

บทที่ 3

แบบจำลองระบบและวิธีการจำลองระบบ

3.1 ข้อกำหนดของแบบจำลองระบบ [9]

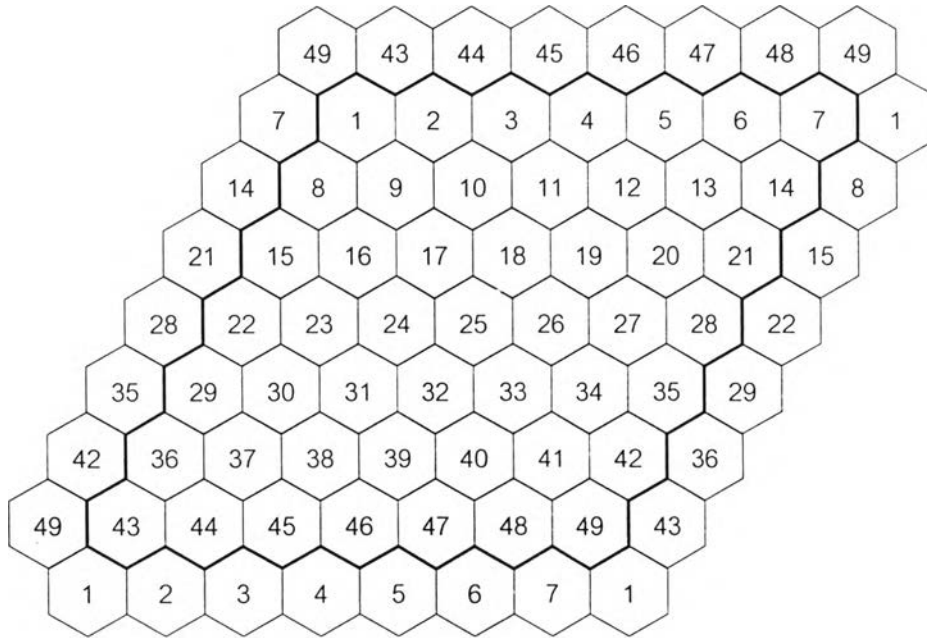
3.1.1 ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. ผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถติดต่อกันได้ทุกครั้ง (ไม่คิดกรณีที่ปลายทางไม่ว่างหรือปิดเครื่อง)
2. ไม่คิดเฟดดิ้งในการติดต่อของโทรศัพท์เคลื่อนที่
3. นำการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์มาใช้ในการจัดสรรช่องสัญญาณ
4. มีการจัดสรรช่องสัญญาณโดยการเลือกช่องสัญญาณตามลำดับ
5. โทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกตัวอยู่กับที่
6. การเรียกมีการแจกแจงการเกิดแบบปัวซอง (Poisson)
7. เวลายืดช่องสัญญาณเฉลี่ย (average holding time) เท่ากับ 120 วินาที โดยมีการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียล (Exponential)

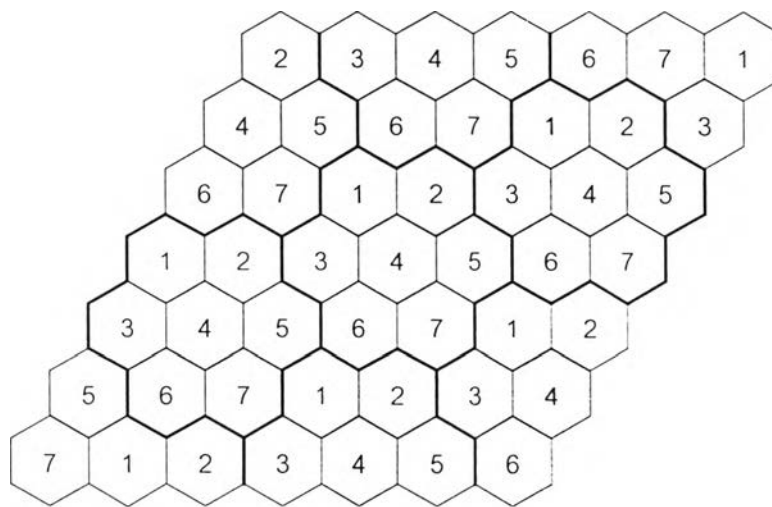
3.1.2 ข้อกำหนดของเซลล์

1. แบบจำลองของระบบมีเซลล์จำนวน 49 เซลล์ [7] และเป็นระบบไม่จำกัด (infinite system) ดังรูปที่ 3.1(a)
2. พื้นที่ครอบคลุมของเซลล์แต่ละเซลล์มีเป็นรูป 6 เหลี่ยมด้านเท่า
3. แบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ (frequency reuse pattern) ของระบบเป็นแบบ 7 เซลล์ ดังรูปที่ 3.1(b)
4. ในแต่ละเซลล์มีคลื่นพาห์ 5 คลื่น ซึ่งแต่ละคลื่นพาห์มี 8 ช่องสัญญาณ ดังนั้นแต่ละเซลล์จะมี 40 ช่องสัญญาณ
5. แต่ละเซลล์มีสถานีฐาน (Base Transceiver Station: BTS) ตั้งอยู่ที่กึ่งกลางเซลล์
6. ค่ากำลังส่งสัญญาณของสถานีฐานทุกๆ สถานีมีค่าเท่ากันหมด
7. สถานีฐานทุกสถานีสามารถควบคุมการเลือกช่องสัญญาณได้ด้วยตนเอง
8. สถานีฐานทุกสถานีมีตารางการครอบครองช่องสัญญาณเพิ่มเติม (Augmented Channel Occupancy: ACO) โดยในตารางนี้จะบอกถึงข้อมูลการใช้ช่องสัญญาณของสถานีฐานที่พิจารณา และสถานีฐานภายในเซลล์ข้างเคียงที่อยู่ใน local reuse cluster

9. พื้นที่ของเซลล์แต่ละเซลล์เป็นพื้นที่ราบเรียบ และโค้ง
10. แต่ละสถานีฐานใช้สายอากาศที่ส่งสัญญาณรอบทิศทาง (omnidirectional antenna)



(a)



(b)

รูปที่ 3.1 แบบจำลองของระบบ 49 เซลล์ และเป็นระบบไม่จำกัด

(a) แสดงหมายเลขของเซลล์

(b) แสดงแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำของระบบเป็นแบบ 7 เซลล์

3.2 วิธีการจำลองระบบ

ในการจำลองระบบด้วยคอมพิวเตอร์ การเรียกจะถูกสร้างขึ้นในเซลล์ทั้ง 49 เซลล์ในระบบ โดยจะมีการสร้างค่าเวลาเมื่อการเรียกเริ่มขึ้น และเวลาเมื่อการเรียกสิ้นสุดลง จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบค่าเวลาของเหตุการณ์ทั้งหมด โดยจะทำการเลือกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนมาทำการประมวลผล นั่นคือเลือกเหตุการณ์ที่มีค่าเวลาที่น้อยที่สุด ในกรณีที่เหตุการณ์ที่มีค่าเวลาที่น้อยที่สุดเป็นการสิ้นสุดการเรียก จะต้องมีการสร้างการเรียกครั้งใหม่ขึ้นในเซลล์นั้นโดยค่าเวลาจะนับต่อไปเรื่อยๆ

สำหรับการรันโปรแกรมในแต่ละครั้ง จะกระทำจนกระทั่งเกิดการเรียกที่ถูกบล็อกทั้งหมด 20,000 ครั้ง จึงสิ้นสุดโปรแกรม โดยไม่นับรวมการเรียก 1,000 ครั้งแรกที่เกิดขึ้น เพราะในช่วงเริ่มต้น ช่องสัญญาณทั้งหมดยังว่างอยู่ ในระหว่างการรันโปรแกรมจะทำการเก็บค่าจำนวนการเรียกทั้งหมด, จำนวนการเรียกที่ถูกบล็อก, จำนวนครั้งของการยืมคลื่นพาหุ, จำนวนครั้งของการได้มาซึ่งคลื่นพาหุโดยวิธีแอกเกรสซีฟ และ จำนวนครั้งของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ เมื่อการรันโปรแกรมสิ้นสุดลงจะนำค่าตัวแปรต่างๆ ที่เก็บได้มาคำนวณหาค่าต่างๆดังนี้

1. ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียก (Blocking Probability) คือ อัตราส่วนของ การเรียกที่ถูกบล็อกต่อการเรียกทั้งหมด
2. ความน่าจะเป็นของการยืมคลื่นพาหุ (Carrier Borrowing Probability) คือ อัตรา ส่วนของการยืมคลื่นพาหุต่อการเรียกทั้งหมด
3. ความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาหุโดยวิธีแอกเกรสซีฟ (Carrier Acquisition Probability with Aggressive Method) คือ อัตราส่วนของ การได้มาซึ่งคลื่นพาหุ โดยวิธีแอกเกรสซีฟ ต่อการเรียกทั้งหมด
4. ความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ (Intracell Handover Probability) คือ อัตราส่วนของ การแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ต่อการเรียกทั้งหมด

ทำการรันโปรแกรมทั้งหมด 3 ครั้ง จากนั้นจะนำผลการรันแต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งผล ต่างๆที่ได้รับจากการจำลองระบบและการวิเคราะห์ผลต่างๆจะนำเสนอในบทที่ 4 ต่อไป

ในการจำลองระบบจะนำอัลกอริทึมของวิธี FCA, LP-DDCA, BDCL และ BUCA มา เปรียบเทียบกับวิธีที่เสนอ ในแบบจำลองเดียวกัน แต่เนื่องจากวิธี LP-DDCA และ BDCL ที่ได้มี การเสนอไว้ใน [4] และ [7] ตามลำดับ เป็นวิธีที่ใช้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์แบบเอฟดี เอ็มเอ หรือแบบแอนะล็อก ดังนั้นเราจึงต้องแก้ไขวิธีทั้ง 2 วิธีให้เหมาะกับระบบที่ ดีเอ็มเอ หรือ ดิจิตอลดังนี้

เนื่องจาก เดิมระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์แบบเอฟดีเอ็มเอ หรือแบบแอนะล็อกคลื่น พาหุ 1 คลื่น สามารถรองรับผู้ใช้งานได้เพียง 1 คู่สาย แต่เพื่อแก้ไขให้ใช้งานได้กับระบบโทรศัพท์

เคลื่อนที่เซลล์ลูลาร์แบบทีดีเอ็มเอ หรือแบบดีจีตอล ซึ่งคลื่นพาห์ 1 คลื่น มีการใช้การเข้าถึงหลายทางเวลา (TDMA) ทำให้สามารถแบ่งได้เป็นร่องเวลา (time slot) ย่อยๆ ได้หลายๆ ร่องเวลาซึ่งทำให้รองรับผู้ใช้งานได้มากขึ้น (ในแบบจำลองที่เสนอ กำหนดให้คลื่นพาห์ 1 คลื่น แบ่งได้เป็น 8 ร่องเวลา) ดังนั้นการยืมช่องสัญญาณของวิธี BDCL จะต้องถูกเปลี่ยนให้เป็นการยืมคลื่นพาห์ ส่งผลให้เซลล์ที่ยืมคลื่นพาห์ได้ จะได้ช่องสัญญาณเพิ่มถึง 8 ช่อง ในขณะที่เซลล์ที่ถูกยืมจะเสียช่องสัญญาณ 8 ช่องเช่นกัน ส่วนการแอ็กเกรสซีฟของสัญญาณของวิธี LP-DDCA จะต้องถูกเปลี่ยนให้เป็นการแอ็กเกรสซีฟคลื่นพาห์ เช่นกัน

สำหรับวิธี BUCA ที่ได้เสนอใน [9] ในส่วนของการยืมช่องสัญญาณ กำหนดให้เซลล์สามารถยืมช่องสัญญาณเพียงร่องเวลา (time slot) เดียวจากเซลล์ข้างเคียง เพื่อศึกษาผลที่ได้รับในทางทฤษฎีเท่านั้น ไม่สามารถทำได้จริงในทางปฏิบัติ ดังนั้นในการจำลองระบบวิธี BUCA จึงต้องทำการแก้ไขอัลกอริทึมของวิธี BUCA ในส่วนของการยืมช่องสัญญาณที่จากเดิม เซลล์สามารถยืมเพียงร่องเวลาเดียวให้เป็นการยืมทั้งคลื่นพาห์

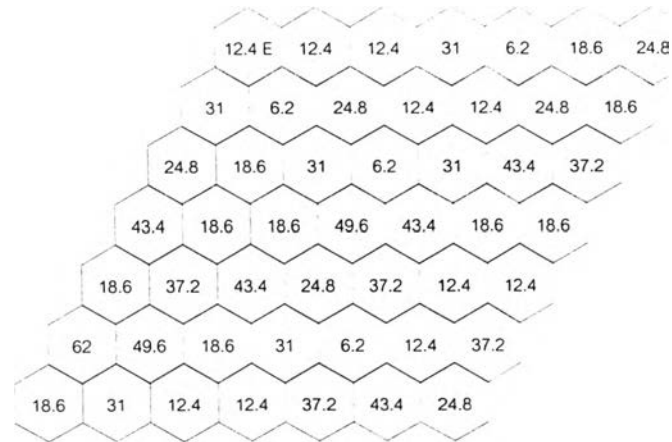
การจำลองระบบทุกวิธี จะพิจารณาสถานะการแจกแจงทราฟฟิกของระบบแยกเป็น 4 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (Uniform Traffic)

ทุกๆ เซลล์ของระบบทั้ง 49 เซลล์ มีการแจกแจงทราฟฟิกแบบสม่ำเสมอ คือทุกๆ เซลล์มีปริมาณทราฟฟิกเท่ากันหมด โดยจะเริ่มที่ค่าทราฟฟิกของระบบเท่ากับ 31 เฮอร์แลง ซึ่งพิจารณาจากอัตราการบล็อกของการเรียกเท่ากับ 2% (ตามสูตรของ Erlang B) และจำนวนคลื่นพาห์ต่อเซลล์เท่ากับ 5 คลื่นพาห์ แต่ละคลื่นพาห์มี 8 ร่องเวลา จากนั้นค่าทราฟฟิกของระบบจะเพิ่มขึ้นครั้งละ 20% ของค่าทราฟฟิกเริ่มต้นของระบบ โดยพิจารณาเพิ่มจาก 0% ไปจนถึง 100% ดังนั้นแต่ละเซลล์จะมีค่าทราฟฟิกของระบบเท่ากับ 37.2, 43.4, 49.6, 55.8 และ 62 ตามลำดับ

กรณีที่ 2 ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอ (Nonuniform Traffic) ชนิดสุ่ม (random)

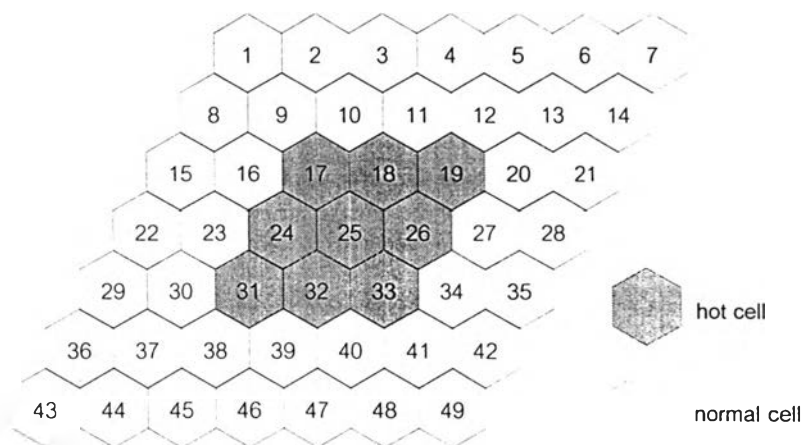
ทุกๆ เซลล์ของระบบทั้ง 49 เซลล์ มีการแจกแจงทราฟฟิกแบบไม่สม่ำเสมอ และเป็นแบบสุ่ม คือปริมาณทราฟฟิกของแต่ละเซลล์จะมีค่าไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับการสุ่ม โดยค่าตัวเลขเริ่มต้นของทราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบที่เกิดจากการสุ่มในแต่ละเซลล์อ้างอิงมาจาก [7] ซึ่งจะอยู่ในช่วง 6.2, 12.4, 18.6, ..., 62 เฮอร์แลง รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างของทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอ ชนิดสุ่ม จากนั้นค่าทราฟฟิกของระบบจะเพิ่มขึ้นครั้งละ 20% ของค่าทราฟฟิกเริ่มต้นของระบบ โดยพิจารณาเพิ่มจาก 0% ไปจนถึง 100%



รูปที่ 3.2 ทราฟฟิกของระบบมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอชนิดสุ่ม

กรณีที่ 3 ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอ ชนิด วงแหวน

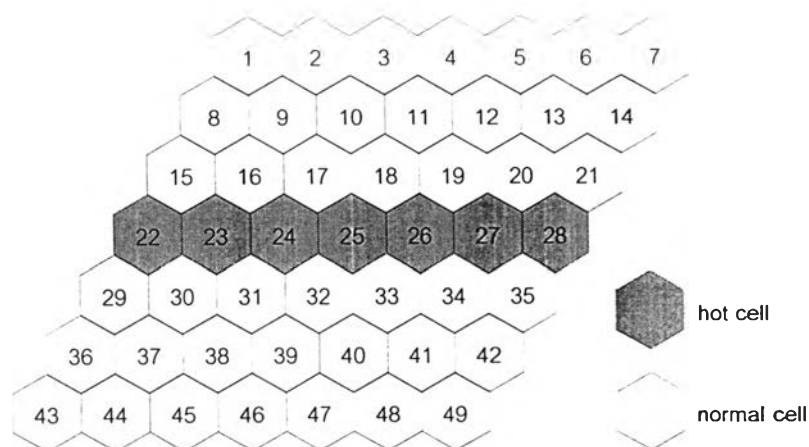
รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของการแจกแจงทราฟฟิกชนิดนี้ โดยเซลล์ปกติ (normal cell) ของระบบ จะถูกกำหนดให้มีค่าทราฟฟิกตายตัวตลอดการจำลองแบบคือ 31 เออร์แลง ส่วนฮอตเซลล์ (hot cell) (เซลล์หมายเลข 17, 18, 19, 24, 25, 26, 31, 32 และ 33) มีค่าทราฟฟิกเริ่มต้นที่ 31 เออร์แลง จากนั้นค่าทราฟฟิกของระบบจะเพิ่มขึ้นครั้งละ 20% ของค่าทราฟฟิกเริ่มต้นของระบบ โดยพิจารณาเพิ่มจาก 0% ไปจนถึง 100%



รูปที่ 3.3 ทราฟฟิกของระบบมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอชนิดวงแหวน

กรณีที่ 4 ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอ ชนิด เส้นทางพิเศษ (expressway)

รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของการแจกแจงทราฟฟิกชนิดนี้ โดยเซลล์ปกติ (normal cell) ของระบบ จะถูกกำหนดให้มีค่าทราฟฟิกตายตัวตลอดการจำลองแบบคือ 31 เออร์แลง ส่วนฮอตเซลล์ (hot cell) (เซลล์หมายเลข 22, 23, 24, 25, 26, 27 และ 28) มีค่าทราฟฟิกเริ่มต้นที่ 31 เออร์แลง จากนั้นค่าทราฟฟิกของระบบจะเพิ่มขึ้นครั้งละ 20% ของค่าทราฟฟิกเริ่มต้นของระบบ โดยพิจารณาเพิ่มจาก 0% ไปจนถึง 100%



รูปที่ 3.4 ทราฟฟิกของระบบมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอชนิดเส้นทางพิเศษ

3.3 การนำเสนอผลการจำลองระบบ

การนำเสนอผลการจำลองระบบจะแสดงผล ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียก, ความน่าจะเป็นของการยืมคลื่นพาห์, ความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาห์โดยวิธีแอกเกรสซีฟ และ ความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ ที่เกิดขึ้นของวิธี FCA, LP-DDCA, BDCL, BUCA และวิธี BPPA (วิธีที่เสนอ) อีกทั้งนำผลต่างๆ ที่ได้รับจากทั้ง 5 วิธี มาทำการเขียนกราฟเพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลต่างๆ ที่ได้รับ

สำหรับการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียก เพื่อศึกษาถึงสมรรถนะของวิธีที่เสนอว่าดีกว่าวิธีอื่นๆ มากน้อยเพียงใด

ส่วนการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลความน่าจะเป็นของการยืมคลื่นพาห์ จะเปรียบเทียบเฉพาะวิธีที่มีการยืมคลื่นพาห์เท่านั้น นั่นคือวิธี BDCL, BUCA และ BPPA เพื่อศึกษาว่าในการลดความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกลง จะต้องยืมคลื่นพาห์เพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด คู่คุณค่าหรือไม่

ในการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาห์ โดยวิธีแอกเกรสซีฟ จะเปรียบเทียบเฉพาะวิธีที่มีการควบคุมแบบกระจายชนิดเพอร์ซิสเตนต์ โฟไลต์ แอกเกรสซีฟ เท่านั้น นั่นคือวิธี LP-DDCA และ BPPA เพื่อศึกษาถึงเสถียรภาพของระบบด้อยลงเพียงใด เนื่องจากมีการควบคุมแบบกระจายชนิดเพอร์ซิสเตนต์ โฟไลต์ แอกเกรสซีฟ

และสุดท้ายการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ จะเปรียบเทียบเฉพาะวิธีที่มีการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์เพื่อแก้การใช้คลื่นพาห์เท่านั้น นั่นคือวิธี LP-DDCA, BDCL, BUCA และ BPPA เพื่อศึกษาว่าวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแต่ละวิธีจะต้องทำการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์มากน้อยเพียงใด พารามิเตอร์ใดมีผลต่อความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์

โดยจะพิจารณาสภาวะทราฟฟิกของระบบเป็นแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอทั้ง 4 กรณี
ข้างต้น ซึ่งจะนำเสนอต่อไปในบทที่ 4 ดังนี้

กรณีที่ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ

1. ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกของทั้งระบบ
2. ความน่าจะเป็นของการยืมคลื่นพาห်ของทั้งระบบ
3. ความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาห်โดยวิธีแอกเกรสซีฟของทั้งระบบ
4. ความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ของทั้งระบบ

กรณีที่ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอชนิดสุ่ม

1. ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกของทั้งระบบของทั้งระบบ
2. ความน่าจะเป็นของการยืมคลื่นพาห်ของทั้งระบบ
3. ความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาห်โดยวิธีแอกเกรสซีฟของทั้งระบบ
4. ความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ของทั้งระบบ

กรณีที่ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอชนิดวงแหวน

1. ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกของทั้งระบบ
2. ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกของฮ็อตเซลล์
3. ความน่าจะเป็นของการยืมคลื่นพาห်ของทั้งระบบ
4. ความน่าจะเป็นของการยืมคลื่นพาห်ของฮ็อตเซลล์
5. ความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาห်โดยวิธีแอกเกรสซีฟของทั้งระบบ
6. ความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาห်โดยวิธีแอกเกรสซีฟของฮ็อตเซลล์
7. ความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ของทั้งระบบ
8. ความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ของทั้งระบบของฮ็อตเซลล์

กรณีที่ทราฟฟิกมีการแจกแจงแบบไม่สม่ำเสมอชนิดเส้นทางพิเศษ

1. ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกของทั้งระบบ
2. ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกของฮ็อตเซลล์
3. ความน่าจะเป็นของการยืมคลื่นพาห်ของทั้งระบบ
4. ความน่าจะเป็นของการยืมคลื่นพาห်ของฮ็อตเซลล์
5. ความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาห်โดยวิธีแอกเกรสซีฟของทั้งระบบ
6. ความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาห်โดยวิธีแอกเกรสซีฟของฮ็อตเซลล์
7. ความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ของทั้งระบบ
8. ความน่าจะเป็นของการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ของทั้งระบบของฮ็อตเซลล์

3.4 การเปรียบเทียบผลการจำลองระบบโดยใช้แบบจำลองดั้งเดิม

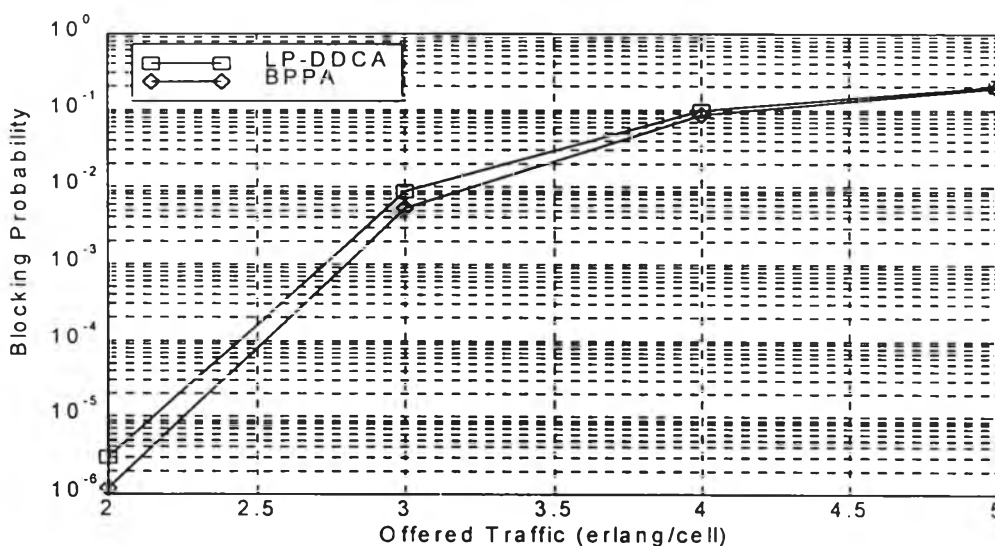
ก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบของวิธีการจัดสรรของสัญญาณแบบต่างๆ โดยใช้แบบจำลองที่ได้นำเสนอไปในหัวข้อที่ 3.1 เราจะต้องทำการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบของวิธีที่เสนอ (BPPA) กับวิธีอื่นๆ โดยใช้แบบจำลองตามบทความที่เสนอนั้นๆ เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าวิธีที่เสนอมีสมรรถนะที่ดีกว่า

3.4.1 การเปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับ LP-DDCA โดยใช้แบบจำลองใน [4]

ในการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี LP-DDCA โดยใช้แบบจำลองใน [4] ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในระบบแอนะล็อก คือ คลื่นพาหนะหนึ่งคลื่นสามารถรองรับผู้ใช้งานได้เพียง 1 คู่สาย กำหนดให้ระบบมี 144 เซลล์ และเป็นระบบไม่จำกัด จำนวนช่องสัญญาณของทั้งระบบเท่ากับ 35 ช่องสัญญาณ ระบบมีการแจกแจงทราฟฟิกแบบสม้าเสมอ และค่าทราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบอยู่ในช่วงระหว่าง 2 ถึง 5 เออร์แลงต่อเซลล์ โดยตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี LP-DDCA โดยใช้แบบจำลองใน [4] สำหรับค่าของวิธี LP-DDCA เป็นค่าโดยประมาณที่วัดได้จากกราฟใน [4] จะเห็นได้ว่าวิธี BPPA ให้ค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกต่ำกว่าวิธี LP-DDCA

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี LP-DDCA โดยใช้แบบจำลองใน [4]

Offered Traffic (erlang/cell)	Blocking Probability	
	LP-DDCA	BPPA
2	0.000003	0.00000119
3	0.009	0.00542
4	0.10	0.0863
5	0.20	0.1958



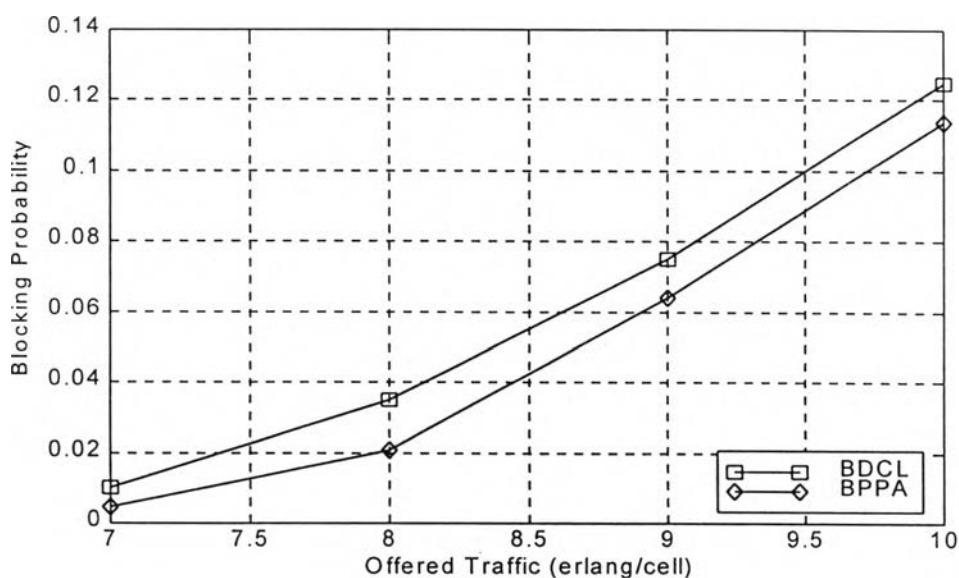
รูปที่ 3.5 ผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี LP-DDCA โดยใช้แบบจำลองใน [4]

3.4.2 การเปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับ BDCL โดยใช้แบบจำลองใน [7]

ในการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี BDCL โดยใช้แบบจำลองใน [7] ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในระบบแอนะล็อก กำหนดให้ระบบมี 49 เซลล์ จำนวนช่องสัญญาณของทั้งระบบเท่ากับ 70 ช่องสัญญาณ ระบบมีการแจกแจงกราฟฟิกแบบสมมาตร และค่ากราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบอยู่ในช่วงระหว่าง 5 ถึง 10 เฮอร์แลงต่อเซลล์ โดยตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.6 แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี BDCL โดยใช้แบบจำลองใน [7] สำหรับค่าของวิธี BDCL เป็นค่าโดยประมาณที่วัดได้จากกราฟใน [7] จะเห็นได้ว่าวิธี BPPA ให้ค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกต่ำกว่าวิธี BDCL

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี BDCL โดยใช้แบบจำลองใน [7]

Offered Traffic (erlang/cell)	Blocking Probability	
	BDCL	BPPA
7	0.01	0.0045
8	0.035	0.0205
9	0.075	0.0639
10	0.125	0.1136



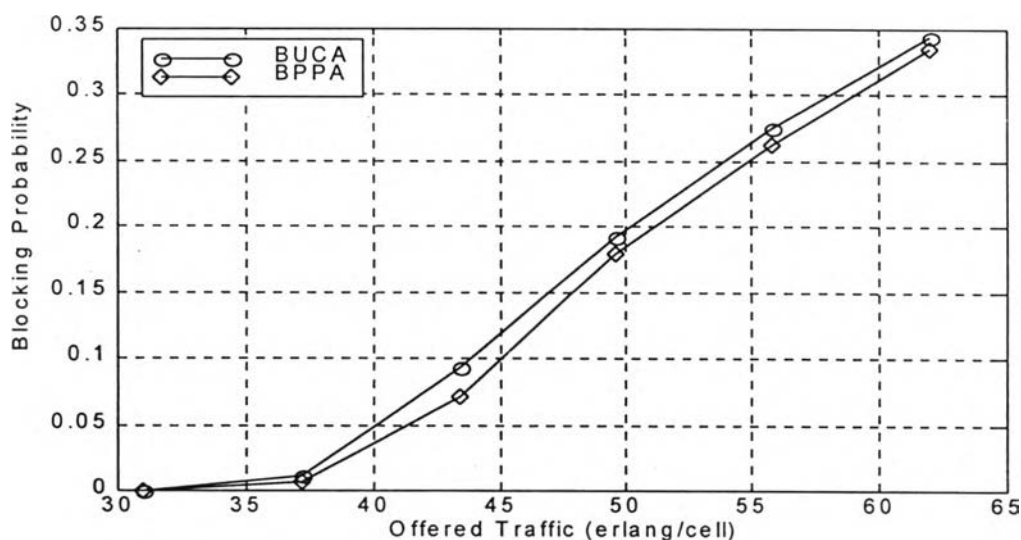
รูปที่ 3.6 ผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี BDCL โดยใช้แบบจำลองใน [7]

3.4.3 การเปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับ BUCA โดยใช้แบบจำลองใน [9]

ในการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี BUCA โดยใช้แบบจำลองใน [9] ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในระบบดิจิทัล กำหนดให้ระบบมี 49 เซลล์ จำนวนคลื่นพาห์ของทั้งระบบเท่ากับ 35 คลื่นพาห์ คลื่นพาห์แบ่งเป็น 8 ร่องเวลา ระบบมีการแจกแจงทราฟฟิกแบบสมมาตร และค่าทราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบอยู่ในช่วงระหว่าง 31 ถึง 62 เออร์แลงต่อเซลล์ โดยตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.7 แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี BDCL โดยใช้แบบจำลองใน [9] จะเห็นได้ว่าวิธี BPPA ให้ค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกต่ำกว่าวิธี BUCA

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับ BUCA วิธี โดยใช้แบบจำลองใน [9]

Offered Traffic (erlang/cell)	Blocking Probability	
	BUCA	BPPA
31	0.000085	0.000034
37.2	0.0118	0.0074
43.4	0.0937	0.0712
49.6	0.1922	0.1793
55.8	0.2757	0.2622
62	0.3437	0.3348



รูปที่ 3.7 ผลการจำลองระบบระหว่างวิธี BPPA กับวิธี BUCA โดยใช้แบบจำลองใน [9]

3.5 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบ

ในการทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบ ทำได้โดยการนำผลที่ทำการจำลองได้ไปเปรียบเทียบกับผลอ้างอิง โดยคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ของความแตกต่างดังนี้

$$\%difference = \left(\frac{result(ref) - result(sim)}{result(ref)} \right) 100 \quad (3.1)$$

โดยที่ result(ref) = ผลที่ได้จากเอกสารอ้างอิง

result(sim) = ผลที่ได้จากการจำลองระบบ

3.5.1 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบวิธี FCA

ในการทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบวิธี FCA ทำได้โดยการนำผลของค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกที่ได้จากการจำลองระบบวิธี FCA ไปเปรียบเทียบกับสูตรของเออร์แลงบี (Erlang B Formular) [3] ตามสมการที่ 3.2

$$B = \frac{A^N / N!}{\sum_{k=0}^N A^k / k!} \quad (3.2)$$

โดยที่ B คือ ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียก (Blocking Probability)

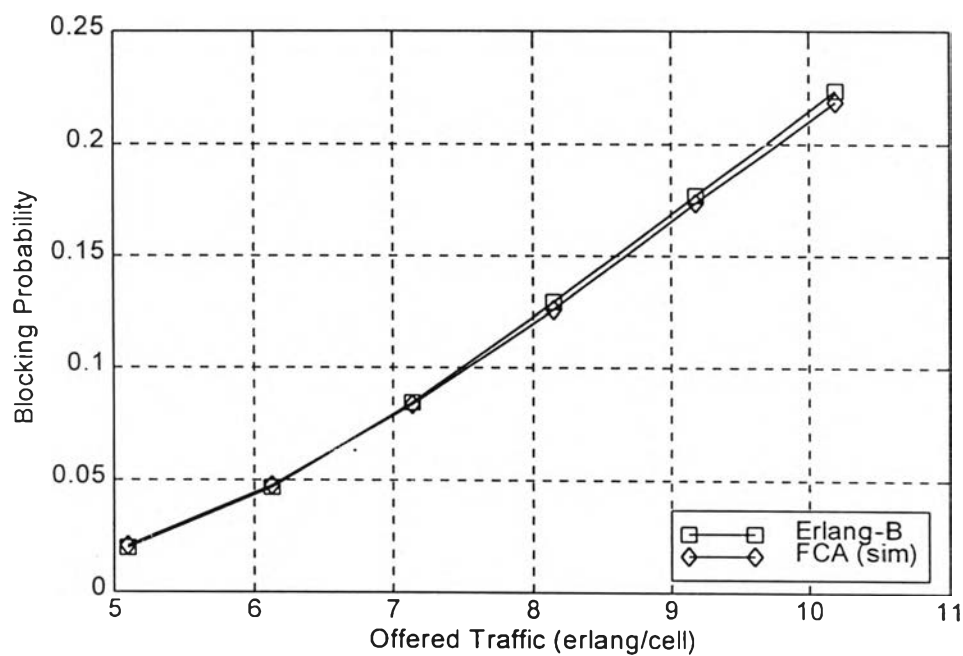
A คือ ทราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบ (Offered Traffic) หน่วย เออร์แลงต่อเซลล์

N คือ จำนวนช่องสัญญาณต่อเซลล์

ในการจำลองระบบเปรียบเทียบกับสูตรเออร์แลงบี กำหนดให้ระบบมี 49 เซลล์ดังรูปที่ 3.1 จำนวนช่องสัญญาณต่อเซลล์เท่ากับ 10 ช่องสัญญาณ ระบบมีการแจกแจงทราฟฟิกแบบสมมาตร และค่าทราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบอยู่ในช่วงระหว่าง 5.1 ถึง 10.2 เออร์แลงต่อเซลล์ โดยตารางที่ 3.4 และ รูปที่ 3.8 แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบวิธี FCA กับสูตรเออร์แลงบี จะเห็นได้ว่าผลการจำลองระบบวิธี FCA ที่ทราฟฟิกทุกๆค่า มีความแตกต่างจากสูตรเออร์แลงบีไม่เกิน 3% สรุปว่าผลการจำลองระบบวิธี FCA นี้มีความถูกต้องเหมาะสมที่จะใช้ทำการจำลองระบบต่อไป

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลการจำลองระบบวิธี FCA ที่ได้จำลองขึ้นเองกับ สูตรเออร์แลงบี

Offered Traffic (erlang/cell)	Blocking Probability		% difference
	Erlang B	FCA (sim)	
5.1	0.0203	0.0207	1.97
6.12	0.0469	0.0475	1.28
7.14	0.0844	0.0842	0.24
8.16	0.1289	0.1261	2.17
9.18	0.1764	0.1734	1.70
10.2	0.2238	0.2185	2.37



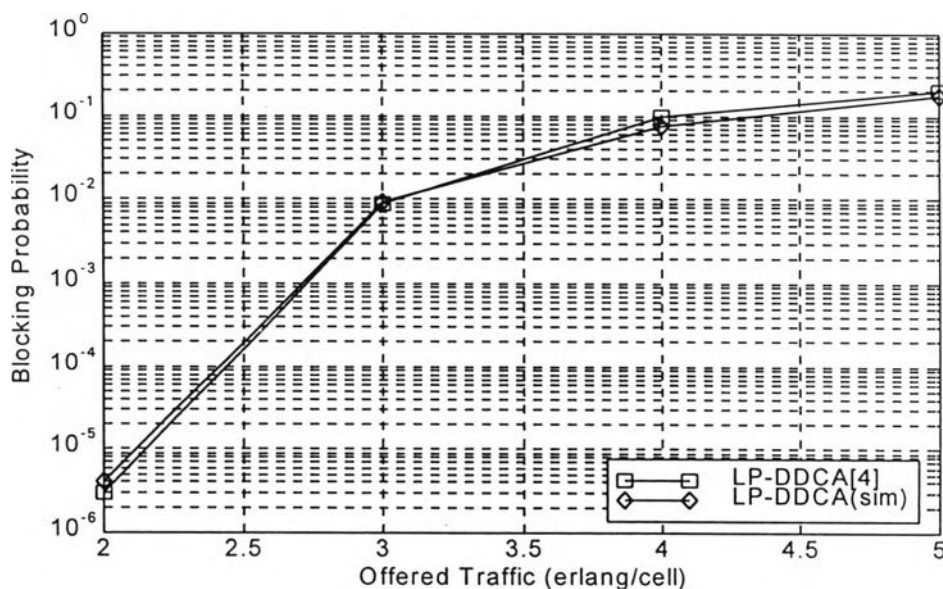
รูปที่ 3.8 เปรียบเทียบผลการจำลองระบบวิธี FCA ที่ได้จำลองขึ้นเองกับสูตรเออร์แลงบี

3.5.2 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบวิธี LP-DDCA

ในการทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบวิธี LP-DDCA ทำได้โดยนำผลของค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกที่ได้จากการจำลองขึ้นเอง ไปเปรียบเทียบกับผลใน [4] ซึ่งเป็นค่าโดยประมาณที่วัดได้จากกราฟในบทความนี้ โดยใช้แบบจำลองตาม [4] คือกำหนดให้ระบบมี 144 เซลล์ และเป็นระบบไม่จำกัด จำนวนช่องสัญญาณของทั้งระบบเท่ากับ 35 ช่องสัญญาณ ระบบมีการแจกแจงทราฟฟิกแบบสมมาตร และค่าทราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบอยู่ในช่วงระหว่าง 2 ถึง 5 เออร์แลงต่อเซลล์ โดยตารางที่ 3.5 และรูปที่ 3.9 แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบวิธี LP-DDCA ที่ได้จำลองขึ้นเองกับ กับผลใน [4] จะเห็นได้ว่ากราฟของผลที่ได้จำลองขึ้นเองมีลักษณะสอดคล้องกับใน [4]

ตารางที่ 3.5 เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างผลการจำลองระบบวิธี LP-DDCA ที่ได้จำลองขึ้นเองกับผลใน [4]

Offered Traffic (erlang/cell)	Blocking Probability		% difference
	LP-DDCA [4]	LP-DDCA (sim)	
2	0.000003	0.00000403	34.33
3	0.009	0.0091	1.11
4	0.10	0.0767	23.30
5	0.20	0.1816	9.20



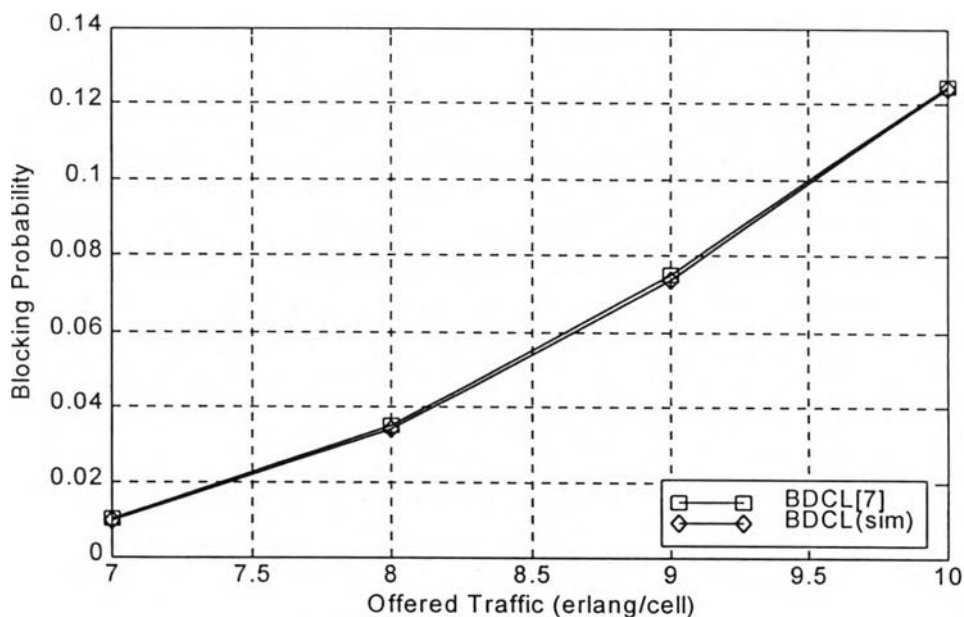
รูปที่ 3.9 เปรียบเทียบผลการจำลองระบบวิธี LP-DDCA ที่ได้จำลองขึ้นเองกับผลใน [4]

3.5.3 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบวิธี BDCL

ในการทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบวิธี BDCL ทำได้โดยนำผลของค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกที่ได้จำลองขึ้นเอง ไปเปรียบเทียบกับผลใน [7] ซึ่งเป็นค่าโดยประมาณที่วัดได้จากกราฟในบทความนี้ โดยใช้แบบจำลองตาม [7] คือกำหนดให้ระบบมี 49 เซลล์ จำนวนช่องสัญญาณของทั้งระบบเท่ากับ 70 ช่องสัญญาณ ระบบมีการแจกแจงทราฟฟิกแบบสมมาตร และค่าทราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบอยู่ในช่วงระหว่าง 7 ถึง 10 เฮอร์แลงต่อเซลล์ โดยตารางที่ 3.6 และรูปที่ 3.10 แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบวิธี BDCL ที่จำลองขึ้นเองกับผลใน [7] จะเห็นได้ว่ากราฟของผลที่ได้จำลองขึ้นเองมีลักษณะสอดคล้องกับใน [7]

ตารางที่ 3.6 เปรอ์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างผลการจำลองระบบวิธี BDCL ที่ได้จำลองขึ้นเองกับผลใน [7]

Offered Traffic (erlang/cell)	Blocking Probability		% difference
	BDCL [7]	BDCL (sim)	
7	0.01	0.0097	3
8	0.035	0.0341	2.57
9	0.075	0.0738	1.6
10	0.125	0.1243	0.56



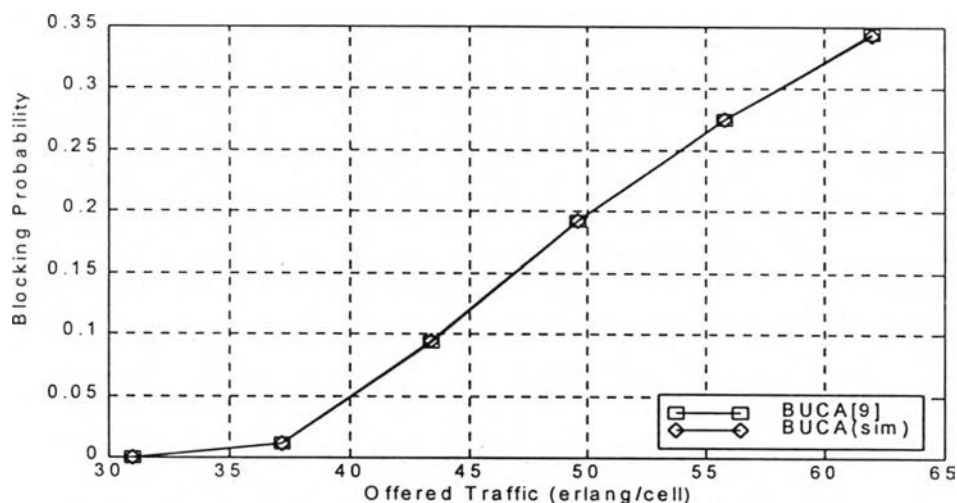
รูปที่ 3.10 เปรียบเทียบผลการจำลองระบบวิธี BDCL ที่ได้จำลองขึ้นเองกับผลใน [7]

3.5.4 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบวิธี BUCA

ในการทดสอบความถูกต้องของการจำลองระบบวิธี BUCA ทำได้โดยนำผลของค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกที่ได้จำลองขึ้นเอง ไปเปรียบเทียบกับผลใน [9] โดยใช้แบบจำลองตาม [9] คือกำหนดให้ระบบมี 49 เซลล์ จำนวนคลื่นพาห์ของทั้งระบบเท่ากับ 35 คลื่นพาห์ คลื่นพาห์แบ่งเป็น 8 ร่องเวลา ระบบมีการแจกแจงทราฟฟิกแบบสม่ำเสมอ และค่าทราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบอยู่ในช่วงระหว่าง 31 ถึง 62 เออร์แลงต่อเซลล์ โดยตารางที่ 3.7 และรูปที่ 3.11 แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองระบบวิธี BUCA ที่จำลองขึ้นเองกับ กับผลใน [9] จะเห็นได้ว่ากราฟของผลที่ได้จำลองขึ้นเองมีลักษณะสอดคล้องกับใน [9]

ตารางที่ 3.7 เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างผลการจำลองระบบวิธี BUCA ที่ได้จำลองขึ้นเองกับผลใน [9]

Offered Traffic (erlang/cell)	Blocking Probability		% difference
	BUCA [9]	BUCA (sim)	
31	0.000085	0.000089	4.71
37.2	0.0118	0.0117	0.85
43.4	0.0937	0.0940	0.32
49.6	0.1922	0.1925	0.16
55.8	0.2757	0.2751	0.22
62	0.3437	0.3429	0.23



รูปที่ 3.11 เปรียบเทียบผลการจำลองระบบวิธี BUCA ที่ได้จำลองขึ้นเองกับผลใน [9]