บทที่ 4
ผลการจำลองและการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้ทำการหาสมรรถนะของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และแบบแผนการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอ สมรรถนะที่ใช้ในการเปรียบเทียบ คือ ค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียกใหม่ และค่าความน่าจะเป็นของการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ โดยหัวข้อในการทดสอบ มีดังนี้ การจำลองสถานการณ์สำหรับระบบสถิตของแบบแผนที่เสนอเทียบกับแบบแผนในงานวิจัย [1] เพื่อพิจารณาลักษณะแบบแผนที่พิจารณารายได้สุทธิ การจำลองสถานการณ์สำหรับระบบพลวัตของแบบแผนที่เสนอ เพื่อพิจารณาสมรรถนะของแบบแผนและลักษณะที่น่าสนใจของแบบแผน พร้อมทั้งวิเคราะห์และสรุปผลในการทดสอบแบบแผนแต่ละแบบ

4.1 การจำลองสถานการณ์สำหรับระบบสถิต

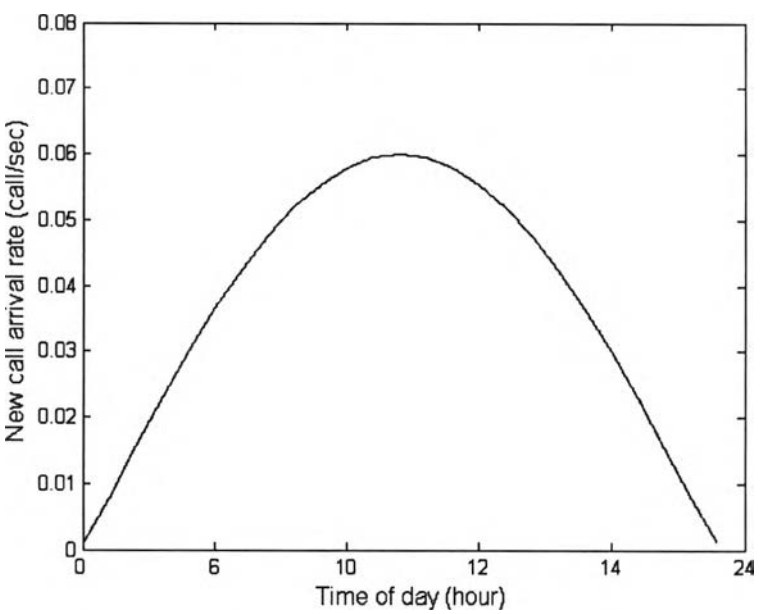
ในหัวข้อนี้ทำการทดสอบแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับที่เสนอในสถานการณ์เดียวกับการจำลองสถานการณ์ในงานวิจัย [1] ซึ่งพิจารณาระบบแบบสถิตด้วยการพิจารณาการตอบรับการเรียกเป็นช่วงเวลาและสมมติให้การเกิดเรียกใหม่มีสัดส่วนของแต่ละระดับการให้บริการแบบคงที่ โดยการวิเคราะห์สมรรถนะต่าง ๆ ของระบบมีสมมติฐานดังต่อไปนี้

1. พิจารณาเซลล์ 1 เซลล์ที่มีความจุแบนด์วิดท์เท่ากับ 50 หน่วยแบนด์วิดท์ ในที่นี้หน่วยแบนด์วิดท์เท่ากับจำนวนช่องสัญญาณ
2. เวลาในการใช้บริการ (channel holding time) มีการกระจายแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 180 วินาที
3. ทราฟฟิกที่ผู้ใช้ส่งสามารถมีได้ 5 ระดับการให้บริการ โดยการเรียกทุกการเรียกยกเว้นระดับการให้บริการระดับหนึ่งสามารถยอมให้มีการลดระดับจำนวนช่องสัญญาณต่ำกว่าระดับจำนวนช่องสัญญาณที่คาดหวังว่าจะได้รับได้หนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ และทำการลดระดับการให้บริการลงตามจำนวนช่องสัญญาณที่ได้รับสำหรับงานวิจัย [1] ส่วนแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่เสนอสามารถยอมให้มีการลดระดับจำนวนช่องสัญญาณต่ำกว่าระดับจำนวนช่องสัญญาณที่คาดหวังว่าจะได้รับ โดยแต่ละระดับการให้บริการมีการรับประกันจำนวนช่องสัญญาณที่ได้รับอย่างน้อยที่สุดไว้เพื่อรับประกันคุณภาพของการให้บริการตามที่การเรียกร้องขอ และไม่ลดระดับการให้บริการลงตามจำนวนช่องสัญญาณที่ได้รับ โดยสัดส่วนในแต่ละระดับของการให้บริการและรายละเอียดของแต่ละแบบแผน แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 พารามิเตอร์ของการเรียกที่ให้บริการ

ระดับการให้บริการที่	แบนด์วิดท์ที่ร้องขอ (ช่องสัญญาณ)	สัดส่วนของการเรียก	แบนด์วิดท์ที่รับประกัน/รายได้ที่ได้รับ			
			แบบที่ 1		แบบที่ 2	
1	1	0.5	1	5	1	5
2	2	0.2	1	10	1	7.5
3	3	0.1	2	15	1	12.5
4	4	0.1	3	20	2	17.5
5	5	0.1	4	25	2	22.5

4. สมมติให้การมาถึงของการเรียกใหม่มีการแจกแจงแบบปัวส์ซง และมีอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา แสดงดังรูปที่ 4.1 และเวลาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์เท่ากับ 24 ชั่วโมง



รูปที่ 4.1 อัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ตามเวลาของวัน

5. พิจารณาระบบแบบสถิตด้วยการพิจารณาการตอบรับการเรียกเป็นช่วงเวลาในระดับ 10 วินาที

6. รูปแบบของแบบแผนที่ทำการทดสอบ แบ่งออกเป็น

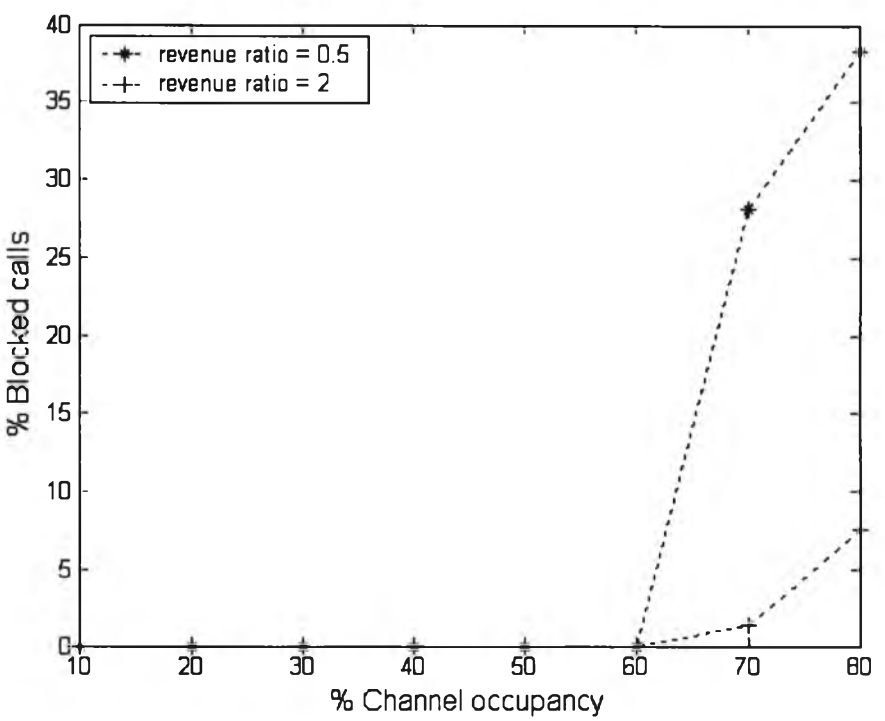
- Maxonedeg คือ แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ตามงานวิจัย [1] ซึ่งสามารถลดแบนด์วิดท์ได้หนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ต่อการเรียกในแต่ละระดับการให้บริการในการพิจารณานโยบาย

ในการปรับลดแบนด์วิดท์ โดยใช้รูปแบบการรับประกันแบนด์วิดท์แบบที่ 1 ตามตารางที่ 4.1

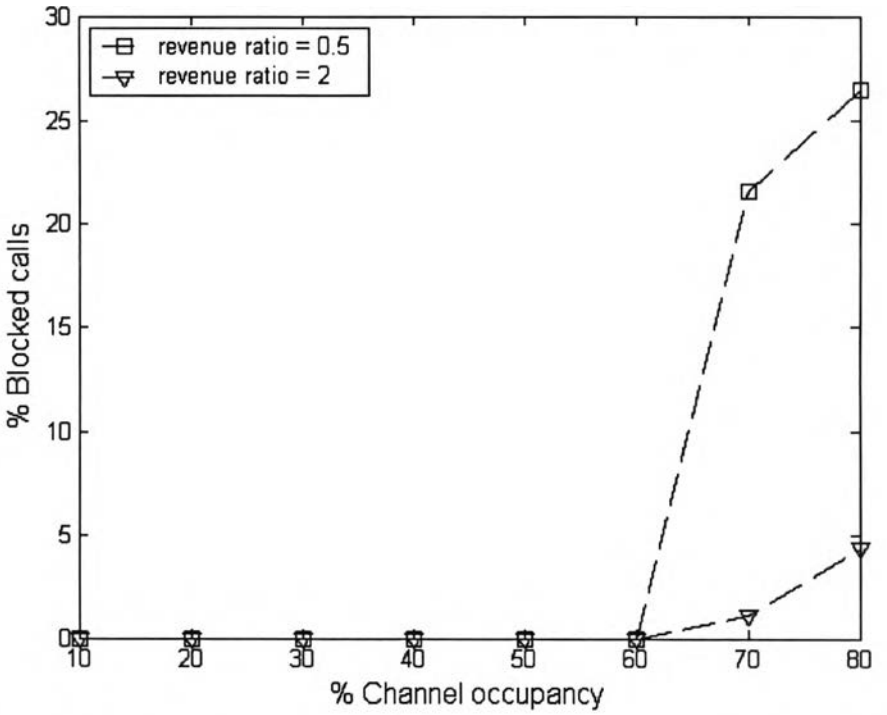
- Moreonedeg คือ แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่เสนอ ซึ่งสามารถลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ต่อการเรียกในแต่ละระดับการให้บริการตามระดับแบนด์วิดท์ที่ระบบรับประกันและต่อการพิจารณานโยบายในการปรับลดแบนด์วิดท์ตามรูปแบบการรับประกันแบนด์วิดท์แบบที่ 2

4.1.1 การเปรียบเทียบแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่เสนอกับแบบแผนในงานวิจัย [1] สำหรับระบบสถิต

รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 แสดงเปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกในแต่ละเปอร์เซ็นต์การใช้งานแบนด์วิดท์ เมื่ออัตราของรายได้กับรายได้สูญเสียจากการลดแบนด์วิดท์เป็น 0.5 และ 2 พบว่า เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกลดลงเมื่อเพิ่มอัตราของรายได้กับรายได้สูญเสียจากการลดแบนด์วิดท์ เนื่องจากค่ารายได้เท่าเดิมแต่ค่ารายได้สูญเสียจากกลดแบนด์วิดท์ลดลง ดังนั้นระบบจึงสามารถเลือกการเรียกที่จะลดแบนด์วิดท์ได้



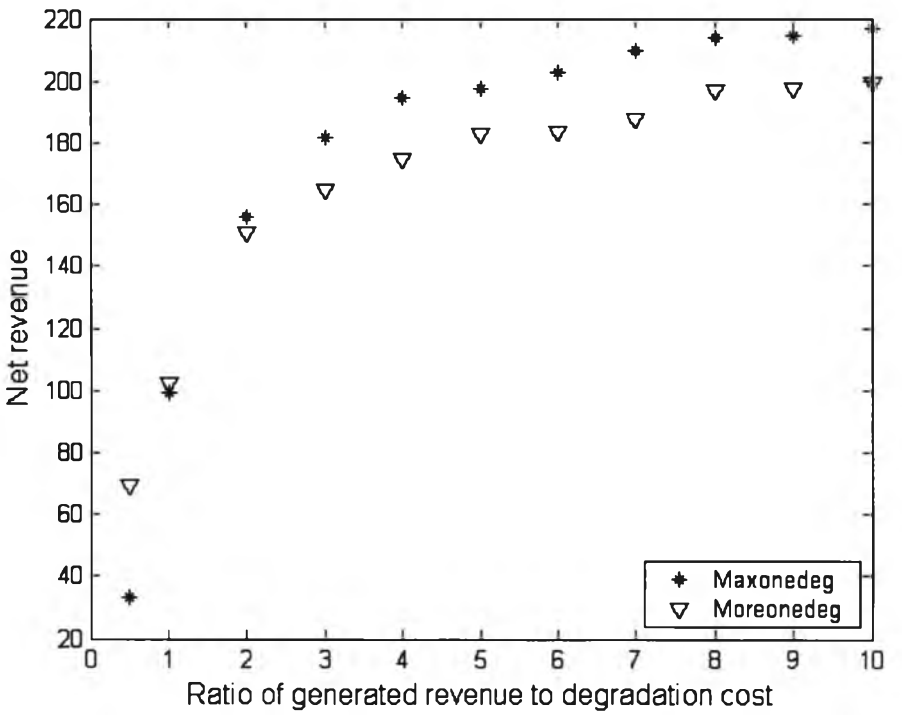
รูปที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ในการพิจารณาการตอบรับการเรียก ในแต่ละเปอร์เซ็นต์การใช้งานแบนด์วิดท์ เมื่ออัตราของรายได้กับรายได้สูญเสียจากการลดแบนด์วิดท์เป็น 0.5 และ 2 สำหรับแบบแผนในงานวิจัย [1]



รูปที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ในการพิจารณาการตอบรับการเรียก ในแต่ละเปอร์เซ็นต์การใช้งานแบนด์วิดท์ เมื่ออัตราของรายได้กับรายได้สูญเสียจากการลดแบนด์วิดท์เป็น 0.5 และ 2 สำหรับแบบแผนที่เสนอ

มากขึ้น โดยยังได้รับรายได้สุทธิสูงสุดเมื่อเทียบกับการที่มีค่ารายได้สูญเสียจากการลดแบนด์วิดท์ที่สูงกว่า ซึ่งระบบได้รับรายได้สูญเสียเมื่อต้องลดแบนด์วิดท์มากกว่ารายได้ที่ได้รับจากการตอบรับจึงทำการบล็อกการเรียกแทนที่จะตอบรับ จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกในการพิจารณาการตอบรับการเรียกลดลง

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ของแบบแผนที่เสนอกับแบบแผนในงานวิจัย [1] พบว่า แบบแผนที่เสนอให้เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่น้อยกว่า เนื่องจากแบบแผนที่เสนอสามารถลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าแบบแผนในงานวิจัย [1] จึงสามารถรองรับการเรียกที่ร้องขอการบริการได้มากขึ้น ส่งผลให้โอกาสที่จะบล็อกการเรียกใหม่ลดลง



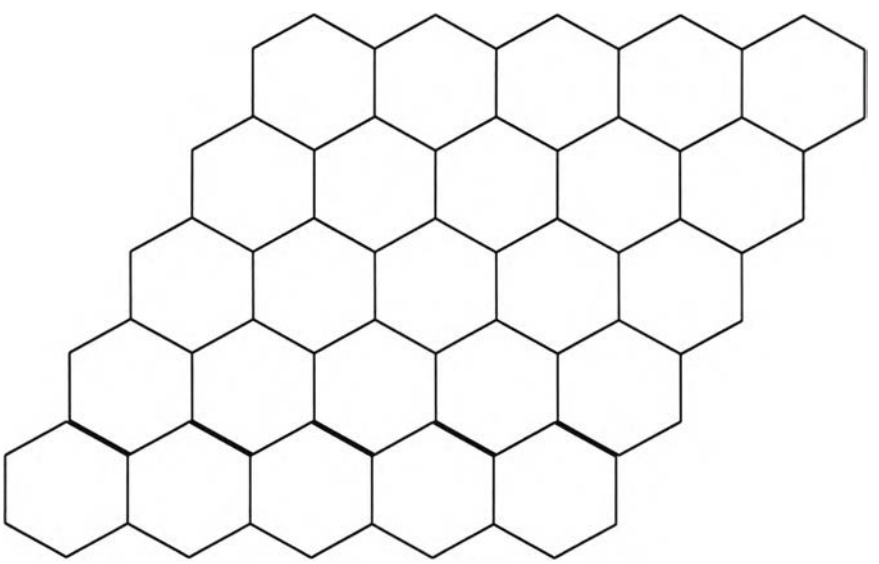
รูปที่ 4.4 รายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับ ในแต่ละอัตราของรายได้กับรายได้สูญเสียจากการลดแบนด์วิดท์ ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์

รูปที่ 4.4 แสดงรายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับ ในแต่ละอัตราของรายได้กับรายได้สูญเสียจากการลดแบนด์วิดท์ ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์พบว่า แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ทำให้ระบบได้รับรายได้สุทธิสูงสุดน้อยกว่าแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์เพียงหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ เนื่องจากค่ารายได้และรายได้สูญเสียของการเรียกไม่ลดลงเมื่อถูกลดแบนด์วิดท์ในขณะที่แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์เพียงหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์จะใช้ค่ารายได้และรายได้สูญเสียของการเรียกลดลงตามการลดระดับการให้บริการลงเมื่อถูกลดแบนด์วิดท์ ซึ่งรายได้ส่วนใหญ่ที่ระบบได้รับมาจากการเรียกในระบบ แต่การพิจารณาการตอบรับเกิดขึ้นเป็นช่วงเวลาในระดับหลายสิบวินาที ระบบจึงมีปริมาณทราฟฟิกลดลง และมีแบนด์วิดท์เหลือมากขึ้น ดังนั้นการลดปริมาณแบนด์วิดท์การเรียกในระบบจึงน้อยลง ส่งผลต่อรายได้สุทธิในการตอบรับการเรียกและการปรับลดแบนด์วิดท์สำหรับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์มีค่าน้อยกว่า เพราะใช้ค่ารายได้ที่ได้จากการตอบรับการเรียกที่น้อยกว่าแบบแผนที่ลดแบนด์วิดท์เพียงหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์

4.2 การจำลองสถานการณ์สำหรับระบบพลวัต

ในหัวข้อนี้ทำการทดสอบแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับที่เสนอในระบบพลวัต ซึ่งระบบต้องทำการหานโยบายการตอบรับการเรียกในแต่ละระดับการให้บริการที่ให้รายได้สุทธิสูงสุดแก่ระบบ โดยการวิเคราะห์สมรรถนะต่าง ๆ ของระบบสามารถวิเคราะห์ได้จากสภาวะในการจำลองแบบที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองของโครงข่ายประกอบไปด้วยเซลล์ 25 เซลล์ มีการจัดเรียงตัวของเซลล์ดังรูปที่ 4.5 เพื่อหลีกเลี่ยงการลดจำนวนลงของผู้ใช้บริการภายในโครงข่าย สมมติให้การเรียกที่ต้องการแฮนด์ออฟออกจากเซลล์ที่ขอบโครงข่ายให้ข้ามไปยังเซลล์ที่อยู่ตรงข้าม (wrap around) แต่ละเซลล์มีความจุแบนด์วิดท์เท่ากับ 50 หน่วยแบนด์วิดท์ ในที่นี้หน่วยแบนด์วิดท์เท่ากับจำนวนช่องสัญญาณ



รูปที่ 4.5 การจัดเรียงตัวของเซลล์ที่ใช้ในการทดสอบ

2. เวลาในการใช้บริการ (channel holding time) และเวลาในการครองเซลล์ (cell dwell time) มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 180 วินาที และ 150 วินาที ตามลำดับ
3. ทราฟฟิกที่ผู้ใช้ส่งสามารถมีได้ 5 ระดับการให้บริการ โดยการเรียกทุกการเรียกยกเว้นระดับการให้บริการที่ 1 สามารถยอมให้มีการลดระดับจำนวนช่องสัญญาณต่ำกว่าระดับจำนวนช่องสัญญาณที่คาดหวังว่าจะได้รับ โดยแต่ละระดับการให้บริการมีการรับประกันจำนวนช่องสัญญาณที่ได้รับอย่างน้อยที่สุดไว้ เพื่อรับประกันคุณภาพของการให้บริการที่การเรียกร้องขอหรือคาดหวัง ตามตารางที่ 4.1

4. การเริ่มขอใช้บริการใหม่เกิดขึ้นด้วยความน่าจะเป็นที่เท่าๆกันทุกเซลล์

5. ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟ (handoff probability) หมายถึง ความน่าจะเป็นที่จะการเรียก 1 การเรียกจะแฮนด์ออฟไปยังเซลล์ข้างเคียงมีค่าเท่ากันทุกเซลล์

6. สมมติให้การเกิดการเรียกใหม่มีการแจกแจงแบบปัวส์ซง และมีอัตราการเกิดการเรียกใหม่เป็นแบบคงที่และเวลาที่ทำการจำลองสถานการณ์เท่ากับ 1 ชั่วโมง

7. รูปแบบของแบบแผนที่ทำการทดสอบ แบ่งออกเป็น

- Maxonedeg คือ แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ตามงานวิจัย [1] ซึ่งสามารถลดแบนด์วิดท์ได้หนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ต่อการเรียกในแต่ละระดับการให้บริการในการพิจารณานโยบายในการปรับลดแบนด์วิดท์ โดยใช้รูปแบบการรับประกันแบนด์วิดท์แบบที่ 1 ตามตารางที่ 4.1
- Moreonedeg คือ แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่เสนอ ซึ่งสามารถลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ต่อการเรียกในแต่ละระดับการให้บริการตามระดับแบนด์วิดท์ที่ระบบรับประกันและต่อการพิจารณานโยบายในการปรับลดแบนด์วิดท์ตามรูปแบบการรับประกันแบนด์วิดท์แบบที่ 2 ตามตารางที่ 4.1 โดยการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอพิจารณาให้ความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟด้วยวิธีการบัฟเฟอร์การเรียกไว้ในระบบ แทนด้วย DiffBuffer ส่วนวิธีการให้ลำดับความสำคัญด้วยการถ่วงน้ำหนัก ในงานวิจัย [8] เสนอไว้ แทนด้วย Weight ตามลำดับ

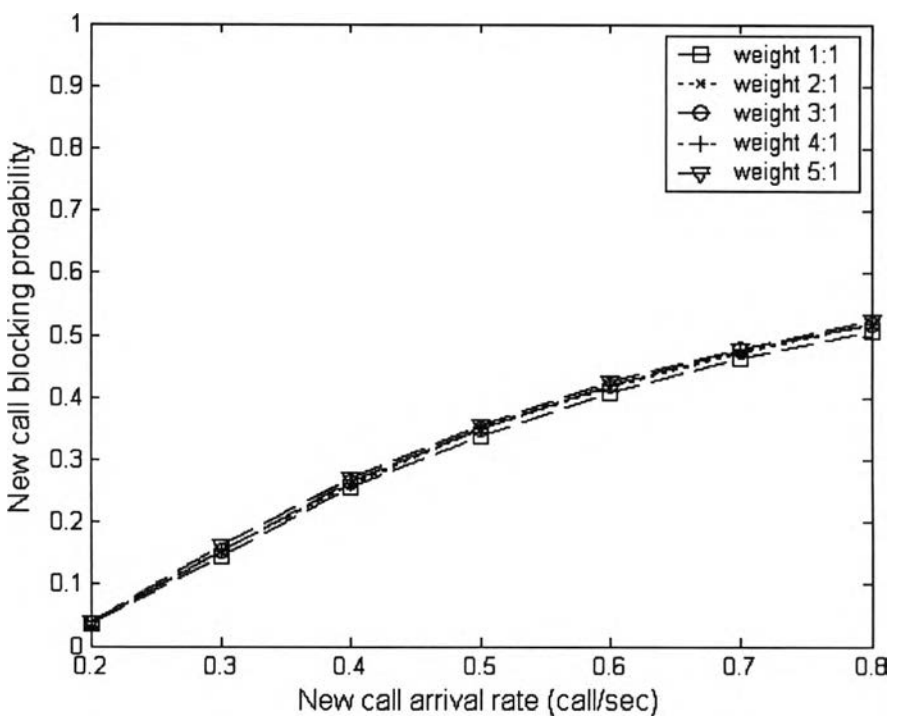
8. พารามิเตอร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสม มีดังนี้

- จำนวนรอบในแต่ละอุณหภูมิ (L) เท่ากับ 90 รอบ
- ฟังก์ชันควบคุมการลดอุณหภูมิแบบเรขาคณิตด้วยค่าปัจจัยควบคุมอุณหภูมิ (α) เท่ากับ 0.8 และอุณหภูมิตั้งต้น (t_0) เท่ากับ 10,000
- เงื่อนไขในการหยุดการหาค่าเหมาะสม คือ จำนวนรอบที่ปรับปรุงค่าเหมาะสมเท่ากับ 100 รอบ หรือจำนวนรอบที่ไม่ปรับปรุงค่าเหมาะสมเท่ากับ 50 รอบ

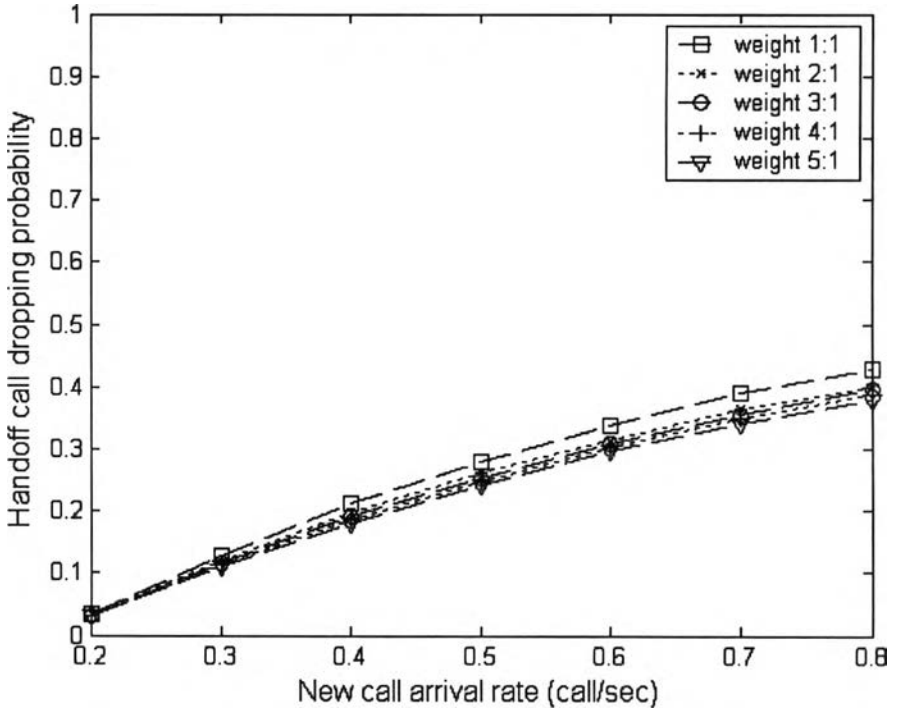
4.2.1 การเปรียบเทียบสมรรถนะของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอที่มีการให้ลำดับความสำคัญของการเรียกที่เกิดจากแฮนด์ออฟโดยการถ่วงน้ำหนัก

- การพิจารณาให้ลำดับความสำคัญถ่วงน้ำหนักกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟที่แตกต่างกัน

รูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 แสดงความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟในแต่ละอัตราของการถ่วงน้ำหนักของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่พบว่า ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่สูงขึ้น ในขณะที่ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟลดลง เมื่อเพิ่มค่าถ่วงน้ำหนักให้กับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟสูงกว่าค่าถ่วงน้ำหนักการเรียกใหม่ เนื่องจากรายได้ที่เกิดจากการตอบรับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟจะสูงกว่าการตอบรับการเรียกใหม่ จึงทำให้ระบบพิจารณาการตอบรับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟมากกว่าที่จะตอบรับการเรียกใหม่



รูปที่ 4.6 ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ในแต่ละอัตราของการถ่วงน้ำหนักของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่

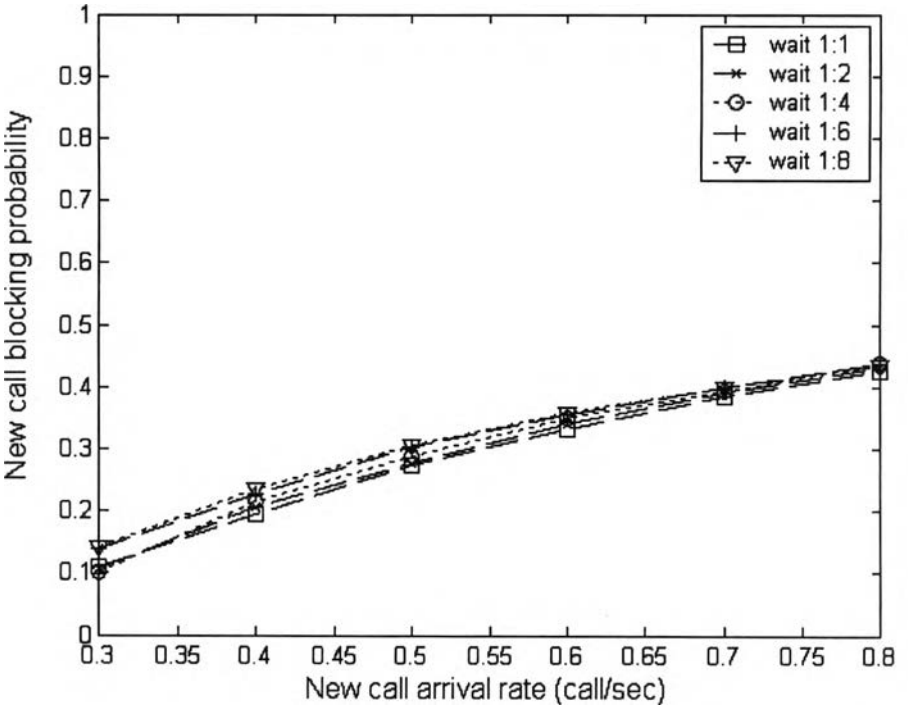


รูปที่ 4.7 ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟในแต่ละอัตราของการถ่วงน้ำหนักของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่

4.2.2 การเปรียบเทียบสมรรถนะของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอที่มีการให้ลำดับความสำคัญของการเรียกที่เกิดจากแฮนด์ออฟโดยการแยกบัฟเฟอร์การเรียก

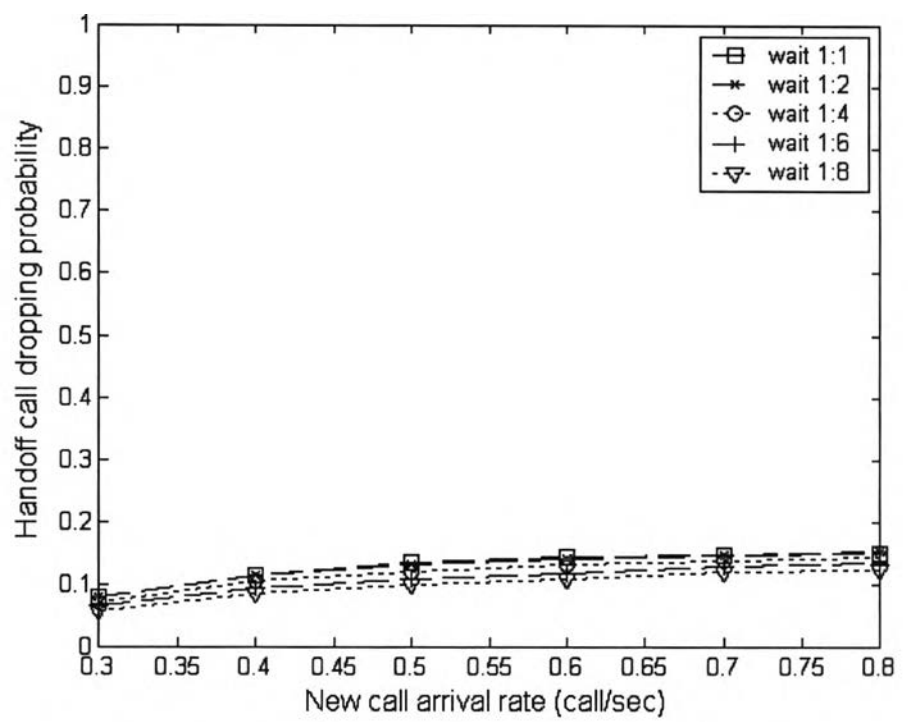
- การพิจารณาระยะเวลาการรอคอยในบัฟเฟอร์สำหรับการเรียกที่แตกต่างกัน

รูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 แสดงความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ และความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟในแต่ละอัตราของระยะเวลาการรอคอยในบัฟเฟอร์ของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่พบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาการรอคอยในบัฟเฟอร์ให้กับการเรียกใหม่ยาวนานกว่าการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ ค่าความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่สูงขึ้น ในขณะที่ค่าความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟลดลง และสามารถลดค่าความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟได้มากกว่าเมื่อเทียบกับแบบแผนที่ถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากความถี่ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟจะสูงกว่าและจำนวนการเรียกที่ต้องพิจารณา (ที่รอคอยในบัฟเฟอร์)ในการตอบรับจะน้อยกว่าจำนวนการเรียกในบัฟเฟอร์สำหรับการเรียกใหม่ ดังนั้นการตอบรับการเรียกในขณะที่ระบบไม่มีแบนด์วิดท์พอซึ่งต้องทำการลดแบนด์วิดท์จากการเรียกในระบบ ในขณะที่จำนวนแบนด์วิดท์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.8 ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ในแต่ละอัตราของระยะเวลาการรอคอยในบัพเฟอร์ของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่



รูปที่ 4.9 ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ ในแต่ละอัตราของระยะเวลาการรอคอยในบัพเฟอร์ของการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟกับการเรียกใหม่

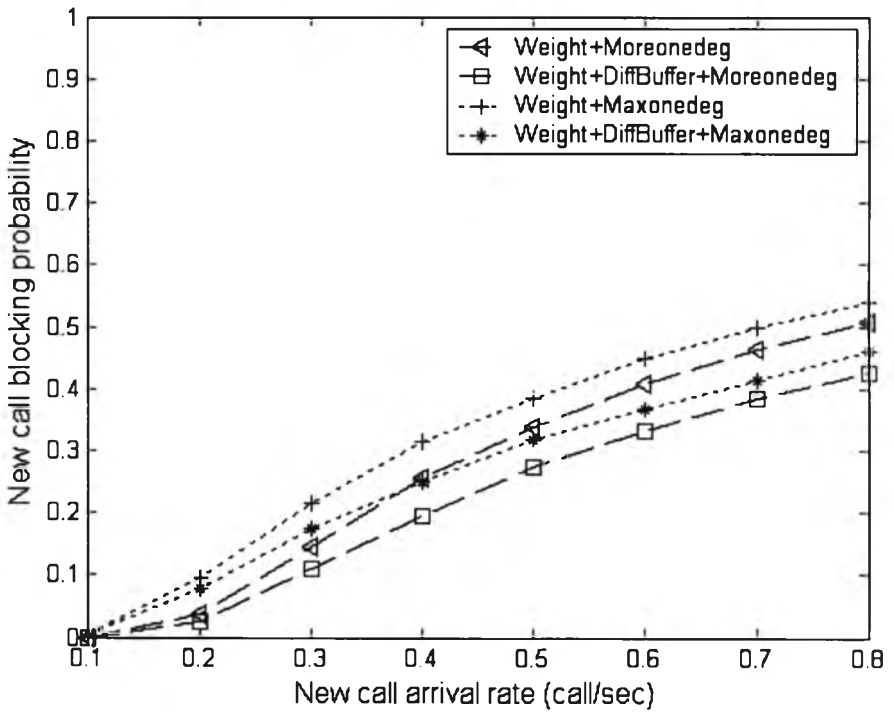
ทั้งหมดที่ร้องขอน้อยกว่า โอกาสที่ระบบจะตอบรับจำนวนการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟได้สูงกว่าการตอบรับในบัฟเฟอร์สำหรับการเรียกใหม่จึงเป็นไปได้มากกว่า เนื่องจากแบนด์วิดท์ที่สามารถลดได้ในระบบมีจำกัดและโอกาสจะลดแบนด์วิดท์มาได้มากเพียงใดยังขึ้นอยู่กับจำนวนการเรียกในแต่ละระดับการให้บริการที่มีค่ารายได้สูญเสียน้อยๆ

4.2.3 การเปรียบเทียบสมรรถนะของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกแบบต่างๆ

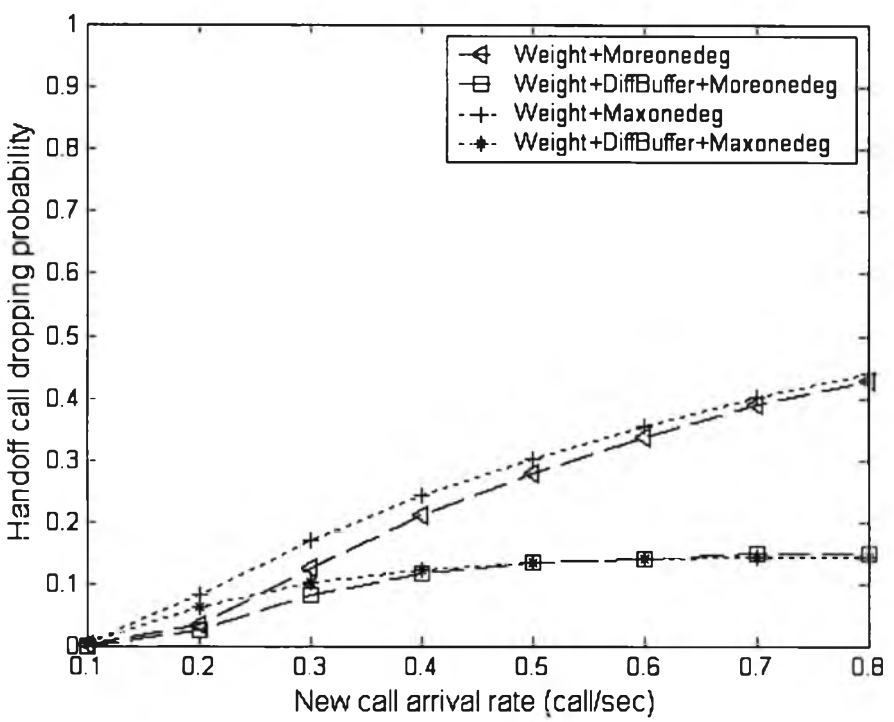
ในหัวข้อนี้ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และควบคุมการตอบรับที่เสนอ ซึ่งพารามิเตอร์ในการให้ลำดับความสำคัญการเรียกที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าถ่วงน้ำหนักการเรียก และระยะเวลาการรอคอยในบัฟเฟอร์กำหนดค่าเป็น 1 ทั้งหมด เพื่อพิจาณาสมรรถนะต่างๆของแบบแผนโดยไม่คำนึงการให้ความสำคัญของการเรียกที่แตกต่างกัน

- การพิจารณาพารามิเตอร์คุณภาพของการให้บริการพื้นฐานที่ได้รับ

รูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11 แสดงความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกพบว่า แบบแผนที่ใช้การควบคุมการตอบรับการเรียกที่แยกบัฟเฟอร์ในการรอคอยให้ค่าความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ และค่าความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟต่ำกว่าแบบแผนที่ใช้การควบคุมการตอบรับการเรียกที่ไม่แยกบัฟเฟอร์อย่างเห็นได้ชัด ไม่ว่าจะใช้แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์แบบใด เนื่องจากขณะระบบมีการใช้งานสูง (แบนด์วิดท์ไม่มีเหลือพอในการรองรับการเรียก) การแยกบัฟเฟอร์เป็นการกระจายปริมาณโหลดทราฟฟิก (การเรียก) ต่อการพิจารณาของระบบซึ่งจะทำให้จำนวนการเรียกที่ระบบต้องพิจารณามีจำนวนลดลงเมื่อเทียบกับการไม่แยกบัฟเฟอร์ โอกาสที่ระบบจะสามารถจัดหาแบนด์วิดท์ด้วยการลดแบนด์วิดท์จากการเรียกในระบบที่มีจำกัดมารองรับความต้องการได้จึงสูงกว่า ดังนั้นค่าความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟจึงต่ำกว่าแบบแผนที่ไม่แยกบัฟเฟอร์

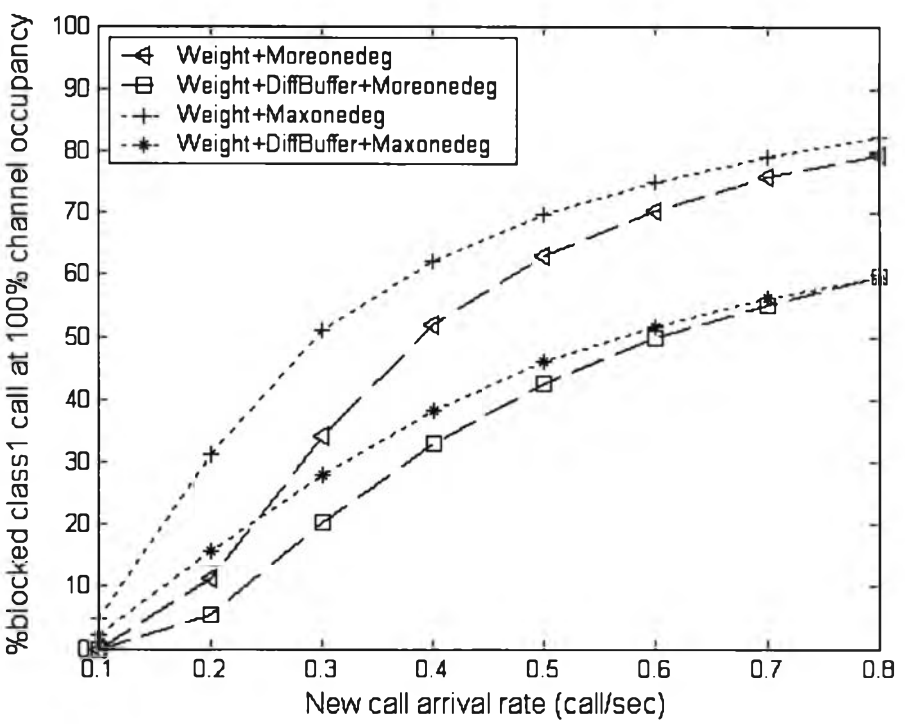


รูปที่ 4.10 ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก

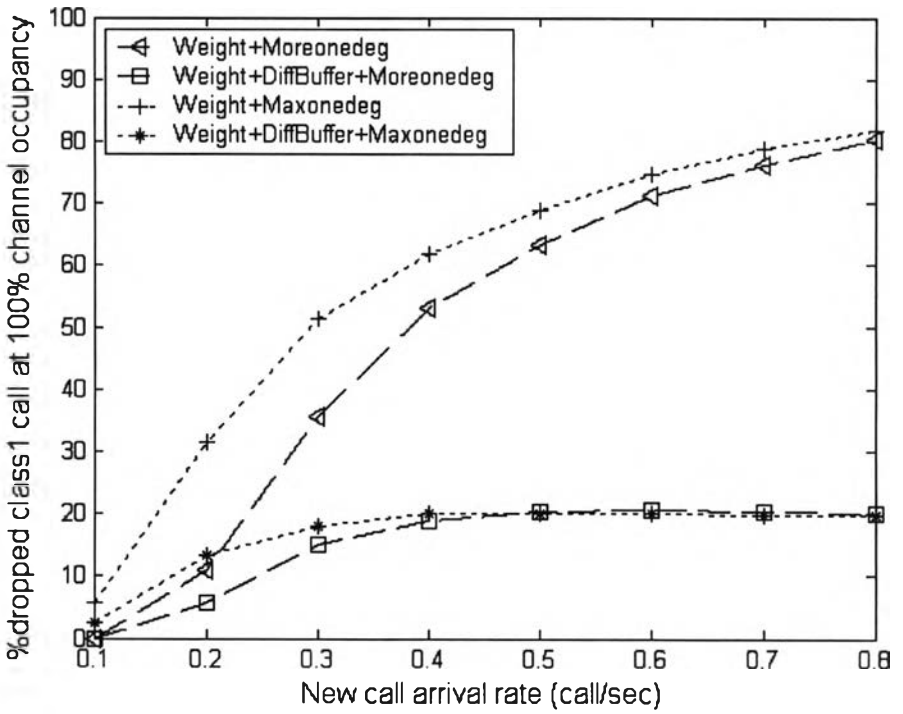


รูปที่ 4.11 ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก

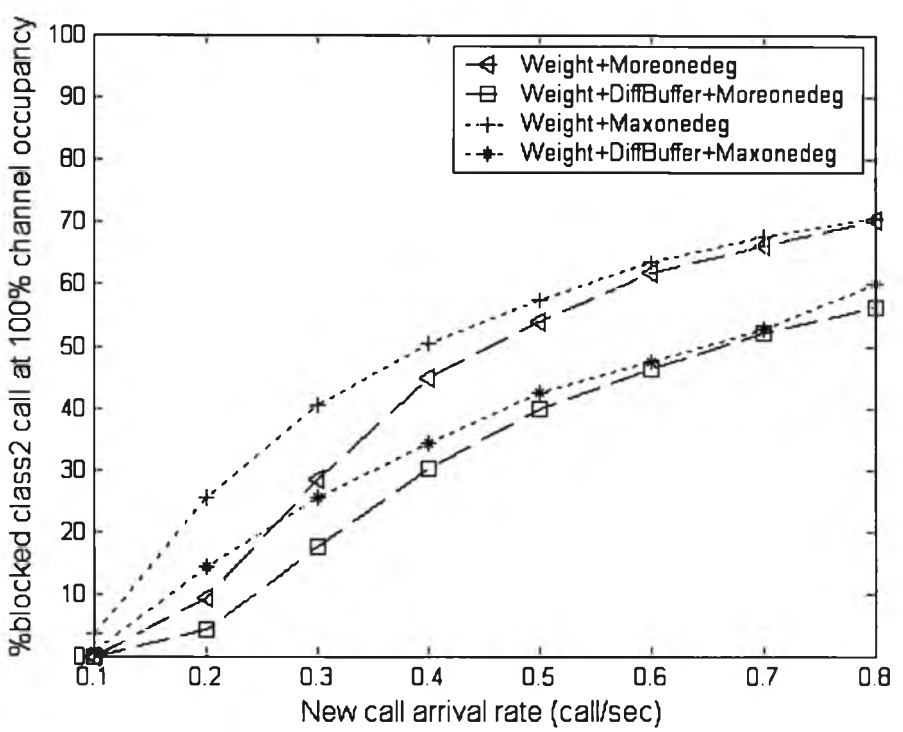
ในขณะเดียวกันเมื่อใช้แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่ลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์จะให้ค่าความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่และค่าความน่าจะเป็นการดรอปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟต่ำกว่าแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่ลดแบนด์วิดท์ได้เพียงหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ เนื่องจากระบบสามารถลดปริมาณแบนด์วิดท์เพื่อมารองรับการเรียกที่ร้องขอการบริการได้มากกว่านั่นเอง แต่เมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เพิ่มขึ้นจนถึง 0.39 การเรียกต่อวินาที สำหรับความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่และ 0.25 การเรียกต่อวินาที สำหรับความน่าจะเป็นการดรอปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ เฉพาะแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่ลดแบนด์วิดท์ได้เพียงหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ที่แยกบัฟเฟอร์จะให้ค่าความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นการดรอปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟต่ำกว่าแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่ลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ที่ไม่แยกบัฟเฟอร์ เนื่องจากปริมาณทราฟฟิกที่เข้ามามีความหนาแน่นสูงถึงแม้ว่าระบบจะสามารถลดแบนด์วิดท์ได้มากขึ้นก็ไม่สามารถรองรับความต้องการการใช้งานได้ ดังนั้นการกระจายปริมาณทราฟฟิกต่อการพิจารณาการตอบรับการเรียกด้วยการแยกบัฟเฟอร์จะช่วยให้ระบบสามารถจัดหาแบนด์วิดท์มารองรับความต้องการการใช้งานที่น้อยลงจากเดิม ณ ขณะเวลาที่ทำการพิจารณาได้



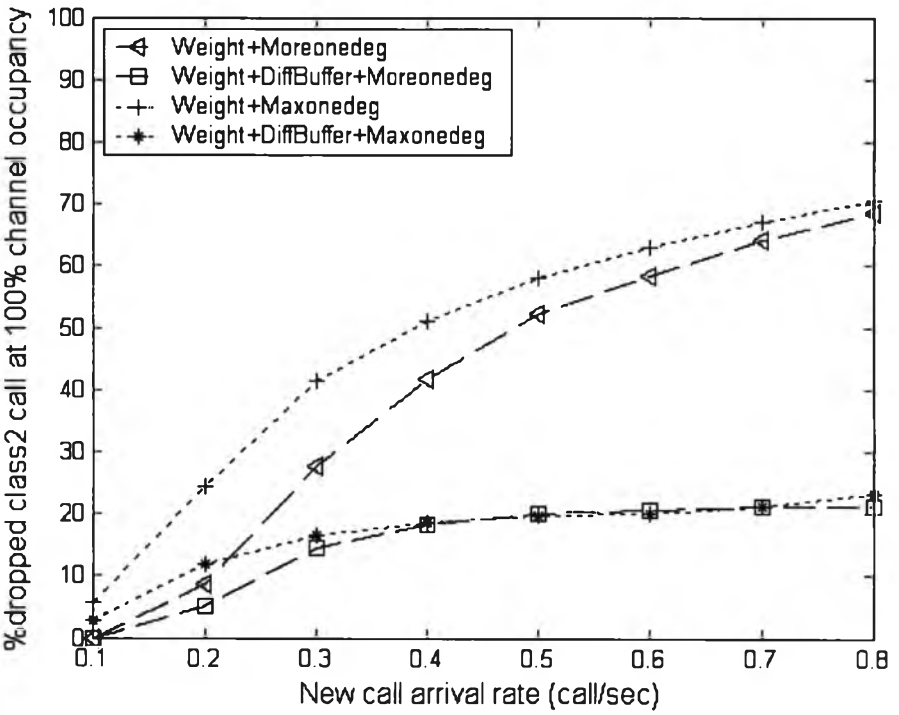
รูปที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 1 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัว ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



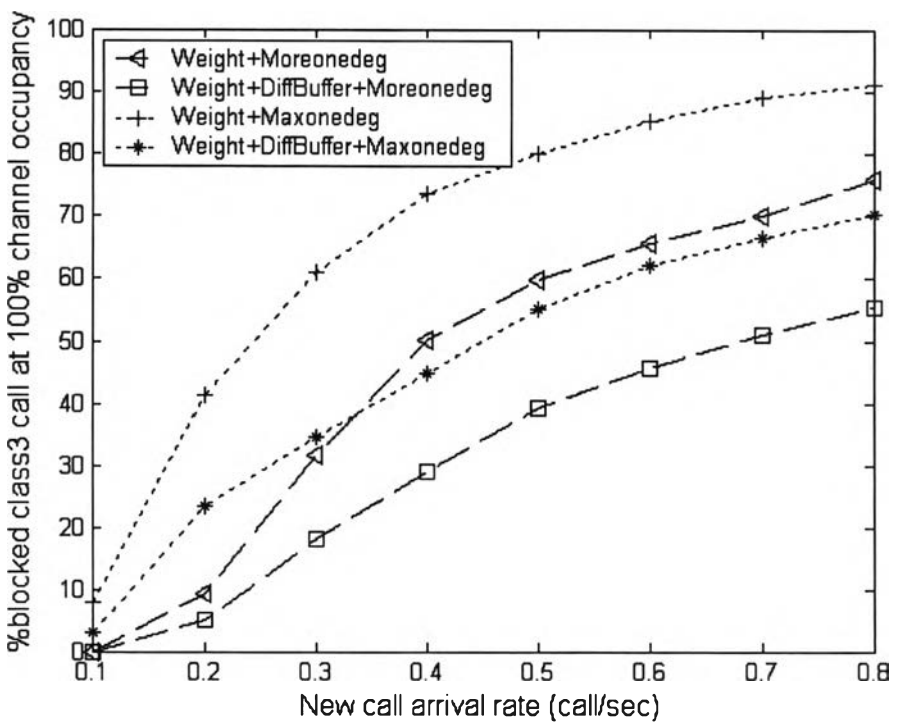
รูปที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์การดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 1 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัว ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



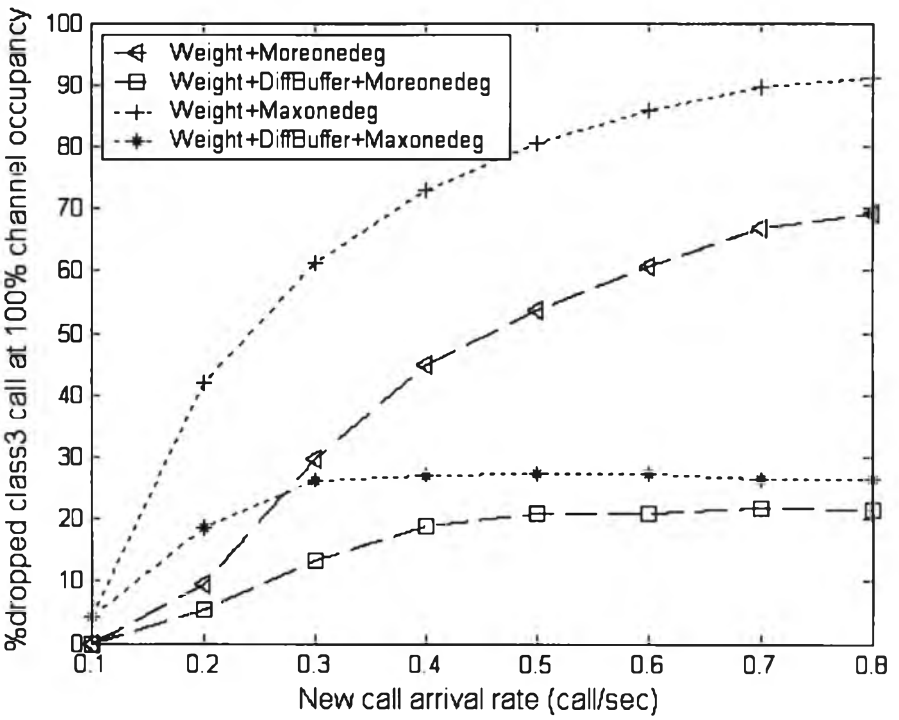
รูปที่ 4.14 เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัว ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



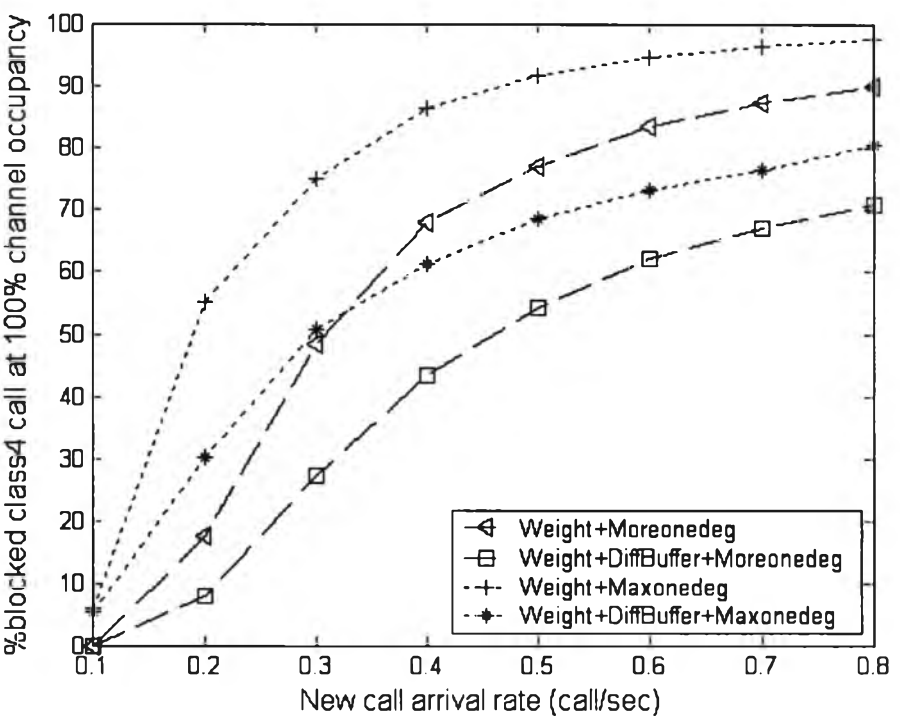
รูปที่ 4.15 เปอร์เซ็นต์การดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัว ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



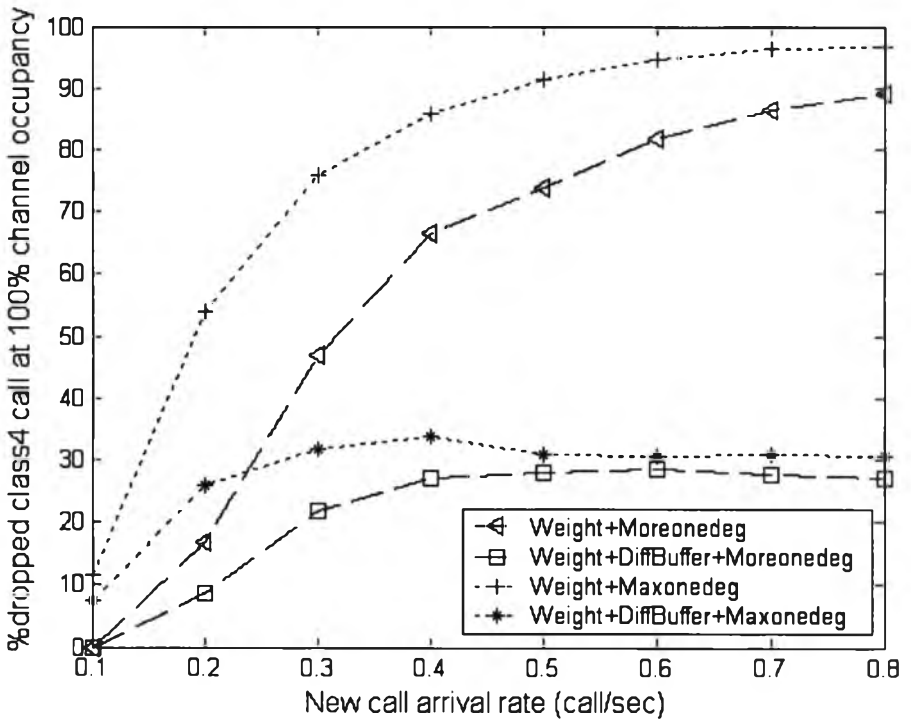
รูปที่ 4.16 เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัวในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



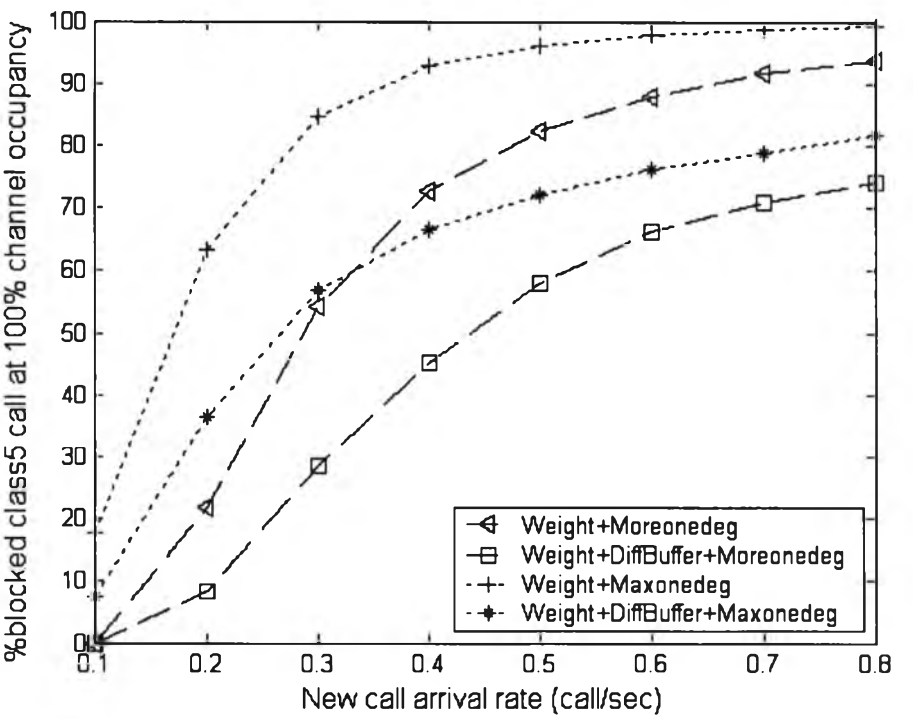
รูปที่ 4.17 เปอร์เซ็นต์การดรอปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัว ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



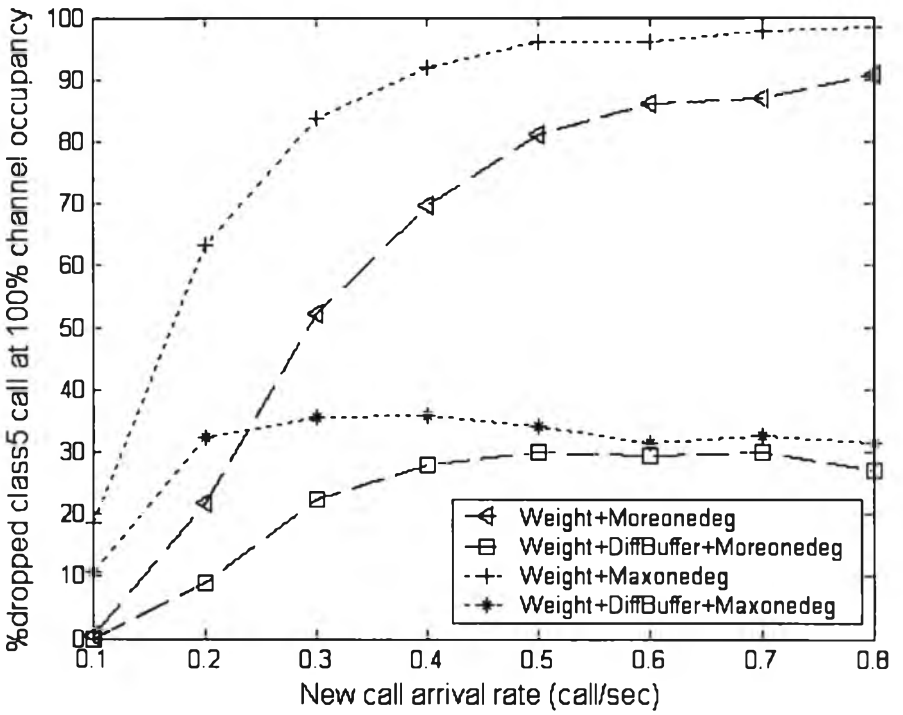
รูปที่ 4.18 เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัว ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



รูปที่ 4.19 เปอร์เซ็นต์การดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัวในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก

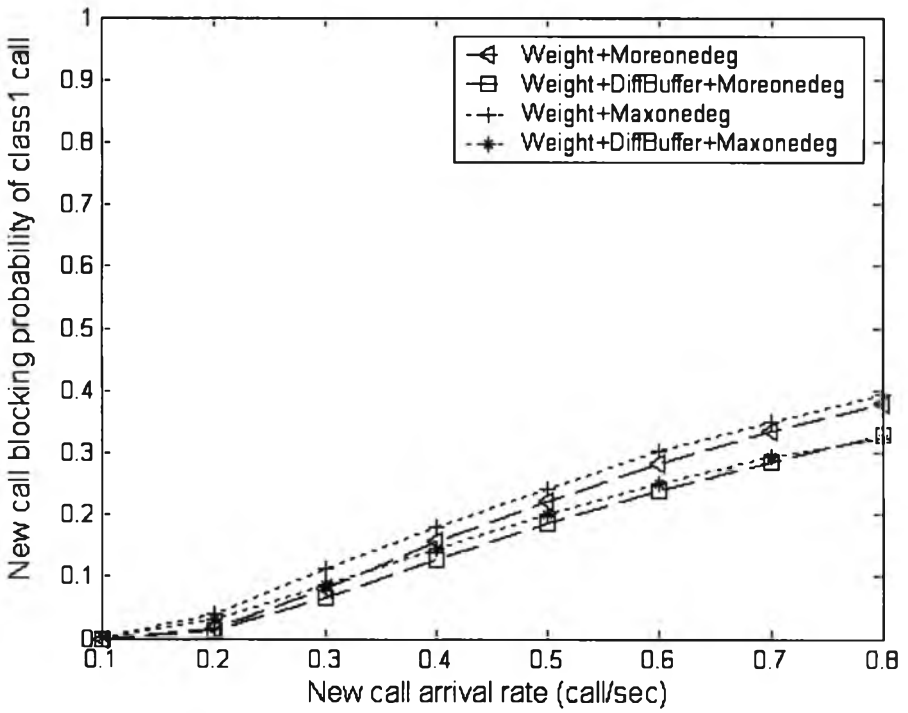


รูปที่ 4.20 เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัวในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก

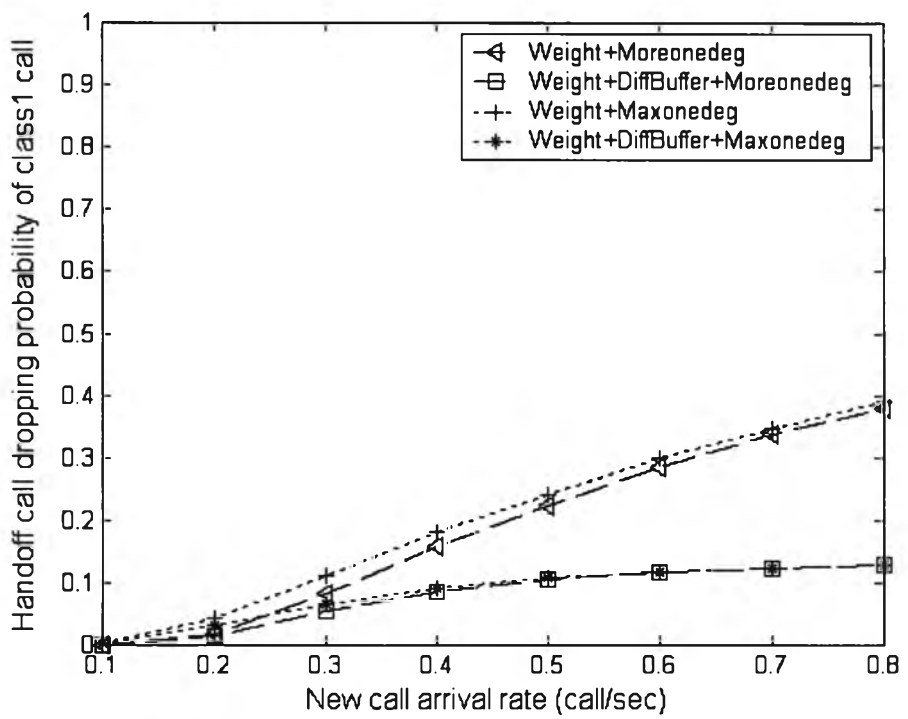


รูปที่ 4.21 เปอร์เซ็นต์การดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัว ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก

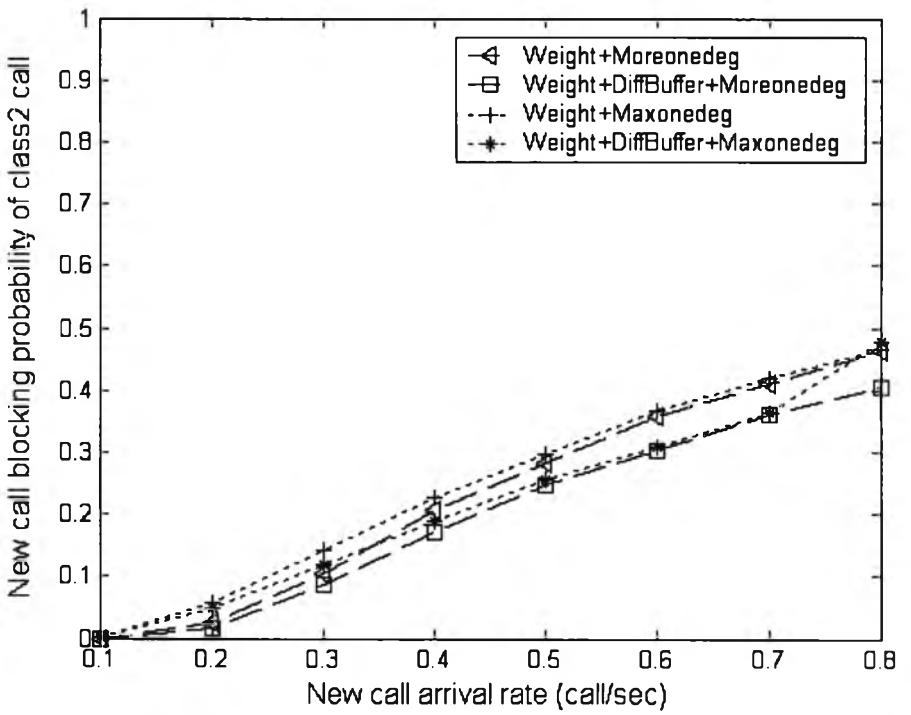
รูปที่ 4. 12 ถึงรูปที่ 4.21 แสดงเปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่และเปอร์เซ็นต์การดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟในการพิจารณาการตอบรับการเรียกขณะระบบอิ่มตัวของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกพบว่า ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกและการปรับลดแบนด์วิดท์ขณะระบบอิ่มตัว เปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่และเปอร์เซ็นต์การดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 มีค่าสูงสุด เนื่องจากมีความต้องการแบนด์วิดท์สูงที่สุดเมื่อเทียบกับการเรียกในระดับการให้บริการอื่นซึ่งมีความต้องการแบนด์วิดท์น้อยกว่าตามระดับการให้บริการ โดยเปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่และเปอร์เซ็นต์การดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 1 มีค่าต่ำสุด เนื่องจากโอกาสที่ระบบจะสามารถลดแบนด์วิดท์ตามความต้องการแบนด์วิดท์ที่น้อยมีความเป็นไปได้สูงกว่าการลดแบนด์วิดท์ปริมาณมาก



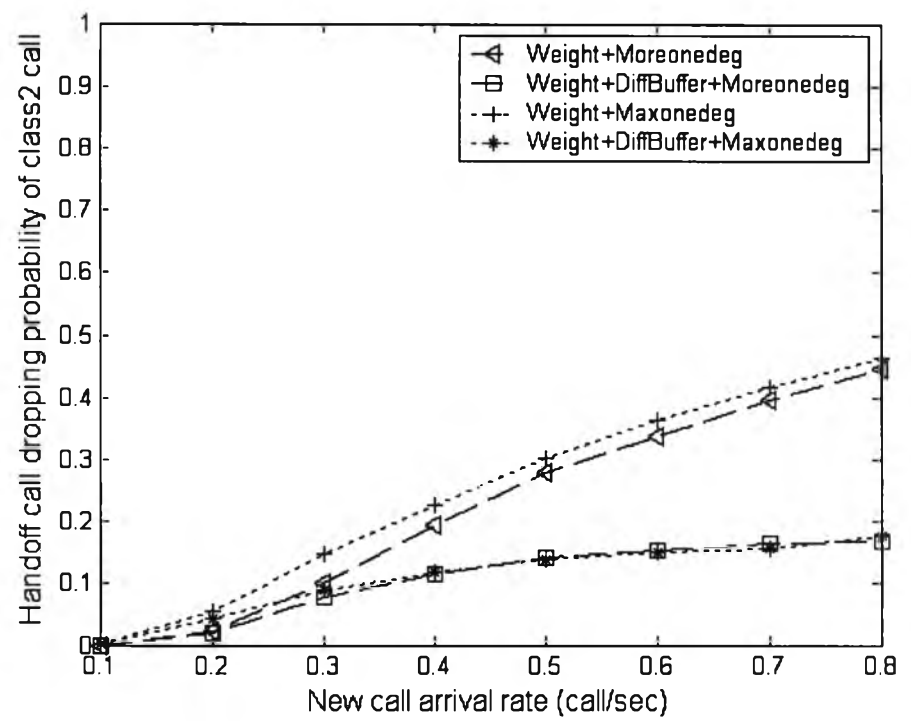
รูปที่ 4.22 ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 1ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



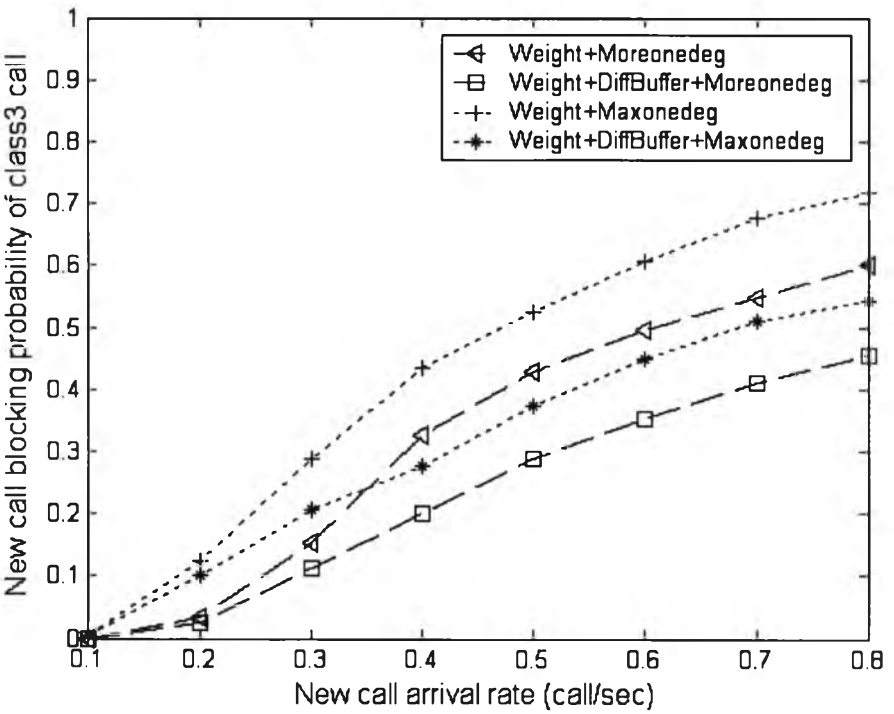
รูปที่ 4.23 ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 1 ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



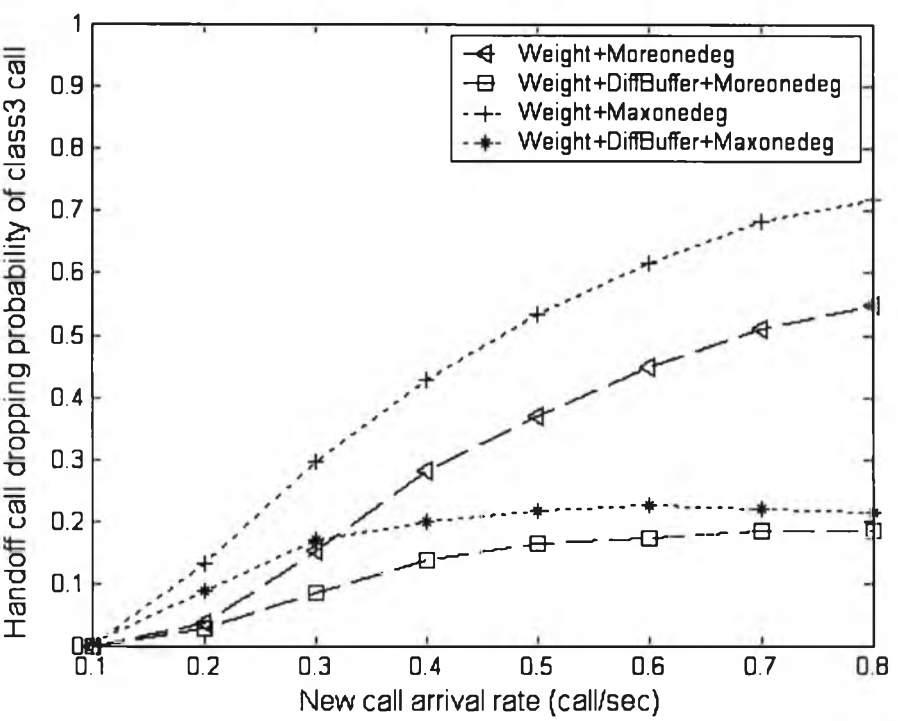
รูปที่ 4.24 ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



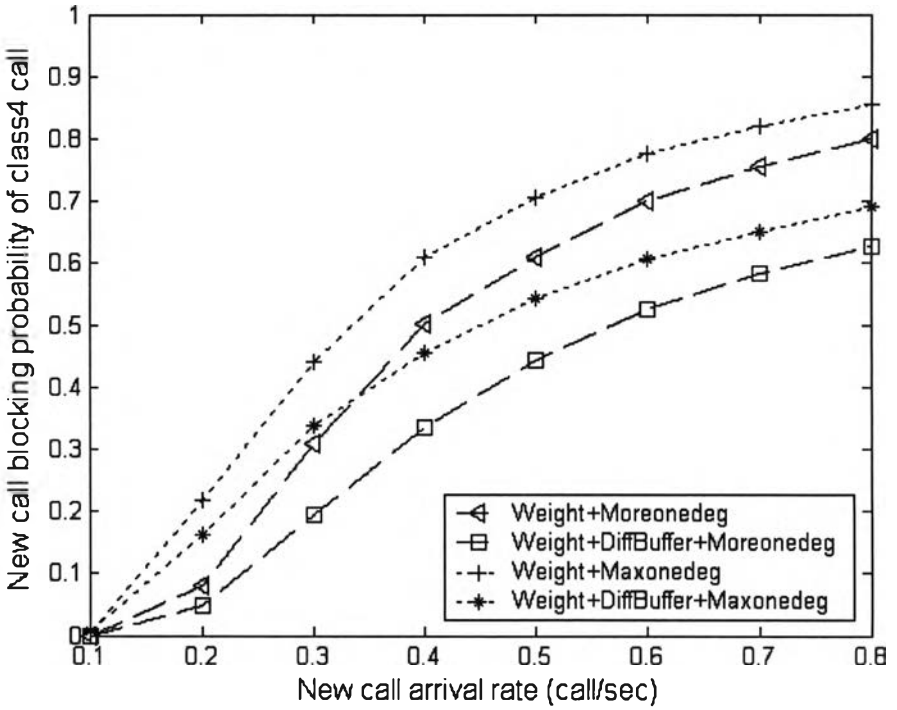
รูปที่ 4.25 ค่าความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



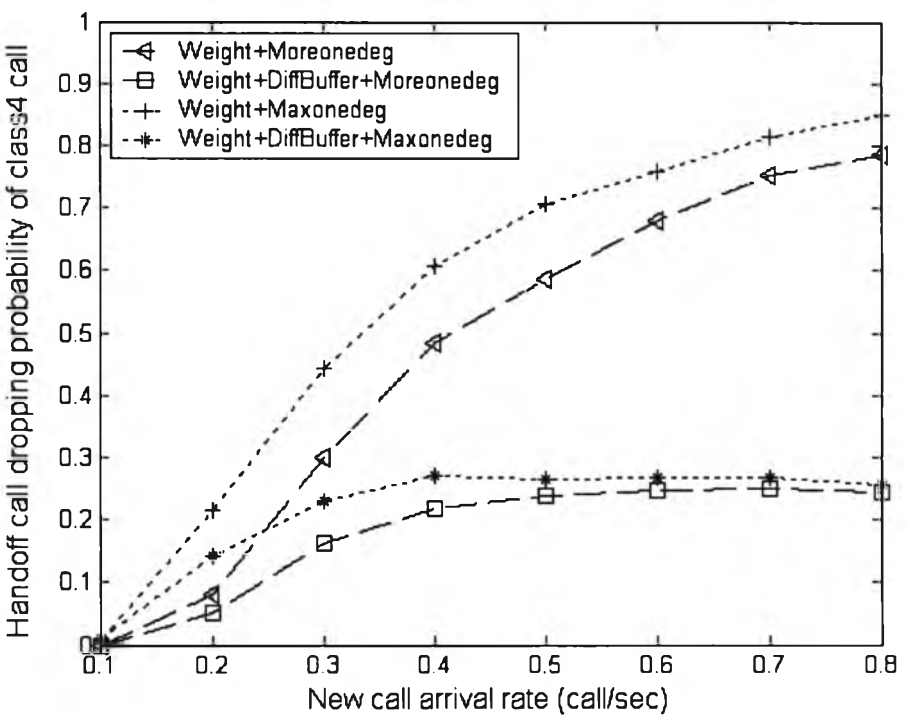
รูปที่ 4.26 ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



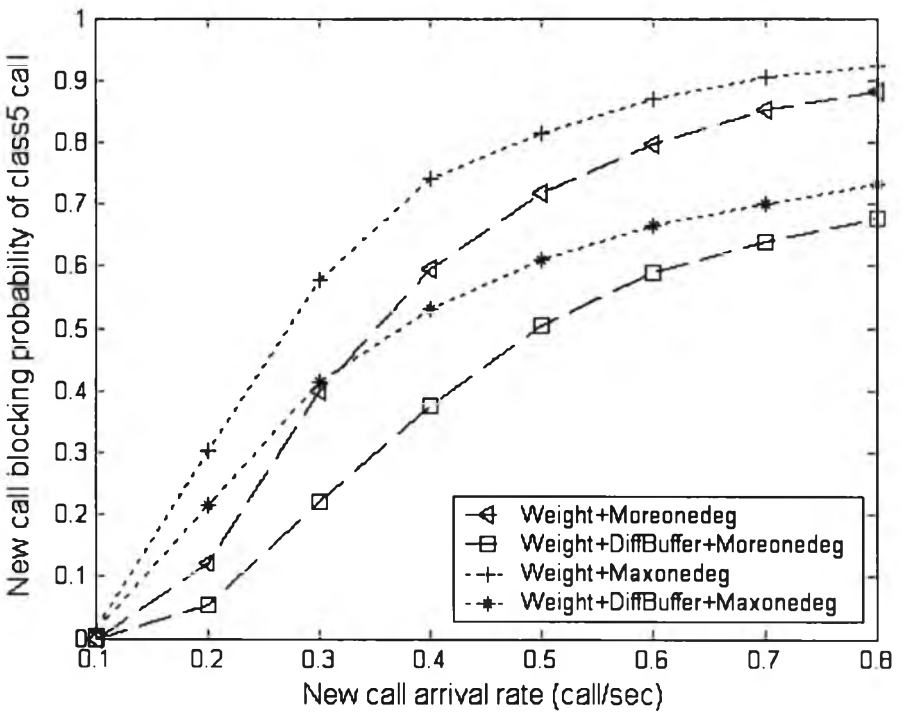
รูปที่ 4.27 ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



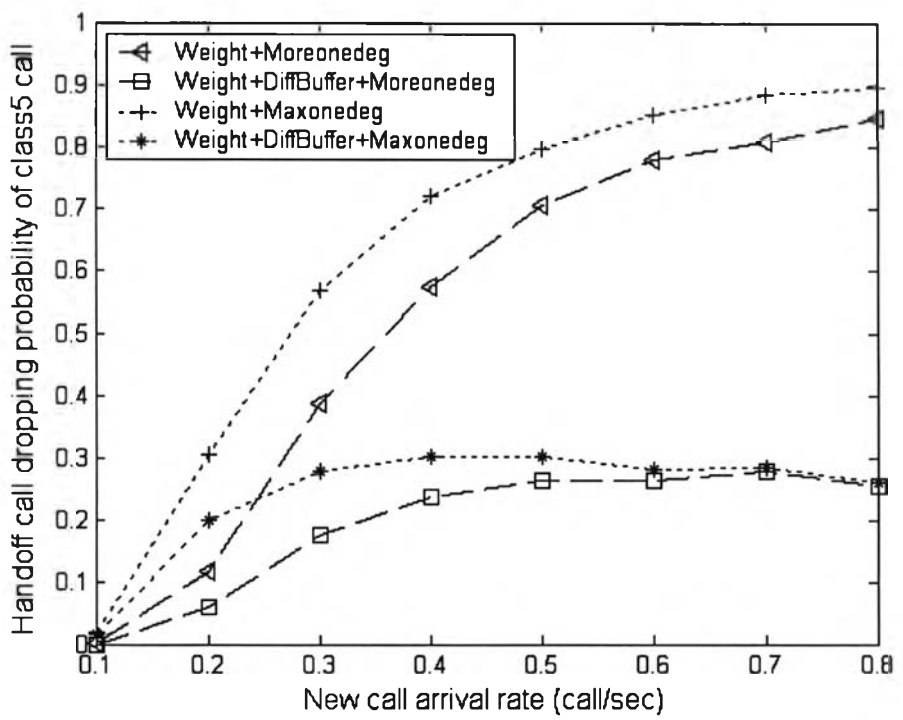
รูปที่ 4.28 ค่าความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



รูปที่ 4.29 ค่าความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



รูปที่ 4.30 ค่าความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก



รูปที่ 4.31 ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก

รูปที่ 4.22 ถึงรูปที่ 4.31 แสดงความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ และความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟในระดับการให้บริการที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกพบว่า ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่และความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 มีค่าสูงสุด เนื่องจากมีความต้องการแบนด์วิดท์สูงที่สุดเมื่อเทียบกับการเรียกในระดับการให้บริการอื่นซึ่งมีความต้องการแบนด์วิดท์น้อยลงตามระดับการให้บริการ โอกาสที่ระบบจะสามารถลดแบนด์วิดท์ปริมาณมากในขณะระบบมีการใช้งานสูงจึงเป็นไปได้น้อยกว่า จึงส่งผลให้การเรียกถูกบล็อกหรือดร็อปสูงกว่า ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การบล็อกการเรียกใหม่และเปอร์เซ็นต์การดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟในการพิจารณาการตอบรับการเรียกและการปรับลดแบนด์วิดท์ขณะระบบอิ่มตัว

- การพิจารณาการถูกลดแบนด์วิดท์

เนื่องจากแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์จะทำให้การเรียกหนึ่งๆในแต่ละระดับการให้บริการ อาจได้รับจำนวนแบนด์วิดท์ได้หลายระดับ จึงทำการพิจารณาความน่าจะเป็นที่การเรียกในระดับการให้บริการใดๆถูกลดแบนด์วิดท์ไปยังระดับต่างๆ และสัดส่วนของเวลาขณะใช้งานโดยเฉลี่ย ณ ระดับแบนด์วิดท์ต่างๆที่ได้รับเทียบกับเวลาในการใช้บริการของการเรียกในระดับการให้บริการใดๆ ซึ่งสามารถคำนวณหาได้ดังนี้

-สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ i ที่ได้รับแบนด์วิดท์เท่ากับ $i-l$ หน่วยแบนด์วิดท์ คือ

$$p_{id,l} = \frac{N_{id,l}}{N_{id}} \tag{4.1}$$

$N_{id,l}$ คือ จำนวนการเรียกในระดับการให้บริการที่ i ที่ได้รับแบนด์วิดท์เท่ากับ $i-l$

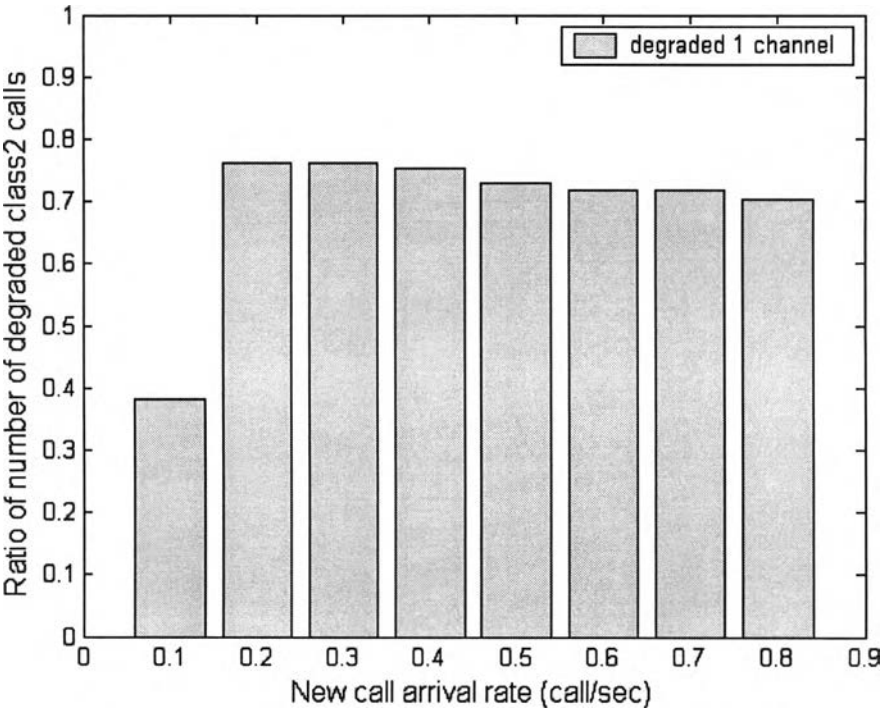
N_{id} คือ จำนวนการเรียกในระดับการให้บริการที่ i ทั้งหมดที่ถูกตอบรับ

-สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานที่ได้รับแบนด์วิดท์เท่ากับ $i-l$ หน่วยแบนด์วิดท์เทียบกับระยะเวลาในการใช้บริการของการเรียกในระดับการให้บริการที่ i คือ

$$T_{id,l} = \frac{1}{N_{id}} \sum_{j=1}^{N_{id}} \frac{t_{id,l}(j)}{t_{id}(j)} \tag{4.2}$$

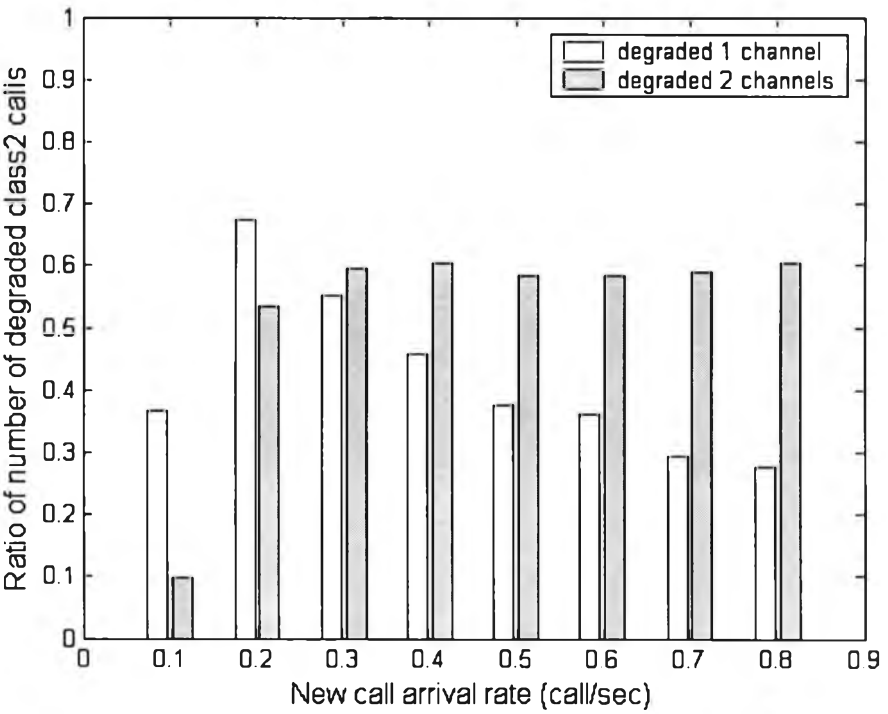
$t_{id,l}(j)$ คือ ระยะเวลาของการเรียก j ที่ได้รับแบนด์วิดท์เท่ากับ $i-l$

$t_{id}(j)$ คือ เวลาในการใช้บริการของการเรียก j ในระดับการให้บริการที่ i



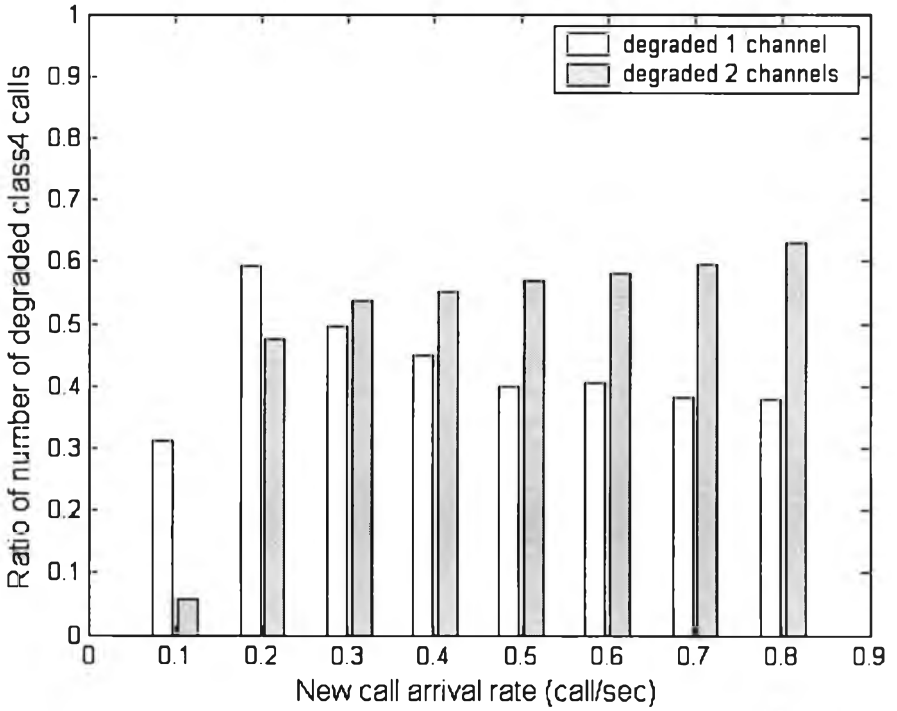
รูปที่ 4.32 สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่

รูปที่ 4.32 แสดงสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ในการถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่พบว่า เมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เพิ่มขึ้น สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณทราฟฟิกในระบบสูงขึ้น โอกาสที่การเรียกในระบบจะถูกลดแบนด์วิดท์เนื่องจากมีแบนด์วิดท์เหลือไม่พอรองรับการเรียกที่ร้องขอจึงมากขึ้น และสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์เริ่มคงที่เมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เท่ากับ 0.2 การเรียกต่อวินาที เนื่องจากระบบมีปริมาณทราฟฟิกสูงอยู่แล้วและยังมีทราฟฟิกเพิ่มขึ้นอีก ในขณะที่ระบบไม่สามารถลดแบนด์วิดท์จากการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ได้มากกว่านี้แล้ว



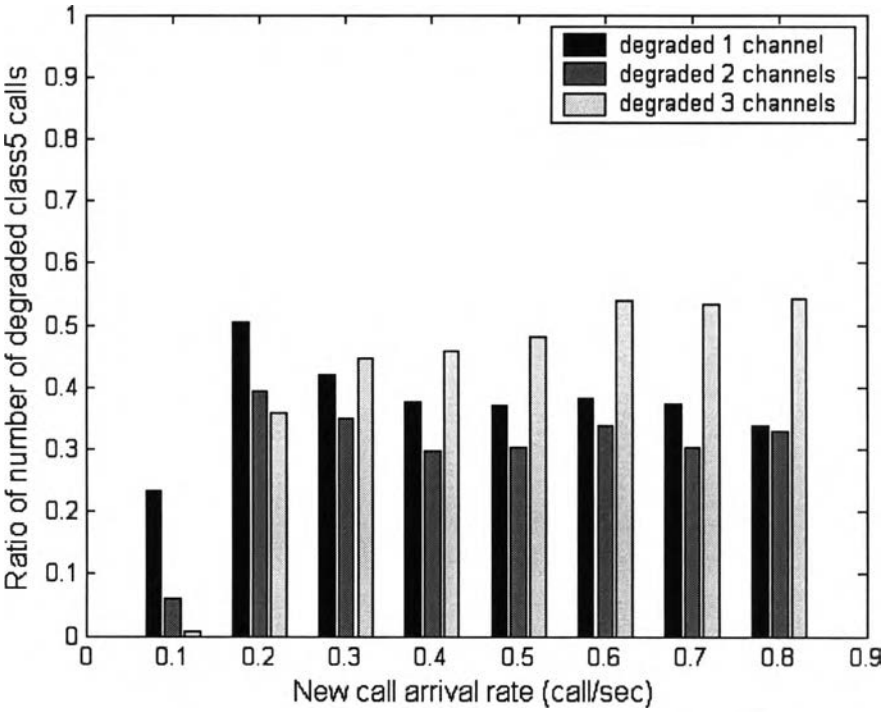
รูปที่ 4.33 สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์ในระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่

รูปที่ 4.33 แสดงสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์ในระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่พบว่า เมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เพิ่มขึ้นจนถึง 0.2 การเรียกต่อวินาที สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์เพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่าการถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 2 หน่วยแบนด์วิดท์ เนื่องจากปริมาณทราฟฟิกในระบบสูงขึ้นและการลดแบนด์วิดท์ 1 หน่วยแบนด์วิดท์ยังเพียงพอต่อความต้องการ โอกาสที่การเรียกในระบบจะถูกลดแบนด์วิดท์เนื่องจากมีแบนด์วิดท์เหลือไม่พอรองรับการเรียกที่ร้องขอจึงมากขึ้น และสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ในการถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์เริ่มลดลงเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มากกว่า 0.2 การเรียกต่อวินาที เนื่องจากระบบมีปริมาณทราฟฟิกสูงอยู่แล้วและยังมีปริมาณทราฟฟิกเพิ่มขึ้นอีก การลดแบนด์วิดท์ 1 หน่วยแบนด์วิดท์เริ่มไม่เพียงพอต่อความต้องการและระบบยังสามารถลดแบนด์วิดท์จากการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ลงได้อีก สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 2 หน่วยแบนด์วิดท์จึงมากกว่าสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์



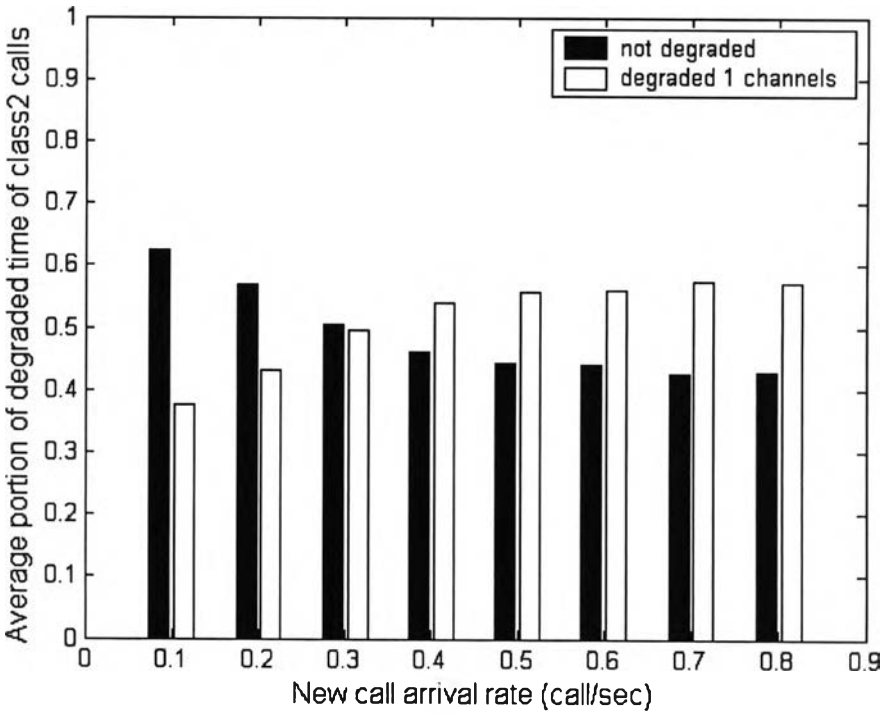
รูปที่ 4.34 สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์ในระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่

รูปที่ 4.34 แสดงสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์ในระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่พบว่า เมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เพิ่มขึ้นจนถึง 0.2 การเรียกต่อวินาที สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์เพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่าการถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 2 หน่วยแบนด์วิดท์ เนื่องจากปริมาณทราฟฟิกในระบบสูงขึ้นและการลดแบนด์วิดท์ 1 หน่วยแบนด์วิดท์ยังเพียงพอต่อความต้องการ โอกาสที่การเรียกในระบบจะถูกลดแบนด์วิดท์เนื่องจากมีแบนด์วิดท์เหลือไม่พอรองรับการเรียกที่ร้องขอจึงมากขึ้น และสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ในการถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์เริ่มลดลงเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มากกว่า 0.2 การเรียกต่อวินาที เนื่องจากระบบมีปริมาณทราฟฟิกสูงอยู่แล้วและยังมีปริมาณทราฟฟิกเพิ่มขึ้นอีก การลดแบนด์วิดท์ 1 หน่วยแบนด์วิดท์เริ่มไม่เพียงพอต่อความต้องการและระบบยังสามารถลดแบนด์วิดท์จากการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ลงได้อีก สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 2 หน่วยแบนด์วิดท์จึงเพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่าสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์

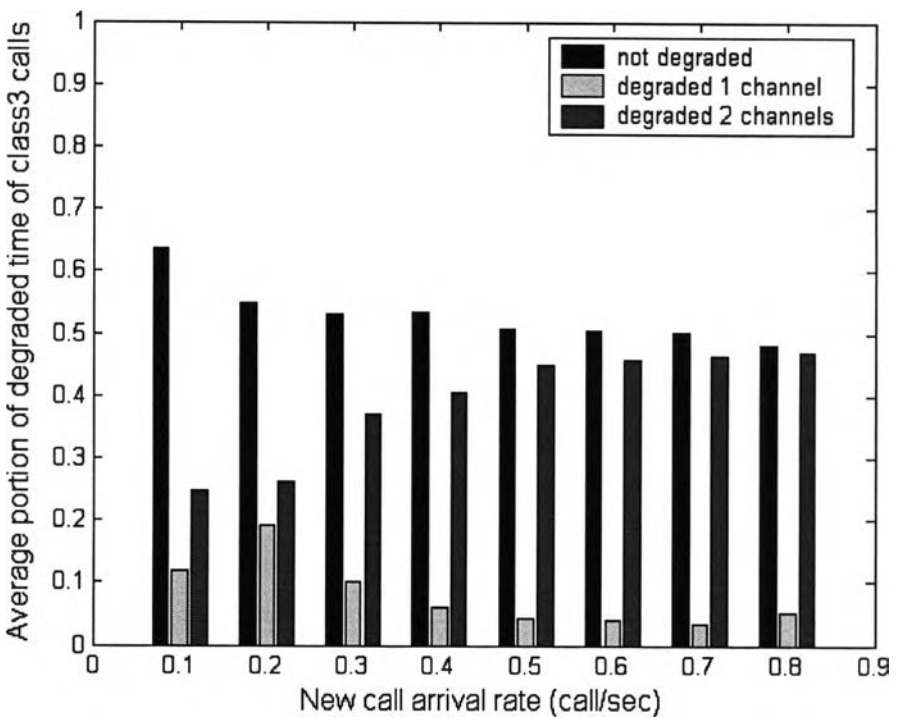


รูปที่ 4.35 สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์ในระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่

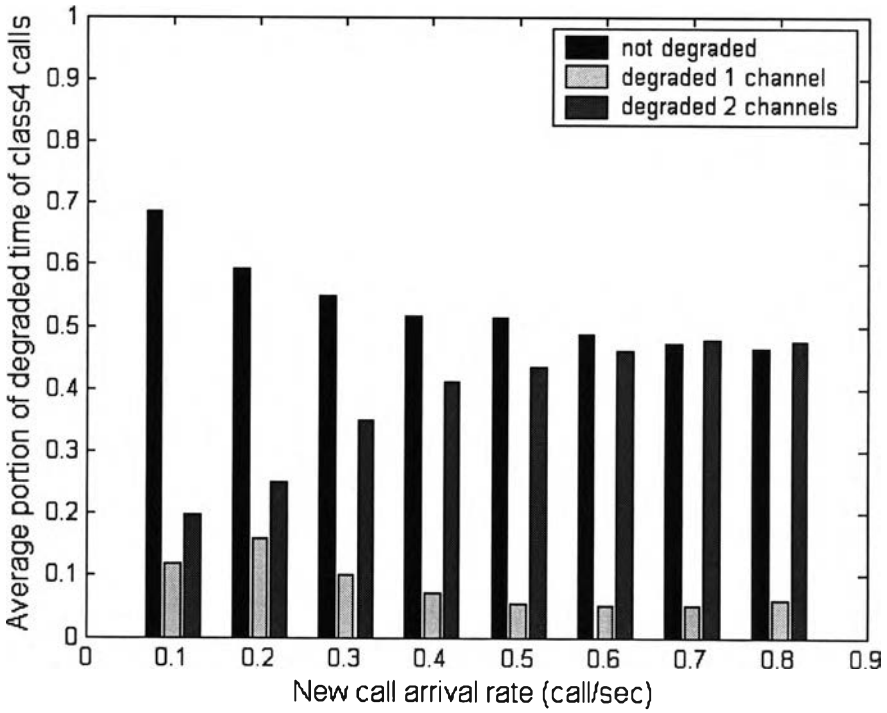
รูปที่ 4.35 แสดงสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์ในระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่พบว่า เมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เพิ่มขึ้นจนถึง 0.2 การเรียกต่อวินาที สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์เพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่าการถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 2 และ 3 หน่วยแบนด์วิดท์ เนื่องจากปริมาณทราฟฟิกในระบบสูงขึ้นและการลดแบนด์วิดท์ 1 หน่วยแบนด์วิดท์ยังเพียงพอต่อความต้องการ โอกาสที่การเรียกในระบบจะถูกลดแบนด์วิดท์เนื่องจากมีแบนด์วิดท์เหลือไม่พอรองรับการเรียกที่ร้องขอจึงมากขึ้น และสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ในการถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 หน่วยแบนด์วิดท์เริ่มลดลงเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มากกว่า 0.2 การเรียกต่อวินาที เนื่องจากระบบมีปริมาณทราฟฟิกสูงอยู่แล้วและยังมีปริมาณทราฟฟิกเพิ่มขึ้นอีก การลดแบนด์วิดท์ 1 และ 2 หน่วยแบนด์วิดท์เริ่มไม่เพียงพอต่อความต้องการและระบบยังสามารถลดแบนด์วิดท์จากการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ลงได้อีก สัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 3 หน่วยแบนด์วิดท์จึงเพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่าสัดส่วนของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ที่ถูกลดแบนด์วิดท์จำนวน 1 และ 2 หน่วยแบนด์วิดท์



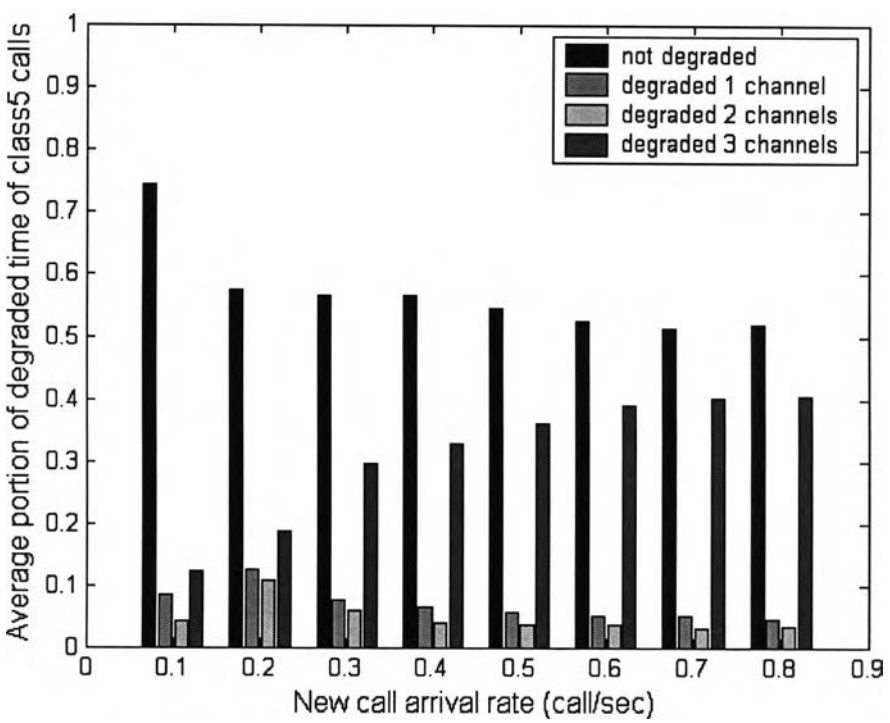
รูปที่ 4.36 สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2 ที่ได้รับแบนด์วิดท์ ณ ระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่



รูปที่ 4.37 สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 3 ที่ได้รับแบนด์วิดท์ ณ ระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่



รูปที่ 4.38 สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 4 ที่ได้รับแบนด์วิดท์ ณ ระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่

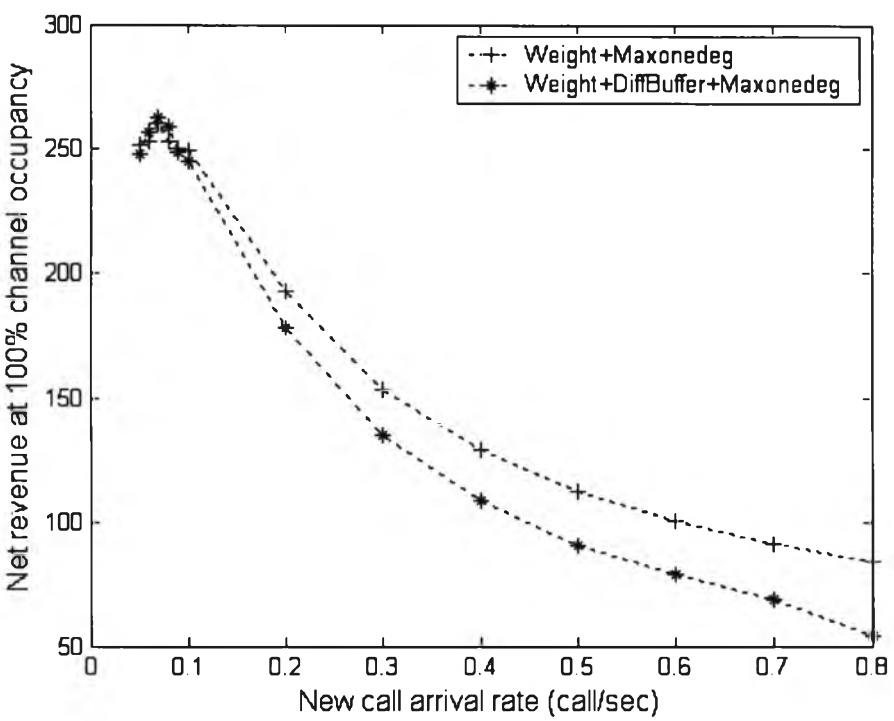


รูปที่ 4.39 สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 5 ที่ได้รับแบนด์วิดท์ ณ ระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่

รูปที่ 4.36, 4.37, 4.38 และรูปที่ 4.39 แสดงสัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกในระดับการให้บริการที่ 2, 3, 4 และ 5 ที่ได้รับแบนด์วิดท์ ณ ระดับต่างๆ ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่พบว่า สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกที่ไม่ถูกลดแบนด์วิดท์ลดลงเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เพิ่มขึ้น ในขณะที่สัดส่วนโดยเฉลี่ยของระยะเวลาขณะใช้งานของการเรียกที่ถูกลดแบนด์วิดท์เพิ่มขึ้น เนื่องจากระบบมีปริมาณทราฟฟิกสูงขึ้น โอกาสที่การเรียกในระบบถูกลดแบนด์วิดท์เพิ่มขึ้น ดังนั้นระยะเวลาของการเรียกในระบบได้รับแบนด์วิดท์ตามที่ร้องขอโดยไม่ถูกลดแบนด์วิดท์จึงลดลง และในทางตรงกันข้ามระยะเวลาของการเรียกในระบบได้รับแบนด์วิดท์น้อยกว่าที่ร้องขอจึงเพิ่มขึ้น

- การพิจารณารายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับ

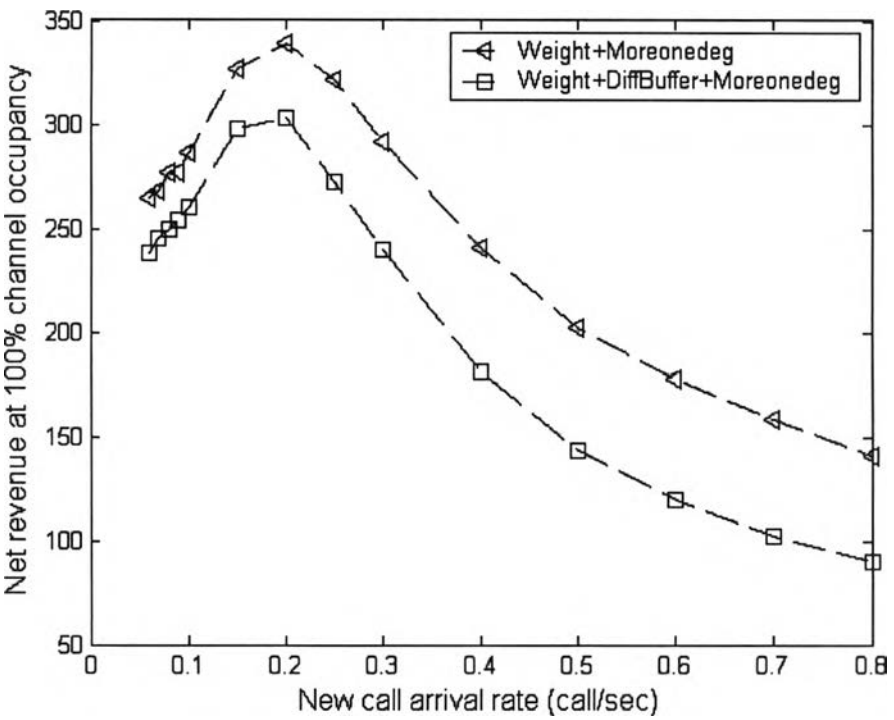
รูปที่ 4.40 แสดงรายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับสำหรับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้หนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่พบว่า รายได้สุทธิสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการมาถึงเพิ่มมากขึ้น จนเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่เท่ากับ 0.07 การเรียกต่อวินาที ระบบได้รับรายได้สุทธิสูงสุดที่มีค่าสูงที่สุด และรายได้สุทธิสูงสุดเริ่มลดลงเมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มากกว่า 0.07 การเรียกต่อวินาที เนื่องจากที่อัตราการมาถึงของ



รูปที่ 4.40 รายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับสำหรับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ในงานวิจัย [1] ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่

การเรียกใหม่เท่ากับ 0.07 การเรียกต่อวินาที ปริมาณทราฟฟิกในระบบที่ถูกลดแบนด์วิดท์ยังไม่มาก ระบบสามารถเลือกลดแบนด์วิดท์จากการเรียกที่มีค่ารายได้สูญเสียน้อยๆมารองรับการเรียกที่มีค่ารายได้สูง จึงทำให้ระบบยังได้รับรายได้สุทธิสูงสุดที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่ออัตราการมาถึงของการเรียกใหม่มากกว่า 0.07 การเรียกต่อวินาที ปริมาณทราฟฟิกในระบบส่วนใหญ่ถูกลดแบนด์วิดท์ ระบบจึงอาจเลือกลดแบนด์วิดท์จากการเรียกที่มีค่ารายได้สูญเสียที่สูงขึ้นมารองรับการเรียกที่มีค่ารายได้สูงโดยยอมที่จะได้รับรายได้สุทธิสูงสุดที่ลดลง เพื่อรองรับการเรียกที่ร้องขอการบริการ

รูปที่ 4.41 แสดงรายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับสำหรับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่พบว่า รายได้สุทธิสูงสุดมีแนวโน้มเช่นเดียวกับแบบแผนแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้หนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ แต่อัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ที่ทำให้ระบบได้รับรายได้สุทธิสูงสุดที่มากที่สุด คือ 0.2 การเรียกต่อวินาที



รูปที่ 4.41 รายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับสำหรับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับที่เสนอในแต่ละอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่ที่ทำให้ระบบได้รับรายได้สุทธิสูงสุดที่มากที่สุด พบว่า แบบแผนแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้หนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์มีอัตราการมาถึงของการเรียกใหม่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับแบบแผนที่เสนอที่สามารถปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ เนื่องจากแบบแผนแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้หนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์สามารถลด

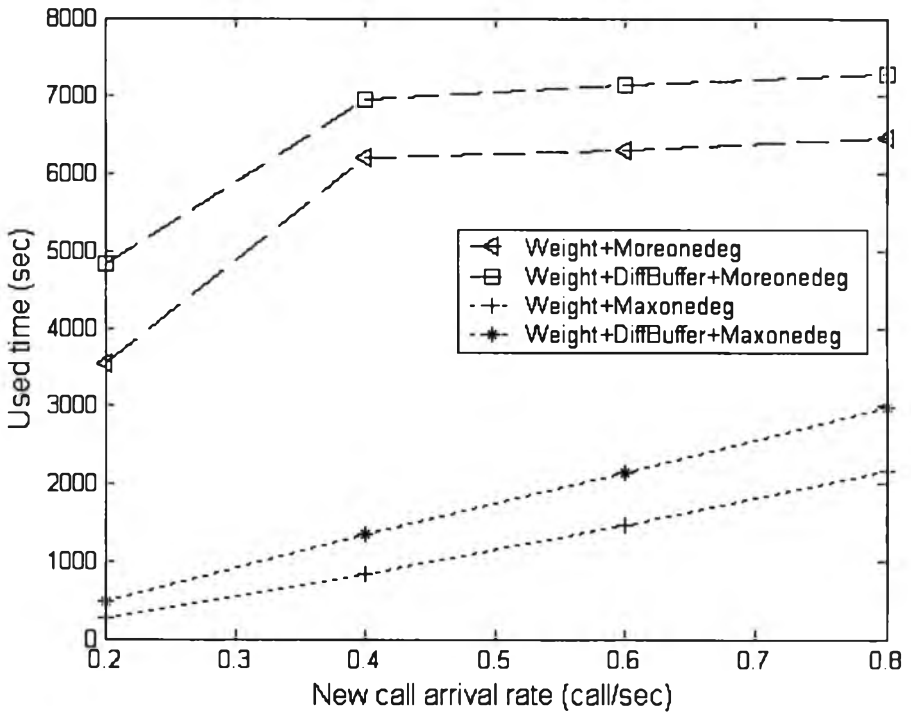
แบนด์วิดท์เพื่อรองรับการเรียกที่ร้องขอการบริการได้น้อยกว่าแบบแผนแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์นั่นเอง

เมื่อเปรียบเทียบค่ารายได้สุทธิสูงสุดของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ทั้งสองแบบพบว่า แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ทำให้ระบบได้รับรายได้สุทธิสูงสุดสูงกว่าแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์เพียงหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ เนื่องจากค่ารายได้และรายได้สูญเสียของการเรียกไม่ลดลงเมื่อถูกลดแบนด์วิดท์ในขณะที่แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์เพียงหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์จะใช้ค่ารายได้และรายได้สูญเสียของการเรียกลดลงตามการลดระดับการให้บริการลงเมื่อถูกลดแบนด์วิดท์ ซึ่งรายได้ส่วนใหญ่ที่ระบบได้รับมาจากการเรียกในระบบ ดังนั้นการลดแบนด์วิดท์การเรียกในระบบซึ่งมีผลต่อการพิจารณารายได้สุทธิในการตอบรับการเรียกและการปรับลดแบนด์วิดท์สำหรับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์จึงมีค่ามากกว่า เพราะการพิจารณาจะเกิดขึ้นเมื่อระบบมีการใช้งานแบนด์วิดท์สูง (ไม่มีแบนด์วิดท์เหลือพอที่จะรองรับการเรียกที่ร้องขอการบริการ)

เมื่อเปรียบเทียบแบบแผนการควบคุมการตอบรับทั้งสองแบบพบว่า แบบแผนการควบคุมการตอบรับโดยการถ่วงน้ำหนักการเรียกให้ค่ารายได้สุทธิสูงสุดมากกว่าการบัฟเฟอร์การเรียก เนื่องจากปริมาณทราฟฟิกที่เข้ามาขณะที่ทำการพิจารณาการตอบรับการเรียกสำหรับแบบแผนการควบคุมการตอบรับโดยการถ่วงน้ำหนักการเรียกมีมากกว่าแบบแผนการแยกบัฟเฟอร์การเรียก ดังนั้นโอกาสที่ระบบจะสามารถเลือกตอบรับการเรียกที่ให้ค่ารายได้สุทธิสูงสุดจึงมากกว่า

4.2.4 การพิจารณาความซับซ้อนของแบบแผนจากระยะเวลาที่ใช้

จากความซับซ้อนที่เพิ่มมากขึ้นสำหรับแบบแผนที่ปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ในการแก้ไขปัญหาการหาค่าความเหมาะสมเพื่อหานโยบายการตอบรับการเรียกและการปรับลดแบนด์วิดท์ที่ทำให้ระบบได้รับรายได้สุทธิสูงสุด จึงทำการพิจารณาความซับซ้อนของแบบแผนจากระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้สำหรับแบบแผนแต่ละแบบ



รูปที่ 4.42 ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียก

รูปที่ 4.42 แสดงระยะเวลาที่ใช้สำหรับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกแบบต่างๆ พบว่า แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ใช้ระยะเวลามากกว่าแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้เพียงหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ เนื่องจากความซับซ้อนของปัญหาที่มากกว่า และการควบคุมการตอบรับการเรียกโดยการแยกบัฟเฟอร์ในการรอคอยใช้เวลามากกว่าการควบคุมการตอบรับการเรียกโดยการถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากวิธีการแยกบัฟเฟอร์ในการรอคอยทำให้ความถี่ในการพิจารณาการตอบรับการเรียกเพิ่มขึ้น จึงทำให้ใช้ระยะเวลามากกว่าวิธีการถ่วงน้ำหนัก

4.3 สรุป

ในบทนี้ได้แสดงการทดสอบแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอในวิทยานิพนธ์นี้ จากผลการทดสอบในระบบสถิตที่ระบบทราบสัดส่วนการเรียกที่จะตอบรับเมื่อรายได้สูญเสียจากการลดแบนด์วิดท์น้อยลงแบบแผนที่เสนอสามารถลดเปอร์เซ็นด์การบล็อกการเรียกลงได้เช่นเดียวกับแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์เพียงหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ในงานวิจัย [1] และสามารถลดเปอร์เซ็นด์การบล็อกการเรียกได้มากกว่าแบบแผนในงานวิจัย [1] ส่วนในระบบพลวัตการควบคุมการตอบรับการเรียกที่เสนอให้ความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟโดยการถ่วงน้ำหนักและการแยกบัฟเฟอร์ในการรอคอยด้วยระยะเวลารอคอยที่ต่างกันสามารถลดความน่าเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟลง แต่การแยกบัฟเฟอร์ในการรอคอยการเรียกให้ผลที่เหนือกว่า เนื่องจากโอกาสที่ระบบสามารถหาแบนด์วิดท์มารองรับความต้องการมีความเป็นไปได้สูงกว่า จากผลการทดสอบแบบแผนแบบต่างๆสามารถสรุปว่าแบบแผนที่เสนอให้สามารถปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ร่วมกับการพิจารณาการควบคุมการตอบรับการเรียกโดยการแยกบัฟเฟอร์ในการรอคอยทำให้ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟและความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ต่ำที่สุดในขณะที่ระบบมีการใช้งานแบนด์วิดท์สูง แต่อย่างไรก็ตามความซับซ้อนของแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ได้มากกว่าหนึ่งหน่วยแบนด์วิดท์ที่สูงขึ้นทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการแก้ปัญหามากขึ้น และรายได้สุทธิสำหรับการควบคุมการตอบรับการเรียกโดยการแยกบัฟเฟอร์ในการรอคอยที่ระบบได้รับมีค่าน้อยกว่าการควบคุมการตอบรับการเรียกโดยการถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากโอกาสที่ระบบจะสามารถเลือกตอบรับการเรียกที่ให้ค่ารายได้สุทธิสูงสุดจากปริมาณทราฟฟิกที่เข้ามาขณะที่ทำการพิจารณาการตอบรับการเรียกสำหรับแบบแผนการควบคุมการตอบรับโดยการถ่วงน้ำหนักการเรียกมีมากกว่าแบบแผนควบคุมการตอบรับโดยการการแยกบัฟเฟอร์การเรียก