อัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์

นายนรินทร์ นครพันธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-5285-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SCHEDULING ALGORITHM FOR SERVICE ASSIGNMENT IN PRIORITY CELL SWITCHES

Mr. Narin Nakhonpun

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-17-5285-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์
โดย	นายนรินทร์ นครพันธ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(.....รศ. ดร.วาทิต เนญจพลกุล.....)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....รศ. ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ.....)

..... กรรมการ

(.....อาจารย์ ดร. ชัยเชษฐ์ สายวิจิตร.....)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นรินทร์ นครพันธ์ : อัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์. (SCHEDULING ALGORITHM FOR SERVICE ASSIGNMENT IN PRIORITY CELL SWITCHES) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ, 101หน้า. ISBN 974-17-5285-7.

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนออัลกอริทึมการจัดกำหนดการบนพื้นฐานของอัลกอริทึม iSLIP เพื่อใช้สำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อที่จะศึกษาวิธีการจัดกำหนดการส่งเซลล์และระบุวิธีการที่มีประสิทธิภาพเพื่อรองรับเซลล์ที่มีระดับความสำคัญต่างกัน 2 ระดับ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอค่าที่ใช้วัดลำดับความสำคัญในรูปของอัตราส่วนค่าเวลาประวิงเพื่อควบคุมคุณภาพการให้บริการในรูปของเวลาประวิงได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ค่าความน่าจะเป็นจะถูกใช้เป็นกลไกในการควบคุมภายในแต่ละขั้นตอนของการจัดสรรลำดับเส้นทางซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ request, grant และ accept โดยทั้ง 3 ขั้นตอนดังกล่าวจะสามารถนำมาประกอบกันเป็นรูปแบบของการควบคุมที่แตกต่างกัน 7 รูปแบบได้แก่ request, grant, accept, request-grant, request-accept, grant-accept และ request-grant-accept การจำลองระบบได้ถูกดำเนินการเพื่อประเมินค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของระบบสำหรับอัตราส่วนค่าเวลาประวิงที่ต้องการแต่ละค่า พบว่าอัลกอริทึมที่นำเสนอสามารถนำมาใช้ควบคุมคุณภาพการให้บริการได้ทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant นั้นไม่เพียงแต่มีสมรรถนะด้านค่าเวลาประวิงเฉลี่ยของระบบที่สูงอีกทั้งยังมีช่วงการทำงานที่กว้างสามารถทำงานบนสภาพทราฟฟิกได้หลากหลาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2548.....

4470706421 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: SWITCHING / INPUT QUEUING / PRIORITY / ISLIP

NARIN NAKHONPUN : SCHEDULING ALGORITHM FOR SERVICE ASSIGNMENT IN PRIORITY CELL SWITCHES. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. LUNCHAKORN WUTTISITTIKULKIJ, Ph.D., 101 pp. ISBN 974-17-5285-7.

This thesis proposes scheduling algorithms based on iSLIP for service assignment in priority cell switches. The objective is to investigate various different cell scheduling policies and identify effective mechanisms that are capable of supporting two classes of cells, *i.e.* low-priority and high-priority simultaneously. A new priority measure referred to as delay ratio, as opposed to conventional prioritized iSLIP algorithm where high-priority cells are always delivered ahead of low-priority, is introduced to allow a more precise control of quality of service with respect to delay performance. In order to accomplish this, a control mechanism based on probabilistic approach is employed to each step of switching process, namely request, grant and accept. Seven different combinations of controls over these three steps have been examined, namely request, grant, accept, request-grant, request-accept, grant-accept, and request-grant-accept. Computer simulations have been extensively conducted to evaluate the system delay performance for various different required delay ratios. It is found that all seven proposed schemes can be applied to accommodate different quality of service. In particular, the scheduling policy with control at grant not only offers superior delay performance but also provides broad range of controllable delay ratios.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Electrical Engineering Student's signature นรินทร์ นครพันธุ์

Field of study Electrical Engineering Advisor's signature

Academic year 2005

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้หากขาดความช่วยเหลือ และแนะนำจากผู้เกี่ยวข้องทั้งหลาย

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการวิจัยอย่างใกล้ชิด ขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อน ๆ ในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสารทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและทุกคนในครอบครัวของข้าพเจ้า ซึ่งให้การสนับสนุนด้านการศึกษา รวมถึงกำลังใจและความเข้าใจที่มีให้ข้าพเจ้าเสมอมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่			หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย			ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ			จ
กิตติกรรมประกาศ			ฉ
สารบัญ			ช
สารบัญตาราง			ญ
สารบัญภาพ			ฎ
บทที่			
1	บทนำ		1
	1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2	แนวทางของงานวิจัย	2
	1.3	วัตถุประสงค์	3
	1.4	เป้าหมายและขอบเขตของวิทยานิพนธ์	3
	1.5	ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	4
	1.6	ประโยชน์ที่ได้รับ	4
	1.7	เค้าโครงวิทยานิพนธ์	5
2	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบโครงข่าย		7
	2.1	ความหมายของระบบโครงข่าย	7
	2.2	ประโยชน์และความสำคัญของระบบโครงข่าย	7
	2.3	ชนิดของระบบโครงข่าย	8
		2.3.1 โครงข่ายท้องถิ่นหรือแลน (LAN)	8
		2.3.2 โครงข่ายแวน (WAN)	8
		2.3.3 โครงข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet)	9
	2.4	อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล(Data Communication) ที่ใช้เชื่อมต่อระบบโครงข่าย	9
		2.4.1 อุปกรณ์รวมสัญญาณหรือมัลติเพล็กซ์เซอร์ (Multiplexer)	9
		2.4.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อโครงข่าย	9
3	ความรู้เกี่ยวกับระบบสวิตช์		12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

3.1 หน้าที่และหลักการทำงานของสวิตช์..... 12
3.2 บัฟเฟอร์..... 12
3.3 การจัดคิวโดยใช้บัฟเฟอร์..... 13
3.3.1 Input buffering 13
3.3.2 Output buffering 14
3.3.3 Central buffering..... 14
3.4 Virtual Output Queuing (VOQ)..... 16
3.5 อัลกอริทึมการจัดกำหนดการ(Scheduling algorithm)..... 17
3.5.1 Parallel Iterative Matching algorithm (PIM)..... 17
3.5.2 Round-Robin Matching Algorithm (RRM)..... 17
3.5.3 Dual Round-Robin Matching Algorithm (DRRM)..... 18
3.5.4 ISLIP Algorithm..... 18
3.6 อัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์..... 21
3.6.1 Prioritzed iSLIP algorithm..... 21
3.6.2 ประสิทธิภาพของ Prioritzed iSLIP อัลกอริทึม..... 22
4 การปรับปรุงอัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์..... 25
4.1 อัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ที่นำเสนอ..... 26
4.1.1 ควบคุมที่ request..... 26
4.1.2 ควบคุมที่ grant..... 28
4.1.3 ควบคุมที่ accept..... 29
4.1.4 ควบคุมที่ request และ grant..... 31
4.1.5 ควบคุมที่ request และ accept..... 32
4.1.6 0ควบคุมที่ grant และ 34
4.1.7 accept..... 35
ควบคุมที่ request, grant และ accept.....

บทที่ หน้า

5 ผลทดสอบและการวิเคราะห์..... 38
5.1 แบบจำลองอัลกอริทึมที่นำเสนอ..... 38
5.2 ผลการทดสอบสมรรถนะของอัลกอริทึมที่นำเสนอ..... 39
5.2.1 ควบคุมที่ request..... 40
5.2.2 ควบคุมที่ grant..... 46
5.2.3 ควบคุมที่ accept..... 52
5.2.4 ควบคุมที่ request และ grant..... 58
5.2.5 ควบคุมที่ grant และ accept..... 64
5.2.6 ควบคุมที่ request และ accept..... 71
5.2.7 ควบคุมที่ request, grant และ accept..... 78
5.3 การวิเคราะห์อัลกอริทึมที่นำเสนอ..... 84
5.3.1 การวิเคราะห์ลักษณะของกราฟ..... 84
5.3.2 การวิเคราะห์เชิงสมรรถนะ..... 85
5.3.2.1 สมรรถนะด้านการควบคุมคุณภาพการให้บริการ..... 85
5.3.2.2 สมรรถนะด้านช่วงการใช้งาน..... 91
5.3.2.3 สมรรถนะด้านค่าเวลาประวิง..... 93
6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 98
6.1 บทสรุป..... 98
6.2 ข้อเสนอแนะ..... 99
รายการอ้างอิง..... 100
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 101

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของการจัดบัฟเฟอร์ประเภทต่างๆ..... 33

ตารางที่ 5.1 แสดงเวลาประวิงของเซลล์โดยเฉลี่ยของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงของ เซลล์คลาส 2/เซลล์คลาส 1 มีค่า 10เท่า offered load มีค่า 70% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 10%..... 85

ตารางที่ 5.2 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 100เท่า offered load มีค่า 80% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 10%..... 86

ตารางที่ 5.3 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 10เท่า offered load มีค่า 70% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 30%..... 86

ตารางที่ 5.4 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 100เท่า offered load มีค่า 80% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 30%..... 87

ตารางที่ 5.5 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 10เท่า offered load มีค่า 70% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 50%..... 87

ตารางที่ 5.6 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 10เท่า offered load มีค่า 90% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 50%..... 88

ตารางที่ 5.7 เวลาประวิงของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 100เท่า offered load มีค่า 80% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 50%..... 88

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
รูปที่ 2.1	การเชื่อมต่อโครงข่ายสื่อสารด้วยอุปกรณ์ต่างๆ.....	10
รูปที่ 3.1	ประเภทของหน่วยความจำที่นำมาใช้ในบัฟเฟอร์.....	13
รูปที่ 3.2	โครงสร้างของ Input buffering	13
รูปที่ 3.3	โครงสร้างของ Output buffering	14
รูปที่ 3.4	โครงสร้างของ central buffering	15
รูปที่ 3.5	ปัญหา HOL blocking	16
รูปที่ 3.6	การทำงานของ VOQ	16
รูปที่ 3.7	ประสิทธิภาพของอัลกอริทึม 1SLIP เทียบกับ อัลกอริทึมอื่นๆ.....	19
รูปที่ 3.8	ประสิทธิภาพของ อัลกอริทึม 1SLIP เมื่อสวิตช์มีขนาดเพิ่มขึ้น.....	19
รูปที่ 3.9	ประสิทธิภาพของ อัลกอริทึม iSLIP เมื่อทำซ้ำเพื่อหาค่า maximal	20
รูปที่ 3.10	ผลกระทบของลำดับความสำคัญของเซลล์เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น ที่มีต่อ Prioritzed iSLIP algorithm	22
รูปที่ 3.11	เปรียบเทียบค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยระหว่างเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่างกัน ใน Prioritzed iSLIP algorithm เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เป็น 10%.....	23
รูปที่ 3.12	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่มีต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ Prioritzed iSLIP algorithm ที่ offer load 90%.....	23
รูปที่ 5.1.1	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงในการควบคุม request.....	40
รูปที่ 5.1.2	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม request.....	41
รูปที่ 5.1.3	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์โดยรวมในการควบคุม request	42
รูปที่ 5.1.4	อัตราส่วนค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงต่อเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม grant.....	43
รูปที่ 5.2.1	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงในการควบคุม grant....	46
รูปที่ 5.2.2	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม grant....	47
รูปที่ 5.2.3	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์โดยรวมในการควบคุม grant.....	48
รูปที่ 5.2.4	อัตราส่วนค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงต่อเซลล์ที่มี	

ภาพประกอบ หน้า

	ลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม grant.....	49
รูปที่ 5.3.1	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงในการควบคุม accept..	52
รูปที่ 5.3.2	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม accept.	53
รูปที่ 5.3.3	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์โดยรวมในการควบคุม accept.....	54
รูปที่ 5.3.4	อัตราส่วนค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงต่อเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม accept.....	55
รูปที่ 5.4.1	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงในการควบคุม request และ grant.....	58
รูปที่ 5.4.2	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม request และ grant.....	59
รูปที่ 5.4.3	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์โดยรวมในการควบคุม request และ grant.....	60
รูปที่ 5.4.4	อัตราส่วนค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงต่อเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม request และ grant.....	61
รูปที่ 5.5.1	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงในการควบคุม grant และ accept.....	64
รูปที่ 5.5.2	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม grant และ accept.....	65
รูปที่ 5.5.3	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์โดยรวมในการควบคุม grant และ accept.....	66
รูปที่ 5.5.4	อัตราส่วนค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงต่อเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม grant และ accept.....	67
รูปที่ 5.6.1	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงในการควบคุม request และ accept.....	71
รูปที่ 5.6.2	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม request และ accept.....	72
รูปที่ 5.6.3	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์โดยรวมในการควบคุม request และ accept.....	73
รูปที่ 5.6.4	อัตราส่วนค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงต่อเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม request และ accept.....	74
รูปที่ 5.7.1	ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงในการควบคุม request	

ภาพประกอบ หน้า

,grant และ accept..... 78
รูปที่ 5.7.2 ค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม request ,grant และ accept..... 79
รูปที่ 5.7.3 ค่าการประวิงเวลาของเซลล์โดยรวมในการควบคุม request ,grant และ accept..... 80
รูปที่ 5.7.4 อัตราส่วนค่าการประวิงเวลาของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงต่อเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำในการควบคุม request ,grant และ accept..... 81
รูปที่ 5.8 ผลเปรียบเทียบเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม ที่ควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 100 เท่าได้ที่ offered load มีค่า 80% และมี สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50% ในแต่ละอัลกอริทึม..... 89
รูปที่ 5.9 ผลเปรียบเทียบเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม ที่ควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่าได้ที่ offered load มีค่า 80% และมี สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50% ในแต่ละอัลกอริทึม..... 90
รูปที่ 5.10 ผลเปรียบเทียบเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม ที่ควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่าได้ที่ offered load มีค่า 90% และมี สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50% ในแต่ละอัลกอริทึม..... 90
รูปที่ 5.11 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ค่า offered load 80% และค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%..... 91
รูปที่ 5.12 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ค่า offered load 80% และค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%..... 92
รูปที่ 5.13 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ค่า offered load 80% และค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%..... 92
รูปที่ 5.14 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ให้อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%... 93
รูปที่ 5.15 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ

ภาพประกอบ หน้า

เซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 100 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%.. 94
รูปที่ 5.16 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ให้อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%.... 94
รูปที่ 5.17 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 100 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%... 95
รูปที่ 5.18 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ให้อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%.... 95
รูปที่ 5.19 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ให้อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 100 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%... 96

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

บทนำนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ เป้าหมายและขอบเขตของวิทยานิพนธ์ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน ประโยชน์ที่ได้รับ และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพโดยรวมของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบโครงข่ายสื่อสารในปัจจุบัน มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามการขยายตัวของผู้ใช้บริการ ไม่ว่าจะด้านจำนวนของผู้ใช้บริการ หรือประเภทของความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในระบบโครงข่ายปัจจุบันจึงจำเป็นต้องพัฒนาขึ้นตามไปด้วยเพื่อรองรับความต้องการดังกล่าว ดังนั้นระบบโครงข่ายในทุกวันนี้จำเป็นจะต้องมีคุณสมบัติต่างๆมากมาย ยกตัวอย่างเช่น มีความรวดเร็วขึ้น มีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีเสถียรภาพขึ้น มีความผิดพลาดน้อยลง รองรับความต้องการที่แตกต่างได้อย่างหลากหลาย และยุติธรรม เป็นต้น

สวิตช์เป็นอีกส่วนประกอบที่สำคัญของระบบโครงข่าย ในการทำงานของสวิตช์นั้น เซลล์แต่ละตัวจะมาถึงยังอินพุตแต่ละตัว จากนั้นอินพุตเหล่านั้นจะทำหน้าที่ส่งเซลล์แต่ละตัวที่ต้องการใช้บริการ ไปยังเอาท์พุตแต่ละตัวเพื่อผ่านไปยังแต่ละเส้นทางตามแต่ความต้องการของเซลล์นั้นๆ นั่นคือสวิตช์มีหน้าที่ในการจัดสรรเส้นทางแก่เซลล์ที่เข้ามานั่นเอง

ภายในตัวสวิตช์นั้นจำเป็นต้องมีบัฟเฟอร์เพื่อใช้ในการจัดคิวเพื่อลดปัญหาการสูญเสียแพ็คเก็ต เนื่องจากการชนกันที่เอาท์พุต โดยการจัดคิวที่อินพุตสวิตช์กำลังเป็นวิธีที่ได้รับความสนใจและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากข้อดีหลายข้อ ยกตัวอย่างเช่น ราคาที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับสวิตช์ที่จัดคิวด้วยวิธีอื่น, ต้องการความเร็วในการทำงานต่ำจึงสามารถทำงานกับระบบโครงข่ายความเร็วสูงได้ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม อินพุตคิวก็ยังมีปัญหาสำคัญ นั่นคือ HOL บล็อก ซึ่งส่งผลให้ทรูพุตสูงสุดของระบบลดเหลือเพียง 58.6% [1]

เนื่องจากปัญหา HOL ที่พบใน อินพุตคิว ทำให้เกิดเทคนิคใหม่ในการจัดคิวขึ้น นั่นคือ Virtual Output Queuing (VOQ) ซึ่งทำงานโดยการจัดเซลล์ในอินพุตคิวลงบน VOQ แล้วจึงพิจารณาจาก VOQ ดังกล่าว ซึ่งจากเทคนิคดังกล่าวทำให้สามารถใช้อินพุตคิวสวิตช์ได้โดยไม่เกิดปัญหา HOL

การใช้งานเทคนิค VOQ นั้น จำเป็นจะต้องมีอัลกอริทึมจัดลำดับซึ่งมีด้วยกันหลายแบบ ยกตัวอย่างเช่น PIM, RRM, DRRM และ iSLIP เป็นต้น ซึ่งสวิตช์โดยทั่วไปจะใช้อัลกอริทึมแบบ iSLIP เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

หลายปีที่ผ่านมา มีประเภทของบริการที่ให้บริการบนอินเตอร์เน็ตมากมาย ทำให้ในโครงข่าย มีข้อมูลที่มีลำดับความสำคัญต่างกันอยู่มากมาย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องออกแบบสวิตช์เพื่อให้สามารถรองรับข้อมูลลักษณะดังกล่าวได้ด้วย วิธีการจัดสรรการให้บริการในระบบสวิตช์ที่รองรับการให้บริการที่มีลำดับความสำคัญแตกต่างกันนั้น ยกตัวอย่างเช่น การจัดสรรแบนวิดต์ให้กับแพ็คเกจที่มีความสำคัญแตกต่างกัน ได้แก่วิธี Weighted Fair queuing scheduling [5] หรือการจัดสรรให้เซลล์ที่มีความสำคัญสูงได้รับบริการที่รวดเร็วกว่า ได้แก่วิธี Prioritized iSLIP [2] เป็นต้น

ในการกำหนดความสำคัญของทราฟฟิกนั้นมีหลายมาตรฐานที่นำมาใช้ ไม่ว่าจะเป็นการแบ่งตามปะเภทของข้อมูลเช่น ข้อมูลสัญญาณ หรือข้อมูลวิดีโอ หรือการแบ่งตามประเภทของผู้ใช้บริการ เป็นต้น

หากเราพิจารณาตามประเภทของข้อมูลแล้ว จัดให้ข้อมูลที่เป็นวิดีโอหรือสัญญาณอยู่ในลำดับความสำคัญสูง และให้ข้อมูลอื่นๆอยู่ในลำดับความสำคัญต่ำ แล้วเราสามารถให้บริการด้วยวิธี Weighted Round-Robin อัลกอริทึม [5] หรือ Prioritized iSLIP [2] เป็นต้น

วิธีที่เป็นที่แพร่หลายมากที่สุดคือ Prioritzed iSLIP เนื่องจากง่าย และสามารถปรับปรุงมาจาก iSLIP อัลกอริทึมซึ่งใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แต่ก็มีข้อเสียคือ หากมีทราฟฟิกที่ลำดับความสำคัญสูงเข้าขอใช้บริการเป็นจำนวนมากจะทำให้ทราฟฟิกที่มีลำดับความสำคัญต่ำกว่าต้องใช้เวลาในการรอคอยสูงและอาจเกิดการสูญเสียแพ็คเก็ตเนื่องจากบัฟเฟอร์ไม่เพียงพอได้

เมื่อพิจารณาอัลกอริทึม Prioritized iSLIP แล้ว พบว่าเกิดความไม่เป็นธรรมขึ้นในระบบสื่อสารเนื่องจากไม่มีหน่วยที่ใช้วัดคุณภาพการให้บริการระหว่างเซลล์แต่ละลำดับความสำคัญ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเสนออัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ เพื่อให้สามารถควบคุมอัตราส่วนของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละลำดับความสำคัญได้อย่างแม่นยำ

1.2 แนวทางของงานวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการปรับปรุง iSLIP อัลกอริทึม ซึ่งเป็นอัลกอริทึมซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ให้เป็นอัลกอริทึมที่สามารถรองรับเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญแตกต่างกันได้ โดยจะเพิ่มลักษณะการตัดสินใจเลือกลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะให้บริการเข้าไปในแต่ละขั้นการดำเนินการของอัลกอริทึม (request, grant และ accept) เพื่อทำการควบคุมสัดส่วนการให้บริการ

ระหว่างเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่างกัน และศึกษาผลกระทบของการตัดสินใจในแต่ละขั้นการดำเนินการดังกล่าว ที่มีต่อประสิทธิภาพของสวิตช์ รวมไปถึงสมรรถนะในด้านค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ และช่วงการใช้งานในสภาพทราฟฟิกที่แตกต่างกันของอัลกอริทึมที่นำเสนอ

1.3 วัตถุประสงค์

1. พัฒนาอัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์
2. ศึกษาผลกระทบของการตัดสินใจเลือกลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะให้บริการในแต่ละขั้นการดำเนินงานของอัลกอริทึม ที่มีต่อประสิทธิภาพของสวิตช์ โดยแสดงออกมาในรูปของค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ย
3. ควบคุมคุณภาพการให้บริการโดยจะแสดงออกมาในรูปของอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้ได้ตามความต้องการอย่างแม่นยำ
4. วิเคราะห์และทดสอบสมรรถนะของอัลกอริทึมที่นำเสนอ โดยเปรียบเทียบระหว่างกันเอง และนำมาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมซึ่งได้เคยมีผู้นำเสนอไว้

1.4 เป้าหมายและขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ มีเป้าหมายในการพัฒนาอัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ และสามารถควบคุมคุณภาพการให้บริการโดยจะแสดงออกมาในรูปของอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้ได้ตามความต้องการอย่างแม่นยำ

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตและสภาพแวดล้อมของระบบสวิตช์ที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

1. ตัวสวิตช์ที่ใช้เป็นแบบ 8 พอร์ต ทั้งอินพุต และเอาท์พุต
2. บัฟเฟอร์ของสวิตช์มีอย่างไม่จำกัด
3. การเกิดขึ้นของเซลล์ที่ต้องการขอใช้บริการมีการกระจายตัวแบบ Bernoulli
4. อัลกอริทึม iSLIP ที่ใช้มีการวนซ้ำเพียงรอบเดียว (1SLIP)
5. ไม่คิดคำนวณเวลาประวิงที่เกิดจากการคำนวณของระบบ

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้แสดงถึงสมรรถนะของวิธีที่นำเสนอจะใช้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยเป็นพารามิเตอร์หลักในการเปรียบเทียบ เพราะจุดประสงค์หลักในวิทยานิพนธ์นี้คือการควบคุม

คุณภาพการให้บริการโดยจะแสดงออกมาในรูปของอัตราส่วนเวลาประวิงโดยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้ได้ตามความต้องการอย่างแม่นยำ

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

1. ศึกษาอัลกอริทึมจัดสรรเส้นทางแบบต่าง ๆ ที่ได้มีการพัฒนาและนำเสนอมาในปัจจุบัน ทั้งในแบบที่รองรับและไม่รองรับทราฟฟิกที่มีหลายลำดับความสำคัญ
2. พัฒนาอัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์
3. เขียนโปรแกรมจำลองการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำเสนอ
4. ศึกษาผลกระทบของการตัดสินใจในแต่ละขั้นการดำเนินงานของอัลกอริทึม ที่มีต่อประสิทธิภาพของสวิตช์
5. วิเคราะห์และประเมินผล โดยการเปรียบเทียบกันเองระหว่างอัลกอริทึมที่นำเสนอและเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมที่มีผู้นำเสนอก่อนหน้านี้ สรุป วิจารณ์ และรวบรวมข้อมูลทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถวิเคราะห์ผลกระทบของการตัดสินใจในแต่ละขั้นการดำเนินงานของอัลกอริทึม ที่มีต่อประสิทธิภาพของสวิตช์ โดยแสดงออกมาในรูปของค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยได้
2. สามารถออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์แบบใหม่ ซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพการให้บริการโดยจะแสดงออกมาในรูปของอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้ได้ตามความต้องการอย่างแม่นยำ
3. สามารถพัฒนาโปรแกรม เพื่อใช้ในการทดสอบสมรรถนะของอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอ

1.7 เค้าโครงวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งรายละเอียดออกเป็น 6 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ เป้าหมาย และขอบเขตของวิทยานิพนธ์ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน ประโยชน์ที่ได้รับ และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพโดยรวมของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงรายละเอียดโดยทั่วไปของระบบโครงข่ายเพื่อเพิ่มความเข้าใจในพื้นฐานเกี่ยวกับระบบโครงข่ายโดยจะอธิบายถึงความหมาย และความสำคัญของระบบโครงข่ายเพื่อให้ทราบที่มาที่ไปของระบบโครงข่าย จากนั้นจึงจะกล่าวถึงรายละเอียดของโครงข่ายสื่อสารทั้งด้านประเภท และอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบโครงข่ายเพื่อนำมาซึ่งความเข้าใจถึงความสำคัญของสวิตช์ที่มีต่อระบบโครงข่าย

บทที่ 3 จะกล่าวถึงหลักการทำงานของสวิตช์ ส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ วิธีการที่ทำให้สวิตช์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหา และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบสวิตช์ และในส่วนท้าย จะได้กล่าวถึงการทำงานของสวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของข้อมูลที่มีผู้นำเสนอไว้ รวมไปถึงปัญหาที่เกิดขึ้น

บทที่ 4 กล่าวถึงความเป็นมาของอัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ที่นำเสนอ และหลักการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอในแต่ละวิธี

บทที่ 5 กล่าวถึงวิธีการจำลองระบบสวิตช์ที่สามารถรองรับเซลล์ที่มีระดับความสำคัญแตกต่างกัน 2 คลาส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงของเซลคลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ให้ได้ตามความต้องการด้วยอัลกอริทึมที่นำเสนอ และนำสมรรถนะที่ได้จากแต่ละอัลกอริทึมที่นำเสนอมาเปรียบเทียบระหว่างกันเอง จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมที่มีผู้นำเสนอมาก่อนหน้านี้ โดยสมรรถนะที่ทำการเปรียบเทียบจะพิจารณาทั้งในเรื่องของเวลาประวิงโดยเฉลี่ย และช่วงการใช้งานในสภาพทราฟฟิกต่างๆ ของแต่ละอัลกอริทึมที่นำเสนอ โดยจะมีการเรียงเนื้อหาด้วยการกล่าวถึงแบบจำลองของระบบสวิตช์ที่ทำการทดสอบ พร้อมด้วยสมมุติฐานขอบเขต และพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการทดสอบ และในส่วนสุดท้ายจะแสดงถึงผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบดังกล่าว โดยลำดับแรกจะทำการวิเคราะห์ทีละอัลกอริทึม แล้วหลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ในภาพรวมทั้งหมดเพื่อให้เห็นถึงข้อดีข้อเสียและสมรรถนะของแต่ละอัลกอริทึมที่นำเสนอ

บทที่ 6 กล่าวถึงบทสรุปของอัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ เพื่อแสดงให้เห็นภาพ

โดยรวมทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จากนั้นจะเสนอข้อเสนอแนะเพิ่มเติมบางประการเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอัลกอริทึมที่นำเสนอนี้ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบโครงข่าย

บทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดโดยทั่วไปของระบบโครงข่ายเพื่อเพิ่มความเข้าใจในพื้นฐานเกี่ยวกับระบบโครงข่ายโดยจะอธิบายถึงความหมาย และความสำคัญของระบบโครงข่ายเพื่อให้ทราบที่มาที่ไปของระบบโครงข่าย จากนั้นจึงจะกล่าวถึงรายละเอียดของโครงข่ายสื่อสารทั้งด้านประเภท และอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบโครงข่ายเพื่อนำมาซึ่งความเข้าใจถึงความสำคัญของสวิตช์ที่มีต่อระบบโครงข่าย

2.1 ความหมายของระบบโครงข่าย

ระบบโครงข่าย หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไปมาต่อเชื่อมกันด้วยสื่อนำสัญญาณซึ่งมีทั้งแบบใช้สายเคเบิลและไม่ต้องใช้สายเคเบิล ให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ การเชื่อมต่อแบบนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อสื่อสารข้อมูลระหว่างกัน การใช้เครื่องพิมพ์หรืออุปกรณ์ร่วมกัน และการแบ่งใช้โปรแกรมร่วมกัน

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับระบบโครงข่าย ได้แก่สัญญาณอิเล็คทรอนิกส์ที่ใช้ในโครงข่าย (Signal), วิธีการที่ใช้สื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ (Transmission), ทิศทางของการสื่อสารข้อมูล, รูปแบบของการสื่อสาร, การรับส่งสัญญาณระหว่างโครงข่าย, สื่อกลางที่ใช้ส่งผ่านข้อมูล (Media Access), อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication), ชนิดและส่วนประกอบของระบบโครงข่าย, โครงสร้างของโครงข่าย (Topology), วิธีใช้งานข้อมูลในสื่อกลาง (Media Access Method), มาตรฐาน IEEE, และโปรโตคอล (Protocal)

2.2 ประโยชน์ และความสำคัญของระบบโครงข่าย

การแลกเปลี่ยน และส่งข้อมูลข่าวสารในปัจจุบัน นิยมใช้สื่อคอมพิวเตอร์ เพราะกระทำได้รวดเร็ว เสียค่าใช้จ่ายน้อย ส่งข้อมูลได้ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง เสียง และภาพเคลื่อนไหว ไม่ว่าจุดที่ส่งข้อมูลกับจุดรับข้อมูลปลายทางจะอยู่ห่างไกลกันเพียงใดก็ตาม เพียงแต่ติดตั้งระบบโครงข่ายลงไปในคอมพิวเตอร์ ก็จะทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลดังกล่าว ไม่มีอุปสรรคใดๆ

ถ้าการแลกเปลี่ยนข้อมูลจำกัดอยู่เฉพาะพื้นที่ในอาคารเดียวกัน หรือสำนักงานเดียวกัน เช่น ภายในโรงเรียน หรือภายในบริษัท จะใช้โครงข่ายแบบ “แลน” (LAN ย่อมาจาก Local Area Network) เป็นตัวเชื่อมต่อ ถ้าจะรวมโครงข่ายแบบแลนหลายๆ วงเข้าเป็นกลุ่มด้วยกัน เช่น จังหวัด

หรือภาค จะใช้โครงข่ายแบบ “แวน” (WAN ย่อมาจาก Wide Area Network) ถ้าการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่อยู่ห่างไกลกัน ตั้งแต่ตำบล อำเภอ จังหวัด ประเทศ ทวีป ไปจนทั่วโลก จะใช้โครงข่ายแบบ “อินเทอร์เน็ต” (Internet) โดยผ่านศูนย์บริการอินเทอร์เน็ตที่อยู่ทั่วทุกมุมโลก มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลอีกแบบหนึ่ง คือ เฉพาะกลุ่มองค์กร เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย หรือบริษัท ภายในกลุ่มตามแต่จะตกลงกัน จะใช้โครงข่ายแบบ “อินทราเน็ต” (Intranet)

อินเทอร์เน็ต เป็นโครงข่ายที่ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างขวางมากที่สุดทั่วทุกมุมโลก ประกอบด้วยศูนย์บริการและสมาชิก สมาชิกอินเทอร์เน็ตสามารถใช้คอมพิวเตอร์ ณ จุดใดๆ ก็ได้ เช่น ที่บ้าน ที่โรงเรียน ที่สำนักงาน ที่บริษัท หรือที่ศูนย์บริการแห่งใดแห่งหนึ่ง ที่เชื่อมต่อระบบอินเตอร์ไว้แล้ว เพื่อส่งข่าวสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้

อินเทอร์เน็ต ประกอบด้วยโครงข่ายย่อยๆ เป็นจำนวนมากต่อเชื่อมเข้าด้วยกัน โดยใช้มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลอันเดียวกัน เรียกว่า โปรโตคอล (Protocal) ปัจจุบันใช้โปรโตคอล ชื่อ ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP ย่อมาจาก Transmission Control Protocal / Internet Protocal) ดังนั้นอินเทอร์เน็ตจึงเปรียบเหมือนห้องสมุดที่ใหญ่ที่สุดในโลก โดยที่ผู้เข้าใช้บริการ จะอยู่ส่วนใหนของโลกก็ได้ นับได้ว่าอินเทอร์เน็ต เป็นเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ ไอที (IT ย่อมาจาก Information Technology แปลว่า เทคโนโลยีสารสนเทศ) ที่ก้าวหน้าที่สุดในเวลานี้

2.3 **ชนิดของระบบโครงข่าย**

2.3.1 **โครงข่ายท้องถิ่น หรือแลน** (LAN)

เป็นโครงข่ายที่อยู่ในพื้นที่จำกัด ที่มีระยะทางห่างกันไม่เกิน 1-2 กิโลเมตร เช่น ภายในห้องเดียวกัน ภายในสำนักงาน ภายในอาคารเดียวกัน โดยจะใช้สายเคเบิลเป็นสื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ คอมพิวเตอร์ลูกข่ายทุกเครื่องสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ จัดเก็บข้อมูลไว้ในที่เดียวกัน ใช้งานอุปกรณ์ร่วมกันได้ และสามารถส่งข้อมูลข่าวสารถึงกันได้ เช่น จดหมายอิเล็คทรอนิกส์ การประชุมทางไกล เป็นต้น ทำให้ลดค่าใช้จ่ายที่จะต้องจัดซื้ออุปกรณ์หลายๆ อย่าง และลดความซ้ำซ้อนกันของระบบงาน

2.3.2 **โครงข่ายแวน** (WAN)

เป็นโครงข่ายระยะไกลที่เชื่อมต่อโครงข่ายแลน ที่ตั้งอยู่ในที่ห่างไกลกัน ตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป โดยส่งผ่านข้อมูลไปกับสายโทรศัพท์ทั้งแบบธรรมดา และแบบไยแก้วนำแสง หรือส่งข้อมูลด้วยระบบไมโครเวฟ หรือดาวเทียม

2.3.3 **โครงข่ายอินเทอร์เน็ต** (Internet)

มีลักษณะพิเศษต่างไปจากโครงข่ายแบบแลนและแบบแวนมาก มีการเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ทุกรูปแบบที่มีในโลก รวมเอาโครงข่ายย่อยๆ ทั่วโลกเข้าด้วยกัน ทำให้มีจำนวนคอมพิวเตอร์ที่มาต่อเชื่อมนับจำนวนหลายสิบล้านเครื่อง โดยใช้ระบบโทรคมนาคมเป็นสื่อรับส่งสัญญาณข้อมูล และใช้โปรโตคอลแบบ ทีซีพีไอพี (TCP/IP) เป็นข้อตกลงในการสื่อสารกัน

2.4 **อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล** (Data Communication) **ที่ใช้เชื่อมต่อระบบโครงข่าย**

การที่จะสร้างระบบโครงข่ายขึ้นมาเพื่อเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องเข้าด้วยกันได้นั้นเราจำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ต่างๆในการเชื่อมโยง เพื่อให้โครงข่ายที่สร้างขึ้น สามารถทำงานงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.1 **อุปกรณ์รวมสัญญาณ หรือมัลติเพล็กซ์เซอร์** (Multiplexer)

ทำหน้าที่รวมข้อมูลและสัญญาณอื่นๆ จากคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องที่อยู่ต้นทางเข้าด้วยกัน แล้วส่งไปตามสายเคเบิลจนถึงปลายทาง ก็จะมีอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์เซอร์อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่แยกข้อมูล เพื่อส่งไปยังจุดต่างๆ อุปกรณ์รวมสัญญาณที่รู้จักกันดีได้แก่ ฮับ (Hub) ใช้กับโครงข่ายแลน (LAN) แบบ Star - 10BaseT ฮับที่ดีจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้มีกำลังสูงขึ้น เพื่อส่งผ่านต่อไปยังสายเคเบิลได้ไกลขึ้น และทำหน้าที่ทวนซ้ำสัญญาณ (Repeater) ได้ด้วย ถ้าอุปกรณ์รวมสัญญาณทำหน้าที่รวมข้อมูลที่ส่งมาเพื่อส่งต่อให้อุปกรณ์สื่อสารที่มีความเร็วต่างกัน และบีบอัดข้อมูลได้ด้วย จะเรียกว่า คอนเซนตราเตอร์ (Concentrator) หรือ คอนเซน

2.4.2 **อุปกรณ์เชื่อมต่อโครงข่าย**

มีให้เลือกใช้หลายชนิดตามความจำเป็นและเหมาะสม ได้แก่ เครื่องทวนซ้ำสัญญาณ (Repeater) บริดจ์ (Bridge) สวิตช์ (Switch) เราท์เตอร์ (Router) และเกทเวย์ (Gateway) และเชื่อมต่อกันดังรูปที่ 2.1

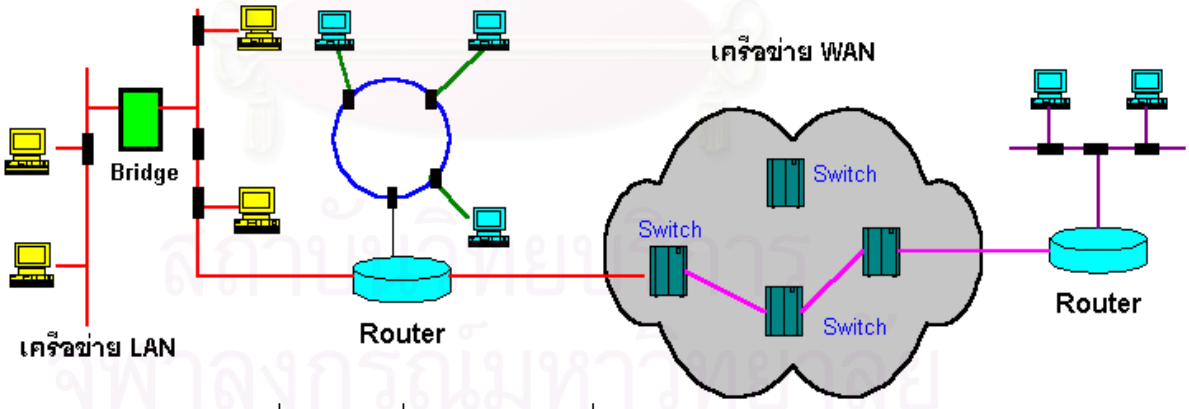
1. **รีพีตเตอร์** (Repeater) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ เพื่อเพิ่มระยะทางในการรับส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายให้ได้ไกลขึ้น

2. **บริดจ์** (Bridge) ทำหน้าที่เชื่อมต่อโครงข่ายย่อยๆ หรือ แลน (LAN Segments) เข้าด้วยกัน เพื่อขยายวงแลนให้กว้างออกไป ข้อมูลที่อยู่ในโครงข่ายย่อยเดียวกัน จะไม่ถูกส่งผ่านบริดจ์ไปรบกวนกับโครงข่ายย่อยอื่นๆ บริดจ์สามารถเชื่อมต่อกับแลนที่มีโทโปโลยีต่างกันได้ ถ้าเชื่อมต่อกับแลนในระยะไกล จะใช้สายโทรศัพท์เป็นสื่อกลาง บริดจ์เป็นได้ทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์

3. **สวิตช์** (Switch) **หรือ อีเธอเน็ต สวิตช์** (Ethernet Switch) เป็นบริดจ์ชนิดที่ใช้กับแลนแบบ Ethernet เพื่อเชื่อมต่อโครงข่ายย่อยหลายๆ โครงข่าย (Segments) เข้าด้วยกัน การสื่อสารภายในสวิตช์จะไม่มีการแบ่งช่องทางสื่อสาร คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะติดต่อกันเองโดยตรง ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นไปด้วยความรวดเร็ว

4. **เราท์เตอร์** (Router) ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างโครงข่ายที่ใช้โปรโตคอลต่างกันได้ สามารถกรองข้อมูลที่ระบุว่าให้ผ่านได้ ทำให้การจราจรของข้อมูลไม่คับคั่ง และข้อมูลของโครงข่ายปลอดภัยยิ่งขึ้น เราท์เตอร์เป็นได้ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

5. **เกทเวย์** (Gateway) มีหน้าที่เชื่อมต่อและแปลงข้อมูลระหว่างโครงข่ายที่แตกต่างกันมากๆ คือ ใช้คอมพิวเตอร์ต่างชนิดกัน ใช้โปรโตคอลต่างกัน ใช้โปรแกรมระบบปฏิบัติการต่างกัน และมีโครงสร้างหรือ โทโปโลยีของแลนต่างกัน ปกติเกทเวย์จะเป็นซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งให้กับคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง และเรียกคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นว่า เกทเวย์



รูปที่ 2.1 การเชื่อมต่อโครงข่ายสื่อสารด้วยอุปกรณ์ต่างๆ

ปัจจุบันข้อมูลที่วิ่งอยู่บนอินเทอร์เน็ต มีทั้งที่เป็นข้อความ (text) ภาพ เสียง และข้อมูลอื่นๆ โดยผ่านสายนำสัญญาณคุณภาพสูง เช่น ไยแก้วนำแสง หรือดาวเทียม การติดต่อสื่อสารสามารถโต้ตอบกันได้สองทิศทาง ระบบการติดต่อสื่อสารแบบนี้ได้กลายมาเป็น ทางด่วนสารสนเทศ (Information Superhighway) หรือไอเวย์ (I-way) โดยใช้โครงสร้างพื้นฐานของระบบโทรคมนาคมในการรับข้อมูลดิจิตอลที่มีความเร็วสูง ให้บริการการติดต่อสื่อสารได้ทุกรูปแบบและรวดเร็ว ผ่านไปยังเมืองต่างๆ ทั่วโลก ซึ่งระบบสวิตช์ก็เป็นหนึ่งองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ขึ้นได้ ประสิทธิภาพของระบบสวิตช์จึงส่งผลกระทบต่อการสื่อสารข้อมูลภายในระบบโครงข่ายอย่างยิ่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ความรู้เกี่ยวกับระบบสวิตช์

ระบบสวิตช์เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสื่อสารด้วยระบบโครงข่ายในยุคปัจจุบันดังนั้นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบสวิตช์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งหากต้องการที่จะพัฒนาการสื่อสารด้วยระบบโครงข่ายให้ดียิ่งขึ้น เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการทำงานของสวิตช์ ส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ วิธีการที่ทำให้สวิตช์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหา และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบสวิตช์ และในส่วนท้าย จะได้กล่าวถึงการทำงานของสวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของข้อมูลที่มีผู้นำเสนอไว้ รวมไปถึงปัญหาที่เกิดขึ้น

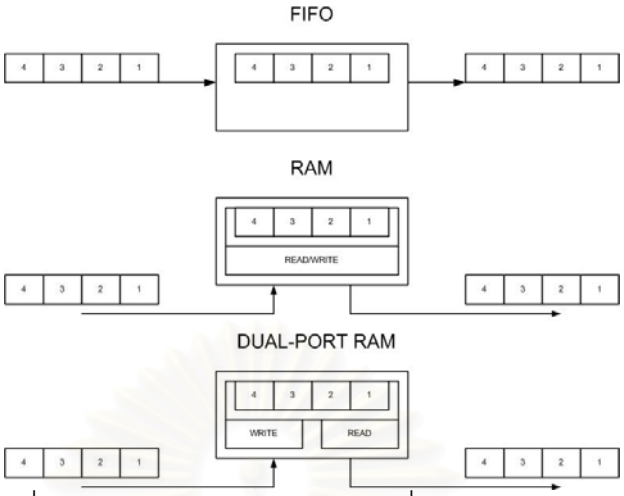
3.1 หน้าที่ และหลักการทำงานของสวิตช์

ในการทำงานของสวิตช์นั้น เซลล์แต่ละตัวจะมาถึงยังสวิตช์ขาเข้าแต่ละตัวซึ่งจากนี้ไปจะเรียกว่า อินพุต จากนั้นอินพุตจะทำหน้าที่ส่งเซลล์เหล่านั้นไปยังสวิตช์ขาออกแต่ละตัวซึ่งจากนี้ไปจะเรียกว่า เอาท์พุต เพื่อผ่านไปยังเส้นทางตามแต่ความต้องการของเซลล์นั้นๆ แต่เนื่องจากการจัดสรรเส้นทางจากอินพุตไปยังเอาท์พุตที่ต้องการนั้น ไม่ได้ดำเนินไปอย่างมีแบบแผน ดังนั้น มีความเป็นไปได้ที่อาจจะมีมากกว่าหนึ่งเซลล์มีความต้องการไปยังเอาท์พุตขาออกช่องเดียวกัน และเป็นเหตุให้เกิดการชนกันของเซลล์ที่เอาท์พุต ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียเซลล์เนื่องจากการชนกันดังกล่าว ดังนั้นเราจึงต้องมีการจัดคิวให้กับเซลล์ที่จะรับบริการ (Queuing) โดยเพิ่มบัฟเฟอร์เข้ามาในสวิตช์เพื่อที่จะสามารถทำการจัดคิวให้กับเซลล์ที่จะรับบริการได้

3.2 บัฟเฟอร์

ประเภทของหน่วยความจำที่นำมาใช้ในบัฟเฟอร์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 ได้แก่

- First In First Out (FIFO) เป็นหน่วยความจำซึ่งเซลล์ที่เข้ามาก่อนจะได้ออกจากบัฟเฟอร์ก่อนเสมอ
- Random Access Memory (RAM) เป็นหน่วยความจำซึ่งจะดึงเซลล์ ณ ตำแหน่งใดก็ได้ออกมาก่อน แต่ไม่สามารถ อ่าน และเขียนข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน
- Dual-Port RAM เป็นหน่วยความจำซึ่งจะดึงเซลล์ ณ ตำแหน่งใดก็ได้ออกมาก่อนเช่นเดียวกับ RAM แต่สามารถ อ่าน และเขียนข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 3.1 ประเภทของหน่วยความจำที่นำมาใช้ในบัฟเฟอร์

3.3 การจัดคิวโดยใช้บัฟเฟอร์

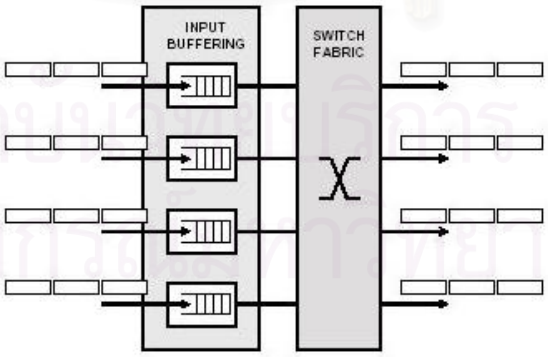
3.3.1 Input buffering

ข้อดี - ต้องการความเร็วในการเข้าถึงหน่วยความจำต่ำ

- ราคาถูก

ข้อเสีย - บัฟเฟอร์มีขนาดใหญ่

- มีปัญหา HOL ทำให้ ทรูพุตของระบบลดลงเหลือ 58.6% [1] ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของ Input buffering

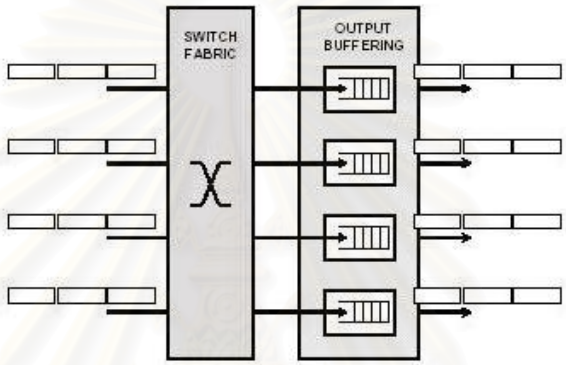
3.3.2 Output buffering

ข้อดี - ไม่มีปัญหา HOL

- ระบบมีทรูพุตได้ถึง 100%
- ค่าเวลาประวิงต่ำกว่าแบบ Input buffering

ข้อเสีย - ต้องการความเร็วในการเข้าถึงหน่วยความจำที่สูง คือสูงกว่า แบบ Input buffering ถึง n เท่า เมื่อ n คือจำนวนพอร์ต

- ราคาแพงเนื่องจากต้องการ หน่วยความจำที่มีความเร็วสูง



รูปที่ 3.3 โครงสร้างของ Output buffering

3.3.3 Central buffering

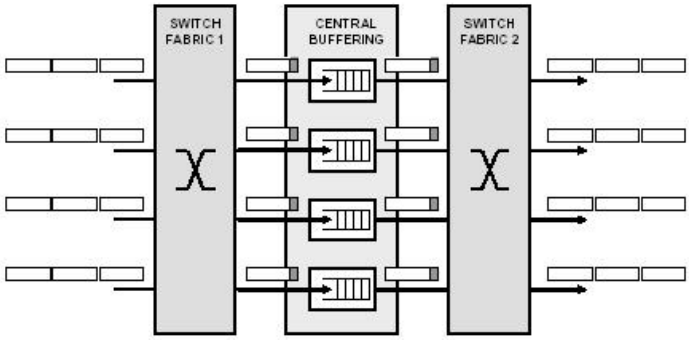
ข้อดี - บัฟเฟอร์มีขนาดเล็ก

- ค่าเวลาประวิงต่ำกว่าแบบ Input buffering และ Output buffering
- ไม่มีปัญหา HOL
- ระบบมีทรูพุตได้ถึง 100%

ข้อเสีย - ต้องการความเร็วในการเข้าถึงหน่วยความจำที่สูง

- ราคาสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



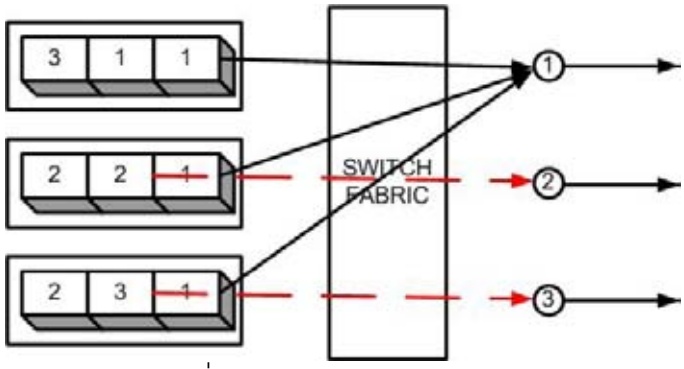
รูปที่ 3.4 โครงสร้างของ central buffering

Buffering Principle	Memory space	Memory Speed	Memory control	Queuing delay
Input buffering	High	Slow	SimPle	Longest
Output buffering	Medium	Fast	SimPle	Medium
Central buffering	Low	Fast	ComPlicated	shortest

ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของการจัดบัฟเฟอร์ประเภทต่างๆ

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติของการจัดบัฟเฟอร์ประเภทต่างๆ จากข้างต้นจะสังเกตว่าสวิตช์ที่มีบัฟเฟอร์ขาเข้านั้นต้องการความเร็วในการทำงานน้อยที่สุด ดังนั้นในการสื่อสารที่ต้องการความเร็วที่สูงมากดังเช่นปัจจุบันจึงต้องการสวิตช์ที่มีความเร็วในการให้บริการสูงมากตามไปด้วย จึงนิยมใช้สวิตช์ที่มีบัฟเฟอร์ขาเข้าซึ่งมีความสามารถในการส่งผ่านที่มีความเร็วในการให้บริการสูงแต่ราคาไม่แพง

สวิตช์ที่มีบัฟเฟอร์ขาเข้าดังที่กล่าวมาแล้วนั้น แม้ว่าจะมีความสามารถในการให้บริการที่ความเร็วสูง เหมาะสมกับระบบที่มีความต้องการในการส่งผ่านสูงมากๆเช่นในปัจจุบัน แต่ก็มีปัญหาสำคัญที่ตามมาคือ Head-Of Line blocking (HOL) [1] ซึ่งเกิดจากการที่อินพุตไม่สามารถจัดสรรเส้นทางไปยังเอาท์พุตที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด พิจารณารูปที่ 3.5 เนื่องจากอินพุตสามารถตัดสินใจเลือกได้เพียงเซลล์ที่อยู่ส่วนแรกสุดของคิวเท่านั้น จึงทำให้ในบางกรณีมีความเป็นไปได้ที่มีเอาท์พุตบางตัวไม่ถูกใช้บริการทั้งที่มีเซลล์ในคิวของอินพุตที่มีความต้องการใช้บริการ ณ เอาท์พุตนั้นๆ จึงเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพของสวิตช์ทั้งระบบลดลงไป

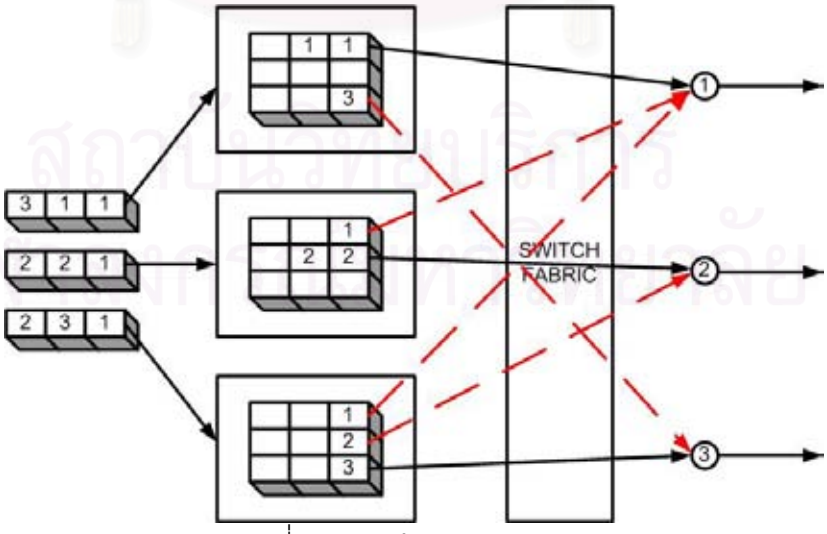


รูปที่ 3.5 ปัญหา HOL blocking

จากปัญหาดังกล่าว ได้นำสู่การพัฒนาเทคนิคการจัดคิวของอินพุตขึ้นมาใหม่เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวขึ้น นั่นคือเทคนิค Virtual Output Queuing (VOQ) [3]

3.4 Virtual Output Queuing (VOQ)

หลักการทำงานของ VOQ คือเมื่อมีเซลล์เข้ามาในบัฟเฟอร์ของอินพุต อินพุตดังกล่าวจะจัดเซลล์นั้นไว้ยัง VOQ ที่ตำแหน่ง VOQ(i, j) เมื่อ i คือตำแหน่งอินพุต และ j คือตำแหน่งเอาท์พุตที่ต้องการจะส่ง พิจารณารูปที่ 3.6 พบว่าจากวิธีการดังกล่าว สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้สวิตช์ที่มีการจัดคิวในส่วนของอินพุตได้ เนื่องจากสามารถพิจารณาในส่วนของเซลล์ที่อยู่ด้านหลังของคิวได้ด้วย จึงสามารถหลีกเลี่ยงปัญหา HOL blocking ได้ โดยต้องมีอัลกอริทึมการจัดกำหนดการเข้ามาใช้ร่วมกันเพื่อให้การจัดลำดับการส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.6 การทำงานของ VOQ

3.5 **อัลกอริทึมการจัดกำหนดการ**(Scheduling algorithm)

อัลกอริทึมการจัดกำหนดการดังกล่าวมีด้วยกันหลายวิธี [2] [7] ได้แก่

3.5.1 Parallel Iterative Matching algorithm (PIM)

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : *request* อินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะทำการส่ง request ไปยังเอาท์พุตแต่ละตัวที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 : *grant* เมื่อเอาท์พุตได้รับ request จากอินพุตแล้วเอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาเลือก อินพุต โดยการสุ่ม จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3

ขั้นที่ 3 : *accept* เมื่ออินพุตได้รับ grant จากเอาท์พุตแล้ว อินพุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาเลือกเอาท์พุต โดยเลือกตามการสุ่ม จากนั้นอินพุตจะส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์จากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก

3.5.2 Round-Robin Matching Algorithm (RRM)

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : *request* อินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะทำการส่ง request ไปยังเอาท์พุตแต่ละตัวที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 : g*rant* เมื่อเอาท์พุตได้รับ request จากอินพุตแล้วเอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาเลือกอินพุต โดยเลือกตาม ตารางกำหนดการ round-robin จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตจะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล

ขั้นที่ 3 : *accept* เมื่ออินพุตได้รับ grant จากเอาท์พุตแล้ว อินพุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาเลือก เอาท์พุต โดยเลือกตาม ตารางกำหนดการ round-robin จากนั้นอินพุตจะส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์จากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางกำหนดการ round robin ของอินพุตจะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล

3.5.3 Dual Round-Robin Matching Algorithm (DRRM)

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : *request* อินพุตจะพิจารณาเลือก เอาท์พุต โดยเลือกตาม ตารางกำหนดการ round-robin จากนั้นอินพุตจะส่ง request ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางกำหนดการ round robin ของอินพุตจะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล หากอินพุตดังกล่าวไม่ได้รับ grant กลับมาในขั้นที่ 2 หรือเมื่อได้รับ grant แล้วและไม่มีเซลล์เหลือใน VOQ ให้ส่งในรอบต่อไป

ขั้นที่ 2 : *grant* เมื่อเอาท์พุตได้รับ request จากอินพุตแล้วเอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาเลือก อินพุต โดยเลือกตาม ตารางกำหนดการ round-robin จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์จากอินพุตที่เลือกมายังเอาท์พุตดังกล่าว จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตจะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล

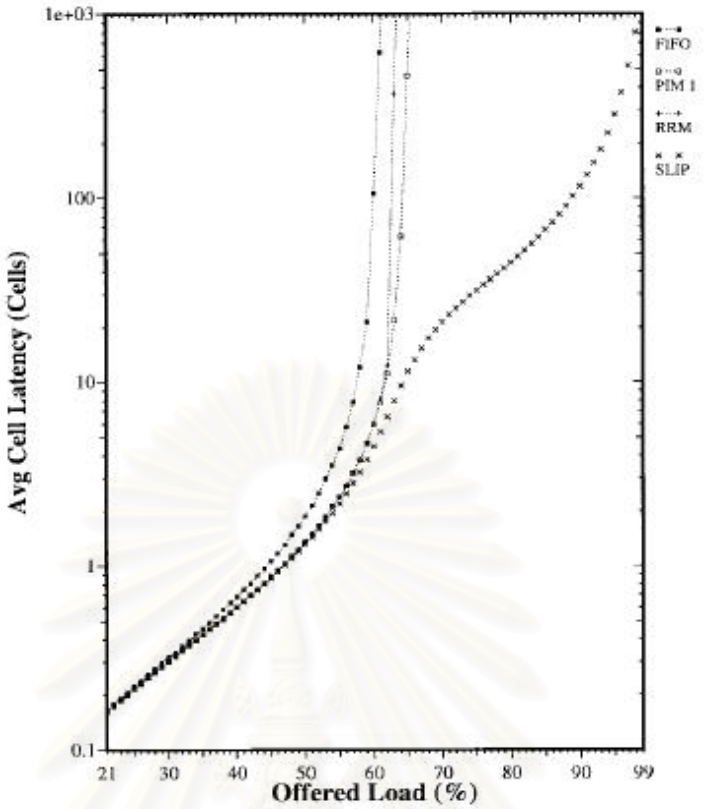
3.5.4 ISLIP Algorithm

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

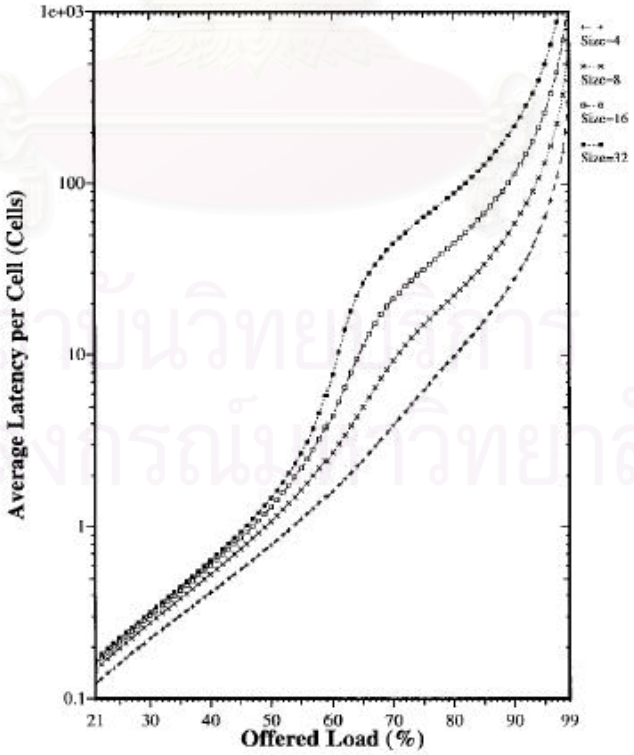
ขั้นที่1 : *request* อินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะทำการส่ง request ไปยังเอาท์พุตแต่ละตัวที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 : *grant* เมื่อเอาท์พุตได้รับ request จากอินพุตแล้วเอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาเลือก อินพุต โดยเลือกตาม ตารางกำหนดการ round-robin จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตจะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว

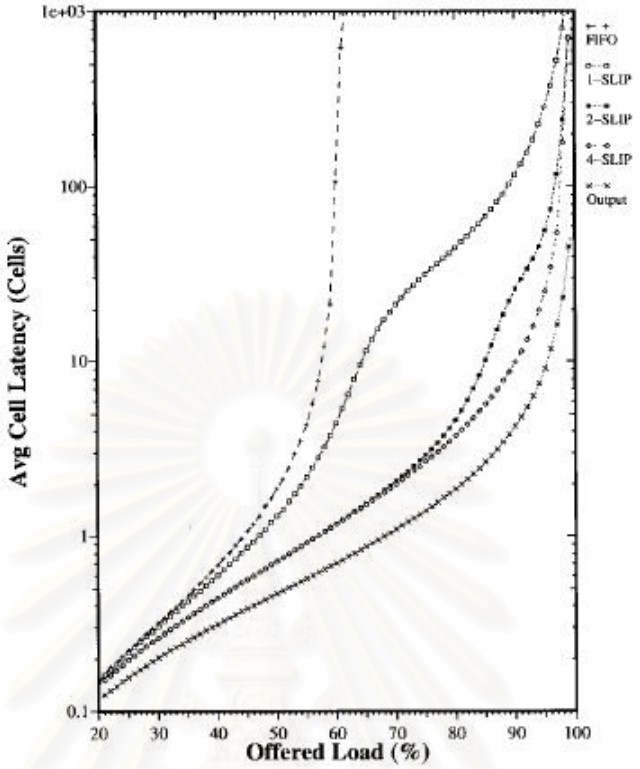
ขั้นที่ 3 : *accept* เมื่ออินพุตได้รับ grant จากเอาท์พุตแล้ว อินพุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาเลือก เอาท์พุต โดยเลือกตาม ตารางกำหนดการ round-robin จากนั้นอินพุตจะส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์จากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางกำหนดการ round robin ของอินพุตจะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล



รูปที่ 3.7 ประสิทธิภาพของอัลกอริทึม 1SLIP เทียบกับ อัลกอริทึมอื่นๆ [2]



รูปที่ 3.8 ประสิทธิภาพของ อัลกอริทึม 1-iSLIP เมื่อสวิตช์มีขนาดเพิ่มขึ้น [2]



รูปที่ 3.9 ประสิทธิภาพของ อัลกอริทึม iSLIP เมื่อทำซ้ำเพื่อหาค่า maximal [2]

จากรูปที่ 3.7 พบว่า iSLIP เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากมีค่าเวลาประวิงน้อยที่สุด และจะสังเกตว่าสิ่งที่แตกต่างกันระหว่างอัลกอริทึม RRM และ iSLIP คือการจัดกำหนดการในขั้นตอน grant แต่ประสิทธิภาพที่ได้กลับแตกต่างกันอย่างมาก เนื่องจากในขั้นตอน grant ของอัลกอริทึม iSLIP นั้นตารางกำหนดการจะไม่เปลี่ยนแปลงจนกว่าเซลล์ที่รอรับบริการจะได้รับบริการเรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะทำให้การจัดสรรเส้นทางมีทรูพุตเพิ่มขึ้น จากรูปที่ 3.8 พบว่า ยิ่งสวิตช์มีขนาดใหญ่ขึ้นยิ่งทำให้ประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากเป็นการยากในการหาเส้นทางที่เหมาะสมให้กับแต่ละเซลล์เพื่อให้ได้ทรูพุตสูงสุดในการส่งแต่ละครั้ง และจากรูปที่ 3.9 พบว่ายิ่งมีการทำซ้ำในอัลกอริทึม iSLIP หลายรอบยิ่งทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากจะได้ทรูพุตที่ใกล้เคียง maximal มากที่สุด

3.6 อัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์

จากการเพิ่มขึ้นของประเภทและลักษณะของบริการบนโครงข่าย เพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้บริการนั้น ในบางครั้งเราจำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะความสำคัญของข้อมูลที่จะให้บริการและทำการจัดสรรให้ได้อย่างเหมาะสม โดยจะต้องคำนึงถึงทั้งด้านประสิทธิภาพและความเป็นธรรมประกอบกัน

ในสวิตช์ก็เช่นเดียวกัน มีข้อมูลที่มีลำดับความสำคัญแตกต่างกันเข้าขอรับการให้บริการอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาถึงลำดับความสำคัญของข้อมูลเหล่านั้นและจัดสรรการให้บริการที่เหมาะสมแก่ข้อมูลดังกล่าว อัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ นั้นได้รับความสนใจและถูกนำเสนอขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในหลายกรณี [4] [5] [6]

3.6.1 Prioritzed iSLIP algorithm

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : *request* เมื่อมีเซลล์เข้ามาในบัฟเฟอร์ของอินพุต อินพุตดังกล่าวจะจัดเซลล์นั้นไว้ยัง VOQ ของลำดับความสำคัญของเซลล์นั้นๆ จากนั้นอินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะเลือกเซลล์ที่มีความสำคัญมากที่สุดที่จะส่งไปยังแต่ละเอาท์พุต และทำการส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่ต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตแต่ละตัวที่ต้องการ

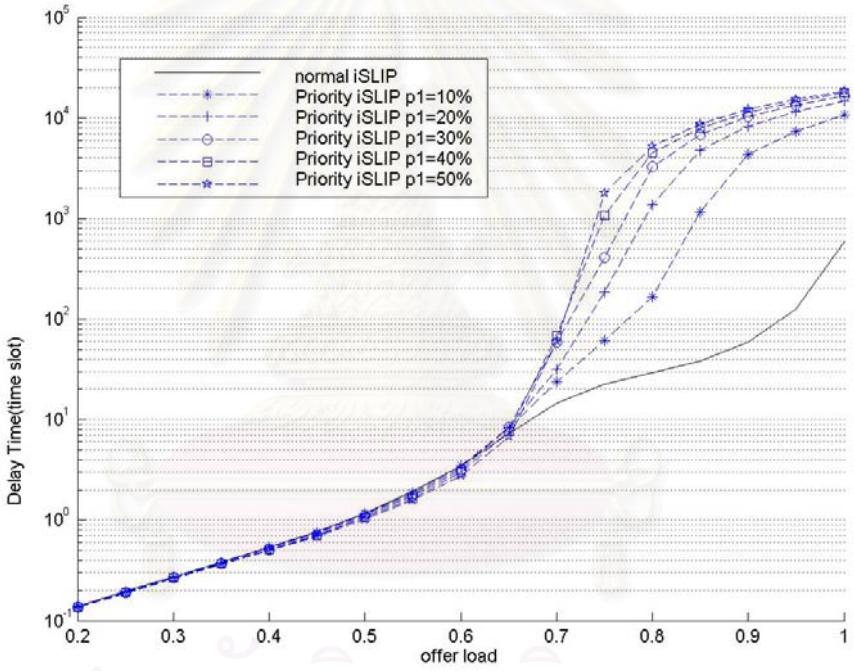
ขั้นที่ 2 : *grant* เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาเลือก อินพุตที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุดที่เข้ามาเปรียบเทียบกัน แล้วเลือกอินพุตตามตารางกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant และลำดับความสำคัญของเซลล์ดังกล่าวไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว

ขั้นที่ 3 : *accept* เมื่ออินพุตได้รับ grant และลำดับความสำคัญจากเอาท์พุตแล้ว อินพุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาเลือกเอาท์พุตที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุดที่เข้ามาเปรียบเทียบกัน แล้วเลือกอินพุตตามตารางกำหนดการ round-robin ของลำดับ

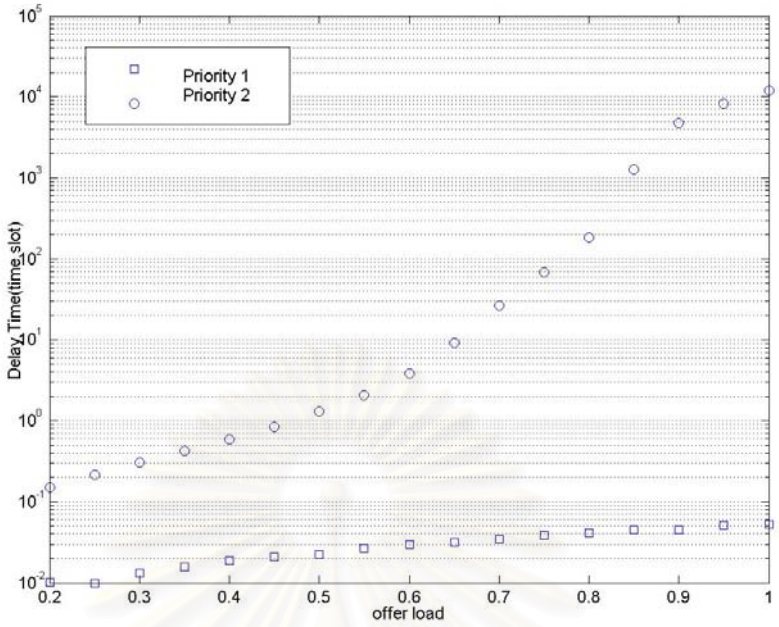
ความสำคัญนั้นๆ จากนั้นอินพุตจะส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล

3.6.2 ประสิทธิภาพของ Prioritzed iSLIP อัลกอริทึม

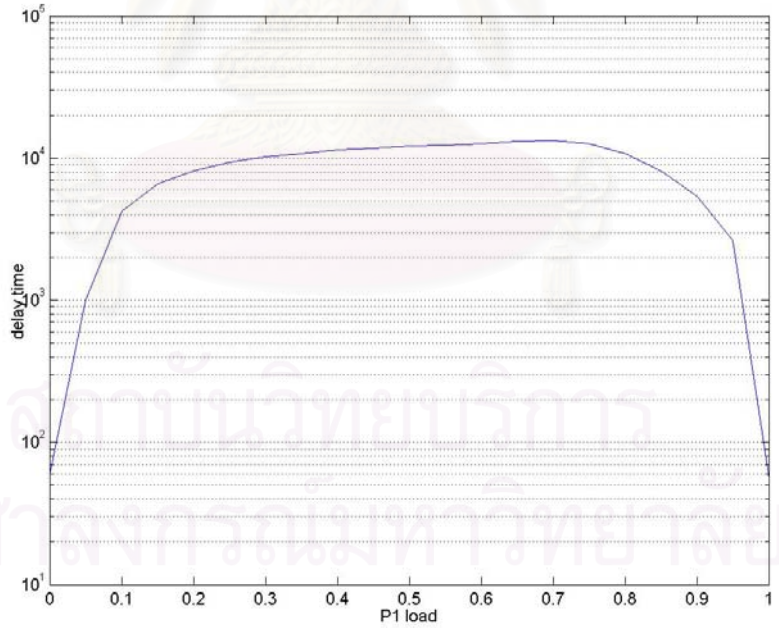
ประสิทธิภาพของระบบสวิตช์จะถูกวัดอยู่ในรูปของค่าเวลาประวิง(delay time) เปรียบเทียบกันระหว่างเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญแตกต่างกันทั้งสองลำดับในอัลกอริทึม Prioritzed iSLIP และผลกระทบอันเกิดจากลำดับความสำคัญของเซลล์



รูปที่ 3.10 ผลกระทบของลำดับความสำคัญของเซลล์เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น ที่มีต่อ Prioritzed iSLIP algorithm



รูปที่ 3.11 เปรียบเทียบค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยระหว่างเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่างกัน ใน Prioritzed iSLIP algorithm เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เป็น 10%



รูปที่ 3.12 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่มีต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ Prioritzed iSLIP algorithm ที่ offer load 90%

จากรูปที่ 3.10 พบว่าการทำงานของอัลกอริทึม iSLIP นั้น หากทราฟฟิกที่เข้ามาเป็นแบบมีหลายลำดับความสำคัญ สวิตช์จะทำงานด้วยอัลกอริทึมแบบ Prioritzed iSLIP ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบซึ่งแสดงด้วยค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยลดลงไปอย่างมาก โดยเฉพาะเมื่อเซลล์มีความหนาแน่นสูง และพบอีกว่า เมื่อเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้นจะยิ่งทำให้ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมนี้ลดลงยิ่งขึ้น เนื่องจากค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำจะสูงมากเพราะต้องรอให้เซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าได้รับบริการจนเสร็จหมดเสียก่อน ดังนั้นยิ่งมีเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงปริมาณมากยิ่งทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ที่ลำดับความสำคัญต่ำสูงมากตามไปด้วย

จากรูปที่ 3.11 พบว่าเมื่อความหนาแน่นของทราฟฟิกเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำสูงขึ้นอย่างมาก ในขณะที่ค่าเวลาประวิงของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำต้องรอให้เซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าได้รับบริการจนเสร็จหมดเสียก่อน ดังนั้นยิ่งมีเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงปริมาณมากยิ่งทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ที่ลำดับความสำคัญต่ำสูงมากตามไปด้วย ในขณะที่ข้อมูลที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าจะได้รับบริการในทันที จึงทำให้ค่าเวลาประวิงไม่ได้เพิ่มขึ้นมากนัก

จากรูปที่ 3.12 พบว่าเมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำต้องใช้เวลารอรับบริการนานขึ้น ทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จนเมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่แทบจะมีเพียงเซลล์ที่มีระดับความสำคัญสูงเข้าขอใช้บริการ จะทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมลดลงเนื่องจากเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำมีปริมาณน้อยมากจนทำให้เวลาที่ใช้ในการรอรับบริการต่ำ

ปัญหาที่ตามมาของอัลกอริทึม Prioritized iSLIP คือประสิทธิภาพลดลงไปเมื่อมีข้อมูลที่มีลักษณะ burst เข้ามาในระบบหรือการที่มีเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงปริมาณมากเข้าขอใช้บริการในสวิตช์ และปัญหาเรื่องค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำซึ่งสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อข้อมูลที่มีลำดับความสำคัญสูงมีปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องพัฒนาอัลกอริทึมใหม่ ขึ้นมาเพื่อรองรับปัญหาดังกล่าว

บทที่ 4

การปรับปรุงอัลกอริทึม การจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการ ในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ที่นำเสนอ

ในการให้บริการภายในสวิตช์นั้นเมื่อมีการพิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เข้ารับบริการแล้ว ขั้นตอนการทำงานภายในสวิตช์จะต้องเปลี่ยนไปเพื่อให้สามารถรองรับการบริการเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่างกันได้ ซึ่งอัลกอริทึมในการดำเนินงานภายในสวิตช์นั้นมีผลต่อสมรรถนะของสวิตช์อย่างยิ่ง และเนื่องจากสวิตช์ที่ศึกษาใช้เทคนิคการจัดคิวแบบ VOQ (Virtual Output Queuing) ซึ่งจะทำให้ได้ทรูพุตถึง 100% หากบัฟเฟอร์มีมากเพียงพอ ดังนั้นการวัดสมรรถนะของสวิตช์จะใช้ค่าเวลาประวิงเป็นพารามิเตอร์หลักในการพิจารณา โดยเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาที่ไปของปัญหาที่เกิดขึ้นในอัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ที่ได้มีผู้นำเสนอไว้ จากนั้นจะกล่าวถึงที่มาที่ไปของวิธีการแก้ปัญหา และในส่วนสุดท้ายจะนำเสนออัลกอริทึมใหม่ซึ่งถูกปรับปรุงขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยจะกล่าวถึงวิธีการได้มาซึ่งอัลกอริทึมที่นำเสนอ และหลักการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอโดยละเอียด

ดังที่ทราบมาแล้วในบทที่ 3 ว่าอัลกอริทึมการจัดกำหนดการ iSLIP เป็นอัลกอริทึมที่มีสมรรถนะสูงที่สุดและสามารถจัดสรรบริการแก่เซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่างกันโดยใช้อัลกอริทึม Prioritized iSLIP ได้ แต่เมื่อพิจารณาอัลกอริทึม Prioritized iSLIP พบว่าค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ที่มีความสำคัญมากซึ่งจากนี้ไปจะเรียกว่าเซลล์คลาส 1 เปรียบเทียบกับค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ที่มีความสำคัญน้อยซึ่งจากนี้ไปจะเรียกว่าเซลล์คลาส 2 พบว่ามีความแตกต่างกันและความแตกต่างดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อระบบมีความหนาแน่นของทราฟฟิก (offer load) สูงขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งคือเซลล์คลาส 2 จะต้องใช้เวลาในการรอคอยเพื่อรับบริการที่สูงกว่ามาก เมื่อระบบมีความหนาแน่นของทราฟฟิกสูง เนื่องจากการที่เราให้บริการแก่เซลล์คลาส 1 เป็นอันดับแรกก่อนเสมอ ซึ่งในบางกรณีหากเซลล์คลาส 1 เข้าขอใช้บริการเป็นจำนวนมากอย่างต่อเนื่องจะส่งผลให้เซลล์คลาส 2 ไม่ได้รับการให้บริการเป็นเวลานาน ซึ่งจะเกิดความไม่เป็นธรรมขึ้นในการให้บริการ ยกตัวอย่างเช่น ผู้ใช้ ก ซื้อการให้บริการในสวิตช์ด้วยราคาที่แพงกว่าผู้ใช้ ข 2 เท่า แต่ผู้ใช้ ก จะได้รับบริการจนกว่าจะพอใจก่อนผู้ใช้ ข เสมอซึ่งหากผู้ใช้ ก มีความต้องการใช้บริการที่สูงเป็นระยะเวลานาน ผู้ใช้ ข จะไม่สามารถได้รับบริการจากสวิตช์เลย หรือในอีกทางหนึ่งหากผู้ใช้ ข เปลี่ยนมาซื้อบริการเหมือนผู้ใช้ ก เพิ่มขึ้นจนทำให้ผู้ใช้ ข มีจำนวนลดลง การเพิ่ม

จำนวนของผู้ใช้ ก ดังกล่าว จะทำให้เกิดการแย่งชิงกันเองจนทำให้ต้องใช้เวลาในการรอคอยรับบริการนาน ในขณะที่ผู้ใช้ ข มีจำนวนลดลงและเกิดการแย่งชิงกันเองน้อยจนทำให้เวลาในการรอคอยลดลง เป็นต้น ความไม่เป็นธรรมที่แสดงให้เห็นนี้ เกิดจากการที่อัลกอริทึม Prioritized iSLIP ที่ใช้ไม่สามารถควบคุมสัดส่วนการให้บริการแก่เซลล์ทั้งสองคลาสได้อย่างเหมาะสมและเป็นธรรม ดังนั้นหากมีอัลกอริทึมที่สามารถกำหนดสัดส่วนการให้บริการได้อย่างเหมาะสมและเป็นธรรมตามสภาพของทราฟฟิก จะทำให้ระบบสวิตช์มีความเหมาะสมในการใช้งานยิ่งขึ้น โดยคุณภาพที่ควบคุมควรจะอยู่ในรูปของอัตราส่วนระหว่างค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ยกตัวอย่างเช่น หากผู้ใช้ ก ซื้อบริการที่แพงกว่าผู้ใช้ ข 2 เท่า ก็ควรจะได้รับบริการที่รวดเร็วกว่าผู้ใช้ ข 2 เท่า หรือหากผู้ใช้ ก ได้รับบริการที่ใช้ ผู้ใช้ ข ก็จะต้องได้รับบริการที่ช้ากว่าผู้ใช้ ก 2 เท่าเช่นกัน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดความเป็นธรรมในการให้บริการในสวิตช์

4.1 อัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ที่นำเสนอ

จากแนวความคิดข้างต้น นำมาสู่การพัฒนาอัลกอริทึมใหม่ขึ้นมา เพื่อรองรับแนวความคิดดังกล่าว โดยอัลกอริทึมการจัดกำหนดการจะยังคงใช้อัลกอริทึม iSLIP เป็นหลักเนื่องจากเป็นอัลริทึมที่มีสมรรถนะสูงที่สุด โดยมีหลักการทำงานคือการควบคุมสัดส่วนการให้บริการของเซลล์แต่ละคลาสที่เข้ามาในแต่ละขั้นตอนการตัดสินใจของอัลกอริทึม iSLIP โดยจะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ request, grant และ accept และใช้ตารางการจัดกำหนดการ round-robin สองชุด ทั้งในขั้นตอน grant และ accept เพื่อให้การจัดกำหนดการยังคงลักษณะของอัลกอริทึม iSLIP อยู่

4.1.1 ควบคุมที่ request

ในลำดับแรกเราต้องการที่จะควบคุมสัดส่วนการให้บริการตั้งแต่ต้นหรืออีกนัยหนึ่งคือต้องการจะเลือกคลาสของเซลล์ที่จะได้รับบริการตั้งแต่ต้นเพื่อพิจารณาว่าการคัดเลือกตั้งแต่ต้นดังกล่าวจะเป็นการตัดสินใจที่เร็วเกินไปหรือไม่ และสามารถควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : request เมื่อมีเซลล์เข้ามาในบัฟเฟอร์ของอินพุต อินพุตดังกล่าวจะจัดเซลล์นั้นไว้ยัง VOQ ของลำดับความสำคัญของเซลล์นั้นๆ จากนั้นอินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ทั้งสองลำดับความสำคัญที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะพิจารณาว่ามีกี่ลำดับความสำคัญที่จะส่งไปยังเอาท์พุตตัวเดียวกัน หากมีลำดับเดียวก็ทำ

การส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่ต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตที่ต้องการ แต่หากมีเซลล์มากกว่าหนึ่งลำดับความสำคัญต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตเดียวกันก็จะเลือกลำดับความสำคัญโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ และทำการส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือกไปยังเอาท์พุตที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 : grant เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่มี เอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือก ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว เอาท์พุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะให้บริการโดยให้น้ำหนักในการเลือกที่เท่ากัน จากนั้นเอาท์พุตจะเลือกอินพุตตามตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือก และส่ง grant พร้อมด้วยลำดับความสำคัญของเซลล์ดังกล่าว ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว

ขั้นที่ 3 : accept เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่ อินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว อินพุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญโดยให้น้ำหนักในการเลือกที่เท่ากัน จากนั้นอินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือกได้ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก จากนั้นจะทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้

ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล

4.1.2 **ควบคุมที่** grant

หลังจากทำการควบคุมสัดส่วนการให้บริการที่ส่วนแรกคือ request แล้ว จากนั้นเราอยากจะทราบว่าหากควบคุมสัดส่วนการให้บริการที่ขั้นตอน grant ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจัดกำหนดการเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่มีผลกระทบต่ออัลกอริทึม iSLIP มากที่สุด (เห็นได้จากสมรรถนะที่ต่างกันของ iSLIP และ RRM) แล้วนั้น จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อสมรรถนะ และความสามารถในการควบคุมสัดส่วนการให้บริการในสวิตช์ ในอัลกอริทึมนี้ เราจะไม่ควบคุมในขั้นตอน request เนื่องจากเราต้องการให้เซลล์ที่จะเข้าไปสู่การตัดสินใจในขั้นตอนต่อไปมีจำนวนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เนื่องจากหากควบคุมสัดส่วนการให้บริการให้เท่ากันที่ขั้นตอน request จะมีเซลล์ที่ไม่สามารถผ่านเข้ามาในขั้นตอน grant อยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งเป็นการตัดโอกาสในการจัดหาเส้นทางที่เหมาะสมของเซลล์เหล่านั้น ซึ่งจะทำให้มีโอกาสได้ทรูพุตที่สูงลดน้อยลง

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : request เมื่อมีเซลล์เข้ามาในบัฟเฟอร์ของอินพุต อินพุตดังกล่าวจะจัดเซลล์นั้นไว้ยัง VOQ ของลำดับความสำคัญของเซลล์นั้นๆ จากนั้นอินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะทำการส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่ต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตที่ต้องการโดยไม่คำนึงถึงลำดับความสำคัญของเซลล์

ขั้นที่ 2 : grant เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่มี เอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือก ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว เอาท์พุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะให้บริการโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ จากนั้นเอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือก

และส่ง grant พร้อมด้วยลำดับความสำคัญของเซลล์ดังกล่าว ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว

ขั้นที่ 3 : accept เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่ อินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว อินพุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญโดยให้น้ำหนักในการเลือกที่เท่ากัน จากนั้นอินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือกได้ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก จากนั้นจะทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล

4.1.3 **ควบคุมที่** accept

หลังจากเราได้ควบคุมสัดส่วนการให้บริการที่ขั้นตอนการตัดสินใจในสองลำดับแรกแล้ว จากนี้เราอยากทราบว่าหากควบคุมสัดส่วนการให้บริการที่ขั้นตอน accept ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายแล้วนั้น จะเป็นการตัดสินใจที่ช้าเกินไปหรือไม่และมีผลต่อสมรรถนะ และการควบคุมสัดส่วนการให้บริการอย่างไร และเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน grant เราจะไม่ควบคุมสัดส่วนการให้บริการในขั้นตอน request ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกัน แต่เราจำเป็นต้องควบคุมสัดส่วนการให้บริการที่ขั้นตอน grant เนื่องจากจะทำให้อัลกอริทึมการจัดเส้นทางให้กับเซลล์คลาสเดียวกันยังคงรูปแบบของอัลกอริทึม iSLIP อยู่

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : request เมื่อมีเซลล์เข้ามาในบัฟเฟอร์ของอินพุต อินพุตดังกล่าวจะจัดเซลล์นั้นไว้ยัง VOQ ของลำดับความสำคัญของเซลล์นั้นๆ จากนั้นอินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะทำการส่ง request และ

ลำดับความสำคัญของเซลล์ที่ต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตที่ต้องการโดยไม่คำนึงถึงลำดับความสำคัญของเซลล์

ขั้นที่ 2 : grant เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่มี เอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือก ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว เอาท์พุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะให้บริการโดยให้น้ำหนักในการเลือกที่เท่ากัน จากนั้นเอาท์พุตจะเลือกอินพุตตามตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือก และส่ง grant พร้อมด้วยลำดับความสำคัญของเซลล์ดังกล่าว ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว

ขั้นที่ 3 : accept เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่ อินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว อินพุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ จากนั้นอินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือกได้ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก จากนั้นจะทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล

4.1.4 **ควบคุมที่** request **และ** grant

ในขั้นต้น เราทำการควบคุมสัดส่วนการให้บริการในแต่ละขั้นตอนการตัดสินใจทั้ง 3 ขั้น เพื่อศึกษาผลกระทบต่างๆที่เกิดขึ้นในการควบคุมแต่ละขั้นการตัดสินใจแล้ว จากนั้นเราอยากจะทราบอีกว่า หากทำการควบคุมสัดส่วนการให้บริการมากกว่าหนึ่งขั้นตอนพร้อมกัน จะมีผลต่อสมรรถนะ และการควบคุมสัดส่วนการให้บริการอย่างไร มีความแตกต่างจากอัลกอริทึมมีควบคุมเพียงขั้นตอนเดียวหรือไม่อย่างไร การเพิ่มขึ้นของแต่ละขั้นตอนการตัดสินใจที่ต้องการควบคุมมีผลอย่างไร ข้อดีและข้อเสียที่ได้เป็นอย่างไร ซึ่งอันดับแรกเราจะควบคุมที่ส่วนต้นของขั้นตอนการตัดสินใจ นั่นคือส่วนของ request และ grant เพื่อจะทดสอบว่าในการควบคุมที่รุนแรงตั้งแต่ต้นจะมีผลอย่างไร ต่อสมรรถนะ และการควบคุมสัดส่วนการให้บริการ สัดส่วนการให้บริการดังกล่าวจะถูกควบคุมโดยวิธีการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักโดยในแต่ละขั้นตอนที่มีการตัดสินใจด้วยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักนั้น น้ำหนักของการสุ่มที่ใช้จะเท่ากัน

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : request เมื่อมีเซลล์เข้ามาในบัฟเฟอร์ของอินพุต อินพุตดังกล่าวจะจัดเซลล์นั้นไว้ยัง VOQ ของลำดับความสำคัญของเซลล์นั้นๆ จากนั้นอินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ทั้งสองลำดับความสำคัญที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะพิจารณาว่ามีกี่ลำดับความสำคัญที่จะส่งไปยังเอาท์พุตตัวเดียวกัน หากมีลำดับเดียวก็ทำการส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่ต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตที่ต้องการ แต่หากมีเซลล์มากกว่าหนึ่งลำดับความสำคัญต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตเดียวกันก็จะเลือกลำดับความสำคัญโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ และทำการส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือกไปยังเอาท์พุตที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 : grant เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่มี เอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือก ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว เอาท์พุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะให้บริการโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ จากนั้นเอาท์พุตจะ

เลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือก และส่ง grant พร้อมด้วยลำดับความสำคัญของเซลล์ดังกล่าว ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว

ขั้นที่ 3 : accept เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่ อินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว อินพุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญโดยให้น้ำหนักในการเลือกที่เท่ากัน จากนั้นอินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือกได้ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก จากนั้นจะทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล

4.1.5 **ควบคุมที่** request **และ** accept

หลังจากควบคุมตั้งแต่ตอนต้นนั่นคือที่ขั้นตอน request และ grant แล้ว จากนั้นเราจะทบลองทำการควบคุมที่ส่วนแรกสุด และส่วนท้ายสุด ของขั้นตอนการตัดสินใจ นั่นคือขั้นตอน request และ accept โดยจะให้โอกาสได้รับบริการที่ขั้นตอน grant (ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะมากที่สุด) ของเซลล์ทั้งสองคลาสเท่ากัน เพื่อดูผลกระทบที่มีต่อสมรรถนะ และประสิทธิภาพในการควบคุมสัดส่วนการให้บริการ

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : request เมื่อมีเซลล์เข้ามาในบัฟเฟอร์ของอินพุต อินพุตดังกล่าวจะจัดเซลล์นั้นไว้ยัง VOQ ของลำดับความสำคัญของเซลล์นั้นๆ จากนั้นอินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ทั้งสองลำดับความสำคัญที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะพิจารณาว่ามีกี่ลำดับความสำคัญที่จะส่งไปยังเอาท์พุตตัวเดียวกัน หากมีลำดับเดียวก็ทำ

การส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่ต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตที่ต้องการ แต่หากมีเซลล์มากกว่าหนึ่งลำดับความสำคัญต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตเดียวกันก็จะเลือกลำดับความสำคัญโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ และทำการส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือกไปยังเอาท์พุตที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 : grant เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่มี เอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือก ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว เอาท์พุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะให้บริการโดยให้น้ำหนักในการเลือกที่เท่ากัน จากนั้นเอาท์พุตจะเลือกอินพุตตามตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือก และส่ง grant พร้อมด้วยลำดับความสำคัญของเซลล์ดังกล่าว ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว

ขั้นที่ 3 : accept เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่ อินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว อินพุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ จากนั้นอินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือกได้ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก จากนั้นจะทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่

เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล

4.1.6 **ควบคุมที่** grant **และ** accept

หลังจากการทดลองควบคุมที่ขั้นตอนแรกสุดนั่นคือขั้นตอน request รวมกับอีกสองขั้นตอนที่เหลือแล้ว เราอยากทราบอีกว่าหากเราปล่อยให้มีเซลล์เข้ามาในขั้นตอนการตัดสินใจเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มโอกาสที่จะได้รับทรูพุตที่ดีขึ้น จากนั้นจึงทดลองควบคุมที่ขั้นตอนในการตัดสินใจใน 2 ส่วนหลัง นั่นคือ grant และ accept จะได้ผลที่แตกต่างจากวิธีอื่นโดยเฉพาะอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant หรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : request เมื่อมีเซลล์เข้ามาในบัฟเฟอร์ของอินพุต อินพุตดังกล่าวจะจัดเซลล์นั้นไว้ยัง VOQ ของลำดับความสำคัญของเซลล์นั้นๆ จากนั้นอินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะทำการส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่ต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตที่ต้องการโดยไม่คำนึงถึงลำดับความสำคัญของเซลล์

ขั้นที่ 2 : grant เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่มี เอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือก ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว เอาท์พุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะให้บริการโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ จากนั้นเอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือกและส่ง grant พร้อมด้วยลำดับความสำคัญของเซลล์ดังกล่าว ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว

ขั้นที่ 3 : accept เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่ อินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว อินพุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ จากนั้นอินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือกได้ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก จากนั้นจะทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล

4.1.7 **ควบคุมที่** request, grant **และ** accept

ในตอนต้นเราทำการควบคุมสัดส่วนการให้บริการในแต่ละส่วนของขั้นตอนการตัดสินใจ จากนั้นเราจึงทำการควบคุมร่วมกันระหว่าง 2 ขั้นตอนการตัดสินใจเพื่อเปรียบเทียบข้อแตกต่างและข้อดีข้อเสียของการตัดสินใจร่วนกัน ในลำดับสุดท้ายนี้เราต้องการทราบว่าในการควบคุมที่รุนแรงที่สุด นั่นคือการควบคุมสัดส่วนการให้บริการในทั้ง 3 ขั้นตอนการตัดสินใจ จะมีผลกระทบอย่างไร และมากน้อยเพียงใด ผลที่ได้แตกต่างจากอัลกอริทึมอื่นอย่างไร มีการรวมข้อดีและข้อเสียของแต่ละอัลกอริทึมหรือไม่อย่างไร

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

ขั้นที่1 : request เมื่อมีเซลล์เข้ามาในบัฟเฟอร์ของอินพุต อินพุตดังกล่าวจะจัดเซลล์นั้นไว้ยัง VOQ ของลำดับความสำคัญของเซลล์นั้นๆ จากนั้นอินพุตแต่ละตัวจะพิจารณาว่ามีเซลล์ใน VOQ ทั้งสองลำดับความสำคัญที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้ามี ก็จะพิจารณาว่ามีกี่ลำดับความสำคัญที่จะส่งไปยังเอาท์พุตตัวเดียวกัน หากมีลำดับเดียวก็ทำการส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่ต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตที่ต้องการ แต่หากมีเซลล์มากกว่าหนึ่งลำดับความสำคัญต้องการจะส่งไปยังเอาท์พุตเดียวกันก็จะเลือกลำดับความสำคัญโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ และทำการส่ง request และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือกไปยังเอาท์พุตที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 : grant เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่มี เอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ จากนั้นเอาท์พุตจะส่ง grant และลำดับความสำคัญของเซลล์ที่เลือก ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว เอาท์พุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะให้บริการโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ จากนั้นเอาท์พุตจะเลือกอินพุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือก และส่ง grant พร้อมด้วยลำดับความสำคัญของเซลล์ดังกล่าว ไปยังอินพุตตัวที่เลือก และรอรับ accept จากขั้นที่ 3 จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของเอาท์พุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบ โมดูโล เมื่อได้รับ accept ตอบรับจากอินพุตดังกล่าว

ขั้นที่ 3 : accept เมื่อเอาท์พุตได้รับ request และลำดับความสำคัญจากอินพุตแล้ว เอาท์พุตตัวดังกล่าวจะพิจารณาว่ามีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันหรือไม่ หากไม่ อินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญนั้นๆ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก และทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล แต่หากมีการแย่งชิงกันของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันแล้ว อินพุตจะทำการสุ่มเลือกลำดับความสำคัญโดยการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับความสำคัญ จากนั้นอินพุตจะเลือกเอาท์พุตตาม ตารางการจัดกำหนดการ round-robin ของลำดับความสำคัญที่เลือกได้ และส่ง accept ไปยังเอาท์พุตตัวที่เลือก จากนั้นจะทำการส่งเซลล์ที่ได้รับเลือกจากอินพุตนั้นไปยังเอาท์พุตที่เลือก จากนั้นตัวชี้ตำแหน่งในตารางการจัดกำหนดการ round robin ของอินพุตที่ลำดับความสำคัญนั้นๆ จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งลำดับวนไปเรื่อยๆแบบโมดูโล

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น หากมีการควบคุมสัดส่วนการให้บริการในหลายขั้นตอนการตัดสินใจ ค่าน้ำหนักการสุ่มที่ใช้จะเท่ากันในทุกขั้นตอน และเมื่อปรับน้ำหนักการสุ่ม จะส่งผลให้สัดส่วนการให้บริการกับเซลล์ในแต่ละคลาสเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะช่วยให้อัลกอริทึมที่นำเสนอนี้สามารถควบคุมสัดส่วนของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลทดสอบและการวิเคราะห์

บทนี้จะกล่าวถึงวิธีการจำลองระบบสวิตช์ที่สามารถรองรับเซลล์ที่มีระดับความสำคัญแตกต่างกัน 2 คลาส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อ เซลล์คลาส 1 ให้ได้ตามความต้องการด้วยอัลกอริทึมที่นำเสนอ และนำสมรรถนะที่ได้จากแต่ละ อัลกอริทึมที่นำเสนอมาเปรียบเทียบระหว่างกันเอง จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมที่มีผู้นำเสนอมาก่อนหน้านี้ โดยสมรรถนะที่ทำการเปรียบเทียบจะพิจารณาทั้งในเรื่องของเวลาประวิงโดยเฉลี่ย และช่วงการใช้งานในสภาพทราฟฟิกต่างๆ ของแต่ละอัลกอริทึมที่นำเสนอ โดยจะมีการเรียงเนื้อหาด้วยการกล่าวถึงแบบจำลองของระบบสวิตช์ที่ทำการทดสอบ พร้อมด้วยสมมุติฐาน ขอบเขต และพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการทดสอบ และในส่วนสุดท้ายจะแสดงถึงผลการทดสอบ และการวิเคราะห์ผลการทดสอบดังกล่าว โดยลำดับแรกจะทำการวิเคราะห์ในแต่ละอัลกอริทึม จากนั้นจึงจะวิเคราะห์ในภาพรวมทั้งหมดเพื่อให้เห็นถึงข้อดี ข้อเสียและสมรรถนะของแต่ละอัลกอริทึมที่นำเสนอ

5.1 แบบจำลองอัลกอริทึมที่นำเสนอ

ในการทดสอบสมรรถนะของเซลล์สวิตช์โดยใช้อัลกอริทึมตามที่ได้นำเสนอในบทที่ 4 นั้นจะใช้โปรแกรม Math Lab เข้ามาช่วยในการจำลองระบบ โดยสวิตช์ที่จำลองขึ้นมานั้นจะเป็นสวิตช์ขนาด 8 พอร์ต ทั้งขาเข้าและขาออก โดยแพ็กเก็ตที่เข้ามาในสวิตช์นี้จะได้รับการให้บริการทีละเซลล์ไปเรื่อยๆโดยมีสมมุติฐานของแบบจำลองดังนี้

1. ความหนาแน่นของปริมาณเซลล์ที่เข้าขอใช้บริการ (offered load) มีค่าคงที่ในแต่ละการทดลอง
2. อัตราส่วนของปริมาณความหนาแน่นของข้อมูลที่มีลำดับความสำคัญแตกต่างกันทั้งสองลำดับมีค่าคงที่ในแต่ละการทดลอง
3. การเกิดขึ้นของเซลล์ที่ต้องการขอใช้บริการมีการกระจายตัวแบบ Bernoulli
4. บัฟเฟอร์ของสวิตช์มีอย่างไม่จำกัด
5. อัลกอริทึ่ม iSLIP ที่ใช้มีการวนซ้ำเพียงรอบเดียว (1SLIP)
6. ไม่คิดคำนวณเวลาประวิงที่เกิดจากการคำนวณของระบบ

อัลกอริทึมที่ใช้ในการทดลองคืออัลกอริทึมการจัดลำดับเส้นทางภายในสวิตช์ซึ่งรองรับสภาพทราฟฟิกที่มีลำดับความสำคัญต่างกันซึ่งนำเสนอไว้ในบทที่ 4 โดยมีขอบเขตของการทดลองดังนี้

1. เซลล์ที่เข้าขอใช้บริการจะเกิดขึ้นเรื่อยๆเป็นเวลา 100,000 สล๊อตเวลาต่อ 1 พอร์ตของสวิตช์
2. ความหนาแน่นของปริมาณเซลล์ที่เข้าขอใช้บริการ (offered load) จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในการทดลองแต่ละครั้ง ครั้งละ 5% จาก 20% ไปจนถึง 100%
3. มีการปรับสัดส่วนความหนาแน่นของเซลล์ข้อมูลระหว่างเซลล์ทั้งสองคลาส เริ่มต้นจากการกำหนดให้เซลล์คลาส 1มีสัดส่วน 10% และเซลล์คลาส 2 90% จากนั้นปรับเพิ่มสัดส่วนของเซลล์คลาส 1ทีละ 10% ในขณะที่ปรับลดเซลล์คลาส 2ลงทีละ 10% จนกว่าสัดส่วนของเซลล์ทั้งสองระดับความสำคัญมีค่าเท่ากันที่ 50%
4. อัลกอริทึมที่ใช้ในการทดลองคือทุกอัลกอริทึมที่นำเสนอไว้ในบทที่ 4

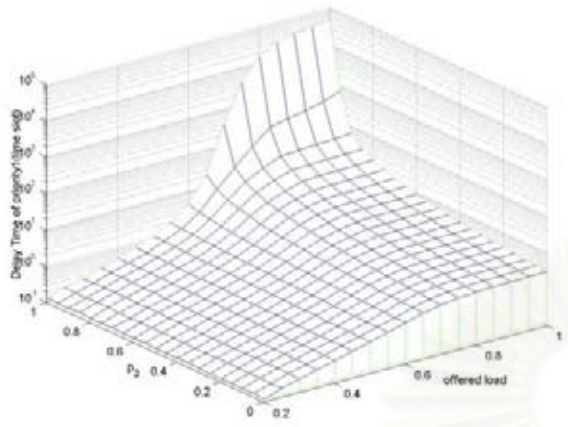
กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

Offered load	แทนความหนาแน่นของทราฟฟิก
P1 load	แทนค่าสัดส่วนเซลล์คลาส 1
Delay time	แทนเวลาประวิงโดยเฉลี่ย
P1	แทนค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูง
P2	แทนค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำ
p_2	แทนโอกาสที่เซลล์คลาส 2จะชนะการแย่งชิง

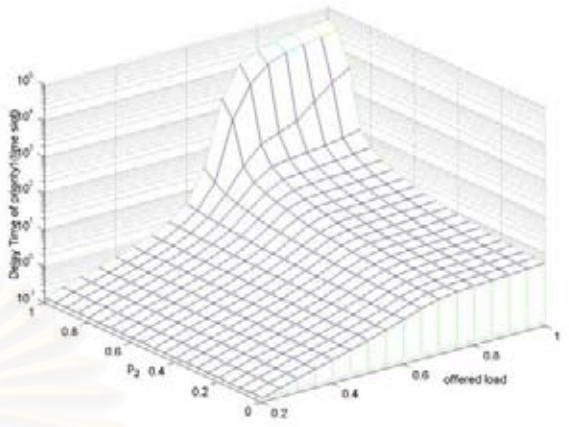
5.2 ผลการทดสอบสมรรถนะของอัลกอริทึมที่นำเสนอ

สมรรถนะของระบบสวิตช์ที่นำเสนอจะถูกวัดอยู่ในรูปของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยเปรียบเทียบกันระหว่างเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญแตกต่างกันทั้งสองระดับในแต่ละอัลกอริทึมที่นำเสนอ และเปรียบเทียบกับวิธีเดิมคือวิธี Priority iSLIP ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

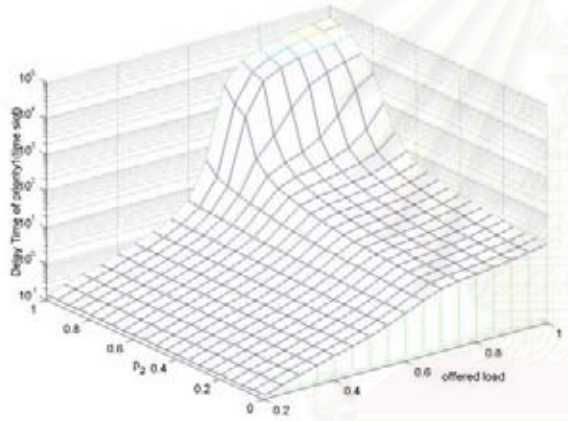
5.2.1 อัลกอริทึมการควบคุมที่ request



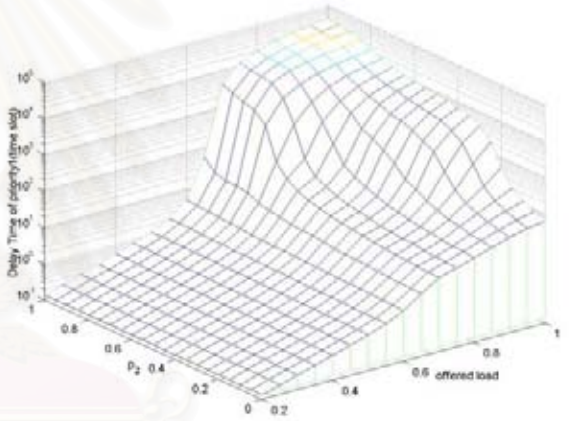
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



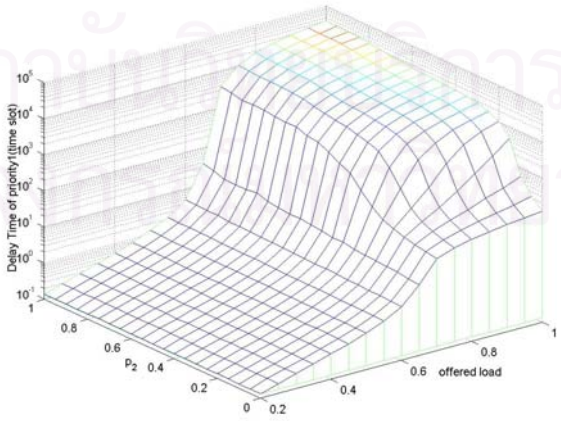
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

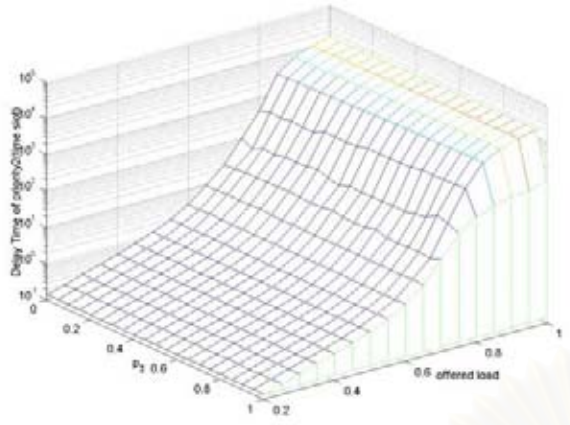


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

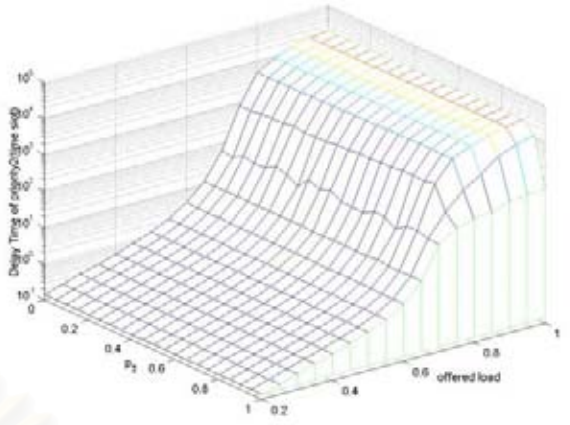


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

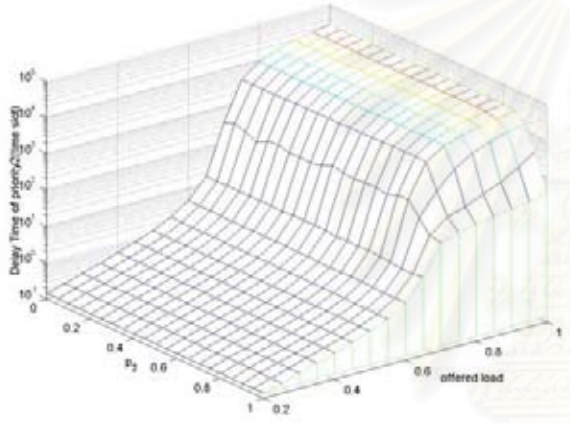
รูปที่ 5.1.1 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1



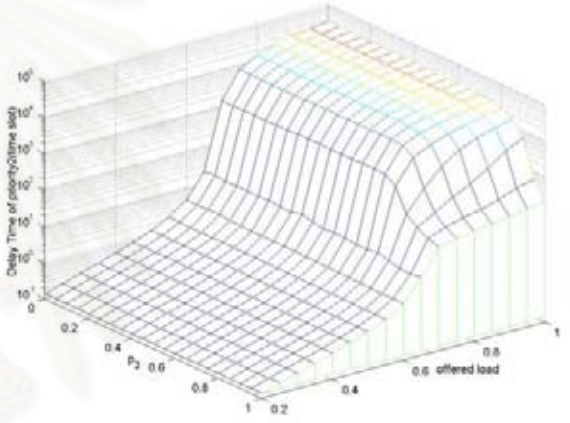
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



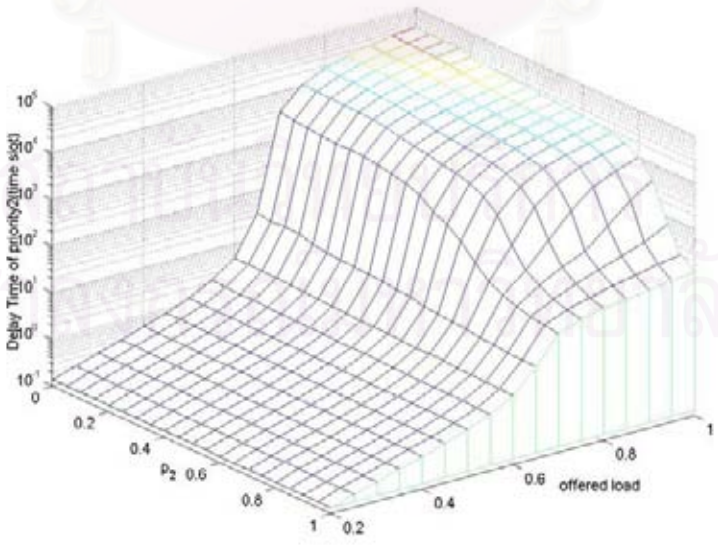
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

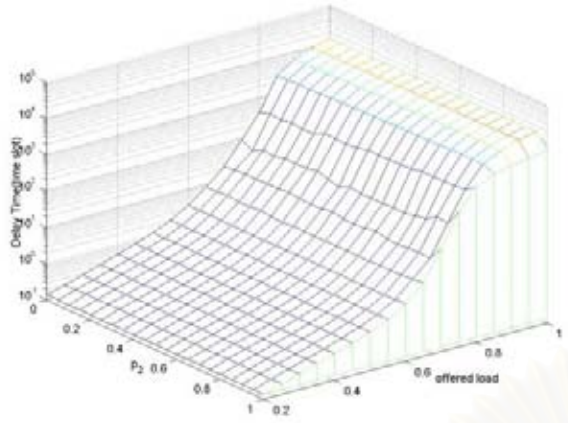


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

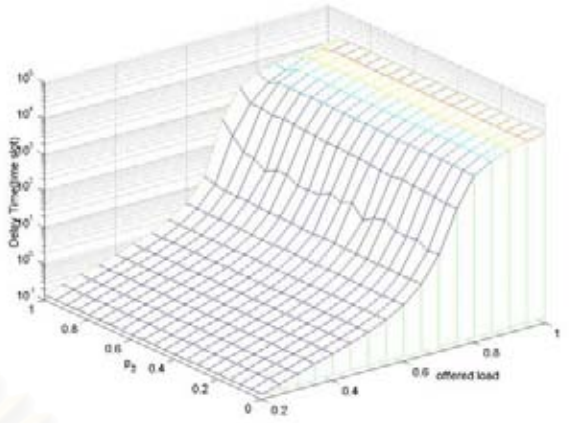


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

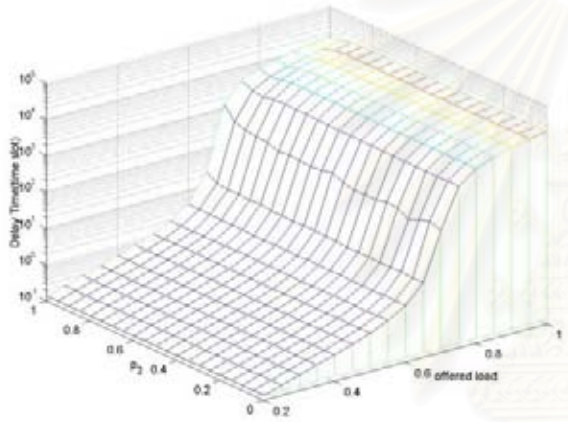
รูปที่ 5.1.2 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2



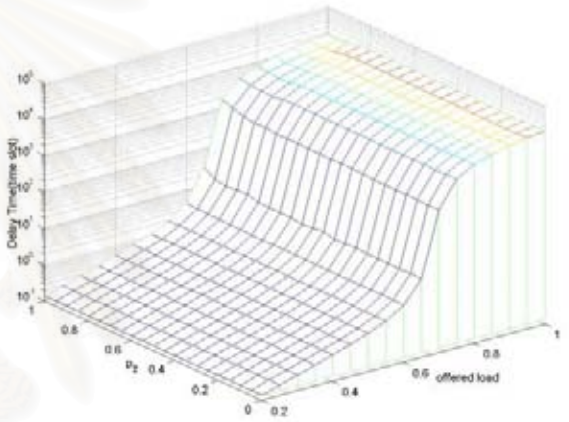
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



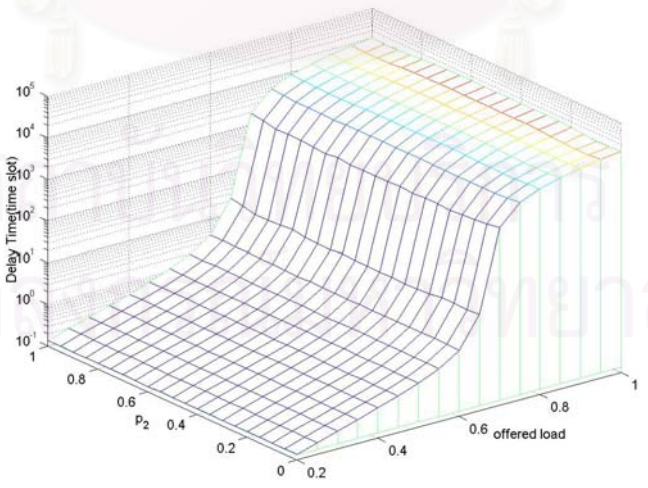
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

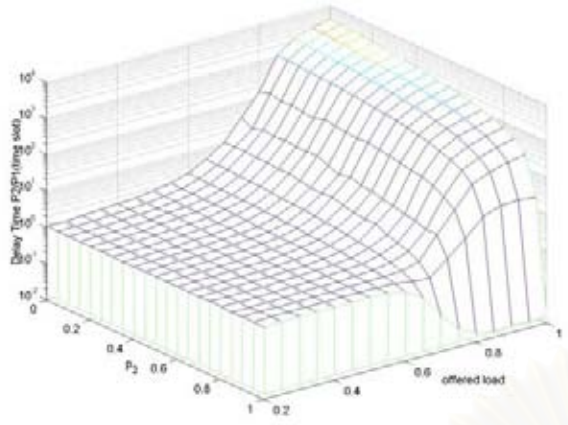


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

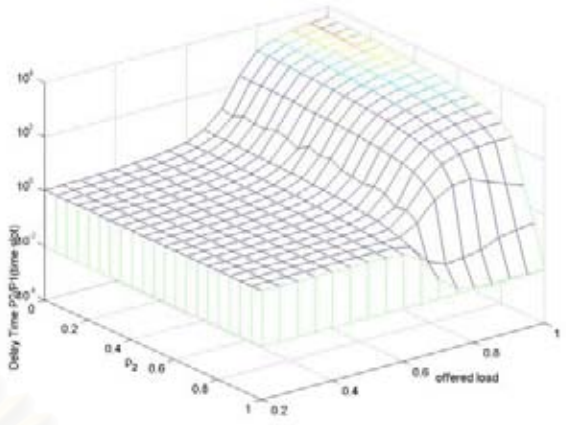


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

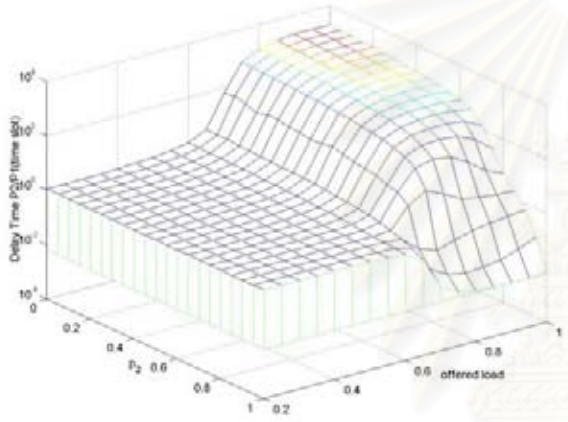
รูปที่ 5.1.3 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม



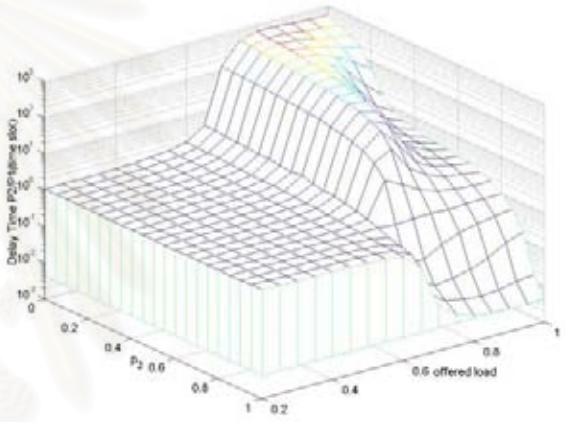
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



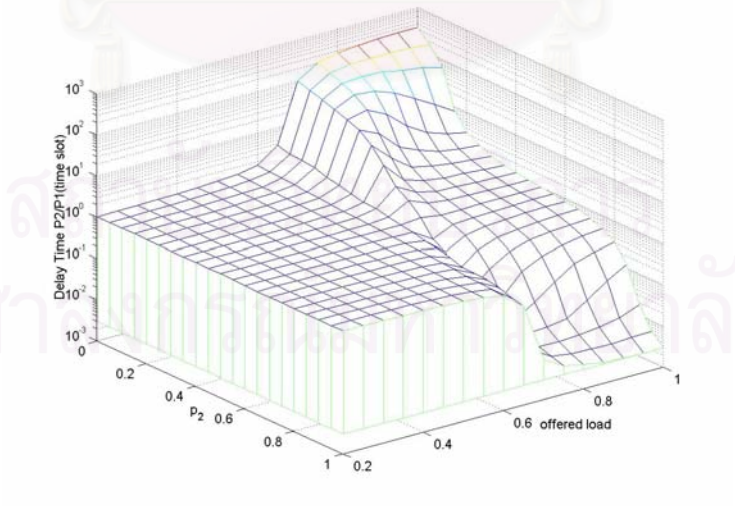
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

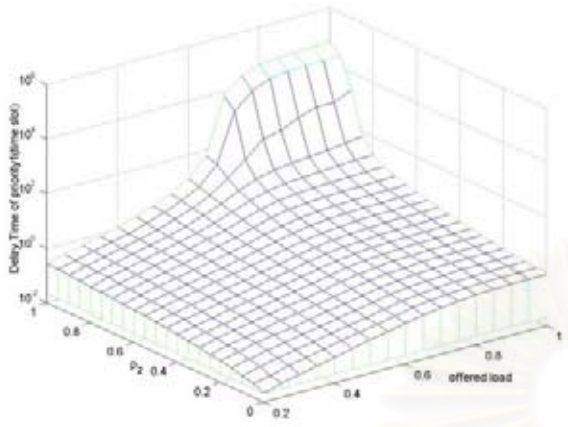
รูปที่ 5.1.4 อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1ต่อเซลล์คลาส 2

พิจารณาผลการทดสอบสมรรถนะของกราฟในรูปที่ 5.1.1 ซึ่งแสดงค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ภายใต้สัดส่วนของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ไปจนถึง 50% พิจารณาจากกราฟทั้ง 5 รูปเห็นชัดว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณ offered load โดยรวมขึ้น ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้เนื่องจากสวิตช์ต้องรองรับทราฟฟิกมากขึ้นนั่นเอง เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปใดรูปหนึ่งพบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 จะส่งผลกระทบทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลงดังแสดงในรูปที่ 5.1.2 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.1.1 ,5.1.2 และ 5.1.3 ซึ่งมีสัดส่วนของเซลล์คลาส 1 และ 2 ที่แตกต่างกันพบข้อสังเกตดังนี้ ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 จาก 10% เป็น 50% มีผลทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะของผลการทดสอบที่ได้สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณทราฟฟิกยังคงเท่าเดิมทำให้ความรุนแรงในการแย่งใช้บริการระหว่างเซลล์ทั้งสองคลาสสูงขึ้น (การที่มีเซลล์คลาสใดคลาสหนึ่งในปริมาณที่สูงในขณะที่เซลล์อีกคลาสหนึ่งมีปริมาณที่ต่ำจะช่วยให้โอกาสที่จะได้รับทรูพุตเพิ่มขึ้นมีมากขึ้นเนื่องจากผลกระทบอันเกิดจากคลาสของเซลล์ที่มีผลต่อการจัดสรรเส้นทางลดลง) ส่งผลกระทบต่อเซลล์ทั้งสองคลาสทำให้โอกาสในการได้รับบริการลดลง จนทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมเพิ่มขึ้น จนเมื่อเพิ่มค่า p_2 ขึ้นเพื่อเพิ่มโอกาสในการให้บริการแก่เซลล์คลาส 2 ขึ้น จึงทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลง ดังจะเห็นได้จากกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.1.2 แต่การเพิ่ม p_2 ดังกล่าวกลับส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.1.1 ดังนั้นเวลาประวิงโดยเฉลี่ยจึงไม่เปลี่ยนแปลงตามค่า p_2 ดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.1.3 ในทำนองเดียวกัน เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เท่ากันกับเซลล์คลาส 2 กราฟสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่ 50% ในรูปที่ 5.1.1 และ 5.1.2 ของเซลล์ทั้งสองคลาสมีลักษณะสมมาตรกัน และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่จุด p_2 50%ของเซลล์คลาส 1 และ 2 จะมีค่าเท่ากัน พิจารณากราฟการทดสอบสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่ 10% ซึ่งแสดงไว้ในทั้งในรูปที่ 5.1.1 และ 5.1.2 พบว่า ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน เมื่อปริมาณ offered load เพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 จะเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเซลล์คลาส 1 เนื่องมาจากเมื่อปริมาณ offer load เพิ่มขึ้นความแตกต่างของปริมาณของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ยิ่งเพิ่มสูงขึ้น (ยกตัวอย่างเช่น เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เป็น 10% หากปริมาณ offered load เป็น 60% เซลล์คลาส 1 จะมี 6% ในขณะที่เซลล์

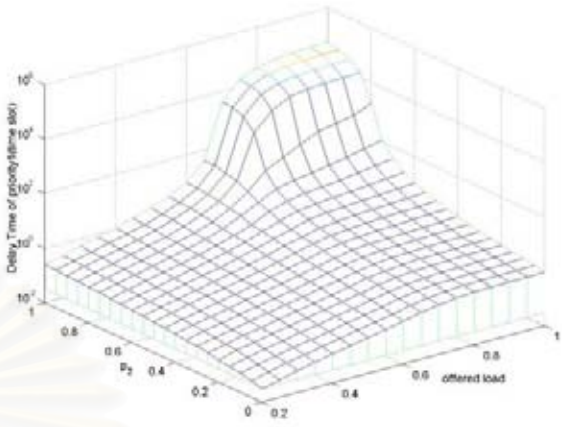
คลาส 2 จะมี 54% แตกต่างกัน 48% แต่เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เป็น 80% จะทำให้เซลล์คลาส 1 มี 8% และเซลล์คลาส 2 มี 72% แตกต่างกัน 64% ซึ่งมากกว่าในกรณีแรกอยู่ 16%) จึงทำให้การแข่งขันกันเองของเซลล์คลาส 1 น้อยกว่าเซลล์คลาส 2 พิจารณากราฟทั้งหมดในรูปที่ 5.1.4 พบว่าผลจากการเพิ่มขึ้นของ offered load ที่มีต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสส่งผลต่อเนื่องไปถึงอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 โดยช่วงของอัตราส่วนดังกล่าวจะกว้างขึ้นตามปริมาณ offered load ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นที่ต่างกันของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยในแต่ละคลาส แต่ที่ปริมาณ offered load ไม่สูงนักอัตราส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วงแคบมากเนื่องจากสวิตช์สามารถให้บริการเซลล์แต่ละคลาสที่เข้ามาได้อย่างทันท่วงทีจนแทบจะไม่มีเซลล์คลาสใดเลยที่ต้องรอคอยรับบริการ และจะกว้างขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อ offered load มีปริมาณสูงกว่า 70% ขึ้นไป ภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ถึง 50% สังเกตว่าช่วงอัตราส่วนสูงสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่มากกว่า 1 เท่า ลดลงจาก 4,541 เท่า เหลือเพียง 335 เท่า แต่ช่วงอัตราส่วนต่ำสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่น้อยกว่า 1 เท่า ลดลงจาก 0.018 เท่า เป็น 0.003 เท่า โดยจุดสูงสุด และต่ำสุดดังกล่าวจะหาได้จากการกำหนดค่า p_2 ที่ 0% และ 100% ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้ เนื่องจาก ณ จุดเหล่านั้น ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีความต่างกันมากที่สุด พบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 ให้สูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ลดต่ำดังแสดงในรูปที่ 5.1.4 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 แต่ช่วงที่ควบคุมได้ดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ offered load และสัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 อีกด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

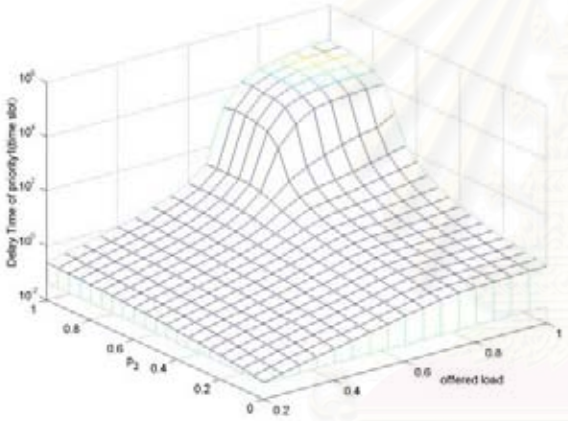
5.2.2 อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant



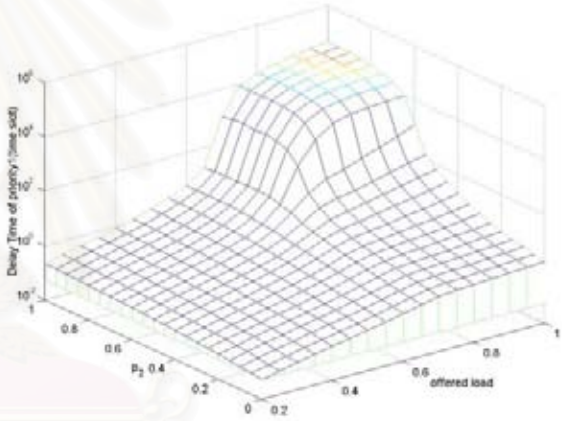
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



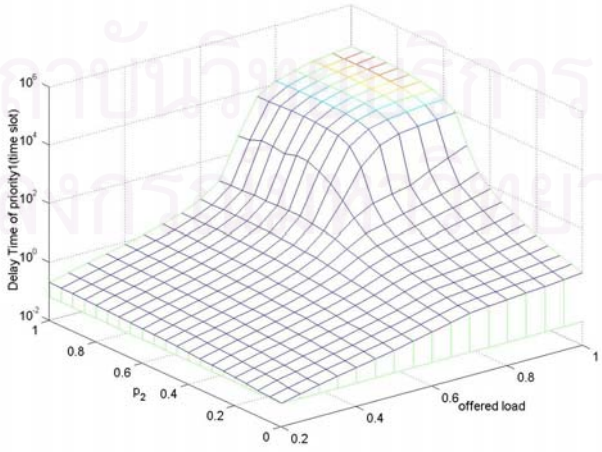
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

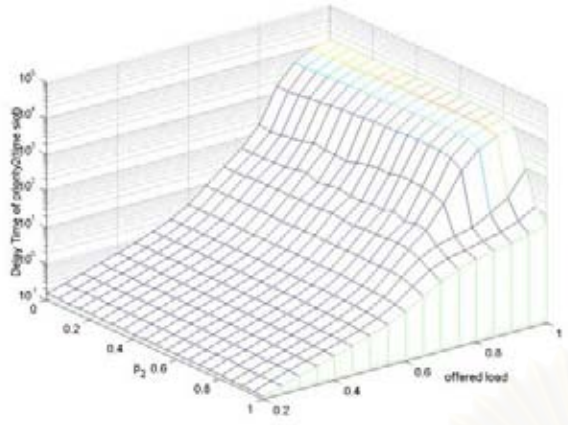


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

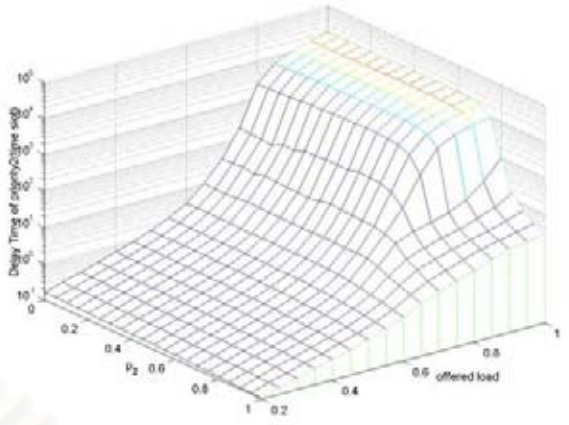


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

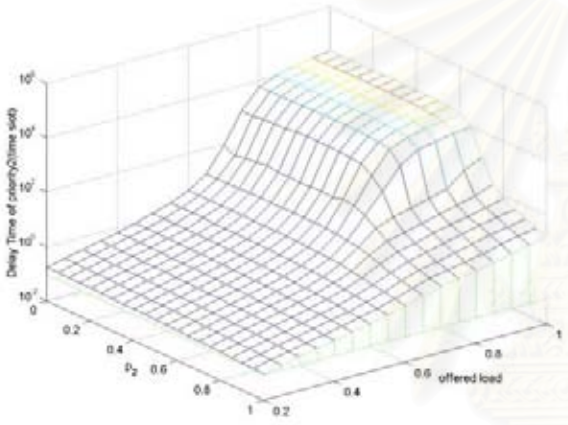
รูปที่ 5.2.1 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1



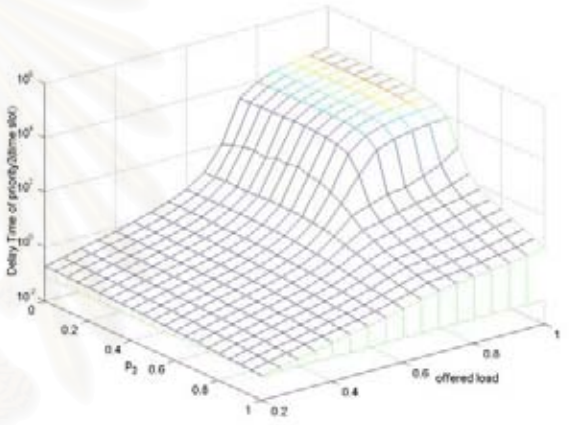
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



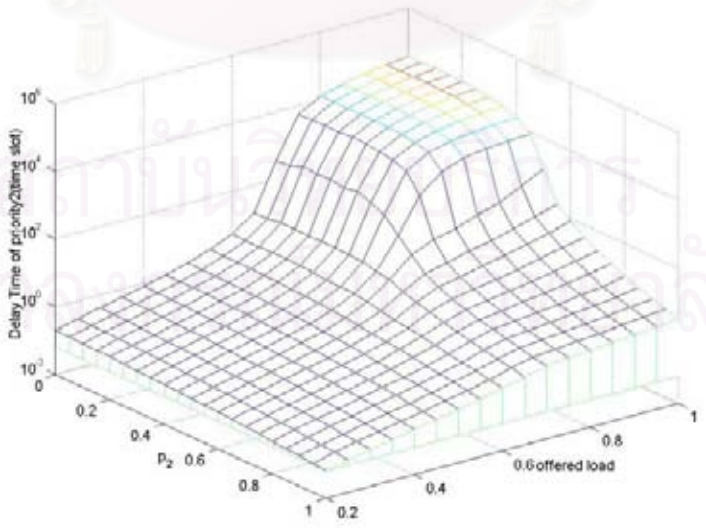
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

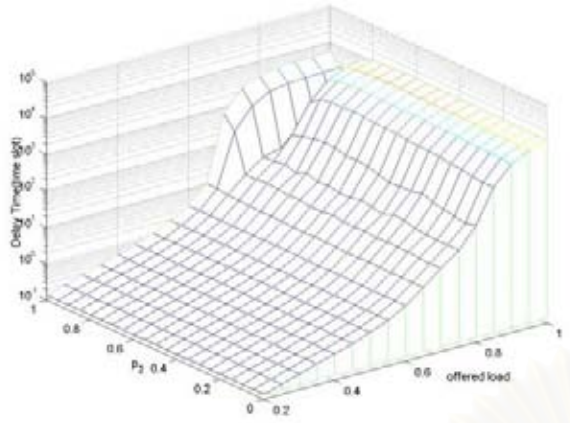


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

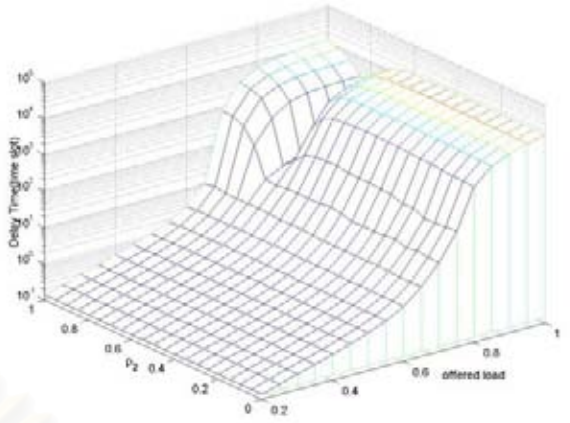


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

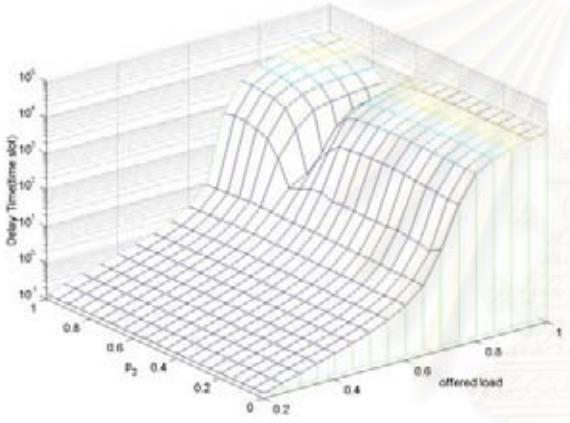
รูปที่ 5.2.2 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2



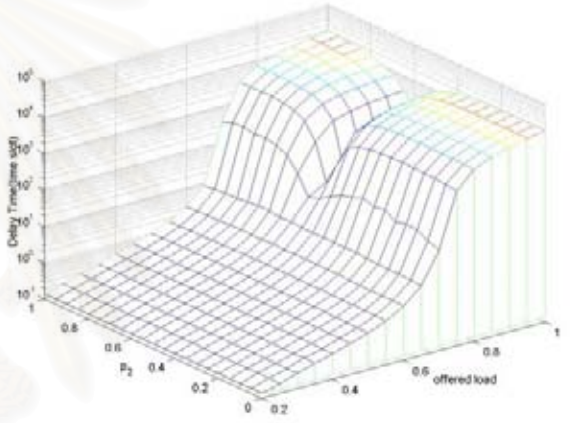
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



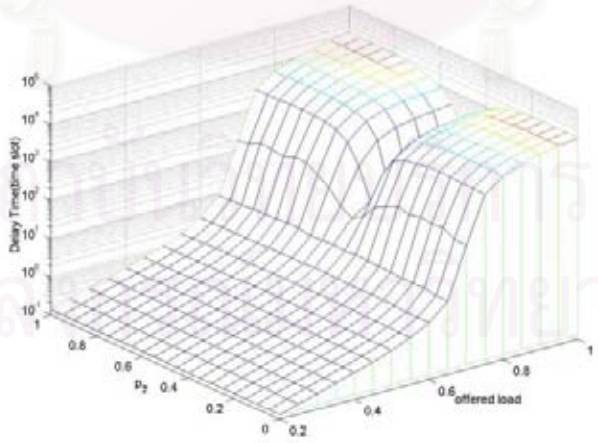
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

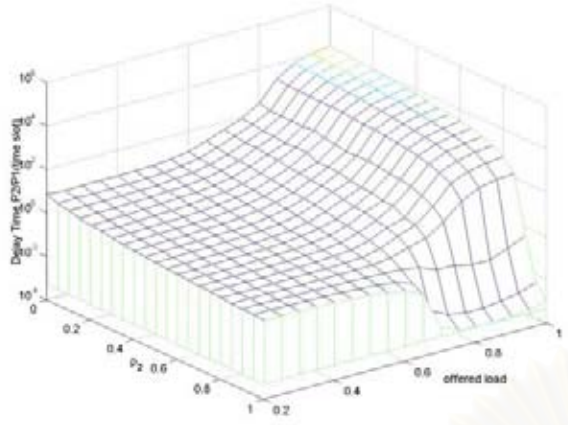


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

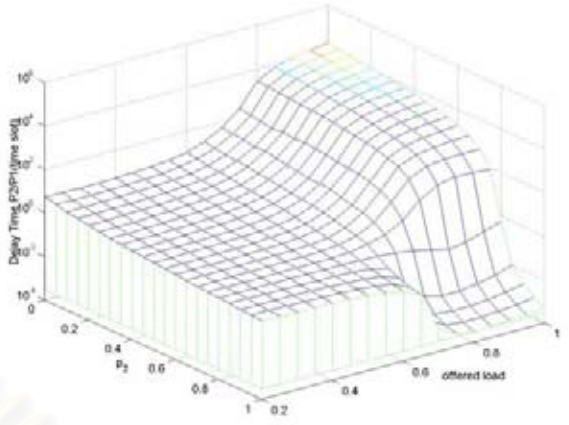


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

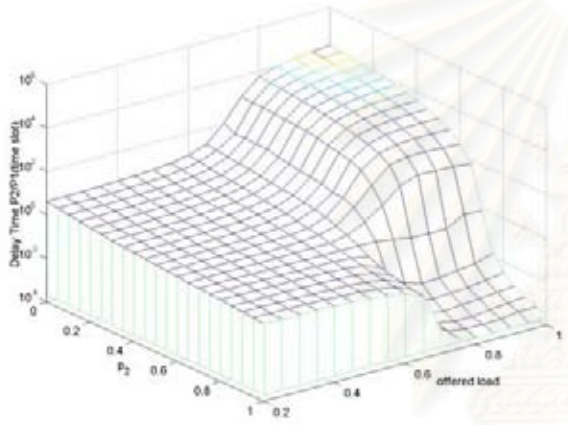
รูปที่ 5.2.3 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม



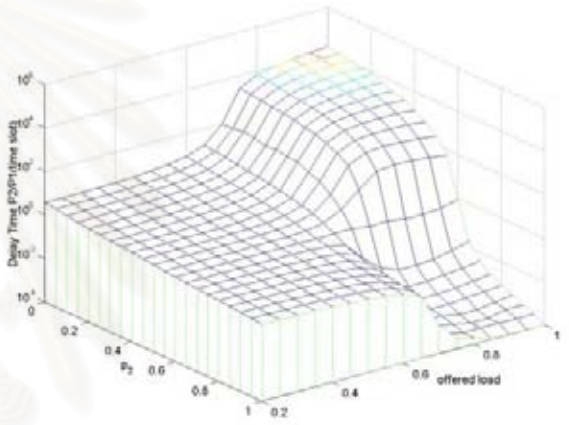
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



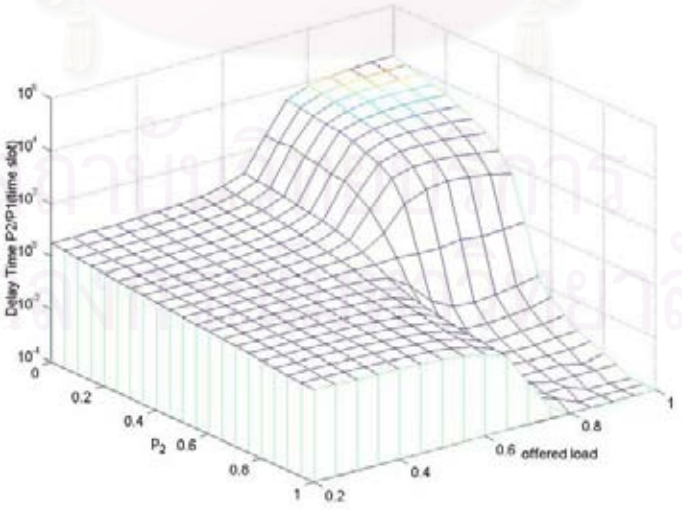
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

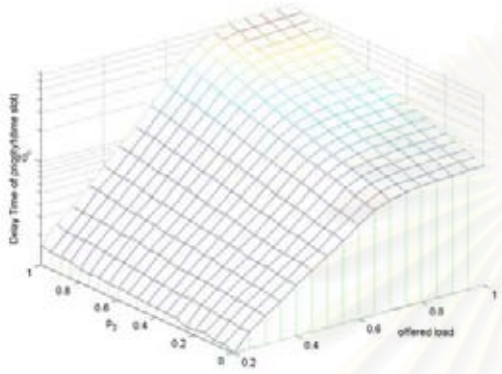
รูปที่ 5.2.4 อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1ต่อเซลล์คลาส 2

พิจารณาผลการทดสอบสมรรถนะของกราฟทั้ง 5 กราฟในรูปที่ 5.2.1 ซึ่งแสดงค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ภายใต้สัดส่วนของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ไปจนถึง 50% เห็นชัดว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณ offered load โดยรวมขึ้นค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้เนื่องจากสวิตช์ต้องรองรับทราฟฟิกมากขึ้นนั่นเอง เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปใดรูปหนึ่งพบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 จะส่งผลกระทบทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลงดังแสดงในรูปที่ 5.2.2 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 เช่นเดียวกับอัลกอริทึมควบคุมที่ request เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.2.1 ,5.2.2 และ 5.2.3 ซึ่งมีสัดส่วนของเซลล์คลาส 1 และ 2 ที่แตกต่างกันพบข้อสังเกตดังนี้ ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 จาก 10% เป็น 50% มีผลทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกัน แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ดังรูปที่ 5.1.1, 5.1.2 และ 5.1.3 พบเวลาค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมนี้ ที่ปริมาณ offered load เท่ากัน น้อยกว่าอัลกัลกอริทึมการควบคุมที่ request ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ ในอัลกอริทึมนี้ ขั้นตอน request จะไม่คำนึงถึงคลาสของเซลล์ ดังนั้นจะมีเซลล์ทั้งสองคลาสผ่านเข้ามายังขั้นตอน grant มากขึ้น ดังนั้นโอกาสที่การจัดสรรเส้นทางจะได้ทรูพุตที่สูงจึงเพิ่มขึ้นเมื่อมีเซลล์ที่ขอใช้บริการเพิ่มขึ้น (ค่าทรูพุตที่ได้ในอัลกอริทึมนี้สูงกว่าอัลกอริทึมการควบคุมที่ request เนื่องจากมีปริมาณเซลล์แต่ละคลาสที่มีโอกาสได้รับเลือกในขั้นตอน grant และ accept มากกว่า) จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.2.3 ซึ่งแสดงสมรรถนะด้านค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ย สังเกตว่า เมื่อปรับค่า p_2 ให้อยู่ในช่วงหนึ่ง จะทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยลดลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ การปรับค่า p_2 ขึ้น ทำให้โอกาสที่เซลล์คลาส 2 จะได้รับบริการสูงขึ้นทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลง ในขณะที่โอกาสของเซลล์คลาส 1 จะลดลงทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 เพิ่มขึ้น จนเมื่อ p_2 เพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งจะทำให้การลดลงของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 มีอัตราเร็วสูงกว่าการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 จึงทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมลดลง แต่หากยังเพิ่มค่า p_2 ต่อไปจนทำให้การลดลงของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 มีอัตราเร็วต่ำกว่าการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณสัดส่วนของเซลล์คลาสขึ้นจาก 10% ไปจนถึง 50% พบว่า ค่า p_2 ที่ทำให้เกิดการลดลงของเวลาประวิงโดย

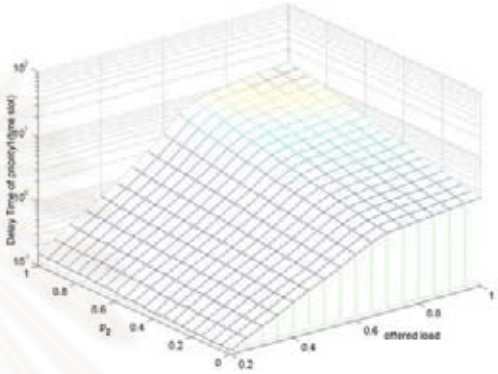
เฉลี่ยของเซลล์โดยรวมจะเปลี่ยนไปด้วยซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้เนื่องจากความสมดุลของปริมาณเซลล์แต่ละคลาสเปลี่ยนไป และยังพบจุดสังเกตสำคัญคือ ค่า p_2 ที่ส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมต่ำที่สุดจะอยู่ที่ค่าเท่ากับ 100-{สัดส่วนเซลล์คลาส 1} % เสมอ ยกตัวอย่างเช่นที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30% ค่า p_2 ดังกล่าวจะอยู่ที่ 70% เป็นต้น ดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.2.3 ซึ่งข้อสังเกตนี้อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ต่อไป และเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เท่ากันกับเซลล์คลาส 2 กราฟสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่ 50% ในรูปที่ 5.1.1 และ 5.1.2 ของเซลล์ทั้งสองคลาสมีลักษณะสมมาตรกัน และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่จุด p_2 50%ของเซลล์คลาส 1 และ 2 จะมีค่าเท่ากัน พิจารณากราฟการทดสอบสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่ 10% ซึ่งแสดงไว้ในทั้งในรูปที่ 5.2.1 และ 5.2.2 พบว่า ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน เมื่อปริมาณ offered load เพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 จะเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเซลล์คลาส 1 เนื่องมาจากเมื่อปริมาณ offer load เพิ่มขึ้นความแตกต่างของปริมาณของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ยิ่งเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request พิจารณากราฟทั้งหมดในรูปที่ 5.2.4 พบว่าผลจากการเพิ่มขึ้นของ offered load ที่มีต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสส่งผลต่อเนื่องไปถึงอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 โดยช่วงของอัตราส่วนดังกล่าวจะกว้างขึ้นตามปริมาณ offered load ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นที่ต่างกันของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยในเซลล์แต่ละคลาส แต่ที่ปริมาณ offered load ไม่สูงนัก อัตราส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วงแคบมากเนื่องจากสวิตช์สามารถให้บริการเซลล์แต่ละคลาสที่เข้ามาได้อย่างทันท่วงทีจนแทบจะไม่มีเซลล์คลาสใดเลยที่ต้องรอคอยรับบริการ และจะกว้างขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อ offered load มีปริมาณสูงกว่า 70% ขึ้นไป ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ถึง 50% สังเกตว่าช่วงอัตราส่วนสูงสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่มากกว่า 1 เท่า ลดลงจาก 19,899 เท่า เหลือ 12,650 เท่า แต่ช่วงอัตราส่วนต่ำสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่น้อยกว่า 1 เท่า ลดลงจาก 0.0005 เท่า เป็น 0.0001 เท่า โดยจุดสูงสุด และต่ำสุดดังกล่าวจะหาได้จากการกำหนดค่า p_2 ที่ 0% และ 100% ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้ เนื่องจาก ณ จุดเหล่านั้น ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีความต่างกันมากที่สุด ซึ่งจะสังเกตว่าช่วงการควบคุมอัตราส่วนระหว่างค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ทำได้มีช่วงกว้างกว่าที่อัลกอริทึมการควบคุมที่ request ทำได้พบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 ให้สูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ลดต่ำดังแสดงในรูปที่ 5.1.4 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส

2 ให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 แต่ช่วงที่ควบคุมได้ดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ offered load และสัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 เช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request

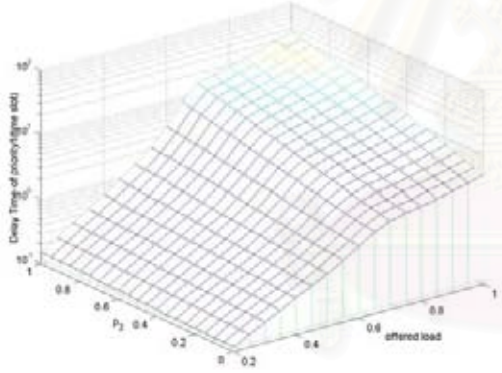
5.2.3 **อัลกอริทึมการควบคุมที่** accept



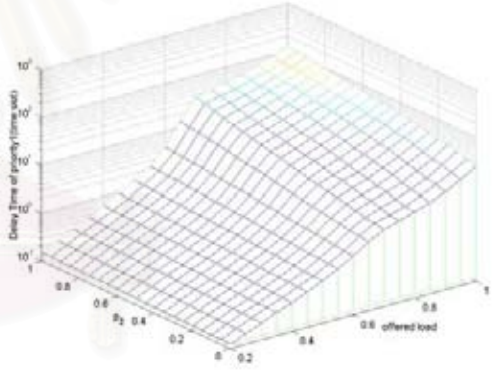
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



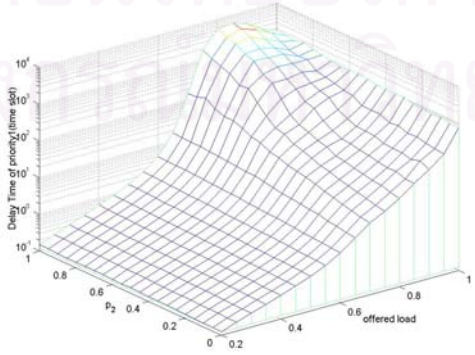
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

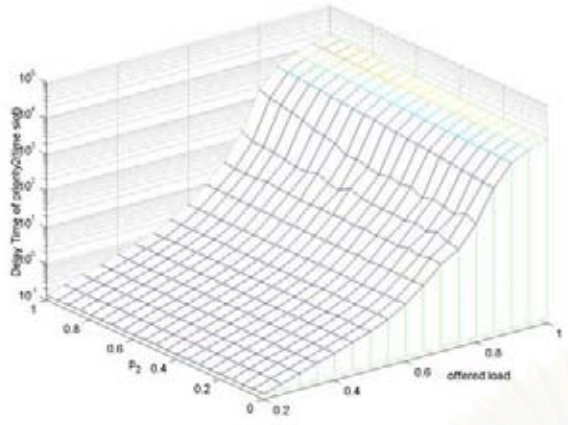


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

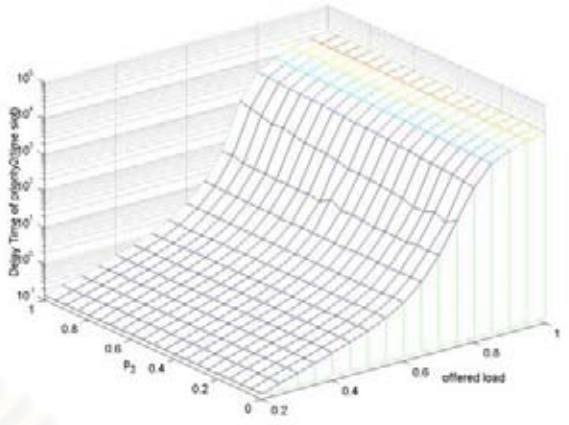


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

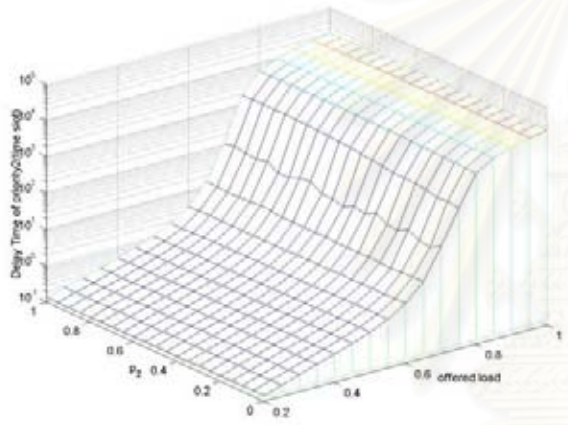
รูปที่ 5.3.1 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1



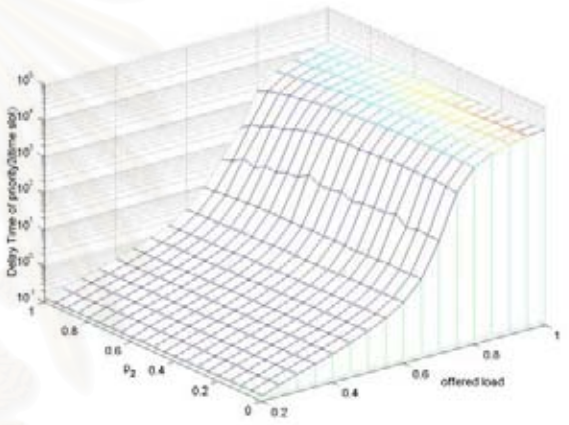
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



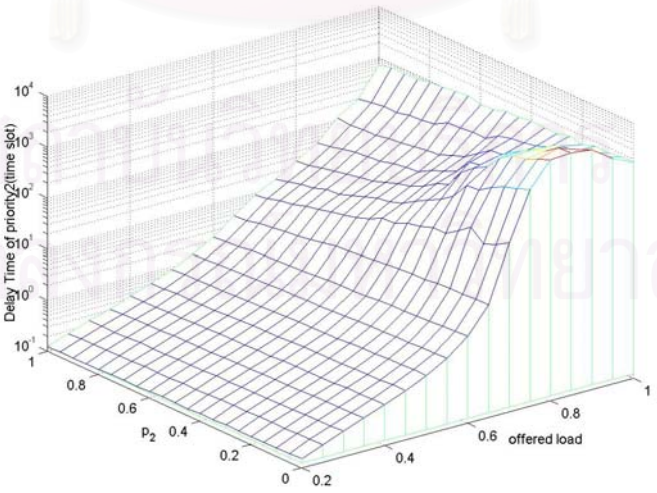
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

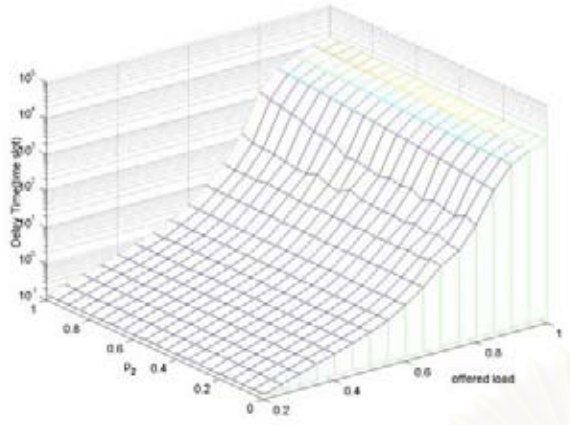


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

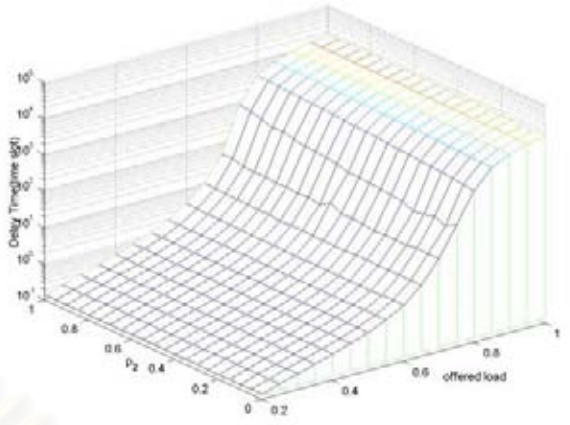


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

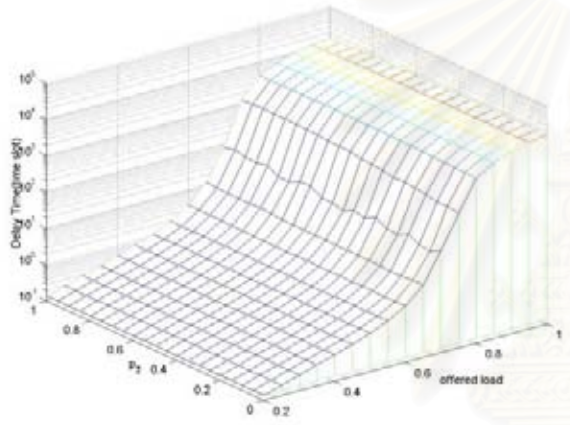
รูปที่ 5.3.2 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2



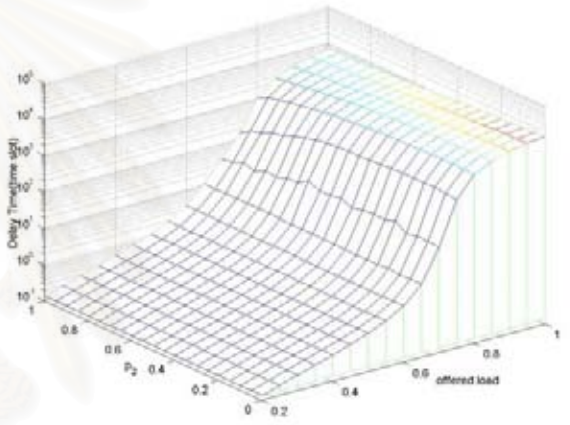
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



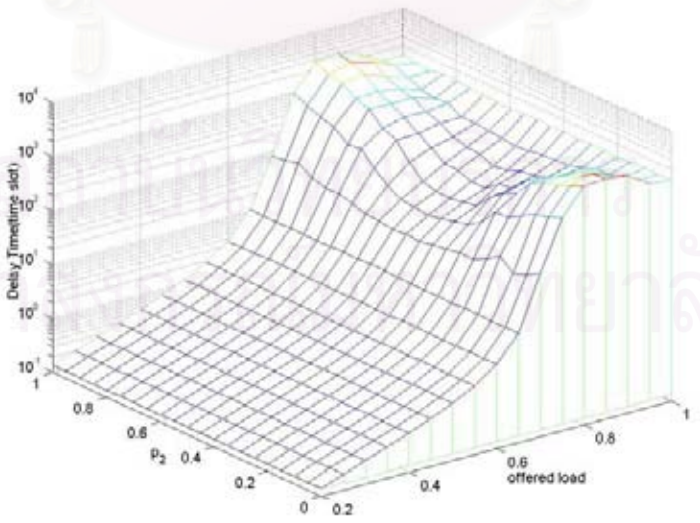
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

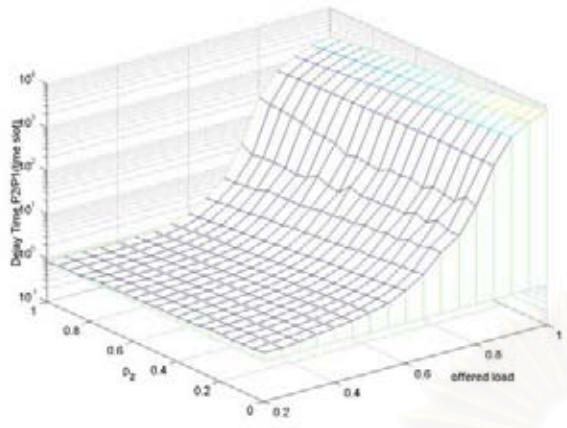


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

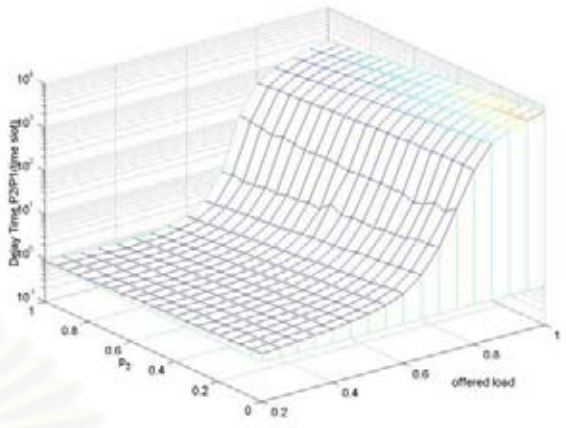


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

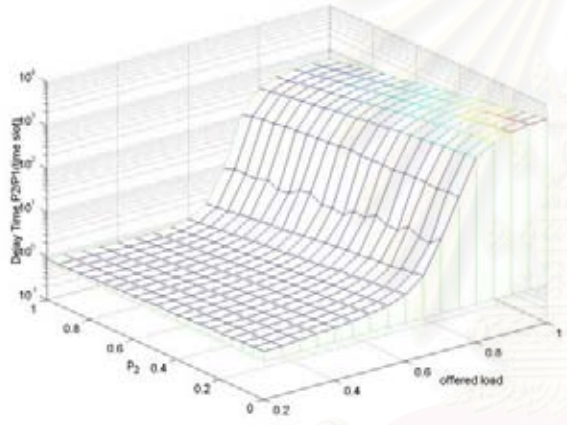
รูปที่ 5.3.3 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม



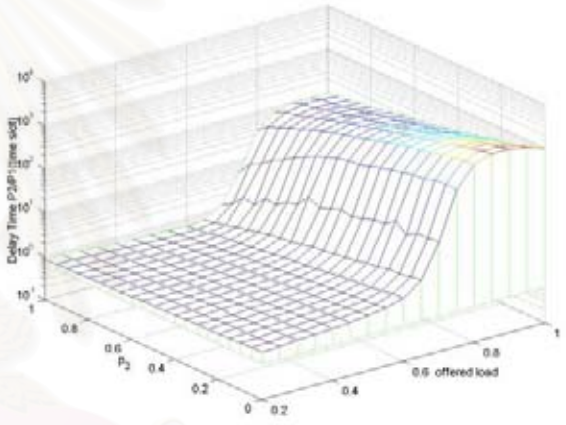
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



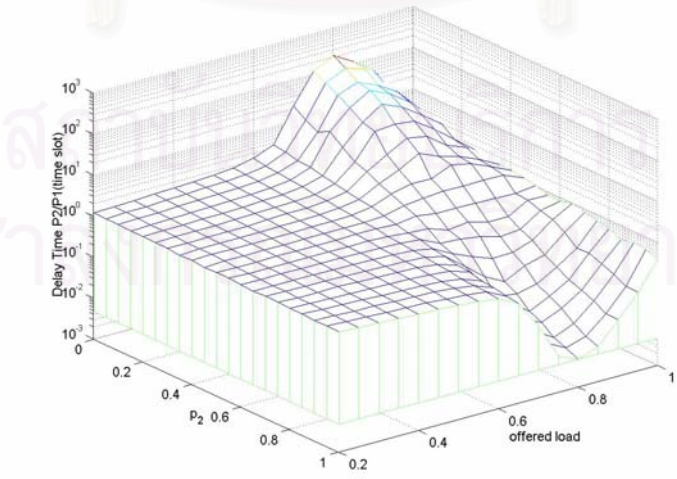
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

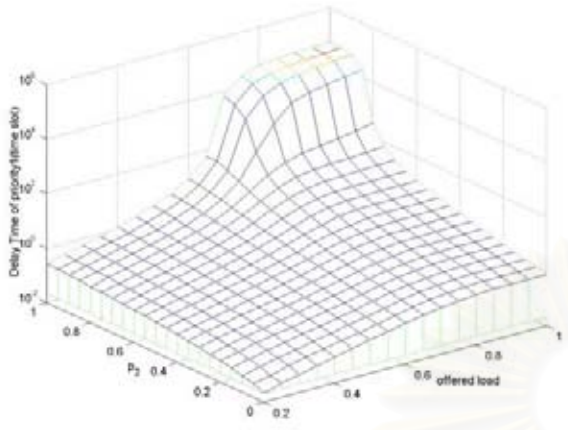
รูปที่ 5.3.4 อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1ต่อเซลล์คลาส 2

พิจารณาผลการทดสอบสมรรถนะของกราฟทั้ง 5 กราฟในรูปที่ 5.3.1 ซึ่งแสดงค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ภายใต้สัดส่วนของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ไปจนถึง 50% เห็นชัดว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณ offered load โดยรวมขึ้นค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant ซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้เนื่องจากสวิตช์ต้องรองรับทราฟฟิกมากขึ้นนั่นเอง เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปใดรูปหนึ่งพบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 จะส่งผลกระทบทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลงโดยการลดลงดังกล่าวจะรุนแรงขึ้นเมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เพิ่มสูงขึ้น โดยจะเห็นได้อย่างชัดเจนในกราฟสมรรถนะที่ทดสอบที่สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 มี 50% ดังแสดงในรูปที่ 5.3.2 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 เช่นเดียวกับอัลกอริทึมควบคุมที่ grant เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.3.1 ,5.3.2 และ 5.3.3 ซึ่งมีสัดส่วนของเซลล์คลาส 1 และ 2 ที่แตกต่างกันพบข้อสังเกตดังนี้ ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 จาก 10% เป็น 50% มีผลทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request และ grant ดังรูปที่ 5.1.1, 5.1.2 ,5.1.3 ,5.2.1 ,5.2.2 และ 5.2.3 พบว่าในอัลกอริทึมนี้ค่า p_2 มีผลกระทบต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมน้อยกว่าอัลกอริทึมการควบคุมที่ request และการควบคุมที่ grant ทั้งนี้เนื่องจากเซลล์ที่ผ่านเข้ามาถึงขั้นตอนการดังสินใจนี้มีจำนวนน้อยลงมาก อัตราการแข่งขันกันระหว่างแต่ละคลาสจึงลดลงตามไปด้วยทำให้การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักการสุ่มมีผลต่อการเลือกคลาสที่จะให้บริการลดลง จากกราฟสมรรถนะที่สัดส่วนของเซลล์คลาส 1 และคลาส 2 ใกล้เคียงกัน เช่นกราฟสมรรถนะที่สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เป็น 50% ในรูปที่ 5.3.3 ซึ่งแสดงสมรรถนะด้านค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม สังเกตว่า เมื่อปรับค่า p_2 ให้อยู่ในช่วงหนึ่งจะทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยลดลง ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เท่ากันกับเซลล์คลาส 2 กราฟสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่ 50% ในรูปที่ 5.3.1 และ 5.3.2 ของเซลล์ทั้งสองคลาสมีลักษณะสมมาตรกัน และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่จุด p_2 50%ของเซลล์คลาส 1 และ 2 จะมีค่าเท่ากัน พิจารณากราฟการทดสอบสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่ 10% ซึ่งแสดงไว้ในทั้งในรูปที่ 5.1.1 และ 5.1.2 พบว่า ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน เมื่อปริมาณ offered load เพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 จะเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเซลล์คลาส 1 เนื่องมาจากเมื่อปริมาณ offer load

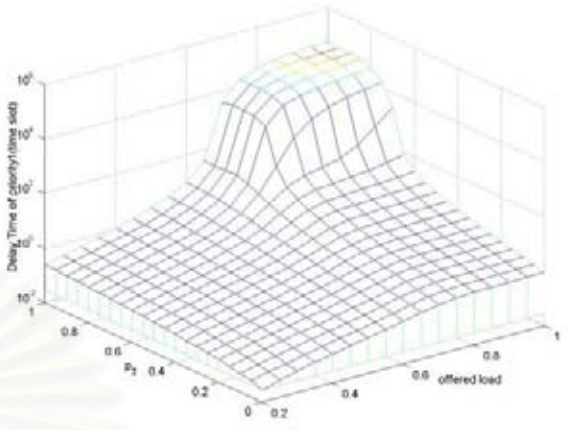
เพิ่มขึ้นความแตกต่างของปริมาณของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ยิ่งเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request พิจารณากราฟทั้งหมดในรูปที่ 5.1.4 พบว่าผลจากการเพิ่มขึ้นของ offered load ที่มีต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสส่งผลต่อเนื่องไปถึงอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 โดยช่วงของอัตราส่วนดังกล่าวจะกว้างขึ้นตามปริมาณ offered load ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นที่ต่างกันของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยในแต่ละคลาส แต่ที่ปริมาณ offered load ไม่สูงนัก อัตราส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วงแคบมากเนื่องจากสวิตช์สามารถให้บริการเซลล์แต่ละคลาสที่เข้ามาได้อย่างทันท่วงทีจนแทบจะไม่มีเซลล์คลาสใดเลยที่ต้องรอคอยรับบริการ และจะกว้างขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อ offered load มีปริมาณสูงกว่า 70% ขึ้นไปซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant ภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ถึง 50% สังเกตว่าช่วงอัตราส่วนสูงสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่มากกว่า 1 เท่า ลดลงจาก 8,114 เท่า เหลือ 212.6 เท่า แต่ช่วงอัตราส่วนของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่น้อยกว่า 1 เท่า นั้นสามารถหาได้ก็ต่อเมื่อค่าสัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีปริมาณใกล้เคียงกับสัดส่วนของเซลล์คลาส 2 และค่าต่ำสุดที่สามารถทำได้อยู่ที่ 0.0047 เท่า โดยจุดสูงสุด และต่ำสุดดังกล่าวจะหาได้จากการกำหนดค่า p_2 ที่ 0% และ 100% และจะสังเกตว่าช่วงการควบคุมอัตราส่วนระหว่างค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ทำได้มีช่วงแคบกว่าที่อัลกอริทึมการควบคุมที่ request และควบคุมที่ grant ทำได้พบว่าการปรับค่า p_2 จะส่งผลกระทบต่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ลดต่ำดังแสดงในรูปที่ 5.1.4 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 แต่ช่วงที่ควบคุมได้ดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ offered load และสัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 และมีบางกรณีที่ไม่สามารถควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ได้โดยเฉพาะเมื่อสัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีปริมาณน้อย ดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.3.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

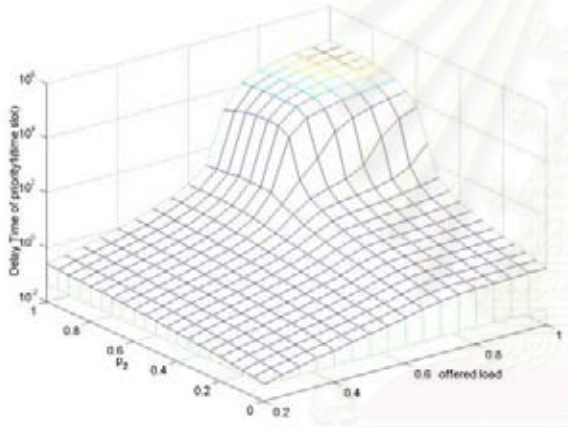
5.2.4 อัลกอริทึมการควบคุมที่ request และgrant



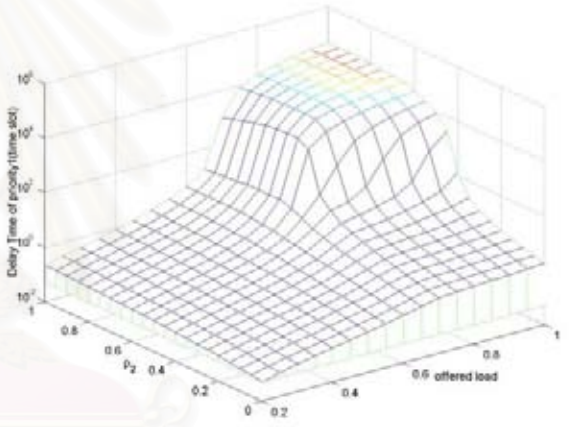
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



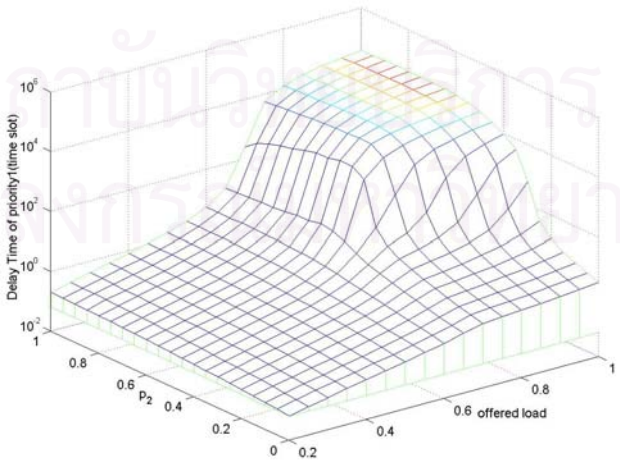
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

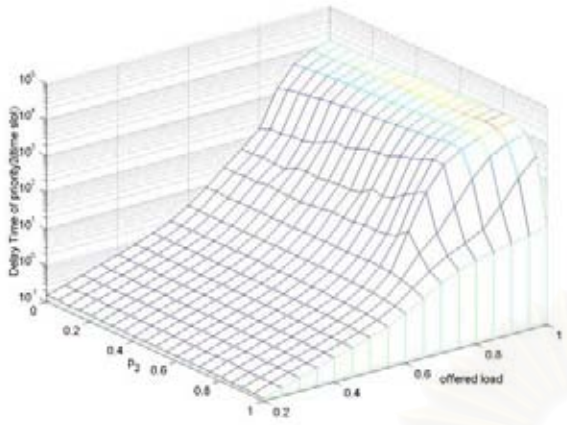


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

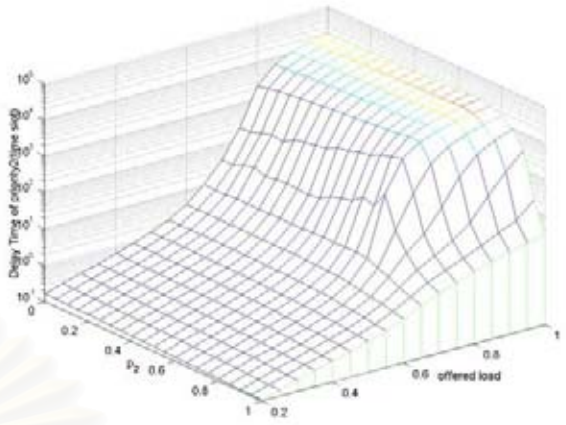


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

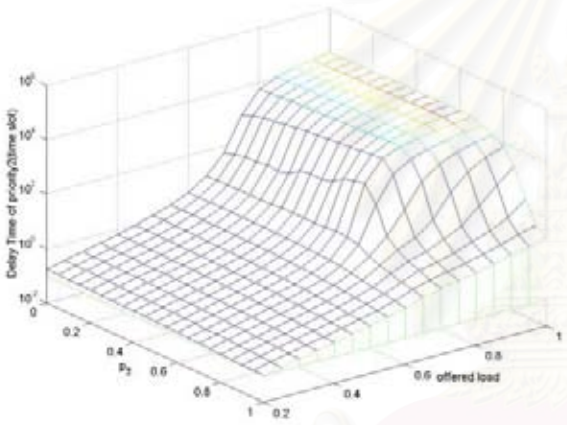
รูปที่ 5.4.1 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1



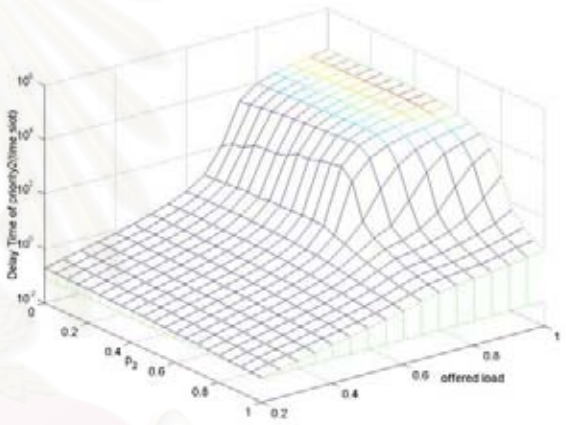
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



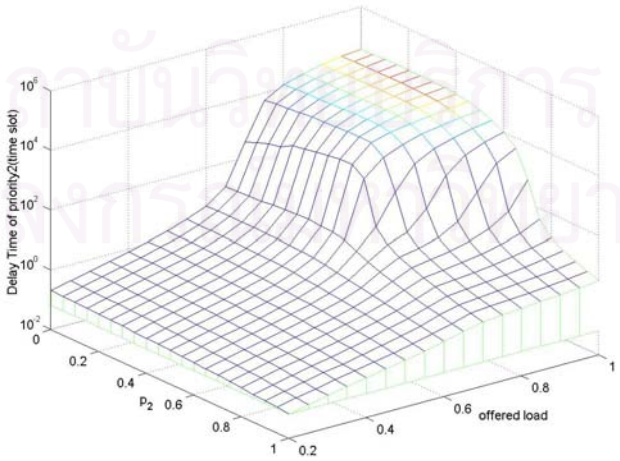
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

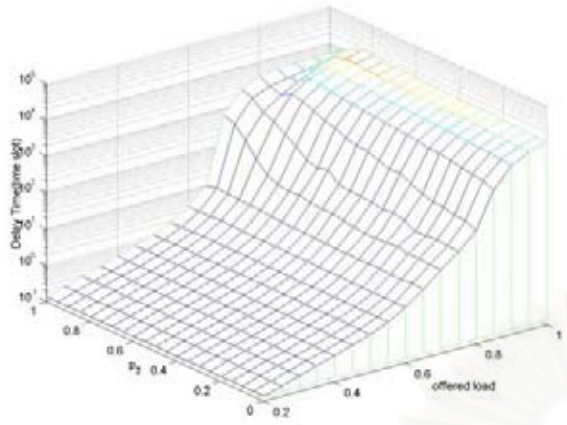


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

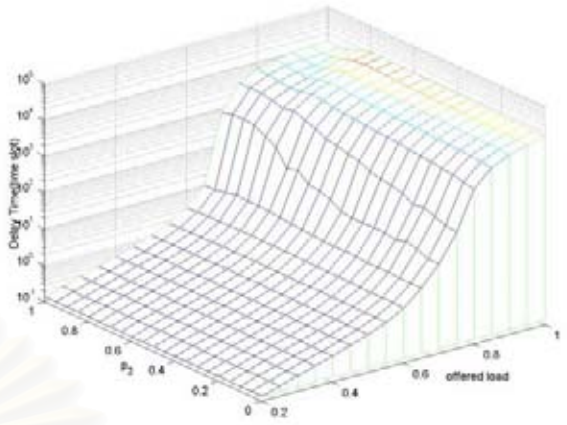


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

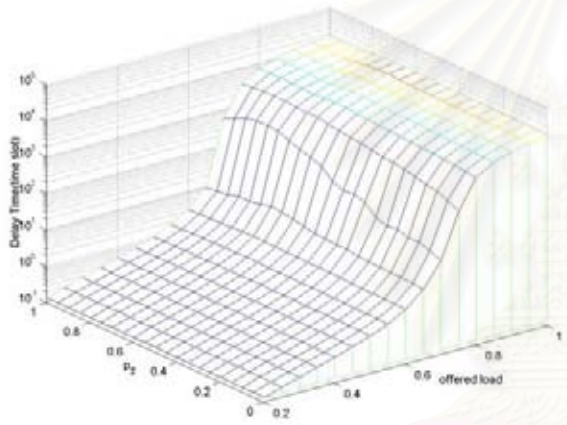
รูปที่5.4.2 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2



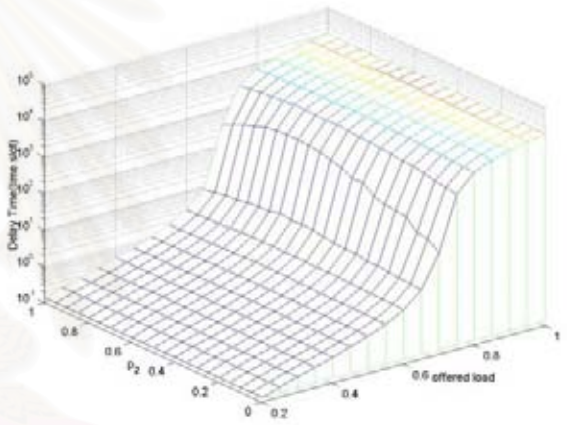
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



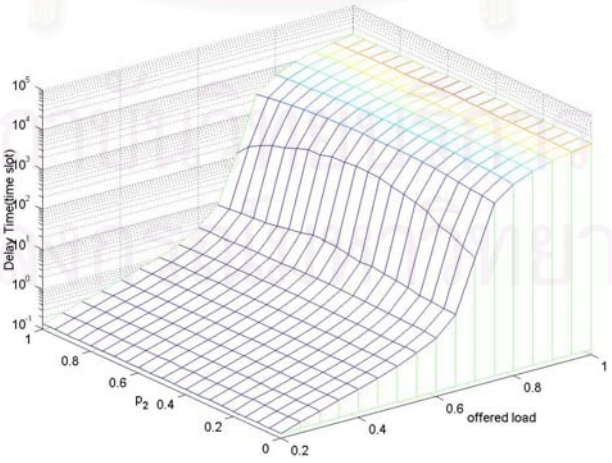
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

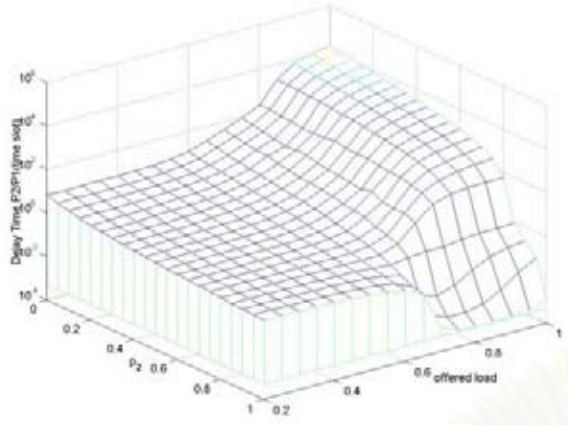


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

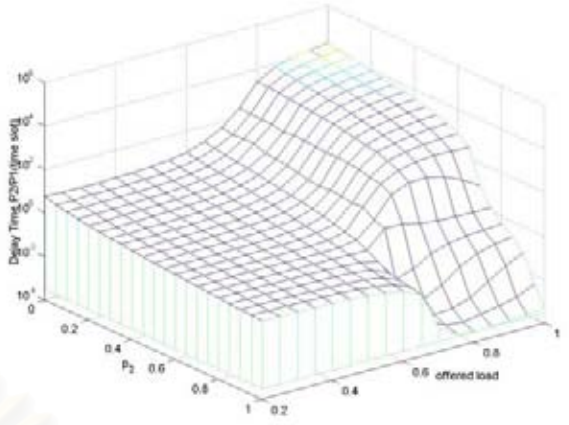


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

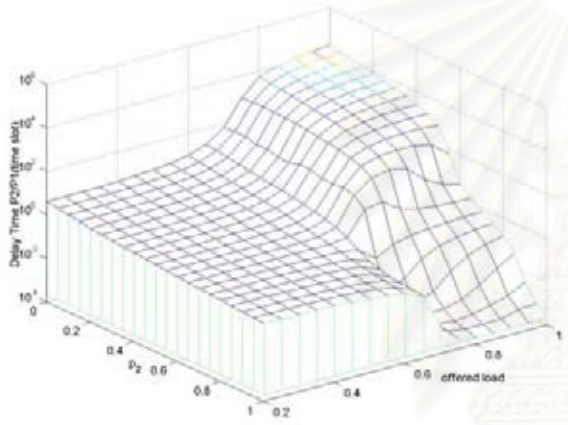
รูปที่ 5.4.3 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม



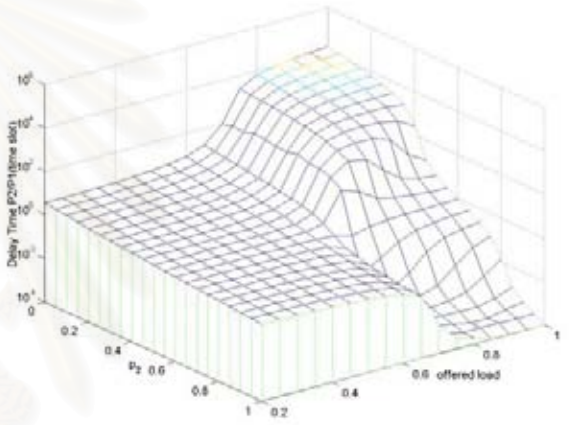
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



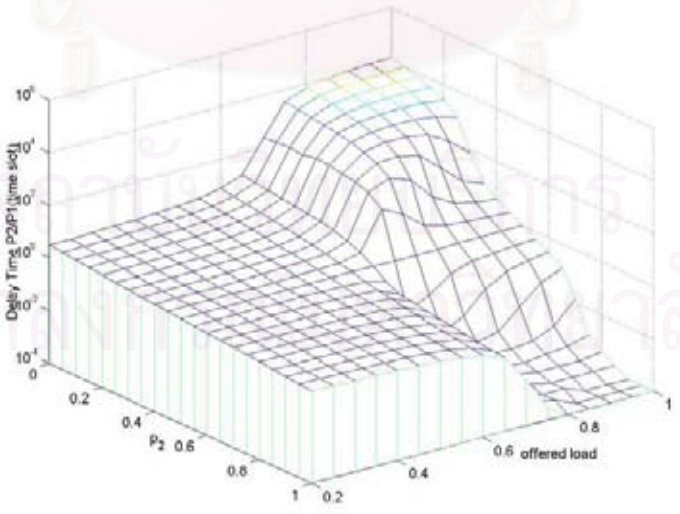
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

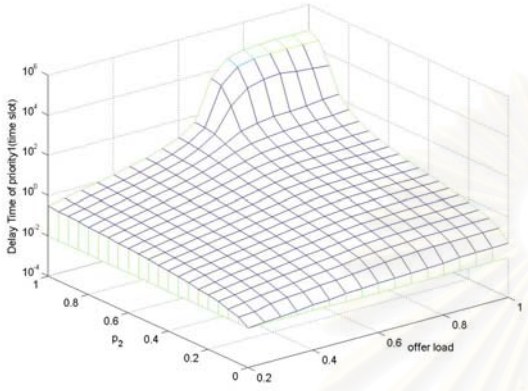
รูปที่ 5.4.4 อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1ต่อเซลล์คลาส 2

พิจารณากราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.4.1 ,5.4.2 ,5.4.3 และ5.4.4 ของอัลกอริทึมนี้เปรียบเทียบกับกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.1.1 ,5.1.2 ,5.1.3 และ 5.1.4 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน request พบว่าคุณลักษณะของแต่ละกราฟมีความคล้ายคลึงกันมาก ซึ่งอาจวิเคราะห์ได้ดังนี้ การควบคุมตั้งแต่ต้นนั่นคือตั้งแต่ขั้นตอน request จะส่งผลอย่างยิ่งต่อการให้บริการ และผลกระทบดังกล่าวยังมากกว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการควบคุมที่ขั้นตอน grant อีกด้วย เนื่องจากเซลล์คลาสที่มีการแย่งชิงกันใช้บริการส่วนมากได้ถูกเลือกตั้งแต่แรกก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการจัดกำหนดการในขั้นต่อไป ดังนั้นในขั้นตอนต่อไปในการตัดสินใจจึงเหลือเซลล์คลาสที่ต้องแข่งขันกันน้อยลง แต่พบว่าที่จุดการทำงานที่ค่า p_2 เท่ากัน พบว่าค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 และเซลล์คลาส 2 ขังอัลกอริทึมนี้ มีค่าน้อยกว่า ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 และเซลล์คลาส 2 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลกระทบของการควบคุมที่ขั้นตอน grant จึงทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้ง 2 คลาสเป็นเช่นนั้น พิจารณาผลการทดสอบสมรรถนะของกราฟในรูปที่ 5.4.1 ซึ่งแสดงค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ภายใต้สัดส่วนของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ไปจนถึง 50% พิจารณาจากกราฟทั้ง 5 รูปเห็นชัดว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณ offered load โดยรวมขึ้นค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปใดรูปหนึ่งพบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 จะส่งผลกระทบทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลงดังแสดงในรูปที่ 5.4.2 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 ได้เช่นเดียวกับอัลกอริทึมอื่นๆที่นำเสนอ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.4.1 ,5.4.2 และ 5.4.3 ซึ่งมีสัดส่วนของเซลล์คลาส 1 และ 2 ที่แตกต่างกันพบข้อสังเกตเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ดังนี้ ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 จาก 10% เป็น 50% มีผลทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะของผลการทดสอบที่ได้สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณทราฟฟิกยังคงเท่าเดิมทำให้ความรุนแรงในการแย่งใช้บริการระหว่างเซลล์ทั้งสองคลาสสูงขึ้น (การที่มีเซลล์คลาสใดคลาสหนึ่งในปริมาณที่สูงในขณะที่เซลล์อีกคลาสหนึ่งมีปริมาณที่ต่ำจะช่วยให้โอกาสที่จะได้รับทรูพุตเพิ่มขึ้นมีมากขึ้นเนื่องจากผลกระทบอันเกิดจากคลาสของเซลล์ที่มีผลต่อการจัดสรรเส้นทางลดลง) ส่งผลกระทบต่อเซลล์ทั้งสองคลาสทำให้โอกาสในการได้รับบริการลดลง จนทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมเพิ่มขึ้น จนเมื่อเพิ่มค่า p_2 ขึ้นเพื่อเพิ่มโอกาสในการให้บริการแก่เซลล์คลาส 2 ขึ้น จึงทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลง ดังจะ

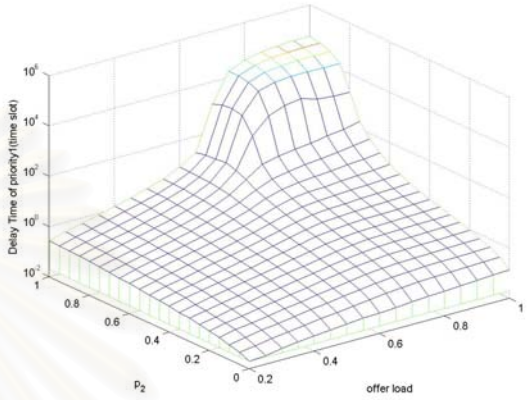
เห็นได้จากกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.4.2 แต่การเพิ่ม p_2 ดังกล่าวกลับส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.4.1 ดังนั้นเวลาประวิงโดยเฉลี่ยจึงไม่เปลี่ยนแปลงตามค่า p_2 ดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.4.3 ในทำนองเดียวกันเมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เท่ากันกับเซลล์คลาส 2 กราฟสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่ 50% ในรูปที่ 5.4.1 และ 5.4.2 ของเซลล์ทั้งสองคลาสมีลักษณะสมมาตรกัน และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่จุด p_2 50%ของเซลล์คลาส 1 และ 2 จะมีค่าเท่ากัน พิจารณากราฟการทดสอบสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่ 10% ซึ่งแสดงไว้ในทั้งในรูปที่ 5.4.1 และ 5.4.2 พบว่า ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน เมื่อปริมาณ offered load เพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 จะเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเซลล์คลาส 1 เนื่องมาจากเมื่อปริมาณ offer load เพิ่มขึ้นความแตกต่างของปริมาณของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ยิ่งเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request พิจารณากราฟทั้งหมดในรูปที่ 5.4.4 พบว่าผลจากการเพิ่มขึ้นของ offered load ที่มีต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสส่งผลต่อเนื่องไปถึงอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 โดยช่วงของอัตราส่วนดังกล่าวจะกว้างขึ้นตามปริมาณ offered load ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นที่ต่างกันของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยในแต่ละคลาส แต่ที่ปริมาณ offered load ไม่สูงนักอัตราส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วงแคบมากเนื่องจากสวิตช์สามารถให้บริการเซลล์แต่ละคลาสที่เข้ามาได้อย่างทันท่วงทีจนแทบจะไม่มีเซลล์คลาสใดเลยที่ต้องรอคอยรับบริการ และจะกว้างขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อ offered load มีปริมาณสูงกว่า 70% ขึ้นไป ภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ถึง 50% สังเกตว่าช่วงอัตราส่วนสูงสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่มากกว่า 1 เท่า แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงโดยจะมีค่าประมาณ 15,268 เท่า แต่ช่วงอัตราส่วนต่ำสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่น้อยกว่า 1 เท่า ลดลงจาก 0.0005 เท่า เป็น 0.0001 เท่า โดยจุดสูงสุด และต่ำสุดดังกล่าวจะหาได้จากการกำหนดค่า p_2 ที่ 0% และ 100% ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้ เนื่องจาก ณ จุดเหล่านั้น ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีความต่างกันมากที่สุด ซึ่งจะสังเกตว่าช่วงการควบคุมอัตราส่วนระหว่างค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ทำได้มีช่วงกว้างกว่าที่อัลกอริทึมการควบคุมที่ request ทำได้ ทั้งนี้เนื่องจากเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีการลดลงเมื่อควบคุมเพิ่มที่ขั้นตอน grant แต่การลดลงดังกล่าวก็มีอัตราเร็วในการลดลงต่างกันเช่นเดียวกับที่วิเคราะห์ไว้ จึงช่วยเพิ่มความกว้างให้ช่วงที่อัลกอริทึมสามารถควบคุมได้ พบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 ให้สูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ลดต่ำดังแสดงในรูปที่ 5.1.4 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการ

ปรับค่าของ p_2 แต่ช่วงที่ควบคุมได้ดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ offered load และสัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 เช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request

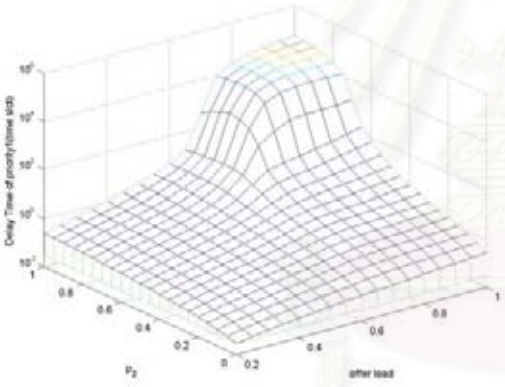
5.2.5 **อัลกอริทึมการควบคุมที่** grant **และ**accept



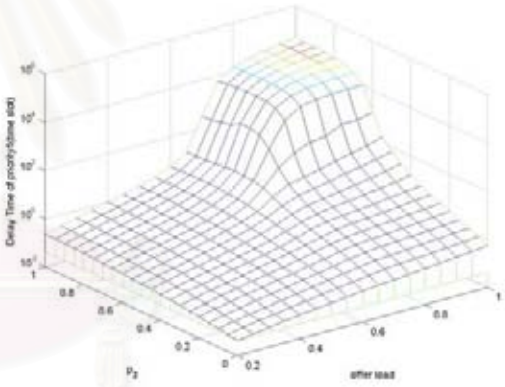
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



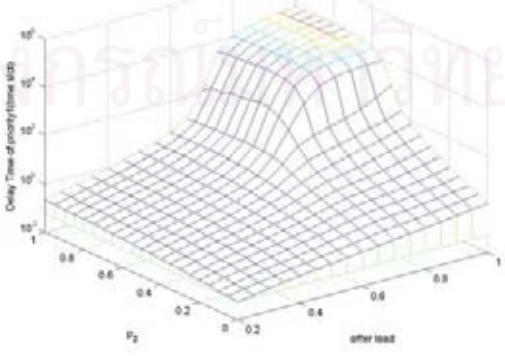
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

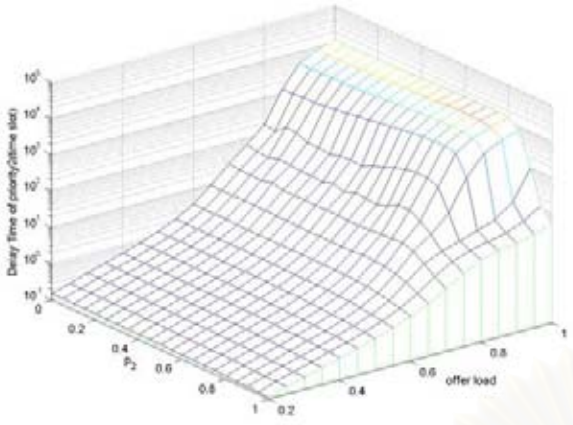


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

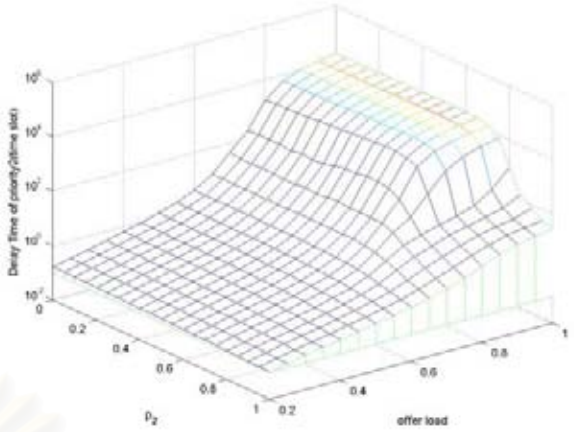


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

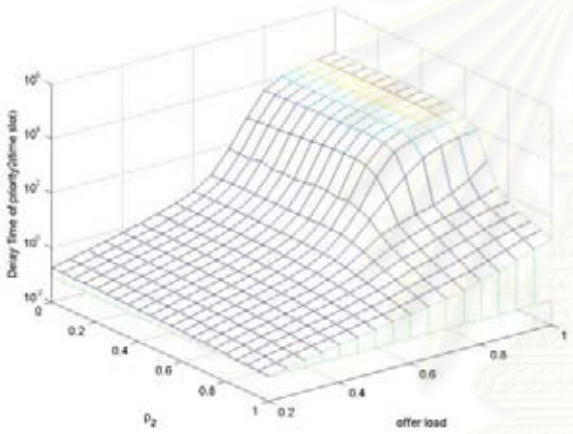
รูปที่ 5.5.1 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1



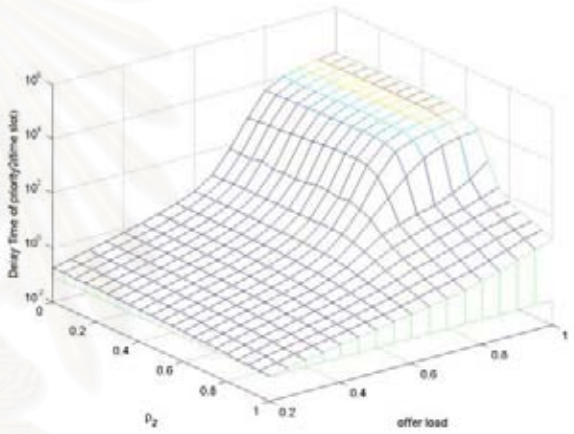
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



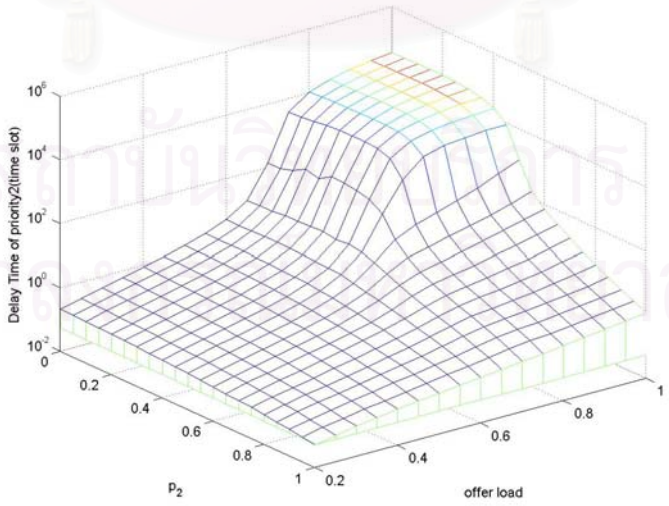
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

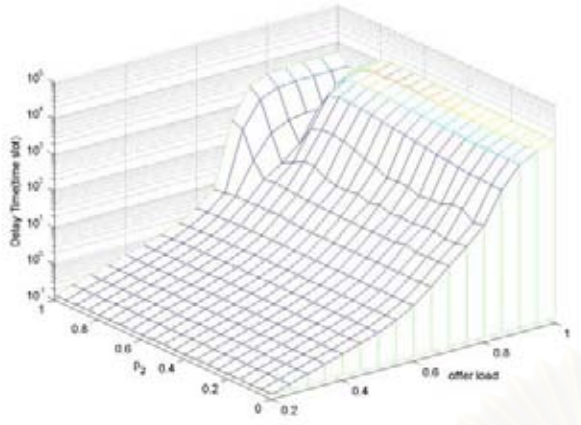


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

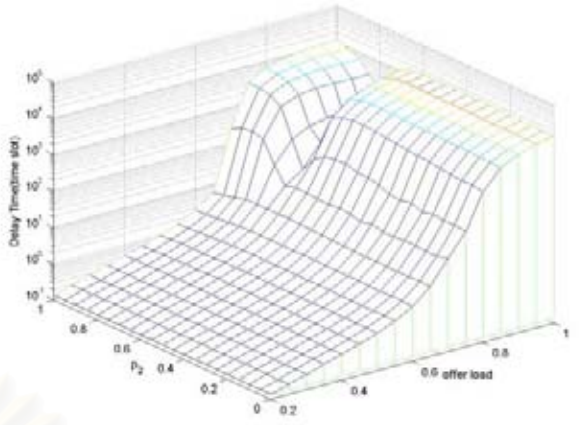


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

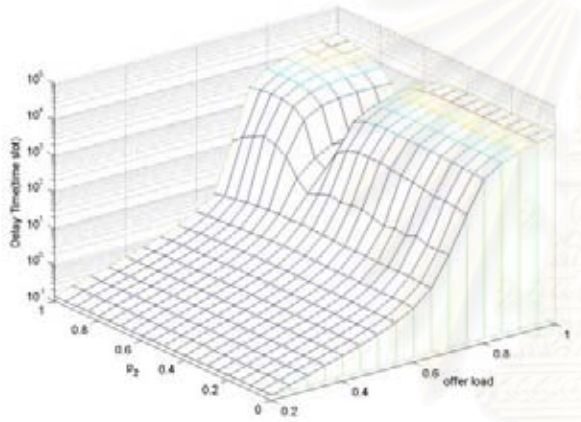
รูปที่ 5.5.2 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2



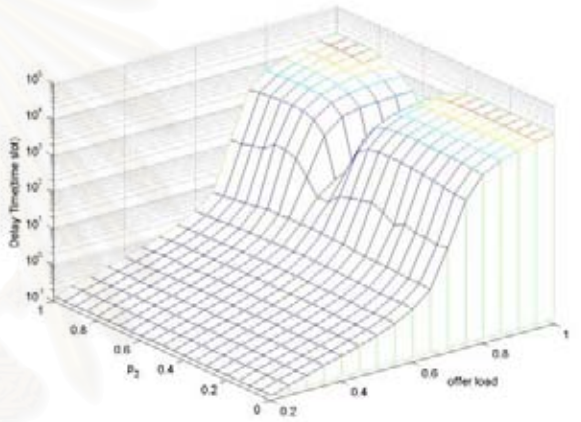
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



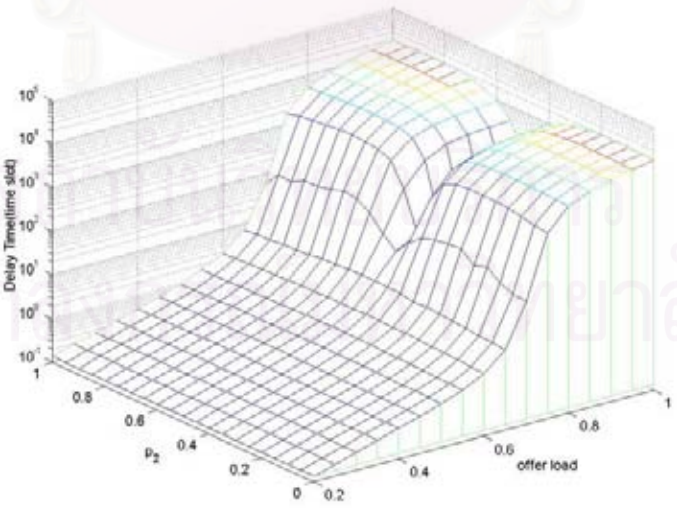
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

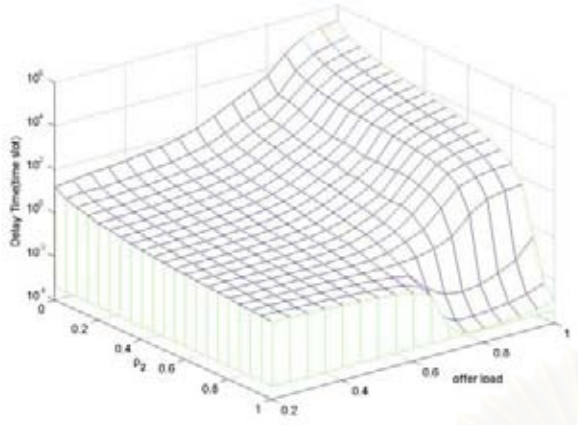


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

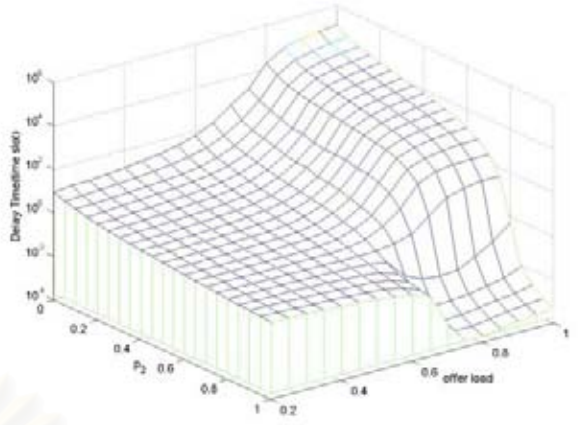


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

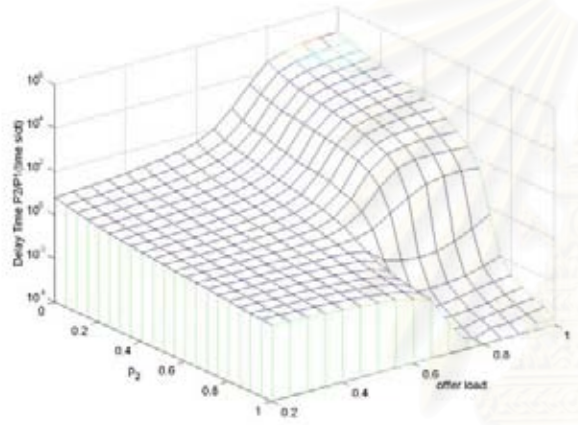
รูปที่ 5.5.3 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม



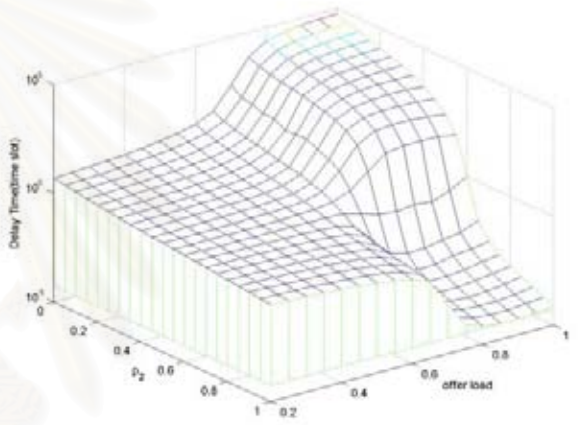
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



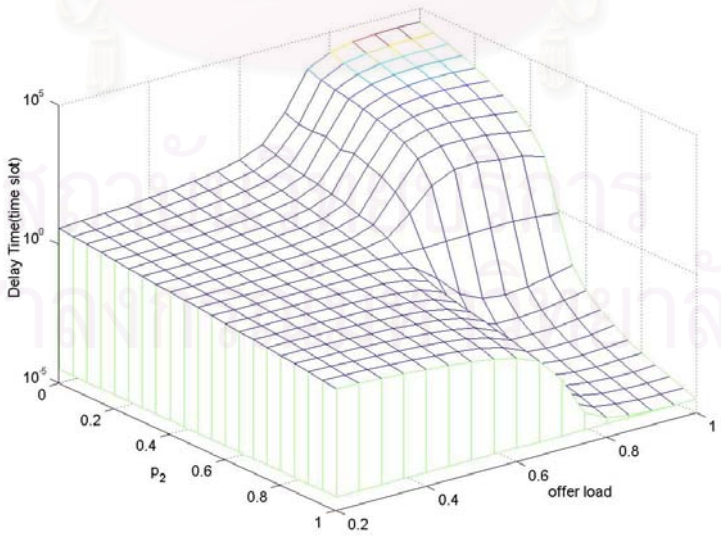
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

รูปที่ 5.5.4 อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1ต่อเซลล์คลาส 2

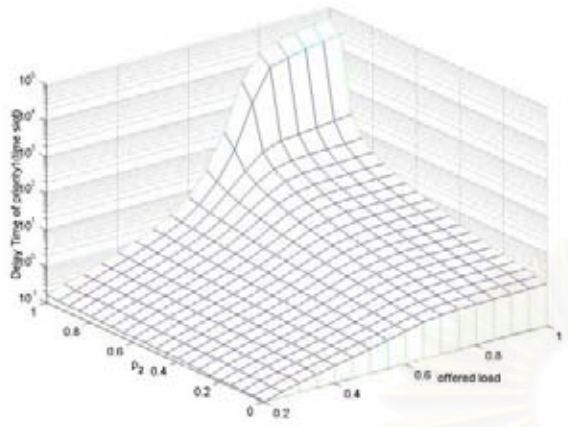
พิจารณากราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.5.1 ,5.5.2 ,5.5.3 และ5.5.4 ของอัลกอริทึมนี้เปรียบเทียบกับกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.2.1 ,5.2.2 ,5.2.3 และ 5.2.4 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน request พบว่าคุณลักษณะของแต่ละกราฟมีความคล้ายคลึงกันมาก ซึ่งอาจวิเคราะห์ได้ดังนี้ การควบคุมที่ขั้นตอน grant ซึ่งเป็นขั้นตอนการตัดสินใจก่อนจะถึงขั้นตอนต่อไป นั่นคือ accept จะมีผลกระทบมากกว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการควบคุมที่ขั้นตอน accept เนื่องจากเซลล์คลาสที่มีการแย่งชิงกันใช้บริการส่วนมากได้ถูกเลือกโดยขั้นตอน grant แล้วก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการจัดกำหนดการในขั้นตอน accept ดังนั้นในขั้นตอน accept จึงเหลือเซลล์คลาสที่ต้องแข่งขันกันน้อยลง พบว่าค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 และเซลล์คลาส 2 ของอัลกอริทึมนี้ มีค่าน้อยกว่า ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 และเซลล์คลาส 2 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลกระทบของการควบคุมที่ขั้นตอน grant จึงทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้ง 2 คลาสเป็นเช่นนั้น พิจารณาผลการทดสอบสมรรถนะของกราฟทั้ง 5 กราฟในรูปที่ 5.5.1 ซึ่งแสดงค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ภายใต้สัดส่วนของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ไปจนถึง 50% เห็นชัดว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณ offered load โดยรวมขึ้นค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant ซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้เนื่องจากสวิตช์ต้องรองรับทราฟฟิกมากขึ้นนั่นเอง เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปใดรูปหนึ่งพบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 จะส่งผลกระทบทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลงดังแสดงในรูปที่ 5.5.2 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 เช่นเดียวกับอัลกอริทึมควบคุมที่ grant เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.5.1 ,5.5.2 และ 5.5.3 ซึ่งมีสัดส่วนของเซลล์คลาส 1 และ 2 ที่แตกต่างกันพบข้อสังเกตดังนี้ ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 จาก 10% เป็น 50% มีผลทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกัน แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant ดังรูปที่ 5.1.1, 5.1.2 และ 5.1.3 พบเวลาค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมนี้ ที่ปริมาณ offered load เท่ากัน น้อยกว่าอัลกัลกอริทึมการควบคุมที่ grant ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ ในอัลกอริทึมนี้ ขั้นตอน grant จะไม่คำนึงถึงคลาสของเซลล์ ดังนั้นจะมีเซลล์ทั้งสองคลาสผ่านเข้ามายังขั้นตอน grant มากขึ้น ดังนั้นโอกาสที่การจัดสรรเส้นทางจะได้ทรูพุตที่สูงจึงเพิ่มขึ้นเมื่อมีเซลล์ที่ขอใช้บริการเพิ่มขึ้น (ค่าทรูพุตที่ได้ในอัลกอริทึมนี้สูงกว่าอัลกอริทึมการควบคุมที่ request เนื่องจากมีปริมาณเซลล์แต่ละคลาสที่มีโอกาสได้รับเลือกในขั้นตอน grant

และ accept มากกว่า) จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.5.3 ซึ่งแสดงสมรรถนะด้านค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ย สังเกตว่า เมื่อปรับค่า p_2 ให้อยู่ในช่วงหนึ่ง จะทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยลดลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ การปรับค่า p_2 ขึ้น ทำให้โอกาสที่เซลล์คลาส 2 จะได้รับบริการสูงขึ้นทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลง ในขณะที่โอกาสของเซลล์คลาส 1 จะลดลงทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 เพิ่มขึ้น จนเมื่อ p_2 เพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งจะทำให้การลดลงของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 2 มีอัตราเร็วสูงกว่าการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 จึงทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยลดลง แต่หากยังเพิ่มค่า p_2 ต่อไปจนทำให้การลดลงของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 2 มีอัตราเร็วต่ำกว่าการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณสัดส่วนของเซลล์คลาสขึ้นจาก 10% ไปจนถึง 50% พบว่า ค่า p_2 ที่ทำให้เกิดการลดลงของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยจะเปลี่ยนไปด้วยเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant เนื่องจากความสมดุลของปริมาณเซลล์แต่ละคลาสเปลี่ยนไป และยังพบจุดสังเกตสำคัญคือ ค่า p_2 ที่ส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยต่ำที่สุดจะอยู่ที่ค่าเท่ากับ 100-{สัดส่วนเซลล์คลาส 1} % เสมอ ดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.2.3 ซึ่งข้อสังเกตนี้เป็นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เท่ากันกับเซลล์คลาส 2 กราฟสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่ 50% ในรูปที่ 5.1.1 และ 5.1.2 ของเซลล์ทั้งสองคลาสมีลักษณะสมมาตรกัน และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่จุด p_2 50%ของเซลล์คลาส 1 และ 2 จะมีค่าเท่ากัน พิจารณากราฟการทดสอบสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่ 10% ซึ่งแสดงไว้ในทั้งในรูปที่ 5.5.1 และ 5.5.2 พบว่า ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน เมื่อปริมาณ offered load เพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 จะเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเซลล์คลาส 1 เนื่องมาจากเมื่อปริมาณ offer load เพิ่มขึ้นความแตกต่างของปริมาณของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ยิ่งเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant พิจารณากราฟทั้งหมดในรูปที่ 5.1.4 พบว่าผลจากการเพิ่มขึ้นของ offered load ที่มีต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสส่งผลต่อเนื่องไปถึงอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 โดยช่วงของอัตราส่วนดังกล่าวจะกว้างขึ้นตามปริมาณ offered load ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นที่ต่างกันของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยในแต่ละคลาส แต่ที่ปริมาณ offered load ไม่สูงนัก อัตราส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วงแคบมาก เนื่องจากสวิตช์สามารถให้บริการเซลล์แต่ละคลาสที่เข้ามาได้อย่างทันท่วงทีจนแทบจะไม่มีเซลล์คลาสใดเลยที่ต้องรอคอยรับบริการ และจะกว้างขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อ offered load มีปริมาณสูงกว่า 70% ขึ้นไป ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ถึง 50% สังเกตว่าช่วงอัตราส่วนสูงสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่มากกว่า 1 เท่า ลดลงจาก 216,811 เท่า เหลือ 31,616

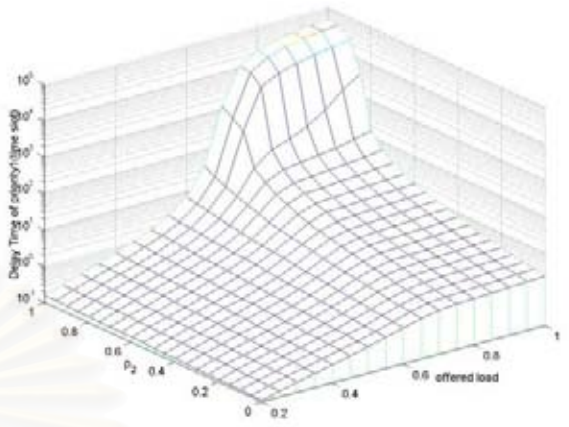
เท่า แต่ช่วงอัตราส่วนต่ำสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่น้อยกว่า 1 เท่า ลดลงจาก 0.0004 เท่า เป็น 0.0001 เท่า โดยจุดสูงสุด และต่ำสุดดังกล่าวจะหาได้จากการกำหนดค่า p_2 ที่ 0% และ 100% ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้ เนื่องจาก ณ จุดเหล่านั้น ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีความต่างกันมากที่สุด ซึ่งจะสังเกตว่าช่วงการควบคุมอัตราส่วนระหว่างค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ทำได้มีช่วงกว้างกว่าช่วงที่อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant ทั้งที่การควบคุมที่ accept มีช่วงการควบคุมที่แคบมาก ทั้งนี้เนื่องจากเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีการลดลงเมื่อควบคุมเพิ่มที่ขั้นตอน accept แต่การลดลงดังกล่าวก็มีอัตราเร็วในการลดลงต่างกันเช่นเดียวกับที่วิเคราะห์ไว้ จึงช่วยเพิ่มความกว้างให้ช่วงที่อัลกอริทึมสามารถควบคุมได้ พบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 ให้สูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ลดต่ำดังแสดงในรูปที่ 5.1.4 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 แต่ช่วงที่ควบคุมได้ดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ offered load และสัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 เช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

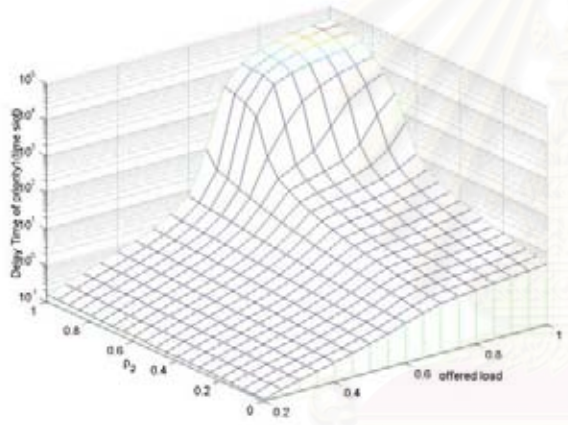
5.2.6 อัลกอริทึมการควบคุมที่ request และaccept



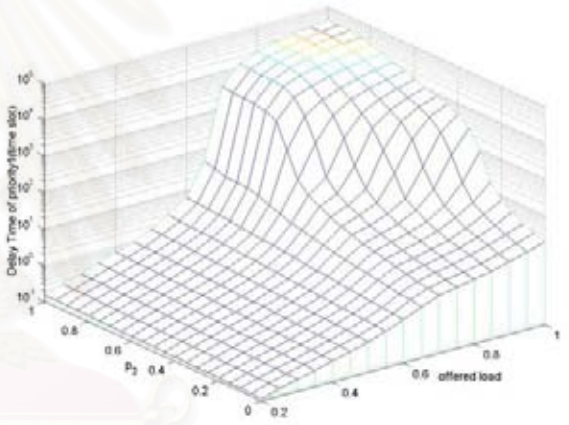
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



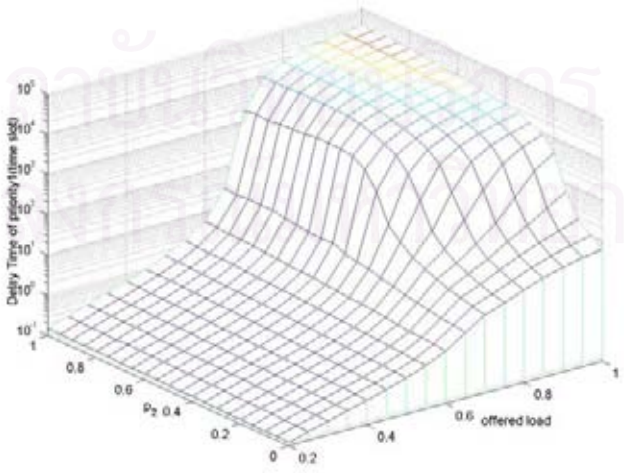
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

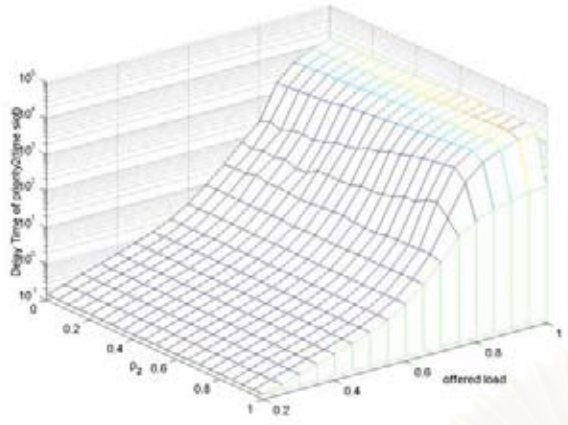


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

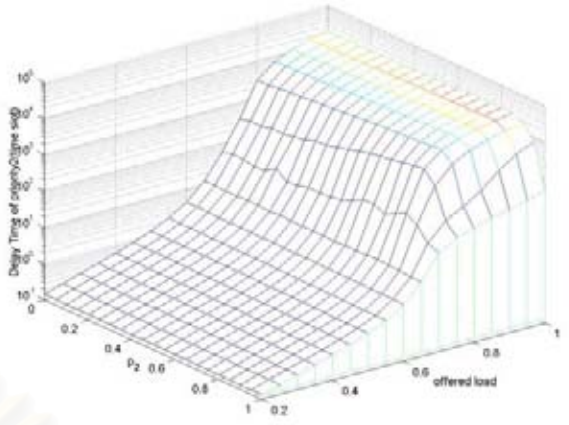


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

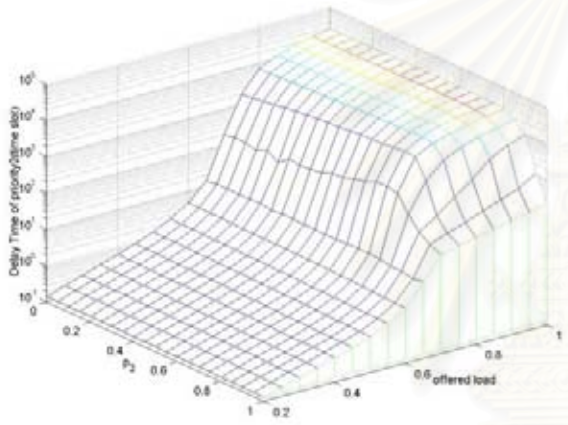
รูปที่ 5.6.1 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1



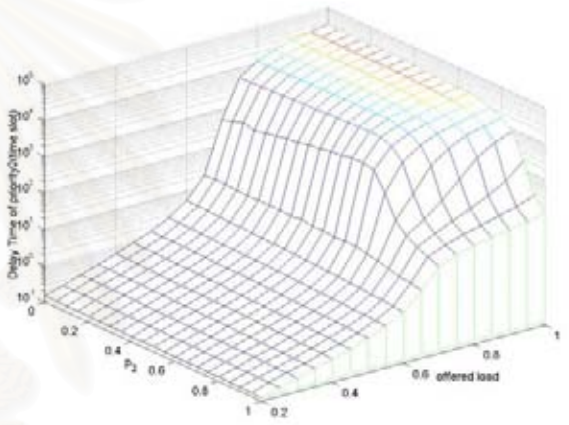
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



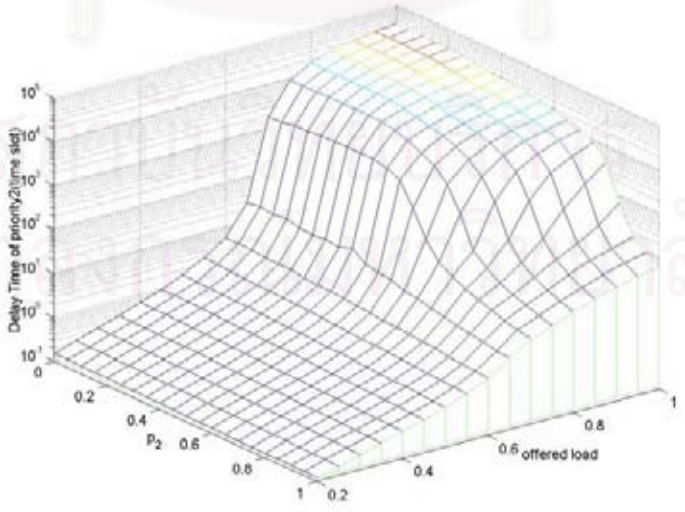
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

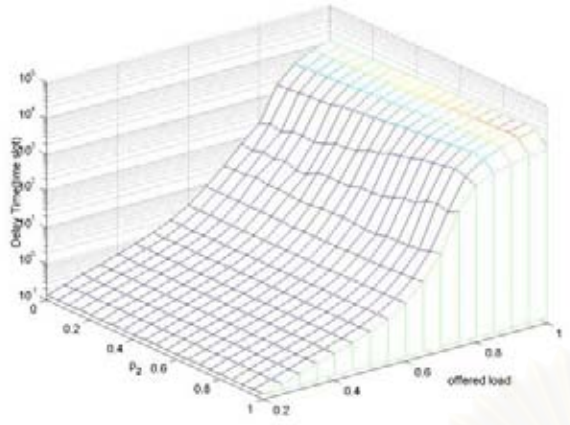


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

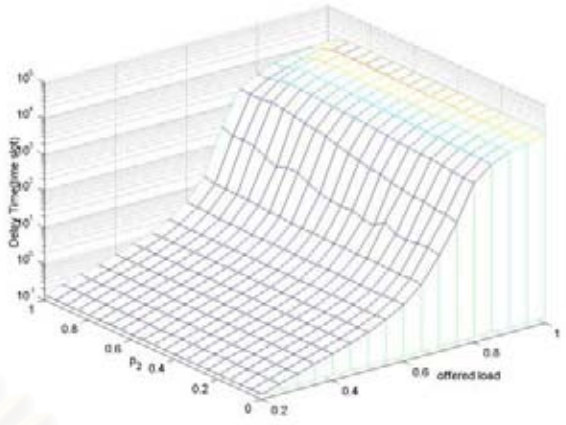


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

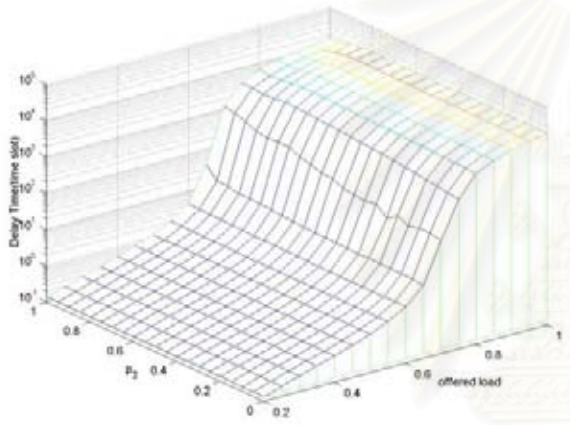
รูปที่ 5.6.2 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2



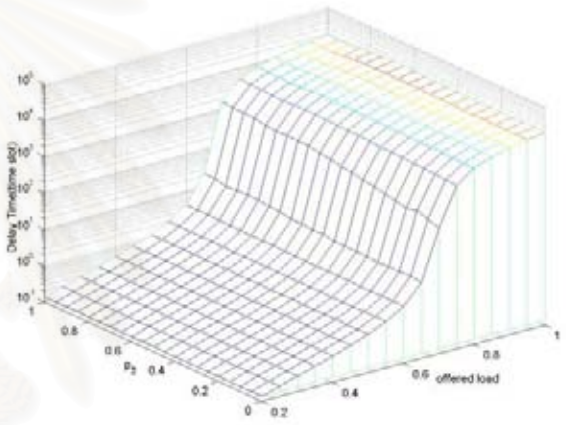
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



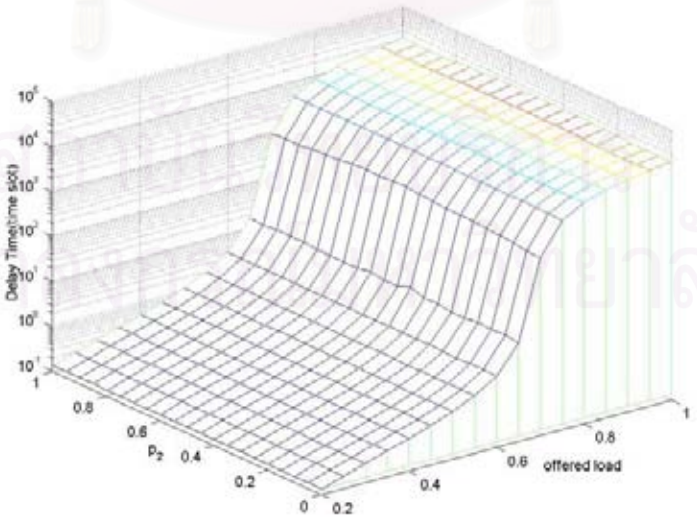
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

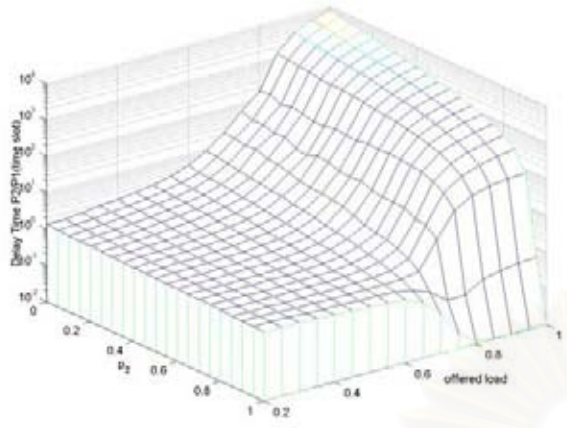


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

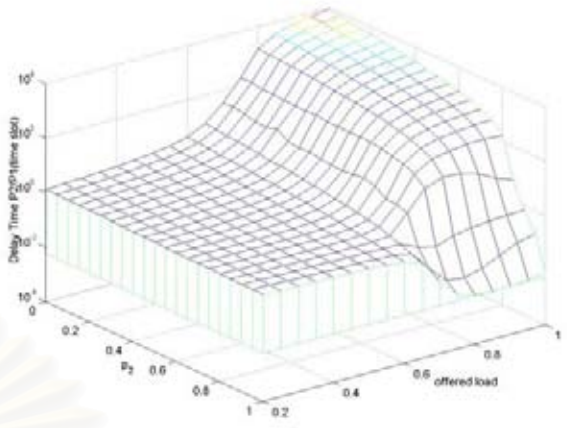


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

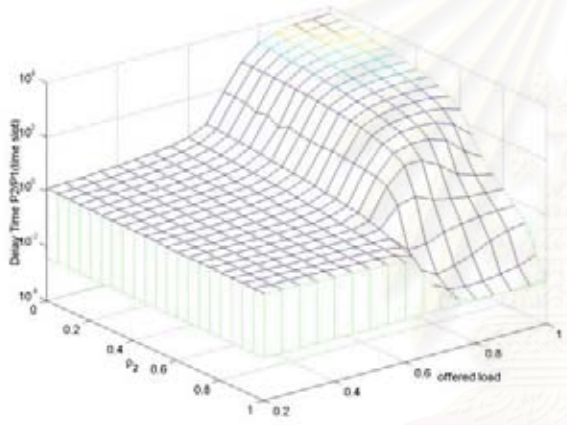
รูปที่ 5.6.3 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม



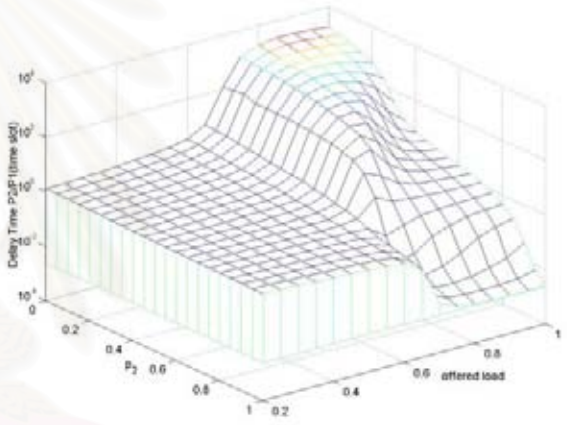
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



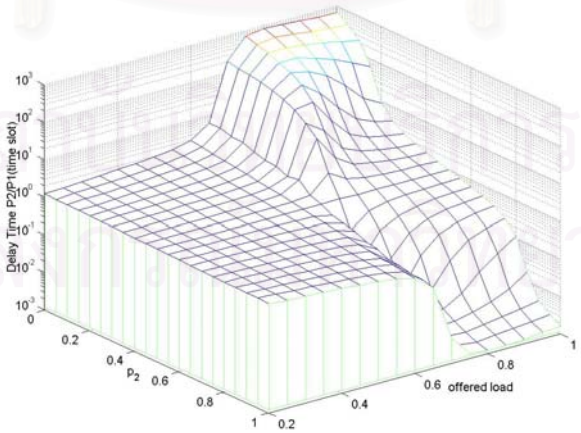
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

รูปที่ 5.6.4 อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1ต่อเซลล์คลาส 2

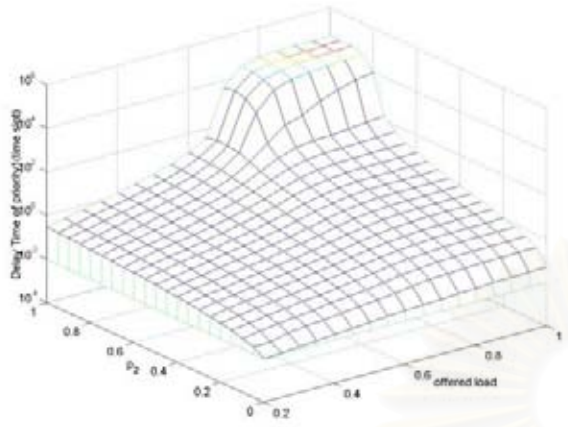
พิจารณากราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.6.1 ,5.6.2 ,5.6.3 และ5.6.4 ของอัลกอริทึมนี้เปรียบเทียบกับกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.1.1 ,5.1.2 ,5.1.3 และ 5.1.4 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน request และกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.4.1 ,5.4.2 ,5.4.3 และ 5.4.4 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน request และ grant พบว่าคุณลักษณะของแต่ละกราฟมีความคล้ายคลึงกันมากในทั้ง 3 อัลกอริทึม แต่อัลกอริทึมนี้มีความคล้ายคลึงกับอัลกอริทึมควบคุมที่ request มากกว่าอัลกอริทึมการควบคุมที่ request และ grant ซึ่งอาจวิเคราะห์ได้ดังนี้ การควบคุมที่ขั้นตอน accept จะส่งผลกระทบน้อยกว่าการควบคุมที่ขั้นตอน grant เนื่องจากเซลล์คลาสที่มีการแย่งชิงกันใช้บริการส่วนมากได้ถูกเลือกตั้งแต่ขั้นตอน request และ grant แล้ว ดังนั้นในขั้นตอน accept จึงเหลือเซลล์คลาสที่ต้องแข่งขันกันน้อยลง การตัดสินใจที่ขั้นตอน accept จึงมีผลกระทบน้อยตามไปด้วย และจะสังเกตว่าที่จุดการทำงานที่ค่า p_2 เท่ากัน พบว่าค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 และเซลล์คลาส 2 ขังอัลกอริทึมนี้ มีค่าน้อยกว่า ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 และเซลล์คลาส 2 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ request แต่มากกว่าค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 และเซลล์คลาส 2 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ request และ grant ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลกระทบของการควบคุมที่ขั้นตอน accept มีน้อยกว่าผลกระทบของการควบคุมที่ขั้นตอน grant จึงทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้ง 2 คลาสเป็นเช่นนั้น พิจารณาผลการทดสอบสมรรถนะของกราฟในรูปที่ 5.6.1 ซึ่งแสดงค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ภายใต้สัดส่วนของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ไปจนถึง 50% พิจารณาจากกราฟทั้ง 5 รูป เห็นชัดว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณ offered load โดยรวมขึ้นค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปใดรูปหนึ่งพบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 จะส่งผลกระทบทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มสูงขึ้นในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลงดังแสดงในรูปที่ 5.6.2 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 ได้เช่นเดียวกับอัลกอริทึมอื่นๆที่นำเสนอ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.6.1 ,5.6.2 และ 5.6.3 ซึ่งมีสัดส่วนของเซลล์คลาส 1 และ 2 ที่แตกต่างกันพบข้อสังเกตเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ดังนี้ ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 จาก 10% เป็น 50% มีผลทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะของผลการทดสอบที่ได้สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณทราฟฟิกยังคงเท่าเดิมทำให้ความรุนแรงในการแย่งใช้บริการระหว่างเซลล์ทั้งสองคลาสสูงขึ้น (การที่มีเซลล์คลาสใดคลาสหนึ่งในปริมาณที่สูงในขณะที่เซลล์อีกคลาสหนึ่งมีปริมาณที่ต่ำจะช่วยให้โอกาสที่จะได้รับทรูพุตเพิ่มขึ้นมีมากขึ้นเนื่องจากผลกระทบอัน

เกิดจากคลาสของเซลล์ที่มีผลต่อการจัดสรรเส้นทางลดลง) ส่งผลกระทบต่อเซลล์ทั้งสองคลาสทำให้โอกาสในการได้รับบริการลดลง จนทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมเพิ่มขึ้น จนเมื่อเพิ่มค่า p_2 ขึ้นเพื่อเพิ่มโอกาสในการให้บริการแก่เซลล์คลาส 2 ขึ้น จึงทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลง ดังจะเห็นได้จากกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.6.2 แต่การเพิ่ม p_2 ดังกล่าวกลับส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.6.1 ดังนั้นเวลาประวิงโดยเฉลี่ยจึงไม่เปลี่ยนแปลงตามค่า p2 ดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.6.3 ในทำนองเดียวกัน เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เท่ากันกับเซลล์คลาส 2 กราฟสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่ 50% ในรูปที่ 5.6.1 และ 5.6.2 ของเซลล์ทั้งสองคลาสมีลักษณะสมมาตรกัน และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่จุด p_2 50%ของเซลล์คลาส 1 และ 2 จะมีค่าเท่ากัน พิจารณากราฟการทดสอบสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่ 10% ซึ่งแสดงไว้ในทั้งในรูปที่ 5.6.1 และ 5.6.2 พบว่า ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน เมื่อปริมาณ offered load เพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 จะเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเซลล์คลาส 1 เนื่องมาจากเมื่อปริมาณ offer load เพิ่มขึ้นความแตกต่างของปริมาณของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ยิ่งเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request พิจารณากราฟทั้งหมดในรูปที่ 5.6.4 พบว่าผลจากการเพิ่มขึ้นของ offered load ที่มีต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสส่งผลต่อเนื่องไปถึงอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 โดยช่วงของอัตราส่วนดังกล่าวจะกว้างขึ้นตามปริมาณ offered load ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นที่ต่างกันของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยในแต่ละคลาส แต่ที่ปริมาณ offered load ไม่สูงนักอัตราส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วงแคบมากเนื่องจากสวิตช์สามารถให้บริการเซลล์แต่ละคลาสที่เข้ามาได้อย่างทันท่วงทีจนแทบจะไม่มีเซลล์คลาสใดเลยที่ต้องรอคอยรับบริการ และจะกว้างขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อ offered load มีปริมาณสูงกว่า 70% ขึ้นไป ภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ถึง 50% สังเกตว่าช่วงอัตราส่วนสูงสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่มากกว่า 1 เท่า ลดลงจาก 8,452 เท่า เหลือ 671 เท่า แต่ช่วงอัตราส่วนต่ำสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่น้อยกว่า ลดลงจาก 0.0112 เท่า เป็น 0.0016 เท่า โดยจุดสูงสุด และต่ำสุดดังกล่าวจะหาได้จากการกำหนดค่า p_2 ที่ 0% และ 100% ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้ เนื่องจาก ณ จุดเหล่านั้น ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีความต่างกันมากที่สุด ซึ่งจะสังเกตว่าช่วงการควบคุมอัตราส่วนระหว่างค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ทำได้มีช่วงกว้างกว่าที่อัลกอริทึมการควบคุมที่ request ทำได้ แต่แคบกว่าที่อัลกอริทึมการควบคุมที่ request และ accept ทำได้ ทั้งนี้เนื่องจากเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีการลดลงเมื่อควบคุมเพิ่มที่ขั้นตอน accept แต่การลดลงดังกล่าวก็มี

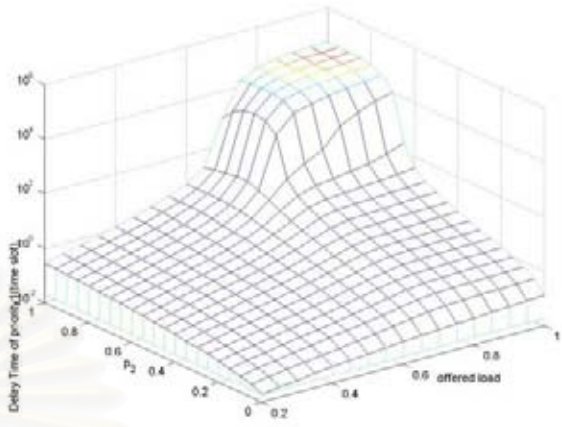
อัตราเร็วในการลดลงต่างกันเช่นเดียวกับที่วิเคราะห์ไว้ จึงช่วยเพิ่มความกว้างให้ช่วงที่อัลกอริทึมสามารถควบคุมได้ พบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 ให้สูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ลดต่ำดังแสดงในรูปที่ 5.6.4 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 แต่ช่วงที่ควบคุมได้ดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ offered load และสัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 เช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

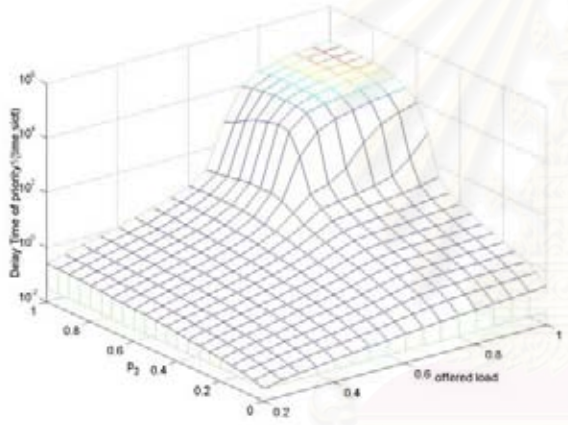
5.2.7 อัลกอริทึมควบคุมที่ request, grant และaccept



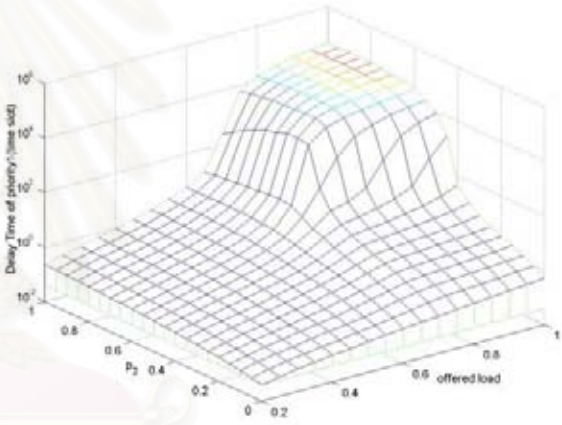
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



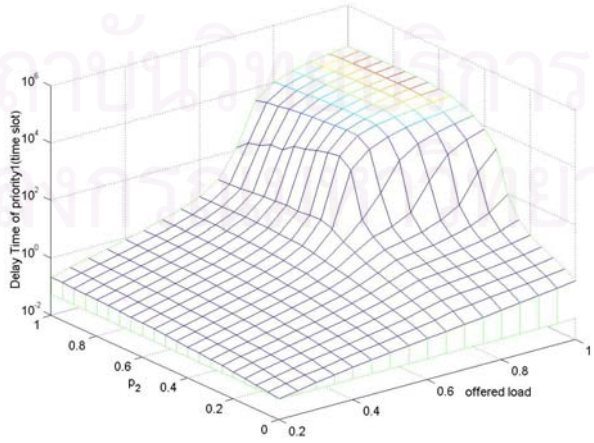
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

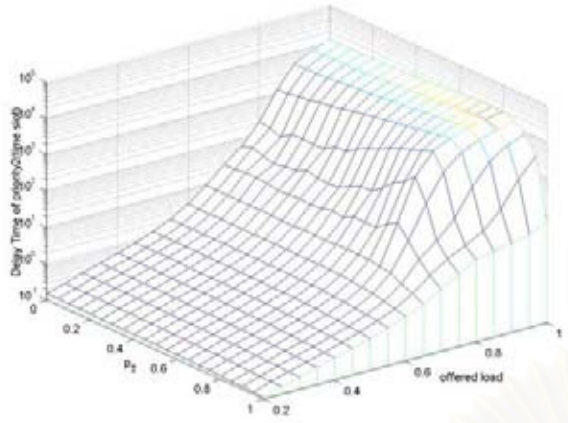


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

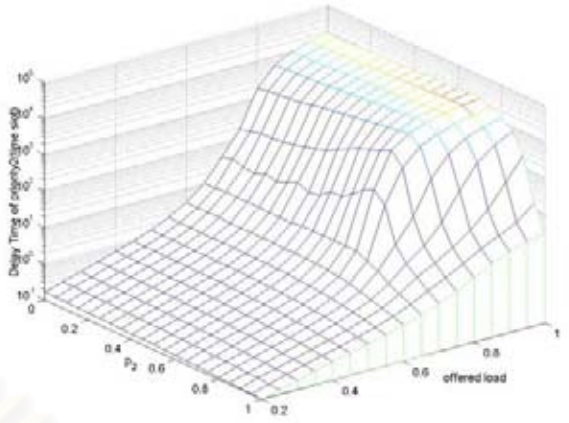


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

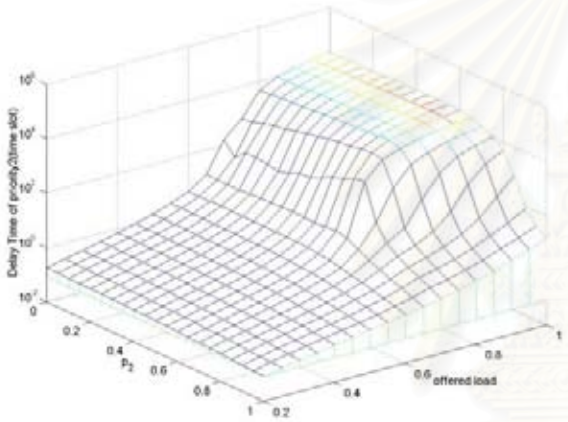
รูปที่ 5.7.1 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1



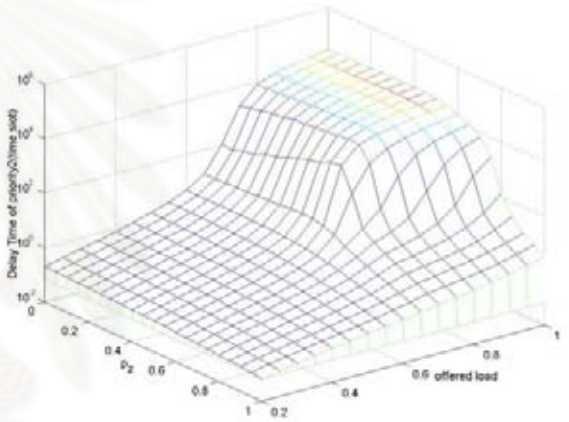
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



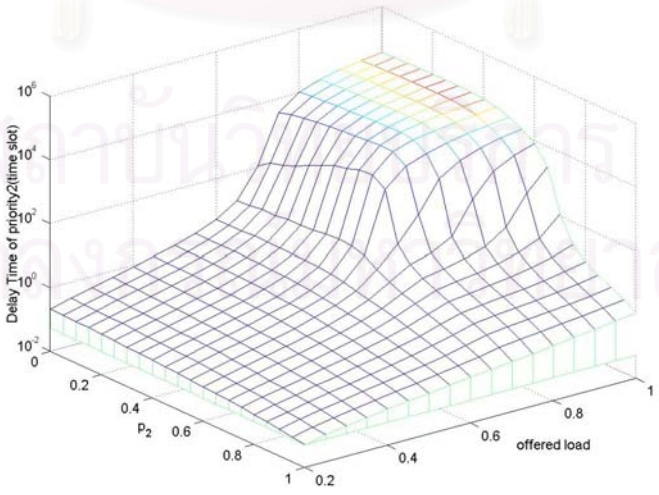
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

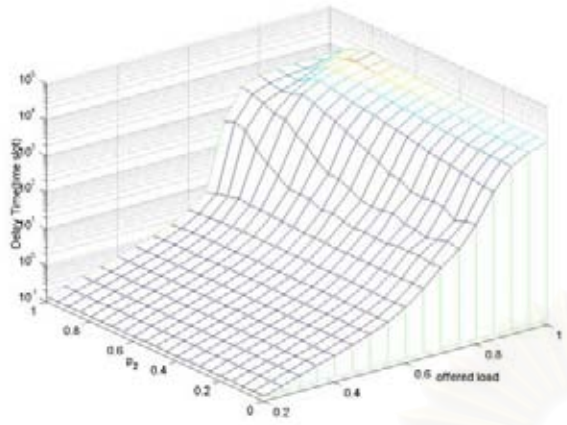


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

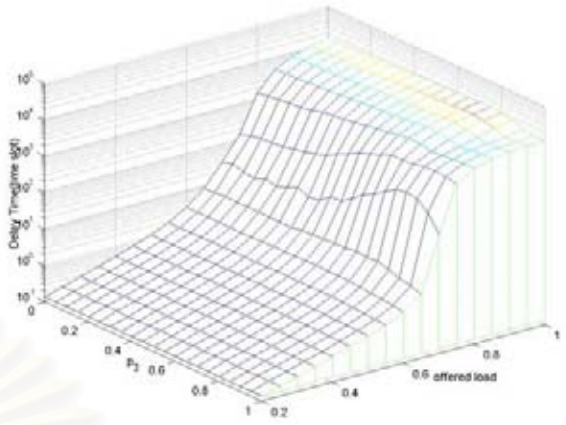


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

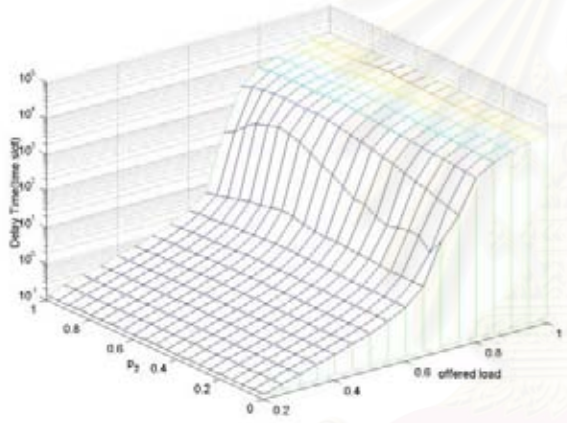
รูปที่ 5.7.2 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2



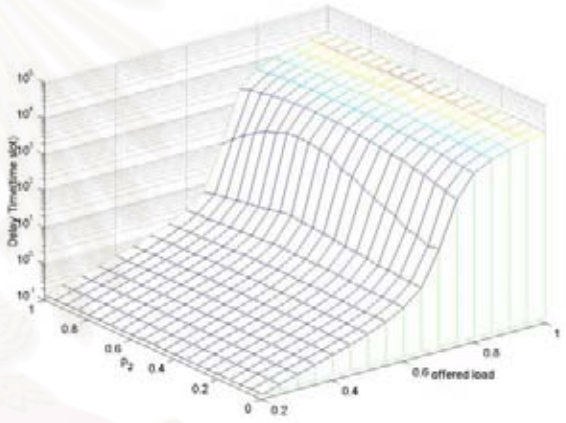
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



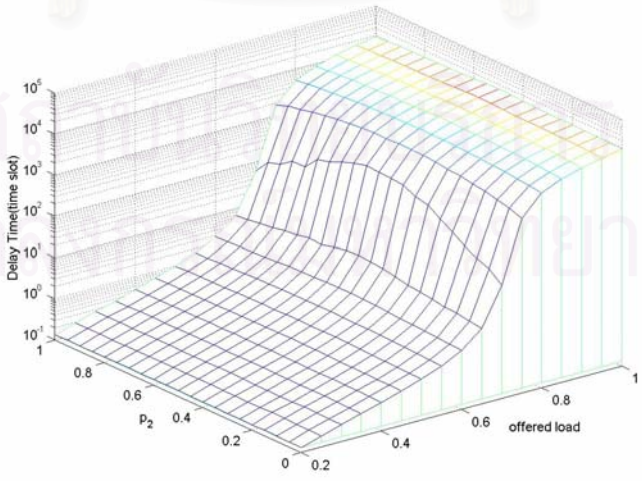
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

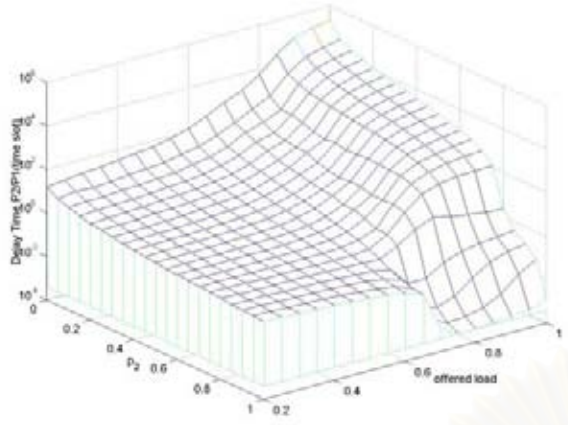


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%

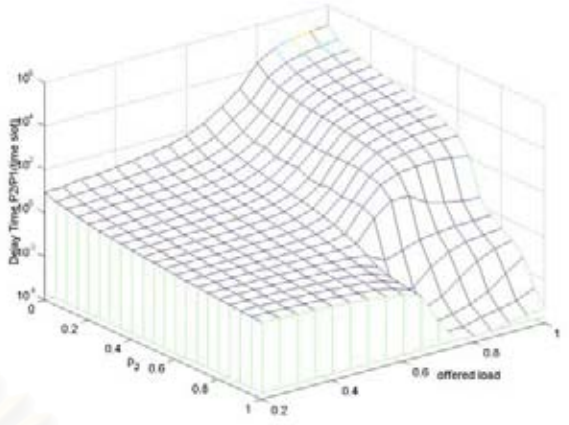


สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

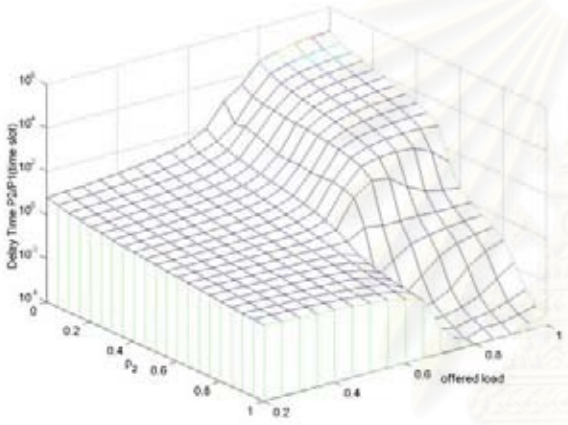
รูปที่ 5.7.3 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม



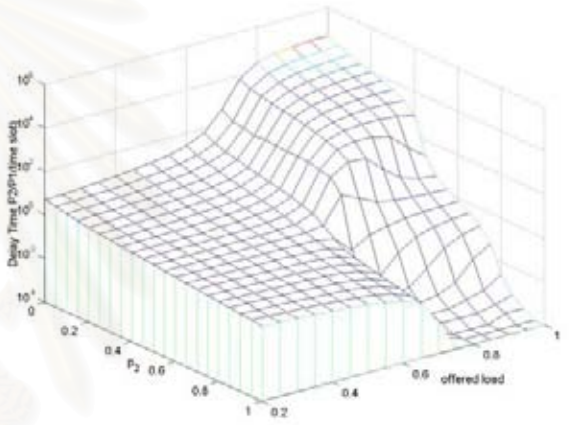
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



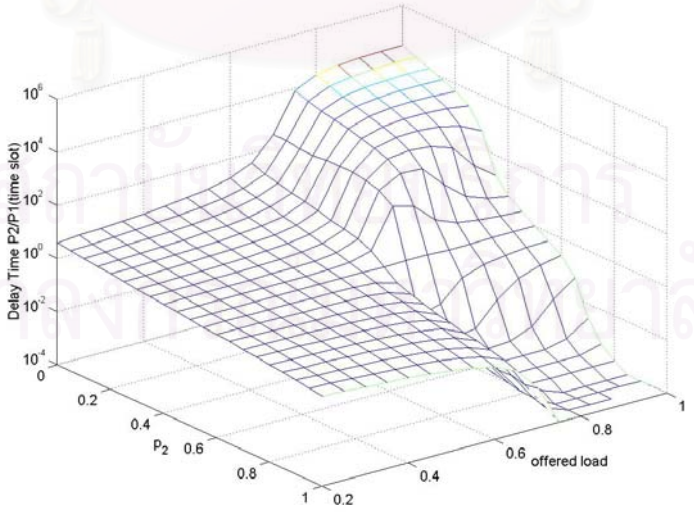
สัดส่วนเซลล์คลาส 1 20%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 40%



สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

รูปที่ 5.7.4 อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1ต่อเซลล์คลาส 2

พิจารณากราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.7.1 ,5.7.2 ,5.7.3 และ5.7.4 ของอัลกอริทึมนี้เปรียบเทียบกับกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.1.1 ,5.1.2 ,5.1.3 และ 5.1.4 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน request และกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.4.1 ,5.4.2 ,5.4.3 และ 5.4.4 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน request และ grant และกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.6.1 ,5.6.2 ,5.6.3 และ 5.6.4 ของอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน request และ accept พบว่าคุณลักษณะของแต่ละกราฟมีความคล้ายคลึงกันมากในทั้ง 4 อัลกอริทึม แต่อัลกอริทึมนี้มีความคล้ายคลึงกับอัลกอริทึมนี้ มากที่สุดคือ อัลกอริทึมการควบคุมที่ request และ grant ซึ่งอาจวิเคราะห์ได้ดังนี้ เซลล์คลาสที่มีการแย่งชิงกันใช้บริการส่วนมากได้ถูกเลือกตั้งแต่ขั้นตอน request และ grant แล้ว ดังนั้นในขั้นตอน accept จึงเหลือเซลล์คลาสที่ต้องแข่งขันกันน้อยลง การตัดสินใจที่ขั้นตอน accept จึงมีผลกระทบน้อยตามไปด้วย และจะสังเกตว่าที่จุดการทำงานที่ค่า p_2 เท่ากัน พบว่าค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 และเซลล์คลาส 2 ของอัลกอริทึมนี้ มีค่าน้อยกว่า ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 และเซลล์คลาส 2 ของอัลกอริทึมอื่นๆที่มีการควบคุมที่ request ทั้งนี้อาจการควบคุมที่ขั้นตอน grant และ accept ต่างก็ช่วยลดเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมได้ดังที่ทราบมาแล้วในการทดสอบอัลกอริทึมก่อนๆ พิจารณาผลการทดสอบสมรรถนะของกราฟในรูปที่ 5.7.1 ซึ่งแสดงค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ภายใต้สัดส่วนของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ไปจนถึง 50% พิจารณาจากกราฟทั้ง 5 รูปเห็นชัดว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณ offered load โดยรวมขึ้นค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request เมื่อพิจารณาจากกราฟรูปใดรูปหนึ่งพบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 จะส่งผลกระทบทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มสูงขึ้น ในขณะเดียวกันก็ส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลงดังแสดงในรูปที่ 5.7.2 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 ได้เช่นเดียวกับอัลกอริทึมอื่นๆที่นำเสนอ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.7.1 ,5.7.2 และ 5.7.3 ซึ่งมีสัดส่วนของเซลล์คลาส 1 และ 2 ที่แตกต่างกันพบข้อสังเกตเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request ดังนี้ ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 จาก 10% เป็น 50% มีผลทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะของผลการทดสอบที่ได้สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณทราฟฟิกยังคงเท่าเดิมทำให้ความรุนแรงในการแย่งใช้บริการระหว่างเซลล์ทั้งสองคลาสสูงขึ้น (การที่มีเซลล์คลาสใดคลาสหนึ่งในปริมาณที่สูงในขณะที่เซลล์อีกคลาสหนึ่งมีปริมาณที่ต่ำจะช่วยให้โอกาสที่จะได้รับทรูพุตเพิ่มขึ้นมีมากขึ้นเนื่องจากผลกระทบอันเกิดจากคลาสของเซลล์ที่มีผลต่อการจัดสรรเส้นทางลดลง) ส่งผลกระทบต่อเซลล์ทั้งสองคลาสทำให้โอกาสในการได้รับบริการลดลง จนทำให้ค่าเวลา

ประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาส และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมเพิ่มขึ้น จนเมื่อเพิ่มค่า p_2 ขึ้นเพื่อเพิ่มโอกาสในการให้บริการแก่เซลล์คลาส 2 ขึ้น จึงทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ลดลง ดังจะเห็นได้จากกราฟแต่ละกราฟในรูปที่ 5.7.2 แต่การเพิ่ม p_2 ดังกล่าวกลับส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.7.1 ดังนั้นเวลาประวิงโดยเฉลี่ยจึงไม่เปลี่ยนแปลงตามค่า p2 ดังจะเห็นได้จากแต่ละกราฟในรูปที่ 5.7.3 ในทำนองเดียวกัน เมื่อสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เท่ากันกับเซลล์คลาส 2 กราฟสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่ 50% ในรูปที่ 5.7.1 และ 5.7.2 ของเซลล์ทั้งสองคลาสมีลักษณะสมมาตรกัน และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่จุด p_2 50%ของเซลล์คลาส 1 และ 2 จะมีค่าเท่ากัน พิจารณากราฟการทดสอบสมรรถนะภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่ 10% ซึ่งแสดงไว้ในทั้งในรูปที่ 5.7.1 และ 5.7.2 พบว่า ณ จุดทำงานที่กำหนดให้ใช้ค่า p_2 เท่ากัน เมื่อปริมาณ offered load เพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 จะเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเซลล์คลาส 1 เนื่องมาจากเมื่อปริมาณ offer load เพิ่มขึ้นความแตกต่างของปริมาณของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ยิ่งเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการควบคุมที่ request พิจารณากราฟทั้งหมดในรูปที่ 5.7.4 พบว่าผลจากการเพิ่มขึ้นของ offered load ที่มีต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสส่งผลต่อเนื่องไปถึงอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 โดยช่วงของอัตราส่วนดังกล่าวจะกว้างขึ้นตามปริมาณ offered load ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นที่ต่างกันของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยในแต่ละคลาส แต่ที่ปริมาณ offered load ไม่สูงนัก อัตราส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วงแคบมากเนื่องจากสวิตช์สามารถให้บริการเซลล์แต่ละคลาสที่เข้ามาได้อย่างทันท่วงทีจนแทบจะไม่มีเซลล์คลาสใดเลยที่ต้องรอคอยรับบริการ และจะกว้างขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อ offered load มีปริมาณสูงกว่า 70% ขึ้นไป ภายใต้สัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 ที่เพิ่มขึ้นจาก 10% ถึง 50% สังเกตว่าช่วงอัตราส่วนสูงสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่มากกว่า 1 เท่า เพิ่มขึ้นจาก 32,113 เท่า เป็น 223,204 เท่า แต่ช่วงอัตราส่วนต่ำสุดของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยคลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่น้อยกว่าลดลงจาก 0.0004 เท่า เป็น 0.0001 เท่า โดยจุดสูงสุด และต่ำสุดดังกล่าวจะหาได้จากการกำหนดค่า p_2 ที่ 0% และ 100% ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามที่คาดไว้ เนื่องจาก ณ จุดเหล่านั้น ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีความต่างกันมากที่สุด ซึ่งจะสังเกตว่าช่วงการควบคุมอัตราส่วนระหว่างค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ทำได้มีช่วงกว้างกว้างที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้งสองคลาสมีการลดลงเมื่อควบคุมเพิ่มที่ขั้นตอน grant และ accept แต่การลดลงดังกล่าวก็มีอัตราเร็วในการลดลงต่างกันเช่นเดียวกับที่วิเคราะห์ไว้ จึงช่วยเพิ่มความกว้างให้ช่วงที่อัลกอริทึมสามารถควบคุมได้ พบว่าการปรับขึ้นของค่า p_2 ให้สูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อ

เซลล์คลาส 2 ลดต่ำดังแสดงในรูปที่ 5.7.4 ปรากฏการณ์ที่เห็นนี้หมายความว่าเราสามารถควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ให้เพิ่มหรือลดลงได้ด้วยการปรับค่าของ p_2 แต่ช่วงที่ควบคุมได้ดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณ offered load และสัดส่วนปริมาณของเซลล์คลาส 1 เช่นเดียวกับอัลกอริทึมอื่นๆ

5.3 การวิเคราะห์อัลกอริทึมที่นำเสนอ

5.3.1 การวิเคราะห์ลักษณะของกราฟ

จากการวิเคราะห์สมรรถนะของอัลกอริทึมที่นำเสนอข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเมื่อค่า offered load เพิ่มขึ้น จะทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ไม่ว่าจะควบคุมที่ขั้นตอนใดก็ตาม เนื่องจากปริมาณของ เซลล์คลาส 1 และ เซลล์คลาส 2 ต่างก็เพิ่มขึ้นด้วยกันทั้งสองคลาส ทำให้สวิตช์ไม่สามารถให้บริการแก่เซลล์แต่ละคลาสได้ทัน ทำให้มีเซลล์ค้างอยู่ในบัฟเฟอร์เพื่อรอรับบริการเพิ่มขึ้นจนส่งผลให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสเพิ่มขึ้น

ค่าสัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีผลกระทบต่อค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของแต่ละเซลล์คลาส กล่าวคือยิ่งสัดส่วนของเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับสัดส่วนของเซลล์คลาส 2 เท่าใด ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์ทั้ง 2 คลาสรวมไปถึงเวลาประวิงโดยเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากการที่เซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดการแย่งชิงเพื่อรับบริการระหว่างเซลล์คลาส 1 ด้วยกันเองเพิ่มขึ้น และถึงแม้ปริมาณเซลล์คลาส 2 จะลดลงไป แต่การเพิ่มขึ้นของเซลล์คลาส 1 ทำให้เกิดการแย่งชิงกันระหว่างเซลล์แต่ละคลาสรุนแรงขึ้นซึ่งส่งผลทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

เมื่อมีการควบคุมร่วมกันทีละหลายขั้นตอนจะทำให้คุณสมบัติที่ได้แตกต่างออกไป แต่ยังคงมีความคล้ายคลึงกับรูปแบบเดิมอยู่ โดยรูปแบบดังกล่าวจะคล้ายคลึงกับรูปแบบของกราฟในลำดับขั้นแรกของขั้นตอนการควบคุม ยกตัวอย่างเช่นกราฟที่ได้จาก อัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน grant และ accept จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับกราฟที่เกิดจากวิธีอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน grant มากกว่ากราฟที่เกิดจากวิธีอัลกอริทึมการควบคุมที่ขั้นตอน accept เป็นต้น เนื่องจากการตัดสินใจเลือกที่เกิดขึ้นจากการแย่งชิงกันใช้บริการระหว่างแต่ละลำดับความสำคัญจะเกิดขึ้นที่ขั้นตอนลำดับแรกๆแล้ว ดังนั้นในขั้นตอนลำดับหลังๆจึงไม่ค่อยส่งผลกระทบเนื่องจากการแย่งชิงกันใช้บริการเท่าใดนัก

ภายใต้สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่ 50% เซลล์ทั้งสองคลาสมีลักษณะสมมาตรกัน และเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่จุด p_2 50%ของเซลล์คลาส 1 และ 2 จะมีค่าเท่ากัน เนื่องจากในสภาพทราฟฟิกดังกล่าวความสำคัญของเซลล์ทั้งสองคลาสจะเท่ากัน

ค่า p_2 ที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลกระทบต่อเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาส ในอัลกอริทึมที่นำเสนอ ซึ่งหมายความว่าเราสามารถควบคุมเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์แต่ละคลาสได้โดยการควบคุมค่า p_2 ซึ่งนำไปสู่การที่เราสามารถควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยระหว่างเซลล์คลาส 2 ต่อ เซลล์คลาส 1 ได้ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

5.3.2 การวิเคราะห์เชิงสมรรถนะ

การวิเคราะห์สมรรถนะของอัลกอริทึมที่นำเสนอนี้ จะทำการวิเคราะห์สมรรถนะในด้านต่างๆดังนี้

5.3.2.1 สมรรถนะด้านการควบคุมคุณภาพการให้บริการ

สมรรถนะด้านเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของอัลกอริทึมที่นำเสนอนั้นจะวัดออกมาโดยการเปรียบเทียบเวลาประวิงโดยเฉลี่ยระหว่างแต่ละอัลกอริทึม ณ จุดที่มีอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1ต่อเซลล์คลาส 2, offered load และ สัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เท่ากัน

อัลกอริทึมที่นำเสนอ	เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม	ค่า p_2
ควบคุมที่ request	27.0940	0.2266
ควบคุมที่ grant	23.5903	0.5270
ควบคุมที่ accept	23.7089	0.5609
ควบคุมที่ request และgrant	23.8631	0.3846
ควบคุมที่ request และaccept	24.3458	0.3268
ควบคุมที่ grant และaccept	21.8188	0.5016
ควบคุมที่ request grant และ accept	22.9994	0.4051

ตารางที่ 5.1 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 10เท่า offered load มีค่า 70% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 10%

อัลกอริทึมที่นำเสนอ	เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม	ค่า p_2
ควบคุมที่ request	868.1097	0.6325
ควบคุมที่ grant	321.2763	0.5518
ควบคุมที่ accept	295.7220	0.4328
ควบคุมที่ request และgrant	1010.2	0.5878
ควบคุมที่ request และaccept	2328.7	0.7688
ควบคุมที่ grant และaccept	327.8529	0.5457
ควบคุมที่ request grant และ accept	2395.7	0.6679

ตารางที่ 5.2 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 100เท่า offered load มีค่า 80% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 10%

อัลกอริทึมที่นำเสนอ	เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม	ค่า p_2
ควบคุมที่ request	408.2814	0.8205
ควบคุมที่ grant	66.4746	0.5772
ควบคุมที่ accept	61.6649	0.7275
ควบคุมที่ request และgrant	754.7803	0.6531
ควบคุมที่ request และaccept	589.9520	0.7743
ควบคุมที่ grant และaccept	64.9163	0.5593
ควบคุมที่ request grant และ accept	858.2806	0.6295

ตารางที่ 5.3 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 10เท่า offered load มีค่า 70% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 30%

อัลกอริทึมที่นำเสนอ	เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม	ค่า p_2
ควบคุมที่ request	6973.8	0.7948
ควบคุมที่ grant	1741	0.6367
ควบคุมที่ accept	-	-
ควบคุมที่ request และgrant	7691	0.6172
ควบคุมที่ request และaccept	7663.2	0.7307
ควบคุมที่ grant และaccept	1742.1	0.6249
ควบคุมที่ request grant และ accept	7774	0.5929

ตารางที่ 5.4 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 100เท่า offered load มีค่า 80% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 30%

อัลกอริทึมที่นำเสนอ	เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม	ค่า p_2
ควบคุมที่ request	1404.3	0.3413
ควบคุมที่ grant	76.1808	0.4395
ควบคุมที่ accept	79.5773	0.1855
ควบคุมที่ request และgrant	1377.4	0.4911
ควบคุมที่ request และaccept	1334.4	0.4323
ควบคุมที่ grant และaccept	85.9726	0.4498
ควบคุมที่ request grant และ accept	1359.2	0.4934

ตารางที่ 5.5 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 10เท่า offered load มีค่า 70% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 50%

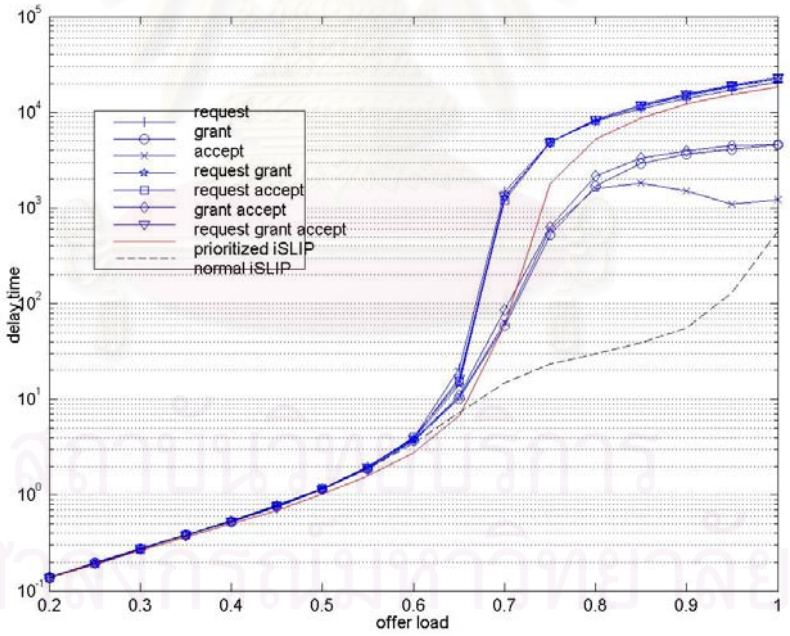
อัลกอริทึมที่นำเสนอ	เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม	ค่า p_2
ควบคุมที่ request	14663	0.1913
ควบคุมที่ grant	606.3418	0.4954
ควบคุมที่ accept	718.7852	0.2422
ควบคุมที่ request และgrant	15172	0.3982
ควบคุมที่ request และaccept	14862	0.2483
ควบคุมที่ grant และaccept	594.1862	0.4959
ควบคุมที่ request grant และ accept	15205	0.4133

ตารางที่ 5.6 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 10เท่า offered load มีค่า 90% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 50%

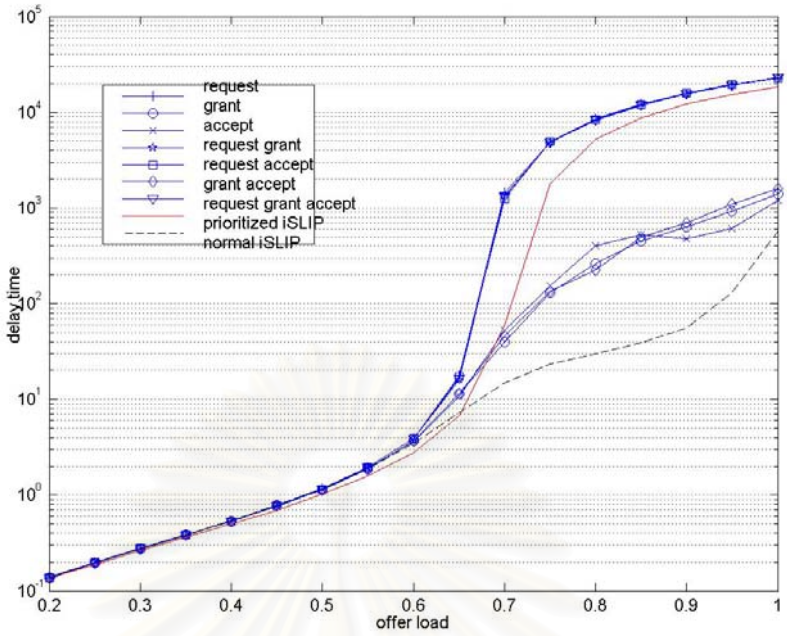
อัลกอริทึมที่นำเสนอ	เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม	ค่า p_2
ควบคุมที่ request	8070.2	0.1308
ควบคุมที่ grant	1750.7	0.4488
ควบคุมที่ accept	1683.6	0.0925
ควบคุมที่ request และgrant	8333.4	0.4162
ควบคุมที่ request และaccept	8208.2	0.2411
ควบคุมที่ grant และaccept	1644.1	0.4629
ควบคุมที่ request grant และ accept	8423.8	0.4372

ตารางที่ 5.7 เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวมของอัลกอริทึมที่นำเสนอเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 มีค่า 100เท่า offered load มีค่า 80% และ สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีค่า 50%

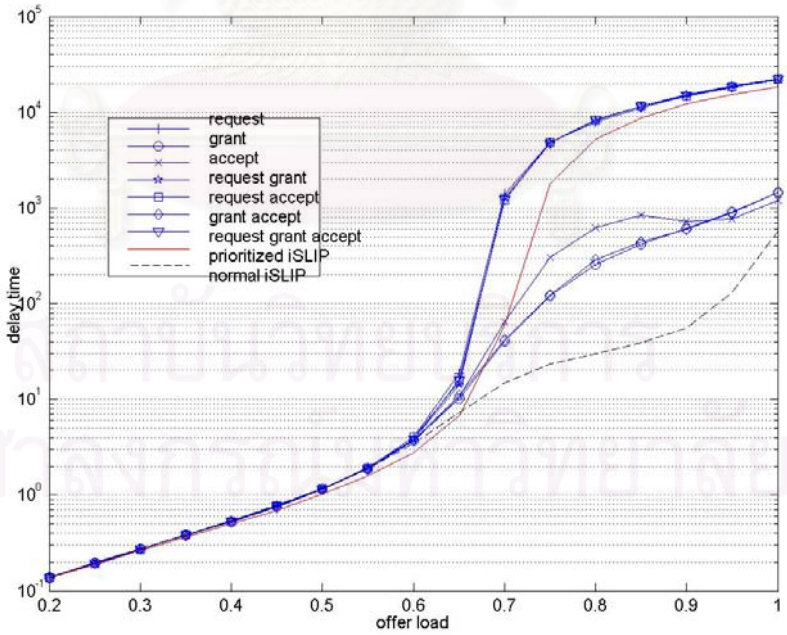
จากตารางที่ 5.1 ถึง ตารางที่ 5.7 แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า อัลกอริทึมที่นำเสนอสามารถควบคุมคุณภาพการให้บริการซึ่งในที่นี้จะแสดงออกมาในรูปของอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของ เซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 ได้ โดยการควบคุมค่า p_2 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันในแต่ละตารางพบว่า เมื่อสภาพทราฟฟิกเปลี่ยนไป หากเรายังต้องการควบคุมคุณอัตราส่วนการให้บริการไว้เท่าเดิม เราจำเป็นจะต้องปรับค่า p_2 ใหม่เพื่อให้ได้ค่าอัตราส่วนการให้บริการที่คงที่ แต่การปรับค่า p_2 ดังกล่าวจะทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่ได้เปลี่ยนไปด้วยเช่นกัน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันเองระหว่างแต่ละอัลกอริทึมในแต่ละกราฟพบว่า อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant อัลกอริทึมการควบคุมที่ accept และอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ accept จะให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยน้อยที่สุดเนื่องจากเมื่อไม่มีการควบคุมที่ขั้นตอน request แล้วจะทำให้มีเซลล์ผ่านไปยังขั้นตอนต่อไปคือ grant และ accept เพิ่มขึ้น จึงทำให้โอกาสที่จะได้ทรูพุตในการจัดสรรเส้นทางสูงมีเพิ่มขึ้น พิจารณาตารางที่ 5.4 พบว่ามีบางอัตราส่วนที่ไม่สามารถควบคุมได้ในสภาพทราฟฟิกที่ทำการทดสอบ ทั้งนี้แล้วแต่ความสามารถเกี่ยวกับช่วงการทำงานของอัลกอริทึมโดยจะกล่าวถึงในส่วนต่อไป



รูปที่ 5.8 ผลเปรียบเทียบเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม ที่ควบคุมอัตราส่วน เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 100 เท่าได้ที่ offered load มีค่า 80% และมี สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50% ในแต่ละอัลกอริทึม



รูปที่ 5.9 ผลเปรียบเทียบเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม ที่ควบคุมอัตราส่วน เวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่าได้ที่ offered load มีค่า 80% และมี สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50% ในแต่ละอัลกอริทึม

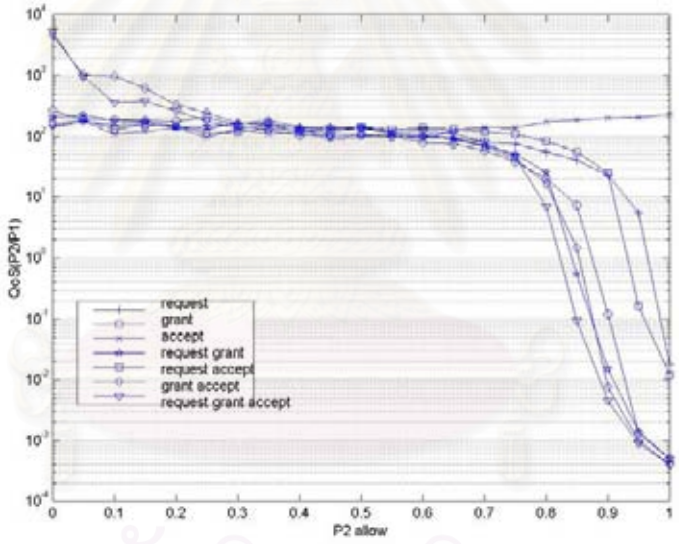


รูปที่ 5.10 ผลเปรียบเทียบเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์โดยรวม ที่ควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่าได้ที่ offered load มีค่า 90% และมี สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50% ในแต่ละอัลกอริทึม

จากรูปที่ 5.8, รูปที่ 5.9 และรูปที่ 5.10 พบว่า หากเรากำหนดค่า p_2 ตั้งแต่ต้นและไม่เปลี่ยนแปลงตามสภาพทราฟฟิก เพื่อให้ที่จุด offered load หนึ่งจะได้อัตราส่วนระหว่างเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ที่ต้องการ พบว่าที่ offered load เปลี่ยนไป เราจะไม่สามารถได้รับอัตราส่วนระหว่างเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 ตามต้องการ ดังนั้นจึงควบปรับค่า p_2 เปลี่ยนไปเรื่อยๆตามสภาพของทราฟฟิกซึ่งจะกล่าวถึงในส่วนต่อไป

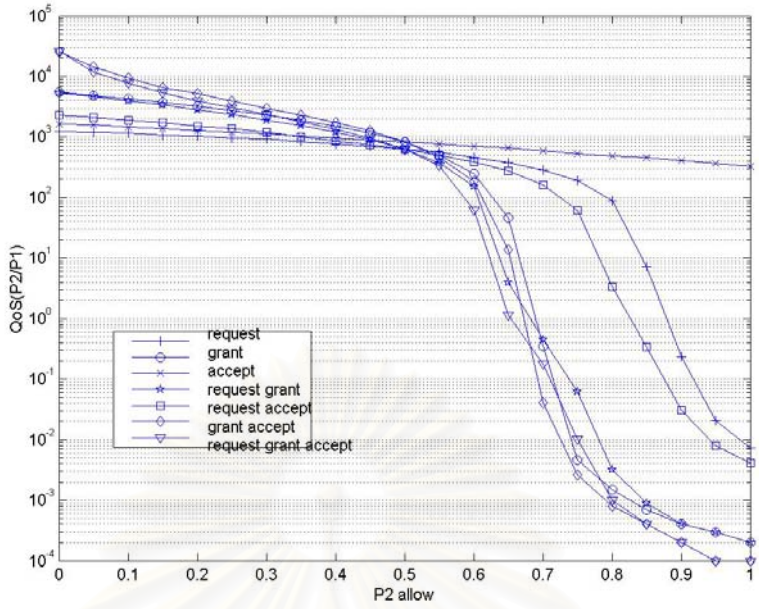
5.3.2.2 **สมรรถนะด้านช่วงการใช้งาน**

จากการวิเคราะห์ข้างต้น พบว่าในแต่ละอัลกอริทึมที่นำเสนอมีช่วงการใช้งานแตกต่างกันตามแต่สภาพของทราฟฟิกดังนี้

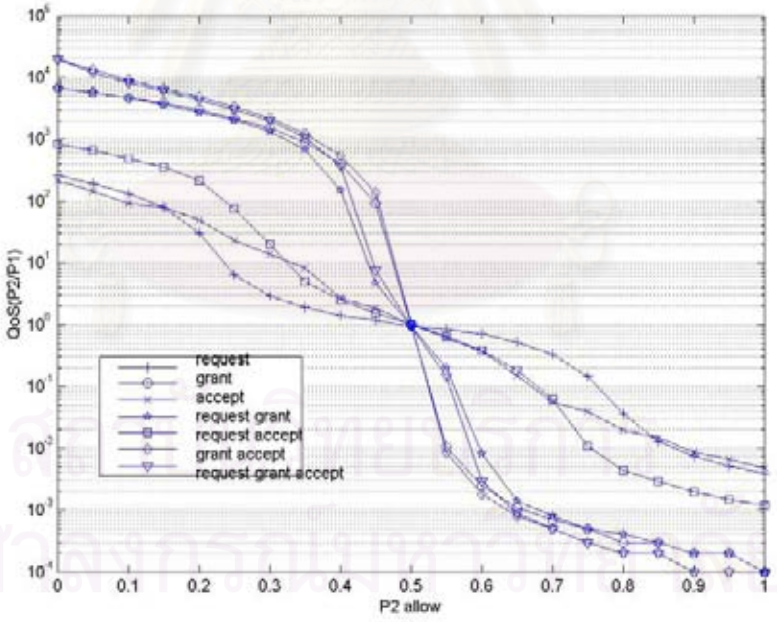


รูปที่ 5.11 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ค่า offered load 80% และค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.12 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ค่า offered load 80% และค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%

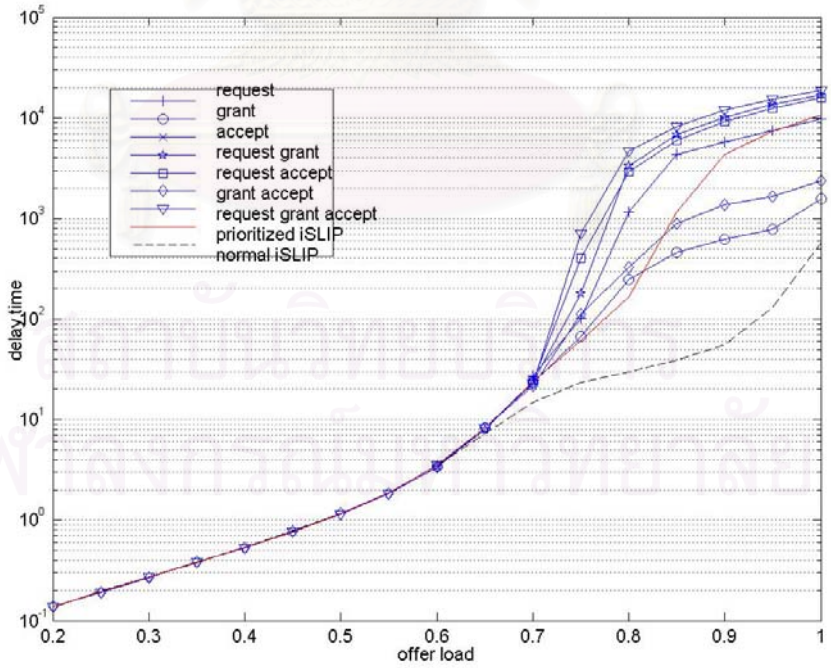


รูปที่ 5.13 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ค่า offered load 80% และค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

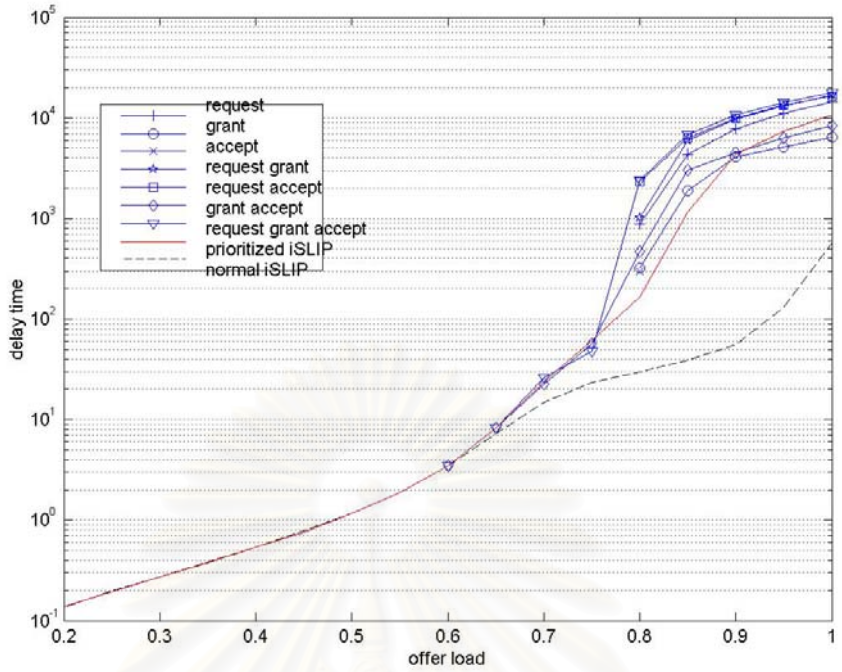
จากรูปที่ 5.11, 5.12 และรูปที่ 5.13 พบว่าอัลกอริทึมอัลกอริทึมการควบคุมที่ request grant และ accept มีสมรรถนะด้านช่วงการใช้งานสูงที่สุดเนื่องจากมีช่วงควบคุมอัตราส่วนของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยระหว่างเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 กว้างที่สุดในทุกๆสภาพทราฟฟิก ขณะที่อัลกอริทึมอัลกอริทึมการควบคุมที่ accept มีสมรรถนะด้านช่วงการใช้งานต่ำที่สุดเนื่องจากมีช่วง ควบคุมอัตราส่วนของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยระหว่างเซลล์คลาส 1 ต่อเซลล์คลาส 2 แคบที่สุด โดยค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 มีผลกระทบต่อช่วงการใช้งานของอัลกอริทึมอัลกอริทึมการควบคุมที่ accept อย่าง นั่นคือหากทราฟฟิกมีสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 น้อย จะทำให้ช่วงการทำงานของอัลกอริทึมการควบคุมที่ accept แคบมากหรือแทบจะไม่สามารถควบคุมได้เลย และทุกอัลกอริทึมที่มีการควบคุมที่ขั้นตอน grant จะมีช่วงการใช้งานที่กว้างกว่าอัลกอริทึมที่มีมีการควบคุมที่ขั้นตอน grant

5.3.2.3 **สมรรถนะด้านค่าเวลาประวิง**

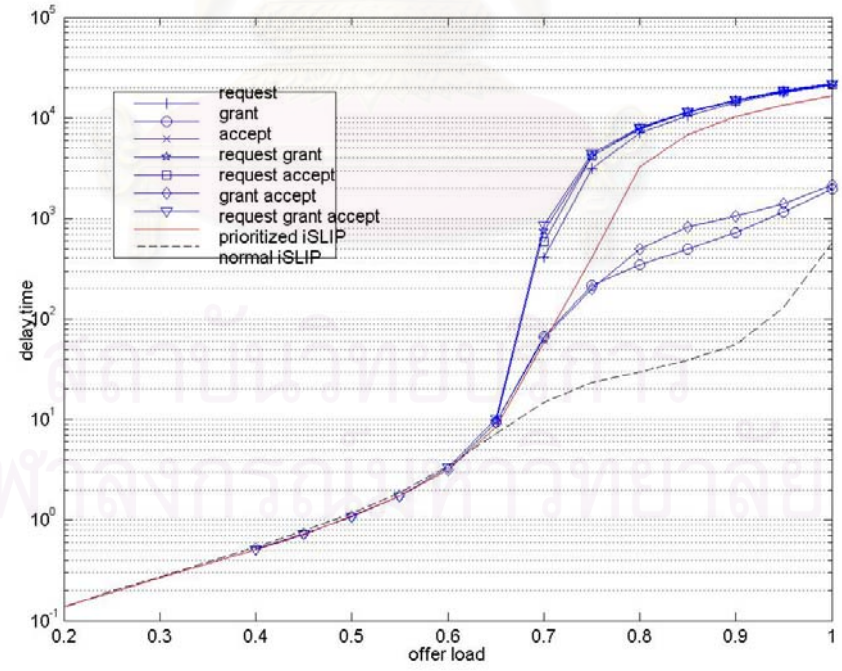
จากการวิเคราะห์ข้างต้น พบว่าหากควบคุมอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1ให้เท่ากันในแต่ละอัลกอริทึม ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่ได้จะแตกต่างกันดังนี้



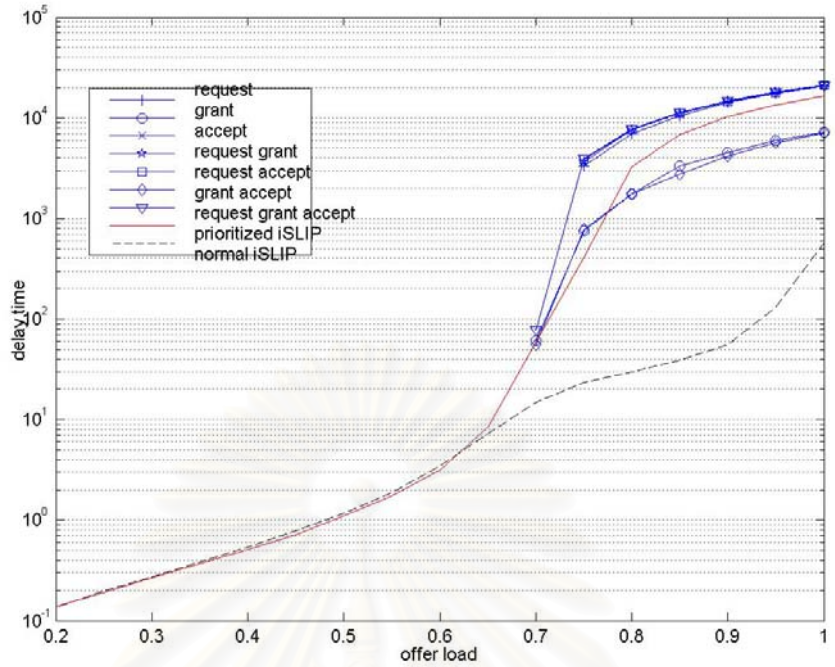
รูปที่ 5.14 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ให้อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



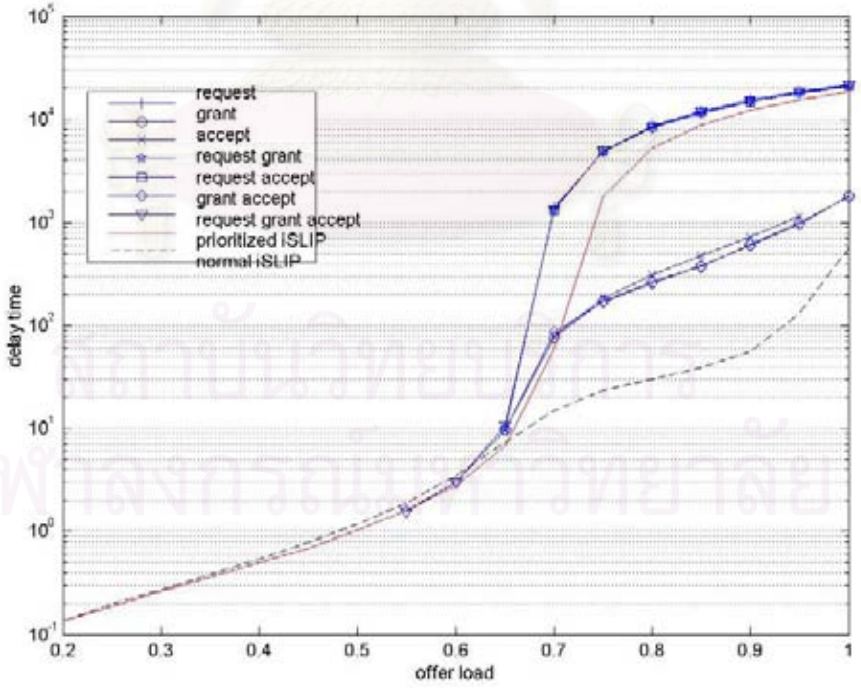
รูปที่ 5.15 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 100 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 10%



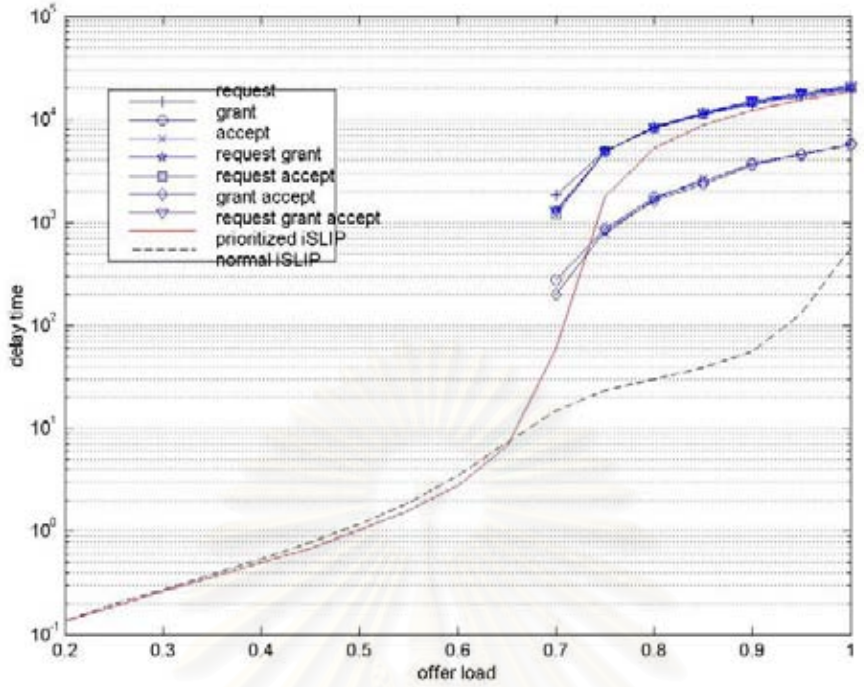
รูปที่ 5.16 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ให้อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%



รูปที่ 5.17 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 100 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 30%



รูปที่ 5.18 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ให้อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 10 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%



รูปที่ 5.19 ช่วงการใช้งานของแต่ละอัลกอริทึม ที่ให้อัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ที่ 100 เท่า ที่ค่า สัดส่วนเซลล์คลาส 1 50%

พิจารณากราฟในรูปที่ 5.14 – 5.19 เมื่อกำหนดอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1เท่ากันแล้วเพิ่ม offered load ขึ้นจาก 20% ไปจนถึง 100% ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยในแต่ละอัลกอริทึมจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยดังเหตุผลที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น ในแต่ละอัลกอริทึมสามารถทำงานในช่วง offered load และค่าสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่ต่างกันของเซลล์ทั้งสองคลาสที่แต่ละอัลกอริทึมสามารถควบคุมได้เมื่อสภาพทราฟฟิกเปลี่ยนไป โดยอัลกอริทึมการควบคุมที่ request grant และ accept จะมีช่วงการใช้งานที่กว้างที่สุดในทุกๆสภาพทราฟฟิก ในขณะที่ อัลกอริทึมการควบคุมที่ accept จะมีช่วงการใช้งานที่แคบที่สุดในทุกๆสภาพทราฟฟิกเช่นกัน พิจารณารูปที่ 5.14 เปรียบเทียบกับรูปที่ 5.15 พบว่ายิ่งอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น ยิ่งทำให้ช่วงในการใช้งานแคบลง เนื่องจากเราต้องการความแตกต่างของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยในแต่ละคลาสที่สูงขึ้นซึ่งความแตกต่างที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวจะเกิดขึ้นเมื่อค่า offered load เพิ่มขึ้น พิจารณาเปรียบเทียบรูปที่ 5.18 และ 5.19 พบว่าเมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant อัลกอริทึมการควบคุมที่ accept และอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ accept เพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่อัลกอริทึมอื่นๆแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant อัล กอริทึมการควบคุมที่ accept และอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ accept นั้น เมื่ออัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 เพิ่มขึ้น จะต้องลดค่า p_2 ที่ควบคุมอยู่ลง ซึ่งจะทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 ลดลงในขณะที่ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 จะเพิ่มขึ้น แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 จะสูงกว่าอัตราการลดลงของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 จึงทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัลกอริทึมอื่นๆที่นำเสนอนั้น อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 และอัตราการลดลงของเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 1 จะอยู่ในระดับเดียวกันจึงทำให้เวลาประวิงโดยเฉลี่ยแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง พิจารณาจากแต่ละรูป พบว่าอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant อัลกอริทึมการควบคุมที่ accept และอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ accept นั้น มีสมรรถนะด้านค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยดีที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่ทำได้เทียบกับเวลาประวิงโดยเฉี่ยที่อัลกอริทึม Prioritized iSLIP ทำได้พบว่าอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant อัลกอริทึมการควบคุมที่ accept และอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ accept นั้นมีสมรรถนะด้านเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากลดอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ลง ยิ่งทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยลดลง ในขณะที่อัลกอริทึมการควบคุมที่เหลือทั้งหมดมีสมรรถนะด้านเวลาประวิงโดยเฉลี่ยต่ำกว่าอัลกอริทึม Prioritized iSLIP แต่อย่างไรก็ตาม ข้อดีของอัลกอริทึมเหล่านี้คือสามารถควบคุมคุณภาพในการให้บริการได้อย่างแม่นยำนั่นเอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทนี้กล่าวถึงบทสรุปของอัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ เพื่อแสดงให้เห็นภาพโดยรวมทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จากนั้นจะเสนอข้อเสนอแนะเพิ่มเติมบางประการเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอัลกอริทึมที่นำเสนอนี้ต่อไป

6.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนออัลกอริทึมการจัดกำหนดการสำหรับการจัดสรรบริการในเซลล์สวิตช์ที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ โดยอัลกอริทึมที่นำเสนอจะทำงานบนพื้นฐานของอัลกอริทึม iSLIP และสามารถรองรับทราฟฟิกที่พิจารณาลำดับความสำคัญของเซลล์ได้ อีกทั้งยังสามารถควบคุมคุณภาพในการให้บริการซึ่งแสดงออกมาในรูปของอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ได้อย่างแม่นยำ

แนวคิดของอัลกอริทึมที่นำเสนอนี้คือการควบคุมสัดส่วนการให้บริการแก่เซลล์ทั้งสองคลาส เพื่อดูผลกระทบที่มีต่อสมรรถนะในด้านต่างๆ ได้แก่ สมรรถนะด้านเวลาประวิงโดยเฉลี่ยและช่วงการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอ โดยการควบคุมสัดส่วนการให้บริการดังกล่าวจะสามารถควบคุมได้ในทุกขั้นตอนการตัดสินใจของอัลกอริทึม และยังสามารถควบคุมร่วมกันทีละหลายขั้นตอนได้อีกด้วย ดังนั้นเราจะมีวิธีการควบคุมความสำคัญของการให้บริการ 7 แบบด้วยกัน โดยแบ่งการควบคุมเป็น 3ส่วนใหญ่ๆคือ request ,grant และ accept ซึ่งในการควบคุมแต่ละแบบ เราจะได้รูปแบบของผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน

หลังจากการทดสอบสมรรถนะในบทที่ผ่านมาแล้วนั้น เราสามารถทราบถึงสมรรถนะของอัลกอริทึมที่นำเสนอทั้งในเรื่องของสมรรถนะด้านเวลาประวิงโดยเฉลี่ย และช่วงการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอ โดยพบว่าอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant อัลกอริทึมการควบคุมที่ accept และอัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ accept นั้น มีสมรรถนะด้านค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยดีที่สุด และสามารถควบคุมให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยต่ำกว่าอัลกอริทึม Prioritized iSLIP ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากลดอัตราส่วนเวลาประวิงโดยเฉลี่ยของเซลล์คลาส 2 ต่อเซลล์คลาส 1 ลงยิ่งทำให้ค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยลดลง ในขณะที่อัลกอริทึมการควบคุมที่ request อัลกอริทึมการควบคุมที่ request และ grant อัลกอริทึมการควบคุมที่ request และ accept และอัลกอริทึมการควบคุมที่ request grant และ accept นั้น แม้มีสมรรถนะด้านเวลาประวิงโดยเฉลี่ยต่ำกว่า

อัลกอริทึม Prioritized iSLIP แต่ก็มีข้อดีคือสามารถควบคุมคุณภาพในการให้บริการได้อย่างแม่นยำนั่นเอง อัลกอริทึมการควบคุมที่ request grant และ accept นั้นมีช่วงการทำงานที่กว้างที่สุดและทำงานได้ในสภาพทราฟฟิกที่หลากหลายที่สุดในขณะที่อัลกอริทึมการควบคุมที่ accept นั้นมีช่วงการทำงานที่แคบที่สุดและทำงานได้ในสภาพ ทราฟฟิกที่จำกัด

การปรับค่า p_2 จำเป็นต้องปรับอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพทราฟฟิกที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ accept นั้นมีสมรรถนะด้านค่าเวลาประวิงโดยเฉลี่ยที่สูง อีกทั้งช่วงการทำงานกว้าง สามารถรองรับสภาพทราฟฟิกได้หลากหลาย ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้งาน

6.2 **ข้อเสนอแนะ**

1. อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ อัลกอริทึมการควบคุมที่ grant และ accept มีจุดการทำงานของ p_2 ที่มีรูปแบบชัดเจน โดยขึ้นอยู่กับค่าสัดส่วนปริมาณเซลล์คลาส 1 เป็นหลัก ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำมาพัฒนาต่อไปให้เป็นอัลกอริทึมที่สามารถปรับค่า p_2 ได้ตามสภาพทราฟฟิก
2. ในการปรับปรุงค่า p_2 นั้น ยิ่งมีความถี่ในการปรับปรุงมากเท่าใด ก็จะยิ่งมีความเหมาะสมกับสภาพทราฟฟิกเท่านั้น แต่ปัญหาที่ตามมาคือเวลาในการดำเนินงานของสวิตช์จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงควรมีช่วงเวลาในการปรับปรุงค่า p_2 ที่เหมาะสมในการใช้งานจริง
3. ศึกษาวิธีการจัดสัดส่วนการให้บริการเซลล์แต่ละคลาส (ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้วิธีการสุ่มแบบถ่วงน้ำหนักในการจัดสัดส่วนการให้บริการเซลล์แต่ละคลาส)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. M. Karol, M. Hluchyj, S. Morgan. Input versus output queueing on a space-division switch. IEEE Transactions on Communications 35(Dec 1987) : 1347-1356.
2. N. McKeown. iSLIP: A Scheduling Algorithm for Input-Queued Switches. Submitted to IEEE Transactions on Networking 7, 2(April 1999) : 188-201.
3. N. McKeown, V. Anantharam, J. Walrand. Achieving 100% Throughput in an input-queued switch. IEEE Transactions on Communications 47, 8(Aug. 1999) : 1260-1267.
4. T. Anderson, et al. High Speed Switch Scheduling for Local Area Networks. ACM Trans. on Computer Systems (Nov 1993) : 319-352.
5. A. Demers, S. Keshav, S. Shenker. Analysis and Simulation of a Fair Queueing Algorithm. ," J Internetworking: Research and Experience (1990) : 3-26.
6. C. Lund, S. Phillips, N. Reingold. Fair prioritized scheduling in an input-buffered switch. Proc. IFIP-IEEE Conf. on Broadband Communications '96 (Apr 1996) : 358-69.
7. N. McKeown. Scheduling Cells in an input-queued switch. PhD Thesis, University of California at Berkeley, May 1995.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายนรินทร์ นครพันธ์ เกิดเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2521 ที่อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2543 จากนั้นได้ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย