แบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์บนเครือข่ายเอทีเอ็ม

Online Bandwidth Allocation Simulator in ATM Networks

โดย

นางสาววรรณษา ศรีชัยรัตนกูล

รหัส 41067132

H001643

วัน เดือน ปี 22 ส.ค. 2549

เลขทะเบียน 01643

เลขเรียกหนังสือ วพ. Q264 ว 2543

"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.โชติพัชร์ ภรณวลัย

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	แบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์บนเครือข่ายเอทีเอ็ม
นักศึกษา	นางสาววรรณษา ศรีชัยรัตนกูล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.โชติพัชร์ ภรณวลัย
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

เครือข่ายเอทีเอ็มเป็นระบบเครือข่ายที่ผู้ใช้ต้องมีการใช้ทรัพยากรร่วมกันเป็นจำนวนมาก และเนื่องจากระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม เป็นระบบที่ต้องใช้งบประมาณในการลงทุนค่อนข้างสูง ดังนั้น ผู้บริหารเครือข่ายจึงจำเป็นต้องมีวิธีการบริหารเครือข่ายที่ดีเพื่อทำให้สามารถจัดสรรทรัพยากรเครือข่ายให้แก่ผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรม แบนด์วิธเป็นตัวอย่างของทรัพยากรเครือข่ายชนิดหนึ่งที่จะต้องมีการจัดสรรให้แก่ผู้ใช้เมื่อเข้ามาใช้บริการเครือข่าย จึงมีผู้พยายามพัฒนาอัลกอริธึมสำหรับการจัดสรรแบนด์วิธให้สามารถรองรับความต้องการของผู้ใช้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด

การพัฒนาแบบจำลองในการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์บนเครือข่ายเอทีเอ็ม มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงผลลัพธ์ของการใช้อัลกอริธึมที่ใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริธึมและใช้เป็นแนวทางในการเลือกวิธีที่จะใช้จัดสรรแบนด์วิธและพัฒนาอัลกอริธึมชนิดอื่นต่อไป นอกจากนี้ แบบจำลองยังมีคุณสมบัติในการให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมหรือลบอัลกอริธึมที่ตนเองพัฒนาขึ้นเข้าสู่แบบจำลองได้ โดยไม่จำเป็นต้องพัฒนาแบบจำลองใหม่ทั้งหมด ในการพัฒนาแบบจำลอง ผู้พัฒนาได้แบ่งโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วน กล่าวคือ ส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ โดยการเขียนโปรแกรมใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมแบบอีเว็นต์ไดรเว็น (Event-Driven) และส่วนของการพัฒนาอัลกอริธึมในการจัดสรรแบนด์วิธ ซึ่งโปรแกรมในส่วนนี้ได้พัฒนาโดยใช้ไดนามิคลิงก์ไลบรารี (Dynamic Link Library) ทำให้แบบจำลองมีคุณสมบัติในการเพิ่มและลดอัลกอริธึมได้ดังกล่าวข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Online Bandwidth Allocation Simulator in ATM Networks
Student	Miss Wannasa Srichairattanakul
Advisor	Dr. Chotipat Pornavalai
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2000

ABSTRACT

In ATM network system, many users can share the network resources for their use. Because of the cost of ATM has expensive. So, the network administrator must have the good method to manage the network. If they have the appropriate method to manage, the users will use the network fairly and efficiency. Bandwidth is the example of network resource that we will share to the users when they use the network. There have many researchers who find the best algorithm to manage bandwidth allocation. Most objective of the research is how to allocate the bandwidth efficiency.

The development of online bandwidth allocation simulation on ATM network project will show the result of those algorithms. The expected of this project is the users will use those results to select the appropriate algorithm for their use. So, it is the direction for creates the better method. The addition feature is the simulator provides the users to add or remove new algorithm to it. This simulator has 2 sections, the first is the user interface which use the event –driven method to develop. The other is the program, which use dynamic link library that can provide the user to add another algorithm to the simulator.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์บนเครือข่ายเอทีเอ็มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากผู้พัฒนาได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำเป็นอย่างดียิ่งจาก ดร.โชติพัชร์ ภรณวลัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพัฒนาระบบงาน ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา และเสนอแนะข้อคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและดำเนินการให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้โครงการนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

นอกจากนี้ ผู้พัฒนาต้องขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ได้ให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิคการเขียนโปรแกรมบางอย่างที่ผู้พัฒนาไม่มีความเชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาโครงการและทำให้โครงการนี้ได้รับความสำเร็จเป็นอย่างดี

วรรณยา ศรีชัยรัตนกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII
บทที่
1. บทนำ 1
1.1 หลักการและเหตุผลในการศึกษา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 1
1.3 ขอบเขตของโครงการ 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 มัลติมีเดียแอปพลิเคชั่น 3
2.2 คุณภาพในการให้บริการ 6
2.3 เครือข่ายเอทีเอ็ม (ATM: Asynchronous Transfer Mode Network) 6
2.4 การจัดการทราฟฟิกบนเครือข่ายเอทีเอ็ม 7
2.5 การจัดสรรทรัพยากร 10
2.6 นิวรอนเน็ตเวิร์ก (Neuron Network) 11
3. อัลกอริธึมที่ใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธ 15
3.1 วิธีการจัดสรรแบนด์วิธ 15
3.2 โมเดลของระบบ 18
3.3 อัลกอริธึมสำหรับการจัดสรรแบนด์วิธ 19
3.4 การเลือกค่าพารามิเตอร์และความคงทนของพารามิเตอร์ 25
4. การออกแบบระบบ 27
4.1 ผังแสดงการไหลของข้อมูลในระบบ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การพัฒนาระบบ 33
5.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 34
5.2 การออกแบบหน้าจอแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์บนเครือข่ายเอทีเอ็ม 37
5.3 ผลการทดลอง 45
6. บทสรุป 51
บรรณานุกรม 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการจัดสรรแบนด์วิธโดยแยกตามประเภท 19
5.1 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของอัลกอริธึมแบบดีเอสเอพลัสของฟิลป์และ..... 46
แบบจำลอง .....
5.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนการเจรจาระหว่างแบบจำลองของฟิลป์และผู้พัฒนา..... 47
5.3 แสดงผลการทดลองของอัลกอริธึมต้นแบบของแบบจำลอง 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

2.1 แสดงกลุ่มของภาพ (Group of Pictures) ของ MPEG 5
2.2 แสดงฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ตเวิร์กที่มี 3 เลเยอร์ 13
3.1 แสดงตัวอย่างวิธีการจัดสรรแบนด์วิธ 15
3.2 แสดงโมเดลของระบบ 19
3.3 แสดงรายละเอียดของอัลกอริธึมแบบเร็กซ์ในช่วงการคำนวณค่า K_n และ U_n 21
3.4 แสดงภาพการทำงานของอัลกอริธึมแบบเร็กซ์ 22
3.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการให้บริการของอัลกอริธึมแบบดีเอสเอฟลัส 23
3.6 แสดงภาพการทำงานของอัลกอริธึมแบบดีเอสเอฟลัส 24
3.7 แสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงกับช่วงเวลาการขัดจังหวะ 24
4.1 แสดงคอนเท็กซ์ไดอะแกรมของระบบ 27
4.2 แสดงผังการไหลของข้อมูลระดับที่ 0 ของแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์ 29
4.3 แสดงผังการไหลของข้อมูลระดับที่ 1 ของงานการจำลองการจัดสรรแบนด์วิธ 31
4.4 แสดงส่วนประกอบของการเขียนไดนามิคลิงก์ไลบรารีในโปรแกรมเดลไฟล์ 5.0 32
5.1 แสดงตัวอย่างของเทรซจากภาพยนตร์เรื่องเจมส์บอนด์จำนวน 16 เฟรม 34
5.2 แสดงค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบ 35
5.3 แสดงค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของดีเอสเอฟลัส 35
5.4 แสดงค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของเร็กซ์ 36
5.5 แสดงหน้าจอหลักของระบบ 38
5.6 แสดงหน้าจอสำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ 39
5.7 แสดงหน้าจอสำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์ของดีเอสเอฟลัส 39
5.8 แสดงหน้าจอสำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์ของเร็กซ์ 40
5.9 แสดงหน้าจอสำหรับให้ผู้ใช้เลือกไฟล์ของทราฟฟิก 41
5.10 แสดงหน้าจอสำหรับการเลือกจำนวนเฟรมต่อวินาที 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.11 แสดงตัวอย่างกราฟที่ระบบทำการจัดสรรให้แก่ผู้ใช้ 42
5.12 แสดงตัวอย่างกราฟอัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นในระบบ 43
5.13 แสดงหน้าจอสำหรับการเพิ่มอัลกอริธึม 44
5.14 แสดงจำนวนแบนด์วิธที่จัดสรรโดยใช้ดีเอสเอพลัสและเร็กซ์ 45
5.15 แสดงจำนวนอัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ดีเอสเอพลัสและเร็กซ์..... 46
5.15 แสดงจำนวนแบนด์วิธที่จัดสรรโดยใช้เร็กซ์และเร็กซ์ปรับปรุง..... 48
5.16 แสดงอัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เร็กซ์และเร็กซ์ปรับปรุง..... 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผลในการศึกษา

ปัจจุบันเทคโนโลยีเครือข่ายได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมาก มีแอปพลิเคชั่นที่ได้รับการพัฒนาขึ้นให้มีการใช้งานในลักษณะแบบเครือข่ายจำนวนมาก รวมถึงการเติบโตอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ต (Internet) ได้ส่งผลให้จำนวนและชนิดของข้อมูลที่ทำการส่งผ่านในเครือข่ายมีจำนวนมากและหลากหลายขึ้น เครือข่ายจึงต้องมีหน้าที่ในการจัดการกับข้อมูลดังกล่าว โดยมีการจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ ในเครือข่ายให้สอดคล้องกับลักษณะของแอปพลิเคชั่นและข้อมูลที่ถูกส่งผ่านในเครือข่าย

แบนด์วิธ (Bandwidth) ถือเป็นทรัพยากรอย่างหนึ่งในเครือข่ายที่จำเป็นต้องมีการจัดสรรให้แก่ผู้ใช้ โดยถ้าผู้บริหารระบบเครือข่ายหรืออุปกรณ์เครือข่ายสามารถหาวิธีการที่จะจัดสรรแบนด์วิธให้แก่ผู้ใช้ได้อย่างคุ้มค่าแต่ยังคงรักษาระดับคุณภาพในการให้บริการได้ จะส่งผลให้ลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้เป็นจำนวนมาก ปัจจุบันได้มีผู้พัฒนาอัลกอริธึมที่ใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธเป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละอัลกอริธึมก็มีวิธีการที่แตกต่างกันไป สำหรับผู้ที่ต้องการจะพัฒนาอัลกอริธึมใหม่ ๆ จำเป็นต้องทำการศึกษาถึงเทคนิคหรือวิธีการ รวมถึงผลลัพธ์ของอัลกอริธึมดั้งเดิมก่อนที่จะพัฒนาอัลกอริธึมขึ้นใหม่ ดังนั้น การสร้างแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธซึ่งแสดงผลลัพธ์ของการจัดสรรแบนด์วิธของอัลกอริธึมชนิดต่าง ๆ ที่มีผู้พัฒนาขึ้น จะช่วยเป็นแนวทางในการศึกษาถึงวิธีการในการจัดสรรแบนด์วิธสำหรับผู้ที่ต้อง การพัฒนาอัลกอริธึมแบบใหม่ให้สามารถพัฒนาอัลกอริธึมหรือปรับปรุงอัลกอริธึมเก่าให้ได้ผลดีขึ้นได้ นอกจากนี้ยังอาจเป็นแนวทางให้ผู้บริหารระบบสามารถเลือกวิธีการที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารระบบเครือข่ายได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

การพัฒนาแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์บนเครือข่ายเอทีเอ็มมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อใช้เป็นแบบจำลองในการศึกษาถึงผลของอัลกอริธึมในการจัดสรรแบนด์วิธชนิดต่าง ๆ และสามารถเข้าใจถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการจัดสรรแบนด์วิธในเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อใช้แบบจำลองในการเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยของอัลกอริธึมชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธในเครือข่าย เพื่อเป็นแนวทางในการนำอัลกอริธึมที่เหมาะสมไปประยุกต์ใช้ในงานต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงการ

การพัฒนาแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์มีขอบเขตในการพัฒนาดังนี้

1. นำอัลกอริธึมที่ใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์คือ ไดนามิคเสิร์ชอัลกอริธึมหรือดีเอสเอพลัส (Dynamic Search Algorithm: DSA+) และ เร็กซ์ (Resource-Efficient Quality: REQS) มาจัดทำเป็นโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมเดลไฟ (Delphi 5.0) ในการพัฒนา
2. การแสดงผลของการจัดสรรแบนด์วิธจะจัดทำเป็นกราฟเส้น โดยสามารถแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ต่างกันของอัลกอริธึมต่าง ๆ ได้
3. ทำการทดลองปรับปรุงอัลกอริธึมทั้ง 2 ชนิด แล้วศึกษาผลของการจัดสรรแบนด์วิธ
4. ทดลองนำนิวรอนเน็ตเวิร์ก (Neural Network) มาร่วมใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธ แล้วศึกษาผลที่ได้รับ
5. แบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธควรจะสามารถเพิ่มเติมอัลกอริธึมที่ใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธชนิดอื่น ๆ ได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้พัฒนาแบบจำลองคาดว่าประโยชน์ที่จะได้จากการพัฒนาแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธมีดังต่อไปนี้

1. ได้ทราบถึงปัจจัยต่าง ๆ ภายในเครือข่ายที่มีผลกระทบต่อการจัดสรรแบนด์วิธของระบบเครือข่าย
2. ได้ทราบวิธีการในการจัดสรรแบนด์วิธ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอัลกอริธึมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป
3. สามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสม เพื่อประยุกต์ใช้กับระบบเครือข่ายได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตที่ผ่านมา เมื่อผู้ต้องการใช้งานเครือข่ายจะต้องใช้เครือข่ายให้ถูกต้องกับทราฟฟิกแต่ละชนิดที่ต้องการส่ง เช่น เครือข่ายโทรศัพท์สามารถรองรับทราฟฟิกประเภทเสียงเท่านั้น ถ้าต้องการส่งข้อมูลประเภทวิดีโอจะต้องส่งผ่านทางเคเบิ้ลเน็ทเวิร์ก แต่ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ทำให้สามารถทำการส่งทราฟฟิกชนิดต่าง ๆ เข้าไปในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และสามารถรองรับการใช้งานจากผู้ใช้ที่มีความต้องการแตกต่างกันได้ แอปพลิเคชั่นที่ใช้จึงมีความหลากหลายมากขึ้น ทราฟฟิกที่ส่งมีตั้งแต่ข้อมูลซึ่งเป็นข้อความธรรมดา (Text) จนกระทั่งเป็นมัลติมีเดียแอปพลิเคชั่นที่มีทั้งภาพและเสียง (Multimedia Application) โดยเฉพาะทราฟฟิกมัลติมีเดียนั้นมีจำนวนการใช้งานเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ดังนั้นเครือข่ายจึงต้องมีการพัฒนาหน้าที่การทำงานให้สามารถรองรับความต้องการดังกล่าว

สำหรับทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดียแอปพลิเคชั่น และการจัดการทรัพยากรของเครือข่ายเอทีเอ็ม มีดังต่อไปนี้

2.1 มัลติมีเดียแอปพลิเคชั่น

มัลติมีเดียแอปพลิเคชั่น คือแอปพลิเคชั่นที่มีการส่งสื่อหลายชนิดเข้าไปในเครือข่าย สื่อดังกล่าวได้แก่ เสียง วิดีโอ ข้อมูล เป็นต้น ตัวอย่างของมัลติมีเดียแอปพลิเคชั่นได้แก่ การประชุมทางไกลผ่านเครือข่าย (Teleconferencing) วิดีโอออนดีมานด์ (Video on Demand), การถ่ายทอดวิดีโอผ่านเครือข่าย (Broadcast Video) โดยแอปพลิเคชั่นดังกล่าวอาจจะมีความต้องการให้มีการโต้ตอบแบบทันทีทันใดหรือไม่ก็ได้ ซึ่งในปัจจุบันมีความต้องการใช้แอปพลิคชั่นในลักษณะนี้โดยเฉพาะสื่อที่เป็นวิดีโอมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ซึ่งโดยปกติการส่งข้อมูลที่เป็นภาพและมีการเคลื่อนไหวจะต้องใช้แบนด์วิธจำนวนมากในการส่ง เพื่อให้ได้ภาพเคลื่อนไหวที่เหมือนจริงและราบรื่น ผู้ใช้ไม่รู้สึกว่าภาพกระตุก แต่การส่งทราฟฟิกที่ต้องใช้แบนด์วิธจำนวนมากเข้าไปในเครือข่าย มีผลทำให้การใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างไม่คุ้มค่า จึงได้มีการพัฒนาวิธีการบีบอัดวิดีโอ (Video Encoding) เพื่อให้สามารถส่งภาพวิดีโอไปในเครือข่ายได้อย่างราบรื่นโดยใช้จำนวนแบนด์วิธที่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การบีบอัดวิดีโอ

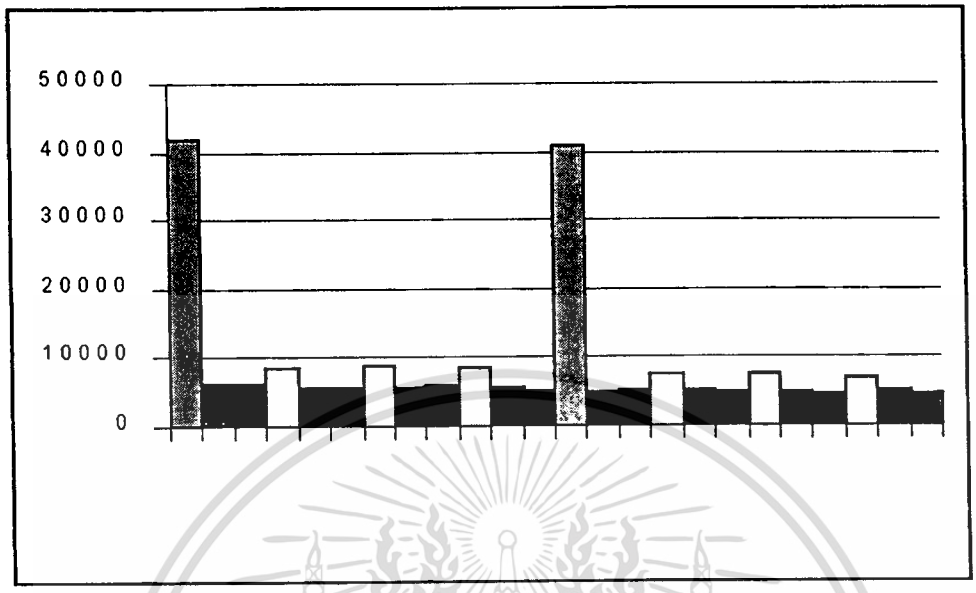
เนื่องจากการส่งข้อมูลที่เป็นวิดีโอเข้าไปในเครือข่ายโดยตรงจำเป็นต้องใช้แบนด์วิธจำนวนมาก จึงได้มีการพัฒนาอัลกอริธึมที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลประเภทวิดีโอขึ้น มาตรฐานในการเข้ารหัสสามารถแบ่งตามองค์กรได้เป็น H.261 ของ CCITT และการเข้ารหัสแบบเอ็มเพ็ก (MPEG: Moving Pictures Experts Group) ภายใต้ข้อกำหนดของไอเอสโอ (ISO: International Standards Organization) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป สามารถแบ่งกลุ่มของมาตรฐานแบบเอ็มเพ็กออกตามลักษณะการออกแบบได้ดังนี้

- MPEG-1 ได้รับการออกแบบให้สามารถเข้ารหัสวิดีโอที่อัตราเร็ว 1.5 ล้านบิตต่อวินาที โดย MP3 (MPEG-1 layer 3) ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันเป็นผลมาจากการพัฒนามาตรฐาน MPEG-I
- MPEG-2 ได้รับการออกแบบให้สามารถเข้ารหัสวิดีโอที่อัตราเร็ว 4 ล้านบิตต่อวินาที

สำหรับ MPEG-3 กำลังได้รับการเสนอให้เป็นมาตรฐาน โดยได้รับการออกแบบมาเพื่อไฮเดฟฟีนิชั่นเทเลวิชั่น (HDTV: High Definition Television) นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานอื่น ๆ เช่น MPEG-4 และ MPEG-7 เป็นต้น

ทราฟฟิกที่ใช้ในแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์คือทราฟฟิกประเภท MPEG-1 โดยลักษณะของเฟรมในมาตรฐาน MPEG-1 จะประกอบด้วยเฟรม 3 ชนิด คือ I, P และ B ซึ่งเฟรมแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป โดยเฟรม I (Image) จะเป็นเฟรมที่เป็นรูปภาพทั้งภาพและถูกส่งออกไปตามช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เฟรม I จะมีจำนวนบิตมากกว่าเฟรม P และเฟรม B เฟรม P (Predicted) เป็นเฟรมที่ทำการปรับปรุงรูปภาพจากเฟรม I หรือ P ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (โดยการใช้พรีดิคทีฟอัลกอริธึม: Predictive Algorithm) กล่าวคือ หลังจากมีการส่งเฟรม I แล้ว จะมีการส่งชุดของเฟรม P ตามเพื่อแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของภาพในแต่ละเฟรม ส่วนเฟรม B (Bidirectional) จะบอกถึงความแตกต่างของเฟรม I และ P ที่ส่งมาก่อนและตามหลังเฟรม B นั้น กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เฟรม B จะบอกถึงความแตกต่างของคุณภาพของรูปภาพที่ส่งมาล่าสุดก่อนและหลังเฟรม B โดยจำนวนและอัตราส่วนของเฟรม P และ B สามารถกำหนดได้ หลังจากเข้ารหัสแล้ว เฟรมทั้งหมดจะถูกนำมาพิจารณาเป็นลักษณะของลำดับของเฟรมที่มีการวนซ้ำ เช่น IBBPBBPBBPBB เรียกว่า กลุ่มของภาพ (Group of Pictures: GOP) ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงกลุ่มของภาพ (Group of Pictures) ของ MPEG

คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเข้ารหัสแบบ MPEG ก็คือสามารถลดจำนวนการสูญหายของเฟรมได้ โดยถ้าเฟรม B สูญหายไปก็จะสามารถเดาได้ว่ารูปภาพควรจะมีลักษณะอย่างไรก็จะแสดงลักษณะนั้นไปจนกว่าจะมีเฟรม P หรือ I ส่งมาเพื่อแก้ไขภาพนั้น หรือในกรณีที่เฟรม P สูญหาย เฟรม I ที่ตามมาก็จะทำการแก้ไขภาพที่ถูกทำนายไว้ ซึ่งโดยทั่วไปรูปภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงจะค่อย ๆ เปลี่ยนจะเฟรมหนึ่งไปเฟรมหนึ่งไม่กระโดดข้ามเฟรม ทำให้ตัวถอดรหัสสามารถเดาได้ง่ายว่าเฟรม P หรือ B ที่หายไปเป็นอย่างไร ทำให้ภาพที่แสดงไม่ผิดพลาดมากนัก แต่หากเฟรม I มีการสูญหายไป ก็อาจมีผลทำให้รูปภาพมีการผิดเพี้ยนได้ จึงได้มีการพัฒนาการเข้ารหัสแบบอื่น ๆ ขึ้นมา

เมื่อนำทราฟฟิกประเภทเอ็มเพ็กวิดีโอมาส่งผ่านเข้าไปในเครือข่ายเอทีเอ็ม เฟรม I, B และ P ก็จะถูกนำไปจัดแบ่งลงเอทีเอ็มเซลล์ จากนั้นจะถูกส่งเข้าไปในเครือข่าย จากรายงานของโรส ที่ได้จากการทดลองนำวิดีโอที่ทำการเข้ารหัสแบบ MPEG-1 ส่งผ่านเข้าไปในเครือข่าย พบว่าวิดีโอที่นำมาทดลองมีอัตราเร็วโดยเฉลี่ยจนถึงอัตราเร็วสูงสุดอยู่ในช่วง 4.63 – 18.4 Mbps ขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของแต่ละเฟรม และมีลักษณะขึ้นอยู่กับช่วงความยาว ดังนั้นจึงจัดเป็นทราฟฟิกที่ไม่สามารถคาดเดาจำนวนบิตที่ต้องใช้ได้ ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการให้สามารถส่งข้อมูลประเภทนี้มีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณภาพในการให้บริการ (Quality of Service)

ในการให้บริการกับแอปพลิเคชั่นต่าง ๆ ที่เข้ามาใช้งาน เครือข่ายจำเป็นต้องมีการรับประกันคุณภาพในการให้บริการแก่ผู้ใช้ เพื่อให้การใช้งานเครือข่ายเกิดความน่าเชื่อถือและคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่ได้เสียไป โดยคุณภาพในการให้บริการในเครือข่ายสามารถวัดได้จาก ความล่าช้าที่เกิดขึ้นในการส่งทราฟฟิก อัตราการสูญหายของทราฟฟิก เป็นต้น

2.2.1 อัตราการสูญหายของข้อมูล (Loss Rate)

การสูญหายของข้อมูลเป็นผลมาจากการเกิดความผิดพลาดและความคับคั่งของทราฟฟิกภายในเครือข่าย ทำให้ข้อมูลนั้นไม่สามารถเดินทางไปถึงปลายทางได้ ซึ่งการสูญหายนี้มีผลต่อคุณภาพของข้อมูลที่ฝั่งผู้รับได้รับ โดยแต่ละแอปพลิเคชั่นจะได้รับผลกระทบจากการสูญหายของข้อมูลแตกต่างกัน เช่น การประชุมทางไกลผ่านเครือข่ายจะได้รับผลกระทบจากการสูญหายของข้อมูลเป็นอย่างมาก เพราะการได้รับข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนอาจมีผลต่อการตัดสินใจได้

2.2.2 ความล่าช้าในการส่งข้อมูล (Transfer Delay)

ความล่าช้าในการส่งข้อมูลมีผลต่อมัลติมีเดียแอปพลิคชั่นที่เป็นลักษณะเรียลไทม์ (Real-time) เป็นอย่างมาก เนื่องจากมีผลต่อการโต้ตอบระหว่างผู้ส่งและผู้รับ ซึ่งแต่ละแอปพลิเคชั่นจะมีการกำหนดช่วงเวลาของความล่าช้าที่สามารถยอมรับได้ โดยแอปพลิเคชั่นที่เป็นลักษณะของเรียลไทม์ช่วงเวลาของความล่าช้าที่ยอมรับได้จะเป็นเพียงช่วงสั้น ๆ ถ้าเป็นแอปพลิเคชั่นที่ไม่จำเป็นต้องการการโต้ตอบแบบทันทีทันใดจะมีช่วงเวลาของความล่าช้าที่มากกว่า

2.2.3 ความผันแปรของความล่าช้า (Delay Variation)

ความผันแปรของความล่าช้าคือการที่ผู้รับได้รับข้อมูลแต่ละแพ็กเก็ท (Packet) มีความล่าช้าต่างกัน กล่าวคือบางครั้งได้รับเร็ว บางครั้งได้รับช้า ซึ่งมีผลต่อความราบรื่นหรือความต่อเนื่องในการได้รับข้อมูล หากความผันแปรมีมากอาจทำให้ผู้รับต้องใช้ที่สำรองข้อมูล (Buffer) ขนาดใหญ่สำหรับเก็บข้อมูลไว้ก่อนที่จะมีการแสดงภาพ ซึ่งก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองมากขึ้น

2.3 เครือข่ายเอทีเอ็ม (ATM: Asynchronous Transfer Mode Network)

เครือข่ายเอทีเอ็มเป็นเครือข่ายที่ใช้เทคโนโลยีแพ็กเก็ทสวิชชิ่ง (Packet SwichIng) โดยแต่ละแพ็กเก็จของข้อมูลจะมีขนาดคงที่ 53 ไบต์ เรียกว่า เซลล์ (Cell) ซึ่งให้การรับประกันคุณภาพในการให้บริการแก่ทราฟฟิกชนิดต่าง ๆ โดยสามารถแบ่งการบริการของเครือข่ายเอทีเอ็มออกได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัตราการส่งข้อมูลคงที่ (Constant Bit Rate: CBR) การให้บริการแบบมีอัตราการส่งข้อมูลคงที่ เครือข่ายจะทำการจัดสรรแบนด์วิธจำนวนคงที่จำนวนหนึ่งให้แก่ทุก ๆ เส้นทางการติดต่อ ดังนั้น การบริการแบบนี้จึงสามารถกำหนดขอบเขตของความล่าช้าและความผันแปรของความล่าช้าให้แก่ทราฟฟิกที่สามารถบอกถึงอัตราสูงสุดในการใช้แบนด์วิธของตนเองได้
- อัตราการส่งข้อมูลไม่คงที่แบบเรียลไทม์ (Real-Time Variable Bit Rate: rt-VBR) การให้บริการประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของทราฟฟิกที่ส่งออกไปในขณะนั้น จึงมีข้อจำกัดในส่วนของความล่าช้าและความผันแปรของความล่าช้า การให้บริการแบบนี้สามารถเกิดการใช้ทรัพยากรเครือข่ายอย่างคุ้มค่ามากขึ้น
- อัตราการส่งข้อมูลไม่คงที่แบบไม่เรียลไทม์ (Non-Real-Time Variable Bit Rate: nrt-VBR) การให้บริการแบบนี้สามารถการันตีได้ถึงความล่าช้าโดยเฉลี่ยในการส่งข้อมูลและจำนวนอัตราการสูญหายสูงสุดในแต่ละเส้นทางการติดต่อ
- อัตราการส่งข้อมูลขึ้นกับจำนวนทรัพยากรที่มี (Available Bit Rate: ABR) การให้บริการแบบ ABR จะมีการกำหนดขอบเขตล่างของคุณภาพในการให้บริการในแต่ละเส้นทางและมีการแบ่งส่วนของแบนด์วิธที่ไม่ถูกใช้มาทำการจัดสรรอย่างยุติธรรมสำหรับแต่ละเส้นทางการสื่อสาร
- ไม่สามารถกำหนดอัตราการส่งข้อมูลได้ (Unspecified Bit Rate: UBR) การให้บริการประเภทนี้จะไม่สามารถการันตีคุณภาพในการให้บริการได้

2.4 การจัดการทราฟฟิกบนเครือข่ายเอทีเอ็ม

เนื่องจากเทคโนโลยีเครือข่ายเอทีเอ็มมีจุดประสงค์เพื่อการให้บริการแก่แอปพลิเคชั่นที่หลากหลาย ดังนั้น การควบคุมและบริหารทราฟฟิกจึงเข้ามาเกี่ยวข้องกับความสามารถของเครือข่ายในการให้บริการตามระดับของคุณภาพในการให้บริการ (Quality of Service: QoS) ที่แตกต่างกันออกไปของแอปพลิเคชั่นบนเครือข่าย เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการบริหารทราฟฟิกของเครือข่ายเอทีเอ็ม ดังนั้น ATM Forum Traffic Management Specification 4.0 ได้กำหนดให้การบริหารทราฟฟิกมีฟังก์ชันในการทำงานดังต่อไปนี้

- Connection Admission Control
- Usage Parameter Control
- Traffic Shaping
- Selective Cell Discarding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Frame Discarding
- Explicit Forward Congestion Indication
- Network Resource Management
- Generic Flow Control
- ABR Flow Control

ซึ่งในที่นี้จะได้กล่าวถึงรายละเอียดของบางฟังก์ชัน ดังต่อไปนี้

2.4.1 Connection Admission Control (CAC)

CAC จะแสดงถึงชุดของการกระทำของเครือข่ายในช่วงเริ่มต้นของการสร้างเส้นทางการติดต่อ (Call set-up phase) ว่าจะตอบรับหรือปฏิเสธเส้นทางการติดต่อนั้น โดยการตอบรับจะกระทำเมื่อมีทรัพยากรเพียงพอในการรองรับเส้นทางการติดต่อใหม่ตามระดับของ QoS ใหม่ที่เข้ามา โดยยังคงสามารถให้บริการเส้นทางการติดต่ออื่น ๆ ที่มีอยู่ก่อนหน้านั้นได้ ซึ่งการที่ CAC จะทำการตัดสินใจว่าจะตอบรับหรือปฏิเสธการสร้างเส้นทางการติดต่อนั้นจำเป็นต้องตัดสินใจจากข้อมูลเกี่ยวกับข้อตกลงในเรื่อง ทราฟฟิก ระหว่างผู้ใช้กับเครือข่าย โดยพิจารณาจากสิ่งต่อไปนี้

- จำนวนทราฟฟิกสูงสุดที่เครือข่ายคาดว่าจะรองรับได้ เรียกว่า Traffic Descripto
- ประเภทของคุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service: QoS) ที่ขอใช้บริการ เช่น ความล่าช้าในการส่ง cell (Cell Transfer Delay), อัตราการสูญหายของ cell (Cell Loss Ratio), และ Burst Cell Loss
- การยอมให้มีการแปรผันของความล่าช้าของ cell (Cell Delay Variation) ภายในขอบเขตของปริมาณทราฟฟิกที่กำหนดไว้
- CAC เป็นฟังก์ชันการทำงานของเครือข่ายเพื่อที่จะทำให้มีการใช้ประโยชน์จากเครือข่ายมากที่สุด โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพของเครือข่ายลดลง

2.4.2 Usage Parameter Control (UPC)

UPC คือชุดของการกระทำที่เครือข่ายใช้สำหรับดูแลและควบคุมทราฟฟิก ณ จุดที่ทำการรับ-ส่ง (End-system) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อป้องกันผู้ใช้ที่ไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงที่ได้ทำไว้ เช่น การส่ง cell ในอัตราเร็วที่เกินกว่ากำหนด ซึ่งอาจมีผลต่อระดับของคุณภาพในการให้บริการในเส้นทางการติดต่ออื่น ๆ รวมถึงการตรวจสอบหาพารามิเตอร์ที่ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเพื่อหาวิธีการจัดการกับพารามิเตอร์เหล่านั้น เพื่อให้การจัดสรรทรัพยากรเป็นไปอย่างยุติธรรมสำหรับทุกเส้นทางการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Generic Cell Rate Algorithm (GRRA) เป็นอัลกอริธึมที่ใช้สำหรับการตรวจสอบการเป็นไปตามข้อตกลงทางทราฟฟิก (Traffic contract) ของ cell โดยจะทำการตรวจสอบ ณ เวลาที่ cell มาถึงจุดตรวจ ฟังก์ชัน UPC อาจจะใช้ GCRA เป็นส่วนหนึ่งของ UPC ที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถดังต่อไปนี้

- ความสามารถในการตรวจสอบสถานการณ์ที่ผิดปกติบนทราฟฟิก
- เวลาในการสนองตอบอย่างรวดเร็วต่อพารามิเตอร์ที่ไม่เป็นไปตามข้อตกลง
- ความง่ายในการนำไปใช้งานจริง

2.4.3 Traffic Shaping

Traffic Shaping เป็นกลไกที่เกิดขึ้นโดยผู้ใช้ในการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของ cell บนเส้นทางการติดต่อ เพื่อให้สามารถใช้เครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยยังคงเป็นไปตามจุดประสงค์ของ QoS หรือเพื่อให้เป็นไปตามข้อตกลงทางทราฟฟิกที่ได้กำหนดไว้ ตัวอย่างของการทำ Traffic Shaping ได้แก่ การลดอัตราเร็วสูงสุดของ cell (Peak Cell Rate), การจำกัดความยาวของระยะห่างระหว่าง cell (Burst), การลดความผันแปรของความล่าช้าของ cell (CDV) ด้วยการเว้นช่องห่างระหว่าง cell ในเวลาที่เหมาะสม เป็นต้น ในบางกรณี Traffic Shaping อาจจะกระทำ ณ จุดที่เป็นทางเข้าของ switch หรือ network access point ก็ได้ และอาจใช้ร่วมกับ UPC ได้

Leaky Bucket Algorithm เป็นตัวอย่างหนึ่งของการทำ Traffic Shaping ที่ได้รับความนิยมมาก

2.4.4 Selective Cell Discard

เมื่อเกิดความคับคั่งขึ้นในเครือข่ายอาจมีการละทิ้ง cell ที่มีลักษณะดังนี้

1. Cell ที่เป็นของเส้นทางการติดต่อที่เป็น ไม่เป็นไปตามข้อตกลงทางทราฟฟิก (non-compliant ATM connection)
2. Cell ที่ถูก set ค่า Cell Loss Priority (CLP) ให้เท่ากับ 1

ทั้งนี้เพื่อปกป้อง cell ที่มี CLP = 0 ให้สามารถทำการติดต่อได้ต่อไป ซึ่งอาจมีความเป็นไปได้ว่า cell ที่มี CLP = 1 ที่ถูกละทิ้งนั้นมาจากเส้นทางการติดต่อที่เป็นไปตามข้อตกลงทางทราฟฟิก (compliant ATM connection)

2.4.5 Frame Discard

Frame Discard เป็นฟังก์ชันในการลดความคับคั่งของเครือข่ายโดยการละทิ้ง frame เมื่อตรวจพบว่าเกิดความคับคั่งในเครือข่าย หรือเครือข่ายตรวจพบว่ามีการละทิ้ง cell ใน frame นั้น ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหลายกรณีพบว่า การละทิ้ง frame มีประสิทธิภาพดีกว่าการละทิ้ง cell ในการกำจัดความคับคั่งของเครือข่าย ทั้งนี้เนื่องจาก การละทิ้ง 1 cell จาก frame นั้นอาจมีผลทำให้ต้องทำการส่ง frame นั้นใหม่ทั้งหมด ซึ่งอาจทำให้สถานการณ์ความคับคั่งของการเครือข่ายยิ่งเพิ่มมากขึ้น

2.4.6 Explicit Forward Congestion Indication (EFCI)

เครือข่ายใช้ EFCI เป็นกลไกในการเป็นสัญญาณบอกความคับคั่งของเครือข่าย โดยการระบุ EFCI ในส่วนหัว (Header) ของ cell เพื่อบอกว่าเกิดความคับคั่งในเครือข่าย ซึ่งค่านี้จะถูกนำไปพิจารณาโดย end-system ที่อยู่ปลายทาง เช่น ปลายทางอาจใช้ค่า EFCI นี้ในการปรับ cell rate เมื่อเกิดความคับคั่งหรือกำลังจะเกิดความคับคั่งในเครือข่าย

2.4.7 Network Resource Management

Network Resource Management (NRM) รับผิดชอบในส่วนของการจัดสรรทรัพยากรเครือข่ายโดยการแยกเส้นทางของทราฟฟิกออกจากกัน โดยแต่ละเส้นทางนั้นจะแยกตามลักษณะของการให้บริการที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถให้บริการเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด ฟังก์ชันในการบริการการจัดสรรทรัพยากรเครือข่ายนี้จะเกี่ยวข้องกับการบริหาร Virtual Paths ที่สอดคล้องกับระดับคุณภาพของการให้บริการที่ผู้ใช้ร้องขอ

สำหรับฟังก์ชันที่ไม่ได้กล่าวถึงท่านสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในส่วนของ Generic Flow Control ได้จาก ITU-T Recommendation I.150 และ ITU-T Recommendation I.361 และ ATM Forum Traffic Management Specification Version 4.0 ในส่วนของABR Flow Control

2.5 การจัดสรรทรัพยากร

ในการที่เครือข่ายจะสามารถให้บริการได้ตามระดับคุณภาพที่ผู้ใช้ต้องการนั้น เครือข่ายจะต้องมีทรัพยากรที่เพียงพอในการให้บริการแก่ผู้ใช้ ดังนั้นอีกหน้าที่หนึ่งของเครือข่ายก็คือ ระบบเครือข่ายจะต้องมีความสามารถในการจัดสรรทรัพยากรเครือข่ายให้เหมาะสมกับแต่ละประเภทของแอปพลิเคชั่น ทรัพยากรเครือข่ายที่กล่าวถึง ได้แก่ แบนด์วิธ (Bandwidth) ของแต่ละเส้นทางการติดต่อ ขนาดของที่พักข้อมูล (Buffer) และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของแต่ละโหนด เป็นต้น ดังนั้นผู้ให้บริการเครือข่ายจะต้องทำการจัดสรรทรัพยากรเครือข่ายให้เกิดการใช้งานอย่างคุ้มค่ามากที่สุดโดยที่ยังสามารถรับประกันระดับคุณภาพของการบริการ (QoS: Quality of Service) ตามที่แต่ละแอปพลิเคชั่นต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจัดสรรทรัพยากรสามารถสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 มุมมองคือ มองในลักษณะของการมีผู้ใช้ 1 คน (Single-User) และผู้ใช้หลายคน (Multi-User) ซึ่งในการพัฒนาระบบในครั้งนี้จะเกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรในมุมมองที่มีผู้ใช้เพียง 1 คน

2.5.1 การจัดสรรทรัพยากรโดยมีผู้ใช้ 1 คน (Single-User Allocation)

ในการจัดสรรทรัพยากรสำหรับผู้ใช้เพียง 1 คนให้มีประสิทธิภาพนั้น สิ่งที่เข้ามาเกี่ยวข้องคือ จำนวนทรัพยากรที่ใช้ในการส่งข้อมูลในแต่ละครั้งและจำนวนครั้งของการเจรจาเพื่อร้องขอทรัพยากร โดยการใช้ทรัพยากรจำนวนน้อยจะช่วยให้การใช้ประโยชน์จากเครือข่ายเพิ่มขึ้นเนื่องจากสามารถให้บริการแก่ผู้ใช้ได้เป็นจำนวนมาก และจำนวนการเจรจาเพื่อร้องขอทรัพยากรที่น้อยก็จะลดจำนวนการส่งสัญญาณควบคุมที่ถูกส่งเข้าไปในเครือข่าย ซึ่งการใช้ทรัพยากรที่น้อยลงย่อมส่งผลให้ผู้ใช้เสียค่าใช้จ่ายลดลงด้วย

2.5.2 การจัดสรรทรัพยากรโดยมีผู้ใช้หลายคน (Multi-User Allocation)

การจัดสรรทรัพยากรสำหรับผู้ใช้หลายคนจะแตกต่างจากการจัดสรรให้แก่ผู้ใช้ 1 คน เนื่องจากต้องทำการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ให้แก่ผู้ใช้ทุกคนในเครือข่าย โดยมีวัตถุประสงค์ในการจัดสรรคือ จะต้องเป็นการจัดสรรที่มีความยุติธรรม และมีความสมดุลระหว่างคุณภาพและทรูพุธ (Throughput)

2.6 นิวรอนเน็ตเวิร์ก (Neuron Network)

นิวรอนเน็ตเวิร์กเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ ซึ่งมีความแตกต่างจากระบบคอมพิวเตอร์ที่หน่วยประมวลผลเพียงหน่วยเดียว (Single Processor) กล่าวคือ สมองมีลักษณะที่มีหน่วยประมวลผลหลายหน่วย (Multiprocessing) ที่มีการเชื่อมต่อถึงกัน ทำให้มีความสามารถทำการประมวลผลไปพร้อมกันหรือแบ่งงานกันเพื่อช่วยในการประมวลผลได้ (Parallel Distributed Processing) ซึ่งการประมวลผลแบบนี้ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความยากที่ระบบประมวลผลแบบเดี่ยวไม่สามารถทำได้

2.6.1 การประยุกต์ใช้งาน

ตัวอย่างของการนำนิวรอนเน็ตเวิร์กไปใช้งานในด้านต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

- การแปลงข้อความเป็นเสียง เป็นโปรแกรมที่ใช้เรียนรู้ข้อความที่เป็นตัวอักษรแล้วทำการแปลงออกมาเป็นเสียงพูด
- การประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ ได้แก่ ใช้ในการจัดกลุ่มและวินิจฉัยโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้ในกิจกรรมทางการเงินและบัตรเครดิต ได้แก่ การประเมินความเสี่ยงของลูกค้าที่ธนาคารจะให้กู้เงิน การจับรูปแบบการใช้บัตรเครดิตเพื่อตรวจสอบว่าเป็นบัตรที่ถูกขโมยไปหรือไม่ เป็นต้น
- การค้าและการลงทุน เช่นการทำนายราคาหุ้น การประมาณการจำนวนสินค้าคงคลังที่ต้องทำการจัดเก็บ เป็นต้น

2.6.2 ประเภทของนิวรอนเน็ตเวิร์ก

นิวรอนเน็ตเวิร์กมีหลายประเภท ลักษณะที่เหมือนกันของนิวรอนเน็ตเวิร์กทุกประเภทก็คือความสามารถในการประมวลผลแบบขนาน ส่วนที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทคือ โครงสร้างและอัลกอริธึมของแต่ละชนิด สำหรับการพัฒนาระบบในครั้งนี้ ผู้พัฒนาได้เลือกใช้ มัลติเลเยอร์ฟีดฟอร์เวิร์ด (Multilayer Feedforward) หรือเรียกอีกอย่างว่า แบ็คพร็อพพาเกชั่น (Backpropagation) โดยนำมาใช้ในการทำนายจำนวนของแบนด์วิธที่ใช้โดยทราฟฟิกที่ส่งเข้าไปในเครือข่าย โดยการทำงานของฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ตเวิร์กมีลักษณะดังนี้

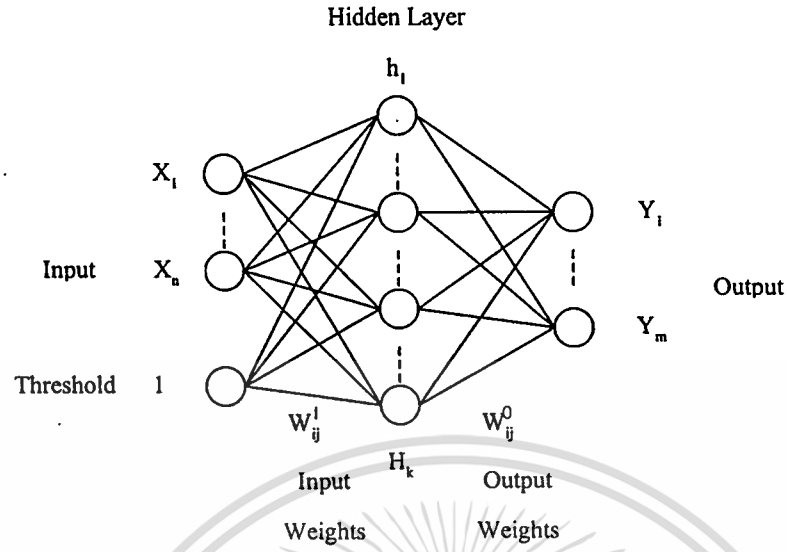
จากรูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของสถาปัตยกรรมที่ใช้ กล่าวคือ ระบบประกอบด้วย 3 เลเยอร์ คือเลเยอร์สำหรับการรับข้อมูล เลเยอร์ที่ซ่อน 1 เลเยอร์ และเลเยอร์ที่เป็นผลลัพธ์ของการประมวลผล ในแต่ละเลเยอร์จะมีการเชื่อมต่อถึงกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นระบบที่มีโครงสร้างเป็นแบบเวคเตอร์ ดังนั้นการแทนฟังก์ชันจะใช้เวคเตอร์ในการแทน โดยที่ R^d จะหมายถึง เวคเตอร์ที่มี d มิติ $(x_1,..., x_d)$ นั่นคือ ฟังก์ชันของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มีเวคเตอร์เข้าเป็น $(x_1,..., x_n)$ ใน R^n และได้ผลลัพธ์เป็นเวคเตอร์ $(y_1,...,y_m)$ ใน R^m จะเขียนให้อยู่ในรูปฟังก์ชันได้เป็น

$$y = F(x)$$

โดยที่ $x = (x_1,...,x_n)$

$y = (y_1,...,y_m)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ตเวิร์กที่มี 3 เลเยอร์

ดังนั้น เน็ตเวิร์กที่มีข้อมูลเข้า N โหนด เลเยอร์ซ่อนจำนวน H โหนด และผลลัพธ์ M โหนด ค่าของ y_k จะสามารถหาได้จาก

$$y_k = g(\sum_{i=1}^{H} w^0_{jk} h_j), k = 1...M \qquad ... 2.1$$

โดยที่ w^0_{jk} เป็นระยะจากโหนดในเลเยอร์ที่ซ่อน j ไปยังโหนดของผลลัพธ์ k และ g เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการจับคู่จาก R^1 ไป R^1 ค่าของ เลเยอร์ที่ซ่อน h_j, j = 1... H หาได้จาก

$$h_j = \delta(\sum_{i=1}^{N} w^1_{ij} x_i + w^1_j), j = 1,..., H \qquad ...2.2$$

โดยที่ w^1_{ij} เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก (weight) ของระยะจากโหนดที่เป็นข้อมูลเข้า I ไปยังโหนดของเลเยอร์ที่ซ่อน j และ w_j เป็นค่าระยะขีดจำกัดจากโหนดที่เป็นข้อมูลเข้า โดยมีค่าเท่ากับ 1 ทั้งนี้เพื่อให้การคำนวณนั้น หากมีเฉพาะข้อมูลที่เป็น 0 เข้ามาแล้วผลลัพธ์ที่ได้จะไม่มีค่าเป็น 0 ส่วน x_i เป็นค่าของโหนดข้อมูลเข้าที่ i และ δ เรียกว่า "ซิกมอยด์ฟังก์ชัน" (Sigmoid Function) ซึ่งคำนวณจาก

$$\delta(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \qquad ...2.3$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ของนิวรอนเน็ตเวิร์กที่มี 3 เลเยอร์ ซึ่งทำให้สามารถทราบค่าโดยประมาณของฟังก์ชันที่ไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear Function) โดยการปรับค่าถ่วงน้ำหนักของระยะห่างในแต่ละนิวรอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

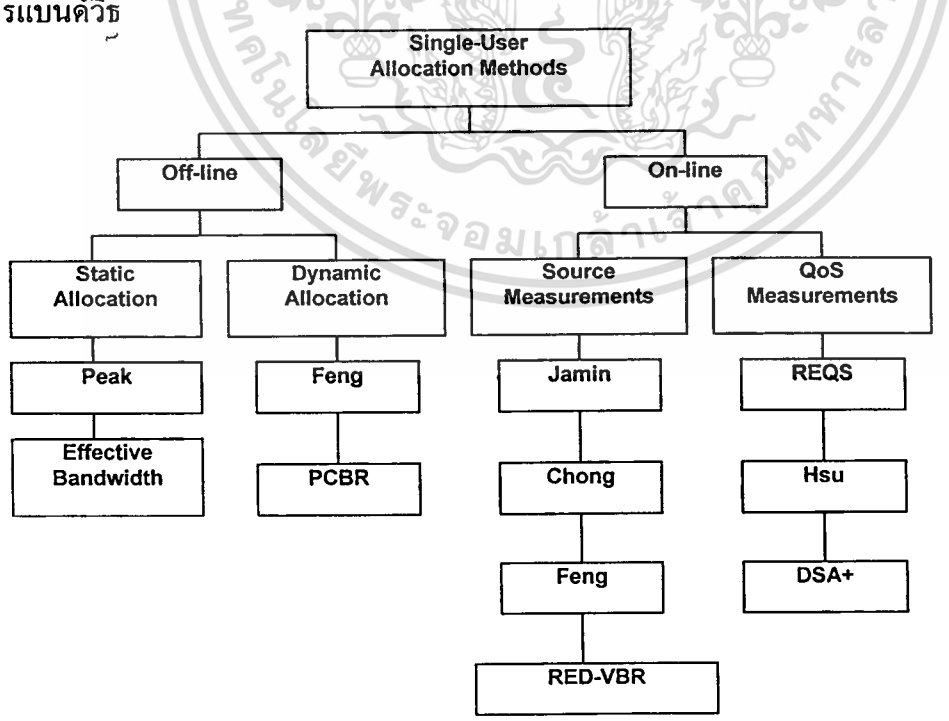
บทที่ 3

อัลกอริธึมที่ใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธ

แบนด์วิธ (Bandwidth) ถือเป็นทรัพยากรเครือข่ายชนิดหนึ่งที่จะต้องมีวิธีการจัดสรรให้เกิดการใช้งานอย่างคุ้มค่าที่สุด ในบทนี้จึงขอกล่าวถึงวิธีการจัดสรรแบนด์วิธให้แก่ผู้ใช้ในลักษณะที่เป็นการจัดสรรในมุมมองของผู้ใช้เพียง 1 คน โดยได้กล่าวถึงวิธีการแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดสรร ดังต่อไปนี้

3.1 วิธีการจัดสรรแบนด์วิธ

วิธีการจัดสรรแบนด์วิธของเครือข่ายสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทตามช่วงเวลาที่ทำการคำนวณจำนวนแบนด์วิธที่จะทำการจัดสรร กล่าวคือ ถ้าการคำนวณเกิดขึ้นก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลเรียกว่า การจัดสรรแบบออฟไลน์ (Off-line) แต่ถ้าการคำนวณเกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการส่งข้อมูลจะเรียกว่า การจัดสรรแบบออนไลน์ (On-line) ในรูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างวิธีการในการจัดสรรแบนด์วิธ



รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างวิธีการจัดสรรแบนด์วิธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การจัดสรรแบนด์วิธแบบออฟไลน์

วิธีการจัดสรรแบนด์วิธแบบออฟไลน์จะกำหนดจำนวนของแบนด์วิธที่ต้องการก่อนจะทำการส่งข้อมูล โดยการคำนวณจำนวนของแบนด์วิธที่จะทำการจัดสรรนั้นจะทำนายจากลักษณะของทราฟฟิกที่จะเกิดขึ้น เช่น ถ้าเป็นข้อมูลประเภทวิดีโอที่มีการบีบอัดโดยใช้การเข้ารหัสแบบเอ็มเพ็ก (MPEG-compressed Video) จะคำนวณแบนด์วิธจากสถิติการใช้แบนด์วิธตั้งแต่ค่าเฉลี่ยจนถึงค่าสูงสุดของข้อมูลดังกล่าว เป็นต้น วิธีการจัดสรรแบบออฟไลน์ยังสามารถแบ่งการจัดสรรออกเป็นแบบสถิต และแบบไดนามิค (Static and Dynamic) โดยแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1.1 วิธีการจัดสรรแบนด์วิธแบบสถิต

วิธีการแบบสถิตจะเป็นการจัดสรรแบนด์วิธโดยจะทำการจองแบนด์วิธ 1 ครั้งตลอดช่วงเวลาของการส่งข้อมูล ตัวอย่างของการจัดสรรทรัพยากรแบบออฟไลน์ที่เป็นแบบสถิต ได้แก่ การใช้อัตราเร็วสูงสุด (Peak Rate Method) ข้อดีของวิธีนี้คือ ง่าย และสามารถคาดเดาการใช้ทรัพยากรได้ล่วงหน้า แต่ปัญหาที่พบคือ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรยังไม่คุ้มค่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นทราฟฟิกที่มีขนาดแปรผันได้ที่มีการส่งข้อมูลที่มีขนาดเล็กเป็นเวลานาน ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ เอฟเฟ็กทีฟแบนด์วิธ (Effective Bandwidth) เป็นวิธีการจัดสรรแบนด์วิธโดยให้บริการแบนด์วิธขนาดต่ำสุดที่เพียงพอสำหรับระดับคุณภาพในการบริการที่ผู้ใช้ต้องการ โดยวิธีนี้มีข้อเสียคือ ต้องใช้อัลกอริธึมที่ซับซ้อน และยังไม่สามารถนำไปใช้กับทราฟฟิกประเภทเอ็มเพ็กวิดีโอ

3.1.1.2 วิธีการจัดสรรแบนด์วิธแบบไดนามิค

วิธีการแบบไดนามิคจะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนแบนด์วิธที่ใช้เมื่อเวลาเปลี่ยนไป โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ส่งทราฟฟิกประเภทวิดีโอที่มีการเก็บไว้ในที่พักข้อมูลก่อน โดยอาศัยที่พักข้อมูลของฝั่งผู้รับ ทำให้การแสดงภาพมีความราบรื่น วิธีการเหล่านี้ได้แก่ วิธีการที่พัฒนาโดยเฟ็ง (Feng) และคณะ ซึ่งจะมีการกำหนดจำนวนต่ำสุดของการเจรจาขอใช้ทรัพยากร (เพื่อเพิ่มหรือลดการจัดสรร) ที่ต้องการใช้ สำหรับการเล่นเอ็มเพ็กวิดีโอ (Moving Pictures Expert Group: MPEG Video) แบบย้อนกลับ โดยที่วิดีโอจะส่งด้วยอัตราเร็วที่ได้คำนวณไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้ที่พักข้อมูลที่เตรียมไว้เกิดการล้นหรือไม่มีข้อมูล แต่วิธีการของเฟ็งจะไม่เหมาะสำหรับแอปพลิเคชั่นที่มีการโต้ตอบแบบทันทีทันใด วิธีการจัดสรรแบนด์วิธออฟไลน์แบบไดนามิคนี้สามารถรับประกันคุณภาพในการให้บริการ โดยมีจำนวนการเจรจาเพื่อเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธจำนวนน้อย แต่ก็ต้องมีการบันทึกจำนวนแบนด์วิธของทราฟฟิกก่อนที่จะทำการจัดสรรแบนด์วิธ

การจัดสรรแบนด์วิธโดยวิธีออฟไลน์จำเป็นต้องอาศัยข้อมูล เช่น แบนด์วิธที่บันทึกไว้เพื่อกำหนดช่วงของความยาวที่เหมาะสมสำหรับการทำการเจรจา ดังนั้นถ้าไม่มีการบันทึกแบนด์วิธไว้ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะไม่สามารถใช้วิธีการดังกล่าวได้ จึงทำให้มีความต้องการวิธีการจัดสรรแบนด์วิธที่สามารถเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธแบบออนไลน์เกิดขึ้น

3.1.2 การจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์

สำหรับการจัดสรรทรัพยากรแบบออนไลน์ จะทำการเจรจาตกลงในการจัดสรรทรัพยากรเป็นช่วง โดยขึ้นอยู่กับการคาดการณ์ลักษณะของทราฟฟิก การคาดการณ์กระทำจากการวัดทราฟฟิค หรือการสังเกตระดับของคุณภาพในการให้บริการ โดยจากรูปที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าการแยกประเภทของวิธีแบบออนไลน์จะใช้การแบ่งตามข้อมูลที่ใช้วัด โดยแบ่งออกเป็นการวัดลักษณะของแหล่งกำเนิดและการวัดตามระดับของคุณภาพในการให้บริการ ซึ่งข้อมูลที่วัดได้จะนำไปคำนวณเพื่อใช้กำหนดจำนวนของแบนด์วิธที่ใช้ในการส่งข้อมูล ลักษณะของการจัดสรรแบบออนไลน์มีดังนี้

3.1.2.1 การจัดสรรโดยการวัดคุณลักษณะของแหล่งกำเนิด

การจัดสรรแบนด์วิธโดยใช้การวัดลักษณะของแหล่งกำเนิดจะจัดสรรแบนด์วิธให้ตามลักษณะของทราฟฟิกที่แหล่งกำเนิดนั้นทำการผลิต โดยวิธีการของฌ็องและคณะ จะมีการใช้นิวรอนเน็ตเวิร์ค (Neuron Network) เป็นตัวกรองเพื่อทำนายการใช้แบนด์วิธของทราฟฟิก วิธีการจัดสรรแบบนี้มักมีอัลกอริธึมที่ซับซ้อน และเป็นการจัดสรรที่ยังไม่สามารถรับประกันระดับคุณภาพในการให้บริการได้

3.1.2.2 การจัดสรรโดยวัดระดับของคุณภาพ

การจัดสรรโดยใช้การวัดระดับของคุณภาพนั้น จะมีการกำหนดว่าคุณภาพที่ต้องการรับประกันคืออะไร แล้วทำการวัดคุณภาพนั้นตลอดช่วงเวลาที่ทำการส่งข้อมูล จากนั้นนำผลที่วัดได้มาทำการคำนวณเพื่อจัดสรรแบนด์วิธที่เหมาะสมกับสถานการณ์ในช่วงนั้น สำหรับคุณภาพในการให้บริการได้แก่ อัตราการสูญหายของเซลล์ ความล่าช้าของเซลล์ เป็นต้น ในสัมมนาฉบับนี้ คุณภาพที่สนใจศึกษาคือ อัตราการสูญหายของเซลล์ ตัวอย่างของอัลกอริธึมที่มีการวัดอัตราการสูญหายของเซลล์เพื่อใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธ ได้แก่

วิธีการของซู (Hsu) ทำการจัดสรรแบนด์วิธโดยวัดอัตรการสูญหายของเซลล์ โดยมีการกำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการเจรจาไว้แน่นอน ดังนั้นจึงอาจทำให้เกิดปัญหาได้ถ้ามีการกำหนดช่วงเวลาสำหรับการเจรจานานเกินไป หรือหากเป็นช่วงเวลาที่มีความหนาแน่นของทราฟฟิกก็ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธได้ทันท่วงที

สำหรับ เร็กซ์ เป็นอัลกอริธึมสำหรับการจัดสรรแบนด์วิธโดยวัดการสูญหายของเซลล์ .o ส่วนที่แตกต่างจากอัลกอริธึมของซู คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเจรจาสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำการจัดสรรแบนด์วิธได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า แม้ว่า REQS จะสามารถใช้ได้กับทราฟฟิกที่ทำการจำลองขึ้น แต่ก็ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถใช้ได้ดีกับทราฟฟิกที่เกิดขึ้นจริง โดยเฉพาะทราฟฟิกที่ขึ้นกับความยาว (Long-range Dependency)

ดีเอสเอพลัส เป็นอัลกอริธึมอีกชนิดหนึ่งที่ทำการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์โดยวัดระดับของคุณภาพ คุณภาพที่วัดคืออัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นในระหว่างทำการส่งข้อมูล จากนั้นจะทำการจัดสรรแบนด์วิธที่เหมาะสมกับช่วงเวลาดังกล่าว สำหรับช่วงเวลาที่ใช้ในการเจรจาสามารถเปลี่ยนแปลงได้ อัลกอริธึมชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดจำนวนแบนด์วิธที่จัดสรร โดยมีจำนวนของการเจรจาเพื่อขอเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธน้อยที่สุด

จากอัลกอริธึมประเภทต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปคุณสมบัติที่สำคัญได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการจัดสรรแบนด์วิธชนิดต่าง ๆ

	ออฟไลน์		ออนไลน์	
	สถิต	ไดนามิค	แหล่งกำเนิด	คุณภาพ
เปลี่ยนแบนด์วิธ		✓	✓	✓
รับประกันคุณภาพ		✓		✓
ต้องทราบลักษณะของแหล่งกำเนิด	✓	✓		

3.2 โมเดลของระบบ

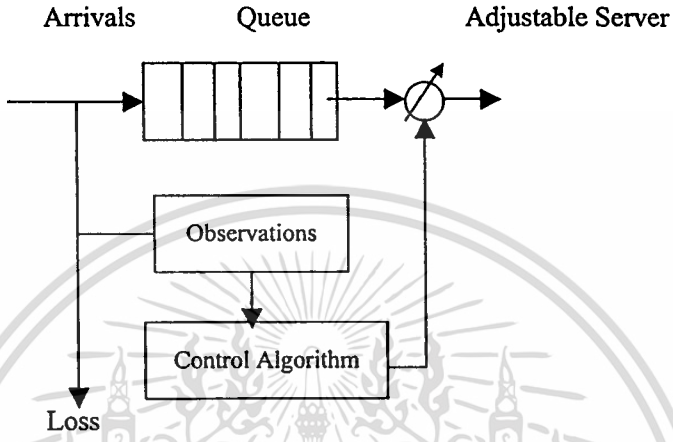
โมเดลของระบบที่ทำการพัฒนา แสดงได้ดังรูปที่ 3.2 โดยจะมีการส่งทราฟฟิกที่มีลักษณะเป็นเซลล์ที่มีความยาวคงที่เข้าไปในคิวซึ่งมีความจุจำกัด และการให้บริการของคิวเป็นลักษณะการให้บริการแก่เซลล์ที่มาถึงก่อน (First In First Out: FIFO) เซลล์ที่ออกจากคิวจะถูกส่งเข้าไปในเครือข่ายด้วยอัตราเร็วตามที่ผู้ให้บริการกำหนด ถ้าเซลล์มาถึงเมื่อคิวเต็ม เซลล์นั้นจะถูกละทิ้ง ซึ่งเซลล์ที่ถูกละทิ้งนี้จะถูกสังเกตตลอดเวลา หากการสูญหายของเซลล์ไม่มากกว่าระดับที่กำหนดไว้ การเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธก็จะรอให้หมดช่วงเวลาที่กำหนดไว้สำหรับการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธก่อน แต่ถ้ามีการสูญหายของเซลล์เป็นจำนวนมากกว่าที่จะสามารถยอมรับได้ ก็จะทำการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธในการให้บริการทันทีโดยไม่รอให้หมดช่วงเวลา สำหรับตัวย่อต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบประกอบด้วย

t_n - ครั้งที่ n (n^{th}) ของการเจรจา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

U_n- ช่วงเวลา (Interval) ระหว่างจุดที่มีการเจรจา t_n และ t_{n+1}

μ_n- อัตราเร็วในการให้บริการในช่วงเวลา U ซึ่งจะมีค่าคงที่



รูปที่ 3.2 แสดงโมเดลของระบบ

ในระหว่างช่วงเวลาที่ n^{th} ให้จำนวนของเซลล์ทั้งหมดที่ถึงแทนด้วย A_n และจำนวนของการสูญหายของเซลล์เป็น L_n อัตราการสูญหายของเซลล์ (CLP: Cell Loss Probability) ของช่วงเวลาที่ n^{th} จะมีค่าเท่ากับ $P_n = L_n/A_n$ ดังนั้นจำนวนสะสมของ CLP ในทุก ๆ ช่วงเวลาตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 0 จนถึง n^{th} มีค่าเท่ากับ

$$P_{0...n} = \frac{\sum_{i=0}^{n} L_i}{\sum_{i=0}^{n} A_i}$$

ให้ Q_l คือ CLP ที่ผู้ใช้ต้องการ จุดประสงค์ของอัลกอริธึมก็คือ ต้องการปรับค่าของอัตราเร็วของผู้ให้บริการเพื่อให้ได้ CLP ตามที่ผู้ใช้ต้องการ (Q_l) โดยมีจำนวนแบนด์วิธที่ให้บริการแก่ผู้ใช้มีจำนวนน้อยเพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และมีจำนวนการเจรจาเพื่อเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธน้อยที่สุด

3.3 อัลกอริธึมสำหรับการจัดสรรแบนด์วิธ

รายละเอียดของอัลกอริธึมต้นแบบที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธ คือเร็กซ์ และดีเอสเอพลัส มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 รายละเอียดของอัลกอริธึมเร็กซ์ (REQS)

สมการที่ใช้ในการปรับอัตราเร็วในการให้บริการของอัลกอริธึมแบบเร็กซ์ สามารถเขียนได้ดังสมการที่ 3.1

$$\mu_{n+1} \leftarrow \mu_n + K_n \times \ln(P_n/Q_l) \qquad \ldots (3.1)$$

ในสมการที่ 3.1 จะทำการเปลี่ยนแปลงอัตราแบนด์วิธในการให้บริการ (μ_n) โดยขึ้นอยู่กับค่าของ CLP ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ n^{th} สำหรับค่า CLP (Q_l) ที่วัดได้จะถูกนำมาใช้ในฟังก์ชันของความผิดพลาด (Error Function: $\ln(P_n/Q_l)$ โดยจะเห็นได้ว่าฟังก์ชันความผิดพลาดใช้ลอการิทึมธรรมชาติ (Natural Logarithm) ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ทั้งที่เป็นค่าบวกและค่าลบ ดังนั้นฟังก์ชันความผิดพลาดก็จะให้ทั้งค่าบวกและค่าลบด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการสังเกตที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาล่าสุด โดยค่าของฟังก์ชันจะเป็นลบเมื่อค่า CLP ที่วัดได้น้อยกว่า CLP ที่ผู้ใช้ต้องการ ทำให้จำนวนแบนด์วิธที่คำนวณได้มีจำนวนลดลง นั่นคือในช่วงเวลาถัดไปผู้ให้บริการจะลดจำนวนแบนด์วิธที่ให้บริการลง ฟังก์ชันของความผิดพลาดนี้ยังมีความเหมาะสมเมื่อมีความต้องการให้อัตราการสูญหายของเซลล์มีขนาดเล็กมากเนื่องจากหากอัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นจริงดีกว่าที่ต้องการ การปรับลดแบนด์วิธจะลดลงไม่มาก แต่ถ้าอัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นจริงมีมากจะทำให้สามารถปรับเพิ่มแบนด์วิธในการให้บริการได้อย่างรวดเร็ว สำหรับค่าของ K_n ซึ่งเป็นค่าคงที่ในการปรับเพิ่มหรือลดแบนด์วิธและช่วงเวลาที่จะทำการปรับแบนด์วิธ (U_n) สามารถคำนวณได้โดยการใช้อัลกอริธึมดังแสดงในรูปที่ 3.3

อัลกอริธึมแบบเร็กซ์จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 โหมด กล่าวคือในโหมดที่ 1 (mode = 1) เป็นระยะที่ช่วงเวลาในการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธมีค่าคงที่ การทำงานในส่วนนี้จะเป็นการคำนวณเพื่อหาค่าคงที่ K ที่เหมาะสมที่จะใช้ในการปรับอัตราที่ให้บริการ อัลกอริธึมจะทำงานในโหมดที่ 1 ในตอนเริ่มทำงานจนกระทั่งเกิดการสูญหายของเซลล์จนกระทั่งอัตราที่สูญหายมากกว่าที่ผู้ใช้กำหนดไว้ ($P_n > Q_l$) เมื่อเข้าสู่การทำงานในโหมดที่ 2 ซึ่งในช่วงนี้ค่า K จะเป็นค่าคงที่ แต่อัลกอริธึมจะการปรับช่วงเวลาที่จะใช้ในการปรับอัตราในการให้บริการโดยถ้าอัตราการสูญหายของเซลล์ในช่วงปัจจุบันและช่วงก่อนหน้านี้ (curr_error และ prev_error) มีเครื่องตรงกันข้ามจะยืดเวลาที่ใช้ในการปรับอัตราการให้บริการออกไป 2 เท่า และเมื่ออัลกอริธึมเข้ามาทำงานในโหมดที่ 2 แล้วจะไม่กลับไปทำงานในโหมดที่ 1 อีก

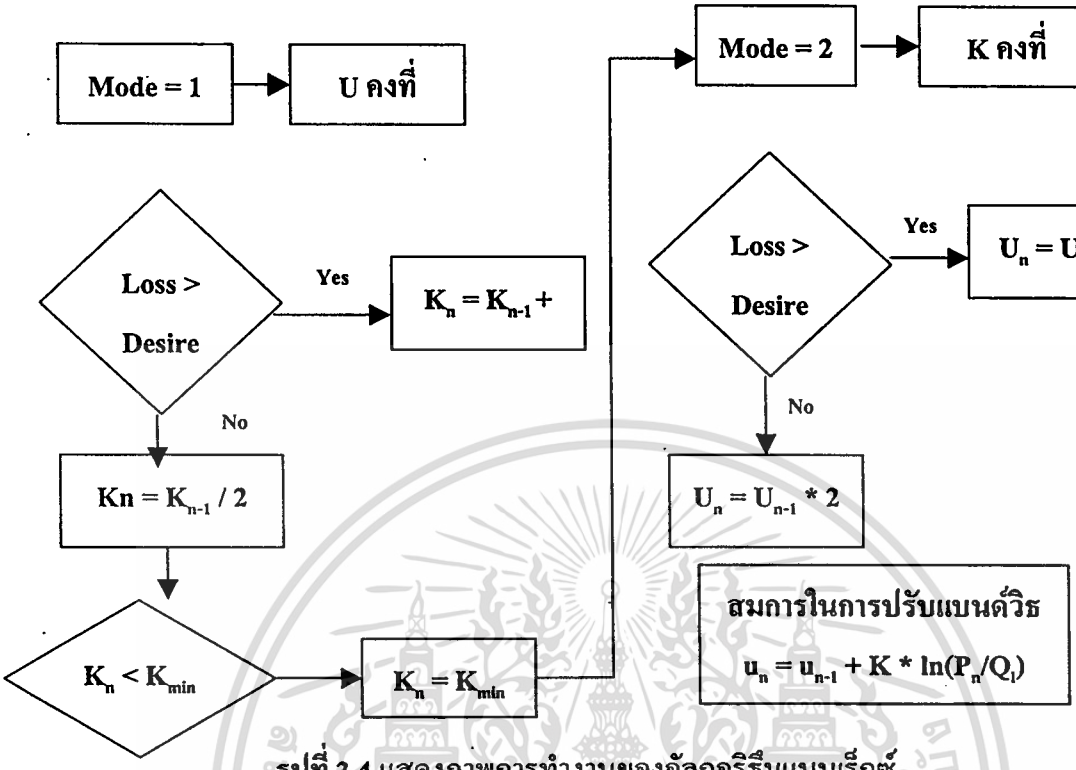
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/* K0, Kα, U0 and Ql assumed to be given        */
/* initial values: inc_flag =  TRUE, mode = 1 */
1: curr_error ← ln(Pn/Ql)
2: prev_error ← ln(Pn-1/Ql)
3: if (mode =1) then
4:        Un ← Un-1
5:        if ((curr_error x prev_error > 0) AND
6:           (inc_flag = TRUE)) then
7:           Kn ← Kn-1 + K0
8:        else
9:           inc_flag ← FALSE
10:          Kn ← Kn-1/2
11:          if (Kn <= Kα)
12:                Kn ← Kα
13:                mode ← 2
14:          endif
15:       endif
16: else
17:       Kn ← Kn-1
18:       if (curr_error x prev_error < 0) then
19:          Un ← 2 x Un-1
20:       else
21:          Un ← Un-1
22:       endif
23: endif
```

รูปที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของอัลกอริธึมแบบเร็กซ์ในช่วงการคำนวณค่า K_n และ U_n

จากอัลกอริธึมในรูปที่ 3.3 สามารถนำมาแสดงเป็นภาพแบบโฟล์วชาร์ท (Flow Chart) ได้ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงภาพการทำงานของอัลกอริธึมแบบเร็กซ์

3.3.2 รายละเอียดของอัลกอริธึมดีเอสเอพลัส (DSA+)

เนื่องอัลกอริธึมแบบดีเอสเอพลัสเป็นอัลกอริธึมที่ได้ทำการพัฒนาหลังจากเร็กซ์ ทำให้ทราบว่าควรจะใช้ค่าคงที่ K เท่าไรในการปรับอัตราในการให้บริการ ดังนั้นในแต่ละจุดที่มีการเจรจาเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธ จะต้องทำการปรับอัตราเร็วในการให้บริการโดยมีสมการที่ใช้ดังนี้

$$\mu_{n+1} \leftarrow \mu_n + \frac{K \times \ln(P_n/Q_l)}{\alpha}, \alpha = \begin{cases} 1 \text{ if } & P_n > Q_l \\ 2 \text{ if } & P_n \leq Q_l \end{cases} \quad \ldots. (3.2)$$

ส่วนค่าคงที่ K จะขยายการสนองตอบของฟังก์ชันความผิดพลาด และยังกำหนดขนาดของแบนด์วิธที่จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงด้วย ค่าพารามิเตอร์ $\propto$ จะทำให้อัตราเร็วเพิ่มขึ้นหรือลดลง 2 เท่า ซึ่งจะทำให้จำนวนแบนด์วิธที่เครือข่ายให้บริการสามารถเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในเครือข่าย

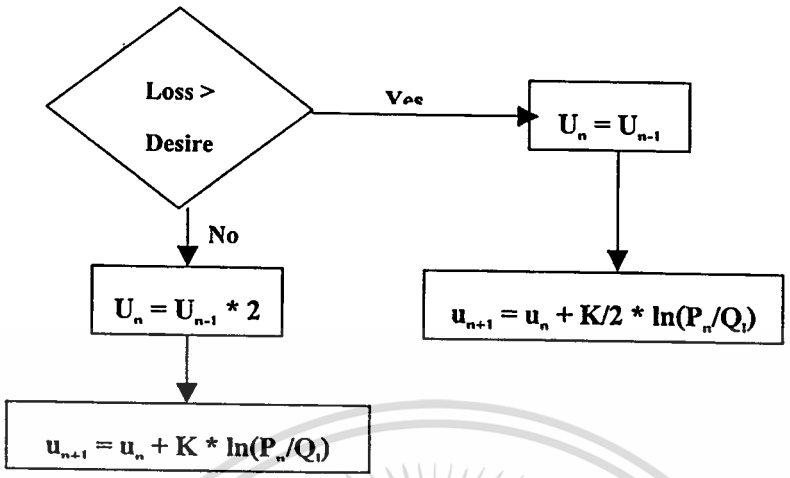
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1: curr_error ← ln(P_n/Q_l)/* current error */
2: prev_error ← ln(P_n-1/Q_l)        /* previous error */
3: if P_0...n > Q_l AND P_n <= Q_l then
4:       U_n+1 ← 2 x U_n
5: else
6:       if curr_error x prev_error ≤ 0 then
7:             U_n+1 ← 2 x U_n
8:       end if
9:       if P_n > Q_l then
10:            μ_n+1 ← μ_n + K x ln(P_n/Q_l)
11:      else
12:            μ_n+1 ← μ_n + (K/2) x ln(P_n/Q_l)
13:      end if
14: end if
```

รูปที่ 3.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการให้บริการของอัลกอริธึมแบบดีเอสเอพลัส

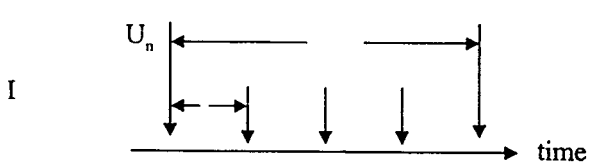
ในรูปที่ 3.5 แสดงอัลกอริธึมสำหรับการเจรจาเพื่อเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธ 1 ครั้ง (t_n) ซึ่งจากรูปจะเห็นว่า ช่วงเวลาของการเจรจาจะเพิ่มขึ้น (เป็น 2 เท่า) ใน 2 กรณี (บรรทัดที่ 4 และ 7) กล่าวคือ ช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้นในบรรทัดที่ 4 จะเกิดขึ้นเมื่อ CLP สะสม ($P_{0...n}$) มีมากกว่าที่ต้องการ และเมื่อ CLP ในช่วงเวลาล่าสุด (P_n) ดีกว่าที่ต้องการ แสดงว่าในช่วงเวลานั้นเครือข่ายมีจำนวนทราฟฟิกลดลง ซึ่งการลดลงของ CLP ในช่วงเวลาที่ n^{th} มีผลทำให้จำนวนของ CLP สะสมลดจำนวนลงจนเข้าใกล้กับจำนวนที่ต้องการ ส่วนช่วงเวลาที่ยาวขึ้นในบรรทัดที่ 7 เมื่อ P_n และ P_{n-1} อยู่คนละด้านของ CLP ที่ต้องการ (ค่าหนึ่งน้อยกว่า ในขณะที่อีกค่าหนึ่งมากกว่า CLP ที่ต้องการ) การให้มีความยาวเป็น 2 เท่าจะช่วยลดจำนวนของการเจรจาที่จะเกิดขึ้นลง และจากอัลกอริธึมดังกล่าวนำมาแสดงในลักษณะของโฟล์วชาร์ทได้ดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงภาพการทำงานของอัลกอริธึมแบบดีเอสเอพลัส

และเนื่องจากแหล่งกำเนิดทราฟฟิกประเภทเอ็มเพ็กวิดีโอเป็นแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถคาดเดาลักษณะการเกิดทราฟฟิกได้ โดยมีลักษณะที่ไม่หยุดนิ่งและยังขึ้นอยู่กับช่วงความยาว ปัญหาที่สำคัญคือ ลักษณะของทราฟฟิกจะมีการเปลี่ยนแปลงทันที และมีผลทำให้อัตราการสูญหายของเซลล์มีเป็นจำนวนมากกว่าที่กำหนดไว้ในระหว่างที่ยังไม่ถึงช่วงเจรจา จะทำให้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธที่ให้บริการได้ทันที ซึ่งทำให้ไม่สามารถให้บริการได้ตามระดับของคุณภาพที่ต้องการ ดังนั้นเพื่อช่วยลดความรุนแรงของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น จึงได้มีการใช้การขัดจังหวะ (Interrupt) ในช่วงระหว่างเวลาที่กำหนดไว้ เรียกว่า ช่วงเวลาของการขัดจังหวะ (Interrupt Interval: I) การขัดจังหวะจะเกิดขึ้นถ้า P_n และ P_{n-1} มีค่ามากกว่าอัตราการสูญเสียที่ต้องการ (Q_t) ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงและการขัดจังหวะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.7 ในกรณีนี้แบนด์วิธที่ให้บริการจะเพิ่มขึ้นโดยทันทีตามสมการที่ 3.2 แทนที่จะรอจนกว่าจะถึงช่วงเวลาของการเจรจา โดยที่ช่วงความยาวของการเจรจาจะไม่ถูกเปลี่ยนแปลงโดยการขัดจังหวะ ข้อดีของการใช้การขัดจังหวะทำให้ดีเอสเอพลัสมีการตอบสนองในทันทีต่อการเปลี่ยนของทราฟฟิก ซึ่งเกิดขึ้นไม่บ่อยนัก และเป็นเอกลักษณ์และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของดีเอสเอพลัส และจากข้อเท็จจริงในจุดนี้ ทำให้ผู้พัฒนาระบบได้ทำการเพิ่มการขัดจังหวะเข้าไปในอัลกอริธึมแบบเร็กซ์ เพื่อศึกษาว่าจะมีผลทำให้อัลกอริธึมแบบเร็กซ์มีประสิทธิภาพดีขึ้นหรือไม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงกับช่วงเวลาการขัดจังหวะ

จากการศึกษาประเภทต่าง ๆ ของอัลกอริธึมที่ใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธข้างต้น ผู้พัฒนาแบบจำลองแบนด์วิธจึงได้เลือกที่จะนำอัลกอริธึมในการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์ 2 ชนิดคือ เร็กซ์ และดีเอสเอพลัสมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบจำลองแบนด์วิธในครั้งนี้ ซึ่งการนำอัลกอริธึมไปใช้งาน ในตอนเริ่มต้นผู้ใช้จะต้องกำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้ ค่าเริ่มต้นของช่วงการเจรจา (U_0) ช่วงของการขัดจังหวะ (I) ค่าคงที่ K และอัตราการให้บริการเริ่มต้น (μ_0) โดยที่ค่าของ U, I และ K อาจจะขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแต่การเลือกค่าเริ่มต้นจะส่งผลกระทบต่อจำนวนของการเจรจาและประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากร

3.4 การเลือกค่าพารามิเตอร์และความคงทนของพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการจัดสรรแบนด์วิธของดีเอสเอพลัสและเร็กซ์ มี 4 ค่า ได้แก่

- แบนด์วิธเริ่มต้นที่ให้บริการ μ_0
- ช่วงความยาวของการเจรจา U_0
- สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงค่าแบนด์วิธ K
- ช่วงเวลาของการขัดจังหวะ I

โดยทั่วไป วิธีการจัดสรรแบนด์วิธที่ดีนั้นจะต้องมีความเป็นอิสระจากค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์ กล่าวคือ หากค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จะต้องไม่ทำให้ผลการทำงานของอัลกอริธึมการจัดการทรัพยากรมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก จากผลการทดลองของฟิลป์ พบว่า จากการทำการทดลองโดยใช้ทราฟฟิกแบบเอ็มเพ็กวิดีโอ 15 เรื่อง โดยกำหนดค่าความเป็นไปได้ของการสูญหายของเซลล์ที่สามารถยอมรับได้ ให้มีค่าเท่ากับ 0.001 สามารถสรุปได้ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ K ไม่มีผลต่อจำนวนครั้งของการเจรจา แต่ถ้า K มีค่ามากกว่า 350 Kbps จะทำให้ต้องใช้จำนวนแบนด์วิธสูงขึ้น และได้สรุปว่า สำหรับเอ็มเพ็กวิดีโอควรใช้ K ที่มีค่าไม่มาก (100 – 350 Kbps)
- อัตราแบนด์วิธเริ่มต้นที่ให้บริการมีผลต่อทั้งจำนวนครั้งของการเจรจา และปริมาณการใช้แบนด์วิธ โดยถ้าแบนด์วิธเริ่มต้นมีจำนวนน้อย (น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของอัตราเร็วสูงสุด) จะมีจำนวนการเจรจาน้อย แต่ต้องใช้แบนด์วิธจำนวนมาก และมีผลทำให้เกิดการขัดจังหวะตั้งแต่ตอนเริ่มต้นการทดสอบ ถ้าใช้แบนด์วิธเริ่มต้นจำนวนมาก (มากกว่า 75% ของอัตราเร็วสูงสุด) จะทำให้จำนวนการเจรจามากแต่ใช้แบนด์วิธต่ำ ซึ่งการที่จำนวนการเจรจามีมากเป็นผลมาจากการที่การลดลงของจำนวนแบนด์วิธที่ให้บริการจะลดลงอย่างช้า ๆ แต่การเพิ่มจำนวนแบนด์วิธจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้จำนวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจรจาน้อยลงด้วย โดยทั่วไปจึงนิยมใช้แบนด์วิธเริ่มต้นจำนวนมาก เพื่อให้มีการใช้แบนด์วิธจำนวนน้อย

สำหรับช่วงเวลาของการเจรจาและการขัดจังหวะไม่ค่อยมีผลกระทบต่อจำนวนครั้งของการเจรจาและจำนวนแบนด์วิธที่ต้องใช้ แต่จะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานบ้าง การให้ค่าเริ่มต้นจึงต้องสอดคล้องกับอัตราการสูญหายของเซลล์ที่ต้องการด้วย ยกตัวอย่างเช่น ทราฟฟิกที่ต้องการการสูญหายของเซลล์จำนวนน้อยจะต้องมีช่วงเวลาการขัดจังหวะขนาดเล็กเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอัตราการสูญหายมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

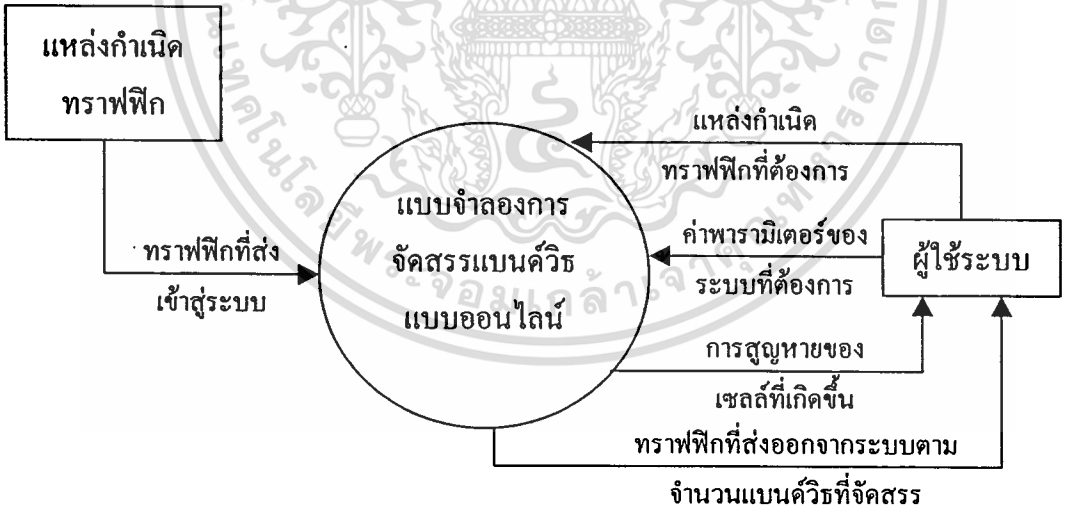
บทที่ 4

การออกแบบระบบ

เมื่อผู้พัฒนาได้ทราบการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของระบบแล้ว จึงได้ทำการออกแบบระบบของแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธโดยใช้ผังแสดงการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram) เพื่อให้สามารถเข้าใจการทำงานของระบบในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

4.1 ผังแสดงการไหลของข้อมูลในระบบ

จากรายละเอียดของโมเดลในระบบ รวมถึงอัลกอริธึมที่เกี่ยวข้องในระบบในบทที่ 3 สามารถนำมาอธิบายการทำงานของระบบได้โดยใช้ผังแสดงการไหลของข้อมูลภายในระบบได้ดังมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงคอนเท็กซ์ไดอะแกรมของระบบ

จากรูปที่ 4.2 ซึ่งแสดงการทำงานโดยรวมของระบบสามารถอธิบายได้ว่า ผู้ใช้ระบบจะทำการกำหนดข้อจำกัดของระบบ กล่าวคือจะทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบรวมถึงค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง กล่าวคือค่าพารามิเตอร์ของระบบและอัลกอริธึม โดยเมื่อผู้ใช้ได้ทำการเลือกแหล่งกำเนิดของทราฟฟิกแล้ว ระบบจะทำการจำลองการส่งทราฟฟิกในแต่ละช่วงเวลาเพื่อทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณแบนด์วิธและหาอัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นแล้วนำผลที่ได้มาแสดงแก่ผู้ใช้ระบบ สำหรับขั้นตอนการทำงานของระบบสามารถแสดงได้โดยใช้ผังแสดงการไหลของข้อมูลระดับที่ 0 (Data Flow Diagram Level 0) ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ซึ่งสามารถแบ่งงานได้ออกเป็น 4 งานย่อยคือ

- การตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ
- การตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริธึม
- การจำลองการจัดสรรแบนด์วิธของระบบ
- การเพิ่ม-ลบอัลกอริธึม

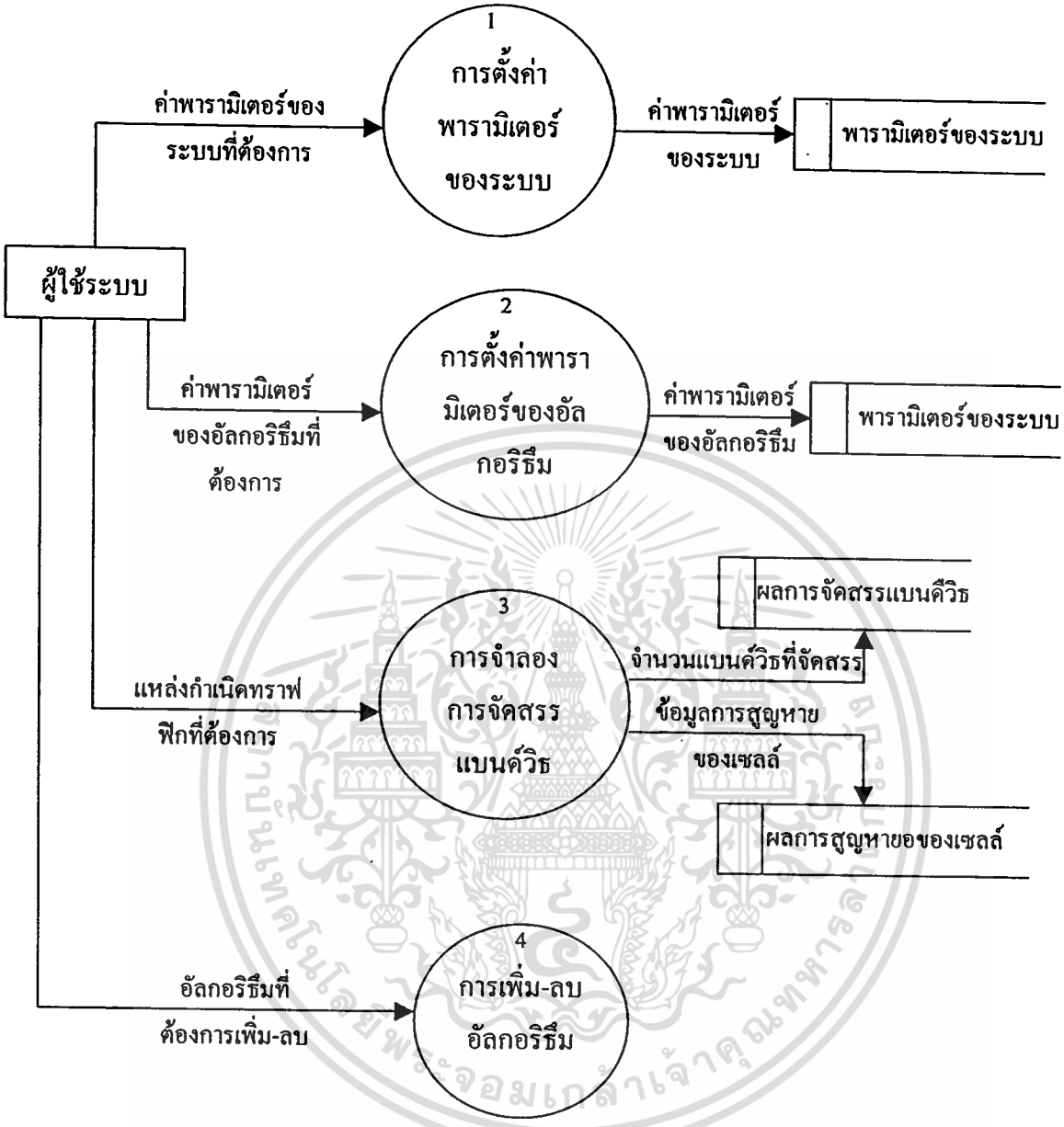
โดยแต่ละงานมีรายละเอียดของการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. การตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ เป็นหน้าที่ของผู้ใช้ระบบในการเลือกค่าพารามิเตอร์ของระบบที่ต้องการ อย่างไรก็ดีหากผู้ใช้ไม่ต้องการตั้งค่าดังกล่าว ระบบได้ทำการติดตั้งค่าดีฟอลต์ต่าง ๆ ไว้ โดยเก็บไว้ในไฟล์ชื่อ 'System.dat'
2. การตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริธึมต้นแบบ คือเร็กซ์และดีเอสเอพลัส เป็นหน้าที่ของผู้ใช้ระบบในการเลือกค่าพารามิเตอร์ของระบบที่ต้องการ อย่างไรก็ดีหากผู้ใช้ไม่ต้องการตั้งค่าดังกล่าว ระบบได้ทำการติดตั้งค่าดีฟอลต์ต่าง ๆ ไว้ โดยเก็บไว้ในไฟล์ โดยมีมาตรฐานในการตั้งชื่อคือ อัลกอริธึม + 'Par.dat' เช่น ถ้าเป็นอัลกอริธึมแบบเร็กซ์จะตั้งชื่อว่า 'REQS' + 'Par.dat' กลายเป็น 'REQSPar.dat' เป็นต้น
3. การจำลองการจัดสรรแบนด์วิธ เป็นหน้าที่ของระบบในการทำการจำลองโดยใช้ค่าที่ผู้ใช้ได้ทำการเลือกติดตั้งไว้ จากนั้นนำผลที่ได้เก็บไว้ในไฟล์ โดยมีรูปแบบของการตั้งชื่อที่เก็บไว้ดังนี้
   - ถ้าเป็นไฟล์ที่เก็บจำนวนแบนด์วิธที่ทำการจัดสรรจะเก็บไว้ในไฟล์ชื่อ อัลกอริธึม + 'bprate.dat' เช่น 'REQSbprate.dat' จะเก็บผลการจัดสรรแบนด์วิธของอัลกอริธึมแบบเร็กซ์ เป็นต้น
   - ถ้าเป็นไฟล์ที่เก็บการสูญหายของเซลล์จะเก็บไว้ในไฟล์ที่มีมาตรฐานในการตั้งชื่อคือ อัลกอริธึม + 'clp.dat' เช่น 'DSAclp.dat' จะเก็บผลการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นจากการใช้อัลกอริธึมแบบดีเอสเอพลัส เป็นต้น

จากนั้นจะนำผลลัพธ์ที่ได้มาแสดงโดยใช้กราฟเส้น

4. การเพิ่ม-ลบอัลกอริธึม เป็นหน้าที่ของผู้ใช้เมื่อต้องการจะเพิ่มหรือลบอัลกอริธึมออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงผังการไหลของข้อมูลระดับที่ 0 ของแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์

จากงานย่อยดังกล่าวข้างต้น ในรูปที่ 4.3 แสดงการแบ่งงานในระดับที่ 1 ของการจำลองการจัดสรรแบนด์วิธออกได้เป็น 4 งานย่อย ซึ่งในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ งานที่อยู่ในโปรแกรมหลักของแบบจำลอง และงานที่อยู่ในส่วนของไฟล์ที่เป็นไดนามิคลิงก์ไลบรารี (Dynamic Link Library: DLL) โดยแต่ละงานย่อยมีรายละเอียดดังนี้

- การแปลงหน่วยของทราฟฟิก เมื่อผู้ใช้เลือกแหล่งกำเนิดของทราฟฟิกที่เป็นเอ็มเพ็กซ์ไฟล์เทรซ ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น '.IPB' ซึ่งภายในจะเก็บจำนวนบิตของแต่ละเฟรมที่ทรฟฟิกต้องการใช้แล้ว ระบบจะทำการแปลงจากตัวเลขที่เป็นบิตดังกล่าวให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในรูปของเอทีเอ็มเซลล์ที่มี 48 ไบต์-เพย์โหลด (48 Bytes Payload) แล้วจะนำไปเก็บไว้ในไฟล์ชั่วคราวชื่อ 'Temp.out' งานส่วนนี้อยู่ในโปรแกรมหลักของระบบ

- การคำนวณการสูญหายของทราฟฟิก งานในส่วนนี้จะทำการคำนวณการสูญหายของเซลล์ในแต่ละช่วงเวลาที่เกิดขึ้นตามข้อกำหนดต่าง ๆ ระบบที่ได้กำหนดไว้ โดยเป็นการคำนวณในแต่ละช่วงเวลาว่า ในแต่ละวินาทีจะมีจำนวนทราฟฟิกที่ผ่านเข้ามาในระบบเป็นจำนวนเท่าใด (ByteIn) ซึ่งทราฟฟิกนี้จะผ่านเข้าคิวที่มีความจุจำกัด (BufferSize) ก่อนถูกส่งเข้าไปภายในเครือข่าย (ByteOut) ดังนั้นการหาการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นจะสามารถคำนวณได้ดังนี้

ถ้า (ByteIn + CellinBuffer) > (ByteOut + BufferSize) แล้ว

loss = (ByteIn + CellinBuffer) - (ByteOut + BufferSize)

แต่ถ้า (ByteOut + BufferSize) < ByteOut แล้ว

loss = 0

CellinBuffer = 0

มิฉะนั้นแล้ว

loss = 0

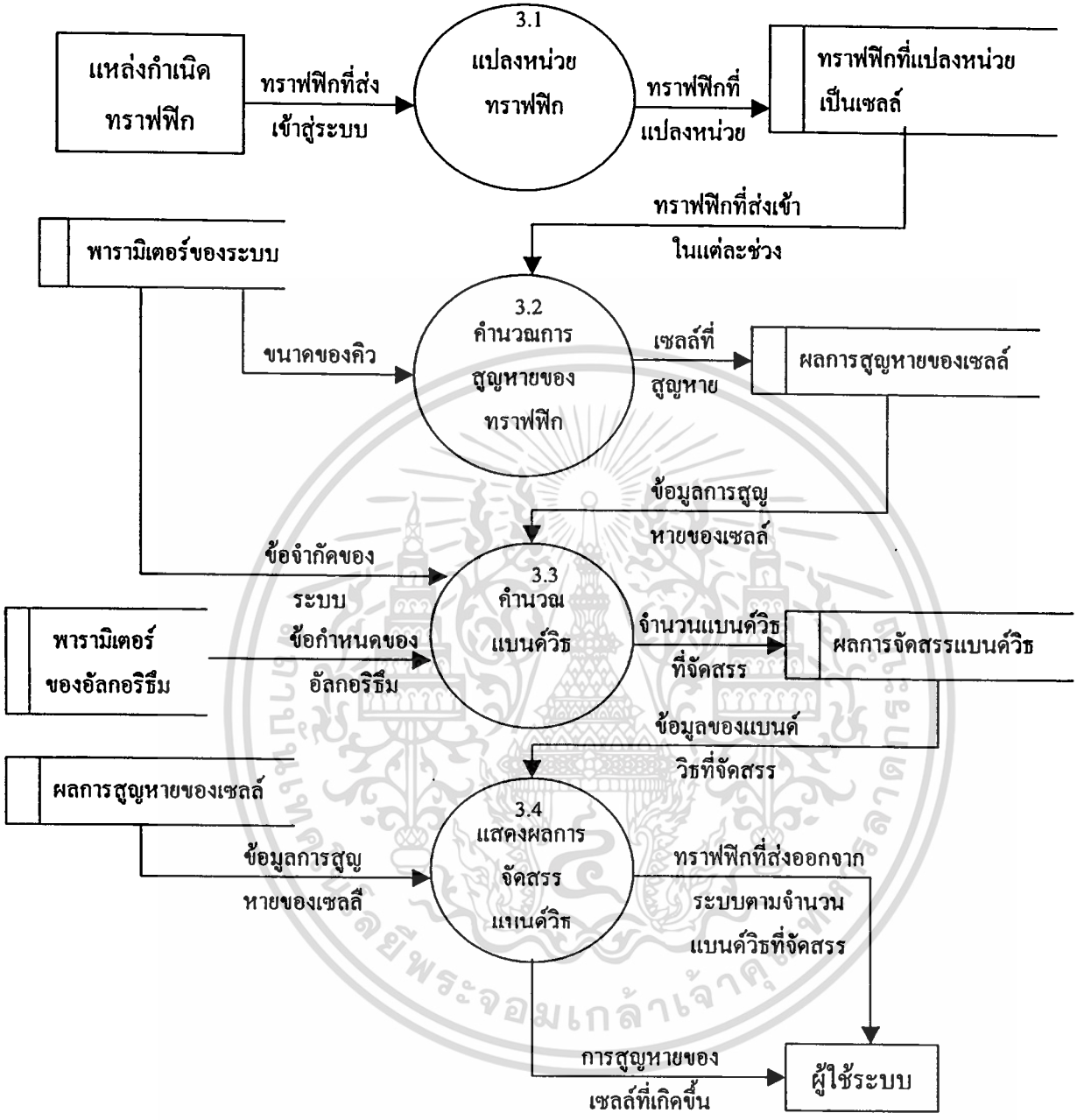
CellinBuffer = (ByteOut + BufferSize) – ByteOut

ข้อมูลดังกล่าวจะถูกบันทึกไว้ตลอดเวลาที่มีการส่งทราฟฟิก งานส่วนนี้จะอยู่ในโปรแกรมส่วนที่เป็น '.DLL' และการสูญหายของเซลล์ถูกเก็บไว้ในไฟล์ที่ชื่อ อัลกอริธึม + 'clp.dat' โดยการเก็บจะเป็นอัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นจากสูตร

จำนวนเซลล์ที่สูญหายทั้งหมด/จำนวนเซลล์ที่มาถึงทั้งหมด

- การคำนวณแบนด์วิธ เมื่อถึงช่วงเวลาที่ต้องทำการการคำนวณแบนด์วิธใหม่ จะต้องนำจข้อมูลการสูญหายของเซลล์และสูตรในการคำนวณแบนด์วิธของอัลกอริธึมแต่ละชนิดมาทำการคำนวณแบนด์วิธใหม่สำหรับรอบต่อไป ทั้งนี้เพื่อการให้ใช้แบนด์วิธเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับผลการจัดสรรแบนด์วิธที่ได้จะเก็บไว้ในไฟล์ชื่ออัลกอริธึม + 'bprate.dat' และเป็นงานที่อยู่ในส่วนที่เป็น '.DLL'
- การแสดงผลการจัดสรรแบนด์วิธ จากผลลัพธ์ที่ได้จากไฟล์ อัลกอริธึม + 'clp.dat' และ อัลกอริธึม + 'bprate.dat' แล้วจะนำมาทำการวาดเป็นกราฟเส้น โดยงานในส่วนนี้อยู่ในโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงผังการไหลของข้อมูลในระดับที่ 1 ของงานการจำลองการจัดสรรแบนด์วิธ

สำหรับงานในส่วนการเพิ่ม-ลบอัลกอริธึมนั้น มีไว้สำหรับให้ผู้ใช้ระบบสามารถเพิ่มอัลกอริธึมแบบอื่น ๆ ที่ได้พัฒนาเข้าไปในแบบจำลองได้ โดยในส่วนของอัลกอริธึมที่จะเพิ่มเติมเข้ามานี้จะต้องทำงานในงานที่ 3.2 และ 3.3 ของรูปที่ 4.3 ซึ่งผู้ใช้จะต้องสร้างเป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .DLL โดยจะต้องกำหนดชื่อไฟล์ของ .DLL เป็น ชื่ออัลกอริธึม + 'LIB.DLL' เช่น 'DSALIB.DLL'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นการทำงานของอัลกอริธึมแบบดีเอสเอพลัสเป็นต้น สำหรับการตัวอย่างของการเขียนไฟล์ .DLL ในโปรแกรมเดลไฟล์ 5.0 แสดงได้ดังรูปที่ 4.4

```
1. library DSALIB;
2. uses  SysUtils,  Classes,  Math;
3. Procedure DSA(); stdcall;
: { ส่วนของอัลกอริธึมที่จัดสรรแบนด์วิธ }
:
4. exports
5.  DSA;
6. begin
7. end.
```

รูปที่ 4.4 แสดงส่วนประกอบของการเขียนไดนามิคลิงก์ไลบรารีในโปรแกรมเดลไฟล์ 5.0

จากรูปที่ 4.4 มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

บรรทัดที่ 1 คำว่า 'library' จะเป็นการบอกว่าโปรแกรมดังกล่าวจะถูกใช้สำหรับเป็นโปรแกรมย่อยที่จะถูกเรียกใช้งานโดยโปรแกรมอื่น ๆ ซึ่งในที่นี้การตั้งชื่อ DSALIB ซึ่งจะกลายเป็นชื่อของไฟล์ .DLL ด้วยนั้นจะต้องตั้งเป็น อัลกอริธึม + 'LIB'

บรรทัดที่ 3 จะเป็นชื่อ โพรซีเดอร์ (Procedure) หรือฟังก์ชัน (Function) ที่จะถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมอื่น ๆ ชื่อนี้จะต้องเป็นชื่อเดียวกับชื่อของอัลกอริธึม และเป็นชื่อที่ถูก export ในบรรทัดที่ 5 โดยในบรรทัดที่ 3 นี้จะมีคีย์เวิร์ดว่า stdcall() ที่มีไว้เพื่อให้โปรแกรมดังกล่าวถูกเรียกใช้ในภาษาใด ๆ ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การพัฒนาระบบ

แบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์ผู้พัฒนาได้ใช้โปรแกรมเดลไฟ 5.0 (Delphi) เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีคุณสมบัติตามที่ผู้พัฒนาต้องการ กล่าวคือ

1. เป็นเครื่องพัฒนาแอปพลิเคชั่นแบบวิชวลโปรแกรมมิ่ง (Visual Programming) ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาสามารถเห็นผลลัพธ์การทำงานไปพร้อม ๆ กับการสร้างแอปพลิเคชั่น ทำให้ลดเวลาในการสร้างแอปพลิเคชั่น
2. มีความสามารถในการสร้างการแสดงผลและส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้รูปภาพได้ (Graphic User Interface) ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานของระบบสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย
3. มีความสามารถในการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว เพราะเป็นคอมไพเลอร์ (Compiler) โดยสมบูรณ์ในตัว ช่วยให้แอปพลิเคชั่นที่สร้างขึ้นเป็นไฟล์ .EXE ที่สามารถนำไปใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องมีไฟล์พิเศษเพิ่มเติม
4. สามารถแสดงผลในรูปแบบของกราฟต่าง ๆ ได้

โปรแกรมเดลไฟล์ มีลักษณะการทำงานแบบเชิงวัตถุ (Object Oriented) โดยสิ่งต่าง ๆ ที่นำมาประกอบกันเป็นระบบจะเรียกว่าคอมโพเน้นท์อ็อบเจ็ค (Component Object) ซึ่งคอมโพเน้นท์หลัก ๆ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบประกอบด้วย

1. ฟอร์ม (Form) ใช้สำหรับการรับข้อมูลจากผู้ใช้ และการแสดงผลทางจอภาพ
2. ชาร์ท (Chart) สำหรับใช้ในการแสดงผลการจัดสรรแบนด์วิธในลักษณะที่เป็นกราฟเส้น
3. เพจคอนโทรล (Page Control) สำหรับให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการดูผลของหน้าจอใด
4. ปุ่มคำสั่งต่าง ๆ (Command Button) สำหรับใช้ในการสั่งให้ระบบทำงานต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ
5. เมนู (Menu) สำหรับใช้ในการสั่งให้ระบบทำงานตามที่ผู้ใช้ต้องการ
6. โมดูล (Module) เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ทำงานตามที่ผู้พัฒนาต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

แบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์บนเครือข่ายเอทีเอ็ม มีขั้นตอนการทำงานของระบบดังนี้

- ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่จะส่งผ่านเข้าไปในเครือข่าย โดยข้อมูลเข้านั้นเป็นเอ็มเพ็กซ์เทรซที่สร้างโดยโอลิเวอร์ โรส (Oliver Rose) แห่งมหาวิทยาลัยวูซเบิร์ก (Wursburg) ประเทศเยอรมันนี โดยแต่ละเทรซนั้นมีความยาว 30 นาที (จำนวนเฟรมที่ใช้ประมาณ 40,000 เฟรม) -โดยคุณภาพของแต่ละเทรซจะเทียบเท่ากับมาตรฐาน MPEG-1 ตัวอย่างของข้อมูลเข้าเหล่านี้แสดงดังรูปที่ 5.1 ซึ่งเป็นตัวอย่างเทรซของภาพยนตร์เรื่องเจมส์บอนด์จำนวน 16 เฟรม ตัวเลขแต่ละตัวจะแสดงถึงจำนวนบิตที่ใช้

74984
7128
7072
23208
9328
7352
37648
7408
8456
40488
8424
8400
69856
8160
7608
24488

รูปที่ 5.1 แสดงตัวอย่างของเทรซจากภาพยนตร์เรื่องเจมส์บอนด์จำนวน 16 เฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อผู้ใช้เลือกเทรซที่ต้องการแล้ว ระบบจะให้ผู้ใช้เลือกว่าต้องการส่งข้อมูลเข้าไปด้วยความเร็วเท่าใด โดยมีหน่วยเป็น จำนวนเฟรมต่อวินาที (ค่าดีฟอลต์ที่ระบบตั้งไว้คือ 24 เฟรมต่อวินาที)
- ผู้ใช้สามารถเลือกตั้งค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นต่าง ๆ ของระบบ ได้แก่ ขนาดของบัฟเฟอร์ แบนด์วิธสูงสุดและต่ำสุดที่สามารถเป็นไปได้ของระบบ และค่าแบนด์วิธเริ่มต้นของระบบ โดยที่ค่าดีฟอลต์ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เหล่านี้แสดงได้ดังรูปที่ 5.2

พารามิเตอร์	ค่าเริ่มต้น
ขนาดของบัฟเฟอร์	80 ATM Cells
แบนด์วิธสูงสุดของระบบ	15,000,000 บิตต่อวินาที
แบนด์วิธต่ำสุดของระบบ	1,000,000 บิตต่อวินาที
อัตราการสูญหายของเซลล์ที่ยอมรับได้	0.001

รูปที่ 5.2 แสดงค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบ

- ผู้ใช้สามารถเลือกตั้งค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของแต่ละอัลกอริธึมได้ โดยค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของเร็กซ์และดีเอสเอพลัสแสดงได้ดังรูปที่ 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ

พารามิเตอร์	ค่าเริ่มต้น
ค่าคงที่ในการปรับแบนด์วิธ	100,000
ช่วงเวลาในการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธ	4 วินาที
ช่วงเวลาในการขัดจังหวะ	0.5 วินาที
ค่าแบนด์วิธเริ่มต้น	4,500,000 บิตต่อวินาที

รูปที่ 5.3 แสดงค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของดีเอสเอพลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์	ค่าเริ่มต้น
ค่าคงที่เริ่มต้นในการปรับแบนด์วิธ	100,000
ค่าคงที่ในการปรับแบนด์วิธ เมื่ออยู่ในโหมดที่ 2	40,000
ช่วงเวลาเริ่มต้นเปลี่ยนแบนด์วิธ	1 วินาที
ค่าแบนด์วิธเริ่มต้น	4,500,000 บิตต่อวินาที

รูปที่ 5.4 แสดงค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของเร็กซ์

- เมื่อผู้ใช้พอใจกับค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ และต้องการจะดูผลของการจัดสรรแบนด์วิธ ผู้ใช้จะต้องทำการเลือกอัลกอริธึมที่ต้องการจะดูผลลัพธ์ แล้วสั่งให้เริ่มทำการประมวลผล
- เมื่อระบบได้รับคำสั่งให้ทำการประมวลผล ระบบจะนำข้อมูลเข้าของผู้ใช้ไปทำการจัดให้อยู่ในรูปแบบของเอทีเอ็มเซลล์
- ข้อมูลที่อยู่ในรูปของเซลล์นี้พร้อมที่จะถูกนำส่งเข้าเครือข่าย โดยจะต้องผ่านเข้าคิวที่มีขนาด 80 เอทีเอ็มเซลล์ก่อน ณ จุดนี้ถ้าบัฟเฟอร์ที่เตรียมไว้ว่างเซลล์ที่เข้าไปในบัฟเฟอร์จะถูกส่งผ่านเข้าไปยังเครือข่ายต่อไป แต่ถ้าข้อมูลที่เข้าไปในขณะที่คิวเต็มและล้นออกมานั้นจะถูกเก็บเป็นข้อมูลที่สูญหาย ข้อมูลที่มีการสูญหายนี้จะมีการเก็บบันทึกไว้ เพื่อนำผลของการสูญหายนี้ไปคำนวณเพื่อปรับค่าแบนด์วิธในครั้งต่อไป ค่าแบนด์วิธที่จัดสรรให้นี้จะมีการเก็บไว้
- เมื่อถึงช่วงเวลาที่ต้องทำการคำนวณเพื่อเปลี่ยนแบนด์วิธหรือช่วงเวลาการขัดจังหวะ ข้อมูลของการสูญหายของเซลล์ รวมถึงขนาดของแบนด์วิธที่ได้ทำการจัดสรรในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ จะมีการนำไปใช้คำนวณเพื่อหาแบนด์วิธในช่วงเวลาถัดไป ตามอัลกอริธึมที่ได้เลือกได้
- เมื่อได้ทำการส่งข้อมูลจะหมดแล้ว จะนำค่าแบนด์วิธที่จัดสรรให้มาทำการวาดกราฟเพื่อแสดงผลให้แก่ผู้ใช้ นอกจากนี้ระบบยังได้ทำการวาดกราฟของอัตราส่วนของเซลล์ที่มีการสูญหายไปในระหว่างการส่งข้อมูลอีกด้วย

จากขั้นตอนที่ได้กล่าวข้างต้น ทำให้ผู้พัฒนาสามารถนำไปพัฒนาแบบจำลองแบนด์วิธได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

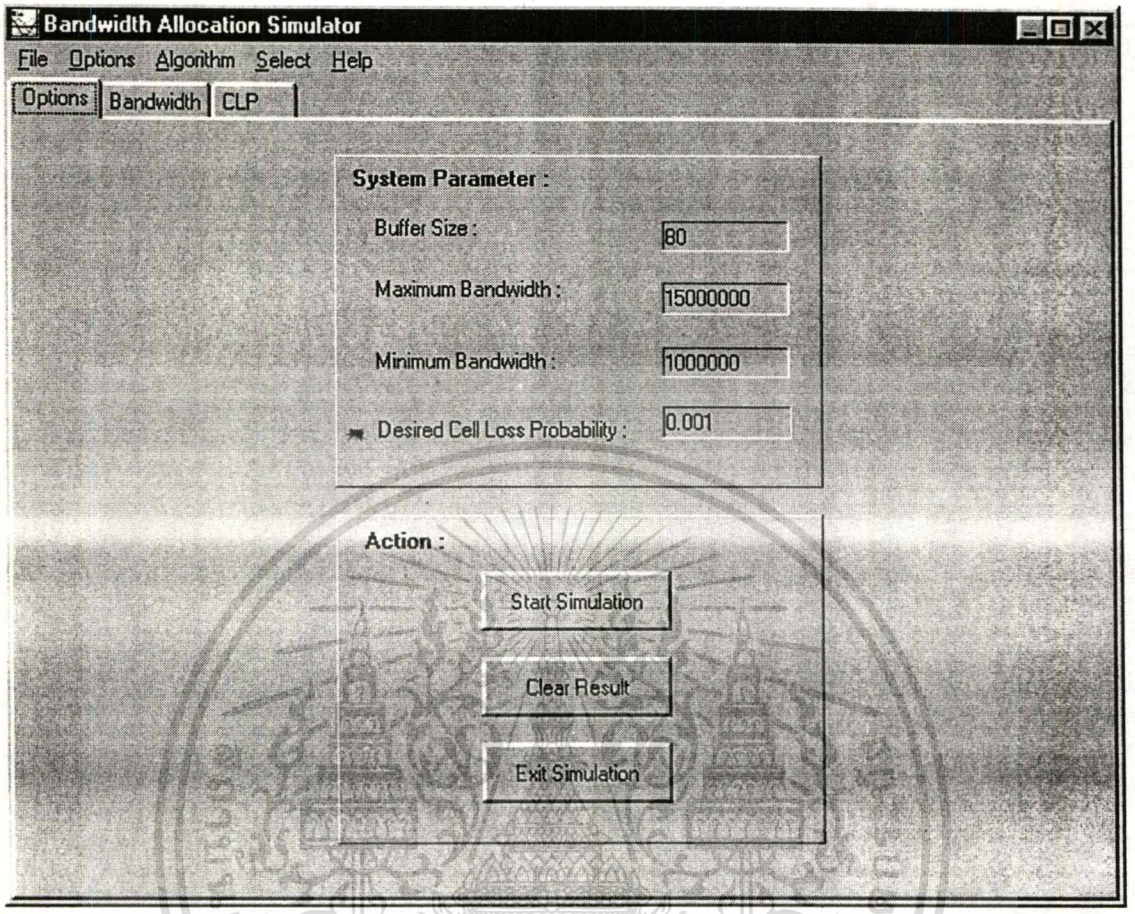
5.2 การออกแบบหน้าจอของแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์บนเครือข่ายเอทีเอ็ม

ในการออกแบบหน้าจอที่ใช้ในการแสดงผล และติดต่อกับผู้ใช้นั้น ผู้พัฒนาได้ทำการออกแบบส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ และส่วนที่ใช้ในการแสดงผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในรูป 5.5 แสดงหน้าจอหลักที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งในหน้าจอนี้จะประกอบด้วย ส่วนที่เป็นเมนูให้ผู้ใช้เลือก และส่วนของหน้าจอที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าจะติดต่อกับหน้าจอใด โดยในส่วนของเมนู มีเมนูหลัก ดังนี้

1. File ภายใต้เมนู File จะให้ผู้ใช้เลือกว่าต้องการเปิดแหล่งกำเนิดของทราฟฟิก (Open) หรือต้องการออกจากระบบ (Exit)
2. Options ผู้ใช้สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบได้ โดยการเลือก System Parameters หรือจะตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริธึมก็ได้ โดยเลือกไปที่ Algorithm Parameters แล้วเลือกชื่ออัลกอริธึมที่ต้องการ
3. Algorithm สำหรับให้ผู้ใช้เพิ่มหรือลบอัลกอริธึมออกจากระบบ
4. Select สำหรับให้ผู้ใช้เลือกอัลกอริธึมที่ต้องการดูผลลัพธ์ในการประมวลผล
5. Help สำหรับใช้ในการช่วยเหลือผู้ใช้ โดยจะบอกถึงวิธีการใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

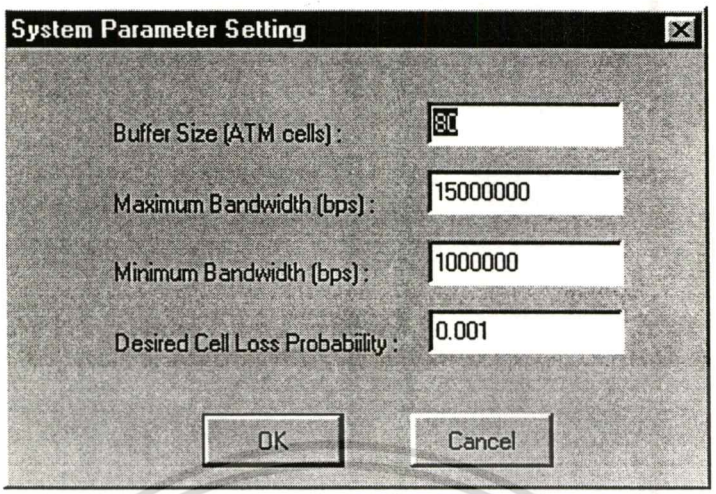


รูปที่ 5.5 แสดงหน้าจอหลักของระบบ

จากรูปที่ 5.5 จะเห็นได้ว่า ในเพจแรกซึ่งเป็นแท็บออปชั่น (Options Page) จะมีการแบ่งหน้าจอออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. ส่วนของการแสดงค่าพารามิเตอร์ของระบบ (System Parameter) ในส่วนนี้เป็นการแสดงค่าต่างๆ ของระบบที่มีการติดตั้งไว้ หากผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนแปลงค่า สามารถทำได้โดยการเลือกไปที่เมนู Options แล้วเลือก System Parameter หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 5.6

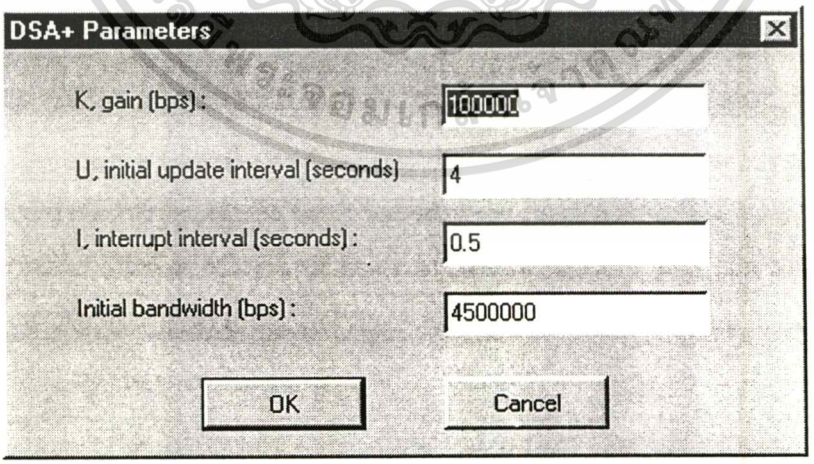
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 แสดงหน้าจอสำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ

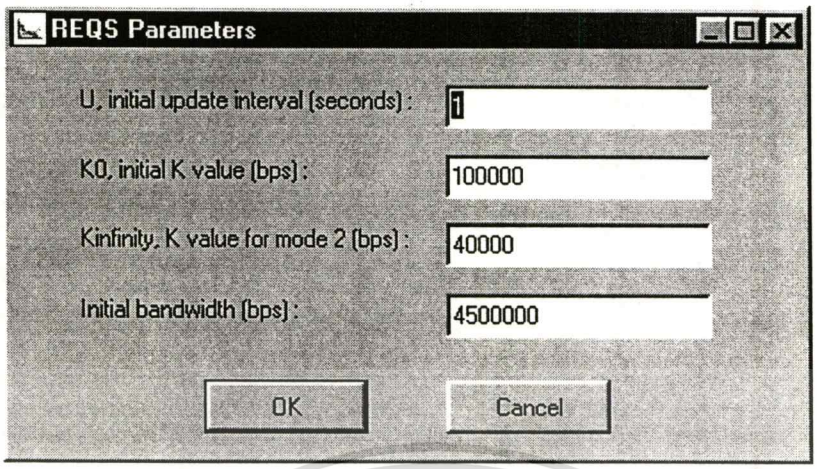
2. ส่วนของปุ่มคำสั่งที่จำเป็น ได้แก่ ปุ่มเพื่อเริ่มการประมวลผล ปุ่มเพื่อการลบผลลัพธ์ที่ได้ และปุ่มเพื่อออกจากระบบ

ผู้ใช้สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของอัลกอริธึมต้นแบบได้โดยการเลือกเมนู Options แล้วเลือก Select Algorithm แล้วเลือกไปที่อัลกอริธึมดีเอสเอพลัส หรือ เร็กซ์ ซึ่งจะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 5.7 และ 5.8 ตามลำดับ



รูปที่ 5.7 แสดงหน้าจอสำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับอัลกอริธึมแบบดีเอสเอพลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

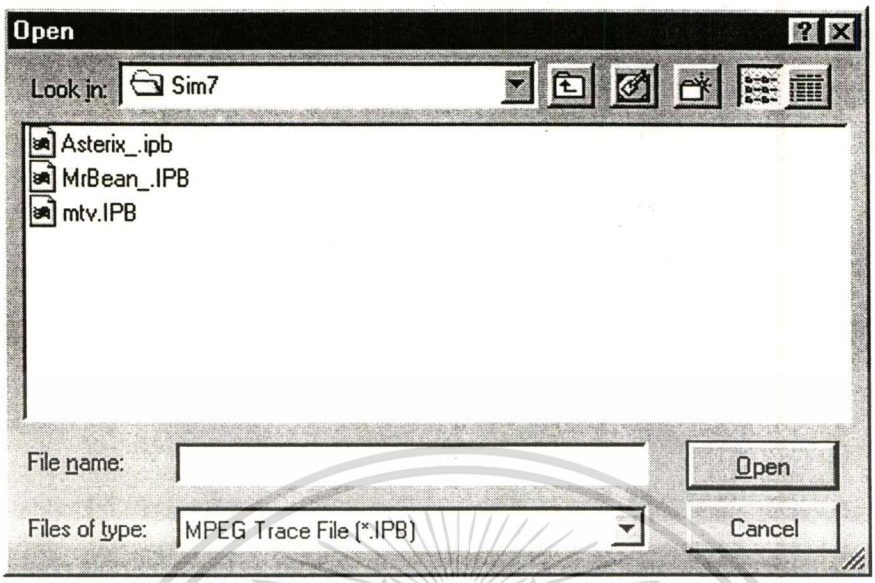


รูปที่ 5.8 แสดงหน้าจอสำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับอัลกอริธึมแบบเร็กซ์

อนึ่ง สำหรับอัลกอริธึมแบบเร็กซ์ที่มีการขัดจังหวะ (REQS Update) นั้น ผู้พัฒนาไม่มีหน้าจอให้ผู้ใช้ทำการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ แต่จะใช้ค่าที่ตั้งจากอัลกอริธึมแบบเร็กซ์ เพื่อให้เห็นผลความแตกต่างอย่างชัดเจน

ในส่วนของการเลือกไฟล์ที่เป็นแหล่งกำเนิดทราฟฟิก ผู้ใช้สามารถทำได้โดยการเลือกเมนู File แล้วเลือก Open ซึ่งแจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 5.9 เพื่อให้ผู้ใช้เลือกไฟล์ที่ต้องการดูผลลัพธ์ โดยไฟล์ที่ใช้นี้จะเป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น ".IPB" เมื่อผู้ใช้เลือกไฟล์ที่ต้องการแล้ว ระบบจะแสดงหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้ได้กำหนดจำนวนเฟรมของทราฟฟิกที่จะวิ่งเข้าไปในระบบในว่ามีจำนวนเท่าใดต่อหน่วยวินาที ดังแสดงในรูปที่ 5.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

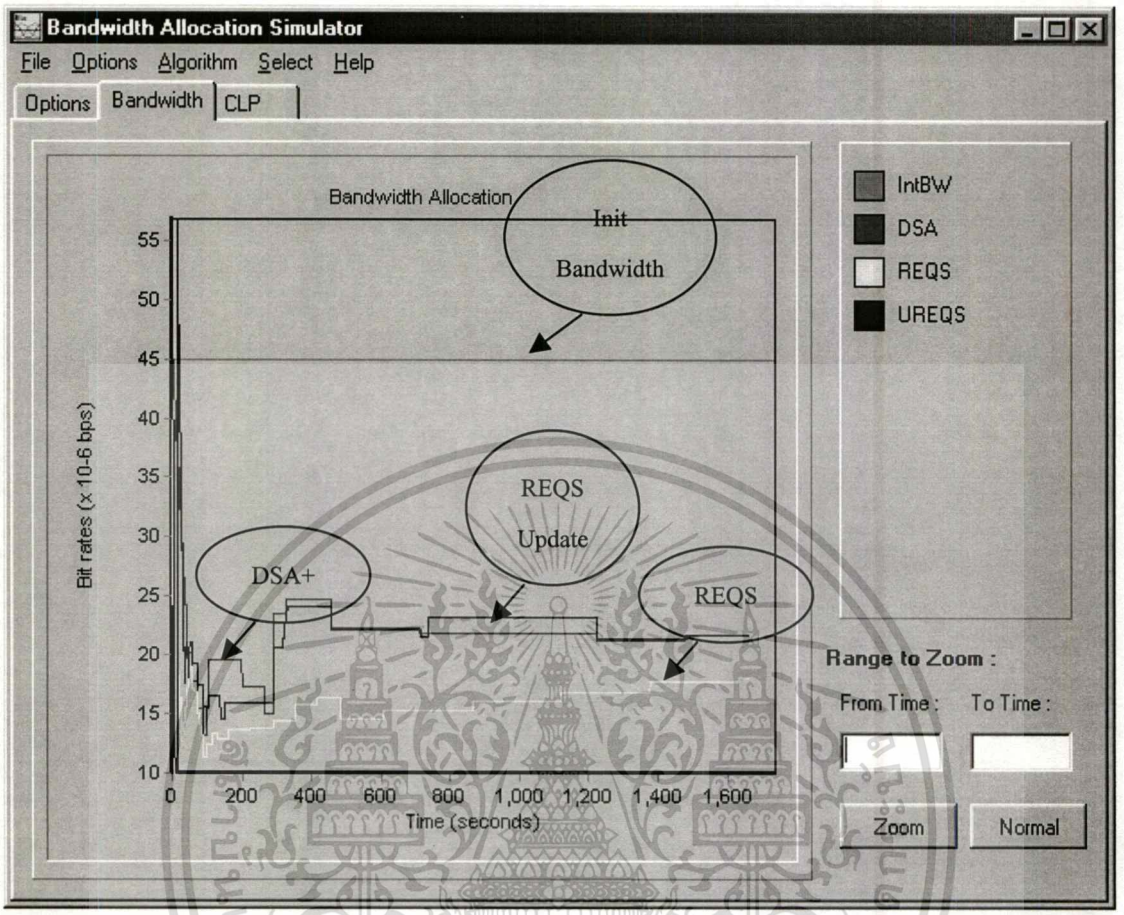


รูปที่ 5.9 แสดงหน้าจอสำหรับให้ผู้ใช้เลือกไฟล์ของทราฟฟิก

รูปที่ 5.10 แสดงหน้าจอสำหรับการเลือกจำนวนเฟรมต่อวินาที

หลังจากที่ผู้ใช้ได้เลือก**ไฟล์ของ**ทราฟฟิกและเลือกอัลกอริธึมที่ต้องการดูผลแล้ว ผู้ใช้สามารถที่จะเริ่มการจำลองการจัดสร**รแบน**ด์วิธได้โดยการเลือกไปที่เมนู Run แล้วเลือก Strat หรือจะกดปุ่ม Start Simulation ก็ได้ หลังจากระบบทำงานเสร็จ ผู้ใช้สามารถเลือกไปที่แท็บของ Bandwidth เพื่อดูผลลัพธ์ของการจัดสรรแบนด์วิธของระบบดังรูปที่ 5.11 หรือหากผู้ใช้ต้องการดูผลลัพธ์ของจำนวนเซลล์ที่สูญหายไปในระบบสามารถทำได้โดยการเลือกไปที่แท็บ CLP ซึ่งผลลัพธ์แสดงในรูปที่ 5.12

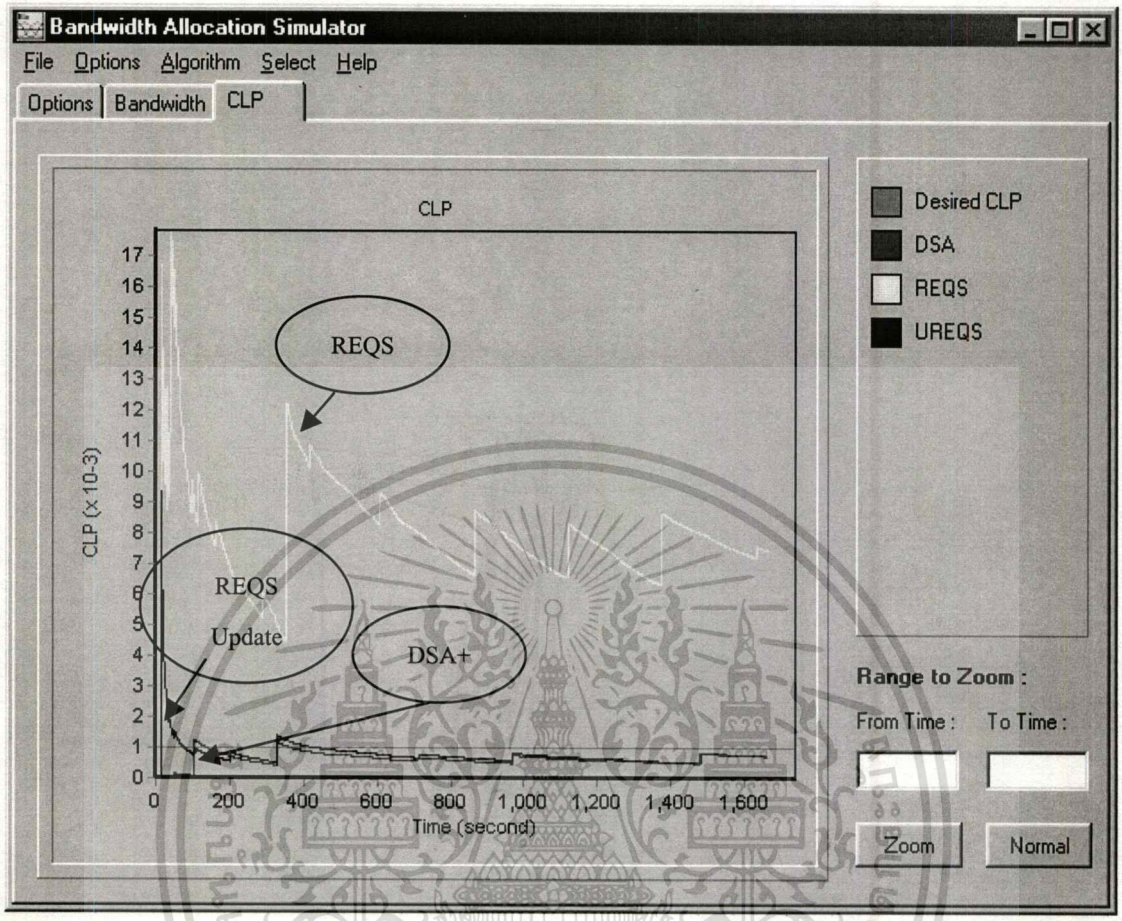
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.11 แสดงตัวอย่างกราฟของแบนด์วิธที่ระบบทำการจัดสรรให้แก่ผู้ใช้

จากรูปที่ 5.11 ให้สังเกตทางด้านซ้ายของกราฟ จะมีการบอกสีของแต่ละอัลกอริธึมที่แสดงว่าเป็นกราฟที่แสดงผลของอัลกอริธึมใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 แสดงตัวอย่างกราฟอัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นในระบบ

จากกราฟทั้ง 2 ชนิดที่แสดงให้ผู้ใช้เห็นนั้นสามารถทำการเลือกได้ว่าต้องการจะดูผลลัพธ์ในช่วงวินาทีใดของการส่งผ่านไฟล์ โดยการใส่วินาทีเริ่มต้นและสุดท้ายที่ต้องการดูได้ ในช่อง From Time และ To Time ตามลำดับ จากนั้นกดปุ่ม Zoom และเมื่อผู้ใช้ต้องการดูผลลัพธ์ทั้งหมดสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม Normal

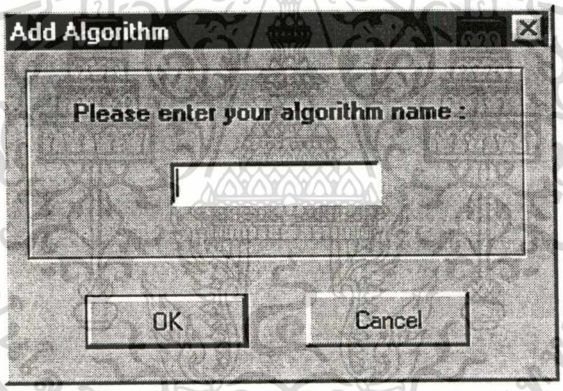
ขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้พัฒนาได้แบบจำลองเบื้องต้นสำหรับการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์ จากโปรแกรมแบบเริ่มต้นซึ่งยังไม่มีความซับซ้อนนี้มากนัก ผู้พัฒนาสามารถทำการทดลองผลของแต่ละอัลกอริธึม รวมถึงเพิ่มเติมอัลกอริธึมอื่น ๆ โดยนำผลที่ได้จากการศึกษาทั้ง 2 อัลกอริธึมมาตั้งค่าสมมติฐานแล้วทำการปรับปรุงในจุดที่คิดว่าควรจะทำให้อัลกอริธึมมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นได้ต่อไป โดยผู้ที่ต้องการเพิ่มเติมอัลกอริธึมเข้าสู่ระบบ จะต้องทำการพัฒนาโปรแกรมในลักษณะที่เป็น .DLL โดยมีกฎเกณฑ์ในการสร้างดังนี้

1. โปรแกรมที่สร้างจะต้องทำงานตั้งแต่กระบวนการรับทราฟฟิกที่มีการแปลงเป็นเอทีเอ็มเซลล์แล้วผ่านเข้าคิวเพื่อคำนวณหาเซลล์ที่สูญหายในแต่ละช่วงเวลา หรือจะคิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพในการให้บริการแบบอื่น ๆ แล้วแต่ความสามารถของอัลกอริธึม ก่อนนำสิ่งที่ใช้วัดไปทำการประมวลผลเพื่อทำการคำนวณการจัดสรรแบนด์วิธในช่วงเวลาต่าง ๆ ต่อไป

2. ในการตั้งชื่อไฟล์ .DLL นั้น มีข้อกำหนดให้ตั้งด้วยชื่อย่อหรือชื่อเต็มของอัลกอริธึมที่ไม่มีการเว้นวรรค ตามด้วย 'LIB.DLL' เช่น 'DSALIB.DLL' จะหมายถึง โปรแกรมที่ทำงานโดยใช้อัลกอริธึม DSA+ เป็นต้น แต่ถ้าอัลกอริธึมชื่อ REQS Update แนะนำให้ใช้ไฟล์ .DLL ในลักษณะที่เป็น ชื่อที่ไม่เว้นวรรค เช่น REQSUpdateLIB.DLL ทั้งนี้ชื่อนี้จะสัมพันธ์กับหน้าจอที่ให้ใส่ชื่ออัลกอริธึมเมื่อท่านเลือกไปที่ Algorithm → Add Algorithm ซึ่งจะปรากฏหน้าจอให้ท่านใส่ชื่ออัลกอริธึมดังรูปที่ 5.13 นั่นคือ เมื่อท่านตั้งชื่อไฟล์ว่า REQSUpdateLIB.DLL ดังนั้นชื่อที่ท่านใส่ในหน้าจอนี้จะต้องเป็นชื่อ REQSUpdate



รูปที่ 5.13 แสดงหน้าจอสำหรับการเพิ่มอัลกอริธึม

3. นอกจากการตั้งชื่อฟังก์ชันที่ท่านอนุญาตให้ผู้อื่นเรียกใช้ในคีย์เวิร์ดเอ็กซ์พอร์ท (Export Keyword) ก็จะต้องเป็นชื่อเดียวกับอัลกอริธึมด้วย เช่น DSA, REQSUpdate เป็นต้น
4. สำหรับไฟล์ .DLL ที่ท่านสร้างขึ้น ท่านจะต้องนำไปไว้ในไดเรคทอรีเดียวกับที่โปรแกรมของท่านอยู่ เช่นหากโปรแกรม Simulator.EXE อยู่ในไดเรคทอรี c:\sim ท่านก็จะต้องนำ .DLL ของท่านไปไว้ในไดเรคทอรี c:\sim ด้วย

สำหรับการลบอัลกอริธึมออกจากระบบสามารถทำได้โดยการใส่ชื่ออัลกอริธึมที่ท่านต้องการลบออก โดยชื่อที่ท่านใส่จะต้องเป็นชื่อเดียวกับที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอ อย่างไรก็ดี โปรแกรมที่สร้างขึ้นในขณะนี้ยังมีข้อบกพร่องคือ อัลกอริธึมใด ๆ ก็ตามที่ท่านเพิ่มเข้าไปในขณะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

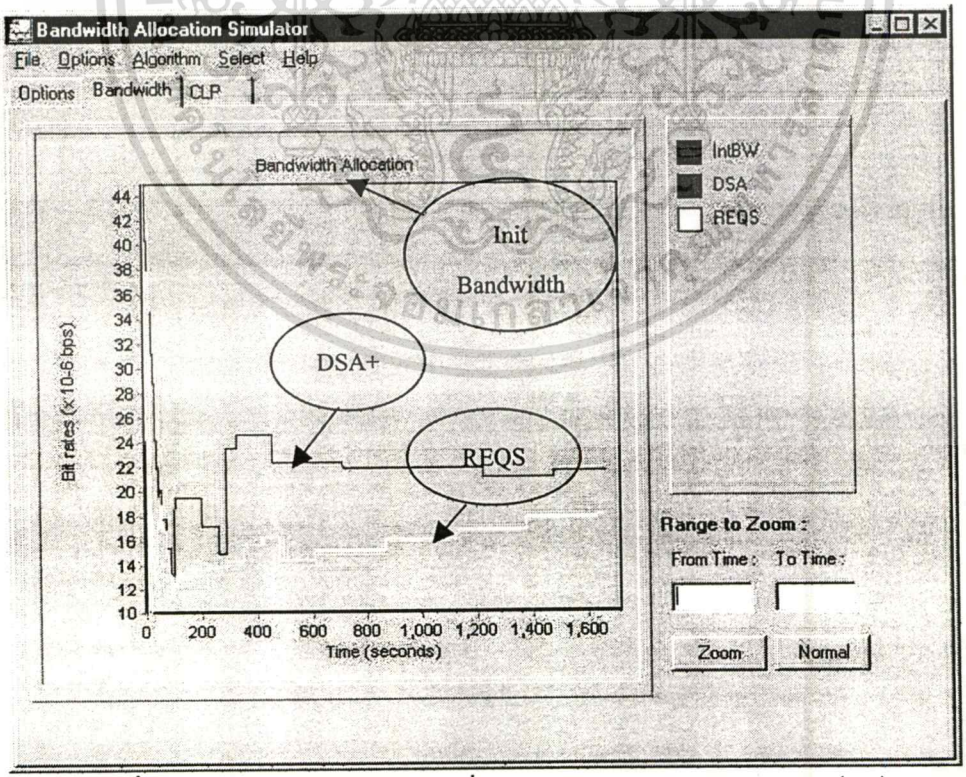
ทำการประมวลผลแบบจำลองนั้นจะไม่ถูกบันทึกเก็บไว้เมื่อทำการประมวลผลครั้งต่อไป ซึ่งผู้พัฒนาจะได้ทำการปรับปรุงต่อไป

5.3 ผลการทดลอง

เมื่อได้แบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธตามที่ต้องการ ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาถึงผลของการจัดสรรแบนด์วิธของอัลกอริธึมทั้งแบบเร็กซ์และดีเอสเอพลัส โดยใช้เทรซซึ่งเป็นการ์ตูนเรื่องแอสเทอริกซ์ (Asterix) ทั้งนี้การเปรียบเทียบเพื่อศึกษาว่าอัลกอริธึมทั้งมีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างไร กล่าวคือ โดยมีสิ่งที่พิจารณาได้แก่

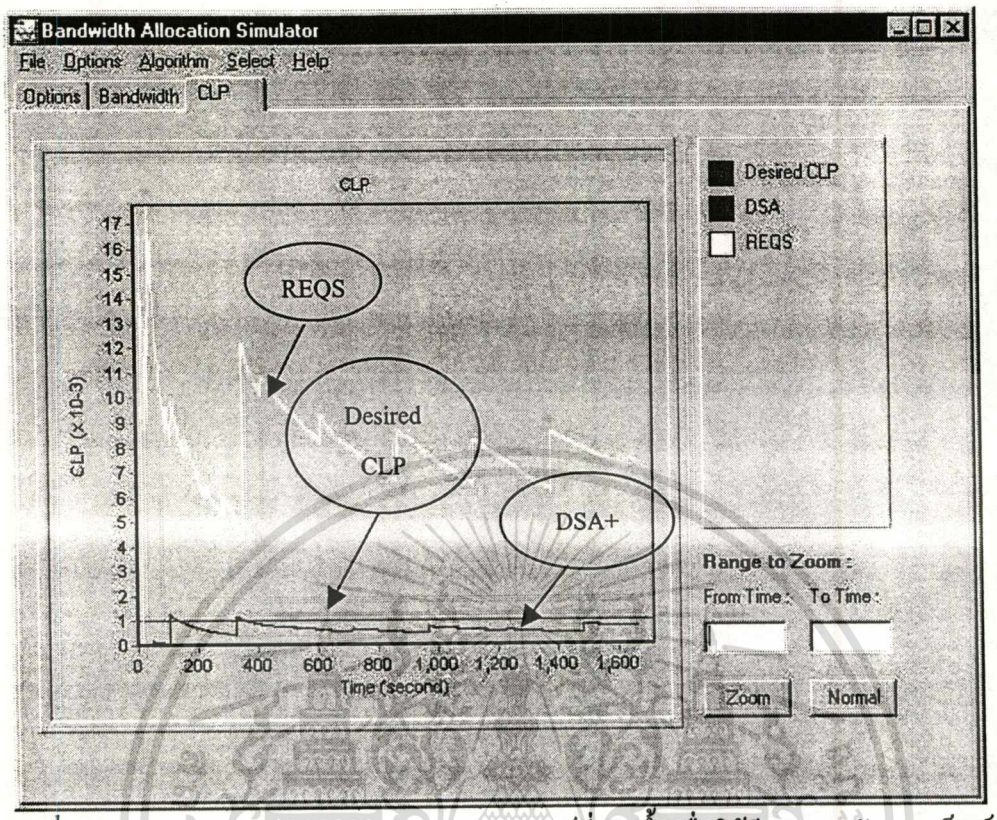
- จำนวนของแบนด์วิธที่ทั้ง 2 อัลกอริธึมจัดสรร
- จำนวนของการสูญหายของเซลล์
- จำนวนครั้งของการเจรจาเพื่อเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธ

จากผลการทดสอบพบว่า ดีเอสเอพลัสใช้จำนวนครั้งของการเจรจาเพื่อเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธทั้งหมด 30 ครั้ง ในขณะที่เร็กซ์ใช้ 41 ครั้ง จำนวนแบนด์วิธแบนด์วิธที่ใช้ดีเอสเอพลัสจะใช้มากกว่าเร็กซ์ โดยที่อัตราการสูญหายของเซลล์ของดีเอสเอพลัสจะน้อยกว่าเร็กซ์ ดังแสดงในรูปที่ 5.14 และ 5.15 ตามลำดับ



รูปที่ 5.14 แสดงจำนวนแบนด์วิธที่จัดสรรโดยใช้ดีเอสเอพลัสและเร็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.15 แสดงจำนวนอัตราการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ดีเอสเอพลัสและเร็กซ์

ผู้พัฒนาได้นำผลที่ได้จากการทดลองดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับรายงานของฟิลป์ (1999) ซึ่งแสดงผลลัพธ์ของดีเอสเอพลัสอัลกอริธึม ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของอัลกอริธึมแบบดีเอสเอพลัสของฟิลป์และแบบจำลอง

Video	Fulp		Experimental	
	N.R.	Bit Used (x 10^9 bits)	N.R.	Bit Used (x 10^9 bits)
Asterix	30	3.63	30	3.67
Mr.Bean	52	3.89	51	3.89
MTV	44	6.72	44	6.72
News	28	4.73	28	4.73
Simpsons	36	4.56	36	4.56
Legand: N.R. = number of renegotiations				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าผลที่ได้ใกล้เคียงกับการทดลองของฟัลป์มาก จะมีคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งความคลาดเคลื่อนนั้นสันนิษฐานว่าอาจเกิดจากการปัดเศษของการคำนวณในอัลกอริธึม สำหรับอัลกอริธึมแบบเร็กซ์นั้น ผู้พัฒนาไม่สามารถหาข้อมูลการทดลองของฟัลป์ในส่วนของจำนวนบิตที่ใช้ได้ จึงทำการทดลองจากแบบจำลองของฟัลป์แล้วดูเฉพาะจำนวนการเจรจาเพื่อเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธเท่านั้น ซึ่งปรากฏว่าจำนวนครั้งของการเจรจามีความแตกต่างกันอย่างมาก จึงได้ทำการไล่อัลกอริธึมเพื่อหาจุดที่จะก่อให้เกิดความผิดพลาด ซึ่งพบว่า การที่ผลแตกต่างกันเกิดจาก เมื่อการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธเกิดขึ้น แล้วมีการใช้ค่าแบนด์วิธต่ำสุดหรือสูงสุดนั้น ฟัลป์จะไม่นับว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธ แต่ในแบบจำลองนี้ถือว่ามีการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธ ทำให้ผลที่ได้แตกต่างกัน รายละเอียดของผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 5.2

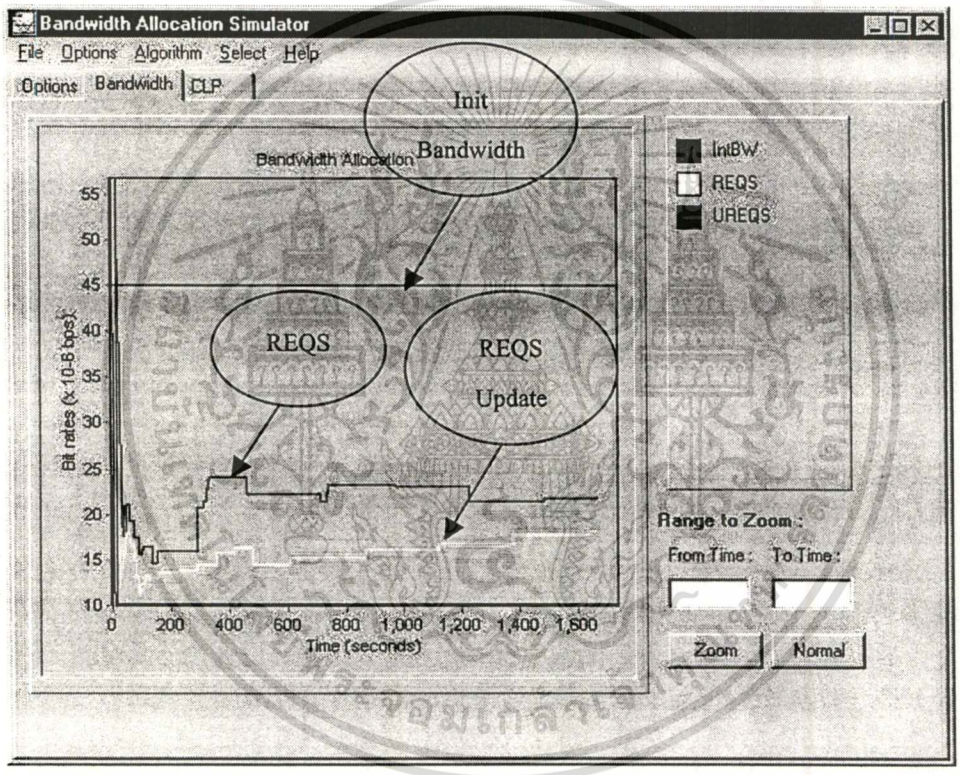
ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนการเจรจาระหว่างแบบจำลองของฟัลป์และผู้พัฒนา

Video	Fulp	Experime
	N.R.	N.R.
Asterix	40	41
Mr.Bean	22	23
MTV	30	34
News	35	35
Simpsons	27	28
SoccerWM	36	36
Star2	33	38
Terminator	6	12
Legand: N.R. = number of renegotiations		

นอกจากนี้ ผู้พัฒนาได้พบว่าการควบคุมอัตราการสูญหายของเซลล์ที่ดีเอสเอพลัสสามารถทำได้ดีกว่า ซึ่งเมื่อพิจารณาจากอัลกอริธึมแล้วพบว่า เร็กซ์จะต้องรอให้ถึงช่วงเวลาที่ทำการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธก่อนจึงจะมีการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธได้ ต่างจากดีเอสเพพลัสที่จะมีช่วงเวลาของ

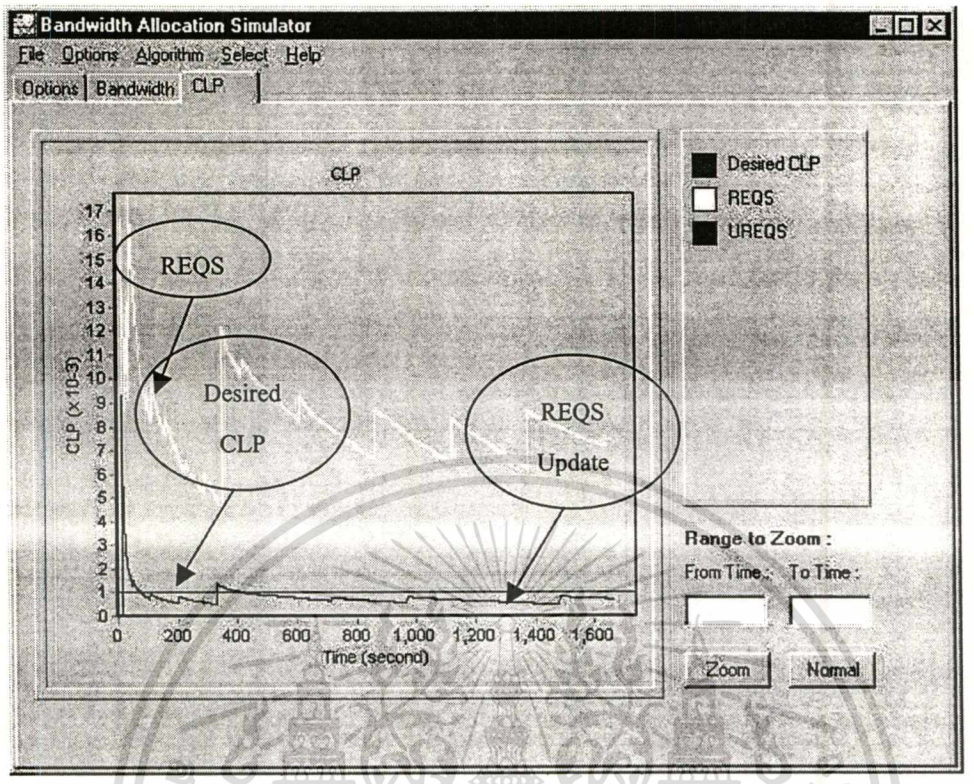
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขัดจังหวะที่จะมาตรวจสอบอัตราการสูญหายของเซลล์ จึงได้ทำการปรับปรุงอัลกอริธึมโดยการเพิ่มช่วงเวลาในการขัดจังหวะ แล้วดูผลการจัดสรรแบนด์วิธกับการ์ตูนเรื่องแอสเทอริกซ์ พบว่าจำนวนครั้งในการเจรจาของเร็กซ์ใช้ 41 ครั้ง ส่วนเร็กซ์ปรับปรุงใช้ 64 ครั้ง แบนด์วิธที่เร็กซ์จัดสรรให้น้อยกว่า แต่จำนวนอัตราการสูญหายของเซลล์มากกว่าเร็กซ์ที่ทำการปรับปรุงมาก ดังแสดงในรูปที่ 5.16 และ 5.17 ตามลำดับ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการขัดจังหวะเพื่อตรวจสอบการสูญหายของเซลล์มีผลทำให้ ระบบสามารถปรับปรุงให้สามารถบริการในส่วนของการให้บริการตามระดับคุณภาพตามที่ผู้ใช้ต้องการได้ดีขึ้น



รูปที่ 5.16 แสดงจำนวนแบนด์วิธที่จัดสรรโดยเร็กซ์และเร็กซ์ปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.17 แสดงอัตรการสูญหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เร็กซ์และเร็กซ์ปรับปรุง

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการทำงานของอัลกอริธึมดีเอสเอพลัส เร็กซ์ และเร็กซ์ที่ทำการปรับปรุงตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการทดลองของอัลกอริธึมต้นแบบของแบบจำลอง

Video	DSA+		REQS		REQS Update	
	N.R.	Bit Used ($\times 10^9$ bits)	N.R.	Bit Used ($\times 10^9$ bits)	N.R.	Bit Used ($\times 10^9$ bits)
Asterix	30	3.63	41	2.64	64	3.62
Mr.Bean	52	3.89	23	2.49	68	3.80
MTV	44	6.72	34	2.91	55	5.96
News	28	4.73	35	2.65	59	4.37
Simpsons	36	4.56	28	3.20	64	4.25
SoccerWM	38	5.01	36	2.98	65	5.09
Star2	25	1.83	33	1.76	38	1.85
Terminator	22	1.78	6	1.69	19	1.70
Legand: N.R. = number of renegotiations						

จากอัลกอริธึมต้นแบบดังกล่าวข้างต้น หากผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานและผลลัพธ์ของแต่ละอัลกอริธึมแล้ว ผู้พัฒนาคาดว่าจะเป็นแนวทางในการพัฒนาหรือปรับปรุงอัลกอริธึมอื่น ๆ ได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุป

การพัฒนาแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์บนเครือข่ายเอทีเอ็มในโครงการพัฒนาระบบงานนี้ เป็นการนำอัลกอริธึมที่ใช้ในการจัดสรรแบนด์วิธแบบออนไลน์มาทำการพัฒนาเป็นแบบจำลอง เพื่อให้ผู้ที่สนใจศึกษาอัลกอริธึมดังกล่าวได้เห็นผลลัพธ์ของการทำงานของอัลกอริธึมนั้น และให้ผลดังต่อไปนี้

1. ช่วยทำให้ผู้ศึกษาอัลกอริธึมสามารถเห็นผลลัพธ์ของอัลกอริธึมที่ศึกษา ทำให้สามารถเข้าใจการทำงานของอัลกอริธึมได้ดีขึ้น
2. เป็นต้นแบบสำหรับผู้ที่ทำการพัฒนาอัลกอริธึมขึ้นใหม่ กล่าวคือ ผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องเริ่มเขียนแบบจำลองใหม่ทั้งหมด โดยสามารถนำอัลกอริธึมที่พัฒนานั้น เข้ามาเพิ่มในแบบจำลองนี้ได้
3. สามารถใช้แบบจำลองนี้เป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจเพื่อเลือกอัลกอริธึมที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำไปใช้ในองค์กรต่อไป

ปัญหาและอุปสรรค

จากการทำการพัฒนาระบบ ผู้พัฒนาพบปัญหาดังนี้

1. จากการที่แบบจำลองอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมอัลกอริธึมใหม่ ๆ เข้าไปในระบบได้นั้น ผู้พัฒนาพบว่าเมื่อผู้ใช้เริ่มต้นทำการประมวลผลแบบจำลองใหม่ แบบจำลองจะไม่ทำการบันทึกอัลกอริธึมที่ได้เพิ่มเติมเข้าไป ทำให้ผู้ใช้ต้องเสียเวลาในการเพิ่มอัลกอริธึมเข้าไปใหม่
2. จากการที่ผู้พัฒนาพยายามเพิ่มเติมอัลกอริธึมที่ใช้นิวรอนเน็ตเวิร์กเข้ามาช่วยในการจัดสรรแบนด์วิธ ผู้พัฒนาพบว่าต้องใช้ระยะเวลานานในการปล่อยให้นิวรอนเน็ตเวิร์กทำการเรียนรู้ ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาในครั้งนี้มีจำกัด ทำให้ผู้พัฒนาไม่สามารถนำผลลัพธ์สุดท้ายมาแสดงในที่นี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ เป็นแบบจำลองที่มีตัวอย่างของอัลกอริธึมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อีกทั้งยังมีประเภทของอัลกอริธึมเพียงอย่างเดียว กล่าวคือ มีเฉพาะอัลกอริธึมแบบออนไลน์เท่านั้น ซึ่งบางครั้งบางองค์กรที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก อาจต้องการเพียงอัลกอริธึมแบบง่าย ๆ เช่นแบบสถิตเท่านั้น และอยากดูผลลัพธ์ของการจัดสรรแบนด์วิธว่ามีความเหมาะสมกับข้อมูลในองค์กรตนเองหรือไม่ ดังนั้น สำหรับผู้ที่ต้องการจะพัฒนาหรือดัดแปลงแบบจำลองการจัดสรรแบนด์วิธ ควรจะต้องให้แบบจำลองมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

1. มีอัลกอริธึมในการจัดสรรแบนด์วิธชนิดต่าง ๆ ทุกประเภท เพื่อจะได้เห็นสามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแต่ละอัลกอริธึมได้
2. ควรจะมีข้อมูลเข้าชนิดอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากเอ็มเพ็กเทรซ เพื่อจะได้เห็นความสามารถของอัลกอริธึมว่าสามารถนำไปใช้ได้กับข้อมูลทุกชนิด
3. ควรจะพัฒนาแบบจำลองให้สามารถรองรับการจัดสรรแบนด์วิธในระบบที่มีผู้ใช้หลายคนได้ เพื่อที่จะได้มีความเหมือนสภาพแวดล้อมในการทำงานจริง ๆ มากขึ้น
4. คิวที่ใช้ในการควบคุมทราฟฟิกที่จะผ่านเข้าสู่เครือข่าย ควรจะมีความสามารถในการจัดแบ่งความสำคัญให้แก่ทราฟฟิกได้ (Priority)
5. สิ่งที่ใช้วัดคุณภาพนอกจากจะใช้อัตราการสูญหายของเซลล์แล้ว อาจจะใช้วิธีการอื่น เช่น ความล่าช้าในการส่งเซลล์ เป็นต้น มาใช้ในการวัดเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่ผู้ใช้ต้องการ
6. อาจมีการพัฒนาแบบจำลองโดยให้สามารถใช้บราวเซอร์ (Browser) ในการติดต่อผู้ใช้ได้

จากข้อเสนอแนะข้างต้น ผู้พัฒนาคาดว่าจะสามารถเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ต้องการปรับปรุงแบบจำลองในการพัฒนาแบนด์วิธนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร และ จักรพงษ์ สุขประเสริฐ. 2543. **คู่มือการสร้างแอปพลิเคชั่นด้วยเดลไฟล์ 5.0 ฉบับสมบูรณ์**. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.

Aarstad, E. et, al. 1998. Experimental Investigation of CAC and Effective Bandwidth for Video and Data.

ATM Forum. 1996. **Traffic Management Specification Version 4.0**. April.

Chiong, J. 1998. **Traffic Management**. New York : McGraw-Hill.

Chong, S. et, al. 1995. "Predictive Dynamic Bandwidth Allocation for Efficient Transport of Real-Time VBR Video over ATM." IEEE Journal on Selected Areas in Communication, 13 (1):12-23.

Fulp, E.W. 1999. " Resource Allocation and Pricing for QoS Management in Computer Networks." Ph.D.Thesis of North Carolina State University.

Fulp, E. W. and Reeves, D. S. 1997. "On-line Dynamic Bandwidth Allocation." **IEEE International Conference on Network Protocols**. 134-141.

Fulp, E.W. et, al. 1996. "Dynamic Bandwidth Allocation for VBR Sources." Center for Advanced Computing and Communication Technical Report TR-96/45.

Hui, Z. and Knightly, E. W. 1997. "RED-VBR: A Renegotiation-Based Approach to Support Delay- Sensitive VBR Video." **ACM Multimedia Journal**. May.

Hsu, I. and Warland, J. 1994. "Dynamic Bandwidth Allocation for ATM Switches." California : University of California.

Knightly, E. W. and Hui, Z. 1997. "D-BIND: An Accurate Traffic Model for Providing QoS Guarantees to VBR Traffic." **IEEE/ACM Transactions on Networking**. 5(2) : 219-231.

Kyas, O. 1995. **Traffic Control and Congestion Control in ATM Networks**. The Alden Press.

Mashat, A. and Kara, M. 1998. "The Impact of Synchronizing MPEG Stream on Bandwidth Allocation." The University of Leeds. June.

Partridge, C. 1994. **Gigabit Networking**. Addison-Wesley .

Prycker, M.D. 1995. **Asynchronous Transfer Mode: Solution for Boardband ISDN**. 2nd Edition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rampal, S. et, al. 1995. "Dynamic Resource Allocation Based on Measured QoS." North Carolina State University Department of Computer Science Technical Report TR-96/02.

Rose , O. 1995. "Statistical Properties of MPEG Video Traffic and Their Impact on Traffic Modeling in ATM Systems." University of Wurzburg Institute of Computer Science Technical Report 101.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้