บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันการส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายเอทีเอ็ม (Asynchronous Transfer Mode - โมดถ่ายโอนแบบอะซิงโครนัส) สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 วิธีการใหญ่ๆตามลักษณะของการใช้แบนด์วิดท์ช่องสัญญาณของทราฟฟิกกล่าวคือ

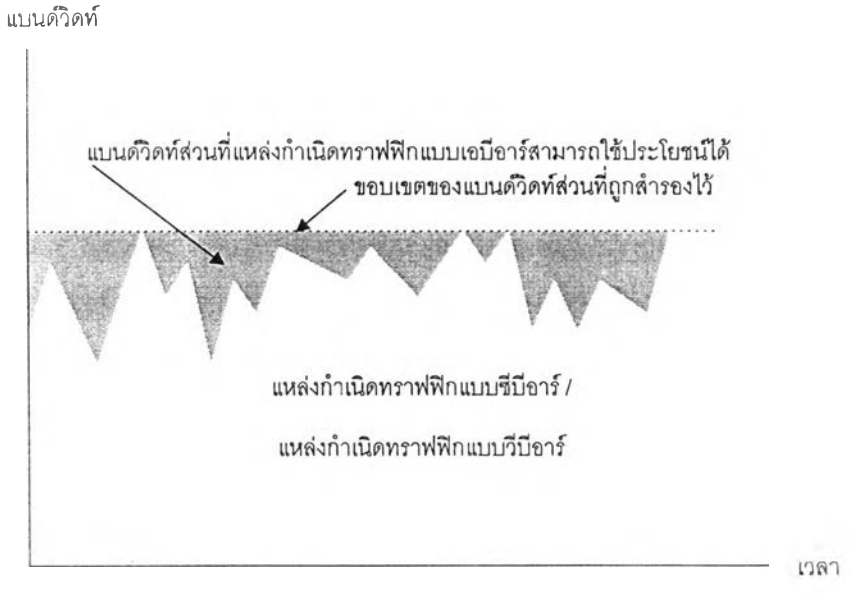
1. ทราฟฟิกแบบมีการรับรอง (Guaranteed Traffic) เป็นวิธีการในเชิงป้องกันการสูญเสียของเซลล์ โดยการสำรองแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณสำหรับการส่งข้อมูลไว้ตั้งแต่เริ่มต้นการติดต่อ วิธีการนี้จะใช้ในกรณีที่ข้อมูลมีลำดับความสำคัญสูง ต้องการการสูญเสียของเซลล์ต่ำ และต้องการลักษณะในการใช้งานใกล้เคียงกับเวลาจริง เช่น การประชุมในระบบภาพและเสียง เป็นต้น วิธีการนี้ต้องทราบลักษณะของข้อมูลที่จะส่งผ่านระบบตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อกำหนดการสำรองแบนด์วิดท์ช่องสัญญาณได้ถูกต้อง อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติแล้ว การส่งข้อมูลในการใช้บริการบางประเภทไม่ได้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาที่ใช้งานช่องสัญญาณ การสำรองแบนด์วิดท์ดังกล่าวจะเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรของระบบ และทำให้ค่าการใช้ประโยชน์ของข่ายเชื่อมโยงของระบบมีค่าต่ำ ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดทราฟฟิกใช้การควบคุมแบบนี้ได้แก่ แหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบซีบีอาร์และแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบวีบีอาร์เป็นต้น

2. ทราฟฟิกแบบดีที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ (Best-Effort Traffic) ถูกพัฒนาขึ้นจากการสื่อสารแบบมีการรับรอง เนื่องจากข้อมูลบางประเภทไม่สามารถทราบคุณลักษณะของข้อมูลล่วงหน้าได้อย่างชัดเจน เช่น ข้อมูลในการสื่อสารผ่านโครงข่ายอินเตอร์เนตโดยใช้ไอพีโปรโตคอล เป็นต้น ข้อมูลที่ใช้บริการช่องสัญญาณในระบบลักษณะนี้อาจมีเบิรสต์เกิดขึ้นโดยไม่สามารถทำนายล่วงหน้าได้ และการประวิงในการแพร่กระจายข้อมูลในระบบก็แปรเปลี่ยนไปตามปริมาณทราฟฟิกที่เข้าสู่ระบบ จึงไม่สามารถใช้ทราฟฟิกแบบมีการรับรองได้ จึงได้มีการกำหนดทราฟฟิกแบบดีที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ขึ้นมา โดยมีข้อกำหนดหลักๆของวิธีการนี้ที่สำคัญคือ

- วิธีการนี้จะทำการจัดสรรการใช้งานของแบนด์วิดท์ที่เหลือในระบบ ณ เวลาต่างๆอย่างเหมาะสม ส่งผลให้ค่าการใช้ทรัพยากรของระบบมีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีผลกระทบกับคุณภาพของบริการของทราฟฟิกแบบมีการรับรองที่ใช้ช่องสัญญาณอยู่ในระบบอยู่ก่อนแล้วน้อยที่สุด
- การกระจายการใช้งานของแบนด์วิดท์ เพื่อใช้งานจะเป็นไปอย่างพลวัตตามการเปลี่ยนแปลงของระบบโครงข่าย ไม่ได้มีการกำหนดไว้ตายตัวสำหรับแต่ละบริการเหมือนทราฟฟิกแบบมีการรับรอง
- มีการรับรองคุณภาพของบริการและจำกัดอัตราการสูญเสียของเซลล์สูงสุด ให้กับแหล่งกำเนิดทราฟฟิกที่มีการปรับอัตราการส่งข้อมูลอย่างเหมาะสมตามที่ระบบได้ออกแบบไว้

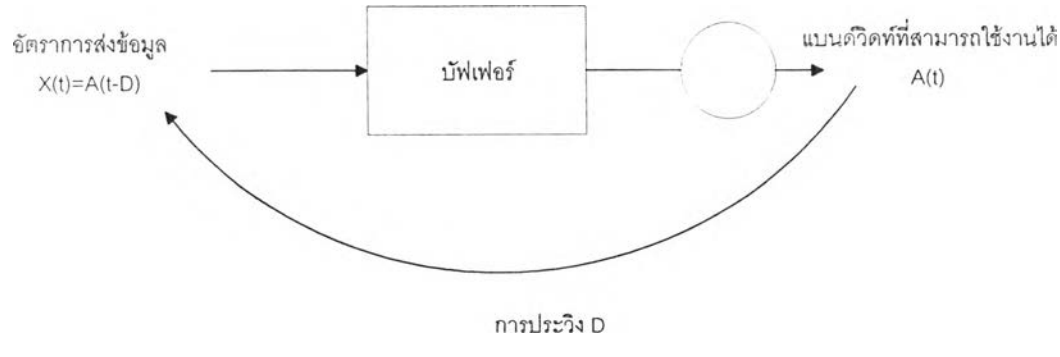
- วิธีการนี้จะเหมาะสมกับงานในลักษณะที่ไม่ต้องการการใช้งานเป็นเวลาจริง และมีความทนทานต่อการประวิงเวลาในการเดินทางของข้อมูลได้ดี เช่นการส่งข้อมูลผ่านอินเตอร์เนต เป็นต้น

แหล่งกำเนิดทราฟฟิกที่มีลักษณะดังที่กล่าวมาข้างต้นเรียกว่า " แหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ (ABR - Available Bit Rate source) " ลักษณะการใช้งานของแบนด์วิดท์แสดงไว้ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ลักษณะการใช้แบนด์วิดท์ร่วมกันของแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบต่างๆในโครงข่ายเอทีเอ็ม

จากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ในการใช้งานแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์จะต้องมีการป้อนกลับข้อมูลเกี่ยวกับแบนด์วิดท์ซึ่งเปลี่ยนแปลงในระบบตลอดเวลาเพื่อที่จะปรับอัตราการส่งข้อมูลของแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ได้ถูกต้องตามแบนด์วิดท์ช่องสัญญาณที่มีอยู่ในระบบที่เวลาต่างๆกัน ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แบบจำลองอย่างง่ายของแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์

ประเภทของข้อมูลในการป้อนกลับสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะข้อมูล ออกเป็น 3 ประเภท คือ

- ข้อมูลแจ้งการคับคั่งในลักษณะบิตเดียว (Single bit congestion information) เป็นลักษณะข้อมูลที่แจ้งแต่เพียงว่า มีการคับคั่งหรือไม่มีการคับคั่งของข้อมูลเท่านั้น ตัวอย่างในการใช้งานจริง เช่น การส่ง EFCI (Explicit Forward Congestion Identification) ซึ่งอยู่ใน PT (Payload Type) ในเฮดเดอร์ของเอทีเอ็มเซลล์ แหล่งกำเนิดจะส่ง EFCI=0 ออกไป และเมื่อผ่านโนดหรือปลายทางที่เกิดการคับคั่งของข้อมูลก็จะเปลี่ยนค่าของ EFCI=0 เป็น EFCI=1 และส่งกลับมายังแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ เพื่อให้แหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ทำการปรับอัตราการส่งข้อมูลตามแบบแผนการควบคุมต่อไป

- ข้อมูลแจ้งการคับคั่งในลักษณะรายละเอียด (Detail congestion information) เป็นลักษณะข้อมูลที่แจ้งถึงภาวะการคับคั่งของข้อมูลในรายละเอียด เช่น ระดับของการคับคั่งจาก 000 ถึง 111 เป็นต้น โดยการบันทึกลงในเซลล์อาร์เอ็ม (RM cell - Resource Management cell) ซึ่งมีฟิลด์สำหรับการใช้งานในลักษณะนี้บรรจุอยู่ เช่น คิวแอลฟิลด์ (QL field - Queue Length field) เป็นต้น เมื่อแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ ได้รับข้อมูลก็จะทำการปรับอัตราการส่งข้อมูลให้เหมาะสมตามแบบแผนการควบคุม ในกรณีนี้ระบบสามารถปรับอัตราการส่งข้อมูลตามภาวะที่เปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วขึ้น เนื่องจากข้อมูลแจ้งการคับคั่งมีรายละเอียดมากขึ้นนั่นเอง

- ข้อมูลแจ้งค่าอัตราการส่งข้อมูลที่เหมาะสม (Explicit rate information) ในกรณีนี้ระบบจะเป็นตัวคำนวณอัตราการส่งข้อมูลที่เหมาะสมของแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์แต่ละแหล่ง โดยคำนวณจากแบนด์วิดท์ส่วนที่ไม่ได้ใช้งานโดยแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบมีการรับรองและเงื่อนไขอื่นๆ ที่เหมาะสมในการออกแบบ แหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์แต่ละแหล่งจะทำหน้าที่เพียงแต่ปรับอัตราการส่งข้อมูลไปตามข้อมูลแจ้งอัตราการส่งข้อมูลที่เหมาะสมที่ส่งกลับมาในแต่ละวงรอบการทำงานของระบบเท่านั้น

โดยทั่วไปแล้วลักษณะกลไกการทำงานของแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ต่อข้อมูลป้อนกลับจะมีลักษณะเป็นการป้อนกลับแบบเชิงลบ กล่าวคือ

- เมื่อแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับจะเพิ่มอัตราการส่งข้อมูลขึ้น
- เมื่อแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ได้รับข้อมูลป้อนกลับที่แจ้งว่าเกิดการคับคั่ง จะลดอัตราการส่งข้อมูลลง

ตัวอย่าง ได้แก่การควบคุมแบบบีอีซีเอ็น (Roberto, et. al., 1996) และการควบคุมแบบบีพีซีเอ็น (Hu, et. al., 1995) เป็นต้น

ในปัจจุบันมาตรฐานการควบคุมทราฟฟิกภายในโครงข่ายเอทีเอ็มยังอยู่ในระหว่างการปรับปรุงและพัฒนา ซึ่งมีลักษณะเป็นอัลกอริทึมแบบปรับปรุงของการควบคุมแบบสัดส่วน (EPRCA- Enhanced Proportional Rate Control Algorithm) และมีการใช้ข้อมูลแจ้งอัตราการส่งข้อมูลที่เหมาะสมเป็นข้อเลือกใช้ ซึ่งมีข้อกำหนดในรายละเอียดดังแสดงในเอกสารอ้างอิง (Chen, et. al., 1996) อย่างไรก็ตาม ปัญหาหนึ่งที่สำคัญในการควบคุมอัตราการส่งข้อมูลของแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ ก็คือผลจาก

การประวิงในการแพร่กระจาย ซึ่งทำให้แหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ไม่สามารถปรับอัตราการส่งข้อมูลไปตามภาวะการคับคั่งของข้อมูลในระบบได้ทัน ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการเลือกใช้อัลกอริทึมป้อนกลับในเชิงทำนายแทนการป้อนกลับด้วยข้อมูลปัจจุบันของระบบซึ่งปรับปรุงขึ้นจากการควบคุมบีอีซีเอ็นและให้ชื่อใหม่ว่าระบบบีพีซีเอ็น จากการศึกษางานวิจัยอื่นๆ (Hu, et. al., 1995) ได้มีการใช้ตัวทำนายค่าแบบอาร์แอลเอส (Recursive Least Square) ซึ่งใช้การประมาณแบบเชิงเส้นในการทำนายค่า ซึ่งในความเป็นจริงแล้วคุณลักษณะของทราฟฟิกในระบบเอทีเอ็ม มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นดังแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในเอกสารอ้างอิง (Schwartz, 1996), (Maglaris, et. al., 1988), (Sang, et. al., 1995) เป็นต้น จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงได้เกิดแนวคิดในการปรับปรุงการทำงานของการควบคุมแบบบีอีซีเอ็น โดยเลือกใช้ตัวทำนายค่าที่มีความสามารถในการประมาณแบบไม่เป็นเชิงเส้นที่เหมาะสมกับระบบที่ศึกษา โดยคาดว่าจะสามารถทำให้ค่าความผิดพลาดในการทำนายลดลงและส่งผลให้ความสามารถในการควบคุมแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ดีขึ้น

งานวิจัยนี้นำเสนอการปรับปรุงการควบคุมทราฟฟิกด้วยวิธีการควบคุมแบบบีพีซีเอ็นในแบบข้อมูลแจ้งการคับคั่งในลักษณะบิตเดียวโดยการใช้อัลกอริทึมทำนายค่าแบบนิวรอลเนตเวิร์ก เพื่อลดผลจากการประวิงในการแพร่กระจายข้อมูล โดยอาศัยคุณสมบัติแบบไม่เป็นเชิงเส้นของนิวรอลเนตเวิร์กในการทำนายปริมาณทราฟฟิก ในการควบคุมทราฟฟิกในระบบที่ศึกษานี้ พารามิเตอร์สำคัญที่พิจารณาได้แก่ค่าการประวิงในการส่งข้อมูลและอัตราส่วนการสูญเสียของข้อมูล (Gillian, et al., 1990) ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วพารามิเตอร์ทั้งสองนี้จะมีลักษณะแปรผันสวนทางกันกล่าวคือ ถ้าระบบมีค่าการประวิงในการส่งข้อมูลต่ำก็คือสามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางได้อย่างรวดเร็ว แต่ข้อมูลก็จะเกิดการสูญเสียมากจึงมีอัตราส่วนการสูญเสียมากด้วย ในทางกลับกันถ้าหากระบบควบคุมให้การส่งข้อมูลไปยังปลายทางช้าลงการประวิงในการส่งข้อมูลก็จะมีค่าสูงขึ้นแต่อัตราส่วนการสูญเสียจะลดต่ำลงด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการลดผลกระทบจากการประวิงในการแพร่กระจายข้อมูลต่อการควบคุมทราฟฟิกแบบบีพีซีเอ็นที่ใช้ข้อมูลแจ้งการคับคั่งในลักษณะบิตเดียว โดยการป้อนกลับด้วยข้อมูลจากตัวทำนายค่าแบบนิวรอลเนตเวิร์ก
2. ศึกษาประยุกต์ใช้อัลกอริทึมทำนายค่าแบบนิวรอลเนตเวิร์กในการควบคุมแบบบีพีซีเอ็นในระบบโครงข่ายการส่งข้อมูลแบบเอทีเอ็มและเปรียบเทียบผลกับการใช้อัลกอริทึมทำนายค่าแบบอาร์แอลเอส โดยการจำลองผลการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการควบคุมแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ แบบข้อมูลแจ้งการคับคั่งในลักษณะบิตเดียว
2. ศึกษาอัลกอริทึมทำนายค่าแบบนิวรอลเนตเวิร์กเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการควบคุมแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ ในแบบจำลองงานวิจัยนี้
3. จำลองการควบคุมแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ด้วยวิธีควบคุมแบบบีพีซีเอ็นที่ใช้อัลกอริทึมทำนายค่าแบบนิวรอลเนตเวิร์ก เปรียบเทียบผลกับวิธีควบคุมแบบบีพีซีเอ็นที่ใช้อัลกอริทึมทำนายค่าแบบอาร์แอลเอส และวิธีควบคุมแบบบีอีซีเอ็น โดยทั้งนี้เป็นการจำลองการทำงานในแบบจำลองการทำงานเดียวกันที่กำหนดไว้
4. เปรียบเทียบสมรรถนะในการควบคุมแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์ด้วยอัลกอริทึมต่างๆกันโดยวิเคราะห์จากค่าพารามิเตอร์ของทราฟฟิกที่สำคัญ ซึ่งได้จากผลการจำลองการทำงาน เช่น อัตราส่วนการสูญเสีย(ของเอทีเอ็มเซลล์) และค่าการประวิงในการส่งข้อมูลผ่านระบบ
5. วิจารณ์และสรุปผลจากอัลกอริทึมที่นำเสนอ ถึงความเหมาะสมและแนวทางการประยุกต์ใช้งานกับระบบโครงข่ายเอทีเอ็ม

ขั้นตอนในการทำวิจัย

1. ศึกษามาตรฐานและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบการจำลองการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับงานวิจัย
3. เขียนโปรแกรมจำลองการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์
4. วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการจำลองการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์
5. ศึกษาเชิงวิเคราะห์ผลที่ได้พร้อมทั้งสรุปผล
6. จัดพิมพ์วิทยานิพนธ์

ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย

1. ทำให้ทราบพื้นฐานการทำงานของระบบเอทีเอ็มและการควบคุมแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบีอาร์
2. ได้เรียนรู้การจำลองทราฟฟิก และการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการจำลองการทำงาน
3. ได้เรียนรู้การทำงานของนิวรอลเนตเวิร์ก และการนำมาประยุกต์ใช้
4. ทราบถึงผลการควบคุมแหล่งกำเนิดทราฟฟิกแบบเอบิอาร์โดยใช้อัลกอริทึมทำนายค่าที่มีสมรรถนะสูงกว่าอัลกอริทึมเชิงเส้นในงานวิจัยที่ผ่านมา