การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ระบบ Host - Base กับ Client/Server ด้วยแถวคอยแบบ M/M/1

พันตรีธีรนันท์ นันทขว้าง

MAJ.TEERANAN NANDHAKWANG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2540

ISBN 974-622-044-6

ลิขสิทธิ์เป็นของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....29092
วัน, เดือน, ปี 18 พ.ย. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE COMPARISON OF HOST - BASE AND CLIENT/SERVER USING M/M/1 QUEUE

TEERANAN NANDHAKWANG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

MASTER OF SCIENCES PROGRAM IN COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1997

ISBN 974-622-044-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบ Host - Base กับ Client/Server ด้วยแถวคอยแบบ M/M/1
นักศึกษา	พ.ต.ธีรนันท์ นันทขว้าง
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์บรรจง ปิยธำรง
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2540

บทคัดย่อ

การประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน หรือวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาทดแทน เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการเปรียบเทียบระหว่างระบบทั้งสอง Queuing Network Model (QNM) เป็นแบบจำลองหนึ่งที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ สามารถใช้อธิบายพฤติกรรมโดยรวม ที่เกิดขึ้นบนระบบคอมพิวเตอร์ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมของการเข้าถึงข้อมูล ที่จัดเก็บอยู่บนหน่วยความจำสำรองของเครื่อง server และเครื่องเมนเฟม โดยความต้องการในการเข้าถึงข้อมูลจะเกิดจากการร้องขอข้อมูลจาก เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง ผ่านทางการเชื่อมต่อที่เป็นระบบเครือข่าย การศึกษาพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงของระบบที่ทำการประเมิน กระทำได้ โดยนำ workload ที่คุณลักษณะแตกต่างกัน มาทำการทดลอง บนแบบจำลองที่สร้างขึ้นภายใต้พื้นฐานของ QNM ในการทดลองผลของการทดลองจะทำให้ทราบถึงปัญหาคอขวด (bottle neck) ที่เกิดขึ้นบนระบบ และยังใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงออกแบบระบบ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อีกทั้งยังทำให้ผู้ใช้ทราบถึงขีดจำกัดที่แท้จริงของระบบที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Performance Comparison of Host - Base and Client/Server using M/M/1 Queue
Student	Maj.Teeranan Nandhakwang
Thesis Advisor	Mr. Banjong Piyatamrong
Level of Study	Master of sciences (Computer Sciences and Information Technology)
Department	Mathematics and Computer Sciences Faculty of science King Mongut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1997

Abstract

Performance evaluation the computer system is the approach for workable system and analyze the efficiency of the new system that should be replaced. Queuing Network Model (QNM) is the model for evaluate performance that should be describe the general behavior which take place on the computer system. QNM can apply to study the data accessing behavior on the server storage from the result of terminal or client requesting via Network. Learning of the alter system behavior which we measure by simulation on the different characteristic workload in the model from the queuing system methodology. The result of simulation not only can explain the bottle neck of this system , but also guide to developing and designing a higher performance system and make the user know the real restriction of the workable system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจาก ได้รับความช่วยเหลือและข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์ทางวิชาการจาก อาจารย์บรรจง ปียธำรง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา โดยท่านได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ พ.อ.บรรเจิด เทียนทองดี รองผู้อำนวยการกองยุทธการ กรมยุทธการทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด ที่ให้สนับสนุนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ พ.ท.เทพจิต จันดา พ.ท.ชมพล อามระดิษ และ ร.อ.หญิง กังสดาล ชุณหเพสย์ ที่คอยเป็นกำลังใจ และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

และขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่าน ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาให้ผู้เขียนได้มีความรู้ความสามารถ อันที่จะนำไปพัฒนากองทัพ และประเทศไทยต่อไป

ธีรนันท์ นันทขว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญภาพ..... VIII

บทที่

1. บทนำ..... 1

ความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ในการวิจัย..... 3

ทฤษฎีและและแนวคิดในการวิจัย..... 3

ขอบเขตการวิจัย..... 3

ข้อตกลงเบื้องต้นและข้อจำกัดในการวิจัย..... 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

นิยามคำศัพท์เฉพาะ..... 5

2. ทฤษฎีและและแนวคิด..... 7

เทคนิคการวัดและการประเมินประสิทธิภาพ..... 7

แบบจำลองแถวคอยพื้นฐาน..... 13

3. การออกแบบและสร้างแบบจำลองในการประเมินประสิทธิภาพ..... 30

การออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบ Client/Server..... 30

การออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบ Host - Base..... 40

4. การทดลองและผลการทดลอง..... 52

ข้อกำหนดขั้นต้น..... 52

การทดลองและผลการทดลอง..... 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

5. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 70
การวิเคราะห์ผลการทดลอง 70
ประโยชน์ที่ได้รับ 72
ข้อเสนอแนะ 73

บรรณานุกรม 74
ภาคผนวก 76
ผนวก ก โปรแกรมการคำนวณระบบ Client/Server 77
ผนวก ข โปรแกรมการคำนวณระบบ Host - Base 83
ผนวก ค รายละเอียดและคุณสมบัติของ IBM 9121 - 311 89
ผนวก ง ภาพแสดงผลการคำนวณจากโปรแกรมคำนวณ 94
ผนวก จ ตัวอย่างตารางแสดงผลการคำนวณจากโปรแกรมคำนวณ 134
ประวัติผู้เขียน 176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงถึงค่า workload พื้นฐานที่ใช้ในการทดลองของระบบงานที่ทำงาน ลักษณะ host-base..... 55
2. แสดงถึงค่า workload พื้นฐานที่ใช้ในการทดลองของระบบงานที่ทำงาน ลักษณะ client/server..... 55
3. แสดงถึงกลุ่ม workload ที่เพิ่มอัตราการใช้งานในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ host-base..... 56
4. แสดงถึงกลุ่ม workload ที่เพิ่มอัตราการใช้งานในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ client/server 57
5. แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานที่ลดลง ของ workload กลุ่มที่ 1 ระหว่าง ระบบ host-base กับระบบ Client/Server..... 57
6. แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดค่าผลรวม response time , queue length , response times และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 1 58
7. แสดงถึงการเพิ่ม workload บนเครื่อง terminal emulation ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ host-base..... 59
8. แสดงถึงการเพิ่ม workload บนเครื่อง client ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ Client/Server 60
9. แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานที่ลดลง ของ workload กลุ่มที่ 2 ระหว่าง ระบบ host-base กับระบบ Client/Server..... 60
10. แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดค่าผลรวม response time , queue length , response times และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 2..... 61
11. แสดงถึงการเพิ่ม workload บนเครื่อง IBM 9121-311 ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ host-base..... 62
12. แสดงถึงการเพิ่ม workload บนเครื่อง server ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ Client/Server 63
13. แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานที่ลดลง ของ workload กลุ่มที่ 3 ระหว่าง ระบบ host-base กับระบบ Client/Server..... 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

14. แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดค่าผลรวม response time , queue length , response times และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 3..... 64
15. แสดงถึงการเพิ่ม workload บนอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ host-base..... 65
16. แสดงถึงการเพิ่ม workload บนระบบ LAN ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ Client/Server 65
17. แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานที่ลดลง ของ workload กลุ่มที่ 4 ระหว่าง ระบบ host-base กับระบบ Client/Server..... 66
18. แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดค่าผลรวม response time , queue length , response times และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 4 66
19. แสดงถึงการเพิ่ม workload หน่วยความจำสำรอง ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ host-base 67
20. แสดงถึงการเพิ่ม workload หน่วยความจำสำรอง ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ Client/Server 68
21. แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานที่ลดลง ของ workload กลุ่มที่ 5 ระหว่าง ระบบ host-base กับระบบ Client/Server..... 68
22. แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดค่าผลรวม response time , queue length , response times และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 5..... 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

1. แสดง Queuing Network Model แบบเปิด..... 15
2. แสดง Queuing Network Model แบบปิด..... 15
3. แสดงแถวคอยแบบสถานีบริการ..... 22
4. แสดงแบบจำลองแถวคอยแบบสถานีบริการเดียว..... 24
5. แสดงการเปลี่ยนสถานะของแถวคอยแบบ M/M/1..... 26
6. แสดงการประมวลผลร่วมระหว่างเครื่อง client และเครื่อง server..... 32
7. แสดง QNM รวมของระบบ client/server..... 33
8. แสดง QNM ของเครื่อง client..... 34
9. แสดง QNM ของระบบ LAN..... 35
10. แสดง QNM ของเครื่อง server..... 35
11. แสดงการทำงานของระบบ host-base ในงานกำลังพลทหาร..... 42
12. แสดง QNM รวมของระบบ host-base 43
13. แสดง QNM ของเครื่อง terminal emulation..... 44
14. แสดง QNM ของอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L 44
15. แสดง QNM ของเครื่อง IBM 9121-311..... 45
16. แสดงโครงสร้าง packet ที่ส่งจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ไปยังช่องสัญญาณ แบบ ESCON..... 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันองค์กรต่าง ๆ มีความต้องการใช้ข้อมูล และสารสนเทศมากขึ้น เพื่อช่วยเหลือการตัดสินใจ จึงส่งผลกระทบให้เทคโนโลยีสารสนเทศมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองความต้องการทางสารสนเทศขององค์กร และปัจเจกชน สภาพแวดล้อมเก่าในการทำงาน จะถูกปรับเปลี่ยนไปตามกระแสของเทคโนโลยีสารสนเทศที่เกิดขึ้น อีกทั้งองค์กรต่าง ๆ ยังประสบปัญหาในการตัดสินใจ ว่าเวลาใดเป็นเวลาที่สมควรในการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงระบบเก่าไปสู่ระบบใหม่ การประเมินและการวัดประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์เป็นแนวทางหนึ่ง ที่สามารถช่วยให้ผู้กำหนดนโยบายขององค์กร แต่ละองค์กรทราบถึงขีดความสามารถ และข้อจำกัดของระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน

สำหรับกองบัญชาการทหารสูงสุด เป็นส่วนราชการหนึ่งที่ขึ้นตรงกับกระทรวงกลาโหม มีหน้าที่เตรียมกำลังรบ และป้องกันประเทศ โดยมีผู้บัญชาการทหารสูงสุดเป็นผู้บังคับบัญชารับผิดชอบ ประกอบด้วยส่วนราชการ กองทัพบก กองทัพเรือ กองทัพอากาศ และส่วยราชการอื่น ๆ ระบบงานกำลังพลทางทหารเป็นระบบงานหนึ่งของกองบัญชาการทหารสูงสุด ที่มีการนำระบบคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งาน ระบบงานกำลังพลทางทหารในปัจจุบัน ทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมของเครื่องเมนเฟม มีกรมการสนเทศทหารเป็นผู้ดูแลรักษาระบบ และกรมกำลังพลทหารเป็นผู้ดูแลรักษาข้อมูล ระบบงานกำลังพล เป็นระบบงานที่นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกำลังพลแต่ละคนที่สังกัดอยู่ในกองบัญชาการทหารสูงสุด จัดเก็บบนระบบจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ข้อมูลของกำลังพลแต่ละคนจะเป็นข้อมูลที่มีความจำเป็น ในการดำเนินการบริหารงานบุคลากรของกองทัพ ทั้งในภาวะปกติและภาวะสงคราม ลักษณะตัวอย่างของข้อมูลที่จัดเก็บลงบนระบบจัดการฐานข้อมูล จะมีข้อมูลดังต่อไปนี้ ชื่อ, นามสกุล, ชั้นยศ, ขั้นเงินเดือน, ตำแหน่ง, ประวัติการครองยศ และข้อมูลอื่น ๆอีกหลายประการ การทำงานในปัจจุบัน ระบบงานกำลังพลที่ทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จะมีการทำงานอยู่ 2 ลักษณะ คือ งานลักษณะออนไลน์ และ ลักษณะแบทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบงานที่ทำงานลักษณะออนไลน์ มีลักษณะงานดังต่อไปนี้ นำเสนอข้อมูลกำลังพลบนจอภาพ โดยข้อมูลกำลังพลที่นำเสนอจะมีลักษณะงานตัวอย่างเช่น การนำเสนอประวัติของกำลังพลในหัวข้อต่าง ๆ โดยจะทำการค้นหาจากหมายเลขประจำตัวหรือค้นหาจากชื่อของกำลังพล ระบบงานจัดลำดับอาวุโสของกำลังในแต่ละชั้นยศ, ระบบงานสถานภาพกำลังพล และระบบงานอื่น ๆ อีกหลายระบบระบบงานกำลังที่มีการใช้งานในปัจจุบัน จะมีปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นอยู่หลายประการ ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ คือ

- ข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบงาน : การพัฒนาระบบงานให้ความสอดคล้องกับความต้องการ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ ตลอดเวลาของผู้บังคับบัญชา หรือเป็นหน่วยงานที่เป็นผู้ใช้ระบบ เป็นไปด้วยความยากลำบาก เนื่องจากเทคโนโลยีของระบบคอมพิวเตอร์มีสถาปัตยกรรมแบบปิด เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาต่างๆ ต้องรอจากบริษัทผู้ขาย และบางครั้งบริษัทผู้ขายมีเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาต่าง ๆ ไม่ตรงกับความต้องการของผู้พัฒนาระบบงาน

- ค่าใช้จ่ายสูง : ระบบงานที่ทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมของเครื่องเมนเฟม จะมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบงานสูง ทำให้หน่วยงานที่รับผิดชอบในการดูแลรักษาประสบความยุ่งยากในการจัดเตรียมงบประมาณในส่วนนี้ เนื่องจากเป็นหน่วยราชการ และไม่มีรายได้เลี้ยงตนเอง

- ข้อจำกัดของการพัฒนาบุคลากรในระบบ : การพัฒนบุคลกรเพื่อมาปฏิบัติหน้าที่เป็นไปอย่างจำกัดและใช้เวลา เนื่องจากสภาพแวดล้อมและการทำงานของระบบมีลักษณะเฉพาะ การฝึกบุคลากรทดแทน จึงใช้เวลานานที่จะสร้างความคุ้นเคย และยังส่งผลกระทบให้ค่าใช้จ่ายในการฝึกบุคลากรสูงตามไปด้วย

- ความยุ่งยากในการใช้งานของผู้ใช้ : การติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบงานจะมีลักษณะเป็นข้อความอย่างเดียว ทำให้ขาดความอ่อนตัวในการทำงาน และในบางครั้งการนำเสนอระบบงานกับผู้บังคับบัญชาหรือผู้ใช้งานทั่วไป มีความรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่มีสิ่งจูงใจในการนำเสนอ เช่น รูปภาพ ตาราง หรือกราฟ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความมุ่งหมาย ที่จะนำเสนอแนวทางในการทดแทนระบบงานเก่าที่มีการทำงานลักษณะรวมศูนย์การทำงาน โดยใช้ระบบใหม่ที่มีการทำงานในลักษณะกระจายแบบ Client/server ซึ่งการทดแทนระบบงานเก่าด้วยระบบงานใหม่ จะต้องมีวิธีการหรือแนวทางที่จะบ่งชี้ได้ว่าระบบงานที่นำมาทดแทนระบบเก่ามีคุณลักษณะ และขีดความสามารถทดแทนระบบเก่าได้ อย่างเท่าเทียมหรือมีประสิทธิภาพสูงกว่า ทั้งนี้รูปแบบในการประเมินและเปรียบเทียบระบบงานทั้งเก่าและใหม่จะต้องอยู่ภายใต้กรอบและข้อกำหนดที่เหมือนกัน เพื่อให้ระบบงานทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างชัดเจน ถึงแม้จะมีลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์และซอฟแวร์ที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาถึง

1. เพื่อนำเสนอแบบจำลองที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์โดยแบบจำลองที่นำเสนอจะพิจารณาเฉพาะการใช้งานข้อมูลที่จัดเก็บบนหน่วยความจำสำรองของเครื่องที่ให้บริการจากเครื่องปลายทางที่ติดต่อกับผู้ใช้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบงานกำลังพลทางทหารของกองบัญชาการทหารสูงสุด ต่อไป
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นบนระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้งานในปัจจุบัน และระบบคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบใหม่ อีกทั้งทราบถึงข้อจำกัดในการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งสอง

ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ทฤษฎีและแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัยจะประกอบไปด้วย

1. การวัดประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์
2. ทฤษฎีแถวคอย
   2.1 แบบจำลองเครือข่ายแถวคอย
   2.2 แถวคอยแบบสถานีบริการเดียว

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยจะเป็นการพัฒนาแบบจำลองที่ใช้สำหรับการประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ โดยทำการสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ที่ประมวลผล ลักษณะรวมศูนย์ และสร้างแบบจำลองในลักษณะเดียวกัน แต่ใช้ประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการประมวลผลลักษณะ client/server ซึ่งแบบจำลองทั้งสองที่สร้างขึ้น จะใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเฉพาะ กรณีของการร้องขอข้อมูลที่จัดเก็บบนหน่วยความจำสำรอง ของเครื่องที่ให้บริการ จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สถานีปลายทาง ในการประเมินประสิทธิภาพจะพิจารณาเฉพาะค่าผลรวมของเวลาในการตอบสนอง, เวลาที่คอยในแถวคอย,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนชุดคำสั่งที่คอยในแถว และจำนวนชุดคำสั่งที่คอยในแถวคอยรวมกับชุดคำสั่งที่กำลังประมวลผล

ข้อตกลงเบื้องต้นและข้อจำกัดในการวิจัย

การประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ ด้วยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้ จะมุ่งศึกษาพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปบนระบบ เมื่อมีการใช้งานในลักษณะแตกต่างกัน ภายใต้ขอบเขตการทำงานที่มีการร้องขอข้อมูลที่จัดเก็บบนหน่วยความจำสำรองของเครื่องที่ให้บริการ ในการพิจารณาจะพิจารณาเฉพาะค่าผลรวมของเวลาในการตอบสนอง, เวลาที่คอยในแถวคอย, จำนวนชุดคำสั่งที่คอยในแถว และจำนวนชุดคำสั่งรวมกับชุดคำสั่งประมวลผล การพิจารณาค่าผลรวมต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น จะทำการรวมค่าที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานีบริการเข้าด้วยกันเป็นค่าผลรวม สำหรับสถานีบริการที่นำมาพิจารณานั้นจะเป็นสถานีบริการที่ชุดคำสั่งการร้องขอข้อมูลบนหน่วยความจำสำรอง จะต้องผ่านไปยังสถานบริหารนั้นเท่านั้น จะไม่มีการนำสถานีบริการอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาบนแบบจำลอง เครือข่ายแถวคอยที่สร้างขึ้น อีกทั้งยังกำหนดให้ระบบคอมพิวเตอร์ทั้งสองที่ทำการประเมินประสิทธิภาพไม่มีค่า delay ต่าง ๆ เกิดขึ้นในระบบ และการร้องขอข้อมูลในแต่ละครั้งของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ปลายทาง จะได้รับการส่งกลับข้อมูลหนึ่งครั้งจากเครื่องที่ให้บริการ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเมนเฟม หรือเครื่องแม่ข่ายเท่านั้น และ packet ของระบบคอมพิวเตอร์ที่ทำงานกำลังพลทหารด้วยการทำงานแบบ client/server จะมีขนาดคงที่ทุกครั้งที่มีการส่ง packet ผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น ส่วน packet ของชุดคำสั่งที่ส่งภายใต้โครงสร้างของ SNA จะมีขนาดเปลี่ยนแปลงตามแต่ละลักษณะงาน โดยขนาดการส่งผ่านข้อมูลใน packet จะมีขนาดไม่จำกัด

จากข้อตกลงเบื้องต้นที่กล่าวมา จะมีผลทำให้เกิดข้อจำกัดในการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถทำการประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ได้ในทุกกรณี แต่จะทำการประเมินประสิทธิภาพได้ตามที่ข้อตกลงเบื้องต้นได้กล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพที่ทำการประเมินได้จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น ก็มีความเพียงพอที่จะบ่งชี้ให้ทราบถึง ประสิทธิภาพของระบบงานทั้งสองที่ทำการวิจัยเปรียบเทียบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จะทำให้ทราบว่า ระบบงานกำลังพลทหารที่ใช้งานในปัจจุบัน และที่พัฒนาขึ้นมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อมีการทำงานในลักษณะที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จะทำให้ทราบว่า จะสามารถนำระบบงานที่พัฒนาขึ้น คือระบบงานกำลังพลทหารที่มีการทำงานลักษณะ client/server มาทดแทน ระบบงานที่ใช้งานในปัจจุบันได้หรือไม่

3. แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์สามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบจำลองในการประเมินประสิทธิภาพระบบงานอื่น ๆ

4. ผลที่ได้จากการทดลองสามารถใช้เป็นแนวทาง ในการพัฒนาระบบงานที่จะพัฒนาขึ้นใหม่ หรือ ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบงานเก่าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. จะทำให้ทราบถึงขีดความสามารถในการรองรับการทำงานของระบบงานกำลังพล ที่พัฒนาขึ้น และใช้งานในปัจจุบัน

นิยามคำศัพท์เฉพาะ

arrival	หมายถึง การมาถึงสถานีบริการของ ข้อมูล หรือชุดคำสั่งที่เคลื่อนที่อยู่ใน QNM
client	หมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยมีลักษณะการประมวลผลเป็นแบบกระจาย ในการประมวลผลแต่ละครั้งจะต้องทำการประมวลผลร่วมกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการ หรือเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ
client/server	หมายถึงลักษณะการประมวลผลที่มีการทำงานแบบกระจาย โดยจัดวางงานส่วนหนึ่งไว้ที่ เครื่อง client และวาง ส่วนที่เหลือไว้ที่เครื่อง server ในการประมวลผลแต่ละครั้ง จะมีการประมวลผลร่วมกันระหว่างเครื่อง client กับ เครื่อง server ซึ่งจะเรียกการประมวลลักษณะนี้ว่า การประมวลผลร่วม
EIC	ย่อมาจาก Emulation Interface Cards หมายถึง ฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์การสื่อสารข้อมูล (Data Circuits Terminal Equipment : DCE) ติดตั้งที่เครื่อง terminal emulation โดยจะทำการส่งหรือรับข้อมูลจาก อุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L
host	หมายถึง เครื่อง IBM Mainfame 9121 - 311
host-base	หมายถึง ประมวลผลที่มีการทำงานลักษณะรวมศูนย์ และมีสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยามคำศัพท์เฉพาะ(ต่อ)

	แวดล้อมในการทำงานภายใต้ เครื่องเมนเฟม
measurement	หมายถึงวิธีการวัดประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์แบบหนึ่ง
NIC	ย่อมาจาก Network Interface Cards หมายถึงฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์การสื่อสารข้อมูล ติดตั้งที่เครื่อง client และเครื่อง server โดยทำการส่ง และรับข้อมูลจากเครื่องที่เชื่อมต่อกันเป็นระบบเครือข่าย
number waiting	หมายถึงจำนวนข้อมูล หรือ ชุดคำสั่งที่รออยู่ใน buffer ของสถานีบริการเพื่อรอการประมวลผล
QNM	ย่อมาจาก Queuing Network Model หมายถึง แบบจำลองที่ช่วยในการวัดหรือประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณาเฉพาะสถานีบริการที่ข้อมูลจะเข้าประมวลผล หรือสถานีบริการที่ต้องการศึกษาพฤติกรรม
queue length	หมายถึงจำนวนข้อมูลหรือชุดคำสั่งที่รออยู่ใน buffer ของสถานีบริการเพื่อรอการประมวลผล รวมถึง ข้อมูลที่กำลังประมวลผลอยู่ในสถานีบริการ
response time	หมายถึงเวลาทั้งหมดที่ข้อมูลอยู่ในสถานีบริการ
server	หมายถึงเครื่องที่ให้บริการ และประมวลผลร่วมกับเครื่อง client ในการประมวลผลลักษณะ client/server
terminal emulation	หมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำลองตัวเองเป็น terminal ของการทำงานลักษณะ host-base
waiting time	หมายถึงเวลาที่ข้อมูลที่รออยู่ใน buffer ของสถานีบริการ จนได้รับการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและแนวคิด

เทคนิคการวัดและการประเมินประสิทธิภาพ

การวัดและการประเมินประสิทธิภาพ ระบบคอมพิวเตอร์ เป็นหนทางที่ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ ที่ต้องการจัดซื้อเข้ามาใช้งานในองค์กร หรือเปรียบเทียบระหว่างระบบเก่าที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน กับระบบใหม่ที่จะทำการซื้อ การบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรต่าง ๆ มีข้อตกลงใจในการเลือกใช้ระบบที่เกิดประสิทธิภาพกับองค์กรมากที่สุด

ในการวัดและประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ นั้นจะมีวัตถุประสงค์หลักอยู่ 2 ประการคือ (1) ทำการวัดประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ และ (2) ทำการค้นหาปัญหาต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงาน วัตถุประสงค์หลัก 2 ประการนี้จึงเป็นสิ่งที่กำหนดรูปแบบในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการวัดและประเมินประสิทธิภาพ สำหรับรายละเอียดของเทคนิคในการวัดและประเมินประสิทธิภาพ จะกล่าวในหัวข้อย่อยต่อไป

1. การวัดประสิทธิภาพ ระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปไม่มีความแตกต่างจากเครื่องจักรชนิดอื่น ๆ เพราะสามารถวัดและประเมินได้ว่า ทำงานได้ดีเพียงไร การประเมินประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยให้ผู้ใช้งานมีความมั่นใจว่า ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานสามารถทำงานตอบสนองความต้องการในการทำงานได้ และยังทราบถึงขีดจำกัด ประสิทธิภาพ รวมถึงความน่าเชื่อถือของระบบอีกด้วย ในการวัดประสิทธิภาพโดยส่วนใหญ่จะคำนึงถึงพื้นฐานต่าง ๆ ในการวัดอยู่ 3 ประการ Kant (1992 :4) คือ (1) ระบบมีความเร็วเพียงไรในการทำงาน (2) ระบบมีความสามารถเพียงไร เมื่อเกิดความล้มเหลวหรือสถานการต่าง ๆ ในขณะทำงาน และ (3) ระบบมีความสามารถเพียงไรในการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบ ที่ผ่านมาตั้งแต่เริ่มมีการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการประมวลผลงานต่าง ๆ ลักษณะงานที่ประมวลผลจะมีงานในลักษณะ batch, real - time control, transaction processing, interactive computing และอื่น ๆ เพราะฉะนั้น การวัดและประเมินประสิทธิภาพ ของระบบคอมพิวเตอร์ จึงมีวิธีการต่าง ๆ หลายรูปแบบ เพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดและการประเมินความถูกต้อง และเหมาะสมกับงานนั้น ๆ ในปัจจุบันการวัดและประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ Kant(1992 :4-5) จะมีลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

Responsiveness : การวัดประสิทธิภาพในลักษณะนี้จะเป็นการวัดว่าระบบมีความสามารถในการประมวลผลงานเร็วเพียงไร โดยทั่วไปก็จะคำนึงถึง WATING TIME , PROCESSING TIME, CONDITION WAITING, QUEUE LENGTH และ อื่น ๆ

Usage Level : การวัดประสิทธิภาพในลักษณะนี้จะเป็นการวัดว่า ระบบมีการประมวลผลดีอย่างไร โดยทั่วไปจะเป็นการวัด throughput และ Utilization of Various Resources การวัดในลักษณะนี้ ส่วนใหญ่จะมีความขัดแย้งกับการวัดในลักษณะ responsiveness เพราะว่าถ้าระบบคอมพิวเตอร์มีการประมวลผลที่มีการทำงานของระบบสูง ส่วนใหญ่ก็จะมีเวลาในการตอบสนองต่ำ ในทางกลับกันถ้าระบบมี เวลาในการตอบสนองสูง ๆ ก็จะมี การทำงานของระบบต่ำ

Missionability : การวัดประสิทธิภาพในลักษณะนี้จะเป็นการวัดว่า ระบบมีการทำงานอย่างไร ในขณะที่ประมวลผลงานหนึ่ง ๆ โดยทั่วไปจะเป็นการวัดว่าการทำงานในระหว่างประมวลผลเป็นอย่างไร , การวัดความสามารถในระหว่างการประมวลผล และ ระยะเวลาประมวลผล การวัดประสิทธิภาพในลักษณะนี้ มีความเหมาะสมกับการซ่อมแซม หรือปรับแต่งระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการใช้งานอยู่

Dependability : การวัดประสิทธิภาพในลักษณะนี้จะเป็นการวัดว่า ระบบมีความน่าเชื่อถือเพียงไรในการทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน โดยส่วนใหญ่จะเป็นการวัด number of failures/day, MTTF (Mean Time to Failures), MTTR (Mean Time to Repair), long-term availability และ cost of failure การวัดในลักษณะนี้จะมีประโยชน์ ในการป้องกันระบบล้มเหลว

Productivity : การวัดประสิทธิภาพในลักษณะนี้ จะเป็นการวัดว่าระบบมีประสิทธิผลอย่างไรในการทำงานลักษณะใดลักษณะหนึ่ง โดยส่วนใหญ่จะทำการวัด friendliness, maintainability และ understandability การวัดในลักษณะนี้จะเป็นการยากในการหารูปแบบหรือแบบจำลองในการวัด เพราะเป็นการวัดในเชิงคุณภาพ ไม่ใช่การวัดในเชิงประมาณ

นอกจากการวัดประสิทธิภาพ ระบบคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ แล้ว สิ่งที่มีความสำคัญอีกประการ ในการที่จะนำแบบจำลองที่ใช้ในการวัด มาทำการวัดประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ คือ ลักษณะของระบบคอมพิวเตอร์ ระบบคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปสามารถจัดแบ่งออกเป็น

General Purpose Computing : ระบบคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้ ออกแบบสำหรับทำงานทั่ว ๆ ไป การวัดประสิทธิภาระบบคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้ก็จะมีการวัดประสิทธิภาพในลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ responsiveness, usage level และ productivity ส่วนลักษณะ dependability จะไม่ค่อยมีความสำคัญ

High Availability : ระบบคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้ ออกแบบมาสำหรับงานทางด้าน transaction processing environment. (ธนาคาร, สายการเงิน องค์การโทรศัพท์ และอื่น ๆ) การวัดประสิทธิภาพที่มีความสำคัญกับระบบคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้คือ responsiveness และ dependability การวัดประสิทธิภาพทั้ง 2 ลักษณะจะมีความสำคัญต่อการทำงานมากว่าระบบคอมพิวเตอร์แบบ general propose computing ส่วนการวัดประสิทธิภาพในลักษณะ productivity ก็จะมีความสำคัญรองลงมา

Real - Time Control : ระบบคอมพิวเตอร์ระบบนี้มีความต้องการ การทำงานในลักษณะทำนายเหตุการณ์ล่วงหน้า และสุ่มตัวอย่าง โดยที่การประมวลผลจะขึ้นกับเวลาเป็นสิ่งสำคัญ เพราะฉะนั้นการวัดในลักษณะ responsiveness กับ dependability จึงมีความสำคัญสูงมาก เพราะส่วนใหญ่การทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้จะต้องการความน่าเชื่อถือและความถูกต้องสูงมากในระยะเวลาประมวลผลอันจำกัด ส่วนการวัดประสิทธิภาพในลักษณะ utilization และ throughput จะมีบทบาทหรือความสำคัญน้อย

Mission Oriented : ระบบคอมพิวเตอร์นี้มีความต้องการ ความน่าเชื่อถือสูงในระยะเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่าเวลาในการทำงานส่วนนี้ว่า mission time ในตลอด mission time จะมีการซ่อมแซมหรือปรับแต่งระบบน้อยมากหรืออาจไม่เกิดขึ้นเลย ลักษณะของระบบที่สามารถยกตัวอย่างได้ คือ อวกาศยาน หรือ ยานสอดแนมข้าศึกควบคุมระยะไกลโดยไม่ใช้นักบิน การวัดประสิทธิภาพในลักษณะ responsiveness จึงมีความสำคัญมาก แต่อย่างก็ตามส่วนใหญ่แล้วถ้าไม่ใช้ช่วง mission time ระบบอาจจะมีความน่าเชื่อถือต่ำก็ได้ เพราะการสร้างระบบใหม่มีความน่าเชื่อถือตลอดเวลา จะมีค่าใช้จ่ายสูงมาก

Long - Life : ระบบคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้ จะมีลักษณะการทำงาน คือ ระบบจะไม่ถูกปรับแต่ง หรือซ่อมแซมโดยมนุษย์ เป็นเวลานานมาก หรืออาจจะไม่มีการปรับแต่งอีกเลย เช่น ยานอวกาศที่ถูกส่งออกไปสำรวจดาวดวงต่าง ๆ ระบบคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้ อาจจะมีการปรับแต่งซ่อมแซม โดยระบบรอง หรือผ่านทางการควบคุมระยะไกลการวัดประสิทธิภาพในลักษณะ responsiveness จึงมีความสำคัญ

การวัดและประเมินประสิทธิภาพ ระบบคอมพิวเตอร์ นั้นจะมีความสำคัญต่อการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ การที่จะทราบถึงขีดความสามารถที่แท้จริงของระบบหรือทราบถึงความน่าเชื่อถือในการทำงานของระบบ จำเป็นต้องเลือกใช้ลักษณะการวัดให้ตรงความต้องการของผู้ที่สร้าง, ใช้งาน หรือลักษณะงาน จึงจะทำให้การวัดประสิทธิภาพในลักษณะต่างมีประโยชน์สูงสุดในการประเมินประสิทธิภาพของระบบนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เทคนิคในการประเมินประสิทธิภาพ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเทคนิคพื้นฐาน 3 ประการในการประเมินประสิทธิภาพ Kant (1992 :6-8) คือ (1) measurement, (2) simulation และ (3) analytic อีกทั้งจะกล่าวถึง เทคนิคการ ประเมินประสิทธิภาพที่เรียกว่า hybrid modeling เทคนิคนี้คือ การรวมเอา เทคนิคพื้นฐานทั้งสามอย่างน้อย 2 ชนิดเข้าด้วยกัน รวมถึงกล่าวถึงข้อดีข้อเสียและเทคนิค ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อย่อยต่อไป

2.1 Measurement Modeling measurement เป็นเทคนิคพื้นฐานที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ สามารถที่จะใช้ได้กับ ฮาร์ดแวร์, ซอฟแวร์ หรือทั้งสองในเวลาเดียวกัน ในการที่จะทำ measurement นั้น จะมีแนวคิดอยู่ 2 ประการ คือ (1) เราจะทราบได้อย่างไรว่าจะใช้เงื่อนไขอะไร measurement และ (2) เราจะทำการ measurement ในเชิงปริมาณตามที่สนใจได้อย่างไร เงื่อนไขที่ใช้ทำการ measurement จะมีอยู่ 2 ลักษณะ

- ทำการเลือกศึกษาเฉพาะเหตุการณ์ที่สุ่มขึ้นมาจากเหตุการณ์ ทั้งหมดที่น่าสนใจ ซึ่งวิธีนี้เรียกวิธีนี้ว่า sampled monitoring ทำการติดตามศึกษาเหตุการณ์ที่สนใจตั้งแต่เกิดความสนใจ จนถึงเหตุการณ์ที่ยุติการสนใจ จะเรียกวิธีนี้ว่า tract monitoring

ในการ measurement นั้นจะมีสิ่งสำคัญที่เลือกทำการ measurement หลายประการเช่น accessibility, even frequency, monitor artifact overhead และ flexibility ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความมุ่งหมายในการ measurement

2.2 Simulation Modeling simulation จะเป็นวิธีการสร้างรูปแบบจำลองการทำงาน แล้วทำการทดลองแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วย workload ที่กำหนดขึ้น ข้อดีของการ simulation ทั่ว ๆ ไป คือ ความอ่อนตัวในการทดลอง และยังสามารถสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของระบบที่จำลองขึ้นอย่างสะดวก อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญในการทำ simulation คือ

- จะต้องทราบถึงว่าสิ่งใดสามารถทำการ simulation ได้ และสิ่งใดไม่สามารถทำการ simulation ได้ ซึ่งทราบไปถึงรายละเอียดในแต่ละระดับที่จะทำการ simulation

- การ simulation จะเหมือนกับการ measurement จะต้องมีการกำหนดข้อมูลที่ใช้การ simulation ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทางสถิติ และในการ simulation จะต้องมีการใช้ข้อมูลให้ตรงตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ เพื่อให้การ simulation ได้ผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

การกำหนดระดับของรายละเอียดแต่รายละเอียด จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาในการออกแบบ การ measurement และ การ simulation จะต้องทำการออกแบบด้วยความระมัดระวัง ทั้งข้อมูลที่ใช้การทดลองทั้งสอง หรือผลที่ได้จากการทดลอง เพราะเป็นการศึกษาพฤติกรรมของระบบที่มีต่อข้อมูลที่ใช้ทำการทดลอง และ ผลที่ได้จากการทดลองนั้นจะนำไปใช้อ้างอิงในการทดลองลักษณะอื่น หรือใช้งานจริงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Analytic Modeling analytic เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ทำการศึกษาพฤติกรรมและหาคำตอบต่าง ๆ สิ่งที่ยากสำหรับการ analytic ก็คือการกำหนดขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ทำการทดลอง การ analytic ส่วนใหญ่จะไม่สามารถอธิบายได้ ถ้าระบบที่ทำการทดลองมีรายละเอียดปลีกย่อยจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตาม analytic ยังคงเป็นเครื่องมือที่ดีที่ใช้สำหรับการประเมินประสิทธิภาพ และสำหรับข้อดีของ analytic modeling จะมีอยู่ 3 ประการคือ (1) การสร้างแบบจำลองโดย analytic จะช่วยให้มองถึงภายในระบบที่มีความยากในการที่จะหาคำตอบ (2) การสร้างแบบจำลองโดย analytic จะสามารถคิดค้นหาคำตอบได้ง่าย เพราะปัจจุบันมีระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการคำนวณโดยเฉพาะ และ (3) ผลที่ได้จากคำนวณโดยใช้แบบจำลองแบบ analytic ยังสามารถใช้คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในระบบได้ดีกว่าการ measurement หรือ การ simulation สำหรับแบบจำลองแบบ analytic นั้น queuing systems ก็จะเป็นคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำมาใช้อธิบายระบบคอมพิวเตอร์ได้ในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2.4 Hybrid Modeling ในแบบจำลองที่มีความซ้ำซ้อนนั้น ภายในของแบบจำลองจะประกอบไปด้วยแบบจำลองย่อย และแบบจำลองย่อย ๆ แต่ละแบบจำลอง สามารถที่จะใช้แบบจำลองใดก็ได้ ในการอธิบายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในแบบจำลองย่อย ไม่ว่าจะเป็น measurement, simulation หรือ analytical ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาหาค่า fragmentation ในการจัดสรรหน่วยความจำแบบพลวัตร เป็นการยากที่จะหาค่าความเหมาะสมของการ fragment ในกรณีสามารถใช้ hybrid ทำการศึกษา ซึ่งจะกระทำได้ดังนี้

2.4.1. ใช้ analytic ทำการคำนวณเหตุการณ์ที่ไม่มีการ fragment ของหน่วยความจำ ในแต่ละส่วนย่อย ๆ

2.4.2. ทำการ simulate เฉพาะหน่วยความจำที่มีการจัดสรร, ครอบครอง และส่งคืน และคำนวณหาค่าเฉลี่ยของหน่วยความจำที่แตกออกเป็นส่วนย่อย ๆ

2.4.3. ทำการคำนวณใหม่โดยใช่ analytic เหมือนกับกรณี 2.4.1 เพื่อหาค่า fragment ที่เกิดขึ้นจากการ simulate

จากตัวอย่างที่กล่าวมาจะช่วยให้สามารถทำการศึกษาการเกิด fragment ที่เกิดขึ้นจากการจัดสรรหน่วยความจำแบบพลวัตร การใช้แบบจำลองแบบ hybrid จึงเป็นการช่วยแก้ปัญหาในกรณีที่ไม่สามารถหาแบบจำลองใดแบบจำลองหนึ่งมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. รูปแบบของการประเมินประสิทธิภาพ Kan(t1992 :9) ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์นั้น จะมีข้อเด่นอยู่หลายประการที่มีการนำการประเมินประสิทธิภาพ ไปใช้ประโยชน์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การออกแบบระบบ ในการออกแบบระบบสิ่งที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ สถาปัตยกรรมพื้นฐาน ความน่าเชื่อถือของแบบ และที่สำคัญมากสำหรับการออกแบบระบบคือ ระบบที่ออกแบบมีประสิทธิภาพอย่างไร และมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบหรือไม่

3.2 การเลือกระบบ ในการที่จะนำระบบคอมพิวเตอร์ระบบใดระบบหนึ่งมาใช้งานนั้น ส่วนใหญ่มักจะประสบปัญหาว่า จะมีแนวทางในการเลือกระบบต่าง ๆ ที่มีอยู่มาใช้งานได้อย่างไร และระบบใดจะดีที่สุด สิ่งต่างนี้สามารถนำการประเมินประสิทธิภาพมาใช้ประกอบการตัดสินใจได้ ทั้งนี้อาจจะประกอบกับงบประมาณที่มีหรือ แนวโน้มของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้น การสร้างแบบจำลองต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริง หรือข้อมูลจริงมาทดลองใช้กับระบบแล้วทำการประเมินประสิทธิภาพออกมาจะทำให้การตกลงใจเลือกระบบเป็นไปได้สะดวกขึ้น

3.3 การปรับปรุงระบบ ในการปรับปรุงระบบให้มีความทันสมัย และเหมาะสมกับงานมากขึ้น การประเมินประสิทธิภาพก็เป็นวิธีการหนึ่ง ที่จะทำให้การตัดสินใจว่าจะเลือกระบบคอมพิวเตอร์ใด จากบริษัทผู้ขายมาใช้ทดแทนหรือปรับปรุงให้ระบบดีขึ้น ซึ่งมีแนวทางใกล้เคียงกับการเลือกระบบแต่จะแตกต่างที่การเลือกระบบจะเป็นการตัดสินใจเพื่อนำระบบใหม่มาใช้งาน ส่วนการปรับปรุงระบบจะเป็นการเลือกระบบใหม่มาทดแทน หรือปรับเปลี่ยนระบบย่อยต่างๆ โดยคงโครงสร้างของระบบเดิมไว้

3.4 การปรับแต่งระบบ การปรับแต่งระบบให้มีขีดความสามารถที่ดีที่สุดในการทำงานก็ต้องอาศัยแนวทางหรือวิธีการของการประเมินประสิทธิภาพ มาเพื่อหาค่าความเหมาะสมในการปรับแต่งระบบ และทำให้ระบบมีประสิทธิผลมากที่สุดในการทำงาน การปรับแต่งสามารถใช้ได้ทั้ง measurement, simulation, analytic หรือใช้หลายแบบจำลองร่วมกันเพื่อทำการปรับแต่งระบบ

3.5 การวิเคราะห์ระบบ ในการวิเคราะห์ระบบนั้นการประเมินประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนระบบ ทำให้ทราบถึงแนวทางว่าควรที่จะมีการปรับปรุงระบบ, การนำระบบใหม่มาใช้งาน หรือต้องปรับแต่งระบบเพิ่มเติม การติดตามพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนระบบจะช่วยให้ระบบที่ใช้งานมีความเหมาะสม ในการทำงานตลอดเวลา

4. คุณลักษณะของ workload ในการที่จะพิจารณาถึงข้อมูลที่จะนำใส่เข้าสู่ระบบจริงหรือแบบจำลองที่สร้างขึ้น โดยที่ไม่คำนึงถึงแบบจำลองต่าง ๆ ที่กล่าวมาก สามารถที่จะแบ่งข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรก คือข้อมูลที่มีตัวกำหนดที่สามารถควบคุมได้จากผู้ออกแบบหรือผู้บริหารระบบ เช่น The scheduling duciplines, การติดต่อระหว่างอุปกรณ์ขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ และแนวทางในการจัดสรรทรัพยากรในระบบ ลักษณะที่สอง คือ ข้อมูลที่ถูกสร้างหรือต้องการจากสิ่งแวดล้อมหรือจากระบบเอง เช่น interarrival times และ service demamds of incoming jobs โดยข้อมูลหรืองานเหล่านี้ไม่สามารถที่จะควบคุมโดย ผู้ออกแบบหรือผู้บริหารระบบ ข้อมูลที่นำเข้าทั้งสองลักษณะนี้ สามารถนำมาใช้กับระบบงานจริง หรือแบบจำลองทั้งสาม คือ measurement, simulation และ analytic โดยจะเรียกข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบว่า workload สำหรับ workload จะมีคุณลักษณะเฉพาะแต่ละ workload และ workload ก็ยังเป็นสิ่งที่กำหนดรูปแบบการใช้งานหรือการประเมินประสิทธิภาพอีกด้วย

ปัญหาของ workload นั้น จะมีความยุ่งยากเมื่อ measurement ไม่สามารถที่จะกระทำได้โดยตรงต่อระบบ ในกรณีนี้จึงต้องทำการจำลอง workload ขึ้น โดยที่ workload นั้น จะมีหลายลักษณะตามเหตุการณ์ลักษณะต่าง ๆ และต้องกำหนด workload หลาย workload ให้ครอบคลุมเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้มากที่สุด เพราะ workload จะมีพฤติกรรมที่เกิดขึ้นบนระบบเฉพาะไม่เหมือนกัน workload นั้น มีทั้งที่สามารถ executable ได้ และไม่สามารถ executable โดยส่วนใหญ่แล้ว workload ที่สามารถ executable ได้จะใช้สำหรับการ measurement โดยตรง หรือ trace-driven simulations และสำหรับ workload ที่ไม่สามารถ executable ได้ส่วนใหญ่แล้วจะใช้กับแบบจำลอง analytical และ distribution - driven simulations

แบบจำลองแถวคอยพื้นฐาน

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง Queuing - Network Modeling (QNM) โดยเฉพาะ ซึ่งกล่าวถึงระบบเครือข่ายแบบเปิด และปิด รวมถึงการกำหนดค่า workload ที่นำเข้าสู่ระบบ และตัวกำหนดผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น อีกทั้งกล่าวถึงคุณลักษณะและขีดความสามารถของ QNM ในระบบคอมพิวเตอร์

1. โครงสร้างและตัวกำหนดประสิทธิภาพ Kant(1992 :84-86) สิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจคือ Queuing Network Modeling (QNM) QNM คือการรวบรวมสถานีให้บริการต่างที่เชื่อมต่อกันและเป็นเส้นทางที่ข้อมูล ใช้เคลื่อนที่ไปยังสถานีบริการต่าง ๆ สำหรับสถานีบริการคือทรัพยากรต่าง ๆ ของระบบ เช่น หน่วยความจำหลัก, หน่วยประมวลผลกลาง หรือ หน่วยความจำสำรอง และ ข้อมูล จะหมายถึง job, processes หรือ active entities อื่น ๆ ข้อมูลจะเคลื่อนที่จากสถานีบริการหนึ่งไปยังสถานีบริการอีกสถานีหนึ่ง และในบางกรณี ข้อมูลต้องไปคอยตามสถานีบริการบางแห่ง เพื่อรอเข้าไปประมวลผลยังสถานีนั้น สำหรับความต้องการและขีดความสามารถในการให้บริการของสถานีบริการ รวมถึงการเกิดข้อมูลแต่ละข้อมูล มีลักษณะเป็นตัวแปรสุ่ม ซึ่งสามารถอธิบายได้ โดย การกระจายของความน่าจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 แบบจำลองระบบเครือข่ายแบบเปิดและปิด QNM ที่ไม่มีการกำหนดขอบเขต หรือจำกัดจำนวนข้อมูล จะเรียก QNM ลักษณะนี้ว่า เป็น QNM แบบเปิด หรือ แบบจำลองที่มีประชากรแบบอนันต์ (infinity population model) และ QNM แบบปิดนี้ จะมีข้อมูลที่เกิดขึ้นในระบบมาจากแหล่งภายนอกที่เข้ามาสู่ระบบ ดังในรูปที่ 1 จะแสดงให้เห็นถึงตัวอย่างของ QNM แบบเปิด ที่มีงานเข้าทาง หน่วยประมวลผล ซึ่งเมื่อประมวลผลเสร็จ จะมีข้อมูล บางส่วนออกไปนอก QNM ที่กำลังพิจารณาและบางส่วนยังคงอยู่ใน QNM เหตุการณ์ที่ข้อมูลออกไปจากนอกระบบจะเกิดขึ้นด้วยโอกาสความน่าจะเป็น p และ ข้อมูลที่อยู่ในระบบจะเป็นด้วยความน่าจะเป็น (1 - p) ความน่าจะเป็นตรงส่วนนี้จะเรียนว่า ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทาง และเมื่อข้อมูลที่อยู่ในระบบจะสู่สถานีให้บริการ 2 และ 3 (Disk 2 และ 3) ก็จะมีความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทาง คือ ความน่าจะเป็น q ที่จะไปยังสถานีบริการ 2 และความน่าจะเป็น (1 - q) ไปยังสถานีบริการ 3 เมื่อประมวลผลเสร็จข้อมูลก็จะกลับมายังสถานีบริการ 1 (หน่วยประมวลผล) เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

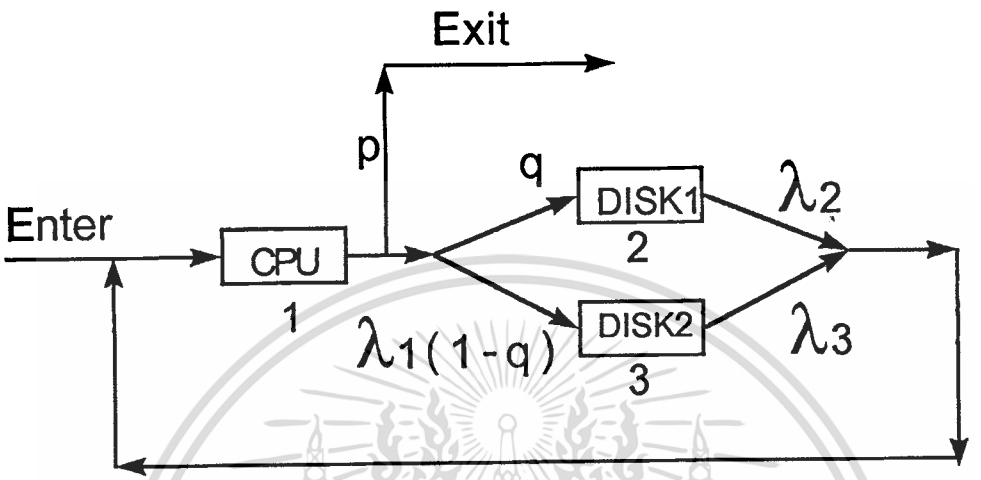
สำหรับแบบจำลองที่มีจำนวนข้อมูลคงที่ (ไม่มีข้อมูลที่มาจากแหล่งภายนอก QNM) จะเรียก QNM ลักษณะนี้ว่า QNM แบบปิด หรือแบบจำลองที่มีประชากรจำกัด (limited population) ใน QNM แบบปิดนี้ อาจเกิดเหตุการณ์ที่บางสถานบริการไม่มีข้อมูลเลย เนื่องจากข้อมูลอาจจะไปคอยบริการคั่งค้างอยู่ที่สถานีบริการใดสถานีหนึ่ง สำหรับรูปที่ 2 โดยจะมีข้อแตกต่างกับรูป 2-1 คือ จะมี ข้อมูลที่เกิดจาก terminal users เท่านั้น สำหรับ QNM ลักษณะนี้ข้อมูลที่ออกจาก terminals ส่วนใหญ่จะเป็นชุดคำสั่ง และ ข้อมูลที่กลับเข้าสู่ terminals จะเป็นชุดคำสั่งที่ประมวลเรียบร้อยแล้ว

ใน QNM แบบปิด งานที่ได้รับการประมวลผลโดยสมบูรณ์แล้ว จะสามารถแสดงได้ทางอ้อม ยกตัวอย่าง เช่น ในรูปที่ 2 เมื่อข้อมูลถูกส่งกลับมายัง terminals เราสามารถกล่าวได้ ว่าข้อมูลบางส่วนได้ถูกประมวลผลโดยเสร็จสิ้น และได้หายไปจากระบบ แต่ในทางสถิติข้อมูลเหล่านั้นยังคงอยู่ในระบบ ซึ่งในกรณีนี้ QNM แบบปิดสามารถนำเสนอพฤติกรรมเหล่านี้ที่เกิดขึ้นได้ เหมือนความเป็นจริง คือ เมื่อมีงานเกิดขึ้นและออกจากระบบ ใน QNM แบบปิดก็จะเปรียบเทียบได้กับอัตราค่าเฉลี่ยของงานที่สมบูรณ์ใน QNM แบบปิด ซึ่งสามารถเรียกค่านี้ได้ว่า throughput โดยทั่วไปแล้ว QNM แบบปิดจะมีความเหมือนกับความเป็นจริงของการทำงานมากกว่า QNM แบบปิด ในระบบคอมพิวเตอร์นั้น workload ที่เกิดขึ้นจะมีอยู่หลายลักษณะ สำหรับแบบจำลองของ QNM ที่ได้กล่าวมานั้น มีชื่อเรียกอีกอย่าง แบบจำลองแบบธรรมดา และใน QNM ยังมีข้อมูลอยู่และค่าความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทาง เข้าสู่สถานีบริการ นั้นต้องไม่เท่ากับศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

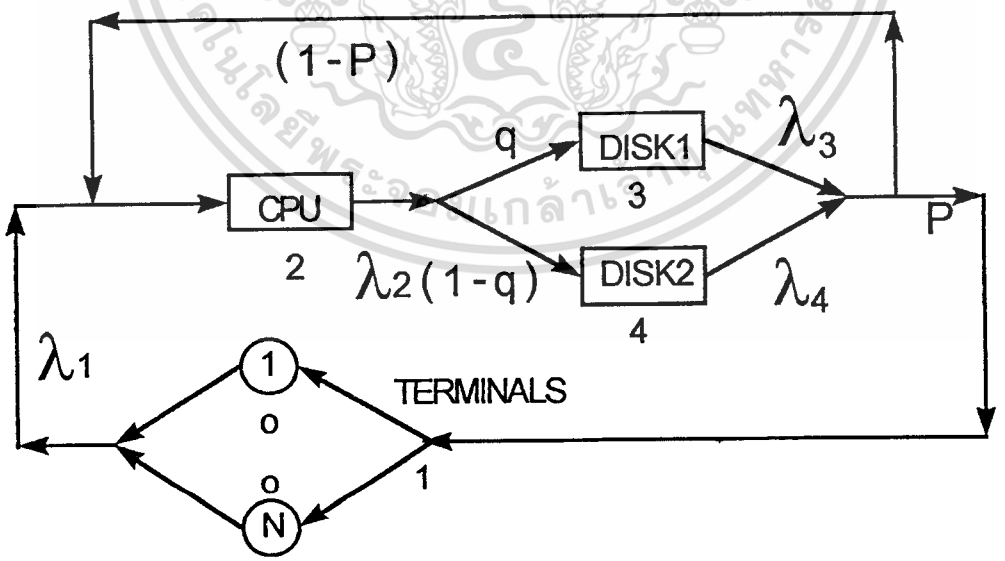
ภาพที่ 1

แสดง Queuing Network Model แบบเปิด



ภาพที่ 2

แสดงถึง Queuing Network Modeling แบบปิด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ตัวกำหนดประสิทธิภาพ Kant(1992 :87-88) ในแบบจำลองทั่วไปของ QNM ข้อมูลที่จะต้องประกอบกันเป็นระบบมีสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ จำนวนของสถานีบริการที่ให้บริการ (M แทนจำนวนของสถานีบริการ) (2) เวลาที่ให้บริการของแต่ละสถานีและเงื่อนไขที่ให้บริการในแต่ละสถานี (3) ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางของข้อมูลที่จะไปยังสถานีต่าง ๆ และ (4) จำนวนข้อมูลในระบบสำหรับ QNM แบบปิด และจำนวนข้อมูลที่มาจากนอกระบบสำหรับ QNM แบบเปิด และสิ่งที่น่าสนใจที่สามารถวัดประสิทธิภาพออกมาได้จากสิ่งต่าง ๆ ทั้ง 4 ประการ คือ response time, queue length, throughput และ utilization สิ่งต่าง ๆ ที่วัดได้นี้จะมาจากการศึกษาพฤติกรรมในแต่ละ steady - state ของระบบ สำหรับสัญญาลักษณ์ i และ n ที่จะปรากฏในต่อไป i จะหมายถึงสถานีแต่ละสถานี ที่กำลังพิจารณา และ n จะหมายถึงประชากรที่เกี่ยวข้องในขณะนั้น และหัวข้อที่กล่าวถึงต่อไป คือตัวกำหนดประสิทธิภาพและคำอธิบายในส่วนที่เกี่ยวข้องที่เกิดขึ้นบนแบบจำลองทั่วไปของ QNM

- Average Service Time s_i : คือค่าเฉลี่ยของเวลาที่ให้บริการ ข้อมูล ในสถานีบริการ i โดยส่วนใหญ่แล้ว ใน QNM จะใช้ average service rate ที่แทนด้วยสัญญาลักษณ์ μ_i ซึ่งค่า μ_i นี้จะมีค่าเท่ากับ $1/s_i$

- External Arrival Rate Λ_i : ค่าเฉลี่ยนี้จะใช้กับ QNM แบบเปิดเท่านั้น ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มาถึงในสถานีบริการ i โดยค่าเฉลี่ยของข้อมูลนี้จะมาจากภายนอกระบบ

- Routing Probability q_{ij} : คือค่าความน่าจะเป็นที่ออกจากสถานีบริการ i มุ่งสู่สถานีบริการ j ที่อยู่สถานีถัดไป

- Throughput λ_i หรือ $\lambda_i(N)$: คือค่าเฉลี่ยของข้อมูล ที่ได้รับจากการประมวลผลสมบูรณ์แล้วต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่สถานีบริการ i

- Average Response Time R_i หรือ $R_i(N)$: คือค่าเฉลี่ยของเวลาที่ ข้อมูลอยู่ที่สถานีบริการ i และคอยจนกว่าจะได้รับการประมวลผล

- Average Waiting Time W_i หรือ $W_i(N)$: คือค่าเฉลี่ยของเวลาที่ ข้อมูลอยู่ที่สถานีบริการ i

- Average Queuing Length Q_i หรือ $Q_i(N)$: คือค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อมูลที่สถานี i ซึ่งรวมถึง ข้อมูลที่กำลังประมวลผลด้วย

- Average Waiting length R_i หรือ $R_i(N)$: คือค่าเฉลี่ยของจำนวน ข้อมูลที่สถานี i ทั้งนี้ไม่รวมข้อมูลที่กำลังประมวลผลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-Utilization U_i หรือ $U_i(N)$: เวลาที่เฉพาะสถานี i ทำการประมวลผล

Queuing - length distribution $P_i(N)$ หรือ $P_i(N/N)$: คือค่าความน่าจะเป็นในการที่พบข้อมูลจำนวน N ที่สถานี i

2. การวิเคราะห์การทำงานของแบบจำลองแถวคอย Kant(1992 :88-92) ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง พฤติกรรมและคุณลักษณะต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพและตัวกำหนดที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพ

2.1 คุณลักษณะของพฤติกรรมของระบบ จากการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของแถวคอยในช่วงเวลา T เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่น่าสนใจโดยเฉพาะ การมาถึงของข้อมูล และ การบริการ ในแต่ละสถานี จะพบว่ามีคุณลักษณะที่น่าสนใจอยู่ 3 ประการคือ homogeneity, flow balance และ one-step behavior แนวความคิดของ homogeneity จะมีความเกี่ยวข้องกับ การมาถึงข้อมูล, การบริการ และ การเลือกเส้นทางมีอยู่ 3 แนวความคิดคือ (1) Homogeneity arrivals แนวคิดนี้จะมีความหมายถึง ค่าเฉลี่ยของ arrival rate ของจำนวนข้อมูล โดยที่สถานีแต่ละสถานีเป็นอิสระต่อกัน (2) Homogeneity service แนวคิดนี้หมายถึงค่าเฉลี่ยของ service rate ของจำนวน ข้อมูล โดยที่สถานีแต่ละสถานีมีความอิสระต่อกัน สำหรับค่า service rate จะต้องมีค่าเป็นศูนย์เมื่อสถานีที่ให้บริการไม่มีข้อมูลอยู่เลย และใน QNM แบบปิดค่า arrival rate จะมีค่าลดลงสู่ศูนย์ เมื่อ ข้อมูลทุกข้อมูลถูกประมวลผลพร้อมกันในสถานีบริการแต่ละสถานี และ (3) Routing homogeneous แนวคิดนี้หมายถึงค่าความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทาง โดยที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับจำนวนข้อมูลที่มีอยู่ในแต่ละ สถานีส่ง, สถานีรับ หรือสถานีอื่น ๆ

สำหรับแนวคิดของ flow balance จะเป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงค่ารวมของจำนวนข้อมูล ที่ออกจากสถานีบริการ ในหนึ่งช่วงเวลา T ค่า flow balance เป็นค่าที่ได้จากการประมาณในแต่ละเหตุการณ์ และยังเป็นแนวทางในการศึกษาพฤติกรรมในระยะยาวของระบบได้อีกด้วย และในส่วน one - step behavior จะมีความหมายอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก ข้อมูลที่มาถึงสถานีบริการ i จะไม่พร้อมกันโดยบังเอิญกับ ข้อมูลที่ออกจากสถานีบริการ i ประการที่สอง ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง จะมีเพียงข้อมูลที่มาถึง 1 ข้อมูล สถานีบริการ i หรือ ข้อมูลที่ออกจากสถานบริการ i หนึ่งข้อมูลเท่านั้น การกำหนดลักษณะแนวคิดของ one - step นั้นจะเป็นแนวคิดที่มีความสำคัญและช่วยให้ค่าการคำนวณต่าง ๆ ในการวัดประสิทธิภาพเป็นไปอย่างง่ายขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเกิดกรณีที่มี ข้อมูล 2 ข้อมูลเกิดขึ้นหรือเข้าสู่ระบบพร้อมกัน ถ้าทั้งระบบมีข้อมูลอยู่ N ข้อมูล การพิจารณาจะพิจารณาว่ามี ข้อมูลอยู่ N หรือ N+1 ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 นิยามของตัวกำหนดในการวัดประสิทธิภาพ การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวกำหนดต่าง ๆ ใน การวัดประสิทธิภาพจะคำนึงหรือพิจารณาจากการเฝ้าสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในหนึ่งคาบเวลา ซึ่งเหตุการณ์ในหนึ่งคาบเวลาที่สนใจ เมื่อพฤติกรรมต่าง ๆ ครบ หรือสมบูรณ์แล้วจะพฤติกรรมนี้ว่าเรียกว่าหนึ่งวงรอบของการเกิด และพฤติกรรมของวงรอบที่ตามมาก็จะสามารถอธิบายได้ด้วยวิชาทางสถิติ ในหัวข้อต่อไปนี้จะมุ่งความสนใจไปยัง สถานีบริการ i ที่อยู่ใน QNM แบบปิด และมีจำนวน ข้อมูล N จำนวน โดยกำหนดค่าต่าง ๆ ภายใต้คาบเวลา T ดังนี้

$A_i(N)$ คือจำนวนข้อมูลที่พบที่สถานีบริการ i จำนวน N ข้อมูล

$D_i(N)$ คือจำนวนของข้อมูลที่ออกจากสถานีบริการ i จำนวน N-1 ทั้งนี้ไม่รวมข้อมูลที่กำลังประมวลผลอยู่ที่สถานีบริการ

$T_i(N)$ คือ ระยะเวลาหนึ่งคาบที่มีข้อมูล N ข้อมูลในสถานีบริการ i

สำหรับ $A_i(N) = 0$ และ $D_i(N) = 0$ แต่ $T_i(N)$ อาจจะไม่ใช้ 0 สำหรับทุกค่า โดยที่ $N \in 0...N$ และกำหนดให้ B_i คือเวลาทั้งหมดที่ทำงานในคาบเวลา Ti (n) โดย

$$B_i = T_i - T_i(0) = \sum_{n-1}^{N} T_i(n) \qquad (2.1)$$

และกำหนดให้ A_i และ D_i มีค่าเป็น ผลรวมของข้อมูลที่มาถึง และออกจากสถานีบริการการในคาบเวลา T ตามลำดับ และ

$$A_i = \sum_{n=0}^{N-1} A_i(n) \quad \text{และ} \quad D_i = \sum_{n=1}^{N} D_i(n) \qquad (2.2)$$

ให้ $X_i(n)$ ผลรวมทั้งหมดของ arrival rate ที่สถานีบริการ i

$$X_i(n) = \frac{A_i}{T} \qquad (2.3)$$

ให้ $Y_i(N|N)$ คือจำนวน arrival rate ที่สถานีบริการ i โดยมี N ข้อมูล

$$Y_i(n|N) = \frac{A_i(n)}{T_i(n)} \quad \text{โดยที่} \quad 0 \le n \le N-1 \qquad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ ค่า $Y_i(N|N) = 0$ จำนวนข้อมูลที่ออกจากสถานีบริการ i หรือ throughput ของสถานีบริการ i กำหนดให้เป็น $\lambda_i(N)$ โดยที่

$$\lambda_i(n) = \frac{D_i}{T} \tag{2.5}$$

ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ให้บริหารที่สถานีบริการ i เมื่อมีจำนวน N ข้อมูลซึ่งกำหนดให้ $S_i(n)$ โดยที่

$$S_i(n) = \frac{T_i(n)}{D_i(n)} \quad \text{โดยที่} \quad 1 \le n \le N-1 \tag{2.6}$$

ในกรณีที่การบริการมีลักษณะ homogeneous แล้วจะกำหนดให้ $S_i(n)$ และ $U_i(N)$ เหมือนกับ S_i และ U_i ถ้าข้อมูลที่มาถึงระบบเป็น homogeneous แล้ว $Y_i(N|N)$ มีลักษณะที่เป็นอิสระสำหรับค่า N โดยที่ $n < N$ จะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ $Y_i(N)$ และมีลักษณะเป็น flow balance แล้ว $A_i = D_i$ และ $X_i = \lambda_i(N)$ ในระบบแถวคอยมีการพิจารณาสิ่งที่น่าสนใจสามประการ ที่เกี่ยวกับจำนวนของข้อมูลในแต่ละสถานีบริการ

การแจกแจงการมาถึงของข้อมูล กำหนดให้เป็น $PA_i(.|.)$ จากนิยามที่กำหนดไว้ ค่าความน่าจะเป็นในการพบข้อมูล N ข้อมูล ในระบบสามารถแสดงได้ดังนี้

$$PA_i(n|N) = \frac{A_i(n)}{A_i} \quad \text{โดยที่} \quad 0 \le n \le N-1 \tag{2.7}$$

การแจกแจง departing customer กำหนดให้เป็น $PD_i(.|.)$ ค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่ออกจากระบบหลัง N ข้อมูล ในระบบสามารถแสดงได้ดังนี้

$$PD_i(n|N) = \frac{D_i(n+1)}{D_i} \quad \text{โดยที่} \quad 0 \le n \le N-1 \tag{2.8}$$

การแจกแจงเชิงสุ่มในการสังเกตพฤติกรรม กำหนดให้ $P_i(.|.)$ โดยที่จำนวนข้อมูล ในระบบมี N ข้อมูล ในเวลาที่สนใจสามารถแสดงได้ดังนี้

$$P_i(n|N) = \frac{T_i(n)}{T_i} \quad \text{โดยที่} \quad 0 \le n \le N-1 \tag{2.9}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่าที่น่าใจอีกค่าหนึ่งในระบบคือค่า utilization $U_i(N)$ สามารถแสดงได้ดังนี้

$$U_i(n) = \frac{B_i}{T} = \frac{T - T_i(0)}{T} = 1 - P_i(0|N) \qquad (2.10)$$

2.3 Forced Flow and Visit Ratios ในห้วงนี้จะกล่าวถึง QNM ที่มีการทำงานในลักษณะ flow balance โดยพิจารณาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยบนระบบ และ throughput รวมของทุกสถานีบริการ ที่มีความสัมพันธ์ในแต่ละกรณี ในห้วงนี้จะใช้กฎของ forced - flow มาช่วยอธิบาย สถานะ แต่ละ สถานะ ที่เกิดขึ้นในระบบ โดยกำหนดให้ λ_i เป็นค่า throughput ของสถานีบริการ i ในระบบที่ทำงานลักษณะ flow - balance โดยที่มีสถานีบริการ M สถานีสำหรับบางสถานีบริการ i ค่าผลรวมของ arrival rate จะมีค่าเป็น λ_i โดยที่ค่านี้สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\lambda_i = \Lambda_i + \sum_{j=1}^{M} \lambda_i q_{ji} \qquad \text{โดยที่} \quad 0 \le i \le M \qquad (2.11)$$

สำหรับค่า Λ_i คือค่า external arrival ratio ที่มาถึงยังสถานีบริการ i และ q_i คือความน่าจะเป็นที่ ข้อมูลจะเดินทางจากสถานีบริการ j มายังสถานีบริการ i โดยสามารถแสดงได้ ตามสมการต่อไปนี้

$$A \cdot \lambda = \Lambda \qquad (2.12)$$

โดยที่ A คือ เมตริกซ์ ที่มีขนาด M x M ของค่า q_{ij} และ λ กับ Λ จะเป็นเวคเตอร์ ของ M x1 ของ λ_i และ Λ_i ตามลำดับ ใน QNM ที่มีลักษณะเปิด จะเป็น nonhomogeneous สามารถอธิบายได้โดยสมการเดียวถ้า QNM ที่พิจารณามีลักษณะเป็น well-formed แต่ถ้า QNM ที่มีลักษณ์ปิด จะทำให้เป็น nonhomogeneous และไม่สามารถที่จะอธิบายได้โดยสมการเดียว ในกรณีที่ QNM เป็น well-formedค่า rank ของ A จะเป็น M-1 ซึ่งหมายความว่าเป็น M-1 linearly - independent equations ทำให้หาค่าของ throughput ratio สามารถหาค่าได้ง่ายใน QNM แบบเปิดและปิด ซึ่งค่านี้สามารถเรียกได้ว่า relative throughput หรือ visit ratio ค่า visit ratio ที่สถานีบริการ i สามารถแสดงได้ โดย ν_i และสามารถกำหนดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{\upsilon_i}{\upsilon_j} = \frac{\lambda_i}{\lambda_j} \tag{2.13}$$

2.4 Some Fundamental result ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง กฎ ที่สำคัญ 3 กฎ คือ กฎของ throughput กฎของ utilization และ กฎของ arrival สำหรับกฎของ throughput สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\lambda_i(N) = \frac{D_i}{T} = \frac{1}{T}\sum_{n=1}^{N} D_i(n) = \sum_{n-1}^{N} \frac{D_i(n)}{T_i(n)} \cdot \frac{T_i(n)}{T} = \sum_{n=1}^{N} \frac{P_i(n|N)}{S_i(n)}$$

จึงทำให้กฎของ throughput มีค่าตามสมการที่ 2.14

$$\lambda_i(N) = \sum_{n=1}^{N} \mu_i(n) P_i(n|N) \tag{2.14}$$

ในสมการที่ 2.14 ถ้ามีลักษณะการบริการที่เป็น homogeneous และค่า $\mu_i(n) = \mu_i$ สำหรับทุกค่า $n > 0$ สมการที่ 2.14 จึงมีค่าเป็นสมการ 2.15

$$\lambda_i(N) = \mu_i\left[1 - P_i(0|N)\right] \tag{2.15}$$

และจากสมการ (2.10) จะได้

$$U_i(N) = \lambda_i(N) S_i \tag{2.16}$$

สำหรับกฎของ utilization สามารถแสดงได้ดังนี้

$$U_i(N) = \frac{B_i}{T} = \frac{B_i}{D_i}\frac{D_i}{T} = S_i \lambda_i(n)$$

throughput และ service rate สามารถที่จะอธิบายพฤติกรรมของ Output ที่ออกจากสถานีบริการ i และ arrival rate สามารถอธิบาย input ที่เข้าสู่สถานีบริการ i นั้นก็คือกฎของ arrival ซึ่งสามารถอธิบายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X_i(n) = \sum_{n=0}^{N-1} Y_i(n|N)\, P_i(n|N) \qquad (2.17)$$

$$X_i(n) = \frac{A_i}{T} = \sum_{n=0}^{N-1} \frac{A_i(n)}{T_i(n)} \frac{T_i(n)}{T} = \sum_{n=0}^{N-1} Y_i(n|N)\, P_i(n|N)$$

ภายใต้ flow - balance arrival rate จะมีค่าเท่ากับ throughput เหมือนกับสมการที่ (2.14) และสมการที่ (2.17) สามารถให้ค่า throughput ได้ ถ้ามีลักษณะ homogeneous เช่น $Y_i(n|N) = Y_i(n|N)$ สำหรับ N<N แทนในสมการที่ 2.17 จะได้

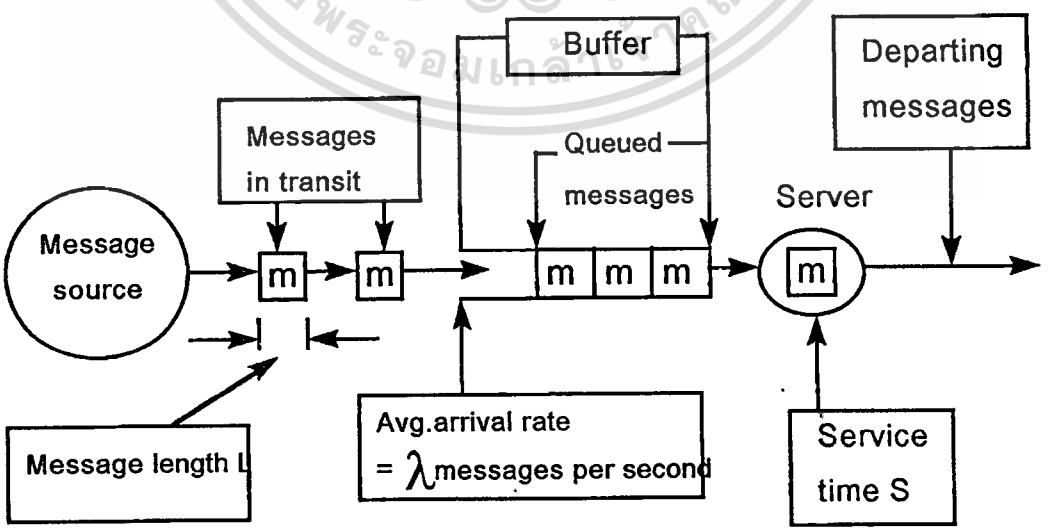
$$X_i(n) = Y_i(N)\left(1 - P_i(N|N)\right) \qquad (2.18)$$

3. แถวคอยแบบสถานีบริการเดียว Keiser(1989 : 168-177)

3.1 กล่าวนำ พฤติกรรมของ QNM ที่พิจารณาจะขึ้นอยู่กับ workload และสถานีบริการแต่ละสถานี ดังภาพที่ 3 แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของแถวคอยแบบสถานีบริการเดียว

ภาพที่ 3

แสดงแถวคอยแบบสถานีบริการเดียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสถานีบริการแต่ละสถานีบริการจะมี buffer คอยรับข้อมูล หรือ งาน ที่เข้ามาประมวลผลที่สถานีบริการ i โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นจะคอย เพื่อเข้ารับการประมวลผลจากหน่วยประมวลผลที่มีหน่วยประมวลผลเดียวของสถานีบริหาร i สำหรับข้อมูล ที่มาถึง buffer ด้วยอัตรา λ ข้อความต่อวินาที และ มีความยาว X หน่วย ซึ่งภายใน X หน่วยจะเป็น บิต , ไบท์ หรือ ตัวอักขระ และอื่นๆ สำหรับในกรณีนี้จะให้ข้อมูล มีความยาว L การทำงานที่สถานีบริการ i จะมีคุณลักษณะของอัตราการให้บริการ และกฎเกณฑ์ของแถวคอย คือข้อบังคับที่ใช้สำหรับการเลือกข้อมูล ที่อยู่ในแถวคอยเข้าประมวลผลในหน่วยประมวลผล ยกตัวอย่างเช่น แถวคอยในร้านค้าหรือธนาคาร, สนามบิน จะมีลักษณะเป็น First - Come - First - Served (FCFS) Silberschatz(1993:138-139) แต่ในแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาลจะเป็นลักษณะตามความเร่งด่วน

สำหรับการคำนวณค่าต่าง ๆ ในหัวข้อนี้จะกำหนดเงื่อนไขของแถวคอย จะเป็น FCFS โดยที่มีขีดความสามารถในการประมวลผล C หน่วยต่อวินาที ค่า C นี้สามารถเรียกได้ว่าเป็นความจุในการประมวลผล ถ้าข้อมูลมาถึง buffer N ข้อมูล ในเวลา T และคอยจนกว่าจะได้ประมวลผลเวลา W และคอยในแถวคอย รวมกับเวลาที่ประมวลผล S จะได้ สมการที่ 2.19

$$\begin{aligned} T &= W + s \\ &= \frac{L}{C} + \frac{nL}{C} \\ &= \frac{1+n}{\mu} \end{aligned} \qquad (2.19)$$

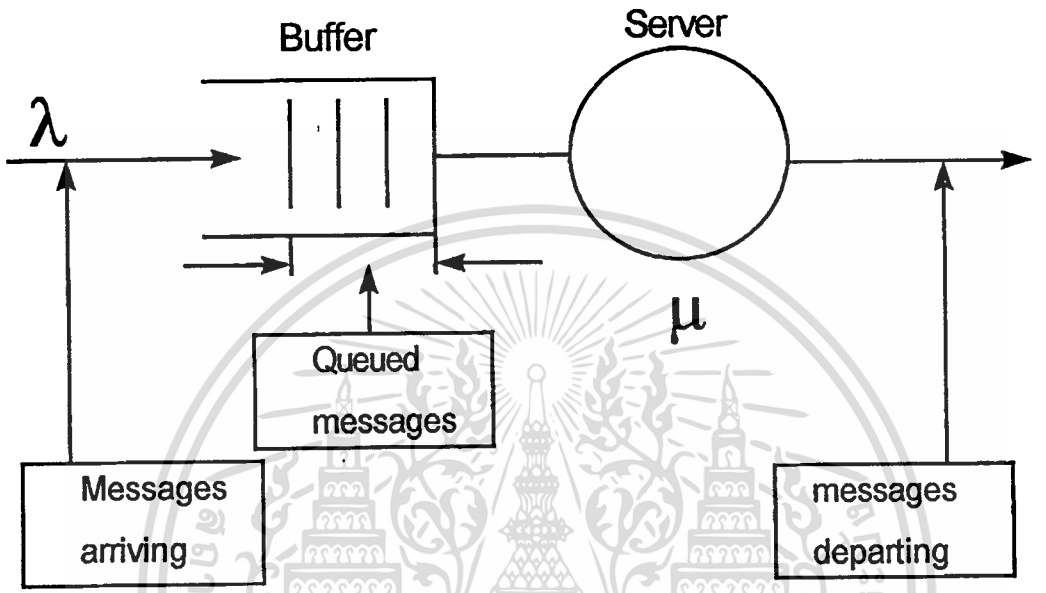
โดยที่ $\mu = C/L$ คือ service rate ในอัตรา ข้อมูล ต่อวินาที ซึ่งจะใช้เป็นสัญญาลักษณ์ ในแบบจำลอง แถวคอยแบบสถานีบริการเดียว ในรูปที่ 4 ซึ่งจะใช้เป็นแบบจำลองในการคำนวณ และอธิบายพฤติกรรมต่างๆบนระบบที่จะทำการวัดประสิทธิภาพ สำหรับการศึกษาแบบจำลองของแถวคอยต้องใช้วิธีการทางสถิติ และความน่าจะเป็น ในการกำหนดการแจกแจงความน่าจะเป็น การมาถึงของข้อมูลสามารถใช้การแจกแจงแบบปัวซอง ซึ่งเป็นวิธีการแจกแจงที่อยู่บนพื้นฐานของการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่องของเหตุการณ์ ภายใต้แนวความคิดของระบบที่มีจำนวนข้อมูลจำนวนมาก และเป็นอิสระต่อกัน สถานะของปัวซอง สามารถกำหนดได้จากความน่าจะเป็นของ N ข้อมูล ที่แถวคอย ในห้วงเวลา T โดยแสดงได้ในสมการ ที่ 2.20

$$P_n(n) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!} \qquad (2.20)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4

แสดงแบบจำลองแถวคอยแบบสถานีบริการเดียว



โดยที่ λ = arrival rate $n = 0,1,2, \ldots$

ถ้าให้ $N = \{n | n = 0,1,2, \ldots\}$ เป็นเซตของจำนวนที่เป็นไปได้ของ การมาถึงของข้อมูลที่สถานีบริการ แต่ละ สถานีบริการ เมื่อความน่าจะเป็นของการมาถึงของข้อมูล N ข้อมูล สามารถแสดงได้โดยสมการที่ 2.20 แล้ว ค่าเฉลี่ยหรือค่าคาดหมายของจำนวนข้อมูลที่มาถึง ในเวลา T สามารถแสดงได้ดังนี้

$$E[N] = \sum_{n=0}^{\infty} n P_n(t) = \lambda T \qquad (2.21)$$

เมื่อสัญญาลักษณ์ E [x] แสดงถึงค่าที่คาดหมาย หรือค่าที่ควรจะเป็นของปริมาณจำนวน X แล้ว ค่าคาดหมายของจำนวนของ arrival (o,t) = λT การใช้การแจกแจงแบบปัวซองจะต้องกำหนดสิ่งแรกคือ เวลาที่กำหนดก็คือ $t_0, t_1, t_2, \ldots t_n$ เมื่อ $t_0 < t_1 < t_2 \ldots < t_n$ ค่าตัวแปรสุ่ม $\tau_n = t_n - t_{n-1}$ เมื่อ ≥ 1 โดยเรียกว่า interarrival time เมื่อ τ แสดงถึงค่า interarrival time แล้ว ฟังก์ชั่นความหนาแน่นของความน่าจะเป็น คือ a(t) และ Δt คือ เวลาที่ข้อมูล คือเวลาที่ข้อมูลมาถึงสถานีบริการซึ่งห่างกันมีค่าน้อยมาก และค่าน่าจะเป็น $a(t)\Delta t$ คือ ความน่าจะเป็นที่ข้อมูล มาถึงโดยใช้อย่างน้อย t แต่ไม่มากกว่า $(t+\Delta t)$ วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$a(t)\,\Delta\, t = P_0 P_1(\Delta t) \qquad (2.22)$$

จากสมการที่ 2.20 จะได้ $P_0(t) = e^{-\lambda t}$ และ $P_0(\Delta t) = \lambda \Delta t e^{-\lambda \Delta t}$ โดยมีขอบเขต $\Delta t \rightarrow 0$ จะได้

$$a(t)dt = \lambda e^{-\lambda t} dt$$

ในการพิจารณาถึง service time ต้องมีข้อกำหนดขนาดของข้อมูล ทั้งนี้ service time หรือเวลาที่ข้อมูล ทำการส่งผ่านสมบูรณ์ ซึ่งในส่วนนี้จะต้องพิจารณาข้อมูลมีความยาวเท่าไร และมีข้อมูลรออยู่ในแถวคอยของสถานีบริการที่มีความจุคงที่ มีความสามารถในการประมวลผล C หน่วยต่อวินาที ข้อมูลมีความยาว L เพราะฉะนั้นต้องใช้เวลาในการบริการ L/C วินาที และการแจกแจง service time คือ S (t) สามารถแสดงได้ดังนี้

$$s(t) = \left(\frac{C}{L}\right) e^{-Ct/L} \qquad (2.23)$$

และค่าคาดหมายจะได้

$$E[s(t)] = \frac{L}{C} = \frac{1}{\mu} \qquad (2.24)$$

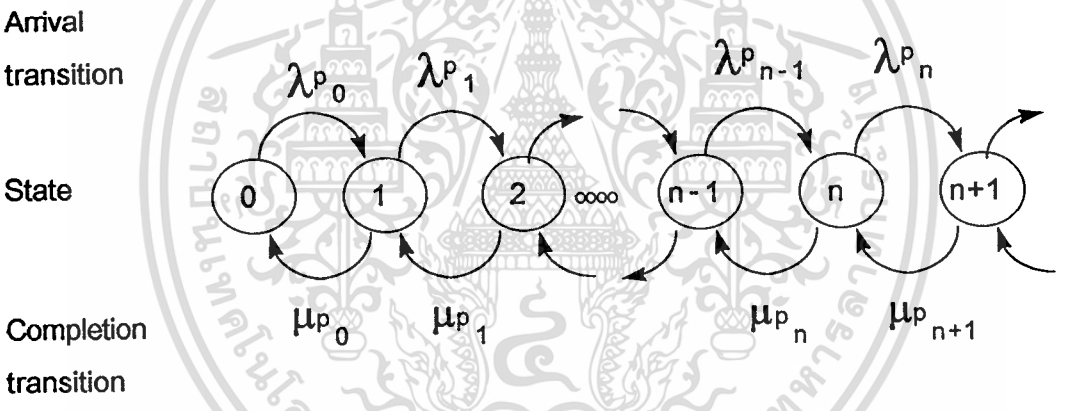
2. แถวคอยแบบ M/M/1 ในการวิเคราะห์ถึง แถวคอยแบบ M/M/1 จะต้องพิจารณาถึงความสมมูลของความน่าจะเป็นในระบบที่ทำให้สถานะ ต่าง ๆ ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลา t ถ้ามีข้อมูล ที่มาถึงระบบ สถานะของระบบจะเปลี่ยนจาก n ไปยังสถานะ n+1 เมื่อ ข้อมูลได้ถูกบริการและออกจากสถานะ ปัจจุบันก็จะเปลี่ยนจากสถานะ n ไปยังสถานะ n-1 ความหมายของการสมมูลคือ ในระบบที่มีความสมมูล งาน 2 งาน จะต้องเกิดขึ้นในอัตราที่เหมือนกัน การที่จะศึกษาใน แถวคอยแบบ M/M/1 จะต้องกำหนดค่าการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ โดยพิจารณาจากสถานะที่อยู่ใกล้กัน ถ้าระบบอยู่ในสถานะที่มีข้อมูลอยู่ n ข้อมูล ที่อยู่ใน server และอยู่ในแถวคอยและมี ข้อมูลใหม่มาถึงระบบ ระบบที่จะเปลี่ยนจากสถานะ n ไปยังสถานะ n+1 เช่นเดียวกัน เมื่อข้อมูล ได้รับการประมวลผล และออกจากสถานะ n ระบบก็จะกลับสู่สถานะ n-1 การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาในแง่ต่าง ๆ เหล่านี้จะเรียกว่า การเกิดและการตายของข้อมูล การเกิดของข้อมูลก็คือ ข้อมูลที่มาถึงระบบ และการตายของข้อมูล ก็คือการที่ข้อมูลได้รับการประมวลผล และระบบการกลับไปสู่สถานะ n-1 ดังรูปที่ 5 แสดงถึงวงรอบของการเปลี่ยนแปลง ลูกศรที่อยู่ข้างบนแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงจาก สถานะที่สูงกว่าไปยังสถานะที่ต่ำกว่า และลูกศรด้านล่างจะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงจากสถานะที่สูงกว่า ไปยังสถานะที่ต่ำกว่า ค่าเฉลี่ยของ arrival rate คือ λ ข้อมูล ต่อวินาที และค่าเฉลี่ยของจำนวนการเปลี่ยนแปลงต่อวินาทีจากสถานะ n ไปยังสถานะ n+1 คือ λP_n

ภาพที่ 5

แสดงการเปลี่ยนสถานะของ แถวคอยแบบ M/M/1



เมื่อ P_n เป็นค่าความน่าจะเป็นที่สมมูลที่มีจำนวน n ข้อมูล อยู่ในระบบ (ในแถวคอย และสถานีบริการ) และในทำนองเดียวกันถ้าสถานีบริการสามารถประมวลผลได้ μ ข้อมูลต่อวินาที การเปลี่ยนแปลงจากสถานะ n+1 ไปยัง n ก็คือ μP_{n+1} ทั้งสองกรณีที่กล่าวมาคือ arrival rate และ service rate ตามลำดับ ความน่าจะเป็นทั้งหมดที่เกิดขึ้นบนระบบ จึงอยู่ที่สถานะเริ่มต้นไม่ใช่สถานะสุดท้าย

สำหรับแถวคอยแบบ M/M/1 นั้นสิ่งที่สำคัญคือ การหาค่าความน่าจะเป็น $P_n(t)$ ที่ข้อมูล n ข้อมูล จะอยู่ใน buffer เมื่อเวลา t ถ้ากำหนดให้เงื่อนไขที่เกิดขึ้นเป็นเงื่อนไขที่สมมูลกันแล้ว จะสามารถกล่าวได้ว่า อัตราที่ข้อมูลมาถึงระบบจะเท่ากับ อัตราของข้อมูลที่ออกจากระบบ ในการศึกษาแถวคอยแบบ M/M/1 สิ่งที่ต้องกำหนดอีกประการคือ arrival λ_n สำหรับทุก ๆ สถานะจะเท่ากัน และค่า service rate μ_n สำหรับสถานะ $n \geq 1$ จะต้องเท่ากับ μ คงที่เสมอ สำหรับสถานะ $n = 0$ ค่าμ_0 จะเท่ากับ 0 ด้วย เมื่อข้อมูลที่มาถึง และ service rate มีลักษณะเป็นการออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบปัวซอง จะทำให้สะดวกในการพิจารณา เมื่อ เวลาเริ่มที่ t และจบลงที่ $t + \Delta t$ แล้วเมื่อ Δt เป็นเวลาที่มีขอบเขต และมีค่าน้อยมาก สิ่งที่เป็นไปได้ คือ

ข้อมูลที่เข้าสู่ระบบที่สถานะ n จากสถานะ n-1 จะมาด้วยอัตรา λP_{n-1}

ข้อมูลที่เข้าสู่ระบบที่สถานะ n จากสถานะ n+1 จะมาด้วยอัตรา μP_{n+1}

ข้อมูลที่ออกจากสถานะ n และเข้าสู่สถานะ n-1 จะไปด้วยอัตรา μP_n

ข้อมูลที่ออกจากสถานะ n และเข้าสู่สถานะ n-1 จะไปด้วยอัตรา λP_n

จากเหตุการณ์ทั้งสี่ที่เกิดขึ้นจะทำให้

ข้อมูลที่เข้าสู่ระบบที่สถานะ $n = \lambda P_{n-1} + \mu P_{n-1}$

ข้อมูลที่เข้าออกจากสถานะ $n = \lambda P_n + \mu P_n$ (2.25)

ในกรณีที่ $n \geq 1$

$$\lambda P_{n-1} + \mu P_{n-1} = (\lambda + \mu) P_n \quad (2.26)$$

จากสมการที่ 2.26 จะต้องการขอบเขตของเงื่อนไขเพื่อหาค่า โดยเริ่มที่ความสัมพันธ์ระหว่างสถานะ 0 และ สถานะ 1 เมื่อข้อมูลมาถึงแถวคอยใน สถานะ 0 (ซึ่งแต่เดิมมีค่าเป็น เซต ว่าง) เมื่อเคลื่อนที่ไปยังสถานะ 1 แล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในอัตรา λP_0 ทางเลือกสำหรับข้อมูล ที่จะออกจากสถานะ 1 ไปยังแถวคอย ของสถานะ 0 ก็จะเกิดขึ้นในอัตรา μP_1 จากข้อกำหนดที่ให้สมมูลกันแล้ว จะทำให้

$$\lambda P_0 = \mu P_1 \quad (2.27)$$

หรือ

$$P_1 = \frac{\lambda}{\mu} P_0 = \rho P_0 \quad (2.28)$$

โดย $\rho = \lambda/\mu$ คือค่า traffic intensity ตัวกำหนด ρ จะมีความสำคัญ และมีผลกระทบต่อการกำหนด จำนวนต่ำสุดของ server ที่ต้องการทำการประมวลผล ข้อมูลที่มาถึงระบบ โดยทั่วไปแล้วจะใช้สมการที่ 2.28 ช่วยอธิบายในสมการที่ 2.26 เมื่อ สมการที่ 2.26 มีค่า $n = 1$ จะได้

$$P_2 = (\rho + 1) P_1 - \rho P_0 = \rho^2 P_0 \quad (2.29)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกระทำดังกล่าวไปจำนวน n ครั้ง แล้วจะได้

$$P_n = \rho^n P_0 \qquad (2.30)$$

จากสมการที่ 2.30 จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นทั้งหมดคือ

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1 \qquad (2.31)$$

เมื่อค่า $n \to \infty$ แล้วค่า P_n จะต้องเข้าสู่ 0 สถานะที่สูงขึ้นจะมีโอกาสที่จะเกิดขึ้น น้อยลงตามความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น เมื่อความน่าจะเป็นมีค่าลดลงแล้ว จะได้ $\rho = \lambda/\mu < 1$ ซึ่งก็คือ ค่าเฉลี่ยของ จำนวนข้อมูลที่มาถึงต่อหน่วยเวลา λ จะมีค่าน้อยกว่าความสามารถที่ server ประมวลผลได้ μ ถ้าไม่เป็นไปตามลักษณะที่กล่าวมาแล้ว จะทำให้ไม่สามารถอธิบาย พฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้จากสมการที่ 2.31 จะได้

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1 = P_0 \sum_{n=0}^{\infty} \rho^n = \frac{P_0}{1-\rho} \qquad (2.32)$$

เมื่อใช้ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ที่ว่า

$$\sum_{n=0}^{\infty} X^n = \frac{1}{X-1}$$

เมื่อ $X < 1$ จะพบว่า เมื่อ $n \geq 0$ แล้ว ค่าความน่าจะเป็นในแต่ละสถานะของ แถวคอยแบบ M/M/1 จะแสดงได้คือ

$$P_n = (1-\rho)\rho^n \qquad (2.33)$$

และจาก Little' s Law Kant(1992 :157) จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Utilization(U) = 1 - P_0 = \rho \tag{2.34}$$

$$AVG.\quad queue\quad length(Q) = E[x] = \sum_{n=1}^{\infty} nP(n) = \frac{\rho}{1-\rho} \tag{2.35}$$

$$AVG.\quad response\quad time(R) = \frac{E[X]}{\lambda} = \frac{1}{\mu(1-\rho)} \tag{2.36}$$

$$AVG.\quad number\quad waiting(W) = \sum_{n=1}^{\infty} (n-1)P_n = Q - P = \frac{\rho^2}{(1-\rho)} \tag{2.37}$$

$$AVG.\quad waiting\quad time(R) = R - \frac{1}{\mu} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)} \tag{2.38}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและสร้างแบบจำลองในการวัดประสิทธิภาพ

การออกแบบและสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ สามารถนำแบบจำลอง QNM ภายใต้ ทฤษฎีแถวคอย เป็นบรรทัดฐานในการออกแบบจำลองที่สร้างขึ้น จะใช้อธิบายถึงพฤติกรรมในลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนระบบงานกำลังพลทางทหารของกองบัญชาการทหารสูงสุด โดยสร้างแบบจำลองที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพบน การทำงานจริงที่ทำงานภายในระบบ host-base และสร้างจำลองที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพบนการทำงานระบบ client/server ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้น โดยจะนำแบบจำลองทั้งสองมาทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ประเมินได้ แบบจำลองทั้งสองจะพิจารณาถึงการเข้าถึงข้อมูลบนหน่วยความจำสำรอง ของเครื่องที่ให้บริการหลักในระบบเครือข่าย คือเครื่องเมนเฟม บนการทำงานลักษณะ host - base และเครื่อง server บนการทำงานลักษณะ client/server ทั้งนี้แบบจำลองทั้งสองจะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดและข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อให้การประเมินประสิทธิภาพ สามารถทำการเปรียบเทียบกันได้

การออกแบบและสร้างแบบจำลองของระบบ client/server

1. สถาปัตยกรรมระบบ บนระบบการทำงานลักษณะ client/server ที่ผู้วิจัยทำการออกแบบจะออกแบบ และสร้างระบบงานกำลังพลทางทหาร โดยมีโครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบ ดังต่อไปนี้

- ฮาร์ดแวร์ : บนเครื่อง server ที่ใช้ในระบบ มี CPU Pentium จำนวน 1 CPU ของ Intel ทำงานที่ความถี่ 166 MHz มีหน่วยความจำหลักขนาด 64 MB หน่วยความจำสำรองมีความจุ 20 GB จำนวน 2 หน่วย บนเครื่องมีเครื่องอ่าน CD-ROM ความเร็ว 10 X และมีจานขับแผ่นดิสก์ขนาด 3.5 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย บนเครื่อง client ใช้ CPU Pentium ของ Intel ทำงานที่ความถี่ 100 MHz หน่วยความจำหลักขนาด 16 MB หน่วยความจำสำรองมีความจุ 1.2 GB จำนวน 1 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีจานขับแผ่นดิสก์ขนาด 3.5 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย บนเครื่อง client และเครื่อง server ใช้ NIC ที่รองรับการทำงานแบบ Ethernet

- ซอฟแวร์ : เครื่อง server ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows NT 4.0 ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิง สัมพันธ์ SQL Server Version 6.5 บนเครื่อง client ใช้ระบบการปฏิบัติการ Windows 95 ใช้ Borland Delphi 2 สามารถทำงานร่วมกันระหว่างส่วน front-end และ ส่วน Database Engine ได้โดยใช้ซอฟแวร์ที่ทำหน้าที่เป็น middleware คือ ODBC ของ Microsoft และของ Delphi

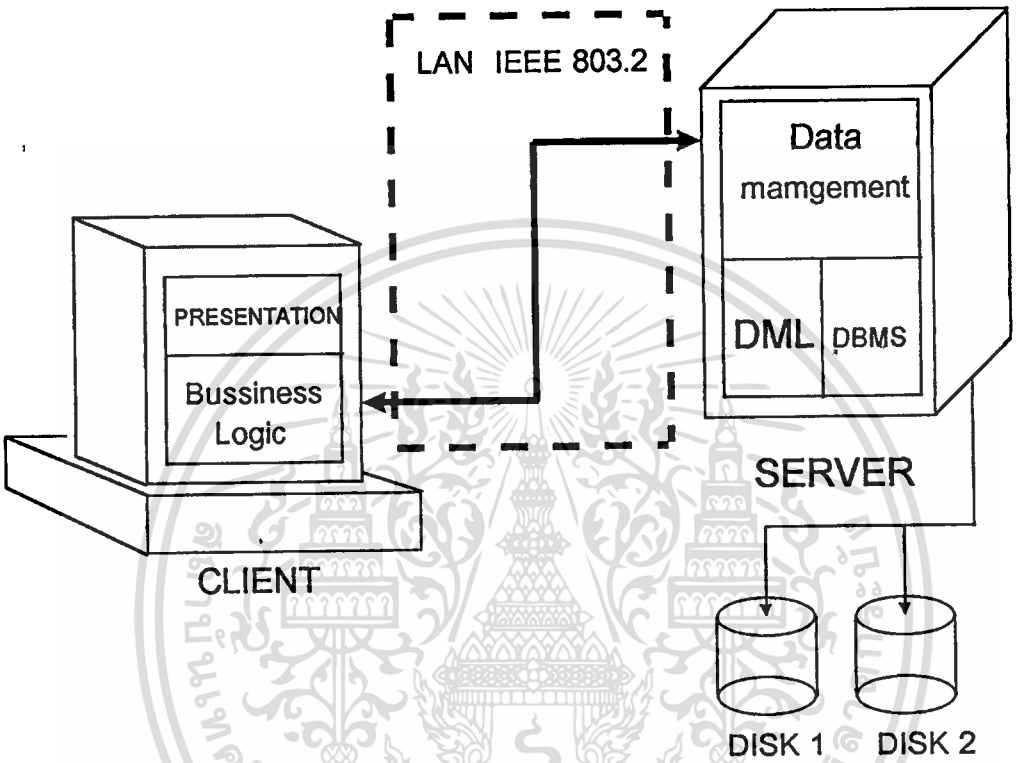
- ระบบเครื่องข่าย : ระบบงานที่สร้างขึ้นจะเป็นการทำงานบนระบบ LAN ที่ใช้มาตรฐานการเชื่อมต่อภายใต้ IEEE 803.2 โดยมีมาตรฐานโปรโตคอล คือ TCP/IP ใช้สาย coaxial ในการเชื่อมต่อ

- การประมวลผลร่วม : การประมวลผลร่วมระหว่างเครื่อง client และ เครื่อง Server เป็นการประมวลผลในลักษณะ remote data management Berson(1994:215-216) คือจัดวางส่วน presentation logic และ business logic function ได้ที่เครื่อง client และส่วน data management ซึ่งรวมทั้งในส่วน DDL , DML และ data management ไว้ที่เครื่อง server โดยทำงานผ่านระบบ LAN ตามภาพที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6

แสดงการประเมินผลร่วมระหว่างเครื่อง Client และเครื่อง Server



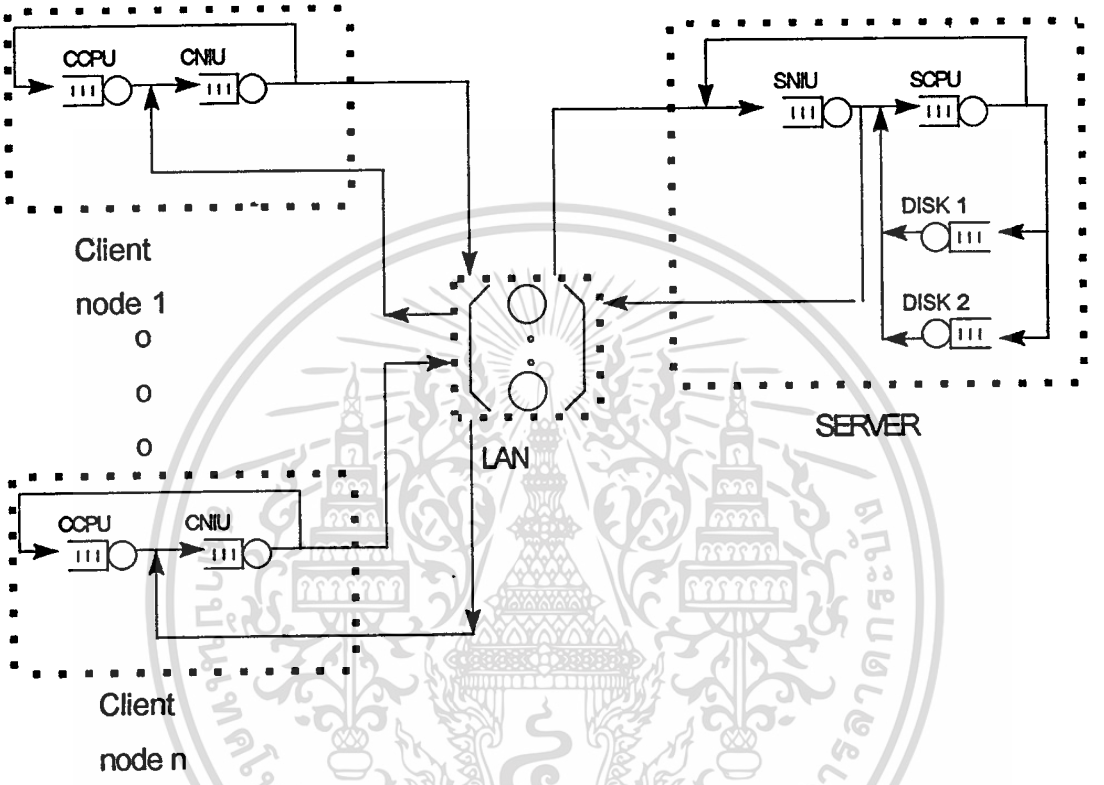
การทำงานของระบบเมื่อผู้ใช้เรียกใช้งานบนเครื่อง client เครื่อง client จะทำการร้องขอข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้บนหน่วยความจำสำรองของเครื่อง server เครื่อง server จะทำการค้นหาข้อมูลที่เครื่อง client ร้องขอ หลังจากนั้นก็จะทำการส่งข้อมูลนั้นกลับมายังเครื่อง Client ผ่านทางระบบเครือข่ายท้องถิ่น การทำงานมีลักษณะเหมือนกับการทำงานลักษณะ on-line บนระบบ host-base ความต้องการข้อมูลจากเครื่อง server จะเกิดเมื่อผู้ใช้เรียกใช้งานเท่านั้น เพราะฉะนั้น transaction บนระบบที่ทำการพิจารณา จึงมีลักษณะ request - reply Coulouris(1995:108-102)

2. การสร้างแบบจำลอง ในการสร้างแบบจำลองจะใช้แนวความคิดของ QNM โดยที่ QNM รวมของระบบที่สร้างขึ้นจะพิจารณาเฉพาะ การเข้าถึงข้อมูลที่จัดเก็บบนหน่วยความจำสำรองของเครื่อง Server จากเครื่อง Client ผ่านทางระบบเครือข่ายท้องถิ่น QNM ที่สร้างขึ้นจะมีลักษณะตามภาพที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7

แสดง QNM รวมของระบบ client/server

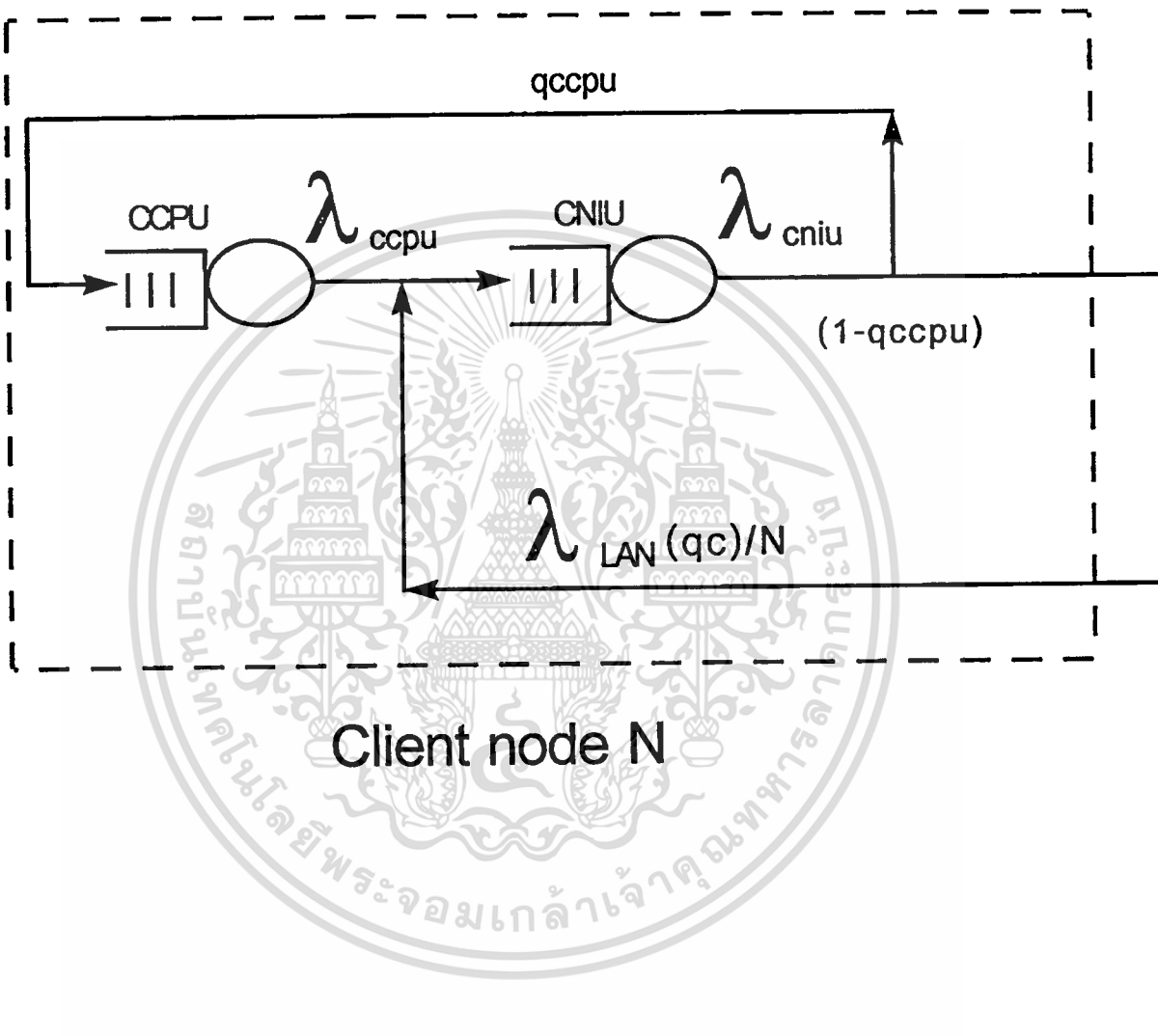


โดย QNM รวมนี้จะประกอบไปด้วย QNM ลักษณะเปิด 3 กลุ่มย่อยเชื่อมต่อกันเป็น QNM แบบเปิดสำหรับ QNM 3 กลุ่มย่อย จะประกอบไปด้วย QNM ของเครื่อง Client, QNM ของระบบเครือข่ายท้องถิ่น และ QNM ของเครื่อง Server ตามภาพที่ 8, 9 และ 10 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8

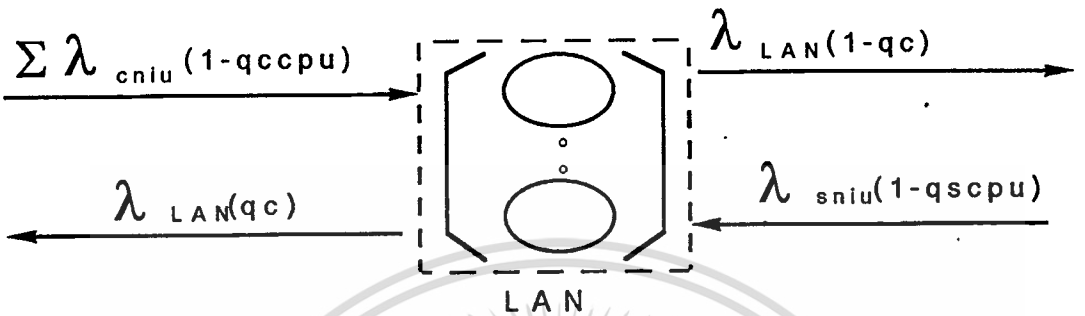
แสดง QNM ของเครื่อง client



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

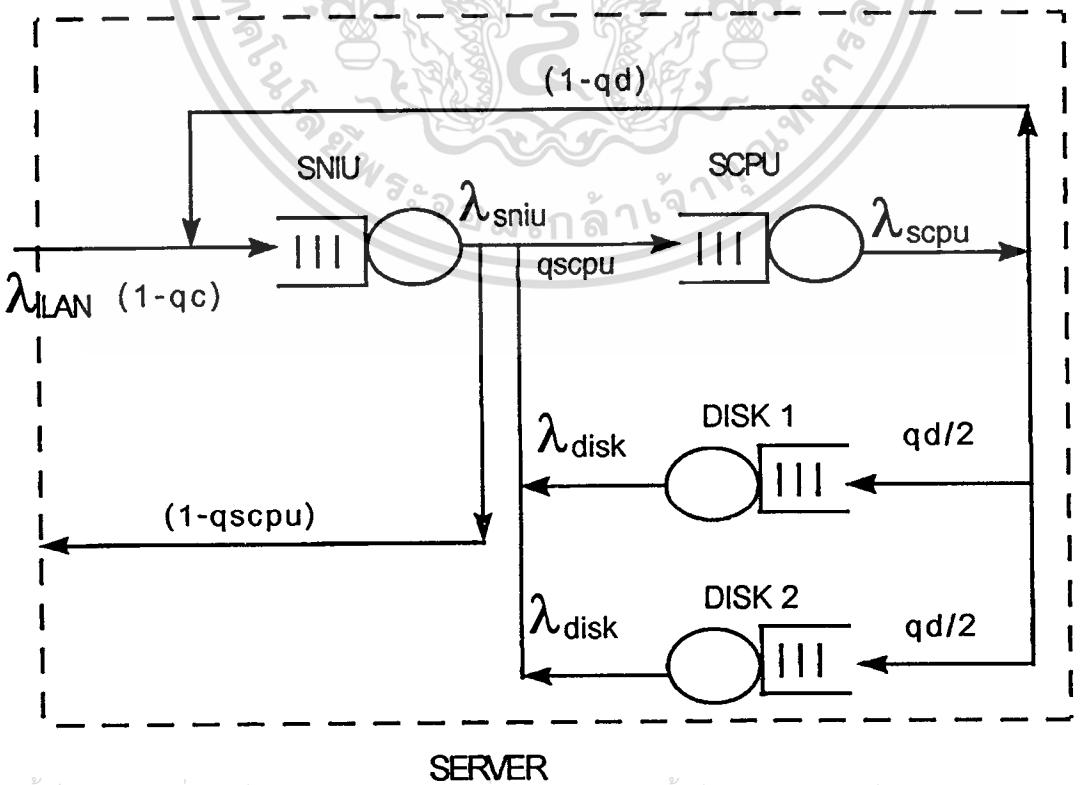
ภาพที่ 9

แสดงถึง QNM ของระบบ LAN



ภาพที่ 10

แสดงถึง QNM ของเครื่อง Server จากภาพที่ 7 ,8 ,9 และ 10 นำมาพิจารณาตามความสมบูรณ์แล้วจะได้สมการ ดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\lambda_{ccpu} \doteq \lambda_{cniu}\left(q_{cniu}\right) \tag{3.1}$$

$$\lambda_{cniu} = \lambda_{ccpu} + \frac{\lambda_{LAN}\left(q_c\right)}{N} \tag{3.2}$$

$$\lambda_{LAN} = \sum_{n=1}^{N} \lambda_{cniu(n)} \left(1-q_{ccpu}\right) + \lambda_{sniu}\left(1-q_{scpu}\right) \tag{3.3}$$

$$\lambda_{sniu} = \lambda_{LAN}\left(1-q_c\right) + \lambda_{scpu}\left(1-q_D\right) \tag{3.4}$$

$$\lambda_{scpu} = \lambda_{sniu}\left(q_{scpu}\right) + \sum_{n=1}^{2} \lambda_{disk(n)} \tag{3.5}$$

$$\lambda_{disk} = \frac{\lambda_{scpu}\left(q_d\right)}{2} \tag{3.6}$$

โดยที่ λ_{ccpu} = ข้อมูล ที่ออกจาก หน่วยประมวลผล ของเครื่อง client

λ_{cniu} = ข้อมูล ที่ออกจาก NIU ของเครื่อง client

λ_{LAN} = ข้อมูล ที่ออกจาก ระบบ LAN

λ_{sniu} = ข้อมูล ที่ออกจาก NIU ของเครื่อง server

λ_{scpu} = ข้อมูล ที่ออกจาก หน่วยประมวลผล ของเครื่อง server

λ_{disk} = ข้อมูล ที่ออกจาก หน่วยความจำสำรองของเครื่อง server

N = จำนวนเครื่อง client บนระบบ

q_{ccpu} = ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก NIU ไปยัง CPU ของเครื่อง client

q_c = ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจากระบบ LAN ไปยัง NIU ของเครื่อง client

q_{scpu} = ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก NIU ไปยัง CPU ของเครื่อง server

q_d = ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก CPU ไปยัง disk ของเครื่อง server

จากสมการที่ 3.1 - 3.6 ถ้าทราบถึงข้อมูล ที่ออกจาก หน่วยประมวลผล ของเครื่อง client จะทำให้สามารถหาค่า λ_{cniu} , λ_{LAN} , λ_{sniu} , λ_{scpu} และ λ_{disk} ได้ และจากการที่เครื่อง client ร้องขอข้อมูลจากเครื่อง server 1 ครั้ง จำได้รับการตอบจากเครื่อง server 1 ครั้ง จะทำให้ค่า q_{ccpu} , q_c , q_{scpu} และ q_d มีค่าเท่ากับ ½ หรือ 0.5 และถ้าให้ λ_{ccpu} มีค่าเท่ากับ X แล้ว จะได้สมการที่ 3.7 -3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\lambda_{ccpu} = X \tag{3.7}$$

$$\lambda_{cniu} = \frac{\lambda_{ccpu}}{0.5} \tag{3.8}$$

$$\lambda_{LAN} = \frac{\left(\lambda_{cniu} - \lambda_{ccpu}\right)N}{0.5} \tag{3.9}$$

$$\lambda_{sniu} = \frac{\left(\lambda_{LAN} - \left((0.5)N\lambda_{cniu}\right)\right)}{0.5} \tag{3.10}$$

$$\lambda_{scpu} = \frac{\left(\lambda_{SNIU} - \left((0.5)\lambda_{LAN}\right)\right)}{0.5} \tag{3.11}$$

$$\lambda_{disk} = \frac{\left(\lambda_{Scpu} - \left((0.5)\lambda_{sniu}\right)\right)}{2} \tag{3.12}$$

สำหรับ service rate ของสถานีบริการแต่ละสถานีสามารถหาค่าได้ จากการนำค่าขีดความสามารถของแต่ละสถานีบริการหารด้วย workload ที่เกิดขึ้นกับสถานีนั้น โดยที่ค่า workload ที่เกิดขึ้นกับสถานีนั้น โดยที่ค่า workload นั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของ transaction ที่เกิดขึ้นบนระบบ เพราะฉะนั้นสามารถที่จะหา service rate ของ หน่วยประมวลผล เครื่อง client ได้ตามสมการที่ 3.13

$$\mu_{ccpu} = \frac{\left(200 \times 10^{6}\right)}{W_{ccpu}} \tag{3.13}$$

โดยที่ค่า μ_{ccpu} คือค่า server rate ของ หน่วยประมวลผล เครื่อง client มีหน่วยเป็น transaction ต่อวินาที ค่า W_{CCPU} คือค่า workload ที่เกิดขึ้นบน หน่วยประมวลผล เครื่อง client ใน CPU Pentium ของ Intel ในหนึ่งคาบเวลาบน หน่วยประมวลผล สามารถประมวลผลได้ครั้งละ 2 ชุดคำสั่ง เมื่อ หน่วยประมวลผล ของเครื่อง Client ทำงานที่ 100 MHz ความสามารถในการประมวลผลในหนึ่งวินาที คือ $2 \times 100 \times 10^{6} = 200 \times 10^{6}$ ในทำนองเดียวกัน หน่วยประมวลผล ของเครื่อง server ทำงานที่ 166 MHz ความสามารถในการประมวลผลในหนึ่งวินาที คือ $2 \times 166 \times 10^{6} = 332 \times 10^{6}$ จึงได้สมการที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\mu_{scpu} = \frac{\left(332 \times 10^{6}\right)}{W_{scpu}} \qquad (3.14)$$

โดยที่ μ_{scpu} คือค่า service rate ของ หน่วยประมวลผล เครื่อง server มีหน่วยเป็น transaction ต่อ วินาที

สำหรับค่า server rate ของ NIU เครื่อง client , เครื่อง server และ service rate ของระบบ จะพิจารณาจากค่า network efficiency สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.15

$$E \approx \frac{M}{M+O} \qquad (3.15)$$

โดยที่ M = ขนาดของข้อมูลในหน่วยที่มีขนาดเป็นไบท์

O = overhead ในการส่ง packet แต่ละครั้ง

= header bytes + ACK size + (P x network delay x network speed)

P = จำนวน packet ที่ทำการส่งแต่ละครั้ง

ในการคำนวณในสมการที่ 3.15 จะไม่นำค่า effect of network error มาคำนวณค่า network delay ที่เกิดขึ้นทั้งในส่วนของข้อมูล และ acknowledgment(ACK) ค่า delay นี้ จะประกอบไปด้วย channel acquisition time, propagation delay, reaction delays of equipment บน ระบบเครือข่ายและอื่น ๆ สำหรับค่า efficiency ของระบบที่ใช้โปรโตคอล TCP/IP สามารถ คำนวณได้จากสมการที่ 3.16 Renaual(1993:249)

$$E \approx \frac{M}{\left(2P(MAC+LLC+IP)+M+(LLC \times ACK)+(2P+1)(MACdelay)\right)} \qquad (3.16)$$

โดยที่ E = ค่า efficiency ของ TCP/IP

M = ขนาดของข้อมูล

P = จำนวน packet ที่สั่ง

MAC = ส่วนหัว และ ส่วนหาง ของ Media Access Control (MAC) Fame

LLC = ส่วนหัว และ Logical Link Control (LLC) Fame

IP = ส่วนหัว ของ IP Fame

TCP = ส่วน header ของ TCP fame

ACK = ส่วนของ acknowledgment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ M = 600 ไบท์ , P = 1 packet , MAC = 26 ไบท์ , LLC = 4 ไบท์ , IP = 21 ไบท์ , TCP = 20 ไบท์ , ACK = 64 ไบท์ จากการคำนวณในสมการที่ 3.16 Packet ที่มีขนาด 600 ไบท์ จะมีค่า efficiency ประมาณร้อยละ 60 นั้นก็หมายความว่าในการส่ง packet มีขนาด 600 ไบท์ แต่ละครั้งจะมีชุดคำสั่งอยู่ประมาณร้อยละ 60 นอกจากนั้นจะเป็น overhead ทำให้ค่า server rate ของ NIU เครื่อง client , server และ ระบบ LAN มีค่าตามสมการที่ 3.17 - 3.19

$$\mu_{cniu} = \frac{\left(\left(10 \times 10^{6}\right) \times 0.6\right)}{\left(32 \times W_{cniu}\right)} \tag{3.17}$$

$$\mu_{sniu} = \frac{\left(\left(10 \times 10^{6}\right) \times 0.6\right)}{\left(32 \times W_{sniu}\right)} \tag{3.18}$$

$$\mu_{LAN} = \frac{\left(\left(10 \times 10^{6}\right) \times 0.6\right)}{\left(32 \times W_{LAN}\right)} \tag{3.19}$$

โดยที่ชุดคำสั่งที่ส่งผ่านบนระบบมีขนาด 32 บิต ทุกชุดคำสั่ง จึงต้องนำค่า 32 มาหารด้วยทุกครั้ง ค่า 0.6 คือ efficiency ร้อยละ 60 ในการส่งผ่านชุดคำสั่งที่ทำการส่งผ่านแต่ละครั้ง สำหรับในหน่วยความจำสำรองที่ทำการทดลอง จะมีค่า avg. seek time = 4.5 MS และค่า avg. rotational time = 9 MS ขีดความสามารถในการส่งผ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำรอง ไปยังหน่วยประมวลผล หรือสถานีบริการอื่น สามารถส่งผ่านข้อมูลได้ที่ความเร็ว 16.6 MB ต่อวินาที และข้อมูลที่ทำการส่งผ่าน ในการทดลองจะทำการส่งผ่านข้อมูลเป็นตัวอักขระ(ตัวอักขรจะมีขนาด 8 byte) จากค่าต่าง ๆ สามารถหา service rate ได้ตามสมการที่ 3.20

$$\mu_{disk} = \frac{\left(\left(4.5 \times 10^{-3}\right) + \left(9 \times 10^{-3}\right) + \left(\frac{16.6 \times 10^{6}}{8}\right)\right)}{32} \tag{3.20}$$

เมื่อทราบถึงค่า λ และ μ ของแต่ละสถานีบริการทำให้สามารถค่าผลรวมของ queue length , response time , waiting time และค่า number waiting ได้ ตามสมการที่ 3.21 - 3.24

$$Q = \sum_{i=1}^{N} Q_{ccpu(i)} + \sum_{i=1}^{N} Q_{cniu(i)} + Q_{LAN} + Q_{sniu} + Q_{scpu} + \sum_{i=1}^{2} Q_{disk(i)} \tag{3.21}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ค่า Q คือผลรวมของ queue length และ $Q = \rho/(1-\rho)$ และ $\rho = \lambda/\mu$

$$R = \sum_{i=1}^{N} R_{ccpu(i)} + \sum_{i=1}^{N} R_{cniu(i)} + R_{LAN} + R_{sniu} + R_{scpu} + \sum_{i=1}^{2} R_{disk(i)} \qquad (3.22)$$

โดยที่ค่า R คือผลรวมของ response time และ $R = 1/\mu(1-\rho)$

$$L = \sum_{i=1}^{N} L_{ccpu(i)} + \sum_{i=1}^{N} L_{cniu(i)} + L_{LAN} + L_{sniu} + L_{scpu} + \sum_{i=1}^{2} L_{disk(i)} \qquad (3.23)$$

โดยที่ค่า L คือผลรวมของ number waiting และ $R = \rho^2/(1-\rho)$

$$W = \sum_{i=1}^{N} W_{ccpu(i)} + \sum_{i=1}^{N} W_{cniu(i)} + W_{LAN} + W_{sniu} + W_{scpu} + \sum_{i=1}^{2} W_{disk(i)} \qquad (3.24)$$

โดยที่ค่า W คือผลรวมของ waiting time และ $w = \rho/\mu(1-\rho)$

ในการคำนวณหาค่าของผลรวมผู้วิจัยได้ใช้ภาษา C++ ทำการเขียนโปรแกรมการคำนวณการทำงานของโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าผลรวม และ queue length , response time , waiting time และ number waiting เริ่มจากมีเครื่อง client จำนวนหนึ่งเครื่อง แล้วทำการเพิ่มจำนวนเครื่อง client จากหนึ่งเครื่องเพิ่มขึ้นทีละ 1 เครื่อง จนมีค่าผลลัพธ์เป็นลบ เมื่อคำนวณค่าได้หนึ่งค่าโปรแกรมจะทำการบันทึกลงบน file ที่สร้างไว้สำหรับเก็บข้อมูล ในการคำนวณค่าข้อมูลเริ่มแรกที่ต้องใส่ในโปรแกรมการคำนวณคือ ค่า workload ที่กำหนดให้ในแต่ละสถานีบริการ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ จะถูกบันทึกอยู่ในรูปแบบของ text file จากนั้นจะนำผลการทดลองที่ได้ไปปรับเปลี่ยนเป็นรูปแบบของ excel เมื่อทำการรวบรวมผลที่ได้จากการทดลองตามลักษณะ workload ในแต่ละกลุ่มครบ ก็จะนำข้อมูลที่บันทึกในรูปแบบของ excel มาทำการสร้างกราฟด้วยเครื่องบน excel จะทำให้ได้กราฟมาทำการวิเคราะห์

การออกแบบและสร้างแบบจำลองของระบบ host - base

1. สถาปัตยกรรมระบบ ในการทำงานของระบบงานกำลังพลทางทหารของกองบัญชาการทหารสูงสุด ที่ใช้งานจริง มีสถาปัตยกรรมระบบดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฮาร์ดแวร์ : เครื่องเมนเฟมที่ใช้ในระบบ ใช้เครื่อง ของ IBM 9121 - 311 ใช้หน่วยประมวลผลรุ่น ES/9000 จำนวน 1 หน่วย มีหน่วยความจำหลัก 128 MB สามารถขยายได้สูงสุด 4016 MB ระบายความร้อนด้วยระบบ Air - Cooled มีสถาปัตยกรรมโครงสร้างเป็นแบบ ESA/390 มีช่องสัญญาณส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ 2 ลักษณะ คือ แบบ parallel จำนวน 8 ช่อง และ แบบ ESCON จำนวน 8 ช่อง มีเครื่องควบคุมการอ่าน และเขียนบนหน่วยความจำสำรอง แบบ 3990/G03 คอยควบคุมหน่วยความจำสำรอง แบบ 3390/A28 และ 3390/B28 (หน่วยความสำรองแบบ 3390/A28 ใช้ใช้เป็นต้นแถวของหน่วยความจำสำรองแบบ 3390/B28) จำนวน 16 หน่วย มีความจุขนาด 15.1 GB และ 22.1GB ตามลำดับ มีเครื่องบันทึกเทปแม่เหล็ก แบบ 3490/A 10 และแบบ 3490/GB (แบบ 3490/A 10 ใช้เป็นต้นแถวของเครื่องบันทึกเทปแม่เหล็ก แบบ 3490/B40) มีอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อที่ควบคุมการเชื่อมต่อกับจอภาพ หรือเครื่องพิมพ์ แบบ 3174/12L (สำหรับขีดความสามารถ และคุณลักษณะของเครื่อง IBM mainfame จะกล่าวไว้ในผนวก ค) เครื่อง terminal จะใช้เครื่อง IBM PC รุ่น PS/2 ใช้ CPU 486 DX 66 หน่วยความความจำ 2 MB หน่วยความจำสำรอง 250 MB และใช้ emulation card เพื่อทำหน้าที่กับ อุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ แบบ 3174/12 L

- ซอฟแวร์ : เครื่อง IBM mainfame ใช้ระบบปฏิบัติการแบบ Multiple Virtual Storage/ Enterprise System Architecture(MVS/ESA) และแบบ Virtual Machine / Enterprise System Architecture (VM/ESA) โดยที่เครื่อง IBM mainfame สามารถทำงานได้ด้วยระบบปฏิบัติการพร้อมกันถึง 7 ระบบ ปัจจุบัน แต่ในปัจจุบันใช้ระบบปฏิบัติการอยู่ 2 ระบบ บนระบบจัดการฐานข้อมูล VM/ESA ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลของ ORACLE บนเครื่อง terminal ใช้ระบบปฏิบัติการ MS - DOS Version 6.22 และใช้ emulation terminal PC 3270 จำลองตัวเองเป็น terminal ของเครื่องเมนเฟม

- การเชื่อมต่อ ระบบการประมวลผล : การเชื่อมต่อการทำงานจะทำงานภายใต้โครงสร้างของ SNA มีลักษณะการประมวลผลในการทำงาน 2 ลักษณะ คือลักษณะประมวลผลแบบ แบทช์ และแบบ ออนไลน์ โดยระบบงาน แบทช์ ที่ทำในปัจจุบันได้แก่งานพิมพ์เงินเดือนของข้าราชการ บก.ทหารสูงสุด งานควบคุมพัสดุของกรมช่างอากาศ, งานบัญชีการติดตามผลการปฏิบัติ การพัฒนาชนบทของ กรป.กลาง และงานอื่น ๆ ส่วนงาน ออนไลน์ ได้แก่งานกำลังพล ของ บก.ทหารสูงสุด งานข่าวของกรมข่าวทหาร, งานทางด้านยุทธการ และงานส่งกำลังบำรุง

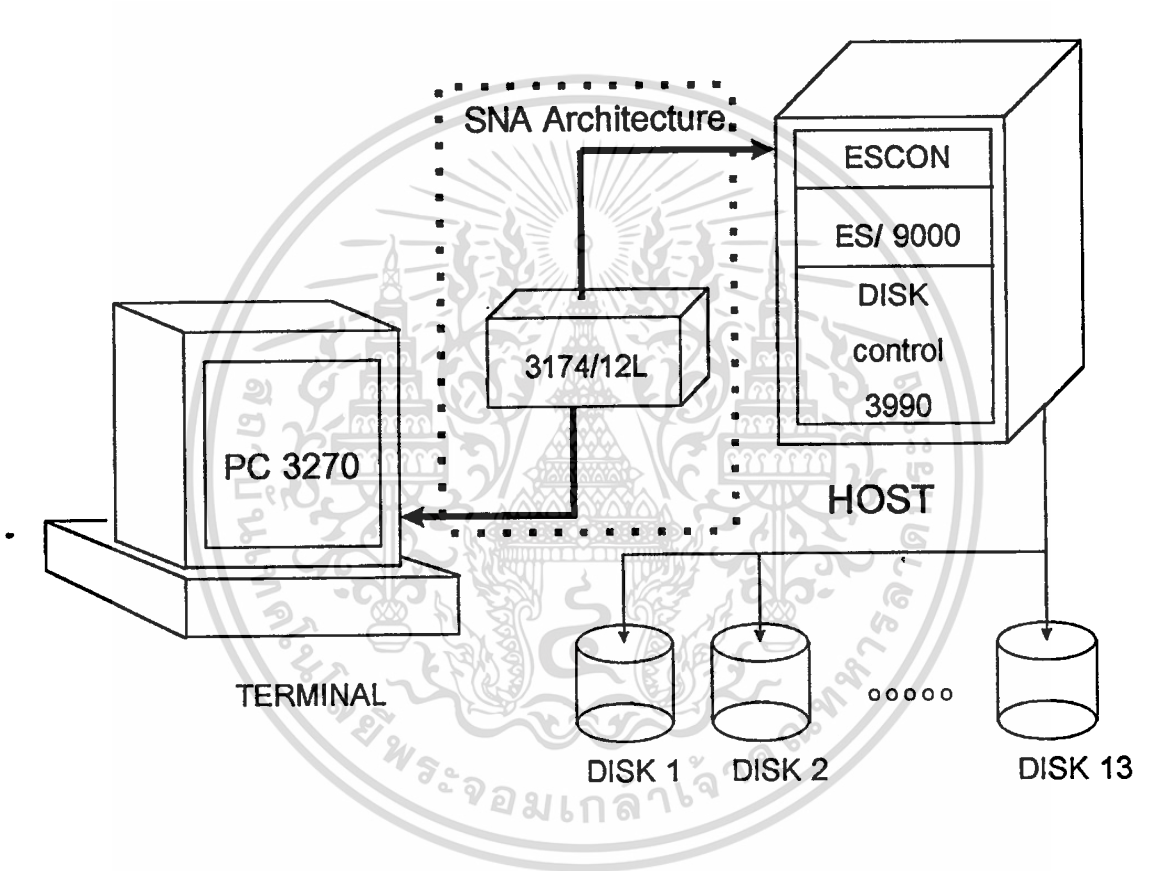
การทำงานของระบบงานกำลังพลทางทหารของกองบัญชาการทหารสูงสุด จะมีลักษณะดังนี้ เพื่อผู้ใช้งานเรียกใช้งานระบบงานกำลังพลระบบงานกำลังพล จะทำการส่ง transaction ไปยังเครื่องเมนเฟม ผ่านทางEmulation Interface Card (EIC) ไปยังอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อแบบ 3174/12 L และถูกส่งต่อไปยังช่องสัญญาณการเชื่อมต่อแบบ ESCON ของเครื่อง mainfame เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยประมวลผล ได้รับ transaction ก็จะส่งผลที่ต้องการแสดงกลับผ่านเส้นทางเดิม ตามรูปที่ 11

ภาพที่ 11

แสดงการทำงานของระบบ host - base ในงานกำลังพลทหาร



จากภาพที่ 11 แสดงถึงการส่ง transaction ไปยัง เครื่อง mainfame และการเข้าถึงข้อมูลที่จัดเก็บบนหน่วยความจำสำรอง สำหรับการเข้าถึงข้อมูลที่จัดเก็บบนหน่วยความจำสำรองของเครื่อง mainfame ก็จะมีลักษณะเหมือนกับการประมวลผล transaction ที่ได้กล่าวมาแล้ว

2. การสร้างแบบจำลอง

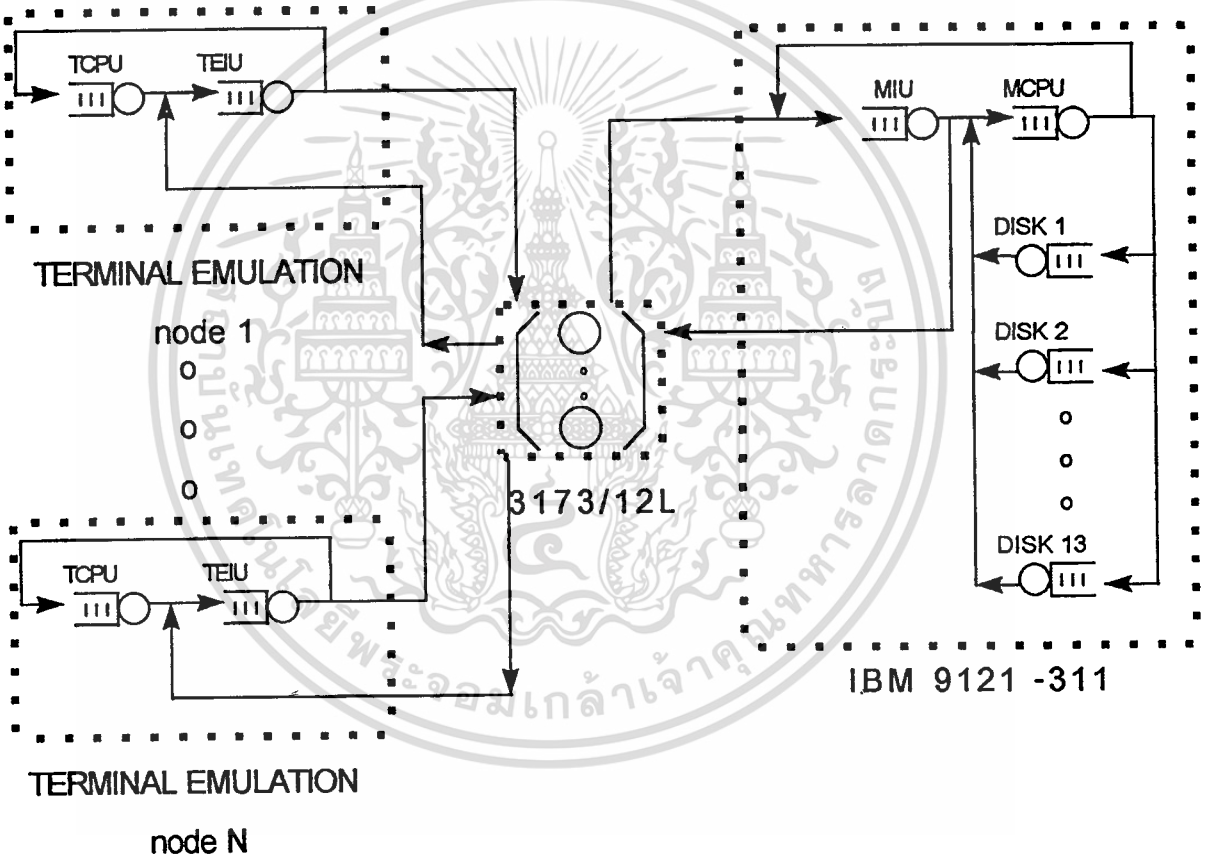
ในการสร้างแบบจำลองของระบบ host base จะใช้แนวความคิดของ QNM ช่วยในการสร้างแบบจำลอง โดยที่ QNM ของการทำงานลักษณะ host base จะพิจารณาถึงการเข้าถึงข้อมูลบนหน่วยความจำสำรองของเครื่อง terminal ผ่านทางการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อแบบ 3174/12 L โดยภาพรวมของ QNM ที่สร้างขึ้นจะมีลักษณะตามภาพที่ 12 ในการสร้าง QNM รวมของระบบจะพิจารณาการเข้าถึงข้อมูลหน่วยความจำสำรอง โดยพิจารณาจากค่าที่เครื่อง

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ต่อสาธารณชน

Mainfame วัดได้เป็นหลัก เพราะฉะนั้นใน QNM จึงสร้างจากสถานีบริการ หน่วยประมวลผล ไปยังสถานีบริการที่เป็น Disk เลย ใน QNM รวมที่สร้างขึ้นนี้จะประกอบไปด้วย QNM ลักษณะ เปิด 3 กลุ่มย่อย ประกอบด้วย QNM แบบปิด สำหรับ QNM 3 กลุ่มย่อย จะประกอบไปด้วย QNM ของเครื่อง

ภาพที่ 12

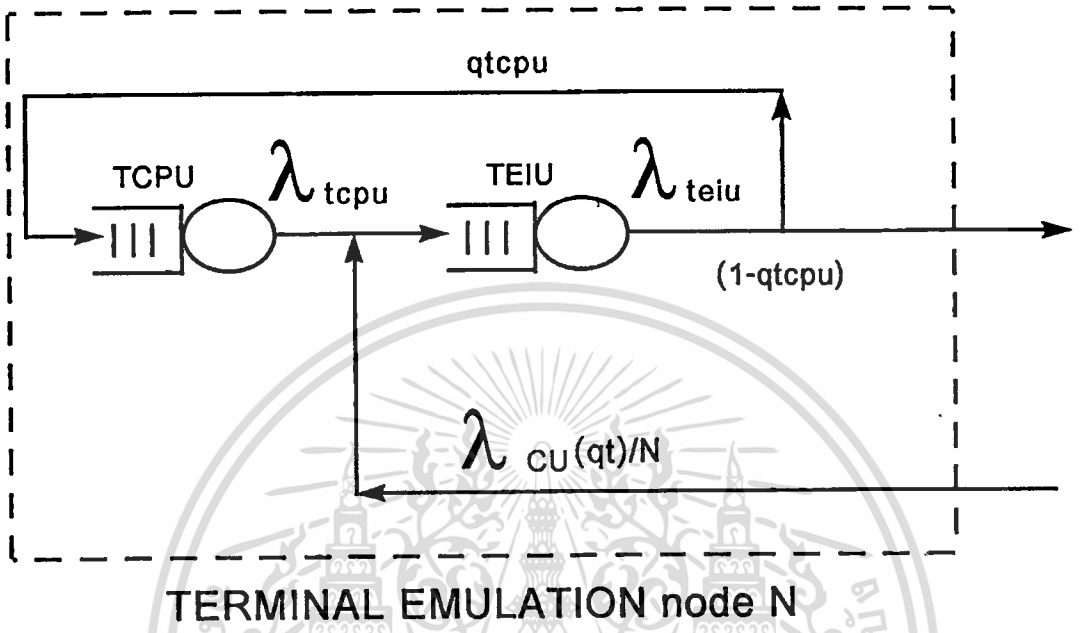
แสดงถึง QNM รวมของระบบ host- base



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 13

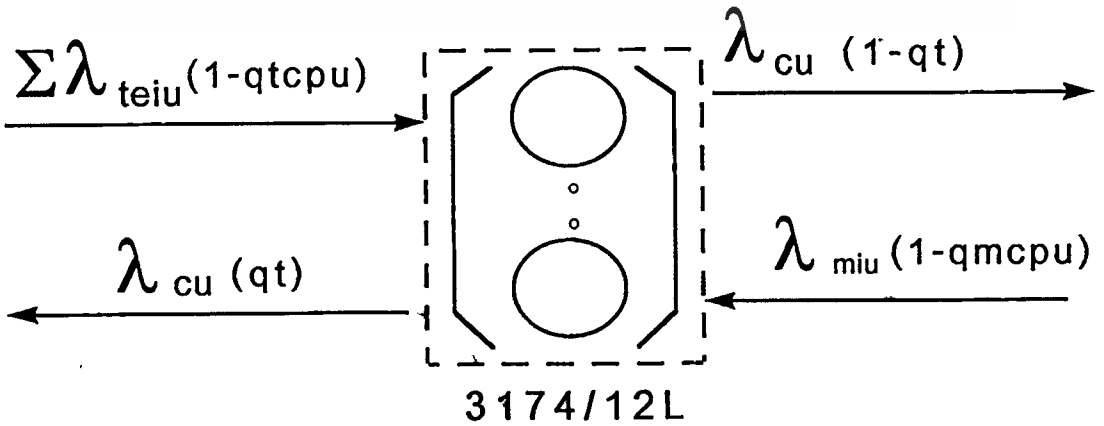
แสดง QNM ของเครื่อง Terminal Emulation



terminal emulation 3270 , QNM ของอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อแบบ 3174/12L และ QNM ของเครื่อง IBM -Maim fame ตามรูปที่ 13, 14 และ 15 ตามลำดับ

ภาพที่ 14

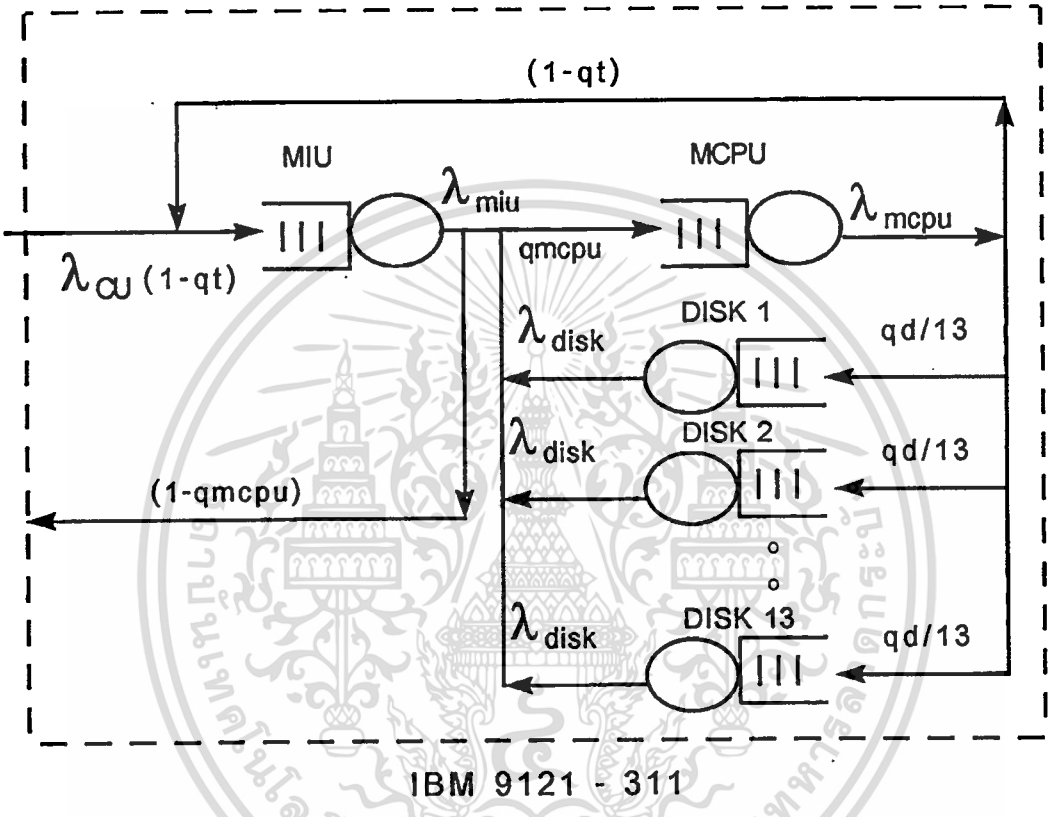
แสดงถึง QNM ของอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อแบบ 3174/12L



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 15

แสดง QNM ของเครื่อง IBM - mainfame



จากรูปที่ 12, 13, 14 และ 15 นำมาพิจารณาภายใต้หลักความสมมูลแล้วจะได้สมการดังนี้ต่อไปนี้

$$\lambda_{tcpu} = \lambda_{teiu}\left(q_{tcpu}\right) \tag{3.25}$$

$$\lambda_{teiu} = \lambda_{tcpu} + \frac{\lambda_{cu}\left(q_t\right)}{N} \tag{3.26}$$

$$\lambda_{cu} = \sum_{i=1}^{N} \lambda_{teiu(i)}\left(1-q_{tcpu}\right) + \lambda_{miu}\left(1-q_{mcpu}\right) \tag{3.27}$$

$$\lambda_{miu} = \lambda_{cu}\left(1-q_t\right) + \lambda_{mcpu}\left(1-q_d\right) \tag{3.28}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\lambda_{mcpu} = \lambda_{miu}\left(q_{mcpu}\right) + \sum_{i=1}^{13} \lambda_{disk(i)} \qquad (3.29)$$

$$\lambda_{tdisk} = \lambda_{mcpu} \frac{\left(q_d\right)}{13} \qquad (3.30)$$

โดยที่ λ_{tcpu} = ข้อมูลที่ออกจาก หน่วยประมวลผล ของเครื่อง terminal emulation

λ_{tciu} = ข้อมูลที่ออกจาก EIC ของเครื่อง terminal emulation

λ_{cu} = ข้อมูลที่ออกจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L

λ_{miu} = ข้อมูลที่ออกจากช่องสัญญาณ ESCON ของเครื่อง mainfame

λ_{mcpu} = ข้อมูลที่ออกจาก หน่วยประมวลผล ของเครื่อง mainfame

λ_{disk} = ข้อมูลที่ออกจาก disk ของเครื่อง mainfame

N = จำนวนเครื่อง terminal ที่เชื่อมต่อกับเครื่อง mainfame

q_{tcpu} = ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก EIC ไปยัง CPU ของเครื่อง terminal emulation

q_t = ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ไปยังเครื่อง terminal emulation

q_{mcpu} = ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก EICไปยัง CPU ของเครื่อง mainfame

q_d = ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก CPU ไปยัง disk ของเครื่อง mainfame

*หมายเหตุ ในภาพที่ 14 และในสมการที่ 3.29 ที่ใช้หน่วยความจำสำรองจำนวน 13 หน่วย เพราะว่า บนหน่วยความจำสำรอง 10 หน่วยที่มีในเครื่องเมนเฟม จะมี 13 หน่วยทำงานภายใต้ ระบบปฏิบัติการ MVS/ESA และ 3 หน่วย ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ VM/ESA

จากสมการที่ 3.25-3.30 ถ้าทราบถึงข้อมูลที่ออกจาก หน่วยประมวลผล ของเครื่อง terminal emulation ทำให้สามารถหาค่า λ_{tciu}, λ_{cu}, λ_{miu}, λ_{mcpu} และ λ_{disk} ได้ และในการพิจารณาจะกำหนดให้การร้องขอข้อมูล ของเครื่อง terminal emulation บนหน่วยความจำสำรองของเครื่องเมนเฟม เมื่อเครื่อง terminal emulation ร้องขอข้อมูลจากเครื่องเมนเฟม 1 ครั้ง จะได้รับการตอบจากเครื่องเมนเฟม 1 ครั้ง ซึ่งข้อกำหนดนี้จะให้ q_{tcpu}, q_t, q_{mcpu} และ q_d มีค่าเท่ากับ ½ หรือ 0.5 และถ้ากำหนดให้ λ_{tcpu} มีค่าเท่า X แล้ว จะได้สมการที่ 3.31-3.36

$$\lambda_{tcpu} = X \qquad (3.31)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\lambda_{teiu} = \frac{\lambda_{tcpu}}{0.5} \tag{3.32}$$

$$\lambda_{cu} = \frac{\left(\lambda_{teiu} - \lambda_{tcpu}\right)N}{0.5} \tag{3.33}$$

$$\lambda_{miu} = \frac{\left(\lambda_{cu} - \left((0.5)N\lambda_{teiu}\right)\right)}{0.5} \tag{3.34}$$

$$\lambda_{mcpu} = \frac{\left(\lambda_{miu} - \left((0.5)\lambda_{cu}\right)\right)}{0.5} \tag{3.35}$$

$$\lambda_{disk} = \frac{\left(\lambda_{mcpu} - \left((0.5)\lambda_{miu}\right)\right)}{13} \tag{3.36}$$

ในสมการที่ 3.31-3.36 ทำให้สามารถหาค่า λ ของแต่ละสถานีบริการได้ สำหรับค่า service rate หรือค่า μ ของแต่ละสถานีบริการสามารถหาค่าได้ จากการนำค่าขีดความสามารถของแต่ละสถานีบริการ หารด้วย workload ที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานีนั้น โดยค่า workload ที่พิจารณาจะขึ้นอยู่กับ transaction ที่เกิดขึ้นว่าใน transaction ที่เกิดขึ้นมีอัตราเฉลี่ยของ workload แต่ละสถานีบริการอย่างไร จากนั้นทำให้สามารถหาค่า service rate ของ หน่วยประมวลผล ของ terminal emulation ได้ตามสมการที่ 3.37

$$\mu_{tcpu} = \frac{\left(66 \times 10^{6}\right)}{W_{tcpu}} \tag{3.37}$$

โดยที่ μ_{tcpu} คือค่า service rate ของหน่วยประมวลผล เครื่อง terminal emulation มีหน่วยเป็น transaction ต่อวินาที ค่า W_{tcpu} คือค่า workload เกิดขึ้นที่หน่วยประมวลผล ของเครื่อง terminal emulation หน่วยประมวลผลของ terminal emulation คือ CPU 486 DX66 ของ Intel นั้น ในหนึ่งคาบเวลาสามารถประมวลผลได้ครั้งละ 1 ชุด คำสั่งเมื่อ หน่วยประมวลผล ทำงานที่ความถี่ 66 MHz ความสามารถในการประมวลผลใน 1 วินาที คือ $1 \times 66 \times 10^{6} = 66 \times 10^{6}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่า service rate ของสถานีบริการ EIC ของเครื่อง terminal emulation สามารถหาค่าได้จากขีดความสามารถในการส่งผ่านข้อมูล หารด้วย workload หรือชุดคำสั่งที่ส่งผ่าน EIC ซึ่งมีค่าตามสมการที่ 3.38

$$\mu_{teiu} = \frac{\left(1 \times 10^{6}\right)}{W_{teiu}} \qquad (3.38)$$

โดย μ_{teiu} คือค่า service rate ของ EIC ของเครื่อง terminal emulation มีหน่วยเป็น transaction ต่อวินาที และ W_{teiu} คือค่า workload ที่เกิดขึ้นกับ EIC ของเครื่อง terminal emulation ในการส่งผ่านชุดคำสั่งของ EIC สามารถส่งผ่านข้อมูลได้ครั้งละ 1 MB ต่อวินาที ในการส่งข้อมูลออกจาก EIC ไปยังอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อระบบ 3174/12L จะไม่มี overhead จะเรียกข้อมูลe ที่ส่งออกไปนี้ว่า data stream ค่า service rate ของอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อแบบ 3174/12L สามารถหาค่าได้จากความสามารถส่งผ่านข้อมูลได้ใน 1 วินาที หารด้วย workload ที่เกิดขึ้น ซึ่งแสดงได้ตามสมการที่ 3.39

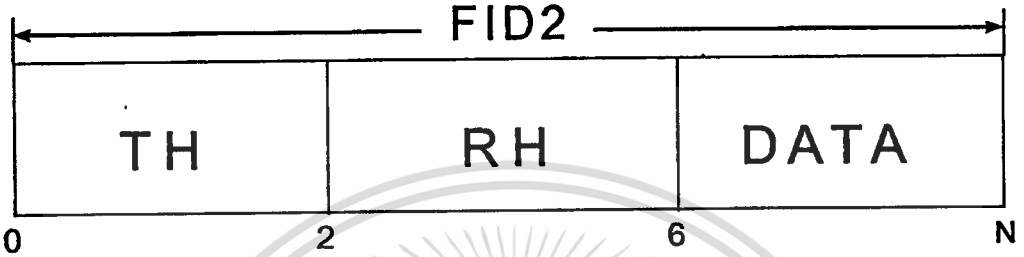
$$\mu_{cu} = \frac{\left(17 \times 10^{6}\right) \times \left(\frac{W_{cu}}{W_{cu} + TH + RH}\right)}{W_{cu}} \qquad (3.39)$$

ค่า μ_{CU} คือค่า service rate ของอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ มีหน่วยเป็น transaction ต่อวินาที ค่า W_{CU} คือ workload ที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ ต่อเครื่อง terminal emulation หนึ่งเครื่อง ค่า $(W_{CU}/(W_{CU}+TH+RH))$ มาจากสมการที่ 3.15 คือค่า efficiency ของการส่ง packet จากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อไปยังช่องสัญญาณของเครื่อง mainfame W_{CU} ในเทอม $(W_{CU}/(W_{CU}+TH+RH))$ คือขนาดของข้อมูลที่ส่งผ่านจากเครื่อง terminal emulation ไปประมวลผลยังหน่วยประมวลผล ส่วนค่า RH และค่า TH คือ overhead ในการสาง packet โดยค่า TH คือค่า Transaction Headers มีขนาด 5 ไบท์ และ RH คือ Request/Response Header มีขนาด 2 ไบท์ ตามภาพที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16

แสดงโครงสร้าง packet ที่ส่งจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/L12 ไปยังช่องสัญญาณแบบ



packet ที่ส่งจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อไปยัง ช่องสัญญาณ ESCON จะเรียก packet นี้ว่า FID2 อุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อสามารถส่งผ่านข้อมูลในอัตรา 17 MB ต่อวินาที ในทำนองเดียวกัน การส่งผ่านข้อมูล จากช่องสัญญาณ ESCON ไปยังหน่วยประมวลผล จะมีการทำงาน และขีดความสามารถเหมือนกับอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ จึงมีค่าเท่ากับสมการที่ 3.39

$$\mu_{miu} = \frac{\left(17\times10^{6}\right)\times\left(\frac{W_{cu}}{W_{cu}+TH+RH}\right)}{W_{cu}} \qquad (3.40)$$

ค่า μ_{MIU} คือ service rate ของส่องสัญญาณ ESCON มีหน่วยเป็น transaction ต่อวินาที และค่า W_{MIU} คือ ข้อมูลที่ส่งจากเครื่อง terminal emulation ไปยังหน่วยประมวลผล สำหรับ หน่วยประมวลผล ES/9000 ทำงานที่ 19 MIPS ค่า service สามารถหาได้จากการนำขีดความสามารถของ หน่วยประมวลผล หารด้วย workload ที่เกิดขึ้น ตามสมการที่ 3.41

$$\mu_{mcpu} = \frac{\left(19\times10^{6}\right)}{W_{mcpu}} \qquad (3.41)$$

ค่า μ_{MCPU} คือค่า service rate ของ หน่วยประมวลผล ES/9000 ของเครื่อง IBM mainfame มีหน่วยเป็น transaction ต่อวินาที ค่า W_{MCPU} คือค่า workload ที่เกิดขึ้นบน หน่วยประมวลผล ES/9000

ค่า service rate ของสถานีบริการสุดท้ายคือ หน่วยความจำสำรองในการพิจารณาสร้าง QNM ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยความจำสำรอง จะกำหนดให้หน่วยความจำสำรอง ทั้ง 13 หน่วย มี avg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

seek time , Avg. latency และ transfer rate เท่ากันทุกหน่วย และค่า avg. seek rate , avg. rotational และ trance rate ที่นำมาพิจารณาหาค่า service rate ของหน่วยความจำสำรอง คือค่าที่วัดได้จากการเข้าถึงข้อมูลจริงที่มีใช้งานอยู่ โดยมีค่าดังต่อไปนี้ ค่า avg. seek time = 9.5 การ ค่า avg. rotational มีค่าเท่า 7.1 MS และ transfer rate มีค่าเท่ากับ 4.22 MB ต่อวินาที จากค่าต่าง ๆ ทำให้สามารถหาค่า service rate ได้ตามสมการที่ 3.42

$$\mu_{disk} = \frac{\left(\left((9.5+7.1)\times 10^{-3}\right)+\left(4.22\times 10^{6}\right)\right)}{W_{disk}} \qquad (3.42)$$

ค่า μ disk คือค่า service rate ของหน่วยความจำสำรอง และค่า W_{disk} คือ workload ของหน่วยความจำสำรองในการเข้าถึงและส่งผ่านข้อมูล

เมื่อทราบถึงค่า λ และ μ ของสถานีบริการต่าง ๆ ทำให้สามารถหาค่าผลรวมของ queue length, response time , waiting time และ number waiting ได้ตามสมการที่ 3.43-3.46

$$Q = \sum_{i=1}^{N} Q_{tcpu(i)} + \sum_{i=1}^{N} Q_{teiu(i)} + Q_{cu} + Q_{miu} + Q_{mcpu} + \sum_{i=1}^{13} Q_{disk(i)} \qquad (3.43)$$

โดยที่ค่า Q คือผลรวมของ queue length และ $Q = \rho/(1-\rho)$ และ $\rho = \lambda/\mu$

$$R = \sum_{i=1}^{N} R_{tcpu(i)} + \sum_{i=1}^{N} R_{teiu(i)} + R_{cu} + R_{miu} + R_{mcpu} + \sum_{i=1}^{13} R_{disk(i)} \qquad (3.44)$$

โดยที่ค่า R คือผลรวมของ response time และ $R = 1/\mu(1-\rho)$

$$L = \sum_{i=1}^{N} L_{tcpu(i)} + \sum_{i=1}^{N} L_{teiu(i)} + L_{cu} + L_{miu} + L_{mcpu} + \sum_{i=1}^{13} L_{disk(i)} \qquad (3.45)$$

โดยที่ค่า L คือผลรวมของ number waiting และ $R = \rho^2/(1-\rho)$

$$W = \sum_{i=1}^{N} W_{tcpu(i)} + \sum_{i=1}^{N} W_{teiu(i)} + W_{cu} + W_{miu} + W_{mcpu} + \sum_{i=1}^{13} W_{disk(i)} \qquad (3.46)$$

โดยที่ค่า W คือผลรวมของ waiting time และ $w = \rho/\mu(1-\rho)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการคำนวณหาค่าผลรวมในสมการที่ 3.43-3.46 ผู้วิจัยได้ใช้ภาษา C++ ทำการเขียนโปรแกรมการคำนวณ โปรแกรมที่เขียนขึ้นจะทำหน้าที่คำนวณหาค่าผลรวมของ queue length, response time, waiting time และ number waiting โดยการคำนวณเริ่มจากคำนวณค่าผลรวม เมื่อมีเครื่อง terminal emulation หนึ่งเครื่องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุมเชื่อมต่อ เมื่อคำนวณเสร็จก็จะคำนวณค่าผลรวมต่อไป โดยจะทำการเพิ่มเครื่อง terminal emulation ครั้งละ 1 เครื่อง จนผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเป็นลบ ค่าผลรวมที่คำนวณได้แต่ละครั้งจะถูกบันทึกลงแฟ้มข้อมูลที่สร้างขึ้น แฟ้มข้อมูลนี้จะมีรูปแบบเป็นแฟ้มข้อความ ในการคำนวณ ค่าข้อมูลเริ่มแรกที่ต้องใช้ในโปรแกรมคำนวณคือ workload ของสถานีบริการแต่ละสถานีบริการ เมื่อคำนวณได้ค่าผลรวมแล้ว ก็จะนำค่าผลรวมที่ได้ไปสร้างเป็นกราฟ โดยใช้ excel ทำการวาดกราฟ ซึ่งผลการทดลองที่ได้ในรูปแบบของกราฟจะถูกนำไป วิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมกับ ค่าผลรวมที่ได้ของแบบจำลอง แบบ client/server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ข้อกำหนดขั้นต้น

ในการทดลองประเมินประสิทธิภาพระบบงานกำลังพลทหารระหว่าง ระบบงานเก่าที่ทำงานด้วยลักษณะ host-base กับระบบงานที่ผู้วิจัยทำการออแบบด้วยลักษณะการทำงานแบบ Client/Server จะต้องมีการกำหนดรูปแบบในการทดลองที่ชัดเจนเพื่อให้การทดลองประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง ซึ่งมีการทำงานแตกต่างกัน สามารถนำผลการทดลองที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกันได้ บนพื้นฐานและขอบเขตที่เหมือนกัน ซึ่งข้อกำหนดขั้นต้นของทั้งสองระบบมีดังต่อไปนี้ ในการทดลองจะพิจารณาระบบงานทั้งสองในงานการร้องขอข้อมูลบนหน่วย ความจำสำรองของเครื่องที่ให้บริการในระบบ จากเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่ผู้ใช้ใช้งาน และในระบบแต่ละระบบจะมีข้อกำหนดดังนี้

1. ระบบงานกำลังพลที่ทำงานลักษณะ client/server ระบบงานนี้ในการนำมาทดลองจะพิจารณาดังต่อไปนี้ บนเครื่อง Client จะพิจารณาสถานีบริการจำนวน 2 สถานีบริการ คือ หน่วยประมวลผล และ NIC เท่านั้น เพราะพิจารณาการร้องขอข้อมูล ซึ่งเกิดจากหน่วยประมวลผลร้องขอไปยังเครื่อง server ผ่าน ระบบ LAN การพิจารณาจะมีเส้นที่ข้อมูลเข้าสู่สถานี เพียง 1 เส้นทางเท่านั้น คือ เส้นทางจาก NIC และมีเส้นทางที่ข้อมูลออกจากสถานบริการเพียง 1 เส้นทาง คือ เส้นทางจากหน่วยประมวลผลไปยัง NIC ในสถานีบริการ NIC จะมีเส้นทางที่ข้อมูลเข้าสู่สถานี 2 เส้นทาง คือ เส้นทางจากหน่วยประมวลผล และจากระบบ LAN และ 2 เส้นทางออกจาก NIC คือ เส้นทางที่ออกจาก NIC ไปยังหน่วยประมวลผล และเส้นทางจาก NIC ไประบบ LAN บนระบบ LAN จะมีเส้นทางที่ข้อมูลเข้าสู่ระบบจำนวน N+1 เส้นทาง คือ เส้นทางจากเครื่อง client จำนวน N เครื่อง และจากเครื่อง server ส่วนเส้นทางที่ข้อมูลออกจากระบบมีจำนวน N+1 เส้นทางจะออกไปสู่เครื่อง server บนเครื่อง server จะพิจารณาสถานีบริการ 3 สถานี คือ NIC หน่วยประมวลผล และหน่วยความจำสำรอง โดยสถานีบริการ NIC จะมีเส้นทางที่ข้อมูลเข้าสู่สถานี 2 เส้นทางคือ เส้นทางจากระบบ LAN และเส้นทางจากหน่วยประมวลผลของเครื่อง server และเส้นทางที่ข้อมูลออกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NIC ของเครื่อง server มี 2 เส้นทาง คือ เส้นทางไปยังระบบ LAN และเส้นทางไปยังหน่วยประมวลผลของเครื่อง server หน่วยประมวลผลของเครื่อง server จะมีเส้นทางออกของข้อมูล 3 เส้นทาง คือ เส้นทางที่ออกจากหน่วยประมวลผลไปยังหน่วยความจำสำรอง 2 เส้นทาง และเส้นทาบไปยัง NIC ของเครื่อง server และเส้นทางที่ข้อมูลเข้าสู่สถานี 3 เส้นทางคือ เส้นทางจากหน่วยความจำสำรองมายัง หน่วยประมวลผล 2 เส้นทาง และเส้นทางจาก NIC ของเครื่อง Server มายังหน่วยประมวล และในสถานีบริการสุดท้าย คือ หน่วยความจำสำรอง บนระบบที่มีการทดลองจะมีหน่วยความจำสำรอง 2 สถานี โดยที่หน่วยความจำสำรองทั้งสอง แต่ละสถานีจะมีเส้นทางที่ข้อมูลเข้าสู่สถานี 1 เส้นทาง คือ จากหน่วยประมวลผล และเส้นทางที่ข้อมูลออกจากหน่วยความจำสำรอง ทั้งสองเส้นทางคือ เส้นทางจากหน่วยความจำสำรองไปยังหน่วยประมวลผล สถานีบริการทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จะเชื่อมต่อกันเป็น QNM แบบปิด

สำหรับความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางนั้นจะกำหนดให้ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก NIC เครื่อง client ไปยังระบบ LAN และความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทาจาก NIC ไปยังหน่วยประมวลของเครื่อง client มีค่าเท่ากัน คือ 1/2 หรือ 0.5 ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก ระบบ LAN ไปยังเครื่อง server และความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก LAN ของเครื่อง server ไปยังเครื่อง client มีค่าเท่ากับ 1/2 หรือ 0.5 ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก NIC ของเครื่อง server ไปยัง LAN มีค่าเท่ากับ 1/2 หรือ 0.5 และความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจากหน่วยประมวลไปยังหน่วยความจำสำรองแต่ละสถานี จะมีค่าเท่ากับ 1/2 หรือ 0.5 ซึ่งความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางทั้งหมดนี้ จะตั้งอยู่บนพื้นฐานในการพิจารณาที่ว่า การร้องขอข้อมูลบนหน่วยความจำสำรองของเครื่องที่ให้บริการ จากเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง หนึ่งครั้งเครื่องที่ให้บริการจะตอบหรือส่งข้อมูลกลับ 1 ครั้ง ทำให้โอกาสของความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางแต่ละสถานีบริการมีโอกาสเท่ากัน และกำหนดให้การส่งผ่าน packet บนระบบ LAN จะมีขนาด 600 ไบท์ คงที่ทุก packet และระยะทางไม่มีผลต่อการประเมินประสิทธิภาพ

2. ระบบงานกำลังพลที่ทำงานลักษณะ host - base ข้อตกลงเบื้องต้นของระบบงานในหัวข้อนี้จะมีความใกล้เคียงกับ ระบบงานที่ทำงานลักษณะ client/server คือบนเครื่อง terminal emulation จะมีสถานีบริการ 2 สถานีเหมือนกัน ระบบงานที่ทำงานลักษณะ client/server คือ สถานีบริการของหน่วยประมวลผล และ EIC หน่วยประมวลผลของเครื่อง terminal emulation จะมีเส้นทางเข้าสู่สถานีเส้นทางเดียวคือ เส้นทางจาก EIC ของเครื่อง terminal emulation ไปยังหน่วยประมวลผลของเครื่อง terminal emulation และเส้นทางออกจากหน่วยประมวลผลมีเส้นทางเดียว คือ จากหน่วยประมวลผลไปยัง EIC ของเครื่อง terminal emulation สถานีบริการ EIC ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

terminal emulation จะมีเส้นทางเข้าสู่สถานีเส้นทางเข้าสู่สถานีสองเส้นทาง คือจากหน่วยประมวลผลมายังสถานี EIC และจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อม 3174/12 มายังสถานี EIC สำหรับอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L จะมีเส้นทางเข้าสู่สถานี N+1 สถานี คือเส้นทางจากเครื่อง terminal emulation จำนวน N สถานี และเส้นทางจากช่องสัญญาณแบบ ESCON ของเครื่อง เมนเฟม ส่วนเส้นทางที่ออกจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L เส้นทางคือ เส้นทางจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ไปยังเครื่อง terminal emulation จำนวน N เส้นทาง และไปสู่ช่องสัญญาณ ESCON ของเครื่องเมนเฟมจำนวน 1 เส้นทาง บนเครื่องเมนเฟมจะมีสถานีบริการจำนวน 3 สถานีบริการ คือ ช่องสัญญาณ ESCON มีเส้นทางที่ข้อมูลเข้าสู่สถานี 2 เส้นทาง คือ เส้นทางจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L และจากหน่วยประมวลผลของเครื่องเมนเฟม ส่วนเส้นทางที่ออกจาสถานีช่องสัญญาณ ESCON จะมี 2 เส้นทาง คือ เส้นทางที่ออกจากช่องสัญญาณ ESCON ไปยังอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L และไปยังหน่วยประมวลผลของ เครื่องเมนเฟม สถานีที่สองในเครื่องเมนเฟมคือ หน่วยประมวลผล หน่วยประมวลผลจะมีเส้นทางเข้าสู่สถานี 2 สถานี คือ เส้นทางจากช่องสัญญาณ ESCON และจากหน่วยความจำสำรอง ส่วนเส้นทางที่ออกจากหน่วยประมวลผลจะมีเส้นทางออกอยู่ 2 เส้นทางคือ ออกจากหน่วยประมวลผลไปยังหน่วยความจำสำรอง และไปยังช่องสัญญาณ ESCON สถานีสุดท้ายคือ หน่วยความจำสำรองบน QNM ที่ออกแบบจะนำหน่วยความจำสำรองจำนวน 13 หน่วย มาทำการสร้าง QNM ซึ่งหน่วยความจำสำรองแต่ละหน่วย จะมีเส้นทางเข้า 1 เส้นทาง คือ เส้นทางจากหน่วยประมวลผลและเส้นทางที่ออกจากหน่วยความจำสำรอง ของแต่ละสถานีจะมี 1 เส้นทางคือ ไปยังหน่วยประมวลผลของเครื่องเมนเฟม

สำหรับความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทาง นั้นจะเหมือนกับระบบงานที่ทำงาน ลักษณะ client/server คือ ในการร้องขอข้อมูล 1 ครั้ง จากเครื่อง terminal emulation ไปยังเครื่องเมนเฟม เครื่องเมนเฟมจะทำการตอบหนึ่งครั้ง เพราะฉะนั้น ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางของ EIC ไปยังหน่วยประมวลผล มีโอกาสที่จะเกิดเท่ากับ ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจาก EIC ของเครื่อง terminal emulation ไปยังอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L คือ 1/2 หรือ 0.5 ในทำนองเดียวกัน ความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางที่ออกจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ไปยัง เครื่อง terminal emulation จำนวน N เครื่อง มีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางจากอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ไปยังเครื่องเมนเฟมก็จะมีค่าเท่ากับ 0.5 เช่นกัน ในทำนองเดียวกันความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางที่ออกจากช่องสัญญาณ ESCON ไปยังหน่วยประมวลผลของเครื่องเมนเฟม จะมีค่าเท่ากับความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางที่ออกจากช่องสัญญาณ ESCON ไปยังอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L คือ 0.5 สำหรับความน่าจะเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกเส้นทางที่ออกจากหน่วยประมวลผลไปยังหน่วยความจำสำรองแต่ละสถานีจะมีค่าเท่ากับ 0.5/13 เพราะว่าความน่าจะเป็นที่ออกจากหน่วยประมวลผล มายังหน่วยความจำสำรองมีค่าเท่ากับ 0.5 และมีหน่วยความจำสำรองจำนวน 13 สถานี เพราะฉะนั้นค่าความน่าจะเป็น ในการเลือกเส้นทางจากหน่วยประมวลผลไปยังหน่วยความจำสำรองแต่ละสถานีมีค่าเท่ากับ 0.5/13

การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองประเมินประสิทธิภาพระบบงานกำลังพล ระหว่างระบบงานที่ทำงานลักษณะ host - base กับระบบงานที่ทำงานลักษณะ client/server จะใช้กลุ่ม workload ที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันมาทำการจำลองค่าโดยโปรแกรมการคำนวณที่พัฒนาขึ้น กลุ่ม workload ที่นำมาทำการจำลองค่าในแต่ละการทดลองจะมีค่า workload พื้นฐานที่กำหนดขึ้นสำหรับระบบงานแต่ละระบบตามตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1

แสดงถึงค่า Workload พื้นฐานที่ใช้ในการทดลองของระบบงานที่ทำงานลักษณะ host - base

Terminal emulation	Controller 3174/12L	IBM 9121 - 311	DISK	Arrival rate
300 ชุดคำสั่งต่อวินาที	15 ชุดคำสั่งต่อวินาที	2550 ชุดคำสั่งต่อวินาที	512 ตัวอักขระต่อวินาที	1 transaction ต่อวินาที

ตารางที่ 2

แสดงถึงค่า workload พื้นฐานที่ใช้ในการทดลองของระบบงานที่ทำงานลักษณะ client/server

Client	LAN	Server	DISK	Arrival rate
20000 ชุดคำสั่งต่อวินาที	250 ชุดคำสั่งต่อวินาที	4000 ชุดคำสั่งต่อวินาที	512 ตัวอักขระต่อวินาที	1 transaction ต่อวินาที

โดยในตารางที่ 1 จะเป็นค่า workload พื้นฐานที่ใช้ทำการจำลองค่าสำหรับระบบงานที่ทำงานลักษณะ host - base และในตารางที่ 2 จะเป็นค่า workload พื้นฐานที่ใช้ทำการจำลองค่าสำหรับระบบงานที่ทำงานลักษณะ client/server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดลองที่ 1 ในการทดลองแรกนี้จะเป็นการทดลองเพิ่มอัตราการใช้งานทั้งบนระบบที่ทำงานด้วยลักษณะ host - base และระบบงานที่ทำงานลักษณะ client/server โดยเพิ่มอัตราการใช้งานขึ้นร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง ตามตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3

แสดงถึงกลุ่ม workload ที่เพิ่มอัตราการใช้งานในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ host - base

ชุดที่	Terminal Emulation	Controller 3174/12L	IBM 9121 - 311	DISK	Arrival rate
1	300	15	2550	512	1
2	300	15	2550	512	1.05
3	300	15	2550	512	1.1025
4	300	15	2550	512	1.1576
5	300	15	2550	512	1.2155
6	300	15	2550	512	1.276
7	300	15	2550	512	1.34
8	300	15	2550	512	1.407
9	300	15	2550	512	1.477
10	300	15	2550	512	1.5513

ผลการทดลอง ในการทดลองที่ 1 ทำการเพิ่มอัตราการใช้งานบนระบบทั้งสองในอัตราร้อยละ 5 จากผลการคำนวณของโปรแกรม สามารถนำมาสร้างเป็นแผนภาพ แสดงถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับระบบเมื่อทำการเพิ่มจำนวนเครื่อง terminal emulation บนระบบ client/server และเพิ่มจำนวน client บนระบบ client/server โดยการเพิ่มบนระบบทั้งสอง จะทำการเพิ่มจนผลการคำนวณมีค่าเป็นลบจะได้แผนภาพแสดงผลรวมของ response time , queue length , waiting time และ number waiting ตามผนวก ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

แสดงถึงกลุ่ม workload ที่เพิ่มอัตราการใช้งานในอัตราร้อยละ5 จำนวน 10 ครั้ง บนระบบที่ทำงานลักษณะ client/server

ชุดที่	Client	LAN	Server	DISK	Arrival rate
1	20000	250	4000	512	1
2	20000	250	4000	512	1.05
3	20000	250	4000	512	1.1025
4	20000	250	4000	512	1.1576
5	20000	250	4000	512	1.2155
6	20000	250	4000	512	1.276
7	20000	250	4000	512	1.34
8	20000	250	4000	512	1.407
9	20000	250	4000	512	1.477
10	20000	250	4000	512	1.5513

ตารางที่ 5

แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานที่ลดลง ของ Workload กลุ่มที่ 1 ระหว่าง ระบบ Host - Base กับ ระบบ Client/Server

	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8	ชุดที่ 9	ชุดที่10
Host-Base	89	85	81	77	74	70	67	63	60	57
Client/Server	89	85	81	77	74	70	67	63	60	58

สำหรับตารางแสดงผลการคำนวณจะอยู่ในผนวก ง จากการทดลองคำนวณจะพบว่าระบบงานที่ทำงานด้วย client/server สามารถรอบรับการทำงานได้สูงสุด คือ จำนวนเครื่อง terminal emulation 89 เครื่องที่ workload พื้นฐานที่ใช้คำนวณ และจะสามารถรองรับการใช้งานได้ลดลง ในอัตรา 3-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 เครื่อง เมื่อมีอัตราการใช้งานมากขึ้น ส่วนระบบการทำงานลักษณะ client ก็มีพฤติกรรมในทำนองเดียวกันคือ รองรับการใช้งานสูงสุดได้ 89 เครื่อง client และมีอัตรารองรับการใช้งานลดลงในอัตรา 3-4 เครื่อง ต่อการเพิ่มอัตราการใช้งานร้อยละ 5 ตามตารางที่ 5 และในตารางที่ 6 จะแสดงถึงค่าสูงสุดและต่ำสุด ของผลรวมของ response time , waiting time , queue length และ number waiting

ตารางที่ 6

แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของค่าผลรวม response time , queue length , waiting time และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 1

Host - Base	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
R	0.01331 วินาที	0.689109 วินาที
W	9.63×10^{-6} วินาที	0.640105 วินาที
Q	0.019845 ชุดคำสั่ง	4889.794 ชุดคำสั่ง
L	0.00013 ชุดคำสั่ง	4888.021 ชุดคำสั่ง
Client/Server	**ค่าต่ำสุด**	**ค่าสูงสุด**
R	0.004656 วินาที	4.63684 วินาที
W	5.04×10^{-5} วินาที	4.527601วินาที
Q	0.078258 ชุดคำสั่ง	3399.753 ชุดคำสั่ง
L	0.001562 ชุดคำสั่ง	3392.854 ชุดคำสั่ง

2. การทดลองที่ 2 ในการทดลองที่สองจะเป็นการทดลองที่พิจารณาถึงการที่เพิ่ม workload ที่เครื่อง terminal emulation บนระบบ host-base และเพิ่ม workload ที่เครื่อง Client ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง โดยตารางที่ 7 แสดงถึงกลุ่ม workload ใช้ทดลองกับระบบ host-base และตารางที่ 8 แสดงถึงกลุ่มของ workload ที่ใช้ทดลองกับระบบ client/server

ผลการทดลอง จากการคำนวณจะพบว่าขีดความสามารถรองรับการทำงานของระบบ host-base และระบบ client/server จะมีขีดความสามารถเท่าเดิม และผลที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมการคำนวณ สามารถแสดงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของระบบ ตาม ผนวก ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

แสดงถึงการเพิ่ม workload บนเครื่อง terminal emulation ในอัตราร้อยละ 5 บนระบบ host - base

ชุดที่	Terminal Emulation	Controller 3174/12L	IBM 9121 - 311	DISK	Arrival rate
1	300	15	2550	512	1
2	315	15	2550	512	1
3	330.75	15	2550	512	1
4	347.29	15	2550	512	1
5	364.65	15	2550	512	1
6	382.884	15	2550	512	1
7	402.0287	15	2550	512	1
8	422.1301	15	2550	512	1
9	447.4579	15	2550	512.	1
10	469.8308	15	2550	512	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8

แสดงถึงการเพิ่ม workload บนเครื่อง client ในอัตราร้อยละ 5 บนระบบ client/server

ชุดที่	Client	LAN	Server	DISK	Arrival rate
1	20000	250	4000	512	1
2	21000	250	4000	512	1
3	22050	250	4000	512	1
4	23152.5	250	4000	512	1
5	24310.125	250	4000	512	1
6	25523.63	250	4000	512	1
7	26801.91	250	4000	512	1
8	28142.01	250	4000	512	1
9	29549.11	250	4000	512	1
10	31026.56	250	4000	512	1

จากการคำนวณพบว่าขีดความสามารถในการรองรับการทำงานของระบบทั้งสอง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเพิ่ม workload ในอัตราร้อยละ5 ตามตารางที่ 9 และในตารางที่ 10 จะแสดงถึงค่าสูงสุดและต่ำสุด ของผลรวมของ response time , waiting time , queue length และ number waiting

ตารางที่ 9

แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานของ workload กลุ่มที่ 2 ระหว่าง

ระบบ Host - Base กับ ระบบ Client/Server

	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8	ชุดที่ 9	ชุดที่10
Host-Base	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
Client/Server	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10

แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของค่าผลรวม response time , queue length , waiting time และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 2

Host - Base	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
R	0.01331 วินาที	0.069563 วินาที
W	9.63×10^{-6} วินาที	0.012825 วินาที
Q	0.019845 ชุดคำสั่ง	93.00551 ชุดคำสั่ง
L	0.00013 ชุดคำสั่ง	91.24502 ชุดคำสั่ง
Client/Server	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
R	0.004656 วินาที	0.374985 วินาที
W	5.05×10^{-5} วินาที	0.239996 วินาที
Q	0.078258 ชุดคำสั่ง	188.1281 ชุดคำสั่ง
L	0.001562 ชุดคำสั่ง	177.1292 ชุดคำสั่ง

3. การทดลองที่ 3 ในการทดลองที่ 3 จะพิจารณาถึงการเพิ่ม workload ที่เครื่องที่ให้บริการของระบบ คือ ระบบ host-base คือเครื่องเมนเฟม บนระบบ client/server คือบนระบบ server โดยทำการเพิ่ม workload ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง โดยตารางที่ 11 แสดงถึงกลุ่ม workload ที่ใช้ทดลองกับระบบ host-base และตารางที่ 12 แสดงถึงกลุ่ม workload ที่ใช้ทดลองกับระบบ client/server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11

แสดงถึงการเพิ่ม workload บนเครื่อง IBM 9121 -311 ในอัตราร้อยละ 5 บนระบบ host - base

ชุดที่	Terminal Emulation	Controller 3174/12L	IBM 9121 - 311	DISK	Arrival rate
1	300	15	2550	512	1
2	300	15	2677.5	512	1
3	300	15	2811.375	512	1
4	300	15	2891.94	512	1
5	300	15	3099.54	512	1
6	300	15	3254.52	512	1
7	300	15	3417.243	512	1
8	300	15	3588.106	512	1
9	300	15	3767.511	512	1
10	300	15	3955.88	512	1

ผลการทดลอง จากการทดลองเพิ่มค่า Workload กับเครื่องที่ให้บริการในระบบทั้ง 2 ในอัตราร้อยละ 5 ผลจากการคำนวณระบบพบว่า host-base จะมีความสามารถในการรองรับลดลง 4 - 8 เครื่อง ตารางที่ 13 ซึ่งจะแตกต่างกับระบบ client/server คือขีดความสามารถในการรองรับการทำงานคงที่ที่ 89 เครื่อง และในตารางที่ 14 จะแสดงถึงค่าสูงสุดและต่ำสุด ของผลรวมของ response time , waiting time , queue length และ number waiting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12

แสดงถึงการเพิ่ม workload บนเครื่อง server ในอัตราร้อยละ 5 บนระบบ client/server

ชุดที่	Client	LAN	Server	DISK	Arrival rate
1	20000	250	4000	512	1
2	20000	250	4200	512	1
3	20000	250	4410	512	1
4	20000	250	4630.5	512	1
5	20000	250	4826.025	512	1
6	20000	250	5105.126	512	1
7	20000	250	5360.38	512	1
8	20000	250	5628.40	512	1
9	20000	250	5909.821	512	1
10	20000	250	6205.31	512	1

ตารางที่ 13

แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานที่ลดลงของ workload กลุ่มที่ 3 ระหว่าง ระบบ Host - Base กับ ระบบ Client/Server

	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8	ชุดที่ 9	ชุดที่10
Host-Base	89	81	74	69	60	55	50	45	41	37
Client/Server	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14

แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของค่าผลรวม response time , queue length , waiting time และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 3

Host - Base	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
R	0.01331 วินาที	0.772689 วินาที
W	9.63×10^{-6} วินาที	0.723671 วินาที
Q	0.019845 ชุดคำสั่ง	5015.74 ชุดคำสั่ง
L	0.00013 ชุดคำสั่ง	5014.104 ชุดคำสั่ง
Client/Server	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
R	0.004656 วินาที	0.370025 วินาที
W	5.05×10^{-5} วินาที	0.239279 วินาที
Q	0.078258 ชุดคำสั่ง	183.7925 ชุดคำสั่ง
L	0.001562 ชุดคำสั่ง	176.7655 ชุดคำสั่ง

4. การทดลองที่ 4 ในการทดลองนี้จะทำการเพิ่ม workload ในส่วนของการส่งข้อมูลผ่านระบบเครื่องที่ทำการเชื่อมต่อกัน โดยระบบ host-base ทำการเพิ่ม workload ที่อุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ในอัตราร้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง และ workload ที่ระบบ LAN ในอัตราเดียวกันคือร้อยละ 5 จำนวน10 ครั้ง ตามตารางที่ 15, 16 ตามลำดับ

ผลการทดลอง จากการเพิ่ม workload ในการส่งผ่านระบบเครือข่ายที่เชื่อมต่อกันในอัตราร้อยละ5 จะพบว่าระบบ host-base จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของขีดความสามารถในการรองรับการทำงาน คือรองรับการทำงานได้ 89 เครื่อง แต่บนระบบ client/server จะมีขีดความสามารถของระบบในการทำงานลดลงในอัตรา 4-8 เครื่อง ตามตารางที่ 17 และในตารางที่ 18 จะแสดงถึงค่าสูงสุดและต่ำสุด ของผลรวมของ response time , waiting time , queue length และ number waiting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15

แสดงถึงการเพิ่ม workload บนอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ในอัตราร้อยละ 5 บนระบบ host - base

ชุดที่	Terminal Emulation	Controller 3174/12L	IBM 9121 - 311	DISK	Arrival rate
1	300	15	2550	512	1
2	300	15.75	2550	512	1
3	300	16.537	2550	512	1
4	300	17.36	2550	512	1
5	300	18.23	2550	512	1
6	300	19.144	2550	512	1
7	300	20.101	2550	512	1
8	300	21.106	2550	512	1
9	300	22.162	2550	512	1
10	300	23.27	2550	512	1

ตารางที่ 16

แสดงถึงการเพิ่ม workload บนระบบ LAN ในอัตราร้อยละ 5 บนระบบ client/server

ชุดที่	Client	LAN	Server	DISK	Arrival rate
1	20000	250	4000	512	1
2	20000	262.5	4000	512	1
3	20000	275.625	4000	512	1
4	20000	289.406	4000	512	1
5	20000	303.876	4000	512	1
6	20000	319.07	4000	512	1
7	20000	335.0239	4000	512	1
8	20000	351.775	4000	512	1
9	20000	369.36	4000	512	1
10	20000	387.832	4000	512	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17

แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานที่ลดลงของ workload กลุ่มที่ 4 ระหว่าง ระบบ Host - Base กับ ระบบ Client/Server

	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8	ชุดที่ 9	ชุดที่10
Host-Base	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
Client/Server	89	81	74	67	60	55	50	45	41	37

ตารางที่ 18

แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของค่าผลรวม response time , queue length , waiting time และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 4

Host - Base	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
R	0.01331 วินาที	0.092778 วินาที
W	9.63×10^{-6} วินาที	0.012853 วินาที
Q	0.019845 ชุดคำสั่ง	93.03342 ชุดคำสั่ง
L	0.00013 ชุดคำสั่ง	91.24506 ชุดคำสั่ง
Client/Server	**ค่าต่ำสุด**	**ค่าสูงสุด**
R	0.004656 วินาที	5.155058 วินาที
W	5.05×10^{-5} วินาที	5.035432 วินาที
Q	0.078258 ชุดคำสั่ง	3428.729 ชุดคำสั่ง
L	0.001562 ชุดคำสั่ง	3422.522 ชุดคำสั่ง

5. การทดลองที่ 5 ในการทดลองนี้จะเป็นการพิจารณาถึงการเพิ่ม workload ที่หน่วยความจำสำรองบนระบบทั้งสองในอัตราย้อยละ 5 จำนวน 10 ครั้ง การเพิ่ม workload บนหน่วยความจำสำรอง บนระบบ host-base จะมีหน่วยความจำสำรอง 13 หน่วย และบนระบบ client/server จะมีหน่วยความจำสำรอง 2 หน่วย โดย workload ในการทดลองนี้จะมีรายละเอียดตามตารางที่ 19 และ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง จากการทดลองเพิ่ม workload ที่หน่วยความจำสำรองในอัตราร้อยละ 5 ของทั้งสองระบบ จากการคำนวณจะพบว่า ขีดความสามารถโดยรวมในการรองรับการทำงานของระบบ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งบน host-base และ client/server คือรองรับการทำงานได้ 89 เครื่อง สำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงแสดงในตารางที่ 21 และในตารางที่ 22 จะแสดงถึงค่าสูงสุดและต่ำสุด ของผลรวมของ response time , waiting time , queue length และ number waiting

ตารางที่ 19

แสดงถึงการเพิ่ม workload บนหน่วยความจำสำรอง ในอัตราร้อยละ 5 บนระบบ host - base

ชุดที่	Terminal Emulation	Controller 3174/12L	IBM 9121 - 311	DISK	Arrival rate
1	300	15	2550	512	1
2	300	15	2550	537.6	1
3	300	15	2550	564.48	1
4	300	15	2550	592.702	1
5	300	15	2550	622.3392	1
6	300	15	2550	653.456	1
7	300	15	2550	686.129	1
8	300	15	2550	720.435	1
9	300	15	2550	756.457	1
10	300	15	2550	794.28	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20

แสดงถึงการเพิ่ม workload บนหน่วยความจำสำรอง ในอัตราร้อยละ 5 บนระบบ client/server

ชุดที่	Client	LAN	Server	DISK	Arrival rate
1	20000	250	4000	512	1
2	20000	250	4000	537.6	1
3	20000	250	4000	564.48	1
4	20000	250	4000	592.702	1
5	20000	250	4000	622.3392	1
6	20000	250	4000	653.456	1
7	20000	250	4000	686.129	1
8	20000	250	4000	720.435	1
9	20000	250	4000	756.457	1
10	20000	250	4000	794.28	1

ตารางที่ 21

แสดงความสามารถในการรองรับการทำงานที่ลดลงของ workload กลุ่มที่ 5 ระหว่าง ระบบ Host - Base กับระบบ Client/Server

	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8	ชุดที่ 9	ชุดที่10
Host-Base	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
Client/Server	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22

แสดงถึงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของค่าผลรวม response time , queue length , waiting time และ number waiting ของ workload กลุ่มที่ 5

Host - Base	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
R	0.01331 วินาที	0.078456 วินาที
W	9.63×10^{-6} วินาที	0.015159 วินาที
Q	0.019845 ชุดคำสั่ง	94.27252 ชุดคำสั่ง
L	0.00013 ชุดคำสั่ง	91.48104 ชุดคำสั่ง
Client/Server	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
R	0.004656 วินาที	0.377031 วินาที
W	5.05×10^{-5} วินาที	0.24602 วินาที
Q	0.078258 ชุดคำสั่ง	200.6393 ชุดคำสั่ง
L	0.001562 ชุดคำสั่ง	192.759ชุดคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ทั้ง 5 การทดลอง ในการทดลองแต่ละการทดลอง สามารถบ่งชี้ได้ว่า ระบบมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เมื่อทำการจำลองค่าบนระบบที่ทำการทดลอง ในการทดลองที่ 1 คือการเพิ่มอัตราการใช้งานโดยรวมของระบบในอัตราร้อยละ 5 พฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับระบบทั้งสองจะมีพฤติกรรมในลักษณะเดียวกัน คือ ระบบ host-base และระบบ client/server จะมีขีดความสามารถรองรับการทำงานของระบบลดลงในอัตรา 3 - 4 เครื่อง ต่อการเพิ่มอัตราการใช้งานร้อยละ 5 ในการทดลองที่ 1 นี้ จะมุ่งเน้นการพิจารณาไปที่ขีดความสามารถในการรองรับการทำงานของระบบทั้งสอง จะมีขีดความสามารถลดลงไปอย่างไรเมื่อมีการเพิ่มอัตราการใช้งาน จากการทดลองที่ 1 ทำให้ทราบว่าการที่มีการเพิ่มอัตราการใช้งานในอัตราเดียวกัน ก็จะส่งผลให้ระบบมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปในลักษณะเดียวกัน และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เท่ากัน การทดลองที่ 2 คือ การทดลองเพิ่ม workload ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง คือ เครื่อง terminal emulation บนระบบ host-base และเครื่อง client บนระบบ client/server ในอัตราร้อยละ 5 พฤติกรรมของระบบที่เกิดขึ้นกับระบบทั้งสองมีพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในลักษณะเดียวกัน คือ ระบบทั้งสองยังคงมีขีดความสามารถในการรองรับการทำงานของระบบเท่าเดิม คือ เมื่อทำการเพิ่ม workload ที่เครื่อง terminal emulation และเครื่อง client จะส่งผลกระทบเพียงเล็กน้อยบนระบบ ซึ่งผลเล็กน้อยนี้ไม่ส่งผลกระทบถึงขีดความสามารถในการรองรับการทำงานของระบบ ระบบทั้งสองยังสามารถรองการทำงานได้ถึง 89 เครื่อง ซึ่งในการทดลองที่ 2 จะทำให้ทราบว่าระบบทั้งสองจะไม่มีผลกระทบใด ๆ เมื่อมีการเพิ่ม workload บนระบบเมื่อทำการเพิ่ม workload บนเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน การทดลองที่ 3 คือการเพิ่ม workload บนเครื่องที่ให้บริการแก่ระบบบนระบบ host-base คือเครื่องเมนเฟรมและบนระบบ client/server คือเครื่อง server ในอัตราร้อยละ 5 ในการทดลองที่ 3 นี้ ผลการทดลองที่ได้จะมีลักษณะแตกต่างกัน คือ บนระบบ host-base ขีดความสามารถในการรองรับการทำงานลดลง อย่างไม่แน่นอน เมื่อทำการเพิ่ม workload ที่เครื่องเมนเฟรมแต่ละครั้ง ในขณะที่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

client/server ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของขีดความสามารถในการรองรับการทำงานของระบบ เมื่อมีการเพิ่ม workload ที่เครื่อง server ร้อยละ 5 ในแต่ละครั้ง จากการทดลองที่ 3 นี้จะทำให้ทราบว่า ปัญหาคอขวดของระบบ host-base จะอยู่ที่ เครื่องเมนเฟม ในกรณีที่ระบบงานแต่ละงานมี workload สูง ๆ และมีการใช้งานพร้อมกัน เครื่องเมนเฟมจะมีการคับคั่งของงานสูง ทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบลดลง ซึ่งจะแตกต่างจาก ระบบ client/server ที่ยังคงสามารถทำได้ถึงแม้จะมีการเพิ่ม workload ขึ้นก็ตาม

การทดลองที่ 4 การทดลองนี้จะทำการเพิ่ม workload ในส่วนที่เป็นส่วนเกี่ยวกับการเชื่อมต่อเครื่องระบบเข้าด้วยกัน คืออุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ของระบบ host-base และระบบ LAN ของระบบ client/server ในอัตราร้อยละ5 จากการทดลองจะพบว่าระบบทั้งสอบมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันคือ เมื่อเพิ่ม workload ที่อุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อ 3174/12L ขีดความสามารถในการรองรับการทำงานของระบบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในขณะที่การเพิ่ม workload ที่ระบบ LAN จะส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถในการรองรับการทำงานของระบบ คือ ขีดความสามารถจะลดลงเมื่อมีการเพิ่ม workload ในแต่ละครั้ง จากการทดลองที่ 4 นี้จะพบว่า ระบบ LAN จะเป็นจุดที่ทำให้เกิดปัญญาคอขวดกับระบบ client/server ในขณะที่อุปกรณ์ควบคุมการเชื่อม 3174/12L จะไม่มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลง การทดลองสุดท้ายการทดลองที่ 5 การทดอลงนี้จะทำการเพิ่ม workload ให้กับหน่วยความจำสำรองของระบบทั้ง 2 ในอัตราร้อยละ 5 จากการทดลองจะพบว่าขีดความสามารถในการรองรับการทำงานของระบบทั้งจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ รองรับการทำงานได้ 89 เครื่อง การทดลองที่ 5 นี้จะเป็นการทดลองที่บ่งชี้ว่า หน่วยความจำสำรองของระบบจะไม่เกิดปัญหาคอขวด หรือการคับคั่งของงานเกิดขึ้นกับระบบใดระบบหนึ่งหรือทั้ง 2 ระบบ

จากการทดลองทั้ง 5 การทดลองสรุปได้ดังนี้คือ ระบบงานที่ทำงานลักษณะ host-base จะมีจุดหรือสถานีบริการที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของระบบ เมื่อมีการเพิ่ม workload ณ สถานีบริการอื่น ๆ บนระบบจะส่งผลกระทบต่อการทำงานน้อยมาก และลักษณะงานทำงานของระบบ host-base จะมีลักษณะการทำงานที่มีลักษณะรวมศูนย์ คือ ในงานแต่ละงานจะต้องส่งงานนั้นให้เครื่องเมนเฟมทำงานทุกครั้ง ซึ่งถ้ามีผู้ใช้งานบนระบบ host-base มากขึ้น หรือระบบนั้น ๆ จะต้องมีการประมวลผลสูงที่เครื่องเมนเฟม ก็จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบมีการลดลง ส่วนระบบที่มีการทำงานลักษณะ client/server จะเกิดปัญหาที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลง คือ การเพิ่ม workload ที่ระบบ LAN หรือมีผู้ใช้งานระบบมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามลักษณะงานทำงานแบบ client/server จะมุ่งเน้นไปที่การทำงานที่มีลักษณะกระจาย คืองานหนึ่งงานจะถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ กระจายการะทำงานที่เครื่อง client และเครื่อง server ระบบเครือข่าย LAN จะมีหน้าที่เป็นเพียงเส้นทางที่เครื่อง client ส่งชุดคำสั่งเล็ก ๆ ไปสั่งให้หน่วยประมวลผลของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

server ทำงานนั่นก็คือ ถ้าผู้ที่ทำการออกแบบหรือสร้างระบบงาน แบ่งงานให้เครื่อง client ทำงานมาก และส่งชุดคำสั่งเพียงเล็กน้อย ผ่านระบบ LAN สั่งให้เครื่อง server ทำงานก็จะทำให้ประสิทธิภาพ โดยรวมของระบบเพิ่มนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งทิศทางของระบบเครือข่ายท้องถิ่น LAN จะมุ่งไปสู่มาตฐานการส่งผ่านข้อมูลที่ 100 MB ต่อวินาทีขึ้นไป เช่น Fast - Ethernet หรือ ATM ปัญหาคอขวดที่เกิดขึ้นกับระบบ client/server จะลดลง ประกอบกับกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในการพัฒนา ฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและราคาถูกลง นั่นก็หมายความว่าถ้ามีการศึกษา, วิเคราะห์ และออกแบบระบบที่ดีแล้ว ระบบงานที่มีสภาพแวดล้อมการทำงานลักษณะ client/server มีประสิทธิภาพที่ทัดเทียมหรือเหนือกว่า ระบบ host-base อย่างเห็นได้ชัด

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. แบบจำลองที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพระบบงานที่ทำงานลักษณะ host-base และ client/server ที่พัฒนามาจากพื้นฐานแนวความคิดของ QNM จะช่วยให้สามารถทำงานประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ได้ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย หรือ ทำการทดลองกับระบบงานจริงให้เกิดความเสียหาย ถึงแม้การประเมินประสิทธิภาพลักษณะ นี้จะไม่สามารถให้ผลการทดลองที่เหมือนกับการทำงานจริงทุกประการ เนื่องจากบนแบบจำลองไม่สามารถใส่ปัจจัยต่าง ที่มีผลกระทบต่อระบบได้อย่างครบถ้วนก็ตาม แต่การประเมินประสิทธิภาพในลักษณะนี้ก็ทำให้สามารถทราบประสิทธิภาพได้ในระดับหนึ่ง

2. จากการทดลอง จะทำให้ทราบถึงจุดที่มีความอ่อนไหวในการทำงาน หรือจุดที่ทำให้เกิดปัญหาคอขวด บนระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้ทราบถึงขีดจำกัดของระบบที่ใช้งาน และ ช่วยเป็นแนวทางในการออกแบบ อีกทั้งและพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น หลีกเลี่ยงการสร้างระบบที่มี workload จำนวนมากบริเวณที่ทำให้เกิดปัญหาคอขวด

3. แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในการประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นต้นแบบ หรือนำไปประยุกต์ เพื่อใช้ในการวัดประสิทธิภาพระบบงานที่ทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ในลักษณะอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดลองครั้งนี้ มีการกำหนดขอบเขตการทดลองที่มีลักษณะเฉพาะและแน่นอน ทำให้ผลการทดลองที่ได้มีลักษณะเป็นไปอย่างจำกัด เนื่องจากค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบ และเกิดขึ้นจริงบางปัจจัยไม่สามารถนำมาคำนวณได้ เนื่องจากมีความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมบนระบบตลอดเวลา การที่สามารถหาค่าปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ นำมาคำนวณรวมด้วยบนแบบจำลองที่สร้างขึ้นก็จะช่วยให้การประเมินประสิทธิภาพมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมีการนำปัจจัยเหล่านั้นมาก รวมในการคำนวณมากเกิดไป ก็จะส่งผลให้โปรแกรมการคำนวณมีความซับซ้อนมากขึ้น อาจส่งผลให้เกิดความยุ่งยากในการพัฒนาแบบจำลอง

2. จากการประเมินประสิทธิภาพระบบงานกำลังผลทางทหารในปัจจุบัน จะพบว่าสามารถที่จะนำระบบการทำงานลักษณะ client/server เข้าทดแทนการทำงานในลักษณะเดิมได้ โดยมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงกว่า และในแง่ของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่า การทำงานภายใต้สภาพแวดล้อม การทำงานลักษณะ host-base จะมีค่าใช้จ่ายที่สูง และพัฒนาบุคลากรในการใช้งานยาก ซึ่งจะแตกต่างจากระบบการทำงานลักษณะ client/server ทั้งนี้จะต้องทำการวิเคราะห์ระบบงานอื่น ๆ ที่อยู่ภายใต้การทำงานลักษณะ client/server ว่ามีความคุ้มค่าเพียงไร ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวในการที่จะทำการปรับระบบงานมาสู่การทำงานลักษณะ client/server

3. ในปัจจุบันระบบงานที่อยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมในการทำงานลักษณะ host - base จะมีการใช้งานจากผู้ใช้ลดลง เนื่องจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้รับงบประมาณในการจัดซื้อระบบคอมพิวเตอร์เอง ประกอบกับการพัฒนาระบบงานให้กับผู้ใช้ไม่สามารถที่จะพัฒนาระบบงานให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานอย่างแท้จริงได้ เนื่องจากข้อจำกัดของทรัพยากรที่มี และลักษณะงานของผู้ใช้จะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ผลการทดลองจากการวิเคราะห์ สามารถใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแนวทางในการพัฒนา ระบบงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยมีค่าใช้สูงน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Berson , Alex . Client/Server Architecture . Singapore : Mc Graw Hill , 1994

Coulouris ,George , Jean Dollemore and Tim Kindbery . Distributed System Concept and Design . second edition . Great Britain : Addison-Wesley Publishing Company , 1995 .

Drakopoulor , Flias , Mall J. Merges . "Performance Analysis of Client/Server Storage Systems" . IEEE Transactions on computer , vol.41 , No.11 (November 1992).

Feit , Sidnie , Jay Ranade series advisors . TCP/IP Architecture , Protocol , and Implementation . Singapore : Mc Graw Hill , 1993.

Harrison , Peter G. , Naresh M. Patel . Performance Modeling of Communication Networks and Computer Architectures . Great Britain : Addison-Wesley Publishing Company , 1992.

IBM Corporation . Fundamental of SNA . fifth edition . Virginia: IBM Education-Networking System , 1991.

IBM Corporation . IBM 3990/9390 Storage Control Planning , Installation , and Storage Administration Guide . tenth edition . Arizona : IBM Corporation , 1992.

IBM Corporation . 3174 Establishment Controller , Model 1L , 1R , 2R , 3R , 11L , 12L , 12R , 13R and 14R Maintenance Information . eleventh Edition . Arizona : IBM Corporation, 1994.

IBM Corporation. Enterprise System/9000 511-Base Models , Introduction the Processor Functional Characteristics . third edition . New York : IBM Corporation , 1995.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kant, K. and M.M. Srinivasan. Introduction to Computer System Performance. Evaluation. Singapore :Mc Graw Hill , 1992.

Keiser , Gread E., Local Area Network . Singapore : Mc Graw Hill , 1989.

Krishnaswamy , Umesh . Computer Evaluation Using Performance Vectors . Dissertation . California : University of California Irvine , 1995.

Marion , William . Client/Server Strategies : Implementation in the IBM environment . New York : Mc Graw Hill , 1994.

Naugle , Matthew . Network Protocol Handbook . Singapore : Mc Graw Hill , 1994.

Renaual , Paul E. . Introduction to Client/Server System . United States of America :John Wiley & Sons,Inc., 1993.

Silberschatz , Abraham , Peter B. Galvin . Operating System Concepts . forth edition . United States of America : Addison-Wesley Publishing Company , 1993.

Stallings , William . Computer Organization and Architecture : Principles of Structure and Function . United States of America : Macmillan Publishing Company , 1993.

Stone , Harold S. . High - Performance Computer Architecture . third edition . United States of America : Addison-Wesley Publishing Company , 1993.

Tanenbaum , Andrew S.. Modern Operating Systems . international edition . United States of America: Prentice-Hall, Inc. , 1992.

Vaughn , Larry . Client/Server System Design & Implementation . Singapore : Mc Graw Hill , 1994.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ก

โปรแกรมการคำนวณ ระบบ client/server

```
#include<iostream.h>
#include<iomanip.h>
#include<fstream.h>
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#include<alloc.h>
#include<stdlib.h>
#include<dos.h>
#include<ctype.h>
ofstream        file_obj;
class evaluation
{
        public:   void calculate_performance();
};
void evaluation::calculate_performance()
{
  long double wccpu,wlan,wscpu,wdisk,arrival;
  cout<<"\nEnter workload CPU client(instruction):";
  cin>>wccpu;
  cout<<"Enter workload LAN(instruction):";
  cin>>wlan;
  cout<<"Enter workload CPU server(instruction):";
  cin>>wscpu;
  cout<<"Enter workload DISK server(byte):";
  cin>>wdisk;
  cout<<"Enter arrival rate(transaction per minuet):";
  cin>>arrival;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (int N =1 ; N<= 250; N++)
        {
long double total=0,rwccpu=0,rwcniu=0,rwlan=0,rwsniu=0,rwscpu=0,rwdisk=0;
long double uccpu=0,ucniu=0,ulan=0,usniu=0,uscpu=0,udisk=0;
long double rccpu=0,rcniu=0,rlan=0,rsniu=0,rscpu=0,rdisk=0;
long double pccpu=0,pcniu=0,plan=0,psniu=0,pscpu=0,pdisk=0;
long double Qccpu=0,Qcniu=0,Qlan=0,Qsniu=0,Qscpu=0,Qdisk=0;
long double Rccpu=0,Rcniu=0,Rlan=0,Rsniu=0,Rscpu=0,Rdisk=0;
long double Lccpu=0,Lcniu=0,Llan=0,Lsniu=0,Lscpu=0,Ldisk=0;
long double Wccpu=0,Wcniu=0,Wlan=0,Wsniu=0,Wscpu=0,Wdisk=0;
long double U=0,Q=0,R=0,L=0,W=0;
long double wcniu=wlan,wsniu=wlan;
total =((N*wccpu*32)+(N*wcniu*32)+(N*wlan*32)+(wsniu*32)+(wscpu*32)+(2*wdisk*8));
        rwccpu=((N*wccpu*32)/total) ;
        rwcniu=((N*wcniu*32)/total) ;
        rwlan =((N*wlan*32)/total) ;
        rwsniu=((wsniu*32)/total) ;
        rwscpu=((wscpu*32)/total) ;
        rwdisk=((2*wdisk*8)/total) ;

        uccpu = (200e6/(wccpu));
        ucniu = ((10e6*0.6/32)/(wcniu));
        ulan  = ((10e6*0.6/32)/(wlan));
        usniu = ((10e6*0.6/32)/(wsniu));
        uscpu = ((332e6)/(wscpu));
        udisk = (9e-3 + 4.2e-3)+((16.6e6/8)/(wdisk));

        rccpu = arrival*total/60 ;
        rcniu = rccpu*2 ;
        rlan  = ((rcniu-rccpu)*(2*N)) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
rsniu = (rlan-((N*rcniu)/2))*2 ;
rscpu = (rsniu-(rlan/2))*2 ;
rdisk = (rscpu-(rsniu/2))/2 ;

rccpu = rccpu*rwccpu/(N*32) ;
rcniu = rcniu*rwcniu/(N*32) ;
rlan  = rlan*rwlan/(N*32);
rsniu = (rsniu*rwsniu)/32 ;
rscpu = (rscpu*rwscpu)/32 ;
rdisk = (rdisk*rwdisk)/(2*8);

pccpu = rccpu/uccpu ;
pcniu = rcniu/ucniu ;
plan  = rlan/ulan  ;
psniu = rsniu/usniu ;
pscpu = rscpu/uscpu ;
pdisk = rdisk/udisk ;

Qccpu = pccpu/(1-pccpu) ;
Qcniu = pcniu/(1-pcniu) ;
Qlan  = plan/(1-plan) ;
Qsniu = psniu/(1-psniu);
Qscpu = pscpu/(1-pscpu);
Qdisk = pdisk/(1-pdisk);

Rccpu = 1/(uccpu*(1-pccpu)) ;
Rcniu = 1/(ucniu*(1-pcniu)) ;
Rlan  = 1/(ulan*(1-plan)) ;
Rsniu = 1/(usniu*(1-psniu)) ;
Rscpu = 1/(uscpu*(1-pscpu)) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Rdisk = 1/(udisk*(1-pdisk)) ;

Lccpu = (pccpu*pccpu)/(1-pccpu) ;
Lcniu = (pcniu*pcniu)/(1-pcniu) ;
Llan  = (plan*plan)/(1-plan) ;
Lsniu = (psniu*psniu)/(1-psniu);
Lscpu = (pscpu*pscpu)/(1-pscpu);
Ldisk = (pdisk*pdisk)/(1-pdisk);

Wccpu = pccpu/(uccpu*(1-pccpu)) ;
Wcniu = pcniu/(ucniu*(1-pcniu)) ;
Wlan  = plan/(ulan*(1-plan)) ;
Wsniu = psniu/(usniu*(1-psniu)) ;
Wscpu = pscpu/(uscpu*(1-pscpu)) ;
Wdisk = pdisk/(udisk*(1-pdisk)) ;

U   = (N*pccpu)+(N*pcniu)+plan+psniu+pscpu+(2*pdisk);
Q   = (N*Qccpu)+(N*Qcniu)+Qlan+Qsniu+Qscpu+(2*Qdisk);
R   = (N*Rccpu)+(N*Rcniu)+Rlan+Rsniu+Rscpu+(2*Rdisk);
L   = (N*Lccpu)+(N*Lcniu)+Llan+Lsniu+Lscpu+(2*Ldisk);
W   = (N*Wccpu)+(N*Wcniu)+Wlan+Wsniu+Wscpu+(2*Wdisk);

file_obj.open("trafic.dat",ios::app);
        if (!file_obj)
      {
         cerr << "Error openning file.\n";
         exit(0);
         }
        else
         {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        file_obj<< U <<",";
        file_obj.close();
       }

file_obj.open("AVG_Q.dat",ios::app);
      if (!file_obj)
   {
       cerr << "Error openning file.\n";
       exit(0);
       }
      else
        {
        file_obj<< Q <<",";
        file_obj.close();
        }

file_obj.open("AVG_R.dat",ios::app);
      if (!file_obj)
    {
        cerr << "Error openning file.\n";
        exit(0);
        }
       else
         {
         file_obj<< R <<",";
         file_obj.close();
         }

  file_obj.open("AVG_L.dat",ios::app);
        if (!file_obj)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
        cerr << "Error openning file.\n";
        exit(0);
        }
       else
        {
        file_obj<< L <<",";
        file_obj.close();
        }

  file_obj.open("AVG_W.dat",ios::app);
       if (!file_obj)
     {
        cerr << "Error openning file.\n";
        exit(0);
        }
       else
        {
        file_obj<< W <<",";
        file_obj.close();
        }
  }
}

main()
{
        evaluation  test;
        test.calculate_performance();
          return 0;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ข

โปรแกรมการคำนวณ ระบบ host - base

```
#include<iostream.h>
#include<iomanip.h>
#include<fstream.h>
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#include<alloc.h>
#include<stdlib.h>
#include<dos.h>
#include<ctype.h>
ofstream        file_obj;
class evaluation
{
        public:   void calculate_performance();
};
void evaluation::calculate_performance()
{
  long double wtcpu,wcu,wmcpu,wdisk,arrival;
  cout<<"\nEnter workload CPU terminal(instruction):";
  cin>>wtcpu;
  cout<<"Enter workload control unit(instruction):";
  cin>>wcu;
  cout<<"Enter workload CPU host(instruction):";
  cin>>wmcpu;
  cout<<"Enter workload DISK server(byte):";
  cin>>wdisk;
  cout<<"Enter arrival rate(transaction per minuet):";
  cin>>arrival;
```

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (int N =1 ; N<= 250; N++)
    {
long double total=0,rwtcpu=0,rwteiu=0,rwcu=0,rwmeiu=0,rwmcpu=0,rwdisk=0;
long double utcpu=0,uteiu=0,ucu=0,umeiu=0,umcpu=0,udisk=0;
long double rtcpu=0,rteiu=0,rcu=0,rmeiu=0,rmcpu=0,rdisk=0;
long double ptcpu=0,pteiu=0,pcu=0,pmeiu=0,pmcpu=0,pdisk=0;
long double Qtcpu=0,Qteiu=0,Qcu=0,Qmeiu=0,Qmcpu=0,Qdisk=0;
long double Rtcpu=0,Rteiu=0,Rcu=0,Rmeiu=0,Rmcpu=0,Rdisk=0;
long double Ltcpu=0,Lteiu=0,Lcu=0,Lmeiu=0,Lmcpu=0,Ldisk=0;
long double Wtcpu=0,Wteiu=0,Wcu=0,Wmeiu=0,Wmcpu=0,Wdisk=0;
long double U=0,Q=0,R=0,L=0,W=0;
long double wteiu=wcu,wmeiu=wcu;

total =((N*wtcpu*16)+(N*wteiu*32)+(N*wcu*32)+(wmeiu*32)+(wmcpu*32)+(13*wdisk*8));

        rwtcpu=((N*wtcpu*16)/total) ;
        rwteiu=((N*wteiu*32)/total) ;
        rwcu  =((N*wcu*32)/total) ;
        rwmeiu=((wmeiu*32)/total) ;
        rwmcpu=((wmcpu*32)/total) ;
        rwdisk=((13*wdisk*8)/total) ;

        utcpu = (33e6/(wtcpu));
        uteiu = (((1e6)/32)/(wteiu));
        ucu =  (((17e6/32)*((wcu*32)/((wcu*32)+(7*8))))/(wmeiu));
        umeiu = (((17e6/32)*((wcu*32)/((wcu*32)+(7*8))))/(wmeiu));
        umcpu = ((19.5e6)/(wmcpu));
        udisk = (9.5e-3 + 7e-3)+((4.22e6/8)/(wdisk));

        rtcpu = (arrival*total)/60 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
rteiu = rtcpu*2 ;
rcu  = ((rteiu-rtcpu)*(2*N)) ;
rmeiu = (rcu-((N*rteiu)/2))*2 ;
rmcpu = (rmeiu-(rcu/2))*2 ;
rdisk = (rmcpu-(rmeiu/2))/13 ;

rtcpu = rtcpu*rwtcpu/(N*16) ;
rteiu = rteiu*rwteiu/(N*32) ;
rcu  = rcu*rwcu/(32);
rmeiu = (rmeiu*rwmeiu)/(32) ;
rmcpu = (rmcpu*rwmcpu)/32 ;
rdisk = (rdisk*rwdisk)/(13*8);

ptcpu = rtcpu/utcpu ;
pteiu = rteiu/uteiu ;
pcu  = rcu/(ucu*N)  ;
pmeiu = rmeiu/umeiu ;
pmcpu = rmcpu/umcpu ;
pdisk = rdisk/udisk ;

Qtcpu = ptcpu/(1-ptcpu) ;
Qteiu = pteiu/(1-pteiu) ;
Qcu  = pcu/(1-pcu) ;
Qmeiu = pmeiu/(1-pmeiu);
Qmcpu = pmcpu/(1-pmcpu);
Qdisk = pdisk/(1-pdisk);

Rtcpu = 1/(utcpu*(1-ptcpu)) ;
Rteiu = 1/(uteiu*(1-pteiu)) ;
Rcu  = 1/(ucu*(1-pcu)) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Rmeiu = 1/(umeiu*(1-pmeiu)) ;
Rmcpu = 1/(umcpu*(1-pmcpu)) ;
Rdisk = 1/(udisk*(1-pdisk)) ;

Ltcpu = (ptcpu*ptcpu)/(1-ptcpu) ;
Lteiu = (pteiu*pteiu)/(1-pteiu) ;
Lcu  = (pcu*pcu)/(1-pcu) ;
Lmeiu = (pmeiu*pmeiu)/(1-pmeiu);
Lmcpu = (pmcpu*pmcpu)/(1-pmcpu);
Ldisk = (pdisk*pdisk)/(1-pdisk);

Wtcpu = (ptcpu)/(utcpu*(1-ptcpu)) ;
Wteiu = (pteiu)/(uteiu*(1-pteiu)) ;
Wcu  = (pcu)/(ucu*(1-pcu)) ;
Wmeiu = (pmeiu)/(umeiu*(1-pmeiu)) ;
Wmcpu = pmcpu/(umcpu*(1-pmcpu)) ;
Wdisk = pdisk/(udisk*(1-pdisk)) ;

U   = (N*ptcpu)+(N*pteiu)+(pcu)+pmeiu+pmcpu+(13*pdisk);
Q   = (N*Qtcpu)+(N*Qteiu)+(Qcu)+Qmeiu+Qmcpu+(13*Qdisk);
R   = (N*Rtcpu)+(N*Rteiu)+(Rcu)+Rmeiu+Rmcpu+(13*Rdisk);
L   = (N*Ltcpu)+(N*Lteiu)+(Lcu)+Lmeiu+Lmcpu+(13*Ldisk);
W   = (N*Wtcpu)+(N*Wteiu)+(Wcu)+Wmeiu+Wmcpu+(13*Wdisk);

file_obj.open("trafic.dat",ios::app);
    if (!file_obj)
  {
     cerr << "Error openning file.\n";
     exit(0);
     }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else
      {
      file_obj<< U <<",";
      file_obj.close();
      }

file_obj.open("AVG_Q.dat",ios::app);
     if (!file_obj)
   {
      cerr << "Error openning file.\n";
      exit(0);
      }
     else
      {
      file_obj<< Q <<",";
      file_obj.close();
      }
 file_obj.open("AVG_R.dat",ios::app);
     if (!file_obj)
    {
      cerr << "Error openning file.\n";
      exit(0);
      }
     else
      {
      file_obj<< R <<",";
      file_obj.close();
      }
  file_obj.open("AVG_L.dat",ios::app);
     if (!file_obj)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
        cerr << "Error openning file.\n";
        exit(0);
        }
       else
        {
        file_obj<< L <<",";
        file_obj.close();
        }
  file_obj.open("AVG_W.dat",ios::app);
       if (!file_obj)
    {
        cerr << "Error openning file.\n";
        exit(0);
        }
       else
        {
        file_obj<< W <<",";
        file_obj.close();
        }
  }
}

main()
{
        evaluation  test;
        test.calculate_performance();
          return 0;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ค

คุณลักษณะ และขีดความสามารถของเครื่อง IBM Mainfame 9121-311

เครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 9121 - 311 ของกองบัญชาการทหารสูงสุดมีข้อมูลดังต่อไปนี้

- ติดตั้งเมื่อ พ.ย.2536 (เช่า), ซื้อเมื่อ 1 ก.ย.38
- มี Real Memory (RM) 128 ล้านตัวอักษร (MB)
- มีช่องสัญญาณต่ออุปกรณ์ประกอบ (Channels) 12 ช่องสัญญาณ
  1.เป็นช่องต่อปกติ (Parallel) 8 ช่องสัญญาณ
  2.เป็นช่องต่อใยแก้ว (ESCON) 8 ช่องสัญญาณ
- สามารถรองรับการทำงานของระบบปฏิบัติการได้ 7 ระบบ
- ปัจจุบันทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ 2 ระบบ
  1.ใช้ระบบปฏิบัติการ MVS/ESA (Multiple Virtual Storage/Enterprise System Architectures)
  2. ใช้ระบบปฏิบัติการ VM/ESA (Virtual Machine/Enterprise System Architectures)
- ใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล ของ ORACLE และ VSAM

อุปกรณ์ประกอบที่สำคัญ

1.เครื่องเก็บข้อมูลแบบจานแม่เหล็ก (Direct Access Storage Devices (DASD) มีความจุรวมทั้งสิ้น 77.66 GB

2.มีอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ หลายรายการ ที่ควรทราบขีดความสามารถของอุปกรณ์เหล่านั้น เช่น เครื่องอ่าน/บันทึก เทปแม่เหล็ก, เครื่องเข้า - ถอดรหัสข้อมูล, เครื่องพิมพ์เร็ว, จดภาพชุดควบคุมระบบเครื่อง และอื่น ๆ

3.อุปกรณ์ประกอบชุดที่ทำหน้าที่ต่อเชื่อม และควบคุมอุปกรณ์ปลายทางระยะไกล คือ communication controller ซึ่งปัจจุบัน ได้ติดตั้งจอภาพ และเครื่องพิมพ์โดยการต่อเชื่อมจากเครื่องเมนเฟมพร้อมทั้งให้บริการ การใช้ระบบงานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังหน่วยผู้ใช้ต่างๆ ของ บก.ทหารสูงสุด เป็นจำนวนมาก เช่น การบริการงานระบบออนไลน์แก่หน่วยผู้ใช้ภายในประมาณ 186 จอภาพ 60 เครื่องพิมพ์ และให้บริการงานระบบออนไลน์แก่หน่วยผู้ใช้ระยะไกลจากภายนอก ประมาณ 113 จอภาพ 43 เครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบงานที่ทำด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM Mainfame 9121-311

1.เครื่อง IBM 9121 - 311 ภายใต้การทำงานของระบบปฏิบัติการแบบ MVS/ESA ใช้พัฒนาและให้บริการระบบงาน กำลังพล ข่าว ยุทธการ ส่งกำลังบำรุง การเงิน และงบประมาณ และงานอื่น ๆ ซึ่งมีทั้งระบบงานที่เป็นระบบ Batch และระบบ Online เช่น ระบบงาน Batch ได้แก่ งานพิมพ์เงินเดือนของข้าราชการ บก.ทหารสูงสุด งานกำลังพล ของ สบ.ทหาร และ กพ.ทหาร งานควบคุมพัสดุของ ชอ. งานบัญชีโครงการติดตามผลการปฏิบัติ การพัฒนาชนบทของ กรป.กลาง และงานอื่น ระบบงาน Online ๆ ได้แก่ งานกำลังพล ของ บก.ทหารสูงสุด งานข่าว ของ ขว.ทหาร และงานข่าวร่วม งาน ยก. งานส่งกำลังบำรุง การให้บริการงานระบบ Online แก่ส่วนราชการ สป., บก.ทหารสูงสุด และเหล่าทัพ รวมทั้งสิ้นในเขตกรุงเทพฯ 31 สถานีปลายทาง (33 หน่วยงาน) ในต่างจังหวัด 13 สถานีปลายทาง ได้แก่ กกล.บูรพา (สระแก้ว), ศปก.พล.รพศ. 1 (ลพบุรี), กกล.สุรนารี (สุรินทร์), สน.ปทก.(อรัญ), กปช.จต. (จันทบุรี), สน.กชภ. (สงขลา), ทภ.2,3,4 และ กกล.สุรศักดิ์มนตรี (อุดรธานี), กกล.สุรสีห์ (กาญจบุรี), กกล.นเรศวร (เชียงใหม่), นสศ.(ลพบุรี)

2. ภายใต้การทำงานของระบบปฏิบัติการแบบ VM/ESA ใช้พัฒนาและให้บริการระบบงานสำหรับผู้บังคับบัญชา (Office Automation) และอื่น ๆ แก่หน่วยผู้ใช้ของ บก.ทหารสูงสุด โดยใช้ซอฟแวร์ Office Vision (OV)

ระบบการสื่อสาร ที่ ใช้

ใช้วงจรสื่อสารข้อมูล จาก กรมการสื่อสารทหาร โดยแยกประเภทไว้ ดังนี้

1.แบบ Dial Up Line จำนวน 24 วงจร

2.แบบ Leased Line จำนวน 18 วงจรวงจรสื่อสารข้อมูลจากองค์การโทรศัพท์ จำนวน 4 วงจร รวม 46 วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดเครื่องคอมพิวเตอร์

เลขที่	รหัส/ชนิด	รายละเอียด
1	9121/311	CPU ES/9000 PROCESSOR - เป็นตัว CPU แบบ Uniprocessor - มีขนาด REAL MEMORY 128 และขยายได้สูงสุดถึง 4096 MB - ระบายความร้อนด้วย Air - Cooled - สถาปัตยกรรมโครงสร้างเป็นแบบ ESA/390 (Enterprise System Architecture) - มีช่องสัญญาณส่งผ่านข้อมูล 2 แบบ (16 Channels) 1. แบบ Parallel Channels ความเร็ว 5.4 MB/Sec. 2. แบบ ESCON ความเร็วสูงถึง 10 MB/Sec ขึ้นไป - ช่องสัญญาณขยายได้ถึง 64 ช่องสัญญาณมี PR/SM (Processor Resources /System Manager) สำหรับแบ่ง Process ออกเป็น 7 ส่วน ทำให้สามารถทำงานกับระบบปฏิบัติการ 7 ระบบปฏิบัติการ ปัจจุบัน ทำงานอยู่ 2 ระบบคือ MVS/ESA และVM/ESA
2	3151/310	ASCII DISPLAY STATION ใช้เป็น Operator Console ของ Communication Controller
3	3390/A28	DIRECT ACCESS STORAGE เป็นจานแม่เหล็ก (DASD) แบบ High speed 1, มีความจุประมาณ 15.1 GB และใช้เป็นต้นแถวของ DASD แบบ 3390/B38 มีความสามารถในการถ่ายข้อมูลไม่ต่ำกว่า 4.8 MB ต่อวินาที
4	3390/B38	DIRECT ACCESS STORAGE เป็น DASD แบบ High Speed มีความจุประมาณ 22.1 GB ใช้ต่อพ่วงกับ 3390/A28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5	3390/GO3	STORAGE CONTROL - เป็นตัวควบคุมเครื่องอ่านเขียนจานแม่เหล็ก (DASA) มี 8 ช่องทางต่อ และขยายได้ถึง 16 ช่องทาง มีความเร็วในการ TRANSFER ข้อมูลโดยมี CACHE MEMORY ไม่ต่ำกว่า 32 MB
6	3390/A10	MAGNETIC TAPE SUBSYSTEM เป็นตู้เทปชนิด Cartridge พร้อมตัวควบคุม ต้นแถว
7	3490/B40	MAGNETIC TAPE SUBSYSTEM เป็นตู้เทปชนิด Cartridge ที่พ่วงกับ3490/A10
8	6262/022	IMPACT LINE PRINTER เป็นเครื่องพิมพ์เร็ว ภาษาอังกฤษ 2,200 บรรทัดต่อนาที ภาษาไทยประมาณ 1,800 บรรทัดต่อวินาที
9	3174/11L	CONTROLLERต่อกับจอภาพ หรือเครื่องพิมพ์ได้ 32 หน่วย ต่อกับ Processor โดยผ่าน Channel ได้ทั้งแบบ Selector, Multiplexer หรือ Block Multiplexer Channels
10	3174/12L	CONTROLLER สามารถควบคุมได้ 64 หน่วยจอภาพหรือเครื่องพิมพ์ ที่ต่อกับ Local CU นี้
11	3174/12L	CONTROLLER (+AEA) สามารถควบคุม จอภาพหรือเครื่องพิมพ์ได้ 56 หน่วย (เป็น Coaxial Port ได้เท่ากับ 32 Ports เป็น AEA Port ได้ 24 Port)
12	3482/HCY	INFOWINDOW 14 " COLOR ใช้เป็น Operator Console
13	3299/002	TERMINAL MULTIPLEXOPใช้ต่อสัญญาณคอมพิวเตอร์ชนิด Coaxial ไปสู่จอภาพ หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ต่อเชื่อม

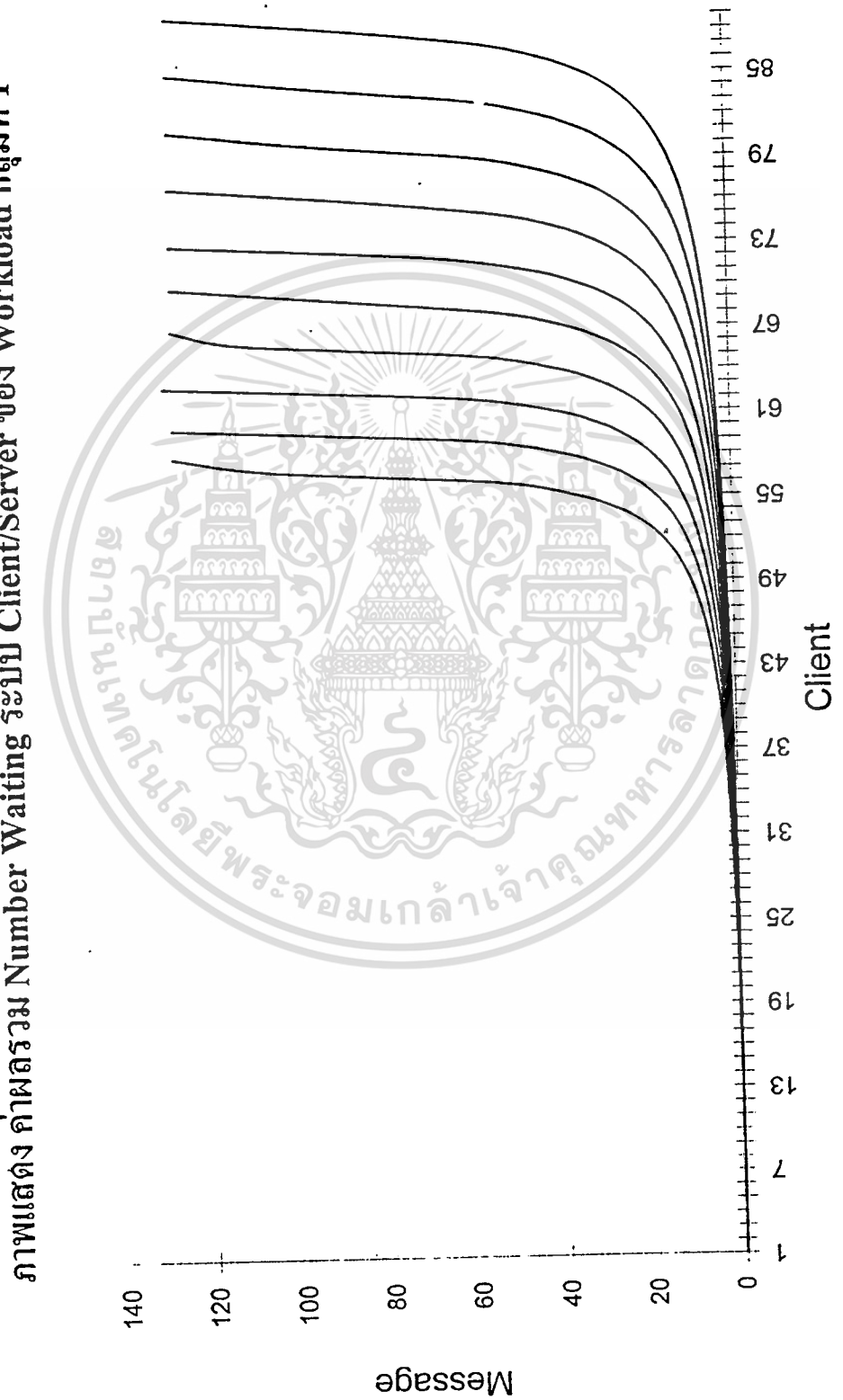
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		กับ Local หรือ remote Control Unit 3174 ที่มี Multiplexer Feature, ต่อได้หน่วยละ 8 Ports
14	3745/170	SECURITY PROCESSOR เป็นเครื่องควบคุม ระบบการรักษาความปลอดภัยข้อมูลเส้นทาง ของระบบเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟมทั้งระบบ
15	3745/170	COMMUNICATION CONTROLLERใช้สำหรับต่อ Communication Line ไปตามหน่วยผู้ใช้ปลายทางต่าง ๆ ต่อไป 60 Lines
16	CRT PS/1	จอภาพใช้ต่อเชื่อมกับ Local/remote Control Unit หรือใช้งานแบบ Stand Alone ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ง

ภาพแสดงผลการคำนวณจากโปรแกรมคำนวณ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

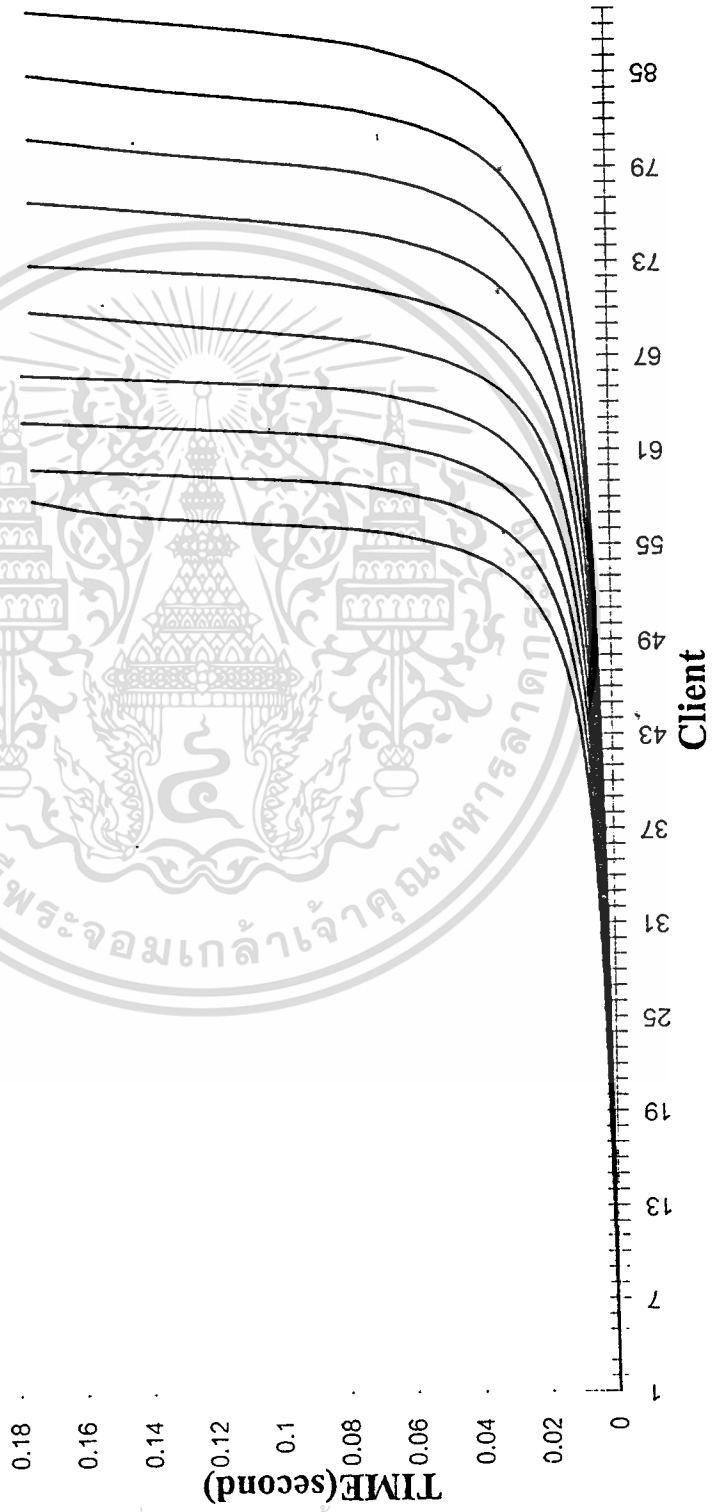
ภาพแสดง ค่าผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1

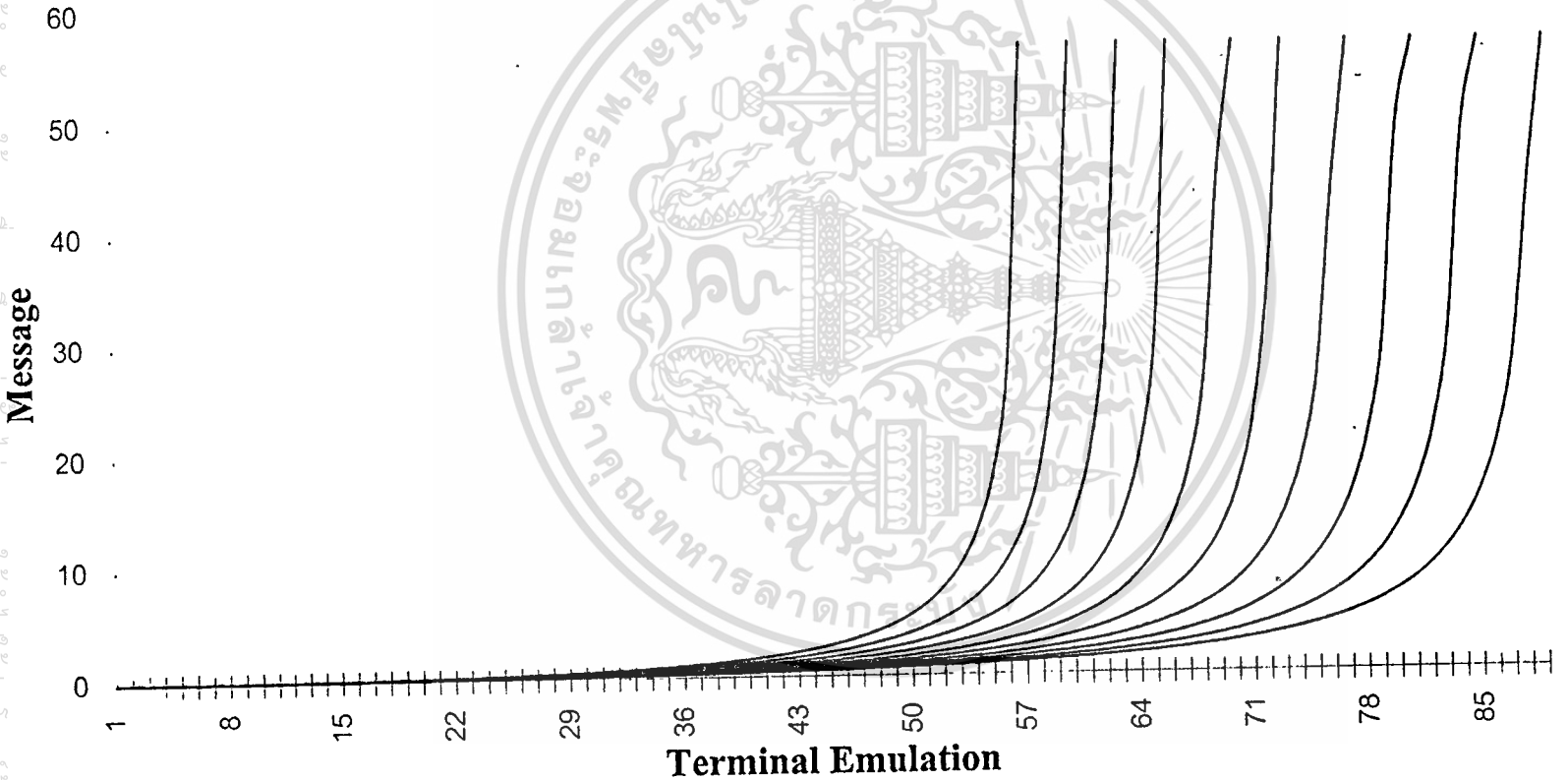
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Waiting time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

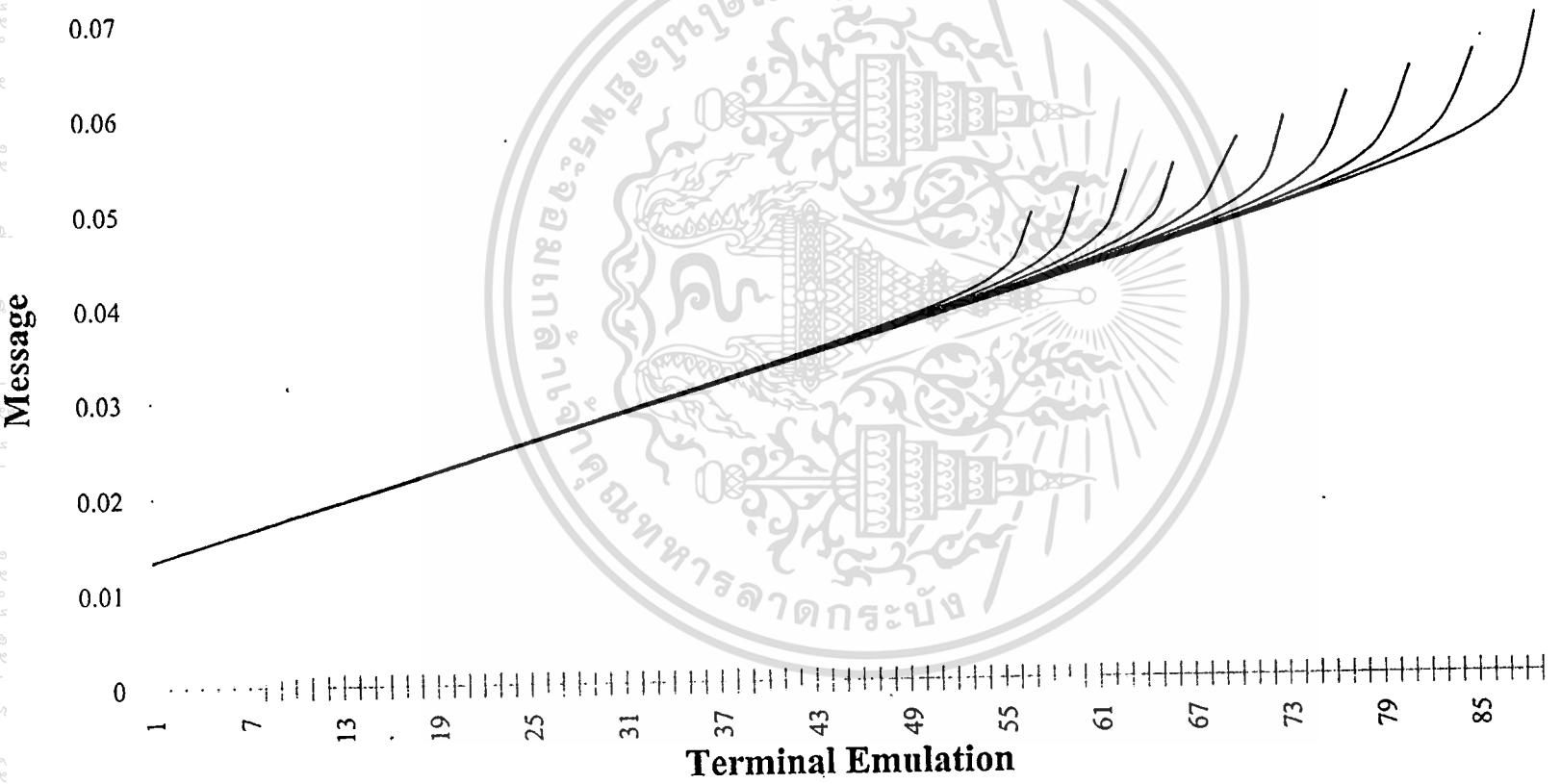
ภาพแสดง ค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1



ภาพแสดง ค่าผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดง ค่าผลรวม Response Time ระบบ Host-base ของ Workload กลุ่มที่ 1



ภาพแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Host-base ของ Workload กลุ่มที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

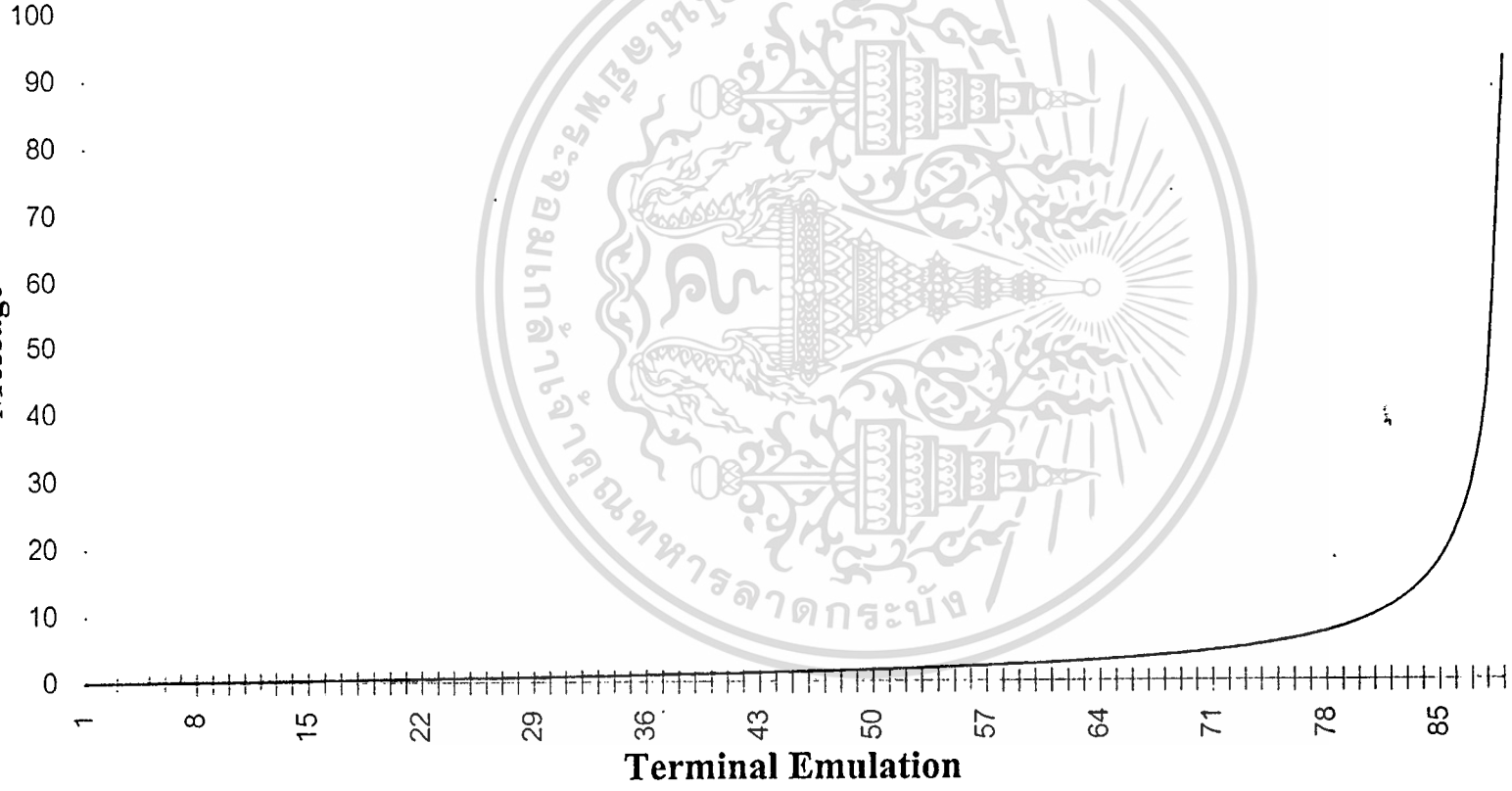
ภาพแสดง ค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

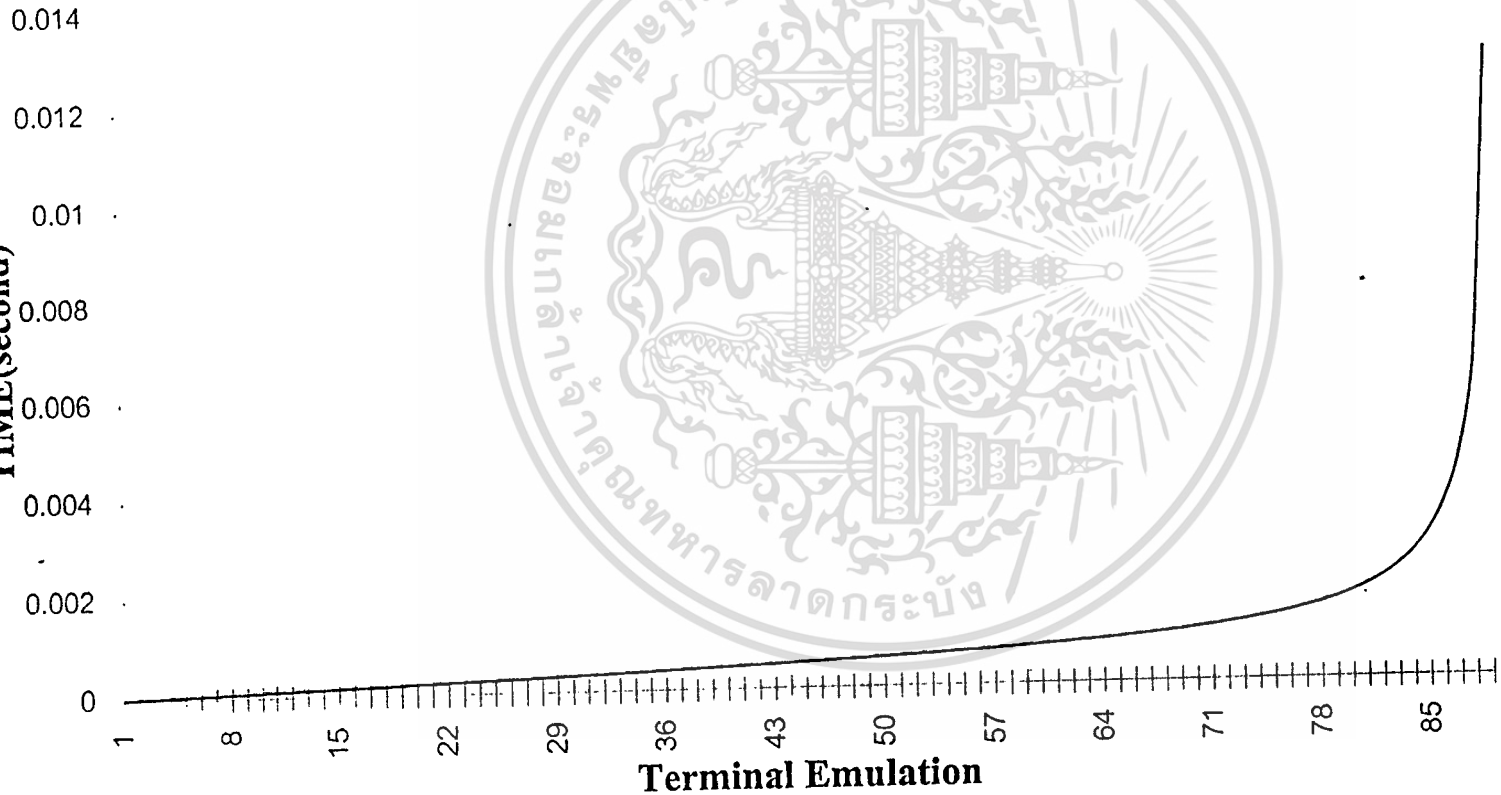
ภาพแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Host-base ของ Workload กลุ่มที่ 2



ภาพแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 2



ภาพแสดงค่า ผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Worklord กลุ่มที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 3

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

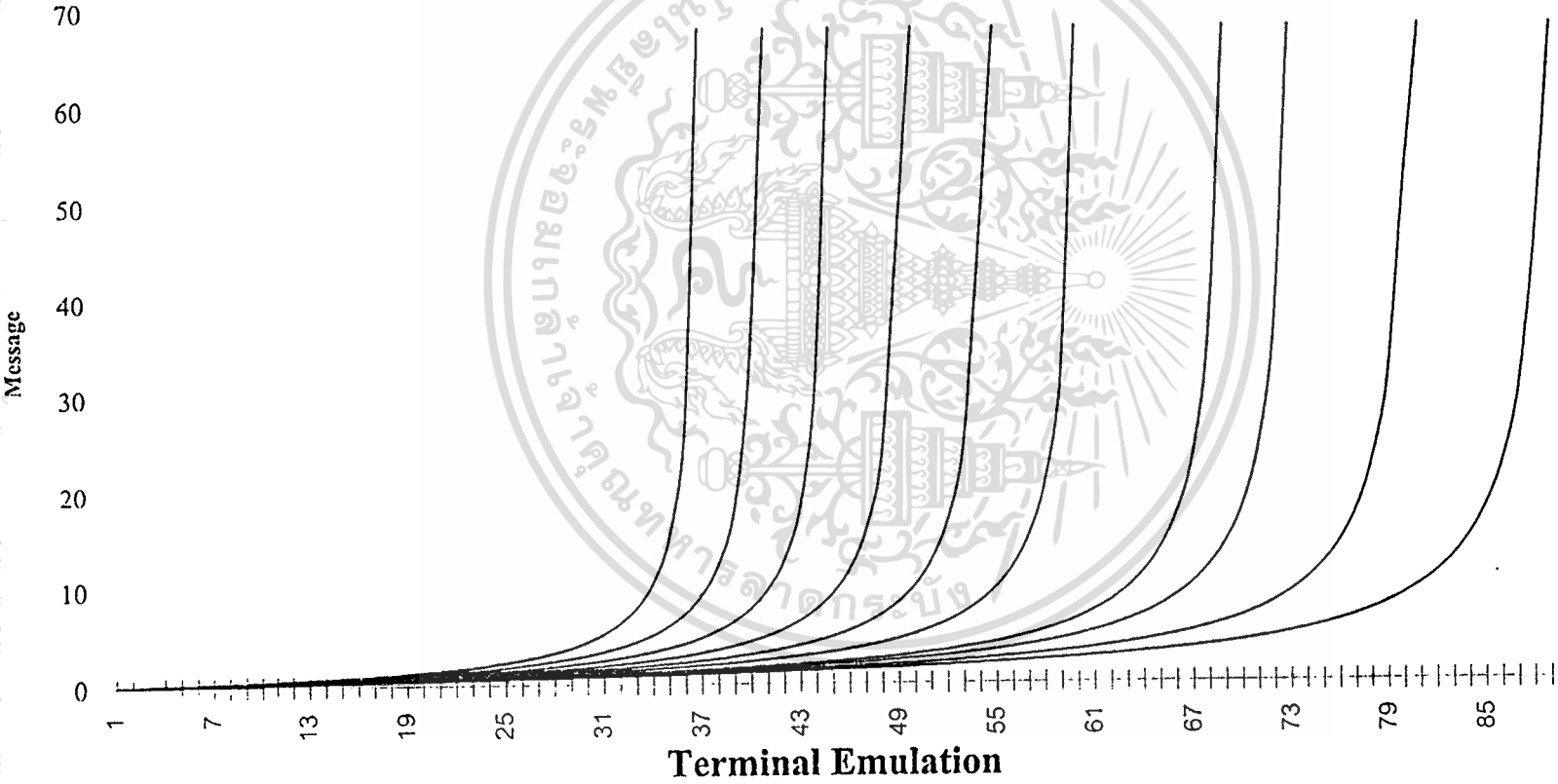
ภาพแสดงค่า ผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

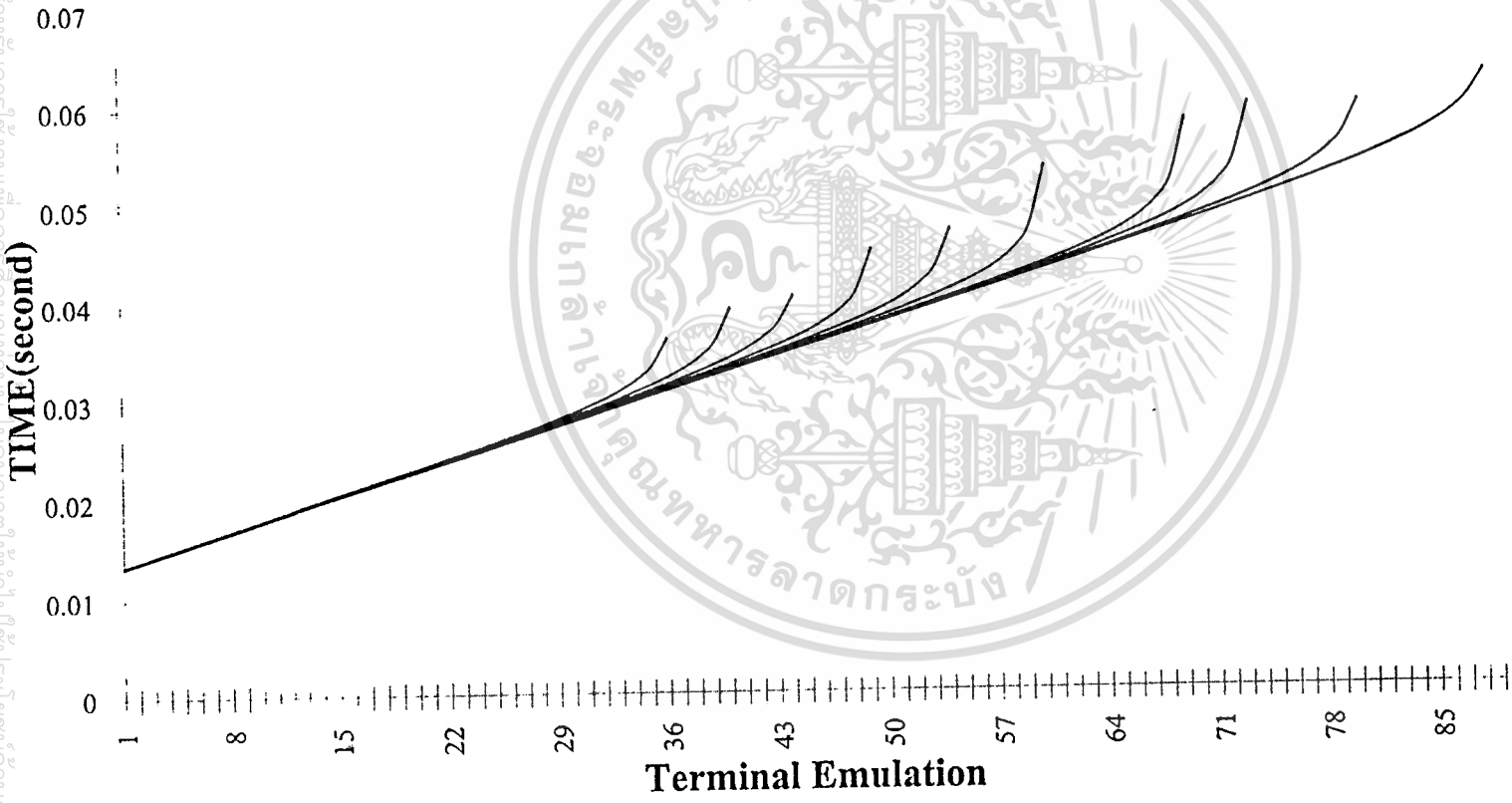
ภาพแสดงค่า ผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 3



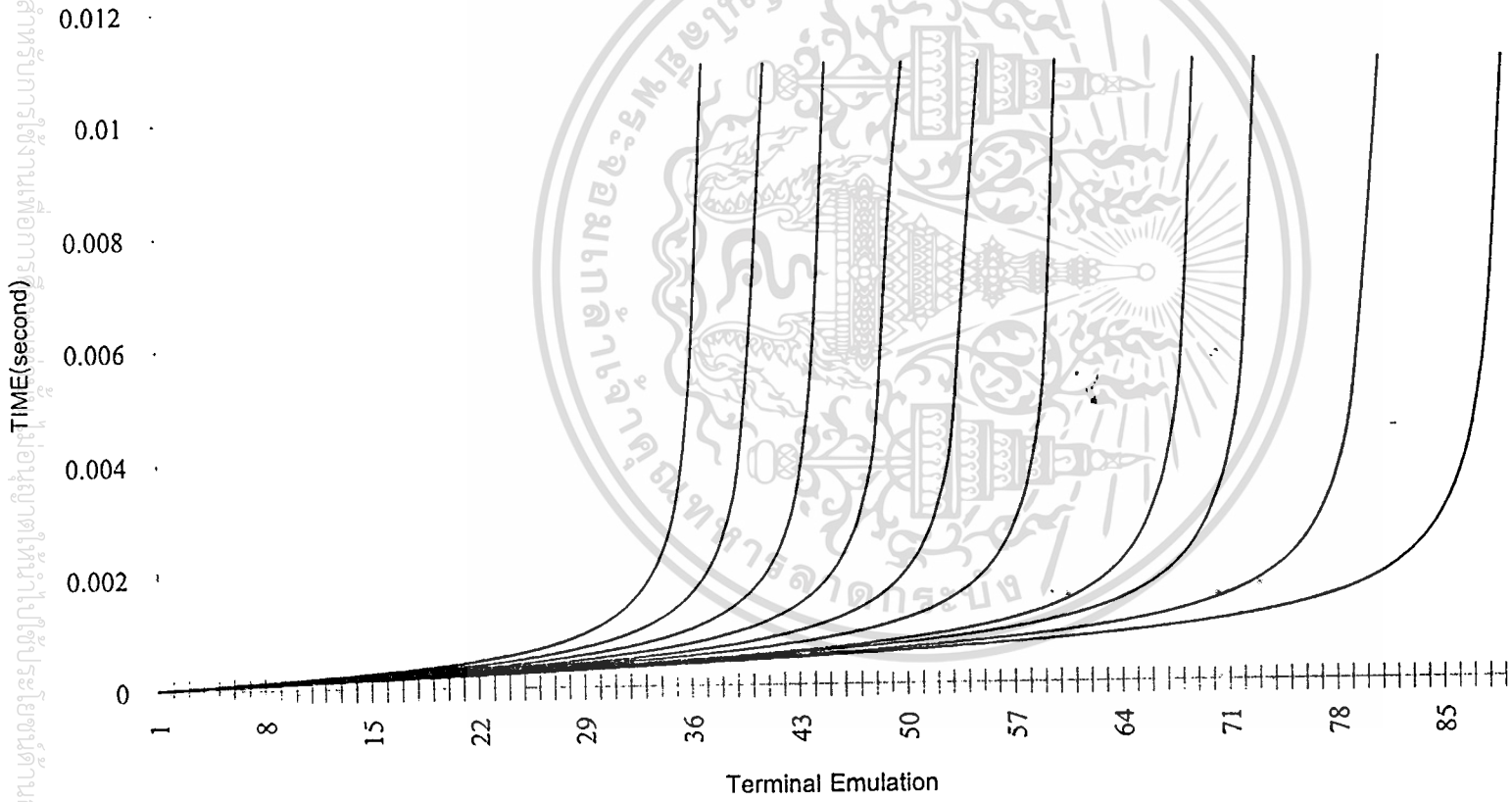
ภาพแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Host-base ของ Workload กลุ่มที่ 3



ภาพแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 3



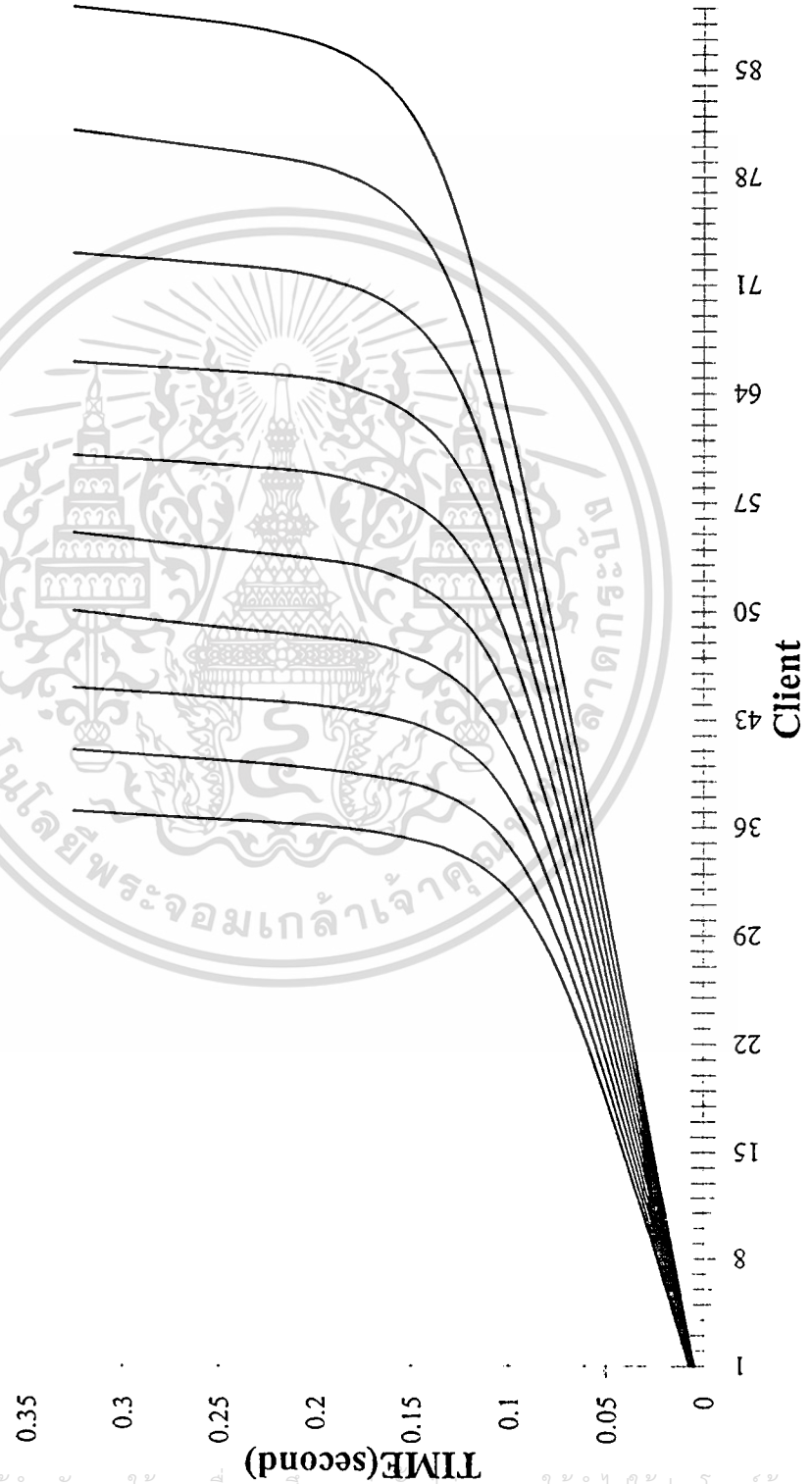
ภาพแสดงค่า ผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่าผลรวม Quene Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

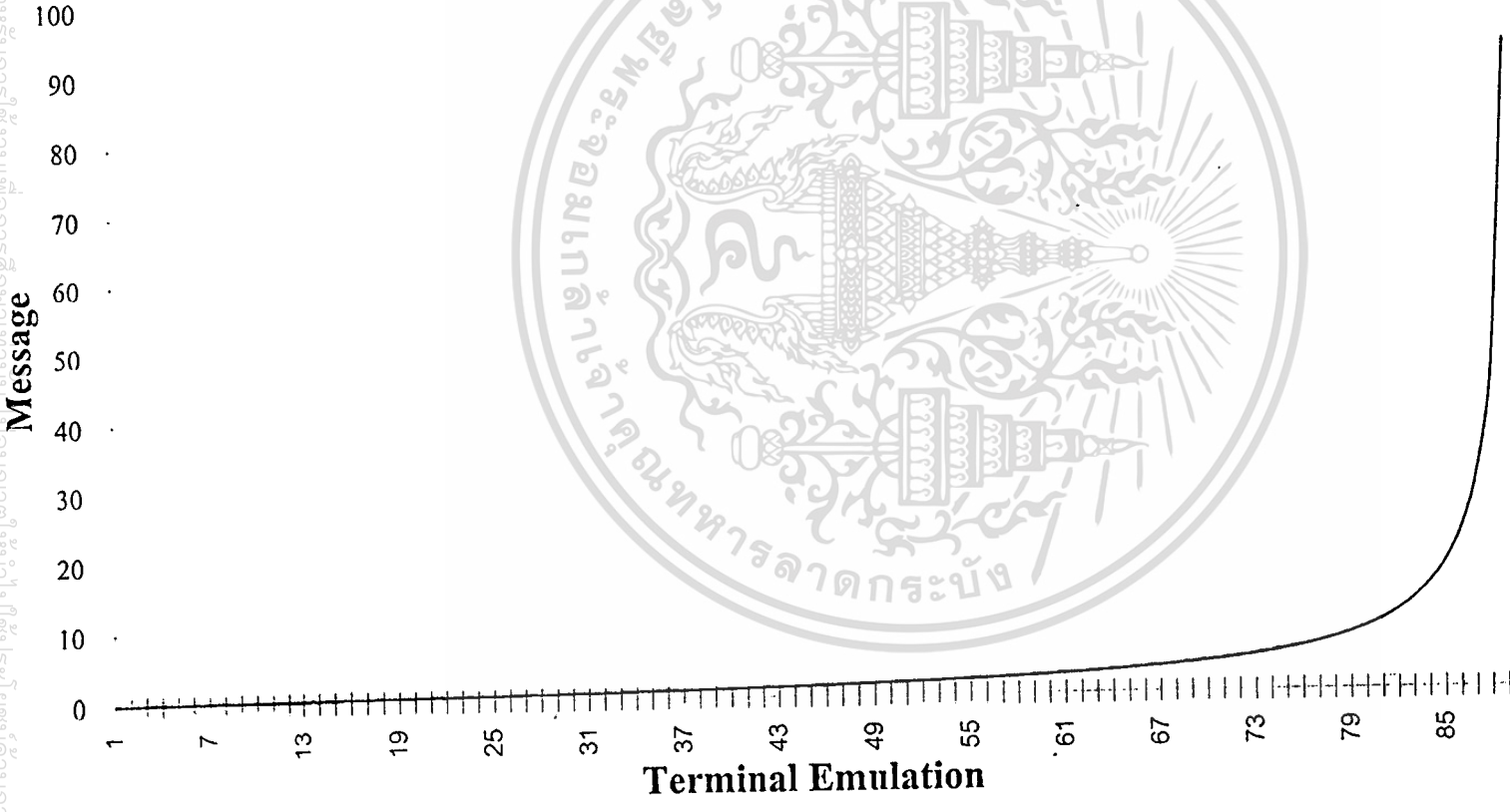
ภาพแสดงค่า ผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 4



ภาพแสดงค่า ผลรวม Response Time ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

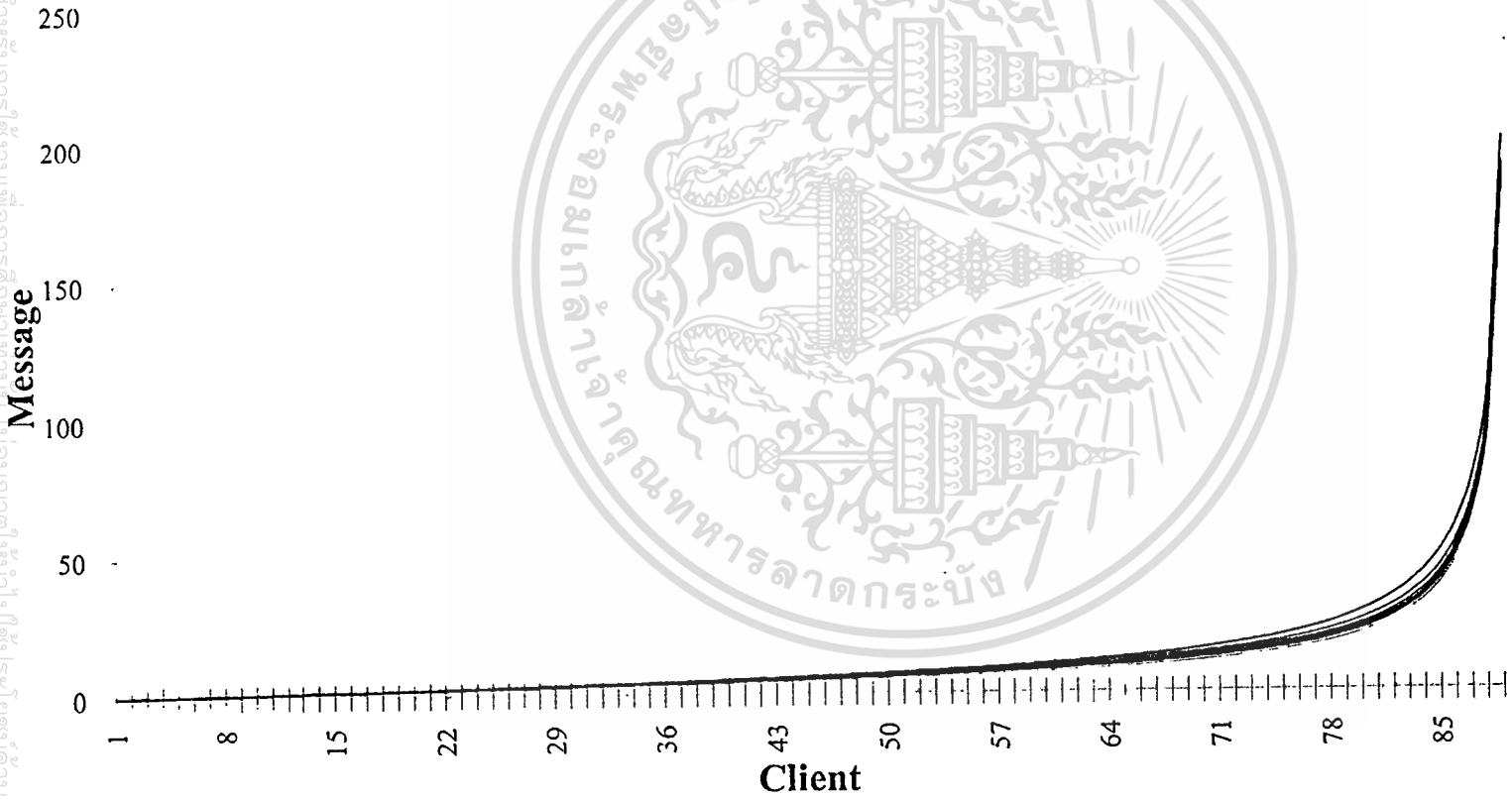
ภาพแสดงค่า ผลรวม Waiting Time ระบบ Host-base ของ Workload กลุ่มที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

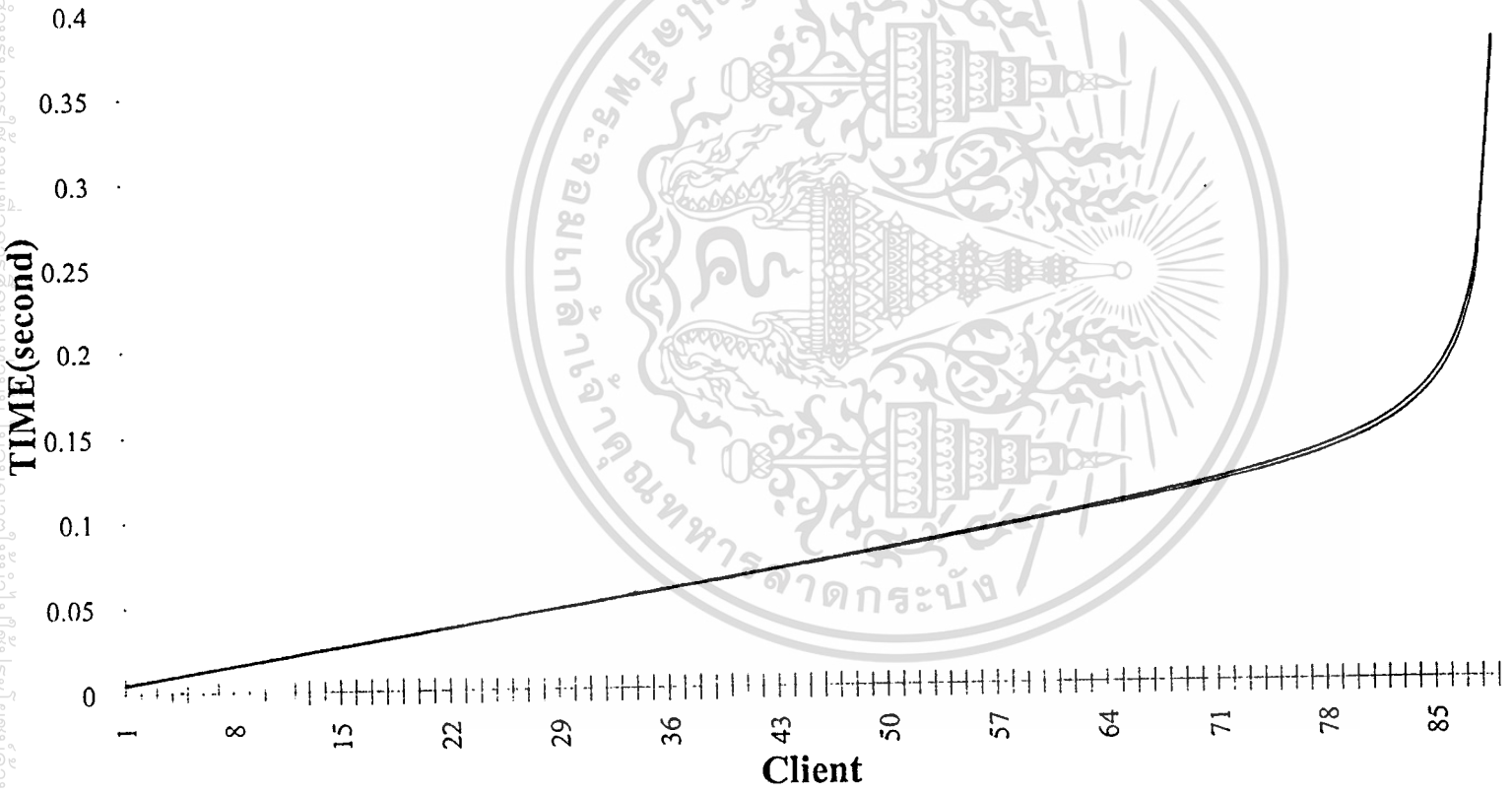
ภาพแสดงค่า ผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 5



ภาพแสดงค่า ผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 5



ภาพแสดงค่า ผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Number Waiting ระบบ Host-base ของ Workload กลุ่มที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Queue Length ระบบ Host-base ของ Workload กลุ่มที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Response Time ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงค่า ผลรวม Waiting Time ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก จ

ตัวอย่างตารางแสดงผลการคำนวณจากโปรแกรมคำนวณ

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.00013	0.000527	0.001198	0.002154	0.003403	0.004957	0.006825	0.009019	0.011551	0.014432	0.017676	0.021296	0.025307
2	0.000144	0.000581	0.001323	0.00238	0.003763	0.005484	0.007555	0.009991	0.012803	0.016008	0.01962	0.023655	0.028131
3	0.000159	0.000642	0.001461	0.00263	0.004161	0.006068	0.008366	0.01107	0.014196	0.017762	0.021786	0.026287	0.031285
4	0.000175	0.000708	0.001614	0.002907	0.004602	0.006715	0.009265	0.012268	0.015744	0.019715	0.0242	0.029223	0.034809
5	0.000193	0.000782	0.001783	0.003213	0.00509	0.007434	0.010264	0.013601	0.017469	0.021892	0.026895	0.032507	0.038754
6	0.000213	0.000863	0.001969	0.003551	0.005629	0.008227	0.011368	0.015077	0.019381	0.024308	0.029891	0.03616	0.043151
7	0.000235	0.000953	0.002176	0.003927	0.006231	0.009114	0.012604	0.016731	0.021526	0.027024	0.033262	0.040279	0.048116
8	0.000259	0.001052	0.002404	0.004343	0.006896	0.010096	0.013974	0.018567	0.023911	0.030049	0.037023	0.04488	0.053672
9	0.000286	0.001161	0.002656	0.004801	0.007631	0.011181	0.015491	0.020602	0.026559	0.033411	0.04121	0.050013	0.059882
10	0.000315	0.001283	0.002937	0.005314	0.008454	0.0124	0.017197	0.022895	0.029547	0.037212	0.045954	0.055839	0.066944

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0.083054	0.094894	0.107679	0.121445	0.136232	0.152078	0.169028	0.187125	0.206418	0.226956	0.248794	0.271988	0.296598	0.322687
0.092213	0.10543	0.119718	0.135123	0.15169	0.169467	0.188508	0.208867	0.230602	0.253776	0.278454	0.304708	0.332611	0.362245
0.102425	0.117191	0.133175	0.150429	0.169011	0.188979	0.210397	0.233333	0.257858	0.28405	0.31199	0.341767	0.373474	0.407212
0.113815	0.130325	0.148221	0.167568	0.188432	0.210889	0.235014	0.260892	0.288611	0.318268	0.349964	0.38381	0.419924	0.458434
0.126545	0.145024	0.165084	0.186802	0.210263	0.235555	0.262775	0.292025	0.323417	0.357069	0.393111	0.43168	0.472929	0.517019
0.14077	0.161473	0.183982	0.208393	0.234809	0.263339	0.294101	0.327225	0.362848	0.401119	0.442203	0.486274	0.533526	0.584169
0.156659	0.179874	0.205158	0.232628	0.262411	0.294641	0.329466	0.367046	0.407554	0.451181	0.498132	0.548633	0.602933	0.661302
0.174475	0.200542	0.228986	0.25995	0.29359	0.330074	0.369586	0.412328	0.458518	0.508397	0.56223	0.620308	0.682953	0.750521
0.194346	0.223636	0.255662	0.2906	0.328643	0.370002	0.414906	0.463609	0.516391	0.573559	0.635454	0.702456	0.774984	0.853511
0.216483	0.249415	0.285503	0.324964	0.368038	0.414988	0.466104	0.521708	0.582157	0.647847	0.719221	0.796775	0.881066	0.972721

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
0.350325	0.379583	0.410538	0.443273	0.477874	0.514438	0.553062	0.593857	0.636936	0.682425	0.730457	0.781176	0.834737	0.89131
0.393693	0.427049	0.462409	0.499879	0.539572	0.581607	0.626117	0.67324	0.72313	0.77595	0.831877	0.891104	0.953842	1.020317
0.443089	0.481222	0.521736	0.564765	0.610456	0.658965	0.710464	0.765138	0.823188	0.884833	0.950311	1.019884	1.093839	1.172489
0.499478	0.543204	0.589775	0.639365	0.692164	0.74838	0.808237	0.871983	0.939888	1.012247	1.089387	1.171668	1.259485	1.35328
0.564128	0.614448	0.668189	0.725581	0.786873	0.852342	0.922289	0.997046	1.076982	1.162503	1.254061	1.35216	1.45736	1.570291
0.63843	0.696562	0.75884	0.825568	0.897079	0.973743	1.05597	1.144216	1.238989	1.340858	1.450459	1.568512	1.695829	1.83333
0.72404	0.791479	0.863982	0.941957	1.025855	1.116179	1.213495	1.318435	1.431715	1.554144	1.686642	1.830257	1.986194	2.155839
0.823408	0.902052	0.986947	1.078642	1.177756	1.284988	1.401128	1.527077	1.663862	1.812661	1.974835	2.151961	2.345879	2.558747
0.938563	1.030733	1.130689	1.239189	1.357095	1.485391	1.625204	1.77784	1.944807	2.127868	2.329091	2.55092	2.796265	3.068619
1.072453	1.181069	1.299492	1.428778	1.570148	1.725014	1.895022	2.082103	2.288537	2.517034	2.770844	3.053896	3.370988	3.72804

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
0.951075	1.014231	1.080991	1.151589	1.226279	1.305339	1.389074	1.477817	1.571935	1.671832	1.777955	1.890799	2.010914	2.138911
1.090779	1.165499	1.244775	1.328935	1.418337	1.513378	1.614496	1.722178	1.836962	1.959452	2.090321	2.230322	2.380308	2.541237
1.256179	1.345291	1.440247	1.541512	1.649607	1.765111	1.88867	2.021012	2.162955	2.315422	2.479464	2.656275	2.847224	3.053881
1.453541	1.560813	1.675705	1.798902	1.931171	2.073382	2.226519	2.391705	2.570222	2.763545	2.973377	3.201694	3.450807	3.723432
1.691661	1.822268	1.963016	2.114933	2.279194	2.457145	2.650341	2.860583	3.089971	3.340968	3.616486	3.919988	4.255624	4.628421
1.982067	2.143241	2.318235	2.50865	2.716343	2.943489	3.19265	3.466859	3.769744	4.10567	4.47995	4.899104	5.371232	5.906518
2.340798	2.542942	2.764465	3.007956	3.27649	3.573754	3.904201	4.273264	4.687641	5.155684	5.68795	6.29797	7.00339	7.82765
2.793115	3.052019	3.339104	3.658778	4.016432	4.418724	4.873981	5.392751	5.988603	6.679285	7.48848	8.448504	9.604638	11.02236
3.372209	3.712205	4.094996	4.528572	5.023062	5.591498	6.25094	7.024164	7.942272	9.048885	10.40715	12.11204	14.3133	17.26162
4.132445	4.593553	5.123374	5.73759	6.457079	7.310262	8.336851	9.594077	11.16755	13.19134	15.88795	19.65558	25.28434	34.59556

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

56	57	58	59	.60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
2.275475	2.421371	2.577463	2.744724	2.924255	3.117311	3.325326	3.549943	3.793062	4.056883	4.343973	4.657346	5.000561	5.377859
2.7142	2.900438	3.101369	3.318626	3.554093	3.809961	4.088787	4.39358	4.727903	5.096004	5.502994	5.955075	6.45985	7.026738
3.278067	3.521891	3.787824	4.07877	4.398171	4.750134	5.139603	5.572583	6.056439	6.600306	7.215658	7.9171	8.723526	9.659806
4.022782	4.35269	4.717765	5.123597	5.577037	6.08657	6.662835	7.319354	8.073585	8.94846	9.974719	11.19454	12.66741	14.48002
5.044514	5.511479	6.038779	6.638391	7.325704	8.12082	9.05052	10.15128	11.4741	13.09254	15.11672	17.71932	21.18729	26.03512
6.517953	7.222368	8.041972	9.006683	10.1578	11.55396	13.28135	15.47202	18.33902	22.24989	27.8976	36.76311	52.68051	89.5906
8.80259	9.972574	11.40133	13.18379	15.46792	18.49765	22.70587	28.94128	39.12544	58.73147	112.0375	814.8257		
12.80004	15.09248	18.15832	22.4645	28.9489	39.81428	61.74533	129.1099						
21.41088	27.67641	38.22126	59.68147	127.1029									
52.93941	105.7696	1796.669											

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
5.794324	6.256111	6.770743	7.347511	7.99803	8.73701	9.583361	10.56181	11.70534	13.0589	14.68543	16.67585	19.16652	22.37174
7.667558	8.397337	9.235487	10.20752	11.34768	12.70294	14.33969	16.35473	18.89506	22.19528	26.65419	33.00895	42.79059	59.78637
10.75936	12.06819	13.65139	15.60419	18.07177	21.28683	25.64732	31.89481	41.58737	58.65043	96.62665	254.6833		
16.76379	19.7281	23.72801	29.41779	38.15008	53.24718	85.63789	204.767						
33.28629	45.30931	69.10865	138.536	3392.854									
269.2012													

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

84	85	86	87	88	89
26.64866	32.64013	41.63188	56.62391	86.61622	176.6088
96.62053	236.6129				

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.078258	0.157103	0.236554	0.316632	0.397355	0.478745	0.560825	0.643618	0.727147	0.811439	0.89652	0.982419	1.069165
2	0.082255	0.165159	0.248733	0.333001	0.417985	0.503711	0.590204	0.677493	0.765605	0.854571	0.944423	1.035193	1.126918
3	0.086461	0.173639	0.261558	0.350245	0.439728	0.530036	0.621199	0.713249	0.806221	0.900149	0.995072	1.091029	1.188063
4	0.090885	0.182562	0.275059	0.368408	0.46264	0.557789	0.653892	0.750985	0.84911	0.948308	1.048625	1.150107	1.252804
5	0.095545	0.191965	0.289292	0.387564	0.486816	0.58709	0.688427	0.790872	0.894473	0.999278	1.105342	1.212722	1.321476
6	0.100449	0.201864	0.304284	0.407751	0.512308	0.618002	0.724883	0.833004	0.94242	1.05319	1.16538	1.279055	1.394288
7	0.105604	0.212275	0.320057	0.429001	0.539157	0.65058	0.763328	0.877464	0.993053	1.110167	1.228881	1.349276	1.471439
8	0.111039	0.223256	0.336705	0.451442	0.567527	0.685025	0.804004	0.924537	1.046704	1.170589	1.296282	1.42388	1.553489
9	0.116733	0.234768	0.354166	0.474994	0.59732	0.721222	0.84678	0.97408	1.103217	1.23429	1.367409	1.502689	1.640258
10	0.12269	0.246817	0.372452	0.499672	0.628559	0.759203	0.891698	1.026147	1.162661	1.30136	1.442373	1.585842	1.73192

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1.156789	1.245324	1.334805	1.425267	1.516748	1.60929	1.702935	1.797727	1.893716	1.990949	2.089483	2.189372	2.290677	2.393462
1.219634	1.313381	1.4082	1.504135	1.601232	1.69954	1.799111	1.9	2.002265	2.105969	2.211177	2.317961	2.426395	2.536558
1.286218	1.38554	1.486081	1.587892	1.69103	1.795555	1.90153	2.009022	2.118104	2.228852	2.341349	2.455683	2.571946	2.690241
1.356771	1.462064	1.568742	1.676871	1.786518	1.897757	2.010665	2.125326	2.241828	2.360267	2.480745	2.603374	2.72827	2.855563
1.43167	1.543372	1.656655	1.771597	1.888281	2.006796	2.127239	2.249713	2.374328	2.501203	2.630468	2.762261	2.896732	3.034045
1.511157	1.629744	1.750138	1.872434	1.996735	2.123149	2.251797	2.382805	2.516312	2.652469	2.791437	2.933393	3.07853	3.227057
1.595464	1.72145	1.849506	1.979749	2.112303	2.247305	2.384901	2.525253	2.668534	2.814932	2.964655	3.117928	3.274999	3.43614
1.685221	1.819198	1.955552	2.094427	2.235977	2.380371	2.527794	2.678446	2.832546	2.990335	3.152079	3.318067	3.488623	3.664101
1.780252	1.922821	2.068126	2.216344	2.367666	2.522304	2.680487	2.842469	3.00853	3.178977	3.354152	3.534432	3.72024	3.912045
1.880773	2.032582	2.187548	2.345887	2.507838	2.673666	2.84366	3.018142	3.197469	3.382036	3.572288	3.76872	3.971889	4.182422

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
2.497795	2.603748	2.711399	2.820829	2.932126	3.045384	3.160705	3.278194	3.397969	3.520153	3.64488	3.772295	3.902552	4.03582
2.648537	2.762423	2.878313	2.996313	3.116536	3.239102	3.364141	3.491795	3.622215	3.755564	3.892022	4.031779	4.175047	4.322052
2.810675	2.933364	3.058435	3.186021	3.316268	3.449334	3.58539	3.724621	3.867227	4.013428	4.163463	4.317593	4.476105	4.639311
2.985389	3.117898	3.253252	3.391624	3.533206	3.678204	3.826844	3.979372	4.13606	4.297202	4.463124	4.634187	4.810787	4.993364
3.174378	3.317921	3.464885	3.6155	3.770016	3.928708	4.091878	4.259859	4.433018	4.611762	4.796544	4.987865	5.186288	5.392443
3.379203	3.53522	3.695383	3.859995	4.029391	4.20394	4.384052	4.570183	4.762841	4.962594	5.17008	5.386018	5.611219	5.846605
3.60165	3.77186	3.947136	4.127883	4.314552	4.507648	4.707735	4.915447	5.131499	5.3567	5.591969	5.838357	6.097065	6.369482
3.844898	4.031453	4.224258	4.423863	4.630888	4.84603	5.070081	5.30394	5.548635	5.805345	6.075429	6.360466	6.662294	6.983072
4.110376	4.315825	4.529061	4.75084	4.982025	5.223599	5.476692	5.742606	6.022853	6.319193	6.633695	6.968803	7.327427	7.71306
4.401032	4.628526	4.865826	5.11399	5.374238	5.647981	5.936868	6.242827	6.568139	6.915513	7.288201	7.690131	8.126101	8.602031

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
4.17228	4.312131	4.455587	4.60288	4.754266	4.910021	5.070452	5.23589	5.406703	5.583295	5.766114	5.955653	6.152463	6.357156
4.473044	4.628295	4.788101	4.952791	5.122723	5.298294	5.479942	5.668154	5.863469	6.066489	6.277887	6.498419	6.728935	6.970395
4.807558	4.981227	5.160739	5.346561	5.539213	5.739273	5.947389	6.164287	6.390786	6.627811	6.876409	7.137777	7.413282	7.704496
5.182408	5.378462	5.582138	5.794116	6.015168	6.246162	6.488082	6.74205	7.00935	7.291455	7.590069	7.907169	8.245065	8.606472
5.607036	5.830866	6.064838	6.309978	6.567462	6.838636	7.125055	7.42852	7.751131	8.095352	8.464093	8.860818	9.289678	9.755698
6.093226	6.352285	6.625165	6.913464	7.219041	7.544073	7.891118	8.263212	8.663981	9.097793	9.569958	10.087	10.65701	11.29018
6.657213	6.962129	7.286424	7.632686	8.003992	8.404028	8.837247	9.309081	9.82623	10.39705	11.03208	11.74488	12.55307	13.4801
7.32535	7.692165	8.08716	8.514745	8.980309	9.490512	10.05368	10.68036	11.38412	12.18271	13.09982	14.16775	15.4318	16.95743
8.129929	8.583204	9.079274	9.626129	10.2339	10.91561	11.68834	12.57484	13.60622	14.82612	16.29766	18.11583	20.43037	23.49197
9.125313	9.705299	10.354	11.08709	11.92546	12.89752	14.04299	15.41909	17.11144	19.25411	22.06959	25.95611	31.70374	41.13384

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
6.570415	6.793007	7.025794	7.26975	7.525977	7.795728	8.080438	8.381751	8.701565	9.042081	9.405867	9.795935	10.21585	10.66984
7.223888	7.490655	7.772117	8.069904	8.385901	8.722299	9.081655	9.466979	9.881831	10.33046	10.81798	11.35059	11.9359	12.58332
8.013238	8.341619	8.692109	9.067612	9.471569	9.908089	10.38212	10.89965	11.46806	12.09649	12.7964	13.5824	14.47338	15.49421
8.994604	9.413295	9.867153	10.36177	10.90399	11.50231	12.16735	12.91266	13.75567	14.71933	15.83437	17.14297	18.70463	20.60601
10.26501	10.8252	11.44573	12.13856	12.9191	13.80744	14.83036	16.02434	17.44039	19.15205	21.26946	23.96528	27.52647	32.46752
11.9995	12.8018	13.71929	14.78188	16.03088	17.52493	19.35021	21.63875	24.60364	28.6124	34.35799	43.32139	59.33667	96.34465
14.55781	15.83057	17.36209	19.24733	21.63423	24.76673	29.07772	35.4159	45.70283	65.41164	118.8205	821.7114		
18.84302	21.24337	24.41712	28.83121	35.42352	46.39681	68.43577	135.9082						
27.75451	34.13331	44.79145	66.36493	133.8996									
59.59656	112.5456	1803.564											

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
11.163	11.70148	12.29281	12.94627	13.67349	14.48916	15.41221	16.46736	17.68758	19.11783	20.82106	22.88817	25.45554	28.73746
13.30467	14.11498	15.03366	16.08622	17.3069	18.7427	20.45998	22.55555	25.17641	28.55716	33.0966	39.53189	49.39406	66.47037
16.67833	18.07171	19.73946	21.77682	24.32896	27.62858	32.07363	38.40567	48.18279	65.3304	103.3912	261.5323		
22.97857	26.03166	30.12036	35.89891	44.71999	59.90587	92.38536	211.6033						
39.81191	51.92816	75.82073	145.3413	3399.753									
276.0532													

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

84	85	86	87	88	89
33.09107	39.15924	48.22768	63.2964	93.36542	183.4347
103.3851	243.458				

ตารางแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.004656	0.006141	0.007626	0.009112	0.010599	0.012086	0.013575	0.015064	0.016554	0.018045	0.019537	0.02103	0.022524
2	0.004659	0.006146	0.007634	0.009123	0.010612	0.012103	0.013594	0.015087	0.01658	0.018074	0.01957	0.021067	0.022564
3	0.004661	0.006151	0.007642	0.009134	0.010626	0.01212	0.013615	0.015111	0.016608	0.018106	0.019605	0.021105	0.022607
4	0.004664	0.006157	0.007651	0.009146	0.010642	0.012139	0.013637	0.015136	0.016637	0.018139	0.019642	0.021146	0.022653
5	0.004667	0.006163	0.00766	0.009158	0.010657	0.012158	0.01366	0.015163	0.016668	0.018174	0.019681	0.02119	0.022701
6	0.00467	0.006169	0.00767	0.009171	0.010674	0.012179	0.013684	0.015191	0.0167	0.018211	0.019723	0.021237	0.022753
7	0.004673	0.006176	0.00768	0.009185	0.010692	0.0122	0.01371	0.015222	0.016735	0.01825	0.019767	0.021286	0.022808
8	0.004677	0.006183	0.007691	0.0092	0.010711	0.012223	0.013737	0.015254	0.016772	0.018292	0.019814	0.021339	0.022867
9	0.004681	0.00619	0.007702	0.009215	0.01073	0.012247	0.013766	0.015287	0.016811	0.018336	0.019865	0.021395	0.022929
10	0.004684	0.006198	0.007714	0.009231	0.010751	0.012273	0.013797	0.015323	0.016852	0.018383	0.019918	0.021455	0.022996

ตารางแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0.024019	0.025516	0.027013	0.028512	0.030011	0.031513	0.033015	0.034519	0.036025	0.037532	0.03904	0.04055	0.042063	0.043577
0.024063	0.025564	0.027065	0.028568	0.030073	0.031579	0.033086	0.034595	0.036106	0.037619	0.039133	0.04065	0.042168	0.043689
0.02411	0.025615	0.027121	0.028629	0.030138	0.031649	0.033162	0.034677	0.036194	0.037713	0.039234	0.040757	0.042283	0.043811
0.02416	0.02567	0.027181	0.028694	0.030208	0.031725	0.033244	0.034765	0.036288	0.037814	0.039342	0.040873	0.042407	0.043944
0.024214	0.025728	0.027245	0.028763	0.030284	0.031807	0.033332	0.03486	0.03639	0.037924	0.03946	0.041	0.042543	0.044089
0.024271	0.025791	0.027313	0.028838	0.030365	0.031894	0.033427	0.034963	0.036501	0.038043	0.039589	0.041138	0.042691	0.044249
0.024331	0.025857	0.027386	0.028917	0.030452	0.031989	0.03353	0.035074	0.036621	0.038173	0.039729	0.041289	0.042854	0.044425
0.024396	0.025929	0.027465	0.029004	0.030546	0.032091	0.033641	0.035194	0.036752	0.038315	0.039882	0.041455	0.043034	0.044619
0.024466	0.026006	0.027549	0.029096	0.030647	0.032202	0.033761	0.035325	0.036895	0.03847	0.040051	0.041638	0.043233	0.044835
0.02454	0.026087	0.027639	0.029195	0.030755	0.03232	0.033891	0.035467	0.03705	0.038639	0.040235	0.041839	0.043452	0.045074

ตารางแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
0.045092	0.04661	0.04813	0.049653	0.051177	0.052705	0.054234	0.055767	0.057302	0.058841	0.060383	0.061928	0.063477	0.06503
0.045212	0.046737	0.048265	0.049796	0.051329	0.052866	0.054405	0.055948	0.057495	0.059045	0.060599	0.062157	0.06372	0.065288
0.045342	0.046876	0.048413	0.049953	0.051496	0.053043	0.054594	0.056149	0.057708	0.059272	0.060841	0.062415	0.063995	0.065581
0.045484	0.047027	0.048575	0.050125	0.051681	0.05324	0.054804	0.056373	0.057948	0.059528	0.061114	0.062707	0.064307	0.065915
0.04564	0.047194	0.048753	0.050317	0.051885	0.053459	0.055039	0.056625	0.058217	0.059817	0.061425	0.063041	0.064666	0.066301
0.045811	0.047378	0.048951	0.050529	0.052114	0.053705	0.055303	0.056909	0.058523	0.060147	0.061781	0.063425	0.065082	0.066752
0.046001	0.047583	0.049171	0.050767	0.05237	0.053981	0.055602	0.057232	0.058873	0.060526	0.062193	0.063873	0.06557	0.067285
0.046211	0.047811	0.049418	0.051034	0.05266	0.054296	0.055944	0.057605	0.059279	0.06097	0.062678	0.064405	0.066155	0.067929
0.046446	0.048065	0.049695	0.051336	0.052989	0.054656	0.056338	0.058036	0.059753	0.061491	0.063253	0.065042	0.066863	0.068718
0.046707	0.048351	0.050008	0.051679	0.053366	0.055071	0.056795	0.058541	0.060313	0.062114	0.063948	0.065821	0.067739	0.069709

ตารางแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
0.066586	0.068148	0.069714	0.071285	0.072861	0.074443	0.07603	0.077625	0.079226	0.080835	0.082452	0.084078	0.085714	0.08736
0.066861	0.06844	0.070024	0.071615	0.073212	0.074817	0.07643	0.078051	0.079682	0.081322	0.082974	0.084638	0.086315	0.088006
0.067173	0.068773	0.07038	0.071995	0.073619	0.075253	0.076898	0.078553	0.080222	0.081904	0.083602	0.085316	0.087049	0.088802
0.067532	0.069157	0.070793	0.072439	0.074097	0.075768	0.077454	0.079155	0.080874	0.082612	0.084372	0.086157	0.087969	0.089812
0.067948	0.069606	0.071278	0.072964	0.074667	0.076387	0.078128	0.079891	0.081679	0.083496	0.085345	0.087231	0.08916	0.091138
0.068437	0.070138	0.071857	0.073597	0.075359	0.077147	0.078963	0.080813	0.082701	0.084633	0.086615	0.088657	0.090769	0.092965
0.06902	0.070778	0.072561	0.074373	0.076218	0.078101	0.080028	0.082006	0.084044	0.086153	0.088347	0.090645	0.09307	0.095652
0.069732	0.071567	0.073439	0.075354	0.07732	0.079345	0.08144	0.083619	0.0859	0.088307	0.090872	0.093638	0.096665	0.100039
0.070615	0.07256	0.074562	0.07663	0.07878	0.081028	0.083396	0.085916	0.088628	0.091592	0.09489	0.09865	0.103071	0.108487
0.071742	0.07385	0.076049	0.078361	0.080812	0.083441	0.0863	0.089466	0.093054	0.097241	0.102324	0.108835	0.117827	0.131728

ตารางแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
0.089017	0.090686	0.092369	0.094066	0.095779	0.097511	0.099262	0.101035	0.102833	0.104658	0.106513	0.108404	0.110334	0.112309
0.089713	0.091437	0.093181	0.094946	0.096736	0.098552	0.100399	0.10228	0.104201	0.106166	0.108183	0.110259	0.112406	0.114635
0.090579	0.092382	0.094214	0.096079	0.097981	0.099927	0.101923	0.103976	0.106097	0.108298	0.110593	0.113004	0.115553	0.118276
0.09169	0.093609	0.095574	0.097594	0.099677	0.101834	0.104079	0.106432	0.108914	0.111557	0.114402	0.117504	0.120944	0.124835
0.093174	0.095276	0.097459	0.099739	0.102134	0.104673	0.107391	0.110337	0.113579	0.117214	0.12139	0.126337	0.132437	0.140376
0.095262	0.097683	0.100257	0.103024	0.106039	0.10938	0.113163	0.117563	0.122864	0.129557	0.138565	0.151862	0.174562	0.225252
0.098435	0.101478	0.104865	0.108723	0.11325	0.11877	0.125861	0.135655	0.150712	0.178332	0.250885	1.189413		
0.103894	0.108434	0.114005	0.121228	0.131356	0.147325	0.178047	0.269346						
0.115504	0.125343	0.140886	0.170983	0.26236									
0.157672	0.229597	2.485613											

ตารางแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
0.114337	0.116424	0.118582	0.120823	0.123161	0.125617	0.128216	0.130991	0.133986	0.137261	0.140899	0.145022	0.149812	0.155555
0.116963	0.119409	0.121999	0.124767	0.127759	0.131038	0.134692	0.138849	0.143707	0.149578	0.156993	0.166936	0.181448	0.205578
0.121216	0.124435	0.128019	0.132096	0.136859	0.142618	0.149904	0.159705	0.1741	0.198322	0.250427	0.462639		
0.129355	0.134782	0.141589	0.150649	0.163765	0.185368	0.230028	0.390338						
0.15152	0.169025	0.202232	0.296276	4.63684									
0.466208													

ตารางแสดงค่าผลรวม Response Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

84	85	86	87	88	89
0.162726	0.172182	0.185639	0.207096	0.248553	0.37001
0.256159	0.444284				

ตารางแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	5.05E-05	0.000102	0.000154	0.000206	0.00026	0.000314	0.000369	0.000425	0.000482	0.00054	0.000598	0.000658	0.000719
2	5.31E-05	0.000107	0.000162	0.000217	0.000273	0.00033	0.000389	0.000448	0.000508	0.000569	0.000631	0.000694	0.000759
3	5.57E-05	0.000112	0.00017	0.000228	0.000288	0.000348	0.000409	0.000472	0.000535	0.0006	0.000666	0.000733	0.000802
4	5.86E-05	0.000118	0.000179	0.00024	0.000303	0.000366	0.000431	0.000497	0.000564	0.000633	0.000703	0.000774	0.000847
5	6.15E-05	0.000124	0.000188	0.000253	0.000319	0.000386	0.000454	0.000524	0.000595	0.000668	0.000742	0.000818	0.000896
6	6.47E-05	0.00013	0.000198	0.000266	0.000335	0.000406	0.000479	0.000553	0.000628	0.000705	0.000784	0.000865	0.000947
7	6.80E-05	0.000137	0.000208	0.00028	0.000353	0.000428	0.000505	0.000583	0.000663	0.000745	0.000828	0.000914	0.001002
8	7.14E-05	0.000144	0.000219	0.000294	0.000372	0.000451	0.000532	0.000615	0.0007	0.000786	0.000876	0.000967	0.001061
9	7.50E-05	0.000152	0.00023	0.00031	0.000391	0.000475	0.000561	0.000648	0.000738	0.000831	0.000926	0.001023	0.001124
10	7.88E-05	0.000159	0.000242	0.000326	0.000412	0.0005	0.000591	0.000684	0.00078	0.000878	0.000979	0.001083	0.00119

ตารางแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0.00078	0.000843	0.000907	0.000973	0.001039	0.001107	0.001176	0.001247	0.001319	0.001393	0.001468	0.001545	0.001624	0.001704
0.000825	0.000892	0.00096	0.001029	0.001101	0.001173	0.001247	0.001323	0.0014	0.00148	0.001561	0.001644	0.001729	0.001817
0.000872	0.000943	0.001016	0.00109	0.001166	0.001244	0.001323	0.001405	0.001488	0.001574	0.001661	0.001751	0.001844	0.001939
0.000922	0.000998	0.001075	0.001155	0.001236	0.00132	0.001405	0.001493	0.001583	0.001675	0.00177	0.001868	0.001968	0.002072
0.000975	0.001056	0.001139	0.001224	0.001312	0.001401	0.001493	0.001588	0.001685	0.001785	0.001888	0.001994	0.002104	0.002217
0.001032	0.001118	0.001207	0.001299	0.001393	0.001489	0.001588	0.00169	0.001796	0.001904	0.002016	0.002132	0.002252	0.002377
0.001093	0.001185	0.001281	0.001379	0.001479	0.001583	0.001691	0.001801	0.001916	0.002034	0.002157	0.002284	0.002415	0.002552
0.001158	0.001257	0.001359	0.001465	0.001573	0.001686	0.001802	0.001922	0.002047	0.002176	0.00231	0.00245	0.002595	0.002747
0.001227	0.001333	0.001443	0.001557	0.001674	0.001796	0.001922	0.002053	0.002189	0.002331	0.002478	0.002632	0.002794	0.002963
0.001301	0.001415	0.001533	0.001656	0.001783	0.001915	0.002052	0.002195	0.002344	0.0025	0.002663	0.002834	0.003013	0.003202

ตารางแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
0.001787	0.001871	0.001958	0.002047	0.002139	0.002232	0.002329	0.002428	0.00253	0.002635	0.002744	0.002856	0.002971	0.003091
0.001906	0.001998	0.002093	0.00219	0.00229	0.002393	0.0025	0.002609	0.002722	0.002839	0.00296	0.003085	0.003215	0.003349
0.002036	0.002137	0.00224	0.002347	0.002457	0.002571	0.002689	0.00281	0.002936	0.003067	0.003202	0.003343	0.00349	0.003642
0.002178	0.002289	0.002402	0.00252	0.002642	0.002768	0.002899	0.003034	0.003175	0.003322	0.003475	0.003635	0.003802	0.003976
0.002334	0.002455	0.002581	0.002711	0.002846	0.002987	0.003133	0.003286	0.003445	0.003611	0.003786	0.003968	0.00416	0.004362
0.002506	0.00264	0.002779	0.002924	0.003075	0.003232	0.003397	0.00357	0.003751	0.003941	0.004142	0.004353	0.004576	0.004813
0.002695	0.002844	0.002999	0.003161	0.003331	0.003509	0.003696	0.003893	0.004101	0.004321	0.004554	0.004801	0.005065	0.005346
0.002906	0.003072	0.003246	0.003429	0.003621	0.003824	0.004038	0.004266	0.004507	0.004764	0.005039	0.005333	0.005649	0.00599
0.00314	0.003326	0.003523	0.003731	0.00395	0.004184	0.004432	0.004697	0.004981	0.005286	0.005614	0.00597	0.006357	0.006779
0.003402	0.003613	0.003836	0.004074	0.004327	0.004598	0.004889	0.005202	0.005541	0.005908	0.006309	0.006749	0.007233	0.00777

ตารางแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
0.003214	0.003342	0.003475	0.003612	0.003755	0.003904	0.004058	0.004219	0.004387	0.004563	0.004747	0.004939	0.005142	0.005354
0.003489	0.003634	0.003785	0.003942	0.004107	0.004278	0.004458	0.004646	0.004843	0.00505	0.005269	0.005499	0.005742	0.006
0.003801	0.003967	0.004141	0.004323	0.004514	0.004714	0.004925	0.005148	0.005383	0.005632	0.005896	0.006177	0.006477	0.006797
0.004159	0.004352	0.004554	0.004767	0.004991	0.005229	0.005481	0.005749	0.006035	0.00634	0.006667	0.007018	0.007396	0.007806
0.004575	0.004801	0.005039	0.005292	0.005561	0.005848	0.006156	0.006485	0.00684	0.007224	0.00764	0.008093	0.008588	0.009133
0.005065	0.005332	0.005618	0.005924	0.006253	0.006608	0.006991	0.007408	0.007862	0.008361	0.00891	0.009518	0.010197	0.01096
0.005648	0.005972	0.006322	0.006701	0.007112	0.007562	0.008056	0.0086	0.009205	0.009881	0.010642	0.011506	0.012497	0.013646
0.00636	0.006761	0.0072	0.007682	0.008214	0.008806	0.009467	0.010213	0.011061	0.012035	0.013167	0.014499	0.016092	0.018034
0.007243	0.007755	0.008323	0.008958	0.009675	0.010489	0.011424	0.012511	0.01379	0.01532	0.017184	0.019511	0.022499	0.026482
0.00837	0.009045	0.009811	0.010689	0.011706	0.012902	0.014328	0.016061	0.018215	0.020969	0.024619	0.029697	0.037255	0.049723

ตารางแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
0.005578	0.005814	0.006063	0.006327	0.006607	0.006905	0.007223	0.007563	0.007927	0.008319	0.008741	0.009198	0.009695	0.010237
0.006274	0.006565	0.006876	0.007208	0.007564	0.007947	0.00836	0.008808	0.009295	0.009827	0.010411	0.011054	0.011767	0.012563
0.00714	0.00751	0.007908	0.00834	0.008809	0.009322	0.009884	0.010504	0.011192	0.011959	0.012821	0.013798	0.014915	0.016204
0.008251	0.008737	0.009269	0.009855	0.010504	0.011228	0.012041	0.01296	0.014009	0.015219	0.01663	0.018299	0.020305	0.022763
0.009735	0.010404	0.011154	0.012	0.012962	0.014068	0.015353	0.016865	0.018673	0.020875	0.023618	0.027131	0.031798	0.038304
0.011823	0.012811	0.013951	0.015285	0.016867	0.018775	0.021124	0.024091	0.027959	0.033218	0.040792	0.052657	0.073923	0.12318
0.014996	0.016605	0.018559	0.020984	0.024077	0.028164	0.033822	0.042182	0.055807	0.081994	0.153113	1.090208		
0.020455	0.023562	0.027699	0.03349	0.042184	0.056719	0.086008	0.175874						
0.032066	0.04047	0.05458	0.083244	0.173188									
0.074233	0.144725	2.399307											

ตารางแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

70	71	72	73	. 74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
0.010831	0.011485	0.01221	0.013017	0.013922	0.014945	0.016111	0.017452	0.019014	0.020855	0.02306	0.02575	0.029107	0.033416
0.013457	0.01447	0.015627	0.016961	0.01852	0.020366	0.022586	0.025311	0.028735	0.033173	0.039155	0.047664	0.060742	0.083439
0.017711	0.019496	0.021647	0.02429	0.02762	0.031946	0.037798	0.046167	0.059128	0.081916	0.132588	0.343367		
0.02585	0.029843	0.035217	0.042844	0.054526	0.074695	0.117922	0.276799						
0.048014	0.064086	0.09586	0.18847	4.527601									
0.362703													

ตารางแสดงค่าผลรวม Waiting Time ระบบ Client/Server ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

84	85	86	87	88	89
0.039153	0.047177	0.0592	0.079224	0.119248	0.239271
0.132587	0.319279				

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.00013	0.000527	0.001198	0.002154	0.003403	0.004957	0.006825	0.009019	0.011551	0.014432	0.017676	0.021296	0.025307
2	0.000144	0.000581	0.001323	0.00238	0.003763	0.005484	0.007555	0.009991	0.012803	0.016008	0.01962	0.023655	0.028131
3	0.000159	0.000642	0.001461	0.00263	0.004161	0.006068	0.008366	0.01107	0.014196	0.017762	0.021786	0.026287	0.031285
4	0.000175	0.000708	0.001614	0.002907	0.004602	0.006715	0.009265	0.012268	0.015744	0.019715	0.0242	0.029223	0.034809
5	0.000193	0.000782	0.001783	0.003213	0.00509	0.007434	0.010264	0.013601	0.017469	0.021892	0.026895	0.032507	0.038754
6	0.000213	0.000863	0.001969	0.003551	0.005629	0.008227	0.011368	0.015077	0.019381	0.024308	0.029891	0.03616	0.043151
7	0.000235	0.000953	0.002176	0.003927	0.006231	0.009114	0.012604	0.016731	0.021526	0.027024	0.033262	0.040279	0.048116
8	0.000259	0.001052	0.002404	0.004343	0.006896	0.010096	0.013974	0.018567	0.023911	0.030049	0.037023	0.04488	0.053672
9	0.000286	0.001161	0.002656	0.004801	0.007631	0.011181	0.015491	0.020602	0.026559	0.033411	0.04121	0.050013	0.059882
10	0.000315	0.001283	0.002937	0.005314	0.008454	0.0124	0.017197	0.022895	0.029547	0.037212	0.045954	0.055839	0.066944

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0.029724	0.034561	0.039837	0.045568	0.051774	0.058473	0.065687	0.073438	0.081748	0.090642	0.100146	0.110289	0.121099	0.132608
0.033065	0.038476	0.044385	0.050812	0.057781	0.065314	0.073438	0.082178	0.091564	0.101626	0.112397	0.123909	0.136202	0.149312
0.036802	0.04286	0.049484	0.0567	0.064535	0.073017	0.082178	0.092051	0.102671	0.114075	0.126304	0.139401	0.153412	0.168385
0.040982	0.047772	0.055206	0.063316	0.072135	0.0817	0.092047	0.103217	0.115255	0.128206	0.142121	0.157054	0.173064	0.190213
0.04567	0.053287	0.061641	0.070769	0.080712	0.091514	0.103221	0.115885	0.129558	0.144301	0.160175	0.177249	0.195598	0.215301
0.050902	0.059452	0.068845	0.079127	0.090348	0.102562	0.115825	0.130202	0.14576	0.162571	0.180717	0.200284	0.221366	0.244067
0.05682	0.066438	0.077024	0.088634	0.10133	0.115177	0.130249	0.146623	0.164385	0.183628	0.204454	0.226973	0.251308	0.277593
0.063454	0.074284	0.086227	0.099354	0.113739	0.129465	0.146623	0.165312	0.185638	0.207721	0.23169	0.257691	0.28588	0.316435
0.070883	0.083088	0.096577	0.111435	0.127757	0.145646	0.165215	0.186588	0.209904	0.235313	0.262984	0.293104	0.325881	0.361549
0.079348	0.093143	0.108424	0.125299	0.143885	0.164313	0.186725	0.21128	0.238155	0.267546	0.299674	0.334784	0.373153	0.415996

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
0.144849	0.157857	0.171671	0.186331	0.20188	0.218364	0.235833	0.25434	0.273942	0.294701	0.316683	0.339959	0.364606	0.390707
0.163284	0.178161	0.193991	0.210827	0.228724	0.247741	0.267943	0.2894	0.312186	0.336382	0.362077	0.389366	0.418353	0.449151
0.184376	0.20144	0.219639	0.239041	0.259716	0.281743	0.305206	0.330196	0.356814	0.385167	0.415375	0.447566	0.481884	0.518483
0.208568	0.228204	0.2492	0.271643	0.295626	0.321251	0.348631	0.377887	0.409154	0.442578	0.478322	0.516563	0.5575	0.601352
0.236445	0.259126	0.283448	0.309523	0.337476	0.367443	0.399573	0.434032	0.471002	0.510685	0.553307	0.599117	0.648395	0.701454
0.268499	0.294787	0.323067	0.353489	0.386217	0.421436	0.459348	0.500179	0.544182	0.591638	0.642866	0.698222	0.758111	0.822991
0.305976	0.33662	0.369708	0.405439	0.444037	0.485754	0.53087	0.579699	0.632598	0.68997	0.752274	0.820032	0.893846	0.974408
0.349551	0.385447	0.424365	0.466579	0.512397	0.562165	0.616278	0.675184	0.739395	0.809498	0.886173	0.970208	1.062522	1.164194
0.400368	0.442633	0.488675	0.538872	0.593651	0.653502	0.718989	0.790761	0.869572	0.956301	1.051983	1.15784	1.275327	1.406194
0.460966	0.511167	0.56616	0.626475	0.692723	0.765613	0.845972	0.934771	1.033156	1.142496	1.264427	1.400937	1.554449	1.727961

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
0.418353	0.447641	0.478679	0.511582	0.546476	0.583501	0.622806	0.66456	0.708943	0.756159	0.80643	0.860003	0.917153	0.978184
0.481884	0.516686	0.553706	0.593107	0.635068	0.679785	0.727478	0.778389	0.832788	0.890974	0.953285	1.020098	1.091837	1.168984
0.557537	0.599234	0.643784	0.69142	0.742402	0.797017	0.85559	0.918482	0.986103	1.058915	1.137443	1.222284	1.314124	1.413749
0.648361	0.698799	0.752971	0.811218	0.873922	0.941518	1.014499	1.093425	1.178938	1.271776	1.372791	1.482975	1.603485	1.735683
0.758648	0.820375	0.887085	0.959294	1.037587	1.122638	1.215226	1.31625	1.426765	1.548003	1.681424	1.828766	1.992111	2.173981
0.893386	0.969895	1.053208	1.144124	1.243571	1.352634	1.472594	1.604968	1.751569	1.914583	2.096667	2.301085	2.531894	2.794197
1.062522	1.159122	1.265308	1.382374	1.511862	1.65562	1.815881	1.995372	2.197453	2.426322	2.687282	2.987138	3.334767	3.74197
1.276501	1.400964	1.539407	1.694042	1.867571	2.063336	2.285518	2.539416	2.83185	3.171748	3.571028	4.045966	4.619385	5.324321
1.552559	1.717014	1.902763	2.113816	2.355259	2.633641	2.957539	3.33841	3.791912	4.340022	5.014583	5.863538	6.962579	8.438621
1.925219	2.150969	2.411312	2.714229	3.070362	3.494226	4.006144	4.635478	5.426284	6.447817	7.815547	9.737446	12.62979	17.46507

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
1.043441	1.113304	1.188207	1.268636	1.355143	1.448357	1.548996	1.657884	1.775973	1.904367	2.044356	2.197452	2.365444	2.55046
1.252083	1.341756	1.438715	1.543775	1.657884	1.782138	1.917822	2.066445	2.229796	2.41001	2.609655	2.831849	3.080416	3.360097
1.522072	1.64015	1.769221	1.910744	2.066445	2.238387	2.429054	2.641462	2.879316	3.14721	3.45092	3.797799	4.197367	4.662165
1.88118	2.041901	2.22016	2.418764	2.641157	2.891604	3.175457	3.499523	3.872592	4.306221	4.815912	5.42295	6.157386	7.063056
2.37746	2.606353	2.865418	3.16068	3.499883	3.893151	4.35398	4.900764	5.559247	6.366591	7.37851	8.682478	10.42415	12.86533
3.094501	3.441244	3.845562	4.322462	4.892663	5.585606	6.444574	7.535918	8.966785	10.92216	13.75126	18.20172	26.21467	44.88759
4.224788	4.805588	5.516531	6.40558	7.547581	9.066145	11.18112	14.32483	19.48065	29.47142	57.03902	483.3029		
6.210447	7.356063	8.892183	11.05588	14.32483	19.82632	31.01038	65.98796						
10.52195	13.67839	19.01388	29.94933	64.92788									
27.1671	56.43076												

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
2.755059	2.982335	3.236074	3.520952	3.842818	4.209086	4.62929	5.115908	5.685588	6.361052	7.174141	8.170903	9.420511	11.03186
3.676841	4.038219	4.454015	4.937101	5.504754	6.180721	6.998564	8.007303	9.281492	10.94031	13.18686	16.39777	21.35891	30.02851
5.209056	5.861266	6.6517	7.628563	8.865427	10.48045	12.67614	15.83112	20.74447	29.44407	49.02353	133.7673		
8.206523	9.69398	11.70593	14.57591	18.99641	26.67931	43.3242	106.4199						
16.52868	22.63019	34.79964	70.9693	4888.021									
137.4471													

ตารางแสดงค่าผลรวม Number Waiting ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

84	85	86	87	88	89
13.18686	16.21398	20.77299	28.41365	43.83979	91.24502
49.02353	123.8083				

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.019845	0.039956	0.060343	0.081013	0.101977	0.123246	0.144829	0.166738	0.188984	0.21158	0.234539	0.257874	0.2816
2	0.020844	0.041982	0.063425	0.085182	0.107266	0.129687	0.152459	0.175595	0.199108	0.223014	0.247326	0.272062	0.297238
3	0.021894	0.044113	0.066668	0.089572	0.112839	0.136481	0.160515	0.184954	0.209816	0.235118	0.260877	0.287114	0.313847
4	0.022997	0.046352	0.07008	0.094194	0.118711	0.143646	0.169018	0.194843	0.221141	0.247933	0.275241	0.303086	0.331493
5	0.024156	0.048709	0.073673	0.099066	0.124907	0.151214	0.178007	0.205308	0.23314	0.261526	0.290493	0.320067	0.350278
6	0.025369	0.051175	0.077437	0.104175	0.13141	0.159164	0.18746	0.216326	0.245786	0.27587	0.306608	0.338033	0.370181
7	0.026653	0.053789	0.081429	0.109599	0.13832	0.167621	0.197529	0.228074	0.259287	0.291203	0.323859	0.357293	0.391549
8	0.027998	0.05653	0.085621	0.115298	0.14559	0.176528	0.208146	0.240477	0.27356	0.307436	0.342149	0.377745	0.414276
9	0.029404	0.059399	0.090012	0.121276	0.153225	0.185894	0.219322	0.253552	0.288628	0.324599	0.361517	0.399439	0.438426
10	0.030899	0.06245	0.094688	0.127649	0.161372	0.195902	0.231282	0.267564	0.3048	0.343049	0.382373	0.422842	0.46453

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0.305731	0.330284	0.355274	0.380721	0.406641	0.433055	0.459984	0.487449	0.515474	0.544083	0.573302	0.60316	0.633684	0.664908
0.322873	0.348985	0.375594	0.402722	0.430391	0.458625	0.487449	0.51689	0.546977	0.577739	0.60921	0.641424	0.674416	0.708228
0.3411	0.368894	0.397254	0.426205	0.455775	0.485993	0.51689	0.548499	0.580854	0.613994	0.647959	0.682791	0.718537	0.755247
0.360489	0.3901	0.420356	0.451288	0.482929	0.515315	0.548484	0.582477	0.617336	0.653109	0.689846	0.727602	0.766433	0.806404
0.381157	0.412738	0.445055	0.478146	0.512052	0.546818	0.582489	0.619116	0.656753	0.695458	0.735296	0.776334	0.818645	0.862312
0.403087	0.436794	0.471343	0.506781	0.543158	0.580528	0.618948	0.658481	0.699194	0.741162	0.784464	0.829187	0.875425	0.923282
0.42667	0.462706	0.49971	0.537738	0.576851	0.617117	0.658606	0.701399	0.745578	0.791239	0.838482	0.887419	0.938172	0.990875
0.451796	0.490365	0.530047	0.570913	0.613036	0.656502	0.701399	0.747826	0.795891	0.845712	0.897421	0.95116	1.007088	1.065382
0.478546	0.51987	0.562477	0.606454	0.651895	0.698903	0.747591	0.798083	0.850517	0.905045	0.961835	1.021074	1.08297	1.147756
0.507519	0.551897	0.597762	0.64522	0.69439	0.745401	0.798397	0.853536	0.910994	0.970969	1.03368	1.099374	1.168327	1.240853

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
0.696864	0.729587	0.763116	0.79749	0.832754	0.868953	0.906137	0.944359	0.983676	1.02415	1.065846	1.108837	1.153199	1.199015
0.7429	0.778477	0.815008	0.852545	0.891142	0.93086	0.971763	1.01392	1.057406	1.102303	1.148699	1.196688	1.246376	1.297874
0.792972	0.831772	0.871707	0.912844	0.955255	0.999018	1.044216	1.090942	1.139295	1.189384	1.241327	1.295255	1.351308	1.409643
0.847581	0.890039	0.933857	0.979121	1.025926	1.074373	1.124575	1.176653	1.230742	1.286988	1.345553	1.406617	1.470376	1.537049
0.90742	0.954064	1.002349	1.052388	1.104304	1.158234	1.214328	1.27275	1.333683	1.39733	1.463915	1.533688	1.606929	1.683952
0.972871	1.024315	1.077751	1.133328	1.191213	1.251588	1.314656	1.380643	1.449802	1.522415	1.598799	1.679311	1.764356	1.854392
1.045676	1.102738	1.162244	1.224392	1.289409	1.357544	1.429077	1.504325	1.583642	1.667432	1.756153	1.850329	1.950561	2.057541
1.126237	1.189871	1.256528	1.32648	1.400037	1.477544	1.559396	1.646041	1.73799	1.835832	1.940246	2.05202	2.172072	2.301483
1.215694	1.287078	1.362239	1.441554	1.525452	1.614423	1.709028	1.809919	1.917848	2.033697	2.158497	2.293473	2.440079	2.600065
1.317307	1.398092	1.483668	1.574567	1.671399	1.774872	1.885815	2.005197	2.134166	2.274089	2.426605	2.593697	2.777793	2.981889

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
1.246375	1.295379	1.346131	1.398749	1.453358	1.510098	1.569118	1.630586	1.694685	1.761615	1.831601	1.904889	1.981753	2.0625
1.351307	1.40681	1.464531	1.524633	1.587294	1.652712	1.721105	1.792717	1.867816	1.946703	2.029715	2.117228	2.209668	2.307515
1.470432	1.533864	1.60015	1.669522	1.742239	1.81859	1.898898	1.983526	2.072883	2.167431	2.267694	2.374271	2.487846	2.609207
1.60688	1.68014	1.757134	1.838202	1.923728	2.014147	2.109949	2.211697	2.320032	2.435692	2.559529	2.692535	2.835867	2.990886
1.76511	1.8508	1.941474	2.037646	2.139902	2.248917	2.365468	2.490456	2.624933	2.770135	2.92752	3.098824	3.286133	3.491967
1.949943	2.051608	2.160078	2.276149	2.400752	2.534972	2.680088	2.837618	3.009375	3.197545	3.404785	3.63436	3.890325	4.177783
2.172072	2.29509	2.427694	2.571178	2.727084	2.89726	3.083939	3.289847	3.518347	3.773633	4.061011	4.387285	4.761332	5.194953
2.441529	2.593731	2.759913	2.942286	3.143554	3.367058	3.616979	3.898616	4.218789	4.586425	5.013444	5.51612	6.117278	6.849952
2.775549	2.969122	3.18399	3.424162	3.694724	4.002225	4.355241	4.765231	5.247852	5.825081	6.528761	7.406834	8.534994	10.04015
3.209731	3.466064	3.756991	4.090491	4.477208	4.931656	5.474157	6.134075	6.955465	8.007581	9.405895	11.35838	14.2813	19.14717

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
2.147471	2.23705	2.331667	2.431811	2.538033	2.650962	2.771315	2.899918	3.037722	3.185831	3.345535	3.518345	3.706052	3.910783
2.411315	2.521689	2.639347	2.765109	2.899918	3.044873	3.201257	3.370581	3.554633	3.755547	3.975892	4.218787	4.488055	4.788436
2.739265	2.879079	3.029886	3.193144	3.370581	3.564259	3.776661	4.010805	4.270394	4.560024	4.885469	5.254084	5.675388	6.161921
3.159206	3.342749	3.543829	3.765255	4.01047	4.283739	4.590414	4.937302	5.333193	5.789644	6.322156	6.952016	7.709274	8.637766
3.719409	3.972265	4.255294	4.574519	4.937685	5.354917	5.839709	6.410457	7.092903	7.924211	8.960092	10.28802	12.05366	14.5188
4.503244	4.875143	5.304617	5.806673	6.40203	7.120129	8.004253	9.120754	10.57678	12.55731	15.41156	19.88718	27.92529	46.62336
5.704188	6.311407	7.048767	7.964235	9.132653	10.67764	12.81902	15.98915	21.17139	31.18858	58.7826	485.0729		
7.763817	8.937172	10.50103	12.69247	15.98915	21.51838	32.73019	67.7355						
12.1526	15.33816	20.70277	31.66734	66.675									
28.87978	58.17403												

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
4.135097	4.382088	4.655541	4.960134	5.301716	5.687698	6.127617	6.63395	7.223344	7.918523	8.751327	9.767804	11.03713	12.66819
5.12588	5.507959	5.944456	6.448243	7.036596	7.733264	8.571807	9.601247	10.89614	12.57566	14.84291	18.07452	23.05636	31.74666
6.730547	7.404493	8.216663	9.215262	10.47386	12.11061	14.32805	17.50476	22.43984	31.16119	50.76238	135.5279		
9.804055	11.31433	13.3491	16.24191	20.68522	28.39095	45.05866	108.1772						
18.20611	24.33159	36.525	72.71863	4889.794									
139.208													

ตารางแสดงค่าผลรวม Queue Length ระบบ Host-Base ของ Workload กลุ่มที่ 1 (ต่อ)

84	85	86	87	88	89
14.84291	17.88974	22.46846	30.12883	45.5747	92.99963
50.76238	125.5678				

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	พันตรี ธีรนันท์ นันทขว้าง
เกิด	22 กรกฎาคม พ.ศ.2511
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมสรรพาวุธ
สถานที่สำเร็จการศึกษา	โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
ปีที่สำเร็จการศึกษา	2533
ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเข้าถึงข้อมูลบนระบบ Client/Server
ผลงานอื่น ๆ	ได้รับคัดเลือกเข้าทำการฝึกอบรมทางด้าน Network Engineering ณ บริษัท BOOZ.ALLEN & HAMILTON มลรัฐเวอร์จิเนีย ประเทศ สหรัฐอเมริกา เพื่อเตรียมการรับระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมและอำนวยการยุทธ ของ กองบัญชาการทหารสูงสุด
ประสบการณ์ในการทำงาน	-อาจารย์พิเศษ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ -Network Engineer โครงการระบบควบคุมและอำนวยการยุทธ กองบัญชาการทหารสูงสุด
อาชีพปัจจุบัน	นายทหารวิเคราะห์ระบบ แผนกพัฒนาระบบสารสนเทศ กองสนเทศทหาร กรมการสนเทศทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด ช่วยราชการ คณะทำงานระบบควบคุมและอำนวยการยุทธ กองบัญชาการทหารสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้