T_DROP: กลาง	T_DROP: ต่ำ
กลาง	T_DROP: สูง	T_DROP: กลาง	T_DROP: ต่ำ
สูง	T_DROP: สูง	T_DROP: สูง	T_DROP: กลาง

3.1.3.2 การประกอบผลลัพธ์ของกฎแบบมากที่สุด-น้อยที่สุด (Max-Min Composition: MMC)

3.1.3.2.1 การสรุปกฎ (Aggregation)

ทำการพิจารณาแต่ละกฎ “ถ้า - แล้ว” ในฐานกฎทั้งหมดโดยมีหลักการดังตัวอย่างต่อไปนี้ กำหนดให้ P คือ ประพจน์ ($no_{BS} = \text{สูง}$), Q คือ ประพจน์ ($CH_{mm} = \text{ต่ำ}$), R คือ ประพจน์ ($T_DROP = \text{สูง}$) และ μ คือ เกรด (Grade) ของ MF แสดงเป็นประโยคซึ่งรวมประพจน์ต่าง ๆ ข้างต้นได้คือ ถ้า ($no_{BS} = \text{สูง}$) และ ($CH_{mm} = \text{ต่ำ}$) แล้ว ($T_DROP = \text{สูง}$) หรือเขียนในรูปสัญลักษณ์ได้ดังนี้ $P \wedge Q \rightarrow R$ จะได้

$$\mu_R = \min(\mu_P, \mu_Q) = \text{ค่าพีชชีของ } (T_DROP = \text{สูง}) \quad (3.1.3.2-1)$$

หมายเหตุ ปฏิบัติการ (Operator) min หมายถึงการเลือกค่าที่น้อยที่สุด (Minimum) ซึ่งเป็นปฏิบัติการหนึ่งของการอินเตอร์เซกชัน (Intersection) พีชชีสับเซตแบบ T-norm [61,63] ซึ่งใช้สัญลักษณ์ “ \wedge ” (สามารถใช้ปฏิบัติการ prod ซึ่งหมายถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการคูณ (Production) ได้ [63] ดังในกรณีของ MPC)

3.1.3.2.2 การประกอบผลลัพธ์ของกฎ (Composition)

ใช้ผลลัพธ์จากส่วนของการสรุปกฎ เพื่อหาตัวแทนค่าพีชชีของแต่ละพีชชีสับเซตของตัวแปรลิงกิวซติก T_DROP (ในกรณีที่ให้ T_DROP เป็น OP อย่างเดียว) ยกตัวอย่าง พิจารณาเฉพาะพีชชีสับเซต “สูง” ของตัวแปรลิงกิวซติก T_DROP ในตารางที่ 3.1.3.1-1 ซึ่งมีทั้งหมด 4 กรณี เพื่อที่จะหาตัวแทนของพีชชีสับเซตดังกล่าวจะใช้ปฏิบัติการ max ซึ่งหมายถึงการเลือกค่าที่มากที่สุด (Maximum) ตามหลักการของการปฏิบัติการแบบ S-norm หรือ T-conorm [61,63] เนื่องมาจากการยูเนียน (Union) ของพีชชีสับเซตของผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนของการสรุปกฎซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$\text{ตัวแทนของ } (T_DROP = \text{สูง}) = \max(\mu_{R1}, \mu_{R2}, \mu_{R3}, \dots, \mu_{Rn}) \quad (3.1.3.2.2-1)$$

ส่วน ตัวแทนของ ($T_DROP = \text{กลาง}$) หรือ ตัวแทนของ ($T_DROP = \text{ต่ำ}$) ก็ทำได้ในทำนองเดียวกัน

3.1.4 ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification)

การแปลงค่าคลิซที่แสดงค่าของแต่ละฟัซซีสับเซตของ OP จากขั้นตอนอนุมานเรียกว่า ดีฟัซซิฟิเคชัน ในวิทยานิพนธ์นี้ DFM หลักที่เลือกใช้ได้แก่วิธี WAF, BOA และ COA ดังแสดงในสมการที่ (3.1.4-1)-(3.1.4-3) ตามลำดับ [61,62,63,68,69,70]

DFM แบบ WAF

$$Z_{WAF} = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i Z_i^*}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (3.1.4-1)$$

DFM แบบ BOA

$$\text{Area} = \Delta z \sum_{i=1}^{Z/\Delta z} \mu_i \quad (3.1.4-2.1)$$

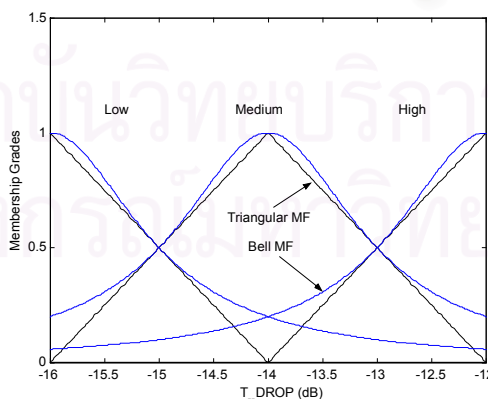
$$\Delta z \sum_{i=1}^{Z_{BOA}} \mu_i = \text{Area} / 2 \quad (3.1.4-2.2)$$

DFM แบบ COA

$$Z_{COA} = \frac{\sum_{i=1}^{Z/\Delta z} \mu_i Z_i}{\sum_{i=1}^{Z/\Delta z} \mu_i} \quad (3.1.4-3)$$

โดยที่ n คือ จำนวนของ MF ของแต่ละ OP สำหรับการดีฟัซซิฟิเคชัน

Z คือ เอกภพของค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด (Universe of Discourse) สำหรับ OP ดังแสดงในรูปที่ 3.1.4-1



รูปที่ 3.1.4-1 TriMF และ BelMF ของ T_DROP

จากรูปที่ 3.1.4-1 $z = \{z | z \in Z\}$ โดยที่กำหนดให้

$\mu_{mf}(z)$ คือ เกรดของฟัซซีสับเซตหลังจากผ่านขั้นตอนการอนุมานฟัซซี

μ^* คือ ค่าพีซีซีมากที่สุดของแต่ละ MF ของพีซีซีลับเซต
 Z^* = { z ณ ตำแหน่งใน MF/ $\mu_{mf}(z) = \mu^*$ } และ
 Δz คือ ชั้นของ z

ค่าของ T_DROP จะกำหนดอยู่ในช่วง -16 ถึง -12 dB [13] ซึ่งให้ -14 dB เป็นค่าศูนย์กลางของพีซีซีลับเซต “กลาง” เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.1.4-1

วิธี COA บางครั้งเรียกว่าวิธี COG [62] วิธีการนี้เริ่มต้นจะลากเส้นตัด MF ณ ดิกรีที่เหมาะสมที่ได้จากขั้นตอนอนุมาณพีซีซีของแต่ละพีซีซีลับเซต พื้นที่ภายใต้พีซีซีลับเซตจะนำมารวมกัน (ในที่นี้พื้นที่ที่ซ้อนกันให้นำมารวมกันแบบยูเนียน (Union)) การดุล (Balancing) พื้นที่ดังกล่าวทำให้ได้ค่าผลลัพธ์ขาออกที่ประนีประนอมระหว่างแต่ละค่าที่ได้จากแต่ละ MF วิธี COA มีข้อเสียอย่างหนึ่งคือ หาก MF ของบางพีซีซีลับเซตมีพื้นที่ที่ใหญ่มากขึ้น จะยังมีผลกระทบต่อค่าดีพีซีซีพีเคชันมากกว่าพื้นที่เล็กที่ไม่ได้ทับซ้อนกับพื้นที่ใหญ่ดังกล่าว [62] ข้อเสียอีกอย่างคือ วิธี COA มีการคำนวณมาก ในขณะที่วิธี BOA มีการแบ่งพื้นที่ทั้งหมดให้เป็นสองส่วนเท่ากันซึ่งอาจจะได้ค่าที่ไม่ประนีประนอมระหว่างแต่ละค่าที่ได้จากแต่ละ MF ส่วนวิธี WAF ซึ่งอาจเรียกอีกอย่างว่าวิธี COM [62] เริ่มต้นจะกำหนดค่าที่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุด (The Most Typical Value) สำหรับแต่ละพีซีซีลับเซตหรือแต่ละพจน์แล้วหาค่าที่ประนีประนอมที่สุดจากผลที่ได้จากขั้นตอนอนุมาณพีซีซี แต่ว่าวิธีนี้มีข้อเสียดังตัวอย่างหนึ่งซึ่งถือเป็นข้อสังเกตคือ ขณะที่รถบังคับพยายามตัดลिनที่จะเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวาเมื่อมีอุปสรรคขวางทางอยู่ เนื่องจากเซนเซอร์ที่รับได้ทั้งซ้ายและขวามีค่าเท่ากันทำให้มุมในการเลี้ยวมีค่าเป็นศูนย์หลังจากดีพีซีซีพีเคชัน ดังนั้นรถจะชนอุปสรรค ดังได้กล่าวใน [62]

เมื่อได้ค่า T_DROP จะหาค่า T_ADD ของแต่ละ MS ตามสมการที่ (3.1.1-1) โดย SHW มีทั้งค่าคงที่หรือค่าที่ปรับตัวได้

3.1.5 หัวข้อการทดสอบสำหรับหัวข้อ 3.1

หัวข้อการทดสอบแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อหลักดังนี้

3.1.5.1 หัวข้อการทดสอบของ FIS SHO เมื่อพิจารณาผลต่อสมรรถนะ SHO ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของชนิดของ IP และ OP

3.1.5.1.1 เปรียบเทียบสมรรถนะ SHO มาตรฐาน IS-95A และ IS-95B/cdma2000 กับ FIS SHO ซึ่งมีรายละเอียดตามรูปแบบของ MFM ดังนี้

$$[no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)/MMC(9)/WAF/T_DROP/TriMF(3)]$$

หมายเหตุ ค่า SHW ในกรณีนี้เลือกใช้ที่ 2 dB [5,11,13]

วิธีในข้อ 3.1.5.1.1 ทั้งหมดจะใช้อ้างอิงกับวิธีหรือเงื่อนไขในหัวข้อการทดสอบอื่น ๆ

3.1.5.1.2 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO ที่มีการเปลี่ยนขนาดค่าคงที่ของ SHW กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิง

ทำการปรับค่าคงที่ของ SHW จาก 2 dB (ข้อ 3.1.5.1.1) เป็น 1 ถึง 4 dB [60]

3.1.5.1.3 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO โดยเพิ่ม SHW ในส่วนของ OP กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิงและวิธีในข้อ 3.1.5.1.2 โดยรูปแบบของ MFM ในหัวข้อนี้สามารถแสดงได้ดังนี้

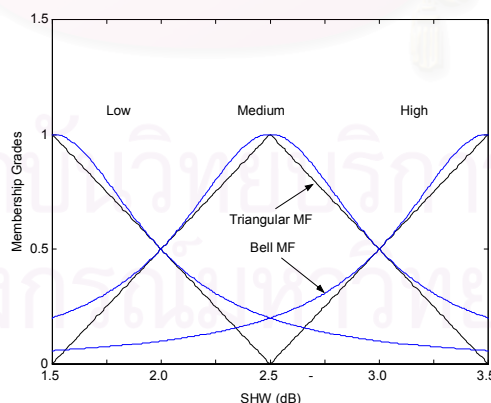
$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_m/TriMF(3)/MMC(18)/WAF//T_DROP/TriMF(3)/SHW/TriMF(3)\}$$

ฐานกฎเพิ่มเติมเนื่องจาก SHW จำนวน 9 กฎดังแสดงในตารางที่ 3.1.5.1.3-1 ซึ่งทำให้ใช้กฎทั้งสิ้น 18 กฎ (MMC(18)) [60,71,72,73]

ตารางที่ 3.1.5.1.3-1 กฎสำหรับการปรับค่า SHW

CH_m	ต่ำ	กลาง	สูง
No_{BS}			
ต่ำ	SHW: สูง	SHW: กลาง	SHW: ต่ำ
กลาง	SHW: สูง	SHW: กลาง	SHW: ต่ำ
สูง	SHW: สูง	SHW: สูง	SHW: กลาง

ส่วน MF ของ SHW ซึ่งถือว่าเป็นฐานข้อมูลหนึ่งในฐานความรู้ที่แสดงในรูปที่ 3.1.2-1 สามารถแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.1.5.1.3-1



รูปที่ 3.1.5.1.3-1 ตัวอย่างของ TriMF และ BelMF ของ SHW ที่มีช่วงอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 3.5 dB ซึ่งแทนด้วย ชุด MF (1.5,2.5,3.5)

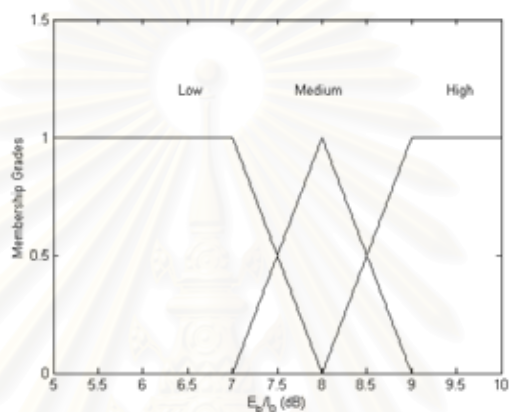
ตารางที่ 3.1.5.1.4-1 กฎสำหรับการปรับค่า T_DROP {L: ต่ำ, M: กลาง, H: สูง}

No.	E_b/I_0	$n_{o_{BS}}$	CH_m	T_DROP
1	L	L	L	M (H)
2	L	L	M	L (M)
3	L	L	H	L (L)
4	L	M	L	M (H)
5	L	M	M	L (M)
6	L	M	H	L (L)
7	L	H	L	M (H)
8	L	H	M	L (H)
9	L	H	H	L (M)
10	M	L	L	H (H)
11	M	L	M	M (M)
12	M	L	H	L (L)
13	M	M	L	H (H)
14	M	M	M	M (M)
15	M	M	H	L (L)
16	M	H	L	H (H)
17	M	H	M	M (H)
18	M	H	H	L (M)
19	H	L	L	H (H)
20	H	L	M	H (M)
21	H	L	H	M (L)
22	H	M	L	H (H)
23	H	M	M	H (M)
24	H	M	H	M (L)
25	H	H	L	H (H)
26	H	H	M	H (H)
27	H	H	H	M (M)

3.1.5.1.4 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO โดยเพิ่ม E_b/I_0 ในส่วนของ OP กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิงโดยมีรายละเอียดของระบบที่เปลี่ยนแปลงดังนี้

$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)/E_b/I_0/TriMF(3)/MMC(27)/WAF//T_DROP/TriMF(3)/T_ADD/TriMF(3)\}$

MF ของ E_b/I_0 และฐานกฎทั้งหมดของหัวข้อนี้ แสดงรูปที่ 3.1.5.1.4-1 และตารางที่ 3.1.5.1.4-1 ตามลำดับ [74]



รูปที่ 3.1.5.1.4-1 TriMF ของ E_b/I_0

ตัวอักษรเอียงแสดงในตารางที่ 3.1.5.1.4-1 แสดงถึงการกำหนดค่าของ T_DROP ที่แตกต่างจากรางอ้างอิง (ตารางที่ 3.1.3.1-1)

3.1.5.2 หัวข้อการทดสอบของ FIS SHO เมื่อพิจารณาขั้นตอนและรายละเอียดหรือวิธีการใน FIS

เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO ที่มีการเปลี่ยน MFT และ DFM กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิงโดยมีรายละเอียดของระบบที่เปลี่ยนแปลงดังนี้

$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)/MMC(9)/BOA//T_DROP/TriMF(3)\}$

$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)/MMC(9)/COA//T_DROP/TriMF(3)\}$

$\{no_{BS}/BelMF(3)/CH_{tm}/BelMF(3)/MMC(9)/BOA//T_DROP/BelMF(3)\}$

$\{no_{BS}/BelMF(3)/CH_{tm}/BelMF(3)/MMC(9)/COA//T_DROP/BelMF(3)\}$

$\{no_{BS}/BelMF(3)/CH_{tm}/BelMF(3)/MMC(9)/WAF//T_DROP/BelMF(3)\}$

$\{no_{BS}/BelMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)/MMC(9)/WAF//T_DROP/BelMF(3)\}$

3.2 FIS SHO กับปัญหา NUT

วิธี FIS SHO ที่นำเสนอข้างต้น [58,59,60] มีการปรับค่าเทรชโฮลด์ของ SHO ตามความหนาแน่นของทราฟฟิกโหลด (CH_{tm}) ของแต่ละ BS จึงคาดว่าจะสามารถปรับปรุงสมรรถนะระบบอันเนื่องมาจาก NUT โดยเฉพาะอย่างยิ่ง P_B , P_{HO} , TRE และ T_C ได้ วิธี FIS SHO ก่อนข้างจะแตกต่างจากวิธีอื่น ๆ ดังกล่าวในงานของ Chen [9], Jeon [22] และหัวข้อ 2.4 ซึ่งโดยส่วนใหญ่เน้นการควบคุมกำลังส่งที่ BS จัดสรรให้ MS

เหตุที่หลักการ FIS SHO ต่างจากวิธีการในการแก้ปัญหา NUT ของวิธีอื่นเนื่องจากวัตถุประสงค์เริ่มต้นแตกต่างกัน คือ FIS SHO เน้นที่การปรับค่าเทรชโฮลด์ของ SHO (T_ADD , T_DROP) เพื่อเพิ่ม T_C ในระบบมากกว่าที่จะแก้ปัญหา NUT โดยตรง แต่เนื่องจากเทรชโฮลด์ดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัตตามทราฟฟิกโหลดของเซลล์ ดังนั้นหากเซลล์ใดมีทราฟฟิกโหลดสูงก็จะได้เทรชโฮลด์ (T_ADD , T_DROP) ที่มีค่าสูงช่วยให้ลดการเชื่อมโยงที่มากเกินไปหรืออีกนัยหนึ่งคือ SHA มีค่าลดลงนั่นเอง ในขณะที่เซลล์ที่มีทราฟฟิกโหลดต่ำซึ่งจะได้ค่าเทรชโฮลด์ (T_ADD , T_DROP) ที่มีค่าต่ำ ทำให้ SHA มีค่ามากขึ้นผลคือเซลล์จะรองรับจำนวนผู้ใช้ในเซลล์ได้มากขึ้น และถ้าหากเซลล์ที่มีทราฟฟิกโหลดสูงอยู่ติดกับเซลล์ที่มีทราฟฟิกโหลดต่ำ เซลล์ที่มีทราฟฟิกโหลดต่ำจะช่วยแบ่งรับจำนวนผู้ใช้จากเซลล์ที่มีทราฟฟิกโหลดสูงเนื่องจาก SHA ของเซลล์ที่มีทราฟฟิกโหลดต่ำจะขยายของไปในขณะที่ SHA ของเซลล์ที่มีทราฟฟิกโหลดสูงจะหดลง

3.3 FIS SHO กับปัญหา PPI

งานที่เสนอบางส่วนในวิทยานิพนธ์นี้ [58] จะทำการทดสอบกับปัญหา PPI ด้วย เนื่องจากวิธี FIS SHO ที่นำเสนอมีการปรับค่า T_ADD และ T_DROP ตาม no_{BS} โดยคาดว่าจะสามารถปรับปรุงสมรรถนะระบบโดยลดจำนวนไฟลิตที่มากเกินไปได้ด้วยวิธีการเพิ่มค่า T_ADD และ T_DROP

จากวิธีต่าง ๆ ที่ได้รับการเสนอก่อนหน้านี้ดังแสดงในหัวข้อ 2.5 เพื่อลดจำนวนไฟลิตนั้น จะเห็นว่าแตกต่างจากงานที่เสนอบางส่วนในวิทยานิพนธ์นี้ [58] เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักต่างกัน โดยวิธี FIS SHO นำความสามารถในการปรับค่าได้ของ T_ADD และ T_DROP มาใช้ประโยชน์ในการลดจำนวนไฟลิตที่มากเกินไปซึ่งสอดคล้องกับฐานกฎในตารางที่ 3.1.3.1-1

3.4 การควบคุม QoS ให้เหมาะสมโดยใช้ SHO

จากระบบ FIS SHO ที่ใช้ IP และ OP หลักดังได้เสนอข้างต้นพิจารณาที่ T_C เป็นหลัก ดังนั้นจึงไม่ได้สนใจกับ QoS หรือพารามิเตอร์อื่นมากนัก หากมีการควบคุม QoS สามารถทำได้โดยอาจจะเพิ่ม IP เพิ่มเติม หรือเพิ่มกระบวนการในการควบคุมพารามิเตอร์ที่ต้องการ

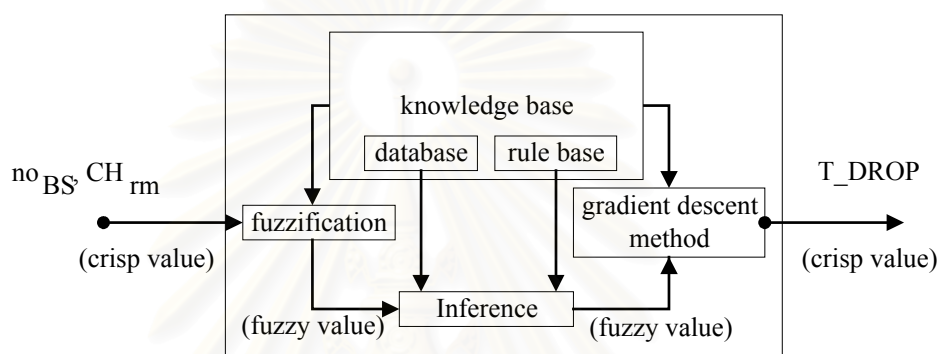
ในวิทยานิพนธ์นี้แบ่ง QoS ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

- 1) การใช้ทรัพยากรท่วงศ์: พารามิเตอร์ที่ทำการพิจารณาประกอบด้วย TRE, P_B และ P_{HO}
- 2) คุณภาพของ TCH: E_b/I_0 และ P_{out} ได้รับการจัดสรรเพื่อหาค่าสมรรถนะของระบบในแง่นี้ โดย E_b/I_0 มีความสัมพันธ์กับ P_{out} ดังสมการที่ 3.4-1 [17]

$$P_{out} = \Pr\left(\frac{E_b}{I_0} < 5 \text{ dB}\right) \quad (3.4-1)$$

เมื่อ QoS สามารถควบคุมได้ แสดงว่าสมรรถนะของระบบหรือสมรรถนะ SHO สามารถควบคุมได้ในทิศทางที่ต้องการ ในทางตรงกันข้าม TRE (P_B , P_{HO}) และ E_b/I_0 (P_{out}) สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นตามความต้องการ

3.4.1 การควบคุม TRE โดยใช้ FIS&GD SHO [74,75]



รูปที่ 3.4.1-1 โครงสร้างของระบบ FIS&GD SHO

FIS และ GD ได้ถูกนำมาใช้โดย Lo [54] ในการควบคุม P_B สำหรับระบบเซลล์ลาร์แบบลำดับชั้น ความแตกต่างระหว่าง FIS&GD SHO และ FIS SHO คือ มีการนำ GD มาใช้แทนขั้นตอนวิธีฟัซซีพีเคชันดังแสดงในรูปที่ 3.4.1-1 วิธีการชักเหตุผลแบบเกรเดียนต์ตำแหน่งของซูจิโน (Sugeno's Position-Gradient Type Reasoning Method) หรือ SFM [54,63] ได้นำมาประยุกต์เพื่อหา $t_drop_r(t+1)$ ซึ่งเป็นค่าปรับเทรชโฮลด์ (Drop Threshold) ของแต่ละกฎ (r) ณ เวลา $t+1$ ส่งผลให้หา $T_DROP(t+1)$ ที่เวลา $t+1$ ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนย่อยในขั้นตอนอนุมานฟัซซี ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ขั้นตอนวิธีฟัซซีพีเคชันดังในวิธีอนุมานตาม MFM [54,63] เหมือนกับ FIS SHO ค่า $t_drop_r(t+1)$ ซึ่งเป็นค่าปรับเทรชโฮลด์สำหรับแต่ละกฎ ณ เวลา $t+1$ และ $T_DROP(t+1)$ คือค่า T_DROP ณ เวลา $t+1$ ในการควบคุมแต่ละ MS (IP และ ฐานความรู้ (9 กฎ และ MFT) เหมือนกับ FIS SHO [58,59,60]) แสดงตามลำดับได้ดังนี้

$$t_drop_r(t+1) = \kappa T_DROP(t) + \rho_r(t+1) \quad (3.4.1-1)$$

โดยที่ r คือ หมายเลขกฎ

κ คือ ค่าคงที่ในการรักษาเสถียรภาพ

ρ คือ พารามิเตอร์ในการปรับค่าสำหรับ $t_drop_r(t+1)$

ดังนั้น $T_DROP(t+1)$ ซึ่งใช้ IP และ OP หลักจึงแสดงได้ดังนี้

$$T_DROP(t+1) = \sum_{r=1}^9 t_drop_r(t+1)w_r(t+1) \quad (3.4.1-2)$$

$$T_DROP(t+1) = \kappa T_DROP(t) + \sum_{r=1}^9 \rho_r(t+1)w_r(t+1) \quad (3.4.1-3)$$

โดยที่ $w_r(t+1)$ คือตัวประกอบน้ำหนัก (Weighting Factor) สำหรับ OP ของกฎ r ที่กำหนดให้ตามสมการที่ (3.4.1-4)

$$w_r(t+1) = \frac{w'_r(t+1)}{\sum_{r=1}^9 w'_r(t+1)} \quad (3.4.1-4)$$

โดยที่

$$w'_r(t+1) = \text{product}(\mu_{no_{BS},r}(t), \mu_{CH_m,r}(t)) \quad (3.4.1-5)$$

พารามิเตอร์ $\rho_r(t+1)$ หาได้จากวิธี GD โดย erf ณ เวลา t แสดงได้ดังนี้

$$\text{erf}(t) = \frac{1}{2} (\text{no}_{BS}(t+1) - \text{no}_{BS}^{\text{required}})^2 \quad (3.4.1-6)$$

ดังนั้น $\rho_r(t+1)$ จะแสดงโดย

$$\rho_r(t+1) = \rho_r(t) + \Delta\rho_r(t+1) \quad (3.4.1-7)$$

$$\rho_r(t+1) = \rho_r(t) + \eta \frac{\partial \text{erf}(t)}{\partial \rho_r(t)} \quad (3.4.1-8)$$

$$\rho_r(t+1) = \rho_r(t) + \eta (\text{no}_{BS}(t+1) - \text{no}_{BS}^{\text{required}}) \frac{\partial \text{no}_{BS}(t)}{\partial \rho_r(t)} \quad (3.4.1-9)$$

โดยที่ η คืออัตราขยายแบบปรับตัวซึ่งควรจะให้ค่าที่เหมาะสม

การเปลี่ยนแปลงของ $\text{no}_{BS}(t+1)$ ในช่วง $(t, t+1]$ ใช้สัญลักษณ์ $\nabla \text{no}_{BS}(t+1)$ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตาม $T_DROP(t+1)$ ดังนั้น $\text{no}_{BS}(t+1)$ ควรมีค่าอยู่รอบ ๆ $\text{no}_{BS}^{\text{required}}$ ซึ่งสอดคล้องกับ TRE ที่ต้องการ เนื่องจากกำหนดให้ $\text{TRE}(\%) = 1/\text{NO}_{BS} * 100$, $\nabla \text{no}_{BS}(t+1)$ ถูกประมาณให้มีความสัมพันธ์ลำดับที่ 1 (First-Order Relationship) กับค่า $T_DROP(t+1)$ ดังนั้น $\text{no}_{BS}(t+1)$ สามารถแสดงการประมาณได้ดังนี้

$$\text{no}_{BS}(t+1) = \text{no}_{BS}(t) + \Delta \text{no}_{BS}(t+1) \quad (3.4.1-10)$$

$$\text{no}_{BS}(t+1) \approx \text{no}_{BS}(t) + \varepsilon T_DROP(t+1) + c \quad (3.4.1-11)$$

โดยที่ ε คือค่าคงที่ที่ได้จากการกำหนด ส่วน c คือค่าคงที่ สมการที่ (3.4.1-11) สามารถเขียนใหม่ [54,76]

โดย $\frac{\partial \text{no}_{BS}(t)}{\partial \rho_r(t)}$ สามารถแสดงได้เป็น

$$\frac{\partial \text{no}_{BS}(t)}{\partial \rho_r(t)} \approx \gamma \frac{\partial \text{no}_{BS}(t-1)}{\partial \rho_r(t-1)} + \varepsilon \frac{\partial T_DROP(t)}{\partial \rho_r(t)} \quad (3.4.1-12)$$

โดย γ ได้รับการกำหนดให้ค่าเข้าใกล้แต่ต่ำกว่า 1 เพื่อหลีกเลี่ยงความไม่เสถียร และ $\frac{\partial T_DROP(t)}{\partial \rho_r(t)}$ สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\frac{\partial T_DROP(t)}{\partial \rho_r(t)} = \kappa \frac{\partial T_DROP(t-1)}{\partial \rho_r(t-1)} + w_r(t) \quad (3.4.1-13)$$

จากผลที่ได้ในสมการที่ (3.4.1-13) เมื่อนำไปแทนในสมการที่ (3.4.1-12) จะได้ $\frac{\partial no_{BS}(t)}{\partial p_r(t)}$ ที่ขึ้นกับค่าในอดีตซึ่งสามารถนำไปแทนในสมการที่ (3.4.1-9) เพื่อหาค่า $p_r(t+1)$ แล้วหาค่า $w_r(t+1)$ และ $T_DROP(t+1)$ ในลำดับต่อไป

การควบคุม TRE โดยใช้ FIS ร่วมกับ GD อาจจะไม่สามารถควบคุม TRE ตามที่ต้องการได้ทุกช่วงของทราฟฟิกโหลดหรือบางค่าของ TRE ที่ต้องการ เนื่องจากฐานกฎที่กำหนดใน FIS SHO ตั้งอยู่บนพื้นฐานของวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน ดังนั้นเพื่อต้องการควบคุม TRE ตามแนวความคิดพื้นฐานโดยมีความซับซ้อนและการคำนวณที่ไม่มากนัก จึงเสนอวิธีการควบคุม TRE อย่างง่ายเรียกว่าการควบคุมแบบขั้นอย่างง่าย (Simple Step Control) โดยได้แนวความคิดมาจากการควบคุมกำลังแบบขั้น (Step Power Control) ในระบบสื่อสารเคลื่อนที่ [77,78,79,80]

3.4.2 การควบคุม TRE โดยใช้ SSC

IP ของอัลกอริทึม SSC ที่นำเสนอคือ no_{BS} อย่างเดียว ส่วน OP คือ T_DROP อัลกอริทึมสามารถแสดงดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดค่า TRE ที่ต้องการ แล้วหาค่า no_{BS} ที่ต้องการ ($no_{BS}^{required}$) โดยคำนวณจาก

$$no_{BS} = 1/TRE(\%)*100 \quad (3.4.2-1)$$
- 2) ถ้า no_{BS} ของแต่ละ MS ใน SHA มีค่ามากกว่า $no_{BS}^{required}$ ค่า T_DROP ที่ควบคุมแต่ละ MS จะมีค่าสูงขึ้น 0.5 dB
- 3) ถ้า no_{BS} ของแต่ละ MS ใน SHA มีค่าต่ำกว่า $no_{BS}^{required}$ ค่า T_DROP ที่ควบคุมแต่ละ MS จะมีค่าลดลง 0.5 dB
- 4) T_ADD ของแต่ละ MS จะมีค่าเท่ากับ $T_DROP +$ ค่าคงที่ของ SHW

3.4.3 การควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ FIS SHO

รายละเอียดสอดคล้องกับ (3.1.5.1.4)

3.4.4 การควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ FIS&GD SHO

การควบคุมในหัวข้อนี้ใช้ IP 3 ชนิด คือ no_{BS} , CH_{tm} และ E_b/I_0 เพื่อควบคุม E_b/I_0 เอง ดังนั้นจึงมีกฎอนุมานที่เป็นไปได้ $3^3 = 27$ กฎ โดยมีการใช้ FIS ร่วมกับ GD ดังเช่นการควบคุม TRE ในหัวข้อที่ 3.4.1 ดังนั้นสมการที่ 3.4.1-2 และ 3.4.1-3 สามารถเขียนได้ใหม่สำหรับหัวข้อนี้ดังนี้

$$T_DROP(t+1) = \sum_{r=1}^{27} t_drop_r(t+1)w_r(t+1) \quad (3.4.4-1)$$

$$T_DROP(t+1) = \kappa T_DROP(t) + \sum_{r=1}^{27} p_r(t+1)w_r(t+1) \quad (3.4.4-2)$$

$w_r(t+1)$ จึงสามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$w_r'(t+1) = \text{product}(\mu_{no_{BS},r}(t), \mu_{CH_{tm},r}(t), \mu_{E_b/I_0,r}(t)) \quad (3.4.4-3)$$

$$w_r(t+1) = \frac{w_r'(t+1)}{\sum_{r=1}^{27} w_r'(t+1)} \quad (3.4.4-4)$$

นอกจากนี้ erf ในกรณีนี้แสดงได้ดังสมการที่ (3.4.4-5)

$$\text{erf}(t) = \frac{1}{2} (E_b/I_0(t+1) - E_b/I_0(\text{required}))^2 \quad (3.4.4-5)$$

ขั้นตอนที่เหลือนำมาคูณกับขั้นตอนในหัวข้อ 3.4.1 โดย $\sqrt{E_b/I_0(t+1)}$ ได้รับการสมมติว่าสอดคล้องกับ $T_DROP(t+1)$

3.4.5 การควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ SSC

IP ของอัลกอริทึม SSC ที่นำเสนอในหัวข้อนี้คือ E_b/I_0 อย่างเดียว ส่วน OP คือ T_DROP อัลกอริทึมสามารถแสดงดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดค่า E_b/I_0 ที่ต้องการ ($E_b/I_0(\text{required})$)
- 2) ถ้า E_b/I_0 ของแต่ละ MS ใน SHA มีค่ามากกว่า ($E_b/I_0(\text{required})$) ค่า T_DROP ที่ควบคุมแต่ละ MS จะมีค่าสูงขึ้น 0.5 dB
- 3) ถ้า E_b/I_0 ของแต่ละ MS ใน SHA มีค่าน้อยกว่า ($E_b/I_0(\text{required})$) ค่า T_DROP ที่ควบคุมแต่ละ MS จะมีค่าสูงขึ้น 0.5 dB
- 4) T_ADD ของแต่ละ MS จะมีค่าเท่ากับ $T_DROP +$ ค่าคงที่ของ SHW

3.5 ข้อกำหนดแบบจำลองระบบ

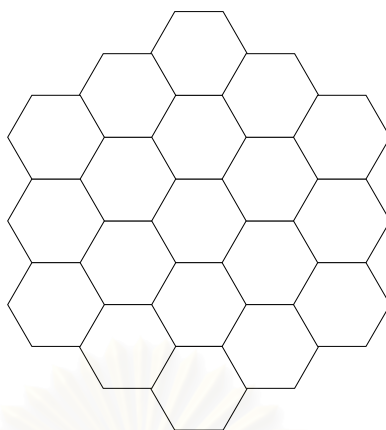
3.5.1 ข้อสมมติของระบบ

- 1) ระบบมีการควบคุมกำลังย้อนกลับ (Reverse Power Control) แบบสมบูรณ์
- 2) ไม่คิดเฟดดิ้งแบบเรย์เลห์ (Rayleigh Fading) [11,22] เนื่องจากช่วงเวลาในการอัปเดตการเสนออัตรา มีค่า 16 เท่า [4] ของการควบคุมกำลังดังนั้นระบบได้ทำการควบคุมกำลังเรียบร้อยแล้ว นอกจากนี้ E_c/I_0 ไม่ได้เฉลี่ยเพื่อชดเชยผลจากการไม่คิดเฟดดิ้งแบบเรย์เลห์ที่เนกานวิจัยนี้ ซึ่งในระบบจริงจะมีการเฉลี่ย [24]

3.5.2 พื้นที่ครอบคลุม (Service Area)

3.5.2.1 กรณีทดสอบกับระบบที่ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (Uniform Traffic Distribution)

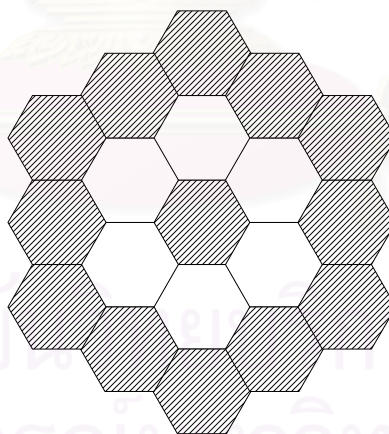
ระบบประกอบไปด้วยเซลล์แบบหกเหลี่ยม 19 เซลล์ [9,13] ดังรูปที่ 3.5.2.1-1 รัศมีของเซลล์มีค่า 3000 เมตร [22] โดยใช้สายอากาศแบบรอบทิศทาง



รูปที่ 3.5.2.1-1 แบบจำลองพื้นที่ครอบคลุมกรณีทดสอบกับระบบที่ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (Uniform Traffic Distribution) [9,13]

3.5.2.2 กรณีทดสอบกับระบบที่ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอ (Non Uniform Traffic Distribution)

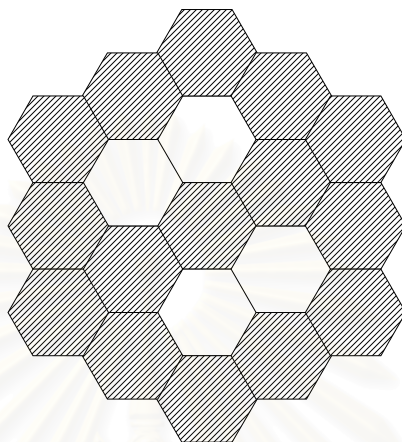
ระบบประกอบไปด้วยเซลล์แบบหกเหลี่ยม 19 เซลล์ รัศมีของเซลล์มีค่า 3000 เมตร โดยใช้สายอากาศแบบรอบทิศทางแบ่งเป็น 2 กรณีย่อยดังนี้



รูปที่ 3.5.2.2-1 แบบจำลองการแจกแจงทราฟฟิกในพื้นที่ครอบคลุมเซลล์แบบ HS1 [9]

กรณีที่ 1 เซลล์ที่มีโหลดเต็ม (Fully Load) ซึ่งในที่นี้กำหนดให้เท่ากับ 50 เออร์แลงต่อเซลล์ ล้อมรอบไปด้วยเซลล์ประชิด 6 เซลล์ในรอบแรกที่มีโหลดต่ำกว่าจนถึงเท่ากัน ส่วนเซลล์รอบที่สองกำหนดให้มีโหลดเต็ม [9] ดังแสดงในรูปที่ 3.5.2.2-1 แบบจำลองพื้นที่ครอบคลุมนี้เรียกว่า “HS1”

กรณีที่ 2 เซลล์ที่มีโหลดเต็ม (Fully Load) ซึ่งในที่นี้กำหนดให้เท่ากับ 50 เออร์แรงต่อเซลล์ ล้อมรอบไปด้วย เซลล์ประชิด 4 เซลล์ที่มีโหลดต่ำกว่าจนถึงเท่ากัน ส่วนเซลล์รอบที่สองกำหนดให้มีโหลดเต็ม [9] ดังแสดงใน รูปที่ 3.5.2.2-2 แบบจำลองพื้นที่ครอบคลุมนี้เรียกว่า “HW1”



รูปที่ 3.5.2.2-2 แบบจำลองการแจกแจงกราฟฟิกในพื้นที่ครอบคลุมเซลล์แบบ HW1 [9]

3.5.3 แบบจำลองการแพร่กระจาย (Propagation Model) ช่องสัญญาณไฟลิต และ TCH

MS ที่อยู่ห่างจาก BS เป็นระยะทาง r จะมีการลดทอน α แสดงในสมการที่ (3.5.3-1) [6,11,22]

$$\alpha(r, \zeta) = r^\beta 10^{\zeta/10} \quad (3.5.3-1)$$

โดยที่ ζ เป็นการลดทอนในหน่วย dB เนื่องมาจากเฟดดิ้งแบบชาโดว์ (Shadow Fading) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยศูนย์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ [6], [6,65] แนะนำว่าส่วนประกอบกำลังการสูญเสียตามวิถี (Path Loss Exponent) β เท่ากับ 4 สำหรับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ เท่ากับ 8 และมีสหสัมพันธ์ (Correlation) ของเฟดดิ้งชาโดว์ระหว่างเซลล์ [6,67] เท่ากับ 50%

สัญญาณไฟลิต E_c/I_0 ที่รับได้ ณ MS จาก BS ที่ j แสดง ได้ ดังนี้ [13]

$$\left(\frac{E_c}{I_0} \right) = \frac{\beta_{p_j} P_j \alpha(r, \zeta)_j}{\sum_{k=1}^S \left\{ \left(\beta_{pps_k} + \sum_{i=1}^{N_k} v_{ki} \beta_{ki} \right) P_k \alpha(r, \zeta)_k \right\} + N_{om} W} \quad (3.5.3-2)$$

โดยที่

P_j	คือ	กำลังแผ่ออกประสิทธิผล (Effective Radiated Power) จาก BS ที่ j
β_{p_j}	คือ	เปอร์เซ็นต์ของกำลังของช่องสัญญาณไฟลิตสำหรับ BS ที่ j
β_{ki}	คือ	เปอร์เซ็นต์ของกำลังของ TCH ของผู้ใช้ที่ i สำหรับ BS ที่ k

$\beta_{\text{PPS } k}$	คือ	เปอร์เซ็นต์ของกำลังของโอเวอร์เฮด (Overhead) ซึ่งได้แก่ ช่องสัญญาณไฟลิตต ช่องสัญญาณเพจจิง และ ช่องสัญญาณซิงโครไนซ์ สำหรับ BS ที่ k
S	คือ	จำนวนเซกเตอร์หรือเซลล์ในระบบ CDMA
N_k	คือ	จำนวนผู้ใช้ในเซลล์ที่ k
v_{ki}	คือ	ส่วนประกอบกิจกรรมช่องสัญญาณ (The Channel Activity Factor) สำหรับ TCH
N_{om}	คือ	ความหนาแน่นสเปกตรัมของสัญญาณรบกวนรอบวงแวดล้อม (The Ambient Noise Spectral Density) ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณรบกวนเชิงความร้อน (Thermal Noise) ณ MS และการแทรกสอดจากแหล่งกำเนิดวิทยุอื่น ๆ (Other Radio Source Interference) ในการเชื่อมโยงขาลง
W	คือ	แบนด์วิดท์สัญญาณแผ่ (Spread Signal Bandwidth)

ค่า E_c/I_0 ใน MS เป็นตัวกำหนดพื้นที่ครอบคลุมของช่องสัญญาณไฟลิตตของการเชื่อมโยงขาลงและ SHA ค่าที่แย่มากที่สุดของ E_c/I_0 ปกติจะเกิดบริเวณขอบเซลล์ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความแรงสัญญาณจาก BS อื่น ๆ เข้ามา

พื้นที่ครอบคลุมก็ถูกควบคุมด้วย TCH ของการเชื่อมโยงขาลงที่สามารถให้บริการได้ โดยสมรรถนะของ TCH ของการเชื่อมโยงขาลงสามารถวัดได้จาก E_b/I_0 ของการเชื่อมโยงขาลงจาก BS ที่ j สามารถแสดงในสมการที่ (3.5.3-3)

$$\left(\frac{E_b}{I_0}\right)_{\text{FL}_j} = \frac{\beta_{\text{max}} P_j \alpha(r, \zeta)_j (W/R)}{(1 - \text{orth}) \left(\beta_{\text{ppsj}} + \sum_{i=1, i \neq j}^{N_j} v_{ji} \beta_{ji} \right) P_j \alpha(r, \zeta) + I_{\text{outer}} + N_{\text{om}} W} \quad (3.5.3-3)$$

โดยที่

$$I_{\text{outer}} = \sum_{k=1, k \neq j}^S \left\{ \left(\beta_{\text{ppsk}} + \sum_{i=1}^{N_k} v_{ki} \beta_{ki} \right) P_k \alpha(r, \zeta)_k \right\} \quad (3.5.3-4)$$

และ

β_{max}	คือ	เปอร์เซ็นต์ของกำลัง TCH ที่มากที่สุด
R	คือ	อัตราข้อมูลของเสียงและข่าวสาร
orth	คือ	ตัวประกอบตั้งฉาก (Orthogonality Factor) ของช่องสัญญาณสำหรับการเชื่อมโยงขาลงจาก BS เดียวกัน

E_b/I_0 ประสิทธิภาพที่ MS รับผิดชอบคือค่าที่ได้จากการรวมแบบอัตราส่วนมากที่สุดของทุก BS [11,13] ที่เกี่ยวข้องกับการเรียกนั้น โดยการสมมติว่าชายเชื่อมโยงที่เกี่ยวข้องนั้นอิสระจากเฟดดิ้งแบบเรย์เลห์จะได้ค่า

E_b/I_0 ประสิทธิภาพของการเชื่อมโยงขาลง $\left(\frac{E_b}{I_0}\right)_{\text{FL}}$ ดังนี้

$$\left(\frac{E_b}{I_0}\right)_{FL} = \sum_{j=1}^{no_{BS}} \left(\frac{E_b}{I_0}\right)_{FL_j} \quad (3.5.3-5)$$

โดยที่ no_{BS} คือจำนวน BS ที่เกี่ยวข้องกับการเรียกนั้น ๆ ในช่วง SHO ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้ภาครับเรด (Rake Receiver) ที่มีขามากสุด 6 ขาลำหรับ MS [4,23,24]

ปกติ MS ที่อยู่รอบ ๆ ขอบเซลล์จะอยู่ในสถานะแฮนด์ออฟ การที่ได้อัตราขยายโดเวอร์ซิตี (Diversity Gain) จากสมการที่ (3.5.3-5) จะทำให้ E_b/I_0 ประสิทธิภาพของ MS ดีกว่าสถานะก่อนเข้าสู่ SHO จากสมการที่ (3.5.3-2)–(3.5.3-5) แสดงให้เห็นว่าหากเพิ่มเปอร์เซ็นต์กำลังให้กับช่องสัญญาณไฟลิต พื้นที่ครอบคลุมจากไฟลิตจะเพิ่มขึ้น แต่ว่า E_b/I_0 ของ TCH จะมีค่าลดลงส่งผลให้สมรรถนะของ TCH ลดลง และหากเพิ่มค่าให้แก่วัสดุประกอบตั้งฉากให้กับการเชื่อมโยงขาลง ค่าของ E_b/I_0 ขาลงจะดีขึ้นส่งผลให้พื้นที่ครอบคลุมของ TCH ขาลงเพิ่มขึ้น

3.5.4 แบบจำลองทราฟฟิก (Traffic Model)

กระบวนการการมาถึงของการเรียกสมมติให้เป็นกระบวนการปัวส์ซงและมาถึงแบบยูนิฟอร์มทั่วพื้นที่ครอบคลุม [11,22,25] เวลาการยึดช่องสัญญาณ (Holding Time) มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) ด้วยค่าเฉลี่ย 120 วินาที [11,22] ในบริเวณพื้นที่ครอบคลุม

3.5.5 แบบจำลองการเคลื่อนที่ (Mobility Model)

MS เคลื่อนที่ด้วยทิศทางที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง 0 ถึง 360 องศา [14,22] อัตราเร็วเป็นตัวแปรเกาส์ที่มีค่าเฉลี่ย 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง [25] เฉพาะอัตราเร็วเริ่มต้นที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะถูกเลือก ความเร็วของ MS จะสมมติให้มีการเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มตามช่วงเวลาที่มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล [22,25] ด้วยค่าเฉลี่ย 30 วินาที อัตราเร็วที่เปลี่ยนแปลงใหม่มีสหสัมพันธ์กับอัตราเร็วก่อนหน้าแบบยูนิฟอร์มอยู่ในช่วง 30% ทิศทางใหม่ก็มีสหสัมพันธ์กับทิศทางก่อนหน้าแบบยูนิฟอร์มในช่วง 30% [25]

3.5.6 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลอง

ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบแสดงได้ดังนี้

1)	T_ADD	-12, -13, -14	dB	[5,11,13]
2)	T_DROP	-14, -15, -16	dB	[5,11,13]
3)	T_TDROP	5		[5,14]
4)	T_COMP*0.5	1	dB	[11]
5)	SOFT_SLOPE/8	2.25		[11]
6)	ADD_INTERCEPT/2	3	dB	[11]
7)	DROP_INTERCEPT/2	3	dB	[11]
8)	TCH ต่อเซลล์	50	ช่อง	

9) ตัวประกอบกิจกรรมเสียง	0.4		[11]
10) ตัวประกอบตั้งฉาก	0.8		[13]
11) แบนด์วิดท์	1.25	เมกกะเฮิรตซ์	[13]
12) อัตราข้อมูล	9,600	บิตต่อวินาที	[13]
13) กำลัง BS สูงสุด	5	วัตต์	[13]
14) E_b/I_0 ที่ต้องการ	7	dB	[81,82]
15) เปอร์เซนต์กำลังของช่องสัญญาณไฟลิต	15%		[13]
16) เปอร์เซนต์กำลังของช่องสัญญาณไฟลิตกรณีทดสอบเกี่ยวกับมลภาวะของไฟลิต	30%		
17) เปอร์เซนต์กำลังของช่องสัญญาณแพจิจ	2%		[13]
18) เปอร์เซนต์กำลังของช่องสัญญาณซิงโครไนซ์	1.5%		[13]

จำนวน TCH ต่อเซลล์มีการกำหนดให้เท่ากับ 50 ช่อง เนื่องจากปกติรหัสวอลซ์ (Walsh Code) สำหรับช่องสัญญาณขาลงมีทั้งสิ้น 64 รหัส แต่นำไปใช้สำหรับช่องสัญญาณไฟลิตหนึ่งช่อง (รหัสวอลซ์ 0) ช่องสัญญาณซิงโครไนซ์หนึ่งช่อง (รหัสวอลซ์ 32) และช่องสัญญาณแพจิจมากที่สุด 7 ช่อง (รหัสวอลซ์ 1-7) ดังนั้นจึงมีรหัสวอลซ์เหลือสำหรับ TCH อยู่ระหว่าง 51-55 ช่อง [5,24] ในวิทยานิพนธ์นี้กำหนดให้ TCH ต่อเซลล์เท่ากับ 50 เพื่อละลายจำนวนสัญญาณแพจิจที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้หลายค่า ส่วนเปอร์เซนต์ของช่องสัญญาณไฟลิตกรณีทดสอบเกี่ยวกับมลภาวะของไฟลิตกำหนดให้มีค่า 30% ซึ่งถือว่ามีความสูง เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบสมรรถนะได้อย่างชัดเจนกับ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ในกรณีที่มีความแรงสัญญาณไฟลิตสูง

ในแบบจำลองนี้ ค่า E_b/I_0 ในแต่ละเซลล์จะได้รับการปรับปรุงทุก ๆ 0.1 วินาที โดยทำการควบคุมกำลังให้แก่ข่ายเชื่อมโยงขาลง [58,59,60]

การวิเคราะห์และผลการคำนวณเบื้องต้นในการเปรียบเทียบการใช้ T_ADD และ T_DROP ที่มีต่อสมรรถนะของระบบ แสดงเพิ่มเติมในภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการจำลองแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดสอบที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 โดยแบ่งเป็น 4 หัวข้อหลัก ดังนี้

4.1 พิจารณาผลต่อสมรรถนะ SHO ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของชนิดของพารามิเตอร์ขาเข้า (IP) และพารามิเตอร์ขาออก (OP)

หัวข้อนี้ประกอบด้วยหัวข้อย่อย 3 หัวข้อย่อยดังนี้

4.1.1 เปรียบเทียบสมรรถนะ SHO มาตรฐาน IS-95A และ IS-95B/cdma2000 กับ FIS SHO ซึ่งมีรายละเอียดตามรูปแบบของ MFM ที่กำหนดดังนี้ [58]

$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)//MMC(9)/WAF//T_DROP/TriMF(3)\}$

วิธีในข้อ 4.1.1 ทั้งหมดจะใช้อ้างอิงกับวิธีหรือเงื่อนไขในหัวข้อการทดสอบอื่นๆ

4.1.2 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO ที่มีการเปลี่ยนขนาดค่าคงที่ของ SHW กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิง

4.1.3 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO โดยเพิ่ม SHW ในส่วนของ OP กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิง

(4.1.1) และวิธีในข้อ 4.1.2 โดยรูปแบบของ MFM ในหัวข้อนี้สามารถแสดงได้ดังนี้ [60]

$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)//MMC(18)/WAF//T_DROP/TriMF(3)/SHW/TriMF(3)\}$

ผลการทดสอบในหัวข้อ 4.1.1-4.1.6 ซึ่งทดสอบกับทราฟฟิกโพลดที่มีค่าตั้งแต่ 10 - 50 เออร์แลง แสดงในตารางที่ 4.1-1 ถึง 4.1-8 และรูปที่ 4.1-1 ถึง 4.1-8 โดยกำหนดให้ตัวย่อในตารางที่ 4.1-1 ถึง 4.1-8 และรูปที่ 4.1-1 ถึง 4.1-8 มีความหมายดังนี้

-IS-95A หมายถึง SHO ตามมาตรฐาน IS-95A

-IS-95B หมายถึง SHO ตามมาตรฐาน IS-95B

-FIS_SHW2 หมายถึง FIS SHO ในหัวข้อ 4.1.1

-FIS_SHW1, FIS_SHW3 และ FIS_SHW4 หมายถึง FIS SHO ในหัวข้อ 4.1.2 ซึ่งมีการกำหนด SHW เป็น 1, 2, 3 และ 4 dB ตามลำดับ

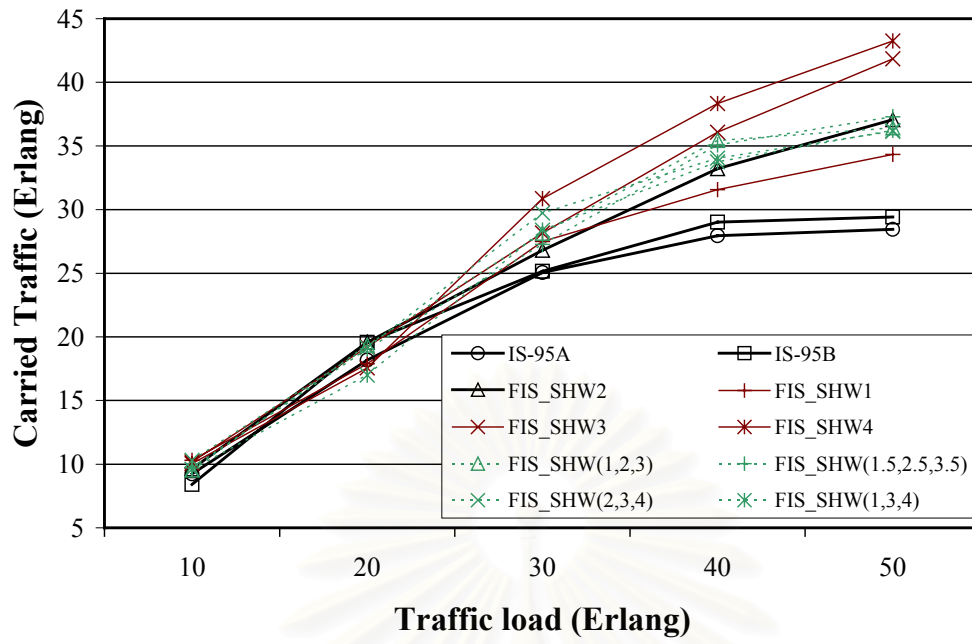
-FIS_SHW(1,2,3), FIS_SHW(1.5,2.5,3.5), FIS_SHW(2,3,4) และ FIS_SHW(1,3,4) หมายถึง

-FIS SHO ในหัวข้อ 4.1.3 ซึ่งมีการกำหนดชุด MF ดังตัวอย่างตามรูปที่ 3.1.5.1.3-1 เป็น (1,2,3), (1.5,2.5,3.5), (2,3,4) และ (1,3,4) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1-1 T_c ในหัวข้อ 4.1

T_c (เออร์แลง)					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A	9.238 7	18.17 06	25.05 27	27.94 58	28.44 67
IS-95B	8.414 0	19.56 47	25.14 50	29.02 42	29.42 00
FIS_SHW2	9.619 2	19.56 36	26.80 48	33.20 98	37.06 09
FIS_SHW1	10.30 35	17.88 56	27.49 52	31.57 14	34.34 70
FIS_SHW3	10.18 53	19.21 98	28.16 25	36.07 80	41.84 79
FIS_SHW4	10.04 06	17.56 29	30.86 00	38.33 31	43.23 87
FIS_SHW(1,2,3)	9.539 7	19.34 06	28.13 86	35.42 68	36.42 64
FIS_SHW(1.5,2.5,3.5)	9.695 0	19.05 77	27.25 58	35.07 59	37.30 07
FIS_SHW(2,3,4)	10.31 21	19.15 11	29.73 57	34.03 53	36.15 25
FIS_SHW(1,3,4)	9.599 6	17.00 04	28.38 90	33.75 38	36.21 84

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



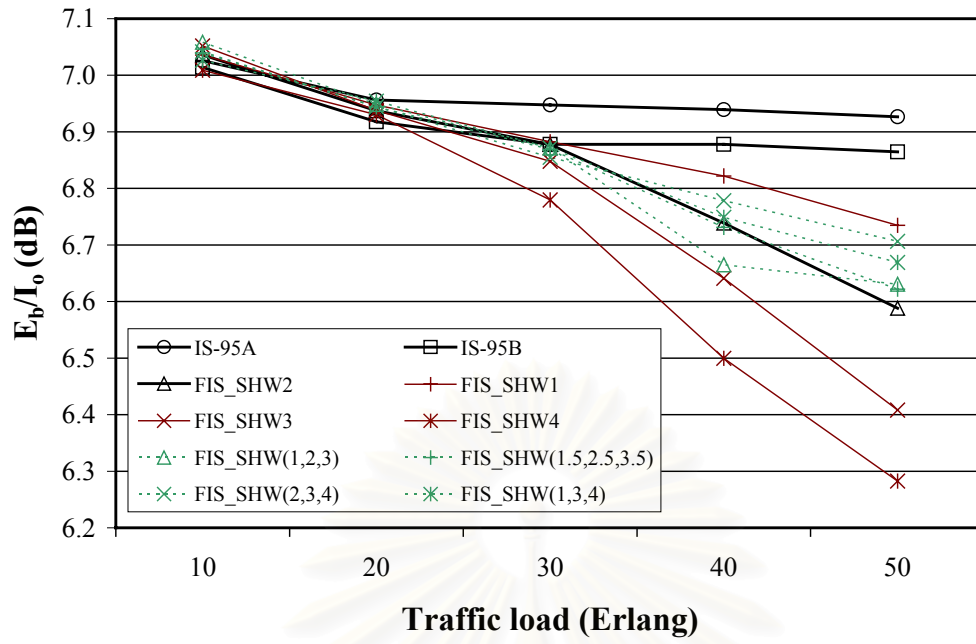
รูปที่ 4.1-1 T_c ในหัวข้อ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1-2 E_b/I_0 ในหัวข้อ 4.1

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	E_b/I_0 (dB)				
	10	20	30	40	50
IS-95A	7.025 9	6.956 2	6.947 5	6.939 0	6.926 6
IS-95B	7.013 9	6.917 7	6.877 7	6.877 9	6.864 8
FIS_SHW2	7.036 0	6.937 3	6.877 6	6.738 9	6.588 3
FIS_SHW1	7.035 7	6.947 5	6.882 3	6.822 0	6.734 5
FIS_SHW3	7.051 9	6.937 7	6.848 0	6.641 1	6.408 1
FIS_SHW4	7.008 7	6.930 2	6.779 5	6.499 5	6.282 6
FIS_SHW(1,2,3)	7.058 4	6.948 6	6.871 5	6.665 0	6.630 6
FIS_SHW(1.5,2.5,3.5)	7.039 4	6.943 8	6.869 2	6.731 0	6.622 0
FIS_SHW(2,3,4)	7.041 1	6.944 2	6.855 1	6.778 4	6.706 2
FIS_SHW(1,3,4)	7.026 5	6.954 3	6.871 5	6.748 6	6.669 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



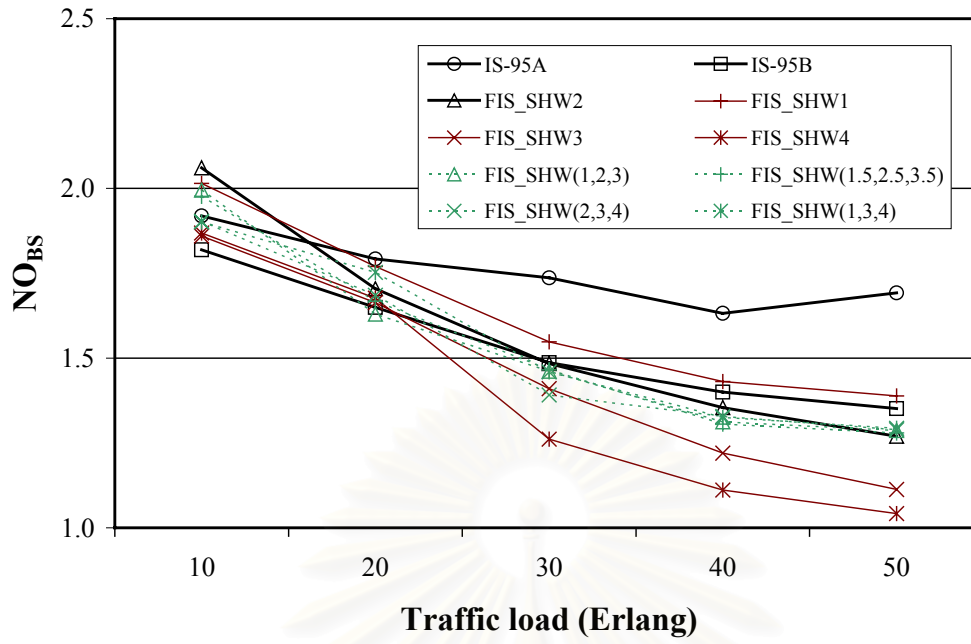
รูปที่ 4.1-2 E_b/I_0 ในหัวข้อ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1-3 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.1

ทราฟฟิโกลด์ (เออร์แลง)	NO _{BS} (BS)				
	10	20	30	40	50
IS-95A	1.918 8	1.792 1	1.736 1	1.632 1	1.691 7
IS-95B	1.819 0	1.649 0	1.486 4	1.399 5	1.351 1
FIS_SHW2	2.060 8	1.704 0	1.483 5	1.354 5	1.269 5
FIS_SHW1	2.014 7	1.770 0	1.548 1	1.430 7	1.388 5
FIS_SHW3	1.859 7	1.663 5	1.410 1	1.220 2	1.113 1
FIS_SHW4	1.868 7	1.676 3	1.261 3	1.111 2	1.041 7
FIS_SHW(1,2,3)	1.994 9	1.629 1	1.461 3	1.311 9	1.286 6
FIS_SHW(1.5,2.5,3.5)	1.976 6	1.667 9	1.465 4	1.305 4	1.279 5
FIS_SHW(2,3,4)	1.903 0	1.684 8	1.391 2	1.328 2	1.288 9
FIS_SHW(1,3,4)	1.901 4	1.752 2	1.459 2	1.325 5	1.293 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



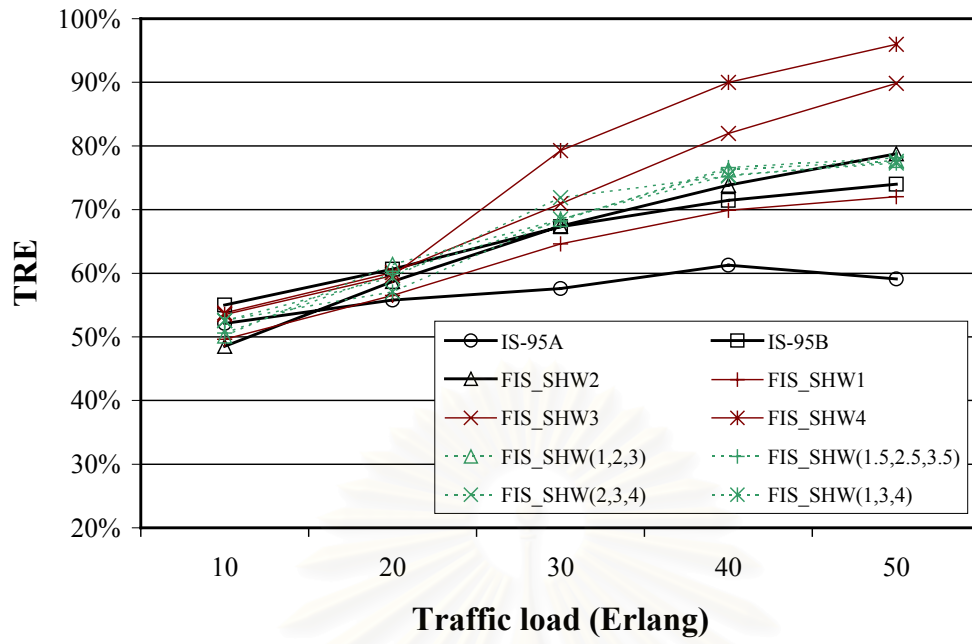
รูปที่ 4.1-3 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1-4 TRE ในหัวข้อ 4.1

TRE					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A	0.521 1	0.558 0	0.576 0	0.612 7	0.591 1
IS-95B	0.549 8	0.606 4	0.672 8	0.714 5	0.740 1
FIS_SHW2	0.485 2	0.586 9	0.674 1	0.738 3	0.787 7
FIS_SHW1	0.496 3	0.565 0	0.646 0	0.698 9	0.720 2
FIS_SHW3	0.537 7	0.601 1	0.709 2	0.819 6	0.898 4
FIS_SHW4	0.535 1	0.596 5	0.792 8	0.899 9	0.959 9
FIS_SHW(1,2,3)	0.501 3	0.613 8	0.684 3	0.762 3	0.777 2
FIS_SHW(1.5,2.5,3.5)	0.505 9	0.599 6	0.682 4	0.766 1	0.781 5
FIS_SHW(2,3,4)	0.525 5	0.593 5	0.718 8	0.752 9	0.775 9
FIS_SHW(1,3,4)	0.525 9	0.570 7	0.685 3	0.754 4	0.773 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



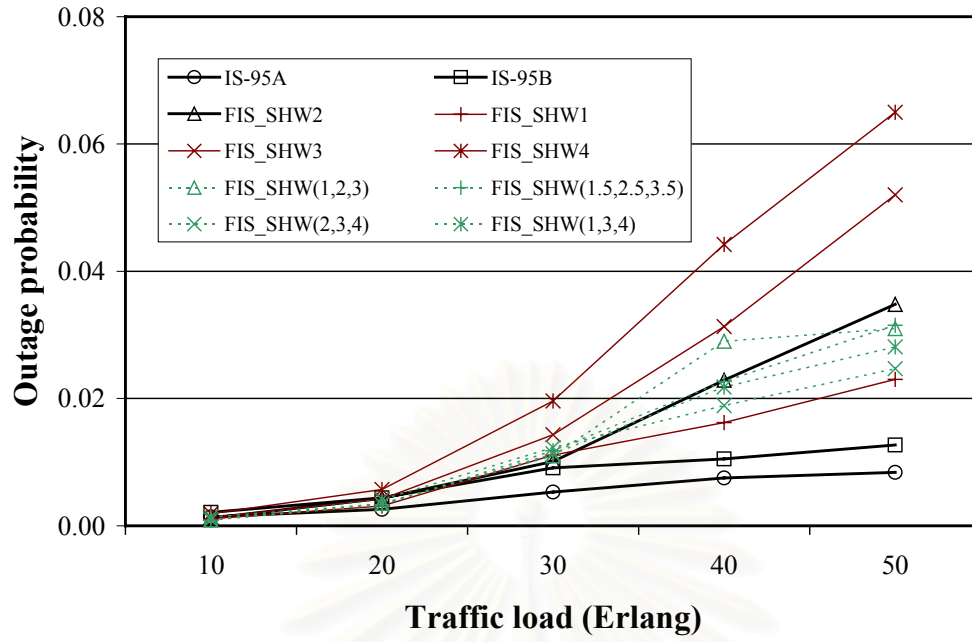
รูปที่ 4.1-4 TRE ในหัวข้อ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.1

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{out}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0.0014	0.002 6	0.005 3	0.007 5	0.008 4
IS-95B	0.0021	0.004 4	0.009 1	0.010 5	0.012 7
FIS_SHW2	0.0012	0.004 3	0.010 1	0.022 9	0.034 8
FIS_SHW1	0.0011	0.003 1	0.011 1	0.016 2	0.023 0
FIS_SHW3	0.0013	0.004 2	0.014 3	0.031 3	0.052 0
FIS_SHW4	0.0019	0.005 7	0.019 6	0.044 2	0.065 0
FIS_SHW(1,2,3)	9.22E- 04	0.003 5	0.011 0	0.029 0	0.031 0
FIS_SHW(1.5,2.5,3.5)	8.89E- 04	0.003 3	0.011 8	0.022 7	0.031 5
FIS_SHW(2,3,4)	9.49E- 04	0.004 1	0.012 3	0.018 9	0.024 7
FIS_SHW(1,3,4)	0.0014	0.003 4	0.011 3	0.021 8	0.028 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



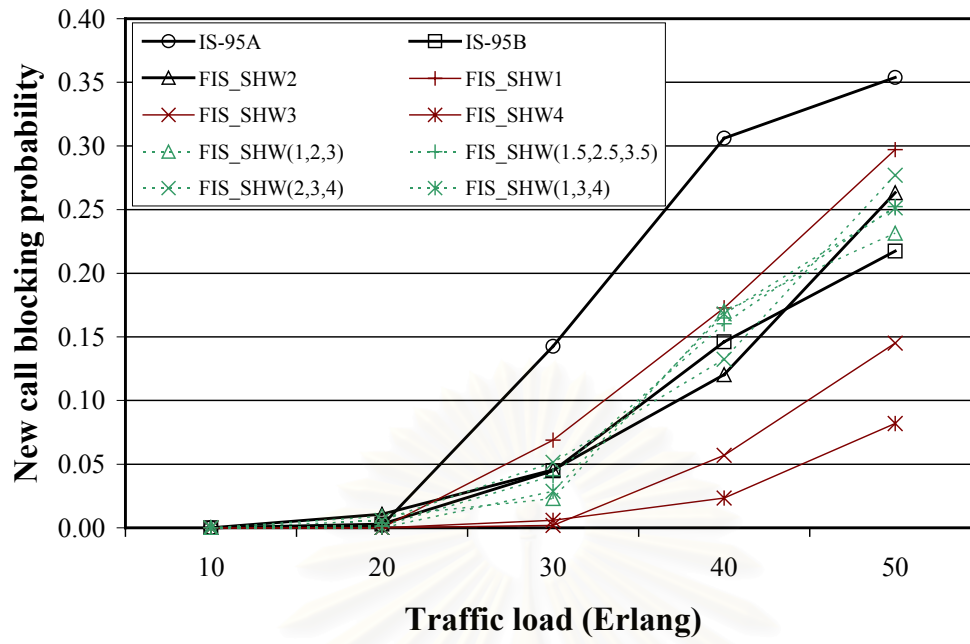
รูปที่ 4.1-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1-6 P_B ในหัวข้อ 4.1

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_B				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0	0.0018	0.1426	0.3061	0.3538
IS-95B	0	0.0029	0.0448	0.1461	0.2173
FIS_SHW2	0	0.0107	0.0455	0.1203	0.2633
FIS_SHW1	0	0	0.0689	0.1728	0.2971
FIS_SHW3	0	0	0.0018	0.0569	0.1452
FIS_SHW4	0	0	0.0059	0.0234	0.0819
FIS_SHW(1,2,3)	0	0.0090	0.023	0.1703	0.2315
FIS_SHW(1.5,2.5,3.5)	0	0.0014	0.041	0.1603	0.2523
FIS_SHW(2,3,4)	0	0.0057	0.0514	0.1324	0.2770
FIS_SHW(1,3,4)	0	0	0.0287	0.1679	0.2513

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



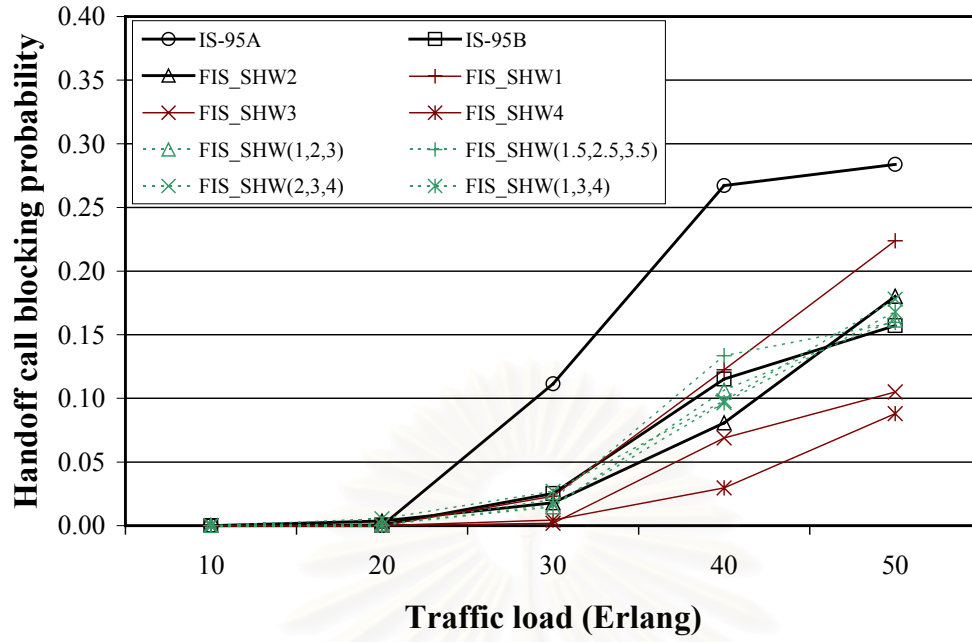
รูปที่ 4.1-6 P_B ในหัวข้อ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1-7 P_{HO} ในหัวข้อ 4.1

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{HO}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0	0	0.111 4	0.267 2	0.283 9
IS-95B	0	4.45E -4	0.025 3	0.115 1	0.157 1
FIS_SHW2	0	0.003 5	0.018 0	0.080 7	0.180 3
FIS_SHW1	0	0	0.023 1	0.122 4	0.223 7
FIS_SHW3	0	0	0.001 9	0.068 9	0.105 1
FIS_SHW4	0	0	0.004 4	0.029 7	0.088 1
FIS_SHW(1,2,3)	0	0.001 1	0.014 7	0.106 5	0.161 4
FIS_SHW(1.5,2.5,3.5)	0	0	0.020 5	0.133 5	0.159 7
FIS_SHW(2,3,4)	0	0.005 4	0.027 0	0.098 0	0.178 0
FIS_SHW(1,3,4)	0	2.49E -04	0.016 6	0.096 6	0.167 9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



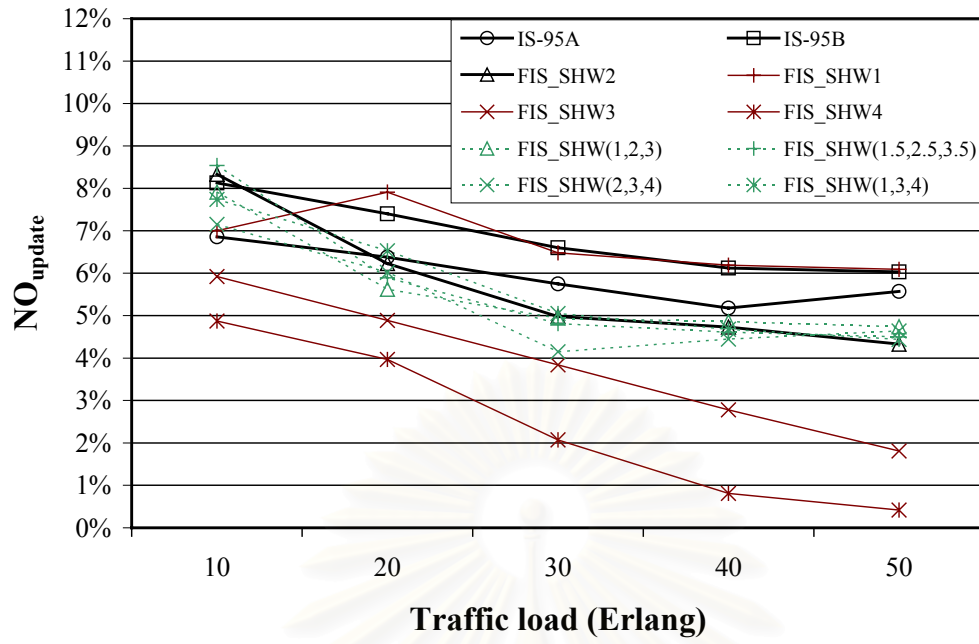
รูปที่ 4.1-7 P_{HO} ในหัวข้อ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1-8 NO_{update} ในหัวข้อ 4.1

NO _{update}					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A	0.068 6	0.063 8	0.057 5	0.051 8	0.055 7
IS-95B	0.081 3	0.074 0	0.066 0	0.061 2	0.060 3
FIS_SHW2	0.083 3	0.062 3	0.049 8	0.047 3	0.043 3
FIS_SHW1	0.070 0	0.079 1	0.064 8	0.061 9	0.060 9
FIS_SHW3	0.059 2	0.048 9	0.038 4	0.027 8	0.018 1
FIS_SHW4	0.048 7	0.039 7	0.020 7	0.008 1	0.004 2
FIS_SHW(1,2,3)	0.079 1	0.056 2	0.049 4	0.048 6	0.047 4
FIS_SHW(1.5,2.5,3.5)	0.085 4	0.058 9	0.048 1	0.046 1	0.045 0
FIS_SHW(2,3,4)	0.071 5	0.060 2	0.041 5	0.044 5	0.046 4
FIS_SHW(1,3,4)	0.077 4	0.065 3	0.050 5	0.046 8	0.044 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1-8 NO_{update} ในหัวข้อ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 พิจารณารายละเอียดหรือวิธีการใน FIS

เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS SHO ที่มีการเปลี่ยน MFT และ DFM กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิงโดยมีรายละเอียดของระบบที่เปลี่ยนแปลงดังนี้ [59,69,70,72,73,83]

```
{noBS/TriMF(3)/CHtm/TriMF(3)//MMC(9)/BOA//T_DROP/TriMF(3)}
{noBS/TriMF(3)/CHtm/TriMF(3)//MMC(9)/COA//T_DROP/TriMF(3)}
{noBS/BelMF(3)/CHtm/BelMF(3)//MMC(9)/BOA//T_DROP/BelMF(3)}
{noBS/BelMF(3)/CHtm/BelMF(3)//MMC(9)/COA//T_DROP/BelMF(3)}
{noBS/BelMF(3)/CHtm/BelMF(3)//MMC(9)/WAF//T_DROP/BelMF(3)}
{noBS/BelMF(3)/CHtm/TriMF(3)//MMC(9)/WAF//T_DROP/BelMF(3)}
```

ผลการทดสอบในหัวข้อ 4.2.1 ซึ่งทดสอบกับทราฟฟิกโหลดที่มีค่าตั้งแต่ 10 – 50 เออร์แลง แสดงในตารางที่ 4.2-1 ถึง 4.2-8 และรูปที่ 4.2-1 ถึง 4.2-8 โดยกำหนดให้ตัวย่อในตารางที่ 4.2-1 ถึง 4.2-8 และรูปที่ 4.2-1 ถึง 4.2-8 มีความหมายดังนี้

- T_BOA หมายถึง FIS SHO ที่ใช้ TriMF และ DFM แบบ BOA
- T_COA หมายถึง FIS SHO ที่ใช้ TriMF และ DFM แบบ COA
- B_BOA หมายถึง FIS SHO ที่ใช้ BelMF และ DFM แบบ BOA
- B_COA หมายถึง FIS SHO ที่ใช้ BelMF และ DFM แบบ COA
- B_WAF หมายถึง FIS SHO ที่ใช้ BelMF และ DFM แบบ WAF
- BTB_WAF หมายถึง FIS SHO ที่ใช้ BelMF สำหรับ no_{BS} และ T_DROP และ TriMF สำหรับ CH_{tm} โดยใช้ DFM แบบ WAF

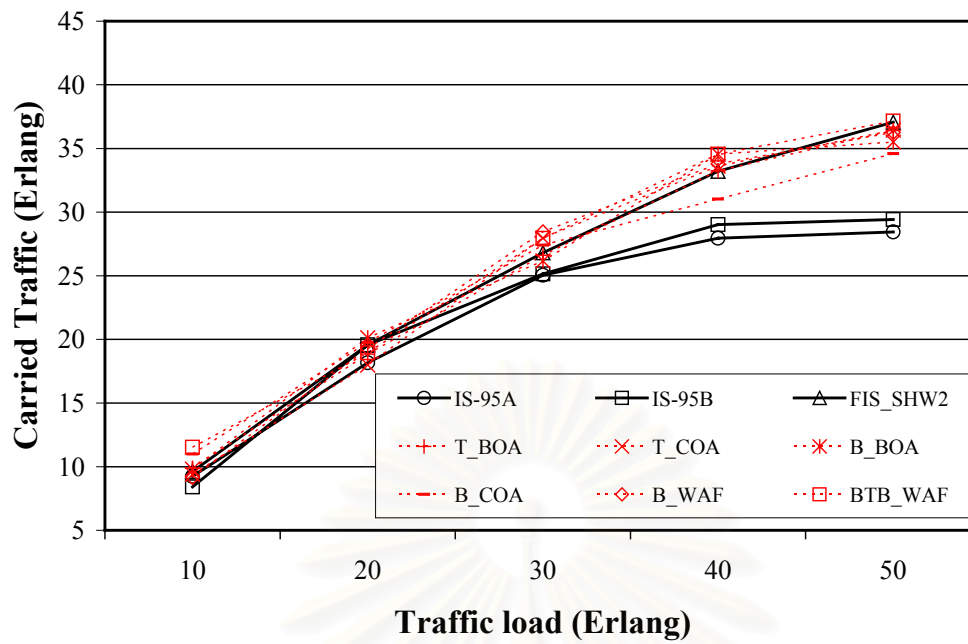
หมายเหตุ BTB_WAF ให้ผลลัพธ์เหมือนกับ BTT_WAF เนื่องจาก DFM แบบ WAF

พิจารณาเฉพาะค่าที่สูงที่สุดในแต่ละ MF ในชั้นตอนดีพีซีพีเคชั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2-1 T_c ในหัวข้อ 4.2

T_c (เออร์แลง)					
กราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A	9.238 7	18.17 06	25.05 27	27.94 58	28.44 67
IS-95B	8.414 0	19.56 47	25.14 50	29.02 42	29.42 00
FIS_SHW2	9.619 2	19.56 36	26.80 48	33.20 98	37.06 09
T_BOA	9.882 4	18.84 22	26.60 35	33.24 08	36.41 57
T_COA	9.388 3	17.98 29	27.95 44	33.61 13	36.43 39
B_BOA	9.815 8	20.13 04	26.15 75	34.55 15	35.51 37
B_COA	10.99 82	19.75 99	27.40 08	31.02 99	34.59 53
B_WAF	9.155 3	19.27 36	28.44 21	33.79 80	36.26 11
BTB_WAF	11.51 87	18.94 76	27.93 62	34.55 15	37.14 75

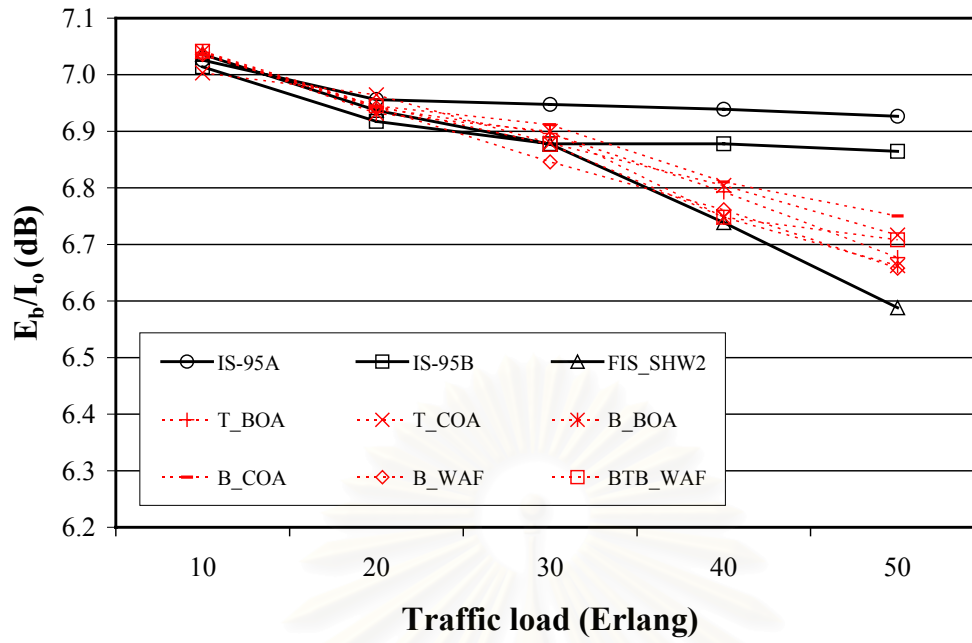


รูปที่ 4.2-1 T_c ในหัวข้อ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2-2 E_b/I_0 ในหัวข้อ 4.2

กราฟฟีกโหลด (เออร์แลง)	E_b/I_0 (dB)				
	10	20	30	40	50
IS-95A	7.025 9	6.956 2	6.947 5	6.939 0	6.926 6
IS-95B	7.013 9	6.917 7	6.877 7	6.877 9	6.864 8
FIS_SHW2	7.036 0	6.937 3	6.877 6	6.738 9	6.588 3
T_BOA	7.039 5	6.941 6	6.896 3	6.793 0	6.676 7
T_COA	7.003 3	6.964 6	6.879 2	6.804 4	6.716 6
B_BOA	7.040 6	6.931 8	6.900 0	6.748 0	6.662 6
B_COA	7.035 3	6.944 8	6.912 0	6.810 4	6.750 3
B_WAF	7.035 9	6.941 7	6.846 0	6.761 3	6.658 3
BTB_WAF	7.041 5	6.944 8	6.876 7	6.748 0	6.708 3



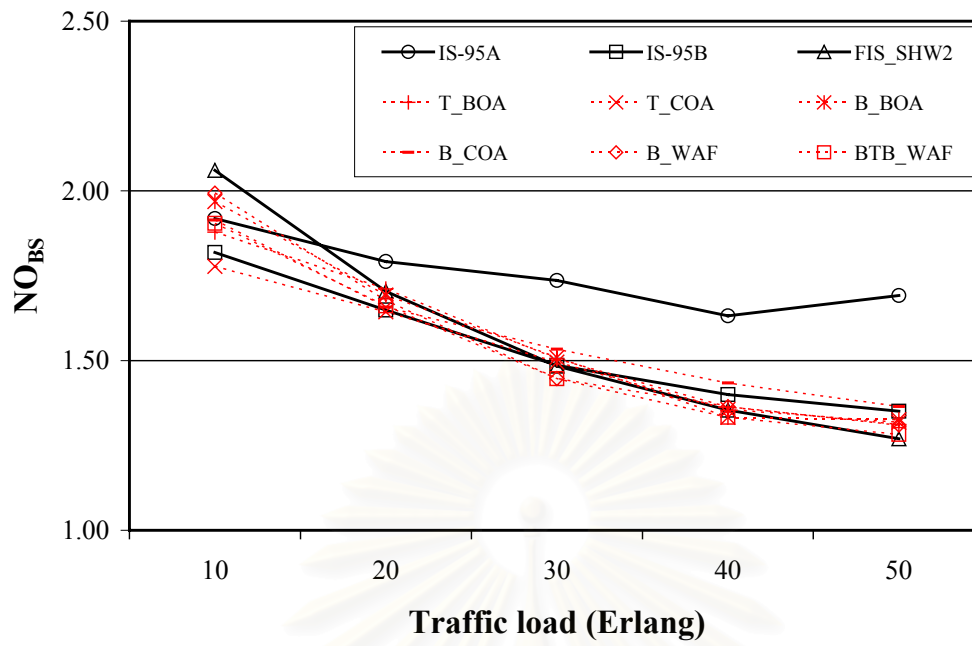
รูปที่ 4.2-2 E_b/I_0 ในหัวข้อ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2-3 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.2

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	NO _{BS} (BS)				
	10	20	30	40	50
IS-95A	1.918 8	1.792 1	1.736 1	1.632 1	1.691 7
IS-95B	1.819 0	1.649 0	1.486 4	1.399 5	1.351 1
FIS_SHW2	2.060 8	1.704 0	1.483 5	1.354 5	1.269 5
T_BOA	1.878 6	1.711 1	1.505 4	1.363 6	1.311 9
T_COA	1.777 3	1.644 0	1.495 8	1.355 7	1.318 4
B_BOA	1.968 4	1.693 2	1.509 2	1.333 1	1.326 0
B_COA	1.914 2	1.657 9	1.533 7	1.434 2	1.365 0
B_WAF	1.993 9	1.676 8	1.447 5	1.364 6	1.309 9
BTB_WAF	1.904 5	1.661 4	1.447 0	1.333 1	1.282 8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



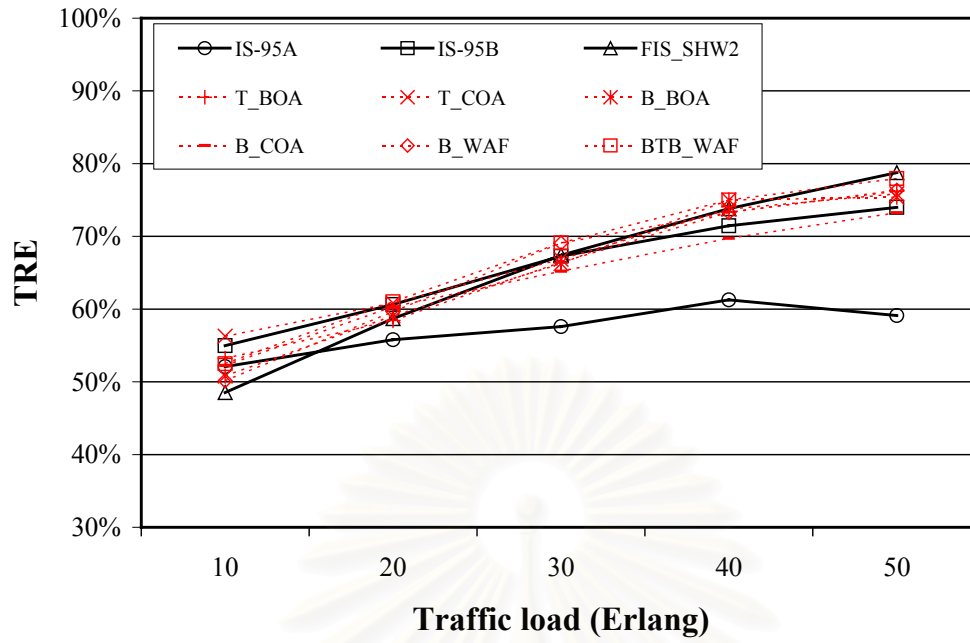
รูปที่ 4.2-3 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2-4 TRE ในหัวข้อ 4.2

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	TRE				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0.521 1	0.558 0	0.576 0	0.612 7	0.591 1
IS-95B	0.549 8	0.606 4	0.672 8	0.714 5	0.740 1
FIS_SHW2	0.485 2	0.586 9	0.674 1	0.738 3	0.787 7
T_BOA	0.532 3	0.584 4	0.664 3	0.733 3	0.762 2
T_COA	0.562 6	0.608 3	0.668 6	0.737 6	0.758 5
B_BOA	0.508 0	0.590 6	0.662 6	0.750 1	0.754 1
B_COA	0.522 4	0.603 2	0.652 0	0.697 3	0.732 6
B_WAF	0.501 5	0.596 4	0.690 9	0.732 8	0.763 4
BTB_WAF	0.525 1	0.610 2	0.691 1	0.750 1	0.779 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

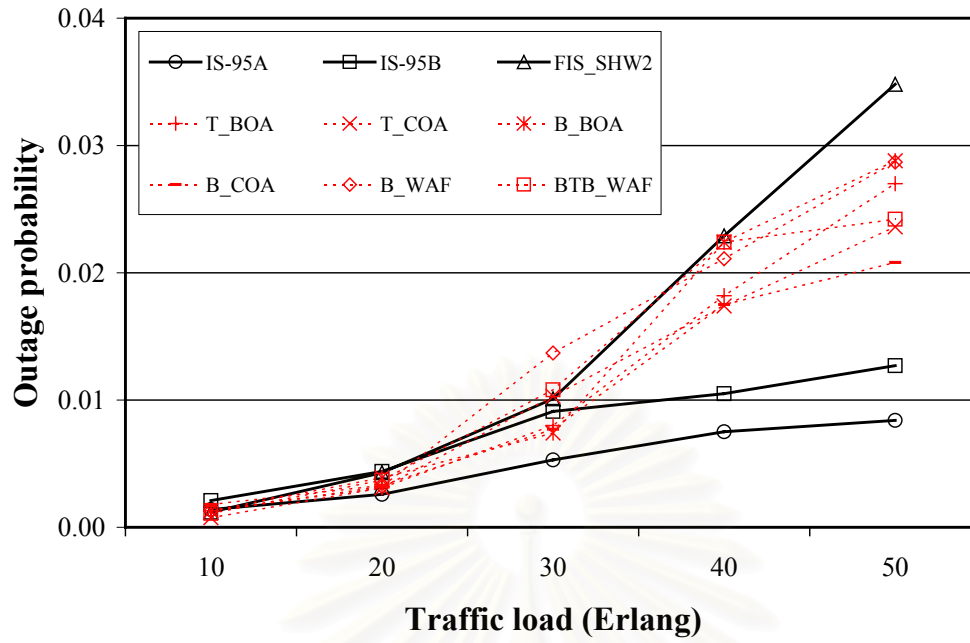


รูปที่ 4.2-4 TRE ในหัวข้อ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.2

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{out}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0.001 4	0.002 6	0.005 3	0.007 5	0.008 4
IS-95B	0.002 1	0.004 4	0.009 1	0.010 5	0.012 7
FIS_SHW2	0.001 2	0.004 3	0.010 1	0.022 9	0.034 8
T_BOA	0.001 3	0.003 1	0.008 0	0.018 2	0.027 0
T_COA	7.59E -04	0.003 1	0.010 3	0.017 4	0.023 6
B_BOA	0.001 3	0.003 9	0.007 4	0.022 4	0.028 8
B_COA	0.001 8	0.003 3	0.007 7	0.017 5	0.020 8
B_WAF	0.001 3	0.003 2	0.013 7	0.021 1	0.028 7
BTB_WAF	0.001 1	0.003 7	0.010 8	0.022 4	0.024 2



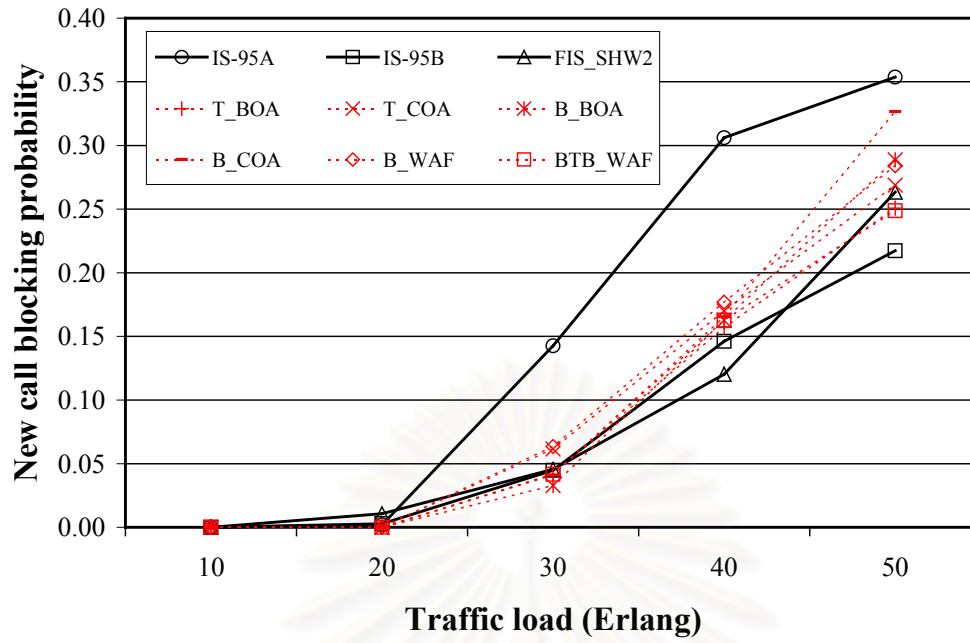
รูปที่ 4.2-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2-6 P_B ในหัวข้อ 4.2

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_B				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0	0.0018	0.1426	0.3061	0.3538
IS-95B	0	0.0029	0.0448	0.1461	0.2173
FIS_SHW2	0	0.0107	0.0455	0.1203	0.2633
T_BOA	0	0	0.0416	0.1571	0.2508
T_COA	0	0	0.0615	0.1700	0.2688
B_BOA	0	0	0.0328	0.1627	0.2887
B_COA	0	0	0.0411	0.1654	0.3267
B_WAF	0	0	0.0635	0.1770	0.2841
BTB_WAF	0	0	0.0416	0.1627	0.2487

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



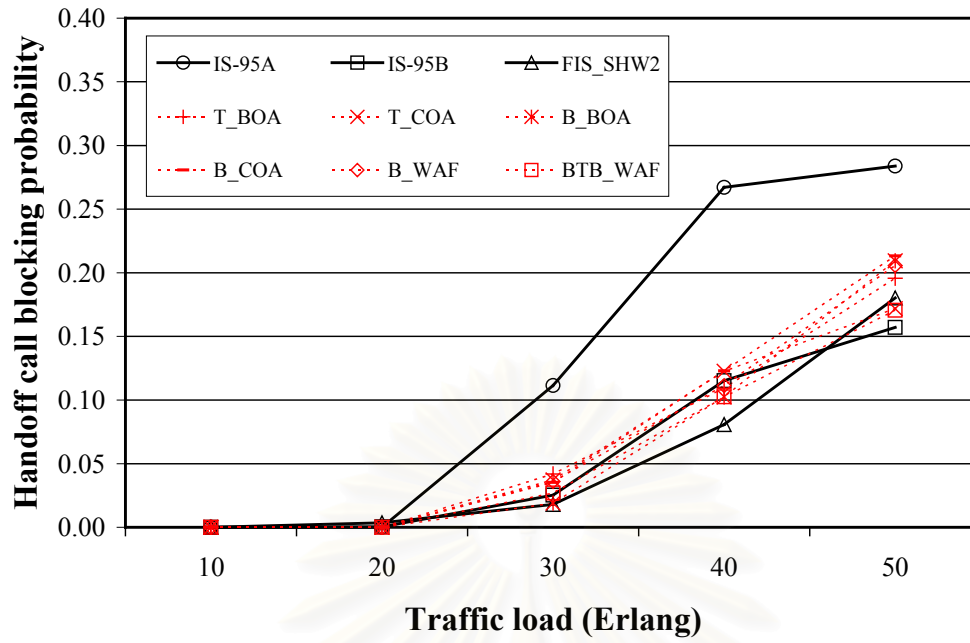
รูปที่ 4.2-6 P_b ในหัวข้อ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2-7 P_{HO} ในหัวข้อ 4.2

ทราฟฟิโกลด (เออร์แลง)	P _{HO}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0	0	0.111 4	0.267 2	0.283 9
IS-95B	0	4.45E -4	0.025 3	0.115 1	0.157 1
FIS_SHW2	0	0.003 5	0.018 0	0.080 7	0.180 3
T_BOA	0	0	0.042 0	0.109 3	0.195 6
T_COA	0	0	0.037 2	0.122 6	0.171 8
B_BOA	0	0	0.019 0	0.102 4	0.209 3
B_COA	0	0	0.035 3	0.122 9	0.213 2
B_WAF	0	0	0.035 9	0.111 3	0.205 6
BTB_WAF	0	0	0.026 9	0.102 4	0.170 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



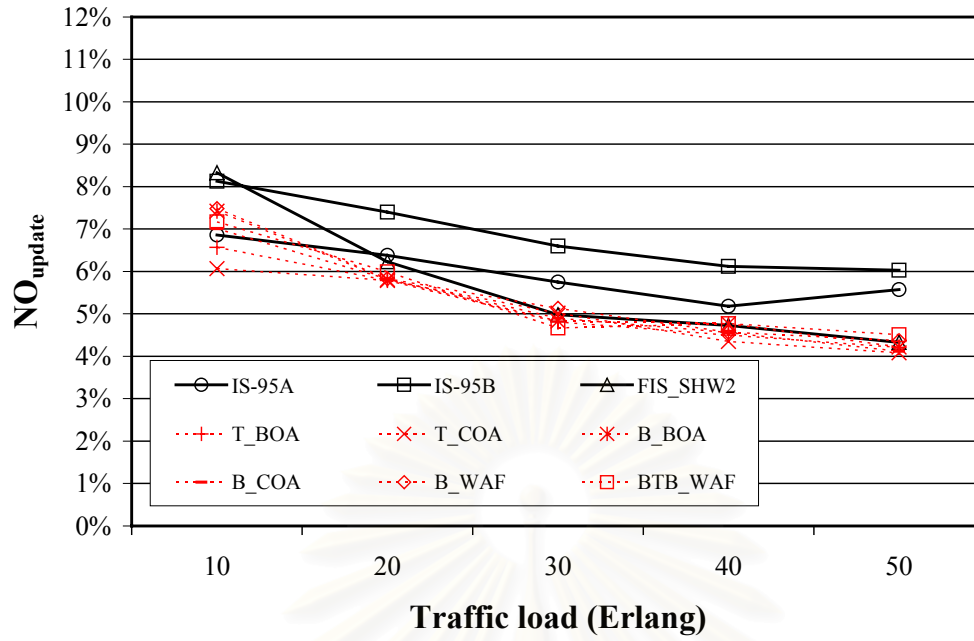
รูปที่ 4.2-7 P_{HO} ในหัวข้อ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2-8 NO_{update} ในหัวข้อ 4.2

NO _{update}					
กราฟฟีกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A	0.068 6	0.063 8	0.057 5	0.051 8	0.055 7
IS-95B	0.081 3	0.074 0	0.066 0	0.061 2	0.060 3
FIS_SHW2	0.083 3	0.062 3	0.049 8	0.047 3	0.043 3
T_BOA	0.065 7	0.057 9	0.048 1	0.045 0	0.042 1
T_COA	0.060 7	0.057 9	0.050 2	0.043 5	0.040 8
B_BOA	0.074 2	0.058 1	0.048 3	0.047 7	0.042 2
B_COA	0.070 1	0.058 2	0.049 0	0.045 6	0.041 2
B_WAF	0.074 8	0.058 3	0.051 3	0.045 7	0.043 7
BTB_WAF	0.071 7	0.059 9	0.046 7	0.047 7	0.045 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2-8 NO_{update} ในหัวข้อ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ทดสอบการแก้ปัญหา NUT และปัญหา PPI

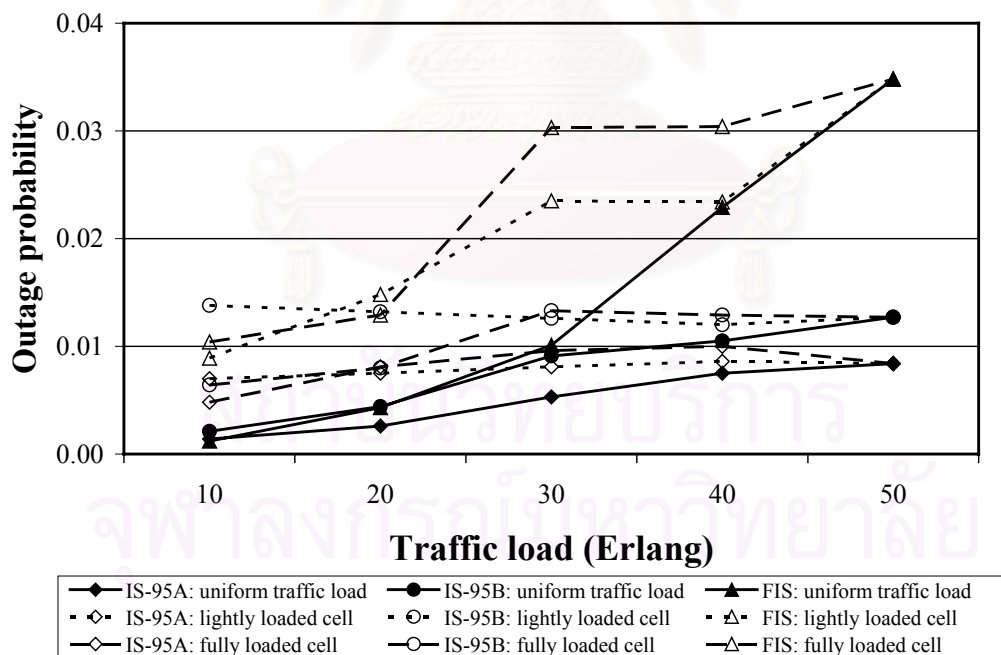
4.3.1 ทดสอบการแก้ปัญหา NUT ตามแบบจำลอง HS1 และ HW1 โดยใช้ FIS SHO ของวิธีอ้างอิง [58]

ผลการทดสอบในหัวข้อ 4.3.1 [84] ซึ่งทดสอบกับกราฟฟิกโหลดที่มีค่าตั้งแต่ 10 - 50 เออร์แลง แสดงใน ตารางที่ 4.3.1-1 ถึง 4.3.1-4 และรูปที่ 4.3.1-1 ถึง 4.3.1-16 โดยดรรชนีสมรรถนะที่นำมาแสดง ประกอบด้วย P_{out} , TRE, T_C และ NO_{update} เนื่องจาก P_{out} มีความสัมพันธ์ต่อ E_b/I_0 , TRE มีความสัมพันธ์ต่อ NO_{BS} และ T_C ประกอบกับ TRE มีความสัมพันธ์ต่อ P_B P_{HO} ตามลำดับ โดยกำหนดให้ FIS หมายถึง ผลที่ได้จาก FIS SHO ในหัวข้อ 4.1.1 ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.3.1-1 ถึง 4.3.1-4 และรูปที่ 4.3.1-1 ถึง 4.3.1-16

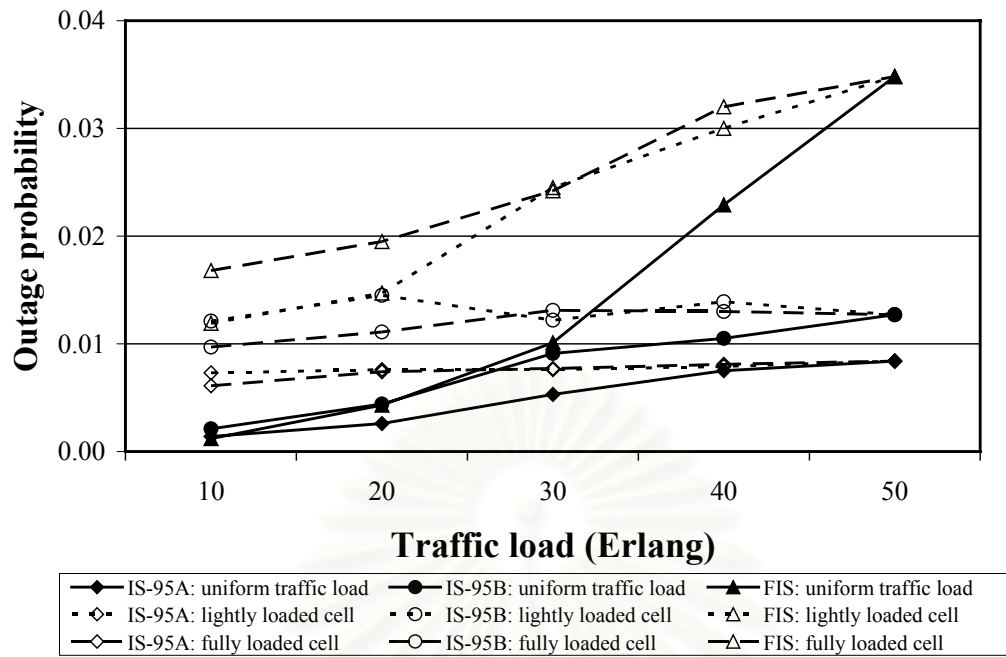
ตารางที่ 4.3.1-1 P_{out} ในหัวข้อ 4.3.1

P_{out}					
กราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
Uniform Traffic Load					
IS-95A: uniform traffic load	0.001 4	0.00 26	0.00 53	0.00 75	0.00 84
IS-95B: uniform traffic load	0.002 1	0.00 44	0.00 91	0.01 05	0.01 27
FIS: uniform traffic load	0.001 2	0.00 43	0.01 01	0.02 29	0.03 48
HS1					
IS-95A: lightly loaded cell	0.007 0	0.00 75	0.00 81	0.00 86	0.00 84
IS-95B: lightly loaded cell	0.001 4	0.01 32	0.01 26	0.01 20	0.01 27
FIS: lightly loaded cell	0.008 9	0.01 48	0.02 35	0.02 34	0.03 48
IS-95A: fully loaded cell	0.004 8	0.00 81	0.00 96	0.01 00	0.00 84
IS-95B: fully loaded cell	0.006 4	0.00 80	0.01 33	0.01 29	0.01 27
FIS: fully loaded cell	0.010 4	0.01 29	0.03 03	0.03 04	0.03 48

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{out}				
	10	20	30	40	50
HW1					
IS-95A: lightly loaded cell	0.007 3	0.00 76	0.00 76	0.00 79	0.00 84
IS-95B: lightly loaded cell	0.012 1	0.01 45	0.01 22	0.01 39	0.01 27
FIS: lightly loaded cell	0.011 9	0.01 47	0.02 45	0.03 00	0.03 48
IS-95A: fully loaded cell	0.006 1	0.00 74	0.00 77	0.00 81	0.00 84
IS-95B: fully loaded cell	0.009 7	0.01 11	0.01 31	0.01 30	0.01 27
FIS: fully loaded cell	0.016 8	0.01 95	0.02 42	0.03 20	0.03 48



รูปที่ 4.3.1-1 P_{out} ในกรณี HS1



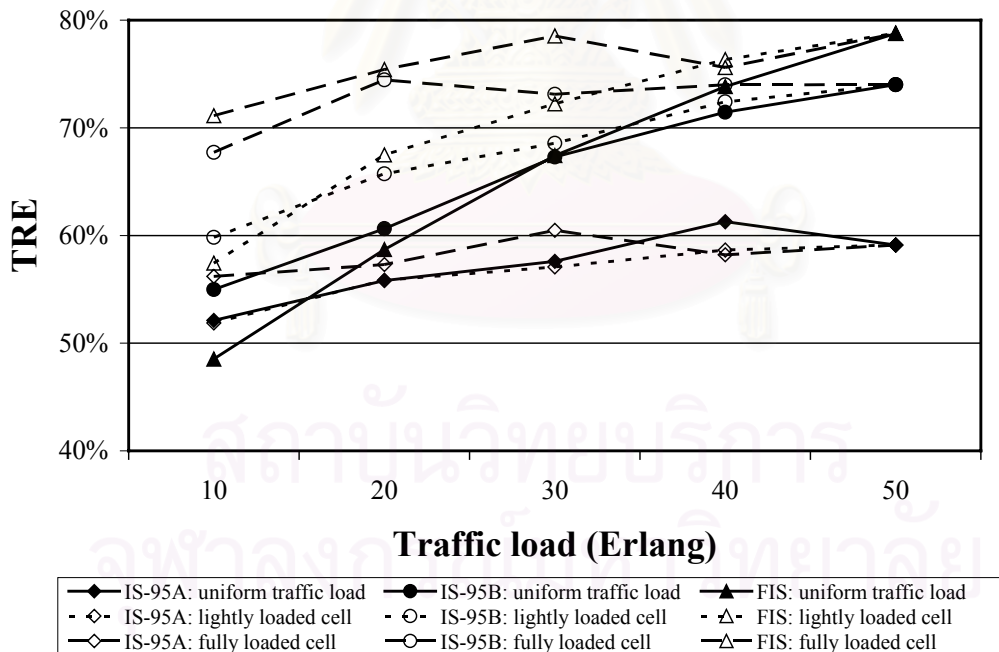
รูปที่ 4.3.1-2 P_{out} ในกรณี HW1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

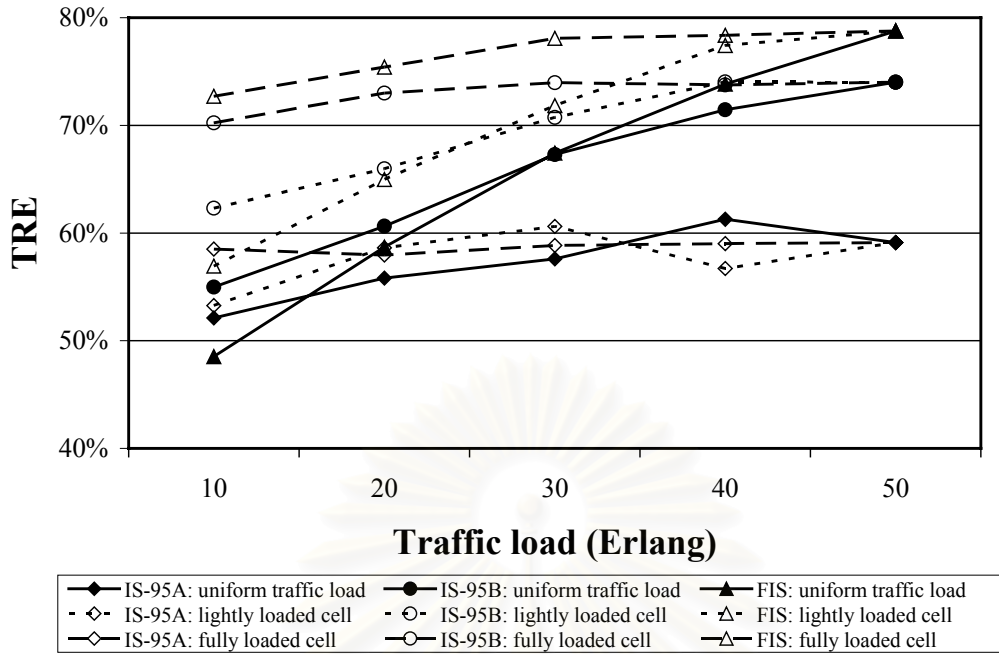
ตารางที่ 4.3.1-2 TRE ในหัวข้อ 4.3.1

TRE					
กราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
Uniform Traffic Load					
IS-95A: uniform traffic load	0.521 1	0.55 80	0.57 60	0.61 27	0.59 11
IS-95B: uniform traffic load	0.549 8	0.60 64	0.67 28	0.71 45	0.74 01
FIS: uniform traffic load	0.485 2	0.58 69	0.67 41	0.73 83	0.78 77
HS1					
IS-95A: lightly loaded cell	0.518 8	0.55 84	0.57 07	0.58 64	0.59 11
IS-95B: lightly loaded cell	0.598 3	0.65 73	0.68 56	0.72 41	0.74 01
FIS: lightly loaded cell	0.574 2	0.67 49	0.72 22	0.76 34	0.78 77
IS-95A: fully loaded cell	0.561 9	0.57 30	0.60 48	0.58 21	0.59 11
IS-95B: fully loaded cell	0.677 2	0.74 45	0.73 12	0.73 99	0.74 01
FIS: fully loaded cell	0.711 3	0.75 41	0.78 53	0.75 59	0.78 77

TRE					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
HW1					
IS-95A: lightly loaded cell	0.532 6	0.58 63	0.60 61	0.56 71	0.59 11
IS-95B: lightly loaded cell	0.623 0	0.65 96	0.70 74	0.74 03	0.74 01
FIS: lightly loaded cell	0.569 2	0.64 97	0.71 83	0.77 42	0.78 77
IS-95A: fully loaded cell	0.585 0	0.57 95	0.58 84	0.59 02	0.59 11
IS-95B: fully loaded cell	0.702 4	0.73 00	0.73 96	0.73 75	0.74 01
FIS: fully loaded cell	0.726 9	0.75 41	0.78 07	0.78 36	0.78 77



รูปที่ 4.3.1-3 TRE ในกรณี HS1



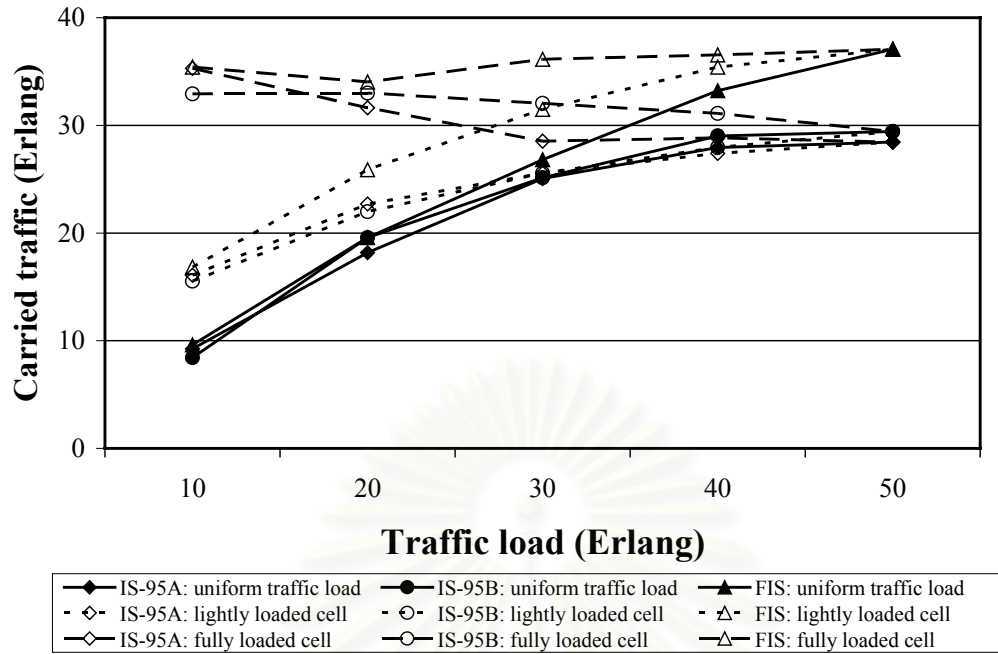
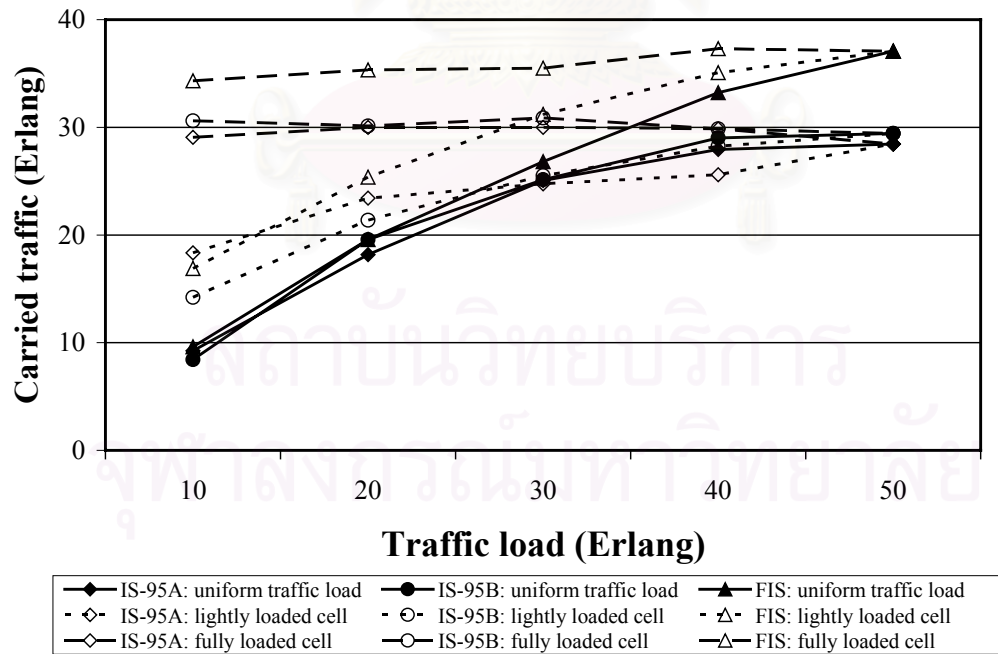
รูปที่ 4.3.1-4 TRE ในกรณี HW1

ตารางที่ 4.3.1-3 T_c ในหัวข้อ 4.3.1

T_c (เออร์แลง)					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
Uniform Traffic Load					
IS-95A: uniform traffic load	9.238 7	18.1 706	25.0 527	27.9 458	28.4 467
IS-95B: uniform traffic load	8.414 0	19.5 647	25.1 450	29.0 242	29.4 200
FIS: uniform traffic load	9.619 2	19.5 636	26.8 048	33.2 098	37.0 609
HS1					
IS-95A: lightly loaded cell	16.08 52	22.6 949	25.5 511	27.3 982	28.4 467
IS-95B: lightly loaded cell	15.51 83	21.9 805	25.5 574	27.9 547	29.4 200
FIS: lightly loaded cell	16.83 46	25.8 736	31.4 800	35.4 119	37.0 609
IS-95A: fully loaded cell	35.28	31.6	28.5	28.8	28.4

T _c (เออร์แลง)					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
	93	259	362	354	467
IS-95B: fully loaded cell	32.91 27	32.9 975	32.0 349	31.1 022	29.4 200
FIS: fully loaded cell	35.40 40	34.0 299	36.1 397	36.5 362	37.0 609
HW1					
IS-95A: lightly loaded cell	18.34 41	23.4 246	24.7 519	25.5 948	28.4 467
IS-95B: lightly loaded cell	14.21 13	21.3 759	25.5 137	28.2 481	29.4 200
FIS: lightly loaded cell	16.88 34	25.3 766	31.2 007	35.0 729	37.0 609
IS-95A: fully loaded cell	29.06 73	29.9 900	30.0 042	29.8 637	28.4 467
IS-95B: fully loaded cell	30.59 85	30.1 380	30.8 753	29.8 529	29.4 200
FIS: fully loaded cell	34.31 17	35.3 325	35.4 904	37.3 076	37.0 609

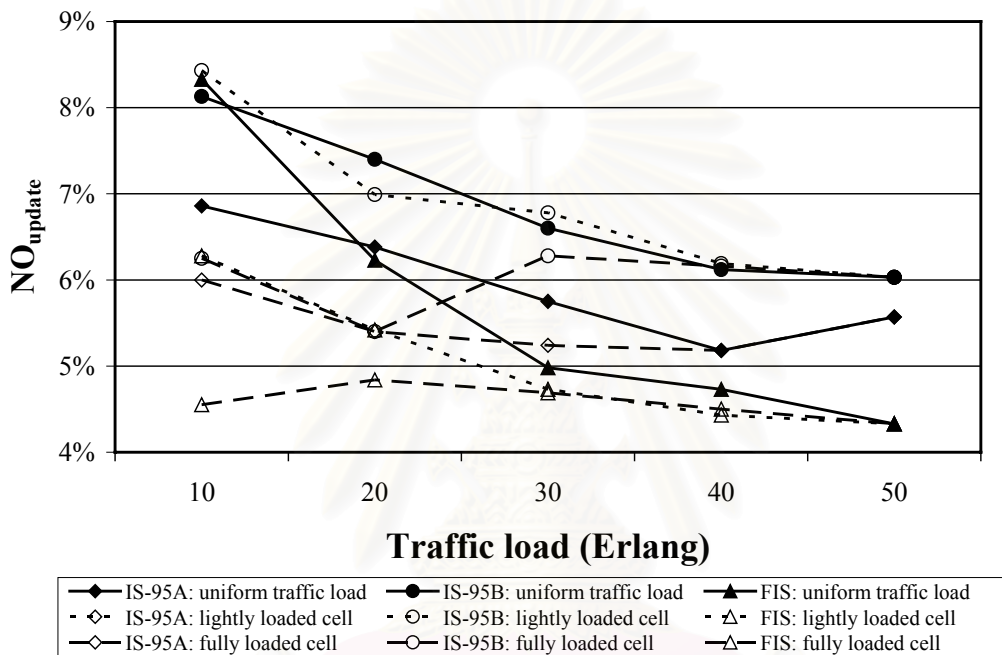
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.3.1-5 T_c ในกรณี HS1รูปที่ 4.3.1-6 T_c ในกรณี HW1

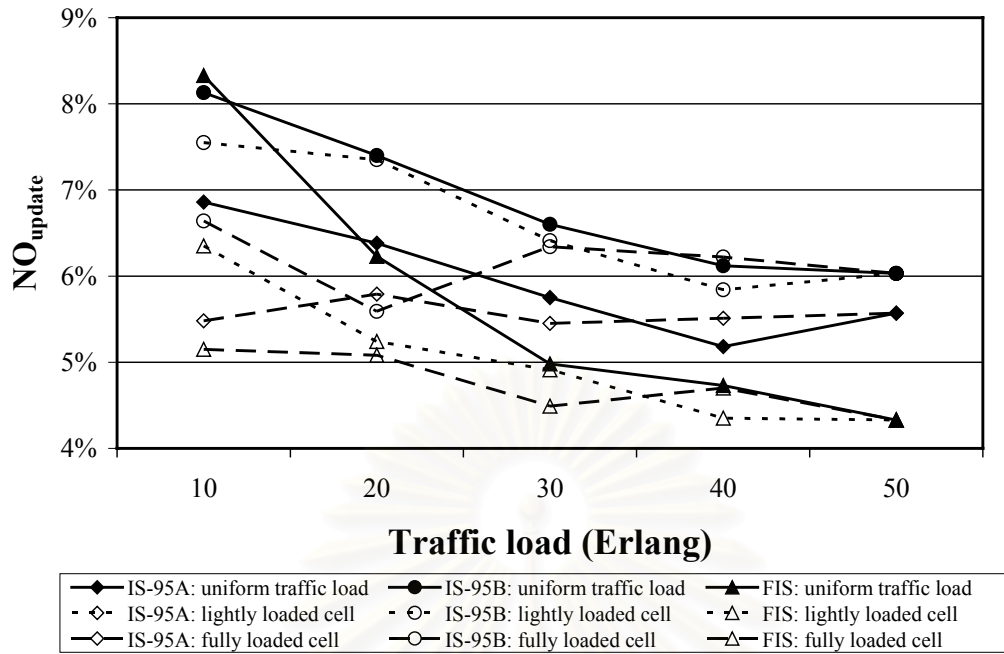
ตารางที่ 4.3.1-4 NO_{update} ในหัวข้อ 4.3.1

NO _{update}					
กราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
Uniform Traffic Load					
IS-95A: uniform traffic load	0.068 6	0.06 38	0.05 75	0.05 18	0.05 57
IS-95B: uniform traffic load	0.081 3	0.07 40	0.06 60	0.06 12	0.06 03
FIS: uniform traffic load	0.083 3	0.06 23	0.04 98	0.04 73	0.04 33
HS1					
IS-95A: lightly loaded cell	0.064 7	0.05 59	0.05 48	0.05 53	0.05 57
IS-95B: lightly loaded cell	0.084 3	0.06 99	0.06 78	0.06 19	0.06 03
FIS: lightly loaded cell	0.062 8	0.05 42	0.04 73	0.04 43	0.04 33
IS-95A: fully loaded cell	0.060 0	0.05 40	0.05 24	0.05 18	0.05 57
IS-95B: fully loaded cell	0.062 5	0.05 40	0.06 28	0.06 16	0.06 03
FIS: fully loaded cell	0.045 5	0.04 84	0.04 69	0.04 50	0.04 33
HW1					
IS-95A: lightly loaded cell	0.059 5	0.05 53	0.05 25	0.05 98	0.05 57
IS-95B: lightly loaded cell	0.075 5	0.07 35	0.06 41	0.05 84	0.06 03
FIS: lightly loaded cell	0.063 5	0.05 24	0.04 91	0.04 35	0.04 33
IS-95A: fully loaded cell	0.054 8	0.05 79	0.05 45	0.05 51	0.05 57
IS-95B: fully loaded cell	0.066 4	0.05 59	0.06 34	0.06 22	0.06 03

NO _{update}					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
FIS: fully loaded cell	0.051	0.05	0.04	0.04	0.04
	5	08	49	70	33



รูปที่ 4.3.1-7 NO_{update} ในกรณี HS1



รูปที่ 4.3.1-8 NO_{update} ในกรณี HW1

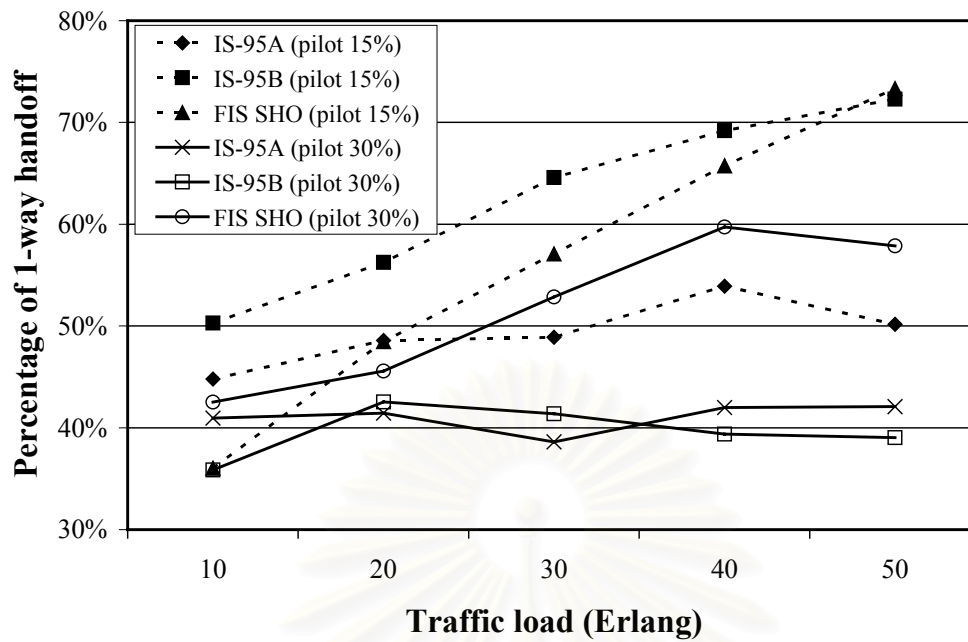
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.2 ทดสอบการแก้ปัญหา PPI ที่มีกำหนด PP_c เท่ากับ 30% โดยใช้ FIS SHO ของวิธีอ้างอิง

ผลการทดสอบในหัวข้อ 4.3.2 [85] ซึ่งทดสอบกับกราฟฟิกโพลด์ที่มีค่าตั้งแต่ 10 - 50 เออร์แลง แสดงในตารางที่ 4.3.2-1 ถึง 4.3.2-10 และรูปที่ 4.3.2-1 ถึง 4.3.1-10 โดยดร.ชนิสมรรณะที่นำมาแสดง ประกอบด้วย $1w$, $2w$, $3w$, $4w$, P_{out} , TRE , T_c และ NO_{update} ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3.2-1 $1w$ ในหัวข้อ 4.3.2

1w					
กราฟฟิกโพลด์ (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	0.448 0	0.48 58	0.48 90	0.53 92	0.50 16
IS-95B (pilot 15%)	0.502 9	0.56 25	0.64 58	0.69 19	0.72 29
FIS SHO (pilot 15%)	0.360 4	0.48 47	0.57 09	0.65 74	0.73 32
IS-95A (pilot 30%)	0.409 6	0.41 44	0.38 62	0.41 99	0.42 08
IS-95B (pilot 30%)	0.358 6	0.42 54	0.41 39	0.39 38	0.39 03
FIS SHO (pilot 30%)	0.425 2	0.45 57	0.52 86	0.59 72	0.57 88

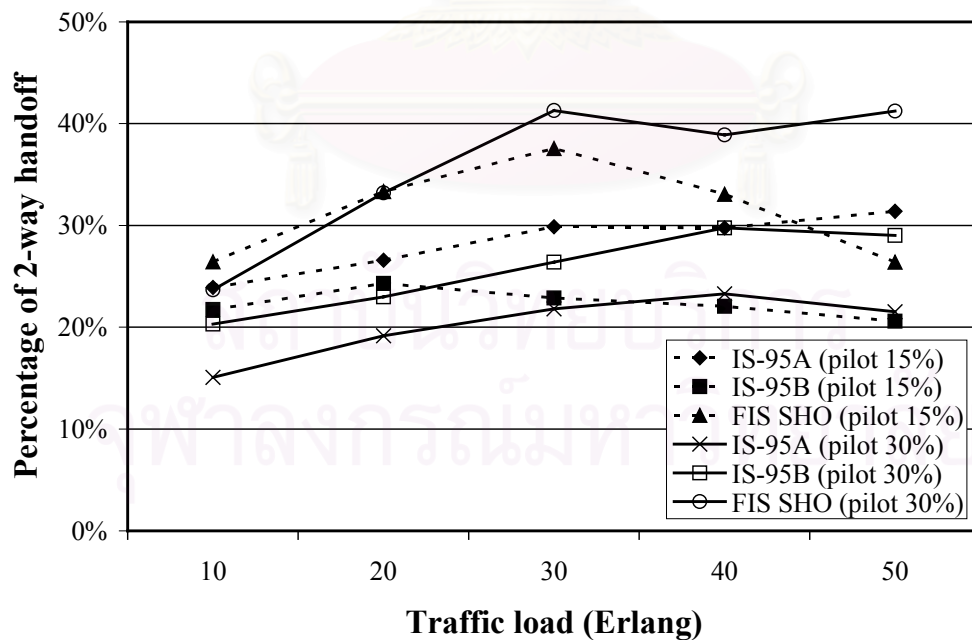


รูปที่ 4.3.2-1 1w ในหัวข้อ 4.3.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3.2-2 2w ในหัวข้อ 4.3.2

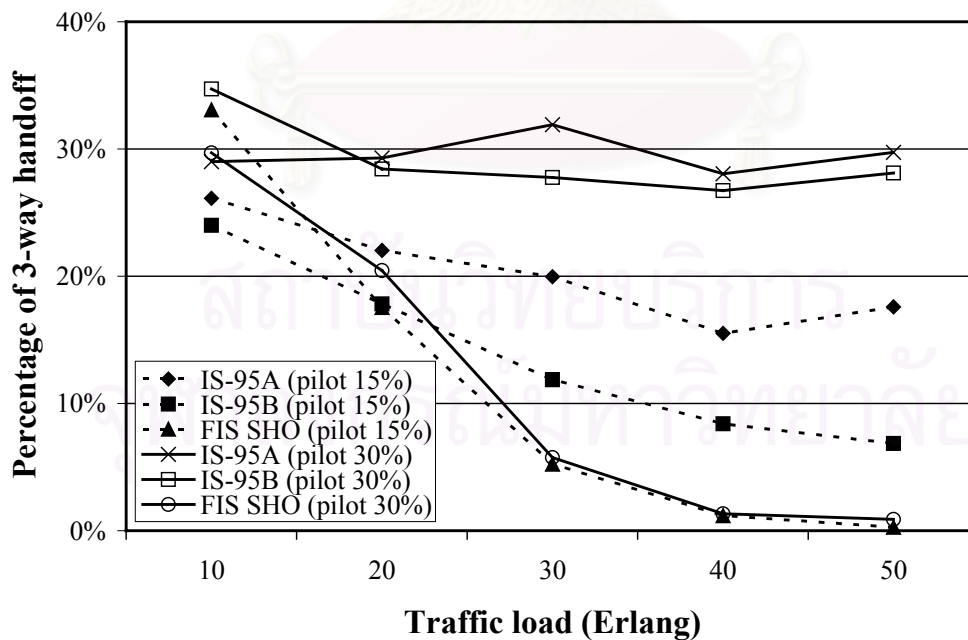
2w					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	0.239 1	0.26 58	0.29 87	0.29 77	0.31 38
IS-95B (pilot 15%)	0.217 4	0.24 30	0.22 88	0.22 05	0.20 59
FIS SHO (pilot 15%)	0.264 3	0.33 33	0.37 57	0.33 07	0.26 40
IS-95A (pilot 30%)	0.150 7	0.19 17	0.21 81	0.23 28	0.21 52
IS-95B (pilot 30%)	0.203 1	0.22 98	0.26 39	0.29 76	0.29 01
FIS SHO (pilot 30%)	0.236 8	0.33 20	0.41 30	0.38 90	0.41 24



รูปที่ 4.3.2-2 2w ในหัวข้อ 4.3.2

ตารางที่ 4.3.2-3 3w ในหัวข้อ 4.3.2

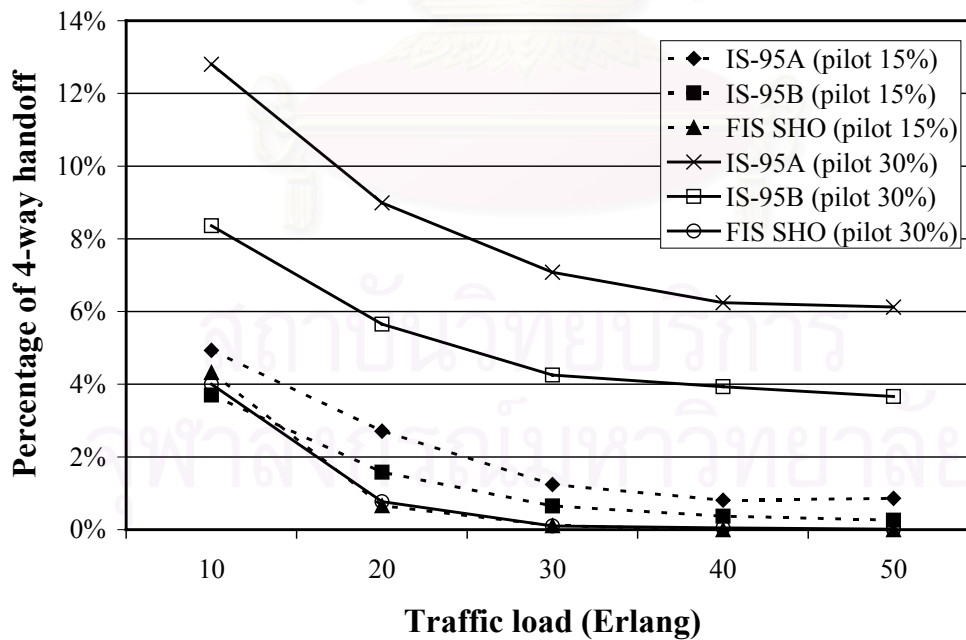
3w					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	0.261 3	0.22 02	0.19 96	0.15 50	0.17 59
IS-95B (pilot 15%)	0.240 0	0.17 81	0.11 87	0.08 40	0.06 85
FIS SHO (pilot 15%)	0.330 8	0.17 54	0.05 23	0.01 19	0.00 27
IS-95A (pilot 30%)	0.290 1	0.29 29	0.31 90	0.28 05	0.29 73
IS-95B (pilot 30%)	0.347 2	0.28 42	0.27 75	0.26 73	0.28 11
FIS SHO (pilot 30%)	0.296 9	0.20 44	0.05 74	0.01 33	0.00 88



รูปที่ 4.3.2-3 3w ในหัวข้อ 4.3.2

ตารางที่ 4.3.2-4 4w ในหัวข้อ 4.3.2

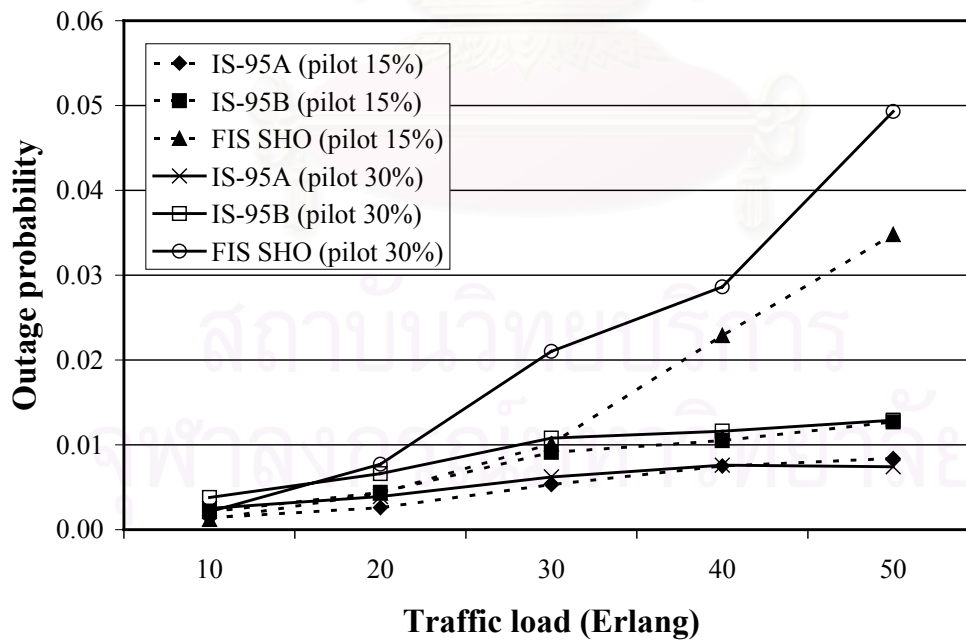
4w					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	0.049 3	0.02 71	0.012 4	0.008 1	0.008 6
IS-95B (pilot 15%)	0.037 0	0.01 58	0.006 5	0.003 7	0.002 6
FIS SHO (pilot 15%)	0.043 2	0.00 66	0.001 1	2.46E -05	0
IS-95A (pilot 30%)	0.128 0	0.08 99	0.070 8	0.062 4	0.060 0
IS-95B (pilot 30%)	0.083 6	0.05 65	0.042 5	0.039 3	0.036 6
FIS SHO (pilot 30%)	0.040 0	0.00 77	9.95E -04	4.72E -04	8.57E -05



รูปที่ 4.3.2-4 4w ในหัวข้อ 4.3.2

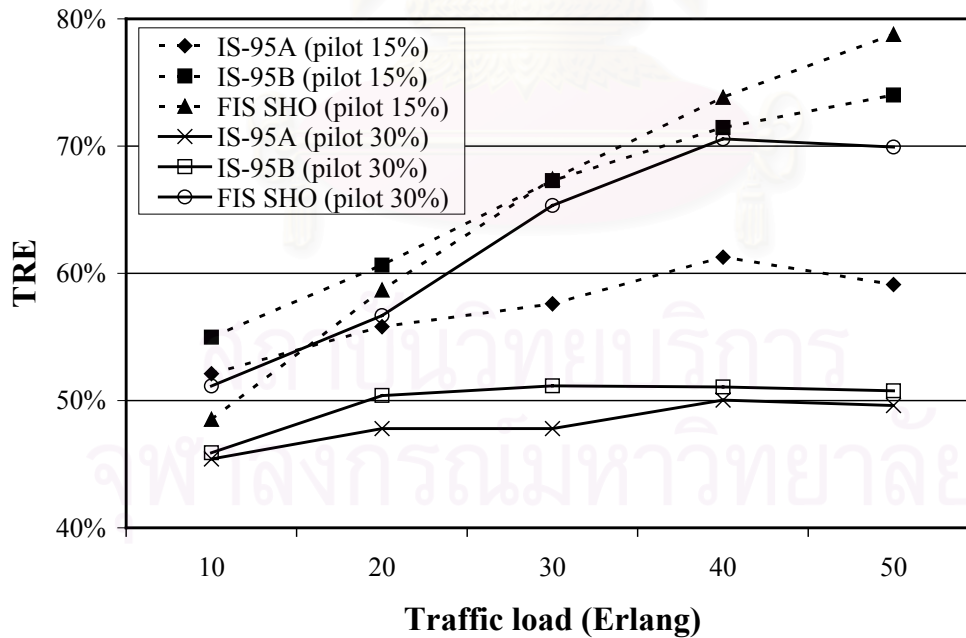
ตารางที่ 4.3.2-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.3.2

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{out}				
	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	0.001 4	0.00 26	0.00 53	0.00 75	0.00 84
IS-95B (pilot 15%)	0.002 1	0.00 44	0.00 91	0.01 05	0.01 27
FIS SHO (pilot 15%)	0.001 2	0.00 43	0.01 01	0.02 29	0.03 48
IS-95A (pilot 30%)	0.002 5	0.00 39	0.00 62	0.00 76	0.00 74
IS-95B (pilot 30%)	0.003 8	0.00 66	0.01 08	0.01 16	0.01 29
FIS SHO (pilot 30%)	0.002 1	0.00 77	0.02 10	0.02 86	0.04 93

รูปที่ 4.3.2-5 P_{out} ในหัวข้อ 4.3.2

ตารางที่ 4.3.2-6 TRE ในหัวข้อ 4.3.2

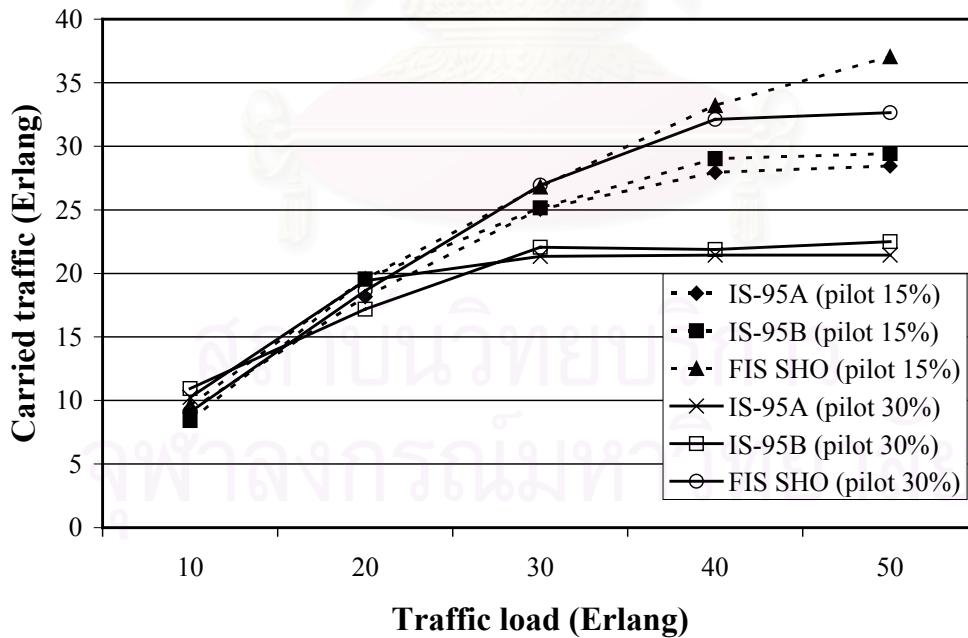
TRE					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	0.521 1	0.55 80	0.57 60	0.61 27	0.59 11
IS-95B (pilot 15%)	0.549 8	0.60 64	0.67 28	0.71 45	0.74 01
FIS SHO (pilot 15%)	0.485 2	0.58 69	0.67 41	0.73 83	0.78 77
IS-95A (pilot 30%)	0.454 1	0.47 79	0.47 80	0.50 03	0.49 61
IS-95B (pilot 30%)	0.459 0	0.50 39	0.51 15	0.51 07	0.50 76
FIS SHO (pilot 30%)	0.511 4	0.56 67	0.65 32	0.70 56	0.69 92



รูปที่ 4.3.2-6 TRE ในหัวข้อ 4.3.2

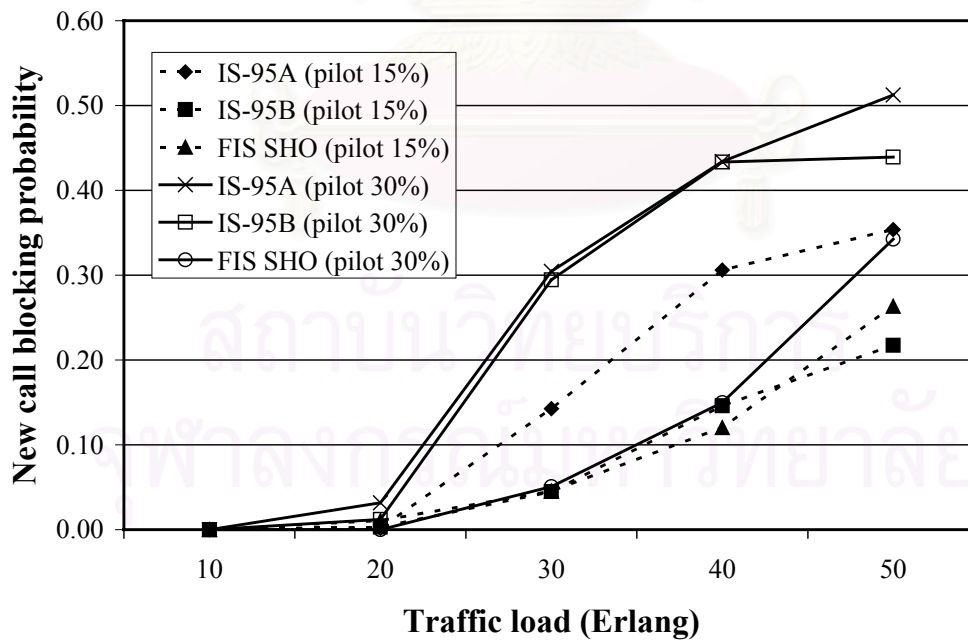
ตารางที่ 4.3.2-7 T_C ในหัวข้อ 4.3.2

T_C (เออร์แลง)					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	9.238 7	18.1 706	25.0 527	27.9 458	28.4 467
IS-95B (pilot 15%)	8.414 0	19.5 647	25.1 450	29.0 242	29.4 200
FIS SHO (pilot 15%)	9.619 2	19.5 636	26.8 048	33.2 098	37.0 609
IS-95A (pilot 30%)	10.24 23	19.4 275	21.3 342	21.4 389	21.4 346
IS-95B (pilot 30%)	10.93 27	17.1 788	22.0 552	21.8 767	22.4 945
FIS SHO (pilot 30%)	9.098 7	18.6 380	26.9 380	32.1 058	32.6 352

รูปที่ 4.3.2-7 T_C ในหัวข้อ 4.3.2

ตารางที่ 4.3.2-8 P_B ในหัวข้อ 4.3.2

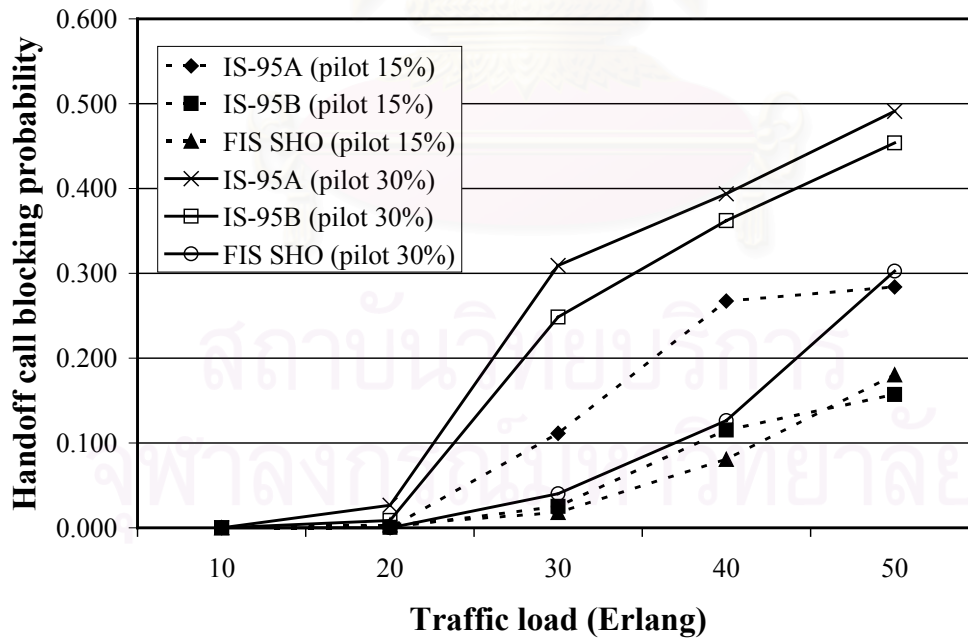
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_B				
	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	0	0.00 18	0.14 26	0.30 61	0.35 38
IS-95B (pilot 15%)	0	0.00 29	0.04 48	0.14 61	0.21 73
FIS SHO (pilot 15%)	0	0.01 07	0.04 55	0.12 03	0.26 33
IS-95A (pilot 30%)	0	0.03 17	0.30 46	0.43 39	0.51 25
IS-95B (pilot 30%)	0	0.01 88	0.24 28	0.34 63	0.40 39
FIS SHO (pilot 30%)	0	0	0.05 08	0.14 97	0.34 23



รูปที่ 4.3.2-8 P_B ในหัวข้อ 4.3.2

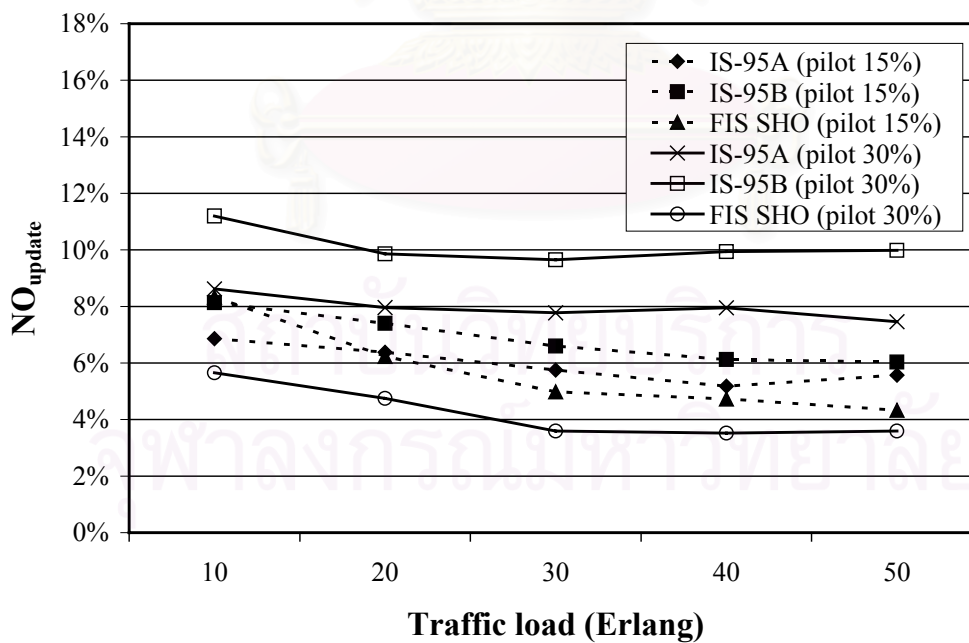
ตารางที่ 4.3.2-9 P_{HO} ในหัวข้อ 4.3.2

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{HO}				
	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	0	0	0.11 14	0.26 72	0.28 39
IS-95B (pilot 15%)	0	0.00 04	0.02 53	0.11 51	0.15 71
FIS SHO (pilot 15%)	0	0.00 35	0.01 80	0.08 07	0.18 03
IS-95A (pilot 30%)	0	0.02 65	0.30 93	0.39 38	0.49 11
IS-95B (pilot 30%)	0	0.02 28	0.44 20	0.53 79	0.64 53
FIS SHO (pilot 30%)	0	0	0.04 01	0.12 64	0.30 26

รูปที่ 4.3.2-9 P_{HO} ในหัวข้อ 4.3.2

ตารางที่ 4.3.2-10 NO_{update} ในหัวข้อ 4.3.2

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	NO_{update}				
	10	20	30	40	50
IS-95A (pilot 15%)	0.068 6	0.06 38	0.05 75	0.05 18	0.05 57
IS-95B (pilot 15%)	0.081 3	0.07 40	0.06 60	0.06 12	0.06 03
FIS SHO (pilot 15%)	0.083 3	0.06 23	0.04 98	0.04 73	0.04 33
IS-95A (pilot 30%)	0.086 2	0.07 96	0.07 77	0.07 95	0.07 46
IS-95B (pilot 30%)	0.112 0	0.09 86	0.09 65	0.09 94	0.09 98
FIS SHO (pilot 30%)	0.056 5	0.04 75	0.03 59	0.03 52	0.03 59

รูปที่ 4.3.2-10 NO_{update} ในหัวข้อ 4.3.2

4.4 การควบคุม QoS ให้เหมาะสมโดยใช้ SHO

การควบคุม QoS ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ การควบคุม TRE [74,75] ซึ่งกำหนดในหัวข้อย่อย 4.4.1 และ 4.4.2 และการควบคุม E_b/I_0 [74] ในหัวข้อย่อย 4.4.3, 4.4.4 และ 4.4.5 ดังนั้นจึงแบ่งผลการทดสอบเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามประเภทของพารามิเตอร์ที่ทำการควบคุม

4.4.1 ควบคุม TRE โดยใช้ FIS&GD SHO โดยมีรายละเอียดของระบบ [75] ดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)//MPC(9)+GD/WAF//T_DROP/TriMF(3)/TRE\}$$

4.4.2 ควบคุม TRE โดยใช้ SSC โดยมีรายละเอียดของระบบ [86] ดังนี้

$$\{no_{BS}/SSC//T_DROP/TRE\}$$

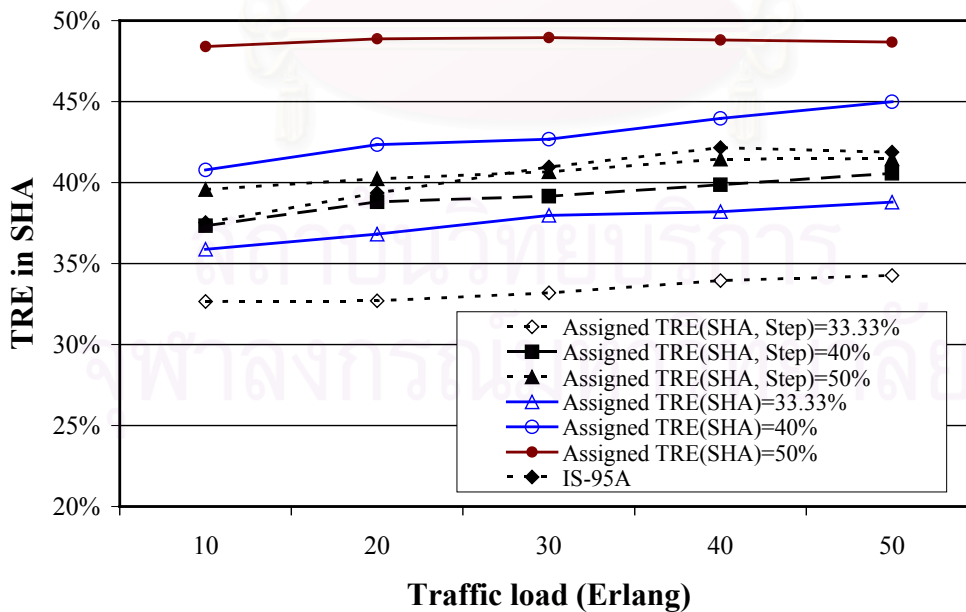
ผลการทดสอบในหัวข้อ 4.4.1 และ 4.4.2 ซึ่งทดสอบกับกราฟฟิกโพลดที่มีค่าตั้งแต่ 10-50 เออร์แลง แสดงในตารางที่ 4.4-1 ถึง 4.4-7 และรูปที่ 4.4-1 ถึง 4.4-7 โดยกำหนดให้

- Assigned TRE(SHA)=33.33% หมายถึง ผลที่ได้จากในหัวข้อ 4.4.1 โดยให้ TRE ที่ต้องการมีค่า 33.33%
- Assigned TRE(SHA)=40% หมายถึง ผลที่ได้จากในหัวข้อ 4.4.1 โดยให้ TRE ที่ต้องการมีค่า 40%
- Assigned TRE(SHA)=50% หมายถึง ผลที่ได้จากในหัวข้อ 4.4.1 โดยให้ TRE ที่ต้องการมีค่า 50%
- Assigned TRE(SHA, Step)=33.33% หมายถึง ผลที่ได้จากในหัวข้อ 4.4.2 โดยให้ TRE ที่ต้องการมีค่า 33.33%
- Assigned TRE(SHA, Step)=40% หมายถึง ผลที่ได้จากในหัวข้อ 4.4.2 โดยให้ TRE ที่ต้องการมีค่า 40%
- Assigned TRE(SHA, Step)=50% หมายถึง ผลที่ได้จากในหัวข้อ 4.4.2 โดยให้ TRE ที่ต้องการมีค่า 50%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4-1 TRE ใน SHA ในหัวข้อ 4.4

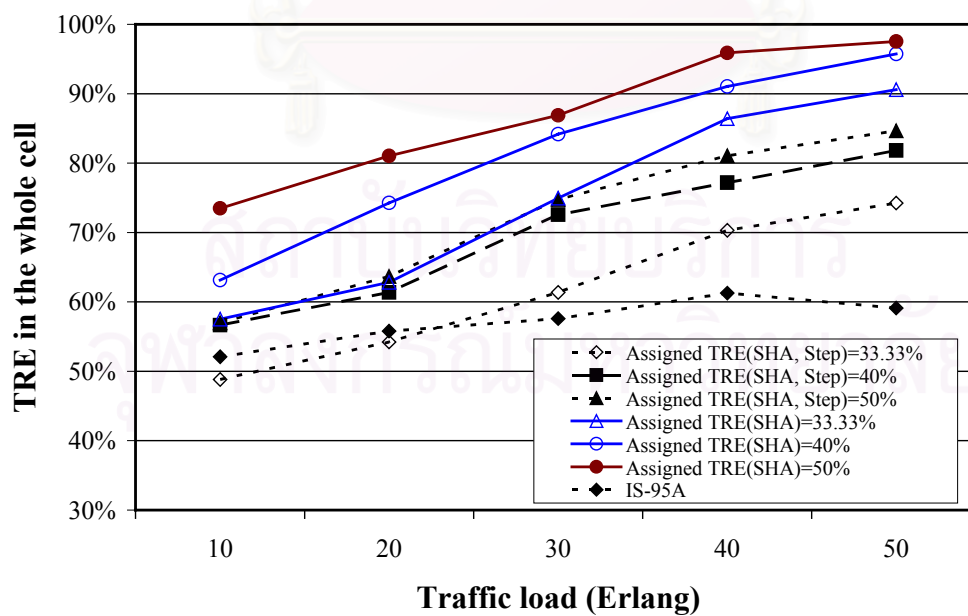
TRE ใน SHA					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A	0.37 53	0.39 36	0.40 97	0.42 16	0.41 88
Assigned TRE(SHA)=33.33%	0.35 89	0.36 82	0.38 00	0.38 21	0.38 80
Assigned TRE(SHA)=40%	0.40 80	0.42 35	0.42 68	0.43 96	0.45 00
Assigned TRE(SHA)=50%	0.48 40	0.48 88	0.49 00	0.48 81	0.48 67
Assigned TRE(SHA, Step)=33.33%	0.32 66	0.32 70	0.33 19	0.33 95	0.34 27
Assigned TRE(SHA, Step)=40%	0.37 30	0.38 82	0.39 16	0.39 87	0.40 58
Assigned TRE(SHA, Step)=50%	0.39 57	0.40 24	0.40 67	0.41 46	0.41 48



รูปที่ 4.4-1 TRE ใน SHA ในหัวข้อ 4.4

ตารางที่ 4.4-2 TRE ในหัวข้อ 4.4

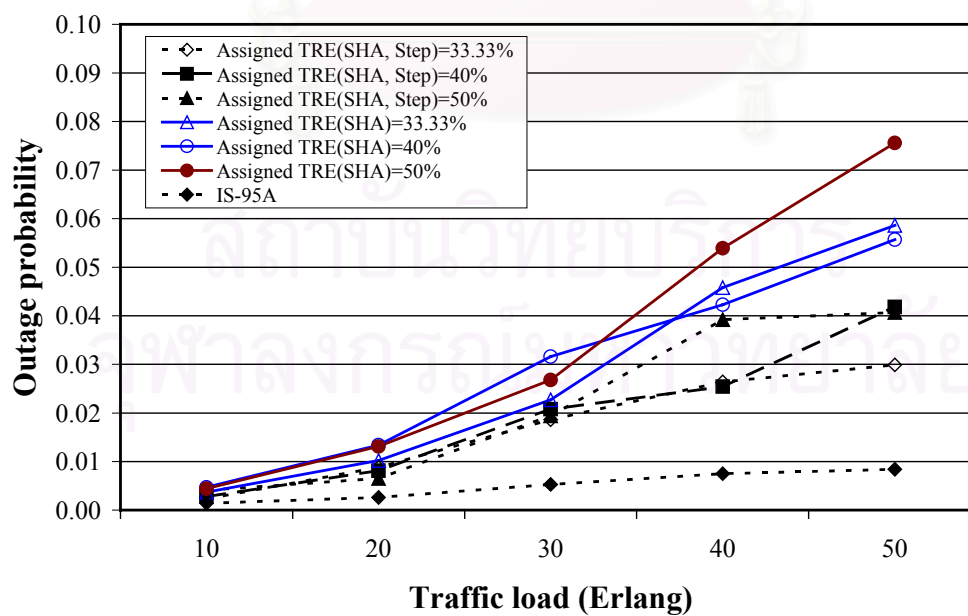
TRE					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A	0.52 11	0.55 80	0.57 60	0.61 27	0.59 11
Assigned TRE(SHA)=33.33%	0.57 52	0.62 82	0.74 95	0.86 41	0.90 60
Assigned TRE(SHA)=40%	0.63 14	0.74 28	0.84 18	0.91 05	0.95 75
Assigned TRE(SHA)=50%	0.73 50	0.81 05	0.86 90	0.95 90	0.97 54
Assigned TRE(SHA, Step)=33.33%	0.48 83	0.54 24	0.61 38	0.70 32	0.74 26
Assigned TRE(SHA, Step)=40%	0.56 66	0.61 37	0.72 59	0.77 18	0.81 82
Assigned TRE(SHA, Step)=50%	0.57 00	0.63 69	0.74 76	0.81 07	0.84 66



รูปที่ 4.4-2 TRE ในหัวข้อ 4.4

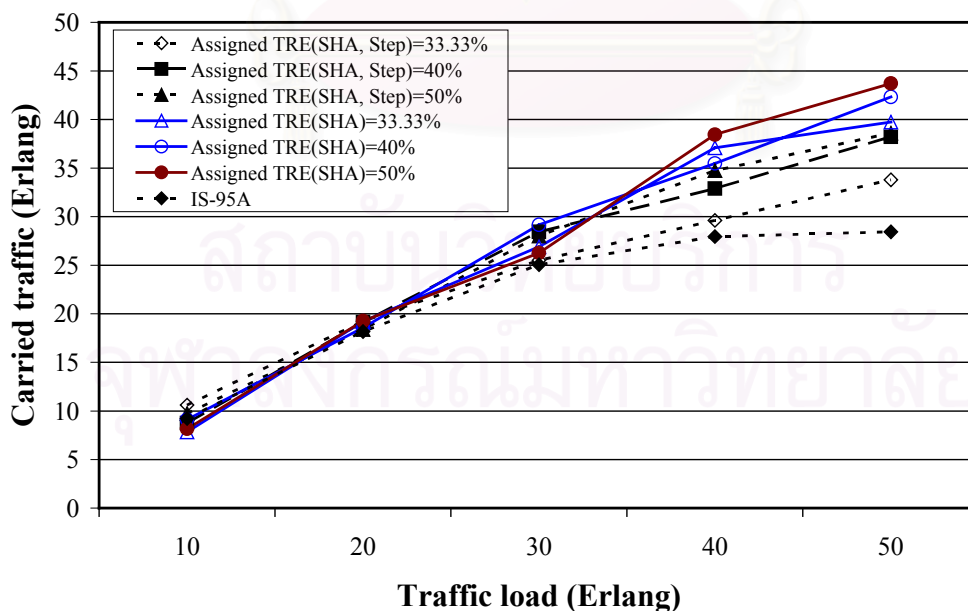
ตารางที่ 4.4-3 P_{out} ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{out}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	14	26	53	75	84
Assigned TRE(SHA)=33.33%	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05
	37	02	27	58	86
Assigned TRE(SHA)=40%	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05
	47	34	16	23	57
Assigned TRE(SHA)=50%	0.00	0.01	0.02	0.05	0.07
	44	31	68	39	56
Assigned TRE(SHA, Step)=33.33%	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02
	23	88	86	64	99
Assigned TRE(SHA, Step)=40%	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04
	28	81	08	54	18
Assigned TRE(SHA, Step)=50%	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04
	41	65	94	92	07

รูปที่ 4.4-3 P_{out} ในหัวข้อ 4.4

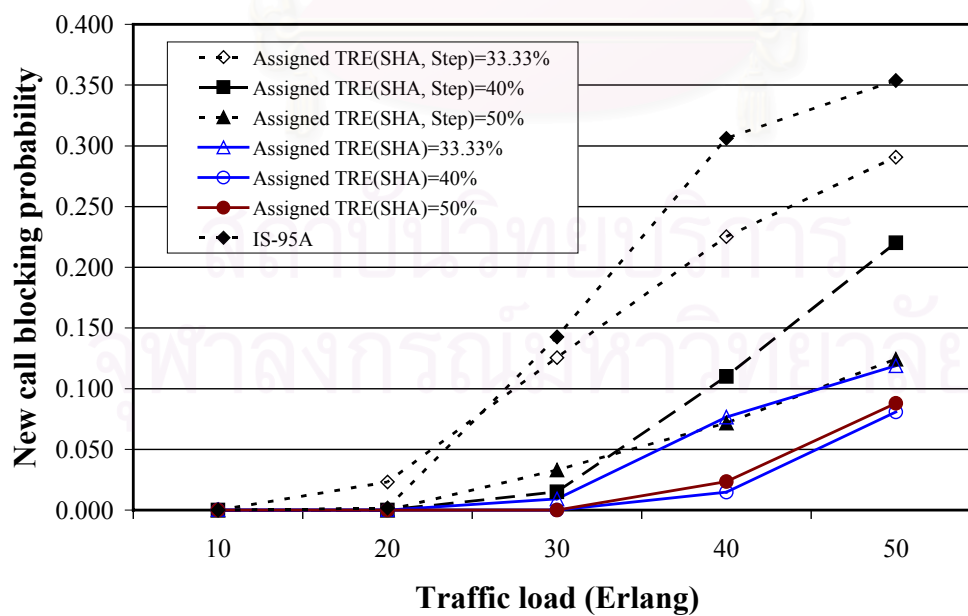
ตารางที่ 4.4-4 T_c ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	T_c				
	10	20	30	40	50
IS-95A	9.23 87	18.1 706	25.0 527	27.9 458	28.4 467
Assigned TRE(SHA)=33.33%	7.84 65	19.2 048	26.9 049	37.0 948	39.7 339
Assigned TRE(SHA)=40%	9.11 08	18.5 775	29.1 724	35.4 884	42.3 213
Assigned TRE(SHA)=50%	8.17 31	19.2 622	26.2 69	38.4 425	43.7 093
Assigned TRE(SHA, Step)=33.33%	10.6 024	19.2 262	25.5 052	29.6 234	33.8 055
Assigned TRE(SHA, Step)=40%	8.76 17	19.1 585	28.4 353	32.8 974	38.2 102
Assigned TRE(SHA, Step)=50%	9.73 35	18.3 994	28.0 139	34.7 367	38.5 921

รูปที่ 4.4-4 T_c ในหัวข้อ 4.4

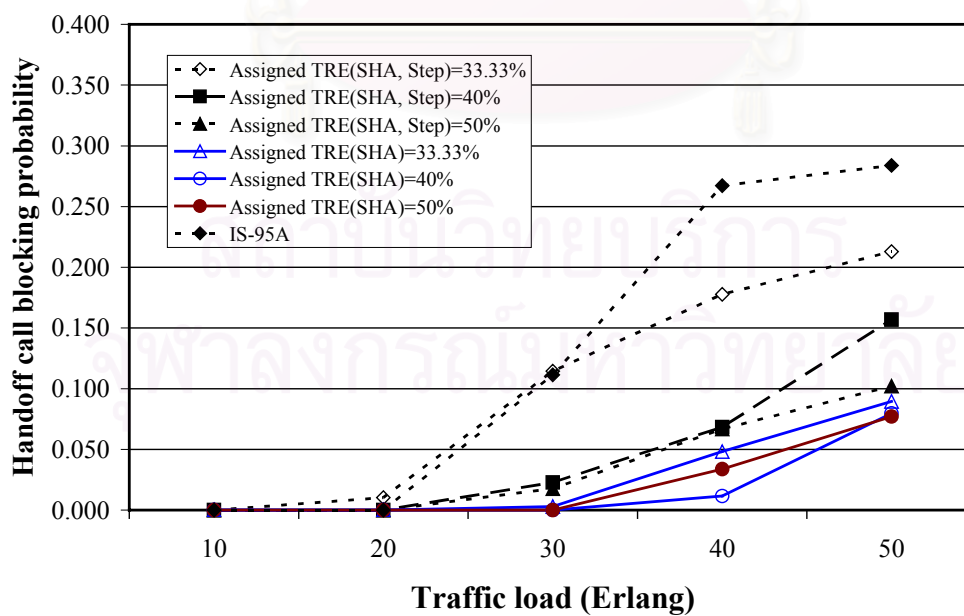
ตารางที่ 4.4-5 P_B ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_B				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0	0.00 18	0.14 26	0.30 61	0.35 38
Assigned TRE(SHA)=33.33%	0	0	0.00 92	0.07 66	0.11 89
Assigned TRE(SHA)=40%	0	0	0	0.01 48	0.08 08
Assigned TRE(SHA)=50%	0	0	0	0.02 35	0.08 79
Assigned TRE(SHA,Step)=33.33%	0	0.02 32	0.12 55	0.22 52	0.29 06
Assigned TRE(SHA, Step)=40%	0	0	0.01 50	0.11 00	0.22 01
Assigned TRE(SHA, Step)=50%	0	0	0.02 65	0.09 54	0.15 14

รูปที่ 4.4-5 P_B ในหัวข้อ 4.4

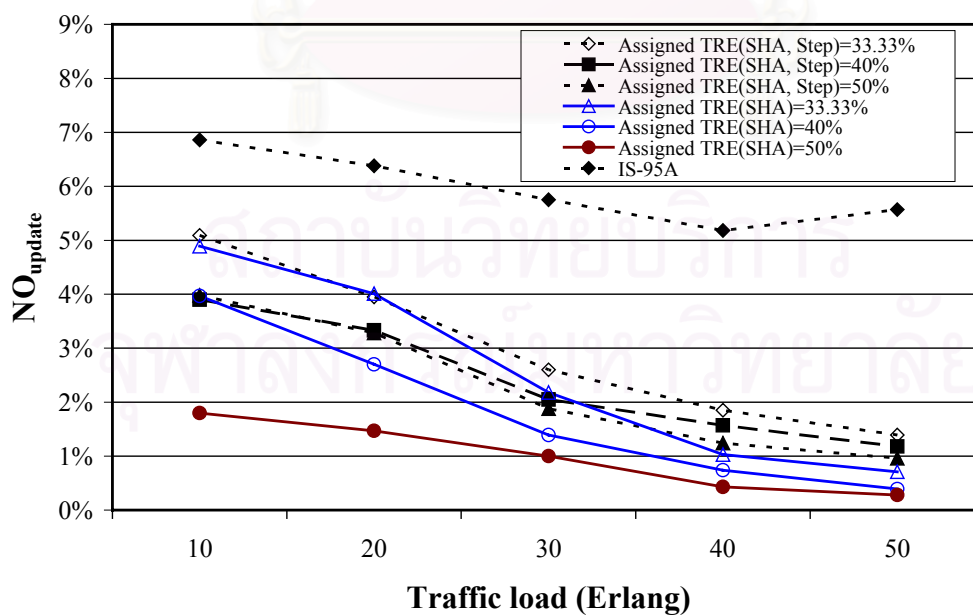
ตารางที่ 4.4-6 P_{HO} ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{HO}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0	0	0.11 14	0.26 72	0.28 39
Assigned TRE(SHA)=33.33%	0	0	0.00 29	0.04 82	0.08 95
Assigned TRE(SHA)=40%	0	0	0	0.01 16	0.07 96
Assigned TRE(SHA)=50%	0	0	0	0.03 37	0.07 70
Assigned TRE(SHA, Step)=33.33%	0	0.01 03	0.11 44	0.17 77	0.21 29
Assigned TRE(SHA, Step)=40%	0	0	0.02 28	0.06 83	0.15 69
Assigned TRE(SHA, Step)=50%	0	0	0.04 18	0.14 49	0.23 41

รูปที่ 4.4-6 P_{HO} ในหัวข้อ 4.4

ตารางที่ 4.4-7 NO_{update} ในหัวข้อ 4.4

NO_{update}					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A	0.06 86	0.06 38	0.05 75	0.05 18	0.05 57
Assigned TRE(SHA)=33.33%	0.04 89	0.04 01	0.02 18	0.01 03	0.00 71
Assigned TRE(SHA)=40%	0.03 97	0.02 70	0.01 39	0.00 74	0.00 39
Assigned TRE(SHA)=50%	0.01 80	0.01 47	0.01 00	0.00 43	0.00 28
Assigned TRE(SHA, Step)=33.33%	0.05 09	0.03 95	0.02 60	0.01 85	0.01 39
Assigned TRE(SHA, Step)=40%	0.03 90	0.03 33	0.02 05	0.01 57	0.01 18
Assigned TRE(SHA, Step)=50%	0.03 98	0.03 28	0.01 88	0.01 24	0.00 96

รูปที่ 4.4-7 NO_{update} ในหัวข้อ 4.4

4.4.3 ควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ FIS SHO

4.4.4 ควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ FIS&GD SHO โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

{no_{BS}/TriMF(3)/CH_m/TriMF(3)/E_b/I₀/TriMF(3)//MPC(27)+GD/WAF//T_DROP/TriMF(3)/E_b/I₀}

4.4.5 ควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ SSC โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

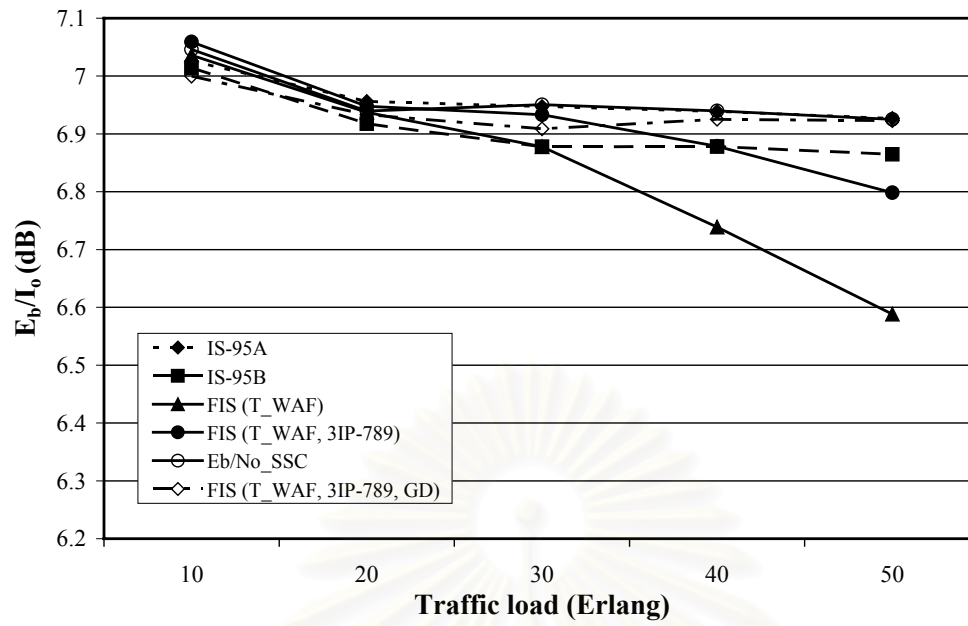
{E_b/I₀//SSC//T_DROP/E_b/I₀}

ผลการทดสอบในหัวข้อ 4.4.3, 4.4.4 และ 4.4.5 ซึ่งทดสอบกับกราฟฟีกโพลด์ที่มีค่าตั้งแต่ 10 - 50 เออร์แลง แสดงในตารางที่ 4.4-8 ถึง 4.4-15 และรูปที่ 4.4-8 ถึง 4.4-15 โดยกำหนดให้

- FIS (T_WAF) หมายถึง ผลที่ได้จาก FIS SHO ในหัวข้อ 4.1.1
- FIS (T_WAF, 3IP-789) หมายถึง ผลที่ได้จาก FIS SHO ในหัวข้อ 4.4.3
- FIS (T_WAF, 3IP-789, GD) หมายถึง ผลที่ได้จากในหัวข้อ 4.4.4
- Eb_No_SSC หมายถึง ผลที่ได้จากในหัวข้อ 4.4.5

ตารางที่ 4.4-8 E_b/I_0 ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	E_b/I_0				
	10	20	30	40	50
IS-95A	7.02 59	6.95 62	6.94 75	6.93 90	6.92 66
IS-95B	7.01 39	6.91 77	6.87 77	6.87 79	6.86 48
FIS (T_WAF)	7.03 60	6.93 73	6.87 76	6.73 89	6.58 83
FIS (T_WAF, 3IP-789)	7.05 89	6.94 78	6.93 31	6.87 88	6.79 84
FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)	6.99 98	6.93 30	6.90 89	6.92 51	6.92 26
Eb_No_SSC	7.04 60	6.93 94	6.95 03	6.93 97	6.92 53

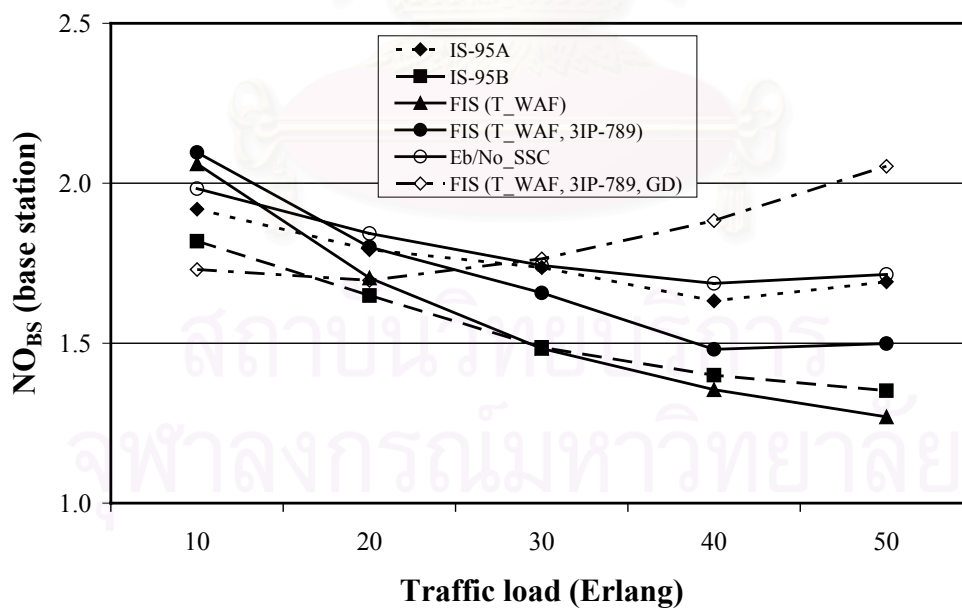


รูปที่ 4.4-8 E_b/I_0 ในหัวข้อ 4.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

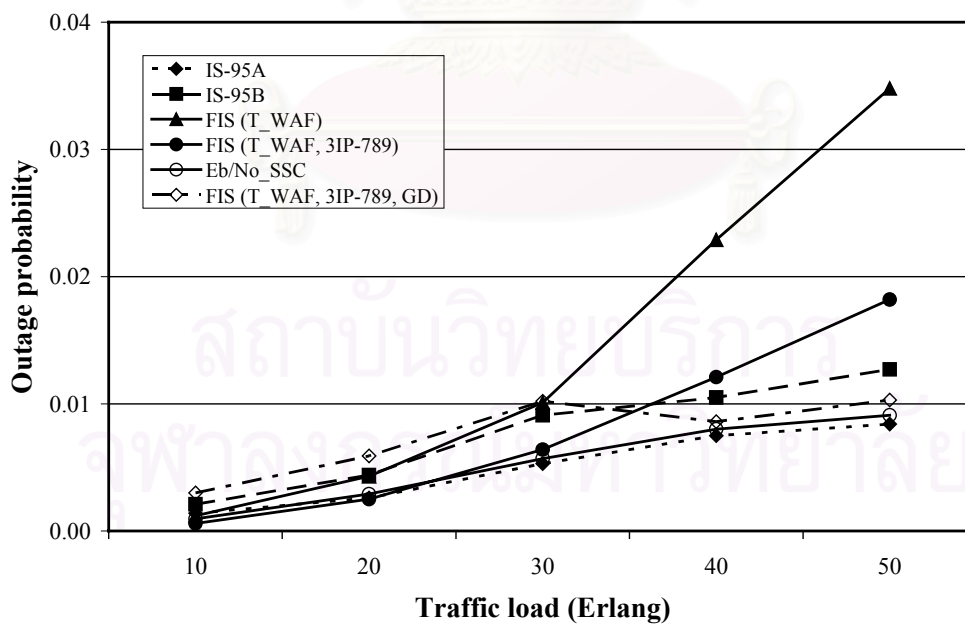
ตารางที่ 4.4-9 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	NO_{BS}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	1.91 88	1.79 21	1.73 61	1.63 21	1.69 17
IS-95B	1.81 90	1.64 90	1.48 64	1.39 95	1.35 11
FIS (T_WAF)	2.06 08	1.70 40	1.48 35	1.35 45	1.26 95
FIS (T_WAF, 3IP-789)	2.09 64	1.80 08	1.65 70	1.48 07	1.49 85
FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)	1.73 00	1.69 63	1.76 38	1.88 33	2.05 31
Eb_No_SSC	1.98 32	1.84 27	1.74 29	1.68 68	1.71 48

รูปที่ 4.4-9 NO_{BS} ในหัวข้อ 4.4

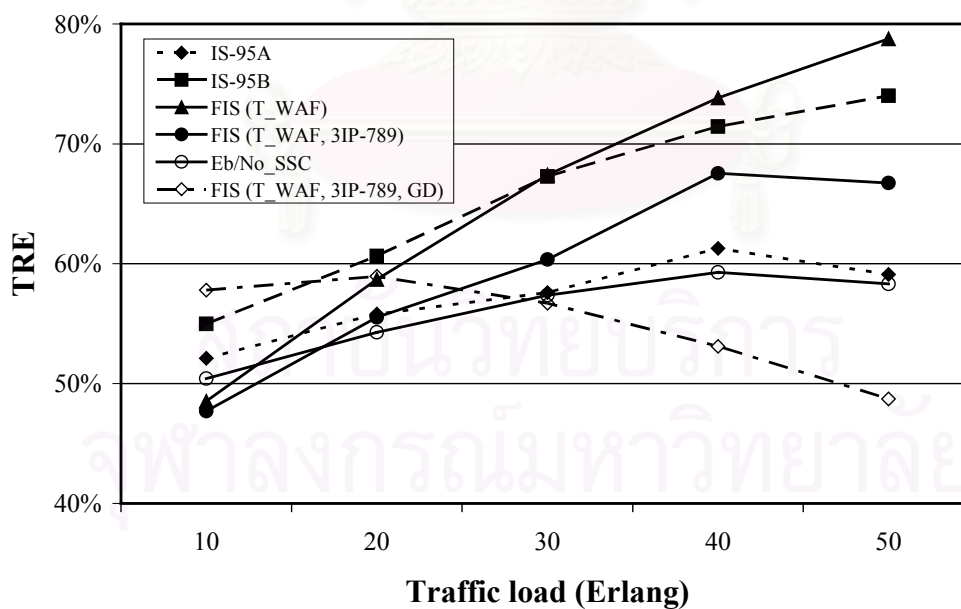
ตารางที่ 4.4-10 P_{out} ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{out}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0.001 4	0.00 26	0.00 53	0.00 75	0.00 84
IS-95B	0.002 1	0.00 44	0.00 91	0.01 05	0.01 27
FIS (T_WAF)	0.001 2	0.00 43	0.01 01	0.02 29	0.03 48
FIS (T_WAF, 3IP-789)	5.98E -04	0.00 25	0.00 64	0.01 21	0.01 82
FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)	0.003 0	0.00 59	0.01 02	0.00 86	0.01 03
Eb_No_SSC	9.57E -04	0.00 29	0.00 57	0.00 80	0.00 91

รูปที่ 4.4-10 P_{out} ในหัวข้อ 4.4

ตารางที่ 4.4-11 TRE ในหัวข้อ 4.4

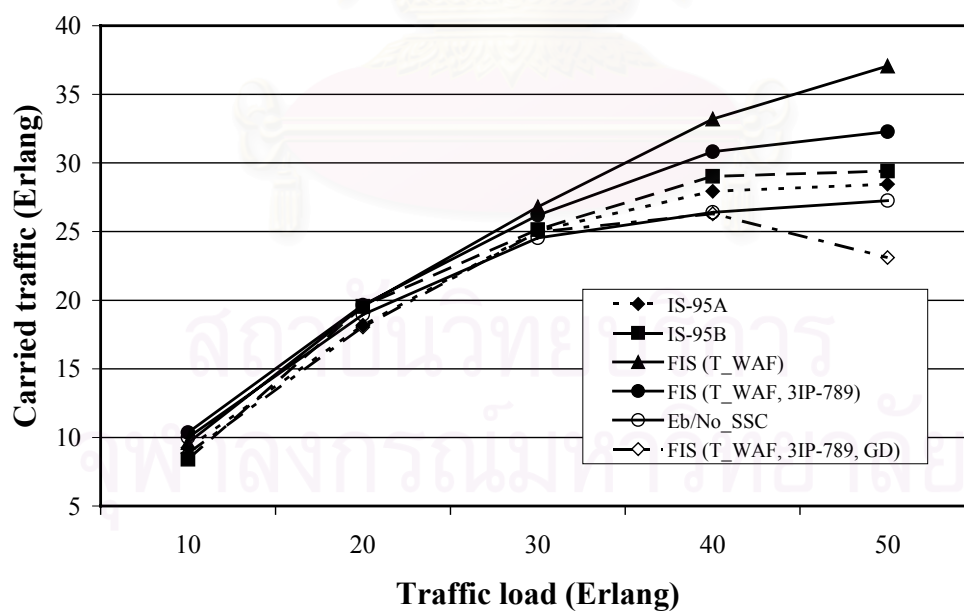
TRE					
ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	10	20	30	40	50
IS-95A	0.52 11	0.55 80	0.57 60	0.61 27	0.59 11
IS-95B	0.54 98	0.60 64	0.67 28	0.71 45	0.74 01
FIS (T_WAF)	0.48 52	0.58 69	0.67 41	0.73 83	0.78 77
FIS (T_WAF, 3IP-789)	0.47 70	0.55 53	0.60 35	0.67 54	0.66 73
FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)	0.57 80	0.58 95	0.56 70	0.53 10	0.48 71
Eb_No_SSC	0.50 42	0.54 27	0.57 38	0.59 28	0.58 31



รูปที่ 4.4-11 TRE ในหัวข้อ 4.4

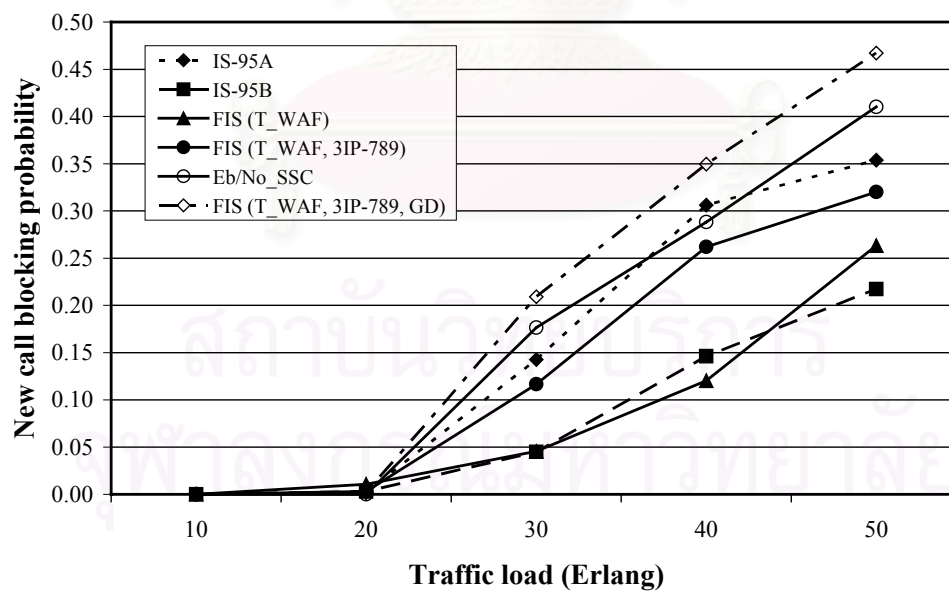
ตารางที่ 4.4-12 T_c ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	T_c				
	10	20	30	40	50
IS-95A	9.23 87	18.1 706	25.0 527	27.9 458	28.4 467
IS-95B	8.41 40	19.5 647	25.1 450	29.0 242	29.4 200
FIS (T_WAF)	9.61 92	19.5 636	26.8 048	33.2 098	37.0 609
FIS (T_WAF, 3IP-789)	10.3 616	19.6 523	26.1 981	30.8 269	32.2 889
FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)	8.82 61	18.0 406	24.9 662	26.3 000	23.1 122
Eb_No_SSC	9.99 93	18.9 576	24.5 447	26.4 083	27.2 547

รูปที่ 4.4-12 T_c ในหัวข้อ 4.4

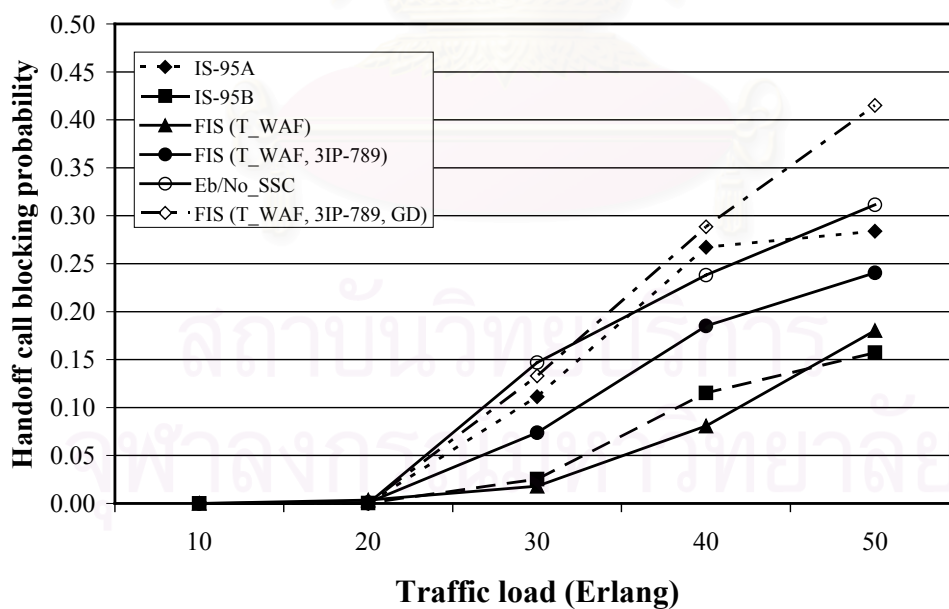
ตารางที่ 4.4-13 P_B ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_B				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0	0.00 18	0.14 26	0.30 61	0.35 38
IS-95B	0	0.00 29	0.04 48	0.14 61	0.21 73
FIS (T_WAF)	0	0.01 07	0.04 55	0.12 03	0.26 33
FIS (T_WAF, 3IP-789)	0	0.00 29	0.11 66	0.26 21	0.32 01
FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)	0	0.00 18	0.20 92	0.34 96	0.46 72
Eb_No_SSC	0	0	0.17 65	0.28 83	0.41 02

รูปที่ 4.4-13 P_B ในหัวข้อ 4.4

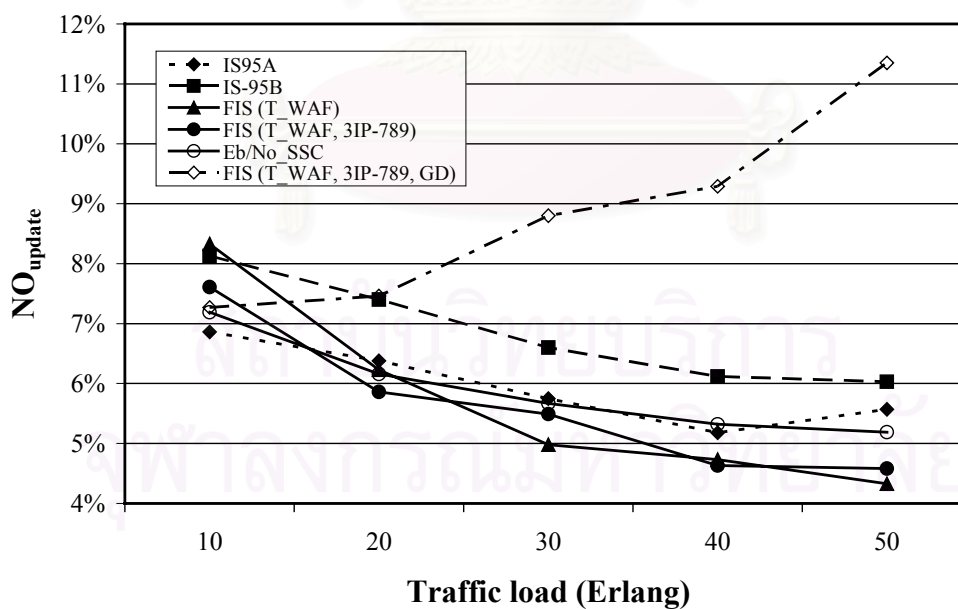
ตารางที่ 4.4-14 P_{HO} ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	P_{HO}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0	0	0.11 14	0.26 72	0.28 39
IS-95B	0	0.000 4	0.02 53	0.11 51	0.15 71
FIS (T_WAF)	0	0.003 5	0.01 80	0.08 07	0.18 03
FIS (T_WAF, 3IP-789)	0	8.31E -04	0.07 37	0.18 50	0.24 05
FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)	0	0	0.13 30	0.28 86	0.41 51
Eb_No_SSC	0	1.19E -04	0.14 70	0.23 81	0.31 15

รูปที่ 4.4-14 P_{HO} ในหัวข้อ 4.4

ตารางที่ 4.4-15 NO_{update} ในหัวข้อ 4.4

ทราฟฟิกโหลด (เออร์แลง)	NO_{update}				
	10	20	30	40	50
IS-95A	0.06 86	0.06 38	0.05 75	0.05 18	0.05 57
IS-95B	0.08 13	0.07 40	0.06 60	0.06 12	0.06 03
FIS (T_WAF)	0.08 33	0.06 23	0.04 98	0.04 73	0.04 33
FIS (T_WAF, 3IP-789)	0.07 61	0.05 86	0.05 49	0.04 63	0.04 58
FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)	0.07 27	0.07 46	0.08 80	0.09 29	0.11 35
Eb_No_SSC	0.07 19	0.06 16	0.05 67	0.05 32	0.05 19

รูปที่ 4.4-15 NO_{update} ในหัวข้อ 4.4

ส่วนของการวิเคราะห์ผลทั้งหมดในหัวข้อที่ 4.1 ถึง 4.4 ได้กล่าวไว้ในบทที่ 5

บทที่ 5

วิเคราะห์ผลการจำลองแบบ

บทนี้จะประกอบด้วย 4 หัวข้อหลัก ตามการทดสอบดังต่อไปนี้

5.1 พิจารณาผลต่อสมรรถนะ SHO ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของชนิดของ IP และ OP

เนื่องจากที่กราฟฟีกโพลสูงสมรรถนะโดยส่วนใหญ่ของระบบด้วยวิธีต่าง ๆ มีค่าด้อยลง ดังนั้นจึงมีการแสดงค่าเปรียบเทียบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 4.1 เทียบกับค่าที่ได้จาก IS-95A SHO (ยกเว้นค่า E_b/I_0 และ P_{out} ซึ่งกำหนดค่าตามการควบคุมที่ต้องการที่ 7 dB และตามขอบเขตสูงสุดคือ 0.1 ตามลำดับ) เมื่อกราฟฟีกโพลมีค่า 50 เอร์แลง แสดงในตารางที่ 5.1-1 โดยการคำนวณค่าเปรียบเทียบในตารางที่ 5.1-1 ของทุกพารามิเตอร์แสดงได้ เช่น พิจารณา T_C ของ FIS_SHW2 ที่กราฟฟีกโพล 50 เอร์แลงในตารางที่ 4.1-1 ซึ่งมีค่า 37.0609 เอร์แลง จะได้ค่าเปรียบเทียบ T_C ของ FIS_SHW2 มีค่า $37.0609/28.4467$ (ค่าอ้างอิง) $\times 100 = 130.28\%$ ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO

ตารางที่ 5.1-1 ค่าเปรียบเทียบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 4.1 เมื่อกราฟฟีกโพลมีค่า 50 เอร์แลง

ดรรชนีสมรรถนะ SHOs	T_C (เอร์แลง)	E_b/I_0 (dB)	NO_{BS} (BS)	TRE	P_{out}	P_B	P_{HO}	NO_{update}
ค่าอ้างอิง	28.4467	7.000 0	1.6917	1.00 0	0.100 0	0.3538	0.2839	0.055 7
ค่าเปรียบเทียบ	T_C (%)	E_b/I_0 (%)	NO_{BS} (%)	TRE (%)	P_{out} (%)	P_B (%)	P_{HO} (%)	NO_{update} (%)
IS-95A	ค่าอ้างอิง	98.95	ค่าอ้างอิง	59.11	8.40	ค่าอ้างอิง	ค่าอ้างอิง	ค่าอ้างอิง
IS-95B	103.42	98.07	79.87	74.01	12.70	61.42	55.34	108.26
FIS_SHW2	130.28	94.12	75.04	78.77	34.80	74.42	63.51	77.74
FIS_SHW1	120.74	96.21	82.08	72.02	23.00	83.97	78.80	109.34
FIS_SHW3	147.11	91.54	65.78	89.84	52.00	41.04	37.02	32.50
FIS_SHW4	152.00	89.75	61.58	95.99	65.00	23.15	31.03	7.54
FIS_SHW(1,2,3)	128.05	94.72	76.05	77.72	31.00	65.43	56.85	85.10
FIS_SHW(1.5,2.5,3.5)	131.12	94.60	75.63	78.15	31.50	71.31	56.25	80.79
FIS_SHW(2,3,4)	127.09	95.80	76.19	77.59	24.70	78.29	62.70	83.30

FIS_SHW(1,3,4)	127.32	95.27	76.46	77.31	28.10	71.03	59.14	79.71
----------------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

5.1.1 เปรียบเทียบสมรรถนะ SHO มาตรฐาน IS-95A และ IS-95B/cdma2000 กับ FIS_SHO (FIS_SHW2) ซึ่งมีรายละเอียดตามรูปแบบของ MFM ที่กำหนดดังนี้

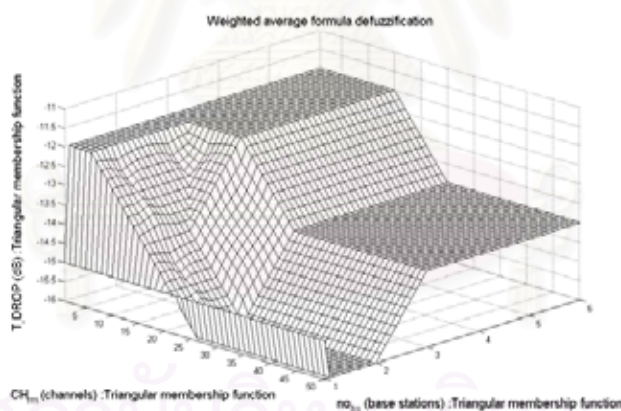
$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)//MMC(9)/WAF//T_DROP/TriMF(3)\}$$

วิธีในข้อ 5.1.1 จะใช้อ้างอิงกับวิธีหรือเงื่อนไขในหัวข้อการทดสอบอื่นๆ

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4.1.1 สามารถวิเคราะห์ระบบตามตรรกะนิสมรรถนะในตารางที่ 5.1-1 ตามลำดับดังนี้

1) T_C

จากตารางและรูปที่ 4.1-1 พบว่า FIS_SHO (FIS_SHW2) ให้ค่าคาดหวังของจำนวนทราฟฟิกที่สามารถรองรับได้ต่อเซลล์ หรือ T_C ที่สูงกว่าค่าที่ได้จาก SHO มาตรฐาน IS-95A (IS-95A SHO) และ IS-95B/cdma2000 (IS-95B/cdma2000 SHO) โดยเฉพาะที่ค่าทราฟฟิกโหลดสูง ๆ เหตุผลดังกล่าวเกิดจากการปรับค่า T_ADD และ T_DROP ของ FIS_SHW2 ที่ขึ้นกับ no_{BS} และ CH_{tm} ดังแสดงพื้นผิว T_DROP ในรูปที่ 5.1.1-1 และจากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า T_C ที่ได้จาก IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 มีค่าประมาณ 103% และ 130% ของ IS-95A SHO ตามลำดับ



รูปที่ 5.1.1-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ TriMF และ DFM แบบ WAF เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า $-13/-15$ dB

2) E_b/I_0

ตารางและรูปที่ 4.1-2 แสดงค่า E_b/I_0 ซึ่งเป็นพารามิเตอร์หนึ่งในที่นี้ที่ทำหน้าที่วัดคุณภาพของ TCH โดยเมื่อทราฟฟิกโหลดมีค่าเพิ่มขึ้น E_b/I_0 ที่ได้จาก FIS_SHW2 มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO โดยเฉพาะที่ทราฟฟิกโหลดสูง เนื่องจากมีค่า T_C สูงกว่าดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-1 ประกอบกับค่า NO_{BS} ต่ำกว่าดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-3 ยิ่งไปกว่านั้นค่า E_b/I_0 ของ FIS_SHW2

ไม่ได้ต่ำกว่า 6 dB ดังนั้นจึงมีค่าคุณภาพของ TCH ดีเพียงพอ [5] โดยความสัมพันธ์ของ NO_{BS} และ E_b/I_0 สามารถแสดงในสมการที่ (3.5.3-5) และจากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า E_b/I_0 ที่ได้จาก IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 มีค่าประมาณ 99%, 98% และ 94% ของค่าอ้างอิง (7 dB) ตามลำดับ

3) NO_{BS}

NO_{BS} หรือค่าคาดหวังของจำนวน BS ใน AS ซึ่งปกติแล้วจะมีค่าน้อยลงเมื่อทราฟฟิกโหลดมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากการมีการใช้ TCH มากขึ้น หรือ T_c เพิ่มขึ้นซึ่งมีผลให้จำนวน TCH ต่อ MS มีค่าน้อยลงนอกจากนี้ การแทรกสอดภายในเซลล์ก็ยิ่งเพิ่มขึ้น เป็นผลให้ความแรงสัญญาณไฟลิตมีค่าต่ำลง สิ่งที่เห็นได้ชัดจากรูปที่ 4.1-3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 คือ NO_{BS} ของ FIS_SHW2 มีค่าสูงที่สุด ณ ทราฟฟิกโหลดต่ำ และมีค่าต่ำที่สุด ณ ทราฟฟิกโหลดสูง และจากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{BS} ของ IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 มีค่าประมาณ 80% และ 75% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

4) TRE

TRE เป็นค่าคาดหวังประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากรท่วงค์ หรือ ค่าคาดหวังของประสิทธิภาพของระบบ โดยที่ TRE หาได้จาก $1/NO_{BS}$ โดยนำค่าที่ได้คูณ 100 เพื่อทำเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์ [3] TRE มีค่าเท่ากับ 100% ในกรณีของ HHO และมีค่าน้อยกว่า 100% ในกรณีของ SHO, TRE ของทุกวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทราฟฟิกโหลดมีค่าเพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-4 เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 พบว่า TRE ของ FIS_SHW2 มีค่าสูงที่สุด ณ ทราฟฟิกโหลดสูง ในทางตรงกันข้าม TRE ของ FIS_SHW2 มีค่าต่ำสุด ณ ทราฟฟิกโหลดต่ำ เพราะระบบยังมีจำนวน CH_{tm} มาก นั่นคือระบบสามารถจัดสรรช่องสัญญาณที่มากขึ้นให้กับ MS เพื่อเพิ่มคุณภาพของ TCH ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.1-2 ณ ทราฟฟิกโหลดต่ำ FIS_SHW2 ให้ค่า E_b/I_0 ที่สูงกว่าค่าที่ได้จาก IS-95B/cdma2000 SHO เล็กน้อย แต่ยังคงมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO เล็กน้อย จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า TRE ที่ได้จาก IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 มีค่าประมาณ 59%, 74% และ 79% ของค่าอ้างอิง (1 หรือ 100%) ตามลำดับ

5) P_{out}

จากรูปที่ 4.1-5, FIS_SHW2 ให้ค่า P_{out} สูงกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ตั้งแต่ทราฟฟิกโหลด 30 เออร์แลงจนถึง 50 เออร์แลง เนื่องจากค่า NO_{BS} และ E_b/I_0 ของ FIS_SHW2 มีค่าน้อยกว่าโดย E_b/I_0 มีความสัมพันธ์กับ P_{out} ดังสมการที่ (3.4-1) นอกจากนี้ค่า T_c ของ FIS_SHW2 ยังมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 และจากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{out} ที่ได้จาก IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 มีค่าประมาณ 8%, 13% และ 35% ของค่าอ้างอิง (0.01) ตามลำดับ ยิ่งไปกว่านี้ค่าที่ได้จาก FIS_SHW2 ยังคงยอมรับได้เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า 0.1 [6]

6) P_B

IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-6 ให้ค่า P_B ที่ต่ำกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ภายใต้การเพิ่มของทราฟฟิกโหลด เนื่องจากมี TCH เหลือจากการปลด TCH ของบางการเชื่อมโยงตาม T_ADD และ T_DROP ที่เพิ่มขึ้น จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_B ของ IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 มีค่าประมาณ 61% และ 74% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ โดยในช่วงทราฟฟิกโหลดต่ำกว่า P_B ของ IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 มีค่าใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตาม FIS_SHW2 มีแนวโน้มที่จะให้ P_B ที่น้อยกว่า IS-95B/cdma2000 เพราะ FIS_SHW2 ให้ค่า T_C ที่มากกว่าดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-1

7) P_{HO}

IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 ให้ค่า P_{HO} ที่ดีกว่า (น้อยกว่า) ค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ในช่วง ทราฟฟิกโหลด 10 - 50 เออร์แลง ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-7, FIS_SHW2 ให้ค่า P_{HO} โดยส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่าที่ได้จาก IS-95B/cdma2000 SHO โดยมีเหตุผลเช่นเดียวกับกรณีของ P_B จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{HO} ของ IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 มีค่าประมาณ 55% และ 64% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

8) NO_{update}

ค่าคาดหวังของเปอร์เซ็นต์ของจำนวนการเปลี่ยนแปลงใน AS (NO_{update}) ของ FIS_SHW2 มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-8 เมื่อทราฟฟิกโหลดมีค่าสูงขึ้น NO_{update} จะลดลงเนื่องมาจากการแทรกสอดที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งทำให้ความแรงสัญญาณไฟลิตมีค่าต่ำลง เหตุที่ทราฟฟิกโหลดต่ำ NO_{update} ของ FIS_SHW2 มีค่าสูงเพราะว่ามีจำนวนไฟลิต (NO_{BS}) มาก ส่งผลให้โอกาสในการเปลี่ยนแปลงของไฟลิตใน AS มีค่าสูงขึ้น จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{update} ของ IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS_SHW2 มีค่าประมาณ 108% และ 78% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

จะเห็นว่าอัลกอริทึม FIS SHO ซึ่งในหัวข้อนี้ใช้ FIS_SHW2 ตามรายละเอียดดังรูปแบบ

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)//MMC(9)/WAF//T_DROP/TriMF(3)\}$$

และ IS-95B/cdma2000 SHO มีความยืดหยุ่นในการจัดสรรทรัพยากรหรือช่องสัญญาณ เพราะมีความสามารถที่จะปรับค่า T_ADD และ T_DROP นอกจากนี้ยังมีเงื่อนไขในการปรับค่าเทรชโฮลด์ดังกล่าวมากกว่า โดยการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ทุกตัวที่ได้จากการทดสอบแต่ละอัลกอริทึม FIS_SHW2 มีแนวโน้มที่จะให้ค่าสมรรถนะโดยรวมดีกว่าอัลกอริทึมอื่น ๆ โดยเฉพาะที่ทราฟฟิกโหลดค่าสูง

สมรรถนะของระบบที่ทราฟฟิกโหลดค่าต่ำกว่าของ FIS_SHW2 สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้โดยเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในตารางที่ 3.1.3.1-1 เช่น เปลี่ยนค่า T_DROP เป็น “กลาง” ที่ CH_{tm} “สูง” สิ่งที่คาดว่าจะดีขึ้น เช่น TRE เป็นต้น FIS_SHW2 ที่นำเสนอนี้สามารถนำประยุกต์ใช้กับระบบจริงได้โดยเปลี่ยนซอฟต์แวร์ที่ตัวควบคุมสถานีฐาน นอกจากนี้ระบบอาจต้องเพิ่มหน่วยความจำเพื่อบันทึกค่าพารามิเตอร์ใหม่สำหรับแต่ละ

MS และรองรับการคำนวณในส่วนพีซีพีเคชัน, การอนุมานพีซีซี และ ดีพีซีพีเคชัน โดยอัลกอริทึม FIS_SHW2 ไม่ได้เพิ่มการคำนวณมากขึ้นมากนัก เนื่องจากใช้เพียง 9 กฎ ยิ่งไปกว่านี้ DFM แบบ WAF เป็นกระบวนการที่รวดเร็วและเหมาะสมในปัญหาการตัดสินใจที่ต้องใช้ความเร็ว

ข้อดีและข้อเสียของ FIS_SHW2 เมื่อเปรียบเทียบกับ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ที่ทราบฟีกโหลดค่าสูงแสดงได้ดังตารางที่ 5.1.1-1

ตารางที่ 5.1.1-1 ข้อดีและข้อเสียของ FIS_SHW2 เมื่อเปรียบเทียบกับ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ที่ทราบฟีกโหลดค่าสูง

พารามิเตอร์	ข้อดี
T_C สูงกว่า	ระบบสามารถรองรับผู้ใช้ได้มากกว่า
TRE สูงกว่า	ทรัพยากรทรังก์ของระบบถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพที่สูงกว่า
P_B และ P_{HO} ต่ำกว่า	การบล็อกของการเรียกใหม่และการเรียกที่แฮนด์ออฟมีค่าต่ำกว่า
NO_{BS} ต่ำกว่า	เป็นพารามิเตอร์หนึ่งในการทำให้เกิด P_B , P_{HO} และ NO_{update} ที่ต่ำกว่า แต่ให้ค่า E_b/I_0 ที่ต่ำกว่า
NO_{update} ต่ำกว่า	ระบบมีภาระลดลงเมื่อเทียบกับ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO
	ข้อเสีย
E_b/I_0 ต่ำกว่า	คุณภาพของช่องสัญญาณมีค่าต่ำกว่าสองอัลกอริทึม แต่มีค่าไม่ต่ำกว่า 6.5 dB (ค่าที่ต้องการคือ 7 dB)
P_{out} สูงกว่า	โอกาสของเอาต์เตจมีค่าสูงกว่าสองอัลกอริทึม แต่ไม่เกิน 3%

5.1.2 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS_SHO ที่มีการเปลี่ยนขนาดค่าคงที่ของ SHW กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิง

จากรูปที่ 5.1.2-1 ค่า T_DROP เหลือของ SHW ค่าสูง มีแนวโน้มที่จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก SHW ค่าต่ำกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ณ ทราฟฟีกโหลดค่าสูง แต่เมื่อบวกค่า SHW ของแต่ละกรณีพบว่ากรณีที่มีค่า SHW สูงกว่าจะให้ค่า T_ADD ที่สูงกว่า

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4.1 สามารถวิเคราะห์ระบบตามตรรกะที่สมรรถนะในตารางที่ 5.1-1 ตามลำดับดังนี้

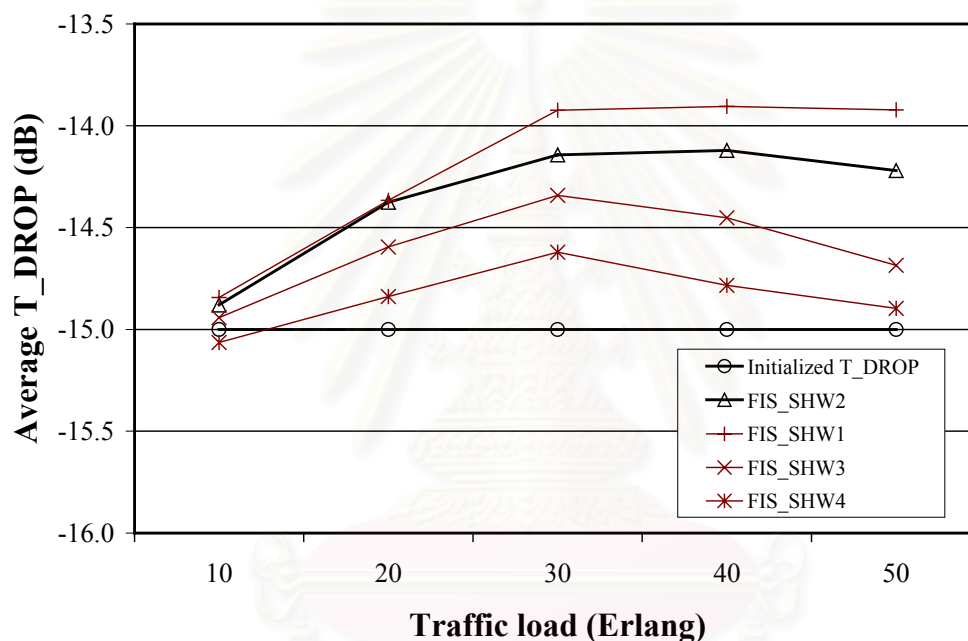
1) T_C

เมื่อ SHW มีค่าสูงขึ้น ระบบจะให้ค่า T_C มากกว่าค่าที่ได้จากการกำหนดให้ SHW มีค่าต่ำ เนื่องจากการทำให้ T_ADD มีค่าสูงขึ้น ผลคือจำนวน TCH ต่อแต่ละ MS มีค่าน้อย ทำให้ TCH ที่เหลือสามารถรองรับการเรียกใหม่หรือการเรียกที่ HO เข้ามา ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-1 และจากตารางที่ 5.1-1 พบ

ว่าที่กราฟฟิกโพลต์ 50 เออร์แลง ค่า T_c ของ SHW ณ 1 dB, 2 dB, 3 dB และ 4 dB มีค่าประมาณ 121%, 130%, 147% และ 152% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

2) E_b/I_0

จากตารางและรูปที่ 4.1-2 การกำหนดค่าคงที่ของ SHW ที่สูงกว่า ให้ค่า E_b/I_0 ที่ต่ำกว่าค่าที่ได้เมื่อ SHW มีค่า 2 dB ในทางตรงกันข้ามการกำหนดค่าคงที่ของ SHW ที่ต่ำกว่า ให้ค่า E_b/I_0 ที่สูงกว่าค่าที่ได้เมื่อ SHW มีค่า 2 dB เนื่องจากค่า E_b/I_0 ขึ้นกับจำนวน NO_{BS} ดังได้กล่าวมาแล้วในข้อ 2) ของหัวข้อ 5.1.1 จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่กราฟฟิกโพลต์ 50 เออร์แลง E_b/I_0 ของ SHW ณ 1 dB, 2 dB, 3 dB และ 4 dB มีค่าประมาณ 96%, 94%, 92% และ 90% ของค่าอ้างอิงตามลำดับ



รูปที่ 5.1.2-1 รูปที่ 5.1.2-1 ค่า T_DROP เฉลี่ยของ FIS SHO ที่ค่า SHW ต่าง ๆ

3) NO_{BS}

ลักษณะของค่า NO_{BS} ของ SHW ที่ค่าคงที่ที่สูงกว่าจะมีค่าที่ต่ำกว่าดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-3 และจากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่กราฟฟิกโพลต์ 50 เออร์แลง NO_{BS} ของ SHW ณ 1 dB, 2 dB, 3 dB และ 4 dB มีค่าประมาณ 82%, 75%, 66% และ 62% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

4) TRE

TRE มีค่าผกผันกับ NO_{BS} ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-4 โดยจากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่กราฟฟิกโพลต์ 50 เออร์แลง TRE ของ SHW ณ 1 dB, 2 dB, 3 dB และ 4 dB มีค่าประมาณ 72%, 79%, 90% และ 96% ของค่าอ้างอิง (1 หรือ 100%) ตามลำดับ

5) P_{out}

จากตารางและรูปที่ 4.1-5 จะเห็นว่าที่ SHW ค่าสูง จะให้ค่า P_{out} สูงกว่าค่าที่ได้จาก SHW ค่าต่ำ โดยเฉพาะที่ทราบฟีกโหนดค่าสูง จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหนด 50 เออร์แลง P_{out} ของ SHW ณ 1 dB, 2 dB, 3 dB และ 4 dB มีค่าประมาณ 23%, 35%, 52% และ 65% ของค่าอ้างอิง (0.01) ตามลำดับ

6) P_B

P_B ของ SHW ที่ค่าสูงกว่า จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก SHW ที่ค่าต่ำกว่าโดยเฉพาะ ณ ทราบฟีกโหนดค่าสูง ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-6 จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหนด 50 เออร์แลง P_B ของ SHW ณ 1 dB, 2 dB, 3 dB และ 4 dB มีค่าประมาณ 84%, 74%, 41% และ 23% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

7) P_{HO}

แนวโน้มของ P_{HO} คล้ายคลึงกับ P_B ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-7 จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหนด 50 เออร์แลง P_{HO} ของ SHW ณ 1 dB, 2 dB, 3 dB และ 4 dB มีค่าประมาณ 79%, 64%, 37% และ 31% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

8) NO_{update}

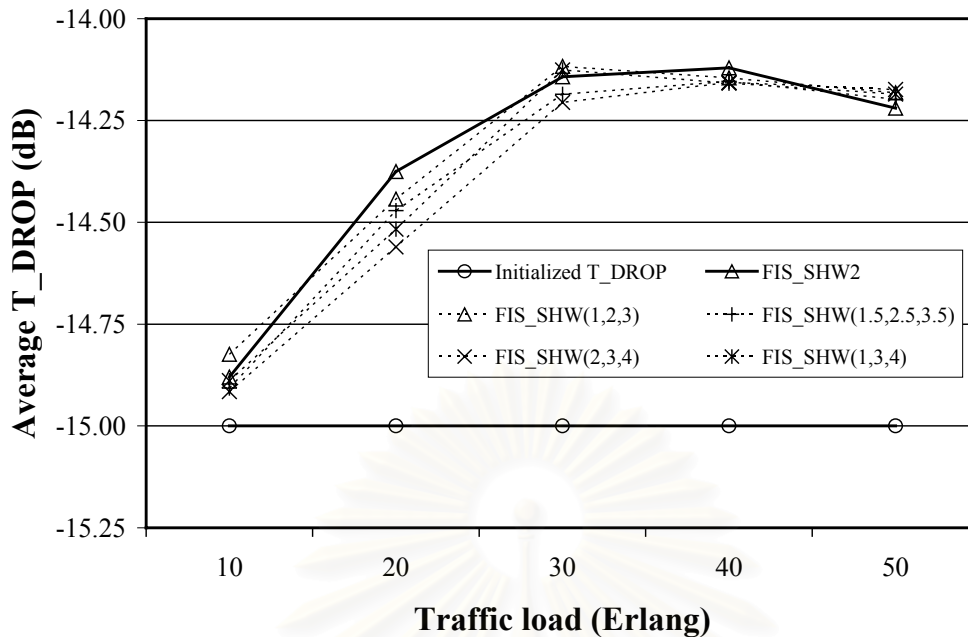
NO_{update} ของ SHW ที่ค่าสูงกว่า จะให้ค่า NO_{update} ที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ SHW ที่ 2 dB ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-6 จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหนด 50 เออร์แลง NO_{update} ของ SHW ณ 1 dB, 2 dB, 3 dB และ 4 dB มีค่าประมาณ 109%, 78%, 33% และ 8% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

จากการทดสอบพบว่า ค่า SHW ที่สูงกว่า จะให้ค่า T_C ที่สูงกว่า P_B และ P_{HO} ที่ต่ำกว่า แต่มี P_{out} ที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากกรณี FIS_SHW2 สำหรับ SHW ที่ปรับตัวได้จะแสดงในผลการทดสอบถัดไป

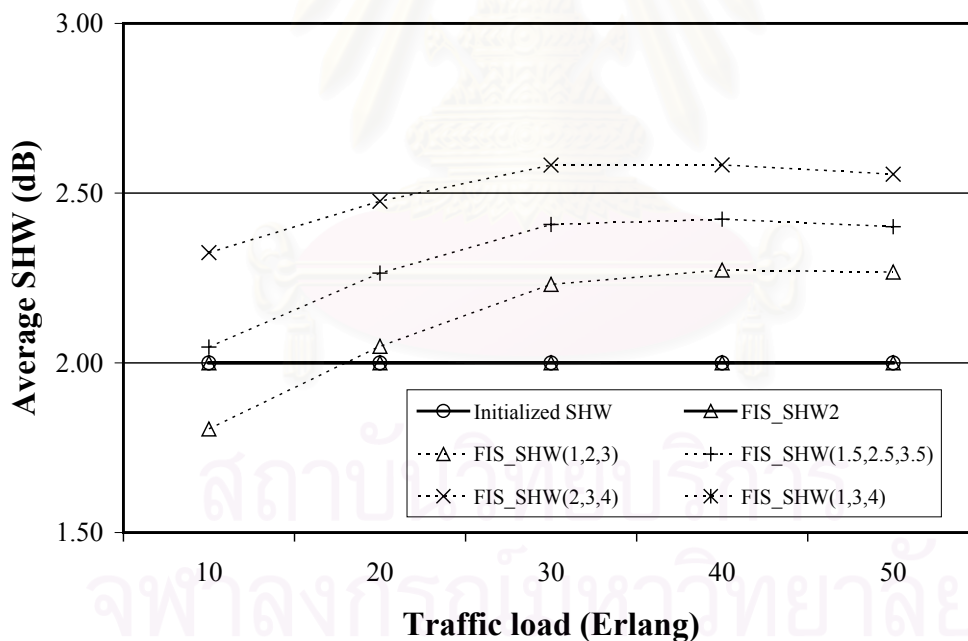
5.1.3 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS_SHO โดยเพิ่ม SHW ในส่วนของ OP กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิง (4.1.1) โดยรูปแบบของ MF ในหัวข้อนี้สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_m/TriMF(3)//MMC(18)/WAF//T_DROP/TriMF(3)/SHW/TriMF(3)\}$$

รูปที่ 5.1.3-1 และ 5.1.3-2 แสดงค่า T_DROP เฉลี่ยและ SHW เฉลี่ยของ FIS SHO ที่เพิ่ม SHW ในส่วน OP จะเห็นว่าค่า T_DROP ของ SHW แบบปรับตัวได้มีค่าใกล้เคียงกับกรณีที่ SHW เท่ากับ 2 dB โดยที่ SHW เฉลี่ยของแต่ละกรณีจะแตกต่างกันไปตามค่าพารามิเตอร์ใน MF ที่กำหนดให้ สำหรับการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของ MF ของ SHW แสดงในตัวอย่างในรูปที่ 3.1.5.1.3-1 เมื่อเปรียบเทียบค่า SHW ที่ปรับตัวได้ของกลุ่ม MF ที่มีกำหนดค่าพารามิเตอร์สูง จะมีค่า SHW เฉลี่ยสูงกว่าค่าที่ได้จากกลุ่ม MF ที่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่ำ ยกเว้นกรณีที่กลุ่ม MF ที่มีค่าพารามิเตอร์เท่ากับ (1,3,4) จะให้ค่า SHW ที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากกรณีที่กลุ่ม MF ที่มีค่าพารามิเตอร์เท่ากับ (1,2,3) ณ ทราบฟีกโหนดค่าต่ำ และมีค่า SHW ที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากกรณีที่กลุ่ม MF ที่มีค่าพารามิเตอร์เท่ากับ (1.5,2.5,3.5) ณ ทราบฟีกโหนดค่าสูง



รูปที่ 5.1.3-1 ค่า T_DROP เฉลี่ยของ FIS SHO ที่เพิ่ม SHW ในส่วน OP



รูปที่ 5.1.3-2 ค่า SHW เฉลี่ยของ FIS SHO ที่เพิ่ม SHW ในส่วน OP

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4.1 สามารถวิเคราะห์ระบบตามตารางที่สมรรถนะในตารางที่ 5.1-1 ตามลำดับดังนี้

- 1) T_c

ในกรณีที่ SHW ที่มีการปรับตัวได้ตามกฎอนุมาณพีซีซีตามตารางที่ 3.1.5.1.3-1 จะให้ค่า T_c ของแต่ละกลุ่ม MF มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่ารอบ ๆ ค่าที่ได้จากกรณีที่ SHW มีค่า 2 dB ดังแสดงในรูปที่ 4.1-1 จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า T_c ของ FIS_SHW(1,2,3), FIS_SHW(1.5,2.5,3.5), FIS_SHW(2,3,4) และ FIS_SHW(1,3,4) มีค่าประมาณ 128%, 131%, 127.1% และ 127.3% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

2) E_b/I_0

จากตารางและรูปที่ 4.1-2 ทุกกรณีของ SHW ที่ปรับตัวได้ของ FIS SHO ให้ค่า E_b/I_0 ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จาก SHW ที่ค่า 2 dB ในขณะที่การกำหนดค่าคงที่ของ SHW ที่สูงกว่า ให้ค่า E_b/I_0 ที่ต่ำกว่าค่าที่ได้เมื่อ SHW มีค่า 2 dB จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า E_b/I_0 ของ FIS_SHW(1,2,3), FIS_SHW(1.5,2.5,3.5), FIS_SHW(2,3,4) และ FIS_SHW(1,3,4) มีค่าประมาณ 94.7%, 94.6%, 95.8% และ 95.3% ของค่าอ้างอิง (7 dB) ตามลำดับ

3) NO_{BS}

ลักษณะของค่า NO_{BS} ของ SHW ที่ปรับตัวได้แสดงในตารางและรูปที่ 4.1-3 และจากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{BS} ของ FIS_SHW(1,2,3), FIS_SHW(1.5,2.5,3.5), FIS_SHW(2,3,4) และ FIS_SHW(1,3,4) มีค่าประมาณ 76.1%, 75.6%, 76.2% และ 76.5% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

4) TRE

TRE แสดงในตารางและรูปที่ 4.1-4 จากตารางที่ 5.1-1 จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า TRE ของ FIS_SHW(1,2,3), FIS_SHW(1.5,2.5,3.5), FIS_SHW(2,3,4) และ FIS_SHW(1,3,4) มีค่าประมาณ 77.7%, 78.2%, 77.6% และ 77.3% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

5) P_{out}

จากตารางและรูปที่ 4.1-5 SHW ที่ปรับตัวได้จะให้ค่า P_{out} ต่ำกว่าในกรณีที่กำหนดใช้กลุ่ม MF ค่าสูงกว่า โดยค่า P_{out} ที่เกิดขึ้นมีค่าอยู่รอบ ๆ ค่าที่ได้จากกรณีที่ SHW มีค่า 2 dB นอกจากนี้จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{out} ของ FIS_SHW(1,2,3), FIS_SHW(1.5,2.5,3.5), FIS_SHW(2,3,4) และ FIS_SHW(1,3,4) มีค่าประมาณ 31.0%, 31.5%, 24.7% และ 28.1% ของค่าอ้างอิง (0.01 dB) ตามลำดับ

6) P_B

กรณีของ SHW ที่ปรับตัวได้จะให้ค่า P_B ใกล้เคียงกันดังแสดงในรูปที่ 4.1-6 ยกเว้นกรณีที่ใช้กลุ่ม MF เท่ากับ (1,3,4) มีแนวโน้มให้ค่า P_B ที่ต่ำที่สุดโดยยังคงรักษาค่า P_B ให้มีค่าต่ำดังแสดงในรูปที่ 4.1-5, จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_B ของ FIS_SHW(1,2,3), FIS_SHW(1.5,2.5,3.5), FIS_SHW(2,3,4) และ FIS_SHW(1,3,4) มีค่าประมาณ 65.4%, 71.3%, 78.3% และ 71.0% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

7) P_{HO}

แนวโน้มของ P_{HO} คล้ายคลึงกับ P_B ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.1-7 จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{HO} ของ FIS_SHW(1,2,3), FIS_SHW(1.5,2.5,3.5), FIS_SHW(2,3,4) และ FIS_SHW(1,3,4) มีค่าประมาณ 56.9%, 56.3%, 62.7% และ 59.1% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

8) NO_{update}

NO_{update} ของ SHW ที่ปรับตัวได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จาก SHW ที่ 2 dB ดังแสดงในตารางและ รูปที่ 4.1-8 จากตารางที่ 5.1-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{update} ของ FIS_SHW(1,2,3), FIS_SHW(1.5,2.5,3.5), FIS_SHW(2,3,4) และ FIS_SHW(1,3,4) มีค่าประมาณ 85%, 81%, 83% และ 80% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

จากหัวข้อ 5.1.2 กรณี SHW ที่ปรับตัวได้สามารถลดค่า P_B และ P_{HO} ด้วยช่วงที่เหมาะสมของชุด MF ของ SHW โดยยังคงรักษาค่า P_{out} ไม่ให้มีค่าที่ต่ำเกินไป

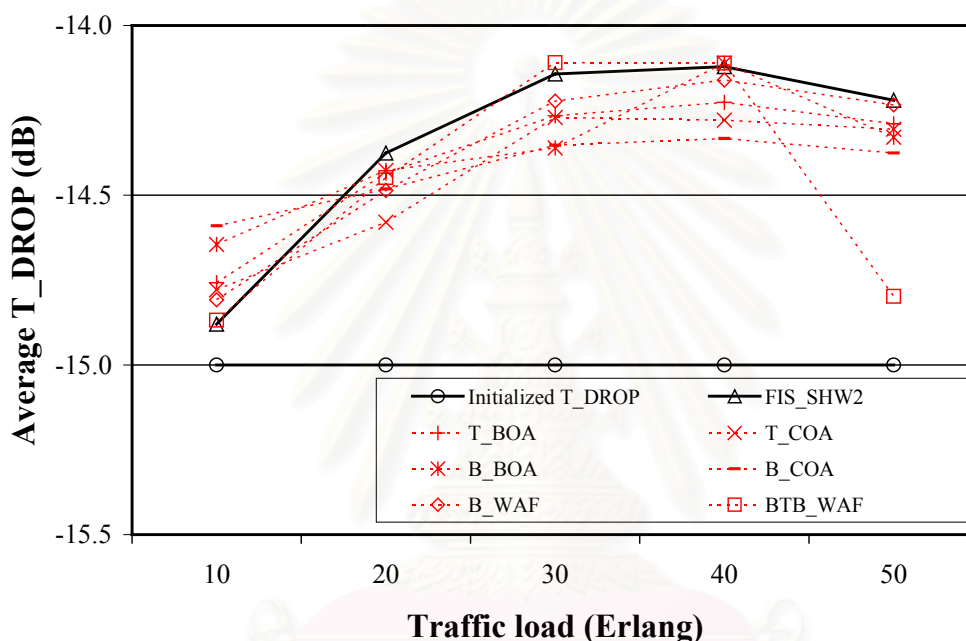
5.2 พิจารณารุ่นตอนและรายละเอียดหรือวิธีการใน FIS

ตารางที่ 5.2-1 ค่าเปรียบเทียบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 4.2 เมื่อทราฟฟิกโหลดมีค่า 50 เออร์แลง

ดรรชนีสมรรถนะ SHOs	T_C (เออร์แลง)	E_b/I_0 (dB)	NO_{BS} (BS)	TRE	P_{out}	P_B	P_{HO}	NO_{update}
ค่าอ้างอิง	28.4467	7.000 0	1.6917	1.00 0	0.100 0	0.3538	0.2839	0.0557
ค่าเปรียบเทียบ	T_C (%)	E_b/I_0 (%)	NO_{BS} (%)	TRE (%)	P_{out} (%)	P_B (%)	P_{HO} (%)	NO_{update} (%)
IS-95A	ค่าอ้างอิง	98.95	ค่าอ้างอิง	59.11	8.40	ค่าอ้างอิง	ค่าอ้างอิง	ค่าอ้างอิง
IS-95B	103.42	98.07	79.87	74.01	12.70	61.42	55.34	108.26
FIS_SHW2	130.28	94.12	75.04	78.77	34.80	74.42	63.51	77.74
T_BOA	128.01	95.38	77.55	76.22	27.00	70.89	68.90	75.58
T_COA	128.08	95.95	77.93	75.85	23.60	75.98	60.51	73.25
B_BOA	124.84	95.18	78.38	75.41	28.80	81.60	73.72	75.76
B_COA	121.61	96.43	80.69	73.26	20.80	92.34	75.10	73.97
B_WAF	127.47	95.12	77.43	76.34	28.70	80.30	72.42	78.46
BTT_WAF	130.59	95.83	75.83	77.95	24.20	70.29	60.06	80.97

5.2.1 เปรียบเทียบสมรรถนะของ FIS_SHW2 ที่มีการเปลี่ยน MFT และ DFM กับผลที่ได้จากวิธีอ้างอิงโดยมีรายละเอียดของระบบที่เปลี่ยนแปลงดังนี้

{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)/MMC(9)/BOA//T_DROP/TriMF(3)}
 {no_{BS}/TriMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)/MMC(9)/COA//T_DROP/TriMF(3)}
 {no_{BS}/BelMF(3)/CH_{tm}/BelMF(3)/MMC(9)/BOA//T_DROP/BelMF(3)}
 {no_{BS}/BelMF(3)/CH_{tm}/BelMF(3)/MMC(9)/COA//T_DROP/BelMF(3)}
 {no_{BS}/BelMF(3)/CH_{tm}/BelMF(3)/MMC(9)/WAF//T_DROP/BelMF(3)}
 {no_{BS}/BelMF(3)/CH_{tm}/TriMF(3)/MMC(9)/WAF//T_DROP/BelMF(3)}



รูปที่ 5.2.1-1 ค่า T_DROP เหลือของ FIS_SHO ที่มีการเปลี่ยน MFT และ DFM

รูปที่ 5.2.1-1 แสดงค่า T_DROP เหลือของ FIS_SHO ที่มีการเปลี่ยน MFT และ DFM จะเห็นว่าแต่ละวิธีมีแนวโน้มเดียวกัน คือ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทราฟฟิกโหลดเพิ่มขึ้น ยกเว้น BTB_WAF ที่ทราฟฟิกโหลดค่าสูงซึ่งให้ค่าลดลง

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4.2 สามารถวิเคราะห์ระบบตามตารางนี้สมรรถนะในตารางที่ 5.2-1 โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มดังนี้

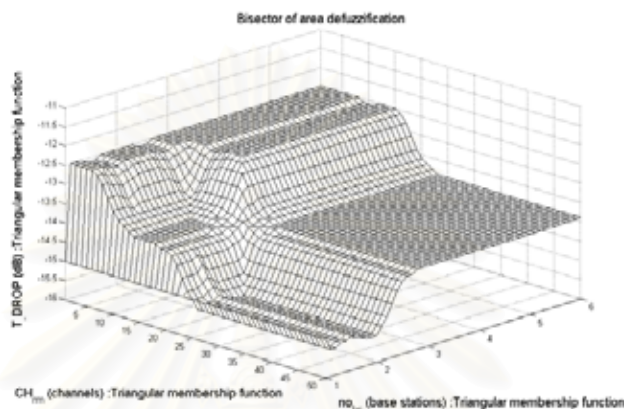
5.2.1.1 เปรียบเทียบระหว่าง DFM โดยใช้ TriMF ทั้งหมด

5.2.1.2 เปรียบเทียบระหว่าง DFM โดยใช้ BelMF ทั้งหมด

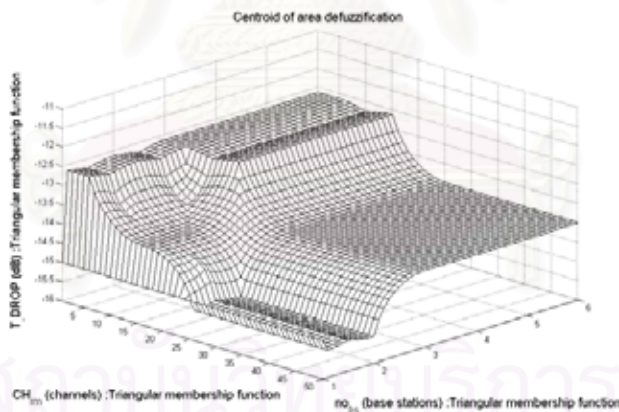
5.2.1.3 ใช้ TriMF สำหรับ CH_{tm} และ BelMF สำหรับ no_{BS} โดย T_DROP ใช้ TriMF และ DFM แบบ WAF

5.2.1.1 เปรียบเทียบระหว่าง DFM โดยใช้ TriMF ทั้งหมด

ในหัวข้อนี้ใช้ TriMF ทั้งหมดโดยเปรียบเทียบ DFM 3 แบบ คือ WAF, BOA และ COA ค่า T_DROP FIS SHO ของแต่ละ DFM แสดงในรูปที่ 5.2.1-1 และค่า T_DROP ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ no_{BS} และ CH_{tm} สำหรับ DFM ทั้ง 3 วิธีคือ WAF, BOA และ COA ดังแสดงในรูปที่ 5.1.1-1 และ 5.2.1.1-1 ถึง 5.2.1.1-2 ตามลำดับ



รูปที่ 5.2.1.1-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ TriMF และ DFM แบบ BOA เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB



รูปที่ 5.2.1.1-2 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_{tm} (IP) โดยใช้ TriMF และ DFM แบบ COA เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4.2 สามารถวิเคราะห์ระบบตามตรรกะที่สมรรถนะในตารางที่ 5.2-1 ตามลำดับดังนี้

- 1) T_c

ในตารางและรูปที่ 4.2-1 แสดงค่า T_c ของ FIS_SHW2 (T_WAF), T_BOA และ T_COA ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า T_c ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA มีค่าประมาณ 130.3%, 128.0% และ 128.1% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

2) E_b/I_0

จากตารางและรูปที่ 4.2-2 ณ ทราบฟีกโหลดค่าสูง E_b/I_0 ที่ได้จาก FIS SHO ทั้ง 3 วิธีมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO เพราะมีค่า T_c มากกว่า ซึ่งทำให้เกิดการแทรกสอดในระบบมากกว่าและมีค่า NO_{BS} น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง DFM ค่า E_b/I_0 ของ DFM แบบ COA จะดีที่สุด ในขณะที่ DFM แบบ WAF ให้ค่าที่แย่สุด อย่างไรก็ตามค่า E_b/I_0 ของวิธี FIS SHO มีค่าไม่ต่ำกว่า 6.5 dB ซึ่งนับว่ายังมีคุณภาพดีเพียงพอ จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า E_b/I_0 ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA มีค่าประมาณ 94.1%, 95.4% และ 96.0% ของค่าอ้างอิง ตามลำดับ

3) NO_{BS}

ค่า NO_{BS} ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA แสดงในตารางและรูปที่ 4.2-3 และจากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{BS} ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA มีค่าประมาณ 75.0%, 77.6% และ 78.0% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

4) TRE

TRE สำหรับทุกกรณีมีค่าเพิ่มขึ้นตามทราบฟีกโหลดที่เพิ่มขึ้นแสดงในตารางและรูปที่ 4.2-4 ค่า TRE ของ DFM แบบ BOA และ COA มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO โดย TRE ของ DFM แบบ WAF ให้ค่าต่ำที่สุด ณ ทราบฟีกโหลดค่าต่ำแต่มีค่าสูงสุดที่ทราบฟีกโหลดค่าสูง จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า TRE ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA มีค่าประมาณ 78.8%, 76.2% และ 75.9% ของค่าอ้างอิง ตามลำดับ

5) P_{out}

ตารางและรูปที่ 4.2-5 แสดงค่า P_{out} ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{out} ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA มีค่าประมาณ 35%, 27% และ 24% ของค่าอ้างอิง ตามลำดับ

6) P_B

จากตารางและรูปที่ 5.2-6 แสดงค่า P_B และจากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_B ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA มีค่าประมาณ 74%, 71% และ 76% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ ระหว่างวิธี DFM ที่ต่างกันพบว่า T_WAF ให้ค่า P_B ที่ดีที่สุด ในขณะที่ T_COA ให้ค่าที่แย่ที่สุด โดยพิจารณา T_c ร่วมด้วย

7) P_{HO}

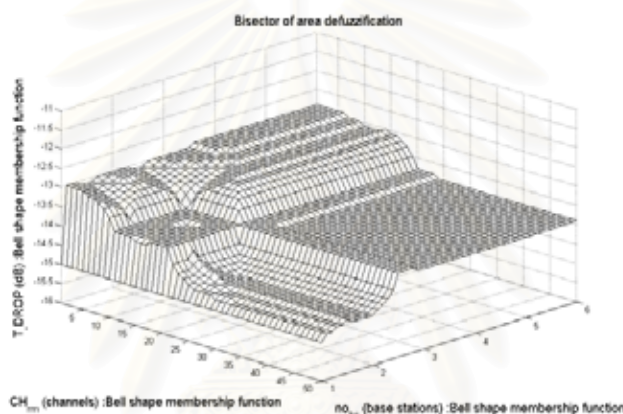
DFM ทั้ง 3 วิธีให้ค่า P_{HO} ที่ดีขึ้นจากค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ภายใต้ทราบฟีกโหลดที่เพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.2-7 โดย T_WAF มีแนวโน้มที่ให้ค่า P_{HO} ที่ต่ำกว่า DFM ทั้ง 2 วิธีที่เหลือ โดย

พิจารณา T_c ร่วมด้วย และจากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{HO} ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA มีค่าประมาณ 64%, 67% และ 61% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

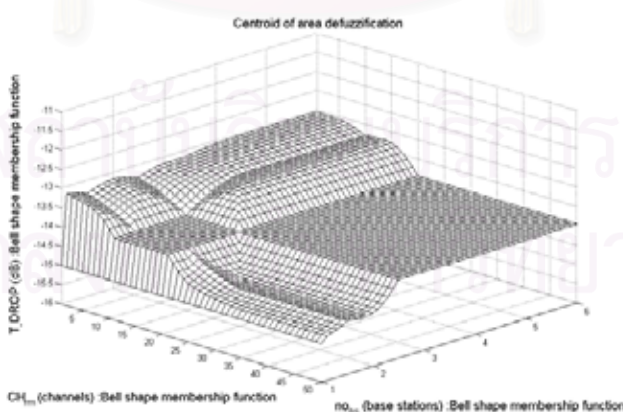
8) NO_{update}

NO_{update} ของ T_BOA และ T_COA มีค่าที่ต่ำกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ดังแสดงในรูปที่ 4.2-8 แสดงให้เห็นว่าภาระของระบบมีค่าต่ำกว่าเมื่อใช้ T_BOA และ T_COA โดย T_WAF มีค่าที่แย่ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่เหลือทั้งสอง นอกจากนี้ NO_{update} ของ T_WAF มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ที่ทราบฟีกโหลดค่าต่ำ จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{update} ของ T_WAF, T_BOA และ T_COA มีค่าประมาณ 78%, 76% และ 73% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

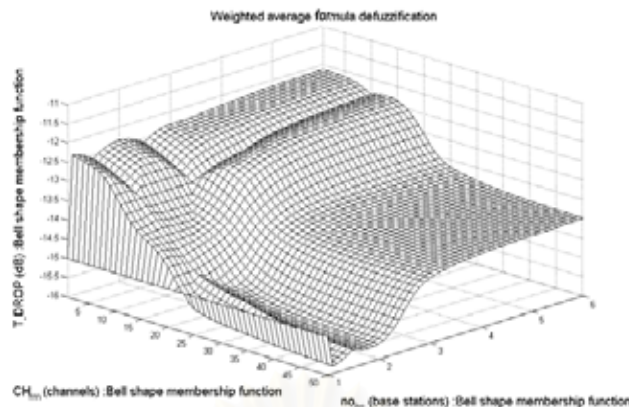
5.2.1.2 เปรียบเทียบระหว่าง DFM โดยใช้ BelMF ทั้งหมด



รูปที่ 5.2.1.2-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_m (IP) โดยใช้ BelMF และ DFM แบบ BOA เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB



รูปที่ 5.2.1.2-2 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_m (IP) โดยใช้ BelMF และ DFM แบบ COA เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า -13/-15 dB



รูปที่ 5.2.1.2-3 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_DROP (OP) กับ no_{BS} และ CH_m (IP) โดยใช้ BelMF และ DFM แบบ WAF เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_ADD/T_DROP มีค่า $-13/-15$ dB

ในหัวข้อนี้ใช้ BelMF ทั้งหมดโดยเปรียบเทียบ DFM 3 แบบ คือ WAF, BOA และ COA ค่า T_DROP FIS SHO ของแต่ละ DFM แสดงในรูปที่ 5.2.1-1 และค่า T_DROP ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ no_{BS} และ CH_m สำหรับ DFM ทั้ง 3 วิธีคือ WAF, BOA และ COA ดังแสดงในรูปที่ 5.2.1.2-1 ถึง 5.2.1.2-3 ตามลำดับ

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4.2 สามารถวิเคราะห์ระบบตามตรรกะที่สมรรถนะในตารางที่ 5.2-1 ตามลำดับดังนี้

1) T_C

ในช่วงกลางของกราฟฟีกโหลด B_WAF ให้ค่า T_C สูงกว่าค่าที่ได้จาก B_BOA และ B_COA และ B_COA ให้ค่า T_C น้อยกว่า B_BOA และ B_WAF ณ กราฟฟีกโหลดค่าสูง ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.2-1 จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่กราฟฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า T_C ของ B_BOA , B_COA และ B_WAF มีค่าประมาณ 124.8%, 121.6% และ 127.5% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

2) E_b/I_0

จากตารางและรูปที่ 4.2-2 แสดงให้เห็นค่า E_b/I_0 ของ B_COA ซึ่งมีค่าที่ดีที่สุดใน 3 วิธีดังกล่าว แต่ยังคงมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO โดยค่าดังกล่าวมีการปรับปรุงขึ้นจากค่าที่ได้จาก T_WAF และ B_BOA ให้ค่า E_b/I_0 ที่ดีกว่า T_WAF โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่กราฟฟีกโหลดค่าสูง แต่ B_WAF ให้ค่า E_b/I_0 ต่ำและสูงกว่า ณ กราฟฟีกโหลดค่ากลางและค่าสูง ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับ T_WAF จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่กราฟฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า E_b/I_0 ของ B_BOA , B_COA และ B_WAF มีค่าประมาณ 95.2%, 96.4% และ 95.1% ของค่า อ้างอิง ตามลำดับ

3) NO_{BS}

ค่า NO_{BS} ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF แสดงในตารางและรูปที่ 4.2-3 และจากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{BS} ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF มีค่าประมาณ 78.4%, 80.7% และ 77.4% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

4) TRE

TRE ของ B_COA มีค่าต่ำกว่า B_BOA และ B_WAF อย่างเห็นได้ชัดดังตารางและรูปที่ 4.2-4 จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า TRE ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF มีค่าประมาณ 75.4%, 73.3% และ 76.3% ของค่าอ้างอิง ตามลำดับ

5) P_{out}

ตารางและรูปที่ 4.2-5 แสดงค่า P_{out} ของ B_WAF, B_BOA และ B_COA จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{out} ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF มีค่าประมาณ 28.8%, 20.8% และ 28.7% ของค่าอ้างอิง ตามลำดับ

6) P_B

ณ ทราฟฟิกโหลดค่ากลางและค่าสูง P_B ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก T_WAF โดย B_BOA ให้ค่า P_B ที่ต่ำที่สุดใน B_BOA, B_COA และ B_WAF และจากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{out} ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF มีค่าประมาณ 82%, 92% และ 80% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

7) P_{HO}

P_{HO} ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก T_WAF และ B_BOA ให้ค่าที่ต่ำกว่า B_COA และ B_WAF ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.2-7 และจากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{HO} ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF มีค่าประมาณ 74%, 75% และ 72% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

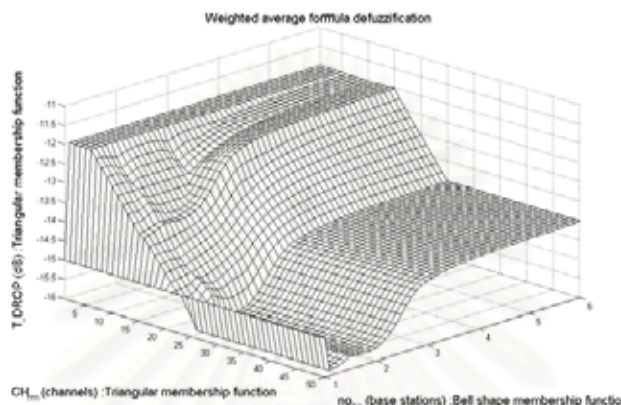
8) NO_{update}

จากตารางและรูปที่ 4.2-8 NO_{update} ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF มีแนวโน้มที่ต่ำกว่าค่าที่ได้จาก T_WAF โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ทราฟฟิกโหลดค่าต่ำ จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{update} ของ B_BOA, B_COA และ B_WAF มีค่าประมาณ 76%, 74% และ 78% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ

5.2.1.3 ใช้ TriMF สำหรับ CH_{tm} และ BelMF สำหรับ no_{BS} โดย T_DROP ใช้ TriMF และ DFM แบบ WAF

จะเห็นว่ามีการนี้ต่าง ๆ มากมายในการศึกษาผลของ TriMF, BelMF และ DFM สำหรับ FIS SHO ซึ่งรวมทั้งสิ้น $2*2*2*3=24$ กรณี โดย 6 กรณีกล่าวใน 5.2.1.1 และ 5.2.1.2 และ 3 ที่ได้รับการเลือกจะกล่าวในหัวข้อย่อขณะนี้ เหตุผลในการเลือก 3 กรณีนี้คือ 1) เนื่องจาก DFM แบบ WAF เป็น DFM ที่เร็วที่สุดระหว่าง 3 DFM (BOA, COA และ WAF) 2) no_{BS} ควรจะใช้ BelMF เนื่องจากปกติ no_{BS} มีค่าเข้าใกล้

จำนวนเต็มและมีช่วงที่แคบ (เพียงแค่ว่า 1-6 โพลีออต) ดังแสดงในรูปที่ 3.1.2-1 (a) ในขณะที่ CH_{mm} กำหนดให้ใช้ TriMF เพราะมีช่วงที่กว้าง (1-50 ช่องสัญญาณ) ซึ่งจะให้เกรดที่ต่าง ๆ กันมากกว่ากรณีที่มีช่วงแคบ 3) ค่า T_{DROP} ที่ใช้ใน DFM แบบ WAF ครอบคลุมช่วง T_{DROP} ที่กำหนดให้ ดังแสดงเป็นตัวอย่างในรูปที่ 5.1.1-1 และ 5.2.1.2-3 ค่า T_{DROP} ของ BTT_WAF หรือ BTB_WAF (ด้วย DFM แบบ WAF ทำให้ BTT_WAF ให้ค่าเท่ากับ BTB_WAF) แสดงในรูปที่ 5.2.1.3-1



รูปที่ 5.2.1.3-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_{DROP} (OP) กับ no_{BS} และ CH_{mm} (IP) โดยใช้ TriMF สำหรับ CH_{mm} และ BelMF สำหรับ no_{BS} และ DFM แบบ WAF เมื่อค่าเริ่มต้นของ T_{ADD}/T_{DROP} มีค่า $-13/-15$ dB

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4.2 สามารถวิเคราะห์ระบบตามตรรกะที่สมรรถนะในตารางที่ 5.2-1 ตามลำดับดังนี้

1) T_C

ในตารางและรูปที่ 4.2-1 ค่าของ T_C ของ BTT_WAF มีแนวโน้มที่จะให้ค่า T_C มากกว่าค่าที่ได้จากหัวข้อ 5.2.1.1 และ 5.2.1.2 จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า T_C ของ BTT_WAF มีค่าประมาณ 130.6% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO

2) E_b/I_0

จากตารางและรูปที่ 4.2-2 แสดงให้เห็นค่า E_b/I_0 ของ BTT_WAF ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จาก T_WAF ณ ทราฟฟิกโหลดกลางถึงต่ำ แต่มีค่าดีกว่าที่ทราฟฟิกโหลดค่าสูง จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า E_b/I_0 ของ BTT_WAF มีค่าประมาณ 95.8% ของค่าอ้างอิง โดยมีการปรับปรุงจาก 6.59 ของ T_WAF เป็น 6.71 dB (1.8%) เพราะว่าผลของ BelMF ของ no_{BS} ในช่วงทราฟฟิกโหลดค่าสูง

3) NO_{BS}

ค่า NO_{BS} ของ BTT_WAF แสดงในตารางและรูปที่ 4.2-3 และจากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{BS} ของ BTT_WAF มีค่าประมาณ 75.8% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO

4) TRE

TRE ของ BTT_WAF มีค่าที่ดีที่สุดระหว่าง DFM ทั้ง 3 ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.2-4 โดยมีค่าน้อยกว่า T_WAF ณ ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง และที่ทราฟฟิกโหลด 10 เออร์แลง TRE ของ BTT_WAF ดีขึ้นจาก T_WAF ประมาณ 8.2% จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า TRE ของ BTT_WAF มีค่าประมาณ 78% ของค่าอ้างอิง

5) P_{out}

จากตารางและรูปที่ 4.2-5 แสดงค่า P_{out} ของ BTT_WAF และจากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{out} ของ BTT_WAF มีค่าประมาณ 24.2% ของค่าอ้างอิง

6) P_B

P_B ของ BTT_WAF มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก B_WAF และมีค่าแกว่งรอบ ๆ ค่าที่ได้จาก T_WAF โดยมีค่าสูงกว่า ในทราฟฟิกโหลดช่วงกลาง และต่ำกว่าในช่วงอื่น ๆ ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.2-6 ที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_B ของ BTT_WAF ลดลงจากค่าที่ได้จาก T_WAF ประมาณ 5.6% ในขณะที่ทราฟฟิกโหลด 40 เออร์แลง P_B ของ BTT_WAF ก็จะเพิ่มจากค่าที่ได้จาก T_WAF ประมาณ 35% จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{out} ของ BTT_WAF 70.3% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO

7) P_{HO}

จากตารางและรูปที่ 4.2-7 พบว่า P_{HO} ของ BTT_WAF มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก B_WAF แต่โดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก T_WAF ยกเว้นที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง มีค่าต่ำกว่าประมาณ 5.4% และจากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า P_{HO} ของ BTT_WAF มีค่าประมาณ 60% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO

8) NO_{update}

NO_{update} ของ BTT_WAF มีค่าโดยส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่าที่ได้จากหัวข้อ 5.2.1.1 และ 5.2.1.2 ในช่วงทราฟฟิกโหลดค่ากลางถึงต่ำ แต่ที่ทราฟฟิกโหลดค่าสูง NO_{update} ของ BTT_WAF มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก หัวข้อ 5.2.1.1 และ 5.2.1.2 ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.2-8 ที่ทราฟฟิกโหลด 10 เออร์แลง NO_{update} ของ BTT_WAF ได้รับการปรับปรุงจาก 8.3% ของ T_WAF เป็น 7.17% จากตารางที่ 5.2-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ค่า NO_{update} ของ BTT_WAF มีค่าประมาณ 81% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO

จากหัวข้อที่ 5.2.1.1 - 5.2.1.3, ตารางที่ 5.2.1-1 และ ตารางที่ 5.2.1-2 แสดงการเปรียบเทียบ दरชนีสมรรถนะของระบบ FIS SHO ที่มี DFM แบบ BOA, COA และ WAF ซึ่งให้ FIS(T_WAF) หรือ FIS_SHW2 เป็นอัลกอริทึมอ้างอิง แทนด้วยอักษรตัวหนาและกำหนดให้ A, B และ C หมายถึง สมรรถนะที่ดี, ปานกลาง และต่ำของแต่ละดรรชนีสมรรถนะ ระหว่างอัลกอริทึม FIS SHO สมรรถนะของ BTT_WAF มีแนวโน้มที่ดีที่สุดดังค่าสมรรถนะที่ได้จากตารางที่ 5.2.1-1 **แล ๕** 5.2.1-2 คือ (A, B, B, B, A, A) เมื่อไม่คำนึงค่า P_B และ P_{HO} มากนัก ในทางตรงกันข้ามถ้าคำนึงค่า P_B และ P_{HO} , FIS(T_WAF) ซึ่งมีค่าสมรรถนะ

(B,C,A,A,B,C) ควรจะเหมาะสมกว่า สังเกตว่า FIS(T_COA) ที่มีค่าสมรรถนะ (B,A,C,C,A,B) หรือ FIS (B_COA) ที่มีค่าสมรรถนะ (C,A,C,C,C,A) ให้ค่า E_b/I_0 สูงที่สุดสำหรับ FIS SHO ในหัวข้อ 5.2.1

ตารางที่ 5.2.1-1 เปรียบเทียบสมรรถนะของ SHO ระหว่าง FIS SHO ที่มี DFM ต่าง ๆ สำหรับกรณี TriMF (5.2.1.1) และ BelMF (5.2.1.2)

MF	DFM	T_C	E_b/I_0	P_B	P_{HO}	TRE	NO_{up}
TriMF	WAF	B	C	A	A	B	C
	BOA	B	B	B	B	B	B
	COA	B	A	C	C	A	B
BelMF	WAF	B	C	C	C	B	B
	BOA	B	B	B	B	B	B
	COA	C	A	C	C	C	A

ตารางที่ 5.2.1-2 เปรียบเทียบสมรรถนะของ SHO ระหว่าง FIS SHO ที่มี MF แบบ TriMF และ BelMF สำหรับ DFM แบบ WAF

no_{BS}	CH_{im}	T_C	E_b/I_0	P_B	P_{HO}	TRE	NO_{up}
TriMF	TriMF	B	C	A	A	B	C
BelMF	TriMF	A	B	B	B	A	A
TriMF	BelMF	B	C	C	C	B	B

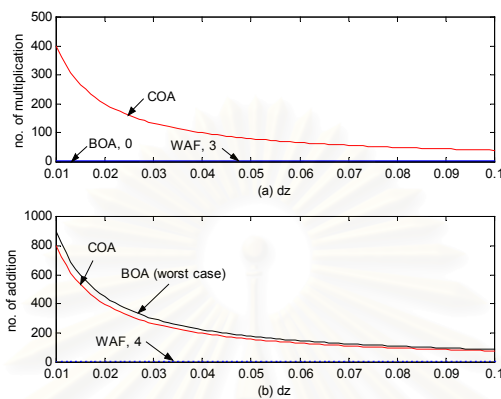
เมื่อพิจารณาความซับซ้อนของการคำนวณ WAF เป็น DFM ที่ดีที่สุดระหว่าง DFM ทั้ง 3 วิธี (BOA, COA และ WAF) แสดงในตารางที่ 5.2.1-3 และรูปที่ 5.2.1-1

ตารางที่ 5.2.1-3 เปรียบเทียบความซับซ้อนของการคำนวณระหว่าง DFM 3 ชนิด

ตัวปฏิบัติการ	COA	BOA กรณีแย่งที่สุดสำหรับ TriMF	WAF
× (ครั้ง)	$Z/\Delta z$	0	n
+ (ครั้ง)	$2(Z/\Delta z - 1)$	$(1 + 0.5(1 + 2^{-1/2})) \times (Z/\Delta z) - 2$	$2(n-1)$
/ (ครั้ง)	1	0	1

หมายเหตุ 1) จำนวนของการคำนวณของแต่ละตัวปฏิบัติการ ได้จากการใช้สมการที่ (3.1.4-1) - (3.1.4-3) กรณี BOA พิสูจน์เฉพาะ TriMF ซึ่งสามารถประมาณค่าเป็น BelMF เพราะ BelMF ในที่นี้มีค่าใกล้เคียงกับ TriMF

2) n, z และ Z แสดงความหมายในหัวข้อ 3.1.3.4



รูปที่ 5.2.1-1 จำนวนการคูณ (a) และจำนวนการบวก (b) ของทั้ง 3 DFM สำหรับ SHO ที่ n=3

จากตารางที่ 5.2.1-3 และรูปที่ 5.2.1-1 Δz ใด ๆ (หรือ dz ในรูปที่ 5.2.1-1) DFM แบบ COA จะให้จำนวนการคูณและจำนวนการบวกที่สูง ขณะที่ DFM แบบ BOA (กรณีแย่มากที่สุด) ให้ค่าจำนวนการบวกที่สูงที่สุด ส่วน DFM แบบ WAF ให้ค่าจำนวนการคูณ (3 ครั้ง) และบวกคงที่ (4 ครั้ง) สำหรับการตัดลิเนจ SHO แต่ละครั้งที่ n = 3 ดังนั้น WAF จึงเป็น DFM ที่เร็วที่สุดสำหรับ SHO ระหว่างทั้ง 3 วิธี ในทางตรงกันข้าม COA ให้ค่าความซับซ้อนที่มากที่สุด ความซับซ้อนของ COA และ BOA สามารถลดลงได้โดยใช้ Δz (หรือ dz) ที่สูงขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5.2.1-1 อย่างไรก็ตามผลที่ได้เป็นการประมาณอย่างหยาบ ๆ

จากผลทั้งหมดข้างต้นในหัวข้อ 5.2.1.1 - 5.2.1.3 สามารถเปรียบเทียบของ DFM ที่ใช้กับ TriMF หรือ BelMF ดังตารางที่ 5.2.1-4 และ 5.2.1-5

ตารางที่ 5.2.1-4 เปรียบเทียบ DFM ที่ใช้กับ FIS SHO

	WAF	BOA	COA
ความต่อเนื่องและความเรียบของพื้นผิว T_DROP	ใช่	ไม่ใช่	ใช่
ความซับซ้อนของการคำนวณ	ต่ำมาก	สูง	สูงมาก
ค่าของ T_DROP ครอบคลุมช่วง T_DROP ที่กำหนด	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่
ความเป็นเชิงเส้นของค่า T_DROP ที่ตอบสนองต่อ IP	สูง	ต่ำ	ต่ำ

ตารางที่ 5.2.1-5 เปรียบเทียบ TriMF และ BelMF ที่ใช้กับ FIS SHO

	TriMF	BelMF
ความเป็นเชิงเส้นของค่า T_DROP ที่ตอบสนองต่อ IP	สูง	ต่ำ
ความสามารถในการเปลี่ยนรูปร่าง MF	เฉพาะ TriMF	สามารถเปลี่ยนเป็น TriMF, TraMF และ Bell MF
ความโค้งของพื้นผิว T_DROP	ต่ำ	สูง
ความยืดหยุ่นของการปรับค่าน้ำหนักสำหรับค่าพีซีซีของ IP	ต่ำ	สูง

ความต่อเนื่องและความเรียบของพื้นผิว T_DROP ไม่มีผลต่อสมรรถนะมากนัก แต่ช่วงของค่า T_DROP ในพื้นผิว T_DROP ค่อนข้างมีผลต่อสมรรถนะของระบบดังแสดงในกรณีที่ใช้ WAF ซึ่งให้คุณลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น TRE, P_B และ P_{HO} เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ใช้ BOA และ COA สำหรับความเป็นเชิงเส้นของค่า T_DROP ที่ตอบสนองต่อ IP และความโค้งของพื้นผิว T_DROP ให้ค่าน้ำหนักที่ต่างกันของ IP อย่างไรก็ตาม ถ้ามีความสามารถในการยืดหยุ่นในการปรับค่าน้ำหนักหรือในการปรับเปลี่ยนรูปร่าง ค่า T_DROP หรือสมรรถนะของระบบสามารถถูกควบคุมในวิธีต่าง ๆ มากขึ้น

5.3 การแก้ปัญหา NUT และปัญหา PPI

5.3.1 ทดสอบการแก้ปัญหา NUT ตามแบบจำลอง HS1 และ HW1 โดยใช้ FIS_SHW2 ของวิธีอ้างอิง

ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.3 ดรรชนีสมรรถนะที่นำมาแสดง ประกอบด้วย P_{out} , TRE, T_C และ NO_{update} โดยในการทดสอบกำหนดให้ Fully Loaded Cell แทนด้วย FLC, Lightly Loaded Cell แทนด้วย LLC และ FIS SHO ซึ่งในที่นี้คือ FIS_SHW2 แทนด้วย FIS และเนื่องจากที่กราฟฟีกโหลดสูงสมรรถนะโดยส่วนใหญ่ของระบบด้วยวิธีต่าง ๆ มีค่าด้อยลง ดังนั้นจึงมีการแสดงค่าเปรียบเทียบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 4.3.1 เทียบกับค่าที่ได้จาก IS-95A SHO (ยกเว้นค่า P_{out} ซึ่งกำหนดค่าตามขอบเขตสูงสุดคือ 0.1 ตามลำดับ) เมื่อกราฟฟีกโหลดมีค่า 30 เออร์แลงซึ่งบริเวณ LLC ไม่ต่ำมากเกินไปเมื่อเทียบกับ FLC (หากบริเวณ LLC มีกราฟฟีกโหลดต่ำมากจะมี CH_{im} มากจึงมีแนวโน้มไม่ก่อให้เกิดปัญหาเท่ากับบริเวณ LLC มีกราฟฟีกโหลดค่ากลาง และหาก LLC มีกราฟฟีกโหลดค่าสูงบริเวณ LLC และ FLC จะเข้าสู่บริเวณกราฟฟีกโหลดแบบยูนิฟอร์ม) แสดงในตารางที่ 5.3.1-1

ตารางที่ 5.3.1-1 ค่าเปรียบเทียบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบในหัวข้อ 4.3.1 เมื่อทราบพิกโพลดมีค่า 40 เออร์แลง

ดรชนีสมรรถนะ	P_{out}	TRE	T_C (เออร์แลง)	NO_{update}
ค่าอ้างอิง	0.10 0	1.000	25.052 7	0.0575
Uniform Traffic Load				
IS-95A: uniform traffic load	0.00 53	0.576 0	ค่าอ้างอิง	ค่าอ้างอิง
IS-95B: uniform traffic load	0.00 91	0.672 8	25.145 0	0.0660
FIS: uniform traffic load	0.01 01	0.674 1	26.804 8	0.0498
ค่าเปรียบเทียบ	P_{out} (%)	TRE (%)	T_C (%)	NO_{update} (%)
HS1				
IS-95A: lightly loaded cell	8.10	57.07	101.99	95.30
IS-95B: lightly loaded cell	12.60	68.56	102.01	117.91
FIS: lightly loaded cell	23.50	72.22	125.66	82.26
IS-95A: fully loaded cell	9.60	60.48	113.90	91.13
IS-95B: fully loaded cell	13.30	73.12	127.87	109.22
FIS: fully loaded cell	30.30	78.53	144.25	81.57
HW1				
IS-95A: lightly loaded cell	7.60	60.61	98.80	91.30
IS-95B: lightly loaded cell	12.20	70.74	101.84	111.48
FIS: lightly loaded cell	24.50	71.83	124.54	85.39
IS-95A: fully loaded cell	7.70	58.84	119.76	94.78
IS-95B: fully loaded cell	13.10	73.96	123.24	110.26
FIS: fully loaded cell	24.20	78.07	141.66	78.09

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4.3.1 สามารถวิเคราะห์ระบบตามดรชนีสมรรถนะในตารางที่ 5.3.1-1 ตามลำดับดังนี้

1) P_{out}

กรณี HS1

จากตารางที่ 4.3.1-1 และรูปที่ 4.3.1-1 P_{out} ของ IS-95A SHO บริเวณ FLC และ LLC มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก IS-95B SHO และ FIS SHO ซึ่งในที่นี้คือ FIS_SHW2 และเมื่อทราบพิกโพลดมีการเปลี่ยนแปลง FIS SHW2 ให้ค่า P_{out} ที่ต่างกันสำหรับ FLC และ LLC ในขณะที่ IS-95A SHO และ IS-95B SHO ในบริเวณ FLC และ LLC ให้ค่า P_{out} ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ FIS SHW2 ให้ค่า P_{out} ที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ เนื่องจาก FIS SHW2 มีการปลด TCH เพื่อรองรับ T_c ที่มากขึ้น [12] ดังแสดงในตารางที่ 4.3.1-1 และรูปที่ 4.3.1-3 จากตารางที่ 5.3.1-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโพลด 30 เออร์แลง ค่า P_{out} ของ IS-95A: LLC, IS-95B: LLC, FIS: LLC, IS-95A: FLC, IS-95B: FLC และ FIS: FLC มีค่าประมาณ 8.1%, 12.6%, 23.5%, 9.6%, 13.3% และ 30.3% ของค่าอ้างอิง ตามลำดับ

กรณี HW1

P_{out} ในกรณี HW1 แตกต่างจากกรณี HS1 และ HS2 โดยเฉพาะวิธี FIS_SHW2 ดังแสดงในตารางที่ 4.3.1-1 และรูปที่ 4.3.1-3 ที่ทราบพิกโพลด 30 เออร์แลง P_{out} ของ FIS_SHW2 ในพื้นที่ FLC และ LLC มีค่าสูงกว่าค่าที่เกิดจาก IS-95A SHO และ IS-95B SHO จากตารางที่ 5.3.1-1 พบว่าที่ ทราฟฟิกโพลด 30 เออร์แลง ค่า P_{out} ของ IS-95A: LLC, IS-95B: LLC, FIS: LLC, IS-95A: FLC, IS-95B: FLC และ FIS: FLC มีค่าประมาณ 7.6%, 12.2%, 24.5%, 7.7%, 13.1% และ 24.2% ของค่าอ้างอิง ตามลำดับ

2) TRE

กรณี HS1

TRE ของ FIS_SHW2 ในบริเวณ FLC มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 3 วิธี โดยที่ TRE ส่วนใหญ่ของ FIS_SHW2 ในบริเวณ LLC มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากวิธีอื่น ดังแสดงในตารางที่ 4.3.1-2 และรูปที่ 4.3.1-5 เนื่องจากมีการปลด TCH เมื่อใช้ FIS_SHW2 เพื่อรองรับการเรียกใหม่หรือการเรียกที่ HO ซึ่งทำให้ระบบใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้จะเห็นว่า TRE ของ IS-95A SHO ทั้งในบริเวณ FLC และ LLC มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกัน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทราบพิกโพลด จากตารางที่ 5.3.1-1 พบว่าที่ทราบพิกโพลด 30 เออร์แลง ค่า TRE ของ IS-95A: LLC, IS-95B: LLC, FIS: LLC, IS-95A: FLC, IS-95B: FLC และ FIS: FLC มีค่าประมาณ 57.1%, 68.6%, 72.2%, 60.5%, 73.1% และ 78.5% ของค่าอ้างอิง ตามลำดับ

กรณี HW1

ในกรณี HW1 เห็นได้ชัดเจนว่าบริเวณ FLC FIS_SHW2 จะให้ค่า TRE สูงที่สุดทุกค่าทราบพิกโพลด ในขณะที่บริเวณ LLC ค่า TRE ของ FIS_SHW2 จะมีค่าสูงที่สุดเมื่อทราบพิกโพลดมีค่าสูง ๆ ในขณะที่ IS-95A SHO ให้ค่า TRE ใกล้เคียงกันในบริเวณที่ต่างกัน (FLC, LLC และทราบพิกโพลดแบบยูนิฟอร์ม) ในช่วงทราบพิกโพลดค่าต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 4.3.1-1 และรูปที่ 4.3.1-7 จากตารางที่ 5.3.1-1 พบว่าที่ทราบพิกโพลด 30 เออร์แลง ค่า TRE ของ IS-95A: LLC, IS-95B: LLC, FIS: LLC, IS-95A: FLC, IS-95B: FLC และ FIS: FLC มีค่าประมาณ 60.6%, 70.7%, 71.8%, 58.8%, 74.0% และ 78.1% ของค่าอ้างอิง ตามลำดับ สิ่งที่สังเกตอีกอย่างหนึ่งคือ ค่า TRE ของ FIS_SHW2 ที่บริเวณ LLC มีค่าเพิ่มขึ้นจากค่า ณ

บริเวณกราฟฟิโกลดแบบยูนิฟอร์มเนื่องมาจากมีการปลด TCH ไปให้บริเวณ FLC ใช้ เพื่อรองรับกราฟฟิโกลดได้มากขึ้น

3) T_c

กรณี HS1

เมื่อกราฟฟิโกลดมีค่าเพิ่มมากขึ้น ค่า T_c ในบริเวณ FLC ของ IS-95B SHO และ IS-95A SHO มีแนวโน้มลดลง ในทางตรงกันข้าม T_c ของ FIS_SHW2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ FIS_SHW2 ยังเพิ่มค่า T_c ให้กับบริเวณ LLC มากกว่าในกรณีที่กราฟฟิโกลดมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มประมาณ 7-10 เออร์แลงต่อเซลล์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3.1-3 และรูปที่ 4.3.1-9 จากตารางที่ 5.3.1-1 พบว่าที่ กราฟฟิโกลด 30 เออร์แลง ค่า T_c ของ IS-95A: LLC, IS-95B: LLC, FIS: LLC, IS-95A: FLC, IS-95B: FLC และ FIS: FLC มีค่าประมาณ 101.99%, 102.01%, 125.66%, 113.90%, 127.87% และ 144.25% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ เมื่อมีการแจกแจงกราฟฟิโกลดแบบยูนิฟอร์ม

กรณี HW1

กรณีนี้เห็นได้ชัดเจนว่า FIS_SHW2 ให้ค่า T_c บริเวณ FLC สูงที่สุดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อกราฟฟิโกลดมีค่าเพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางที่ 4.3.1-3 และรูปที่ 4.3.1-11 ส่วนค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B SHO มีแนวโน้มที่คงที่ตลอดช่วงกราฟฟิโกลด และเช่นกันค่า T_c บริเวณ LLC ของ FIS_SHW2 มีค่าเพิ่มขึ้นจากกรณีที่มีการแจกแจงกราฟฟิโกลดแบบยูนิฟอร์มประมาณ 7-9 เออร์แลง ส่วน IS-95A SHO และ IS-95B SHO ให้ค่าที่ใกล้เคียงกันและใกล้เคียงในกรณีที่มีการแจกแจงกราฟฟิโกลดแบบยูนิฟอร์ม นอกจากนี้เฉพาะที่กราฟฟิโกลดค่าต่ำเท่านั้นที่ให้ค่า T_c สูงขึ้น จากตารางที่ 5.3.1-1 พบว่าที่ กราฟฟิโกลด 30 เออร์แลง ค่า T_c ของ IS-95A: LLC, IS-95B: LLC, FIS: LLC, IS-95A: FLC, IS-95B: FLC และ FIS: FLC มีค่าประมาณ 98.80%, 101.84%, 124.54%, 119.76%, 123.24% และ 141.66% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ เมื่อมีการแจกแจงกราฟฟิโกลดแบบยูนิฟอร์ม

4) NO_{update}

กรณี HS1

จากตารางที่ 4.3.1-4 และรูปที่ 4.3.1-13 ค่า NO_{update} ของ FIS_SHW2 มีค่าต่ำที่สุดตลอดช่วงกราฟฟิโกลดทั้งในบริเวณ FLC และ LLC ในทางตรงข้าม IS-95B SHO ให้ค่าสูงที่สุด จากตารางที่ 5.3.1-1 พบว่าที่กราฟฟิโกลด 30 เออร์แลง ค่า NO_{update} ของ IS-95A: LLC, IS-95B: LLC, FIS: LLC, IS-95A: FLC, IS-95B: FLC และ FIS: FLC มีค่าประมาณ 95.3%, 117.9%, 82.3%, 91.1%, 109.2% และ 81.6% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ เมื่อมีการแจกแจงกราฟฟิโกลดแบบยูนิฟอร์ม นอกจากนี้ค่า NO_{update} บริเวณ FLC ของ FIS_SHW2 ยังมีค่าต่ำกว่ากรณีที่มีการแจกแจงกราฟฟิโกลดแบบยูนิฟอร์ม

กรณี HW1

จากตารางที่ 4.3.1-4 และรูปที่ 4.3.1-15 แสดงค่า NO_{update} กรณี HW1 จะเห็นว่าที่กราฟฟิโกลดค่าต่ำถึงกลาง ทุกวิธีมีแนวโน้มให้ค่าที่แตกต่างจากกรณีที่มีการแจกแจงกราฟฟิโกลดแบบยูนิฟอร์ม ในทาง

ตรงกันข้ามที่ทราบฟีกโหลดค่าสูง ค่า NO_{update} ของแต่ละวิธีมีแนวโน้มเข้าใกล้ค่าที่ได้จากกรณีที่มีการแจกแจงทราบฟีกโหลดแบบยูนิฟอร์ม ยิ่งไงก็ตาม FIS_SHW2 ให้ค่า NO_{update} ต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ เกือบตลอดช่วงทราบฟีกโหลด จากตารางที่ 5.3.1-1 พบว่าที่ทราบฟีกโหลด 30 เออร์แลง ค่า NO_{update} ของ IS-95A: LLC, IS-95B: LLC, FIS: LLC, IS-95A: FLC, IS-95B: FLC และ FIS: FLC มีค่าประมาณ 91.3%, 111.5%, 85.4%, 94.8%, 110.3% และ 78.1% ของค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ตามลำดับ เมื่อมีการแจกแจงทราบฟีกแบบยูนิฟอร์ม

จะเห็นว่าเมื่อการแจกแจงทราบฟีกในพื้นที่ครอบคลุมมีลักษณะยูนิฟอร์ม หรือ NUT (HS1 และ HW1) FIS SHO (FIS_SHW2) สามารถให้ค่า TRE และ T_C ที่สูงกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B SHO เนื่องจากความสามารถในการปรับค่า T_ADD และ T_DROP สำหรับ SHO ที่ขึ้นกับค่า CH_{tm} (หรือทราบฟีกโหลด) ของแต่ละ BS และ no_{BS} (หรือจำนวนข่ายเชื่อมโยงใน SHO) ของแต่ละ MS อย่างไรก็ตาม FIS SHO ให้ค่า P_{out} ที่สูงกว่า IS-95A SHO และ IS-95B SHO แต่ยังคงยอมรับในการสื่อสารได้

5.3.2 ทดสอบการแก้ปัญหา PPI ที่มีกำหนด PPc เท่ากับ 30% โดยใช้ FIS_SHW2 ของวิธีอ้างอิง

เมื่อใช้ FIS_SHO (FIS_SHW2) เพื่อลด PPI ควรกำหนดให้ PPc มีค่ามากพอที่จะสร้าง PPI โดยมีจำนวนสัญญาณไฟลิตที่มีความแรงสูงจำนวนมาก ไฟลิตจะถูกเลือกโดยการปรับค่า T_ADD และ T_DROP ซึ่งได้จาก CH_{tm} ซึ่งเป็นตัวแสดงถึงทราบฟีกโหลดในขณะนั้น และ no_{BS} ซึ่งเป็นตัวที่แสดงถึงค่าความแรงไฟลิตทางอ้อม ระยะจาก BS และ SHA จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4.3.2 แสดงในตารางที่ 4.3.2-1 ถึง 4.3.2-10 และรูปที่ 4.3.2-1 ถึง 4.3.1-10 โดยกรณีสมรรถนะที่นำมาแสดงประกอบด้วย 1w, 2w, 3w, 4w, P_{out} , TRE, T_C และ NO_{update} ตามลำดับ

1) 1w

จากตารางและรูปที่ 4.3.2-1 แต่ละวิธีที่มีค่า PPc 30% ให้ค่า 1w ต่ำกว่ากรณีที่ใช้ PPc 15% ณ ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง 1w ของ PPc 30% มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก PPc 15% ประมาณ 8.1%, 33.3% และ 15.4% สำหรับ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ โดย IS-95B/cdma2000 SHO มีแนวโน้มที่ให้ค่าที่แตกต่างกันมากที่สุดของผลที่ได้จาก PPc 15% และ 30% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ

2) 2w

จากตารางและรูปที่ 4.3.2-2 IS-95A SHO ให้ค่าที่แตกต่างกันมากที่สุดของผลที่ได้จาก PPc 15% และ 30% ของ 2w เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ยกเว้นที่ทราบฟีกโหลดค่าสูง (30-50 เออร์แลง) ที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง 2w ของ PPc 30% มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก PPc 15% ประมาณ -31.4%, 40.9% และ 56.2% สำหรับ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ

3) 3w

ตารางและรูปที่ 4.3.2-3 แสดงค่า 3w ของทั้ง 3 วิธี กรณีที่ PPc 30% IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ให้ค่าสูงกว่ากรณี PPc 15% ในขณะที่ 3w ของ FIS SHO (PPc 30%) มีค่าใกล้เคียง

กับค่าที่ได้จาก FIS SHO (PPc 15%) ที่ทราบพิกโพลด 50 เออร์แลง 3w กรณี PPc 30% มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากกรณี PPc 15% ประมาณ 12.1%, 21.3% และ 0.6% สำหรับ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ

4) 4w

4w ของ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO กรณี PPc 15% มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากกรณี PPc 30% ตลอดทราบพิกโพลดช่วง 10 - 50 เออร์แลงดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.3.2-4 ในขณะที่กรณี PPc 15% และ PPc 30% ของ FIS SHO มีค่าใกล้เคียงกัน ที่ทราบพิกโพลด 50 เออร์แลง 4w กรณี PPc 30% มีค่าสูงกว่ากรณี PPc 15% ประมาณ 5.1%, 3.4% และ 0% สำหรับ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ

5) P_{out}

จากตารางและรูปที่ 4.3.2-5 IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ให้ค่า P_{out} ที่ PPc 30% ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากกรณี PPc 15% แต่ FIS SHO กรณี PPc 30% ให้ค่า P_{out} สูงกว่ากรณี PPc 15% ที่ทราบพิกโพลด 50 เออร์แลง P_{out} กรณี PPc 30% มีค่าสูงกว่ากรณี PPc 15% ประมาณ -11.9%, 0% และ 41.7% ประมาณ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ

6) TRE

จากตารางและรูปที่ 4.3.2-6 จะเห็นค่า TRE ซึ่งเป็นส่วนกลับของ NO_{BS} (ค่าเฉลี่ยของ 1w ถึง 6w) TRE กรณี PPc 30% และ 15% ของ FIS SHO มีแนวโน้มเดียวกัน คือเมื่อทราบพิกโพลดสูงขึ้น TRE มีแนวโน้มสูงขึ้นด้วยแต่กรณี PPc 30% มีค่าต่ำกว่า ในขณะที่กรณี PPc 30% TRE ของ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO มีค่าใกล้เคียงกัน โดยความแตกต่างของค่า TRE ของ IS-95B/cdma2000 SHO มีค่าสูงที่สุดโดยเฉพาะที่ทราบพิกโพลดค่าสูง ที่ทราบพิกโพลด 50 เออร์แลง TRE กรณี PPc 30% มีค่าต่ำกว่ากรณี PPc 15% ประมาณ 16.1%, 31.4% และ 11.2% ประมาณ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ

7) T_c

เมื่อ PPc 30% NO_{BS} (ส่วนกลับของ TRE) ของทั้ง 3 วิธีมีค่าสูง หมายความว่าทรัพยากรหรือช่องสัญญาณถูกใช้มากกว่ากรณี PPc 15% ดังนั้น T_c ที่กรณี PPc 30% มีค่าต่ำกว่ากรณี PPc 15% ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.3.2-7 เมื่อทราบพิกโพลดค่าสูง ที่ทราบพิกโพลด 50 เออร์แลง T_c ของ PPc 30% มีค่าต่ำกว่ากรณี PPc 15% ประมาณ 24.7%, 23.6% และ 11.9% สำหรับ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ

8) P_B

เนื่องจาก T_c ของทั้ง 3 วิธีของกรณี PPc 30% มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากกรณี PPc 15% ดังนั้น P_B ของทั้ง 3 วิธีในกรณี PPc 30% มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้ในกรณี PPc 15% ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.3.2-8 ที่

ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง P_B กรณี PPc 30% มีค่าสูงกว่ากรณี PPc 15% ประมาณ 44.8%, 102% และ 30% สำหรับ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ

9) P_{HO}

ผลของ P_{HO} มีทิศทางเดียวกับ P_B ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.3.2-9 ที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง P_{HO} กรณี PPc 30% มีค่าสูงกว่ากรณี PPc 15% สำหรับ 73%, 176% และ 68% สำหรับ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ

10) NO_{update}

จากตารางและรูปที่ 10 ทั้ง IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ให้ค่า NO_{update} ที่สูงกว่ากรณี PPc 30% ในทางตรงกันข้าม FIS SHO ของ PPc 30% ให้ค่า NO_{update} ที่ต่ำกว่ากรณี PPc 15% ที่ทราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง NO_{update} กรณี PPc 30% มีค่าสูงกว่ากรณี 15% สำหรับ 1.9%, 4% และ 0.7% สำหรับ IS-95A SHO, IS-95B/cdma2000 SHO และ FIS SHO ตามลำดับ

สมรรถนะของ FIS SHO (FIS_SHW2) ที่ PPc 30% เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากกรณี PPc 15% เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO นอกจากนี้ที่ PPc 30%, FIS SHO ให้ค่า NO_{update} ที่ต่ำกว่า ในขณะที่ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ให้ค่าที่สูงกว่า ดังนั้น FIS SHO สามารถลดผลกระทบอันเนื่องมาจากปัญหา PPI ได้ดีกว่า IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO

5.4 การควบคุม QoS ให้เหมาะสมโดยใช้ SHO

QoS แรกที่จะทำการควบคุมคือ TRE ซึ่งประกอบด้วย 2 หัวข้อย่อยดังนี้

5.4.1 ควบคุม TRE โดยใช้ FIS&GD SHO โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{im}/TriMF(3)/MPC(9)+GD/WAF//T_DROP/TriMF(3)/TRE\}$$

5.4.2 ควบคุม TRE โดยใช้ SSC โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{no_{BS}/SSC//T_DROP/TRE\}$$

พารามิเตอร์ที่พิจารณาในหัวข้อ 5.4.1 และ 5.4.2 ประกอบด้วย TRE ใน SHA, TRE, P_{out} , T_C , P_B , P_{HO} และ NO_{update} ตามลำดับ

1) TRE ใน SHA

ตารางและรูปที่ 4.4-1 แสดง TRE ในบริเวณ SHA ของทั้งสองวิธี SSC SHO สามารถควบคุม TRE ได้ดีกว่า FIS&GD SHO ที่ TRE ที่กำหนด (Assigned TRE: A_TRE) ค่าต่ำ แต่ FIS&GD SHO สามารถควบคุม TRE ได้ดีกว่า ที่ A_TRE ค่าสูง ค่าความผิดพลาด (Error) ซึ่งคือผลต่างระหว่าง TRE ที่ควบคุมกับ A_TRE ของ FIS&GD SHO มีค่า 5.5%, 5% และ 1.6% สำหรับ A_TRE ที่ 33.33%, 40% และ 50% ตามลำดับ ค่าความผิดพลาดของ SSC SHO มีค่า 0.94%, 2.7% และ 10.4% สำหรับ A_TRE ที่

33.33%, 40% และ 50% ตามลำดับ ดังนั้น A_TRE ที่ 50% ควรใช้ FIS&GD SHO ส่วนที่ A_TRE ที่ 40% และ 33.33% ควรใช้ SSC SHO

2) TRE

TRE ทั้งเซลล์ของ (TRE in the whole cell) A_TRE ที่ 33.33% และ 40% โดยใช้ SSC SHO และ TRE ทั้งเซลล์ของ A_TRE ที่ 50% โดยใช้ FIS&GD SHO มีแนวโน้มขนานกันดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.4-2 ที่กราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง ความแตกต่างของ TRE ที่ควบคุมระหว่าง 33.33% (SSC SHO) และ 40% (SSC SHO) มีค่า 7.5% ส่วนความแตกต่างของ TRE ที่ควบคุมระหว่าง 40% (SSC SHO) และ 50% (FIS&GD SHO) มีค่า 15.7%

3) P_{out}

ในรูปที่ 4.4-3, P_{out} ของ A_TRE ที่ 33.33% (SSC SHO) และที่ 40% (SSC SHO) มีค่าใกล้เคียงกันในช่วงกราฟฟิกโหลด 10-40 เออร์แลง แต่มีค่าต่างกัน ณ 50 เออร์แลง ในทางตรงกันข้าม P_{out} ของ A_TRE ที่ 50% (FIS&GD SHO) มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากกรณี A_TRE ที่ 33.33% (SSC SHO) และ 40% (SSC SHO) ที่กราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง กรณี A_TRE ที่ 50% (FIS&GD SHO) มีค่าสูงกว่า (ค่อนข้างเย่) กรณี A_TRE ที่ 33.33% (SSC SHO) และ 40% (SSC SHO) ประมาณ 153% และ 40% ตามลำดับ

4) T_c

เมื่อ TRE ของระบบได้รับการควบคุมให้มีความสูง ระบบสามารถให้ค่า T_c มากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.4-4 เนื่องจากระบบสามารถจัดสรรทรัพยากรหรือช่องสัญญาณอย่างมีประสิทธิภาพสูง ที่กราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง กรณี A_TRE ที่ 50% (FIS&GD SHO) สามารถให้ค่า T_c มากกว่ากรณี A_TRE ที่ 33.33% (SSC SHO) และ 40% (SSC SHO) ประมาณ 10 และ 5 เออร์แลง (คน) ตามลำดับ

5) P_B

จากตารางและรูปที่ 4.4-5 ทุกค่าของ P_B เมื่อ A_TRE มีค่า 33.33% (SSC SHO) มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากกรณี A_TRE ที่ 40% (SSC SHO) และ P_B ของ A_TRE ที่ 40% (SSC SHO) สูงกว่าค่าที่ได้จาก A_TRE ที่ 50% เช่นกัน ที่ กราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง P_B ของ A_TRE ที่ 33.33% (SSC SHO) และที่ 40% (SSC SHO) มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก A_TRE ที่ 50% (FIS&GD SHO) ประมาณ 263% และ 180%

6) P_{HO}

P_{HO} มีแนวโน้มเดียวกับ P_B ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.4-6 ที่กราฟฟิกโหลด 50 เออร์แลง P_{HO} ของ A_TRE ที่ 33.33% (SSC SHO) และ 40% (SSC SHO) มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก A_TRE ที่ 50% (FIS&GD SHO) ประมาณ 180% และ 104%

7) NO_{update}

จากตารางและรูปที่ 4.4-7 NO_{update} ของ A_TRE ที่ 50% (FIS&GD SHO) มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีอื่น ๆ NO_{update} ของ A_TRE ที่ 40% (SSC SHO) มีค่าต่ำกว่ากรณี A_TRE ที่ 33.33% (SSC SHO)

SHO) ที่ทราบฟีกโหลด 10 เออร์แลง NO_{update} ของ A_TRE ที่ 33.33% (SSC SHO) มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก A_TRE ที่ 40% (SSC SHO) และ 50% (FIS&GD SHO) ประมาณ 3.3% และ 2.1% ตามลำดับ

QoS ตัวต่อไปที่จะทำการควบคุมคือ E_b/I_0 ซึ่งประกอบด้วย 3 หัวข้อย่อยดังนี้

5.4.3 ควบคุม E_b/I_0 โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{mm}/TriMF(3)/E_b/I_0/TriMF(3)//MMC(27)/WAF//T_DROP/TriMF(3)/T_ADD/TriMF(3)\}$$

5.4.4 ควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ FIS&GD SHO โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{no_{BS}/TriMF(3)/CH_{mm}/TriMF(3)/E_b/I_0/TriMF(3)//MPC(27)+GD/WAF//T_DROP/TriMF(3)/E_b/I_0\}$$

5.4.5 ควบคุม E_b/I_0 โดยใช้ SSC โดยมีรายละเอียดของระบบดังนี้

$$\{E_b/I_0//SSC//T_DROP/E_b/I_0\}$$

พารามิเตอร์ที่ใช้อธิบายสมรรถนะของแต่ละวิธีประกอบด้วย E_b/I_0 , NO_{BS} , P_{out} , TRE, T_C , P_B , P_{HO} และ NO_{update} ตามลำดับ

1) E_b/I_0

จากตารางและรูปที่ 4.4-8 ค่า E_b/I_0 ของ FIS (T_WAF, 3IP-789), E_b/I_0_{SSC} และ FIS (T_WAF, 3IP-789, GD) มีค่าที่ดีขึ้นจากค่าที่ได้จาก FIS (T_WAF) หรือ FIS_SHW2 ในช่วงทราบฟีกโหลด 30 - 50 เออร์แลง ยิ่งกว่านั้นค่า E_b/I_0 ของ E_b/I_0_{SSC} มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จาก IS-95A SHO ที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง ค่า E_b/I_0 ของ FIS (T_WAF, 3IP-789), E_b/I_0_{SSC} , FIS (T_WAF, 3IP-789, GD) และ IS-95A SHO มีค่า 2.88%, 1.07%, 1.11% และ 1.05% ต่ำกว่าค่าอ้างอิง

2) NO_{BS}

NO_{BS} มีค่าผกผันกับค่า TRE ในหัวข้อ 4) โดย NO_{BS} สามารถแสดงได้ดังตารางและรูปที่ 4.4-2

3) P_{out}

P_{out} ขึ้นกับค่า E_b/I_0 ผลของ P_{out} สามารถแสดงในตารางและรูปที่ 4.4-10

4) TRE

TRE ของ FIS (T_WAF) มีค่าสูงที่สุด โดย FIS (T_WAF, 3IP-789) ให้ค่ากลาง ๆ ของค่าทราบฟีกโหลดส่วนใหญ่ ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.4-11 (7.62% เหนือค่าอ้างอิง ณ ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง) นอกจากนี้เห็นได้ชัดว่า TRE ของ FIS (T_WAF, 3IP-789, GD) ให้ค่าที่ต่างจากวิธีอื่น ๆ

5) T_C

ตารางและรูปที่ 4.4-12 แสดงค่า T_C ของทุกวิธี โดยที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง เห็นได้ชัดว่า T_C ของ FIS (T_WAF) มีค่าสูงที่สุดคือ 30.28% เหนือค่าอ้างอิง (T_C ของ IS-95A SHO ที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง) T_C ของ FIS (T_WAF, 3IP-789) ที่ทราบฟีกโหลด 50 เออร์แลง มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A

SHO และ IS-95B SHO (13.51% เหนือค่าอ้างอิง) ในขณะที่ T_c ของ Eb/Io_SSC และ FIS (T_WAF, 3IP-789, GD) มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B SHO

6) P_B

ค่า P_B ของ FIS (T_WAF) และ IS-95B SHO มีแนวโน้มต่ำกว่าค่าที่ได้จากวิธีอื่น ๆ โดย FIS (T_WAF, 3IP-789, GD) ให้ค่าที่ต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ ค่า P_B ของ FIS (T_WAF, 3IP-789) ที่ทราฟฟิกโหลด 50 เอร์แลง มีค่าระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด (9.52% และ 15.29% ต่ำกว่าค่าอ้างอิง) ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.4-13

7) P_{HO}

ค่า P_{HO} ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.4-14 มีแนวโน้มเดียวกันกับค่า P_B

8) NO_{update}

จะเห็นได้ว่า NO_{update} ของ FIS (T_WAF, 3IP-789) เป็นไปในทางเดียวกันกับค่าที่ได้จาก FIS (T_WAF) ดังแสดงในตารางและรูปที่ 4.4-15 นอกจากนี้ NO_{update} ของ Eb/Io_SSC เป็นไปในทางเดียวกันกับค่าที่ได้จาก IS-95A SHO โดยค่า NO_{update} ของ IS-95B SHO มีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าที่ได้จากวิธีอื่น ๆ ยกเว้นค่าที่ได้จาก FIS (T_WAF, 3IP-789, GD) ซึ่งมีลักษณะของผลที่ต่างจากวิธีอื่น ๆ

ในการใช้ SHO ควบคุม TRE และ E_b/I_0 หรือในที่นี้ถือว่าการใช้ SHO ควบคุม QoS สามารถปรับปรุงสมรรถนะของระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบ CDMA โดยเน้นที่ TRE และคุณภาพของช่องสัญญาณตามลำดับ แต่ละชนิดของการควบคุมสามารถประเมินประนอมการใช้ทรัพยากรทรัังค์ (TRE, P_B และ P_{HO}) กับคุณภาพของช่องสัญญาณ (E_b/I_0 , P_{out}) เนื่องจาก SSC SHO (ซึ่งประกอบด้วยการควบคุม TRE บนพื้นฐาน SSC และการควบคุม E_b/I_0 บนพื้นฐาน SSC), FIS (T_WAF, 3IP-789) และ การควบคุมโดยใช้ FIS&GD (ซึ่งประกอบด้วย FIS&GD SHO และ FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)) ที่ทำการนำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ มีความสามารถควบคุม QoS (การใช้ทรัพยากรทรัังค์ และ คุณภาพของช่องสัญญาณ)สมรรถนะของระบบ หรือสมรรถนะของ SHO สามารถถูกควบคุมตามที่ต้องการได้ ในขณะที่ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ไม่สามารถทำได้ ส่วน FIS_SHW2 เองก็ไม่สามารถประกันคุณภาพช่องสัญญาณได้

SSC SHO สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์ (TRE หรือ E_b/I_0) โดยทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการเพื่อทำให้มีค่าความผิดพลาดต่ำที่สุด อัลกอริทึมนี้มีความซับซ้อนน้อยมาก เพราะว่ามีเพียงการเปรียบเทียบค่าที่ต้องการควบคุมกับค่าอ้างอิง และการกำหนดค่าใหม่ให้ T_DROP เท่านั้น ส่วน FIS (T_WAF, 3IP-789) สามารถควบคุมพารามิเตอร์ (no_{BS} , CH_{tm} , E_b/I_0 และ T_DROP) โดยการใชักฎอนุมาณที่เหมาะสม อัลกอริทึมนี้ไม่มีขั้นตอนการเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการ ในขณะที่ FIS&GD สามารถควบคุมพารามิเตอร์ no_{BS} , CH_{tm} และ T_DROP (FIS&GD SHO) และ no_{BS} , CH_{tm} , E_b/I_0 และ T_DROP (FIS (T_WAF, 3IP-789, GD)) โดยใช้ทั้งกฎอนุมาณและการเปรียบเทียบเพื่อหาค่าความผิดพลาดของพารามิเตอร์ที่ต้องการควบคุม ดังนั้น FIS&GD จึงมีความซับซ้อนมากที่สุดอย่างเห็นได้ชัดระหว่างอัลกอริทึมที่เสนอทั้งหมด

สรุปผลการจำลองแบบและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการจำลองแบบ

จากหัวข้อการทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ตามลำดับ

6.1.1 พิจารณาผลต่อสมรรถนะ SHO ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของชนิดของ IP และ OP

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 5.1 จะเห็นว่าอัลกอริทึม FIS SHO ทั้งหมดมีความยืดหยุ่นในการจัดสรรทรัพยากรหรือช่องสัญญาณ เพราะมีความสามารถที่จะปรับค่า T_ADD และ T_DROP นอกจากนี้ยังมีเงื่อนไขในการปรับค่าเทรชโฮลด์ดังกล่าวมากกว่า โดยการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ทุกตัวที่ได้จากการทดสอบแต่ละอัลกอริทึม FIS_SHO มีแนวโน้มที่จะให้ค่าสมรรถนะโดยรวมดีกว่า IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO โดยเฉพาะที่ทราฟฟิกโหลดค่าสูง

สมรรถนะของ FIS SHO สามารถปรับปรุงได้ขึ้นกับ SHW ที่กำหนดซึ่งจะให้ค่าคงที่ (5.1.2) หรือปรับตัวได้ (5.1.3) ดังแสดงผลในหัวข้อ 5.12 และ 5.13 ตามลำดับ การอนุมานพีซีซีและดีพีซีซีพีเคชั่น โดยอัลกอริทึม FIS_SHO ไม่ได้เพิ่มการคำนวณมากขึ้นมากนัก เนื่องจากใช้เพียง 9 กฏ หรือ 18 กฏ กรณีที่มี OP เพิ่มขึ้น เช่นใช้ SHW เพิ่ม ยิ่งไปกว่านั้น DFM แบบ WAF เป็นกระบวนการที่รวดเร็วและเหมาะสมในปัญหาการตัดสินใจที่ต้องใช้ความเร็ว

การใช้ no_{BS} กับ CH_{tm} ได้ถูกออกแบบให้เข้ากับปัญหา NUT และ PPI ด้วย ดังเหตุผลในการเลือกใช้ IP ในหัวข้อ 3.1 นอกจากนี้การเพิ่ม E_b/I_0 (5.1.6) ในส่วนของ IP ทำให้ค่าคุณภาพของ TCH ดีขึ้นดังจะกล่าวรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อ 6.1.4

6.1.2 พิจารณาขั้นตอนและรายละเอียดหรือวิธีการใน FIS

เมื่อมีการปรับเปลี่ยน MFT และ DFM (5.2.1) ให้กับ FIS_SHW2 พบว่า BTT_WAF มีแนวโน้มที่ดีที่สุดหากไม่คำนึงค่า P_B และ P_{HO} มากนัก ในทางตรงกันข้ามถ้าคำนึงถึงค่า P_B และ P_{HO} , FIS_SHW2 หรือ FIS(T_WAF) มีค่าสมรรถนะเหมาะสมกว่า นอกจากนี้ FIS(T_COA) หรือ FIS(B_COA) ให้ค่า E_b/I_0 สูงที่สุดสำหรับ FIS SHO ในหัวข้อ 5.2.1-1

นอกจากนี้ DFM แบบ COA จะให้จำนวนการคูณและจำนวนการบวกสูง ขณะที่ DFM แบบ BOA (กรณีแย่งที่สุด) ให้ค่าจำนวนการบวกที่สูงที่สุด ส่วน DFM แบบ WAF ให้ค่าจำนวนการคูณและบวกคงที่และมีค่าต่ำสำหรับการตัดสินใจ SHO แต่ละครั้ง WAF จึงเป็น DFM ที่เร็วที่สุดสำหรับ SHO ระหว่าง BOA, COA และ WAF ในทางตรงกันข้าม COA ให้ค่าความซับซ้อนที่มากที่สุด ความซับซ้อนของ COA และ

BOA สำหรับความต่อเนื่องและความเรียบของพื้นผิว T_DROP อันเนื่องจาก MFT และ DFM ไม่มีผลต่อสมรรถนะมากนัก แต่ช่วงของค่า T_DROP ในพื้นผิว T_DROP ค่อนข้างมีผลต่อสมรรถนะของระบบดังแสดงในกรณีที่ใช้ WAF และความสามารถในการยืดหยุ่นในการปรับค่าน้ำหนักหรือในการปรับเปลี่ยนรูปร่าง MF ได้หลากหลายแบบ เช่น BelMF จะให้ค่า T_DROP หรือสมรรถนะของระบบสามารถในวิธีต่าง ๆ มากขึ้น

6.1.3 ทดสอบการแก้ปัญหา NUT และปัญหา PPI

จากผลการทดสอบในหัวข้อ 5.2.3 FIS_SHW2 ยังคงสามารถให้ค่า TRE และ T_c ที่สูงกว่าค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B SHO เนื่องจากความสามารถในการปรับค่า T_ADD และ T_DROP สำหรับ SHO ที่ขึ้นกับค่า CH_{tm} และ no_{BS} แม้ว่าจะมีปัญหา NUT ขึ้น แต่ให้ค่า P_{out} ที่สูงกว่า IS-95A SHO และ IS-95B SHO แต่ยังคงยอมรับในการสื่อสารได้ ส่วนผลการทดสอบปัญหา PPI (5.2.4) นั้น สมรรถนะของ FIS_SHW2 ที่ PPc 30% เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากกรณี PPc 15% เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จาก IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO และยังให้ NO_{update} ที่ต่ำกว่า ในขณะที่ IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO ให้ค่าที่สูงกว่าในกรณี PPc 30% ดังนั้น FIS_SHW2 สามารถลดผลกระทบอันเนื่องมาจากปัญหา PPI ได้ดีกว่า IS-95A SHO และ IS-95B/cdma2000 SHO

6.1.4 การควบคุม QoS ให้เหมาะสม

จากการทดสอบต่าง ๆ ในหัวข้อ 5.4 สามารถจัดสรรข้อดีข้อเสียของ SHO อัลกอริทึมที่เสนอทั้งหมด ดังต่อไปนี้

- 1) IS-95A SHO และ SSC SHO ที่ควบคุม E_b/I_0 ให้ค่าคุณภาพของช่องสัญญาณสูง แต่มีค่าของดรรชนีสมรรถนะอื่นต่ำ โดย SSC SHO ที่ควบคุม E_b/I_0 มีแนวโน้มที่ให้ค่า E_b/I_0 ต่ำกว่ากรณี IS-95A SHO
- 2) IS-95B/cdma2000 SHO มีแนวโน้มให้ค่า T_c ใกล้เคียง IS-95A SHO และให้ค่าของดรรชนีสมรรถนะอื่นดีกว่ากรณี IS-95A SHO ยกเว้น E_b/I_0 และ P_{out}
- 3) ค่าสมรรถนะของ FIS_SHO หลัก หรือ FIS_SHW2 ให้ค่าสมรรถนะที่ใกล้เคียงกับ SSC SHO ที่ควบคุม TRE (A_TRE 40%) โดยเน้นที่การปรับปรุงค่า T_c และจะได้ว่าทุกค่าของดรรชนีสมรรถนะดีกว่ากรณี IS-95A SHO ยกเว้น E_b/I_0 และ P_{out}
- 4) SSC SHO ที่ควบคุม TRE และ FIS&GD SHO ซึ่งปรับปรุงมาจาก FIS_SHW2, เน้นที่ TRE, สามารถให้สมรรถนะที่ดีกว่าอัลกอริทึมอื่น ยกเว้นคุณภาพของ TCH ที่ต่อยกว่า IS-95A SHO แต่ยังคงยอมรับได้และสามารถปรับค่าได้ตาม A_TRE ที่กำหนดให้
- 5) FIS(T_WAF, 3IP-789) หรือ FIS SHO ที่ใช้ 3 IP หรือ 3IP-789 ก็มีการปรับปรุงค่าจาก FIS_SHW2 หรือ IS-95A SHO ในด้านของคุณภาพของ TCH ดังนั้นอัลกอริทึมนี้ให้ค่า E_b/I_0 ที่สูงกว่า และ P_{out} ที่ต่ำกว่ากรณี FIS_SHW2 โดยมีค่า E_b/I_0 และ P_{out} ใกล้เคียงกรณี IS-95A SHO แต่ค่าดรรชนีสมรรถนะอื่น ๆ ก็ต่ำกว่ากรณี FIS_SHW2 อัลกอริทึมนี้สามารถประเมินประนอมค่า TRE กับคุณภาพของ TCH ตามกฎอนุมาณที่กำหนด

- 6) FIS (T_WAF, 3IP-789, GD) ให้ค่าสมรรถนะโดยรวมต่ำ ยกเว้นคุณภาพของ TCH เนื่องจากอัลกอริทึมนี้ถูกออกแบบมาเพื่อเน้นที่ E_b/I_0 และ P_{out}

เมื่อ QoS ได้รับการควบคุม TRE (P_B , P_{HO}) และ E_b/I_0 (P_{out}) สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ ขึ้นกับความต้องการ SHO ที่ใช้พีซีแอลจิกโดยใช้ no_{BS} เป็น IP มีความทนทานต่อสิ่งแวดลอม หรือโครงสร้างของเซลล์ เนื่องจากมีความต้องการวัดค่าอันเนื่องมาจากสิ่งแวดลอมใหม่ไม่มาก เช่น ระยะระหว่าง MS กับ BS ยิ่งไปกว่านั้น SSC SHO, FIS(T_WAF, 3IP-789) และ FIS&GD SHO, FIS(T_WAF, 3IP-789, GD) สามารถนำไปใช้กับระบบจริงได้เพียงแต่เปลี่ยนเพียงซอฟต์แวร์ที่ควบคุม BS และเพิ่มขนาดของหน่วยความจำ

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา FIS SHO ข้างต้นพบว่า มีประสิทธิภาพสูง แต่ควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน นอกจากนี้งานที่ควรจะศึกษาเพิ่มเติมหรือคาดว่าจะทำต่อไป สามารถแยกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ศึกษา MF ที่มีการปรับตัวได้เพื่อให้ FIS SHO เหมาะสมกับสภาพแวดลอมนั้น ๆ หรือเหมาะสมตามสมรรถนะที่ต้องการ ตลอดจนเพิ่มการทำนายกราฟฟิคโพลด์ที่จะเกิดขึ้นตามเวลา
- 2) ปัญหา NUT สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ จากการประยุกต์ FIS SHO ร่วมกับ FCA หรือ DCA ตลอดจนปรับปรุง FIS SHO เพื่อรองรับสื่อประสม
- 3) ปัญหา PPI สามารถพัฒนาโดยศึกษาการออปติไมซ์กำลังที่ใช้ ของ BS หรือ MS
- 4) อาจกำหนดให้การเรียกที่ HO มีความสำคัญมากกว่าการเรียกใหม่ หรือการจองช่องสัญญาณให้กับการเรียกที่ HO ใน FIS SHO เพื่อลด P_{HO} และอาจมีการใช้ระบบคิวในการพัฒนา FIS SHO
- 5) ประยุกต์ใช้ FIS SHO เมื่อมีการพิจารณาไฟลิต์ดาวน์ RL
- 6) ศึกษาและประยุกต์วิธีการหรือปัญญาประดิษฐ์อื่น ๆ ในการแก้ปัญหา HO

รายการอ้างอิง

1. W. C. Y. Lee. Mobile Cellular Telecommunications : analog and digital systems. 2nd Edition. Singapore : McGraw-Hill. 1995.
2. U. Black. Mobile and Wireless Networks. NJ : Prentice Hall. 1996.
3. D. Wong and T. J. Lim. Soft Handoff in CDMA Mobile Systems. IEEE Personal Communications. Dec. 1997 : pp. 6-17.
4. TIA/EIA/IS-95A. Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Systems. July 1993.
5. Qualcomm. The CDMA Network Engineering Handbook. Vol. 1. Nov. 23. 1992.
6. A. J. Viterbi, A. M. Viterbi, K. S. Gilhousen, and E. Zehavi. Soft Handoff Extends CDMA Cell Coverage and Increase Reverse Link Capacity. IEEE Journal on Selected Areas in Communications. Vol. 12. No. 8. Oct. 1994 : pp. 1281-1288.
7. M. Chropa, K. Rohani, and J. Reed. Analysis of CDMA Range Extension Due to Soft Handoff. Proc. IEEE VTC. 45th. Vol. 2. Chicago. IL. July 1995 : pp. 917-921.
8. K. M. Rege et al. Analysis of Fade Margins for Soft and Hard Handoffs. Proc. IEEE Int'l Symp. Pers., Indoor, and Mobile Radio Commun. 6th. Vol. 2. Toronto. Canada. Sept. 1995 : pp. 829-835.
9. X. H. Chen. Adaptive traffic-load shedding and its capacity gain in CDMA cellular system. IEE Proc. Commun. Vol. 142. Issue 3. June 1995 : pp. 186-192.
10. C. Chen. Overview of Code Division Multiple Access Technology for Wireless Communications. IEEE IECON. 24th. Vol. 1. 1998 : pp. T15-T24.
11. A. Chheda. A Performance Comparison of The CDMA IS-95B and IS-95A Soft Handoff Algorithms. IEEE VTC. 49th. Vol. 2. 1999 : pp. 1407-1412.
12. J. W. Chang, D. K. Sung, J. H. Ahn, and J. H. Kim. An Adaptive Channel Reservation Scheme for Soft Handoff in Cellular DS-CDMA. IEEE VTC. 49th. Vol. 3. 1999 : pp. 2481-2485.
13. J. Yang and W. C. Y. Lee. Design Aspects and System Evaluations of IS-95 based CDMA Systems. IEEE Universal Personal Comm. Record. 6th. Vol. 2. 1997 : pp. 381-385.
14. S. -H Hwang, S.-L. Kim, H.-S. Oh, C.-E. Kang, and J.-Y. Son. Soft handoff algorithm with

- variable thresholds in the CDMA cellular systems. IEEE Electronics letters. Vol. 33. No. 19. Sept. 1997 : pp. 1602-1603.
15. S. Sato and Y. Amezawa. A Study on Dynamic Zone Control for CDMA Mobile Radio Communications. IEEE ICC. Vol. 2. 1997 : pp. 984-988.
 16. K. Takeo and S. Sato. The Proposal of CDMA Cell Design Scheme Considering Change in Traffic Distributions. Proc. IEEE International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications. 5th. Vol. 1, 1998 : pp. 229-233.
 17. T. Togo, I. Yoshii, and R. Kohno. Dynamic Cell-size Control According to Geographical Mobile Distribution in a DS/CDMA Cellular System. Proc. IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications. 9th. Vol. 2. 1998 : pp. 677-681.
 18. K. Takeo, S. Sato, and A. Ogawa. Optimum Soft Handoff Considering Non-uniform Traffic in CDMA Cellular Systems. IEEE VTC. 50th. Vol. 3. 1999 : pp. 1471-1475.
 19. T. Ojanpera and R. Prasad. Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications. Boston : Artech House. 1998.
 20. V. O'Byrne. Increase in Performance of a New or Deployed System by Cell Site Re-configuration. IEEE VTC. 50th. Vol. 3. 1999 : pp. 1530-1534.
 21. R. T. Love, K. A. Beshir, D. Schaeffer, and R. S. Nikides. A Pilot Optimization Technique for CDMA Cellular Systems. IEEE VTC. 50th. Vol. 4. 1999 : pp. 2238 - 2242.
 22. H. -G. Jeon, S.-H. Hwang, and S.-K. Kwon. A Channel Assignment Scheme for Reducing Call Blocking Rate in A DS-CDMA Cellular System. IEEE International Conference on Personal Comm. Record 6th. Vol. 2. Oct. 1997 : pp. 637-641.
 23. TR45 TIA/EIA/IS-95B. Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Systems. Oct. 31. 1998.
 24. TIA/EIA/IS-2000-5. Upper Layer (Layer 3) Signaling Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems. Aug. 1999.
 25. B. Worley and F. Takawira. Handoff Scheme in CDMA Cellular Systems. IEEE COMSIG. South Africa. 1998 : pp. 255-260.
 26. S. -L. Su, J. -Y. Chen, and J. -H. Huang. Performance Analysis of Soft Handoff in CDMA Cellular Networks. IEEE Journal on Selected Areas in Communications. Vol. 14. No. 9. Dec. 1996 : pp. 1762-1769.
 27. K. S. Gilhousen, I. M. Jacobs, R. Padovani, A. J. Viterbi, L. A. Weaver, and C. E.

- Wheatley. On the Capacity of a Cellular CDMA System. IEEE Trans. Veh. Technol. Vol. 40. No. 2. May 1991 : pp. 303-311.
28. M. -Guardiola. R. and V. -Rosales. C. CDMA Soft Handoff Modeling : A Network Approach. IEEE VTC. 48th. Vol. 2 : pp. 1641-1645.
 29. B. Homnan, V. Kunsriruksakul, and W. Benjapolakul. The Evaluation of Soft handoff Performance Between IS-95A and IS-95B/cdma2000. IATED SPC. Sept. 2000 : pp. 38-42.
 30. B. Homnan, V. Kunsriruksakul, and W. Benjapolakul. Comparison of Soft Handoff Performance between IS-95A and IS-95B/cdma2000. Proc. Wireless Personal Multimedia Communications. 3rd. Nov. 2000 : pp. 779-782.
 31. B. Homnan, V. Kunsriruksakul, and W. Benjapolakul. A Comparative Performance Evaluation of Soft Handoff between IS-95A and IS-95B/cdma2000. IEEE APCCAS. Dec. 2000 : pp. 34-37.
 32. Y. Kinoshita and Y. Omata. Advanced Handoff Control Using Fuzzy Inference for Indoor Radio Systems. IEEE VTC. 42nd. Vol. 2. 1992 : pp. 649-653.
 33. Y. Kinoshita and T. Itoh. Performance Analysis of a New Fuzzy Handoff Algorithm by an Indoor Propagation Simulator. IEEE VTC. 43rd. 1993 : pp. 241-245
 34. Y. Kinoshita and K. Oku. Robustness Analysis of New Fuzzy Handover Control for Indoor Cellular. IEEE UPC. 4th. 1995 : pp. 667-671.
 35. G. Edwards and Ravi Sankar. Hand-off Using Fuzzy Logic. IEEE GLOBECOM. Vol.1. 1995 : pp. 524-528.
 36. S. S. Lau, K. -F. Cheung, J. C. Chuang. Fuzzy Logic Adaptive Handoff Algorithm. IEEE GLOBECOM. Vol. 1. 1995 : pp. 509-513.
 37. U. Sheikh and C. H. Mlonja. Performance of Fuzzy Algorithm Based Handover Process for Personal Communication Systems. IEEE ICPWC. 1996 : pp. 153-157.
 38. M. McGuire and V. K. Bhargava. A Robust Fuzzy Logic Handoff Algorithm. IEEE CCECE. Vol. 2. 1997 : pp. 796-799.
 39. Y. -C. Ko. Adaptive Handoff Guard Channel Allocation Scheme Using Fuzzy Logic in Personal Communications Service. IEEE UPC. 6th. Vol.1. 1997 : pp. 239-243.
 40. G. Edwards and Ravi Sankar. A Predictive Fuzzy Algorithm for High Performance Microcellular Handoff. IEEE GLOBECOM. Vol.2. 1997: pp. 987-990.
 41. B. Homnan and W. Benjapolakul. A handover Decision Procedure for Mobile Telephone Systems Using Fuzzy Logic. IEEE APCCAS. Nov. 1998 : pp. 503-506.

42. N. D. Tripathi, J. H. Reed, and H. F. VanLandingham. Pattern Classification Based Handoff Using Fuzzy Logic and Neural Nets. IEEE ICC. Vol.3. 1998 : pp. 1733-1737.
43. N. D. Tripathi, J. H. Reed, and H. F. VanLandingham. An Adaptive Direction Based Fuzzy Handoff Algorithm with Unified Handoff Candidate Selection Criterion. IEEE VTC. 48th . Vol. 1. 1998 : pp. 127-131.
44. N. D. Tripathi, J. H. Reed, and H. F. VanLandingham. Fuzzy Logic Based Adaptive Handoff Algorithms for Microcellular Systems. IEEE VTC. 49th . Vol. 2. 1998 : pp. 1419-1424.
45. F. Cortes, D. Munoz, and R. Soto. Multi-Valued Logic Handoff Algorithm for Cellular Systems. IEEE NAFIPS. 18th . 1999 : pp. 655-659.
46. W. Benjapolakul, Bongkarn Homnan, and J. Sa-ngiamwong. Fuzzy Handover Decision Using Moving Rate of Mobile Station. Decision from Base Station and Received Signal Strength for Cellular Mobile Communication System. Proc. Wireless Personal Multimedia Communications. 3rd . Nov. 2000 : pp. 783-786.
47. M. Soleimanipour and G. H. Freeman. A Realistic Approach to The Capacity of cellular CDMA Systems. IEEE VTC. 46th . Vol. 2. 1998 : pp. 1125-1129.
48. R. Stuetzle and A. Paulraj. Modeling of Forward Link Performance in IS-95 CDMA Networks. Proc. IEEE International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications. 4th . Vol. 3. 1996 : pp. 1058-1062.
49. B. Hashem and E. Sousa. On the Capacity of a Cellular DS/CDMA System Under Slow Multipath Fading and Fixed Step Power Control. IEEE UPC. 6th . Vol. 2. 1997 : pp.352-355.
50. W. M. Tam and F. C. M. Lau. Capacity Analysis of a CDMA Cellular System with Power Control Schemes. IEEE UPC. 6th . Vol. 2. 1997 : pp. 608-612.
51. H. Aghavami and P. Smyth. Forward or Backward Handover For W-CDMA. IEEE 3G Mobile Communication Technologies Conference. 1st . No. 471. 2000 : pp. 235-239.
52. Rizvi. CDMA Overview & Testing. Hewlett Packard. 1999.
53. G. Spilling, A. R. Nix, and M. A. Beach. Adaptive Cell Sizing in Cellular Networks. IEEE 2000 : pp. 4/1-4/5.
54. K.-R. Lo, C.-J. Chang, and C. B. Shung. A QoS-Guaranteed Fuzzy Channel Allocation Controller for Hierarchical Cellular Systems. IEEE VTC. 1999 : pp. 2428-2432.
55. S. S. Farinwata, D. Filev, and, R. Langari. Fuzzy Control: Synthesis and Analysis. NY :

John Wiley & Sons, 2000.

56. A. J. Viterbi. Principle of Spread Spectrum Communication. Singapore : Addison-Wesley.
1995.
57. H. Furukawa. Site Selection Transmission Power Control in DS-CDMA Cellular Downlink. IEEE UPC. Vol.2 : pp. 987-991.
58. B. Homnan, V. Kunsriruksakul, and W. Benjapolakul. Adaptation of CDMA Soft Handoff Thresholds Using Fuzzy Inference System. IEEE ICPWC. Dec. 2000 : pp. 259-263.
59. B. Homnan, V. Kunsriruksakul, and W. Benjapolakul. Fuzzy Inference System based adaptation of CDMA Soft Handoff Thresholds with Different Defuzzification Schemes. Proc. CDMA International Conference. 5th. Dec. 2000 : pp. 347-351.
60. V. Kunsriruksakul, B. Homnan, and W. Benjapolakul. Comparative Evaluation of Fixed and Adaptive Soft Handoff Parameters using Fuzzy Inference Systems in CDMA Mobile Communication Systems. IEEE VTC. 53rd. Vol. 2. Greece. May. 2001 : pp. 1017-1021.
61. G. J. Klir and B. Yuan. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic; Theory and Application. NJ : Prentice Hall. 1995.
62. V. Altrock. Fuzzy Logic and Neuro-Fuzzy Applications Explained. NJ : Prentice Hall. 1995.
63. J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, and E. Mizutani. Neuro-Fuzzy and Soft Computing. NJ : Prentice Hall .1997.
64. P. Seite. Soft Handoff in DS-CDMA Microcellular Network. IEEE VTC. 44th. Vol. 1. Stockholm. Sweden. June 1994 : pp. 530-534.
65. S.-W. Wang and I. Wang. Effects of Soft Handoff, Frequency Reuse and Non-Ideal Antenna sectorization on CDMA System Capacity. IEEE VTC. 43rd. Secaucus. NJ. May 1993 : pp. 850-854.
66. N. Zhang and J. M. Holtzman. Analysis of a CDMA Soft Handoff Algorithm. IEEE PIMRC 6th. Vol. 2 : pp. 82-86.
67. N. Zhang and J. M. Holtzman. Analysis of a CDMA Soft-Handoff Algorithm. IEEE Trans. Veh. Technol. Vol. 47. May 1998 : pp. 710-714.
68. J. J. Saade and H. B. Diab. Defuzzification Techniques for Fuzzy Controllers. IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. Vol. 30. Feb. 2000 : pp. 223 -229.

69. A. Kandel and M. Friedman. Defuzzification Using Most Typical Values. IEEE Trans. Syst. Man. Cybern. Vol. 28. Dec. 1998 : pp. 901-906.
70. Y. Jin. On Generating FC³ Fuzzy Rule Systems from Data Using Evaluation Strategies. IEEE Trans. on Sys. Man. Cybern. Vol. 29. No. 6. Dec. 99 : pp. 829-846.
71. วิกรณ์ คุณศรีรักษสกุล, บงการ หอมหนาน และ วาทิต เบญจพลกุล. การประเมินระบบวินิจฉัยฟัซซีที่ใช้เป็นฐานในการปรับจุดเริ่มเปลี่ยนของซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟในระบบสื่อสารซีดีเอ็มเอโดยใช้อินพุตแบบต่าง ๆ. EECON24. พฤษภาคม 2544 : หน้า 846-851.
72. บงการ หอมหนาน และ วาทิต เบญจพลกุล. การประเมินระบบวินิจฉัยฟัซซีที่ใช้เป็นฐานในการปรับจุดเริ่มเปลี่ยนของซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟในระบบสื่อสารซีดีเอ็มเอโดยเมมเบอร์ชิปฟังก์ชันแบบต่าง ๆ. EECON24. พฤษภาคม 2544 : หน้า 776-781.
73. วิกรณ์ คุณศรีรักษสกุล, บงการ หอมหนาน, และ วาทิต เบญจพลกุล. การประเมินระบบวินิจฉัยฟัซซีที่ใช้เป็นฐานในการปรับจุดเริ่มเปลี่ยนของซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟในระบบสื่อสารซีดีเอ็มเอโดยใช้ฟัซซีฟังก์ชันแบบต่าง ๆ. EECON24. พฤษภาคม 2544 : หน้า 764-769.
74. B. Homnan and W. Benjapolakul. QoS-Controlling Soft Handoff based on Simple Step Control and Fuzzy Inference System with Gradient Descent Method. To be published in IEEE Trans. Veh. Tech.
75. B. Homnan and W. Benjapolakul. Trunk-Resource-Efficiency-Controlling Soft Handoff based on Fuzzy Logic and Gradient Descent Method. IEEE VTC. 53rd. Vol. 2. Greece. May. 2001 : pp. 1077-1081.
76. S. Haykin. Adaptive Filter Theory. NJ : Prentice Hall. 1996.
77. AT&T. The IS-95 CDMA Digital Cellular Communications System For AT&T's Customers. 1994.
78. Hashem and E. S. Sousa. Reverse Link Capacity and Interference Statistics of A Fixed-Step Power-Controlled DS/CDMA System Under Slow Multipath Fading. IEEE Trans. Comm. Vol. 47. No. 12. Dec. 1999 : pp. 1905-1912.
79. W. C. Y Lee. Mobile Cellular Telecommunications Systems. New York : McGraw-Hill. 1989.
80. M. Gudmundson. Correlation Model for Shadow Fading in Mobile Radio Systems. IEEE Electronics Letters. 7th. Nov. 1991. Vol. 27. No. 23 : pp. 2145-2146.
81. A. M. Viterbi and A. J. Viterbi. Erlang Capacity of a Power Controlled CDMA System. IEEE Journal on Selected Areas in Communications. Vol. 11. No. 6. Aug. 1993 : pp. 892-900.

82. A. J. Viterbi. Principle of Spread Spectrum Communication. Singapore : Addison-Wesley. 1995.
83. B. Homnan and W. Benjapolakul. Application of Fuzzy Inference to CDMA Soft Handoff in Mobile Communication Systems. To be published in Elsevier Fuzzy Sets and Systems.
84. B. Homnan and W. Benjapolakul. Fuzzy Inference System based Soft Handoff : Aspect of Non-uniform Traffic. ISCIT. Nov. 2001 : pp. 191-194.
85. B. Homnan and W. Benjapolakul. Fuzzy Inference System based Soft Handoff : Aspect of Pilot Pollution Reduction. ISCIT. Nov. 2001 : pp. 187-190.
86. B. Homnan and W. Benjapolakul. TRE Controlling Soft Handoff based on Simple Step Control. ISCIT. Nov. 2001 : pp. 413-416.
87. D. -W. Tcha, S. -Y. Kang, and G. -W. Jin. Load analysis of the soft handoff scheme in CDMA cellular system. IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. 19, No. 6, June 2001 : pp. 1147-1152.
88. C. -C. Lee and R. Steele. Effect of soft and softer handoffs on CDMA system capacity. IEEE Trans. Veh. Tech., Vol. 47, No. 3, Aug. 1998 : pp. 830-841.



ภาคผนวก

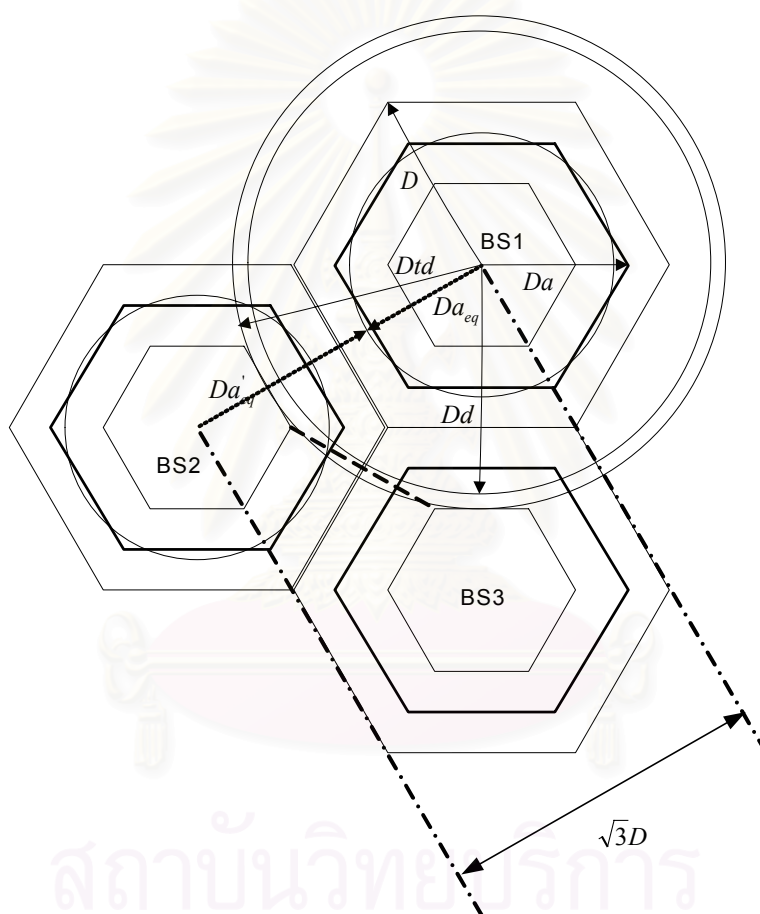
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ผลกระทบของค่าซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟเทรชโฮลด์ในระบบเซลลูลาร์แบบ CDMA
(หมายเลขอ้างอิงเป็นไปตามรายการอ้างอิง)

ก.1 แบบจำลองที่นำเสนอ

ก.1.1 ระยะเชิงเรขาคณิต



รูปที่ ก.1.1-1 ระยะเชิงเรขาคณิตในระบบเซลลูลาร์แบบ CDMA

แบบจำลองเซลล์ในระบบเซลลูลาร์แบบ CDMA สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก.1.1-1 และพิจารณาให้สถานีเคลื่อนที่ (MS) เคลื่อนที่จากพื้นที่ให้บริการของสถานีฐาน (BS) 1 ไปยัง BS2 โดยมีระยะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

กำหนดให้

D คือ ระยะจากจุดศูนย์กลางเซลล์ถึงจุดยอดของเซลล์แบบหกเหลี่ยม

- D_{eq} คือ รัศมีที่วัดจากจุดศูนย์กลางเซลล์ของวงกลม (ที่มีพื้นที่เท่ากับเซลล์แบบหกเหลี่ยม โดยระยะจากจุดศูนย์กลางเซลล์ถึงจุดยอดของเซลล์แบบหกเหลี่ยม เท่ากับ D)
- Da คือ ระยะในการยอมให้ฟลิออตใหม่เพิ่มเข้าไปในเซลล์เป้าหมายที่เป็นแอคทีฟเซต
- Da_{eq} คือ รัศมีที่วัดจากจุดศูนย์กลางเซลล์ (ที่มีพื้นที่เท่ากับเซลล์แบบหกเหลี่ยม โดยระยะจากจุดศูนย์กลางเซลล์ถึงจุดยอดของเซลล์แบบหกเหลี่ยม เท่ากับ Da) ในการยอมให้ฟลิออตใหม่เพิ่มเข้าไปในเซลล์เป้าหมาย
- Dd คือ ระยะในการเริ่มนับเวลาการครอบของการแฮนด์ออฟสำหรับฟลิออตที่มีความแรงสัญญาณต่ำ
- Dtd คือ ระยะในการครอบฟลิออตที่มีความแรงสัญญาณต่ำ เมื่อเวลาครอบของการแฮนด์ออฟมีค่า มากกว่า T_TDROP วินาที ดังแสดงในรูปที่ ก.1.1-1
- I_MS คือ MS ที่วิ่งเข้าหาเซลล์ที่กำลังพิจารณา
- O_MS คือ MS ที่วิ่งออกจากเซลล์ที่กำลังพิจารณา

จากรูปที่ ก.1.1-1 พื้นที่ของแต่ละเซลล์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

- ICA คือ พื้นที่ที่อยู่ภายใต้รัศมี Da_{eq}
- NCA คือ พื้นที่ที่อยู่ภายใต้เซลล์แบบหกเหลี่ยม
- OCA คือ พื้นที่ที่อยู่ระหว่างรัศมี Dtd กับ Da_{eq}

ICA สามารถเขียนในรูปสมการที่ (ก.1.1-1) และ (ก.1.1-2)

$$ICA = \pi Da_{eq}^2 \quad (ก.1.1-1)$$

$$Da_{eq} = \sqrt{\frac{3\sqrt{3}}{2\pi}} Da \quad (ก.1.1-2)$$

พื้นที่ NCA สามารถประมาณโดยใช้วงกลมที่มีรัศมี Deq

$$Deq = \sqrt{\frac{3\sqrt{3}}{2\pi}} D \quad (ก.1.1-3)$$

ส่วนพื้นที่ OCA สามารถหาได้จาก

$$OCA = \pi(Dtd^2 - Da_{eq}^2) \quad (ก.1.1-4)$$

เนื่องจากอัตราเร็วและทิศทางของ MS สมมติให้มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มตลอดช่วง $[0, V_m]$ และ $[0, 2\pi]$ ตามลำดับ โดย V_m คือ อัตราเร็วสูงสุดของ MS ดังนั้นกรณีเลวร้ายที่สุดของ Dtd ซึ่งจะทำให้เกิดอัตราการบล็อกสูงสุด จะเกิดเมื่อ

$$Dtd = Dd + V_m * T_TDROP \quad (ก.1.1-5)$$

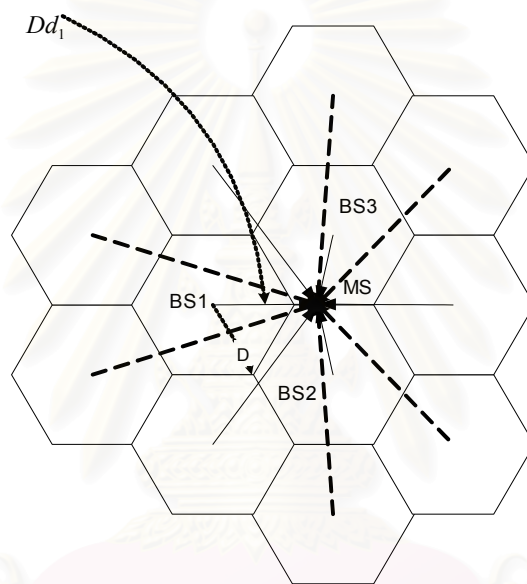
เนื่องจากเป็นเส้นทางที่ยาวที่สุดในแนวรัศมีจากจุดศูนย์กลางของเซลล์ทำให้พื้นที่เซลล์ที่รองรับ MS มีขนาดใหญ่ที่สุด

ก.1.2 ระยะที่อยู่บนพื้นฐานสัญญาณฟลิออตที่คิดการหดขยายของเซลล์ (Cell Breathing)

จากสมการที่ (3.5.3-2) เมื่อกำหนดให้ $N_{om} W$ มีค่าเป็นศูนย์ [27] ภายใต้ภาวะโหลดแบบยูนิฟอร์ม และ $p_j = P$, $\beta_{p_j} = \beta_p$, $\beta_{k_i} = \beta_i$, $\beta_{pps_k} = \beta_{pps}$, $N_k = N$, และ $v_{k_i} = \gamma$ และจากรูปที่ ก.1.1-1 จะได้ Dd_j ดังแสดงในสมการที่ (ก.1.2-1)

$$10^{T_{-DROD}/10} = \frac{\beta_p \alpha_j(Dd_j, 0)}{\sum_{k=1}^{12} \left\{ \left(\beta_{pps} + \sum_{i=1}^N \gamma \beta_i \right) \alpha_k(r_k, 0) \right\} - \beta_p \alpha_j(Dd_j, 0)} \quad (\text{ก.1.2-1})$$

ในที่นี้กำหนดให้ ζ มีค่าเป็นศูนย์ เพื่อที่จะไม่คิดผลของชาโดว์เฟดดิ้ง (Shadow Fading) ซึ่งจะนำมาพิจารณาต่อไปในอนาคต การแทรกสอด (ตัวหารในสมการที่ (3.5.3-2)) มาจาก 12 BS ดังแสดงในรูปที่ ก.1.2-1



รูปที่ ก.1.2-1 การแทรกสอดของการเชื่อมโยงขาลงที่มาจาก 12 BS

จะเห็นว่าในสมการที่ (ก.1.2-1) Dd_j ขึ้นอยู่กับ r_k , N และ β_i และเนื่องจากสมมติว่า Dd_j มีค่าเท่ากันรอบเซลล์ที่กำลังพิจารณา ดังนั้นถ้า MS อยู่ ณ Dd_j จาก BS ที่ j สามารถหา r_k ในสมการที่ (ก.1.2-1) ได้

ความสัมพันธ์ระหว่าง N และ β สามารถแสดงโดย [27] ดังนี้

$$\sum_{i=1}^N \beta_i \leq (1 - \beta_p) \quad (\text{ก.1.2-2})$$

สมการที่ (ก.1.2-2) สามารถประมาณจากจำนวนผู้ใช้สูงสุด (N_{max}) ดังนี้

$$\sum_{i=1}^N \beta_i = \frac{N}{N_{max}} \leq (1 - \beta_p) \quad (\text{ก.1.2-3})$$

N_{max} มีค่าเท่ากับจำนวนรหัสวอลช์ (Walsh Code) ที่กำหนดให้กับข่ายเชื่อมโยงขาลงสำหรับช่องสัญญาณ ทราฟฟิก โดย N คือจำนวนทราฟฟิกที่สามารถรองรับได้ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อที่ ก.3

Da_{eq} ในรูปที่ ก.1.1-1 สามารถหาได้จาก

$$Da_{eq} = \sqrt{3}D - Da'_{eq} \quad (\text{ก.1.2-4})$$

โดย Da'_{eq} หาได้จาก

$$10^{T-ADD/10} = \frac{\beta_p \alpha_j (Da'_{eq}, 0)}{\sum_{k=1}^{12} \left\{ \left(\beta_{pps} + \sum_{i=1}^N \gamma \beta_i \right) \alpha_k (r_k, 0) \right\} - \beta_p \alpha_j (Da'_{eq}, 0)} \quad (ก.1.2-5)$$

ทั้ง Dd_j และ Da'_{eq} ในสมการที่ (ก.1.2-1), (ก.1.2-4) และ (ก.1.2-5) มีค่าไม่คงที่และจะมีค่าเปลี่ยนตาม β_p , β_i , β_{pps} , N , γ และ r_k โดย D คือพารามิเตอร์ที่กระทบต่อพารามิเตอร์ Da'_{eq}

ก.2 แบบจำลองทราฟฟิก

ก.2.1 สมการไหลดบาลานซ์ (Balanced Load Equation)

สมการบาลานซ์ไหลดเกิดจากจำนวนของทราฟฟิกไหลดที่ออกไปภายนอก NCA เนื่องมาจากการเรียกที่เกิดใน NCA และจำนวนทราฟฟิกไหลดที่เข้ามาใน NCA เนื่องมาจากการแฮนด์ออฟที่มาจากภายนอก NCA โดยสมการไหลดบาลานซ์ที่อ้างอิงมาจาก [87] สามารถเขียนในรูปของพารามิเตอร์ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ดังนี้

$$\{\lambda_{ICA} E[T_{hICA}] + \lambda_{OCA} E[T_{hOCA}] + \lambda_{OCA} E[T_{hOCA'}]\}(1 - P_B) = (\lambda_{ICA} + \lambda_{OCA}) E[T](1 - P_B) + \lambda_{OCA} E[T] P_B \quad (ก.2.1-1)$$

โดย P_B คือความน่าจะเป็นของการบล็อก

กระบวนการมาถึงของการเรียกใหม่ใน ICA และการเรียกที่แฮนด์ออฟจาก OCA เป็นกระบวนการปัวส์ซงที่อิสระจากกันและกำหนดด้วยตัวแปร λ_{ICA} และ λ_{OCA} ตามลำดับ ส่วนการเรียกแฮนด์ออฟที่มาจากนอกเซลล์แทนด้วยตัวแปร $\lambda_{OCA'}$

กำหนดให้

$E[T]$ คือ ค่าคาดหวังของเวลายืดช่องสัญญาณ ($T = 1/\mu$)

โดย μ คือ อัตราการปลดช่องสัญญาณ

$E[T_{hICA}]$ คือ ค่าหวังของช่วงเวลาการสนทนาสำหรับการเรียกใหม่ที่เกิดใน ICA

$E[T_{hOCA}]$ คือ ค่าหวังของช่วงเวลาการสนทนาสำหรับการเรียกแฮนด์ออฟจาก OCA

$E[T_{hOCA'}]$ คือ ค่าหวังของช่วงเวลาการสนทนาสำหรับการเรียกแฮนด์ออฟที่มาจากเซลล์อื่น

โดย $E[T_{hX}]$ สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (ก.2.1-2)

$$\begin{aligned} E[T_{hX}] &= \int_0^\infty t [e^{-\mu t} f_{T_x}(t) + \{1 - F_{T_x}(t)\} \mu e^{-\mu t}] dt \\ &= \frac{1}{\mu} - \int_0^\infty \frac{1}{\mu} e^{-\mu t} f_{T_x}(t) dt \\ &= \{1 - \Pr(T > T_x)\} E[T] \end{aligned} \quad (ก.2.1-2)$$

โดยที่ X คือ ICA, OCA หรือ OCA'

T_x คือ T_{ICA} , T_{OCA} หรือ $T_{OCA'}$

กำหนดความหมายของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

T_{ICA} คือ ช่วงเวลาที่ MS เริ่มต้นการสนทนาใน ICA แล้วสิ้นสุดที่พื้นที่อื่น (OCA)

T_{OCA} คือ ช่วงเวลาที่ MS เริ่มต้นการสนทนาใน OCA แล้วสิ้นสุดที่พื้นที่อื่น (ICA)

$T_{OCA'}$ คือ ช่วงเวลาที่ MS เริ่มต้นการสนทนาใน ICA และ OCA แล้วสิ้นสุดที่พื้นที่ ICA หรือ

OCA

λ_{NCA} คือ อัตราการเรียกใหม่ต่อพื้นที่ NCA

λ_{ICA} คือ อัตราการเรียกใหม่ต่อพื้นที่ ICA (เท่ากับ $ICA/NCA * \lambda_{NCA}$)

λ_{OCA} คือ อัตราการเรียกใหม่ต่อพื้นที่ OCA (เท่ากับ $OCA/NCA * \lambda_{NCA}$)

$\lambda_{OCA'}$ คือ อัตราการเรียกแฮนด์ออฟที่เข้ามาในเซลล์ที่พิจารณา

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (The probability density function: pdf) ของ T_{ICA} เกี่ยวข้องกับ Da_{eq} และ Dtd ซึ่งขึ้นกับ SHO เทอร์ชโวลต์สามารถเขียนได้ดังนี้

$$f_{T_{ICA}}(t) = \begin{cases} \int_{(Dtd - Da_{eq})/t}^{V_m} \frac{f_1(w)}{Da_{eq}^2} \frac{1}{V_m} dw, & \text{for } \frac{(Dtd - Da_{eq})}{V_m} \leq t \leq \frac{(Dtd + Da_{eq})}{V_m} \\ \int_{(Dtd - Da_{eq})/t}^{(Dtd + Da_{eq})/t} \frac{f_1(w)}{Da_{eq}^2} \frac{1}{V_m} dw, & \text{for } \frac{(Dtd + Da_{eq})}{V_m} \leq t \end{cases} \quad (ก.2.1-3)$$

โดยที่

$$f_1(w) = \frac{w \sqrt{-(Dtd^2 - Da_{eq}^2) + 2Da_{eq}^2(tw)^2 + 2Dtd^2(tw)^2 - (tw)^4}}{\pi tw} \quad (ก.2.1-4)$$

pdf ของ T_{OCA} จึงแสดงได้ดังนี้

$$f_{T_{OCA}}(t) = \begin{cases} \int_0^{V_m} \frac{f_2(w)}{(Dtd)^2 - (Da_{eq})^2} \frac{1}{V_m} dw, & \text{for } 0 \leq t \leq \frac{(Dtd - Da_{eq})}{V_m} \\ \int_0^{V_m} \frac{f_2(w)}{(Dtd)^2 - (Da_{eq})^2} \frac{1}{V_m} dw - \int_{(Dtd - Da_{eq})/t}^{V_m} \frac{f_1(w)}{(Dtd)^2 - (Da_{eq})^2} \frac{1}{V_m} dw, & \text{for } \frac{(Dtd - Da_{eq})}{V_m} \leq t \leq \frac{(Dtd + Da_{eq})}{V_m} \\ \int_0^{V_m} \frac{f_2(w)}{(Dtd)^2 - (Da_{eq})^2} \frac{1}{V_m} dw - \int_{(Dtd - Da_{eq})/t}^{(Dtd + Da_{eq})/t} \frac{f_1(w)}{(Dtd)^2 - (Da_{eq})^2} \frac{1}{V_m} dw, & \text{for } \frac{(Dtd + Da_{eq})}{V_m} \leq t \leq \frac{(2Dtd)}{V_m} \\ \int_0^{2Dtd/t} \frac{f_2(w)}{(Dtd)^2 - (Da_{eq})^2} \frac{1}{V_m} dw - \int_{(Dtd - Da_{eq})/t}^{(Dtd + Da_{eq})/t} \frac{f_1(w)}{(Dtd)^2 - (Da_{eq})^2} \frac{1}{V_m} dw, & \text{for } \frac{2Dtd}{V_m} \leq t \end{cases} \quad (ก.2.1-5)$$

โดยที่

$$f_2(w) = \frac{w \sqrt{4(Dtd)^2 - (tw)^2}}{\pi} \quad (ก.2.1-6)$$

กำหนดให้

v คือ อัตราเร็วและทิศทางของ I_{MS}

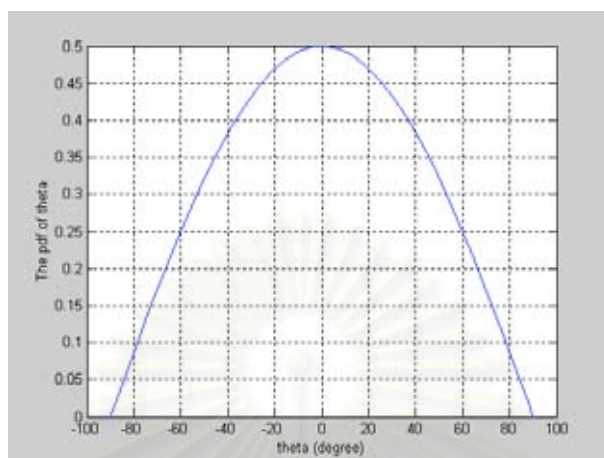
θ คือ มุมที่เบี่ยงเบนไปจากทิศทางเดิม

จาก [87] pdf ของ v และ θ ของ I_{MS} คือ $f_v(v)$ และ $f_\theta(\theta)$ แสดงได้ดังนี้

$$f_v(v) = \frac{2v}{V_m^2}, \quad 0 \leq v \leq V_m \quad (ก.2.1-7)$$

$$f_\theta(\theta) = \frac{1}{2} \cos \theta, \quad -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \quad (ก.2.1-8)$$

เพราะว่า $f_{\theta}(\theta)$ มีค่า ณ มุมที่เหนือกว่า $\pi/2$ เรเดียน ดังแสดงในรูปที่ ก.2.1-1 และค่าความน่าจะเป็นของ $f_{\theta}(\theta)$ ที่บริเวณมุมใกล้เคียงกับ $\pi/2$ เรเดียน และ $-\pi/2$ เรเดียน มีค่าเข้าใกล้ศูนย์



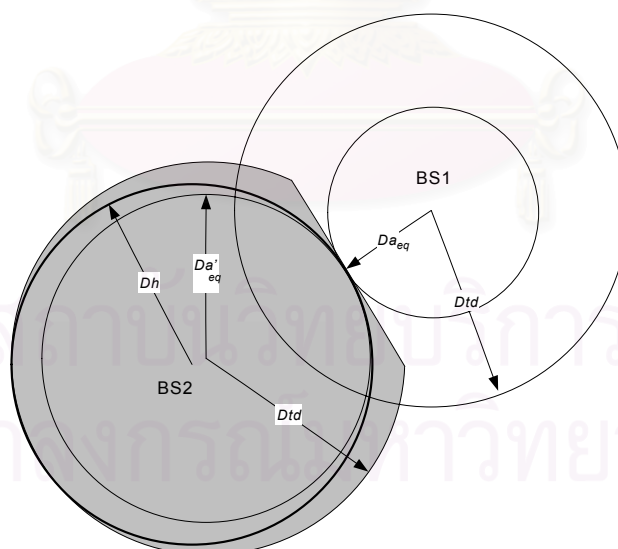
รูปที่ ก.2.1-1 $f_{\theta}(\theta)$

พื้นที่ของการเรียกแฮนด์ออฟที่เข้ามาในเซลล์ที่มีรัศมีประมาณได้เป็น D_h ซึ่งสามารถแสดงได้เป็น

$$D_h = \frac{(D_{td} + D_{a_{eq}})}{2} \quad (ก.2.1-9)$$

$$= \frac{(D_{td} + \sqrt{3}D - D_{a_{eq}})}{2}$$

ดังแสดงในรูปที่ ก.2.1-2



รูปที่ ก.2.1-2 พื้นที่ของการเรียกแฮนด์ออฟที่เข้ามา

จาก [87] ค่า pdf ของ T_{OCA} ที่เกี่ยวข้องกับ D_h สามารถหาได้จาก

$$f_{T_{OCA}}(t) = \begin{cases} \frac{16(Dh)^2}{3V_m^2 t^3} - \frac{8(Dh)^2 + V_m^2 t^2}{3(Dh)V_m t^2} \sqrt{\left(\frac{2Dh}{V_m t}\right)^2 - 1}, & \text{for } 0 \leq t \leq \frac{2(Dh)}{V_m} \\ \frac{16(Dh)^2}{3V_m^2 t^3}, & \text{for } \frac{2(Dh)}{V_m} \leq t. \end{cases} \quad (\text{ก.2.1-10})$$

ค่า $E[T_{ICA}]$ และ $E[T_{HOCA}]$ สามารถหาได้จากสมการที่ (ก.2.1-2) - (ก.2.1-6) ส่วน $E[T_{HOCA}]$ หาได้จากสมการที่ (ก.2.1-2) และ (ก.2.1-10) ดังนั้นจะหา λ_{OCA} ได้เมื่อทราบ P_B

ก.2.2 ความจุชายเชื่อมโยงขาลงและความน่าจะเป็นของการบล็อก

ระบบสื่อสารเคลื่อนที่แบบ CDMA ยังคงสอดคล้องกับสูตรเออร์แลงบี [88] นั่นคือแต่ละการเรียกใหม่จะได้รับการช่อกสัญญาณ หากไม่มีช่อกสัญญาณการเรียกนั้นก็เลยสูญหายไป

ทราฟฟิกโหลดที่เกิดขึ้นในแต่ละเซลล์คือ $(\lambda_{ICA} + \lambda_{OCA} + \lambda_{OCA})/\mu$ ดังนั้นทราฟฟิกที่รองรับได้ (N) จะประมาณโดย $(\lambda_{ICA} + \lambda_{OCA} + \lambda_{OCA})/\mu * (1-P_B)$ โดย P_B แสดงได้ดังนี้

$$P_B = \frac{(\lambda_{ICA} + \lambda_{OCA} + \lambda_{OCA})^{N_{max}}}{\mu^{N_{max}} (N_{max})!} P_0 \quad (\text{ก.2.2-1})$$

โดยที่

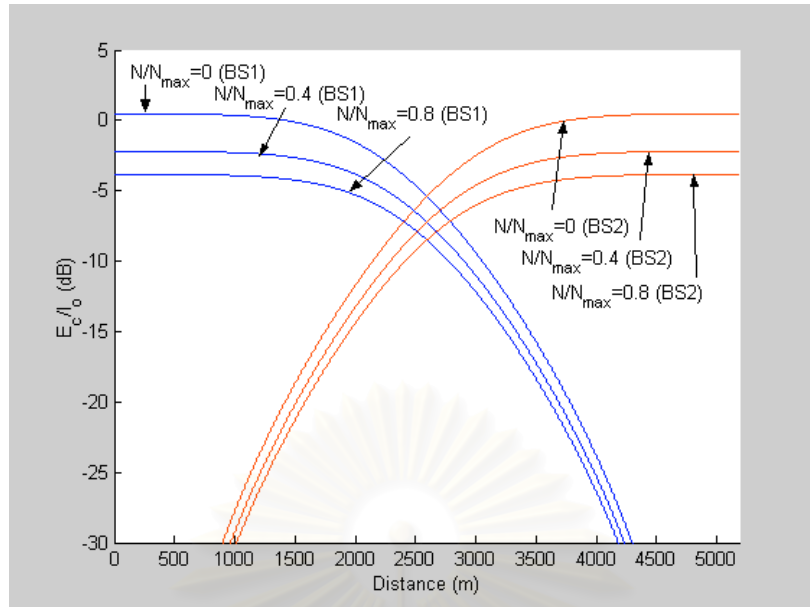
$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^{N_{max}} \frac{(\lambda_{ICA} + \lambda_{OCA} + \lambda_{OCA})^i}{\mu^i i!}} \quad (\text{ก.2.2-2})$$

คือ ความน่าจะเป็นในสถานะเริ่มต้นสำหรับ N_{max} โดย N_{max} คือ จำนวนของรหัสวอลซ์ที่ใช้สำหรับขยายเชื่อมโยงขาลง

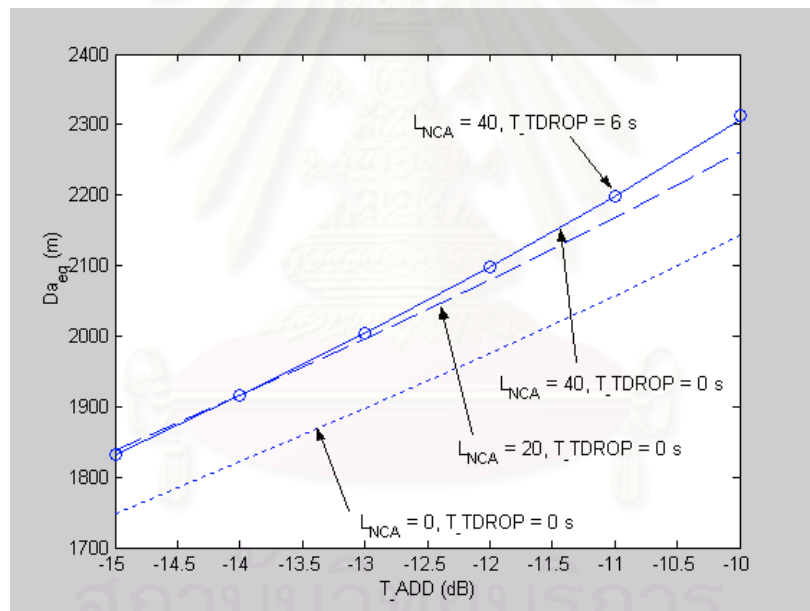
ก.3 ผลของการคำนวณเชิงตัวเลข

ค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณมีลำดับดังต่อไปนี้

P	5 วัตต์
β_p	15 %
β_{pps}	28.5 %
ϵ	4
D	3000 เมตร
T	120 วินาที
N_{max}	50
V_m	60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
γ	0.4
λ_{NCA}	0-40 การเรียก/ชั่วโมง/กิโลเมตร ²



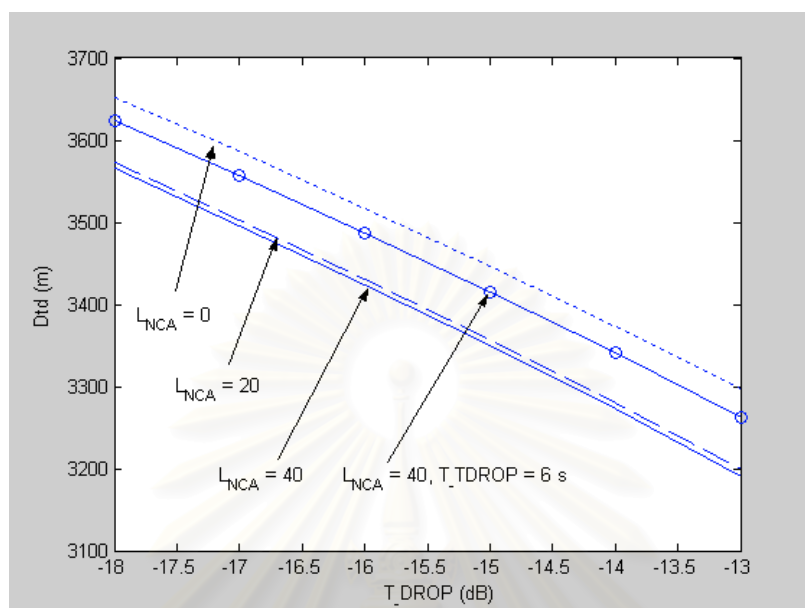
รูปที่ ก.3-1 ความสัมพันธ์ของ E_c/I_0 ($\zeta = 0, T_{TDROP} = 0$) และระยะทางระหว่าง 2 BS ตามสมการที่ (3.5.3-2)



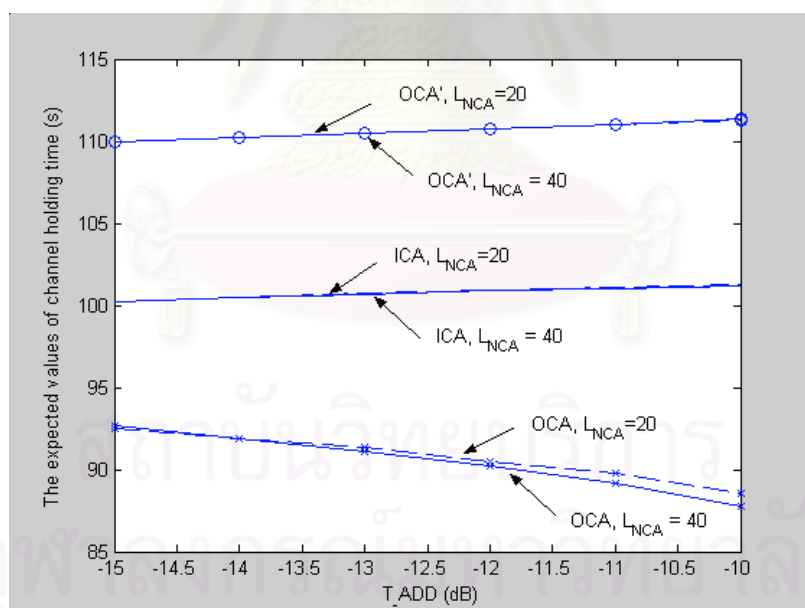
รูปที่ ก.3-2 ความสัมพันธ์ของ Da_{eq} และ T_{ADD} ตามสมการที่ (ก.1.2-4) และ (ก.1.2-5), ($L_{NCA} = \lambda_{NCA}, T_{TDROP} = -15$ dB)

รูปที่ ก.3-1 แสดง E_c/I_0 หรือความแรงสัญญาณไฟลิตในแนวเส้นตรงของ BS ที่อยู่ประชิดกัน ระยะห่างระหว่างสอง BS คือ $\sqrt{3}D \approx 5196$ เมตร เมื่อ N/N_{max} มีค่าสูงขึ้น E_c/I_0 ของแต่ละ BS จะมีค่าที่ต่ำลง เนื่องจากที่ N/N_{max} ค่าสูง จะมีการแทรกสอดมากขึ้น นั่นคือพื้นที่ให้บริการเนื่องมาจากสัญญาณไฟลิตสามารถหดหรือขยายได้ ซึ่งเรียกว่า Cell Breathing (CB) และจากรูปที่ ก.3-1 ยังพบว่าสัญญาณไฟลิตจะอ่อนกำลังลงเมื่อ MS วิ่งห่างออกไปจาก BS อันเนื่องมาจากการสูญเสียตามระยะทาง (Path Loss) ปกติแล้ว MS จะแฮนด์ออฟเมื่อสัญญาณไฟลิตของ

BS เป้าหมายมีค่าสูงกว่า T_ADD เพื่อที่จะรักษาคุณภาพของการเรียก ดังนั้นเมื่อ MS เคลื่อนที่จากซ้ายไปขวาของรูปของรูปที่ ก.3-1 MS จะแฮนด์ออฟ ณ ระยะทาง Da_{eq} ซึ่งสามารถแสดงได้ในรูปที่ ก.3-2



รูปที่ ก.3-3 ความสัมพันธ์ของ Dtd และ T_DROP ตามสมการที่ (ก.1.2-1), ($L_{NCA} = \lambda_{NCA}$, $T_ADD = -13$ dB)



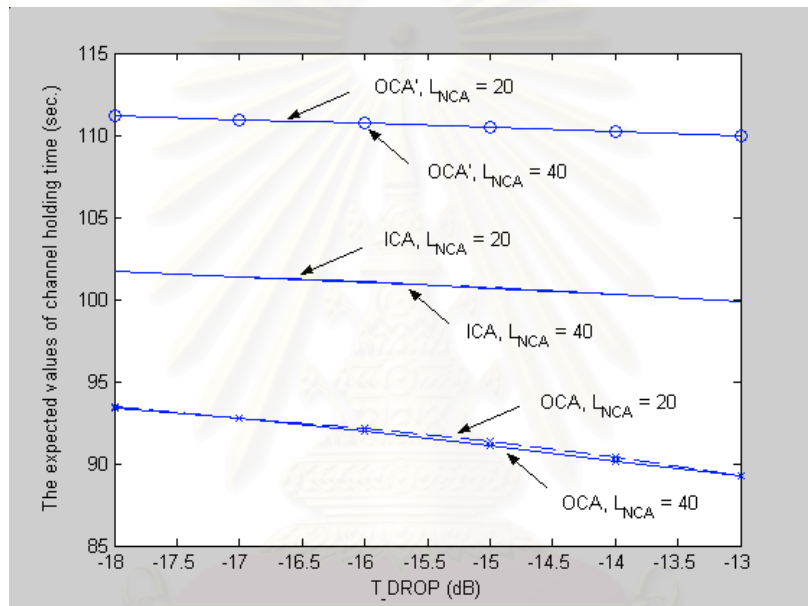
รูปที่ ก.3-4 ความสัมพันธ์ของค่าคาดหวังของเวลายืดช่องสัญญาณและ T_ADD ตามสมการที่ (ก.2.1-2) - (ก.2.1-10), ($L_{NCA} = \lambda_{NCA}$, $T_DROP = -15$ dB)

ผลของ Da_{eq} ที่แสดงในรูปที่ ก.3-3 สามารถหาได้จากการแทน Da' ในสมการที่ (ก.1.2-4) เข้าไปในสมการที่ (ก.1.2-5) เมื่อ BS ที่ให้บริการกำหนดให้ T_ADD มีค่าต่ำลง MS จะทำการแฮนด์ออฟไปยัง BS เป้าหมายได้ในระยะที่ใกล้กับ BS เดิมมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ ก.3-3 เมื่อมีทราฟฟิกไหลตมมากขึ้น Da_{eq} จะไกลจาก BS เดิมมากขึ้น เนื่อง

จากมีการแทรกสอดเพิ่มขึ้น อันเป็นผลมาจากการรองรับผู้ใช้ได้มากขึ้น ส่วน T_{TDROP} มีผลกระทบต่อ Da_{eq} น้อยมาก แต่จะมีผลต่อ Dtd ดังแสดงในรูปที่ ก.3-3 โดยที่ T_{TDROP} ค่าสูงจะให้ค่า Dtd ที่ไกลขึ้น

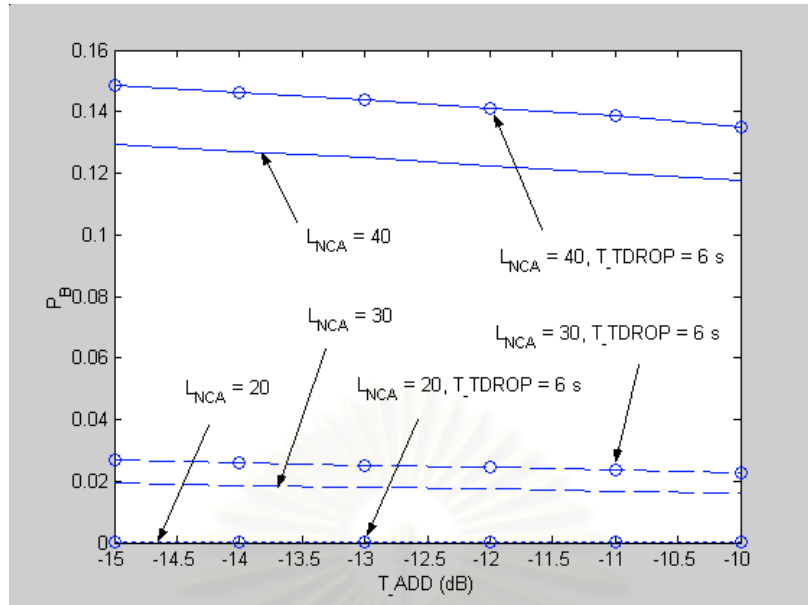
เมื่อ T_{DROD} ของ BS ที่ให้บริการกำหนดให้มีค่าต่ำลง MS จะปลดช่องสัญญาณห่างจาก BS เดิม มากขึ้น และเมื่อมีทราฟฟิกไหลตมมากขึ้น จะทำให้มีการแทรกสอดมากขึ้นตาม ส่งผลให้ Dtd มีระยะใกล้กับ BS เดิม ตามสมการที่ (ก.1.2-1) เมื่อ T_{TDROP} ถูกกำหนดให้มีค่าสูงขึ้น MS จะชะลอการครอบการเรียกได้ T_{TDROP} วินาที ดังนั้น Dtd ที่ค่า T_{TDROP} สูงขึ้น จะไกลจาก BS ที่ให้บริการมากขึ้น

เมื่อ T_{ADD} ถูกทำให้เพิ่มขึ้น ICA จะเพิ่มขึ้นส่วน OCA จะลดลง ดังนั้น $E[T_{hICA}]$ จะเพิ่มขึ้น แต่ $E[T_{hOCA}]$ จะลดลง ดังแสดงในรูปที่ ก.3-4 $E[T_{hOCA}]$ จะเพิ่มขึ้นเมื่อ T_{ADD} เพิ่มขึ้น เพราะว่า Dh มีค่าลดลง (รูปที่ ก.2.1-2)

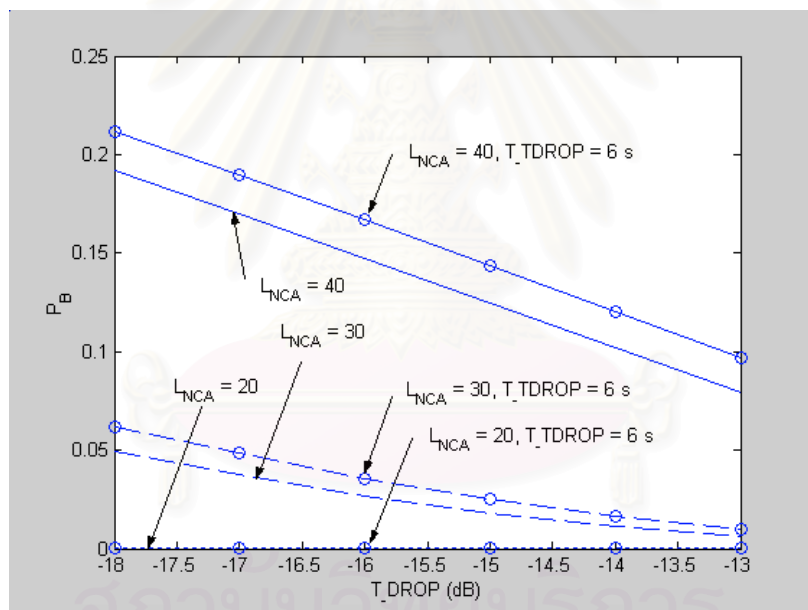


รูปที่ ก.3-5 ความสัมพันธ์ของค่าคาดหวังของเวลายึดช่องสัญญาณและ T_{DROD} ตามสมการที่ (ก.2.1-2) - (ก.2.1-10), ($L_{NCA} = \lambda_{NCA}$, $T_{ADD} = -13$ dB)

รูปที่ ก.3-5 แสดงให้เห็นว่าเมื่อ T_{DROD} เพิ่มขึ้น เวลายึดช่องสัญญาณทั้งหมดจะลดลง เพราะว่า OCA ลดลง ดังนั้น $E[T_{hOCA}]$ จะลดลง ส่วน $E[T_{hICA}]$ ก็ลดลงด้วยเพราะว่ามีความน่าจะเป็นของการเรียกของ MS ที่เข้ามา ICA ต่ำลง ส่วนการเรียกแชนด์ออฟที่เข้ามา $E[T_{hOCA}]$ จะลดลง เพราะ Dh เพิ่มขึ้น ในรูปที่ ก.3-4 และ ก.3-5 $E[T_{hOCA}]$ มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดหวังของเวลายึดช่องสัญญาณอื่น เพราะคำนวณจากผู้ใช้ใน OCA ซึ่งเป็นบริเวณที่มีพื้นที่เล็กที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ (ICA, เซลล์ที่มีรัศมี Dh) ในทางตรงกันข้าม $E[T_{hOCA}]$ มีค่าสูงที่สุดเพราะ Dh ให้ค่าพื้นที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ และเมื่อพิจารณาที่ทราฟฟิกไหลตมต่างกัน ปรากฏว่าให้ค่าคาดหวังของเวลายึดช่องสัญญาณใกล้เคียงกัน



รูปที่ ก.3-6 ความสัมพันธ์ของ P_B และ T_ADD ($L_{NCA} = \lambda_{NCA}$, $T_DROP = -15$ dB)



รูปที่ ก.3-7 ความสัมพันธ์ของ P_B และ T_DROP ($L_{NCA} = \lambda_{NCA}$, $T_ADD = -13$ dB)

ค่า P_B ในรูปที่ ก.3-6 สามารถหาได้จากสมการที่ (ก.2.1-1) กับ (ก.2.2-2) ผลที่ได้คือค่า P_B เมื่อ T_DROP มีค่าคงที่ ณ -15 dB ค่า P_B ในช่วงทราฟฟิกโหลดค่าสูงจะมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากช่วงทราฟฟิกโหลดค่าต่ำ ทราฟฟิกโหลดค่าหนึ่ง เมื่อมีการปรับค่า T_ADD ให้สูงขึ้น P_B จะลดลง เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ของการเรียกในบริเวณที่มีการทำซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟมีขนาดลดลง ผลของการเปลี่ยนค่า T_DROP จะมีผลเมื่อ P_B อย่างเห็นได้ชัดเมื่อทราฟฟิกโหลดมีค่าสูงขึ้น ส่วน T_ADD ไม่มีผลต่อ P_B มากนักดังแสดงในรูปที่ ก.3-6 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการเปลี่ยนค่า T_DROP ดังแสดงในรูปที่ ก.3-7 เนื่องจาก D_h ของการเรียกที่เข้ามาขึ้นกับ D_{td} (สมการที่ (ก.2.1-9))

ค่า T_ADD ที่กำหนดจะไม่ทำให้ D_{eq} มีระยะมากกว่า D_{td} มิฉะนั้นการเรียกจะดรอปลงก่อนจะเกิดการแฮนด์ออฟ นั่นคือ T_ADD ควรจะมีค่ามากกว่า T_DROP ดังแสดงในสมการที่ (ก.3-1)

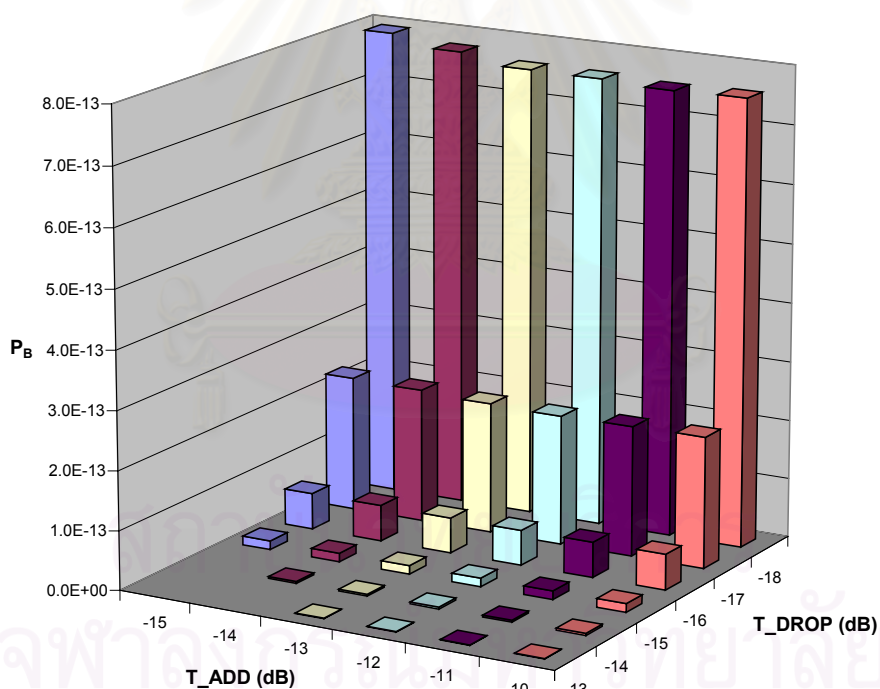
$$T_ADD \geq T_DROP \quad (ก.3-1)$$

ในรูปที่ ก.3-7 แสดงให้เห็นว่าค่าทราฟฟิกโหลด T_DROP และ T_TDROP มีผลต่อ P_B โดยที่ทราฟฟิกโหลดค่าสูงขึ้น หรือที่ T_DROP ค่าสูงขึ้น จะให้ค่า P_B ที่สูงขึ้น เมื่อปรับค่า T_DROP และเปรียบเทียบผลกับการปรับค่า T_ADD พบว่า T_DROP ทำให้สมรรถนะระบบแตกต่างกันเห็นได้ชัด

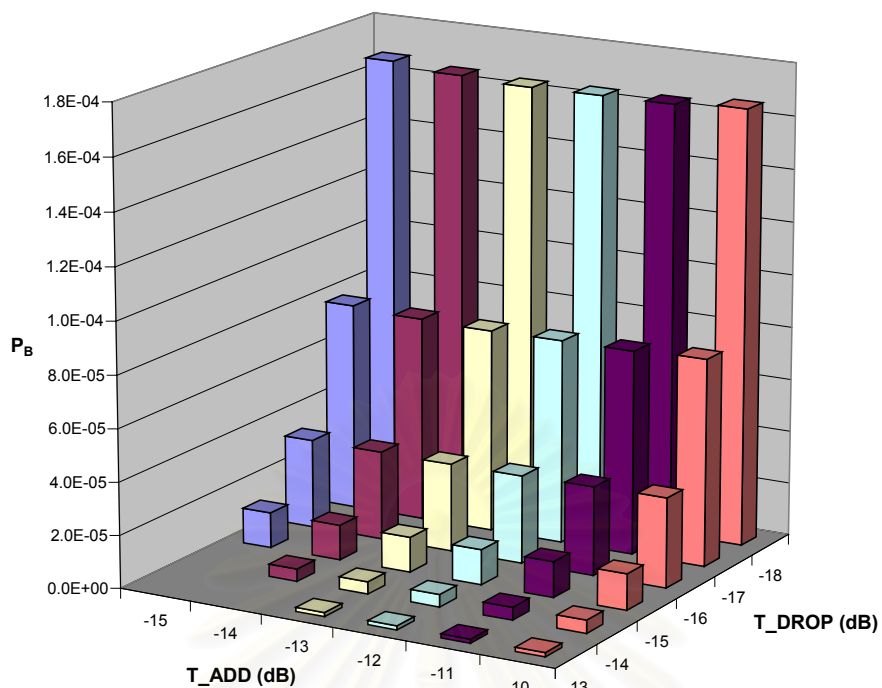
อย่างไรก็ตามการกำหนดค่า T_DROP และ T_TDROP ไม่ควรให้เกิดค่า D_{td} ที่สั้นกว่า D_{eq} เพื่อจะไม่เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์ ดังนั้นจะได้เงื่อนไขเพิ่มเติมคือ

$$D_{td}(T_DROP, T_TDROP) > D_{eq}, \quad T_ADD \geq T_DROP \quad (ก.3-2)$$

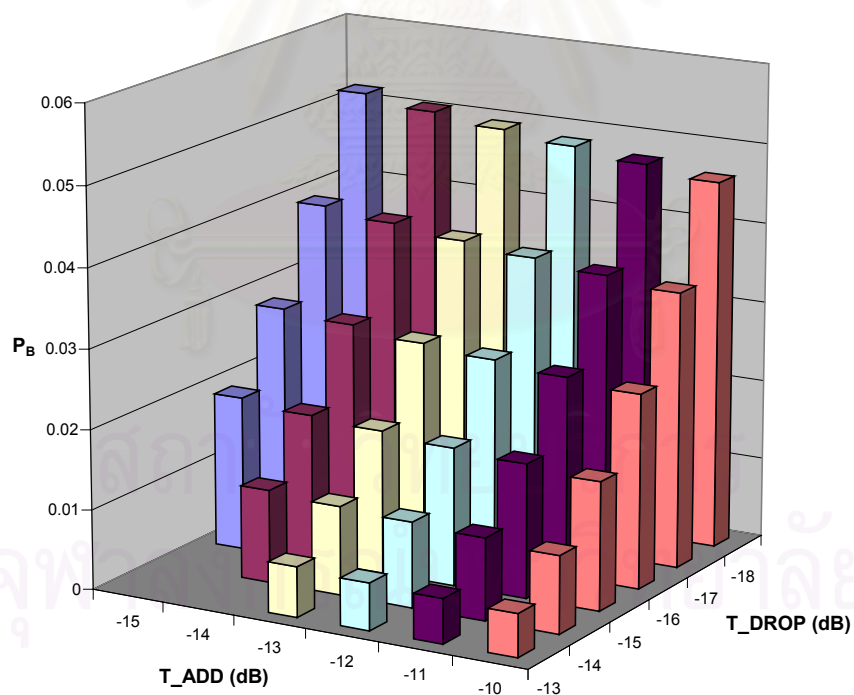
รูปที่ ก.3-8 ถึงรูปที่ ก.3-11 แสดงค่าความสัมพันธ์ของ P_B และ T_ADD กับ T_DROP พบว่าที่ T_ADD เท่ากับ -10 dB และ T_DROP เท่ากับ -13 dB (สำหรับพารามิเตอร์ที่กำหนด) จะให้ค่า P_B ต่ำที่สุด และสังเกตได้ว่าที่ทราฟฟิกโหลดสูงขึ้น P_B จะมีความสัมพันธ์กับ รูปที่ ก.3-8 ความสัมพันธ์ของ P_B และ T_ADD กับ T_DROP ($\lambda_{NCA} = 10$ (calls/hr)/km², $T_TDROP = 0$ นาที) เป็นเชิงเส้นมากขึ้นเมื่อเทียบกับ T_DROP



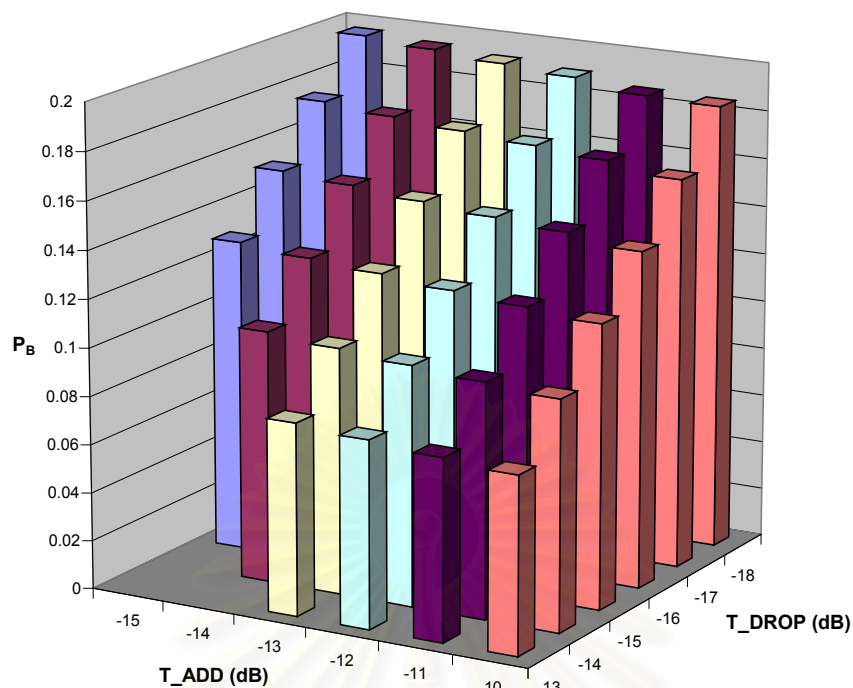
รูปที่ ก.3-8 ความสัมพันธ์ของ P_B และ T_ADD กับ T_DROP ($\lambda_{NCA} = 10$ (calls/hr)/km², $T_TDROP = 0$ วินาที)



รูปที่ ก.3-9 ความสัมพันธ์ของ P_B และ T_ADD กับ T_DROP ($\lambda_{NCA}=20$ (calls/hr)/km², $T_TDROP=0$ วินาที)



รูปที่ ก.3-10 ความสัมพันธ์ของ P_B และ T_ADD กับ T_DROP ($\lambda_{NCA}=30$ (calls/hr)/km², $T_TDROP=0$ วินาที)



รูปที่ ก.3-11 ความสัมพันธ์ของ P_B และ T_ADD กับ T_DROP ($\lambda_{NCA}=40$ (calls/hr)/km², $T_TDROP=0$ วินาที)

ก.4 สรุป

จากแบบจำลองที่ได้นำเสนอของระบบสื่อสารเคลื่อนที่ CDMA ของข่ายเชื่อมโยงขาลง พบว่าที่ ทราฟฟิกโหลดแบบยูนิฟอร์มที่มีความหนาแน่นสูงกว่า หรือเมื่อกำหนด T_TDROP นานกว่า จะให้ค่า P_B ที่สูงกว่า และเมื่อให้ทราฟฟิกโหลดคงที่ T_DROP จะมีผลกระทบต่อ P_B มากกว่า T_ADD ดังนั้นนอกจากพื้นที่ซอฟต์แวร์แฮนด์ออฟแล้ว ควรคำนึงถึงค่า T_ADD และ T_DROP ด้วย จากผลการคำนวณพบว่า T_DROP ควรมีค่าสูง และควรกำหนดให้ Dtd มีระยะไกลกว่า Da_{eq}

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายบงการ หอมน่าน เกิดวันพุธที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2515 ที่อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2536 และ 2540 ตามลำดับ จากนั้นได้เข้าศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต ในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ณ สถาบันเดิม เมื่อ พ.ศ. 2541

พ.ศ. 2537-2539 ได้เข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกรบริษัทแอดวานซ์อินโฟร์เซอวิสเซส (AIS) โดยดูแล โครงข่ายระบบจีเอสเอ็ม (GSM) ในส่วนของตัวควบคุมสถานีฐาน (BSC) ปัจจุบันทำงานเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย