ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

การประเมินประสิทธิภาพของคุณภาพการบริการอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

QoS Performance Evaluation of Internet via Satellite

โดย

นายนพดร ชัชวาลย์

รหัส 44067461

H002060

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.โอพาร วงศ์วิรัตน์

วัน เดือน ปี 25 มี.ค. 2550
เลขทะเบียน 02060
เลขเรียกหนังสือ วพ น1ง9ก 2546
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	การประเมินประสิทธิภาพของคุณภาพการบริการอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม
นักศึกษา	นายนพดร ชัชวาลย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.โอฬาร วงศ์วิรัตน์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมสามารถช่วยเพิ่มความเร็วในการดึงข้อมูลบนอินเตอร์เน็ตได้อย่างมาก เนื่องจากเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านดาวเทียมสามารถส่งข้อมูลได้โดยตรง แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของการหน่วงเวลาของช่องสัญญาณ ดังนั้น ในโครงงานนี้ ได้ทำการหาคุณภาพการบริการของการใช้งานอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม เปรียบเทียบกับเครือข่ายภาคพื้นดิน ซึ่งทดลองโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นทำการหาคุณภาพการบริการ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการโหลดข้อมูล ปริมาณงาน และประสิทธิภาพการใช้ แล้วเปรียบเทียบค่าที่ได้ตามเงื่อนไขในการทดลอง 2 ประเภท คือ เปรียบเทียบตามประเภทการเชื่อมต่อ ได้แก่ การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม การเชื่อมต่อผ่านเกตเวย์ของเครือข่าย และการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระยะไกลผ่านโมเด็ม และเปรียบเทียบตามสภาพแวดล้อมในการทดลอง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้งานผ่านดาวเทียมได้แก่ การใช้งานในกรณีโหลดปกติ โหลดสูงสุด และสภาวะฝนตก โดยการทดลองจะใช้แอปพลิเคชั่นประเภทเวปเพจที่เป็นข้อความ เมื่อได้ผลลัพธ์แล้วจะนำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมตามเงื่อนไขทั้ง 2 ประเภทดังกล่าวไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	QoS Performance Evaluation of Internet via Satellite
Student	Mr. Nopadorn Chatchawal
Advisor	Mr. Olarn Wongwirat
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2003

ABSTRACT

Using the Internet connection via satellite because the data can be transmitted directly with the satellite communication technology can substantially speed up the retrieving of data on Internet. However, there is a limitation on the delay of signal channel. Hence, this project is finding the quality of service from Internet connection via satellite and compared to terrestrial transmission. The experimental is using developing program that find quality of service. Three types of quality of service are measured. There are time using load data, throughput and utilize. Then it's compared result with two conditions. First condition is Internet connection type, there are connection via satellite, connection via gateway network and connection via modem. Another condition is environment that effected to using application via satellite, there are normal load situation, peak load situation and rainfall effect. In the experimental measure web page application (text/html). After having result, it is analyzed to compare performance of Internet connection via satellite with two above conditions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้าจึงขอขอบคุณบุคคลดังต่อไปนี้

- บิดา มารดา ที่ให้ความช่วยเหลือ ดูแล และให้กำลังใจตลอดมา
- อาจารย์โอพาร วงศ์วิรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง ข้อบกพร่องในการพัฒนาระบบงานนี้
- MVlab ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ในการพัฒนาระบบ และให้การสนับสนุนในการพัฒนาโครงการ
- คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอนความรู้แก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด
- เพื่อนร่วมรุ่น IS12 (ภาคสมทบ) ที่ร่วมเรียนและฝ่าฟันอุปสรรคมาด้วยกัน

นพคร ชัชวาลย์

ผู้จัดทำ

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 ความเป็นมาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพัฒนาระบบงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงการพัฒนาระบบงาน 2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
2. คุณภาพการบริการ และอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม 4
2.1 คุณภาพการบริการ 4
2.2 คุณภาพการบริการของอินเตอร์เน็ต 9
2.3 คุณลักษณะของดาวเทียม 11
2.4 ระบบการสื่อสารอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม 13
2.5 ปัจจัยที่ส่งผลถึงการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งาน
อินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม 15
3. การออกแบบการทดลองและหลักการทำงานของโปรแกรม 17
3.1 รูปแบบการทดลองการประเมินประสิทธิภาพของคุณภาพการให้บริการ 17
3.2 การออกแบบการทดลอง 19
3.3 หลักการทำงานของโปรแกรม 24
3.4 ฐานข้อมูล 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4. การพัฒนาระบบงาน 35
4.1 การวิเคราะห์ระบบ 35
4.2 การพัฒนาโปรแกรม 40
4.3 โปรแกรมระบบคุณภาพการบริการ 46
4.4 การวัดหาคุณภาพการบริการ 49
4.5 ฐานข้อมูล 57
5. วิเคราะห์และสรุปผล 60
5.1 การใช้งานในสิ่งแวดล้อมจริง 60
5.2 ผลจากการพัฒนาระบบงาน 62
6. บทสรุป 67
6.1 ประโยชน์ที่ได้รับ 67
6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น 67
6.3 ข้อเสนอแนะ 67
บรรณานุกรม 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 Table SourceDetail 32
4.2 Table Satellite 33
4.3 Table Network 33
4.4 Table Modem 34

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของ QoS.....4
2.2 สถาปัตยกรรมของ QoS..... 6
2.3 เฟสของข้อตกลง QoS.....7
2.4 ส่วนประกอบของค่าประวิงเวลาแบบปลายถึงปลาย.....10
2.5 ลักษณะลิงค์ดาวเทียม.....12
2.6 การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมทิศทางเดียว.....14
3.1 การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม.....17
3.2 การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเกตเวย์ของเครือข่าย.....18
3.3 การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระยะไกลผ่านโมเด็ม..... 18
3.4 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม.....20
3.5 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเกตเวย์ของเครือข่าย..... 20
3.6 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระยะไกลผ่านโมเด็ม..... 20
3.7 ส่วนของโปรแกรมหลัก.....24
3.8 ส่วนที่ใช้ติดต่อกับของผู้ใช้..... 25
3.9 ส่วนของตัวจัดการ..... 26
3.10 กระบวนการหาพารามิเตอร์ของ QoS..... 28
3.11 โปรแกรมย่อยคำนวณคุณภาพการบริการ..... 29
3.12 การแสดงผล..... 31
4.1 Use Case Diagram ของระบบ.....36
4.2 Class Diagram 37
4.3 Sequence Diagram ของการกำหนด Configuration 38
4.4 Sequence Diagram ของการใช้โปรแกรม 38
4.5 Sequence Diagram ของการสดงผลลัพธ์ 38
4.6 หน้าต่างของ Jbuilder ในการสร้างส่วนของเมนู.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

4.7 การเลือกจัดการกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น..... 42
4.8 แสดงส่วนของการสร้างโค้ดเมื่อเลือกเหตุการณ์ที่เชื่อมโยงกับปุ่ม..... 43
4.9 การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้..... 44
4.10 แสดงส่วนการสร้างโค้ดเมื่อเลือกเหตุการณ์ที่เชื่อมโยงกับปุ่ม..... 45
4.11 หน้าจอหลักของโปรแกรม..... 46
4.12 ส่วนของการConfiguration 47
4.13 สถานะค่าของข้อมูลที่วัดได้. 49
4.14 รายละเอียดของแอดเดรสที่ทำการวัด จากข้อมูลที่วัดได้ 50
4.15 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม..... 50
4.16 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่าย.....51
4.17 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านโมเด็ม.....51
4.18 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม
ช่วงโหลดปกติ..... 52
4.19 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม
ช่วงโหลดสูงสุด.....52
4.20 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม
ช่วงฝนตก..... 53
4.21 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม 53
4.22 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่าย 54
4.23 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านโมเด็ม.....54
4.24 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมช่วงโหลดปกติ 55
4.25 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมช่วงโหลดสูงสุด.....55
4.26 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมช่วงฝนตก 56
4.27 ตารางในฐานข้อมูลของโปรแกรม MS Access 58
4.28 ตาราง SourceDetail 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

4.29 ตาราง Satellite 59

4.30 ตาราง Network 59

4.31 ตาราง Modem 59

5.1 เวลาตอบสนองของการเชื่อมต่อทั้ง 3 รูปแบบ.....62

5.2 เวลาตอบสนองของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม
ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน..... 62

5.3 ปริมาณงานของการเชื่อมต่อทั้ง 3 รูปแบบ.....63

5.4 ปริมาณงานของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม
ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน..... 64

5.5 ประสิทธิภาพการใช้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ..... 65

5.6 ประสิทธิภาพการใช้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม
ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ..... 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในการส่งผ่านข้อมูลผ่านเครือข่าย (Network) ใด ๆ จะสามาถทราบได้อย่างไรว่าความสามารถในการให้บริการในการส่งผ่านข้อมูลนั้นเป็นอย่างไรข้อมูลที่ได้รับมีความถูกต้องและได้รับตามเวลาที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งสิ่งที่กล่าวมานั้น จะสามารถอ้างอิงโดยการใช้ "คุณภาพการบริการ" (Quality of Service) หรือ QoS หมายความถึง วิธีการที่จะวัดพฤติกรรมของเครือข่ายโดยพยายามระบุคุณลักษณะของการบริการนั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการสูญเสียของข้อมูล (data loss) ควบคุมจิตเตอร์ (jitter) และ ความล่าช้า (latency) และความสามารถในการใช้ทรัพยากร (resource) ของเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การใช้งานอินเตอร์เน็ต มีวัตถุประสงค์หลัก ๆ เพื่อรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายที่เชื่อมโยงไปทั่วโลก (World Wide Web, WWW) ข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ข้อมูลภาพ เสียง วีดีโอ และมัลติมีเดียต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Email) เว็บเพจ (Web page) การประชุมสัมมนาทางโทรทัศน์ (Video conferencing) เป็นต้น และจากความนิยมที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วในการใช้งาน World Wide Web ในปัจจุบัน ทำให้ปริมาณข้อมูลที่มีอยู่เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ และความต้องการความเร็วในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมามากมายเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว เทคโนโลยีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มความเร็วในการรับส่งได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการส่งข้อมูลผ่านดาวเทียมจะสามารถส่งข้อมูลได้โดยตรง โดยไม่ผ่านเครือข่ายภาคพื้นดิน อีกทั้งยังมีแบนด์วิทขนาดใหญ่ และไม่ต้องใช้งานร่วมกับผู้อื่น ทำให้สามารถได้รับข้อมูลปริมาณที่มากขึ้น เมื่อเทียบกับระบบที่ใช้โมเด็ม (modem) เชื่อมต่อสายโทรศัพท์ตามบ้านทั่วไป แต่การสื่อสารผ่านดาวเทียมมีข้อจำกัดในเรื่องของการประวิงเวลาแพร่กระจาย (Propagation delay) ขึ้น เนื่องจากดาวเทียมอยู่ห่างจากพื้นโลกเป็นระยะทางที่ไกลมาก

ในการสื่อสารผ่านดาวเทียม ใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลระยะไกล ไม่ว่าจะเป็น สัญญาณเสียง วีดีโอ หรือข้อมูลต่างๆ และสามารถติดต่อโดยตรงแบบจุดต่อจุดได้และในการส่งข้อมูลผ่านดาวเทียมจะเกิดเวลาประวิงการแพร่กระจาย (Propagation delay) ขึ้น ซึ่งมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับการส่งภาคพื้นดิน (terrestrial link) ทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานปัญหาที่ศึกษาเกี่ยวกับการสื่อสารผ่านดาวเทียม คือ การประวิงเวลา (delay) ของการสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยโครงการพัฒนาระบบงานนี้ จะทำการศึกษาและทดลองเพื่อหาปัจจัยดังกล่าวว่าส่งผลกระทบต่อการส่งแอปพลิเคชั่นของอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมและคุณภาพการบริการที่ได้รับอย่างไรและคุณภาพการบริการที่ได้นั้นเมื่อเทียบกับการส่งแอปพลิเคชั่นของอินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่ายภาคพื้นดินได้อย่างไร

โครงการพัฒนาระบบงานนี้จึงมุ่งเน้นที่จะทดลองปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการบริการที่พิจารณา คือ การหน่วงเวลา และแบนด์วิท ซึ่งสัมพันธ์และส่งผลต่อ แอปพลิเคชั่น แบบสื่อประสมที่ปรากฏในการให้บริการ ในระดับปลายถึงปลาย โดยจะพิจารณาเฉพาะบริการระดับ Best-effort

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพัฒนาระบบงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพการบริการของอินเตอร์เน็ต

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณลักษณะของการสื่อสารผ่านดาวเทียม

1.2.3 เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการส่งแอปพลิเคชั่นของอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

1.2.4 เพื่อทดลองว่า ปัจจัยดังกล่าวที่ได้ศึกษาส่งผลกระทบต่อ คุณภาพการบริการที่ได้รับอย่างไร และเมื่อเทียบกับคุณภาพการบริการที่ส่งผ่านภาคพื้นได้อย่างไร

1.3 ขอบเขตของโครงการพัฒนาระบบงาน

1.3.1 ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนา โปรแกรมที่ใช้ในการวัดปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการ ได้แก่ ค่าประวิงเวลา และปริมาณงาน ซึ่งเขียนขึ้นด้วยภาษาจาวา (JAVA Language)

1.3.2 ในการทดลองทำการวัดแอปพลิเคชั่นต่างๆ ที่ใช้ส่งผ่านทางอินเตอร์เน็ต ได้แก่ ไฟล์ข้อมูล ไฟล์เสียง เพื่อทดลองว่า ในการส่งผ่านด้วย โปรโตคอลทีซีพี และยูดีพี นั้น ให้คุณภาพการบริการที่แตกต่างกันอย่างไร

1.3.3 สรุปผลที่ได้จากการทดลองว่า คุณภาพการบริการของอินเตอร์เน็ต ที่ส่งผ่านดาวเทียมเทียบกับคุณภาพการบริการภาคพื้นได้อย่างไร

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับคุณภาพการบริการ

1.4.2 ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของช่องสื่อสารดาวเทียม

1.4.3 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการส่งแอปพลิเคชั่นของอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 ออกแบบการทดลองเพื่อหาว่า ผลที่ได้จากปัจจัยที่ได้ศึกษา ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการอย่างไร

1.4.5 ศึกษาการเขียนโปรแกรมผ่านทางเครือข่าย

1.4.6 ออกแบบ ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เพื่อวัดปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการ

1.4.7 พัฒนาโปรแกรมดังกล่าว

1.4.8 ทดสอบและปรับปรุงโปรแกรม

1.4.9 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบและนำเสนอในรูปแบบของกราฟ

1.4.10 สรุปผลที่ได้จากการทดลองว่าคุณภาพการบริการของอินเตอร์เน็ตที่ส่งผ่านดาวเทียมเทียบกับคุณภาพการบริการภาคพื้นได้อย่างไร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เข้าใจในเรื่องคุณภาพการบริการ

1.5.2 เข้าใจคุณลักษณะของช่องสื่อสารดาวเทียม

1.5.3 เข้าใจถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการของอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

1.5.4 สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษา มาสร้างโปรแกรมเพื่อทดลอง เพื่อหาข้อสรุปว่าปัจจัยต่าง ๆ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการที่ได้รับ จากการส่งข้อมูลด้วยอินเตอร์เน็ต ผ่านดาวเทียมและผ่านเครือข่ายภาคพื้นได้อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

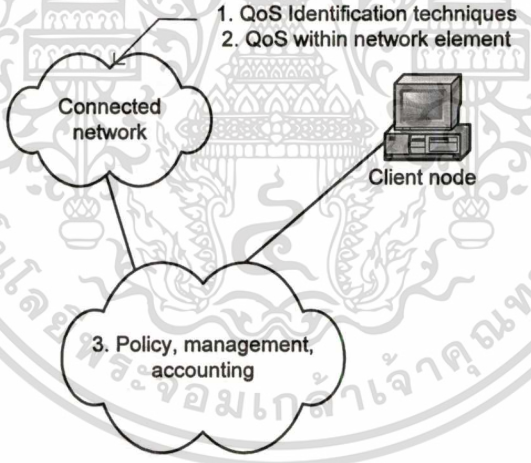
คุณภาพการบริการ และอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

2.1 คุณภาพการบริการ (Quality of Service, QoS)

คุณภาพการบริการ (Quality of Service) หรือ QoS หมายความถึง วิธีการที่จะวัดพฤติกรรมของเครือข่ายโดยพยายามระบุคุณลักษณะของการบริการนั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการสูญเสียของข้อมูล (data loss), ควบคุมจิตเตอร์ (jitter) และ ความล่าช้า (latency) และความสามารถในการใช้ทรัพยากร (resource) ของเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.1 โครงสร้างของคุณภาพการบริการ

โครงสร้างพื้นฐานในการพิจารณา QoS เป็นไปตามรูปที่ 2.1 ประกอบด้วย



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของ QoS

1. การกำหนดและทำเครื่องหมายคุณภาพการบริการ (QoS Identification and Marking) เพื่อที่จะทำการจำแนก (classification) และทำการจอง (reservation) ซึ่งการจำแนก เป็นการหาการบริการที่เหมาะสมกับประเภทของของทราฟฟิก (traffic) โดยจะทำการระบุประเภทของการบริการ (service) และพิจารณาว่าจะ ทำเครื่องหมาย (mark) แพ็กเกจหรือไม่

2. คุณภาพการบริการภายในองค์ประกอบของเครือข่าย (QoS Within a Single Network Element) ได้แก่ การจัดการความแออัด (congestion management) การจัดการคิว (queue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

management), ประสิทธิภาพของลิงค์ (link efficiency) และเครื่องมือ (tool) ที่ใช้ในการสร้างและควบคุมทราฟฟิก

การจัดการความแออัด เป็นการควบคุมไม่ให้ส่งทราฟฟิก ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลเสียง (voice), วีดีโอ(video) และข้อมูล (data) เกินอัตราการส่งของลิงค์

การจัดการคิว เป็นการควบคุมไม่ให้คิวเต็มหรือโอเวอร์โฟลว์ (Overflow)

ประสิทธิภาพของลิงค์ วัดได้โดยขนาดของแพ็กเกจกับอัตราการส่งข้อมูลผ่านลิงค์

เทคนิคที่ใช้ในการสร้างและควบคุมทราฟฟิก (Traffic shaping and policing) ได้แก่

- การควบคุมทราฟฟิก (Traffic Policing) ใช้ถังโทเคนในการจำกัดการส่งให้ได้ตามอัตราที่กำหนดไว้ ข้อมูลที่ส่งเกินค่าความจุของถังโทเคนจะโดนดร็อปโดยตัวแทนควบคุม (policing agent) หรือ ใช้ฟิลด์ ToS

- การกำหนดรูปแบบทราฟฟิก (Traffic Shaping) จะทำการประวิงทราฟฟิกที่เกินไว้รอจนกว่าที่บัฟเฟอร์หรือคิวว่างพอที่จะส่งข้อมูลได้เต็มอัตราของแบนด์วิธเพื่อป้องกันโอเวอร์โฟลว์

3. การจัดการคุณภาพบริการ (QoS Management) ช่วยให้สามารถกำหนดและประเมินนโยบายของคุณภาพการบริการโดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ตรวจสอบพื้นฐานของเครือข่ายด้วยอุปกรณ์ อาทิเช่น RMON probe ซึ่งช่วยในการตรวจสอบทราฟฟิกของเครือข่าย

3.2 เลือกใช้เทคนิคของ QoS ที่เหมาะสม เพื่อที่จะได้ คุณลักษณะของทราฟฟิก และแอปพลิเคชั่นที่ต้องการ

3.3 ประเมินผลที่ได้ โดยการทดสอบ แอปพลิเคชั่นที่ต้องการว่าได้ QoS ตามที่ต้องการหรือไม่

2.1.2 ระดับ QoS ของเครือข่าย ระหว่างปลายทาง ถึง ปลายทาง (End-to-End QoS Levels)

หมายความถึง ความสามารถของเครือข่ายในการให้บริการระหว่างปลายทางถึงปลายทาง (End-to-end) ซึ่งจะแตกต่างกันตามระดับของ QoS (QoS Strictness) ซึ่งอธิบายว่า จะควบคุมการบริการโดยกำหนดแบนด์วิท (bandwidth), การประวิงเวลา (delay), จิตเตอร์ (jitter) และลักษณะของความสูญเสีย (loss characteristic) ได้อย่างไร

ระดับ QoS ของเครือข่ายระหว่างปลายทางถึงปลายทาง โดยทั่วไป แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. Best-effort service ซึ่งไม่มีคุณภาพการบริการเนื่องจากการบริการนี้เป็นการเชื่อมต่อที่ไม่รับประกัน (no guarantee) และมีการเข้าคิวในรูปแบบ FIFO (First-In First –Out)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

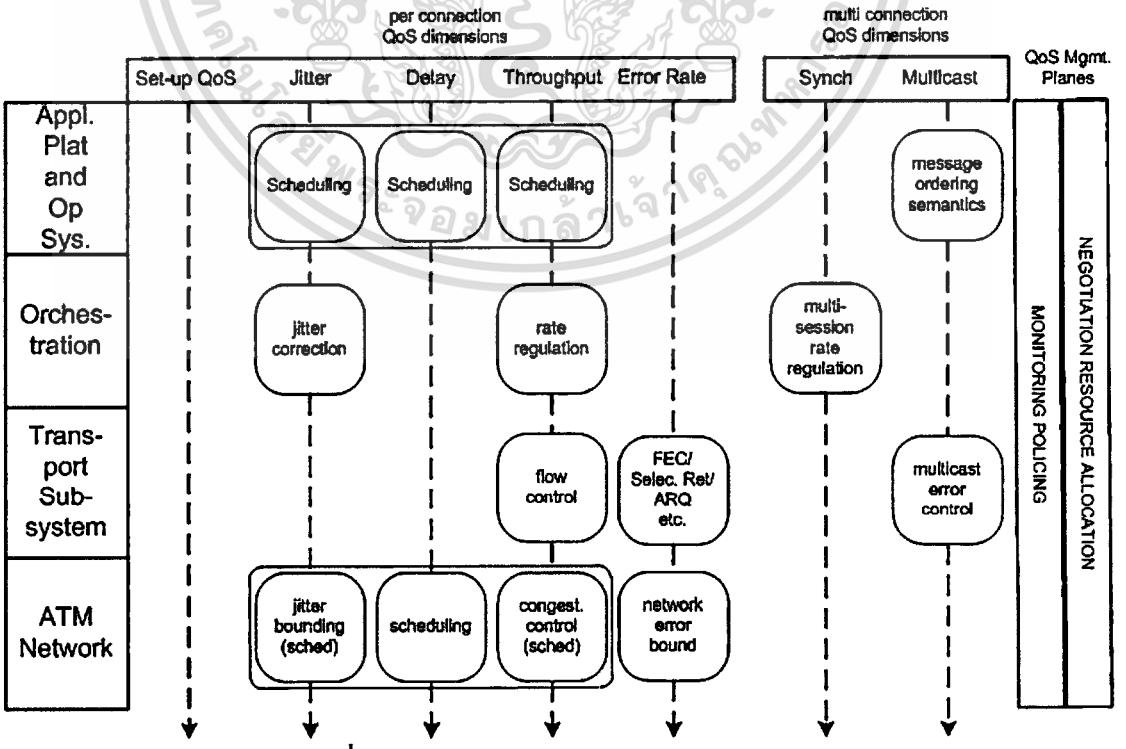
2. Differentiated Service (Soft QoS) ทราฟฟิกจะส่งผ่านได้เร็วขึ้นโดยใช้แบนด์วิทขนาดเหมาะสมและมีอัตราสูญเสียโดยเฉลี่ย(average loss rate) ต่ำ ด้วยการใช้วิธีทางสถิติจำแนกทราฟฟิกและเครื่องมือของ QoS

3. Guaranteed Service (Hard QoS) ทำการจองทรัพยากร (resource reservation) ของเครือข่ายให้กับทราฟฟิกที่กำหนดโดยเฉพาะ (specific traffic) โดยการใช้เครื่องมือของ QoS อาทิ เช่น RSVP และ CBWFQ

2.1.3 สถาปัตยกรรมของ QoS (QoS Architecture, QoS-A)

QoS-A เสนอรูปแบบของข้อกำหนด QoS และการควบคุมทรัพยากรของแต่ละชั้นของสถาปัตยกรรม รวมถึง ฟังก์ชั่นการจัดการ (management functions) ได้แก่ ข้อตกลง QoS ของการส่งผ่านแบบจุดต่อจุด (end to end QoS negotiation) การควบคุมเพื่อแน่ใจว่าผู้ใช้ได้ทำตามพารามิเตอร์ของQoS (policing) และ ตรวจสอบเพื่อแน่ใจว่าระดับ QoS เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ให้บริการ (monitoring)

โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ QoS (QoS-A) เป็นไปตามรูปที่ 2.2 โดยด้านซ้ายแสดงถึงระดับชั้นของการสื่อสารข้อมูล โดยแต่ละระดับชั้นมีการตรวจสอบหาคุณภาพการบริการที่แตกต่างกันไป



รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมของ QoS (QoS-A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับชั้น Application platform ประกอบด้วย รูปแบบของแอปพลิเคชั่นแบบกระจายซึ่งให้บริการการสื่อสารของมัลติมีเดีย ในชั้นนี้ เป็นการกำหนดรูปแบบ และทำการเข้าจังหวะของคุณภาพการบริการ (QoS configuration and synchronization)

ระดับ Transport ให้บริการในเทอม ของการควบคุมการไหลของข้อมูล และควบคุมความผิดพลาดของการส่งผ่านแบบมัลติคาสต์ (multicast error control)

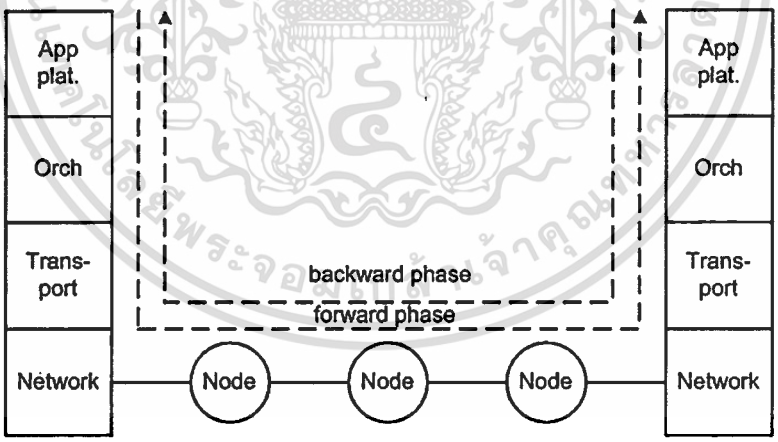
ระดับ Network ให้บริการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

2.1.4 ฟังก์ชั่นการจัดการ QoS (QoS Management Functions)

1. ข้อตกลง QoS (QoS Negotiation)

ระดับชั้นบน ของสถาปัตยกรรม QoS เรียกใช้บริการระดับชั้นล่าง โดยมีการแลกเปลี่ยนข้อตกลงระหว่างระดับชั้น มี 2 ข้อหลัก คือ ระดับของการบริการ (level of service) และ ระดับของทราฟฟิก (level of traffic) ซึ่งระดับผู้ใช้ไม่สามารถใช้อัตราที่เกินกำหนดได้ ซึ่งข้อตกลงทั้งสองนี้เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายการบริการระหว่างผู้ให้และผู้ใช้บริการ

กลไกของข้อตกลง เป็นดังรูปที่ 2.3 โดยประกอบด้วย 2 เฟส คือ เฟสขาส่ง (forward phase) และเฟสขากลับ (backward phase)



รูปที่ 2.3 เฟสของข้อตกลง QoS

ในเฟสขาส่ง คือส่งจากต้นทาง (Source) ไปยังปลายทาง (Sink) โหนด และระดับชั้นต่างๆ จะพยายามกำหนดทรัพยากร (resource) ตามที่ร้องขอแต่ละชั้นในระบบ ประกอบด้วยโมดูลควบคุมสิทธิ (admission control module) ทำหน้าที่ ตรวจสอบว่า ได้ทำตามการร้องขอแล้วหรือไม่ ที่ปลายทางจะเปรียบเทียบกับ QoS แต่ละชนิดที่ต้องการ และหาสิ่งที่นอกเหนือการยอมรับ (over-commitment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเฟสขากลับจากปลายทางไปยังต้นทาง สิ่งที่นอกเหนือการยอมรับ จะถูกส่งกลับไปยังโหนดที่ปล่อยออกมา

2. การเฝ้าดู และการควบคุม (Monitoring and policing)

การเฝ้าดู (Monitoring) ทุกระดับชั้นของสถาปัตยกรรม QoS จะตรวจสอบเพื่อแน่ใจว่าข้อตกลงมีความถูกต้อง โดยแต่ละชั้นมีการรวบรวมสถิติที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของการวัด QoS ตามที่ร้องขอ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นจะแจ้งระดับชั้นบนถึงปัญหาที่เกิดขึ้น

การควบคุม (Policing) เสมือนเป็นฟังก์ชั่นของเครือข่าย และ ไม่ได้กระทำทุกระดับชั้น ที่ระดับ Application platform และ ระดับ Orchestration ส่วนใหญ่จะเป็นไปตามข้อตกลง ตัวอย่างของการเฝ้าดู และการควบคุมของแต่ละระดับ ในรูปที่ 2.2 เป็นดังนี้

ระดับ Application platform เน้นที่การเฝ้าดูการสื่อสารแบบปลายทางถึงปลายทาง (End-to-end communication) โดยเฝ้าดูถึง ประสิทธิภาพของ กลไกตารางเทรด ของระบบปฏิบัติการ (Operating system thread scheduling mechanism) เพื่อแน่ใจว่าข้อมูลที่ได้รับมีความถูกต้องเมื่อส่งมาถึงปลายทาง

ระดับ Orchestration มีการเฝ้าดูความสัมพันธ์ชั่วคราวระหว่างการเชื่อมต่อ ได้แก่ การเฝ้าดูการเข้าจังหวะและทำการปรับการเข้าจังหวะให้ถูกต้องเมื่อสูญเสียการเข้าจังหวะเนื่องจากองค์ประกอบ เช่น อัตราสัญญาณนาฬิกา (clock rate) ที่ฝั่งรีโมตไม่ตรงกัน และเครือข่ายเกิดความแออัด (congestion) เนื่องจากการบล็อก (blocking) ที่สวิตซ์ระหว่างทาง เป็นต้น ระดับความถูกต้องของการเข้าจังหวะของมัลติมีเดีย ตรวจสอบได้โดย การเฝ้าดูใน สถาปัตยกรรม QoS ถ้าความเบี่ยงเบน (drift) เกิดขึ้นน้อย จะพยายามปรับให้เข้าจังหวะหรือ ทำการปรับข้อตกลงในระดับชั้น Transport ของ QoS ใหม่ แต่ถ้าเกิดความเบี่ยงเบนมาก จะแจ้งระดับชั้นที่อยู่สูงขึ้นไป

ระดับ Transport เฝ้าดูโดยตรวจจับ ข้อมูลทางสถิติของเอนทิตี้ ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของการเชื่อมต่อระหว่าง 2 TSAP (Transport Service Access Point) พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจสอบ คือ

(1) เวลาตอบสนองโดยทั่วไป (typical response time)

(2) ปริมาณงานเฉลี่ย (average throughput)

(3) อัตราส่วนเวลาของการทำบัฟเฟอร์ / การบล็อก ในเครือข่าย โดยคิดต่อ 1 แพ็กเกจ (Amount of time buffering/blocking)

(4) เวลาตอบสนองในกรณีเลวร้ายสุด (Worst case response time)

(5) เวลาตอบสนองในกรณีดีสุด (Best case response time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ค่าพารามิเตอร์ใด ๆ ที่มีค่าต่ำสุดที่ทนได้แล้ว (Minimum tolerance) ตัวเฝ้าดู จะส่งสัญญาณแจ้งเตือน (QoS.Indication)

แอปพลิเคชั่นที่เกี่ยวข้อง จะตัดสินว่าทำเช่นไร ขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพของการเชื่อมต่อ ในขณะนั้น ตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชั่นหนึ่งอาจยอมรับคุณภาพการบริการที่ต่ำลงได้ ในขณะที่เครือข่ายมีความแออัดต่ำหรืออาจเริ่มกระบวนการทำข้อตกลงระหว่างปลายทางถึงปลายทางใหม่ทั้งหมดอีกครั้ง โดยเพิ่มระดับของการยอมรับการเชื่อมต่อของ QoS

ระดับ Network เมื่อการเชื่อมต่อได้ทำข้อตกลงระหว่างจุดปลายทางทั้งสองแล้ว ต้นทางจะทำการควบคุม (policing) เพื่อให้แน่ใจว่า ค่าที่ได้ ไม่เกินค่าในโพรไฟล์การบริการของทราฟฟิก (traffic profile) ที่ประกาศไว้ขณะเวลาสร้างการเรียก (call-setup time) เมื่อผู้ใช้ได้รับ ระดับปริมาณงานที่เกินกำหนด ฟังก์ชั่นการควบคุม จะจัดการทิ้งเซลล์ ในกรณีที่ระดับเครือข่าย สัญญาณ QoS.Indication สร้างขึ้นเพื่อแจ้งว่าผู้ใช้ได้ใช้แบนด์วิท (Bandwidth) เกินที่ได้รับ แอปพลิเคชั่นที่ได้รับสัญญาณจะทำกระบวนการทำข้อตกลงใหม่เพื่อเพิ่มปริมาณงานขึ้น สำหรับตัวเฝ้าดู (monitoring) ที่ระดับนี้ใช้เพื่อแน่ใจว่าผู้ใช้ได้รับระดับการบริการตามที่ตกลงไว้ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไป ความรับผิดชอบในการเฝ้าดูจะกระทำที่ ระดับชั้น Transport และการควบคุมจะกระทำที่ชั้น Network

2.2 คุณภาพการบริการของอินเตอร์เน็ต

การใช้งานอินเตอร์เน็ต มีวัตถุประสงค์หลัก ๆ เพื่อรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายที่เชื่อมโยงไปทั่วโลก (World Wide Web, WWW) ข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ข้อมูลภาพ เสียง วีดีโอ และมัลติมีเดียต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Email) เว็บเพจ (Web page) การประชุมสัมมนาทางโทรทัศน์(Video conferencing) เป็นต้น โดยหลักการทำงานของอินเตอร์เน็ตให้บริการแบบ Best-effort service คือ เป็นการให้บริการที่ไม่มีการรับประกันการส่ง ข้อมูลที่ส่งผ่านไม่มีการตรวจสอบว่าได้รับความถูกต้องหรือไม่ โดยการบริการประเภทนี้มีลักษณะการส่งผ่านข้อมูลได้เท่านั้น ดังนั้น ในการส่งผ่านมัลติมีเดียผ่านอินเตอร์เน็ต คุณภาพการบริการ สามารถหาได้จากพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณงาน (Throughput)

หมายถึง อัตราบิตที่ใช้งานจริง (Effective bit rate) หรือแบนด์วิทที่ใช้งานจริง (Effective bandwidth) โดยนิยามว่า ปริมาณงาน คือ อัตราบิต ที่ใช้ในการส่งในลิงค์กายภาพ (Physical link) หักออกด้วยโอเวอร์เฮด ที่เกิดขึ้นในการส่งผ่านข้อมูล นอกจากนี้ ยังมีแฟคเตอร์อื่นที่ทำให้ปริมาณงานเปลี่ยนไป เช่น ความแออัดของเครือข่าย (Network congestion) ปัญหาคอขวด (Bottle neck) ความผิดพลาดในโหนด หรือในสาย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อัตราความผิดพลาด (Error rate)

แบ่งได้หลายประเภท ได้แก่

(1) อัตราความผิดพลาดบิต (Bit Error Rate, BER) เป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนบิตที่ผิดพลาดเทียบกับจำนวนบิตทั้งหมดที่ทำการส่ง

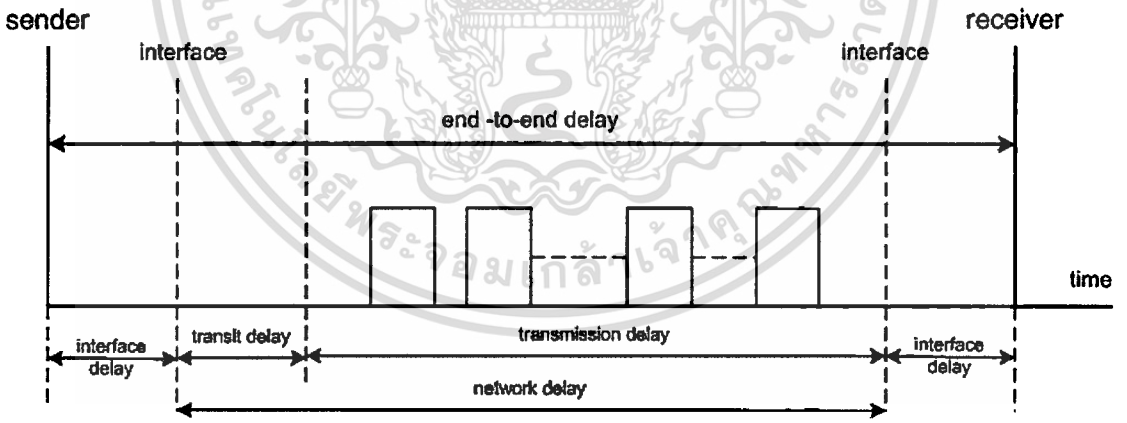
(2) อัตราความผิดพลาดแพ็กเกจ (Packet Error Rate, PER) เป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนแพ็กเกจที่ผิดพลาด เทียบกับจำนวนแพ็กเกจทั้งหมดที่ทำการส่ง

(3) อัตราความผิดพลาดเฟรม (Frame Error Rate) เป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนเฟรมที่ผิดพลาดเทียบกับจำนวนเฟรมทั้งหมดที่ทำการส่ง

ในปัจจุบัน เนื่องจากเทคโนโลยีที่ใช้มีความก้าวหน้าขึ้น อัตราความผิดพลาดต่าง ๆ มีค่าลดลง ในการส่งข้อมูลบางอย่าง เช่น การส่งผ่านวีดีโอ (Video transmission) ถ้าส่งเฟรมผิดพลาดมาก คนจะไม่สามารถเข้าใจในภาพนั้นได้ หรือการทำ ธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น การให้หมายเลขบัตรเครดิต บิตจะเกิดความผิดพลาดไม่ได้ เป็นต้น

3. การประวิงเวลา (Delay)

เป็นเวลาที่ใช้ในการส่งบล็อกข้อมูล (Data block) จากฝั่งส่งไปฝั่งรับ โดยทั่วไปใช้งานการประวิงเวลาระหว่างปลายถึงปลาย (End-to-end delay) อันเกิดมาจากหลายสาเหตุ ดังรูปที่ 2. 4



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของค่าประวิงเวลาแบบปลายถึงปลาย

(1) การประวิงเวลาในการส่ง (Transit delay) เป็นเวลาที่ใช้ในการส่งบิตจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ขึ้นอยู่กับระยะทางที่เดินทางเท่านั้น และมีความสำคัญมากในลิงค์ดาวเทียม

(2) การประวิงเวลาในการส่งผ่าน (Transmission delay) เป็นเวลาที่ใช้ในการส่งบล็อกข้อมูลระหว่างปลายทางถึงปลายทาง ขึ้นอยู่กับอัตราบิตในเครือข่าย และการประวิงเวลาในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมวลผล (Processing delay) ที่โหนดระหว่างทาง รวมถึง การค้นหาเส้นทาง (routing) และการทำบัฟเฟอร์ (buffering)

(3) การประวิงเวลาในเครือข่าย (Network delay) เป็นการประวิงเวลาระหว่างเวลาที่ผู้ส่งพร้อมที่จะส่งบล็อกข้อมูลกับเวลาที่เครือข่ายพร้อมส่งข้อมูล มีความสำคัญกับเครือข่ายชนิดประกันการเชื่อมต่อ (Connection-oriented connection)

(4) การประวิงเวลาส่วนเชื่อมต่อ (Interface delay) เป็นการประวิงเวลาที่เกิดขึ้นระหว่างเวลาที่ผู้ส่งเริ่มทำการส่งบล็อก ข้อมูล กับเวลาที่เครือข่ายพร้อมที่จะส่งข้อมูล

4. การประวิงเวลาไป-กลับ (Round-trip delay)

ใช้ในเครือข่ายชนิดประกันการเชื่อมต่อ ซึ่งต้องการการตอบรับ (Acknowledgement, ACK) โดยมีนิยามว่า เป็นเวลาทั้งหมดที่ใช้เพื่อให้ผู้ส่งทำการส่งบล็อกข้อมูลผ่านเครือข่ายและได้รับ ACK เพื่อแจ้งว่าบล็อกข้อมูลนั้น ได้รับอย่างถูกต้องแล้ว ใช้ในโปรโตคอลทีซีพี

5. จิตเตอร์ (Jitter)

เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของการประวิงเวลา คือ เฟรมข้อมูล มาถึงในช่วงเวลา ที่แตกต่างกัน เนื่องจาก ค่าประวิงเวลาของแต่ละเฟรมมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้ลำดับมีความผิดเพี้ยนไป ค่านี้มีความสำคัญมาก ในข้อมูลประเภทมัลติมีเดีย เช่น วีดีโอหรือเสียง เนื่องจากถ้าลำดับเฟรม หรือแพ็กเกจที่มาถึงเกิดความผิดพลาดขึ้นแล้ว จะไม่สามารถเข้าใจในข้อมูลนั้นได้

2. 3 คุณลักษณะของดาวเทียม (Satellite Characteristics)

ดาวเทียม ใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลระยะไกล ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณเสียง วีดีโอ หรือข้อมูลต่างๆ และสามารถติดต่อโดยตรงแบบจุดต่อจุดได้

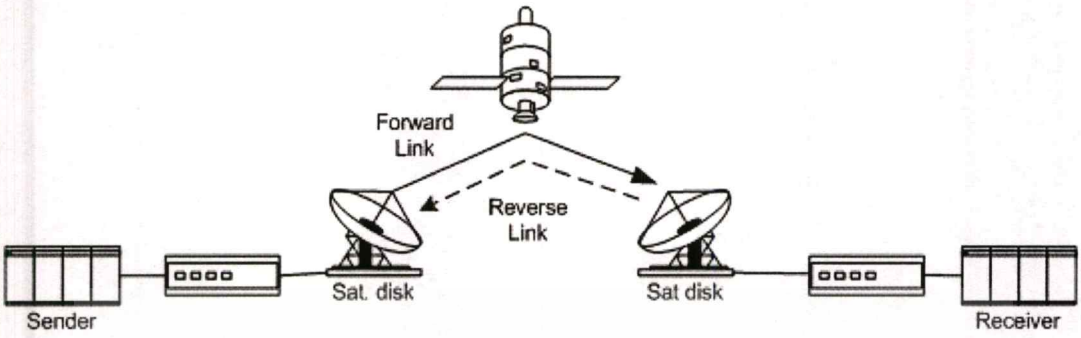
ในการส่งข้อมูลผ่านดาวเทียมจะเกิดเวลาประวิงการแพร่กระจาย (Propagation delay) ขึ้น ซึ่งมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับการส่งภาคพื้นดิน (terrestrial link) โดยมีค่าประมาณ 20-25 มิลลิวินาที สำหรับดาวเทียมวงโคจรต่ำ (Low Earth Orbit) หรือ LEO, 110-150 มิลลิวินาที สำหรับดาวเทียมวงโคจรกลาง (Medium Earth Orbit) หรือ MEO และ 250-280 มิลลิวินาที สำหรับดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary Earth Orbit) หรือ GEO เมื่อคิดการสื่อสารแบบทางเดียว (one-way communication)

ช่องทางสื่อสารดาวเทียมมีคุณลักษณะพื้นฐาน 2 ประการ ดังนี้

1. สัญญาณรบกวน (Noise) ความแรงของสัญญาณจะลดลงเป็นสัดส่วนกับกำลังสองของระยะทาง ซึ่งระยะทางที่ส่งผ่านมีค่ามาก ทำให้สัญญาณอ่อนลงก่อนถึงปลายทาง ทำให้อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio)มีค่าต่ำ

2. แบนด์วิท (Bandwidth) ระบบดาวเทียมมีแบนด์วิทที่จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ลักษณะลิงค์ดาวเทียม

ปัญหาสำคัญในการส่ง TCP/IP ผ่านดาวเทียม คือ

1. การประวิงเวลา (Delay) ทำให้ลดประสิทธิภาพลงเนื่องจากแพคเก็ตดร็อป ในกระบวนการเริ่มต้นอย่างช้า (Slow start) นั้น ทีซีพีทางฝั่งส่ง ต้องรอเวลาครบรอบ (Round Trip Time) หรือ RTT เป็นเวลานานกว่าจะได้รับการตอบรับ (Acknowledgement) หรือ ACK จากฝั่งรับ ทำให้ต้องลดอัตราการส่งลง และทำการเพิ่มขนาดของหน้าต่าง (window) และระยะเวลาในการทำกระบวนการเริ่มต้นอย่างช้า การประวิงเวลานี้ส่งผลกระทบต่อแอปพลิเคชั่นที่เป็นอินเตอร์แอคทีฟ (interactive) และมัลติมีเดียอย่างมาก

2. ความไม่สมมาตร (Asymmetry) เป็นอีกปัญหาหนึ่งในการส่งผ่านดาวเทียมเพราะก่อให้เกิดปัญหาคอขวด (bottle neck) เนื่องจากแบนด์วิทของลิงค์ด้านฝั่งส่ง (forward link) มีค่าสูงกว่าแบนด์วิทของลิงค์ทางด้านรับ (reverse link) ปัญหาเกิดขึ้นเมื่อฝั่งรับต้องส่ง ACK ไปให้ฝั่งส่ง แต่ค่า ACK เกิดการสูญหายทำให้ปริมาณงาน (throughput) ของฝั่งรับลดลง และทำการกระตุ้นให้กลไกการลดขนาดหน้าต่าง (window reduction mechanism) ทำงานมีผลให้ กระบวนการเริ่มต้นอย่างช้ายังคงอยู่ในสถานะเริ่มต้นที่เพิ่ม 1 แพ็กเกจต่อหน้าต่าง ทำให้กลไกหลีกเลี่ยงความแออัด (Congestion Avoidance mechanism) ทำการจำกัดการเพิ่มขนาดหน้าต่างของดาวเทียม

3. ความผิดพลาดของบิต (Bit error) เนื่องจากสัญญาณรบกวน (noise) และสภาวะของบรรยากาศ เช่น ฝน ทำให้การส่งผ่านข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ (reliable) ลดลง สามารถแก้ไขด้วยการเข้ารหัสแบบ Forward Error Coding (FEC) ทีซีพีออกแบบมาให้จัดการกับความผิดพลาด (error) โดยสมมติว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดเนื่องมาจากความแออัดในเครือข่าย ซึ่งคงไม่ถูกต้องมากนัก เพราะในกรณีเลวร้ายสุด (worst case) เมื่อแพ็กเกจเกิดการสูญหายเนื่องจากเกิดความเสียหายของข้อมูล (corruption) แต่ ทีซีพี/ไอพี ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ ด้วยเหตุนี้ ประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของทีซีพีจะลดลงเนื่องจากเกิดอัตราความผิดพลาดบิต (Bit Error Rate) หรือ BER สูงมากซึ่งจะส่งผลต่อ กลไกการลดขนาดหน้าต่างแม้ว่าลิงค์ไม่ได้เกิดความแออัด

2.4 ระบบการสื่อสารอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม (Internet Connection via Satellite)

ดาวเทียมเป็นสื่อที่มีบทบาทสำคัญ ช่วยให้การประยุกต์ใช้งานต่างๆ บนระบบอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ได้รับความนิยมทั้งในแง่ของการเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้งานอินเตอร์เน็ต และการประยุกต์ใช้งานด้านอื่นๆ ซึ่งสื่ออื่นไม่สามารถทำได้ การใช้งานดาวเทียม ยังช่วยเพิ่มขนาดความสามารถ ในการส่งสัญญาณ และความเร็ว โดยช่วยลดปัญหาการกระจุกตัวของข้อมูลในระบบ เนื่องจากการใช้งานที่ต้องการเรียกข้อมูลเป็นจำนวนมาก เช่น ข้อมูลประเภทมัลติมีเดียต่าง ๆ นอกจากนั้น ปัญหาดังกล่าว ยังเกิดจากลักษณะของการใช้งานอินเตอร์เน็ต ซึ่งจำนวนข้อมูลที่เรียกใช้ จะมีมากกว่าข้อมูลที่ส่งออกไปจากผู้ใช้งาน ทำให้ท่อรับ-ส่งข้อมูลซึ่งมีลักษณะเป็น Terrestrial Network ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ไม่สามารถรองรับกับปริมาณข้อมูลจำนวนมากได้ เนื่องจาก Terrestrial Network มีคุณภาพไม่ดีพอที่จะเรียกข้อมูลขนาดใหญ่จาก Internet backbone ในต่างประเทศ แต่หากมีการนำช่องสัญญาณดาวเทียมมาใช้กับระบบอินเตอร์เน็ต จะทำให้รับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้ในปริมาณมาก และสามารถใช้อินเตอร์เน็ตได้ในทุกพื้นที่ โดยไม่จำกัดว่าคุณจะอยู่ในพื้นที่ห่างไกลแค่ไหนก็ตาม

ในปัจจุบันได้มีการนำช่องสัญญาณดาวเทียมในย่านความถี่ Ku-Band 14/12 GHz คือมีความถี่ในการส่งสัญญาณขึ้นไปยังดาวเทียม (Uplink) 14-14.5 GHz และความถี่ในการส่งสัญญาณลงมาจากดาวเทียม (Downlink) 11.7-12.2 GHz ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต เนื่องจากว่าการให้บริการสื่อสารผ่านดาวเทียมในย่าน Ku-Band นั้น จะให้บริการ ในรูปแบบของ สัญญาณดิจิตอล หมายความว่า ช่องสัญญาณ ที่แบ่งย่อยจากช่องสัญญาณดาวเทียมนั้น มีการทำงานแบบดิจิตอล ทำให้ย่านความถี่ Ku-Band สามารถเชื่อมต่อกับข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง

ดาวเทียมไทยคม ซึ่งเป็นดาวเทียมสื่อสารดวงแรกของไทย ให้บริการหลักในการใช้วงจรดาวเทียมหรือทรานสปอนเดอร์ (Transponder) ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดินผ่านจานสายอากาศและนำสัญญาณนั้นมาแปลงความถี่ให้ต่ำลงและขยายสัญญาณให้มีกำลังแรงขึ้นเพื่อส่งสัญญาณ กลับมาสู่ สถานีปลายทาง บนพื้นโลก ณ ตำแหน่งใด ๆ ภายใต้ พื้นที่ครอบคลุม (Footprint) ของดาวเทียมไทยคม เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถเชื่อมต่อการสื่อสารในระยะทางที่ห่างไกลหรือสำหรับการสื่อสารแบบกระจายสู่ผู้รับจำนวนมาก (Broadcasting)

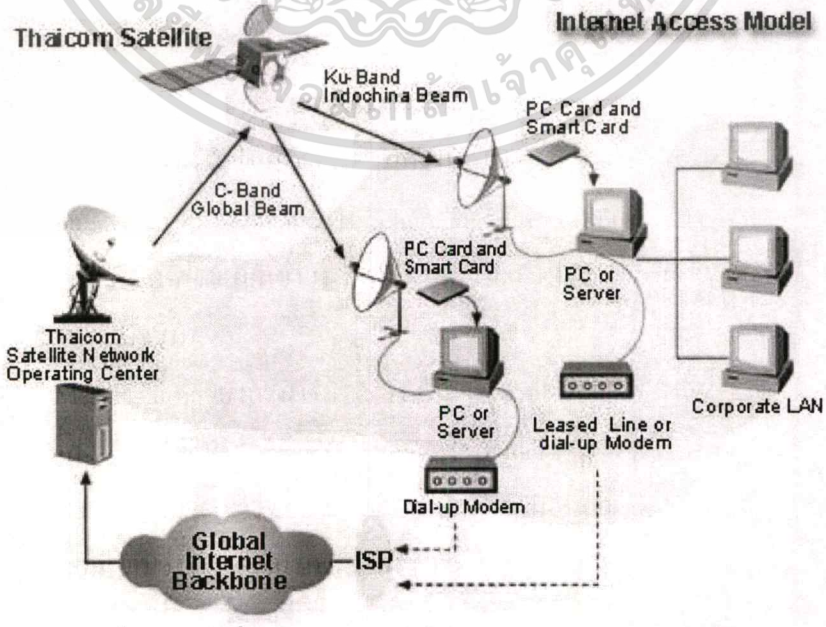
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเทียมไทยคมได้เปิดบริการเสริมในหลายรูปแบบซึ่งการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมก็เป็นบริการเสริมรูปแบบหนึ่งด้วย โดยมีการให้บริการสำหรับผู้ใช้ปลายทางใน 3 ลักษณะ คือ NetTurbo Netcast THAICOM Direct จากรูปแบบการให้บริการดังกล่าว เราเลือกใช้รูปแบบการเชื่อมต่อผ่านดาวเทียมทิศทางเดียวในด้าน downstream ที่เรียกว่าTHAICOM NetTurbo

THAICOM NetTurbo

THAICOM NetTurbo เป็นการให้บริการอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม แก่บุคคลทั่วไปที่มี PC เป็นของตนเอง (1 User) หรือระบบองค์กรขนาดใหญ่ ที่มีระบบเครือข่ายเชื่อมโยงกับสำนักงานสาขา (Multiple users & Corporate Network or Intranet) องค์กรขนาดใหญ่ที่มีการติดต่อสื่อสารรับ-ส่งข้อมูลต่างๆ จากสำนักงานใหญ่ไปยังสำนักงานสาขาในแต่ละพื้นที่ อาทิ in-house Video presentation Training video และ Product Brochure ต่างๆ ด้วยความกว้างของสัญญาณขนาดใหญ่ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการรับ-ส่งข้อมูลข่าวรวดเร็วตั้งแต่ 200 Kbps. จนถึง 8 Mbps. ซึ่งมีความเร็วมากกว่าโมเด็มทั่วไปในปัจจุบัน

THAICOM NetTurbo ยังสามารถรองรับเทคโนโลยี Digital Data Broadcasting ซึ่งผู้ใช้สามารถรับข้อมูลที่ส่งมาจากผู้ให้บริการ (Content Provider) โดยตรงเพียงมีเครื่องคอมพิวเตอร์โมเด็ม และสายโทรศัพท์ ผู้ใช้สามารถรับข้อมูล ข่าว หรือภาพยนตร์ในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว อีกทั้งยังสามารถติดต่อกลับไปยังผู้ให้บริการ เพื่อที่จะเลือกข้อมูล หรือรายการที่ต้องการในการรับชมต่อไป Digital Data Broadcasting ยังสามารถนำไปใช้ในองค์กรที่ต้องการติดต่อสื่อสารภายในอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมทิศทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้บริการลักษณะนี้ มีข้อดีคือ

- มีแบนด์วิทกว้าง ส่งข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก
- สามารถรับข้อมูลได้โดยตรงผ่านจานรับสัญญาณดาวเทียม
- ช่วยลดการจราจรภาคพื้นดิน
- สามารเพิ่มหรือลดขนาดของแบนด์วิท (bandwidth) ได้
- ไม่ต้องใช้แบนด์วิทร่วมกับผู้ใช้คนอื่น
- อุปกรณ์มีราคาถูก ติดตั้งง่าย

แต่มีข้อเสียหลายประการในการใช้อินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ซึ่งเป็นผลมาจากปัญหาของระบบสื่อสารดาวเทียมเอง ดังนี้

- Propagation Loss เป็นการสูญเสียกำลังงานจากระยะทางที่ไกลมาก ในการส่งสัญญาณจากสถานีรับส่งบนพื้นโลกกับสถานีบนดาวเทียม และทำให้ใช้เวลาในการตอบสนองช้ากว่าระบบสื่อสารภาคพื้นดินอีกด้วย

- Atmosphere Loss เป็นการสูญเสีย ที่เกิดสัญญาณดาวเทียม ผ่านชั้นบรรยากาศ ที่ปกคลุมโลก ซึ่งประกอบไปด้วย ก๊าซต่าง ๆ อะตอม ไอน้ำ มลภาวะ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศโลกที่ปกคลุมในรัศมี ประมาณ 400 ไมล์ ห่างจากพื้นโลก เมื่อคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band (14/12 GHz) เดินทางผ่านชั้นบรรยากาศโลก สัญญาณจะปะทะเข้ากับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) ส่งผลให้สัญญาณที่มีความถี่สูงเกิดการดูดกลืน สะท้อน หักเห ทำให้สัญญาณเดินทางไม่สะดวก ดังนั้นกำลังงานของสัญญาณจึงถูกลดทอนลง ซึ่งถือว่าเป็นอุปสรรคอีกอย่างหนึ่งในการสื่อสารผ่านดาวเทียม

- Rainfall Effect เป็นปัญหาสำคัญในการส่งสัญญาณในย่านความถี่สูง Ku-Band (14/12 GHz) ซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นมาก จนทำให้เมื่อเกิดฝนตกในชั้นบรรยากาศ เม็ดฝนที่หนาแน่นสามารถที่จะดูดซับคลื่นความถี่ในย่านนี้ได้ ทำให้การสื่อสารถูกตัดขาดได้ เป็นการเกิด Loss ในกรณีที่มีฝนตกในชั้นบรรยากาศ

2.5 ปัจจัยที่ส่งผลถึงการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานอินเตอร์เน็ทผ่านดาวเทียม

ในการส่งผ่านแอปพลิเคชั่นต่างๆ ผ่านดาวเทียม ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการใช้งานจะเหมือนกับการส่งผ่านเครือข่ายภาคพื้นดิน คือ ปริมาณงาน อัตราความผิดพลาด การประวิงเวลา การประวิงเวลาไป-กลับ และจิตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการส่งแอปพลิเคชั่นของอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม มีดังนี้

1. ค่าประวิงเวลา (Delay)

เนื่องจากระยะทางการส่งผ่านที่ไกล ผ่านลิงค์ดาวเทียม ซึ่งส่งผลกระทบต่อแอปพลิเคชั่นที่ใช้งานแบบปลายทางถึงปลายทาง (End-to-End) ในแง่ของคุณภาพเมื่อเทียบกับ การส่งผ่านภาคพื้น ได้แก่ ความเร็วในการรับข้อมูล การตอบสนองของข้อมูล

2.. การสูญเสีย (Loss)

เนื่องจากการส่งหลายวิถี (multipath) สัญญาณรบกวน (interference) เฟดดิง (fading) และการลดทอนเนื่องจากฝน (rain attenuation) ซึ่งเกิดเนื่องจากสภาพบรรยากาศ และเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้

จากคุณลักษณะ และข้อจำกัด ของการส่งผ่านด้วยดาวเทียม ดังที่กล่าวข้างต้น โดยเฉพาะระยะทางในการเดินทางระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ถึงดาวเทียม ซึ่งมีระยะทางไกลและใช้ระยะเวลานาน ทำให้เกิดความล่าช้าขึ้น แอปพลิเคชั่นจะมีเวลาตอบสนองที่นานขึ้นและส่งผลกระทบถึงประสิทธิภาพและคุณภาพการบริการที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

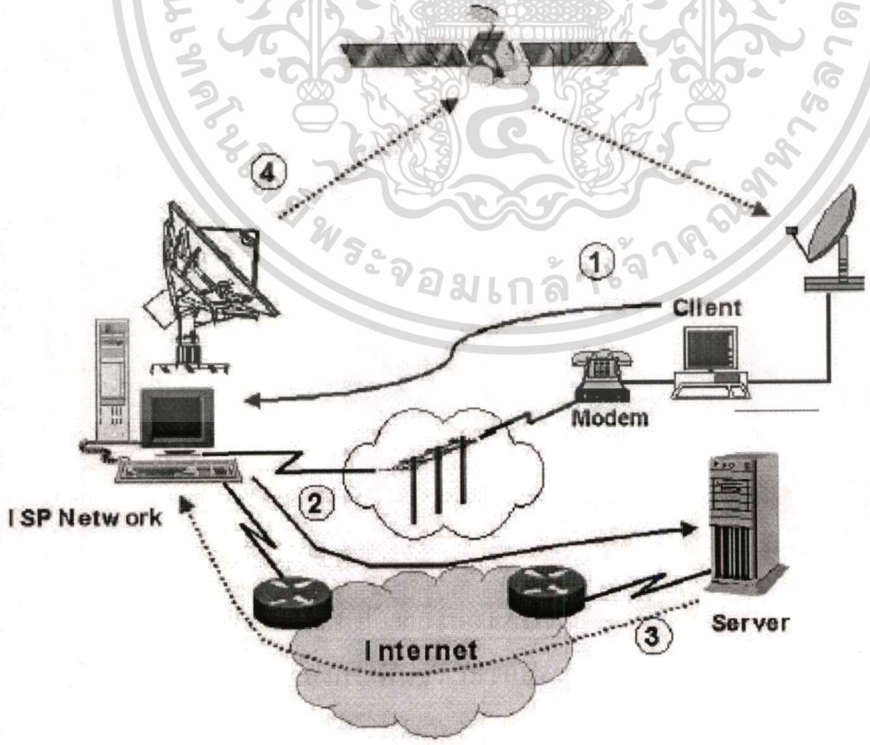
บทที่ 3

การออกแบบการทดลองและหลักการทำงานของโปรแกรม

3.1 รูปแบบการทดลองการประเมินประสิทธิภาพของคุณภาพการให้บริการ

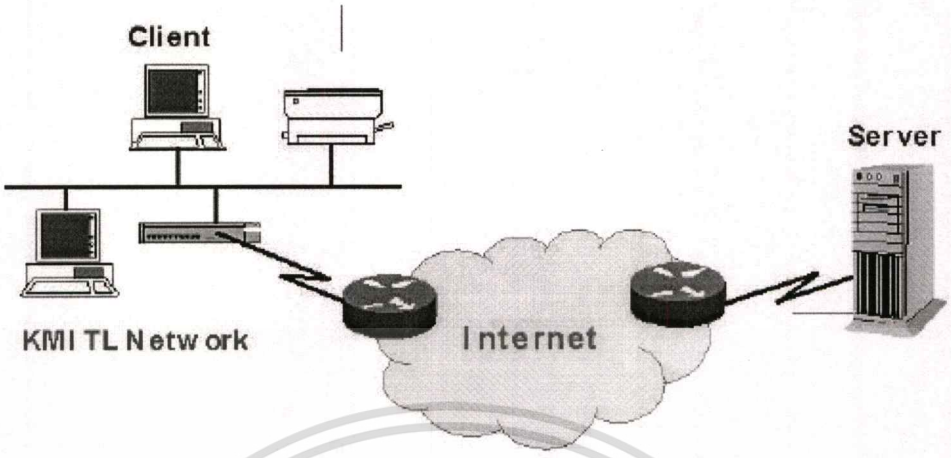
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ QoS ที่พิจารณาคือ ค่าหน่วงเวลา และแบนด์วิทที่ใช้ ซึ่งสัมพันธ์และส่งผลต่อ แอปพลิเคชั่นแบบสื่อประสมที่ปรากฏในการให้บริการ ในระดับปลายถึงปลาย โดยจะพิจารณาเฉพาะบริการระดับ Best-effort เนื่องจากเป็นการให้บริการที่พบได้ทั่วไป แอปพลิเคชั่นประเภทนี้ได้แก่ Light weight data ซึ่งเป็นแอปพลิเคชั่นในการส่งข้อมูลเว็ปเพจในรูปแบบของข้อความ (text/html)

จากรูปแบบของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมที่ศึกษาซึ่งมีลักษณะเป็นการให้บริการกับผู้ใช้ตามบ้านโดยตรงโดยอาศัยเครือข่ายส่วนตัวเสมือนและกลไกการแคชผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์ การทดลองประเมินประสิทธิภาพของ คุณภาพบริการที่กำหนด จะพิจารณาแอปพลิเคชั่นที่ให้บริการในระดับปลายถึงปลาย (End-to-end) เฉพาะบริการแบบ Best-effort โดยพิจารณาปัจจัยด้าน QoS ในเรื่องการหน่วงเวลา และแบนด์วิท

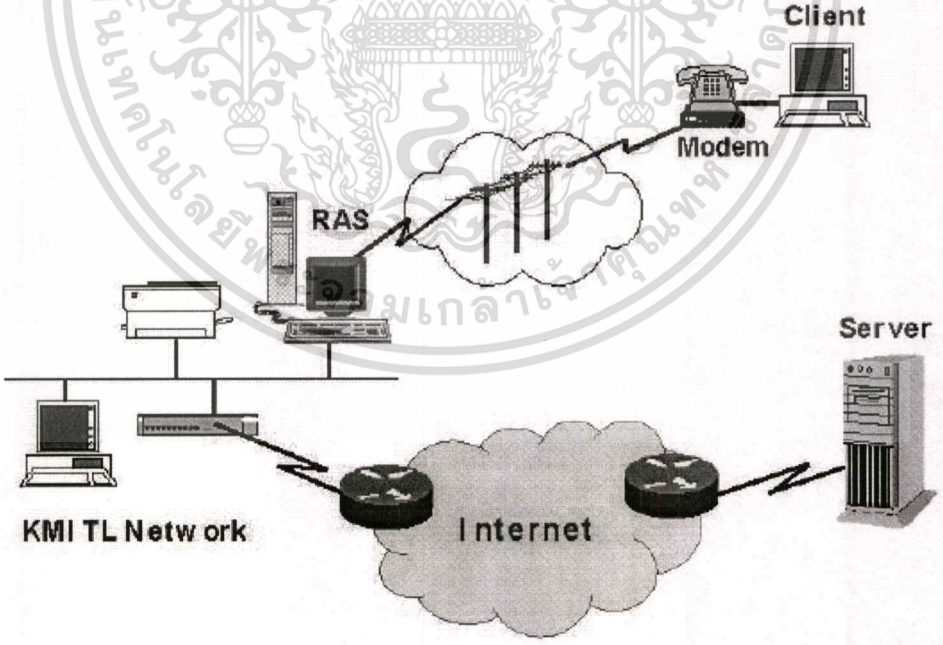


รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเกตเวย์ของเครือข่าย



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระยะไกล ผ่านโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมในการทดลองจะเป็นการจัดรูปแบบของเครือข่ายเพื่อใช้ในการทดลองเป็น 3 รูปแบบคือ การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม (ดังรูปที่ 3.1) การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเกตเวย์ของเครือข่าย (ดังรูปที่ 3.2) และการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระยะไกลผ่านโมเด็ม (ดังรูปที่3.3)

แอปพลิเคชั่นที่จะใช้ในการทดลอง เป็นแอปพลิเคชั่นประเภท Light weight data ซึ่งเป็นแอปพลิเคชั่นในการส่งข้อมูลเว็ปเพจ (Web document transfer) ในรูปแบบของข้อความ (text/html)

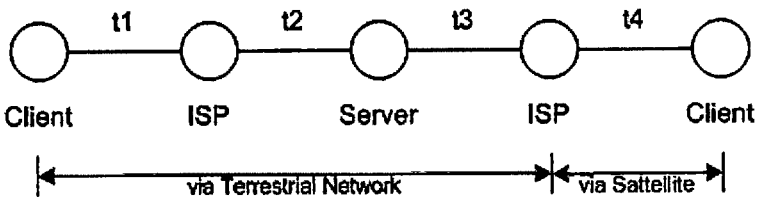
ปัจจัยที่จะใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ จะเป็น การวัดค่าการหน่วงเวลา (Delay) ที่ได้เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบนด์วิทที่ใช้เพื่อเปรียบเทียบภายใต้เงื่อนไขของเวลาและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้แก่ สภาพอากาศ เช่นฝนตก ช่วงเวลาการใช้งาน ได้แก่ ช่วงเวลาการใช้งานในเวลาปกติ และการใช้งานในช่วงเวลาโหลดสูงสุด โดยการกำหนด แอปพลิเคชั่นที่ให้บริการติดตั้งบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) ซึ่งเชื่อมต่อกับ อินเตอร์เน็ต และให้แอปพลิเคชั่นบนเครื่องไคลเอนต์ (Client) เรียกใช้ผ่านทางเครือข่ายภายใต้สภาพแวดล้อม ทั้ง 3 รูปแบบ ทั้งนี้ ก็เพื่อจะประเมินประสิทธิภาพของ คุณภาพบริการอินเตอร์เน็ตที่ได้ เปรียบเทียบภายใต้ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และมีผลกระทบต่อคุณภาพของบริการดังกล่าว รวมทั้งเพื่อ นำไปใช้ในการวิเคราะห์และบ่งชี้คุณภาพของการให้บริการที่ได้รับว่าสอดคล้องตามอัตราเร็วที่กำหนดหรือไม่

3.2 การออกแบบการทดลอง

จากการศึกษา ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบถึง การประเมินประสิทธิภาพ ของการใช้อินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ปัจจัยที่ส่งผลกระทบมากที่สุด คือ ระยะทางในการส่งผ่านที่ทำให้การใช้งานแอปพลิเคชั่นต่าง ๆ เกิดความล่าช้าขึ้น ดังนั้นในการทดลองจะเน้นที่จะทำการวัดค่าเวลาและปริมาณข้อมูลที่ใช้ ว่าจะส่งผลกระทบถึง คุณภาพการบริการ ของการใช้งานแอปพลิเคชั่นบนอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมอย่างไร โดยการออกแบบการทดลองเพื่อที่จะวัดค่าดังกล่าวและคาดการณ์จากค่าที่ทำการวัด ให้ผลลัพธ์เป็นอย่างไร และเทียบกับ คุณภาพการบริการภาคพื้นดิน ได้อย่างไร โดยที่จะใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในการตรวจจับแพ็กเกจของข้อมูลเพื่อหาเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล และ คำนวณหาปริมาณงานที่ใช้ ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 แบบ ได้แก่ การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเกตเวย์ของเครือข่ายสถาบัน และ การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระยะทางไกลผ่านโมเด็ม ดังรูปที่ 3.1 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ เพื่อทำการเปรียบเทียบวิเคราะห์ และสรุปจากผลที่ได้จากการทดลองการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 แบบ

จัดสภาพแวดล้อมในการทดลอง จะเป็นดังรูป 3.1 3.2 และ 3.3 โดยโปรแกรมที่พัฒนาจะรันที่ฝั่งของไคลเอนต์เพื่อที่จะวัด เวลาที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูล และขนาดข้อมูล เพื่อนำไปหาค่าเวลา ที่ใช้ในการโหลดข้อมูล ปริมาณงาน และประสิทธิภาพการใช้ช่องสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

จากรูปที่ 3.4 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม กำหนดให้

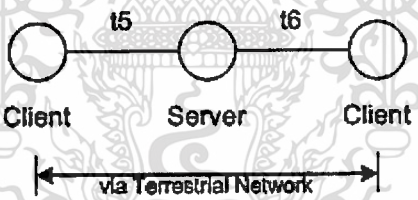
t1 = เวลาที่ใช้ในการส่งจากไคลเอนต์ไปยังไอเอสพี

t2 = เวลาที่ใช้ในการส่งจากไอเอสพีมายังเซิร์ฟเวอร์

t3 = เวลาที่ใช้ในการส่งจากเซิร์ฟเวอร์ไปยังไอเอสพี

t4 = เวลาที่ใช้ในการส่งจากไอเอสพีมายังไคลเอนต์

ซึ่งเวลา t1 t2 และ t3 เป็นเวลาที่ส่งผ่านเครือข่ายภาคพื้นดิน ส่วน t4 เป็นเวลาที่ส่งผ่านเครือข่ายดาวเทียม

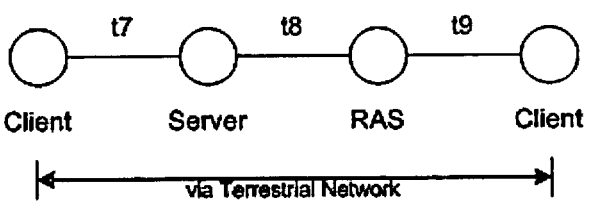


รูปที่ 3.5 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเกตเวย์ของเครือข่าย

จากรูปที่ 3.5 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเกตเวย์ของเครือข่าย กำหนดให้

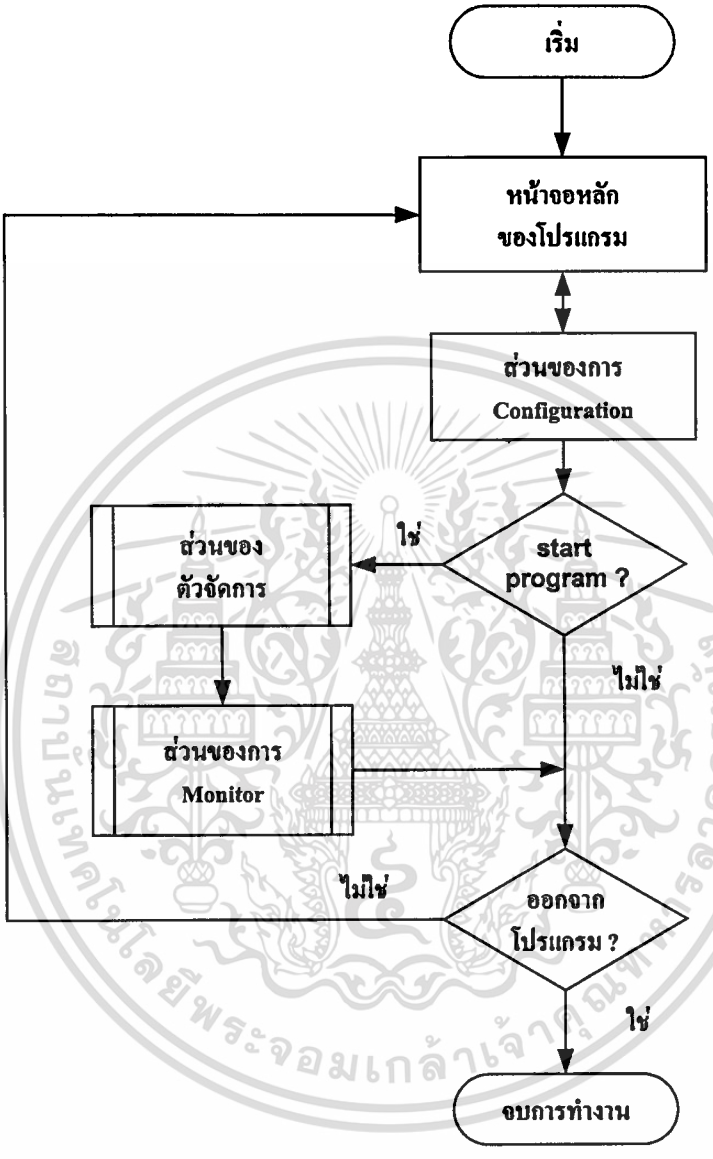
t5 = เวลาที่ใช้ในการส่งจากไคลเอนต์ไปยังเซิร์ฟเวอร์

t6 = เวลาที่ใช้ในการส่งจากเซิร์ฟเวอร์มายังไคลเอนต์



รูปที่ 3.6 เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระยะไกล ผ่านโมเด็ม

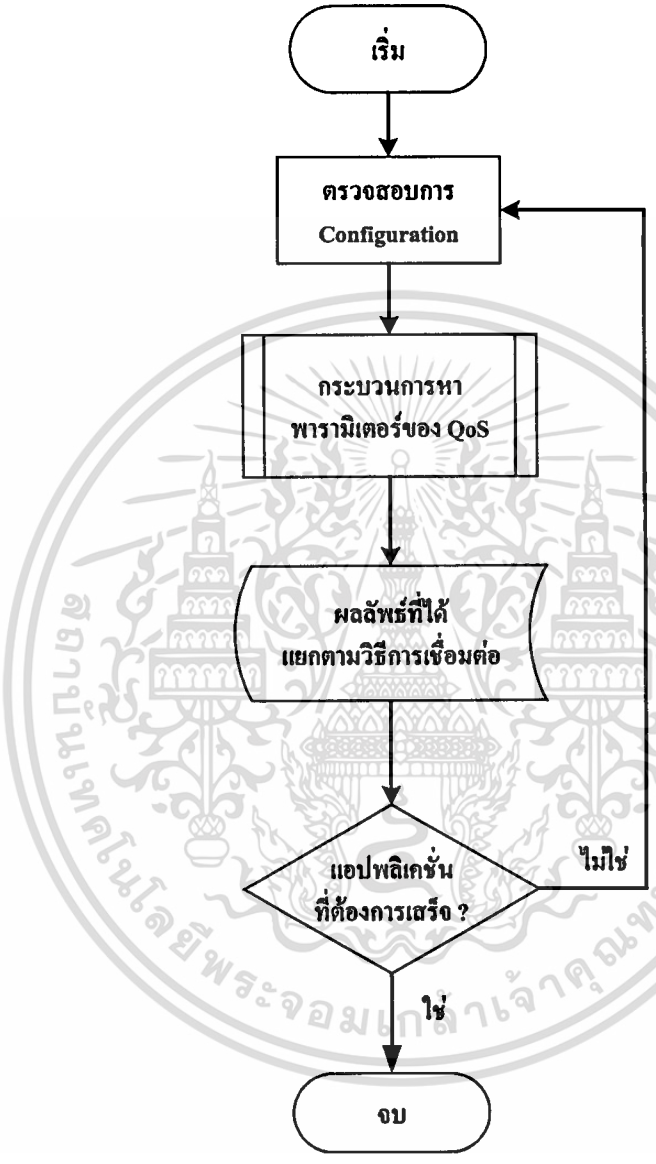
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 *ส่วนของตัวจัดการ*



รูปที่ 3.9 ส่วนของตัวจัดการ

ในส่วนของตัวจัดการ เป็นดังรูปที่ 3.9 โดยจะทำการตรวจสอบการ Configuration ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยค่า Configuration ประกอบด้วย แอดเดรส (address) หรือ URL ของแอปพลิเคชั่นที่ต้องการ โดยหลัก ๆ คือ ประเภทของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต และสภาพแวดล้อมที่ต้องการตรวจสอบ เนื่องจากการทดลองจะทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของคุณภาพการบริการเทียบกับขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล ดังนั้น ตัวโปรแกรมเองสามารถที่จะกำหนดค่าของแอดเดรสได้พร้อมกันหลายค่าเพื่อที่จะวัดแอปพลิเคชั่นที่มีขนาดข้อมูลที่แตกต่างกันได้

เมื่อตรวจสอบค่าการ Configuration เรียบร้อยแล้วจะเรียกกระบวนการหาพารามิเตอร์ของ QoS โดยกระบวนการนี้ จะทำการหาค่าที่จำเป็น ในการประเมินประสิทธิภาพหาคุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต ได้แก่ ขนาดข้อมูล และค่าเวลาต่าง ๆ โดยจะแบ่งแยกตาม ประเภทของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต พร้อมส่งผลลัพธ์ออกมาเพื่อให้ส่วนของการ monitor จัดการคำนวณหาคุณภาพการบริการและแสดงผลที่ได้จากการทดลอง

กระบวนการหาพารามิเตอร์ของ QoS

ในกระบวนการนี้ จะทำการวัดหาค่าพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพคุณภาพการบริการของอินเตอร์เน็ตสำหรับแอปพลิเคชั่นที่ใช้โปรโตคอล HTTP ได้แก่ ข้อมูลประเภทเว็บเพจ เฉพาะข้อมูลประเภทข้อความ (text/html) ดังรูปที่ 3.10

โปรแกรมจะทำการจับ เวลาเริ่มต้นที่ไคลเอนต์ทำการร้องขอข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ (TSc) เวลาที่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลไบต์แรกที่เซิร์ฟเวอร์ส่งมา (TSs) และเวลาที่เซิร์ฟเวอร์ส่งแอปพลิเคชั่นที่ทำการร้องขอส่งกลับมาให้ไคลเอนต์จนหมด (TRc)

โปรแกรมจะทำการอ่านค่าเฮดเดอร์ของ HTTP (MIME Header) ซึ่งจะได้ค่าจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ว่ามีไอพีแอดเดรส (IP Address) ขนาดของข้อมูล (Data Length) ประเภทของข้อมูล (Data Type) เป็นอะไร

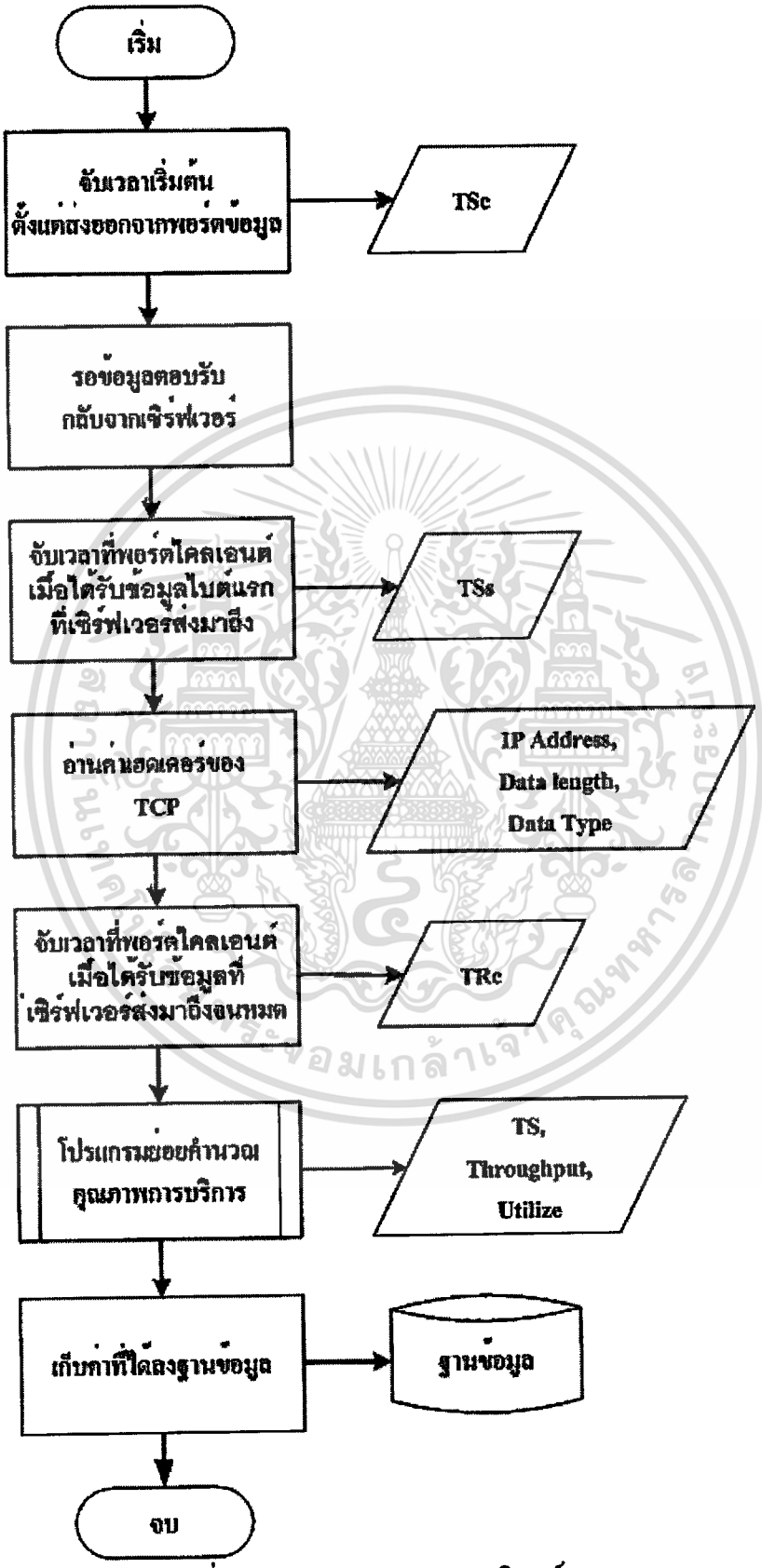
จากนั้น นำข้อมูลที่ได้มาทำ การคำนวณหาคุณภาพการบริการจากพารามิเตอร์ที่ได้จากส่วนของตัวจัดการโดยนำ ค่าพารามิเตอร์ มาผ่าน โปรแกรมย่อยคำนวณคุณภาพการบริการ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ คือ ข้อมูลที่เก็บความสัมพันธ์ระหว่างค่าของคุณภาพการบริการ อันได้แก่ ค่า TS Throughput และ Utilize

โดยที่ค่าที่ได้ทั้งหมด จะแสดงที่หน้าจอ Status รวมถึงข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นด้วยเช่นกัน

โปรแกรมย่อยคำนวณคุณภาพการบริการ

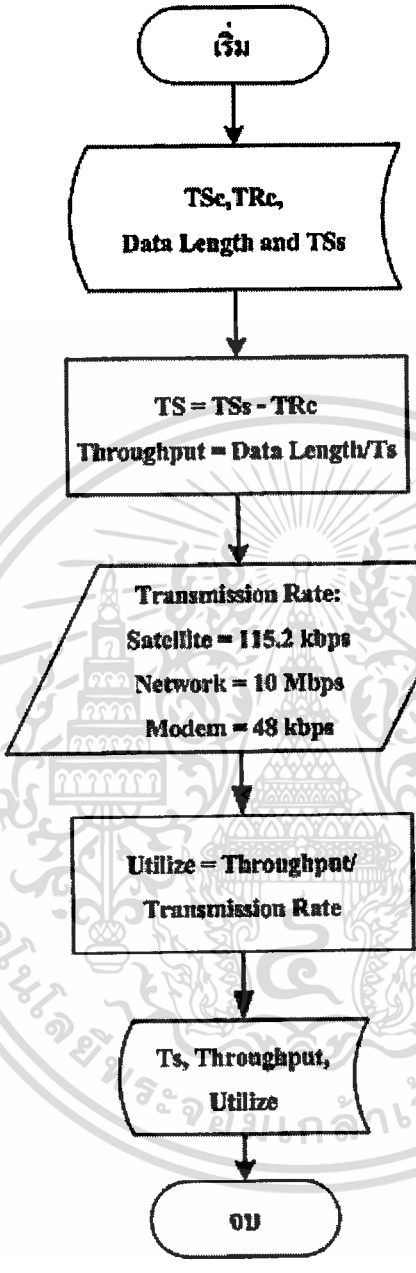
ในส่วนนี้ มีหน้าที่ในการคำนวณคุณภาพการบริการ จากค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ TSc, TRc, Data length and TSs ที่ได้จากการทดลอง เพื่อคำนวณหาคุณภาพการบริการ อันได้แก่ ค่า TS Throughput และ Utilize ดังสมการ (1) (2) และ (3) ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 กระบวนการหาพารามิเตอร์ของ QoS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 โปรแกรมย่อยคำนวณคุณภาพการบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 *ส่วนของการ Monitor*

ในส่วนนี้ มีหน้าที่ แสดงผลที่ได้ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ และตามสภาพแวดล้อมที่ทำการทดลอง โดยอยู่ในรูปของตาราง

การทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.12 เริ่มจาก นำผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนของตัวจัดการ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่วัดได้ และผลลัพธ์ของคุณภาพการบริการที่ได้ ซึ่งเก็บไว้ในฐานข้อมูล มาแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของตาราง ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. ข้อมูลของค่าที่วัดได้จากการทดลอง (Measured Value) ประกอบด้วย
   1.1 ตารางรายละเอียดของ URL ที่ทำการวัด
   1.2 ข้อมูลของค่าเวลาที่วัด ได้แก่ Source TSc TSs และ TRC แบ่งได้ 2 ประเภท คือ
      1.2.1 ประเภทการเชื่อมต่อ ได้แก่ การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม ผ่านเครือข่าย และผ่านโมเด็ม
      1.2.2 สภาพแวดล้อมในการทดลอง ได้แก่ โหลดปกติ โหลดสูงสุด และสภาวะฝนตก
2. ข้อมูลผลลัพธ์คุณภาพการบริการ (QoS Result) ประกอบด้วยค่า Source TS Throughput และ Utilize แบ่งได้ดังนี้
   2.1 ประเภทการเชื่อมต่อ ได้แก่ การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม ผ่านเครือข่าย และผ่านโมเด็ม
   2.2 สภาพแวดล้อมในการทดลอง ได้แก่ โหลดปกติ โหลดสูงสุด และสภาวะฝนตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

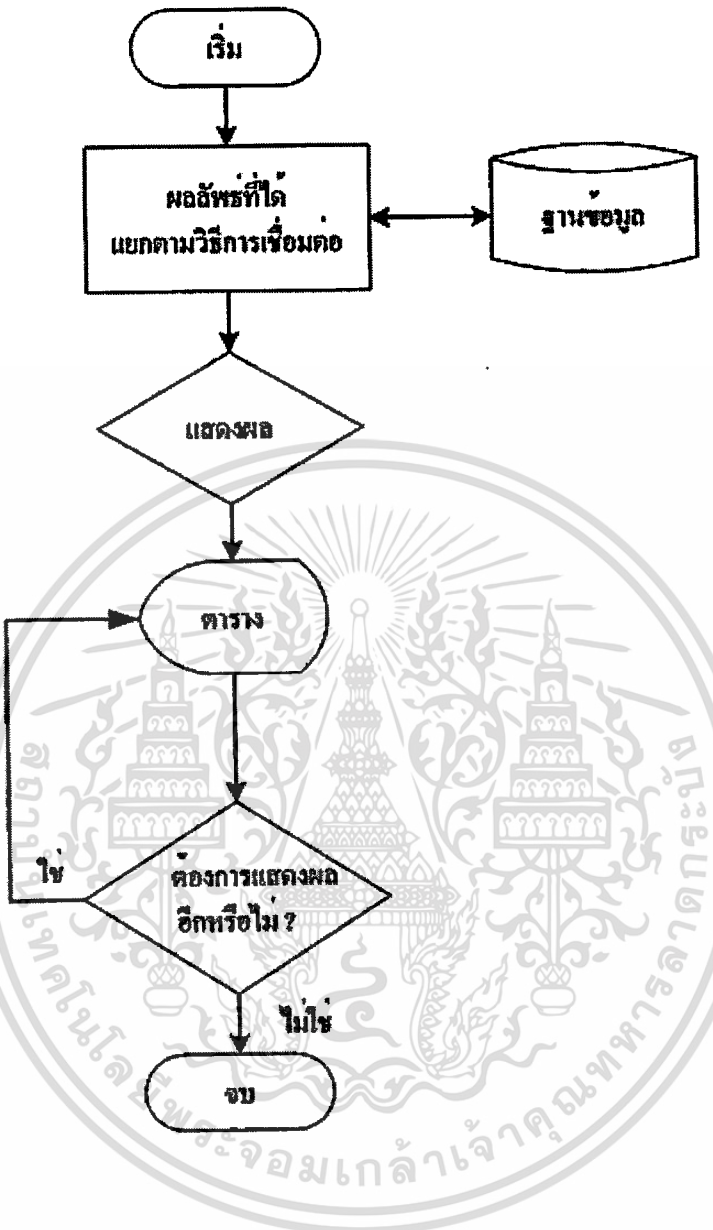
3.3.4 *ส่วนของการ Monitor*

ในส่วนนี้ มีหน้าที่ แสดงผลที่ได้ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ และตามสภาพแวดล้อมที่ทำการทดลอง โดยอยู่ในรูปของตาราง

การทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.12 เริ่มจาก นำผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนของตัวจัดการ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่วัดได้ และผลลัพธ์ของคุณภาพการบริการที่ได้ ซึ่งเก็บไว้ในฐานข้อมูล มาแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของตาราง ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. ข้อมูลของค่าที่วัดได้จากการทดลอง (Measured Value) ประกอบด้วย
   1.1 ตารางรายละเอียดของ URL ที่ทำการวัด
   1.2 ข้อมูลของค่าเวลาที่วัด ได้แก่ Source TSc TSs และ TRC แบ่งได้ 2 ประเภท คือ
      1.2.1 ประเภทการเชื่อมต่อ ได้แก่ การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม ผ่านเครือข่าย และผ่านโมเด็ม
      1.2.2 สภาพแวดล้อมในการทดลอง ได้แก่ โหลดปกติ โหลดสูงสุด และสภาวะฝนตก
2. ข้อมูลผลลัพธ์คุณภาพการบริการ (QoS Result) ประกอบด้วยค่า Source TS Throughput และ Utilize แบ่งได้ดังนี้
   2.1 ประเภทการเชื่อมต่อ ได้แก่ การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม ผ่านเครือข่าย และผ่านโมเด็ม
   2.2 สภาพแวดล้อมในการทดลอง ได้แก่ โหลดปกติ โหลดสูงสุด และสภาวะฝนตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 การแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมพล็อตแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์

ในส่วนนี้จะใช้โปรแกรม Microsoft Excel ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ได้มาไว้ในฐานข้อมูล และนำข้อมูลมาแสดงคุณภาพการบริการในรูปแบบกราฟ ซึ่งข้อมูลที่จะแสดงมี ดังนี้

(1) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ค่าเวลาตั้งแต่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลไบต์แรก จนกระทั่งได้รับข้อมูลนั้นจนหมด (TS) กับ ขนาดของข้อมูล (Data Length)

(2) กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ปริมาณงาน (Throughput) กับ ขนาดของข้อมูล

(3) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพการใช้ (Utilize) กับขนาดของข้อมูล

โดยจะทำการเปรียบเทียบระหว่างการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ และในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ เช่นฝนตก และช่วงเวลาการใช้งาน ในช่วงโหลดปกติ และช่วงโหลดสูงสุด

3.4 ฐานข้อมูล

จากการใช้งานของโปรแกรมจะจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล โดยฐานข้อมูลจะจัดเก็บข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการตั้งค่า การทดลอง และผลลัพธ์ที่คำนวณได้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ตาราง ได้แก่

Table: SourceDetail	เก็บข้อมูลรายละเอียดของ Source ที่ทำการวัด
Table: Satellite	เก็บข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม
Table: Network	เก็บข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่าย
Table: Modem	เก็บข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านโมเด็ม

ตารางที่ 4.1 Table SourceDetail

Field Name	Data Type	Length	Description	Key
Recordno	Integer	10	ลำดับบันทึก	Primary Key
Source	Text	50	Source ที่ทำการวัด	
IPaddress	Text	20	IP Addressของ Source	
DataLength	Integer	10	ความยาวของข้อมูลที่วัดได้	
DataType	Text	20	บอกประเภทของข้อมูลที่วัด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 Table Satellite

Field Name	Data Type	Length	Description	Key
Recordno	Integer	10	ลำดับบันทึก	Primary Key
Source	Text	50	Source ที่ทำการวัด	
IPaddress	Text	20	IP Addressของ Source	
Condition	Text	20	เงื่อนไขในการวัด	
DataLength	Integer	10	ความยาวของข้อมูลที่วัดได้	
DataType	Text	20	บอกประเภทของข้อมูลที่วัด	
TSc	Text	10	เวลาที่ทำการส่งคำร้องขอ	
TSs	Text	10	เวลาที่ได้รับไบต์แรก	
TRc	Text	10	เวลาที่ได้รับข้อมูลจนหมด	
TS	Long Integer	20	เวลาที่ตอบสนอง	
Throughput	Double	20	ปริมาณงาน	
Utilize	Double	20	ประสิทธิภาพการใช้งานช่องสื่อสาร	

ตารางที่ 4.3 Table Network

Field Name	Data Type	Length	Description	Key
Recordno	Integer	10	ลำดับบันทึก	Primary Key
Source	Text	50	Source ที่ทำการวัด	
IPaddress	Text	20	IP Addressของ Source	
Condition	Text	20	เงื่อนไขในการวัด	
DataLength	Integer	10	ความยาวของข้อมูลที่วัดได้	
DataType	Text	20	บอกประเภทของข้อมูลที่วัด	
TSc	Text	10	เวลาที่ทำการส่งคำร้องขอ	
TSs	Text	10	เวลาที่ได้รับไบต์แรก	
TRc	Text	10	เวลาที่ได้รับข้อมูลจนหมด	
TS	Long Integer	20	เวลาที่ตอบสนอง	
Throughput	Double	20	ปริมาณงาน	
Utilize	Double	20	ประสิทธิภาพการใช้งานช่องสื่อสาร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 Table Modem

Field Name	Data Type	Length	Description	Key
Recordno	Integer	10	ลำดับบันทึก	Primary Key
Source	Text	50	Source ที่ทำการวัด	
IPaddress	Text	20	IP Addressของ Source	
Condition	Text	20	เงื่อนไขในการวัด	
DataLength	Integer	10	ความยาวของข้อมูลที่วัดได้	
DataType	Text	20	บอกประเภทของข้อมูลที่วัด	
TSc	Text	10	เวลาที่ทำการส่งคำร้องขอ	
TSs	Text	10	เวลาที่ได้รับไบต์แรก	
TRc	Text	10	เวลาที่ได้รับข้อมูลจนหมด	
TS	Long Integer	20	เวลาที่ตอบสนอง	
Throughput	Double	20	ปริมาณงาน	
Utilize	Double	20	ประสิทธิภาพการใช้งานช่องสื่อสาร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การพัฒนาระบบงาน

ที่ผ่านมา ได้ออกแบบระบบตรวจสอบคุณภาพการบริการ โดยมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังที่ได้แสดงไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ในบทนี้จะนำส่วนที่ได้ออกแบบไว้มาทำการสร้างระบบจริง โดยกล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม การพัฒนาโปรแกรม การทำงานของโปรแกรม และอธิบายวิธีทดลองโดยใช้โปรแกรม ดังมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ระบบ

วิเคราะห์โดยใช้ หลัก Object Oriented Analysis โดยใช้ Unified Modeling Language (UML) เป็นภาษาเพื่อการวิเคราะห์และออกแบบ ได้ดังนี้

4.1.1 การกำหนด Problem Domain

สิ่งที่อยู่ในข้อกำหนดของ Problem Domain

- Problem Domain ของระบบนี้จะทำการวัดคุณภาพการบริการของแอปพลิเคชั่นที่ใช้งานประเภท Lightweight data ได้แก่ Web page document ในรูปแบบของ text/html โดยมีเงื่อนไขในการวัดโดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ แยกตามประเภทการเชื่อมต่อ และสภาพแวดล้อม จากนั้นจะต้องสามารถนำข้อมูลมาแสดงผลลัพธ์ได้ในรูปของตารางและกราฟ

4.1.2 Class ใน Problem Domain

จากการวิเคราะห์ จะพบว่า Class ที่ควรจะมีใน Problem Domain นี้ ได้แก่

- โปรแกรมที่ใช้
- Source
- ฐานข้อมูล
- เงื่อนไขในการทดลอง
- ผลลัพธ์ที่ได้
- ผู้ใช้โปรแกรม

4.1.3 Use case และ Actor ที่มีใน Problem, Domain

Actor ที่มีใน Problem Domain นี้ได้แก่

- ผู้ใช้โปรแกรม (User)

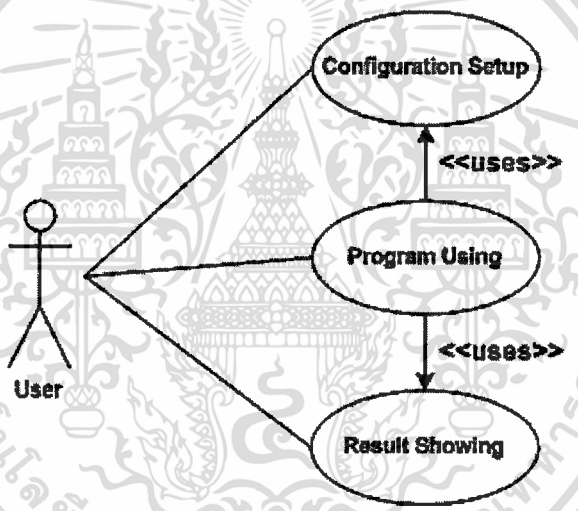
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Use Case ที่มีใน Problem Domain นี้ได้แก่

- การใช้โปรแกรม (Program Using) คือ Use Case ที่แสดงการใช้งานโปรแกรม
- การกำหนด Configuration (Configuration Setup) คือ Use Case ที่แสดงการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ได้แก่ ประเภทการเชื่อมต่อ สภาพแวดล้อมในการใช้งาน และ URL ที่ต้องการ
- การแสดงผลลัพธ์ที่ได้ (Result Showing) คือ Use Case ที่แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดและคุณภาพการบริการที่ได้จากการทดลอง

4.1.4 Use Case Diagram

จาก Use Case และ Actor ที่มีอยู่ใน Problem Domain ทำให้สามารถเขียน Use Case Diagram ได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 Use Case Diagram ของระบบ

จากการวิเคราะห์พบว่าการใช้โปรแกรมจะต้องเรียกใช้งานส่วนของการกำหนด Configuration เพื่อกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ทำการวัด และเรียกใช้การแสดงผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อแสดงค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองและคุณภาพการบริการที่ได้รับ

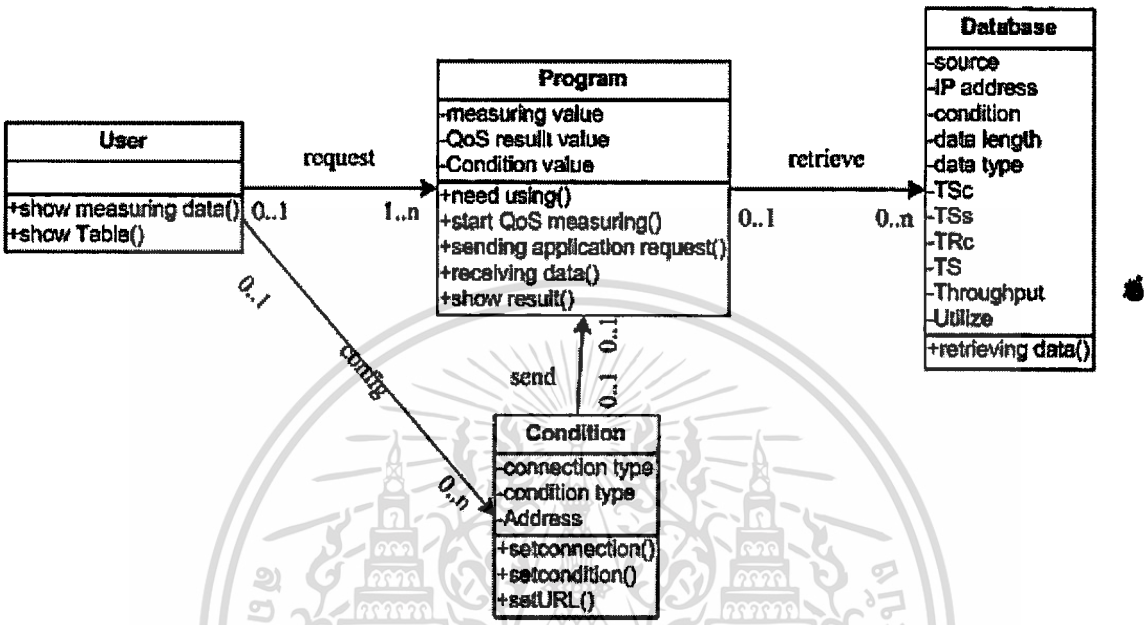
4.1.5 Class Diagram

จาก Class Diagram สามารถอธิบายได้ว่า

- ผู้ใช้ สามารถเรียกใช้โปรแกรมได้หลายครั้ง และสามารถกำหนดเงื่อนไขในการวัดได้หลายครั้ง
- เมื่อผู้ใช้กำหนดค่า condition ต่าง ๆ แล้ว condition นั้น จะถูกกำหนดให้กับค่าในโปรแกรมเลย

เอกสารนี้มีไว้เพื่อสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปรแกรมสามารถเรียกใช้งานในการดูข้อมูลในฐานข้อมูลได้หลายค่าแล้วแต่ว่าจะต้องการ แสดงผลอะไร



รูปที่ 4.2 Class Diagram

4.1.6 Sequence Diagram

(1) Sequence Diagram ของ Use Case การกำหนด Configuration

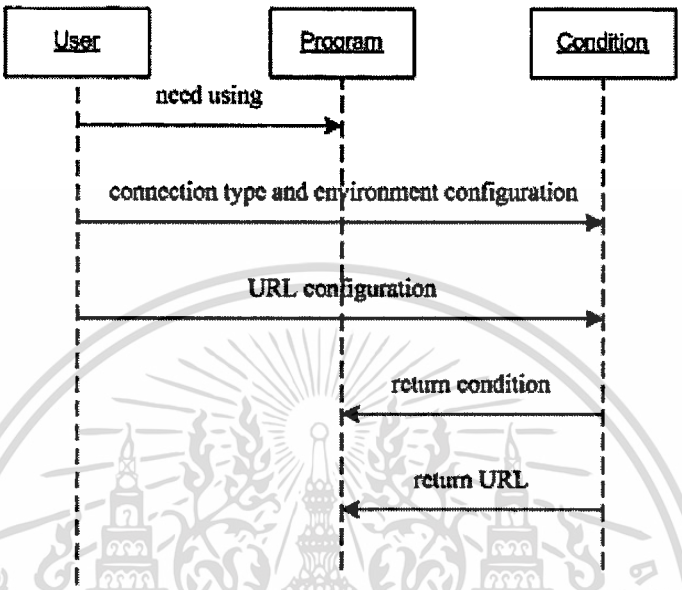
Sequence Diagram ของ Use Case การกำหนด Configuration แสดงเหตุการณ์ เมื่อผู้ใช้ต้องการกำหนด ค่าและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ทำการทดลอง โดยการกำหนด ประเภทการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต สภาพแวดล้อม และ URL ที่ต้องการทดลอง ดังรูปที่ 4.3

(2) SequenceDiagram ของ Use Case การใช้โปรแกรม

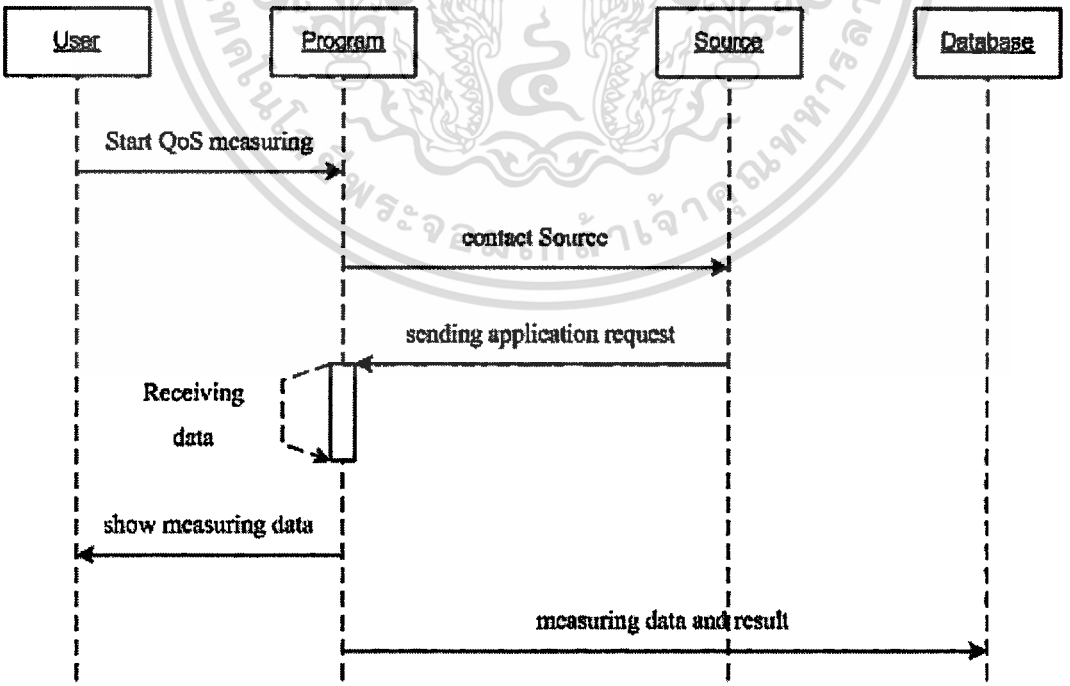
SequenceDiagram ของการใช้โปรแกรม เริ่มต้นจากสั่งโปรแกรมให้ทำการวัดคุณภาพการบริการ โปรแกรมจะทำการจับเวลาเริ่มต้นทำการร้องขอ (TSc) แล้วโปรแกรมจะส่งคำสั่งไปติดต่อ Source หรือ URL ที่กำหนดไว้ใน Configuration จากนั้น Source จะทำการส่งข้อมูลกลับมาให้โปรแกรม โดยข้อมูลที่ส่งมา คือ ค่า IP Address ประเภทของข้อมูล และความยาวของข้อมูล ทางโปรแกรมจะทำการจับเวลาที่ได้รับข้อมูลไบต์แรก (TSs) และโปรแกรมจะทำการโหลดข้อมูลที่ได้รับมาจากเซิร์ฟเวอร์ จนกระทั่งได้รับข้อมูลจนหมด จะจับเวลานั้น (TRc) เมื่อได้รับข้อมูลหมดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำการคำนวณหา ค่าคุณภาพการบริการ และแสดงค่าต่าง ๆ แก่ผู้ใช้ แล้วนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 4.4



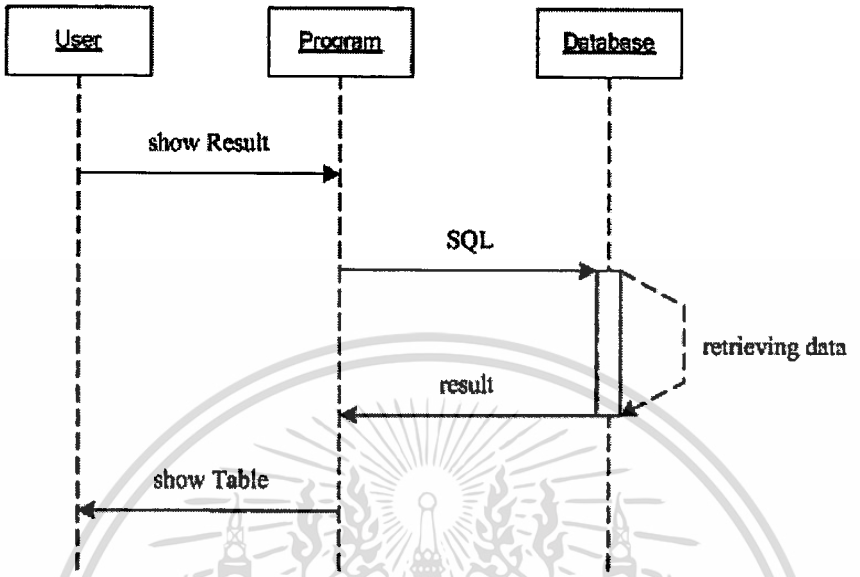
รูปที่ 4.3 SequenceDiagram ของการกำหนด Configuration



รูปที่ 4.4 SequenceDiagram ของการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) Sequence Diagram ของ Use Case การแสดงผลลัพธ์ที่ได้



รูปที่ 4.5 SequenceDiagram ของการแสดงผลลัพธ์

SequenceDiagram ของการแสดงผลลัพธ์ เริ่มต้นจากผู้ใช้ส่งคำสั่งให้โปรแกรมแสดงผลลัพธ์ที่ได้ โปรแกรมจะทำการส่งคำสั่ง SQL ไปยังฐานข้อมูลเพื่อคิวรี่และให้ฐานข้อมูลแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบที่ต้องการ ฐานข้อมูลเมื่อคำนวณและทำตามคำสั่ง SQL แล้วจะส่งผลลัพธ์มาให้โปรแกรม เพื่อที่โปรแกรมจะนำไปแสดงให้กับผู้ใช้ในรูปแบบของตาราง

4.2 การพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย 3 โปรแกรม ดังนี้

- โปรแกรมวัดคุณภาพการบริการ (QoS Program) เขียนขึ้นโดยใช้ Borland Jbuilder ซึ่งใช้ภาษาจาวา ทำหน้าที่ในการวัดค่าต่าง ๆ และคำนวณหาคุณภาพการบริการ โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขในการเชื่อมต่อและสภาพแวดล้อมในการทดลองได้ นอกจากนี้ทำหน้าที่ในการแสดงผลค่าต่าง ๆ ที่ได้ อยู่ในรูปแบบของตาราง

- โปรแกรม Microsoft Access ใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูล ค่าต่างๆ ที่ได้

- โปรแกรม Microsoft Excel ใช้ในการสร้างกราฟ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพการบริการ โดยแยกเปรียบเทียบ 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทการเชื่อมต่อ และสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 เครื่องมือที่ใช้ (Tools)

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาจะเป็นโปรแกรมที่ใช้โครงสร้างทางภาษาที่เป็นแบบ Object - oriented program ได้แก่ ภาษาจาวา ซึ่งในการเขียนโค้ดด้วยภาษาจาวา จะใช้โปรแกรม Jbuilder ในการคอมไพล์และดีบัก ที่เลือกใช้ Jbuilder ในการออกแบบมีเหตุผลหลายประการ ดังนี้

- สามารถออกแบบส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ได้ง่าย เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเขียนโค้ดในส่วนนี้เอง ทางโปรแกรมมีรูปแบบซึ่งสามารถดึงมาใช้ได้เลย
- มี library ที่เกี่ยวข้องกับส่วนที่ต้องการให้เลือกมากมาย สะดวกแก่การใช้ ไม่ต้องสร้างฟังก์ชั่นเอง ซึ่งช่วยลดเวลาในการพัฒนาลง
- สามารถสร้างการทำงานแบบมัลติเทรด (multithread) ได้ง่าย เพราะมี class รองรับอยู่แล้ว
- โครงสร้างทางภาษาเป็นแบบ object-oriented ทำให้การออกแบบซ่อนความซับซ้อนไว้ภายใน จึงสามารถตรวจสอบโปรแกรมและหาข้อผิดพลาดได้ง่าย
- ตัว Jbuilder สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดทางไวยากรณ์ พร้อมทั้งแสดงผลและส่วนที่เกิดความผิดพลาด ทำให้เกิดความรวดเร็วในการแก้ไขส่วนที่ผิดพลาด

4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบงาน

จากที่กล่าวไปในบทก่อนหน้านี้แล้วว่า ระบบเครือข่ายที่ใช้นั้นมี 3 รูปแบบ ซึ่งมีรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. เครื่องที่ใช้ในการทดลอง

- CPU: Pentium III 700 MHz
- RAM: 128 Mbytes
- Harddisk: 20 GB
- NIC: RealTek RTL8139(A) PCI Fast Ethernet Adapter
- อุปกรณ์เชื่อมต่อกับ NetTurbo
- OS: Window 2000 Advance Server
- Host: Ligay.mvlab.reccit.kmitl.ac.th

2. อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมทิศทางเดียว (NetTurbo)

- จานรับสัญญาณดาวเทียม (only antenna (TVRO) Ku-band) ขนาด 60-120 cm
- BroadLogic ABA2030 Adapter (NetTurbo PC card)
- Diamond Supra Express Modem 56 kbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบเครือข่าย

- LAN ของสำนักวิจัยการสื่อสารและเทคโนโลยี (ReCCIT) ภายในห้องปฏิบัติการมัลติมีเดีย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- NetTurbo อินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมความเร็ว 128 kbps ให้บริการโดย CS Internet (ISP)

4. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ (Development Tools)

- Borland Jbuilder 6 Enterprise
- Microsoft Access
- Microsoft Excel

4.2.3 การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

ในกาสร้างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ Jbuilder นั้นสามารถทำได้ง่าย เนื่องจากเครื่องมือดังกล่าว ได้อำนวยความสะดวก ในการสร้างรูปแบบของหน้าจอ ปุ่ม และส่วนต่าง ๆ โดยพิจารณาเป็นวัตถุ (object) หนึ่งที่ Jbuilder สร้างไว้ให้ มาวาง ณ ตำแหน่งที่เรากำหนดและสามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ตามต้องการ รวมถึงการกำหนดรูปแบบของการจัดวางและเหตุการณ์ที่เชื่อมโยงกับวัตถุนั้น

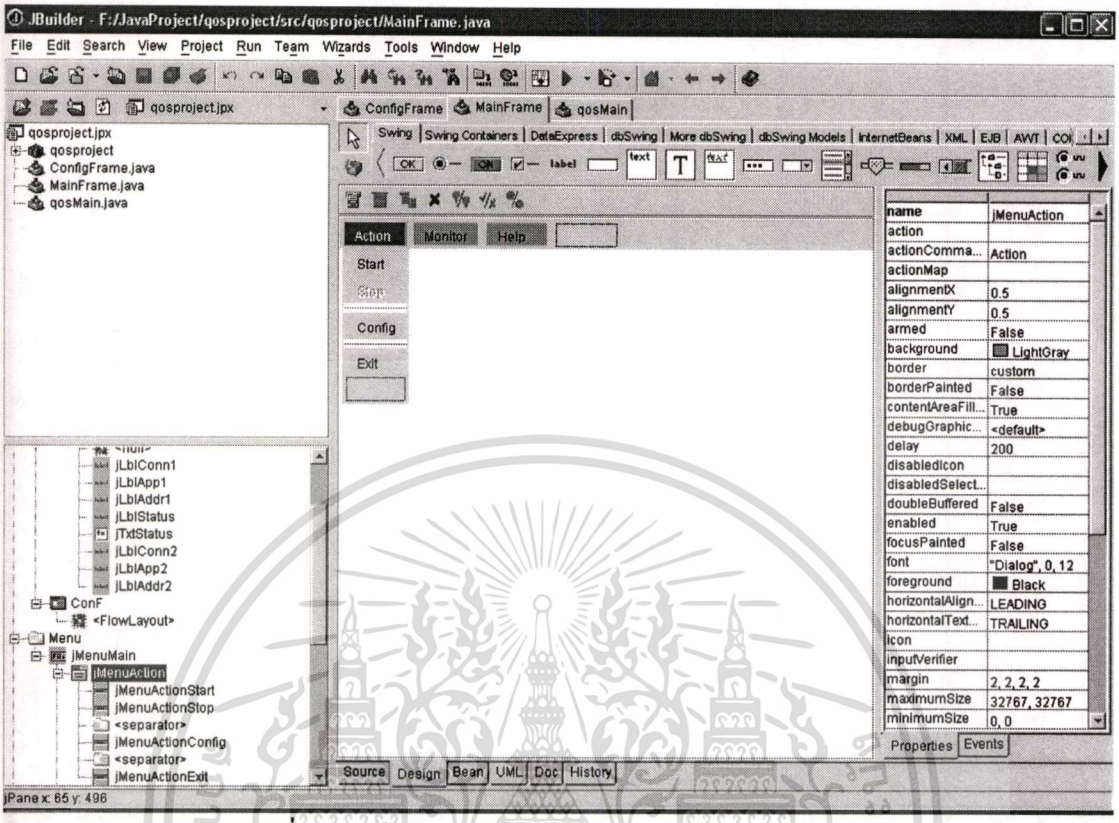
ในการสร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้นั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนของเมนู

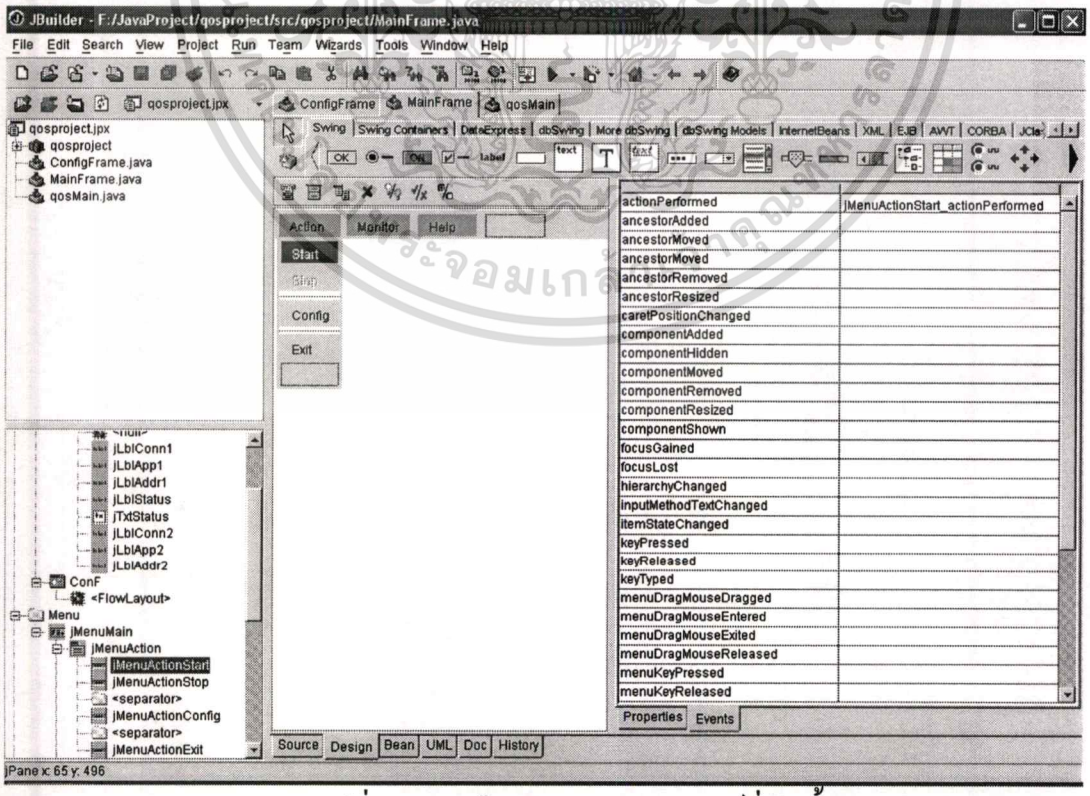
โปรแกรม Jbuilder ได้อำนวยความสะดวกในการสร้างเมนูเช่นกัน โดยขั้นแรกจะต้องเลือกแถบข้างเครื่องมือให้อยู่ในโหมดของการออกแบบ (design) แล้วทำการเลือกที่เมนู (menu) ในส่วนของหน้าต่าง structor ทางด้านซ้ายล่างของหน้าจอ ดังรูปที่ 4.6

ในการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในเมนูนั้น สามารถทำได้โดยตรง โดยทำการคลิกเมาท์ไปยังส่วนของเมนูหลักที่ต้องการเพิ่ม แล้วพิมพ์ชื่อของเมนูย่อยเข้าไปโดยตรง Jbuilder จะทำการสร้างส่วนที่เกี่ยวข้องในการร้างเมนูนั้นให้โดยอัตโนมัติ จากนั้นเมื่อต้องการเชื่อมโยงเมนูย่อยกับเหตุการณ์ที่กระทำกับเมนูนั้น วิธีการหนึ่งคือเลือกหน้าต่างด้านขวามือสุด ซึ่งสามารถเลือก Properties กับ Events ได้ ให้ทำการเลือก Event ที่ต้องการ เช่น รูปที่ 4.7 ทำการเลือก actionPerformed event โดยเมื่อเหตุการณ์ที่มีการเลือกเมนูย่อยนั้น จะกระโดดไปส่วนของโปรแกรมย่อยนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 หน้าต่างของ Jbuilder ในการสร้างส่วนของเมนู



รูปที่ 4.7 การเลือกจัดการกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเลือกเหตุการณ์ดังรูปแล้ว Jbuilder จะเพิ่มฟังก์ชั่นที่เชื่อมโยงกับเหตุการณ์นั้นให้แล้วกระโดดไปยังส่วนของโหมด Source ให้ เพื่อเพิ่มโค้ดที่ต้องการ เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ดังรูปที่ 4.8

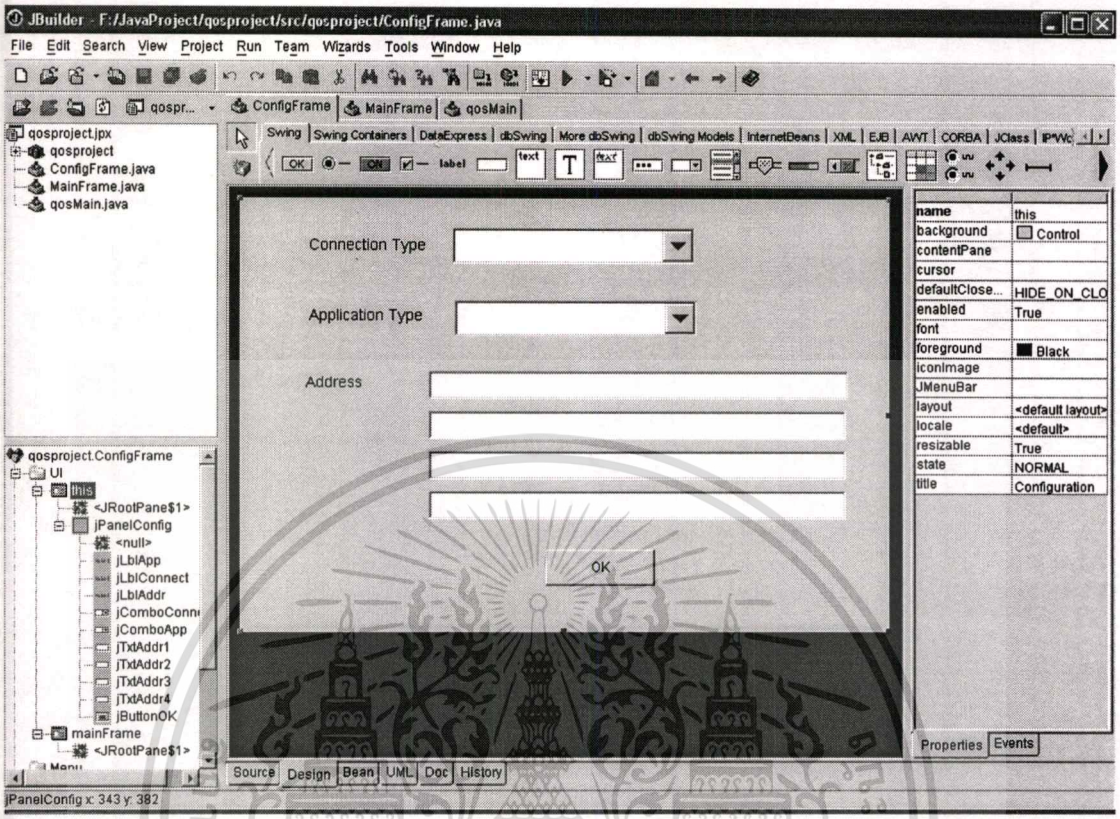
สำหรับส่วนโค้ดในการเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่าง ๆ กับเมนูในแต่ละส่วนที่ออกแบบไว้นั้น จะแสดงไว้โดยละเอียดในส่วนภาคผนวกต่อไป

```
void jMenuActionStart_actionPerformed(ActionEvent e)
{
  String connRecv, appRecv ;
  if (ConF.jComboConnect.getSelectedItem()==connect[0])
    jLblConn2.setText(connect[0]);    //connRecv=connect[0];
  if (ConF.jComboConnect.getSelectedItem()==connect[1])
    jLblConn2.setText(connect[1]);    // connRecv=connect[1];
  if (ConF.jComboConnect.getSelectedItem()==connect[2])
    jLblConn2.setText(connect[2]);    //connRecv=connect[2];
  if (ConF.jComboApp.getSelectedItem()==app[0])
    jLblApp2.setText(app[0]);   //appRecv=app[0];
  if (ConF.jComboApp.getSelectedItem()==app[1])
    jLblApp2.setText(app[1]);  //appRecv=app[1];
  if (ConF.jComboApp.getSelectedItem()==app[2])
    jLblApp2.setText(app[2]);  //appRecv=app[2];

    qm =new QoSManager(this);
    qm.SetFrame(this);
    new Thread(qm,"qos manager").start();
//   qm.start.getDate();
    StopServer=false;
    jMenuActionStart.setEnabled(false);
    jMenuActionStop.setEnabled(true);
  }
```

รูปที่ 4.8 แสดงส่วนของการสร้างโค้ดเมื่อเลือกเหตุการณ์ที่เชื่อมโยงกับเมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

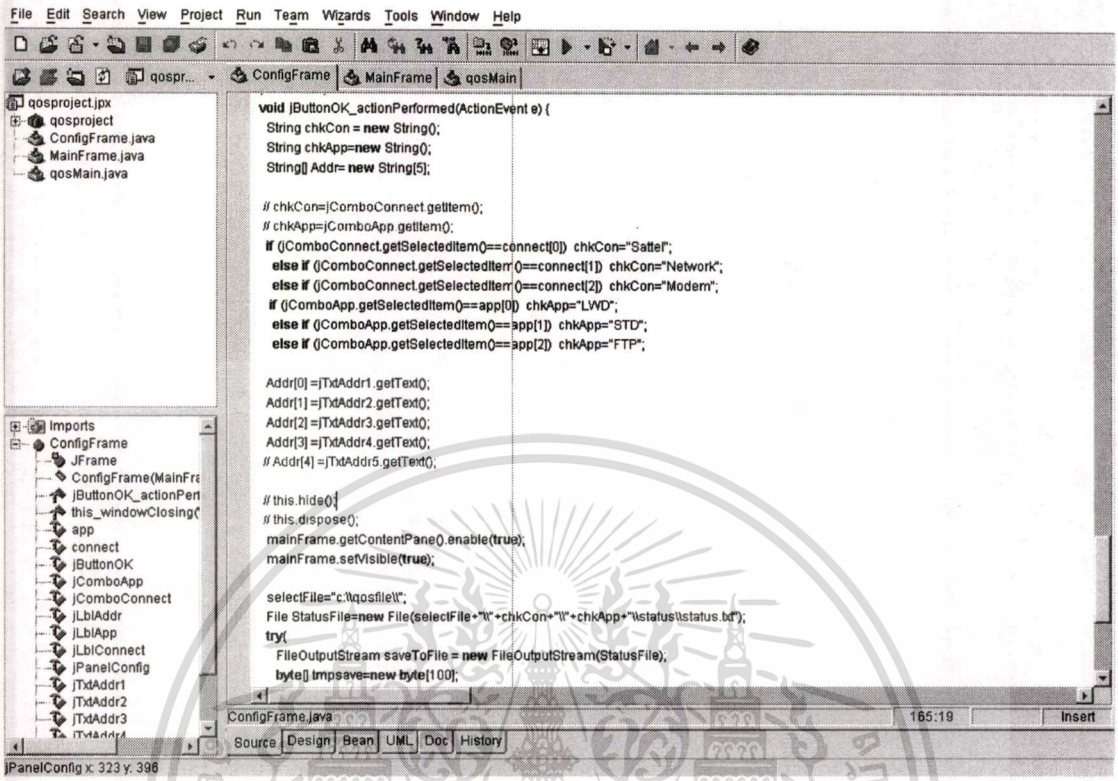


รูปที่ 4.9 การสร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้

2. ส่วนของปุ่ม (button) พื้นที่ตัวอักษร (text area) ป้าย (label) และวัตถุอื่นๆ

ในการสร้างส่วนของหน้าจอหลักที่ไม่ใช่เมนูนั้น จะทำการเลือกโหมด Design เช่นกัน ส่วนหน้าต่าง structor ให้เลือกที่ UI จะปรากฏเป็นกรอบสี่เหลียมว่าง ๆ ไว้ จากนั้น ทำการเลือกวัตถุที่ต้องการนำมาวางไว้บนหน้าต่างจากแถบวัตถุเหนือหน้าต่างที่ใช้ในการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นปุ่ม พื้นที่ตัวอักษร เพลน ป้าย หรือ วัตถุอื่น จัดวางตามต้องการ โดยสามารถเลือกรูปแบบที่จัดวางได้จากส่วนของ Properties หน้าต่างด้านขวามือ ให้เลือกที่ layout ดังรูปที่ 4.4 ซึ่งเมื่อทำการวางวัตถุใดบนเพลนแล้ว Jbuilder จะทำกาสร้างโค้ดไว้ในส่วนของ Source ไว้เช่นกัน โดยการเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ต่าง ๆ สามารถเลือกได้ที่กรอบด้านขวามือของส่วนของ Events เช่นกัน เมื่อเลือกเหตุการณ์แล้วจะเข้าส่วนของ Source ดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงส่วนของการสร้างโค้ดเมื่อเลือกเหตุการณ์ที่เชื่อมโยงกับปุ่ม

จะเห็นว่าการสร้างส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ Jbuilder สามารถทำได้ง่ายมาก โดยไม่จำเป็นต้องเขียนโค้ดในส่วนของการสร้างหน้าจอต่าง ๆ เลย โดยเขียนเพียงส่วนที่ต้องการกระทำเมื่อเกิดเหตุการณ์ใด ๆ กับวัตถุนั้น ๆ

4.3 โปรแกรมระบบคุณภาพการบริการ (QoS System Program)

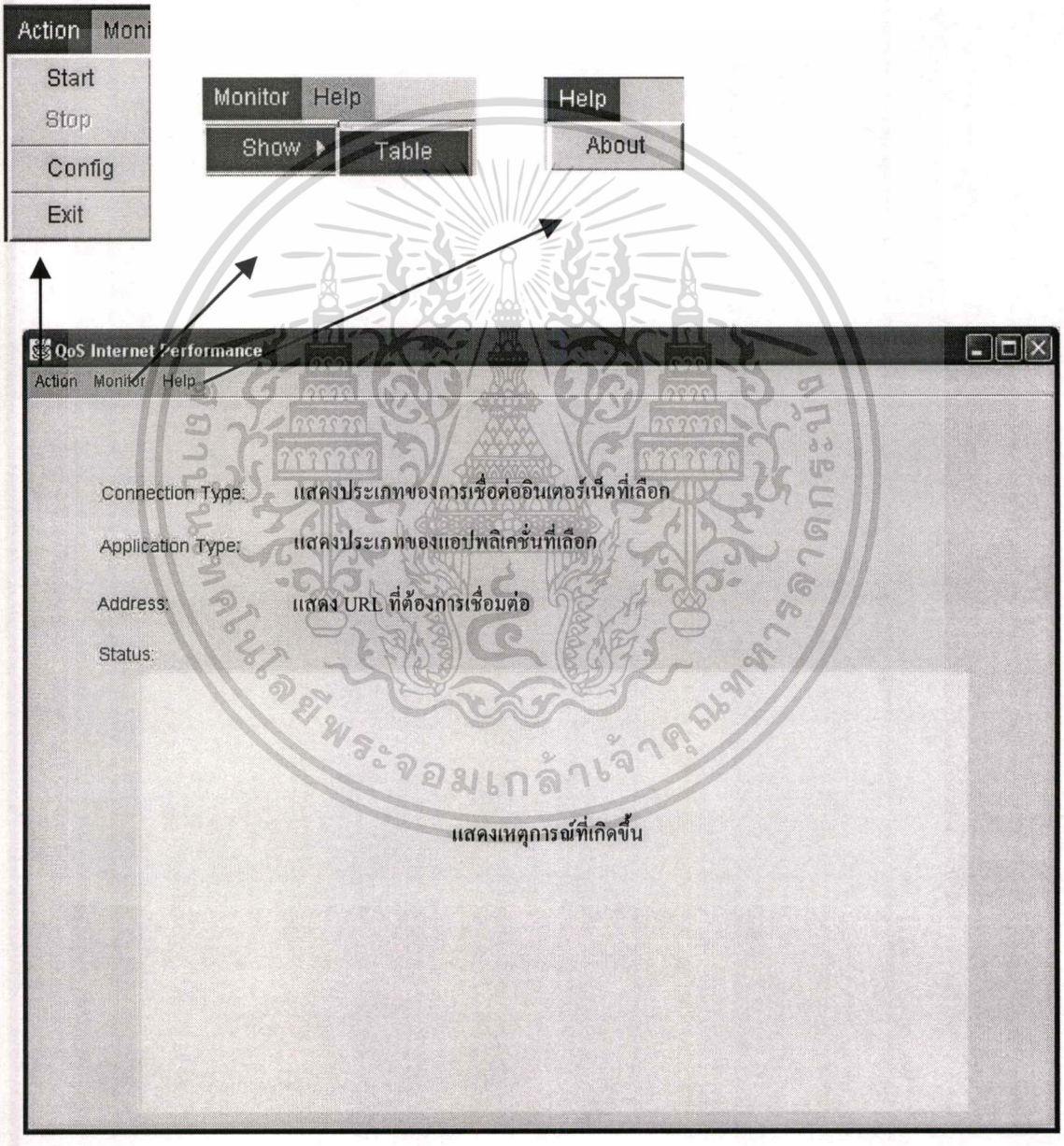
บทที่แล้ว ได้ออกแบบระบบคุณภาพการบริการแล้ว ในบทนี้จะนำส่วนที่ได้ออกแบบไว้มาสร้างเป็นระบบงานจริง โดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบคือ Java Jbuilder6 ซึ่งใช้โครงสร้างของภาษา Java แต่เนื่องจากว่า ไม่สามารถจะคอมไพล์ภาษา Java เป็นไฟล์ที่สามารถทำงานได้เลย (Execute File) จึงจำเป็นที่จะต้อง run โปรแกรมผ่านตัว Jbuilder โดยตรงเพราะโปรแกรมยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนา ซึ่งสามารถทำการแก้ไข และปรับเปลี่ยนโปรแกรมได้ง่ายเมื่อมีข้อผิดพลาดขึ้น

การติดต่อกับระบบคุณภาพการบริการ จะติดต่อผ่านที่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) โดยโปรแกรมจะมีหน้าจอหลักดังรูปที่ 4.11 จากรูปจะแบ่งหน้าจอออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเมนูบาร์ และ หน้าต่าง Status ซึ่งแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับโปรแกรมระบบคุณภาพการบริการ เพื่อใช้ดูว่าขณะนั้นมีสถานะการทำงานเป็นอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของเมนูบาร์จะแบ่งออกเป็น 3 เมนูหลัก คือ

1. Action
2. Monitor
3. Help



รูปที่ 4.11 หน้าจอหลักของโปรแกรม

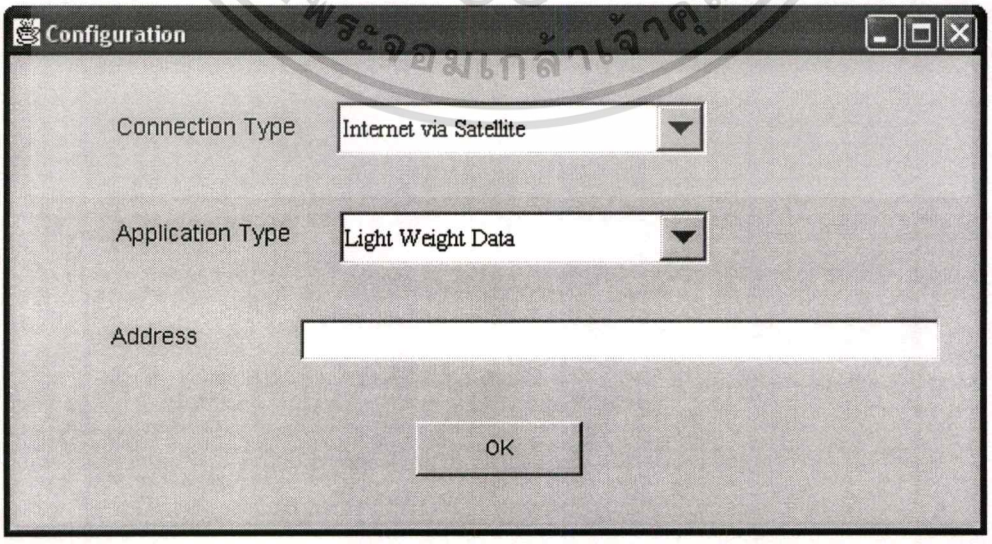
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในส่วนของ Action เมนูนั้น ยังแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ คือ

- Start
- Stop
- Configuration
- Exit

สองตัวแรก เป็นส่วนที่ใช้ในการสั่งงานให้โปรแกรมเริ่มทำงานและหยุดทำงาน โดยเมื่อมีการสั่งให้เริ่มทำงาน โปรแกรมจะทำการอ่านค่าเฮดเดอร์ของ HTTP (MIME Header) แล้วแสดงผลในส่วนของ Status ว่าได้ค่าอะไรบ้าง ได้แก่ ค่าไอพีแอดเดรส (IP address) ประเภทของข้อมูล (Data type) ซึ่งในการทดลอง จะใช้ข้อมูลประเภทข้อความ (text/html) เพียงอย่างเดียว ขนาดของข้อมูล (Data length) เวลาที่ไคลเอนต์ส่งคำร้องขอไปให้เซิร์ฟเวอร์ (TSc) เวลาที่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลบิตแรกที่เซิร์ฟเวอร์ส่งมา (TSs) เวลาที่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลที่เซิร์ฟเวอร์ส่งมาจนหมด (TRc) แล้วโปรแกรมจะคำนวณหาคุณภาพการบริการ ได้แก่ TS Throughput และ Utilize ตามสมการที่ (1) (2) และ (3) ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมา จะรวมทั้งถ้ามีข้อผิดพลาดใดเกิดขึ้นจะแสดงที่หน้าจอ Status ด้วยเช่นกัน ซึ่งค่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลของโปรแกรม MS Access

ส่วนถัดไปเป็นส่วนของ configuration ใช้ในการกำหนดค่าในการหาคุณภาพการบริการ โดยจะต้องเลือกประเภทการเชื่อมต่อว่า เป็นการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตประเภทไหนจาก 3 รูปแบบ ได้แก่ อินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ผ่านเครือข่ายสถาบัน ผ่านการสื่อสารระยะไกลด้วยโมเด็ม และทำการป้อนค่าแอดเดรส (address) หรือ URL ที่ต้องการวัดค่าคุณภาพการบริการ



รูปที่ 4.12 ส่วนของการ Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่อไป ที่จะกล่าวถึงคือ เมนู Monitor ประกอบด้วย

- Show แสดงผลในรูปของตาราง โดยแสดงค่าในลักษณะของ Tab Pane ดังนี้

1. ข้อมูลของค่าที่วัดได้จากการทดลอง (Measured Value) ประกอบด้วย

1.1 ตารางรายละเอียดของ URL ที่ทำการวัด (URL detail)

1.2 ข้อมูลของค่าเวลาที่วัด (Time Value) ได้แก่ Source TSc TSs และ TRC แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1.2.1 ประเภทการเชื่อมต่อ (Connection Type) ได้แก่ การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม (Internet via Satellite) ผ่านเครือข่าย (Internet via Network) และผ่านโมเด็ม (Internet via Modem)

1.2.2 สภาพแวดล้อมในการทดลอง (Environment Measurement) ได้แก่ โหลดปกติ (Normal Load) โหลดสูงสุด (Peak Load) และสภาวะฝนตก (Rainfall Effect)

2. ข้อมูลผลลัพธ์คุณภาพการบริการ (QoS Result) ประกอบด้วยค่า Source TS Throughput และ Utilize แบ่งได้ดังนี้

2.1 ประเภทการเชื่อมต่อ ได้แก่ การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม ผ่านเครือข่าย และผ่านโมเด็ม

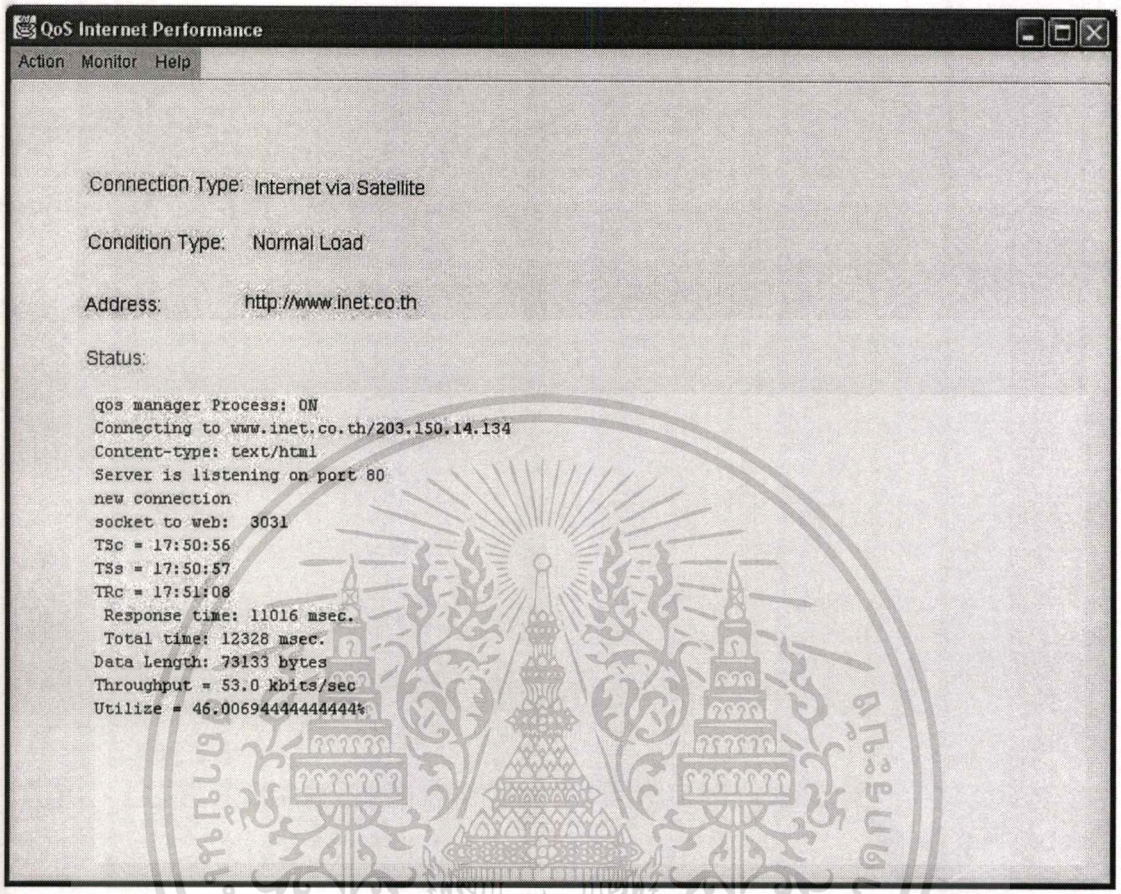
2.2 สภาพแวดล้อมในการทดลอง ได้แก่ โหลดปกติ โหลดสูงสุด และสภาวะฝนตก

อีกเมนูหนึ่งคือ เมนู Help ซึ่งแสดงเพียงรายละเอียดของโครงการและส่วนที่เกี่ยวข้อง

4.4 การวัดหาคุณภาพการบริการ

ในการวัดคุณภาพการบริการใช้โปรแกรมดังที่กล่าวมาในหัวข้อที่แล้ว เริ่มต้นด้วยจะต้องทำการตั้งค่า Configuration โดยการกำหนดว่า ต้องการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบไหน ได้แก่ การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม ผ่านเครือข่ายสถาบัน หรือผ่านการเชื่อมต่อระยะไกลผ่านโมเด็ม และทำการกำหนด URL ที่ต้องการเชื่อมต่อ เมื่อกำหนดเสร็จแล้ว จะให้โปรแกรมเริ่มทำงาน โดยโปรแกรมจะทำการอ่านค่าเฮดเดอร์ของ HTTP (MIME Header) แล้วแสดงผลในส่วนของ Status ว่าได้ค่าอะไรบ้าง ได้แก่ ค่าไอพีแอดเดรส (IP address) ประเภทของข้อมูล (Data type) ซึ่งในการทดลอง จะใช้ข้อมูลประเภทข้อความ (text/html) เพียงอย่างเดียว ขนาดของข้อมูล (Data length) เวลาที่ไคลเอนต์ส่งคำร้องขอไปให้เซิร์ฟเวอร์ (TSc) เวลาที่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลบิตแรกที่เซิร์ฟเวอร์ส่งมา (TSs) เวลาที่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลที่เซิร์ฟเวอร์ส่งมาจนหมด (TRc) แล้วโปรแกรมจะคำนวณหาคุณภาพการบริการ ได้แก่ TS Throughput และ Utilize ตามสมการที่ (1) (2) และ (3) ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมา จะรวมทั้งถ้ามีข้อผิดพลาดใดเกิดขึ้นจะแสดงที่หน้าจอ Status ด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 4.13 ซึ่งค่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลของโปรแกรม MS Access

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 สถานะค่าของข้อมูลที่วัดได้

เมื่อเลือกเมนู Monitor และ Show Table โปรแกรมจะทำการเรียกข้อมูลมาแสดงในรูปแบบของตาราง โดยแบ่งตามเงื่อนไขต่าง ๆ ดังกล่าวไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Show Value

Measured value | QoS Result

URL detail | Time Value | Environment Measurement

Source	IP Address	Data Length	Data Type
www.ku.ac.th	158.108.2.69	23903	text/html
www.kmitl.ac.th	161.246.34.11	26582	text/html
www.inet.co.th	203.150.14.134	75032	text/html
www.siamsport.co.th	203.149.63.253	85045	text/html
www.pea.or.th	203.170.232.71	465	text/html

รูปที่ 4.14 รายละเอียดของแอดเดรสที่ทำการวัด จากข้อมูลที่วัดได้

Show Value

Measured value | QoS Result

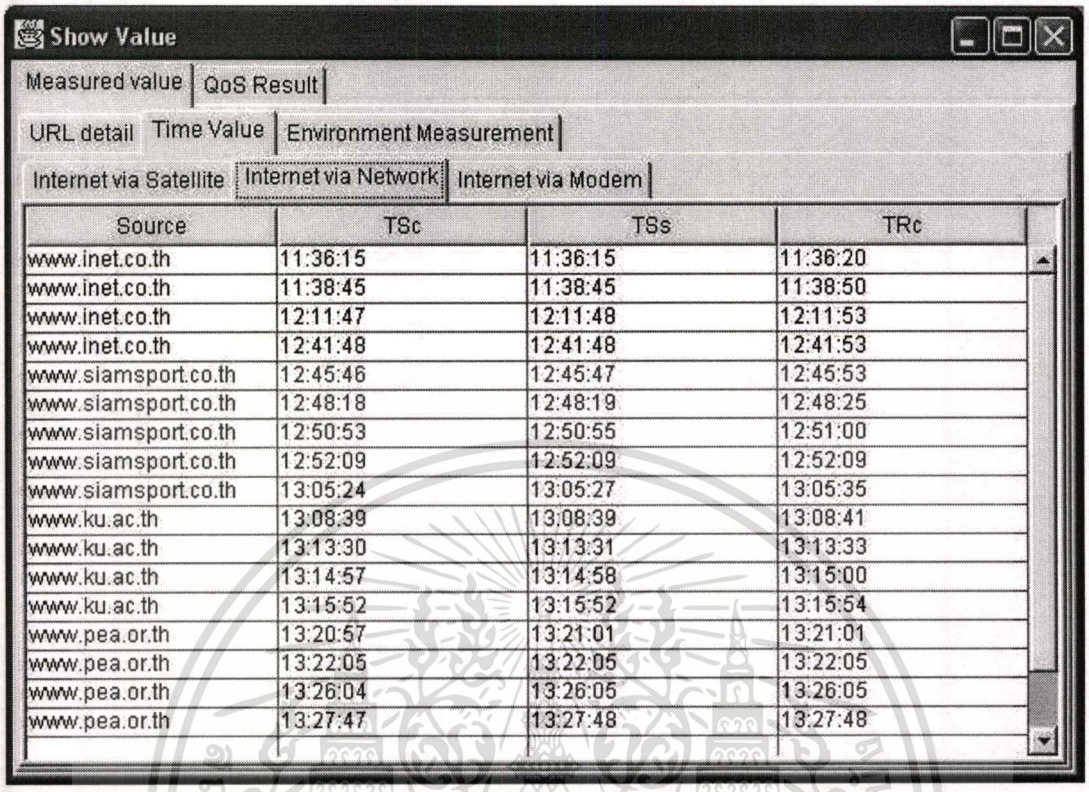
URL detail | Time Value | Environment Measurement

Internet via Satellite | Internet via Network | Internet via Modem

Source	TSc	TSs	TRc
www.inet.co.th	9:11:15	9:11:17	9:11:25
www.ku.ac.th	9:15:27	9:15:29	9:15:33
www.pea.or.th	9:18:35	9:18:36	9:18:36
www.kmitl.ac.th	9:23:08	9:23:10	9:23:12
www.siamsport.co.th	9:27:45	9:27:47	9:27:56
www.ku.ac.th	9:31:14	9:31:16	9:31:19
www.kmitl.ac.th	9:37:21	9:37:22	9:37:25
www.inet.co.th	9:41:38	9:41:40	9:41:47
www.pea.or.th	9:47:49	9:47:50	9:47:50
www.ku.ac.th	9:51:26	9:51:28	9:51:31
www.siamsport.co.th	9:55:24	9:55:26	9:55:56
www.inet.co.th	10:02:50	10:02:52	10:03:00
www.inet.co.th	17:50:56	17:50:57	17:51:08

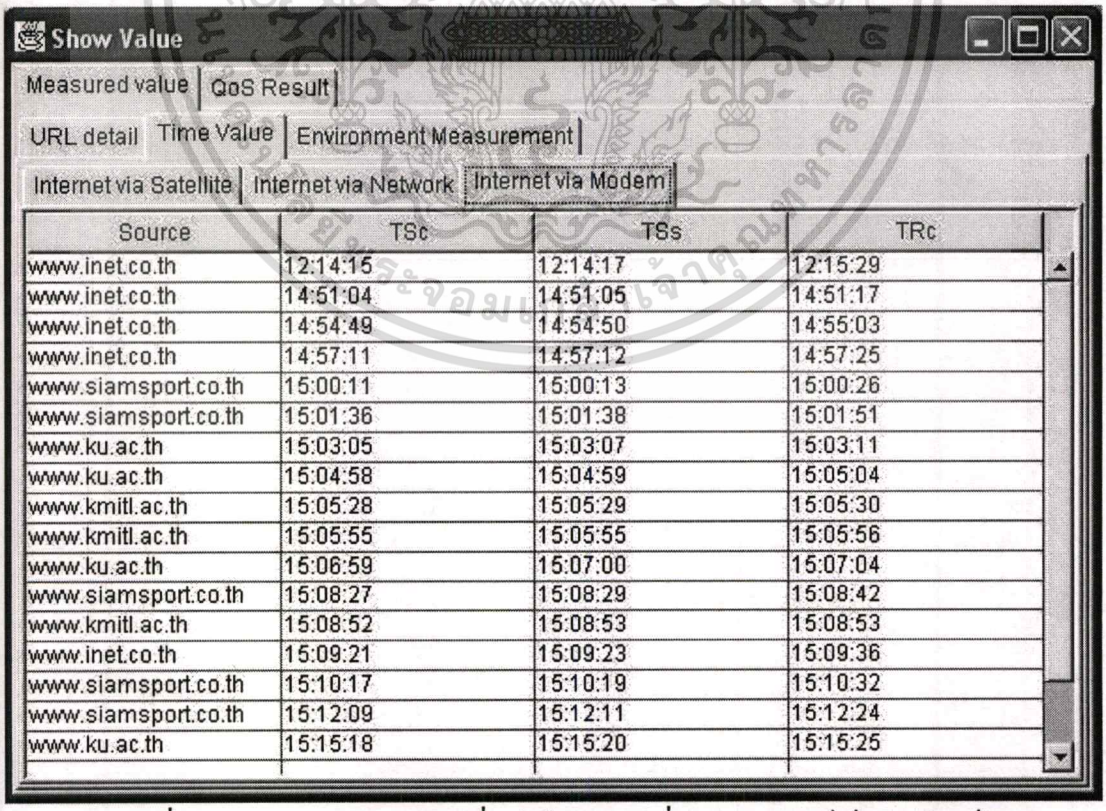
รูปที่ 4.15 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Source	TSc	TSs	TRc
www.inet.co.th	11:36:15	11:36:15	11:36:20
www.inet.co.th	11:38:45	11:38:45	11:38:50
www.inet.co.th	12:11:47	12:11:48	12:11:53
www.inet.co.th	12:41:48	12:41:48	12:41:53
www.siamsport.co.th	12:45:46	12:45:47	12:45:53
www.siamsport.co.th	12:48:18	12:48:19	12:48:25
www.siamsport.co.th	12:50:53	12:50:55	12:51:00
www.siamsport.co.th	12:52:09	12:52:09	12:52:09
www.siamsport.co.th	13:05:24	13:05:27	13:05:35
www.ku.ac.th	13:08:39	13:08:39	13:08:41
www.ku.ac.th	13:13:30	13:13:31	13:13:33
www.ku.ac.th	13:14:57	13:14:58	13:15:00
www.ku.ac.th	13:15:52	13:15:52	13:15:54
www.pea.or.th	13:20:57	13:21:01	13:21:01
www.pea.or.th	13:22:05	13:22:05	13:22:05
www.pea.or.th	13:26:04	13:26:05	13:26:05
www.pea.or.th	13:27:47	13:27:48	13:27:48

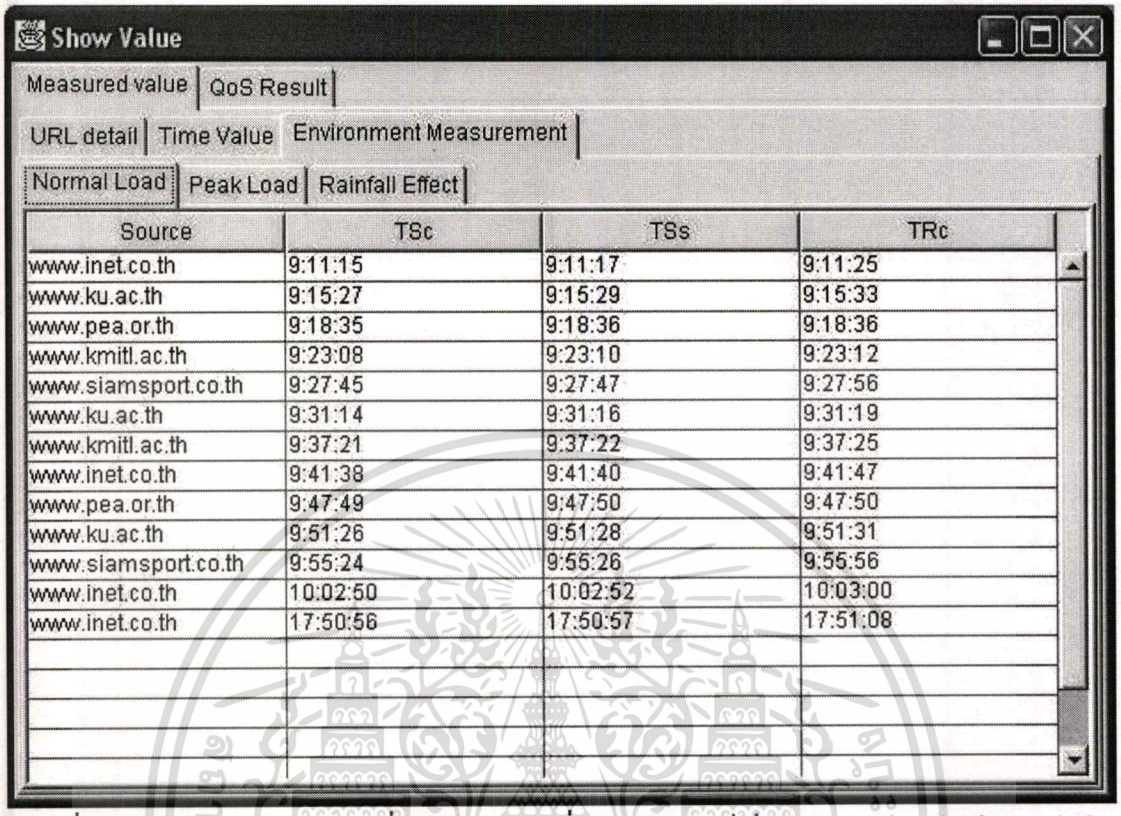
รูปที่ 4.16 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่าย



Source	TSc	TSs	TRc
www.inet.co.th	12:14:15	12:14:17	12:15:29
www.inet.co.th	14:51:04	14:51:05	14:51:17
www.inet.co.th	14:54:49	14:54:50	14:55:03
www.inet.co.th	14:57:11	14:57:12	14:57:25
www.siamsport.co.th	15:00:11	15:00:13	15:00:26
www.siamsport.co.th	15:01:36	15:01:38	15:01:51
www.ku.ac.th	15:03:05	15:03:07	15:03:11
www.ku.ac.th	15:04:58	15:04:59	15:05:04
www.kmitl.ac.th	15:05:28	15:05:29	15:05:30
www.kmitl.ac.th	15:05:55	15:05:55	15:05:56
www.ku.ac.th	15:06:59	15:07:00	15:07:04
www.siamsport.co.th	15:08:27	15:08:29	15:08:42
www.kmitl.ac.th	15:08:52	15:08:53	15:08:53
www.inet.co.th	15:09:21	15:09:23	15:09:36
www.siamsport.co.th	15:10:17	15:10:19	15:10:32
www.siamsport.co.th	15:12:09	15:12:11	15:12:24
www.ku.ac.th	15:15:18	15:15:20	15:15:25

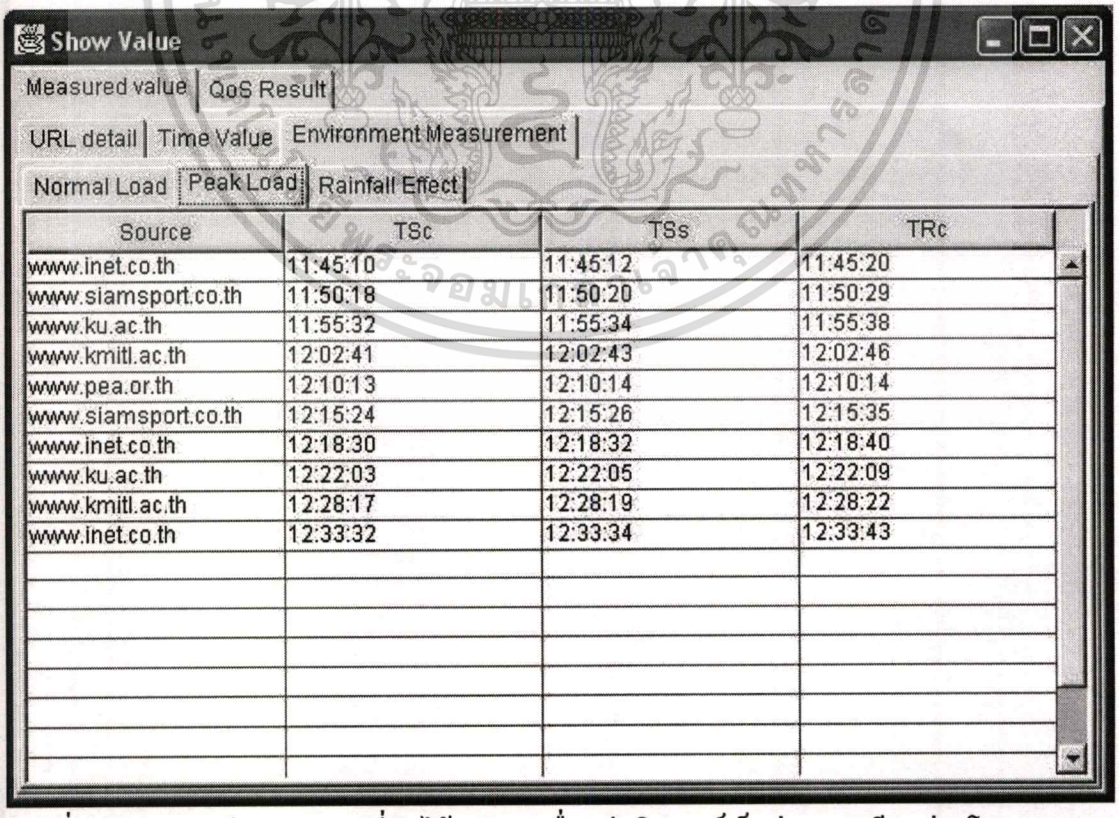
รูปที่ 4.17 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Source	TSc	TSs	TRc
www.inet.co.th	9:11:15	9:11:17	9:11:25
www.ku.ac.th	9:15:27	9:15:29	9:15:33
www.pea.or.th	9:18:35	9:18:36	9:18:36
www.kmitl.ac.th	9:23:08	9:23:10	9:23:12
www.siamsport.co.th	9:27:45	9:27:47	9:27:56
www.ku.ac.th	9:31:14	9:31:16	9:31:19
www.kmitl.ac.th	9:37:21	9:37:22	9:37:25
www.inet.co.th	9:41:38	9:41:40	9:41:47
www.pea.or.th	9:47:49	9:47:50	9:47:50
www.ku.ac.th	9:51:26	9:51:28	9:51:31
www.siamsport.co.th	9:55:24	9:55:26	9:55:56
www.inet.co.th	10:02:50	10:02:52	10:03:00
www.inet.co.th	17:50:56	17:50:57	17:51:08

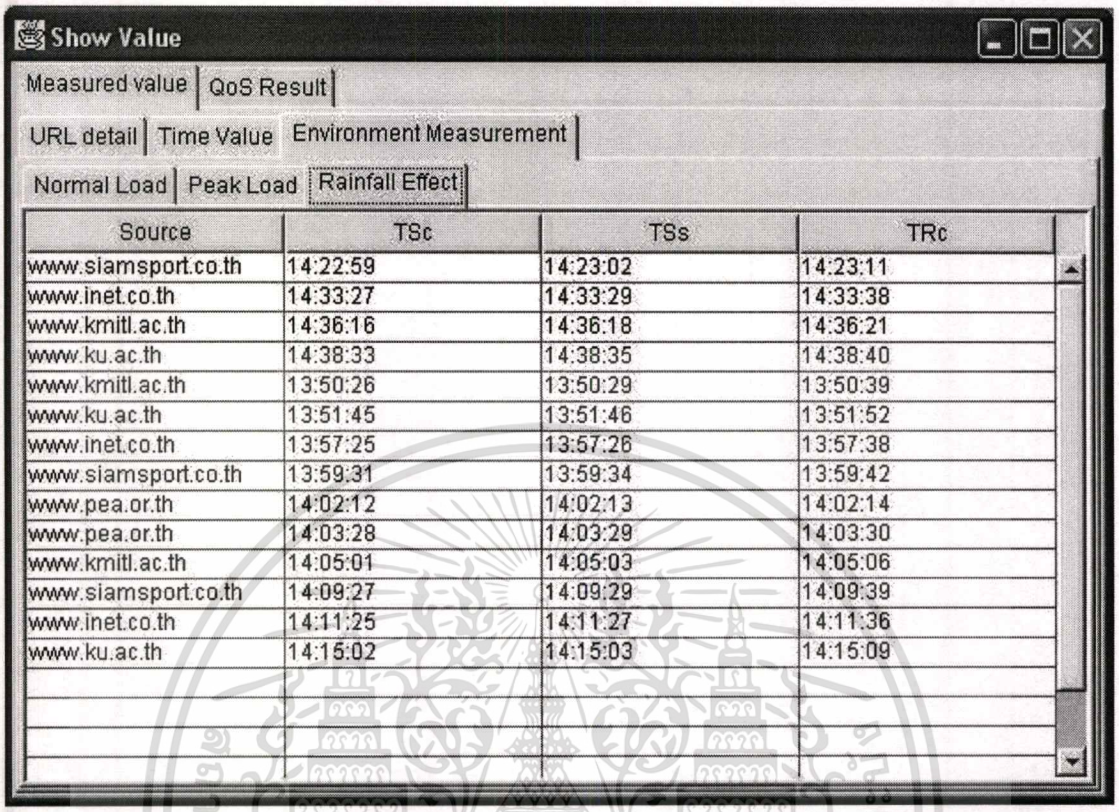
รูปที่ 4.18 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมช่วงโหลดปกติ



Source	TSc	TSs	TRc
www.inet.co.th	11:45:10	11:45:12	11:45:20
www.siamsport.co.th	11:50:18	11:50:20	11:50:29
www.ku.ac.th	11:55:32	11:55:34	11:55:38
www.kmitl.ac.th	12:02:41	12:02:43	12:02:46
www.pea.or.th	12:10:13	12:10:14	12:10:14
www.siamsport.co.th	12:15:24	12:15:26	12:15:35
www.inet.co.th	12:18:30	12:18:32	12:18:40
www.ku.ac.th	12:22:03	12:22:05	12:22:09
www.kmitl.ac.th	12:28:17	12:28:19	12:28:22
www.inet.co.th	12:33:32	12:33:34	12:33:43

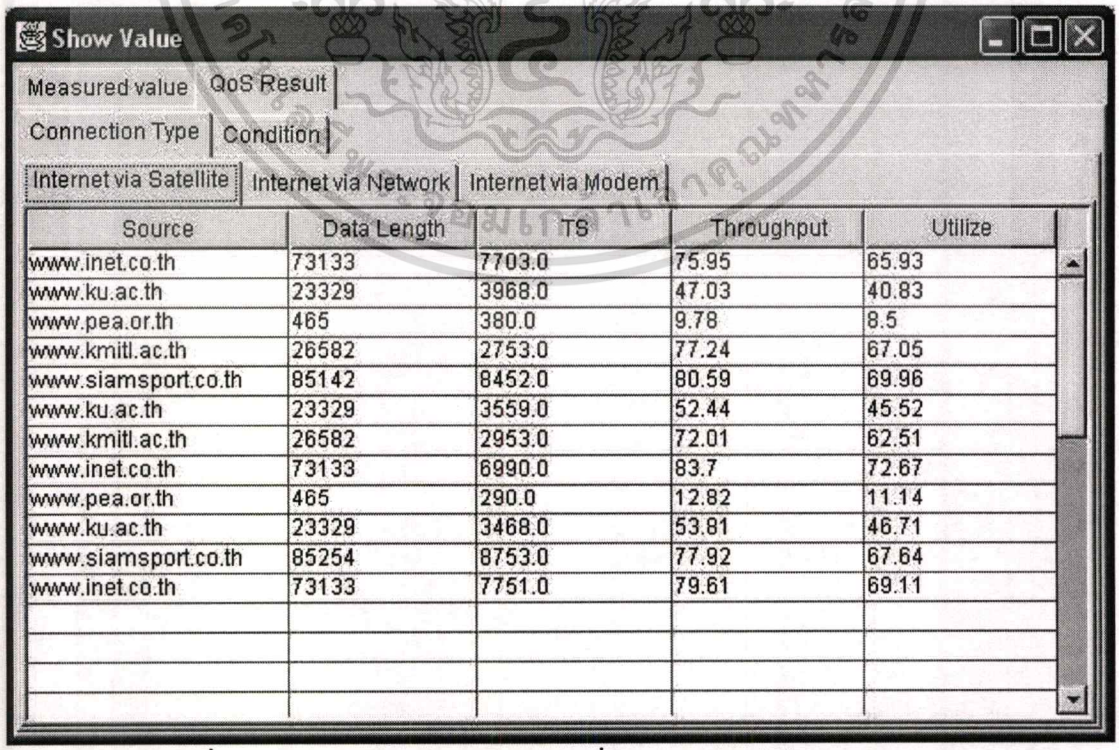
รูปที่ 4.19 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมช่วงโหลดสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Source	TSc	TSs	TRc
www.siamsport.co.th	14:22:59	14:23:02	14:23:11
www.inet.co.th	14:33:27	14:33:29	14:33:38
www.kmitl.ac.th	14:36:16	14:36:18	14:36:21
www.ku.ac.th	14:38:33	14:38:35	14:38:40
www.kmitl.ac.th	13:50:26	13:50:29	13:50:39
www.ku.ac.th	13:51:45	13:51:46	13:51:52
www.inet.co.th	13:57:25	13:57:26	13:57:38
www.siamsport.co.th	13:59:31	13:59:34	13:59:42
www.pea.or.th	14:02:12	14:02:13	14:02:14
www.pea.or.th	14:03:28	14:03:29	14:03:30
www.kmitl.ac.th	14:05:01	14:05:03	14:05:06
www.siamsport.co.th	14:09:27	14:09:29	14:09:39
www.inet.co.th	14:11:25	14:11:27	14:11:36
www.ku.ac.th	14:15:02	14:15:03	14:15:09

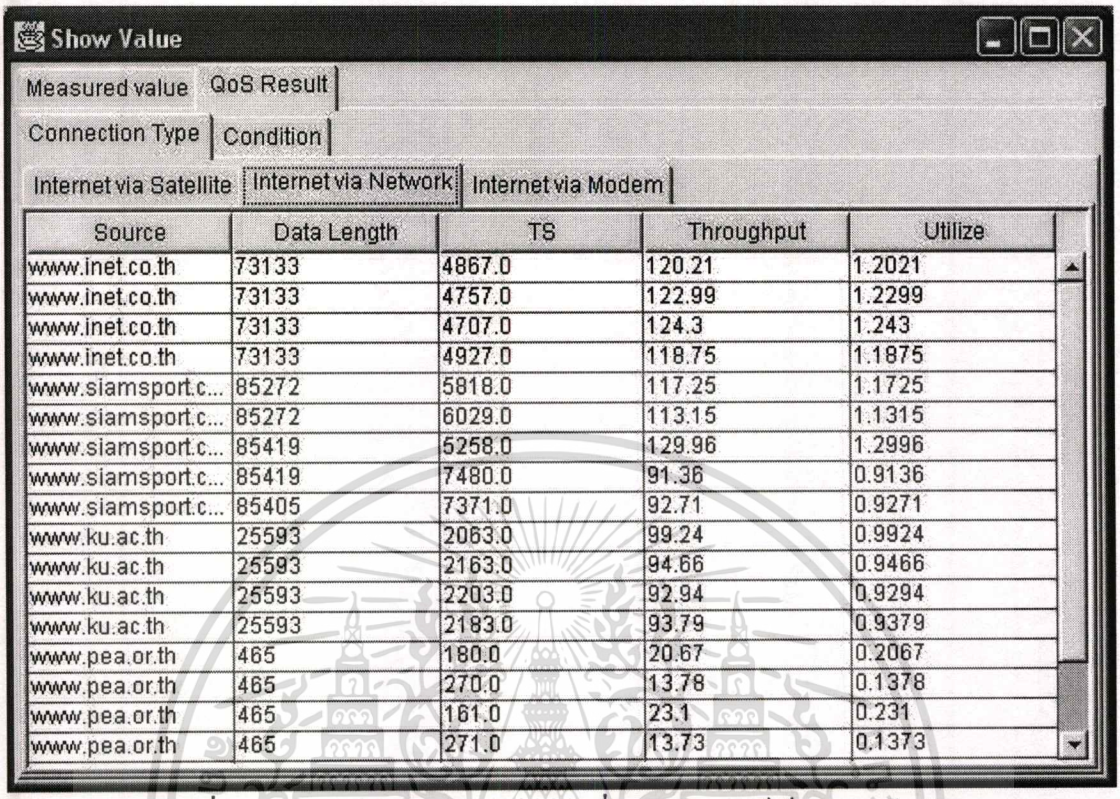
รูปที่ 4.20 รายละเอียดของเวลาที่วัดได้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมช่วงฝนตก



Source	Data Length	TS	Throughput	Utilize
www.inet.co.th	73133	7703.0	75.95	65.93
www.ku.ac.th	23329	3968.0	47.03	40.83
www.pea.or.th	465	380.0	9.78	8.5
www.kmitl.ac.th	26582	2753.0	77.24	67.05
www.siamsport.co.th	85142	8452.0	80.59	69.96
www.ku.ac.th	23329	3559.0	52.44	45.52
www.kmitl.ac.th	26582	2953.0	72.01	62.51
www.inet.co.th	73133	6990.0	83.7	72.67
www.pea.or.th	465	290.0	12.82	11.14
www.ku.ac.th	23329	3468.0	53.81	46.71
www.siamsport.co.th	85254	8753.0	77.92	67.64
www.inet.co.th	73133	7751.0	79.61	69.11

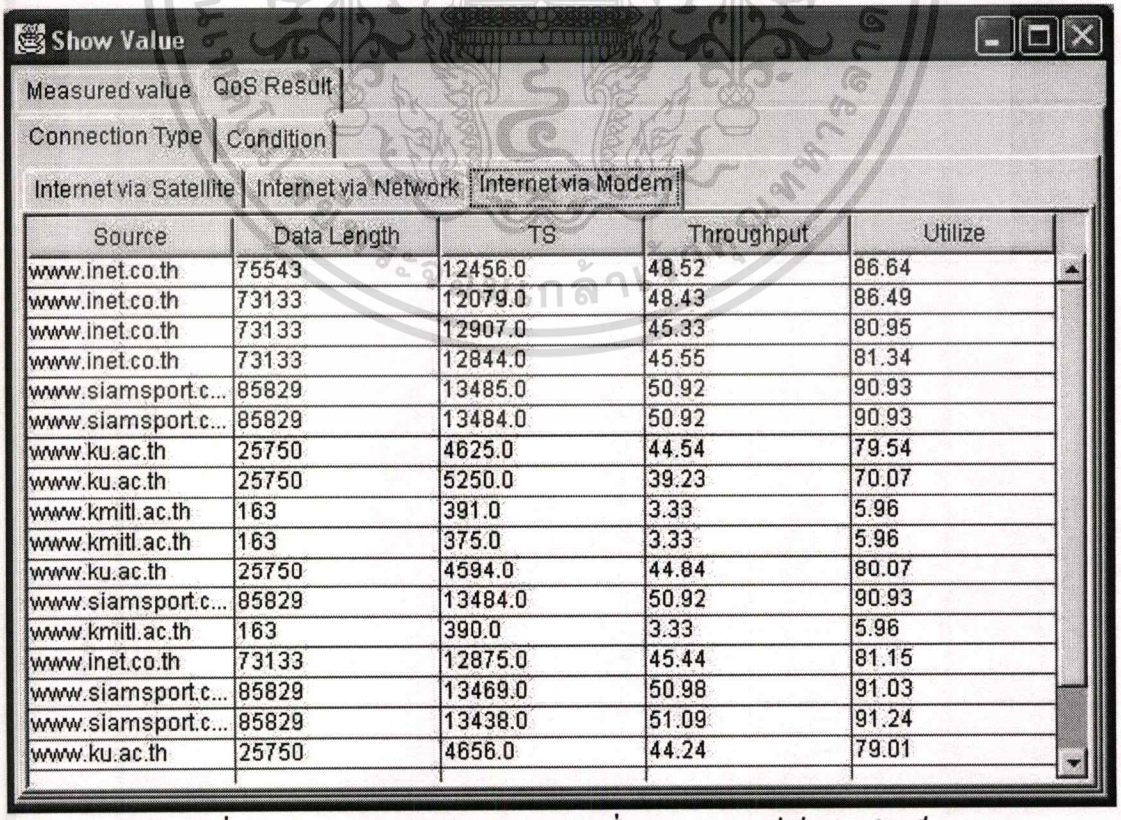
รูปที่ 4.21 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Source	Data Length	TS	Throughput	Utilize
www.inet.co.th	73133	4867.0	120.21	1.2021
www.inet.co.th	73133	4757.0	122.99	1.2299
www.inet.co.th	73133	4707.0	124.3	1.243
www.inet.co.th	73133	4927.0	118.75	1.1875
www.siamsport.c...	85272	5818.0	117.25	1.1725
www.siamsport.c...	85272	6029.0	113.15	1.1315
www.siamsport.c...	85419	5258.0	129.96	1.2996
www.siamsport.c...	85419	7480.0	91.36	0.9136
www.siamsport.c...	85405	7371.0	92.71	0.9271
www.ku.ac.th	25593	2063.0	99.24	0.9924
www.ku.ac.th	25593	2163.0	94.66	0.9466
www.ku.ac.th	25593	2203.0	92.94	0.9294
www.ku.ac.th	25593	2183.0	93.79	0.9379
www.pea.or.th	465	180.0	20.67	0.2067
www.pea.or.th	465	270.0	13.78	0.1378
www.pea.or.th	465	161.0	23.1	0.231
www.pea.or.th	465	271.0	13.73	0.1373

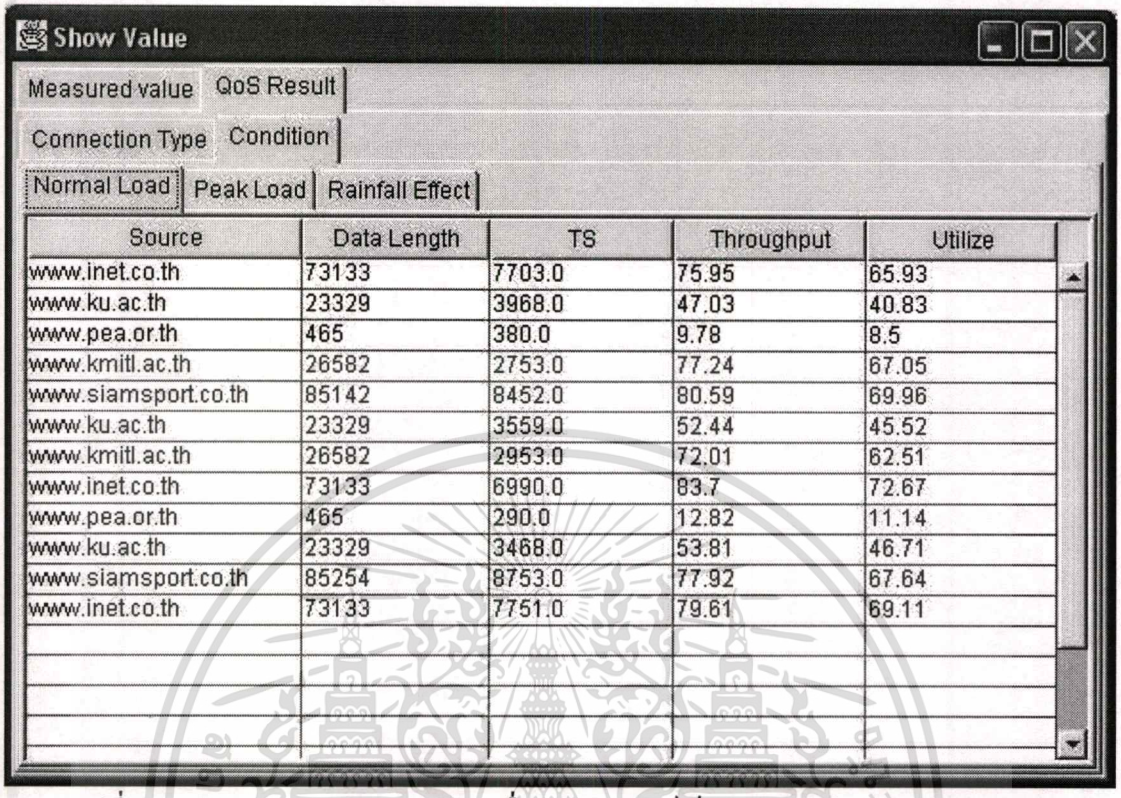
รูปที่ 4.22 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่าย



Source	Data Length	TS	Throughput	Utilize
www.inet.co.th	75543	12456.0	48.52	86.64
www.inet.co.th	73133	12079.0	48.43	86.49
www.inet.co.th	73133	12907.0	45.33	80.95
www.inet.co.th	73133	12844.0	45.55	81.34
www.siamsport.c...	85829	13485.0	50.92	90.93
www.siamsport.c...	85829	13484.0	50.92	90.93
www.ku.ac.th	25750	4625.0	44.54	79.54
www.ku.ac.th	25750	5250.0	39.23	70.07
www.kmitl.ac.th	163	391.0	3.33	5.96
www.kmitl.ac.th	163	375.0	3.33	5.96
www.ku.ac.th	25750	4594.0	44.84	80.07
www.siamsport.c...	85829	13484.0	50.92	90.93
www.kmitl.ac.th	163	390.0	3.33	5.96
www.inet.co.th	73133	12875.0	45.44	81.15
www.siamsport.c...	85829	13469.0	50.98	91.03
www.siamsport.c...	85829	13438.0	51.09	91.24
www.ku.ac.th	25750	4656.0	44.24	79.01

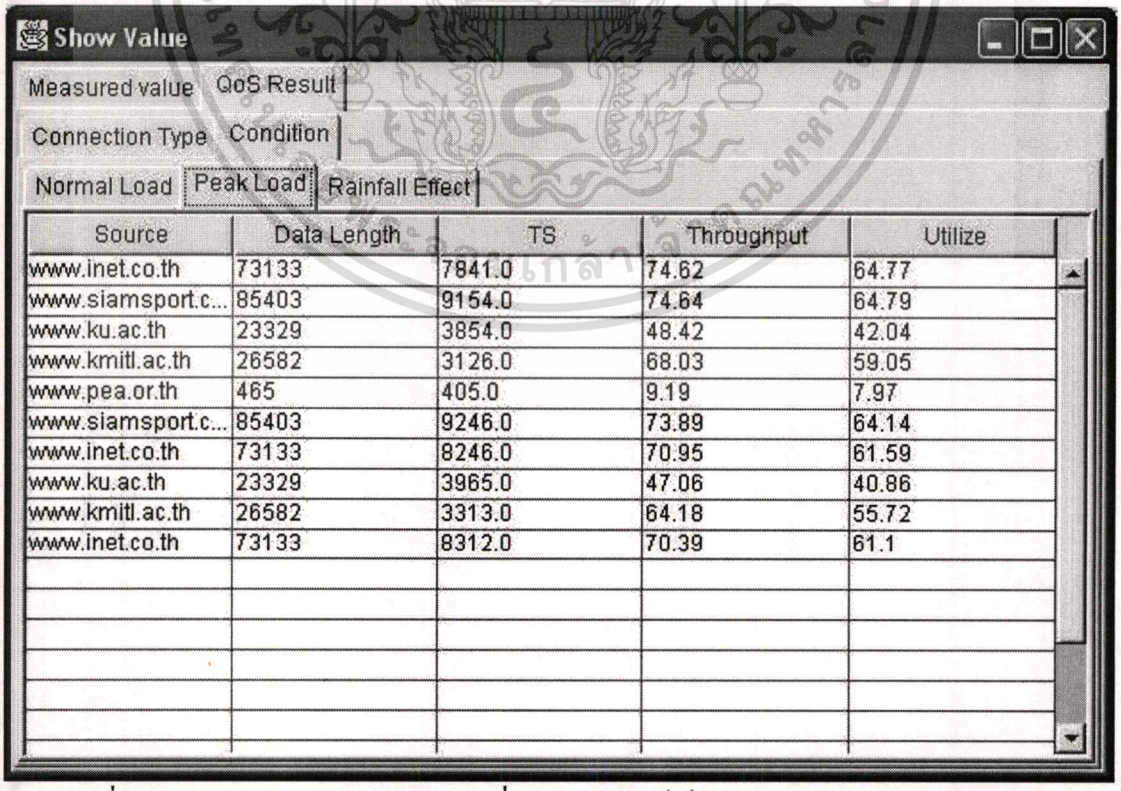
รูปที่ 4.23 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Source	Data Length	TS	Throughput	Utilize
www.inet.co.th	73133	7703.0	75.95	65.93
www.ku.ac.th	23329	3968.0	47.03	40.83
www.pea.or.th	465	380.0	9.78	8.5
www.kmitl.ac.th	26582	2753.0	77.24	67.05
www.siamsport.co.th	85142	8452.0	80.59	69.96
www.ku.ac.th	23329	3559.0	52.44	45.52
www.kmitl.ac.th	26582	2953.0	72.01	62.51
www.inet.co.th	73133	6990.0	83.7	72.67
www.pea.or.th	465	290.0	12.82	11.14
www.ku.ac.th	23329	3468.0	53.81	46.71
www.siamsport.co.th	85254	8753.0	77.92	67.64
www.inet.co.th	73133	7751.0	79.61	69.11

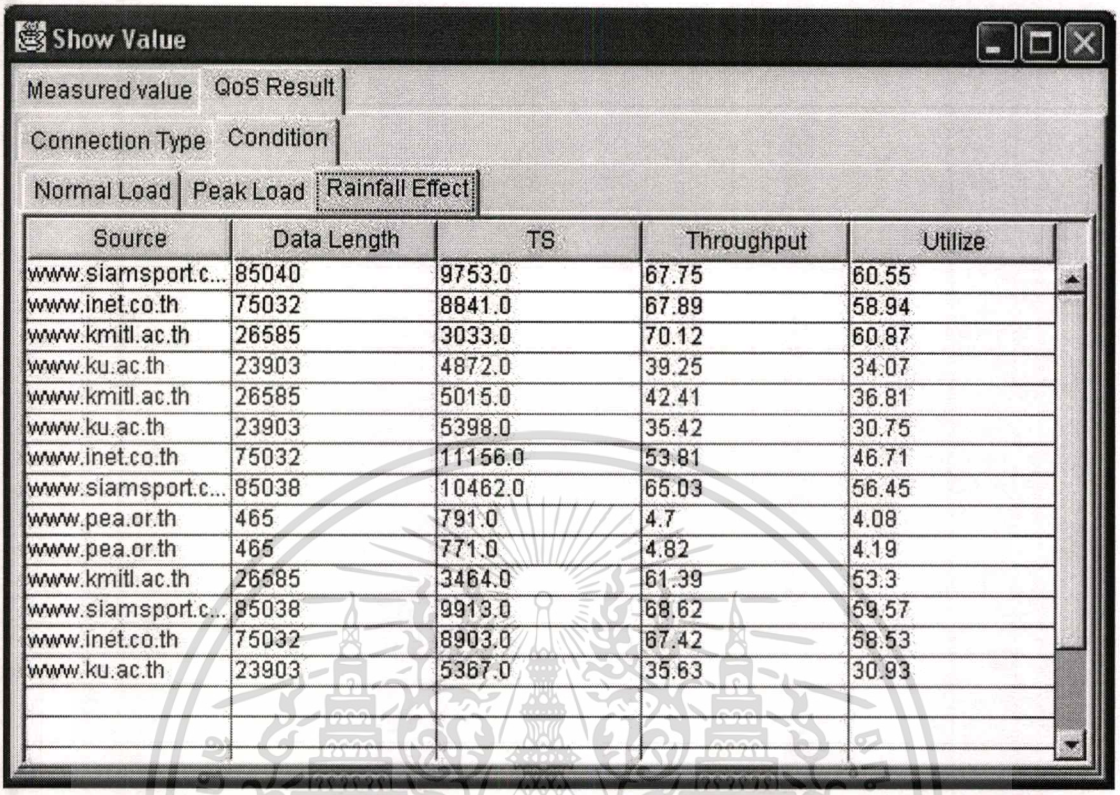
รูปที่ 4.24 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ช่วงโหลดปกติ



Source	Data Length	TS	Throughput	Utilize
www.inet.co.th	73133	7841.0	74.62	64.77
www.siamsport.c...	85403	9154.0	74.64	64.79
www.ku.ac.th	23329	3854.0	48.42	42.04
www.kmitl.ac.th	26582	3126.0	68.03	59.05
www.pea.or.th	465	405.0	9.19	7.97
www.siamsport.c...	85403	9246.0	73.89	64.14
www.inet.co.th	73133	8246.0	70.95	61.59
www.ku.ac.th	23329	3965.0	47.06	40.86
www.kmitl.ac.th	26582	3313.0	64.18	55.72
www.inet.co.th	73133	8312.0	70.39	61.1

รูปที่ 4.25 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ช่วงโหลดสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Source	Data Length	TS	Throughput	Utilize
www.siamsport.c...	85040	9753.0	67.75	60.55
www.inet.co.th	75032	8841.0	67.89	58.94
www.kmitl.ac.th	26585	3033.0	70.12	60.87
www.ku.ac.th	23903	4872.0	39.25	34.07
www.kmitl.ac.th	26585	5015.0	42.41	36.81
www.ku.ac.th	23903	5398.0	35.42	30.75
www.inet.co.th	75032	11156.0	53.81	46.71
www.siamsport.c...	85038	10462.0	65.03	56.45
www.pea.or.th	465	791.0	4.7	4.08
www.pea.or.th	465	771.0	4.82	4.19
www.kmitl.ac.th	26585	3464.0	61.39	53.3
www.siamsport.c...	85038	9913.0	68.62	59.57
www.inet.co.th	75032	8903.0	67.42	58.53
www.ku.ac.th	23903	5367.0	35.63	30.93

รูปที่ 4.26 คุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ช่วงฝนตก

เมื่อเลือกเมนู Show จะแบ่งการแสดงผลออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ค่าที่วัดได้จากการทดลอง (Measured value) กับคุณภาพการบริการที่ได้จากการคำนวณ (QoS Result) ในส่วนของค่าที่วัดได้จากการทดลอง จะแบ่งได้เป็นรายละเอียดของ URL (URL Detail) ค่าเวลาที่วัดได้ (Time Value) และการวัดในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ (Environment Measurement)

รายละเอียดของ URL แสดงค่าของเซิร์ฟเวอร์ที่ทำการเชื่อมต่อในรูปแบบของ URL และค่า IP Address นอกจากนี้จะแสดงค่าความยาวของข้อมูลและประเภทของข้อมูล ดังรูปที่ 4.14

ค่าเวลาที่วัดได้ แสดงค่าของเวลาที่วัดได้ โดยแยกตามประเภทของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต ซึ่งค่าของเวลาที่วัดได้ คือ เวลาที่ไคลเอนต์ทำการร้องขอข้อมูล (TSc) เวลาที่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลไบต์แรกที่เซิร์ฟเวอร์ส่งข้อมูลกลับมา (TSs) และเวลาที่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลจนหมด (TRc) ดังรูปที่ 4.15 4.16 และ4.17

การวัดในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ขณะโหลดปกติ (Normal Load) โหลดสูงสุด (Peak Load) และช่วงที่ฝนตก (Rainfall Effect) ซึ่งจะวัดค่าเวลาเช่นเดียวกัน คือ เวลาที่ไคลเอนต์ทำการร้องขอข้อมูล (TSc) เวลาที่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลไบต์แรกที่เซิร์ฟเวอร์ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลกลับมา (TSs) และเวลาที่ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลจนหมด (TRc) ดังแสดงในรูปที่ 4.18 4.19 และ 4.20

ในส่วนของคุณภาพการบริการที่ได้จากการคำนวณ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ คุณภาพการบริการที่แยกตามประเภทการเชื่อมต่อ (Connection Type) และ คุณภาพการบริการที่แยกตามเงื่อนไขสภาวะแวดล้อม(Condition) โดยคุณภาพการบริการที่วัดได้จะเทียบกับขนาดของข้อมูล

คุณภาพการบริการที่แยกตามประเภทการเชื่อมต่อ จะแสดงค่าที่ได้จากการคำนวณค่าที่ได้จากการทดลอง ได้แก่ ค่าเวลาตอบสนอง (TS, Response time) ปริมาณงาน (Throughput) และค่าประสิทธิภาพการใช้ (Utilize) โดยคุณภาพการบริการดังกล่าว จะใช้ในการเปรียบเทียบกันระหว่างการเชื่อมต่อทั้ง 3 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.21 4.22 และ 4.23

คุณภาพการบริการที่แยกตามเงื่อนไขสภาวะแวดล้อม จะแสดงค่าที่ได้จากการคำนวณค่าที่ได้จากการทดลอง ได้แก่ ค่าเวลาตอบสนอง (TS, Response time) ปริมาณงาน (Throughput) และค่าประสิทธิภาพการใช้ (Utilize) โดยคุณภาพการบริการดังกล่าว จะใช้ในการเปรียบเทียบกันระหว่างกรณีโหลดปกติ โหลดสูงสุด และช่วงฝนตก ดังแสดงในรูปที่ 4.24 4.25 และ 4.26

4.5 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล ใช้โปรแกรม Microsoft Access ในการเก็บข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการวัด และคุณภาพการบริการที่ได้ โดยฐานข้อมูลประกอบด้วย 4 ตาราง ดังนี้

(1) ตาราง SourceDetail ประกอบด้วย RecordNo Source IPaddress DataLength และ DataType

(1) ตาราง Satellite

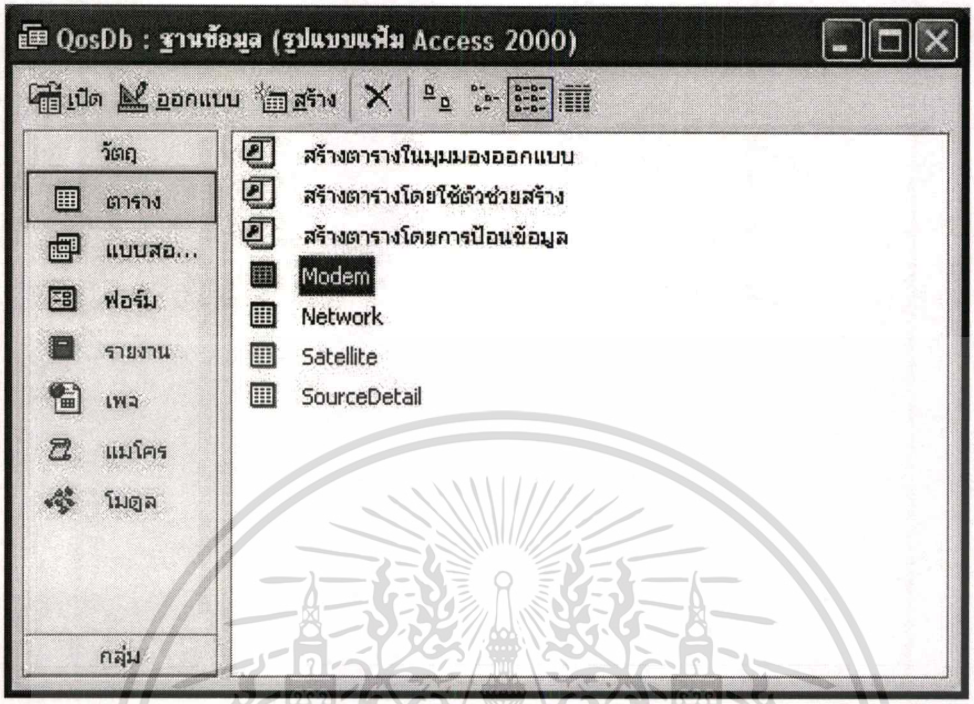
(2) ตาราง Network

(3) ตาราง Modem

ตาราง Satellite Network และ Modem มีโครงสร้างในการเก็บข้อมูลที่เหมือนกัน ได้แก่ RecordNo Source IPaddress Condition DataLength DataType TSc TSs TRc TS Throughput และ Utilize

โดยที่ค่าต่าง ๆ ในตาราง จะถูกเรียกใช้งานโดย โปรแกรมวัดคุณภาพการบริการเพื่อที่จะแสดงข้อมูลที่วัดได้และผลลัพธ์ ในรูปแบบของตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 ตารางในฐานข้อมูลของโปรแกรม MS Access

SourceDetail : ตาราง

	Record No	Source	IPaddress	DataLength	DataType
▶	1	www.ku.ac.th	158.108.2.69	23903	text/html
	2	www.kmitl.ac.th	161.246.34.11	26582	text/html
	3	www.inet.co.th	203.150.14.134	75032	text/html
	4	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	85045	text/html
	5	www.pea.or.th	203.170.232.71	465	text/html
*	(AutoNumber)			0	

ระเบียน: 1 จาก 5

รูปที่ 4.28 ตาราง SourceDetail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Satellite : ตาราง

Source	IPaddress	Condition	DataLength	DataType	TSc	TSs	TRc	TS	Throughput	Utilize
www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Rainfall Effect	85038	text/html	14:09:27	14:09:29	14:09:39	9913	68.62	59.57
www.inet.co.th	203.150.14.134	Rainfall Effect	75032	text/html	14:11:25	14:11:27	14:11:36	8903	67.42	58.53
www.ku.ac.th	158.108.2.69	Rainfall Effect	23903	text/html	14:15:02	14:15:03	14:15:09	5367	35.63	30.93
www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Rainfall Effect	85040	text/html	14:22:59	14:23:02	14:23:11	9753	67.75	60.55
www.inet.co.th	203.150.14.134	Rainfall Effect	75032	text/html	14:33:27	14:33:29	14:33:38	8841	67.89	58.94
www.kmitl.ac.th	161.246.34.11	Rainfall Effect	26585	text/html	14:36:16	14:36:18	14:36:21	3033	70.12	60.87
www.ku.ac.th	158.108.2.69	Rainfall Effect	23903	text/html	14:38:33	14:38:35	14:38:40	4872	39.25	34.07
www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	9:11:15	9:11:17	9:11:25	7703	75.95	65.93
www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	23329	text/html	9:15:27	9:15:29	9:15:33	3968	47.03	40.83
www.pea.or.th	161.24.5.79	Normal Load	465	text/html	9:18:35	9:18:36	9:18:36	380	9.78	8.5
www.kmitl.ac.th	161.246.34.11	Normal Load	26582	text/html	9:23:08	9:23:10	9:23:12	2753	77.24	67.05
www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85142	text/html	9:27:45	9:27:47	9:27:56	8452	80.59	69.96
www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	23329	text/html	9:31:14	9:31:16	9:31:19	3559	52.44	45.52
www.kmitl.ac.th	161.246.34.11	Normal Load	26582	text/html	9:37:21	9:37:22	9:37:25	2953	72.01	62.51
www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	9:41:38	9:41:40	9:41:47	6990	83.7	72.67
www.pea.or.th	161.24.5.79	Normal Load	465	text/html	9:47:49	9:47:50	9:47:50	290	12.82	11.14
www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	23329	text/html	9:51:26	9:51:28	9:51:31	3468	53.81	46.71
www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85254	text/html	9:55:24	9:55:26	9:55:56	8753	77.92	67.64
www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	10:02:50	10:02:52	10:03:00	7751	79.61	69.11
www.inet.co.th	203.150.14.134	Peak Load	73133	text/html	11:45:10	11:45:12	11:45:20	7841	74.62	64.77
www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Peak Load	85403	text/html	11:50:18	11:50:20	11:50:29	9154	74.64	64.79
www.ku.ac.th	158.108.2.69	Peak Load	23329	text/html	11:55:32	11:55:34	11:55:38	3854	48.42	42.04
www.kmitl.ac.th	161.246.34.11	Peak Load	26582	text/html	12:02:41	12:02:43	12:02:46	3126	68.03	59.05
www.pea.or.th	161.24.5.79	Peak Load	465	text/html	12:10:13	12:10:14	12:10:14	405	9.19	7.97
www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Peak Load	85403	text/html	12:15:34	12:15:36	12:15:36	9246	73.89	64.14

ระเบียน: 1 จาก 36

รูปที่ 4.29 ตาราง Satellite

Network : ตาราง

Recordno	Source	IPaddress	Condition	DataLength	DataType	TSc	TSs	TRc	TS	Throughput	Utilize
1	www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	11:36:15	11:36:15	11:36:20	4867	120.21	1.2021
2	www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	11:38:45	11:38:45	11:38:50	4757	122.99	1.2299
3	www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	12:11:47	12:11:48	12:11:53	4707	124.3	1.243
4	www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	12:41:48	12:41:48	12:41:53	4927	118.75	1.1875
5	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85272	text/html	12:45:46	12:45:47	12:45:53	5818	117.25	1.1725
6	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85272	text/html	12:48:18	12:48:19	12:48:25	6029	113.15	1.1315
7	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85419	text/html	12:50:53	12:50:55	12:51:00	5258	129.96	1.2996
8	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85419	text/html	12:52:09	12:52:09	12:52:09	7480	91.36	.9136
9	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85405	text/html	13:05:24	13:05:27	13:05:35	7371	92.71	.9271
10	www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	25593	text/html	13:08:39	13:08:39	13:08:41	2063	99.24	.9924
11	www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	25593	text/html	13:13:30	13:13:31	13:13:33	2163	94.66	.9466
12	www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	25593	text/html	13:14:57	13:14:58	13:15:00	2203	92.94	.9294
13	www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	25593	text/html	13:15:52	13:15:52	13:15:54	2183	93.79	.9379
14	www.pea.or.th	203.170.232.71	Normal Load	465	text/html	13:20:57	13:21:01	13:21:01	180	20.67	.2067
15	www.pea.or.th	203.170.232.71	Normal Load	465	text/html	13:22:05	13:22:05	13:22:05	270	13.78	.1378
16	www.pea.or.th	203.170.232.71	Normal Load	465	text/html	13:26:04	13:26:05	13:26:05	161	23.1	.231
17	www.pea.or.th	203.170.232.71	Normal Load	465	text/html	13:27:47	13:27:48	13:27:48	271	13.73	.1373
oNumber)				0					0	0	0

ระเบียน: 17 จาก 17

รูปที่ 4.30 ตาราง Network

Modem : ตาราง

Recordno	Source	IPaddress	Condition	DataLength	DataType	TSc	TSs	TRc	TS	Throughput	Utilize
1	www.inet.co.th	203.154.123.4	Normal Load	75543	text/html	12:14:15	12:14:17	12:15:29	12456	48.52	86.64
2	www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	14:51:04	14:51:05	14:51:17	12079	48.43	86.49
3	www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	14:54:49	14:54:50	14:55:03	12907	45.33	80.95
4	www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	14:57:11	14:57:12	14:57:25	12844	45.55	81.34
5	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85829	text/html	15:00:11	15:00:13	15:00:26	13485	50.92	90.93
6	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85829	text/html	15:01:36	15:01:38	15:01:51	13484	50.92	90.93
7	www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	25750	text/html	15:03:05	15:03:07	15:03:11	4625	44.54	79.54
8	www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	25750	text/html	15:04:58	15:04:59	15:05:04	5250	39.23	70.07
9	www.kmitl.ac.th	161.246.34.11	Normal Load	163	text/html	15:05:28	15:05:29	15:05:30	391	3.33	5.96
10	www.kmitl.ac.th	161.246.34.11	Normal Load	163	text/html	15:05:55	15:05:55	15:05:56	375	3.33	5.96
12	www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	25750	text/html	15:06:59	15:07:00	15:07:04	4594	44.84	80.07
13	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85829	text/html	15:08:27	15:08:29	15:08:42	13484	50.92	90.93
14	www.kmitl.ac.th	161.246.34.11	Normal Load	163	text/html	15:08:52	15:08:53	15:08:53	390	3.33	5.96
15	www.inet.co.th	203.150.14.134	Normal Load	73133	text/html	15:09:21	15:09:23	15:09:36	12875	45.44	81.15
16	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85829	text/html	15:10:17	15:10:19	15:10:32	13469	50.98	91.03
17	www.siamsport.co.th	203.149.63.253	Normal Load	85829	text/html	15:12:09	15:12:11	15:12:24	13438	51.09	91.24
18	www.ku.ac.th	158.108.2.69	Normal Load	25750	text/html	15:15:18	15:15:20	15:15:25	4656	44.24	79.01
toNumber)				0					0	0	0

ระเบียน: 17 จาก 17

รูปที่ 4.31 ตาราง Modem

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 การใช้งานในสิ่งแวดล้อมจริง

เมื่อได้พัฒนาระบบที่ตรวจวัดคุณภาพการบริการขึ้นมาแล้ว โดยได้ติดตั้งระบบคุณภาพการบริการไปยังสภาพแวดล้อมจริงภายในเครือข่ายของห้องปฏิบัติการมัลติมีเดียโดยการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่ายดาวเทียม เครือข่ายสถาบัน และการสื่อสารระยะไกลโดยใช้โมเด็ม เพื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพการบริการที่ได้รับจากการเชื่อมต่อทั้ง 3 รูปแบบ ดังกล่าวไว้ในบทที่ 3

จากนั้น ได้ทำการทดลองใช้งานจริง โดยผู้ใช้ซึ่งเป็นผู้ร้องขอข้อมูลทางอินเตอร์เน็ตทำการร้องขอโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอนต์ (client) ร้องขอ ข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต แล้วทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ผ่านมา จากนั้นจะนำมาแสดงผลที่ได้เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพการบริการของการเชื่อมต่อทั้ง 3 รูปแบบ โดยจะทำการพิจารณาในส่วนของ

- TS : เป็นเวลาที่ใช้ในการรับข้อมูล จะเริ่มวัดตั้งแต่เมื่อไคลเอนต์ได้รับข้อมูลไบต์แรกที่เครื่องให้บริการส่งมา จนกระทั่งเครื่องให้บริการส่งข้อมูลที่ถูกร้องขอจนหมด หน่วยเป็นมิลลิวินาที
- Throughput : เป็นอัตราบิตของข้อมูลจริง โดยจะหาได้จากจำนวนไบต์ข้อมูลที่อ่านได้จากเฮดเดอร์ของ HTTP หารด้วยค่า TS
- Utilization : เป็นประสิทธิภาพการใช้งานของช่องสื่อสาร หาได้จาก ปริมาณงานหารด้วยแบนด์วิทของช่องสื่อสาร

5.1.1 การวัดค่า TS

ใช้ในการบอกประสิทธิภาพในเชิงของเวลาที่ไคลเอนต์ใช้ในการรับข้อมูลที่เซิร์ฟเวอร์ส่งมา โดยระบบจะมีประสิทธิภาพดี เมื่อ TS มีค่าน้อย ในการทดลองวัดผลจะทำการเปรียบเทียบระหว่างการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ โดยนอกจากการเปรียบเทียบโดยการใช้ URL address เดียวกันแล้ว จะทำการเปรียบเทียบในสภาพแวดล้อมและช่วงเวลาที่แตกต่างกันไป ดังรายละเอียดที่กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 การวัดปริมาณงาน

ใช้ในการบอกประสิทธิภาพในเชิงอัตราเร็วของข้อมูลที่ส่งผ่านในเครือข่าย โดยระบบจะมีประสิทธิภาพดี เมื่อปริมาณงานมีค่ามาก ในการทดลองวัดผลจะทำการเปรียบเทียบระหว่างการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ โดยนอกจากการเปรียบเทียบโดยการใช้ URL address เดียวกันแล้ว จะทำการเปรียบเทียบในสภาพแวดล้อมและช่วงเวลาที่แตกต่างกันไป ดังรายละเอียดที่กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมา

5.1.3 การวัดประสิทธิภาพการใช้

ใช้ในการบอกว่าประสิทธิภาพของการใช้แบนด์วิทเป็นอย่างไร ถ้าค่า Utilize มีค่าสูง หมายความว่า สามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราเร็วที่ใกล้เคียงกับแบนด์วิทที่กำหนด การหาค่า Utilize จะเปรียบเทียบถึงค่าประสิทธิภาพการใช้งานของลิงค์แต่ละประเภทว่า ความเร็วที่ได้รับเมื่อเทียบกับแบนด์วิทที่กำหนดเป็นอย่างไร นอกจากนี้ ค่า Utilize ขึ้นอยู่กับปริมาณโหลดที่ใช้งาน ถ้าช่วงเวลาปกติ ซึ่งใช้โหลดปกติ กับตอนใช้งานช่วงโหลดสูงสุด ทำให้ค่า Throughput มีค่าแตกต่างกัน และทำให้ค่า Utilize มีค่าที่แตกต่างกัน ในการทดลองวัดผล จะทำการเปรียบเทียบ ระหว่างการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ โดยนอกจากการเปรียบเทียบโดยการใช้ URL address เดียวกันแล้ว จะทำการเปรียบเทียบในสภาพแวดล้อมและช่วงเวลาที่แตกต่างกันไป ดังรายละเอียดที่กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมา

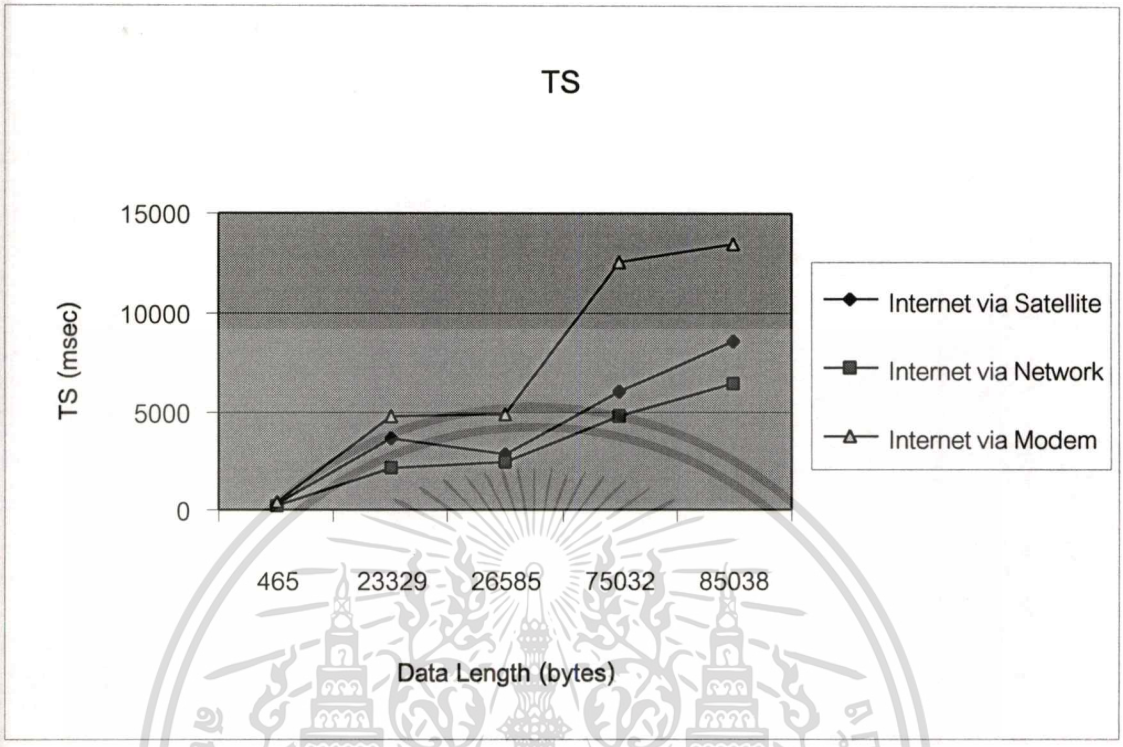
5.2 ผลจากการพัฒนาระบบงาน

จากการพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพการบริการและการทดลองใช้งานในสิ่งแวดล้อมจริง สามารถสรุปผลในลักษณะกราฟความสัมพันธ์ โดยทำการบันทึกผลจากส่วนของ Status และการ Execute ของโปรแกรม เพื่อหาคุณภาพการบริการ จากผลที่ได้จากการทดลอง และใช้โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการสร้างกราฟ ได้ผลออกมาดังนี้

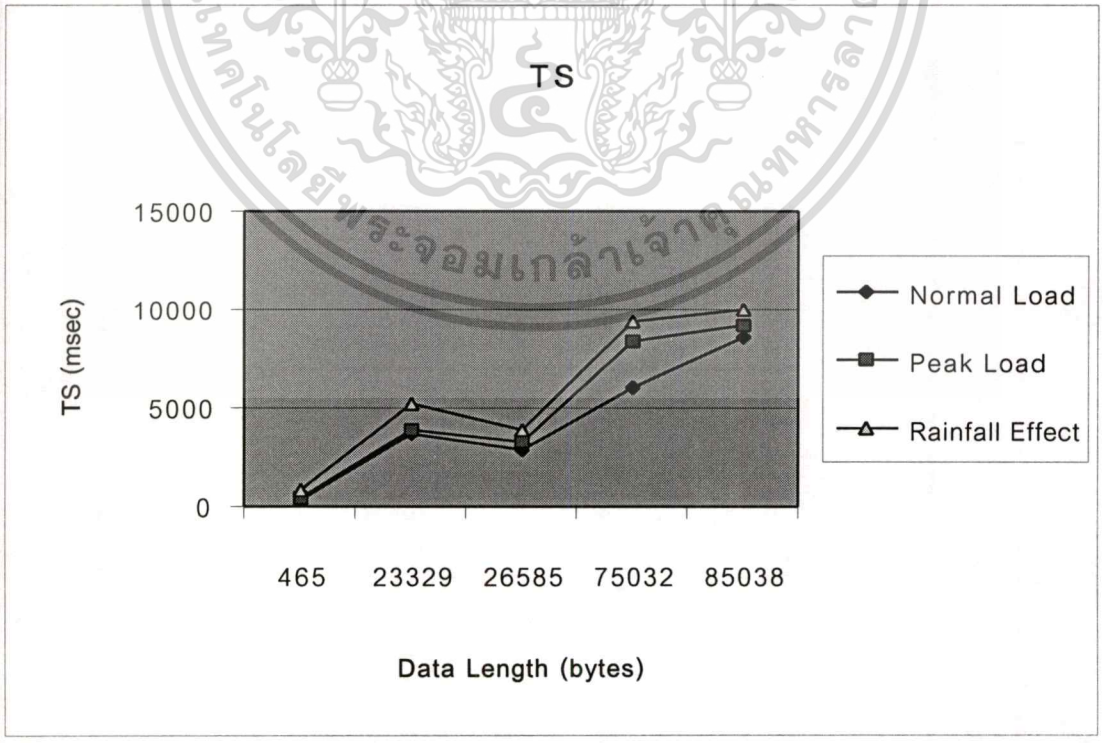
5.2.1 เวลาที่ไคลเอนต์ใช้ในการรับข้อมูล (TS)

จากรูปที่ 5.1 จะเห็นว่า เวลาที่ไคลเอนต์ใช้ในการรับข้อมูล (TS) ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม จะมีค่ามากกว่าการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่าย แต่มีค่าน้อยกว่าการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านโมเด็มเนื่องจากว่าอัตราบิตการส่งข้อมูลของการเชื่อมต่อของอินเตอร์เน็ตทั้ง 3 แบบ มีค่าไม่เท่ากัน การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมมีอัตราการส่งข้อมูล 115.2 kbps การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่ายมีอัตราการส่งข้อมูล 10 Mbps และการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระยะไกลผ่านโมเด็มมีอัตราการส่งข้อมูล 56 kbps ซึ่งอัตราเร็วมากจะทำให้เวลา TS มีค่าน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 เวลาตอบสนองของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ



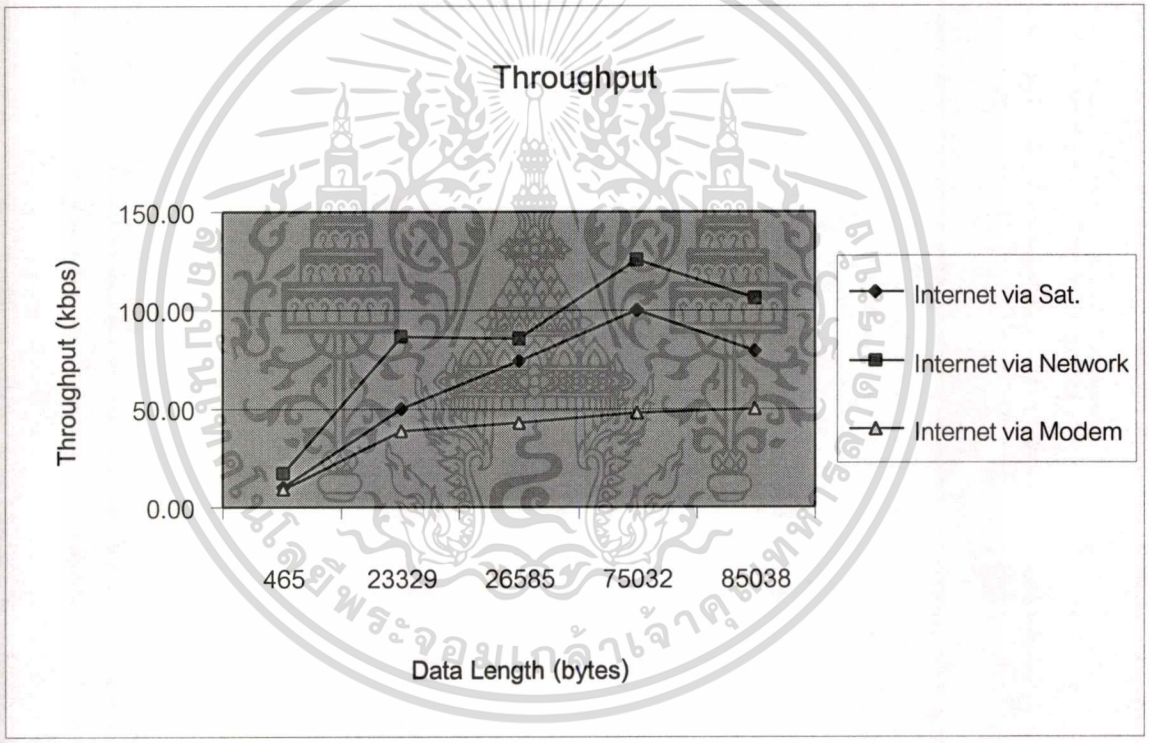
รูปที่ 5.2 เวลาตอบสนองของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในรูปที่ 5.2 เป็นการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า ในสภาพแวดล้อมเงื่อนไขต่าง ๆ นั้น การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม มีเวลาตอบสนองต่างกันอย่างไร โดยในช่วงเวลาโหลดปกติ เวลา TS จะมีค่าน้อยที่สุด เมื่อช่วงเวลาโหลดสูงสุด ผู้ใช้งานมาก ทำให้เวลาที่ใช้ในการรับข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนในสภาวะฝนตก โดยทดลองในสภาวะที่ยังสามารถรับข้อมูลได้ พบว่า เวลาที่ใช้รับข้อมูลจะมีค่ามากกว่าช่วงเวลาปกติ

สภาพแวดล้อมในการเชื่อมต่อส่งผลกระทบต่อการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม โดยขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้งานในขณะนั้น และสภาวะภูมิอากาศ

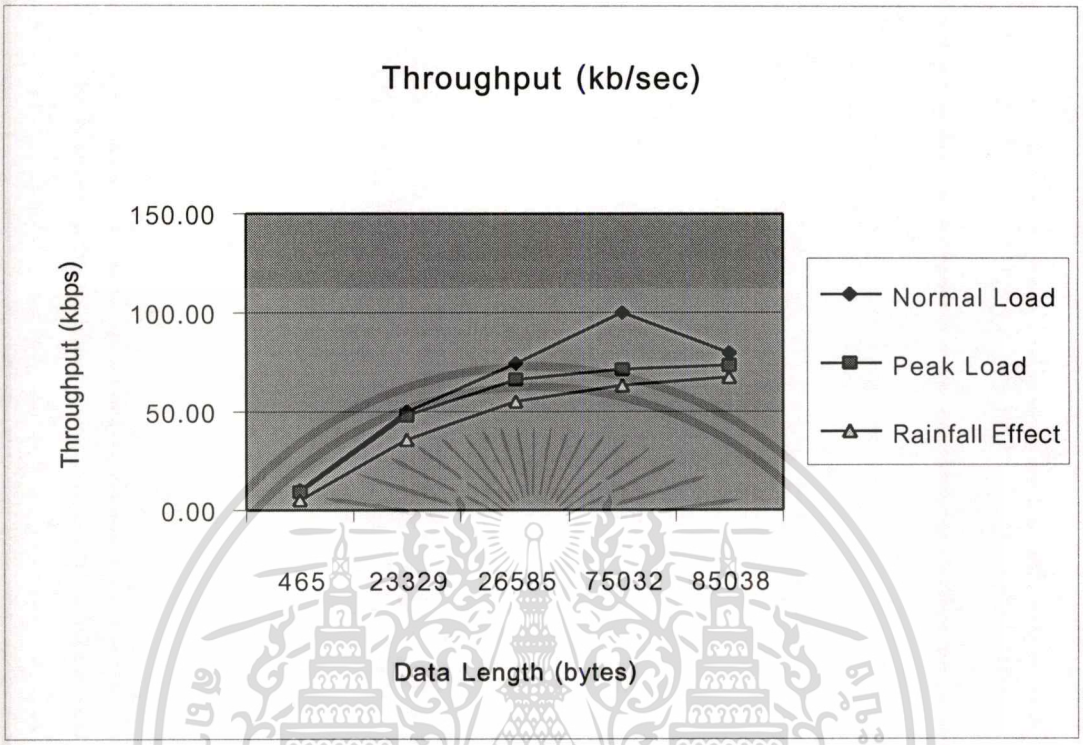
5.2.2 ปริมาณงาน (Throughput)



รูปที่ 5.3 ปริมาณงานของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ

จากรูปที่ 5.3 จะเห็นว่า ปริมาณงานของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม จะมีค่ามากกว่าการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่าย แต่มีค่าน้อยกว่าการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านโมเด็มเนื่องจากว่าค่าเวลาที่ไคลเอนต์ใช้ในการรับข้อมูลมีค่าไม่เท่ากัน ค่า TS มีค่าน้อย ทำให้ปริมาณงานมีค่ามาก ดังนั้น ปริมาณงานของการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายจึงมีค่ามากกว่าการเชื่อมต่อผ่านดาวเทียมและการเชื่อมต่อผ่านโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



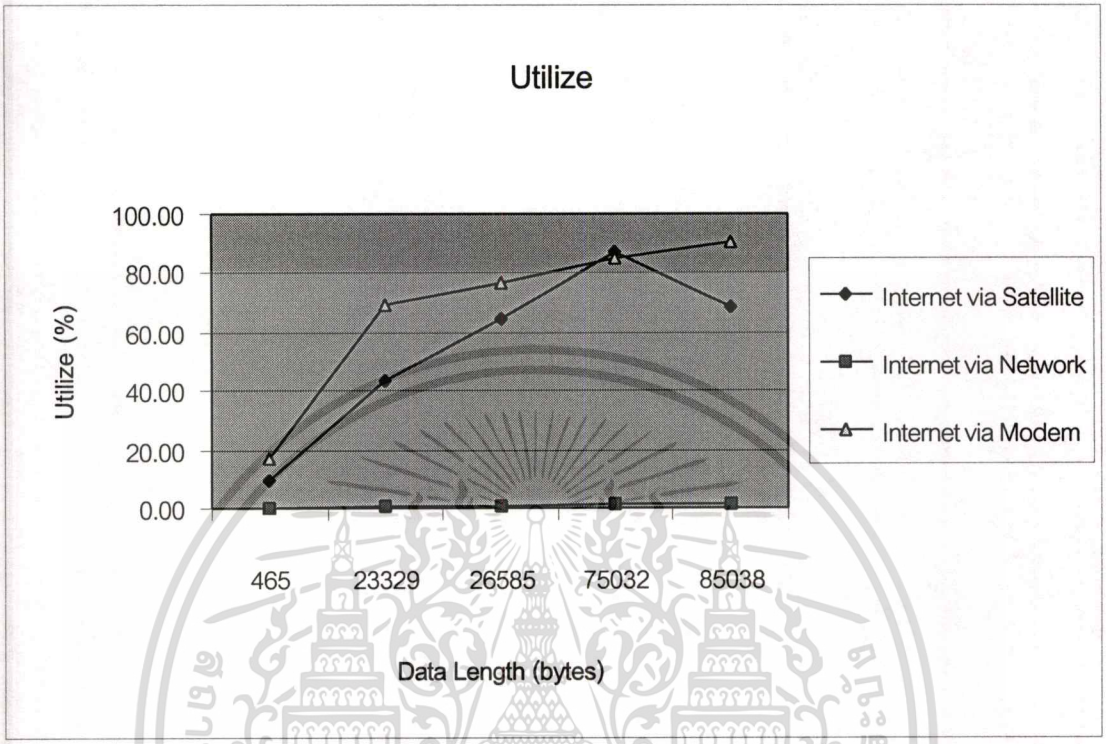
รูปที่ 5.4 ปริมาณงานของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ส่วนในรูปที่ 5.4 เป็นการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า ในสภาพแวดล้อมเงื่อนไขต่าง ๆ นั้น การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม มีปริมาณงานต่างกันอย่างไร โดยในช่วงเวลาโหลดปกติ ปริมาณงานจะมีค่ามากที่สุด เมื่อช่วงเวลาโหลดสูงสุด ผู้ใช้งานมาก ทำให้ปริมาณงานมีค่าน้อยลง ส่วนในสภาวะฝนตก โดยทดลองในสภาวะที่ยังสามารถรับข้อมูลได้ พบว่า จะมีค่าน้อยกว่าช่วงเวลาปกติ

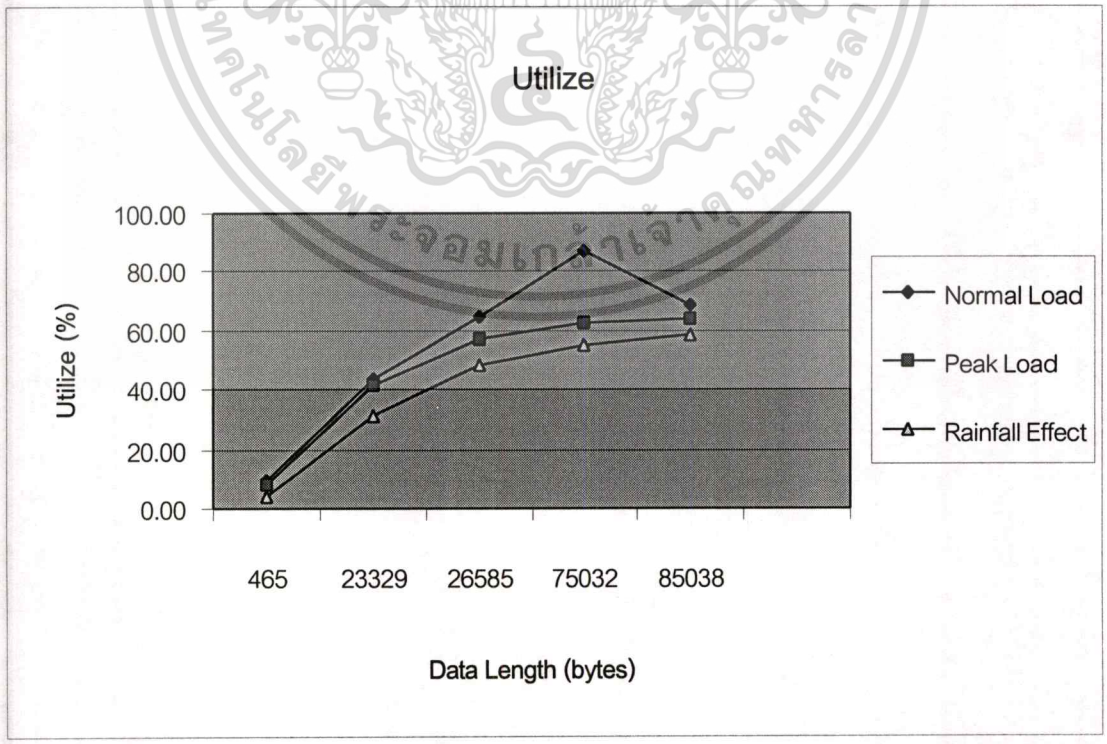
สภาพแวดล้อมในการเชื่อมต่อส่งผลกระทบต่อการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม โดยขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้งานในขณะนั้น และสภาวะภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ประสิทธิภาพการใช้ (Utilize)



รูปที่ 5.5 ประสิทธิภาพการใช้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ



รูปที่ 5.6 ประสิทธิภาพการใช้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.5 จะเห็นว่า ประสิทธิภาพการใช้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านโมเด็ม จะมีค่ามากกว่าการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมส่วนประสิทธิภาพการใช้ของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่ายมีค่าต่ำมาก เนื่องจากว่าการส่งข้อมูลของการเชื่อมต่อของอินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมจะเป็นการส่งแบบปลายถึงปลาย ไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นนอกจากส่งผ่านในชั้นบรรยากาศ อัตราเร็วที่น้อยกว่าแบนด์วิท เนื่องมาจากสัญญาณรบกวน ส่วนการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตอีก 2 รูปแบบจะต้องผ่านเครือข่ายภาคพื้น ซึ่งจะต้องแบ่งช่องสื่อสารใช้งานกับผู้ใช้งานอื่นประสิทธิภาพการใช้งานจึงมีค่าน้อยกว่าการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม

ส่วนในรูปที่ 5.6 เป็นการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า ในสภาพแวดล้อมเงื่อนไขต่าง ๆ นั้น การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม มีประสิทธิภาพการใช้ โดยในช่วงเวลาโหลดปกติ ประสิทธิภาพการใช้ จะมีค่ามากที่สุด เมื่อช่วงเวลาโหลดสูงสุด ผู้ใช้งานมาก ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ มีค่าน้อยลง ส่วนในสภาวะฝนตก โดยทดลองในสภาวะที่ยังสามารถรับข้อมูลได้ พบว่า จะมีค่าน้อยกว่าช่วงเวลาปกติ

สภาพแวดล้อมในการเชื่อมต่อส่งผลกระทบต่อการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม โดยขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้งานในขณะนั้น และสภาวะภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุป

6.1 ประโยชน์ที่ได้รับ

การวัดคุณภาพการบริการทำให้รับทราบว่าในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตในรูปแบบลักษณะที่ต่างกันไป มีคุณภาพการบริการที่ไดรับเป็นอย่างไร ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการวัด ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ และช่วงเวลาในการใช้งาน ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการที่ใช้งานอย่างไรบ้าง

คุณภาพการบริการที่สนใจ เป็นหลักคือเรื่องของ เวลาตอบสนอง กับค่าแบนด์วิทที่ใช้งานว่าเป็นอย่างไร

สรุปว่า โครงการพัฒนาระบบงานนี้ สามารถทำงาน ได้ตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ สามารถใช้งานในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง โดยให้ผลเป็นที่พอใจ และเกิดความผิดพลาดเล็กน้อย ในระดับที่สามารถยอมรับได้

6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ระบบตรวจวัดคุณภาพการบริการที่พัฒนานี้ มีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ เนื่องจาก

6.2.1 ในการตรวจวัดคุณภาพการบริการ จะทำได้เฉพาะแอปพลิเคชั่นที่เป็นเว็บเพจประเภทข้อความ (text/html) แอปพลิเคชั่นอื่นที่นอกเหนือการใช้งานเว็บไม่สามารถที่ตรวจวัดได้ เนื่องจากเวลาในการพัฒนาที่จำกัดแต่สามารถแสดงแนวโน้มของคุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตทั้ง 3 รูปแบบ และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้

6.2.2 ในการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาโหลดสูงสุดซึ่งกำหนดช่วงเวลา 11.30 – 13.30 น. อาจจะไม่ถูกต้องนัก เนื่องจากโหลดสูงสุดจริงอาจอยู่ในช่วงอื่น แต่เนื่องจากในห้อง MVLab สามารถทำการทดลองเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียมได้ในช่วงเวลา 8.30 – 16.30 น. เท่านั้น

6.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจวัดคุณภาพการบริการของการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านเครือข่ายรูปแบบต่าง ๆ ที่ได้พัฒนาขึ้นมา เป็นเพียงการพัฒนาขั้นต้น ยังมีอีกหลายอย่างที่ควรพัฒนาต่อไป เพื่อให้สามารถตรวจหา คุณภาพการบริการของแอปพลิเคชั่น ได้ทุกรูปแบบที่ใช้งานในอินเตอร์เน็ต ซึ่งก็จะมีรายละเอียดที่มากขึ้น เนื่องจากแต่ละแอปพลิเคชั่นมีรายละเอียดที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

พงศธร มณีวัฒนา. 2545. "การพัฒนาระบบแคชสำหรับการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่านดาวเทียม." โครงการพัฒนาระบบงานวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ แขนงวิชาวิทยาการสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วีระศักดิ์ ซึงถาวร. 2543. **JAVA Programming Volume I.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วีระศักดิ์ ซึงถาวร. 2545. **JAVA Programming Volume II.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

Allman, M. et al.1999. **Enhancing TCP Over Satellite Channels using Standard Mechanisms.** [Online] Available: http://www.ietf.org/rfc/rfc2488.txt

Campbell, A. et al. 2001. "Integrated Quality of Service for Multimedia Communications." **IEEE Communication Magazine:** 732-739.

Cisco Systems. 1999. **Internetworking Technologies Handbook.** Indianapolis: Cisco Press.

Comer, D. 2001. **Computer Networks and Internets with Internet Applications.** New Jersey: Prentice Hall.

Ferguson, P. and Huston, G. **Quality of Service Delivering QoS on the Internet and in Corporate Networks.** NewYork: John Wiley & Sons.

Harold, E. 2000. **JAVA Network Programming.** California: O'Reilly.

Joo, K. and Wan, C. 2000. **Incorporation of QoS and Mitigated TCP/IP over Satellite Links.** [Online] Available: http://nrg.cs.usm.my/~tcwan/Papers/AMOC00-QoS-TCPIP-Sat.pdf

Kuo, F. et al. 1998. **Multimedia Communication: protocols and applications.** New Jersey: Prentice Hall.

Kurose, J. and Ross K. 2001. **Computer networking: a top-down approach featuring the Internet.** Boston: Addison Wesley Longman.

Thaicom Satellite Network. 2002. **Thaicom Net Turbo.** [Online] Available: http://www.thaicom.net/thai-our/netturbo-thai.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายนพดร ชัชวาลย์

วัน เดือน ปี เกิด 12 กุมภาพันธ์ 2522

สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2541

ประวัติการทำงาน

ตำแหน่ง วิศวกร

สถานที่ทำงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

- กองออกแบบสายส่ง ฝ่ายออกแบบสถานีและสายส่ง
  ระยะเวลา เม.ย. 2543 – ก.ย. 2546
- กองออกแบบและบริการ ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม
  ระยะเวลา ต.ค. 2546 – ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้