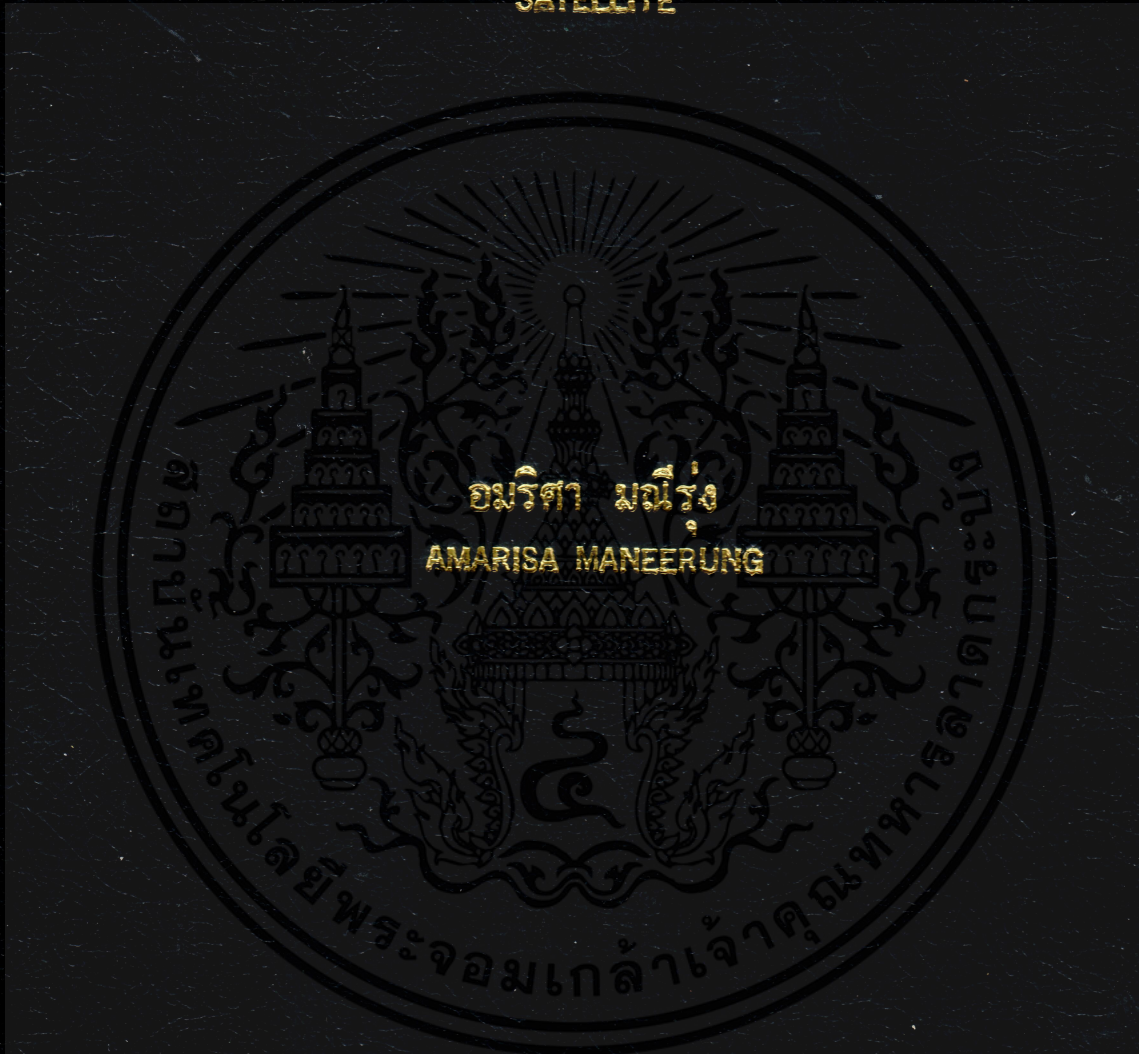


การจัดสรรช่องสัญญาณในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ

FIXED CHANNEL ALLOCATION IN LOW EARTH ORBIT MOBILE
SATELLITE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

ISBN 974-622-408-5

การจัดสรรช่องสัญญาณในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ

FIXED CHANNEL ALLOCATION IN LOW EARTH ORBIT MOBILE
SATELLITE



อมริสา มณีรุ่ง
AMARISA MANEERUNG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานบัณฑิตวิทยาลัย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 32891
วัน, เดือน, ปี..... 14 ส.ย. 2542

พ.ศ. 2542

ISBN 974-622-408-5

FIXED CHANNEL ALLOCATION IN LOW EARTH ORBIT MOBILE
SATELLITE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

ISBN 974-662-408-5



เอกสารนี้ COPYRIGHT 1999 สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณี SCHOOL OF GRADUATE STUDIES และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

Thesis Title	Fixed Channel Allocation in Low Earth Orbit Mobile Satellite
Student	Miss. Amarisa Maneerung
Student ID.	39061043
Degree	Master of Engineering
Programme	Electrical Engineering
Year	1999
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Dr. Suvepon Sittichivapak

ABSTRACT

The current satellite communication system are developed form geostationary satellite to the low earth orbit satellite system, since these system can be achieved with the potential to provide global coverage area with low cost, low propagation delay and low power terminal without the need for any existing terrestrial facilities. However, in the LEOs system the satellite at low altitude move rapidly though the users with high speed relative to the earth so that it makes a several occurring of handover.

This thesis present, fixed channel allocation with handover queuing (FCA-QH) suitable for application in low earth orbit mobile satellite cellular network with traffic uniformity and nonuniformity. In order to highlight the better performance of the fixed channel allocation (FCA) are shown. Blocking probability for new call arrival and failure handover are introduced for quality investigating. The results have been validated though arithmetic and simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับการจัดสรรของสัญญาฉบับในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำจาก รศ.ดร. สุวิพล ลิทธิชีวภาค ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รศ.ดร. วันชัย ธีรสุภา และอาจารย์ทุกท่านที่ให้กำลังใจจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ นายกิตติ โพธิ์รัง นายกิตติเจริญ ศุภชัยศิริกุล นายกิตติพงษ์ โพธิ์รักษ์ นายพงษ์ศักดิ์ วิทยากรวณิช นาย เปาว์ ศรีประเสริฐสุข นางสาวมนต์ปรารถนา มณีรุ่ง และนางสาวกัลยา จันทรวงษา รวมทั้งพี่ๆ น้องๆทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ พร้อมทั้งช่วยให้กำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อมริตา มณีรุ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 กล่าวนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์และข้อกำหนดในการทำวิทยานิพนธ์.....	3
1.3 โครงร่างวิทยานิพนธ์.....	5
บทที่ 2 รูปแบบโมเดลที่ใช้ศึกษา และหลักการทั่วไปของกระบวนการแฮนด์โอเวอร์.....	6
2.1 กล่าวนำ.....	6
2.2 หลักการและเงื่อนไขการวิเคราะห์.....	7
2.2.1 โมเดลที่ใช้ในการศึกษา.....	8
2.2.2 ลักษณะการแฮนด์โอเวอร์ในดาวเทียมวงโคจรต่ำ.....	23
บทที่ 3 การวิเคราะห์หลักการการจัดสรรช่องสัญญาณดาวในดาวเทียมวงโคจรต่ำ.....	28
3.1 กล่าวนำ.....	28
3.2 เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวร.....	29
3.2.1 โมเดลและเงื่อนไขการวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรเมื่อ ปริมาณ ทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ.....	29
3.2.2 โมเดลการคำนวณ ที่ใช้วิเคราะห์สำหรับการจัดสรรช่องสัญญาณ ถาวร.....	30
3.3 การวิเคราะห์ผลจากแบบจำลอง และสมการเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบ สม่ำเสมอ.....	40
3.4 อัลกอริทึมของโปรแกรมจำลองการทำงานการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร.....	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 ผลการทดลอง.....	51
3.6 สรุป.....	54
บทที่ 4 การวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรบกวนแฮนด์โอเวอร์ในดาว เทียมวงโคจรต่ำเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ.....	56
4.1 กล่าวนำ.....	56
4.2 การวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรบกวนแฮนด์โอเวอร์.....	58
4.2.1 โมเดลและเงื่อนไขการวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวร แบบให้มีการรบกวนแฮนด์โอเวอร์เมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบ สม่ำเสมอ.....	58
4.2.2 สมการโมเดลสำหรับคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่การเรียกเข้า ใหม่จะถูกบล็อกและความน่าจะเป็นที่จะเกิดการแฮนด์โอเวอร์ ไม่สำเร็จเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ.....	59
4.3 การวิเคราะห์ผลจากแบบจำลอง และสมการเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบ สม่ำเสมอ.....	66
4.4 อัลกอริทึมของโปรแกรมจำลองการทำงานการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร.....	67
4.5 ผลการทดลอง.....	69
4.6 สรุป.....	72
บทที่ 5 การวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรบกวนแฮนด์โอเวอร์ในดาว เทียมวงโคจรต่ำเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ.....	74
5.1 กล่าวนำ.....	74
5.2 การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรบกวนแฮนด์โอเวอร์.....	76
5.2.1 โมเดลและเงื่อนไขการวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบ ให้มีการรบกวนแฮนด์โอเวอร์ เมื่อปริมาณทราฟฟิกมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ.....	76
5.2.2 สมการคำนวณค่าการกระจายของ ปริมาณทราฟฟิกที่มีลักษณะ ไม่สม่ำเสมอ.....	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2.3	อัลกอริทึมโปรแกรมจำลองการทำงานการจัดสรรช่องสัญญาณดาว- รรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อปริมาณทราฟฟิกมีลักษณะ ไม่สม่ำเสมอ.....	79
5.3	ผลการทดลอง.....	82
5.4	สรุป.....	85
บทที่ 6	บทสรุป.....	87
6.1	กล่าวนำ.....	87
6.2	แนวทางในการศึกษาและวิจัย.....	88
6.3	ข้อดีและข้อเสียในการใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณดาวรรแบบให้มีการรอคิว การแฮนด์โอเวอร์ เทียบกับการจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวร.....	89
เอกสารอ้างอิง.....		90
ภาคผนวก.....		92
ภาคผนวก ก.	ซอฟต์แวร์ของระบบการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรและการจัดสรร ช่องสัญญาณดาวรรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อลักษณะ ของทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ.....	93
ภาคผนวก ข.	ซอฟต์แวร์ของระบบการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรและการจัดสรร ช่องสัญญาณดาวรรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อลักษณะ ของทราฟฟิกเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ.....	104
ภาคผนวก ค.	ตารางแสดงผลการทดลองจากบทที่ 3.....	120
ภาคผนวก ง.	ตารางแสดงผลการทดลองจากบทที่ 4.....	125
ภาคผนวก จ.	ตารางแสดงผลการทดลองจากบทที่ 5.....	131
ภาคผนวก ฉ.	ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์.....	136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีผู้คัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไป
ประวัติผู้เขียน.....

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกเมื่อใช้สมการเออแลงค์ B เทียบกับผลของการจำลองการทำงานจากโปรแกรม.....	120
2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และ การเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตรและ 159 กิโลเมตร.....	121
3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และ การเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตรและ 159 กิโลเมตร.....	122
4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของการรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณที่ $z = 0$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร.....	123
5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของการรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณที่ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร.....	124
6 แสดงการคำนวณ ค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เทียบกับผลของการจำลองการทำงานของโปรแกรม.....	125
7 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	126
8 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	127
9 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามนำผลไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
10 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของ บล๊อคกรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และ เซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	129
11 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล๊อคกรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตรและ 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	130
12 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	131
13 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	132
14 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	133
15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกกรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตรระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	134
16 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตรและ 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับ การจัดสรรช่อง	

สารบัญญัตราสาร (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
สัญญาณณการแบบให้มการรการแฮนดีโเวอร์.....	135



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 การเคลื่อนที่ของเครื่องลูกข่างเข้าสู่เซลล์.....	4
2.1 เครื่องลูกข่างที่มีการข้ามเซลล์ ณ. ตำแหน่งที่มีความสูง z โดยที่ z อยู่ในช่วง $[R, -R]$	10
2.2 ระยะการข้ามบริเวณพื้นที่ที่มีการทับกันของเซลล์ในช่วง $z \geq \frac{R}{2}$	12
2.3 ระยะในการข้ามเซลล์ในช่วง $(R \geq z > \frac{R}{2})$	12
2.4 การแฮนด์โอเวอร์ภายในวงปริมเดียวกัน.....	24
2.5 การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างวงปริมภายในดาวเทียมดวงเดียวกัน.....	25
2.6 การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างดาวเทียม.....	26
3.1 กระบวนการการจัดสรรช่องสัญญาณดาว.....	29
3.2 การนำความถี่กลับมาใช้ใหม่โดยที่ K มีค่าเท่ากับ 4, 7, 12 และ 19.....	32
3.3 ระยะทางที่ใกล้ที่สุดที่สามารถนำความถี่กลับมาใช้ใหม่เมื่อ $K = 7$	33
3.4 การอินเตอร์เฟียร์รั้นท์จากช่องสัญญาณที่เหมือนกันในเซลล์แบบ $K = 7$	34
3.5 โมเดลมาร์คอฟสำหรับการเปลี่ยนสถานะในระบบกระบวนการเกิดและการสิ้นสุด.....	35
3.6 โมเดลมาร์คอฟการเปลี่ยนสถานะของระบบ.....	36
3.7 ลักษณะการเข้าคิวตามโมเดลการจัดสรรช่องสัญญาณดาว.....	37
3.8 มาร์คอฟโมเดลของการจัดสรรช่องสัญญาณดาว.....	38
3.9 แผนภูมิโปรแกรมของการจัดสรรช่องสัญญาณดาว.....	42
3.10 แผนภูมิโปรแกรมย่อยของส่วนกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับโปรแกรม.....	43
3.11 แผนภูมิโปรแกรมย่อยของส่วนคำนวณเวลา t_1 และ t_2	44
3.12 แผนภูมิโปรแกรมย่อยของส่วนสร้างเครื่องลูกข่างเข้ามาในระบบ.....	46
3.13 แผนภูมิย่อยตรวจสอบช่องสัญญาณและหาระยะเวลาการรอสูงสุด.....	50
3.14 กราฟแสดงการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกเมื่อใช้สมการเออแลงค์ B เทียบกับผลของการจำลองการทำงานจากโปรแกรม.....	51
3.15 กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และ การเรียกเข้า ครั้งใหม่ เมื่อเครื่องลูกข่างเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร.....	51
3.16 กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และ การเรียกเข้า	

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ครั้งใหม่ เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตรและ 159 กิโลเมตร.....	52
3.17 กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นของบลิอกรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาที่บริเวณ $z = 0$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร.....	52
3.18 กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นของบลิอกรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาที่บริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร.....	53
4.1 วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์.....	58
4.2 ลักษณะการเข้าคิวที่เป็นแบบ M/M/C/K/M.....	60
4.3 โมเดลมาร์คอฟสำหรับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	60
4.4 โมเดลมาร์คอฟที่สถานะ $(1 \leq n \leq c-1)$	61
4.5 โมเดลมาร์คอฟที่สถานะ $(n \geq c)$	62
4.6 แผนภูมิโปรแกรมของการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	63
4.7 กราฟแสดงการคำนวณ ค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เทียบกับผลของการจำลองการทำงานของโปรแกรม.....	69
4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	69
4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....	70
4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์	

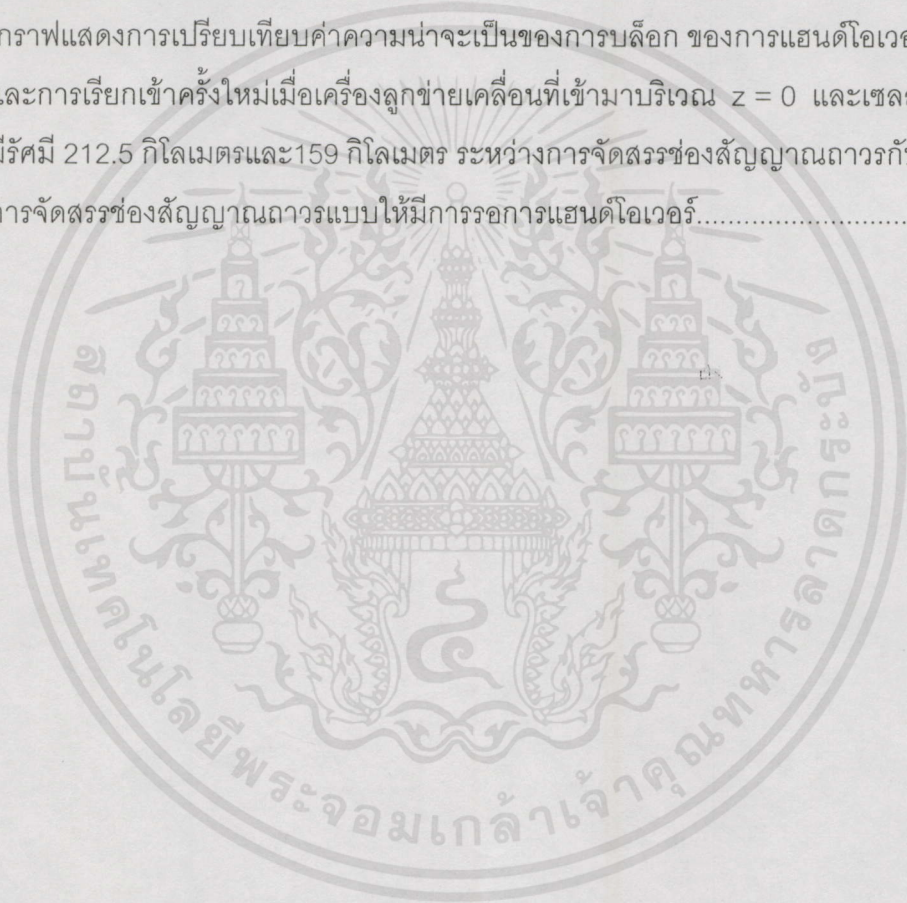
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
กฎเกณฑ์การแบบให้มีการรอกการแฮนด์ไอเวอร์.....	70
4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบลิอกรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตรและ159 กิโลเมตรระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์ไอเวอร์.....	71
4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบลิอกรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตรและ159 กิโลเมตรระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์ไอเวอร์.....	71
5.1 บริเวณที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ (Overlap Area) และพื้นที่บริการ (Service Area).....	74
5.2 ลักษณะของพื้นที่ที่ถูกครอบคลุมโดยดาวเทียมวงโคจรต่ำ 1 ดวง	76
5.3 เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ในทิศทางที่ตั้งฉากกับตัวดาวเทียม.....	77
5.4 แผนภูมิโปรแกรมฟังก์ชันการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution).....	80
5.5 แผนภูมิโปรแกรมของการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์ไอเวอร์เมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ.....	81
5.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบลิอ ของการแฮนด์ไอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์ไอเวอร์.....	82
5.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบลิอ ของการแฮนด์ไอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์ไอเวอร์.....	82
5.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบลิอ ของการแฮนด์ไอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์ไอเวอร์.....	83

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.9	
กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และ $z = \frac{5}{8}$ เซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....83	
5.10	
กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตรและ159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์.....84	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

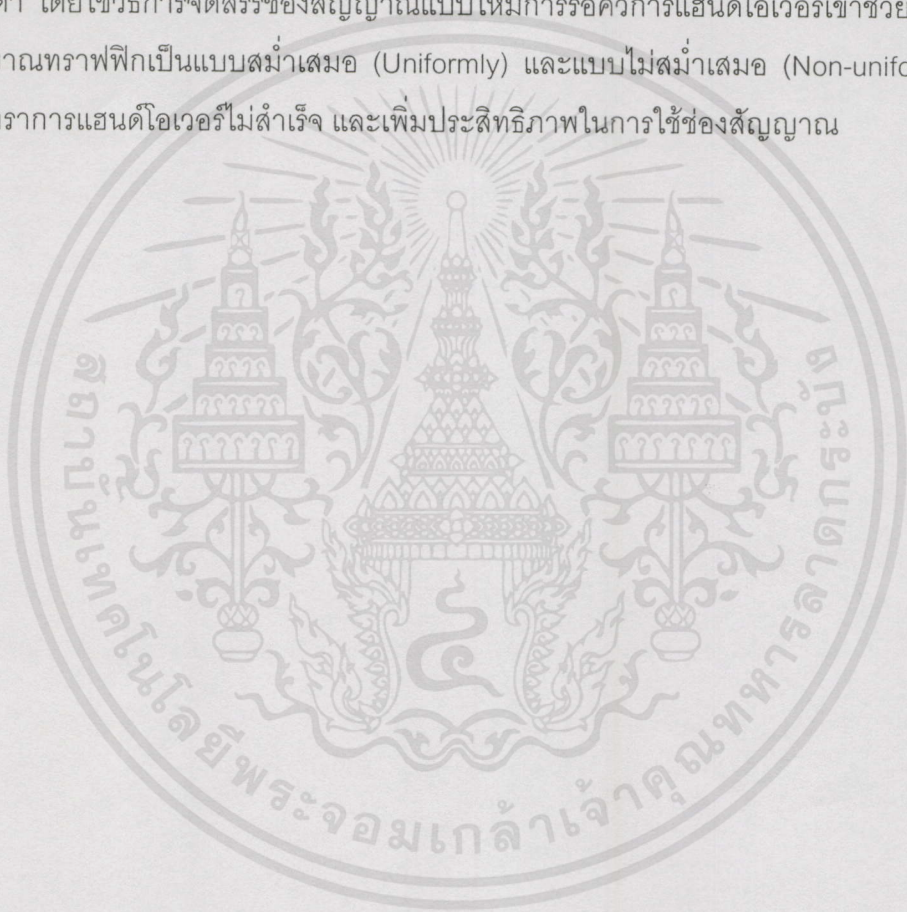
1.1 กล่าวนำ

กว่า 30 ปี มาแล้วที่ดาวเทียมได้ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์อากาศ, ตำรวจ, ลาดตระเวน และสื่อสาร จนกระทั่งในปัจจุบันนี้ ด้วยความต้องการที่เพิ่มขึ้นในการใช้บริการควบคู่ไปกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี จึงได้มีการพัฒนาระบบดาวเทียมจาก ระบบดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้า (Geostationary Orbit) ไปสู่ระบบดาวเทียมวงโคจรกลาง (Medium Earth Orbit) และระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ (Low Earth Orbit) โดยที่วงโคจรของดาวเทียมนั้น ถูกทำให้มาใกล้โลกมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อการสื่อสารความเร็วสูง และเพื่อรองรับความต้องการในการใช้บริการการสื่อสาร เช่น เสียง (Voice), ข้อมูล (Data), โทรสาร (Facsimile) เป็นต้น [1] อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการปล่อยดาวเทียมของดาวเทียมวงโคจรต่ำนั้นจะถูกกว่าเมื่อเทียบกับการปล่อยดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้า, ระยะทางการเชื่อมต่อระหว่างดาวเทียมไม่ห่างกัน (Intersatellite Link), พลังงานที่ใช้บนตัวเครื่องต่ำ, การหน่วงเวลาของการกระจายคลื่นต่ำ (Propagation Delay) และยังเป็นระบบการสื่อสารที่สามารถบรรลุถึงศักยภาพที่จะให้บริการแก่ผู้ใช้ทุกประเภท

นอกจากนี้ยังพบว่า การเคลื่อนที่ของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำเหมือนกับระบบเซลล์เคลื่อนที่ กล่าวคือในระบบทั้ง 2 ตำแหน่งระหว่างเซลล์และเครื่องลูกข่าย จะมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามในระบบเซลล์เคลื่อนที่ เครื่องลูกข่ายจะข้ามผ่านเซลล์ ในขณะที่ระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำนั้นตรงกันข้าม เนื่องจากเมื่อพิจารณาที่ระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำจะพบว่า ความเร็วของเครื่องลูกข่ายที่สัมพันธ์กับความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของโลก (หรือเซลล์) จะประมาณศูนย์ เมื่อเทียบกับความเร็วของการโคจรของดาวเทียมวงโคจรต่ำสัมพันธ์กับความเร็วของการหมุนรอบตัวเองของโลก ดังนั้นในการคำนวณความเร็ว ของเครื่องลูกข่ายในงานวิจัยนี้จึงให้เท่ากับศูนย์ และไม่เพียงลักษณะของการเคลื่อนที่เท่านั้นที่คล้ายคลึงกัน ในระบบเซลล์เคลื่อนที่นั้นจะมีการใช้กระบวนการแฮนด์โอเวอร์ (Handover) กล่าวคือเมื่อเครื่องลูกข่ายที่มีการใช้งานอยู่ในขณะนั้น กำลังข้ามเซลล์ไปยังอีกเซลล์ถัดไประบบเซลล์เคลื่อนที่จะสามารถทราบได้ว่า เมื่อสัญญาณการติดต่อของเครื่องลูกข่าย มีระดับความแรงของสัญญาณอ่อนลงถึงค่าหนึ่ง ระบบจะจัดการโอนช่องสัญญาณการสนทนาของเครื่องลูกข่ายดังกล่าวไปยังเซลล์ถัดไปโดยอัตโนมัติ ตามทิศทางที่เครื่องลูกข่ายเดินทางไป ขั้นตอนการทำงานดังกล่าวมีความสำคัญสำหรับระบบเซลล์เคลื่อนที่มาก เพราะเป็นวิธีที่ทำให้ไม่เกิดการสนทนาเป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีการขัดจังหวะเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ไปด้วย และในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำก็เช่นกัน จำเป็นที่จะต้องใช้กระบวนการแฮนด์โอเวอร์ เพื่อจะทำให้การสนทนาเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่กระบวนการแฮนด์โอเวอร์ในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำนั้นจะมีการ

แบ่งย่อยออกไปอีก ดังจะกล่าวไว้ในบทที่ 2 และเนื่องจากระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำมีการใช้ระบบการแฮนด์โอเวอร์เช่นกันกับระบบเซลลูลาร์ แต่ด้วยวงโคจรที่ต่ำของระบบ จึงพบว่าพื้นที่บริการที่ครอบคลุมพื้นที่เป็นวง (เซลล์ หรือ Spot Beam) ในลักษณะเดียวกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดินแบบเซลลูลาร์นั้น จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสัมพันธ์กับความเร็วของการหมุนรอบตัวเองของโลกผ่านเครื่องลูกข่ายอย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมาคือจะมีการแฮนด์โอเวอร์เกิดขึ้นบ่อยครั้ง และทำให้มีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดสายหลุดสูง

ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จึงได้เสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาที่มักเกิดขึ้นในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ โดยใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรบกวนการแฮนด์โอเวอร์เข้าช่วย ทั้งในกรณีที่มีปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ (Uniformly) และแบบไม่สม่ำเสมอ (Non-uniformity) เพื่อลดอัตราการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ช่องสัญญาณ



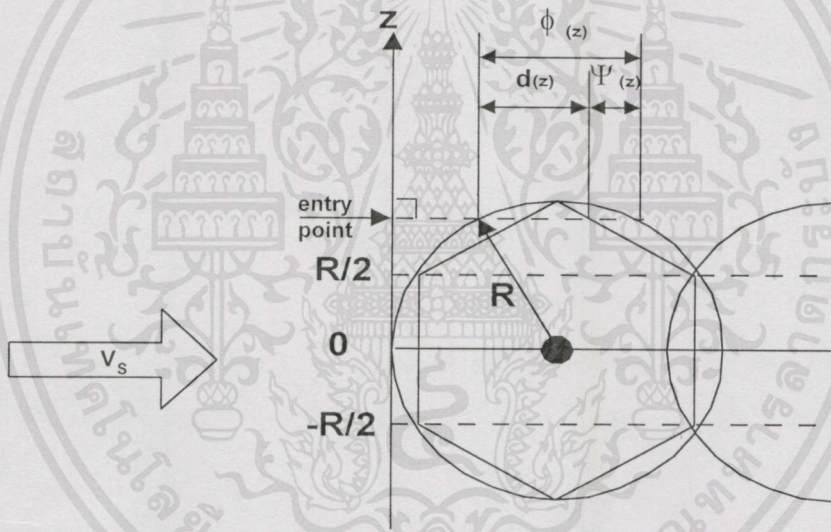
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์และข้อกำหนดในการทำวิทยานิพนธ์

เนื่องจากปัญหาที่มักเกิดขึ้นในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำก็คือ ความเสี่ยงต่อการเกิดสายหลุดเนื่องจากอัตราการใช้แชนด์โอเวอร์สูง ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะเสนอวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรอคิวการแชนด์โอเวอร์ (Fixed Channel Allocation with Handover Queuing, FCA-QH) ทั้งในกรณีที่ปริมาณทราฟฟิกเป็นทั้งแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ เพื่อลดอัตราการใช้สายหลุด

จากนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะกำหนดให้ใช้ข้อมูลบางส่วนจากระบบอิริเดียม (IRIDIUM) มาเป็นระบบอ้างอิง [2] และเป็นที่ทราบกันว่าดาวเทียมนั้นมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยความเร็วสูงสัมพันธ์กับการหมุนรอบตัวเองของโลกและเมื่อเทียบกับเครื่องลูกข่ายแล้ว ความเร็วของเครื่องลูกข่ายจะมีค่าประมาณศูนย์ จึงเปรียบเสมือนดาวเทียมนั้นเคลื่อนที่ผ่านเครื่องลูกข่ายตลอดเวลา แม้ขณะเครื่องลูกข่ายอยู่กับที่ก็ตาม ดังนั้นจึงมีโอกาสเกิดแชนด์โอเวอร์ได้ง่าย ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องปรับปรุงให้ระบบนั้นสามารถรองรับการแชนด์โอเวอร์ที่มากขึ้นนี้ให้ได้ โดยวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรอคิวการแชนด์โอเวอร์ ซึ่งการจัดช่องสัญญาณแบบนี้จะแบ่งช่องสัญญาณออกเป็น s ช่องและกำหนดให้แบ่งสถานะของช่องสัญญาณทั้ง s ช่องนี้ให้มี 2 สถานะ คือกรณีที่มีช่องสัญญาณในเซลล์ว่างพอที่จะให้บริการ และอีกกรณีคือไม่มีช่องสัญญาณในเซลล์ว่างเลย ในกรณีแรกนั้นจะสามารถให้บริการได้ทั้งการเรียกเข้าครั้งใหม่ (New Call Arrival) และการแชนด์โอเวอร์ (Handover Attempt) ส่วนอีกกรณีหนึ่งนั้น เราจะให้การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูกบล็อกไป และให้การแชนด์โอเวอร์เข้ามาใช้บริการโดยมีระยะเวลาการรอรับบริการเท่ากับระยะเวลาการรอสูงสุด ถ้าหากยังไม่มีช่องสัญญาณที่ว่างพอที่จะให้บริการการเรียกแชนด์โอเวอร์นี้จะถูกบล็อกหรือสายหลุดไป จากนั้นเพื่อจะล้อมกรอบระบบให้อยู่ในขอบเขตที่ต้องการ เราจะสร้างโมเดลขึ้นมาชุดหนึ่ง และเพื่อความง่ายในการทำ ความเข้าใจเราจะมองในมุมที่กลับกันคือ สมมุติให้เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเข้าสู่วงบีมหรือเซลล์เล็กๆ ของดาวเทียมแทน ทำนองเดียวกันคือให้ความเร็วของดาวเทียมมีค่าเท่ากับความเร็วของเครื่องลูกข่ายหรือเท่ากับศูนย์นั่นเอง จากนั้นเราจะได้โมเดลที่รวมเอาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของโทรศัพท์ ที่เคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์รัศมี R ด้วยความเร็วเท่ากับดาวเทียม จากนั้นจะพบว่าเซลล์ที่อยู่ติดกันจะเกิดพื้นที่ที่ทับกัน (Overlap Area) และจากตำแหน่งความสูงของ Z ที่ใช้ในการข้ามเซลล์ เราสามารถแบ่งการข้ามบริเวณพื้นที่ที่ทับกันของเซลล์ได้ 2 ช่วงได้แก่ $|z| \leq \frac{R}{2}$ และ $R \geq |z| \geq \frac{R}{2}$ แสดงตามรูปที่ 1.1 ดังนั้นระยะทางที่ข้ามเซลล์จึงเกิดจากผลรวมของระยะทางที่ข้ามเซลล์ในส่วนที่ทับกันและในส่วนที่ไม่ทับกัน และระยะทางซึ่งผ่านในพื้นที่ที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์จากตรงนี้จะได้โมเดลที่เรียกว่า โมบายลิตีโมเดล (Mobility Model) ที่จะนำไปสู่การหาจำนวน

เฉลี่ยของการแฮนด์โอเวอร์และความน่าจะเป็นที่จะเกิดการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ รวมทั้งความน่าจะเป็นที่การเรียกเข้าครั้งใหม่จะถูกบล็อก เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับการจัดสรรช่องสัญญาณแบบเดิมนั้นก็คือ การจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวร (Fixed Channel Allocation, FCA) โดยที่เทคนิคแบบนี้เป็นเทคนิคที่ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วไป โดยจะมีการแบ่งช่องสัญญาณให้กับเซลล์แต่ละเซลล์อย่างถาวร และจะมีวิธีการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ (Reuse Frequency) โดยใช้ระยะห่างที่เหมาะสม ($D \approx \sqrt{21}R$) ระหว่างเซลล์เป็นตัวกำหนด เพื่อลดการกวนกันของสัญญาณที่มีความถี่ซ้ำกันเทคนิคนี้จะบริการผู้ใช้ที่เรียกอยู่ในเซลล์ด้วยช่องสัญญาณที่มีอยู่เท่านั้น กล่าวคือเมื่อใดก็ตามที่ช่องของสัญญาณภายในเซลล์ไม่ว่าง การเรียกเข้าครั้งใหม่หรือการแฮนด์โอเวอร์ครั้งใหม่ก็จะถูกบล็อกไป และในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการเปรียบเทียบทั้งกรณีที่มีปริมาณทราฟฟิกของผู้ใช้บริการเป็นทั้งแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 1.1 การเคลื่อนที่ของเครื่องลูกข่ายเข้าสู่เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 โครงร่างวิทยานิพนธ์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทคัดย่อและ Abstract

บทที่ 1 กล่าวถึงบทนำ

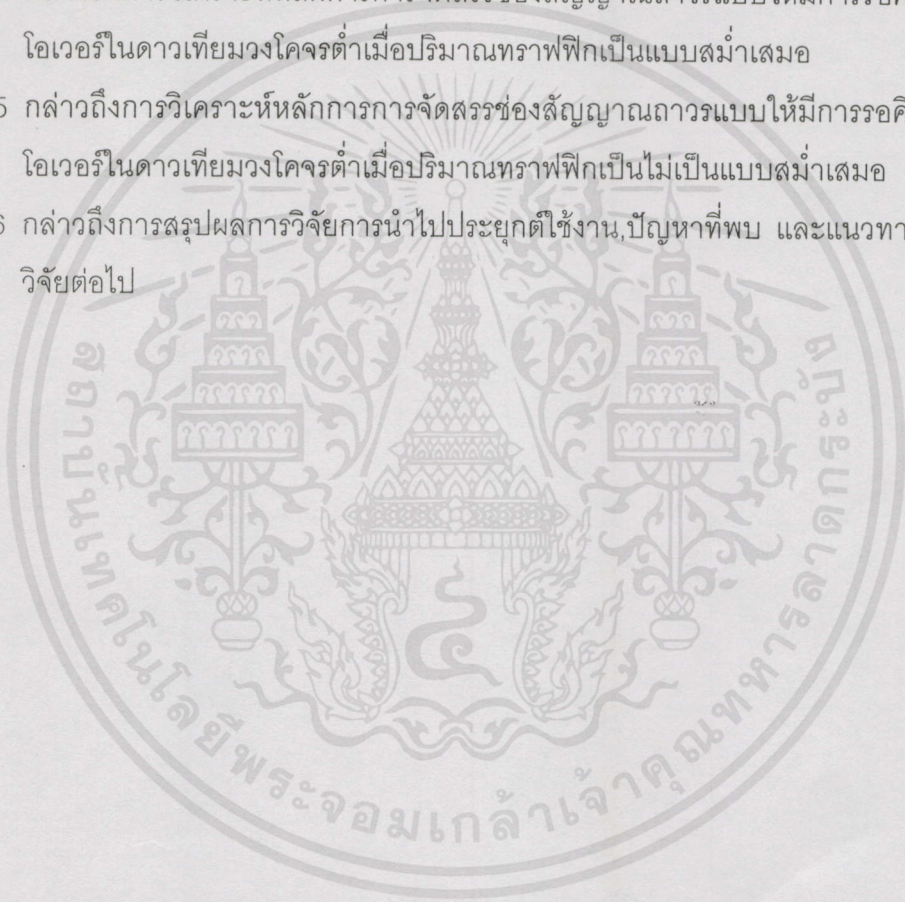
บทที่ 2 กล่าวถึงรูปแบบโมเดลที่ใช้ศึกษาและหลักการทั่วไปของกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ในดาวเทียมวงโคจรต่ำ

บทที่ 3 กล่าวถึงการวิเคราะห์หลักการการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมวงโคจรต่ำ

บทที่ 4 กล่าวถึงการวิเคราะห์หลักการการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรบกวนการแฮนด์โอเวอร์ในดาวเทียมวงโคจรต่ำเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ

บทที่ 5 กล่าวถึงการวิเคราะห์หลักการการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรบกวนการแฮนด์โอเวอร์ในดาวเทียมวงโคจรต่ำเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นไม่สม่ำเสมอ

บทที่ 6 กล่าวถึงการสรุปผลการวิจัยการนำไปประยุกต์ใช้งาน, ปัญหาที่พบ และแนวทางการศึกษาวิจัยต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

รูปแบบโมเดลที่ใช้ศึกษา และหลักการทั่วไปของกระบวนการ การแฮนด์โอเวอร์

2.1 กล่าวนำ

ในส่วนนี้ได้มีการศึกษาโมเดลที่จะนำมาใช้ในการหาทิศทางและแนวโน้มของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ กล่าวคือ การวิเคราะห์ความเร็วของดาวเทียม, การวิเคราะห์ระยะห่างที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ภายในเซลล์ที่มีลักษณะเป็นวงกลม, ระยะทางเฉลี่ยในการข้ามเซลล์ ซึ่งจะนำไปสู่การหาโมเดลโมบายลิตี้ (Mobility Model, ∞) ซึ่งโมเดลนี้สามารถใช้เป็นพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบระบบดาวเทียมที่มีระดับวงโคจรที่แตกต่างกันได้ เช่น ถ้ายิ่งวงโคจรของดาวเทียมยิ่งต่ำลง ความเร็วของดาวเทียมสัมพันธ์กับโลกจะสูงขึ้น และขนาดของวงบีมย่อมเล็กลง เหล่านี้สามารถพิจารณาจาก ค่าโมบายลิตี้ (∞) ซึ่งจะมีค่าลดลงได้ จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ระยะเวลาในการใช้บริการของเครื่องลูกข่ายเฉลี่ย ระยะเวลาการรอสัญญาณที่สามารถยอมให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์อยู่ในคิว และการหาค่าเฉลี่ยการเกิดแฮนด์โอเวอร์ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการหาความน่าจะเป็นในการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ เพื่อใช้พิจารณาในเรื่องของคุณภาพของการทำงานของระบบในลำดับต่อไป นอกจากนี้จะได้อธิบายถึงหลักการทั่วไปของกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ของ ระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ การแฮนด์โอเวอร์ในวงบีมเดียวกัน (Intrabeam Handover), การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างวงบีมภายในดาวเทียมดวงเดียวกัน (Intra Space Vehicle (Beam-to-Beam) Handover), การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างดาวเทียม (Inter Space Vehicle (Satellite-to-Satellite) Handover) ซึ่งการแบ่งลักษณะนี้เนื่องจากกระบวนการที่ทำให้เกิดแฮนด์โอเวอร์นั้นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลักการและเงื่อนไขการวิเคราะห์

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้ระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ โดยอ้างอิงข้อมูลบางส่วนจากระบบอิริเดียม และในการสร้างโมเดลสำหรับใช้วิเคราะห์ระบบนั้นจะอยู่ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

- 1) เครื่องลูกข่ายจะข้ามเซลล์ของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ ที่มีลักษณะเหมือนกับระบบเซลล์ลาร์ด้วยค่าความเร็วคงที่สัมพันธ์เท่ากับการเคลื่อนที่ของดาวเทียม โดยเครื่องลูกข่ายจะเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ในทิศทางที่ตั้งฉากกับตัวดาวเทียม
- 2) เมื่อมีการแฮนด์โอเวอร์เกิดขึ้นเซลล์ปลายทางคือ เซลล์ข้างเคียงซึ่งอยู่ในทิศทางที่การเคลื่อนที่ของเครื่องลูกข่ายกับดาวเทียมที่สัมพันธ์กัน
- 3) การเรียก (Call) ที่เกิดในระบบมีลักษณะสม่ำเสมอและเหมือนกันทั้งระบบ
- 4) กำหนดให้เซลล์ ที่เครื่องลูกข่ายมีการเรียกเข้ามี 2 แบบ คือ
 - เซลล์ที่เครื่องลูกข่ายเริ่มเรียกเข้าเป็นเซลล์แรก
 - เซลล์ลำดับต่อไปที่เครื่องลูกข่ายยังดำเนินการเรียกต่อเนื่องมาจากเซลล์แรก
 จากนั้นจะกำหนดการเคลื่อนที่ของเครื่องลูกข่ายจากจุดที่เรียกถึงระยะทางใดๆ เป็น 2 แบบ
 - 4.1) ถ้ามีการเรียกเกิดขึ้นในเซลล์ โดยที่เซลล์นั้นเป็นเซลล์แบบแรก จะกำหนดให้การกระจายเป็นระยะทางจาก 0 ถึง $d(z)$ (โดยที่ $d(z)$ คือระยะทางซึ่งผ่านพื้นที่ที่เกิดการพยายามเรียกเข้า ซึ่งจะได้กล่าวในลำดับต่อไป)
 - 4.2) ถ้าการเรียกนั้นเกิดขึ้นในเซลล์แบบที่สอง จะกำหนดให้มีระยะทางเท่ากับ $d(z)$
- 5) กำหนดให้การเรียกเข้าที่เกิดขึ้น (New Call Arrival) และการเกิดแฮนด์โอเวอร์ในแต่ละเซลล์มีรูปแบบการกระจายแบบปัวซอง (Poisson Distribution) และมีอิสระต่อกันด้วยอัตราเฉลี่ยเท่ากับ λ
- 6) กำหนดให้ระยะเวลาที่ใช้ของสัญญาณทั้งการเรียกเข้า และแฮนด์โอเวอร์มีรูปแบบการกระจายแบบเอ็กโปเนนเชียล (Exponential Distribution)
- 7) กำหนดให้การเกิดแฮนด์โอเวอร์นั้นจะเกิดขึ้น ก็ต่อเมื่อช่วงเวลาที่ค่าอัตราส่วนของระดับกำลังส่ง (Power level) ที่ได้รับจากสถานีของเซลล์ที่มีการเรียกอยู่ในปัจจุบันลดลง และค่ากำลังส่งจากสถานีของเซลล์ข้างเคียง (เซลล์ปลายทางถัดไปที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ข้ามไป) เพิ่มขึ้น
- 8) เนื่องจากการแฮนด์โอเวอร์ของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ มี 3 แบบ คือ การแฮนด์โอเวอร์ในวงบีมเดียวกัน (Intrabeam Handover), การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างวงบีมภายในดาวเทียมดวงเดียวกัน (Intra Space Vehicle (Beam-to-Beam) Handover), การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างดาวเทียม (Inter Space Vehicle (Satellite-to-Satellite) Handover) การแบ่งลักษณะนี้ เนื่องมาจากกระบวนการที่ทำให้เกิดแฮนด์โอเวอร์นั้นต่างกัน ในวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการรวมเอาการแฮนด์โอเวอร์ทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกันโดยใช้คำว่า Zone จากนั้นจะทำการวิเคราะห์การกระจายการเกิดแฮนด์โอเวอร์ แบบ Zone - to - Zone Handover

2.2.1 โมเดลที่ใช้ในการศึกษา

2.2.1.1) การวิเคราะห์ความเร็วของดาวเทียม

การหาความเร็วของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำสัมพันธ์กับโลกนั้น จะอาศัยกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน (Newton 's Geavitation law) [3] ซึ่งมีใจความว่า กำลังสองของความเร็ว จะมีค่าเท่ากับ ส่วนกลับของอัตราส่วนของรัศมีวงโคจร ดังนี้

$$V_l^2 \times D_l = V_g^2 \times D_g \quad (2.1)$$

โดยที่

V_l คือ ความเร็วของดาวเทียมในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ

V_g คือ ความเร็วของดาวเทียมในระบบดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้า

D_l คือ รัศมีวงโคจรของดาวเทียมในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ จะมีค่าเท่ากับ ความสูงของวงโคจรของดาวเทียมรวมกับขนาดรัศมีของโลก

D_g คือ รัศมีวงโคจรของดาวเทียมในระบบดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้าจะมีค่าเท่ากับ ความสูงของวงโคจรของดาวเทียมรวมกับขนาดรัศมีของโลก

แต่ดาวเทียมระบบวงโคจรค้างฟ้ามีคาบเวลาเท่ากับโลก ($T=24$ ชม) หรือ มีความเร็วเชิงมุมเท่ากับโลกดังนี้

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (2.2)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{24}$$

โดยที่

เอกสารนี้ ω คือ ความถี่เชิงมุม สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณี T คือ คาบเวลาที่ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรความเร็วที่ศูนย์กลาง $V_g = \omega D_g$ และนำไปแทนใน (2.1) จะได้ความเร็วของดาวเทียมวงโคจรต่ำ

$$V_l = \frac{\omega \times D_g^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{D_l}} \quad (2.3)$$

และเนื่องจากในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้อ้างอิงข้อมูลบางส่วนจากระบบอิริเดียมดังนี้ เส้นผ่านศูนย์กลางเซลล์ 212.5 กิโลเมตร รัศมีวงโคจรของดาวเทียมระบบวงโคจรต่ำ (R_l) \approx 7,147.84 กิโลเมตร ส่วนรัศมีวงโคจรของดาวเทียมระบบวงโคจรสถิต (R_g) \approx 42,370 กิโลเมตร ดังนั้นเราจะสามารถคำนวณความเร็วของดาวเทียมอิริเดียม [3] เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในลำดับต่อไปดังนี้

$$\begin{aligned} V_l &= \frac{\omega \times D_g^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{D_l}} \\ &= 7.41 \text{ Km/s} \end{aligned}$$

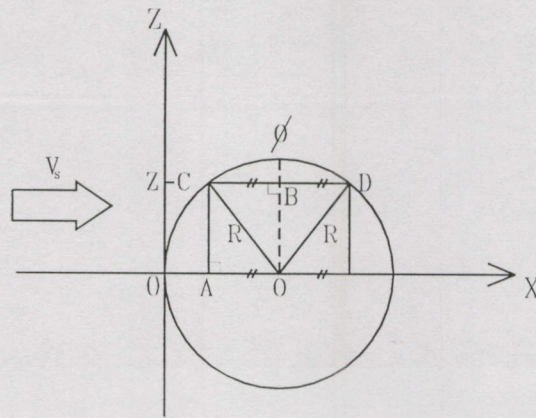
หลังจากที่ได้ทำการหาค่าความเร็ววงโคจรของดาวเทียมอิริเดียม สัมพันธ์กับความเร็วการหมุนรอบตัวเองของโลกแล้วพบว่า ความเร็วของดาวเทียมมีค่า \approx 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง. ซึ่งจะน้อยมากเมื่อเทียบกับความเร็วของดาวเทียม ดังนั้นเพื่อลดความยุ่งยากในการคำนวณต่อไป จึงเปรียบเทียบความเร็วของเครื่องลูกข่ายเสมือนเป็นศูนย์กลาง และเพื่อให้การพิจารณาง่ายขึ้นไปอีกเราจะมองในมุมกลับกัน กล่าวคือจะเปลี่ยนให้เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของดาวเทียมวงโคจรต่ำ และให้ความเร็วของดาวเทียมนั้นมีค่าเป็นศูนย์กลางแทน

2.2.1.2) วิเคราะห์ระยะทางที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ภายในเซลล์ที่มีลักษณะเป็นวงกลม

พิจารณาเครื่องลูกข่ายที่มีการข้ามเซลล์ ณ.ตำแหน่งที่มีความสูง z โดยที่ z จะอยู่ในช่วง $[-R, R]$ ดังรูปที่ 2.1

จากรูปจะกำหนดให้เซลล์มีลักษณะเป็นวงกลมรัศมี R และ ให้เครื่องลูกข่าย ข้ามเซลล์ ณ.

เอกสารนี้มีความสูง z เป็นระยะทาง ϕ ดังนั้นจะสามารถหาระยะทางที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ออกจากเซลล์
ไม่ว่ากรณีใดดังนี้ สืบ อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงเครื่องลูกข่ายที่มีการข้ามเซลล์ ณ.ตำแหน่งที่มีความสูง z โดยที่ z จะอยู่ในช่วง $[-R, R]$

พิจารณา $\triangle COD$ จะพบว่าเส้นตรง \overline{CO} และ \overline{OD} คือรัศมีของวงกลมมีค่าเท่ากับ R เส้นตรง \overline{CA} และ \overline{OB} ที่ลากโปรเจ็คตั้งฉากกับแนวแกน x คือระยะที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามา มีค่าเท่ากับ z ดังนั้น ต้องการหาเส้นตรง \overline{AO} ซึ่งมีค่าเท่ากับเส้นตรง \overline{CB} จะสามารถหาได้จากสูตรพีทาโกรัส

ดังนี้

$$(\overline{CO})^2 = (\overline{CA})^2 + (\overline{AO})^2$$

$$(\overline{AO})^2 = (\overline{CO})^2 - (\overline{CA})^2$$

$$\overline{AO} = \sqrt{(\overline{CO})^2 - (\overline{CA})^2} \quad (2.4)$$

แทนค่า $\overline{AO} = \overline{CB} = \frac{\phi}{2}$

$$\overline{CO} = R$$

$$\overline{CA} = Z$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ จะได้อีกหนึ่งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\phi = 2\sqrt{R^2 - Z^2} \quad (2.5)$$

จากนิยามที่กล่าวมาให้เซลล์แบบที่ 1 คือ เซลล์ที่เครื่องลูกข่ายเริ่มต้นในการเรียก และ เซลล์แบบที่ 2 คือเซลล์ข้างเคียงถัดไปที่เครื่องลูกข่ายจะเคลื่อนที่เข้าไปใช้บริการในขณะที่การเรียก ยังไม่สิ้นสุด จากนั้นเมื่อพิจารณาลักษณะการข้ามเซลล์ของ เครื่องลูกข่าย ณ ตำแหน่งความสูง z โดยที่ z อยู่ในช่วง $[-R, R]$ และกำหนดให้ $\phi(z)$ คือระยะทางในการข้ามเซลล์วงกลมที่มีรัศมี R ณ ความสูง z ใดๆ จะได้ว่า

$$\phi(z) = 2\sqrt{R^2 - z^2} \quad (2.6)$$

จากนั้นพิจารณา เซลล์ที่มีลักษณะเป็นวงกลมรัศมี R จะพบที่เซลล์ที่อยู่ติดกัน จะเกิดพื้นที่ที่มีการทับกัน เรียกพื้นที่นั้นว่าบริเวณที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ และจากตำแหน่งความสูงของ z ที่ใช้ในการข้ามเซลล์ เราสามารถแบ่งการข้ามบริเวณพื้นที่ที่ทับกันของเซลล์ได้เป็น 2 ช่วง นั่นคือ ช่วง $z \geq \frac{R}{2}$ และ $R \geq |z| > \frac{R}{2}$ แสดงดังรูป 2.2 และ 2.3 ระยะการข้ามบริเวณพื้นที่ที่ทับกันของ เซลล์ทั้งสองช่วงนั้น หาได้จาก

1) ช่วง $z \geq \frac{R}{2}$

จากรูปสามารถหาระยะการข้ามเซลล์จากตำแหน่งความสูง z ในเซลล์รูปหกเหลี่ยมได้ = $\sqrt{3}R$ และระยะการข้ามเซลล์จากตำแหน่งความสูง z คือ $\phi(z) = 2\sqrt{R^2 - z^2}$ ดังนั้นระยะการข้ามบริเวณพื้นที่ที่มีการทับกันของเซลล์ในช่วง $z \geq \frac{R}{2}$ จะได้ว่า

$$2\sqrt{R^2 - z^2} - \sqrt{3}R \quad (2.7)$$

2) ช่วง $(R \geq |z| > \frac{R}{2})$

พิจารณารูป 2.3 เพื่อหาระยะในการข้ามเซลล์ในช่วง $(R \geq |z| > \frac{R}{2})$ จะพบว่าเราสามารถหาจุดตัดของเซลล์วงกลมทั้งสองคือ A และ B ได้ดังนี้

พิจารณาจากรูป 2.3 สามารถหาพิกัดจุด O_1, O_2, S_1 และ S_2 ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$O_1 = (R, 0) \quad (2.8)$$

$$O_2 = \left(R + \frac{\sqrt{3}R}{2}, \frac{3R}{2} \right) \quad (2.9)$$

$$S_1 = \left(R + \frac{\sqrt{3}R}{2}, R \right) \tag{2.10}$$

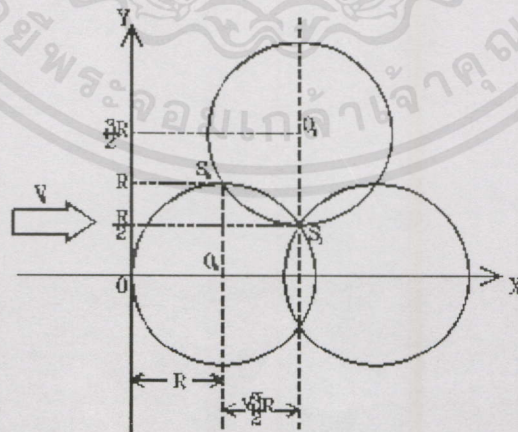
$$S_2 = (R, R) \tag{2.11}$$

โดยที่สมการ (2.10) และ (2.11) นั้นเป็นจุดตัดของวงกลมโดยสูตรของวงกลมคือ

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = R^2 \tag{2.12}$$



รูปที่ 2.2 แสดงระยะการข้ามบริเวณพื้นที่ที่มีการทับกันของเซลล์ในช่วง $z \geq \frac{R}{2}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 แสดงระยะในการข้ามเซลล์ในช่วง $(R \geq |z| > \frac{R}{2})$

แทนค่า (2.8) และ (2.9) ลงใน (2.12) เพื่อหาสมการวงกลม A และ B จะได้

$$A : (x_1 - R)^2 + (y_1 - 0)^2 = R^2 \quad (2.13)$$

$$B : \left(x_2 - \left(R + \frac{\sqrt{3}}{2} R \right) \right)^2 + \left(y_2 - \frac{3R}{2} \right)^2 = R^2 \quad (2.14)$$

โดยที่จากจุดตัดของวงกลม S_1 และ S_2 ทำให้เราทราบถึงขอบเขตของ x ที่อยู่ระหว่างระยะ $\frac{R}{2} \leq |x| \leq \left(\frac{1+\sqrt{3}}{2} \right) R$ ขณะที่ขอบเขตของ $y = z$ คือตั้งแต่ $(R \geq |z| > \frac{R}{2})$

จากสมการ (2.13) ทำการย้ายข้างสมการหาค่า x_1 จะได้

$$\left(x_1 - \frac{R}{2} \right)^2 + (y_1)^2 = R^2$$

$$x_1 = \pm \sqrt{R^2 - y_1^2} + R \quad (2.15)$$

จากสมการ (2.4) ทำการย้ายข้างสมการหา x_2 จะได้

$$\left(x_2 - \left(R + \frac{\sqrt{3}}{2} R \right) \right)^2 + \left(y_2 - \frac{3R}{2} \right)^2 = R^2$$

$$x_2 = \pm \sqrt{R^2 - \left(y_2 - \frac{3R}{2} \right)^2} + R + \frac{\sqrt{3}}{2} R \quad (2.16)$$

หาระยะห่างระหว่างส่วนที่ซ้อนทับกันของวงกลมทั้งสอง โดยให้ $x_1 - x_2$ จะได้

$$x_1 - x_2 = \pm \sqrt{R^2 - y_1^2} + \frac{R}{2} \pm \sqrt{R^2 - \left(y_2 - \frac{3R}{2} \right)^2} - R - \frac{\sqrt{3}R}{2} \quad (2.17)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการจะได้คำตอบออกมาทั้งหมด 4 แบบด้วยกันคือ

$$x_1 - x_2 = \sqrt{R^2 - y_1^2} + \sqrt{R^2 - \left(y_2 - \frac{3R}{2}\right)^2} - \frac{\sqrt{3}R}{2} \quad (2.18)$$

$$x_1 - x_2 = \sqrt{R^2 - y_1^2} - \sqrt{R^2 - \left(y_2 - \frac{3R}{2}\right)^2} - \frac{\sqrt{3}R}{2} \quad (2.19)$$

$$x_1 - x_2 = -\sqrt{R^2 - y_1^2} + \sqrt{R^2 - \left(y_2 - \frac{3R}{2}\right)^2} - \frac{\sqrt{3}R}{2} \quad (2.20)$$

$$x_1 - x_2 = -\sqrt{R^2 - y_1^2} - \sqrt{R^2 - \left(y_2 - \frac{3R}{2}\right)^2} - \frac{\sqrt{3}R}{2} \quad (2.21)$$

ดังนั้นระยะระหว่างส่วนที่มีการซ้อนทับกันของวงกลมทั้ง 2 ในช่วง $\frac{R}{2} \leq |y| \leq R$ คือ

$$x_1 - x_2 = \sqrt{R^2 - y_1^2} - \sqrt{R^2 - \left(y_2 - \frac{3R}{2}\right)^2} - \frac{\sqrt{3}R}{2} \quad (2.22)$$

และจาก $y_1 = y_2 = z$ ดังนั้นระยะทางในพื้นที่ที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ทั้ง 2 ช่วง ซึ่งได้แก่ $z \leq \frac{R}{2}$ และ $(R \geq |z| > \frac{R}{2})$ จะได้ดังนี้

$$\psi(z) = \begin{cases} 2\sqrt{R^2 - z^2} - \sqrt{3}R & \text{if } |z| \leq \frac{R}{2} \\ \sqrt{R^2 - z^2} - \frac{\sqrt{3}}{2}R + \sqrt{R^2 - \left(|z| - \frac{3}{2}R\right)^2} & \text{if } R \geq |z| > \frac{R}{2} \end{cases} \quad (2.23)$$

(z): ระยะทางในพื้นที่ที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ ดังนั้นถ้าให้

$\phi(z)$ คือ ระยะทางที่ข้ามเซลล์ลักษณะวงกลมรัศมี R ณ ตำแหน่งที่มีความสูง

$d(z)$ คือ ระยะทางซึ่งผ่านพื้นที่ที่เกิดการพยายามเรียกเข้า

จะได้ว่าระยะทางที่ข้ามเซลล์ $\phi(z)$ เกิดจากผลรวมของระยะทางซึ่งผ่านพื้นที่เกิดการพยายามเรียกเข้า $d(z)$ และระยะทางซึ่งผ่านในพื้นที่ที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ $\psi(z)$ ดังนั้น $d(z)$

ไม่เท่ากับ $\phi(z)$ อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$d(z) = \phi(z) - \psi(z) \quad (2.24)$$

โดยที่

$$\psi(z) = \begin{cases} 2\sqrt{R^2 - z^2} - \sqrt{3}R & |z| \leq \frac{R}{2} \\ \sqrt{R^2 - z^2} - \frac{\sqrt{3}}{2}R + \sqrt{R^2 - (|z| - \frac{3}{2}R)^2} & R \geq |z| > \frac{R}{2} \end{cases} \quad (2.25)$$

2.2.1.3. ระยะเวลาเฉลี่ยในการข้ามเซลล์

จากรูปที่ 1.1 จากสมมติฐานที่กล่าวไว้ในตอนแรกเมื่อเครื่องลูกข่ายข้ามเซลล์ในทิศทางตั้งฉากกับแนวแกน z โดยที่ถ้าเซลล์นั้นเป็นเซลล์ที่เครื่องลูกข่ายเริ่มการเรียกเข้าเป็นเซลล์แรก จะได้ค่าฟังก์ชัน ความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability Density Function) ดังนี้

$$pdf_1(z) = \frac{d(z)}{\frac{3\sqrt{3}}{2}R^2} \quad (2.26)$$

และเมื่อเครื่องลูกข่ายข้ามเซลล์ในทิศทางตั้งฉากกับกับแกน z โดยที่ ถ้าเซลล์ที่เครื่องลูกข่ายข้ามนั้นเป็นเซลล์ลำดับต่อไปที่เครื่องลูกข่ายยังดำเนินการเรียกต่อเนื่องมาจากเซลล์แรก เราจะสมมติให้ระยะเวลาที่เครื่องลูกข่ายข้ามเซลล์ในกรณีนี้มีลักษณะการกระจายแบบสม่ำเสมอจาก $-R$ ถึง $+R$ [5] ดังนี้

$$pdf_2(z) = \begin{cases} \frac{1}{2R} & -R \leq z \leq R \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (2.27)$$

หาระยะเวลาเฉลี่ยในการข้ามเซลล์ของเครื่องลูกข่ายดังนี้

$$E[d(z)] = \int_{-R}^{+R} d(z) pdf_2(z) dz \quad (2.28)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีโดยที่ $d(z)$ คือทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$d(z) = \begin{cases} \sqrt{3}R & |z| \leq \frac{R}{2} \\ \sqrt{R^2 - z^2} + \frac{\sqrt{3}}{2}R - \sqrt{R^2 - (|z| - \frac{3}{2}R)^2} & R \geq |z| \geq \frac{R}{2} \end{cases} \quad (2.29)$$

จะได้

$$E[d(z)] = 2 \int_0^{\frac{R}{2}} d(z) pdf_2(z) dz + 2 \int_{\frac{R}{2}}^R d(z) pdf_2(z) dz \quad (2.30)$$

กรณีที่ 1 เมื่อ $d(z) = \sqrt{3}R$ เมื่อ $|z| \leq \frac{R}{2}$

$$E[d(z_1)] = 2 \int_0^{\frac{R}{2}} d(z) pdf_2(z) dz$$

$$= 2 \int_0^{\frac{R}{2}} \sqrt{3}R \cdot \frac{1}{2R} dz$$

$$= \frac{\sqrt{3}R}{2}$$

(2.31)

กรณีที่ 2 เมื่อ $d(z) = \sqrt{R^2 - |z|^2} + \frac{\sqrt{3}}{2}R - \sqrt{R^2 - (|z| - \frac{3}{2}R)^2}$ เมื่อ $R \geq |z| \geq \frac{R}{2}$

$$E[d(z_2)] = 2 \int_{\frac{R}{2}}^R d(z) pdf_2(z) dz \quad (2.32)$$

$$E[d(z_2)] = 2 \int_{\frac{R}{2}}^R \left(\sqrt{R^2 - |z|^2} + \frac{\sqrt{3}}{2}R - \sqrt{R^2 - (|z| - \frac{3}{2}R)^2} \right) \cdot \frac{1}{2R} dz \quad (2.33)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จะได้
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E[d(z_2)] = \frac{1}{R} \left[\int_{\frac{R}{2}}^R \sqrt{R^2 - |z|^2} dz + \int_{\frac{R}{2}}^R \frac{\sqrt{3}}{2} R dz - \int_{\frac{R}{2}}^R \sqrt{R^2 - (|z| - \frac{3}{2}R)^2} dz \right] \quad (2.34)$$

แยกคิดแต่ละตอนคือ

ตอนที่ 1 $\int_{\frac{R}{2}}^R \sqrt{R^2 - |z|^2} dz$

ให้ $z = R \sin \theta$ $dz = R \cos \theta d\theta$ ดังนั้น

$$\int_{\frac{R}{2}}^R \sqrt{R^2 - |z|^2} dz = \int_{\frac{R}{2}}^R \sqrt{R^2 - R^2 \sin^2 \theta} R \cos \theta d\theta \quad (2.36)$$

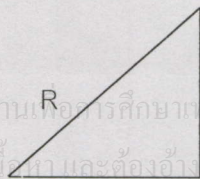
$$= \int_{\frac{R}{2}}^R R \sqrt{1 - \sin^2 \theta} R \cos \theta d\theta \quad (2.37)$$

$$= R^2 \int_{\frac{R}{2}}^R \cos^2 \theta d\theta \quad (3.38)$$

$$= R^2 \int_{\frac{R}{2}}^R \frac{1 + \cos 2\theta}{2} d\theta \quad (2.39)$$

$$= \frac{R^2}{2} \theta + \frac{R^2}{4} \sin 2\theta + c \quad (2.40)$$

จาก $z = R \sin \theta$ เพราะฉะนั้น $\sin \theta = \frac{z}{R}$ และ $\theta = \sin^{-1} \frac{z}{R}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน R ของการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sqrt{R^2 - z^2}$$

จากรูป

$$\cos\theta = \frac{\sqrt{R^2 - z^2}}{R} \quad (2.41)$$

เพราะฉะนั้น

$$\int_{\frac{R}{2}}^R \sqrt{R^2 - |z|^2} = \frac{R^2}{2}\theta + \frac{R^2}{2}\cos\theta\sin\theta \Big|_{\frac{R}{2}}^R \quad (2.42)$$

แทนค่าจากสมการ (2.41) ในสมการ (2.40) จะได้

$$\frac{R^2}{2}\sin^{-1}\frac{z}{R} + \frac{R^2}{2}\left(\frac{\sqrt{R^2 - z^2}}{R}\right)\left(\frac{z}{R}\right) \Big|_{\frac{R}{2}}^R \quad (2.43)$$

แทนค่า R และ $\frac{R}{2}$ ลงในสมการ (2.43)

$$\begin{aligned} &= \frac{R^2}{2}\sin^{-1}\frac{R}{R} + \frac{R^2}{2}\left(\frac{\sqrt{R^2 - R^2}}{R}\right)\left(\frac{R}{R}\right) - \frac{R^2}{2}\sin^{-1}\frac{R}{2} \times \frac{1}{R} - \frac{R^2}{2}\left(\frac{\sqrt{R^2 - \left(\frac{R}{2}\right)^2}}{R}\right)\left(\frac{R}{2} \times \frac{1}{R}\right) \\ &= \frac{R^2}{2}\sin^{-1}(1) + \frac{R^2}{2}(1)(0) - \frac{R^2}{2}\sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{R^2}{2}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right) \\ &= \frac{R^2}{2}\sin^{-1}(1) - \frac{R^2}{2}\sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{\sqrt{3}}{8}R^2 \\ &= \frac{\pi}{6}R^2 - \frac{\sqrt{3}}{8}R^2 \quad (2.44) \end{aligned}$$

ตอนที่ 2 $\int_{\frac{R}{2}}^R \frac{\sqrt{3}}{2} R dz$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลงอย่างใด ๆ ลงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} Rz \Big|_{\frac{R}{2}}^R$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{4} R^2 \quad (2.45)$$

ตอนที่ 3 $\int_{\frac{R}{2}}^R \sqrt{R^2 - \left(z - \frac{3}{2}R\right)^2} dz$

ให้ $u = z - \frac{3}{2}R$ $du = dz$ จะได้

$$\int_{\frac{R}{2}}^R \sqrt{R^2 - u^2} du \quad (2.46)$$

จากสมการ (2.45) สามารถหาคำตอบได้ในลักษณะเดียวกับตอนที่ 1 ดังนั้นจะได้

$$\int_{\frac{R}{2}}^R \sqrt{R^2 - \left(z - \frac{3}{2}R\right)^2} dz = \frac{R^2}{2} \sin^{-1} \frac{u}{R} + \frac{R^2}{2} \left(\frac{\sqrt{R^2 - u^2}}{R} \right) \left(\frac{u}{R} \right) \Big|_{\frac{R}{2}}^R$$

$$= \frac{R^2}{2} \sin^{-1} \frac{\left(z - \frac{3}{2}R\right)}{R} + \frac{R^2}{2} \left(\frac{\sqrt{R^2 - \left(z - \frac{3}{2}R\right)^2}}{R} \right) \left(\frac{\left(z - \frac{3}{2}R\right)}{R} \right) \Big|_{\frac{R}{2}}^R \quad (2.47)$$

แทนค่า R และ $\frac{R}{2}$ ลงในสมการ (2.47)

$$= \frac{R^2}{2} \sin^{-1} \frac{\left(R - \frac{3}{2}R\right)}{R} + \frac{R^2}{2} \left(\frac{\sqrt{R^2 - \left(R - \frac{3}{2}R\right)^2}}{R} \right) \left(\frac{\left(R - \frac{3}{2}R\right)}{R} \right) - \frac{R^2}{2} \sin^{-1} \frac{\left(\frac{R}{2} - \frac{3}{2}R\right)}{R}$$

$$- \frac{R^2}{2} \left(\frac{\sqrt{R^2 - \left(\frac{R}{2} - \frac{3}{2}R\right)^2}}{R} \right) \left(\frac{\left(\frac{R}{2} - \frac{3}{2}R\right)}{R} \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
&= \frac{R^2}{2} \sin^{-1}\left(-\frac{1}{2}\right) + \frac{R^2}{2} \frac{\sqrt{R^2 - \left(\frac{1}{4}R^2\right)}}{R} \left(-\frac{1}{2}\right) - \frac{R^2}{2} \sin^{-1}(-1) \\
&= -\frac{\pi}{12} R^2 - \frac{\sqrt{3}}{8} R^2 + \frac{\pi}{4} R^2 \\
&= \frac{\pi}{6} R^2 - \frac{\sqrt{3}}{8} R^2
\end{aligned} \tag{2.48}$$

แทนค่าในสมการ (2.44) (2.45) และ (2.48) ลงในสมการ (2.34) จะได้

$$= \frac{\sqrt{3}}{4} R \tag{2.49}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} R + \frac{\sqrt{3}}{4} R$$

นั่นคือ ระยะทางโดยเฉลี่ยในการข้ามเซลล์ของเครื่องลูกข่าย จะได้

$$= \frac{3\sqrt{3}}{4} R \tag{2.50}$$

2.2.1.4. โมเดลโมบายลิตี้

ในตอนนี้จะกำหนดโมเดลที่เรียกว่า โมเดลโมบายลิตี้ [4] ขึ้นมา ซึ่งโมเดลนี้ได้ถูกนำไปใช้ในเป็นตัวเปรียบเทียบระหว่างระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกันได้ เช่น ค่าระดับความสูงของดาวเทียมจากพื้นโลกต่างกัน, ขนาดของเซลล์ต่างกัน, ความเร็วของดาวเทียมสัมพันธ์กับโลก เป็นต้น

$$\alpha = \frac{d(z)\mu}{V_s} \tag{2.51}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า โดยที่ α คือ โมบายลิตี้

$d(z)$ คือ ระยะทางซึ่งผ่านพื้นที่ที่เกิดการพยายามเรียกเข้า

$\frac{1}{\mu}$ คือ ส่วนกลับของระยะเวลาในการเรียกมีหน่วยเป็น นาที

V_s คือ เป็นค่าความเร็วของเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ มีหน่วยเป็น กิโลเมตร/นาที

2.2.1.5 ระยะเวลาในการใช้บริการของเครื่องลูกข่ายเฉลี่ย

ถ้าให้ t_s เป็นระยะเวลาที่เครื่องลูกข่ายยังเคลื่อนที่อยู่ในเซลล์ [5] และโดยที่ t_s เป็นค่าตัวแปรแบบสุ่ม (Random Variable) ที่สามารถหาค่าได้จาก

$$t_s = \frac{d(z)}{V_s} \quad (2.52)$$

โดยที่

$d(z)$ คือ ระยะทางซึ่งผ่านพื้นที่ที่เกิดการพยายามเรียกเข้า

V_s คือ เป็นค่าความเร็วของเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ มีหน่วยเป็น กิโลเมตร/นาที

ดังนั้นสามารถหาค่าคาดเดา (Expect Value) หรือระยะเวลาเฉลี่ยที่เครื่องลูกข่ายยังเคลื่อนที่อยู่ในเซลล์, $E[t_s]$ ได้จาก

$$E[t_s] = \frac{E[d(z)]}{V_s} \quad (2.53)$$

โดยที่ $E[d(z)]$ หาได้จาก (2.30) ดังนั้นจะได้ $E[t_s]$ คือ

$$E[t_s] = \frac{3\sqrt{3}}{4V_s} R \quad (2.54)$$

2.2.1.6 จำนวนครั้งในการเกิดแฮนด์โอเวอร์

หลังจากที่สามารถหาค่าระยะเวลาในการใช้บริการของเครื่องลูกข่ายเฉลี่ย [5] ออกมาในรูปของค่าคาดเดาแล้ว เราสามารถใช้สมการ (2.54) หาค่าเฉลี่ยจำนวนครั้ง ในการเกิดการแฮนด์โอเวอร์ได้ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา $\eta_{ho} = \frac{1}{E[t_s]\mu}$ ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้จำนวนครั้งของการเกิดแฮนด์โอเวอร์ได้ดังนี้

$$\eta_{ho} = \frac{4V_s}{3\sqrt{3}R\mu} \quad (2.55)$$

ดังนั้นสามารถหาค่าอัตราการเกิดแฮนด์โอเวอร์ได้ดังนี้

$$\eta_{ho} = \frac{\eta_h}{\lambda} \quad (2.56)$$

โดยปกติแล้วดาวเทียมวงโคจรต่ำจะมีอัตราการเกิดแฮนด์โอเวอร์สูง เช่น ในระบบบิรีเดียม คือ ประมาณ 3-4 ครั้งต่อการโทรต่อเนื่องโดยไม่เกิดสายหลุด ในเวลา 2 นาที เป็นต้น

2.2.1.7 ระยะเวลาการรอสูงสุด

ระยะเวลาการรอสูงสุด คือระยะเวลาที่เครื่องลูกข่ายสามารถรอรับบริการ ขณะที่ยังไม่มีช่องสัญญาณว่าง, t_{wmax} และโดยที่ t_{wmax} เป็นตัวแปรแบบสุ่ม (Random Variable) สามารถหาค่าได้จาก

$$t_{wmax} = \frac{\psi(z)}{V_s} \quad (2.57)$$

โดยที่

$\psi(z)$ คือ ระยะทางที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ข้ามบริเวณที่เกิดการชนทับกันของเซลล์
 V_s คือ เป็นค่าความเร็วของเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ มีหน่วยเป็น กิโลเมตร/นาที
 ดังนั้น สามารถหาค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการรอสูงสุดของเครื่องลูกข่ายได้ดังนี้

$$E[t_{wmax}] = \frac{E[\psi(z)]}{V_s} \quad (2.58)$$

โดยที่

$E[\psi(z)]$ คือ ระยะทางเฉลี่ยในการที่เครื่องลูกข่ายจะเคลื่อนที่ข้ามผ่านบริเวณที่เกิดการชนทับกันของเซลล์

$$E[\psi(z)] = \int_{-R}^{+R} \psi(z) pdf_1(z) dz \quad (2.59)$$

โดยที่

$\psi(z)$ คือ ระยะทางที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ข้ามบริเวณที่เกิดการซ้อนทับกันของเซลล์และมีค่าดังสมการ

$$\psi(z) = \begin{cases} 2\sqrt{R^2 - z^2} - \sqrt{3}R & |z| \leq \frac{R}{2} \\ \sqrt{R^2 - z^2} - \frac{\sqrt{3}}{2}R + \sqrt{R^2 - (|z| - \frac{3}{2}R)^2} & R \geq |z| > \frac{R}{2} \end{cases}$$

และ $pdf_1(z)$ คือ $\frac{d(z)}{\frac{3\sqrt{3}}{2}R^2}$ ดังสมการ (2.26) ดังนั้นจะได้

$$E[\psi(z)] = 2 \int_0^{\frac{R}{2}} \psi(z) pdf_1 dz + 2 \int_{\frac{R}{2}}^R \psi(z) pdf_1(z) dz \quad (2.60)$$

จะได้ระยะเวลาเฉลี่ยที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่เกิดการซ้อนทับกันของเซลล์

$$E[\psi(z)] = \sqrt{3}R\delta \quad (2.61)$$

โดยที่

$$\delta = \frac{4}{9} \left(\frac{\sqrt{3}}{3} \pi - \frac{3}{2} \right) \approx 0.1394 \quad (2.62)$$

2.2.2 ลักษณะการแฮนด์โอเวอร์ในดาวเทียมวงโคจรต่ำ

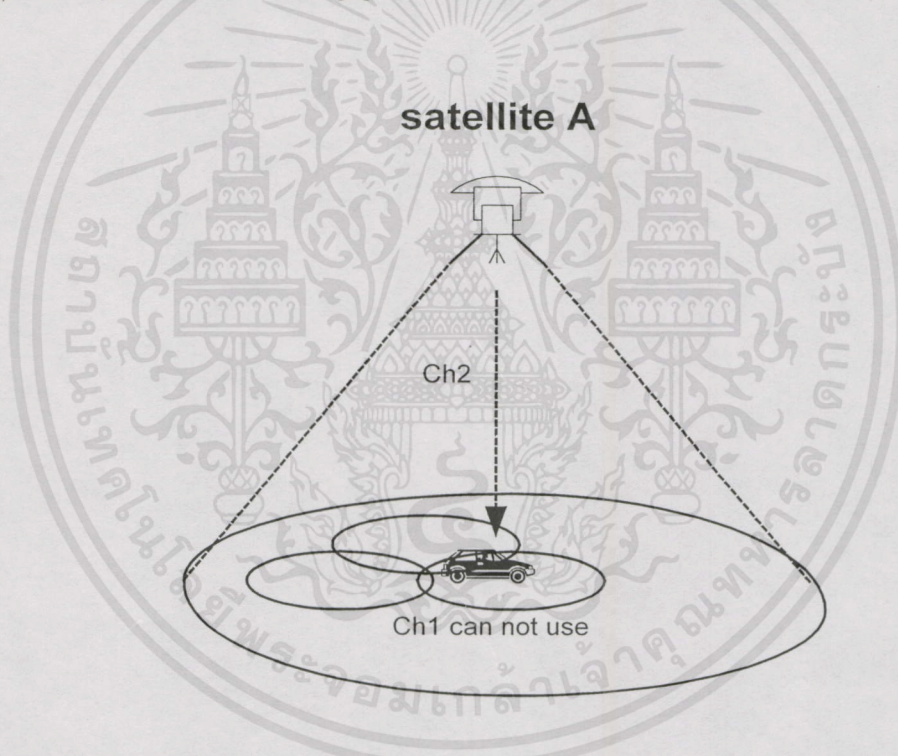
การเกิดการแฮนด์โอเวอร์ในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ [6] เกิดจากการที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ จากบริเวณช่องสัญญาณสื่อสารที่เครื่องลูกข่ายใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ไปยังช่องสัญญาณสื่อสารต่างๆ บ่อยครั้ง เนื่องจากดาวเทียมมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ผลก็คือทำให้ช่องสัญญาณสื่อสารที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ไม่สามารถใช้สื่อสารต่อเนื่องได้ สามารถแบ่งการแฮนด์โอเวอร์ออกเป็น 3 ชนิด

1. การแฮนด์โอเวอร์ภายในวงบีมเดียวกัน (Intrabeam Handover)

2. การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างวงบีมภายในดาวเทียมดวงเดียวกัน (Intra space Vehicle (Beam-to –Beam) Handover)
3. การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างดาวเทียม (Inter Space Vehicle (Satellite-to-Satellite) Handover)

2.2.2.1 การแฮนด์โอเวอร์ภายในวงบีมเดียวกัน Intrabeam Handover

การแฮนด์โอเวอร์ภายในวงบีมเดียวกัน (Intrabeam Handover) จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับดาวเทียม มีการเปลี่ยนช่องสัญญาณสื่อสารที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ไปยังช่องสัญญาณสื่อสารใหม่ โดยที่ยังอยู่ภายในวงบีมวงเดิมและดาวเทียมดวงเดิม สาเหตุส่วนใหญ่ที่ต้องเปลี่ยนช่องสัญญาณสื่อสารก็เนื่องมาจากเกิดการแทรกสอด (Interference)



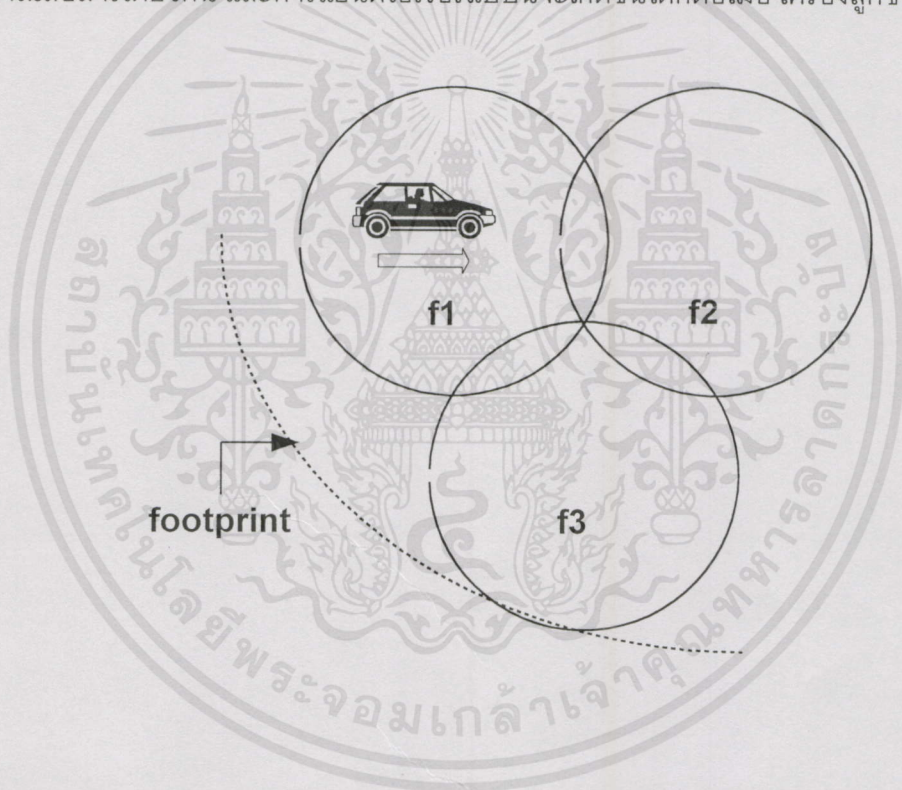
รูปที่ 2.4 แสดงการแฮนด์โอเวอร์ภายในวงบีมเดียวกัน

กล่าวคือเมื่อดาวเทียมที่เครื่องลูกข่ายใช้งานอยู่ในปัจจุบัน มีการเคลื่อนที่เข้าไปใกล้กับดาวเทียมดวงอื่นๆ ที่มีการใช้งานในกลุ่มความถี่เดียวกัน (เช่น กรณีที่ดาวเทียมเคลื่อนที่เข้าไปใกล้กับบริเวณขั้วโลกก็จะทำให้ระยะห่างระหว่าง วงบีมของดาวเทียมแต่ละดวง เข้ามาใกล้กันมากขึ้น และอาจเกิดการซ้อนทับกันของวงบีมและกลุ่มเซลล์ย่อยๆ ในวงบีมนั้นๆ ได้) ในกรณีนี้จนถึงแม้ว่าเครื่องลูกข่ายจะยังคงอยู่ในเซลล์ของดาวเทียมดวงปัจจุบันที่เครื่องลูกข่ายใช้งานอยู่ก็ตาม ก็อาจเกิดการแทรกสอดกับดาวเทียมข้างเคียงได้ และเมื่อมีเหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้น เครื่องลูกข่ายจะทำการแฮนด์

โอเวอร์ขอใช้ช่องสัญญาณสื่อสารใหม่ ส่วนดาวเทียมตัวที่เครื่องลูกข่ายอยู่ปัจจุบันก็จะส่งคำสั่งไปยังเครื่องลูกข่ายเพื่อเปลี่ยนช่องสัญญาณสื่อสารที่ใช้อยู่เดิมให้เป็นช่องความถี่สื่อสารใหม่ ซึ่งจากกระบวนการที่กล่าวมาก็จะพบว่าดาวเทียมจะเป็นตัวควบคุมและกำหนดช่องสัญญาณสื่อสารในกรณีที่มีการแฮนด์โอเวอร์ภายในวงบีมเดียวกัน (Intrabeam Handover)

2.2.2.2 การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างวงบีมภายในดาวเทียมดวงเดียวกัน (Intra Space Vehicle (Beam-to-Beam) Handover)

เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแทรกสอดตั้งนั้นเซลล์ (เซลล์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะหมายถึงวงบีมเล็กๆ ที่อยู่ภายใน Spot Beam ของดาวเทียม) เซลล์ที่อยู่ข้างๆ กัน จะไม่มีการใช้ความถี่ช่องสัญญาณสื่อสารเดียวกัน และการแฮนด์โอเวอร์แบบนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ เครื่องลูกข่ายมีการ



รูปที่ 2.5 แสดงการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างวงบีมภายในดาวเทียมดวงเดียวกัน

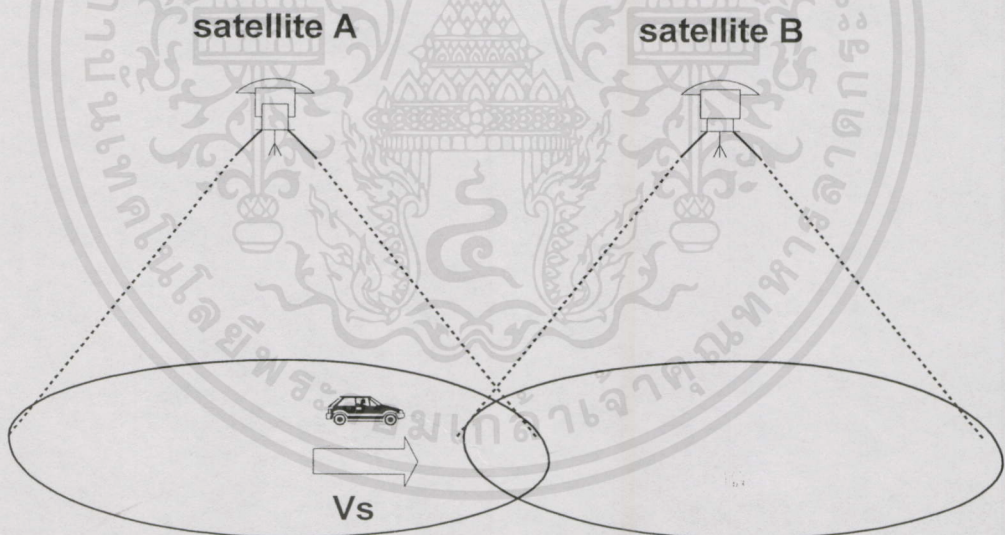
เคลื่อนที่จากเซลล์ที่อยู่ปัจจุบันไปยังเซลล์ใหม่ที่อยู่ถัดไป ภายในดาวเทียมดวงเดียวกัน โดยเครื่องลูกข่ายจะรู้ว่าตัวมันมีการเคลื่อนที่จากเซลล์ที่อยู่ปัจจุบันเข้ามาใกล้เซลล์ที่อยู่ข้างเคียงใหม่ที่อยู่ถัดไปได้ เนื่องจากเครื่องลูกข่ายจะทำการวัดกำลังความแรงของคลื่นความถี่ที่ใช้อยู่ในเซลล์ที่มันอยู่ในขณะนั้น และวัดกำลังของคลื่นความถี่ของเซลล์ถัดไปข้างๆ เซลล์ที่ตัวมันอยู่ เมื่อไรก็ตามกำลังความแรงของคลื่นความถี่ของเซลล์ที่มันอยู่ปัจจุบันลดต่ำกว่าระดับที่กำหนด (Threshold) ในขณะที่กำลังของคลื่นความถี่ของเซลล์ข้างเคียงเริ่มเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งมีค่ามากกว่า นั้นย่อมแสดง

ว่า เครื่องลูกข่ายกำลังเริ่มเคลื่อนที่เข้ามาใกล้เซลล์ใหม่แล้ว เครื่องลูกข่ายก็จะทำการแฮนด์โอเวอร์เพื่อขอใช้ช่องสัญญาณสื่อสารในเซลล์ถัดไป ดังจะเห็นว่าในกระบวนการนี้ เครื่องลูกข่ายจะเป็นตัวควบคุมการแฮนด์โอเวอร์ที่เกิดขึ้น

2.2.2.3 การแฮนด์โอเวอร์ระหว่างดาวเทียม (Inter Space Vehicle (Satellite-to-Satellite) Handover)

จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อเครื่องลูกข่ายกำลังเคลื่อนที่จากวงบีมหนึ่งไปยังอีกวงบีมหนึ่ง โดยวงบีมนั้นอยู่ในพื้นที่บริการของดาวเทียมคนละดวงกัน และเกตเวย์จะสามารถระบุได้ว่าเครื่องลูกข่ายกำลังเคลื่อนที่เข้าใกล้เขตเชื่อมต่อระหว่างดาวเทียมที่เครื่องลูกข่ายกำลังใช้งานอยู่ปัจจุบัน ไปยังดาวเทียมดวงต่อไป เนื่องจากเกตเวย์นั้นจะทราบตำแหน่งของเครื่องลูกข่าย และตำแหน่งของดาวเทียม จากนั้น

เกตเวย์จะทำหน้าที่ส่งคำสั่งไปยังดาวเทียมตัวที่เครื่องลูกข่ายกำลังใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เพื่อเตรียมกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ให้กับเครื่องลูกข่าย และส่งคำสั่งไปยังดาวเทียมที่เครื่องลูกข่ายกำลังเคลื่อนที่ไป เพื่อให้ดาวเทียมเตรียมรับเครื่องลูกข่ายที่กำลังเข้ามาในพื้นที่บริการ นอก



รูปที่ 2.6 แสดงการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างดาวเทียม

เกตเวย์จะทำหน้าที่ส่งคำสั่งไปยังดาวเทียมตัวที่เครื่องลูกข่ายกำลังใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เพื่อเตรียมกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ให้กับเครื่องลูกข่าย และส่งคำสั่งไปยังดาวเทียมที่เครื่องลูกข่ายกำลังเคลื่อนที่ไป เพื่อให้ดาวเทียมเตรียมรับเครื่องลูกข่ายที่กำลังเข้ามาในพื้นที่บริการ นอกจากนี้เกตเวย์ก็จะส่งข้อความไปที่เครื่องลูกข่ายเพื่อทำการรีซิงโครไนส์ (Resynchronize) และดำเนินกระบวนการดรอปเปอร์ชิฟ (Dropper Shift) และจากนั้นดาวเทียมดวงที่เครื่องลูกข่ายจะ

เคลื่อนที่เข้าไปจะส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความถี่หรือช่องสัญญาณสื่อสารใหม่ ที่จะใช้กับเครื่องลูก
ข่าย จึงถือเป็นกระบวนการที่สิ้นสุดการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างดาวเทียม (Inter Space Vehicle)
แบบสมบูรณ ซึ่งกระบวนการนี้เกทเวย์จะเป็นตัวควบคุมทั้งหมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์หลักการการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมวงโคจรต่ำ

3.1 กล่าวนำ

เนื่องจากในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำนั้นเป็นที่ทราบกันดีถึง ความเร็วในการเคลื่อนที่ของดาวเทียมสัมพันธ์กับความเร็วของการหมุนรอบตัวเองของโลก ดังนั้นจึงส่งผลให้มีการเกิดการแฮนด์โอเวอร์ขึ้นบ่อยครั้ง และมีความเสี่ยงต่อการเกิดสายหลุดสูง ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ จึงจำเป็นต้องมีการจัดสรรช่องสัญญาณให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ ในที่นี้เราจะพิจารณาการจัดสรรช่องสัญญาณใน 2 ลักษณะนั้นคือ

- 1) การจัดสรรช่องสัญญาณถาวร (Fixed Channel Allocation, FCA)
- 2) การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ (Fixed Channel Allocation with Handover Queuing, FCA-QH)

ซึ่งลักษณะการจัดสรรช่องสัญญาณทั้ง 2 แบบนี้มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ก็เพื่อจุดมุ่งหมายที่จะลดความเสี่ยงต่อการเกิดสายหลุด อันเนื่องมาจากการเกิดแฮนด์โอเวอร์บ่อยครั้งดังกล่าวไว้ข้างต้น และในส่วนของบทนี้เราจะเริ่มพิจารณาการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียม ซึ่งเป็นวิธีการพื้นฐานที่ใช้กันทั้งระบบเซลลูลาร์และระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ โดยในส่วนี้จะทำการวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองและสมการในลักษณะกราฟฟิกที่เป็นแบบสมำเสมอ และในส่วของการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์นั้นจะได้มีการนำมาพิจารณาในบทต่อไป

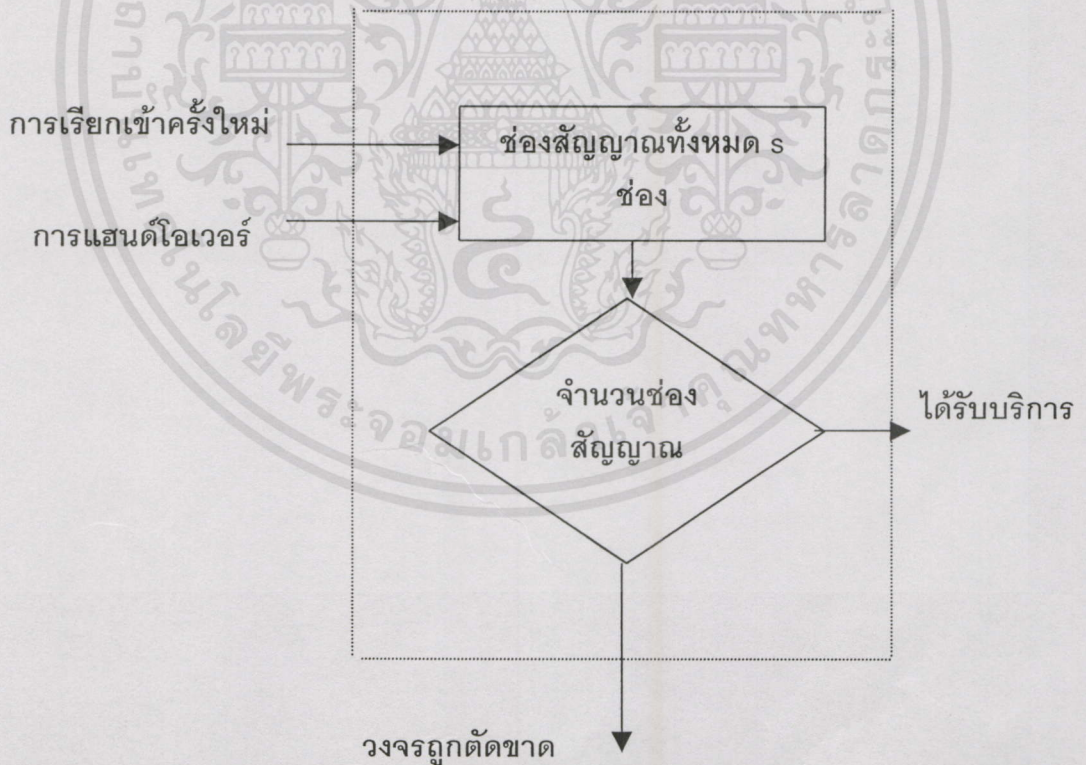
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวร (Fixed Channel Allocation)

3.2.1 โมเดลและเงื่อนไขการวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ

เทคนิคแบบนี้จะให้มีการแบ่งช่องสัญญาณให้กับเซลล์แต่ละเซลล์อย่างถาวร และยังมี การนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ (Reused Frequency) โดยจะใช้ระยะห่างระหว่างเซลล์เป็นตัวกำหนด เพื่อลดการกวนกันของช่องสัญญาณที่ใช้ความถี่ซ้ำกัน (Co-channel Interference) ซึ่งลักษณะ การจัดสรรช่องสัญญาณแบบนี้จะเหมือนกันกับการจัดสรรช่องสัญญาณในระบบเซลลูลาร์นั่นเอง [7]

ในส่วนรายละเอียดของการทำงานในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นั้นจะกำหนดให้เทคนิคการจัด สรรช่องสัญญาณแบบถาวรจะมีการบริการแบบที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียกเข้าครั้งใหม่และแฮนด์ โอเวอร์เท่าเทียมกัน และจะรับบริการเฉพาะผู้เรียกเข้าครั้งใหม่และแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ของ ตนด้วยจำนวนช่องสัญญาณที่มีอยู่เท่านั้น กล่าวคือเมื่อไรก็ตามที่ช่องสัญญาณภายในเซลล์ไม่ ว่าง การเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์ครั้งนั้นๆก็就会被บล็อกไป ดังรูป 3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 แสดงกระบวนการการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร

สำหรับเงื่อนไขในการวิเคราะห์การจัดสรรช่องวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสมมติให้

1. ช่องสัญญาณ s ที่ถูกจัดสรรให้กับเซลล์แต่ละเซลล์ในระบบนั้นเท่ากับ 10 ช่อง
2. ค่า K หรือจำนวนรูปแบบของการนำความถี่เดิมมาใช้ใหม่ เท่ากับ 7
3. การเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์จะมีความสำคัญเท่ากัน และจะมีการกระจายแบบปัวซองด้วยอัตราเฉลี่ยเท่ากับ λ
4. ระยะเวลาที่ใช้บริการในช่องสัญญาณทั้งการเรียกเข้าและการแฮนด์โอเวอร์ จะมีการกระจายแบบเอ็กโปเนนเชียล ด้วยอัตราเฉลี่ยเท่ากับ $\frac{1}{\mu}$
5. ลักษณะของการบริการจะเป็นแบบ FIFO (First-in-First-out)
6. ลักษณะของคิวจะเป็นแบบ M/M/C/K เมื่อช่องสัญญาณในเซลล์ไม่ว่างพอที่จะให้บริการ การเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์ก็จะถูกบล็อกไป โดยที่ M คือ กระบวนการเรียกเข้ามีการกระจายแบบปัวซอง, M คือ เวลาการบริการที่มีการกระจายแบบเอ็กโปเนนเชียล, C คือ จำนวนช่องสัญญาณต่อเซลล์และ K คือ จำนวนผู้ใช้บริการที่อยู่ในคิวของระบบ

3.2.2 โมเดลการคำนวณที่ใช้วิเคราะห์สำหรับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร

3.2.2.1 วิธีการแบ่งช่องสัญญาณให้กับเซลล์

เนื่องจากเทคนิคนี้จำเป็นต้องมีการจัดสรรช่องสัญญาณให้กับเซลล์อย่างถาวรโดยช่องสัญญาณจะถูกจัดสรรให้กับเซลล์ตามสมการ [7] นี้

$$S = \frac{M}{K} \quad (3.1)$$

โดยที่

S คือ จำนวนช่องสัญญาณที่จัดสรรให้กับเซลล์แต่ละเซลล์(ช่อง/เซลล์)

M คือ จำนวนช่องสัญญาณทั้งหมดภายในกลุ่มของเซลล์ภายในระยะของการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่(ช่อง)

K คือ ค่าจำนวนรูปแบบของการนำความถี่เดิมมาใช้ใหม่ (Reused Factor)

3.2.2.2 วิธีการหารูปแบบของการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่

แนวความคิดเกี่ยวกับการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ [8,9] สามารถทำได้ 2 วิธีคือ ใช้ระบบเวลา (Time Domain) และในระบบที่ว่าง (Space Domain) ในระบบเวลานั้นเราจะใช้การแบ่งเวลา (Time Division Multiplex) ออกเป็นช่องเล็กๆ (Slot) โดยจะมีจำนวนช่องสัญญาณ 3-8

เท่า ของจำนวนช่องความถี่ และจะใช้ความถี่ที่ซ้ำกันในช่องเวลาที่ต่างกัน เพื่อไม่ให้ความถี่รบกวนกัน ส่วนในระบบแบ่งที่ว่าง (Space Division Multiplex) จะแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ

1 ความถี่เดียวกัน ที่กำหนดให้ใช้ในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ต่างกัน 2 แห่ง เช่น การใช้งานวิทยุกระจายเสียงหรือทีวี ที่ใช้ความถี่ช่องเดียวกันแต่ให้บริการอยู่คนละจังหวัด และต่างระบบกัน เป็นต้น

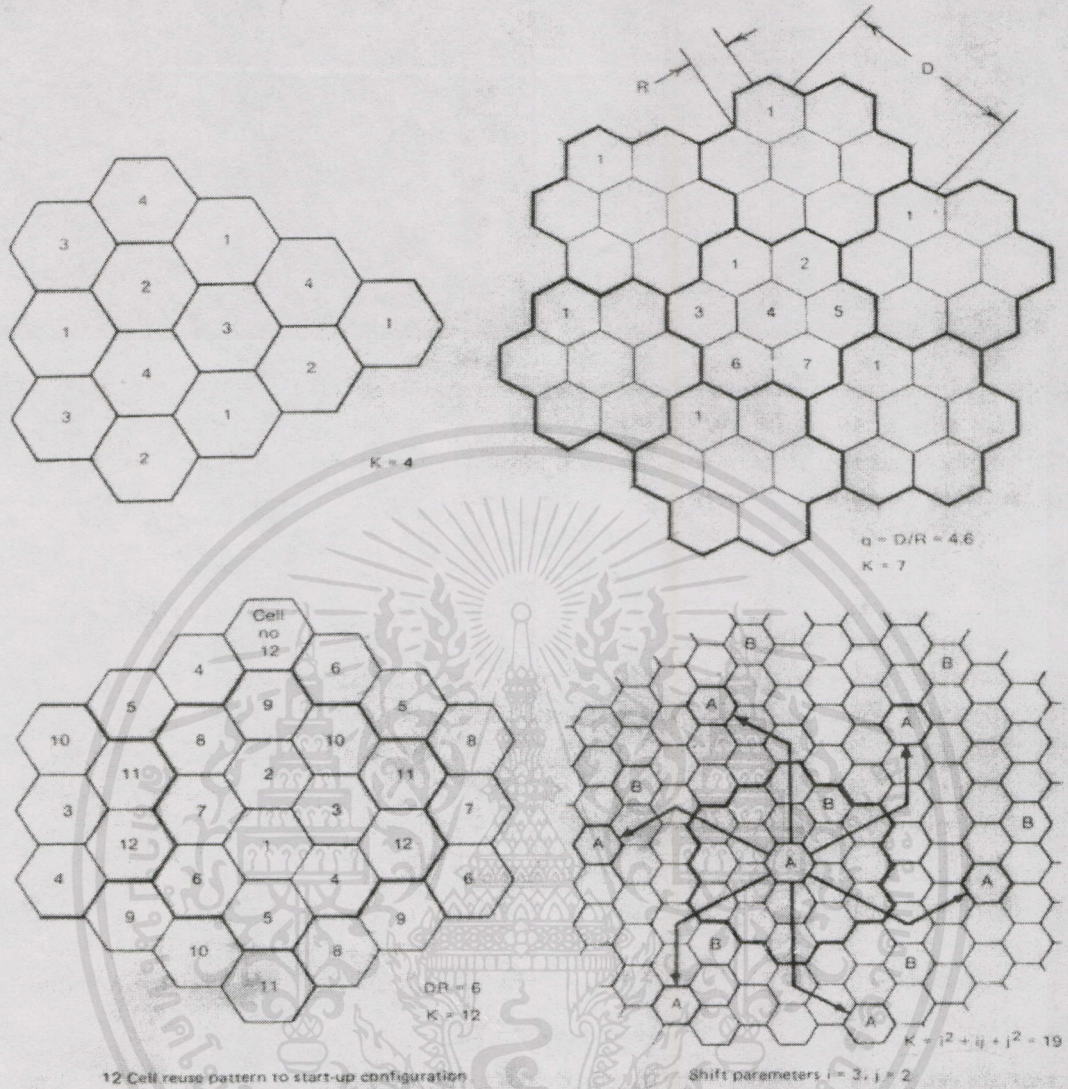
2 ใช้ความถี่เดียวกันในระบบเดียวกัน และแบ่งเขตพื้นที่กัน โดยกำหนดให้มีความถี่อื่นเป็นความถี่ข้างเคียงทำงานในพื้นที่คั่นระหว่างความถี่ดังกล่าว โดยจะเกาะตัวกันเป็นโครงสร้างของเซลล์จำนวนมากดังในโทรศัพท์ระบบเซลลูลาร์ และจะมีจำนวนความถี่ทั้งหมดเป็น K กลุ่ม เช่น K มีค่าเท่ากับ 4,7,12 และ 19 ดังรูป 3.2

ในทางทฤษฎี เราต้องการ K กว้างๆ แต่เนื่องจากจำนวนช่องที่กำหนดทั้งหมดตายตัว ถ้า K กว้างมากเกินไปแล้วจำนวนช่องที่กำหนดให้แต่ละ K เซลล์จะน้อย และถึงตอนนี้ก็อาจมีการโต้แย้งที่จะทำให้มีจำนวน K น้อยที่สุด ซึ่งยังคงทำให้เราได้สมรรถนะของระบบตามต้องการ ซึ่งเกี่ยวข้องถึงค่าการรบกวนกันระหว่างความถี่เดียวกันในช่องสัญญาณติดกันว่าจะทำอย่างไรจึงจะสามารถทำให้การรบกวนนี้มีค่าต่ำลงมากๆ

ค่า K สามารถหาได้จากสมการ $K=i^2+j+j^2$ ตัวอย่างเช่น ลักษณะการจัดสรรช่องสัญญาณและการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ ในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำซึ่งมีหลักการเดียวกับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดิน แต่จะแตกต่างกันตรงที่ขนาดของกลุ่มเซลล์ (วงบีม) ที่จะมีการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ และเทคนิคพิเศษที่แต่ละระบบได้ออกแบบขึ้นมาตามความเหมาะสม แต่โดยหลักการแล้วเหมือนกัน เช่นในระบบอิริเดียม [6] ที่มีโครงสร้างดาวเทียม 66 ดวง วางเป็น 6 ระนาบ ระนาบละ 11 ดวง มีลักษณะการโคจรตามแนวกลีบส้ม ดาวเทียมอิริเดียม 1 ดวง มีวงบีมในลักษณะ spot beam โดย 1 spot beam จะมีวงบีมเล็กๆอีก 48 วงบีม โดยกลุ่มวงบีมเล็กๆนี้จะให้มีการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ทุกๆ 12 วง เรียกทุกๆ 12 วงนี้ว่า 1 cluster สามารถคำนวณได้จากสูตร $K=i^2+j+j^2$ โดยที่ i และ j เป็นจำนวนของวงบีมในทิศทางของ i และ j (i มีทิศทางตามแนวระนาบ และ j มีทิศทางทำมุมกับแนวระนาบ 60 องศา ในระบบอิริเดียมจะกำหนดให้ค่า i และ j มีค่าเท่ากับ 2 เมื่อแทนค่าแล้วจะได้ $K = 12$ ดังสมการ)

3.2.2.3 วิธีการหาระยะการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่

ระยะทางที่ใกล้ที่สุดที่สามารถนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น จำนวนของเซลล์รอบข้าง, ลักษณะทางภูมิศาสตร์, ความไวของเครื่องลูกข่าย, ความสูง และกำลังส่งของเครื่องส่งจากสถานีแม่ข่ายหรือดาวเทียม เป็นต้น ถ้าระยะห่างของการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ (D) สามารถคิดคำนวณได้จาก



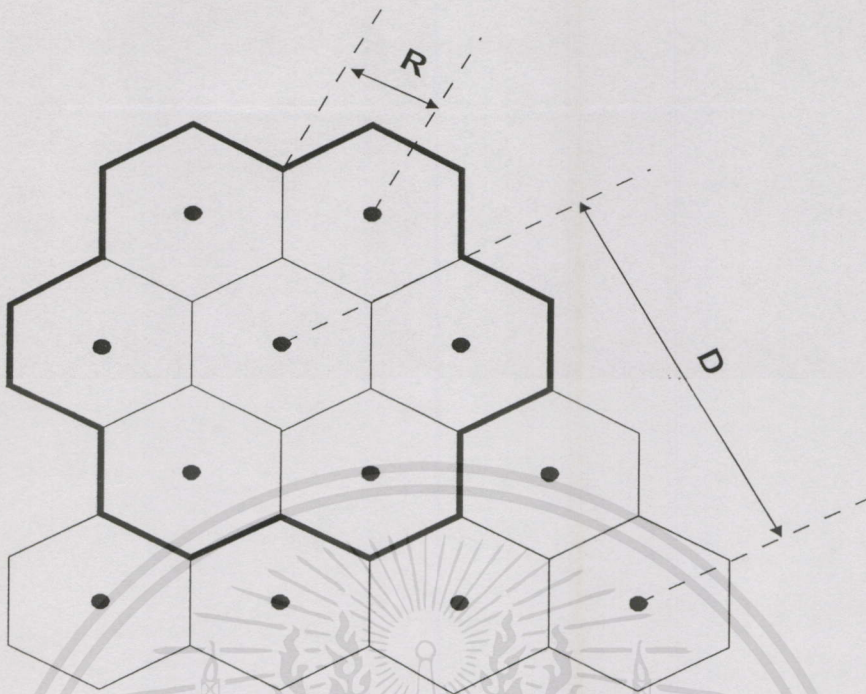
รูปที่ 3.2 แสดงการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่โดยที่ K มีค่าเท่ากับ 4,7,12 และ 19

$$D = \sqrt{3KR} \tag{3.2}$$

K คือ จำนวนรูปแบบของการนำเอาความถี่กลับมาใช้ใหม่ ดังแสดงในรูป 3.3

ถ้าหากที่ตั้งเซลล์ทุกแห่งส่งด้วยกำลังขนาดเท่ากันและ K เพิ่มขึ้นแล้ว ระยะห่างของการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ D ก็จะเพิ่มขึ้น และเมื่อ D เพิ่มขึ้นจะเป็นการลดโอกาสที่อาจเกิดการรบกวนกันของช่องสัญญาณที่ใช้ความถี่ซ้ำกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงระยะทางที่ไกลที่สุดที่สามารถนำความถี่กลับมาใช้ใหม่เมื่อ $K = 7$

3.2.2.4 วิธีการหาค่าอัตราการกวนกันของสัญญาณ

ในการนำช่องความถี่เดียวกันกลับมาใช้ใหม่ในต่างเซลล์ มักจะถูกจำกัดด้วยเรื่องของการกวนกันของช่องสัญญาณจากเซลล์อื่นๆ ที่มีการใช้ช่องสัญญาณที่มีความถี่เดียวกัน ซึ่งการรบกวนของสัญญาณเช่นนี้ เรียกว่า การอินเตอร์เฟอเรนซ์จากช่องสัญญาณที่ใช้ความถี่ซ้ำกัน (Co-channel Interference) ซึ่งนับว่าเป็นเรื่องใหญ่ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องหาระยะห่างของการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ที่สั้นที่สุดที่ทำให้เกิดการอินเตอร์เฟอเรนซ์ของช่องสัญญาณที่ใช้ความถี่ซ้ำกันในค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ของการอินเตอร์เฟอเรนซ์ที่ได้ดังนี้

$$q = \frac{D}{R} \quad (3.3)$$

พารามิเตอร์ q เป็นแฟกเตอร์ของการอินเตอร์เฟอเรนซ์จากช่องสัญญาณที่เหมือนกัน (Co-channel Interference Reduction Factor) ทั้งนี้เมื่ออัตราส่วน q เพิ่มขึ้นจะทำให้การกวนกันของช่องสัญญาณที่ใช้ความถี่ซ้ำกันลดลง

ถ้ายกค่า D ในสมการข้างบนเป็นฟังก์ชันหนึ่งของ K และ C/I แล้ว

$$D = f(K_i, C/I) \quad (3.4)$$

K_i คือ จำนวนของเซลล์ที่เกิดอินเตอร์เฟอเรนซ์จากช่องสัญญาณที่เหมือนกัน

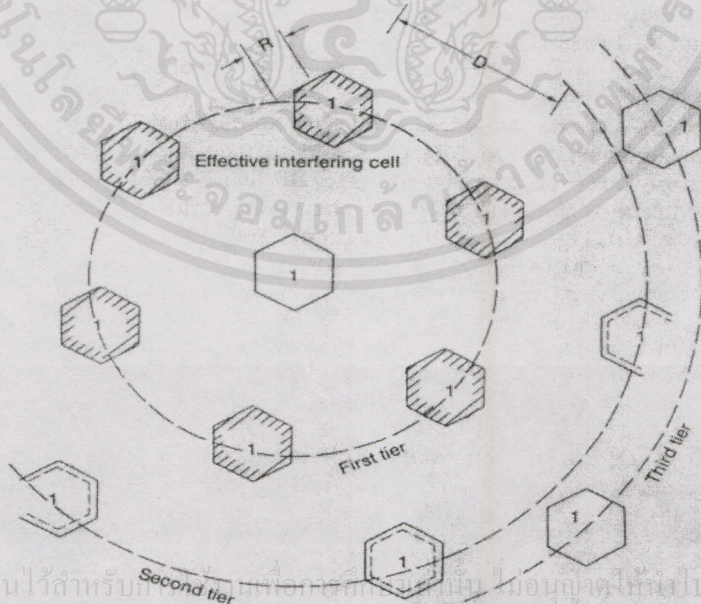
C/I คือ carrier-to-interference ratio ที่ได้รับที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

$$\frac{C}{I} = \frac{C}{\sum_{K=1}^{K_i} I_K} \quad (3.5)$$

ถ้าสมมติให้มีการใช้รูปแบบของเซลล์ $K = 7$ เซลล์ที่จะทำให้เกิดอินเตอร์เฟอเรนซ์ (K_i) จะมีอยู่ 6 เซลล์ดังรูป 3.4 อนึ่งการเกิดอินเตอร์เฟอเรนซ์นี้จะสามารถพิจารณาได้จากการแพร่กระจายคลื่น ดังสมการ

$$\frac{C}{I} = \frac{R^{-r}}{\sum_{K=1}^{K_i} D_K^{-r}} \quad (3.6)$$

r คือค่าความชันของการสูญเสียของการแพร่กระจายคลื่น (Propagation Path-loss Slope) ที่ขึ้นอยู่กับการปฏิบัติประเทศจริง โดยจะสมมติให้ $r=4$ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์และดาวเทียมวงโคจรต่ำเช่นกัน

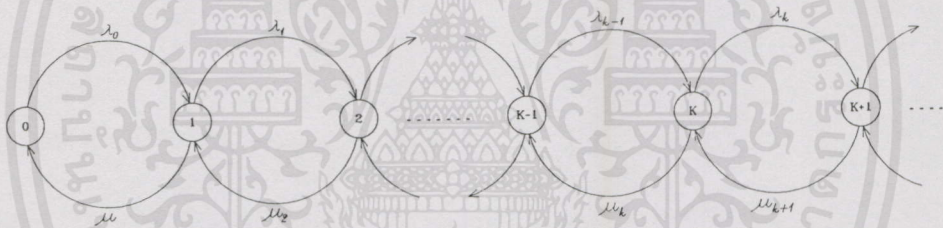


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 แสดงการอินเตอร์เฟอเรนซ์จากช่องสัญญาณที่เหมือนกันในเซลล์แบบ $K = 7$

3.2.2.5 สมการโมเดลสำหรับคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่การเรียกเข้าครั้งใหม่จะถูกบล็อกและความน่าจะเป็นที่จะเกิดการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ

ก่อนที่จะพิจารณาโมเดลสำหรับคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการเรียกเข้าครั้งใหม่จะถูกบล็อก และความน่าจะเป็นที่การแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จนั้น จำเป็นที่จะต้องกล่าวถึงกระบวนการเกิดและการสิ้นสุด (Birth-Death) ก่อนซึ่งในกระบวนการเกิดและการสิ้นสุดนั้น จะมีทั้งแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete) และแบบต่อเนื่อง (Continuous-time) ซึ่งไม่ว่าจะเป็นแบบใด ลักษณะของกระบวนการนี้ก็คือ เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้นในระบบ ก็จะเป็นการเปลี่ยนสถานะจากสถานะที่เป็นอยู่ ไปสู่สถานะข้างเคียงถัดไปเท่านั้น กล่าวคือไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะแบบก้าวกระโดดนั่นเอง จากรูป 3.5 เมื่อพิจารณาที่สถานะ E_k จะพบว่าอัตราของผู้ที่เข้ามา ที่สถานะ E_k นั้นจะมาจากสถานะข้างเคียงคือ E_{k-1} หรือ E_{k+1} ในทำนองเดียวกัน อัตราของผู้ที่มาจากสถานะ E_k นั้น ก็จะย้ายไปสู่สถานะ E_{k-1} หรือ E_{k+1} [10]



รูปที่ 3.5 โมเดลมาร์คอฟสำหรับการเปลี่ยนสถานะในระบบกระบวนการเกิดและการสิ้นสุด

ถ้าให้ p_k คือ ค่าความน่าจะเป็นของอัตราการไหลเข้าและออก ณ สถานะ E_k แล้วจะพบว่า ที่สถานะ E_k มีค่าความน่าจะเป็นของอัตราการไหลเข้าและออกเป็น

$$\text{อัตราการไหลเข้า ณ ที่ใด ๆ} \quad E_k = \lambda_{k-1}p_{k-1} + \mu_{k+1}p_{k+1} \quad (3.7)$$

เอกสารนี้ อัตราการไหลออก ณ ที่ใด ๆ การใช้งานเพื่อ $E_k = (\lambda_k + \mu_k)p_k$ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ (3.8) การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ กำหนดให้ลักษณะของกระบวนการเกิดและการสิ้นสุด มีสมดุลย์ในการไหลเข้าและออกจะได้

$$\lambda_{k-1}p_{k-1} + \mu_{k+1}p_{k+1} = (\lambda_k + \mu_k)p_k \quad (3.9)$$

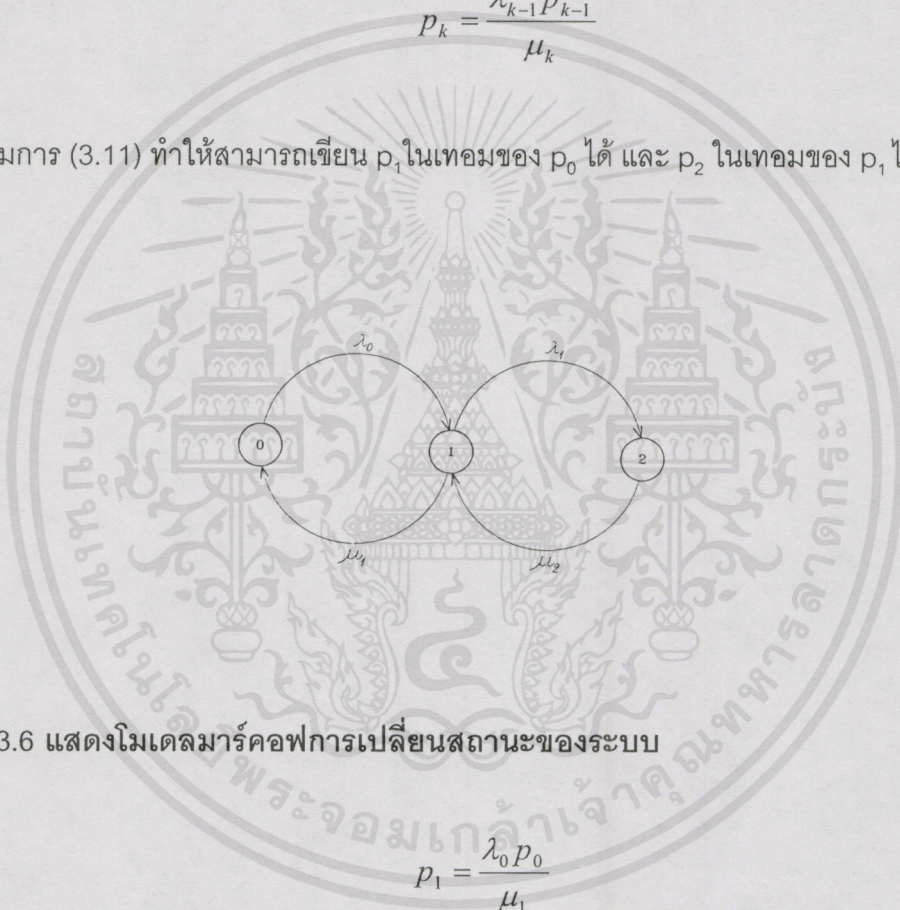
ขอบเขตที่ k โดยทำตามกฎอนุรักษ์การไหล สามารถเขียนอย่างง่าย ๆ ได้เป็น

$$\lambda_{k-1}p_{k-1} = \mu_k p_k \quad (3.10)$$

หรือ

$$p_k = \frac{\lambda_{k-1}p_{k-1}}{\mu_k} \quad (3.11)$$

จากสมการ (3.11) ทำให้สามารถเขียน p_1 ในเทอมของ p_0 ได้ และ p_2 ในเทอมของ p_1 ได้ตามลำดับ ดังนี้



รูปที่ 3.6 แสดงโมเดลมาร์คอฟการเปลี่ยนสถานะของระบบ

$$p_1 = \frac{\lambda_0 p_0}{\mu_1} \quad (3.12)$$

$$p_2 = \frac{\lambda_1 p_1}{\mu_2} \quad (3.13)$$

จากสมการข้างบนทั้ง 2 ทำให้สังเกตได้ว่า สามารถเขียน p_2 ในเทอมของ p_0 ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

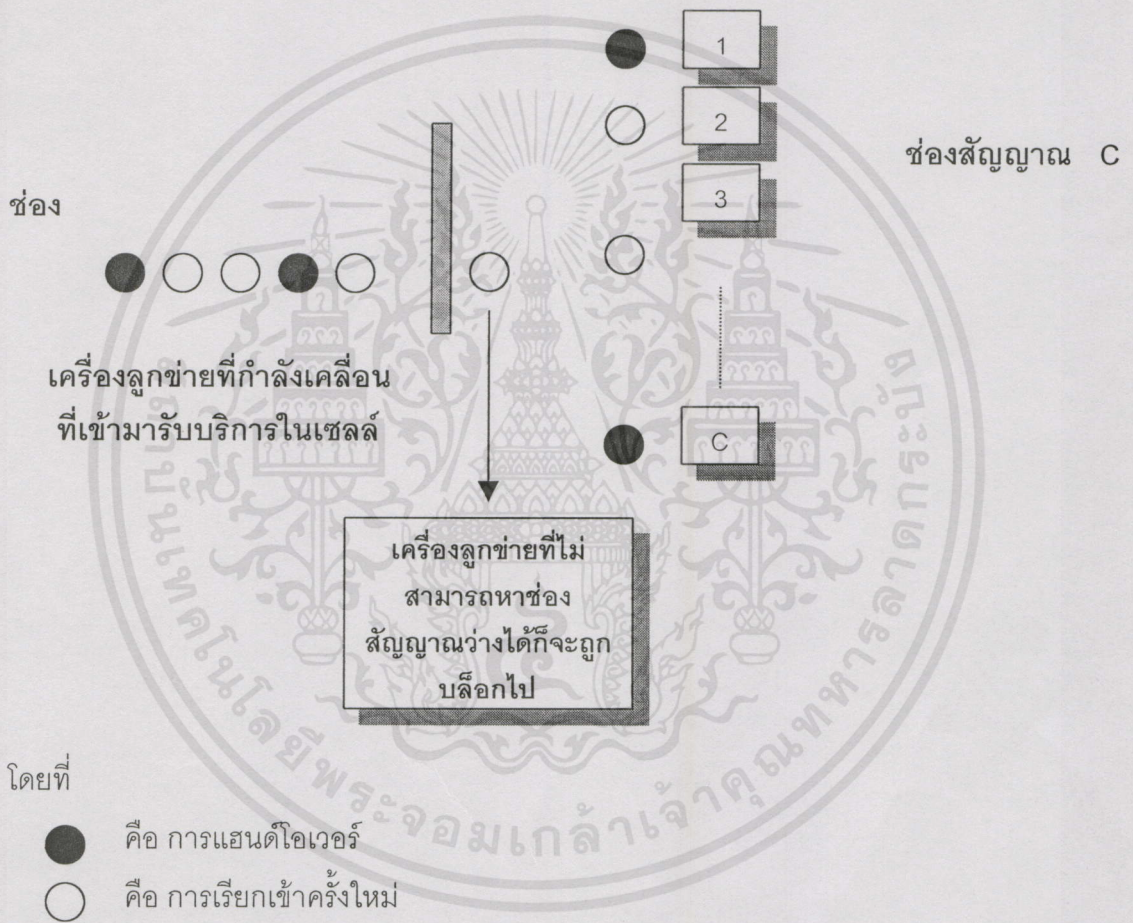
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p_2 = \frac{\lambda_1}{\mu_2} \left(\frac{\lambda_0 p_0}{\mu_1} \right) \quad (3.14)$$

ดังนั้นสามารถหาค่าความน่าจะเป็นที่ p_k ในเทอมของ p_0 ซึ่งเป็นสถานะแรกสุดได้ดังนี้

$$p_k = p_0 \prod_{i=0}^{k-1} \frac{\lambda_i}{\mu_{i+1}} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (3.15)$$

ในกรณีของการจัดสรรช่องสัญญาณดาว ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นั้นจะมีลักษณะคิวแบบ M/M/C/K[10] โดยจะมีลักษณะการเข้าคิวตามโมเดล 3.7 และมีรูปแบบของมาร์คอฟโมเดลดังรูป 3.8 ดังนี้

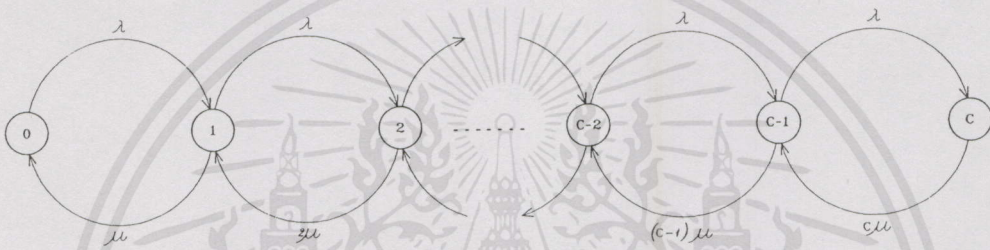


รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะการเข้าคิวตามโมเดลการจัดสรรช่องสัญญาณดาว

จากรูปจะพบว่าเทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณแบบดาวจะมีการบริการแบบที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียกเข้าครั้งใหม่และแฮนด์โอเวอร์เท่าเทียมกัน และจะรับบริการเฉพาะผู้เรียกเข้าครั้งใหม่และแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ของตนด้วยจำนวนช่องสัญญาณที่มีอยู่เท่านั้น กล่าวคือเมื่อไรก็ตามที่ช่องสัญญาณภายในเซลล์ไม่ว่า การเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์ครั้งนั้นๆ ก็จะถูกบล็อกไป

และในส่วนของการอธิบายในรูปแบบมาร์คอฟโมเดลนั้น จะมีการอธิบายในลักษณะ 2 มิติ ซึ่งก็จะมี ความหมายเหมือนกันกับโมเดลจำลองการทำงานที่กล่าวไว้ข้างต้น

พิจารณารูป 3.8 ลักษณะของคิวดังกล่าวนี้คือ จะมีจำนวนช่องสัญญาณสำหรับรับบริการ อยู่เท่ากับ c ช่อง ซึ่งจะคอยรอรับบริการทั้งการเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์ อย่างไรก็ตาม หากมีการเรียกเข้าครั้งใหม่ หรือการแฮนด์โอเวอร์ที่เข้ามาในเซลล์ ในขณะที่ช่องสัญญาณใน เซลล์เต็ม การเรียกเข้าครั้งใหม่หรือการแฮนด์โอเวอร์นั้นก็จะถูกบล็อกไป ซึ่งจากตรงนี้ทำให้ สามารถแบ่งช่วงของกระบวนการเกิดและการสิ้นสุด ได้เป็น 2 ช่วง คือ



รูปที่ 3.8 แสดงมาร์คอฟโมเดลของการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร

$$\lambda_k = \begin{cases} \lambda & k < c \\ 0 & k \geq c \end{cases} \quad (3.16)$$

$$\mu_k = k\mu \quad k = 1, 2, \dots, c \quad (3.17)$$

โดยที่

λ คือ จำนวนของผู้ที่เรียกเข้าครั้งใหม่ที่เข้ามาในระบบ

μ คือ ส่วนกลับของระยะเวลาการใช้ช่องสัญญาณของการเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์

c คือ จำนวนของช่องสัญญาณภายในเซลล์

จากสมการที่ (3.15) สามารถหา p_k ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา (3.18)
$$p_k = p_0 \prod_{i=0}^{k-1} \frac{\lambda}{(i+1)\mu}$$

หรือ

$$p_k = \begin{cases} p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{1}{k!} & k \leq c \\ 0 & k > c \end{cases} \quad (3.19)$$

จากเงื่อนไขขอบเขตของความน่าจะเป็น $\sum_{i=0}^c p_k = 1$ เราสามารถหาค่าของ p_0 ได้ดังนี้

$$p_0 = \left[\sum_{k=0}^c \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{1}{k!} \right]^{-1} \quad (3.20)$$

จากสมการ (3.19) เราสามารถหาค่าความน่าจะเป็นในการเกิดการบล็อก เมื่อจำนวนช่องสัญญาณทั้ง c ช่องไม่ว่าง ได้จากสมการเออแลงค์ B ได้ดังนี้

$$p_n = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n / n!}{\sum_{i=0}^c \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^i / i!} \quad (0 \leq n \leq c) \quad (3.21)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น "ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

3.3 การวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองและสมการเมื่อปริมาณกราฟฟิกเป็นแบบสม้าเสมอ

ในการวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองนี้จะมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

3.3.1 มีชั้นของเซลล์ที่เกิดการอินเตอร์เฟอรัล 2 ชั้น ($D = \sqrt{21}R, K = 7$) คำนวณตามสมการ (3.2)

3.3.2 $M = 1,000$ ช่องสัญญาณ (หรือ 100 ช่องสัญญาณต่อเซลล์)

3.3.3 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการเรียกเท่ากับ 2 นาที

3.3.4 ความเร็วของดาวเทียมจะอ้างอิงจากระบบอริเดียมเท่ากับ 26,600 กิโลเมตร/ชั่วโมง

3.3.5 ค่าโมบายลิตี้ (α) จะแปรตามรัศมีของเซลล์ (R) โดยจะแบ่งการเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ของเครื่องลูกข่ายออกเป็น 2 กรณี คือ ระยะเวลา $|z| \leq \frac{R}{2}$ และ ระยะเวลา $R \geq |z| > \frac{R}{2}$ กล่าวคือ

3.3.5.1 ระยะเวลา $|z| \leq \frac{R}{2}$ กรณีที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ เมื่อขนาดของรัศมีของเซลล์ที่สองมีค่าเป็น $\frac{3}{4}$ เท่าของเซลล์แรก

3.3.5.2 ระยะเวลา $R \geq |z| > \frac{R}{2}$ กรณีที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อขนาดของรัศมีของเซลล์ที่สองมีค่าเป็น $\frac{3}{4}$ เท่าของเซลล์แรก

3.3.6 ค่าโมบายลิตี้ (α) ที่ใช้ในแบบจำลอง ที่จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลการคำนวณตามสมการเออแลงก์ B นั้น จะใช้โมบายลิตี้ที่มีค่าเข้าสู่อนินิตี้ ($\alpha \rightarrow \infty$) ซึ่งเมื่อค่า ($\alpha \rightarrow \infty$) ซึ่งสามารถใช้เป็นกรณีของดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้าได้

การทดสอบโดยการจำลอง (Simulation) เป็นการจำลองการทำงานของระบบจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซี ที่เวลาทั้งหมด 20,000 วินาที การจำลองดังกล่าวอยู่บนพื้นฐานของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในระบบ (Event-Based Simulation) อธิบายในลักษณะอัลกอริทึม ในหัวข้อต่อไป

3.4 อัลกอริทึมของโปรแกรมจำลองการทำงานการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร

3.4.1 กำหนดระยะเวลาในการทำงานของโปรแกรม และสร้างตัวแปรเก็บค่าต่างๆ ที่เกิดขึ้น ดังนี้

3.4.1.1 ตัวแปรแบบโครงสร้าง (Structure)

1 ค่าของเครื่องลูกข่ายประกอบด้วย ลำดับของการเข้ามาของเครื่องลูกข่าย (User), ระยะเวลาเข้าบริการ (t_1), ระยะเวลาออกจากช่องสัญญาณ (t_2), ระยะเวลาการรอสูงสุด (waittime), ชนิดของการเข้ามาว่าจะเป็นแชนด์โอเวอร์หรือการเรียกเข้าครั้งใหม่ (type), เครื่องหมายที่ชี้ไปยังเครื่องลูกข่ายตัวต่อไป (next)

2 ช่องสัญญาณประกอบด้วยลำดับของการเข้ามาของเครื่องลูกข่าย (User), ระยะเวลาการออกจากช่องสัญญาณ (t_2)

3.4.1.2 ตัวแปรเก็บค่าที่อินพุตเข้าไปในระบบ

- 1 ระยะเวลาในการจำลองการทำงาน (end_time)
- 2 ระยะเวลาการรอสูงสุดการรอสูงสุดในคิว (waittime)
- 3 ระยะเวลาเฉลี่ยในการเข้ามาบริการของเครื่องลูกข่าย (Inter arrival, T_a)
4. ระยะเวลาเฉลี่ยในการบริการ (mean service time, T_s)

3.4.2 ตรวจสอบระยะเวลา (time) ซึ่งเป็นเวลาที่ระบบดำเนินการอยู่ขณะนั้น ว่ามากกว่าระยะเวลาการทำงานของโปรแกรมหรือไม่ (end_time)

3.4.3 ทำการคำนวณเวลาเริ่มต้น (t_1) และเวลาสิ้นสุด (t_2) ของเครื่องลูกข่าย

3.4.4 ทำการสร้างโครงสร้างและลักษณะของเครื่องลูกข่ายที่จะเข้ามาในระบบ และมีการระบุว่าเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนที่เข้ามา เป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่หรือเป็นการแชนด์โอเวอร์

3.4.5 ตรวจสอบช่องสัญญาณภายในเซลล์

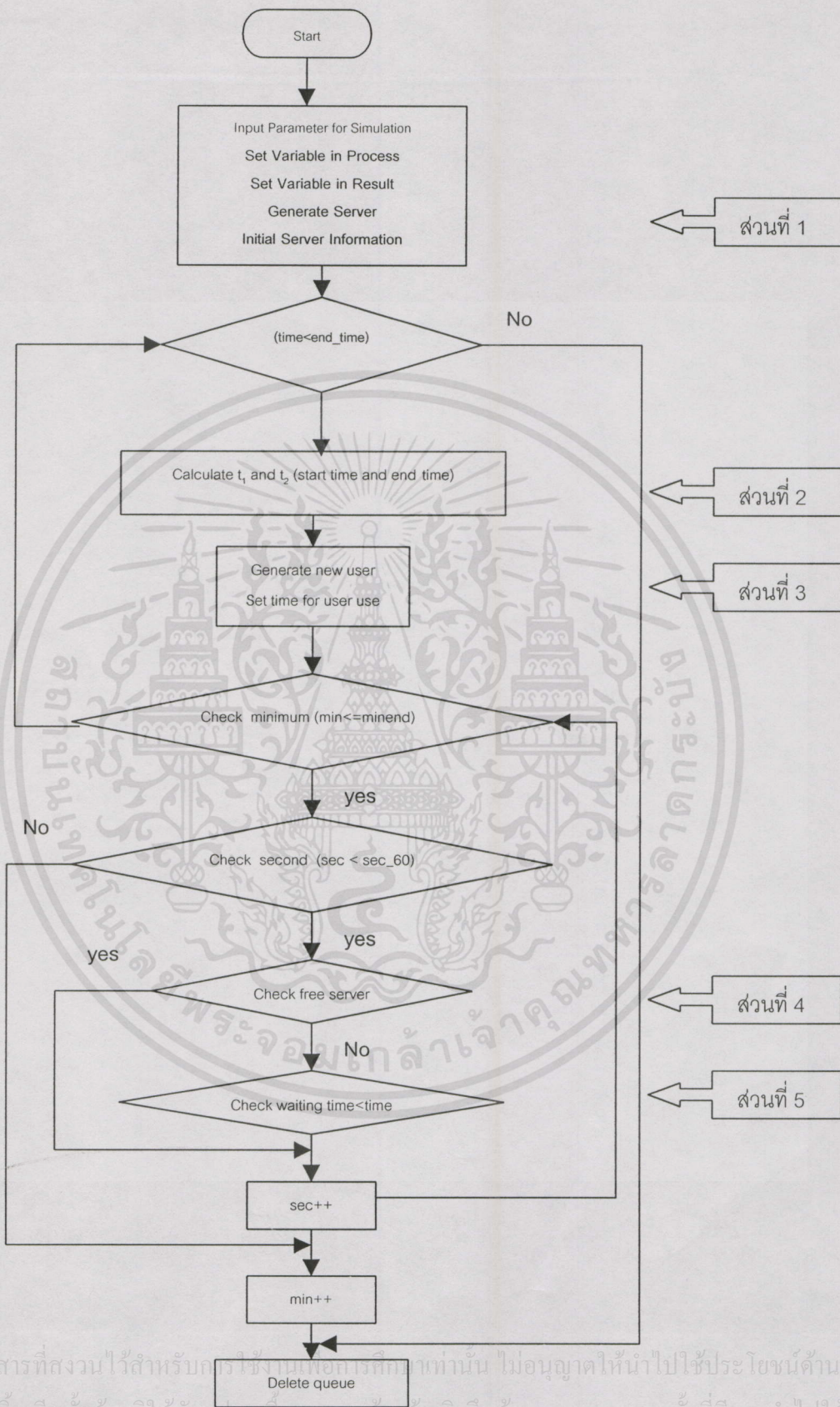
1 ถ้าช่องสัญญาณว่างเครื่องลูกข่ายตัวที่ระบุว่าเป็นตัวแรก (headqueue) จะเข้าใช้บริการในช่องสัญญาณและจะอยู่ในช่องสัญญาณจนกระทั่งถึงเวลาสิ้นสุดการบริการ t_2

2 ถ้าช่องสัญญาณเต็มเครื่องลูกข่ายตัวที่ระบุว่าเป็นตัวถัดมา ก็จะถูกบล็อกลอกออกไป

3.4.6 เมื่อระยะเวลา (time) ซึ่งเป็นเวลาที่ระบบดำเนินการอยู่ขณะนั้น น้อยกว่าระยะเวลาการทำงานของโปรแกรม (end_time) ก็จะทำกรหยุดสร้างเครื่องลูกข่าย (User) โดยการลบการจองหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลออก (Delete queue)

3.4.7 เข้าสู่ส่วนแสดงผล (Display)

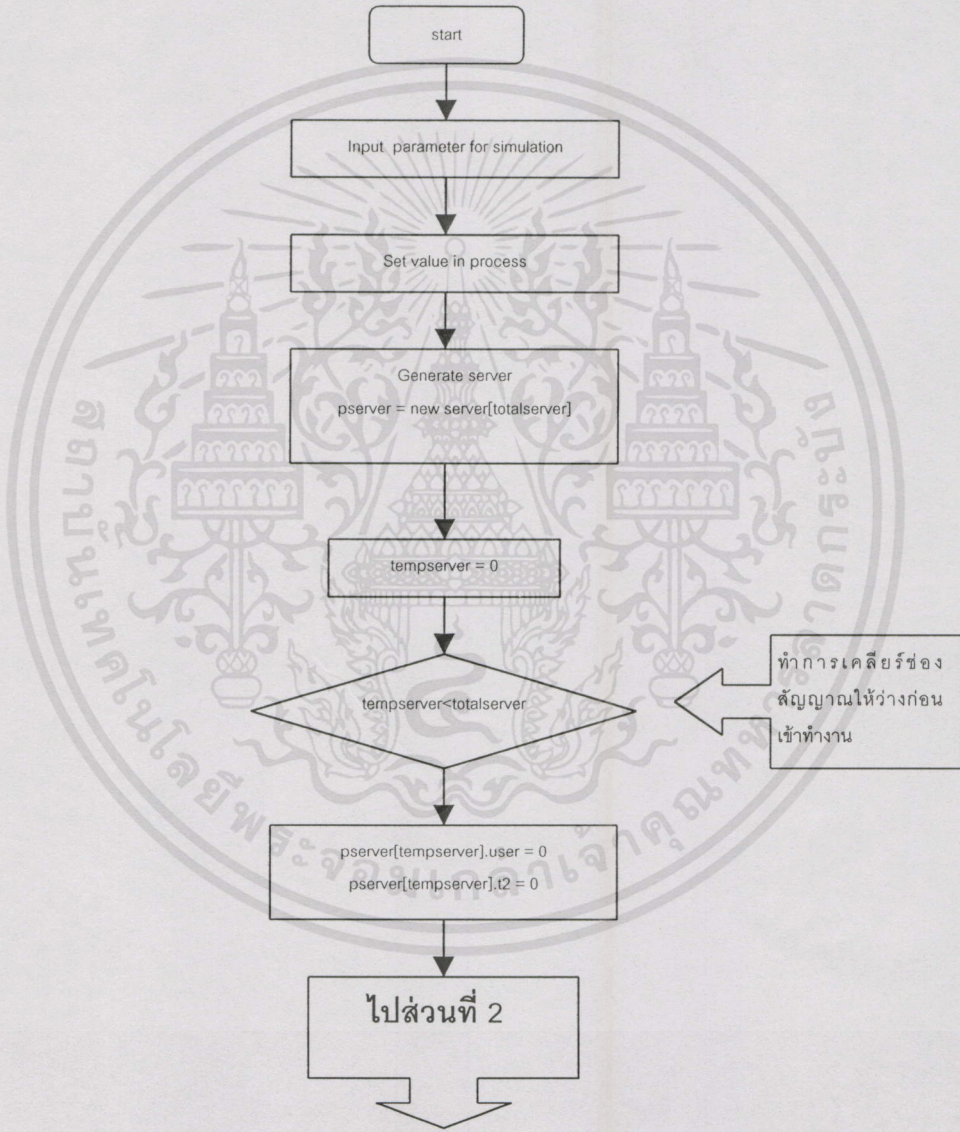
อัลกอริทึมดังกล่าว สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของแผนภูมิโปรแกรม (Flow Chart) พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดในแต่ละส่วนดังแสดงในรูป 3.9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

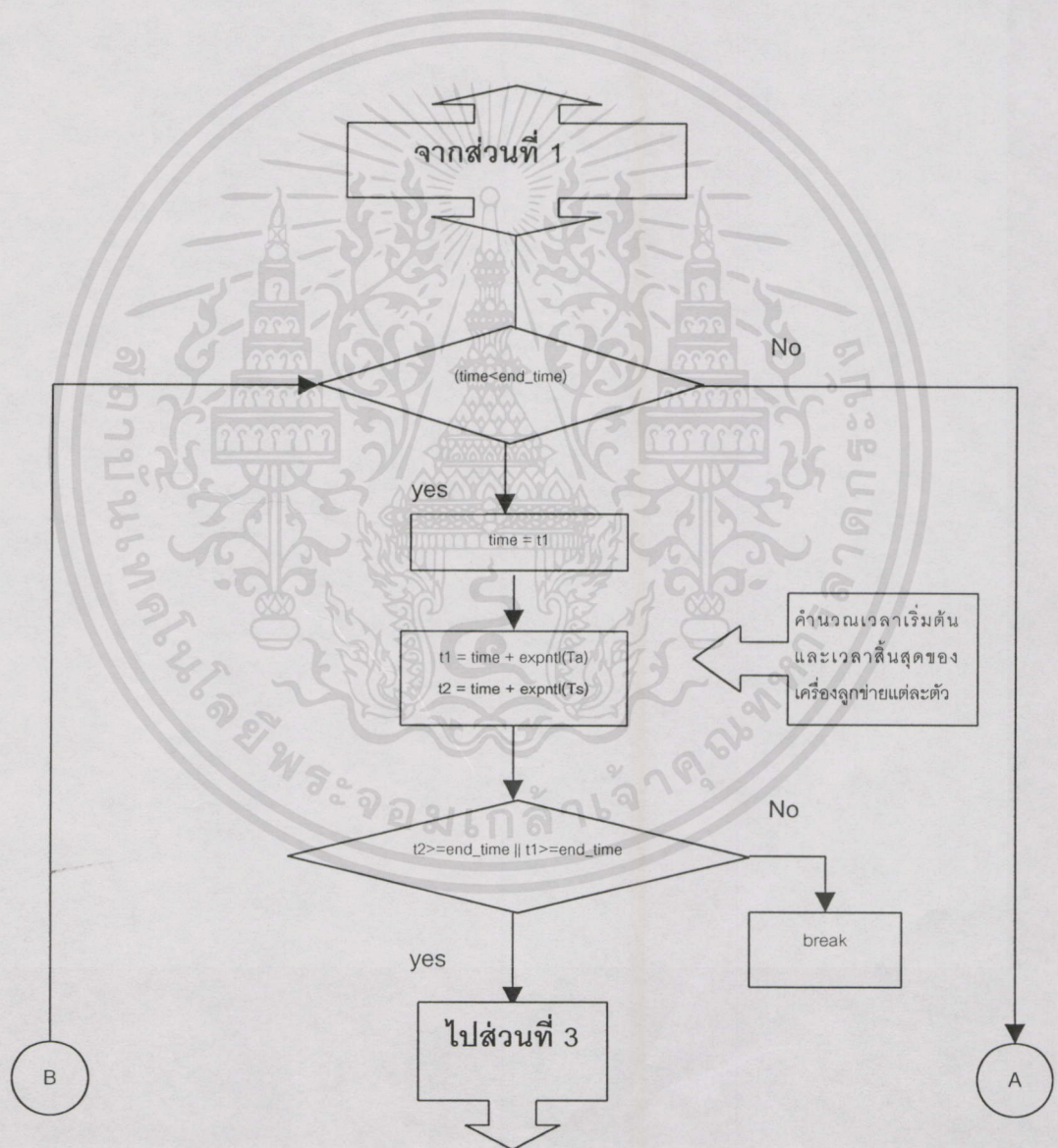
รูปที่ 3.9 แสดงแผนภูมิโปรแกรมของการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร

ส่วนที่ 1 ทำการป้อนค่าพารามิเตอร์ให้โปรแกรม, ตั้งค่าต่างๆ ทั้งตัวแปรเริ่มต้นและตัวแปรที่ใช้เก็บผลคำตอบ, สร้างโครงสร้างของช่องสัญญาณ โดยให้ประกอบด้วย ลำดับของเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาใช้บริการ, ระยะเวลาสิ้นสุด (t_2) การใช้ช่องสัญญาณของเครื่องลูกข่าย (User) และทำการเคลียร์ช่องสัญญาณให้ว่างก่อนเข้าทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือทั้งห้าเป็นลิขสิทธิ์ของสงวนและสงวนอ้างถึงในเอกสารนี้
 รูปที่ 3.10 แสดงแผนภูมิโปรแกรมย่อยของส่วนกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับโปรแกรม

ส่วนที่ 2 คำนวณเวลาเริ่มต้น (t_1) และเวลาสิ้นสุด (t_2) การใช้ช่องของเครื่องลูกข่าย โดยที่ T_a คือ ระยะเวลาเฉลี่ยในการเข้ามาของเครื่องลูกข่าย (Inter arrival time) T_s คือ ระยะเวลาการบริการของช่องสัญญาณ (Service time) time คือ เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบว่าระยะเวลาระหว่างที่โปรแกรมทำการวนอยู่ในลูป While ($time < end_time$) นั้นเกินค่าเวลาที่กำหนดให้ใช้ในการจำลองการทำงาน (Simulation) หรือไม่

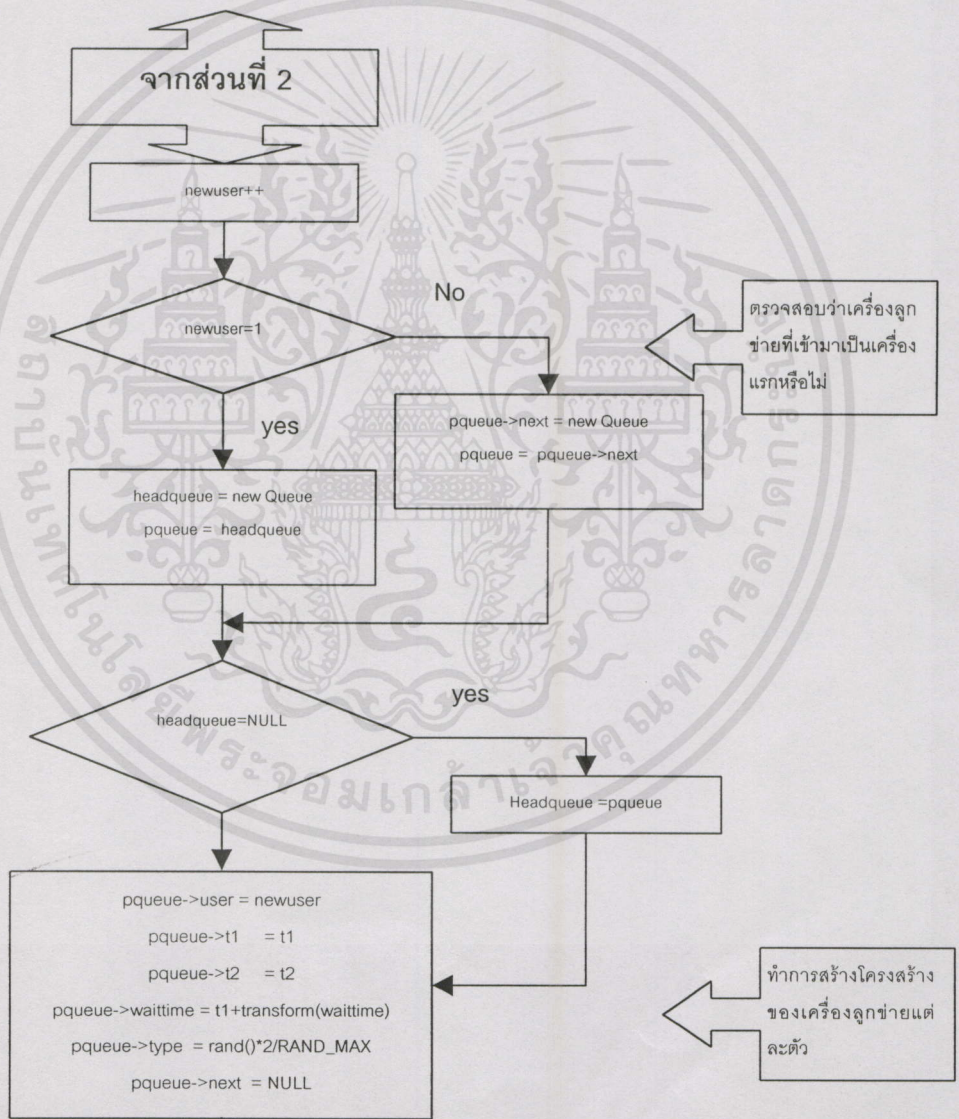


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

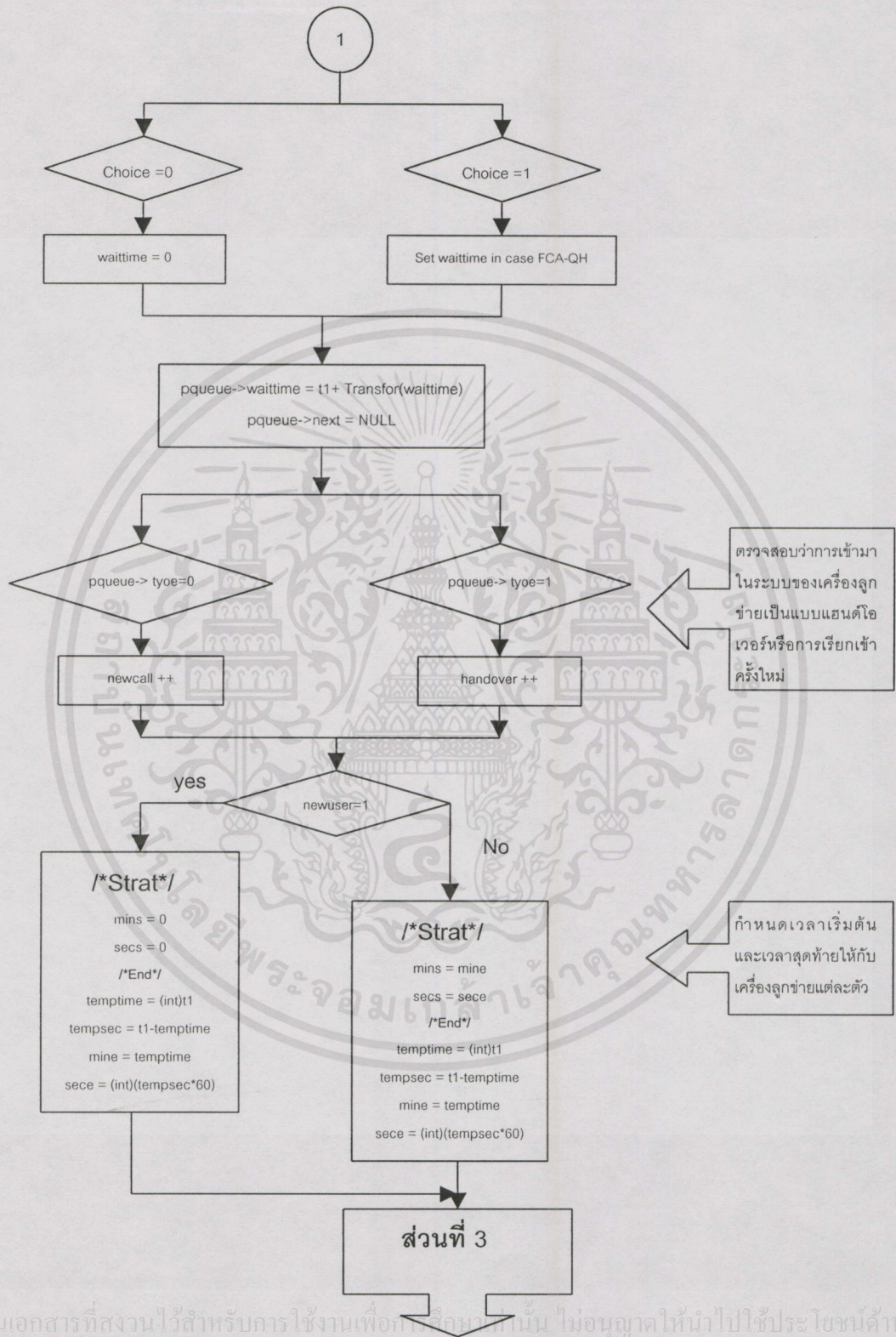
รูปที่ 3.11 แสดงแผนภูมิโปรแกรมย่อยของส่วนคำนวณเวลา t_1 และ t_2

ส่วนที่ 3 ทำการสร้างโครงสร้างและลักษณะของเครื่องลูกข่ายที่จะเข้ามาในระบบโดยจะกำหนดให้ใช้ตัวแปรแบบโครงสร้างประกอบด้วย

- 1 ส่วนของหมายเลขลำดับเครื่องลูกข่าย (pqueue->user)
- 2 ส่วนของเวลาเริ่มต้น (pqueue->t1)
- 4 ระยะเวลาการรอสูงสุด (pqueue->waitime)
- 5 ส่วนของชนิดของเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาว่าเป็นเรียกเข้ามาครั้งใหม่หรือการแฮนด์โอเวอร์
- 6 ส่วนที่จะทำการชี้ไปยังเครื่องลูกข่ายตัวถัดไป (pqueue->next) และตั้งค่าเวลาสำหรับเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาแต่ละตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

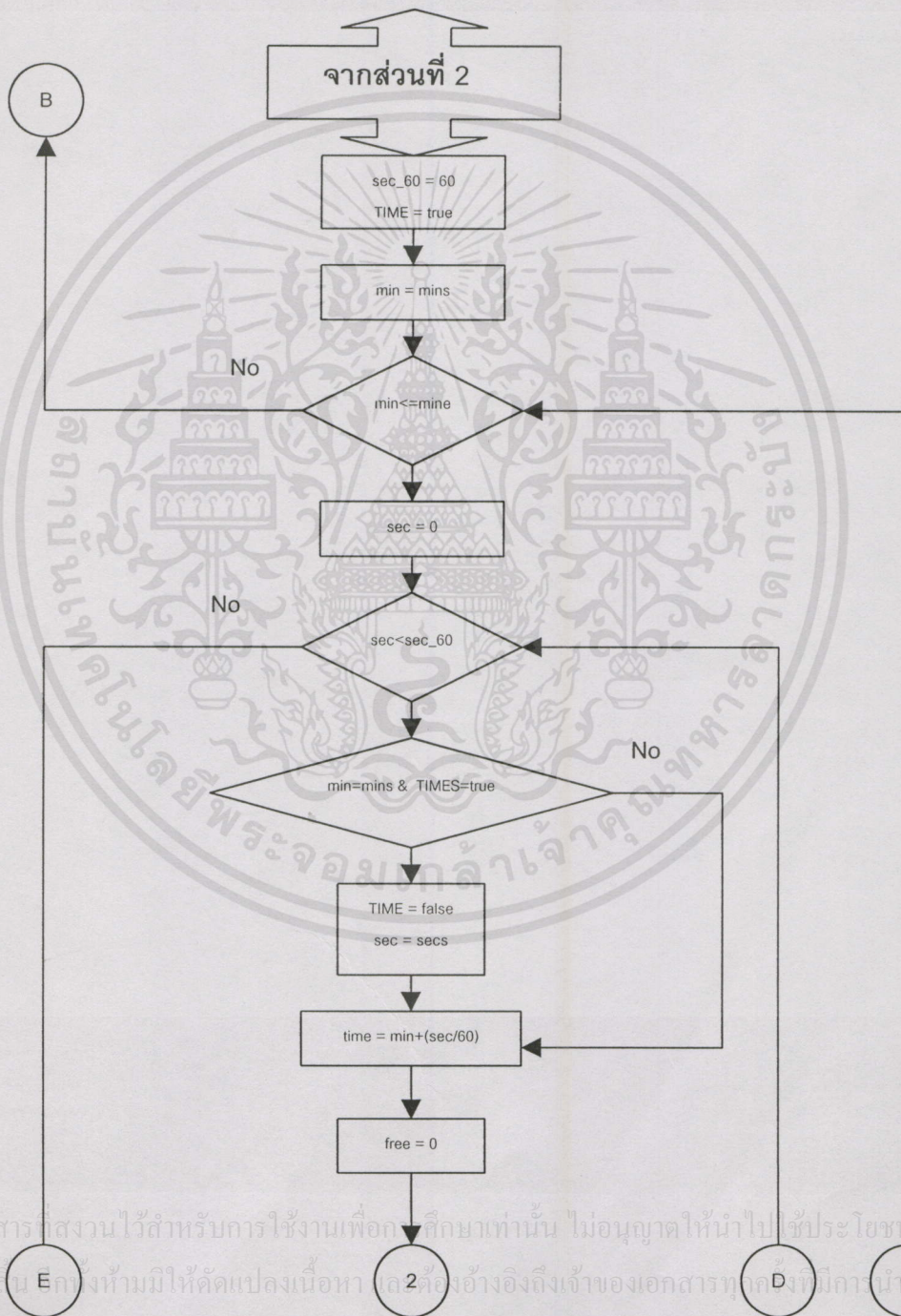


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า. ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้แจ้งแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

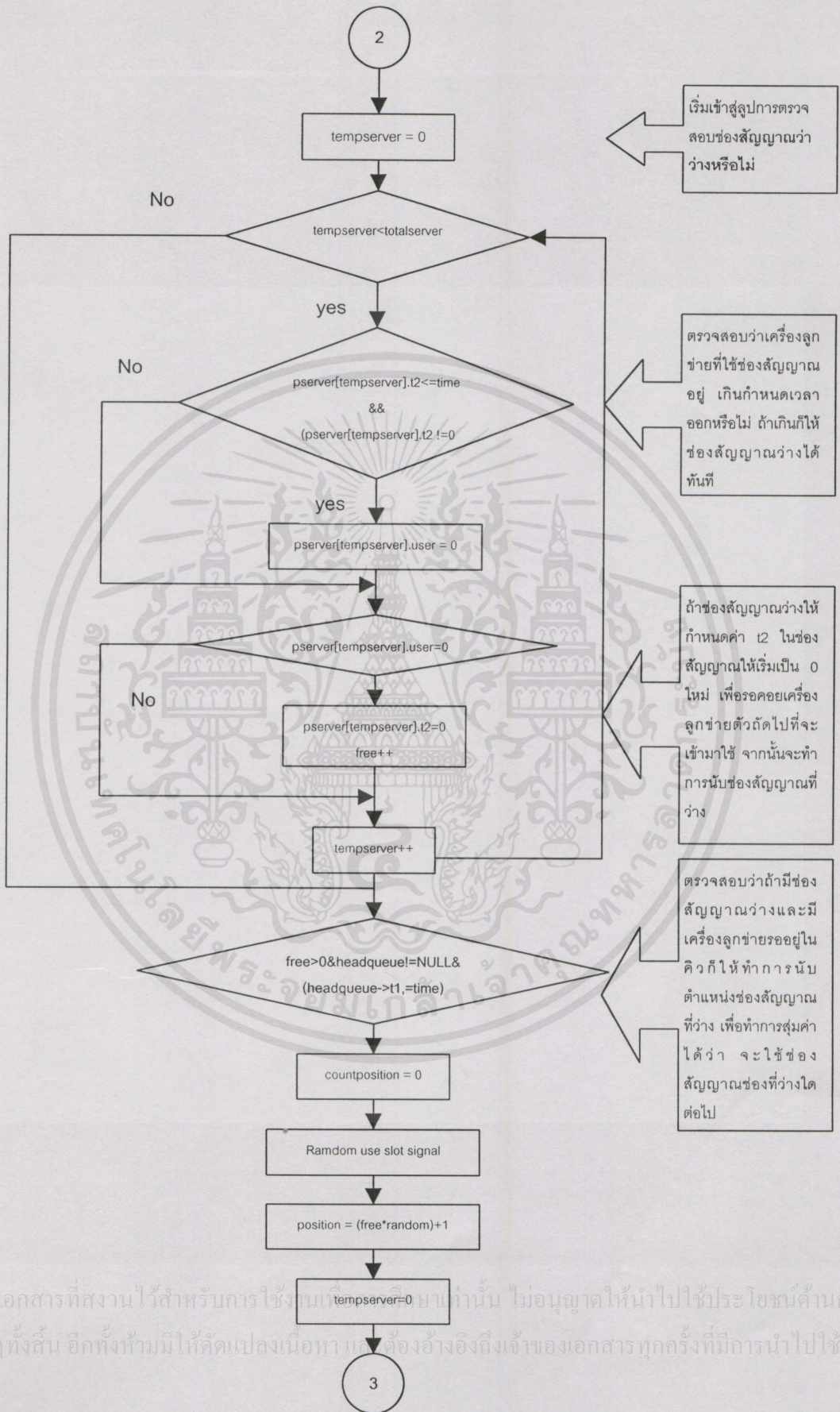
รูปที่ 3.12 แสดงแผนภูมิโปรแกรมย่อยของส่วนสร้างเครื่องลูกข่ายเข้ามาในระบบ

ส่วนที่ 4 ทำการตรวจสอบช่องสัญญาณว่างหรือไม่ โดยกระทำการตรวจทุกวินาที

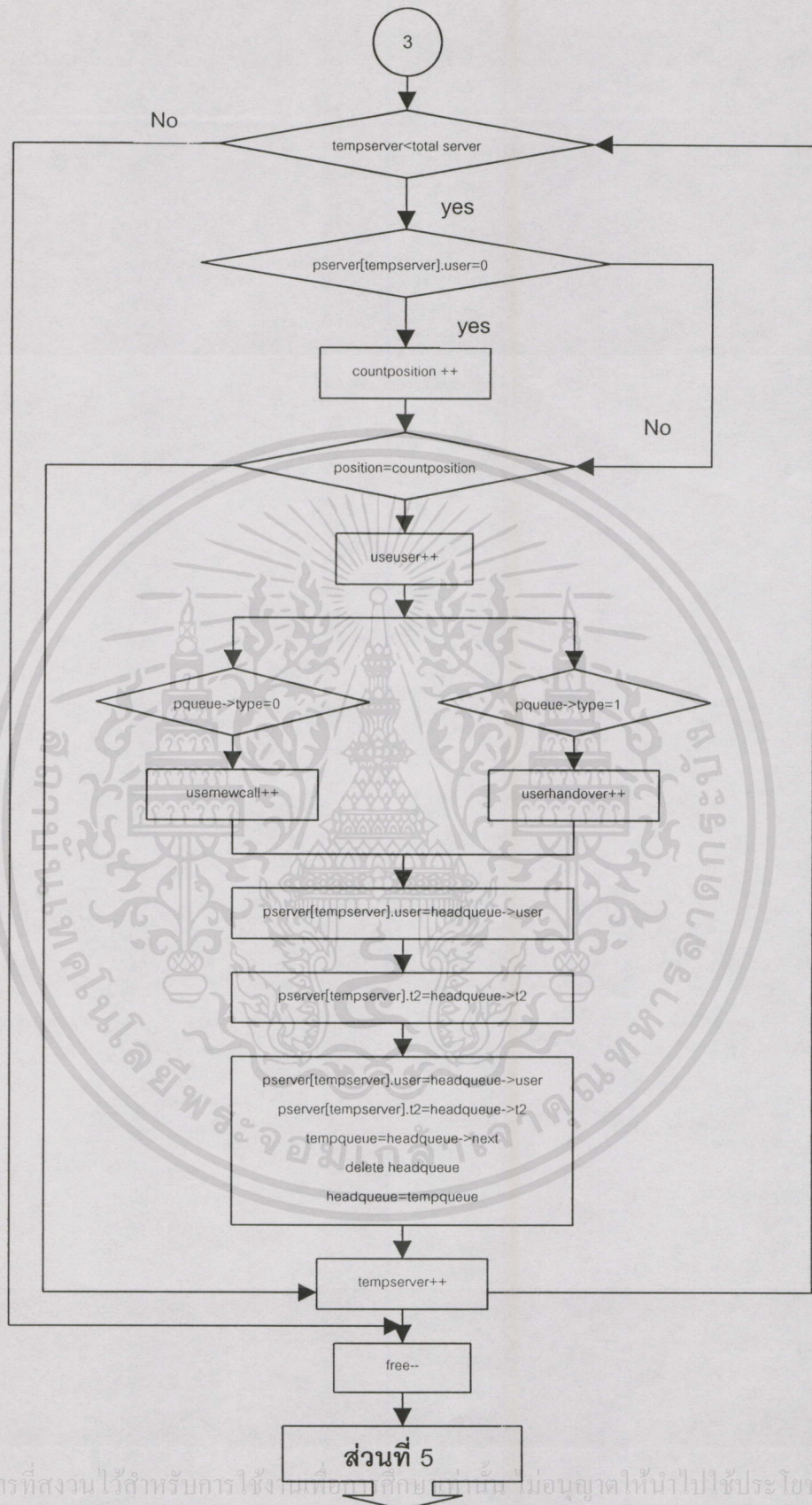
- 1 ถ้าช่องสัญญาณว่าง เครื่องลูกข่ายตัวที่ถูกระบุว่าเป็นตัวแรก (headqueue) จะเข้าใช้บริการในช่องสัญญาณ และจะอยู่ในช่องสัญญาณ จนกระทั่งถึงเวลา t_2
- 2 ถ้าช่องสัญญาณเต็ม เครื่องลูกข่ายตัวถัดมา ก็จะเข้าสู่อการตรวจสอบระยะเวลาการรอสูงสุดในตัวคิว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น E กิ่งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 2 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีโอกาส C

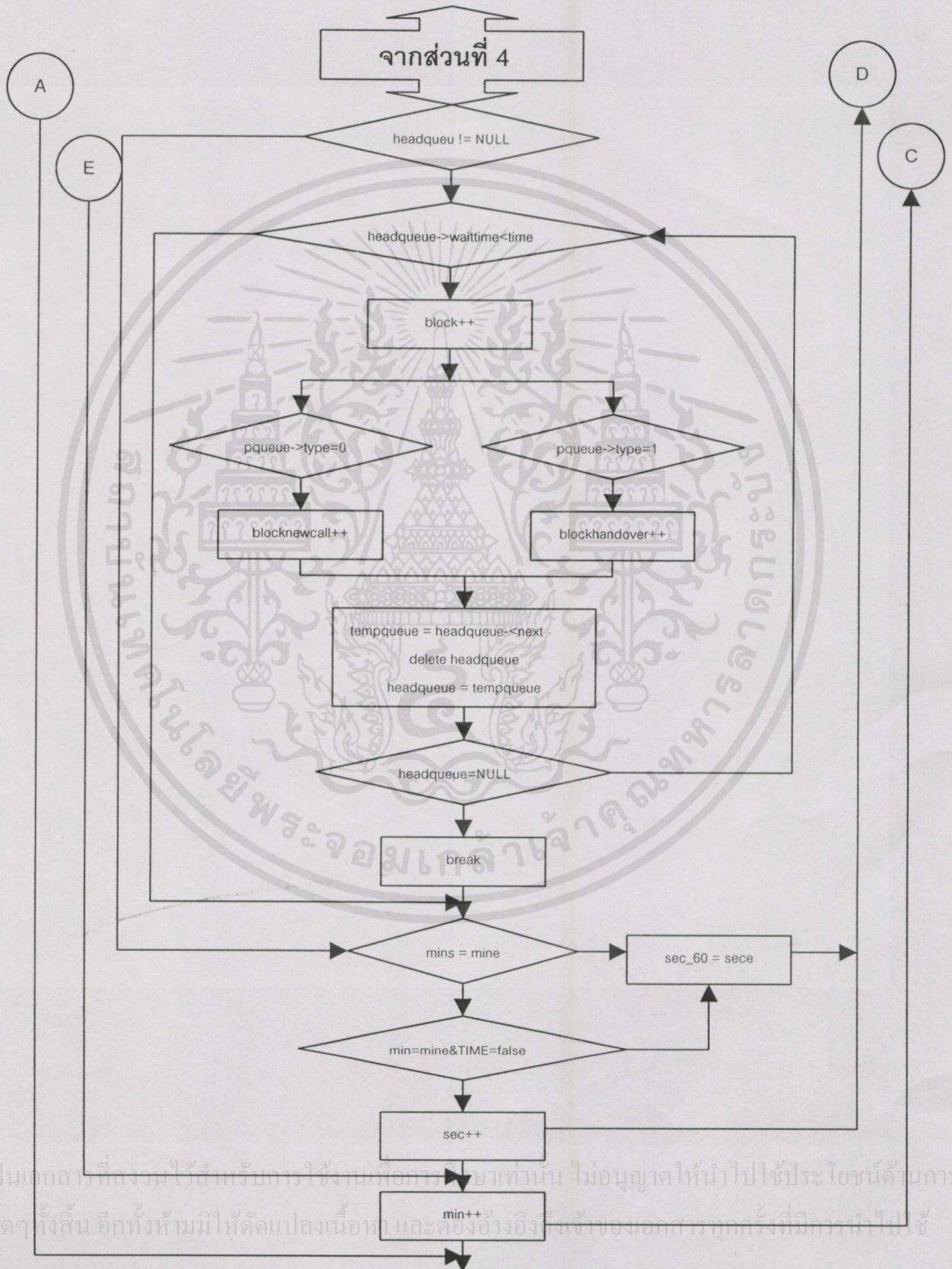


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่มหาวิทยาลัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะวิธีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

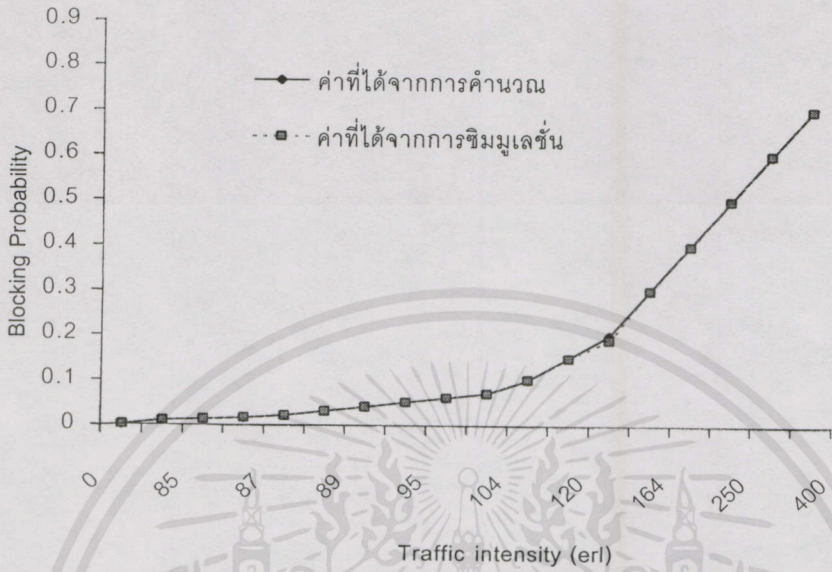
ส่วนที่ 5 ระยะเวลาการรอสูงสุดในคิวโดยในกรณีของการจัดสรรของสัญญาณดาวจะให้ทั้งการเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์มีค่าระยะเวลาการรอเป็น 0 แต่ในการจัดสรรของสัญญาณดาวแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์นั้นจะให้เรียกเข้าครั้งใหม่มีระยะเวลาการรอเป็น 0 และการแฮนด์โอเวอร์มีค่าระยะเวลาการรอเป็น 15 วินาที



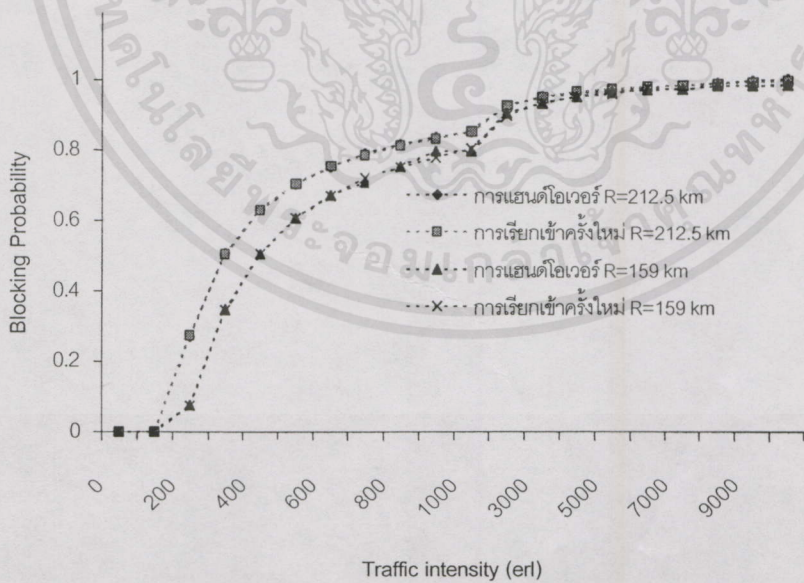
รูปที่ 3.12 แสดงแผนภูมิโปรแกรมย่อยตรวจสอบช่องสัญญาณและระยะเวลาการรอสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงที่เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ผลการทดลอง



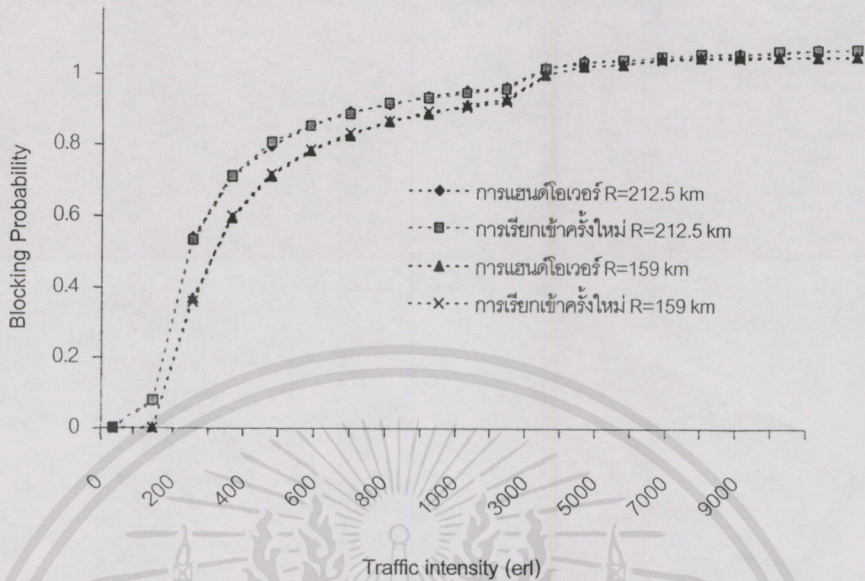
รูปที่ 3.14 กราฟแสดงการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกเมื่อใช้สมการเออแลงค์ B เทียบกับผลของการจำลองการทำงานจากโปรแกรม



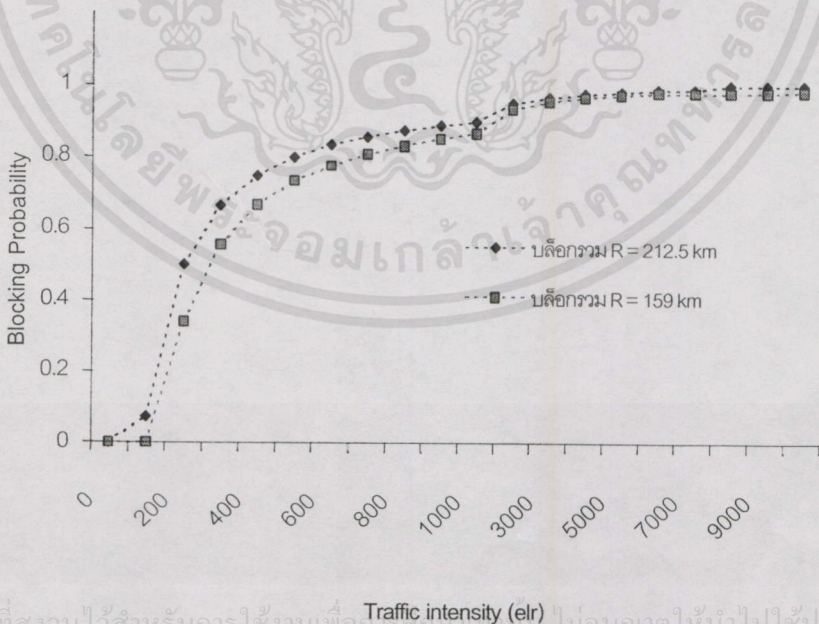
รูปที่ 3.15 กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่ เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทางสํานักงานฯ ไม่คิดแบงเบงเนื้อหา และต้องอ้างองถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

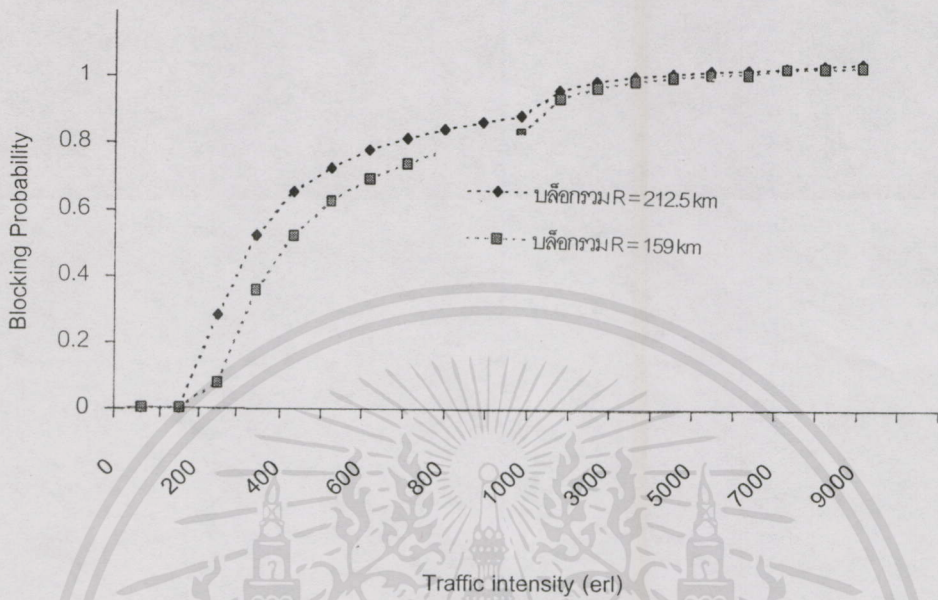


รูปที่ 3.16 กราฟแสดง ค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นของบล็อกรวม เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร



รูปที่ 3.18 กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นของบล็อกกรวม เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามา บริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 สรุป

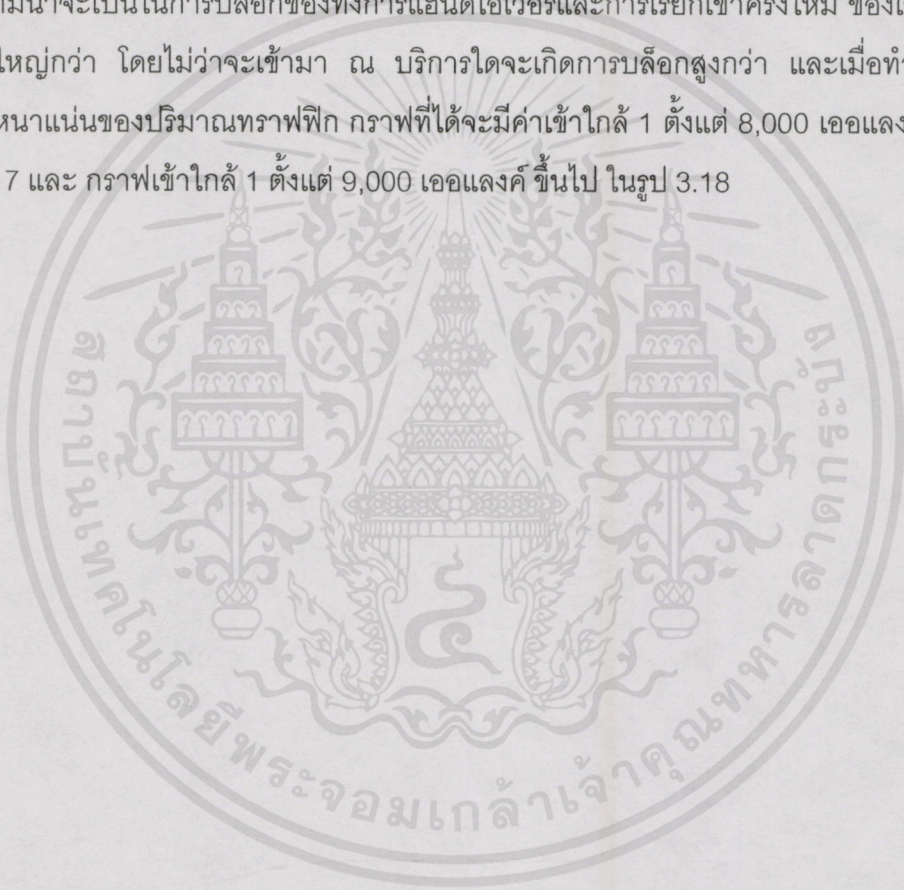
ในกรณีนี้จะทำการแสดงผลการทดลองเมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวรซึ่งทำการเปรียบเทียบในกรณีที่เครื่องลูกข่ายเข้ามาในเซลล์รัศมีขนาดต่างกัน 2 ขนาด คือ 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร โดยให้เครื่องลูกข่ายเข้ามา ณ ตำแหน่งต่างๆ กันของเซลล์ คือ ที่ $z = 0, z = \frac{5}{8}$ ทั้งนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นในการเกิดการบล็อก เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาในเซลล์ที่มีขนาดแตกต่างกัน และเข้ามา ณ ตำแหน่งที่แตกต่างกัน

จากรูปที่ 3.14 เป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างผลที่ได้จากการจำลองการทำงานกับผลการคำนวณตามสมการเออแลงค์ B โดยค่าโมบายลิตี้ (α) ที่ใช้ในแบบจำลอง ที่จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลการคำนวณตามสมการเออแลงค์ B นั้น จะใช้โมบายลิตี้ที่มีค่าเข้าสู่อนินิตี้ ($\alpha \rightarrow \infty$) ซึ่งเมื่อค่า ($\alpha \rightarrow \infty$) ซึ่งสามารถใช้เป็นกรณีของดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้าได้ และช่องสัญญาณที่ใช้ในเซลล์แต่ละเซลล์นั้นเท่ากับ 100 ช่องสัญญาณต่อเซลล์ จากผลที่ออกมาจะพบว่ากราฟให้ผลเกือบเป็นเส้นเดียวกันนั้นหมายถึง โมเดลโมบายลิตี้และโปรแกรมการทำงานให้ผลค่อนข้างแม่นยำ และนอกจากนี้เมื่อเพิ่มค่า ความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิก (Traffic intensity) ให้มากขึ้นจะพบว่า กราฟจะลู่เข้าสู่ค่าความน่าจะเป็นของอัตราการเกิดการบล็อก (Blocking Probability) ที่เข้าใกล้ 1 ในช่วง 9,000 ถึง 10,000 เออแลงค์

จากรูปที่ 3.15 และ 3.16 ได้ทำการเปรียบเทียบการเข้ามาของเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ ในรูปที่ 3.15 และ $z = \frac{5}{8}$ ในรูปที่ 3.16 เมื่อเซลล์รัศมี 212.5 และ 159 กิโลเมตร จากผลการทดลองจะพบว่าอัตราของการเกิดการบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ จะมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากเทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรนี้จะมีลักษณะการให้บริการกับเครื่องลูกข่ายที่เป็นการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เท่าๆ กัน ดังนั้นโอกาสในการเกิดการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ที่เกิดขึ้นนี้จึงมีค่าใกล้เคียงกัน และผลที่ได้จากการเปรียบเทียบกรณีที่มีขนาดของรัศมีเซลล์แตกต่างกัน โดยจะให้หลักความจริงที่ว่า เมื่อขนาดรัศมีของเซลล์เพิ่มขึ้นนั้นย่อมหมายถึง ความสูงของดาวเทียมเพิ่มสูงขึ้น (ค่าโมบายลิตี้เข้าสู่อนินิตี้) ความเร็วของดาวเทียมย่อมลดลง และจากผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 3.15 และ 3.16 จะพบว่าค่าความน่าจะเป็นในการบล็อกของทั้งการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ ของเซลล์ที่มีขนาดรัศมีที่ใหญ่กว่า โดยไม่ว่าจะเข้ามา ณ บริการใดจะเกิดการบล็อกสูงกว่า และเมื่อทำการเพิ่มค่าความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิก กราฟที่ได้จะมีค่าเข้าใกล้ 1 ตั้งแต่ 8,000 เออแลงค์ ขึ้นไป ในรูป 3.15 และเข้าใกล้ 1 ตั้งแต่ 9,000 เออแลงค์ ขึ้นไป แต่ที่ค่าความน่าจะเป็นของอัตราการเกิดการบล็อกนั้นไม่เท่ากับ 1 ก็เนื่องมาจากว่า อย่างน้อยผู้ใช้บริการ 100 จะ

ได้รับบริการดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ค่าความน่าจะเป็นของอัตราการเกิดการบล็อกจะมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึงไม่มีผู้ได้รับบริการหรือเกิดการบล็อกทั้งหมดนั่นเอง

รูปที่ 3.17 และ 3.18 แสดงค่าความน่าจะเป็นของบล็อกรวม เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามา ณ บริเวณ $z = 0$ (ในรูปที่ 3.17) และเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามา ณ บริเวณ $z = \frac{5}{8}$ (ในรูปที่ 3.18) เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 และ 159 กิโลเมตร ผลการทดลองที่ได้ให้ผลดังนี้คือ เมื่อขนาดของเซลล์เพิ่มขึ้นนั้นย่อมหมายถึง ความสูงของดาวเทียมเพิ่มสูงขึ้น (ค่าโมบายลิตี้อาศัยสู่อินฟินิตี้) ความเร็วของดาวเทียมย่อมลดลง และจากผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 3.17 และ 3.18 จะพบว่า ค่าความน่าจะเป็นในการบล็อกของทั้งการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ ของเซลล์ที่มีรัศมีขนาดใหญ่กว่า โดยไม่ว่าจะเข้ามา ณ บริเวณใดจะเกิดการบล็อกสูงกว่า และเมื่อทำการเพิ่มค่าความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิก กราฟที่ได้จะมีค่าเข้าใกล้ 1 ตั้งแต่ 8,000 เออแลงค์ ขึ้นไป ในรูป 3.17 และ กราฟเข้าใกล้ 1 ตั้งแต่ 9,000 เออแลงค์ ขึ้นไป ในรูป 3.18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การวิเคราะห์การจัดช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการรอการ แฮนด์โอเวอร์ในดาวเทียมวงโคจรต่ำเมื่อปริมาณทราฟฟิก เป็นแบบสม่ำเสมอ

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้เป็นการวิเคราะห์และศึกษารูปแบบของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอการ
คิวการแฮนด์โอเวอร์ (Fixed Channel Allocation with Handover Queuing, FCA-QH) [11] โดย
การสร้างแบบจำลอง (Simulation Model) ที่สามารถจำลองการทำงานในส่วนของ การจัดสรรช่อง
สัญญาณในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำและเปรียบเทียบผลที่ได้นี้ ด้วยการคำนวณตามสมการ
คณิตศาสตร์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในบทที่ 3

จากนี้เราจะทำการสมมุติให้เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้าใกล้เซลล์ x และกำลังเคลื่อนที่ไปยัง
เซลล์ข้างเคียงถัดไป นั่นคือเซลล์ y จากตรงนี้เครื่องลูกข่ายจะทำการส่งสัญญาณการร้องขอการ
แฮนด์โอเวอร์ก็ต่อเมื่อ ระดับความแรงของสัญญาณที่เครื่องลูกข่ายได้รับจากเซลล์ x มีค่าต่ำลงจน
ถึงจุดเทรช โฮลด์ ขณะที่ระดับความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากเซลล์ y มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ จาก
เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ทำให้เราสามารถพิจารณาได้ว่าเครื่องลูกข่ายกำลังเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณพื้นที่
ที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ (Overlap area) ระหว่างเซลล์ x และเซลล์ y ส่วนภายในเซลล์ y นั้น
จะต้องมีการจัดเตรียมช่องสัญญาณให้กับเครื่องลูกข่ายที่กำลังจะเคลื่อนที่เข้ามา เพื่อที่ว่าเครื่อง
ลูกข่ายจะสามารถดำเนินการสื่อสารได้อย่างต่อเนื่อง และจากการที่เครื่องลูกข่ายทำการข้าม
บริเวณพื้นที่ที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์นั้น จะใช้เวลาสูงสุดเท่ากับระยะเวลาการรอสูงสุดเฉลี่ย
 t_{wmax} ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 นั่นก็คือ ระยะเวลาการรอสูงสุดเฉลี่ยที่เครื่องลูกข่ายจะสามารถรอ
รับบริการขณะที่ยังไม่มีช่องสัญญาณว่างจะมีค่าเท่ากับ t_{wmax} ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า トラバ
ที่เซลล์ y (หรือเซลล์ข้างเคียงถัดไปใดๆ ที่เครื่องลูกข่ายกำลังเคลื่อนที่เข้ามาใช้บริการ) ยังไม่
สามารถที่จะหาช่องสัญญาณที่ว่างเพื่อมาบริการเครื่องลูกข่ายได้ในทันที ระยะเวลาการรอสูงสุดที่
เครื่องลูกข่ายยังสามารถทำการร้องขอการแฮนด์โอเวอร์ต่อเนื่องได้นั้นจะมีค่าเท่ากับ t_{wmax} นั่นเอง
ซึ่งเราสามารถคำนวณระยะเวลาการรอสูงสุดนี้ได้จากสมการ (2.58) และในส่วนของวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้นั้นได้อ้างอิงข้อมูลบางส่วนจากระบบอริเดียม ดังนั้นค่า (z) และ t_{wmax} ที่จะใช้ในระบบที่
ทำการจำลองขึ้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นั้นคือ

$$E[\psi(z)] = 52km$$

$$E[t_{wmax}] = 7s$$

จากนั้นจะได้นำผลที่ได้นี้จากค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับกรณีที่ให้ค่า (z) และ t_{wmax} เป็นค่าอื่นๆที่ได้สมมุติขึ้นต่อไป

สำหรับรูปแบบของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์นั้น มีลักษณะระบบคิวแบบ M/M/C/K/M [10] โดยที่ M คือ กระบวนการเรียกเข้ามีการกระจายแบบปัวซอง ,/M คือ เวลาการบริการที่มีการกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล ,/C คือ จำนวนช่องสัญญาณต่อเซลล์ ,/K คือ จำนวนผู้ใช้บริการที่อยู่ในคิวของระบบและ /M คือ ขนาดของที่สำหรับพักข้อมูลระหว่างการรอรับบริการ โดยมีการนำโมเดลของมาร์คอฟ มาอธิบายการเปลี่ยนสถานะของระบบ ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

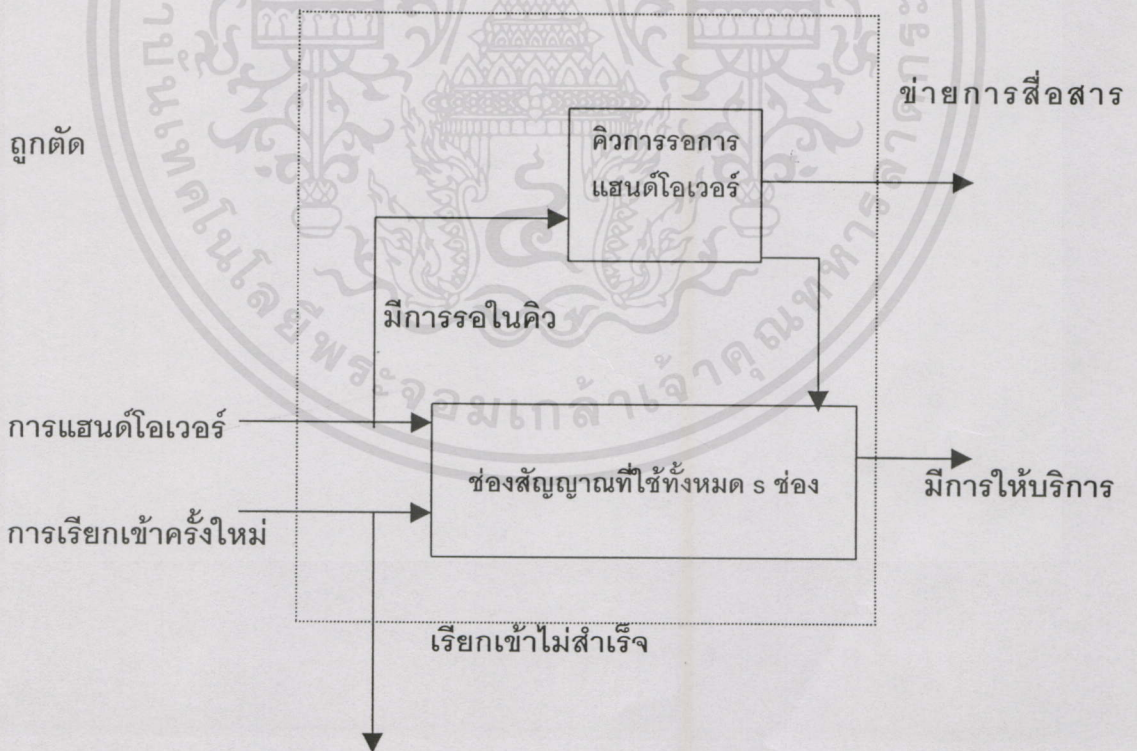


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์

4.2.1 โมเดลและเงื่อนไขการวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์เมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ

สำหรับเทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์นั้น จะมีลักษณะการให้บริการดังนี้คือ ในกรณีที่ช่องสัญญาณในเซลล์ที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้าไปนั้นว่าง นั่นคือไม่ว่าเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาในเซลล์นั้นจะเป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่ (New call arrival) หรือเป็นการแฮนด์โอเวอร์เข้ามา ทั้งคู่นี้จะได้รับการบริการทันทีแต่ในอีกกรณีก็คือ ถ้าช่องสัญญาณในเซลล์ที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ข้ามไปนั้นเต็ม เครื่องลูกข่ายที่เป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่นั้นจะถูกบล็อกโดยทันที ในขณะที่เครื่องลูกข่ายที่เป็นการแฮนด์โอเวอร์นั้นจะถูกนำไปรอไว้ในคิว และรอว่าเมื่อใดที่มีช่องสัญญาณว่าง ก็จะทำการบริการเครื่องลูกข่ายที่เป็นการแฮนด์โอเวอร์เข้ามานั้นทันที แต่ถ้าไม่สามารถหาช่องสัญญาณว่างที่จะมาบริการเครื่องลูกข่ายที่เป็นการแฮนด์โอเวอร์ได้ จนกระทั่งถึงระยะเวลาการรอสูงสุด (t_{wmax}) แล้วการแฮนด์โอเวอร์ของเครื่องลูกข่ายนั้นก็จะต้องไป หรือเกิดสายหลุดนั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเงื่อนไขในการวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ ในงานวิจัยฉบับนี้จะสมมติให้

1. ช่องสัญญาณที่ถูกจัดสรรให้กับเซลล์นั้นเท่ากับ s ช่อง ตามสมการ (3.1) ซึ่งเป็นการจัดสรรแบบถาวร
2. การเรียกเข้าครั้งใหม่และการเกิดแฮนด์โอเวอร์จะมีลักษณะการกระจายแบบปัวซอง ด้วยอัตราเฉลี่ยเท่ากับ λ และ η_n
3. ระยะเวลาที่ใช้บริการในช่องสัญญาณทั้งการเรียกเข้าและการแฮนด์โอเวอร์ จะมีการกระจายแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ด้วยอัตราเฉลี่ยเท่ากับ $\frac{1}{\mu}$
4. ระยะเวลาสูงสุดที่จะยอมให้การแฮนด์โอเวอร์รออยู่ในคิว เพื่อรอรับบริการจะมีค่าเท่ากับ t_{wmax} หรือนั่นก็คือ จะจำกัดค่าความยาวคิวเท่ากับระยะเวลาการรอรับบริการช่องสัญญาณสูงสุด t_{wmax} นั้นเอง
5. ระยะเวลาการรอสูงสุดจะเป็นค่าตัวแปรแบบสุ่ม ที่มีการกระจายแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล สามารถหาได้จากค่าคาดหวัง (Expect value) ของระยะข้ามพื้นที่ที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ได้จาก $E[t_{wmax}] = \frac{E[\psi(z)]}{V_s}$ ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในบทที่ 2
6. ขนาดของคิวการแฮนด์โอเวอร์นั้นจะมีลักษณะที่เป็นขอบเขตแบบจำกัด (Limit capacity)

4.2.2 สมการโมเดลสำหรับคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่การเรียกเข้าครั้งใหม่จะถูกบล็อกและความน่าจะเป็นที่จะเกิดการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จเมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบสมร่าเสมอ

จากรูปแบบของการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์นั้น มีลักษณะคิวเป็นแบบ M/M/C/K/M แสดงดังรูปที่ 4.2 และมีรูปแบบของโมเดลมาร์คอฟดังรูป 4.3 ซึ่งสามารถแบ่งช่วงของการเกิดและการสิ้นสุด (Birth-Death) ได้เป็น 2 ช่วง [10] คือ

$$\lambda_n = \begin{cases} \lambda + \eta_n & (1 \leq n \leq c-1) \\ \eta_n & (n \geq c) \end{cases} \quad (4.1)$$

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & (1 \leq n \leq c-1) \\ c\mu + (n-c)\mu_w & (n \geq c) \end{cases} \quad (4.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ โดยที่

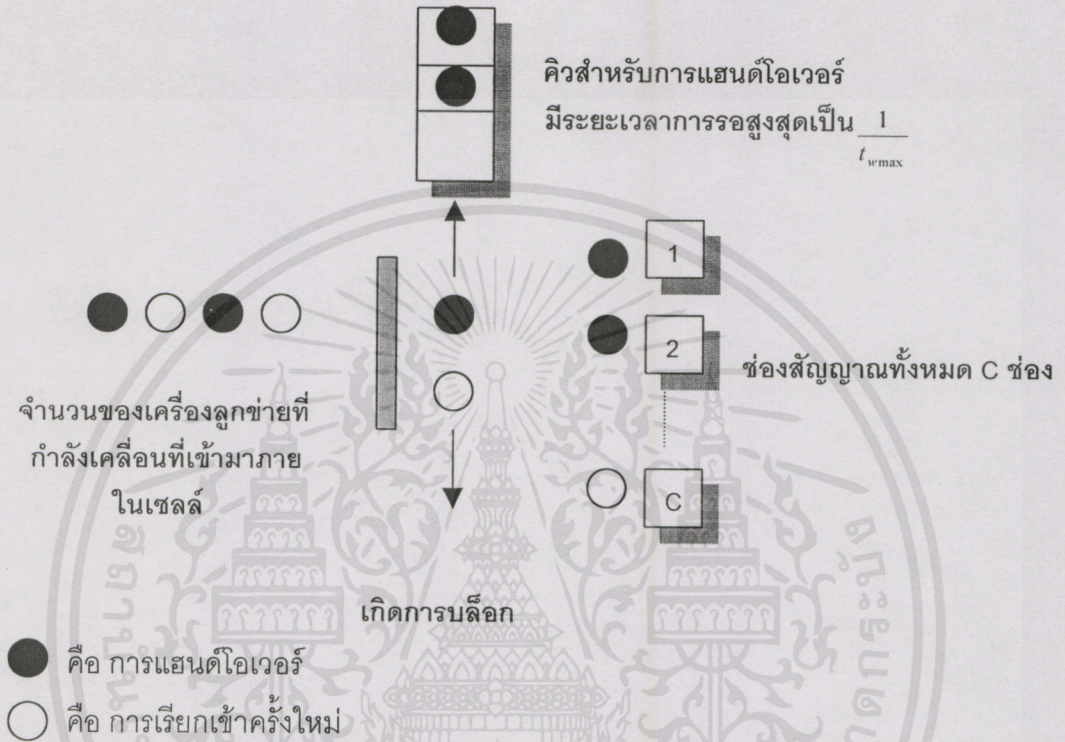
λ คือ จำนวนของผู้ที่เรียกเข้าครั้งใหม่ที่เข้ามาในระบบ

η_h คือ จำนวนของผู้ที่แหนดิโอเวอร์ที่เข้ามาในระบบ

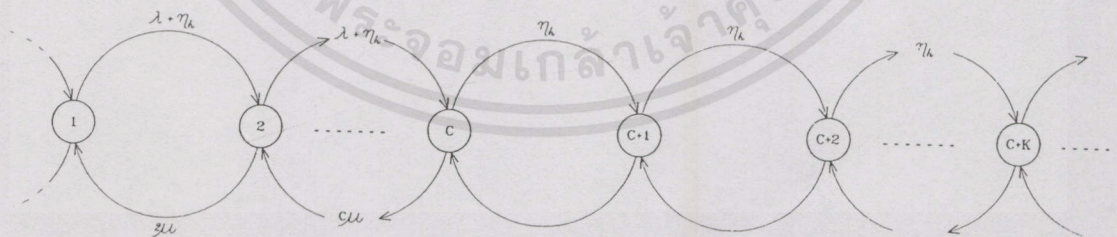
c คือ จำนวนของช่องสัญญาณภายในเซลล์

μ คือ ส่วนกลับของระยะเวลาการใช้ช่องสัญญาณของการเรียกเข้าครั้งใหม่และการแหนดิโอเวอร์

μ_w คือ ส่วนกลับของระยะเวลาการรอสูงสุดมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{t_{wmax}}$



รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะการเข้าคิวที่เป็นแบบ M/M/C/K/M

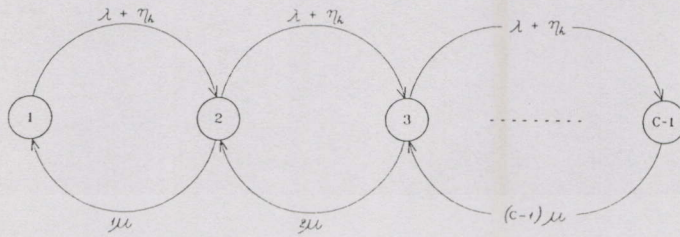


รูปที่ 4.3 แสดงโมเดลมาร์คอฟสำหรับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแหนดิโอเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ซึ่งทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ดังนั้นสมการความน่าจะเป็นที่สถานะต่างๆของโมเดลมาร์คอฟสามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วง

คือ

ช่วงที่ 1 ที่สถานะระหว่าง $(1 \leq n \leq c-1)$



รูปที่ 4.4 แสดงโมเดลมาร์คอฟที่สถานะ $(1 \leq n \leq c-1)$

จากสมการที่ (3.15) สามารถหา p_k ค่าความน่าจะเป็น ณ สถานะ k โดย ได้ดังนี้

$$p_k = p_0 \prod_{i=0}^{k-1} \frac{(\lambda + \eta_h)}{\mu_{i+1}} \quad k = 0, \dots, c \quad (4.3)$$

อัตราการสิ้นสุด (Death) ที่สถานะใดๆ ในช่วงนี้สามารถหาได้จาก

$$\mu_k = k\mu \quad k = 1, \dots, c \quad (4.4)$$

ดังนั้นสมการที่ (4.3) สามารถเขียนได้เป็น

$$p_{k1} = \frac{p_0 (\lambda + \eta_h)^n}{\mu (2\mu) (3\mu) \dots (c\mu)} \quad (4.5)$$

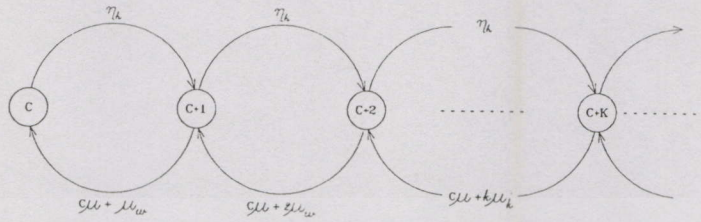
$$p_{k1} = \frac{(\lambda + \eta_h)^n p_0}{n! \mu^n} \quad (1 \leq n \leq c-1) \quad (4.6)$$

จากสมการที่ (3.15) สามารถหา p_k ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา $\left(\prod_{i=c}^{k-1} \frac{\eta_h}{\mu_{i+1}} \right) p_c$ ให้อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ (4.7)

ช่วงที่ 2 ที่สถานะระหว่าง ($n \geq c$)



รูปที่ 4.5 แสดงโมเดลมาร์คอฟที่สถานะ ($n \geq c$)

โดยค่า p_c หาได้จากสมการที่ (4.6) ดังนี้

$$p_c = \frac{(\lambda + \eta_h)^c}{c! \mu^c} p_0 \tag{4.8}$$

อัตราการสิ้นสุด ที่สถานะใดๆ ในช่วงนี้ สามารถหาได้จาก

$$\mu_{M=c} = c\mu + M\mu_w \quad M = 1, \dots, k \tag{4.9}$$

แทน (4.8) และ (4.9) ลงในสมการที่ (4.7)

$$p_{k2} = \frac{(\lambda + \eta_h)^c}{c! \mu^c} p_0 \frac{\eta_h^{n-c}}{\prod_{M=1}^{n-c} (c\mu + M\mu_w)} \tag{4.10}$$

ดังนั้นเราสามารถหา ความน่าจะเป็นของสถานะต่างๆ ในช่วงระหว่าง ($1 \leq n \leq c-1$) และ ($n \geq c$) ได้ตามสมการ

$$p_n = \begin{cases} \frac{(\lambda + \eta_h)^n p_0}{n! \mu^n} & (1 \leq n \leq c-1) \\ \frac{(\lambda + \eta_h)^c \eta_h^{n-c} p_0}{c! \mu^c \prod_{M=1}^{n-c} (c\mu + M\mu_w)} & (n \geq c) \end{cases} \tag{4.11}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานทางการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ผู้อื่นเข้าถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ

จากเงื่อนไขขอบเขตของความน่าจะเป็น $\sum_{n=0}^{\infty} p_n = 1$ เราสามารถหาค่าของ p_0 ได้ดังนี้

$$\left[\sum_{n=0}^{c-1} \left(p_0 \frac{(\lambda + \eta_h)^n}{n! \mu^n} \right) + \sum_{n=c}^{\infty} \left(p_0 \frac{(\lambda + \eta_h)^c \eta_h^{n-c}}{c! \mu^c \prod_{M=1}^{n-c} (c\mu + M\mu_w)} \right) \right] = 1 \quad (4.12)$$

ดึงตัวร่วม p_0 ออกจากสมการ

$$p_0 \left[\sum_{n=0}^{c-1} \left(\frac{(\lambda + \eta_h)^n}{n! \mu^n} \right) + \sum_{n=c}^{\infty} \left(\frac{(\lambda + \eta_h)^c \eta_h^{n-c}}{c! \mu^c \prod_{M=1}^{n-c} (c\mu + M\mu_w)} \right) \right] = 1 \quad (4.13)$$

จะได้ p_0 ดังสมการ

$$p_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \left(\frac{(\lambda + \eta_h)^n}{n! \mu^n} \right) + \sum_{n=c}^{\infty} \left(\frac{(\lambda + \eta_h)^c \eta_h^{n-c}}{c! \mu^c \prod_{M=1}^{n-c} (c\mu + M\mu_w)} \right) \right]^{-1} \quad (4.14)$$

ความน่าจะเป็นที่การเรียกเข้าครั้งใหม่จะถูกบล็อก (Blocking Probability New Call Arrival) เมื่อไม่มีช่องสัญญาณว่าง ณ สถานะที่ $n \geq c$ สามารถหาได้จาก

$$p_{bn} = \sum_{n=c}^{\infty} p_n \quad (4.15)$$

โดยที่

p_{bn} คือ ความน่าจะเป็นที่การเรียกเข้าครั้งใหม่จะถูกบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับเราใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้ประโยชน์ด้านการค้า
 สำหรับความน่าจะเป็นที่การร้องขอการแฮนด์โอเวอร์จะถูกบล็อก เมื่อการแฮนด์โอเวอร์นั้น
 ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 อยู่ในสถานะที่ n และลักษณะการบริการคิวของการแฮนด์โอเวอร์นั้นเป็นแบบ FIFO (First-in-
 First-out) แล้วจะได้ว่า

ถ้า $(1 \leq n \leq c-1)$ การเสนต์ไอเวอร์นั้นจะได้รับบริการทันทีและไม่มีกรบลิค

ถ้า $(n \geq c)$ การเสนต์ไอเวอร์นั้นจะมีการเข้าคิวรอรับบริการและจะบลิคก็ต่อเมื่อระยะเวลาที่รออยู่ในคิวเกินระยะเวลาการรอบริการสูงสุด (t_{wmax}) จะได้ค่าความน่าจะเป็นที่การเสนต์ไอเวอร์ไม่สำเร็จ ณ สถานะที่ n ดังนี้

$$p_{bh} = \sum_{n=0}^{\infty} p_o p_r \{ \text{การเข้ามาของการเสนต์ไอเวอร์ที่ไม่สำเร็จ ณ ตำแหน่ง } n+1 \} \quad (4.16)$$

หรือ

$$p_{bh} \triangleq \sum_{n=0}^{\infty} p_c p_{bh|n} \quad (4.17)$$

โดยที่

p_c คือ ค่าความน่าจะเป็นที่สถานะที่ c

$p_{bh|n}$ คือ นิยามของ p_r ซึ่งหมายถึง การเสนต์ไอเวอร์ที่เข้ามาในคิว ณ ตำแหน่งของ $n+1$ จะสำเร็จได้ ก็ต่อเมื่อการเสนต์ไอเวอร์นั้นได้ย้ายตำแหน่งไปยังหัวของคิว และได้รับการบริการหรือค่าความน่าจะเป็นที่การเสนต์ไอเวอร์ไม่สำเร็จ ณ สถานะที่ n

p_{bh} คือ ความน่าจะเป็นที่การเสนต์ไอเวอร์ไม่สำเร็จ โดยเริ่มเกิดการบลิคตั้งแต่ $n \geq c$

จากนี้ใช้ลักษณะของการไม่ใช้หน่วยความจำ (Memolyless) ทำการหาค่าความน่าจะเป็นที่การเสนต์ไอเวอร์ที่เข้ามาในระบบจะไม่ถูกบลิคดังนี้

$$(1 - p_{bh|n}) = \left[\prod_{i=0}^{n-c} p(i|i+1) \right] \cdot p_r \{ \text{เสนต์ไอเวอร์ที่เข้ามาสามารถใช้ช่องสัญญาณได้ เมื่อการเสนต์ไอเวอร์นั้นอยู่ที่ตำแหน่งหัวคิว} \} \quad (4.18)$$

โดยที่

$p(i|i+1)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นที่การเสนต์ไอเวอร์ที่อยู่ ณ ตำแหน่ง $i+1$ จะย้ายไปอยู่ตำแหน่ง i ก่อนที่การเสนต์ไอเวอร์นั้นจะถูกบลิคไป

n คือ ตำแหน่งของสถานะที่มีโอกาสเกิดบลิคของเสนต์ไอเวอร์ มีค่า $0, 1, 2, \dots$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การเสนต์ไอเวอร์ที่เข้ามา ณ ตำแหน่ง $i+1$ นี้จะถูกเค็ลียร์ออกจากระบบ เมื่อการเสนต์ไอเวอร์ที่เกิดขึ้นมีค่าเกินระยะเวลาการรอสูงสุด แต่ถ้การเสนต์ไอเวอร์นั้นยังไม่เกินระยะเวลาการรอ

สูงสุด มันก็จะมีโอกาส ย้ายตำแหน่งภายในคิวไปยังตำแหน่งที่ต่ำกว่า (ย้ายตำแหน่งเลื่อนไปข้างหน้า) จนกระทั่งไปอยู่ที่หัวคิวเพื่อรอใช้ช่องสัญญาณ และการแฮนด์โอเวอร์เหล่านี้จะสามารถกระทำเช่นนี้ได้ ถ้าอยู่ภายใต้เงื่อนไข 2 ข้อนี้คือ

- 1) อย่างน้อยระยะเวลาการรอใช้ช่องสัญญาณของแฮนด์โอเวอร์ตัวที่พิจารณานี้ จะต้องมากกว่าระยะเวลาของแฮนด์โอเวอร์ตัวที่อยู่ข้างหน้ามัน ($T_j, j = 1, 2, \dots, i$)
- 2) ระยะเวลาการรอที่จะใช้ช่องสัญญาณจะต้องมากกว่า ระยะเวลาการใช้ช่องสัญญาณเฉลี่ย X ของการเรียกปกติ ที่ระยะเวลาการเรียกนั้นๆ สามารถเรียกต่อเนื่องไปยังเซลล์เป้าหมายได้

จากข้อกำหนดนี้ ทำให้สามารถหาค่าความน่าจะเป็นในกรณีที่การแฮนด์โอเวอร์ที่เข้ามา ไม่สามารถเลื่อนตำแหน่งในช่วง ($1 \leq n \leq c-1$) และ ($n \geq c$) ตามลักษณะการไม่ใช้หน่วยความจำ (Memolless) ได้ดังนี้

$$1 - p(i|i+1) = \int_0^\infty e^{-c\mu} \cdot \mu_w e^{-\mu_w t} \cdot dt \cdot \left[\int_0^\infty e^{-\mu_w t} \mu_w e^{-\mu_w t} dt \right]^i$$

$$= \left(\frac{\mu_w}{c\mu + \mu_w} \right) \left(\frac{1}{2} \right)^i \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots \quad (4.19)$$

แทนค่า (4.19) และ (4.18) จะได้

$$p_{bh|n} = 1 - \left[\prod_{i=0}^{n-c} \left[1 - \frac{\mu_w}{c\mu + \mu_w} \right] \left(\frac{1}{2} \right)^i \right] \quad (4.20)$$

เพราะฉะนั้นค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกทั้งหมด ณ สถานะที่ ($n \geq c$) จะได้เป็น

$$p_{bh} = \sum_{n=c}^{\infty} p_{bh|n} P_n \quad (4.21)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองและสมการเมื่อปริมาณกราฟฟิกเป็นแบบสม้าเสมอ

ในการวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองนี้จะมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

4.3.1 มีชั้นของเซลล์ที่เกิดการอินเตอร์เฟอร์เรนซ์ 2 ชั้น ($D = \sqrt{21}R, K = 7$) คำนวณตามสมการ (3.2)

4.3.2 $M = 1,000$ ช่องสัญญาณ (หรือ 100 ช่องสัญญาณต่อเซลล์)

4.3.3 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการเรียกเท่ากับ 2 นาที

4.3.4 ความเร็วของดาวเทียมจะอ้างอิงจากระบบอิริเดียมเท่ากับ 26,600 กิโลเมตร/ชั่วโมง

4.3.5 ค่าโมบายลิตี้ (α) จะแปรตามรัศมีของเซลล์ (R) โดยจะแบ่งการเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ของเครื่องลูกข่ายออกเป็น 2 กรณี คือ ระยะเวลา $|z| \leq \frac{R}{2}$ และ ระยะเวลา $R \geq |z| > \frac{R}{2}$ กล่าวคือ

4.3.5.1 ระยะเวลา $|z| \leq \frac{R}{2}$ กรณีที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ เมื่อขนาดของรัศมีของเซลล์ที่สองมีค่าเป็น $\frac{3}{4}$ เท่าของเซลล์แรก

4.3.5.2 ระยะเวลา $R \geq |z| > \frac{R}{2}$ กรณีที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อขนาดของรัศมีของเซลล์ที่สองมีค่าเป็น $\frac{3}{4}$ เท่าของเซลล์แรก

4.3.6 ลักษณะของเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาในระบบจะมีการแยกชนิดออกเป็น 2 แบบ คือ เครื่องลูกข่ายที่เป็นแบบการเรียกเข้าครั้งใหม่, เครื่องลูกข่ายที่เป็นแบบการแฮนด์โอเวอร์เข้ามา

4.3.7 กำหนดให้ระยะเวลาสูงสุด (t_{wmax}) ในการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์เป็น 15 วินาที

4.3.8 จะทำการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นรวม ของอัตราการเกิดการบล็อก ของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ เทียบกับผลของการจำลองการทำงาน โดยกำหนดค่าโมบายลิตี้ เครื่องลูกข่าย และบริการที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาตาม 4.3.5.1

การทดสอบโดยการจำลอง (Simulation) เป็นการจำลองการทำงานของระบบจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซี ที่เวลาทั้งหมด 20,000 วินาที อธิบายในลักษณะอัลกอริทึม ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 อัลกอริทึมของโปรแกรมจำลองการทำงานการจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์

4.4.1 กำหนดค่าพารามิเตอร์ที่อินพุตให้กับโปรแกรมจำลองการทำงาน และทำการคำนวณเวลา t_1 และ t_2 บทที่ 3

4.4.2 ทำการสร้างโครงสร้างและลักษณะของเครื่องลูกข่ายที่จะเข้ามาในระบบ และมีการระบุว่าเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนที่เข้ามา เป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่หรือเป็นการแฮนด์โอเวอร์

4.4.2.1 ถ้าเป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่จะไม่กำหนดให้มีระยะเวลาการรอสูงสุด (t_{wmax}) ในการใช้ช่องสัญญาณ

4.4.2.2 ถ้าเป็นการแฮนด์โอเวอร์จะกำหนดให้ให้มีระยะเวลาการรอสูงสุด (t_{wmax}) ในการใช้ช่องสัญญาณเป็น 15 วินาที

4.4.3 ตรวจสอบช่องสัญญาณภายในเซลล์

1 ถ้าช่องสัญญาณว่างเครื่องลูกข่ายตัวที่ระบุว่าเป็นตัวแรก (headqueue) จะเข้าใช้บริการในช่องสัญญาณและจะอยู่ในช่องสัญญาณจนกระทั่งถึงเวลาสิ้นสุดการบริการ t_2

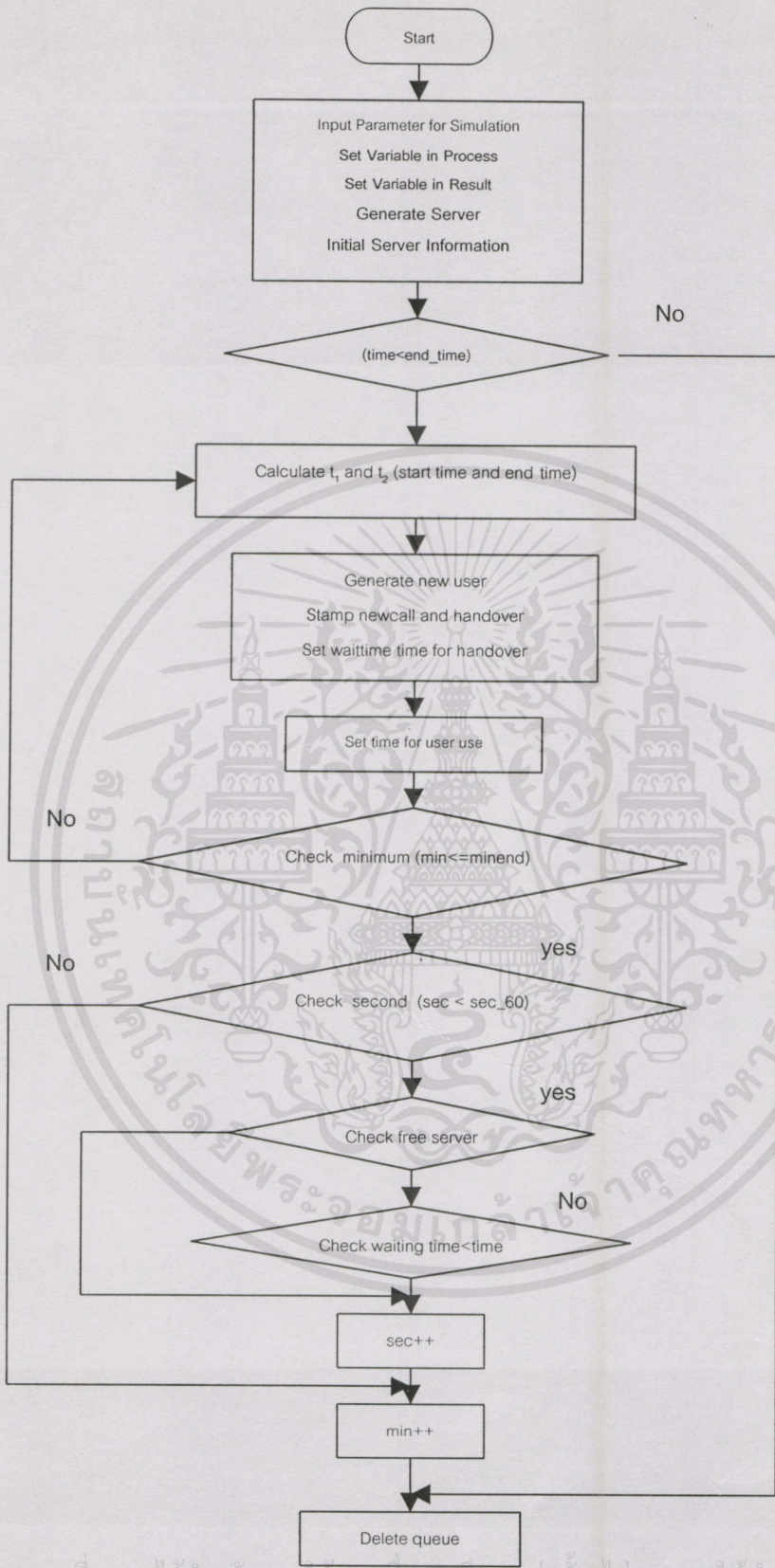
2 ถ้าช่องสัญญาณเต็มเครื่องลูกข่ายตัวที่ระบุว่าเป็นตัวถัดมา และเป็นการแฮนด์โอเวอร์เข้ามา จะสามารถเข้าคิวรอใช้ช่องสัญญาณได้ แต่ถ้าเครื่องลูกข่ายตัวที่ระบุว่าเป็นตัวถัดมาเป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่ การเรียกนั้นก็จะถูกบดบังออกไป

4.4.4 เมื่อระยะเวลา (time) ซึ่งเป็นเวลาที่ระบบดำเนินการอยู่ขณะนั้น น้อยกว่าระยะเวลาการทำงานของโปรแกรม (end_time) ก็จะทำกรหยุดสร้างเครื่องลูกข่าย (User) โดยการลบการจองหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลออก (Delete queue)

4.4.5 เข้าสู่ส่วนแสดงผล(Display)

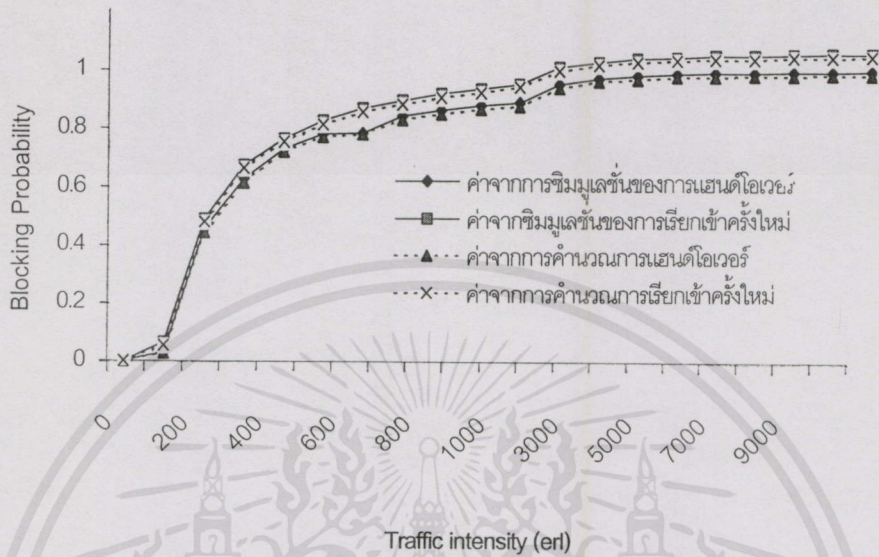
อัลกอริทึมดังกล่าว สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของแผนภูมิโปรแกรม (Flow Chart) พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดในแต่ละส่วนดังแสดงในรูป 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

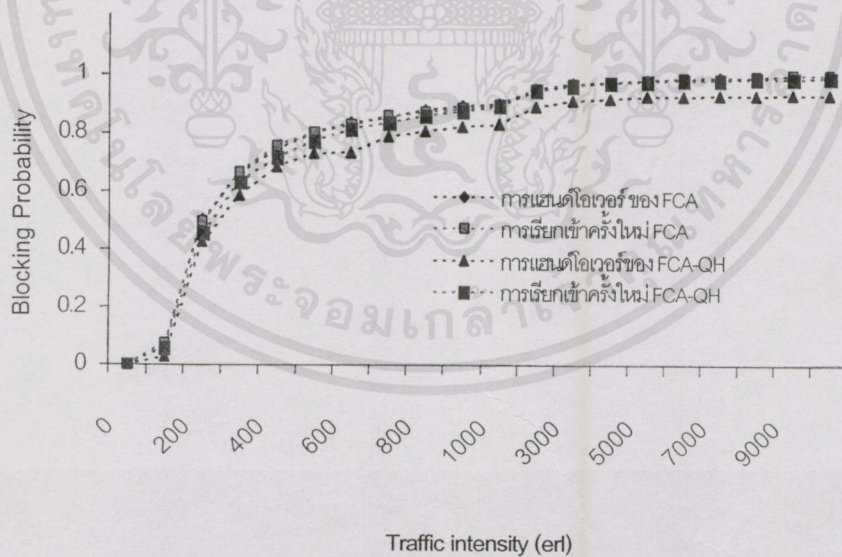


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีรูปที่ 4.6 แสดงแผนภูมิโปรแกรมของการจัดสรรของสัญญาณดาวแบบมีการรอการ
แฮนด์โอเวอร์

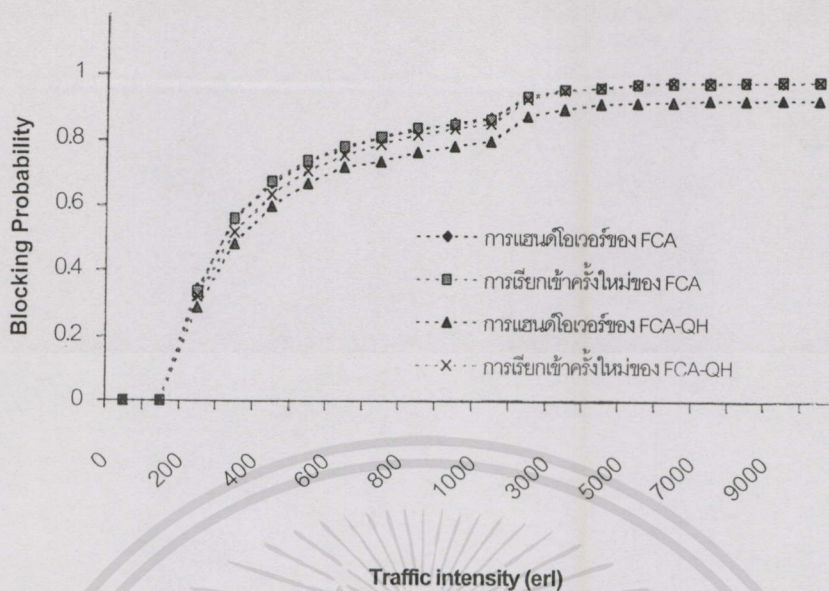
4.5 ผลการทดลอง



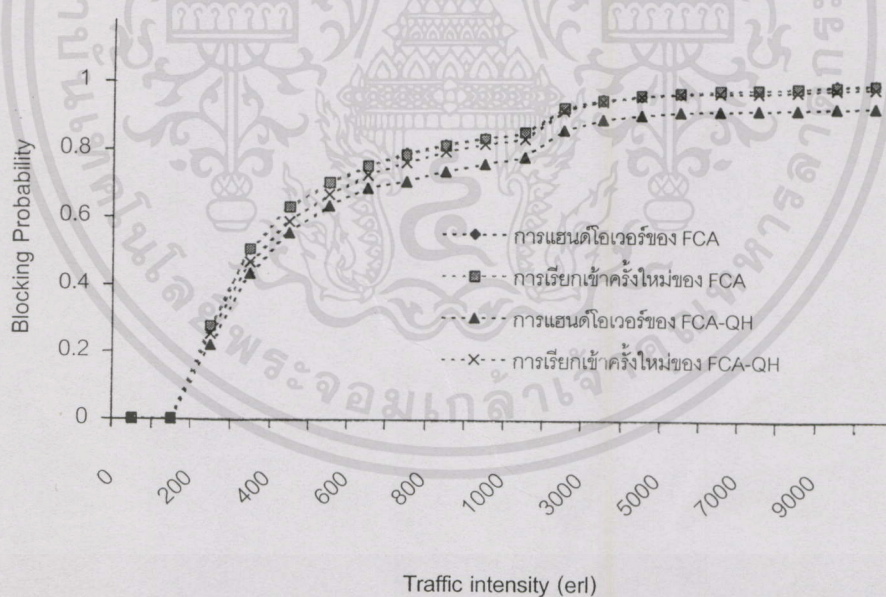
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เทียบกับผลของการจำลองการทำงานจากโปรแกรม



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มีรัศมีค่า 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์



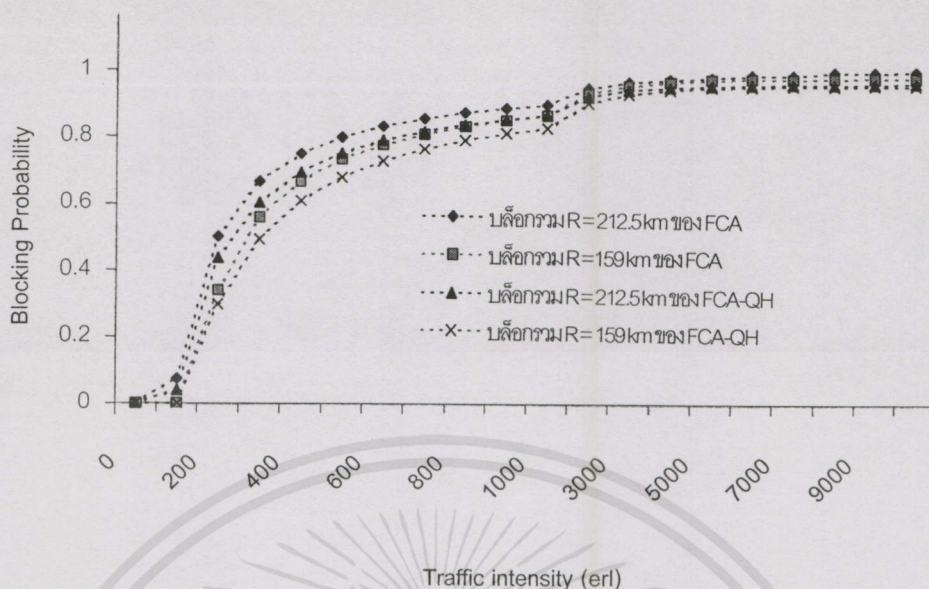
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแชนด์ไอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแชนด์ไอเวอร์



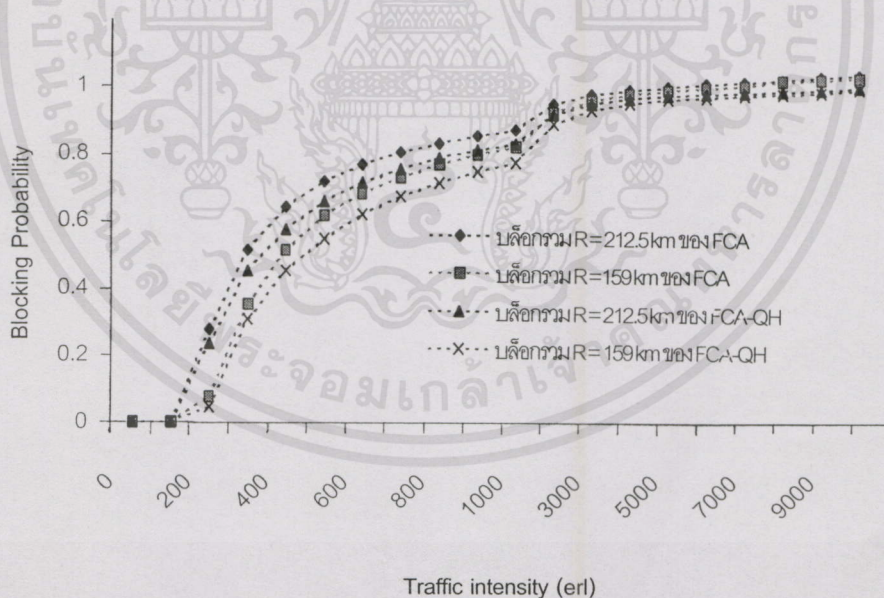
รูปที่ 4.10 กราฟแสดง การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแชนด์ไอเวอร์และ

การเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มี

รัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแชนด์ไอเวอร์



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกกรวม เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร กับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกกรวม เมื่อเครื่องลูกข่าย

เคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร

ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร กับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์

4.6 สรุป

ในบทนี้จะทำการแสดงผลการทดลอง เมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ ในกรณีที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาในเซลล์รัศมีขนาดต่างๆ กัน รัศมีคือ 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร โดยการเข้ามาของเครื่องลูกข่ายนั้นจะเข้ามา ณ บริเวณที่ต่างกัน 2 บริเวณ คือ $z = 0$ และ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อใช้ช่องสัญญาณ 100 ช่องสัญญาณต่อเซลล์ โดยจะทำการเปรียบเทียบกับวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นในการเกิดการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ เมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน

จากกราฟรูปที่ 4.7 ได้ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองการทำงาน กับผลการคำนวณตามสมการ (4.15) และ (4.21) เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ ผลที่ออกมาจะพบว่ากราฟให้ผลออกมาใกล้เคียงกันทั้ง 2 เส้น แสดงว่าโปรแกรมการทำงานให้ผลค่อนข้างแม่นยำ

กราฟรูปที่ 4.8 และ 4.9 จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรและการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อเครื่องลูกข่ายเข้ามา ณ บริเวณ $z = 0$ รัศมีของเซลล์คือ 212.5 กิโลเมตร ในรูปที่ 4.8 และเครื่องลูกข่ายเข้ามา ณ บริเวณ $z = 0$ รัศมีของเซลล์คือ 159 กิโลเมตร ในรูปที่ 4.9 ผลที่ได้จะพบว่าเมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ ค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์ที่เกิดขึ้นจะลดลงมากกว่าที่ใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร ส่วนทางด้านของการเรียกเข้าครั้งใหม่นั้น เมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ การเรียกเข้าครั้งใหม่ที่เกิดขึ้น ก็จะมีค่าความน่าจะเป็นในการบล็อกลดลงมากกว่าการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรเช่นกัน ซึ่งจะเห็นผลที่ชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อปริมาณทราฟฟิกมีค่าเพิ่มขึ้น

รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามามีบริเวณที่ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรและการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อใช้ช่องสัญญาณเท่ากับ 100 ช่องสัญญาณต่อเซลล์ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้การจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์เข้ามาใช้ผลปรากฏว่าอัตราการเกิดการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่นั้นจะมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเพิ่มความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิก และเมื่อทำการเปรียบเทียบในกรณีที่ขนาดของเซลล์ไม่เท่ากัน โดยนำรูปที่ 4.8 มาพิจารณาร่วมด้วยแล้วจะพบว่า เมื่อเทียบพื้นที่บริการที่เท่ากันขนาด

ของเซลล์ที่เพิ่มขึ้น (ความสูงของดาวเทียมจะเพิ่มขึ้น) ทำให้โอกาสเกิดการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

จากรูปที่ 4.11 และ 4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ (ในรูปที่ 4.11) และ $z = \frac{5}{8}$ (ในรูปที่ 4.12) เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรและการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อใช้ช่องสัญญาณ 100 ช่องสัญญาณต่อเซลล์ จากผลการทดลองจะพบว่าเมื่อใช้เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรเข้ามาใช้กับระบบแล้ว ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดการบล็อกลดลงอย่างเห็นได้ชัด และสามารถรองรับการเพิ่มปริมาณของความหนาแน่นทราฟฟิกได้มากกว่าการจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวร กล่าวคือเมื่อพิจารณาในรูปที่ 4.11 เมื่อ $z = 0$ ในขณะที่การจัดสรรช่องสัญญาณถาวร กราฟจะมีค่าเข้าใกล้ค่าความน่าจะเป็นของอัตราการเกิดการบล็อกที่ 1 เมื่อค่าความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิกอยู่ในช่วง 8,000 เออแลงค์ แต่ในขณะที่เมื่อใช้เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์แล้วผลที่ได้ก็คือ กราฟจะมีค่าเข้าใกล้ค่าความน่าจะเป็นของอัตราการเกิดการบล็อกที่ 1 เมื่อค่าความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิกมีค่ามากกว่า 10,000 เออแลงค์ และเมื่อพิจารณาในรูปที่ 4.12 คือเมื่อ $z = \frac{5}{8}$ ก็จะทำให้ผลที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือในขณะที่การจัดสรรช่องสัญญาณถาวร กราฟจะมีค่าเข้าใกล้ค่าความน่าจะเป็นของอัตราการเกิดการบล็อกที่ 1 เมื่อค่าความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิกอยู่ในช่วง 9,000 เออแลงค์ แต่ในขณะที่เมื่อใช้เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์แล้วผลที่ได้ก็คือ กราฟจะมีค่าเข้าใกล้ค่าความน่าจะเป็นของอัตราการเกิดการบล็อกที่ 1 เมื่อค่าความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิกมีค่ามากกว่า 10,000 เออแลงค์ และนอกจากนี้เมื่อเราพิจารณาในแง่ของขนาดของรัศมีเซลล์ที่ไม่เท่ากัน คือเมื่อรัศมีเท่ากับ 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร เมื่อ $z = 0$ (ในรูปที่ 4.11) และ $z = \frac{5}{8}$ (ในรูปที่ 4.12) จะพบว่าค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกรวม ในเซลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าจะมีค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกต่ำกว่า ซึ่งจะเห็นผลที่ชัดเจนมากขึ้นเมื่อปริมาณทราฟฟิกมีค่าเพิ่มขึ้น จึงสามารถสรุปได้ว่า เมื่อเทียบพื้นที่บริการที่เท่ากันขนาดของเซลล์ที่เพิ่มขึ้น (ความสูงของดาวเทียมจะเพิ่มขึ้น) ทำให้โอกาสเกิดการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่ เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

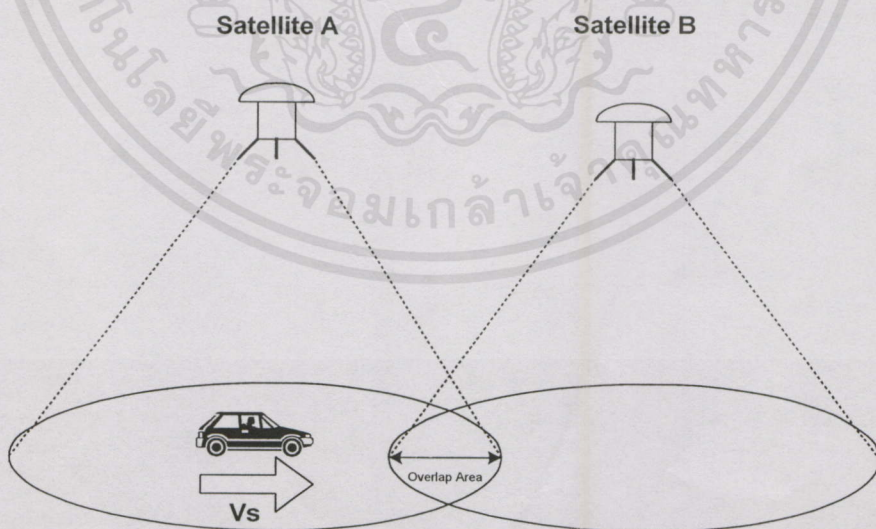
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรอ การแฮนด์โอเวอร์ในดาวเทียมวงโคจรต่ำเมื่อปริมาณทราฟ ฟิกเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ

5.1 กล่าวนำ

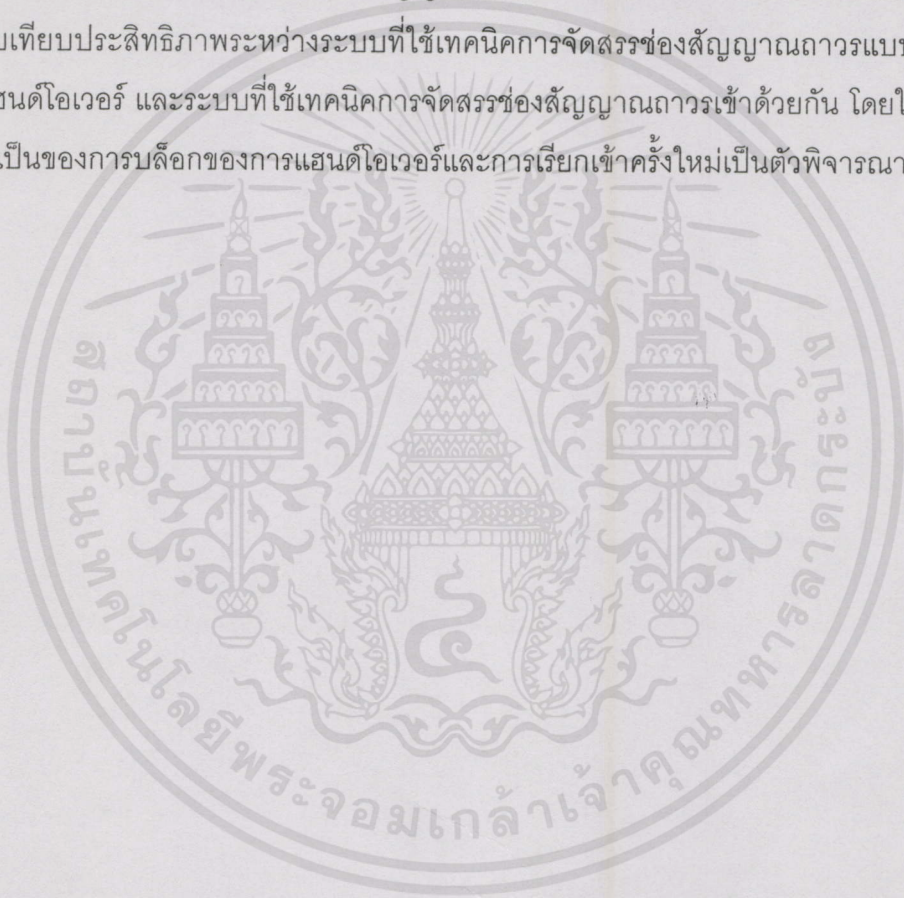
เนื่องจากในบทที่ 2, 3 และ 4 นั้นได้วิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมและแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอ แต่ในบทที่ 5 นี้เราจะตั้งสมมุติฐานใหม่ โดยใช้ความจริงที่ว่า ลักษณะของเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์จะมีความสามารถในการจอบและใช้ช่องสัญญาณไม่เท่ากัน เนื่องจาก เมื่อพิจารณารูปที่ 5.1 จะพบว่า เมื่อวัดระยะทางที่บริเวณขอบของเซลล์ไปยังดาวเทียมระยะทางที่ได้จะมีค่ามากกว่า ระยะทางที่วัดตั้งฉากหรือวัดที่บริเวณกลางเซลล์ไปยังดาวเทียม ดังนั้นเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนที่ที่อยู่ในเซลล์จึงมีโอกาสที่จะสามารถติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมไม่เท่ากัน โดยจากสมมุติฐานที่กล่าวมาทั้งหมดก็พบว่า ที่ความน่าจะเป็นที่ปริมาณทราฟฟิกของเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาในเซลล์จะกระจายอยู่ภายในเซลล์ไม่เท่ากัน และโอกาสที่การกระจายของเครื่องลูกข่ายที่บริเวณกลางเซลล์จะมากกว่าบริเวณขอบเซลล์จึงเป็นไปได้สูง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.1 แสดงบริเวณที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ (Overlap Area) และพื้นที่บริการ (Service Area)

ในส่วนของบทที่ 5 จึงได้ทำการวิเคราะห์ระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ เมื่อปริมาณทราฟฟิกมีลักษณะเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ และนอกจากนี้ ยังพบปัญหาอื่น ๆ ที่มักเกิดขึ้นในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ เช่น ปัญหาการเกิดแชนด์โอเวอร์สูง ทำให้เกิดสายหลุดบ่อยครั้ง ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้มีการนำเทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรอกการแชนด์โอเวอร์เข้ามาใช้ โดยจะให้มีการแยกเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาว่า เป็นการแชนด์โอเวอร์หรือเป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่ ถ้าเป็นการแชนด์โอเวอร์ก็จะให้ความสำคัญมากกว่า โดยจะทำการเพิ่มระยะเวลาในการรอใช้ช่องสัญญาณในขณะที่ช่องสัญญาณเต็มเท่ากับ t_{wmax} แต่ถ้าเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาเป็นแบบการเรียกเข้าครั้งใหม่ ก็จะทำให้บล็อกทันทีเมื่อช่องสัญญาณเต็ม ดังแสดงในบทที่ 3 และ 4 จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างระบบที่ใช้เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรอกการแชนด์โอเวอร์ และระบบที่ใช้เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมเข้าด้วยกัน โดยใช้ที่ค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของการแชนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เป็นตัวพิจารณา

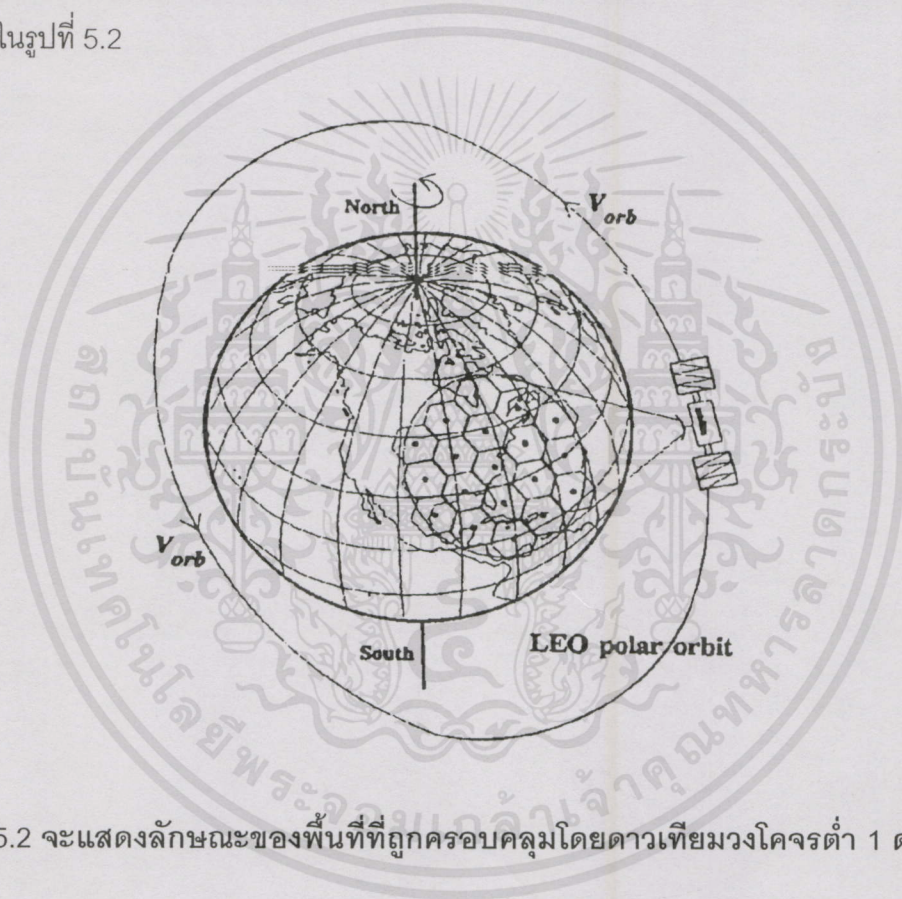


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรบกวนการแผ่รังสีไอโอเวอร์

5.2.1 โมเดลและเงื่อนไขการวิเคราะห์การจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรบกวนการแผ่รังสีไอโอเวอร์ เมื่อปริมาณกราฟฟิกมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ

เป็นที่ทราบกันดีถึงพื้นที่การให้บริการของดาวเทียมวงโคจรต่ำว่าจะมีพื้นที่ให้บริการน้อยกว่าดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้า ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบ จึงมีการเพิ่มวงโคจรในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำให้มีวงโคจรหลายวง (Multiple-Orbit) ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะพิจารณาระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำในลักษณะ 2 มิติ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการพิจารณา โดยจะเลือกดาวเทียมดวงใดดวงหนึ่งในวงโคจรใดวงโคจรหนึ่ง (Single Orbit) มาเป็นตัวพิจารณาดังแสดงในรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 จะแสดงลักษณะของพื้นที่ที่ถูกครอบคลุมโดยดาวเทียมวงโคจรต่ำ 1 ดวง

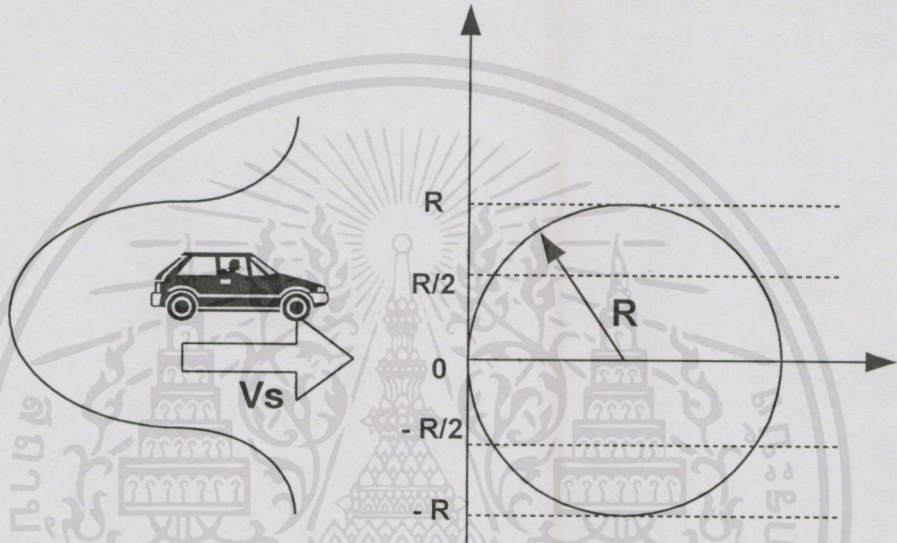
จากนั้นพิจารณากลุ่มเซลล์เล็กๆ เซลล์ใดเซลล์หนึ่งที่อยู่ภายในพื้นที่ที่ดาวเทียมครอบคลุมและทำการแบ่งพื้นที่ภายในเซลล์นี้ออกเป็น 2 บริเวณคือ บริเวณที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ (Overlap Area) และบริเวณที่เป็นพื้นที่บริการ (Service Area) ดังรูปที่ 5.2 จากนั้นจะพิจารณาในหลักความจริงที่ว่า เครื่องลูกข่ายที่จะทำการเคลื่อนที่เข้ามาสู่เซลล์นั้น จะมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ

(Non-uniform) โดยลักษณะของการกระจายของเครื่องลูกข่ายที่บริเวณกลางเซลล์และบริเวณขอบเซลล์จะไม่เท่ากัน [12]

ไม่ว่าการคิดค่าใช้จ่ายอื่น ๆ อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และปัญหาสำคัญของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำนี้ยังอยู่ที่การเกิดแฮนด์โอเวอร์บ่อยครั้ง ดังนั้นโอกาสเกิดสายหลุดย่อมสูงตามไปด้วย เพื่อแก้ไขปัญหาก็เกิดขึ้นนี้ จึงได้มีการนำเอาวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์มาใช้ โดยมีเงื่อนไขการวิเคราะห์ดังนี้

- 1) เครื่องลูกข่ายจะข้ามเซลล์ของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ ที่มีลักษณะเหมือนกับระบบเซลล์ลาร์ ด้วยค่าความเร็วคงที่สัมพันธ์เท่ากับการเคลื่อนที่ดาวเทียม โดยเครื่องลูกข่ายจะเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ในทิศทางที่ตั้งฉากกับตัวดาวเทียม ดังรูป 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ในทิศทางที่ตั้งฉากกับตัวดาวเทียม

- 2) เมื่อมีการแฮนด์โอเวอร์เกิดขึ้น เซลล์ปลายทาง คือเซลล์ข้างเคียงซึ่งอยู่ในทิศทางที่การเคลื่อนที่ของเครื่องลูกข่ายกับดาวเทียมที่สัมพันธ์กัน
- 3) การเรียก (Call) ที่เกิดในระบบมีลักษณะไม่สม่ำเสมอโดยให้บริเวณกลางเซลล์มีอัตราการเข้ามาของเครื่องลูกข่ายไม่เท่ากับบริเวณขอบเซลล์
- 4) กำหนดให้การเรียกเข้าที่เกิดขึ้น (New Call Arrival) และการเกิดแฮนด์โอเวอร์ในแต่ละเซลล์มีรูปแบบการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) และมีอิสระต่อกัน
- 5) กำหนดให้ระยะเวลาที่ใช้ช่องสัญญาณทั้งการเรียกเข้า และแฮนด์โอเวอร์มีรูปแบบการกระจายแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Distribution)
- 6) กำหนดให้การเกิดแฮนด์โอเวอร์นั้นจะเกิดขึ้น ก็ต่อเมื่อช่วงเวลาที่ค่าอัตราส่วนของระดับกำลังส่ง (Power level) ที่ได้รับจากสถานีของเซลล์ที่มีการเรียกอยู่ในปัจจุบันลดลง และไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกฝั่งหนึ่งมิให้ลดพลังเนื่องมา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารที่รองรับการนำ ไปใช้ ค่ากำลังส่งจากสถานีของเซลล์ข้างเคียง (เซลล์ปลายทางถัดไปที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ข้ามไป) เพิ่มขึ้น

- 7) เนื่องจากการแฮนด์โอเวอร์ของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ มีลักษณะที่แตกต่างกันดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ดังนั้น ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการรวมเอาการแฮนด์โอเวอร์ ทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกันโดยใช้คำว่า Zone จากนั้นจะทำการวิเคราะห์การกระจายการเกิดแฮนด์โอเวอร์ แบบ Zone - to - Zone Handover

5.2.2 สมการคำนวณค่าการกระจายของปริมาณกราฟฟิที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ

จุดมุ่งหมายในส่วนนี้จะทำการพิจารณาในเรื่องของ การกระจายของปริมาณกราฟฟิที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ เพื่อให้ง่ายขึ้น พิจารณารูป 5.3 ให้เครื่องลูกข่ายที่เข้ามาในระบบทั้งหมดเป็นค่าตัวแปรแบบสุ่ม (Random Variable) และทำการข้ามเซลล์ที่มีรัศมีเท่ากับ R ในทิศทางตั้งฉากกับแกน z เราจะได้ค่าฟังก์ชันความหนาแน่นของค่าความน่าจะเป็น (Probability Density Function) ของระยะทางที่เครื่องลูกข่ายข้ามเซลล์ในกรณีนี้มีลักษณะการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอจาก $-R$ ถึง $+R$ ดังนี้

$$pdf(z) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\beta} \exp\left(\frac{-d(z)^2}{2\beta^2}\right) & -R \leq z \leq R \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (5.1)$$

โดยที่

$d(z)$ คือ ระยะทางซึ่งผ่านพื้นที่ที่เกิดการพยายามเรียกเข้ามีค่าเท่ากับ

$$d(z) = \begin{cases} \sqrt{3}R & if |z| \leq \frac{R}{2} \\ \sqrt{R^2 - z^2} + \frac{\sqrt{3}}{2}R - \sqrt{R^2 - (|z| - \frac{3}{2}R)^2} & if R \geq |z| > \frac{R}{2} \end{cases} \quad (5.2)$$

จากนี้จะได้ทำการทดสอบโดยการใช้โปรแกรมภาษาซีจำลองการทำงาน (Simulation) ของระบบโดยใช้เวลาทั้งหมด 20,000 วินาที และในการวิเคราะห์จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

5.2.2.1 มีชั้นของเซลล์ที่เกิดการอินเตอร์เฟียร์ 2 ชั้น ($D = \sqrt{21}R, K = 7$) คำนวณ

ตามสมการ (3.2)

5.2.2.2 $M = 1,000$ ช่องสัญญาณ (หรือ 100 ช่องสัญญาณต่อเซลล์)

5.2.2.3 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการเรียกเท่ากับ 2 นาที

5.2.2.4 ความเร็วของดาวเทียมอ้างอิงจากระบบอิริเดียมเท่ากับ 26,600 กิโลเมตร/ชม

5.2.2.5 แบ่งการเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ ของเครื่องลูกข่ายออกเป็น 2 กรณี คือระยะ

$|z| \leq \frac{R}{2}$ และ ระยะ $R \geq |z| > \frac{R}{2}$ กล่าวคือ

1) ระยะ $|z| \leq \frac{R}{2}$ กรณีที่เข้ามาบริเวณ $z = 0$ เมื่อขนาดของรัศมีของเซลล์ที่สองมีค่าเป็น $\frac{3}{4}$ เท่าของเซลล์แรก

2) ระยะ $R \geq |z| > \frac{R}{2}$ กรณีที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อขนาดของรัศมีของเซลล์ที่สองมีค่าเป็น $\frac{3}{4}$ เท่าของเซลล์แรก

5.2.2.6 ลักษณะของเครื่องลูกข่ายที่เข้ามาในระบบจะมีการแยกชนิดออกเป็น 2 แบบ คือ เครื่องลูกข่ายที่เป็นแบบการเรียกเข้าครั้งใหม่, เครื่องลูกข่ายที่เป็นแบบการแฮนด์โอเวอร์เข้ามา

5.2.2.7 กำหนดให้ระยะเวลาสูงสุด (t_{wmax}) ในการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์เป็น 15 วินาที

5.2.3 อัลกอริทึมโปรแกรมจำลองการทำงานการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์เมื่อปริมาณทราฟฟิกมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ

ในสวนโปรแกรมของบทที่ 5 นี้จะรวมการทำงานทั้งการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรและการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์เมื่อปริมาณทราฟฟิกมีลักษณะไม่สม่ำเสมอเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งอัลกอริทึมของโปรแกรมจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรมภาษาซี มีดังนี้

5.2.3.1 กำหนดค่าพารามิเตอร์ที่อินพุทให้กับโปรแกรมจำลองการทำงาน และทำการคำนวณเวลา t_1 และ t_2 โดยแบ่งลักษณะการคำนวณออกเป็น 2 แบบคือ

1) ในการคำนวณเวลาการเข้าสู่เซลล์ของเครื่องลูกข่าย (t_1) จะใช้สมการการแจกแจงแบบปกติ

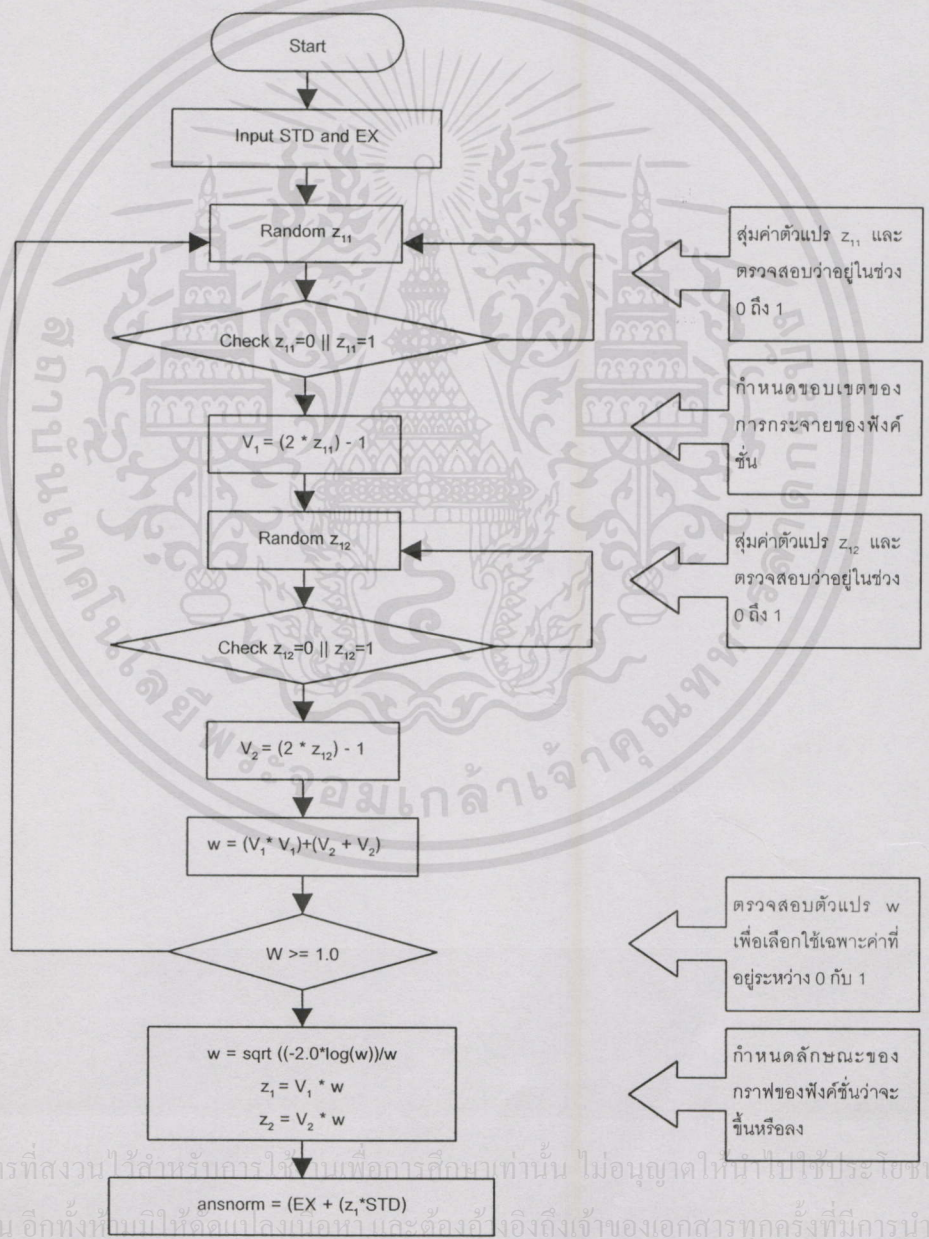
2) ในการคำนวณเวลาการใช้ช่องสัญญาณ หรือเวลาการรับบริการของเครื่องลูกข่าย (t_2) จะใช้สมการเอ็กโปเนนเชียล

5.2.3.2 ทำการสร้างโครงสร้างและลักษณะของเครื่องลูกข่ายที่จะเข้ามาในระบบ และมีการระบุว่าเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนที่เข้ามา เป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่หรือเป็นการแฮนด์โอเวอร์ คือ

เอกสารนี้ถ้าเป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่จะไม่กำหนดให้มีระยะเวลาการรอสูงสุด (t_{wmax}) ในการใช้ช่องสัญญาณ หรือถ้าเป็นการแฮนด์โอเวอร์จะกำหนดให้ให้มีระยะเวลาการรอสูงสุด (t_{wmax}) ในการใช้ช่องสัญญาณเป็น 15 วินาที

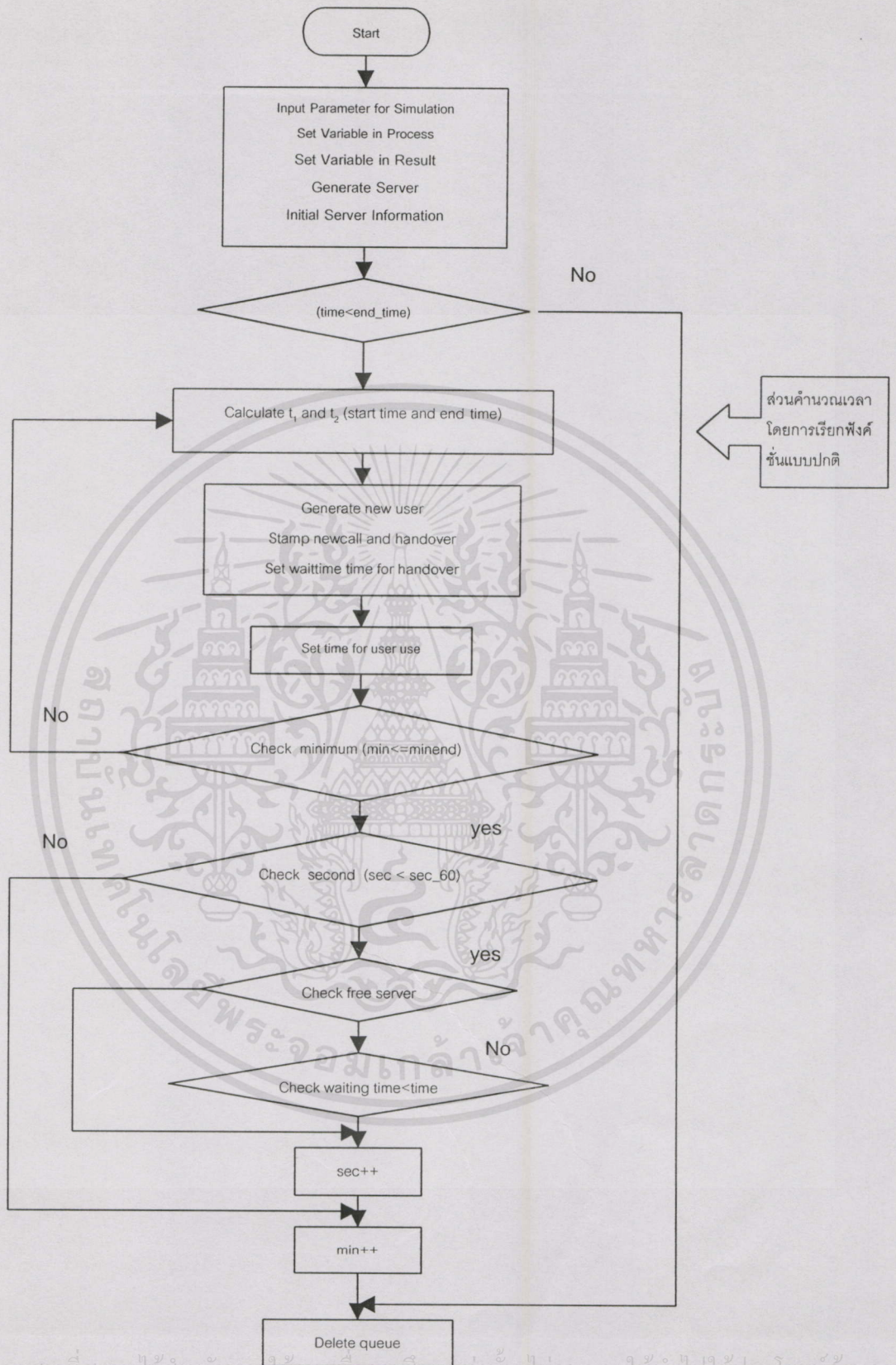
5.2.3.3 ต่รวจสอบช่งสัญญานภายในเซลส์คื ถ่าช่งสัญญานว่างเครื่งลูกข่ายตัวที่ ระบุว่าเป็นตัวแรก (headqueue) จะเข้าใช้บริการในช่งสัญญานและจะอยู่ในช่งสัญญานจน กระทั่งถึงเวลาสิ้นสุดการบริการ t_2 หรือถ่าช่งสัญญานเต็มเครื่งลูกข่ายตัวที่ระบุว่าเป็นตัวถัดมา และเป็นการแฮนดีโอเวอร์เข้ามา จะสามารถเข้าคิวรอใช้ช่งสัญญานได้ แต่ถ่าเครื่งลูกข่ายตัวที่ ระบุว่าเป็นตัวถัดมา เป็นการเรียกเข้าครั้งใหม่ การเรียกนั้นก็จะถูกบล็อกออกไป

5.2.3.4 เมื่อระยะเวลา (time) ซึ่งเป็นเวลาที่ระบบดำเนินการอยู่ขณะนั้น น้อยกว่าระยะ เวลาการทำงานของโปรแกรม (end_time) ก็จะทำกรหยุดสร้างเครื่งลูกข่าย (User) โดยการลบ การจองหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลออก (Delete queue) และเข้าสู่ส่วนแสดงผล(Display)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอาไว้ใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดาวน์โหลดแบบอื่น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

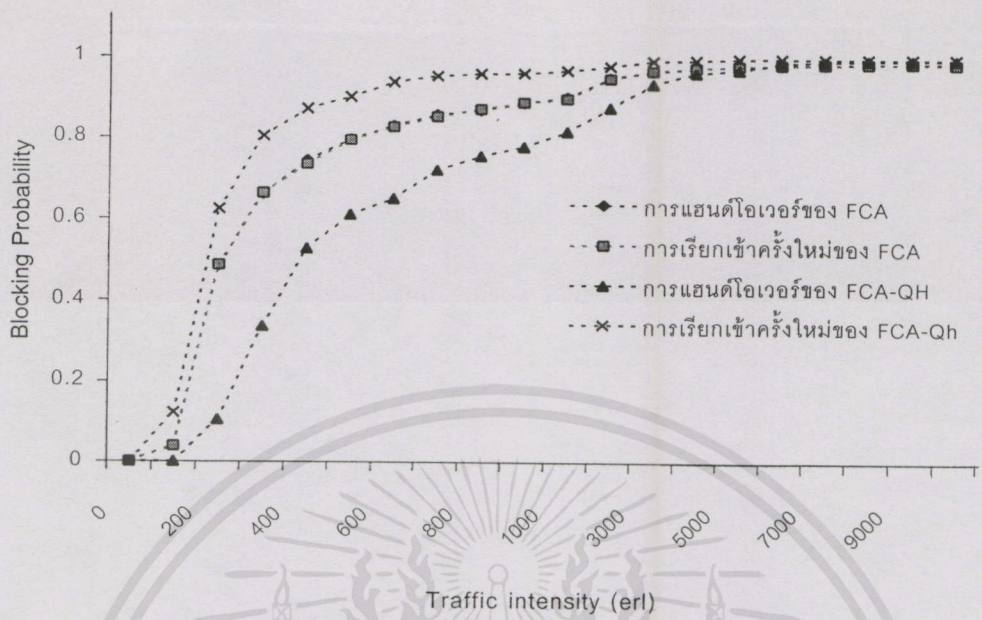
รูปที่ 5.4 แสดงแผนภูมิโปรแกรมฟังก์ชันการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution)



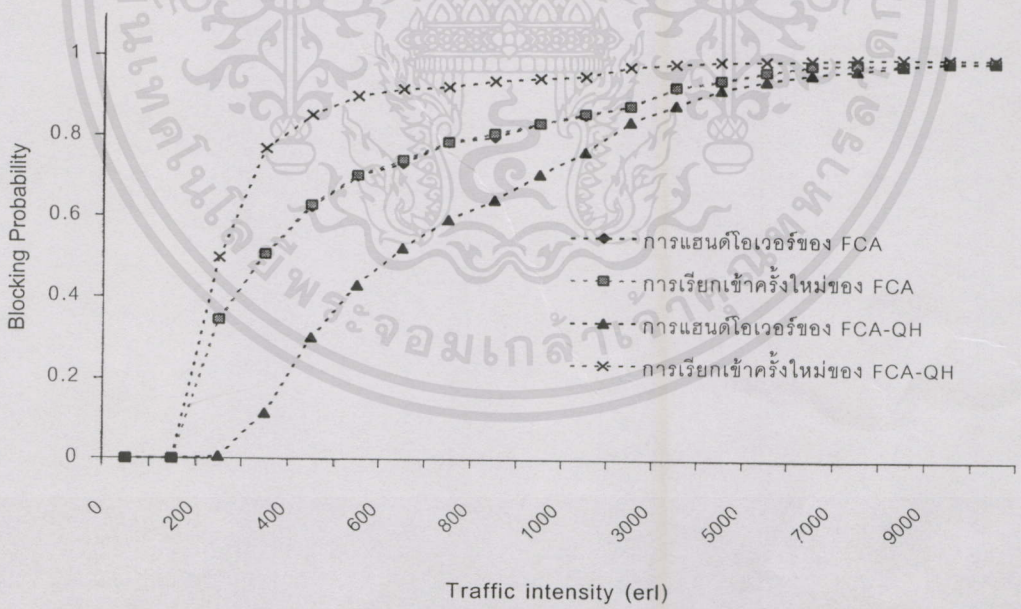
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด

รูปที่ 5.5 แสดงแผนภูมิโปรแกรมของการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบมีการรอการ
แฮนด์โอเวอร์เมื่อปริมาณทราฟฟิกเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ

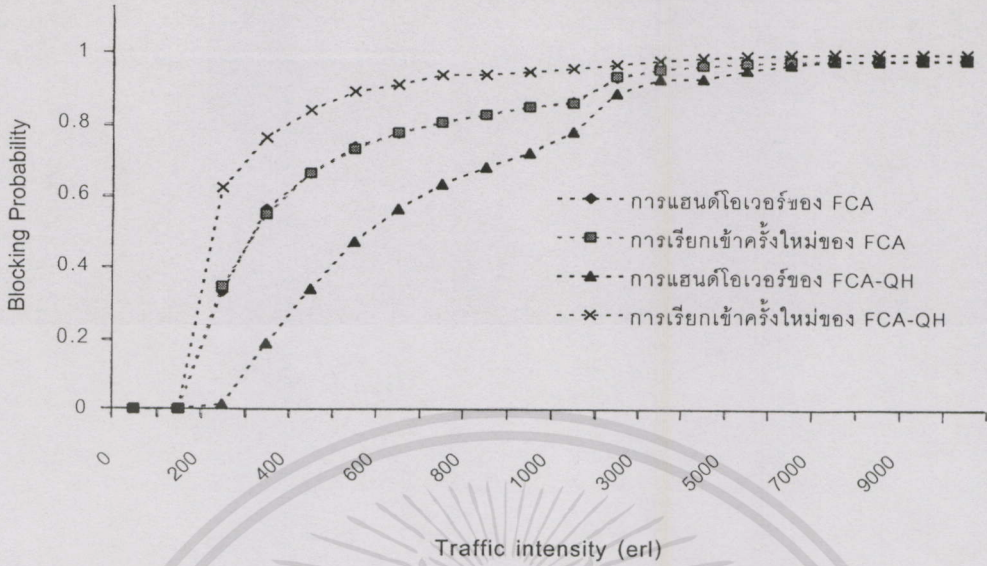
5.3 ผลการทดลอง



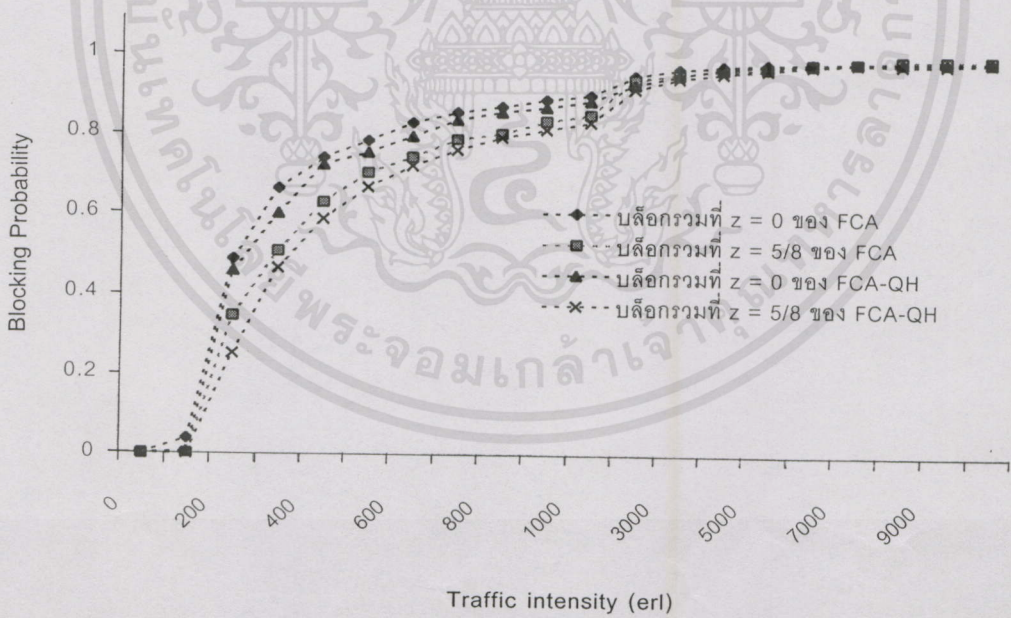
รูปที่ 5.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแชนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแชนด์โอเวอร์



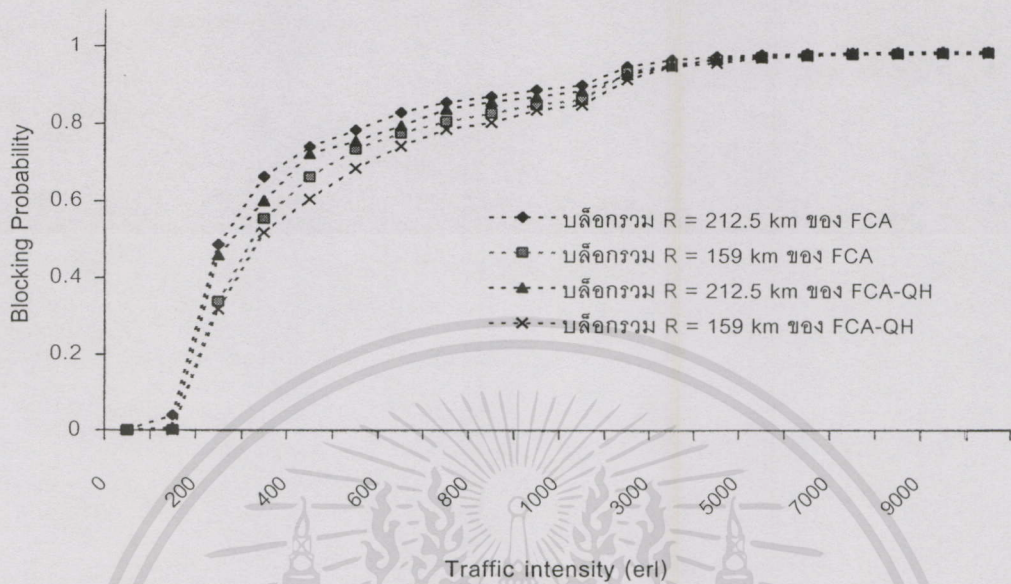
รูปที่ 5.7 กราฟแสดง การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแชนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแชนด์โอเวอร์



รูปที่ 5.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และ การเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์



รูปที่ 5.9 กราฟแสดง การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และ $z=5/8$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์



รูปที่ 5.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็น ของบล็อกของเส้นด์ไอเวอร์และ การเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มี รัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร กับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการเส้นด์ไอเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 สรุป

ในบทที่ 5 นี้ได้นำเทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรบกวนการแฮนด์โอเวอร์เข้ามาใช้เปรียบเทียบกับ การจัดสรรช่องสัญญาณถาวร เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นของอัตราการบล็อกรวม, แฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่ เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์อย่างไม่สม่ำเสมอ ณ ตำแหน่ง $z = 0$ และ $z = \frac{5}{8}$ โดยใช้ช่องสัญญาณเท่ากับ 100 ช่องสัญญาณต่อเซลล์จากการทดลองจะให้ผลที่เหมือนหรือแตกต่างกันดังนี้

รูปที่ 5.6 และ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรและการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรบกวนการแฮนด์โอเวอร์ โดยให้เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ ณ $z = 0$ (รูปที่ 5.6) และ $z = \frac{5}{8}$ (รูปที่ 5.7) โดยที่เซลล์ที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามานั้นมีขนาด 212.5 กิโลเมตร จากการทดลองพบว่า กราฟทั้งสองรูปให้ผลที่ตรงกันคือ อัตราการบล็อกของการเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์นั้นจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อใช้เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรบกวนการแฮนด์โอเวอร์

รูปที่ 5.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกรวมเมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร และการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรบกวนการแฮนด์โอเวอร์ โดยให้เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ ณ ตำแหน่ง $z = 0$ และ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมีขนาด 212.5 กิโลเมตร จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ที่บริเวณกลางเซลล์หรือบริเวณ $z=0$ จะเกิดการบล็อกสูงกว่า บริเวณ $z = \frac{5}{8}$ ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นบริเวณขอบเซลล์ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะอัตราการเข้ามาของเครื่องลูกข่ายบริเวณกลางเซลล์มากกว่าบริเวณขอบเซลล์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะทางในการส่งสัญญาณจากเครื่องลูกข่ายไปยังดาวเทียมที่บริเวณกลางเซลล์จะสั้นกว่าที่บริเวณขอบเซลล์ ดังนั้นที่บริเวณกลางเซลล์จึงสามารถติดต่อดาวเทียมได้ง่ายกว่านั่นเอง แต่ถึงกระนั้นการติดต่อที่ง่ายกว่า ก็มิได้เกี่ยวข้องกับการเกิดการบล็อกของการเรียกเข้าครั้งใหม่หรือการแฮนด์โอเวอร์แต่อย่างใด เนื่องจากการเกิดการบล็อกนั้นเกิดขึ้นจากสาเหตุหลายสาเหตุเป็นต้นว่า การเกิดแฮนด์โอเวอร์บ่อยครั้ง หรือปริมาณคนที่ใช้ช่องสัญญาณบริเวณใดบริเวณหนึ่งมากจนทำให้ช่องสัญญาณบริเวณนั้นเต็ม เหล่านี้ทำให้เกิดการบล็อกได้เช่นกัน ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้จึงได้ทดลองใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรบกวนการแฮนด์โอเวอร์ จากผลการทดลองจะพบว่าที่บริเวณกลางเซลล์นั้นจะช่วยให้การบล็อกรวมที่เกิดขึ้นลดลงจากเดิมอย่างชัดเจน แต่ที่บริเวณขอบเซลล์ไม่ว่ากรณีนั้นการบล็อกที่เกิดขึ้นจะลดลงเพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรบกวนการแฮนด์โอเวอร์นั้นจะสามารถทำงานได้ดีในกรณีที่ปริมาณทราฟฟิกที่เข้ามามีค่ามาก ๆ

(สังเกตได้จากอัตราการบดบังรวมจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดที่บริเวณกลางเซลล์ ซึ่งมีปริมาณของเครื่องลูกข่ายที่เข้ามามากกว่าที่ขอบเซลล์) แต่จะไม่เห็นความแตกต่างมากนักถ้าปริมาณกราฟิกที่เข้ามามีค่าน้อย

รูปที่ 5.9 แสดงค่าความน่าจะเป็นของการบดบังของการเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรและการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์ โดยให้เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ ณ ตำแหน่ง $z=0$ เมื่อเซลล์มีขนาด 159 กิโลเมตร ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์แล้ว ผลของค่าความน่าจะเป็นในการเกิดการบดบังลดลง

รูปที่ 5.10 แสดงค่าความน่าจะเป็นของการบดบังรวม เมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรและการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์ โดยให้เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ ณ ตำแหน่ง $z=0$ เมื่อเซลล์มีรัศมีขนาดแตกต่างกันคือ 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร ผลการทดลองพบว่า เมื่อเทียบพื้นที่บริการที่เท่ากันเซลล์ที่มีขนาดเล็กลง หรือความสูงของดาวเทียมลดต่ำลงนั้นจะทำให้โอกาสในการเกิดการบดบังจะต่ำลงด้วย นอกจากนี้เมื่อใช้เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์เข้าร่วมด้วย ก็ยังทำให้เห็นผลแตกต่างชัดเจนขึ้น คือ ทำให้อัตราการบดบังลดลง และที่เซลล์ขนาด 159 กิโลเมตร จะเกิดการบดบังน้อยกว่าเซลล์ขนาด 212.5 กิโลเมตร

บทที่ 6

บทสรุป

6.1 กล่าวนำ

จากปัญหาที่มักพบในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมวงโคจรต่ำนั้น ก็คือความเสี่ยงต่อการเกิดสายหลุด เนื่องจากอัตราการผลิตแฮนด์โอเวอร์สูง ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จึงได้นำเสนอแนวทางในการจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์ โดยจะพิจารณาปริมาณทราฟฟิกที่เข้ามาให้บริการในเซลล์ ทั้งแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ โดยวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ก็เพื่อลดอัตราการผลิตสายหลุด และเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ

ในบทที่ 2 ได้เสนอแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์โมเดลที่จะนำมาใช้ในการหาทิศทางและแนวโน้มของระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ โดยจะทำการหาค่าความเร็วของดาวเทียม ระยะทางที่เครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่ภายในเซลล์ที่มีลักษณะเป็นวงกลม, โมเดลโมบายลิตี, ระยะเวลาในการให้บริการภายในเซลล์ของเครื่องลูกข่ายเฉลี่ย, ระยะเวลาการรอกสูงสุดที่สามารถยอมให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์อยู่ในขีดได้ และการหาค่าเฉลี่ยการผลิตแฮนด์โอเวอร์ รวมไปถึงอธิบายความแตกต่างของลักษณะการแฮนด์โอเวอร์ที่เกิดขึ้นในดาวเทียมวงโคจรต่ำด้วย

ในบทที่ 3 ได้ทำการการศึกษาโมเดลการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรที่ได้มีการใช้อยู่ในปัจจุบันเมื่อปริมาณทราฟฟิกที่เข้ามาให้บริการภายในเซลล์เป็นแบบสม่ำเสมอทั่วกันทั้งระบบ โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมภาษาซี เปรียบเทียบกับสมการทางคณิตศาสตร์ โดยตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมดมี 5 ตัวแปร คือ ค่าอัตราเฉลี่ยในการเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์ (λ) ระยะเวลาที่ใช้บริการในช่องสัญญาณ ($\frac{1}{\mu}$) ปริมาณความหนาแน่นของทราฟฟิก (ρ) ค่าโมบายลิตี (α) และค่าความน่าจะเป็นในการเกิดการบล็อก จากผลการทดลองในรูปของกราฟที่แสดงไว้แล้วนั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเข้ามา ณ จุดเดียวกันของเครื่องลูกข่ายภายในเซลล์ที่มีขนาดต่างกัน จะพบว่าถ้าเซลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าจะเกิดการบล็อกได้น้อยกว่าเป็นต้น สรุปได้คือเมื่อทำการเปรียบเทียบพื้นที่บริการโดยรวมที่เท่ากัน ถ้าความสูงของดาวเทียมยิ่งสูงขึ้น (เสมือนความเร็วของดาวเทียมจะลดลง ขนาดของเซลล์เพิ่มสูงขึ้น หรือเทียบได้กับค่าโมบายลิตีที่เพิ่มขึ้น) โอกาสที่จะเกิดการบล็อกย่อมสูงขึ้น และนอกจากนี้ยังรวมไปถึงปัจจัยอื่นๆเช่น ถ้าปริมาณของทราฟฟิกเพิ่มสูงขึ้นโอกาสเกิดการบล็อกก็ย่อมสูงขึ้นตามไปด้วย

ในบทที่ 4 ได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดจากการบล็อกเนื่องจากการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ โดยใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อ

ปริมาณกราฟฟิกเป็นแบบสม่ำเสมอทั่วกันทั้งระบบ โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมภาษาซี เปรียบเทียบกับสมการทางคณิตศาสตร์ จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า เมื่อใช้การจัดสรรช่องสัญญาณแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์ โดยทำการทดลองเปรียบเทียบเหมือนในบทที่ 3 จะพบว่าความน่าจะเป็นในการเกิดการบล็อกของการแฮนด์โอเวอร์จะลดลงกว่าการใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบเดิม โดยจะแสดงให้เห็นผลที่แตกต่างกันมากขึ้น เมื่อปริมาณกราฟฟิกเพิ่มสูงขึ้น เป็นต้น

ในบทที่ 5 ได้ทำการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นในการเกิดการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ โดยใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์ เมื่อปริมาณกราฟฟิกที่เข้ามาในเซลล์ไม่สม่ำเสมอ โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมภาษาซี ผลการทดลองที่ได้นั้น ให้ผลคล้ายกันกับในบทที่ 4

ส่วนในเรื่องของการนำไปประยุกต์ใช้นั้น แนวคิดในเรื่องของเทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์ ที่ได้เสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นั้น เป็นแนวคิดที่สามารถประยุกต์ใช้กับดาวเทียมวงโคจรต่ำโดยทั่วไปได้ โดยจะนำไปใช้ในส่วนของ การจัดสรรช่องสัญญาณให้กับเซลล์ของดาวเทียม (แต่ทั้งนี้อาจต้องคำนึงถึงส่วนประกอบอื่นๆ อาทิเช่น ลักษณะการออกแบบระบบ ปัญหาทางการตลาด และสภาวะแวดล้อมอื่นๆประกอบด้วย) เพราะโดยความเป็นจริงแล้วพื้นฐานการจัดสรรช่องสัญญาณจะต้องเริ่มจาก การจัดสรรช่องสัญญาณถาวรก่อน เพราะจะสามารถรองรับปริมาณกราฟฟิกที่มีขนาดใหญ่ได้ดีกว่า การจัดสรรช่องสัญญาณโดยใช้เทคนิคอื่น เว้นแต่ถ้าปริมาณกราฟฟิกนั้นมีขนาดน้อยถึงปานกลาง เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวรก็จะมีประสิทธิภาพลดลง และในส่วนของเทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์ที่เสนอนี้ ได้รวมเอาส่วนดีและได้แก้ไขจุดบกพร่องของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบเดิม ดังนั้นจึงสามารถใช้เทคนิคดังกล่าวนี้รองรับปริมาณกราฟฟิกที่มีขนาดใหญ่และขนาดปานกลางได้ดีกว่าเทคนิคแบบเดิม ซึ่งจะได้เสนอทั้งข้อดีและข้อเสียดังจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

6.2 แนวทางการศึกษาและวิจัย

แนวทางการศึกษาและวิจัยต่อไป ก็คือการจัดสรรช่องสัญญาณแบบไดนามิก (Dynamic Channel Allocation) ซึ่งมีลักษณะการทำงานแตกต่างจากการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรอยู่ตรงที่ ช่องสัญญาณทั้งหมดจะไม่ได้ถูกกำหนดให้กับเซลล์แต่ละเซลล์อย่างถาวร แต่จะถูกเก็บไว้ในบริเวณที่เรียกว่า อิริเม้น พูล (Element Pool) ของสถานี เมื่อเซลล์ใดต้องการใช้ช่องสัญญาณก็จะสามารถส่งสัญญาณ ร้องขอช่องสัญญาณจากสถานีได้ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มเทคนิคพิเศษขึ้นมาได้อีก เช่น สามารถมีการยืมช่องสัญญาณจากเซลล์ข้างเคียงรอบๆตัวมันได้ เป็นต้น ซึ่งเหล่านี้

สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ ทั้งนี้ ด้วยเหตุผลข้อเดียวกันก็คือ เพื่อลดอัตราการเกิดสายหลุดอันเนื่องมาจากกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ที่มีค่าสูงนั่นเอง

6.3 ข้อดีและข้อเสียในการใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ เทียบกับการจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวร

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงข้อดีและข้อเสียของการทำวิจัยในครั้งนี้กล่าวคือ ในการใช้เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ จะทำให้ลดอัตราการบดบังของการแฮนด์โอเวอร์ลงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบเดิม สังเกตได้จากเมื่อปริมาณทราฟฟิกเพิ่มสูงขึ้นอัตราการบดบังที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าการใช้วิธีการเดิมโดยเฉลี่ยประมาณ 30 ถึง 50 เท่า ในปริมาณทราฟฟิกที่หนาแน่นปานกลาง และลดลง 10-30 เท่า ในช่วงที่มีปริมาณทราฟฟิกหนาแน่นมาก และเมื่อพิจารณาถึงการบดบังโดยรวม คือทั้งการบดบังของการแฮนด์โอเวอร์และการบดบังของการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ที่เสนอนี้ ก็จะพบว่าการบดบังโดยรวมที่เกิดขึ้นนั้นลดลงจากเดิมด้วยเช่นกัน ส่วนในการประยุกต์ใช้นั้นก็สามารถนำไปใช้กับระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องลดอัตราการเกิดการบดบังของการแฮนด์โอเวอร์ ซึ่งมักเกิดขึ้นบ่อยครั้งในดาวเทียมระบบนี้ ส่วนในเรื่องของข้อเสียนั้นจะพบว่า การบดบังของการเรียกเข้าครั้งใหม่จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อใช้การจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ซึ่งค่านี้สูงกว่าการใช้เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบเดิม ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียกเข้าไม่ติดเพิ่มมากขึ้นในระบบ และในเรื่องของระยะเวลาการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้เวลา 15 วินาทีนั้น ถ้ามีการกำหนดระยะเวลาการรอสั้นเกินไป ก็จะไม่ส่งผลต่อการลดอัตราการเกิดแฮนด์โอเวอร์มากนัก แต่ถ้าให้ช่วงระยะเวลาการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์นานเกินไป ก็จะทำให้ผู้ที่รอเปลี่ยนช่องสัญญาณใหม่เกิดความรำคาญเนื่องจากเกิดการแทรกสอด หรือบางครั้งอาจเกิดสายหลุดขึ้นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการคำนวณระยะเวลาให้เหมาะสมกับระบบแต่ละระบบด้วย ส่วนในเรื่องของการใช้ช่องสัญญาณในโปรแกรมจำลองการทำงานนั้น มีข้อจำกัดอยู่หลายประการเช่น หน่วยความจำของเครื่องพีซี เป็นต้น จึงทำให้ใช้ช่องสัญญาณได้จำกัด คือ ประมาณ 100 ช่องสัญญาณ แต่ก็สามารถที่จะรู้ถึงแนวโน้มของการเกิดการบดบังได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] R. J. Leopold. "The IRIDIUM Communication System." IEEE Trans. On Vehicular Technology., vol. 35, no.1, October 1992. pp. 451-455.
- [2] R. J. Leopold. "Low Earth Orbit Global Cellular Communication Network." Mobile Satellite Communication Conference. Adelaid, Australia, August, 1990. pp. 147-153.
- [3] D. HONG and S. RAPPAPORT. "Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone System with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures." IEEE Trans. On Vehicular Technology., vol. VT-35, no.3, August 1986. pp. 77-92.
- [4] R. Guerin. "Channel Occupancy Time Distribution a Cellular Radio System." IEEE Trans. On Vehicular Tecnology., vol.VT-35, no.3, August 1987. pp.89-99.
- [5] E. Del Re, R. Fantacci, G. Giambene. "Efficient Dynamic Channel Allocation Techniques with Handover Queuing for Mobile Satellite Networks." IEEE Journal on Selected Areas in Commun., vol.13, no.2, February 1995. pp.397-405.
- [6] Yvette C. Hubbel and Lockheed M. Sanders. "A Comparison of IRIDIUM and AMP System." IEEE Trans. On Vehicular Technology., vol.5, no.4, March 1997, pp. 68-74.
- [7] GANZ, A., GONG, Y. and LI. "Performance study of Low Earth-Orbit Satellite System." IEEE trans. On Comm., vol.42, no.2/3/4, February/March/April,1994. pp. 1866-1871.
- [8] ถวิล พึ่งมา. ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์. สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.2541.
- [9] William C.Y. LEE. Mobile Cellular Telecommunication System. McGraw-HILL. 1989.
- [10] Leonard Klienrock. Queuing System Volume I: Theory. John Wiley and Sons. 1975.
- [11] A. Jamalipour, M. Katayama, T. Yamazato and A. Ogawa. "Throughput Analysis of Spread-Slotted ALOHA in LEO Satellite Communication System with Nonuniform Traffic Distribution." IEICE Trans. Commun., vol.E 78-B, no 12, December 1997. pp. 1657-1665.

- [12] A. Jamalipour, M. Katayama, T. Yamazato and A. Ogawa. "Signal-to-interference ratio of CDMA in Low Earth Orbital Satellite Communication Systems with Non-uniform Traffic Distribution." Proc. IEEE GLOBECOM'94 Conference, 1994. pp.1748-1752



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ซอฟต์แวร์ของระบบการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร
และการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการ
แฮนด์โอเวอร์เมื่อลักษณะของกราฟฟิกเป็นแบบสมำเสมอ

```

/* sort long integer input using linked*/

#include <stdio.h>
#include<math.h>
#include<conio.h>
#include<stdlib.h>
#include<alloc.h>

int TIMES,true=1, false=0;

struct Queue {
    long int user;
    double t1;
    double t2;
    double waittime;
    long int type;
    Queue *next;
};

struct Server {
    long int user;
    double t2;
};

Queue *headqueue, *pqueue, *tempqueue;
Server *pserver;

long int m_newuser,m_useuser,m_block;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
double m_blockratio,totalBnewuser,avgBnewuser;
double m_blocknewcall,totalBnewcall,avgBnewcall;
double m_blockhandover,totalBhandover,avgBhandover;
```

```
long int totalserver;
```

```
long int totaluser;
```

```
double Transform(double waittime);
```

```
float expntl(float x);
```

```
void main()
{
double m_server,m_servic,m_sim,m_freq;
int choice=1;

clrscr();
textcolor(15);
textbackground(10);
gotoxy(23,1);
cprintf("PARAMETER OF SIMULATION EXPO");
gotoxy(26,6);
printf("Enter totalserver : ");
scanf("%lf",&m_server);

gotoxy(26,8);

printf("Enter simtime : ");
scanf("%lf",&m_sim);

gotoxy(26,10);

printf("Enter servicetime : ");
scanf("%lf",&m_servic);

gotoxy(26,14);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

printf("Enter frequency : ");
scanf("%lf",&m_freq);
do{
    gotoxy(20,18);
    printf("ENTER NO.0 = FCA OR NO.1 = FCA QH :  ");
    gotoxy(58,18);
    scanf("%d",&choice);
}while(choice>1);

```

```

//variable initial
randomize();
double end_time = m_sim; //simulation time
double waittime = 0.0; //wait time
double Ta = (double)(1/m_freq); //time between each user
double Ts = m_servic; //mean servict time
double time = 0.0; //Parameter count time
double t1 = 0.0; //start time
double t2 = end_time; //end time

```

```

long int totalserver = m_server;

```

```

//variable in process

```

```

int mins=0, secs=0, mine=0, sece=0, sec_60;

```

```

float min, sec;

```

```

int free = 0; //for count block free user

```

```

int countposition,position; //for postion server that user to use

```

```

float random;

int  tempTime;           //Parameter for use calculate time
float tempSec;          //Parameter for use calculate time

//variable in result
long int useuser = 0;

long int block = 0 ;    //for count block total
long int newuser = 0 ;  //total user that generate

long int usenewcall = 0;
long int usehandover = 0;

long int blocknewcall = 0; //for count block newcall
long int newcall = 0;      //number newcall

long int blockhandover = 0; //for count block handover
long int handover = 0;     //number handover

//generate servers(totalserver = m_server)
pserver = new Server[totalserver]; // reserve mem total use

//initial server infomation
for(int tempserver = 0 ; tempserver<totalserver ; tempserver++)
{
    pserver[tempserver].user = 0; //for check server free(set user = 0)
    pserver[tempserver].t2 = 0; // set slot user=0 ,t2(timeend)=0
}

randomize();
while(time < end_time)
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะในรูปแบบใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//calculate t1 and t2 (start time and end time)
time = t1;
t1 = time+expntl(Ta);
t2 = t1+expntl(Ts);
    if(t2>=end_time || t1>=end_time)//break at t1 >end_time
        break;
```

```
newuser++; //generate new user
```

```
if(newuser==1) //first user
```

```
{
    headqueue = new Queue; //****
    pqueue = headqueue;
}
```

```
else //next user (no first user)
```

```
{
    pqueue->next = new Queue; //****
    pqueue = pqueue->next;
}
```

```
//check headqueue
```

```
if(headqueue==NULL)
    { headqueue = pqueue; }
```

```
//Set parameter for user in queue
```

```
pqueue->user = newuser;
```

```
pqueue->t1 = t1;
```

```
pqueue->t2 = t2;
```

```
pqueue->type = ((long)rand()*2)/RAND_MAX;
```

```
//Set waittime for newcall and handover
```

```
if(choice==0) //case FCA waittime
```

```
{ waittime=0; } //newcall=handover=0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(choice==1)          //case FCA QH
    { if(pqueue->type == 0) { waittime=0; } //newcall
      if(pqueue->type == 1) { waittime=15; } } //handover

pqueue->waittime= t1+Transform(waittime);
pqueue->next = NULL;

//=====

//Count Number newcall & handover
if(pqueue->type == 0) { newcall++; }
if(pqueue->type == 1) { handover++; }

//Set time for user use
if(newuser==1) //newuser is first
    {
//start
mins = 0;
secs = 0;
//end

temptime=(int)t1;
tempsec = t1-temptime;
mine = temptime;
sece = (int)(tempsec*60);
    }

else //newuser is not first
    {
//start

mins = mine;
secs = sece;
//end

temptime= (int)t1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

tempsec      = t1-temptime;
mine        = temptime;
sece       = (int)(tempsec*60);
}

//=====================================================//
sec_60      = 60;
TIMES      = true;
for(min=mins ; min<=mine ; min++ )
{
for(sec=0 ; sec<sec_60 ; sec++)
{
if(min==mins && TIMES==true)
{
TIMES = false;
sec =secs;
}
time = min+(sec/60);
//check free server
free = 0;
for(tempserver=0 ; tempserver<totalserver ; tempserver++)
{
if( (pserver[tempserver].t2 <= time) && (pserver[tempserver].t2 != 0) )
{ pserver[tempserver].user = 0; //check only new free(when user finish user)}
if(pserver[tempserver].user == 0){ pserver[tempserver].t2 = 0;
free++; }
}

while( free>0 && headqueue!=NULL && (headqueue->t1<=time) )
{ //while have free server and have user in queue
countposition = 0;
do { //random use slot signal
random = ( (float) rand()/RAND_MAX );

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและตั้งค่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        } while( (random == 0) || (random == 1) );
        position = (int) (free*random)+1;           //MODIFY
for(tempserver=0 ; tempserver<totalserver ; tempserver++)
{
if(pserver[tempserver].user==0)
    { countposition++; }
if(position==countposition)
    { useuser++;
      if(pqueue->type==0) { usenewcall++; }
      if(pqueue->type==1) { usehandover++; }
      pserver[tempserver].user= headqueue->user;
      pserver[tempserver].t2 = headqueue->t2; //endtime
      tempqueue = headqueue->next;
      delete headqueue; // unset mem headqueue
      headqueue = tempqueue;
      break;
    }
}
free--;
} // end while (if free=0)

//check waittime of user in queue
if(headqueue != NULL)
{
    while( headqueue->waittime < time)
    {
        block++; //blocking user
        if(pqueue->type==0) { blocknewcall++; }
        if((pqueue->type==1)|(pqueue->type==2))
            { blockhandover++; }

        tempqueue = headqueue->next; //check user out
        delete headqueue;
        headqueue = tempqueue;
    }
if(headqueue==NULL){ break; }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คิดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        } //end loop while
    } //end loop if(if headqueue = NULL)
if(mins == mine) { sec_60 = sece; }
else if(min==mine && TIMES==false) { sec_60 = sece; }
        } //end loop for (if sec >= ser_60)
    } //end loop for (if min >mine)
} //end loop while(if time>end_time)

//delete
pserver = NULL;
delete pserver;

if(headqueue != NULL)
{
while( headqueue->next != NULL)
{
tempqueue = headqueue->next;
delete headqueue;
headqueue = tempqueue;
}
}

m_block = block; //ANS
m_useuser = useuser; //ANS
m_newuser = newuser; //ANS
m_blockratio = (double)block/newuser; //ANS

//Ans handover
m_blockhandover = (double)blockhandover/usehandover;

//Ans newcall
m_blocknewcall = (double)blocknewcall/usenewcall;
//display answer
clrscr();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

//display answer

clrscr();

```

gotoxy(25,1);
textcolor(4);
textbackground(2);
cprintf(" ANSWER SIMULATION EXPO ");
gotoxy(27,3);
printf(" NewUser = %ld ",m_newuser);
gotoxy(27,5);
printf(" UseUser = %ld ",m_useuser);
gotoxy(29,6);
printf(" Block = %ld ",m_block);
textcolor(0);
textbackground(4);
gotoxy(20,7);
cprintf(" Block Ratio(newuser) = %lf ",m_blockratio);
gotoxy(27,11);
printf(" NewCall = %ld ",newcall);
gotoxy(23,13);
printf(" NewCall USE = %ld ",usenewcall);
gotoxy(22,14);
printf(" Blocknewcall = %ld ",blocknewcall);
textcolor(0);
textbackground(4);
gotoxy(20,15);
cprintf(" Block Ratio(newcall) = ");
textcolor(BLINK|WHITE);
cprintf("%lf ",m_blocknewcall);
gotoxy(26,19);
printf(" Handover = %ld ",handover);
gotoxy(22,21);
printf(" Handover USE = %ld ",usehandover);
gotoxy(21,22);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

printf(" Blockhandover = %ld ",blockhandover);
textcolor(0);
textbackground(4);
gotoxy(20,23);
cprintf(" Block Ratio(handover) = ");
textcolor(BLINK|WHITE);
cprintf("%lf ",m_blockhandover);
} //end void

```

```

double Transform(double waittime)
{
return (waittime/60);
}

float expntl(float x)
{
float z;
do {
z = ( (float) rand() / RAND_MAX );
} while( (z==0) || (z==1) );
return (-x*log(z));
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ซอฟต์แวร์ของระบบการจัดสรรช่องสัญญาณดาวและการ
จัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์
เมื่อลักษณะของกราฟฟิกเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ

```
/* sort long integer input using linked*/
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include<math.h>
```

```
#include<conio.h>
```

```
#include<stdlib.h>
```

```
#include<alloc.h>
```

```
int TIMES,true=1, false=0;
```

```
double ansnewuser[40];
```

```
double ansnewcall[40];
```

```
double anshandover[40];
```

```
struct Queue {
```

```
    long int user;
```

```
    double t1;
```

```
    double t2;
```

```
    double waittime;
```

```
    long int type;
```

```
    Queue *next;
```

```
};
```

```
struct Server {
```

```
    long int user;
```

```
    double t2;
```

```
};
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Queue *headqueue, *pqueue, *tempqueue;

Server *pserver;

int oos,oo,che;

double ww;

double m_blockratio,totalBnewuser,avgBnewuser;
double m_blocknewcall,totalBnewcall,avgBnewcall;
double m_blockhandover,totalBhandover,avgBhandover;
long int m_newuser, m_useuser;
long int m_block;
long int totalserver;
long int totaluser;

double Transform(double waittime);
float expntl(float x);
float FNORM(float EX,float std);

void main()
{
double m_server,m_servic,m_sim,m_freq;
int choice;
clrscr();
gotoxy(25,1);
printf("PARAMETER OF SIMULATION Normal");
gotoxy(15,3);
printf("Enter Number LOOP SIMULATION(MAX Display40 value) : ");
scanf("%d",&oos);
gotoxy(20,6);
printf("Enter totalserver : ");

scanf("%lf",&m_server);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

gotoxy(20,8);
printf("Enter simtime : ");
scanf("%lf",&m_sim);
gotoxy(20,12);
printf("Enter servicetime : ");
scanf("%lf",&m_servic);
gotoxy(20,14);
printf("Enter frequency : ");
scanf("%lf",&m_freq);
gotoxy(20,16);
printf("Enter STD(=0.2 , 0.5) : ");
scanf("%lf",&ww);

do{
    gotoxy(15,18);
    printf("ENTER NO.0 = FCA OR NO.1 = FCA QH : ");
    gotoxy(52,18);
    scanf("%d",&choice);
}while(choice>1);

for(int oo=0;oo<oos;oo++)//Number loop sim
{
//variable initial
randomize();

double end_time = m_sim;           //simulation time
double waittime = 0.0;             //wait time
double Ta      = (double)(1/m_freq); //time between each user
double Ts      = m_servic;         //mean servic time
double time    = 0.0;              //Parameter count time
double t1      = 0.0;              //start time
double t2      = end_time;         //end time

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

long int totalserver = m_server;

//variable in process
int mins=0, secs=0, mine=0, sece=0, sec_60;
float min, sec;
int free = 0; //for count block free user
int countposition, position; //for postion server that user to use
float random;
int temptime; //Parameter for use calculate time
float tempsec; //Parameter for use calculate time

//variable in result
long int newuser = 0; //total user that generate
long int useuser = 0;
long int block = 0; //for count block total
long int newcall = 0; //number newcall
long int usenewcall = 0;
long int blocknewcall = 0; //for count block newcall
long int handover = 0; //number handover
long int usehandover = 0;
long int blockhandover = 0; //for count block handover

//generate servers(totalserver = m_server)
pserver = new Server[totalserver]; // reserve mem total use

//initial server infomation
for(int tempserver = 0 ; tempserver<totalserver ; tempserver++)
{
    pserver[tempserver].user = 0; //for check server free(set user = 0)

    pserver[tempserver].t2 = 0; // set slot user=0 ,t2(timeend)=0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
    randomize();
    while(time < end_time)
    {
        //calculate t1 and t2 (start time and end time)
        time = t1;
        //Set t1
        t1 = time+FNORM(Ta,ww);
        //Set t2
        t2 = t1+expntl(Ts);

        // display program work
        gotoxy(2,2);
        printf("time=%lf ",time);
        if(t2>=end_time || t1>=end_time)//break at t1 >end_time
            break;

        newuser++; //generate new user
        if(newuser==1) //first user
        {
            headqueue = new Queue; //****
            pqueue = headqueue;
        }
        else //next user (no first user)
        {
            pqueue->next = new Queue; //****
            pqueue = pqueue->next;
        }
        //check headqueue
        if(headqueue==NULL)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//check headqueue

```

```

if(headqueue==NULL)

```

```

{
    headqueue = pqueue;
}

//Set parameter for user in queue
pqueue->user = newuser;
pqueue->t1 = t1;
pqueue->t2 = t2;
pqueue->type = ((long)rand()*2)/RAND_MAX;

//Set waittime for newcall and handover OF FCA OR FCA-QH
if(choice==0) //case FCA waittime
    {waittime=0;} //newcall=handover=0
if(choice==1) //case FCA QH
    {
        if(pqueue->type == 0) //newcall
            {waittime=0;}
        if(pqueue->type == 1) //handover
            {waittime=15;}
    }
pqueue->waittime= t1+Transform(waittime);
pqueue->next = NULL;
//Count Number newcall & handover
if(pqueue->type == 0)
    {newcall++;}
if(pqueue->type == 1)
    {handover++;}

//Set time for user use
if(newuser==1) //newuser is first
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

```

```
//start
    mins = 0;
    secs = 0;
//end
    temptime= (int)t1;
    tempsec   = t1-temptime;
    mine     = temptime;
    sece     = (int)(tempsec*60);
}
```

```
else //newuser is not first
```

```
{
```

```
//start
```

```
    mins = mine;
```

```
    secs = sece;
```

```
//end
```

```
    temptime= (int)t1;
```

```
    tempsec   = t1-temptime;
```

```
    mine     = temptime;
```

```
    sece     = (int)(tempsec*60);
```

```
}
```

```
//===== process =====//
```

```
sec_60     = 60;
```

```
TIMES = true;
```

```
for(min=mins ; min<=mine ; min++ )
```

```
{
```

```
    for(sec=0 ; sec<sec_60 ; sec++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(min==mins && TIMES==true)
```

```
        {
```

```

        TIMES = false;
        sec =secs;
    }
    time = min+(sec/60);
    //check free server
    free = 0;
    for(tempserver=0 ; tempserver<totalserver ; tempserver++)
    {
        if( (pserver[tempserver].t2 <= time) && (pserver[tempserver].t2 != 0) )
            //check only new free(when user finish user)
            pserver[tempserver].user = 0;
        }
        if(pserver[tempserver].user == 0)
        {
            pserver[tempserver].t2 = 0;
            free++;
        }
    }
    while( free>0 && headqueue!=NULL && (headqueue->t1<=time) )
    { //while have free server and have user in queue
        countposition = 0;
        do { //random use slot signal
            random = ( (float) rand()/RAND_MAX );
        } while( (random == 0) || (random == 1) );
        position = (int) (free*random)+1;    //MODIFY
        for(tempserver=0 ; tempserver<totalserver ; tempserver++)
        {
            if(pserver[tempserver].user==0)
                {countposition++;}
            if(position==countposition)
        }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

useuser++;

if(pqueue->type==0)
    {usenewcall++;}
if(pqueue->type==1)
    {usehandover++;}
pserver[tempserver].user= headqueue->user;
pserver[tempserver].t2 = headqueue->t2; //endtime
tempqueue = headqueue->next;
delete headqueue; // unset mem headqueue
headqueue = tempqueue;
break;
}
}
free--;
} // end while (if free=0)

//check waittime of user in queue
if(headqueue != NULL)
{
while( headqueue->waittime < time)
{
block++; //blocking user ALL
if(pqueue->type==0)
{ blocknewcall++;} //count block is newcall
if((pqueue->type==1)|(pqueue->type==2))
{ blockhandover++;} //count block es handover

tempqueue = headqueue->next; //check user out
delete headqueue;
headqueue = tempqueue;

if(headqueue==NULL)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        {      break; }
    } //end loop while
} //end loop if(if headqueue = NULL)
    if(mins == mine)
        {sec_60 = sece;}
    else if(min==mine && TIMES==false)
        {sec_60 = sece;}
} //end loop for (if sec >= ser_60)
} //end loop for (if min >mine)
} //end loop while(if time>end_time)
//delete
pserver = NULL;
delete pserver;
if(headqueue != NULL)
    {
        while( headqueue->next != NULL)
            {
                tempqueue = headqueue->next;
                delete headqueue;
                headqueue = tempqueue;
            }
    }

m_block      = block;           //ANS
m_useuser    = useuser;        //ANS
m_newuser    = newuser;        //ANS
m_blockratio = (double)block/newuser; //ANS
m_blockhandover = (double)blockhandover/usehandover;//ANS
m_blocknewcall = (double)blocknewcall/usenewcall; //ANS
//display answer
clrscr();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

gotoxy(25,1);
printf("ANSWER SIMULATION Normal");
gotoxy(20,2);
printf("SIMULATION frequency : %lf ",m_freq);
gotoxy(20,3);
    if(choice==0) {printf(" FCA ");}
    if(choice==1) {printf("FCA-QH");}
gotoxy(30,3);
printf(" STD = %lf ",ww);
gotoxy(30,4);
printf("NO. %d",oo+1);
gotoxy(25,6);
printf("NewUser = %ld",m_newuser);
gotoxy(25,8);
printf("UseUser = %ld",m_useuser);
gotoxy(25,10);
printf("Block = %ld",m_block);
gotoxy(20,12);
printf("Block Ratio(newuser) = %lf ",m_blockratio);
gotoxy(20,16);
printf("NewCall = %ld",newcall);
gotoxy(40,16);
printf("NewCall USE= %ld",usenewcall);
gotoxy(30,17);
printf("Blocknewcall =%ld",blocknewcall);
gotoxy(25,18);
printf("Block Ratio(newcall) = %lf ",m_blocknewcall);
gotoxy(20,20);
printf("Handover = %ld",handover);
gotoxy(40,20);
printf("Handover USE = %ld",usehandover);

```

```

gotoxy(30,21);
printf("Blockhandover =%ld",blockhandover);
gotoxy(25,22);
printf("Block Ratio(handover) = %lf ",m_blockhandover);

(double)ansnewuser[oo]=(double)block/newuser;
(double)totalBnewuser =totalBnewuser+(double)block/newuser;
(double)ansnewcall[oo]=(double)blocknewcall/usenewcall;
(double)totalBnewcall=totalBnewcall+(double)blocknewcall/usenewcall;
(double)anshandover[oo]=(double)blockhandover/usehandover;
(double)totalBhandover=totalBhandover+(double)blockhandover/usehandover;
} //end loopsim for(oo=0;oo<oos;oo++)
printf("END LOOP SIMULATION && ENTER GOTO DISPLAY VALUE ALL");
getch();
clrscr();
gotoxy(10,1);
printf("SIMULATION frequency : %lf",m_freq);
gotoxy(42,1);
if(choice==0)
{printf(" FCA ");}
if(choice==1)
{printf("FCA-QH");}
gotoxy(50,1);
{printf(" STD = %lf ",ww);}
for(oo=0;oo<oos;oo++)
{
if(oo<20)
{
gotoxy(15,oo+2);
printf("blockratio %d =%lf",oo+1,(double)ansnewuser[oo]);
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามนำข้อมูลไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if(oo>=20)
        {
            gotoxy(50,oo-20+2);
            printf("blockratio %d =%lf",oo+1,(double)ansnewuser[oo]);
        }
    }

    gotoxy(20,23);
    printf("Display Value blockratio(block/newuser)");
    (double)avgBnewuser=totalBnewuser/oos;
    gotoxy(20,24);
    printf("average blockratio(%d value) :%lf",oos,avgBnewuser);
    getch();
    clrscr();
    gotoxy(10,1);
    printf("SIMULATION frequency : %lf ",m_freq);
    gotoxy(42,1);
    if(choice==0)
    {printf(" FCA ");}
    if(choice==1)
    {printf("FCA-QH");}
    gotoxy(50,1);
    {printf(" STD = %lf ",ww);}
    for(oo=0;oo<oos;oo++)
    {
        if(oo<20)
        {
            gotoxy(15,oo+2);
            printf("blockratio %d =%lf",oo+1,(double)ansnewcall[oo]);
        }
        if(oo>=20)
        {
            gotoxy(50,oo-20+2);
            printf("blockratio %d =%lf",oo+1,(double)ansnewcall[oo]);
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

gotoxy(20,23);
printf("Display Value blockratio(block/newcall)");
    (double)avgBnewcall=totalBnewcall/oos;
gotoxy(20,24);
printf("average blockratio(%d value) :%lf",oos,avgBnewcall);
getch();
clrscr();
gotoxy(10,1);
printf("SIMULATION frequency : %lf ",m_freq);
gotoxy(42,1);
if(choice==0) {printf(" FCA ");}
if(choice==1) {printf("FCA-QH");}
gotoxy(50,1);
{printf(" STD = %lf ",ww);}
for(oo=0;oo<oos;oo++)
    {
    if(oo<20)
        {
        gotoxy(15,oo+2);
        printf("blockratio %d =%lf",oo+1,(double)anshandover[oo]);
        }
    if(oo>=20)
        {
        gotoxy(50,oo-20+2);
        printf("blockratio %d =%lf",oo+1,(double)anshandover[oo]);
        }
    }
gotoxy(20,23);
printf("Display Valueblockratio(block/handover)");
(double)avgBhandover=totalBhandover/oos;
gotoxy(20,24);

```

```

printf("average blockratio(%d value) :%lf",oos,avgBhandover);
//*****//
getch();
clrscr();
gotoxy(20,5);
if(choice==0) printf("SIMULATION frequency : %lf TYPE FCA",m_freq);
if(choice==1) printf("SIMULATION frequency : %lf TYPE FCA QH",m_freq);
gotoxy(32,6); {printf(" STD = %lf ",ww);}
gotoxy(20,7); printf("Display Value blockratio(block/newuser)");
(double)avgBnewuser=totalBnewuser/oos;
gotoxy(20,8); printf("average blockratio(%d value) :%lf",oos,avgBnewuser);
gotoxy(20,10); printf("Display Value blockratio(block/newcall)");
(double)avgBnewcall=totalBnewcall/oos;
gotoxy(20,11); printf("average blockratio(%d value) :%lf",oos,avgBnewcall);
gotoxy(20,13); printf("Display Value blockratio(block/handover)");
(double)avgBhandover=totalBhandover/oos;
gotoxy(20,14); printf("average blockratio(%d value) :%lf",oos,avgBhandover);
} //end void

float FNORM(float EX,float std)
{
float ansnorm,w;
double v1=0,v2=0;
float z1,z2,z11=0,z12=0;
if(z2!=0.0)
{
z1=z2;
z2=0.0;
}
else{
do{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

do{ z11=( (float)rand()/RAND_MAX ); }while((z11==0)||(z11==1));
    v1 = 2.0*z11-1.0;
do{ z12=( (float)rand()/RAND_MAX ); }while((z12==0)||(z12==1));
    v2 = 2.0*z12-1.0;
    w = (v1*v1)+(v2*v2);
}while(w>=1.0);
    w=sqrt((-2.0*log(w))/w);
    z1=v1*w;
    z2=v2*w;
    }
ansnorm=(EX+(z1*std));
return(ansnorm);
}
float expntl(float x)
{
    float z;
    do { z = ( (float) rand() / RAND_MAX ); } while( (z==0) || (z==1) );
    return (-x*log(z));
}
double Transform(double waittime)
{
    return (waittime/60);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงผลการทดลองจากบทที่ 3

ตารางที่ 1 แสดงการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกเมื่อใช้สมการเออแลงค์ B เทียบกับผลของการจำลองการทำงานจากโปรแกรม

ความหนาแน่น ของปริมาณทราฟฟิก	ค่าจากตาราง เออแลงค์ B	ค่าที่ได้จาก การคำนวณ
0	0	0
84	0.01	0.01
85	0.012	0.0119
86	0.015	0.0151
87	0.02	0.0201
88	0.03	0.02998
89	0.04	0.03987
90	0.05	0.049997
95	0.06	0.05998
99	0.07	0.07
104	0.1	0.101
112	0.15	0.149
120	0.2	0.19
139	0.3	0.3
164	0.4	0.399
198	0.5	0.50002
250	0.6	0.600832
350	0.7	0.70002
400	0.75	0.7496
500	0.8	0.7997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร

ความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิก	การแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จเมื่อ $R=212.5$ km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูกบล็อกเมื่อ $R=212.5$ km	การแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จเมื่อ $R=159$ km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูกบล็อกเมื่อ $R=159$ km
0	0	0	0	0
100	0	0	0	0
200	0.2686	0.2741	0.0744	0.0715
300	0.5038	0.5022	0.3444	0.3436
400	0.6289	0.6291	0.5029	0.5013
500	0.6996	0.7029	0.6041	0.604
600	0.7503	0.7517	0.6696	0.6669
700	0.7894	0.7849	0.7084	0.7187
800	0.8141	0.8119	0.7517	0.7504
900	0.8362	0.8318	0.7953	0.777
1000	0.8488	0.8518	0.7963	0.8034
2000	0.9246	0.9252	0.9024	0.897
3000	0.9512	0.949	0.9325	0.9335
4000	0.96	0.9631	0.9504	0.951
5000	0.9689	0.971	0.9628	0.957
6000	0.9785	0.9776	0.9681	0.977
7000	0.98	0.981	0.9701	0.9695
8000	0.9866	0.9851	0.98	0.981
9000	0.9952	0.99	0.9801	0.9816
10000	0.9986	0.9951	0.983	0.981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์ และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร

ความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิก	การแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จเมื่อ R=212.5 km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูกบล็อกเมื่อ R = 212.5 km	การแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จเมื่อ R = 159 km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูกบล็อกเมื่อ R = 159 km
0	0	0	0	0
100	0.0742	0.0712	0.0007	0.00077
200	0.4953	0.5014	0.3332	0.3427
300	0.6634	0.6629	0.5571	0.5539
400	0.7525	0.7427	0.6693	0.6654
500	0.7987	0.7985	0.7336	0.7302
600	0.8292	0.8348	0.7775	0.7721
700	0.8584	0.8535	0.8079	0.8078
800	0.872	0.8758	0.8356	0.8293
900	0.8844	0.891	0.8474	0.8537
1000	0.8966	0.899	0.8629	0.8693
2000	0.9483	0.9501	0.9327	0.9331
3000	0.9648	0.9678	0.9549	0.9553
4000	0.9716	0.972	0.9602	0.9606
5000	0.9789	0.9804	0.9715	0.975
6000	0.9868	0.9873	0.9757	0.9786
7000	0.9837	0.9899	0.9764	0.9794
8000	0.9951	0.99	0.9783	0.98
9000	0.9987	0.999	0.9816	0.9801
10000	0.9999	0.9999	0.981	0.983

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า. ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของบลิกรวม เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร

ความหนาแน่น ของปริมาณทราฟฟิก	ความน่าจะเป็นของบลิอ รวมเมื่อ $R = 212.5$ km	ความน่าจะเป็นของบลิอ รวมเมื่อ $R = 159$ km
0	0	0
100	0.0728	0.0007
200	0.4988	0.3379
300	0.6631	0.5555
400	0.7476	0.6673
500	0.7986	0.7319
600	0.8328	0.775
700	0.8559	0.8078
800	0.8738	0.8324
900	0.8877	0.8505
1000	0.8978	0.8661
2000	0.9491	0.9329
3000	0.966	0.9551
4000	0.9746	0.9663
5000	0.9796	0.9732
6000	0.9872	0.9775
7000	0.988	0.9776
8000	0.9987	0.9791
9000	0.9991	0.9808
10000	0.9999	0.982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของบล็อกรวม เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ

$$z = \frac{5}{8} \text{ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร}$$

ความหนาแน่น ของปริมาณทราฟฟิก	ความน่าจะเป็นของบล็อกรวมเมื่อ R = 212.5 km	ความน่าจะเป็นของบล็อกรวมเมื่อ R = 159 km
0	0	0
100	0	0
200	0.2713	0.073
300	0.503	0.344
400	0.629	0.5021
500	0.7012	0.6042
600	0.751	0.6682
700	0.7871	0.7136
800	0.813	0.751
900	0.834	0.7782
1000	0.8499	0.7998
2000	0.9249	0.8997
3000	0.9501	0.9329
4000	0.9625	0.9502
5000	0.9699	0.9599
6000	0.9784	0.968
7000	0.9801	0.9702
8000	0.986	0.9831
9000	0.995	0.9861
10000	0.9983	0.9902

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงผลการทดลองจากบทที่ 4

ตารางที่ 6 แสดงการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกของเส้นดีไอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เทียบกับผลของการจำลองการทำงานจากโปรแกรม

ความหนาแน่นของ ปริมาณทราฟฟิก	การแฮนด์ไอเวอร์ไม่ สำเร็จเมื่อ R=212.5 km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อกเมื่อ R = 212.5 km	การแฮนด์ไอเวอร์ไม่ สำเร็จเมื่อ R = 159 km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อกเมื่อ R = 159 km
0	0	0	0	0
100	0.0272	0.0594	0.0259	0.0484
200	0.4236	0.4569	0.4123	0.4459
300	0.5846	0.6299	0.5733	0.6189
400	0.6835	0.7142	0.6722	0.7032
500	0.7299	0.7716	0.7186	0.7606
600	0.7333	0.8111	0.729	0.8001
700	0.7863	0.837	0.775	0.826
800	0.8061	0.8588	0.7948	0.8478
900	0.822	0.8736	0.8107	0.8626
1000	0.8306	0.891	0.8193	0.88
2000	0.8895	0.9454	0.8782	0.9344
3000	0.91	0.9627	0.8987	0.9517
4000	0.917	0.9726	0.9057	0.9616
5000	0.9252	0.9777	0.9139	0.9667
6000	0.9262	0.9827	0.9149	0.9717
7000	0.9286	0.9829	0.9173	0.9719
8000	0.931	0.9863	0.9176	0.9753
9000	0.931	0.9888	0.9197	0.9778
10000	0.9324	0.9895	0.9211	0.9785

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้า
ครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5
กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้
มีการรอการแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่นของ ปริมาณทราฟฟิก	การแฮนด์โอเวอร์ไม่ สำเร็จ ของ FCA	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อก ของ FCA	การแฮนด์โอเวอร์ไม่ สำเร็จ ของ FCA-QH	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อก ของ FCA-QH
0	0	0	0	0
100	0.0712	0.0742	0.0272	0.0594
200	0.5014	0.4953	0.4236	0.4569
300	0.6629	0.6634	0.5846	0.6299
400	0.7427	0.7525	0.6835	0.7142
500	0.7985	0.7987	0.7299	0.7716
600	0.8348	0.8292	0.7333	0.8111
700	0.8535	0.8584	0.7863	0.837
800	0.8758	0.872	0.8061	0.8588
900	0.891	0.8844	0.822	0.8736
1000	0.899	0.8966	0.8306	0.891
2000	0.9501	0.9483	0.8895	0.9454
3000	0.9678	0.9648	0.91	0.9627
4000	0.972	0.9716	0.917	0.9726
5000	0.9804	0.9789	0.9252	0.9777
6000	0.9873	0.9868	0.9262	0.9827
7000	0.9899	0.9837	0.9286	0.9829
8000	0.99	0.9951	0.9289	0.9863
9000	0.999	0.9987	0.931	0.9888
10000	0.9999	0.9999	0.9324	0.9895

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิก	การแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ ของ FCA	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูกบล็อก ของ FCA	การแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ ของ FCA-QH	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูกบล็อก ของ FCA-QH
0	0	0	0	0
100	0.00077	0.0007	0.0003	0.0004
200	0.3427	0.3332	0.2856	0.3186
300	0.5539	0.5571	0.4797	0.5132
400	0.6654	0.6693	0.594	0.6289
500	0.7302	0.7336	0.6648	0.702
600	0.7721	0.7775	0.7157	0.7511
700	0.8078	0.8079	0.7317	0.7846
800	0.8293	0.8356	0.7601	0.8163
900	0.8537	0.8474	0.7807	0.8332
1000	0.8693	0.8629	0.7968	0.8492
2000	0.9331	0.9327	0.874	0.9249
3000	0.9553	0.9549	0.897	0.952
4000	0.9606	0.9602	0.9108	0.9631
5000	0.975	0.9715	0.916	0.9715
6000	0.9786	0.9757	0.9179	0.9761
7000	0.9794	0.9764	0.9219	0.9763
8000	0.98	0.9783	0.9229	0.9798
9000	0.9801	0.9816	0.9257	0.9802
10000	0.983	0.981	0.9269	0.9832

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้า
ครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5
กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบ
ให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่นของ ปริมาณทราฟฟิก	การแฮนด์โอเวอร์ไม่ สำเร็จ ของ FCA	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อก ของ FCA	การแฮนด์โอเวอร์ไม่ สำเร็จ ของ FCA-QH	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อก ของ FCA-QH
0	0	0	0	0
100	0	0	0	0
200	0.2686	0.2741	0.2198	0.2506
300	0.5038	0.5022	0.432	0.4654
400	0.6289	0.6291	0.5524	0.5862
500	0.6996	0.7029	0.6335	0.6657
600	0.7503	0.7517	0.6872	0.7245
700	0.7894	0.7849	0.7061	0.7624
800	0.8141	0.8119	0.7359	0.7939
900	0.8362	0.8318	0.7588	0.8182
1000	0.8488	0.8518	0.7794	0.8315
2000	0.9246	0.9252	0.8616	0.9182
3000	0.9512	0.949	0.8935	0.9455
4000	0.96	0.9631	0.9049	0.9605
5000	0.9689	0.971	0.9153	0.9686
6000	0.9785	0.9776	0.9182	0.9699
7000	0.98	0.981	0.9213	0.9719
8000	0.9866	0.9851	0.924	0.976
9000	0.9952	0.99	0.9283	0.9829
10000	0.9986	0.9951	0.9303	0.985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบลิอกรวม เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตรระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวร กับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่น ของปริมาณทราฟฟิก	บลิอกรวม R = 212.5 km	บลิอกรวม R = 159 km	บลิอกรวม R = 212.5 km	บลิอกรวม R = 159 km
	ของ FCA	ของ FCA	ของ FCA-QH	ของ FCA-QH
0	0	0	0	0
100	0.0728	0.0007	0.0383	0.0004
200	0.4988	0.3379	0.4352	0.2971
300	0.6631	0.5555	0.6023	0.4914
400	0.7476	0.6673	0.6938	0.6064
500	0.7986	0.7319	0.7507	0.6784
600	0.8328	0.775	0.7898	0.7284
700	0.8559	0.8078	0.8166	0.7632
800	0.8738	0.8324	0.8374	0.7906
900	0.8877	0.8505	0.8528	0.8119
1000	0.8978	0.8661	0.8658	0.8279
2000	0.9491	0.9329	0.9224	0.9042
3000	0.966	0.9551	0.9417	0.9295
4000	0.9746	0.9663	0.9513	0.9419
5000	0.9796	0.9732	0.9569	0.9495
6000	0.9872	0.9775	0.9589	0.952
7000	0.988	0.9776	0.9607	0.9546
8000	0.9987	0.9791	0.9621	0.9565
9000	0.9991	0.9808	0.9634	0.9581
10000	0.9999	0.982	0.9674	0.9595

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกรวม เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรของสัญญาณถาวร กับจัดสรรของสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่น ของปริมาณทราฟฟิก	บล็อกรวม R = 212.5 km	บล็อกรวม R = 159 km	บล็อกรวม R = 212.5 km	บล็อกรวม R = 159 km
	ของ FCA	ของ FCA	ของ FCA-QH	ของ FCA-QH
0	0	0	0	0
100	0	0	0	0
200	0.2713	0.073	0.2302	0.0437
300	0.503	0.344	0.4423	0.3013
400	0.629	0.5021	0.5643	0.442
500	0.7012	0.6042	0.6446	0.5349
600	0.751	0.6682	0.7008	0.6078
700	0.7871	0.7136	0.7392	0.6597
800	0.813	0.751	0.7698	0.698
900	0.834	0.7782	0.7935	0.7304
1000	0.8499	0.7998	0.8104	0.7555
2000	0.9249	0.8997	0.8949	0.8671
3000	0.9501	0.9329	0.9235	0.9048
4000	0.9625	0.9502	0.9377	0.9233
5000	0.9699	0.9599	0.9459	0.9348
6000	0.9784	0.968	0.9491	0.9389
7000	0.9801	0.9702	0.9516	0.9421
8000	0.986	0.9831	0.9536	0.9451
9000	0.995	0.9861	0.9556	0.9475
10000	0.9983	0.9902	0.9631	0.9562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงผลการทดลองจากบทที่ 5

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้าครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิก	การแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จเมื่อ $R=212.5$ km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูกบล็อกเมื่อ $R=212.5$ km	การแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จเมื่อ $R=212.5$ km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูกบล็อกเมื่อ $R=212.5$ km
0	0	0	0	0
100	0.03922	0.037592	0.00015	0.121002
200	0.485307	0.486038	0.103807	0.623
300	0.659795	0.662698	0.335287	0.804
400	0.743221	0.734438	0.52764	0.872
500	0.796264	0.794393	0.610147	0.901
600	0.829745	0.826835	0.6502	0.9378
700	0.857192	0.852696	0.719884	0.953016
800	0.86918	0.871246	0.754764	0.958925
900	0.886972	0.887697	0.77832	0.95993
1000	0.901173	0.897449	0.817	0.967186
2000	0.949486	0.947512	0.87662	0.97832
3000	0.965858	0.966027	0.935	0.991853
4000	0.97437	0.974687	0.96232	0.99363
5000	0.979775	0.979672	0.970685	0.998445
6000	0.98316	0.9828	0.98789	0.99907
7000	0.985259	0.985557	0.99312	0.9989
8000	0.987376	0.98712	0.99596	0.9997
9000	0.988456	0.988816	0.99712	0.99982
10000	0.989912	0.98669	0.99826	0.99989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำแปลงงานนี้ออกมาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้า
ครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5
กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้
มีการรอการแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่นของ ปริมาณทราฟฟิก	การแฮนด์โอเวอร์ไม่ สำเร็จเมื่อ R = 212.5 km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อกเมื่อ R = 212.5 km	การแฮนด์โอเวอร์ไม่ สำเร็จเมื่อ R = 212.5 km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อกเมื่อ R = 212.5 km
0	0	0	0	0
100	0.00005	0	0	0.000054
200	0.345337	0.344325	0.004973	0.497378
300	0.50633	0.505999	0.11154	0.768
400	0.6232	0.6282	0.300444	0.852
500	0.701523	0.702191	0.430398	0.899216
600	0.73268	0.74123	0.522822	0.917007
700	0.786642	0.786888	0.59438	0.92348
800	0.80026	0.8091	0.6432	0.939
900	0.834706	0.834287	0.708	0.946096
1000	0.856	0.85926	0.765	0.951412
2000	0.88	0.87873	0.84	0.975916
3000	0.924663	0.925903	0.882	0.983922
4000	0.942166	0.943406	0.92082	0.98997
5000	0.96333	0.96457	0.943	0.992
6000	0.98124	0.98144	0.9599	0.99472
7000	0.985446	0.985646	0.9701	0.99828
8000	0.98396	0.98416	0.98262	0.9995
9000	0.99224	0.99244	0.9909	0.9999
10000	0.99344	0.99364	0.9921	0.9999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้า
ครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มีรัศมี 159 กิโลเมตร
ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอ
การแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่นของ ปริมาณทราฟฟิก	การแฮนด์โอเวอร์ไม่ สำเร็จเมื่อ R = 159 km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อกเมื่อ R = 159 km	การแฮนด์โอเวอร์ไม่ สำเร็จเมื่อ R = 159 km	การเรียกเข้าครั้งใหม่ถูก บล็อกเมื่อ R = 159 km
0	0	0	0	0
100	0	0.000278	0	0.00068
200	0.329552	0.343531	0.013395	0.619881
300	0.559492	0.545678	0.18562	0.76
400	0.660232	0.661148	0.33765	0.83764
500	0.735481	0.729465	0.4700405	0.890545
600	0.773126	0.775547	0.562	0.909766
700	0.804967	0.804511	0.631705	0.937538
800	0.826822	0.826518	0.68	0.93893
900	0.84861	0.849425	0.72008	0.94732
1000	0.864032	0.85997	0.78	0.956678
2000	0.931459	0.935195	0.88765	0.96875
3000	0.95429	0.953622	0.92772	0.98
4000	0.964671	0.965697	0.92832	0.98721
5000	0.972275	0.972598	0.95263	0.99273
6000	0.976581	0.977993	0.96782	0.99684
7000	0.98077	0.980358	0.98001	0.99902
8000	0.982766	0.98371	0.98012	0.9995
9000	0.984923	0.984964	0.98216	0.9996
10000	0.986534	0.986187	0.9834	0.9997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของบลิ๊กรวมเมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และ $z = \frac{5}{8}$ เมื่อเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณถาวรแบบให้มีการรอการแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่น ของปริมาณทราฟฟิก	ความน่าจะเป็นของบลิ๊กรวมเมื่อ $z = 0$		ความน่าจะเป็นของบลิ๊กรวมเมื่อ $z = 5/8$	
	รวมเมื่อ $z = 0$	รวมเมื่อ $z = 5/8$	รวมเมื่อ $z = 0$	รวมเมื่อ $z = 5/8$
0	0	0	0	0
100	0.038409	0.00034	0.0060604	0.000027
200	0.485674	0.344831	0.45773	0.251433
300	0.661241	0.506165	0.6	0.463777
400	0.738834	0.6273	0.721387	0.58604
500	0.782	0.701857	0.753	0.664775
600	0.828278	0.74123	0.794	0.719748
700	0.854947	0.786765	0.83654	0.75973
800	0.870211	0.8018	0.856875	0.792
900	0.887335	0.834496	0.869125	0.813099
1000	0.899309	0.85018	0.885338	0.831123
2000	0.948499	0.93997	0.92747	0.915445
3000	0.965943	0.953406	0.95096	0.943632
4000	0.974529	0.96457	0.96879	0.956305
5000	0.979723	0.96877	0.977069	0.966163
6000	0.982981	0.98144	0.9804	0.97631
7000	0.985408	0.98464	0.9854	0.98319
8000	0.987248	0.992	0.98721	0.98106
9000	0.988636	0.99294	0.9882	0.981901
10000	0.98979	0.99354	0.98965	0.98782

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็น ของบล็อกของแฮนด์โอเวอร์และการเรียกเข้า ครั้งใหม่เมื่อเครื่องลูกข่ายเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณ $z=0$ และเซลล์มีรัศมี 212.5 กิโลเมตร และ 159 กิโลเมตร ระหว่างการจัดสรรช่องสัญญาณถาวรกับจัดสรรช่องสัญญาณ ถาวรแบบให้มีการรอกการแฮนด์โอเวอร์

ความหนาแน่น ของปริมาณทราฟฟิก	ความน่าจะเป็นของบล็อก รวมเมื่อ R = 212.5 km	ความน่าจะเป็นของบล็อก รวมเมื่อ R = 159 km	ความน่าจะเป็นของบล็อก รวมเมื่อ R = 212.5 km	ความน่าจะเป็นของบล็อก รวมเมื่อ R = 159 km
0	0	0	0	0
100	0.038409	0.000139	0.0060604	0.000035
200	0.485674	0.336534	0.45773	0.316802
300	0.661241	0.55252	0.6	0.517
400	0.738834	0.660687	0.721387	0.604
500	0.782	0.732475	0.753	0.683145
600	0.828278	0.774329	0.794	0.741
700	0.854947	0.80477	0.83654	0.784621
800	0.870211	0.82667	0.856875	0.802
900	0.887335	0.849018	0.869125	0.8347
1000	0.899309	0.861993	0.885338	0.848617
2000	0.948499	0.933324	0.92747	0.914
3000	0.965943	0.953955	0.95096	0.9486
4000	0.974529	0.965182	0.96879	0.95765
5000	0.979723	0.972436	0.977069	0.97162
6000	0.982981	0.977286	0.9804	0.97632
7000	0.985408	0.980593	0.9854	0.98451
8000	0.987248	0.983238	0.98721	0.98266
9000	0.988636	0.984944	0.9882	0.9829
10000	0.98979	0.98636	0.98965	0.98472

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISSN 0125-1724

วิศวกรรม

ลาดกระบัง

คณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

LADKRANBANG ENGINEERING JOURNAL

ปีที่ 15 ฉบับที่ 2

ธันวาคม 2541

1. การส่งสัญญาณควบคุมผ่านเส้นใยแสงด้วยคอมพิวเตอร์ คณิง วัชรอดกิจ อภินันท์ มั่นยานนท์	1
2. เครื่องวัดอัตราการไหลแบบแม่เหล็กไฟฟ้า ประสิทธิ์ บุญมาก ชนิษฐา แซ่ตั้ง	7
3. เครื่องควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแม่เหล็กถาวรแบบ 2 ควอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ ศศิโรตม์ เกตุแก้ว	13
4. การแยกหน่วยค่าเพื่อตรวจสอบการสะกดคำในประโยคภาษาไทย ประภาพรรณ คงวิทย์เจริญ รัตติกร วรากุลศิริพันธ์ุ	19
5. การแยกกลุ่มข้อมูลภาพทางการแพทย์โดยใช้วิธีที่มีประสิทธิภาพ ศิริชัย ปริตโตภกรพร มนัส สังวรศิลป์ สุรพันธ์ุ เอื้อไพบูรณ์ กิตติพล ชิตสกุล	25
6. การควบคุมสแตปป์มอเตอร์แบบวงปิดด้วยวิธีสวิตชิ่ง อานนท์ ศรีสว่าง โยธิน เปรมปราณีรัชต์	31
7. การปรับปรุงภาพโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความถี่ของภาพ อรุณสิทธิ์ หล้าสกุล Shezo KONDO	37
8. เครื่องนำบัดน้ำเสียด้วยระบบไฟฟ้า ประภาส ไพโรสุวรรณา ศศิโรตม์ เกตุแก้ว	45
9. โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อออกแบบระบบสูบน้ำในยานยนต์ ชนิษฐา สุดพันธ์ุ จารุวัตร เจริญสุข สมชัย นรเศรษฐ์โสภณ	52
10. มอดูเลเตอร์แบบไฮบริดสำหรับหลอดแก๊สเรตอนในภาคส่งเรตาร์ที่ใช้อิทธิพลของสภาวะพียงหลายชั้นที่ล่องเป็นสวิตช์ ชาคริก บุญชาติพิสุทธิ์ อนุพงศ์ สรประภา จงกล งามวิริย	58
11. การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับคำนวณหาอุณหภูมิของหม้อแปลงขณะสลับวงจร เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์ บุณเลิศ ลือเอษ ศุภี บรรจงจิตร นันทน์ กฤษณจินดา	64
12. การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับออกแบบหม้อแปลงจำหน่ายชนิดจุ่มในน้ำมันเคลเตอร์กรุป Yzn 11 บุณเลิศ ลือเอษ เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์ ศุภี บรรจงจิตร	70
13. การจัดสรรช่องสัญญาณดาวเทียมให้มีการรบกวนในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ อมริศา เมธีรุ่ง พงษ์ศักดิ์ วิทยาภรณ์ช สุวิมล ลิทธิชีวภาค	76
14. การจำลองภาระงานเพื่อทดสอบสถานะภาพของเครือข่ายท้องถิ่น สุเมธ ประภาวัต สุทธิชัย นพาศีพงษ์	82
15. โปรแกรมออกแบบโรงจักรไฟฟ้าดีเซล มณฑล สลาจินดาไกรฤกษ์ วุฒิศักดิ์ หวังดี	88
16. การควบคุมตำแหน่งของสแตปป์มอเตอร์แบบวงปิดในโหมดไมโครสเตป พิมพ์พิชญ์สร แจ่มแก้ว โยธิน เปรมปราณีรัชต์	93
17. การลดทอนของสัญญาณเนื่องจากฝนในย่าน KU-BAND ที่มุม 90 องศา ศุภิต ไบศรี ณรงค์ เหมกรณ์	99
18. ปรับปรุงผลตอบสนองของทรานเซียนของระบบควบคุมความเร็วดีมอเตอร์โดยใช้รูปควบคุมโวลต์โดจ กวีดี พิฑูรพงศ์ โยธิน เปรมปราณีรัชต์	105
19. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นของการไหลในช่องทางเปิด มนัส รอดพันธ์ุ ทรวงวุฒิ แสงจันทร์ บุญธีร์ เครือตราช	114
20. การวัดลมเหนือผิวโลกด้วยเครื่องวัดโปรไฟล์เลอร์ ปวิชาติ สว่างชาติ สุรศักดิ์ กฤษณาวาณิช นิภา สีสารุ อภินันท์ มั่นยานนท์ ณรงค์ เหมกรณ์	123
21. เทคนิคการติดตั้งวงจรกรองสัญญาณไฟฟ้าดีจูลเพื่อป้องกันการรบกวนในเครื่องรีดเหล็ก นวลวรรณ จิรวินัดดา จงรักษ์ บุญเส็ง	129
22. การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแยกกระแสด้วยวิธีการผสมสัญญาณแบบ Binary Rate เวทิน ปิยรัตน์ วิทยา ทิพย์สุวรรณพร นิธิยุ โสชัย	135
23. การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของสเปคตรัม PWM และ PPM เพื่อการตีความสัญญาณอย่างง่าย ณรงค์ฤทธิ์ มณีจิระปราการ ปราโมทย์ วาดเขียน อิทธิชัย อรุณศรีแสงไชย	142

การจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการรอในระบบดาวเทียม วงโคจรต่ำ

Fixed Channel Allocation with Handover Queuing in Low Earth Orbit Mobile Satellite System

อมริสามณีรุ่ง พงษ์ศักดิ์ วิทยากรวณิช สุวิพล สิทธีชีวกภาค

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการเข้าคิวการแฮนด์โอเวอร์ (Fixed channel allocation with handover queuing, FCA-QH) ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมวงโคจรต่ำ เพื่อที่จะกล่าวถึงข้อดีของวิธีการ FCA-QH ที่ได้นำมาเสนอขึ้นนี้ เปรียบเทียบกับระบบที่มีอยู่เดิมคือ FCA (Fixed Channel Allocation) และเราจะใช้ความน่าจะเป็นในการบล็อกของการเรียกเข้า และการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จมาพิจารณาในเรื่องของคุณภาพการทำงาน โดยในส่วนของผลการทดลองนั้นเราจะใช้การคำนวณและการซิมูเลชันแสดงผลเปรียบเทียบ

ABSTRACT

This paper presents, fix channel allocation with handover queuing (FCA-QH) suitable for application in low earth orbit mobile satellite cellular network. In order to highlight the better performance of the fix channel with proposed scheme. The performance comparisons with classical fix channel allocation (FCA) are shown. Blocking probability for new call arrival and failure handover are introduced for quality investigating. The results have been validated though arithmetic calculation and simulations.

1. บทนำ

เนื่องจากการสื่อสารดาวเทียมได้พัฒนาจากระบบดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้า (Geostationary orbit) ไปสู่ระบบดาวเทียมวงโคจรกลาง (Medium earth orbit) และดาวเทียมวงโคจรต่ำ (Low earth orbit) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารให้ครอบคลุมทั่วโลก ด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่า ค่าความล่าช้าในการแพร่กระจายคลื่น (Propagation delay) และกำลังงานที่ใช้ในการส่งสัญญาณที่ต่ำกว่า จึงทำให้สื่อสาร

มีวงโคจรต่ำ จึงพบว่าดาวเทียมนั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสัมพันธ์กับการหมุนของโลกตลอดเวลา ผลที่ตามคือจะมีการแฮนด์โอเวอร์เกิดขึ้นบ่อยครั้ง และเหล่านี้เป็นสาเหตุให้มีโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการเรียกต่อเนื่องได้มากขึ้นตามลำดับ บทความนี้จึงได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่มักเกิดขึ้นนี้ โดยใช้วิธีจัดสรรช่องสัญญาณดาวแบบให้มีการรอคิวการแฮนด์โอเวอร์ขึ้น ซึ่งระบบดาวเทียมที่จะนำมาใช้อ้างอิงในบทความนี้ก็คือข้อมูลบางส่วน

เอกสารนี้เก็บเครื่องถูกขายได้โดยครึ่ง แต่เนื่องจากดาวเทียมที่ใช้การศึกษาเท่านั้น มีอยู่ผู้ผลิตให้โดยไม่มีวิธีขายขึ้นพื้นการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\psi(z) = \begin{cases} 2\sqrt{R^2 - z^2} - \sqrt{3}R & ,if \quad |z| \leq \frac{R}{2} \\ \sqrt{R^2 - z^2} - \frac{\sqrt{3}R}{2} + \sqrt{R^2 - \left(|z| - \frac{3}{2}R\right)^2} & ,if \quad R \geq |z| > \frac{R}{2} \end{cases} \quad (2)$$

เราสามารถปรับปรุงโมเดลโมบิลิตี้ (Mobility Model, α) [3] ได้ดังนี้

$$\alpha = \frac{d(z)\mu}{V_s} \quad (3)$$

โดยที่ $1/\mu$ เป็นค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียกมีหน่วยเป็นนาทีก, R เป็น รัศมีของเซลล์ของดาวเทียมมีหน่วยเป็นกิโลเมตร, V_s เป็นค่าความเร็วของโทรศัพท์ที่เคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ มีหน่วยเป็น กิโลเมตรต่อนาที

2.2 ลักษณะการแฮนด์โอเวอร์

สมมุติฐานการเกิดแฮนด์โอเวอร์นั้นจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ค่าอัตราส่วนของระดับกำลังส่ง (Power level) ที่ได้รับจากสถานีของเซลล์ที่มีการเรียกอยู่ในปัจจุบันลดลงและค่ากำลังส่งจากสถานีของเซลล์ข้างเคียง (เซลล์ปลายทางถัดไปที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ข้ามไป) เพิ่มขึ้น

การแฮนด์โอเวอร์ของ LEO มี 3 แบบคือ beam-to-beam handover, cell-to-cell handover, satellite-to-satellite handover การแบ่งในลักษณะนี้เนื่องจากกระบวนการที่ทำให้เกิดแฮนด์โอเวอร์นั้นต่างกัน ในบทความนี้เราจะทำการรวมการเกิดแฮนด์โอเวอร์ทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้คำว่า zone[2] จากนั้นเราจะทำการวิเคราะห์การกระจายการเกิดแฮนด์โอเวอร์แบบ zone-to-zone handover ระหว่างช่วงเวลาการโทรแต่ละครั้งในรูปฟังก์ชันของรัศมีโซน R , ความเร็ว V_s , ช่วงเวลาการเรียกเฉลี่ยเป็น $1/\mu$ เพื่อศึกษาความยุ่งยากในการลือมกรอระบบเราจะให้ ช่วงเวลาการโทรทั้งหมดมีความเร็วคงที่และทิศทางที่แน่นอนและทิศทางตามบทความ[3]แล้วจะสามารถปรับปรุงสมการสำหรับหาค่าจำนวนเฉลี่ยของการแฮนด์โอเวอร์ที่เกิดขึ้นในเซลล์ได้ดังนี้

$$h = \begin{cases} \frac{(\sqrt{3} + 2Y_s)}{3\sqrt{3}R\mu} & if \quad H \leq \frac{R}{2} \\ \frac{(\sqrt{3} + 2Y_s)}{3\mu\sqrt{R^2 - z^2} + \frac{\sqrt{3}R}{2} + \sqrt{R^2 - \left(|z| - \frac{3R}{2}\right)^2}} & if \quad R \geq H > \frac{R}{2} \end{cases} \quad (4)$$

โดยที่ h คือ จำนวนเฉลี่ยของการแฮนด์โอเวอร์ที่เกิดขึ้นในเซลล์

จากการคำนวณค่าเฉลี่ยของการแฮนด์โอเวอร์ต่อการเรียกเข้าหนึ่งครั้ง ทำให้สามารถหาอัตราการเกิดแฮนด์โอเวอร์ได้ตามสมการ $\eta_h \approx \frac{1.244V_s \rho}{hd(z)}$

โดยที่ ρ คือค่า Traffic intensity (clr)

3.เทคนิคการจัดสรรช่องสัญญาณ

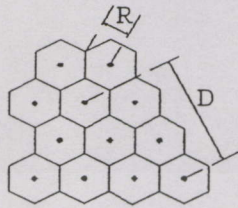
เนื่องจากในระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำนั้นจะเกิดการแฮนด์โอเวอร์ขึ้นบ่อยครั้ง ส่งผลให้อัตราการเกิดข่ายการสื่อสารถูกตัดสูงขึ้นไปด้วย ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจึงจำเป็นต้องมีการจัดสรรช่องสัญญาณให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ ในที่นี้เราจะพิจารณาการจัดสรรช่องสัญญาณใน 2 ลักษณะคือ

3.1 การจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวร (Fixed Channel Allocation, FCA)

เทคนิคแบบนี้จะมีลักษณะเหมือนกับที่ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดิน กล่าวคือจะมีการแบ่งช่องสัญญาณให้กับเซลล์แต่ละเซลล์อย่างถาวร และจะมีวิธีการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ (reuse frequency) โดยใช้ระยะห่างที่เหมาะสม ($D \approx \sqrt{2}1R$) ระหว่างเซลล์เป็นตัวกำหนด เพื่อลดการกวนกันของสัญญาณที่มีความถี่ซ้ำกันตามรูปที่ 2 เทคนิคนี้จะบริการผู้ที่เรียกอยู่ในเซลล์ด้วยช่องสัญญาณที่มีอยู่เท่านั้น กล่าวคือเมื่อใดก็ตามที่ช่องของสัญญาณภายในเซลล์ไม่ว่างการเรียกเข้าครั้งใหม่หรือการแฮนด์โอเวอร์ครั้งใหม่ก็จะถูกบล็อกไป เราสามารถแบ่งช่องสัญญาณให้กับเซลล์แต่ละเซลล์ตามสมการนี้

$$s = \frac{M}{K} \quad (5)$$

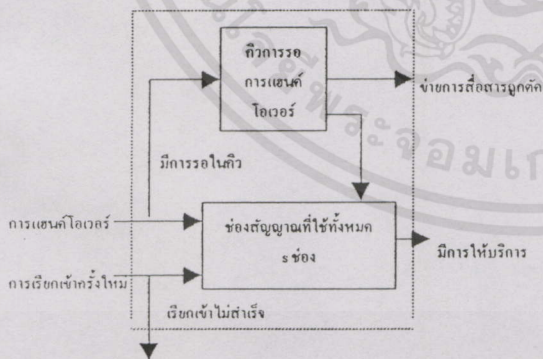
เมื่อ M คือจำนวนช่องสัญญาณทั้งหมดที่อยู่ภายในกลุ่มเซลล์ โดยจำนวนของเซลล์ในกลุ่มหาได้จากค่า reuse factor โดยจะมีค่าเป็น 4,7,12,19 ก็ได้แล้วแต่ข้อกำหนดในการออกแบบระบบ (ในระบบอริเดียมจะใช้เป็น 12) แต่ในบทความนี้ใช้ค่าสมมุติเป็น 7 เซลล์ เนื่องจากจะทำให้ค่า carrier to interference ratio มีค่าคุณภาพสัญญาณเสียงอยู่ในมาตรฐานที่ยอมรับได้ (18 dB) K คือ reuse factor มีค่า $D^2/(3R^2)$ s คือ ช่องสัญญาณที่กำหนดต่อเซลล์



รูปที่ 2 รัศมีเซลล์ (R) และระยะการนำความถี่กลับมาใช้(D)

3.2 การจัดสรรช่องสัญญาณแบบถาวรและมีการรอกการแฮนด์โอเวอร์(Fixed Channel Allocation with Queueing Handover ,FCA-QH)

เทคนิคนี้จะให้บริการการเรียกเข้าครั้งใหม่และการแฮนด์โอเวอร์ที่เข้ามา โดยถ้า ช่องสัญญาณในเซลล์ว่างจะให้บริการกับทั้งคู่ทันที แต่ถ้าช่องสัญญาณในเซลล์เต็มจะไม่ให้บริการการเรียกเข้าครั้งใหม่แต่จะให้บริการการแฮนด์โอเวอร์แทน โดยจะให้มีการรอช่องสัญญาณอยู่ในคิว เมื่อหาช่องสัญญาณว่างได้แล้วก็จะได้รับบริการทันที แต่ถ้ายังไม่สามารถหาช่องสัญญาณว่างได้จนกระทั่งถึงระยะเวลาการรอสูงสุดแล้ว (t_{wmax}) การแฮนด์โอเวอร์ครั้งนั้นก็จะตกไปหรือเกิดขยับการสื่อสารถูกคัดค้านเอง ดังแสดงในรูปที่ 3

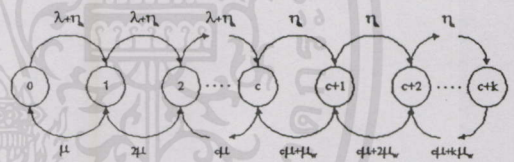


รูปที่ 3 วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA-QH

สำหรับการวิเคราะห์ FCA-QH นี้เราจะสมมุติให้

- 1.ช่องสัญญาณถูกจัดสรรให้เท่ากับ S ช่องสัญญาณต่อเซลล์
- 2.การเรียกเข้าและการเกิดแฮนด์โอเวอร์จะมีการกระจายแบบปัวซองด้วย อัตราเฉลี่ยเท่ากับ λ
- 3.ระยะเวลาที่ใช้ช่องสัญญาณทั้งการเรียกเข้าและการแฮนด์โอเวอร์จะมีการกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล
- 4.เราจะจำกัดค่าความยาวคิวเท่ากับระยะเวลาการรอใช้ช่องสัญญาณสูงสุด (t_{wmax})
- 5.ระยะเวลาการรอจะเป็นค่าตัวแปรเรנד้อมที่มีการกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล สามารถหาได้จากค่าคาดหวัง (expected value) ของระยะข้ามพื้นที่ที่มีการซ้อนทับกันของเซลล์ได้จาก $E[\psi(z)] = \frac{E[\psi(z)]}{V_s}$

จากสมมุติฐานที่กล่าวมานี้ รูปแบบ FCA-QH มีลักษณะระบบคิวแบบ M/M/C/K (M:กระบวนการเรียกเข้ามีการกระจายแบบปัวซอง/M:เวลาการบริการมีการกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล/C:จำนวนช่องสัญญาณต่อเซลล์/K:จำนวนผู้ใช้บริการที่อยู่ในคิวของระบบ) โมเดลมาร์คอฟสำหรับFCA-QH จะมีลักษณะของสถานะดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โมเดลมาร์คอฟสำหรับ FCA-QH

ซึ่งสามารถแบ่งช่วงของ λ_n และ μ_n ตามสมการ

$$\lambda_n = \begin{cases} \lambda + \eta_h & (0 \leq n < c) \\ \eta_h & (c \leq n \leq c+k) \\ 0 & (n > c+k) \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & (0 \leq n < c) \\ c\mu + (n-c)\mu_w & (c \leq n \leq c+k) \end{cases}$$

สำหรับระบบที่มีการรอคิวจำกัดซึ่งมีจำนวนการเข้าคิว k และ $\mu_w = 1/t_{wmax}$ ดังนั้นสมการความน่าจะเป็นของสถานะที่ n คือ

$$P_n = \begin{cases} \frac{(\lambda + \eta_h)^n P_0}{n! \mu^n} & (0 \leq n < c) \\ \frac{(\lambda + \eta_h)^c \eta_h^{n-c} P_0}{c! \mu^c \prod_{m=1}^{n-c} (c\mu + M\mu_w)} & (c \leq n \leq c+k) \end{cases} \quad (7)$$

จากเงื่อนไขขอบเขตของความน่าจะเป็น $\sum_{n=0}^{c+k} P_n = 1$ ทำให้สามารถหาค่า P_0 ได้จาก

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \left(\frac{(\lambda + \eta_h)^n}{n! \mu^n} \right) + \sum_{n=c}^{c+k} \left(\frac{(\lambda + \eta_h)^c \eta_h^{n-c}}{c! \mu^c \prod_{M=1}^{n-c} (c\mu + M\mu_w)} \right) \right]^{-1} \quad (8)$$

ความน่าจะเป็นที่การเรียกเข้าครั้งใหม่จะถูกบล็อก(Blocking probability new call arrival) เมื่อไม่มีช่องสัญญาณว่าง ณ สถานะที่ $c \leq n \leq c+k$ สามารถหาได้จาก

$$P_{bc} = \sum_{n=c}^{c+k} P_n \quad (9)$$

สำหรับความน่าจะเป็นที่การร้องขอการแอสต์ไอเวอร์จะถูกบล็อกเมื่อการแอสต์ไอเวอร์นั้นอยู่ในสถานะที่ n และลักษณะการบริการคิวของการแอสต์ไอเวอร์นั้นเป็นแบบ FIFO แล้วเราจะได้ว่า

ถ้า $0 \leq n \leq c$ การแอสต์ไอเวอร์จะได้รับการบริการทันที และไม่มีกรบล็อก

ถ้า $c \leq n \leq c+k$ และ $n > c+k$ การแอสต์ไอเวอร์จะเข้าคิวรอรับบริการและจะบล็อกก็ต่อเมื่อเกินระยะเวลาการรอการบริการ (t_{wmax}) เราจะกำหนดให้ความน่าจะเป็นที่การแอสต์ไอเวอร์ไม่สำเร็จ ณ สถานะที่ n คือ P_{bh} ดังนี้

$$P_{bh} = \sum_{n=c}^{c+k} P_{bn} P_n \quad (10)$$

4.วิธีทำการทดลอง

1. ทำการสมมุติค่าพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการซิมูเลชันและการคำนวณดังนี้

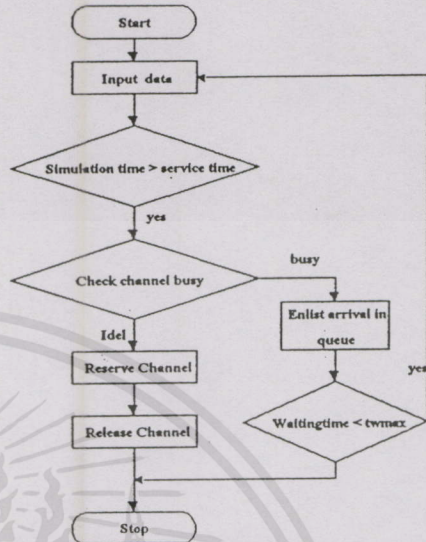
- จำนวนเซลล์ที่ใช้ในระบบเท่ากับ 7 เซล และ มีช่องสัญญาณที่จัดสรรแบบ FCA ให้กับเซลล์ละ 10 ช่อง
- ระยะเวลาในการเรียกเฉลี่ยเท่ากับ 2 นาที
- ความเร็วของดาวเทียมเท่ากับ 26,600 กิโลเมตร/ ชั่วโมง
- ค่าโมบิลิตี้ α จะแปรตามค่ารัศมีของเซลล์ (R) โดยที่

1. เมื่อผู้ใช้เคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ ในระยะ $|z| \leq \frac{R}{2}$ และ

$$R \geq |z| > \frac{R}{2}$$

2. ในการซิมูเลชันจะใช้ค่า $z=0, \frac{5}{8}, \frac{7}{8}$ โดยใช้ระยะที่ $z=0$ เป็นตัวเปรียบเทียบในการซิมูเลชัน

2. นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาทำการซิมูเลชันด้วยโปรแกรมภาษาซี เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นในการเกิดข่ายการสื่อสารถูกตัดขาด ดังแสดงในโฟลว์ชาร์ต



รูปที่ 5 โฟลว์ชาร์ตในการซิมูเลชัน

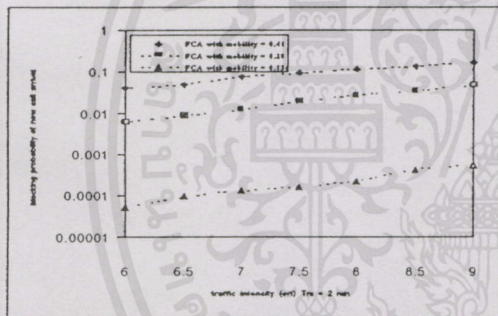
3. คำนวณค่าความน่าจะเป็นในการเกิดข่ายการสื่อสารถูกตัดขาดจากสมการที่ (9)และ(10)

4. เปรียบเทียบผลการซิมูเลชันที่ได้กับผลการคำนวณดังแสดงไว้ในกราฟ โดยให้เส้นประแทนการซิมูเลชันและเส้นทึบแทนการคำนวณ

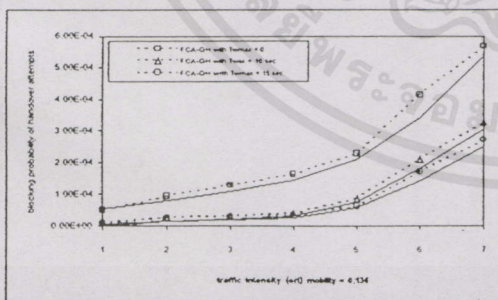
5.ผลการทดลอง

ในกรณีที่มีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA จะพบว่าความน่าจะเป็นของการเรียกเข้าไม่คิดจะเท่ากับการเกิดข่ายการสื่อสารถูกตัดขาดของการแอสต์ไอเวอร์ ดังนั้นเมื่อพิจารณาในรูปที่ 6 ซึ่งใช้วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA ที่มีค่าเวลาเรียกเฉลี่ยเท่ากับ 2 นาที โดยใช้ค่าโมบิลิตี้ที่แตกต่างกันไป จะพบว่าเมื่อโมบิลิตี้เพิ่มขึ้นโอกาสที่จะเกิดการบล็อกที่จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งค่าโมบิลิตี้นี้จะชี้ให้เห็นถึงความเร็วของดาวเทียมหรือความสูงของดาวเทียม กล่าวคือ เมื่อโมบิลิตี้เพิ่มจะเสมือนว่าความเร็วของดาวเทียมลดลงหรือความสูงของดาวเทียมเข้าใกล้วงโคจรค้างฟ้า ผลก็คือเมื่อเทียบพื้นที่บริการที่เท่ากัน โอกาสการบล็อกจะสูงกว่าเมื่อความสูงของดาวเทียมเพิ่มขึ้นนั่นเอง ส่วนในกรณีที่มีการใช้การจัดคิวการแอสต์ไอเวอร์เข้ามาช่วย (FCA-QH) จะโดยกำหนดระยะเวลาการรอในคิวเป็น 10 และ 15 วินาที ดังรูปที่ 7 และ 8 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรูปที่ 6 ณ ค่าโมบิลิตี้ที่เท่ากัน คือที่ 0.136 และ 0.41 จะพบว่าโอกาส

ที่จะเกิดข่ายการสื่อสารถูกตัดนั้นต่ำลงเมื่อใช้วิธี FCA-QH นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเฉพาะในรูปที่ 7 และ 8 ยังพบว่าในกรณีที่มีความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิกไม่มาก เส้นกราฟที่ได้ทั้งจากผลการคำนวณและการซิมูเลชันจะแสดงค่าของการเกิดข่ายการสื่อสารถูกตัดต่างกันเพียงเล็กน้อยที่การรอในช่อง 10 และ 15 วินาที แต่จะเห็นผลที่แตกต่างกันมากขึ้น เมื่อทราฟฟิกมีค่าเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาในแง่ของโมบายลิตีจะพบว่าที่ค่าโมบายลิตีค่าๆ ประโยชน์ที่ได้รับจากค่าเวลาการรอที่ 10 และ 15 จะใกล้เคียงกัน รูปที่ 9 แสดงค่าความน่าจะเป็นที่ไม่สำเร็จทั้งการเรียกเข้าและการแฮนด์โอเวอร์รวมกัน โดยใช้วิธีทั้งแบบ FAC และ FCA-QH ที่มีเวลาการรอการแฮนด์โอเวอร์อยู่ในคิว 10 และ 15 วินาที ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าเมื่อใช้วิธี FAC-QH และเวลาในการรอคิวเป็น 15 วินาที การเกิดการบล็อกรวมจะเกิดขึ้นน้อยลง



รูปที่ 6 การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA โดยมีค่าโมบายลิตีต่างกัน



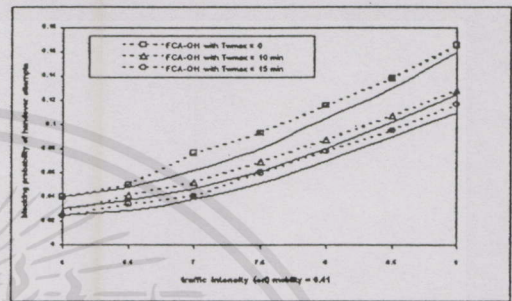
รูปที่ 7 การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA-QH ที่โมบายลิตี =

0.136

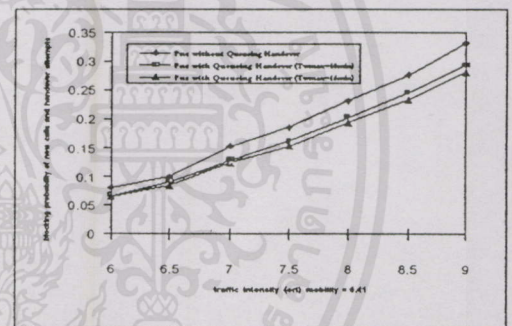
5.สรุป

บทความนี้แสดงถึงปัญหาสำคัญของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมวงโคจรต่ำนั้นคือ จำนวนครั้งของการแฮนด์โอเวอร์ที่เกิดขึ้นจำนวนมาก และเสนอวิธีการเข้าคิวการรอการแฮนด์โอเวอร์ขึ้นเพื่อลดปัญหาข่ายการ

สื่อสารถูกตัดเนื่องจากแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ พบว่าคุณสมบัติของระบบดีขึ้นตามที่คาดไว้ในเรื่องไขต่างๆที่ได้กล่าวในบทความ และสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมวงโคจรต่ำในอนาคต



รูปที่ 8 การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA-QH ที่โมบายลิตี = 0.41



รูปที่ 9 ความน่าจะเป็นที่การเรียกเข้าและการแฮนด์โอเวอร์ไม่สำเร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] R. Guerin, "Channel Occupancy Time Distribution in a Cellular Radio System", IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol Vt-35, No 3, 1987.
 [2] Ganz, A, Gong, Y, Li, B, "Performance Study of Low Earth Orbit Satellite System", IEEE Transaction on Commun, Vol. 42, No. 2/3/4, 1994, pp. 1866-1870.
 [3] E. Del Re, R. Fantacci, G. Giambene, "Efficient Dynamic Channel Allocation Techniques with Handover Queueing for Mobile Satellite Network", IEEE Journal on Selected Areas in Commun., Vol. 13, No. 2, 1995, pp. 397-405.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน

นางสาว อมริศา มณีรุ่ง

วันเดือนปีเกิด

วันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2516

สถานที่เกิด

จังหวัด พิษณุโลก

วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์

สถานที่สำเร็จการศึกษา

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีที่สำเร็จการศึกษา

ปีการศึกษา 2537



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้