ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Proxy Server โดยใช้แบบจำลองแบบ Discrete Event Simulation

Discrete Event Simulation for Performance Comparison of Proxy Server Protocols

โดย

นายสมวุฒิ ครุฑกุล

รหัส 42067154

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยางค์

วัน เดือน ปี 15 มี.ค. 2550
เลขทะเบียน 01847
เลขเรียกหนังสือ วพ. ส278ก 2544
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษาที่ 2544

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

H001847

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ชื่อหัวข้อ	การวัดประสิทธิภาพของ Proxy Server โดยใช้แบบจำลองแบบ Discrete Event Simulation
นักศึกษา	นายสมวุฒิ ครุฑกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีภารศึกษา	2544

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของระบบเครื่องบริการแทนแบบลำดับชั้น (Hierarchical Proxy Server System) ที่ใช้โพรโตคอล ICP, CARP และ ระบบเครื่องบริการแทนขนาดใหญ่ เมื่อใช้ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของการเข้าถึงข้อมูลของผู้ขอใช้บริการเป็นเกณฑ์ ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของการเข้าถึงข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ได้มาจากวิธีการจำลองแบบ Discrete Event ของกลุ่มจำนวนเครื่องไคลเอนต์ที่เข้าใช้บริการจำนวน 5, 10, 15, 20, 25, 40, 60 และ 80 เครื่อง การศึกษาครั้งนี้พบว่า 1) ระยะเวลาเฉลี่ยของการเข้าถึงข้อมูลของไคลเอนต์ของระบบโพรโตคอล CARP เท่ากับระยะเวลาเฉลี่ยของการการเข้าถึงข้อมูลของระบบเครื่องบริการ แทนขนาดใหญ่ทั้งหมดทุดกลุ่มจำนวนเครื่องที่ใช้ศึกษา 2)ระยะเวลาเฉลี่ยของการเข้าถึงข้อมูลของไคลเอนต์ระบบโพรโตคอล ICP มากกว่าของระบบเครื่องบริการแทนขนาดใหญ่ เมื่อจำนวนเครื่อง 10, 60 และ 80 เครื่อง และ 3) ระยะเวลาเฉลี่ยของการเข้าถึงข้อมูลของไคลเอนต์ระบบโพรโตคอล ICP มากว่าของระบบที่ใช้โพรโตคอล CARP เมื่อจำนวนเครื่อง 10, 60 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Discrete Event Simulation for Performance Comparison of Proxy Server Protocols
Student	Mr. Somwut Krutkun
Advisor	Dr. Chanboon Sathitwiriyawong
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2001

Abstract

Performance comparison of hierarchical proxy server protocol ICP and CARP was based on average response time. Average response time derived from discrete event simulation with clusters of 5, 10, 15, 20, 25, 40, 60 and 80 client s this studies found that:

1) Average response time of CARP protocol system was equal to those of proxy system for all cluster of clients;
2) Average response time of ICP protocol system was larger than those of proxy system at clusters of 10, 60, 80 clients and
3) Average response time of ICP was larger than those of CARP system at clusters of 10 and 60 clients.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการศึกษากรณีพิเศษนี้ ผู้เขียนได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือในการให้คำแนะนำจากคณาจารย์ และเพื่อน IS8.2 เป็นอย่างดี จึงทำให้โครงการศึกษากรณีพิเศษสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้เขียนขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการทำโครงการศึกษากรณีพิเศษนี้ โครงการนี้เกิดขึ้นมาได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร. จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ควบคุมโครงการนี้ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงการ รวมทั้งตรวจสอบหาจุดบกพร่องเพื่อทำการแก้ไขในทุกขั้นตอนการดำเนินการเป็นอย่างดี

โครงการศึกษากรณีพิเศษนี้ได้รับความช่วยเหลือด้วยดีมาโดยตลอดจาก คุณ วรรณพร ศุภดิษฐ์ คุณ มยุรี วิไลนำโชคชัย ขอขอบพระคุณมาใน ณ โอกาสนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ที่เห็นความสำคัญของการศึกษาเล่าเรียนเป็นอย่างยิ่ง และคอยเป็นกำลังใจที่สำคัญมาโดยตลอด จนกระทั่งโครงการศึกษากรณีพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

สมวุฒิ ครุฑกุล

22 กุมภาพันธ์ 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบงาน 1

1.3 เป้าหมายของการพัฒนาระบบงาน 1

1.4 ขอบเขตของการศึกษาและพัฒนาระบบงาน 2

1.5 ขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาระบบงาน 2

1.6 รายละเอียดเครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบงาน 2

1.7 รายละเอียดของแต่ละบท 2

1.8 ระยะเวลาการทำโครงการ 3

บทที่ 2 โพรโตคอลในระบบเครือข่าย เครื่องบริการแทน (Proxy Server) และ การจำลอง (Simulation) 5

2.1 โพรโตคอลในระบบเครือข่าย และเครื่องบริการแทน 5

2.2 โพรโตคอลในระบบเครือข่าย 5

2.3 องค์ประกอบของระบบบริการแทน (Proxy System) 10

2.4 การทำงานของ เครื่องบริการแทน 11

2.5 โพรโตคอลติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องบริการแทน 12

2.6 การจำลอง (Simulation) 19

บทที่ 3 การวิเคราะห์ และ ออกแบบการจำลอง 26

3.1 คำอธิบายระบบที่ทำการศึกษา 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง....26
3.3 การควบคุมสภาวะ....30
3.4 ข้อกำหนดในการสร้างแบบจำลองระบบบริการแทน....31
3.5 ขั้นตอนการทำงานของแต่ละ Module....33
3.6 การกำหนดค่า Transient ของแต่ละการทดลอง....36
3.7 สรุป....36
บทที่ 4 การทดลอง และสรุปผลการทดลอง....37
4.1 สมมุติฐาน และ วัตถุประสงค์ ของการทดลอง....37
4.2 ข้อมูลของการทดลองของโพรโตคอล CARP....37
4.3 ข้อมูลของการทดลองของโพรโตคอล ICP....46
4.4 ข้อมูลของการทดลอง Proxy Server....53
4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง....60
4.6 สรุปผลการทดลอง....63
บทที่ 5 บทสรุป....65
5.1 ผลการดำเนินงาน....65
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ....66
บรรณานุกรม....67
ภาคผนวก....68
1. โครงสร้างของโปรแกรมแบบจำลอง....68
2. โปรแกรมของ Code Macro ในการหาผลรวมของการจำลอง....69
ประวัติผู้เขียน....67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่าความน่าจะเป็นของการเข้าใช้บริการ Web Site 31
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงข้อมูลของการทดลอง CARP โพรโตคอล 37
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงข้อมูลของการทดลอง ICP โพรโตคอล 46
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงข้อมูลของการทดลองที่ Proxy Server.....53
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่าเวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล และ ค่าความเบี่ยงเบนของทั้ง 3 การทดลอง 60
ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงค่าช่วงสูงสุดและต่ำสุดของระยะเวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูลของแต่ละระบบ 62

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้าที่

รูปที่2.1 ภาพแสดงโครงสร้างของไอพีเดทาแกรม....5
รูปที่ 2.2 ภาพแสดงโครงสร้างของ ยูดีพีเดทาแกรม....5
รูปที่ 2.3 ภาพแสดงโครงสร้างทีซีพีเซกเมนต์....6
รูปที่ 2.4 ภาพแสดงการสถาปนาการเชื่อมต่อด้วยทีซีพี....6
รูปที่ 2.5 ภาพแสดงขั้นตอนการถ่ายโอนข้อมูล....7
รูปที่ 2.6 ภาพแสดงขั้นตอนการยกเลิกการเชื่อมต่อ....8
รูปที่ 2.7 ภาพแสดงหน้าต่างของผู้ส่ง....9
รูปที่ 2.8 ภาพแสดงหน้าต่างของผู้รับ....10
รูปที่ 2.9 ภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องบริการแทน....11
รูปที่ 2.10 ภาพแสดงรูปแบบการจัดวางของแคชใน ICP....13
รูปที่ 2.11 ภาพแสดงรูปแบบการทำงานของ ICP Protocol....13
รูปที่ 2.12 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนสถานะในระบบเครื่องบริการแทนที่สื่อสาร โพรโตคอล ICP....16
รูปที่ 2.13 ภาพแสดง Flow Chart ของ CARP....17
รูปที่ 2.14 ภาพแสดงรูปแบบการจัดวางของ Cache ใน CARP แบบ Hierarchical....17
รูปที่ 2.15 ภาพแสดงการเปลี่ยนสถานะของระบบเครื่องบริการแทนที่สื่อสารโพรโตคอล CARP....18
รูปที่ 2.16 ภาพแสดงรูปแบบการจัดวางของ Cache ใน CARP แบบ Distributed....18
รูปที่ 2.17 ภาพแสดงโครงสร้างแนวทางในการหาพฤติกรรมของระบบ....21
รูปที่ 2.18 ภาพแสดงกลไก Fixed-increment Time Advance....23
รูปที่ 2.19 ภาพแสดงกลไก Next-Event Time Advance....24
รูปที่ 2.20 ภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการจำลอง....25
รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของข้อมูลในระบบ....27
รูปที่3.2 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module Client....28
รูปที่3.3 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module CARP....28
รูปที่3.4 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module ICP....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้าที่

รูปที่3.5 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module Proxy 29
รูปที่ 3.6 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module Web 30
รูปที่ 3.6 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ Client Module 33
รูปที่ 3.7 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ CARP Module 34
รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ ICP Module.....34
รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ Proxy Module 35
รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ Web Module 35
รูปที่ 4.1 ภาพแสดงโครงรูปแบบโครงสร้างของระบบ Proxy Server ที่ใช้ โพรโตคอล CARP 37
รูปที่ 4.2 ข้อมูลโครงสร้างของระบบในไฟล์ list.csv ของการจำลองเครื่องบริการแทนที่ใช้.....38
โพรโตคอล CARP
รูปที่ 4.3 รูปแสดงโปรแกรม CARP_Simulation.cpp.....39
รูปที่ 4.4 หน้าจอขณะประมวลผลข้อมูล ของโปรแกรม เครื่องบริการแทนที่ใช้ 40
โพรโตคอล CARP ที่มี ไคลเอนต์ใช้บริการ 5 เครื่อง
รูปที่ 4.5 ข้อมูลในไฟล์ Client_result.csv 40
รูปที่ 4.6 รูปแสดงผลรวมของข้อมูลในไฟล์ Client_result.csv.....41
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา 5 ไคลเอนต์ ของ.....42
โพรโตคอล CARP
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 10 ไคลเอนต์ 42
ของโพรโตคอล CARP
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 15 ไคลเอนต์ 43
ของโพรโตคอล CARP
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 20 ไคลเอนต์....43
ของโพรโตคอล CARP
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 25 ไคลเอนต์....44
ของโพรโตคอล CARP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 40 ไคลเอนต์....44
ของโพรโตคอล CARP
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 60 ไคลเอนต์....45
ของโพรโตคอล CARP
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 80 ไคลเอนต์....45
ของโพรโตคอล CARP
รูปที่ 4.15 ภาพแสดงโครงรูปแบบโครงสร้างของระบบ Proxy Server ที่ใช้ โพรโตคอล ICP 46
รูปที่ 4.16 ข้อมูลโครงสร้างของระบบในไฟล์ list.csv ของการจำลองเครื่องบริการแทนที่ใช้.....47
โพรโตคอล ICP
รูปที่ 4.17 รูปแสดงโปรแกรม ICP_Simulation.cpp 48
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 5 ไคลเอนต์.....49
ของโพรโตคอล ICP
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 10 ไคลเอนต์....50
ของโพรโตคอล ICP
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 15 ไคลเอนต์....50
ของโพรโตคอล ICP
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 20 ไคลเอนต์....51
ของโพรโตคอล ICP
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 25 ไคลเอนต์....51
ของโพรโตคอล ICP
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 40 ไคลเอนต์....52
ของโพรโตคอล ICP
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 60 ไคลเอนต์....52
ของโพรโตคอล ICP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 4.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 80 ไคลเอนต์....53
ของโพรโตคอล ICP
รูปที่ 4.26 ภาพแสดงโครงรูปแบบโครงสร้างของระบบ Proxy Server 54
รูปที่ 4.27 ข้อมูลโครงสร้างของระบบในไฟล์ list.csv ของการจำลองเครื่องบริการแทน.....54
รูปที่ 4.28 รูปแสดงโปรแกรม Proxy_Simulation.cpp.....55
รูปที่ 4.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 5 ไคลเอนต์.....56
ของ Proxy Server
รูปที่ 4.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 10 ไคลเอนต์....56
ของ Proxy Server
รูปที่ 4.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 15 ไคลเอนต์....57
ของ Proxy Server
รูปที่ 4.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 20 ไคลเอนต์....57
ของ Proxy Server
รูปที่ 4.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 25 ไคลเอนต์....58
ของ Proxy Server
รูปที่ 4.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 40 ไคลเอนต์....58
ของ Proxy Server
รูปที่ 4.35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 60 ไคลเอนต์....59
ของ Proxy Server
รูปที่ 4.36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 80 ไคลเอนต์....59
ของ Proxy Server
รูปที่ 4.37 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ เวลาเฉลี่ยของทั้ง 3 ระบบ.....61
รูปที่ 4.38 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ ค่าความเบี่ยงเบนของทั้ง 3 ระบบ 61
รูปที่4.39 ภาพแสดงช่วงของเวลาเฉลี่ยในการับข้อมูลของแต่ละระบบ 63
รูปที่ 5.1 ภาพแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของ Class Station 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 5.2 ภาพแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของ Class Module 67
รูปที่ 5.3 ภาพแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของ Class HTTP 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากความต้องการข้อมูลข่าวสารมีมากขึ้นในปัจจุบัน ระบบเครือข่ายดูจะเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวและง่ายต่อการค้นหาข้อมูล. ทำให้การใช้งานระบบเครือข่ายสูงขึ้น เพื่อที่จะเพิ่มความรวดเร็วและลดความคับคั่งของการใช้ระบบเครือข่ายได้มีการนำเครื่องบริการแทน (Proxy Server) มาใช้งาน แต่เนื่องจากระบบเครือข่ายมีการขยายตัวมากขึ้นเครื่องบริการแทน เพียงตัวเดียวไม่สามารถให้บริการได้เพียงพอต่อความต้องการได้ ทำให้ได้มีการกระจายความรับผิดชอบของเครื่องบริการแทนให้รองรับการให้บริการในแต่ละส่วนของของเครือข่าย แต่การกระจายเครื่องบริการแทนกลับทำให้มีความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่เกิดขึ้นในแต่ละตัวของเครื่องบริการแทน ทำให้ต้องมีการใช้โพรโตคอลในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องบริการแทน เพื่อลดจำนวนความซ้ำซ้อนของข้อมูล และการจัดลำดับชั้นของเครื่องบริการแทน เพื่อที่จะจัดแบ่งส่วนการให้บริการ

ในปัจจุบันโพรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องบริการแทน ที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ ICP และ CARP ซึ่งทั้ง 2 โพรโตคอลนี้ลักษณะเด่นในแต่ละสภาวะแวดล้อมของการทำงาน ซึ่งต้องมีการทำการวัดประสิทธิภาพของเครื่องบริการแทน ในแต่ละสภาวะ แต่การทำการวัดกับระบบจริงดูจะเป็นวิธีที่ยาก เนื่องจากการที่ต้องไปขัดจังหวะการทำงานเดิม อีกทั้งต้องอาศัยทรัพยากรจำนวนมาก จึงได้มีการทำ การจำลอง (Simulation) แทนการทำการทดลองกับระบบจริงเพื่อที่จะไม่ต้องการทรัพยากรมากนัก และได้แสดงถึงผลของแต่ละโพรโตคอล ที่ขึ้นกับโครงสร้างของระบบเครือข่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบงาน

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโพรโตคอล ICP และ CARP ในโครงสร้างเครือข่ายหลายๆแบบโดยการทำการจำลอง

1.3 เป้าหมายของการพัฒนาระบบงาน

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโพรโตคอล ICP และ CARP ในโครงสร้างเครือข่ายหลายๆแบบ เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้โพรโตคอลที่เหมาะสมกับระบบเครือข่ายที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1.4 ขอบเขตของการศึกษาและพัฒนาระบบงาน

1.4.1 ออกแบบ และสร้างโปรแกรมจำลองของระบบเครือข่าย ภายใต้โพรโตคอล TCP/IP ซึ่งประกอบด้วย ไคลเอนต์ เครื่องบริการแทน และ เกทเวย์ (Gateway) ภายนอก

1.4.2 ออกแบบ และสร้างโปรแกรมจำลองของระบบเครื่องบริการแทนหลายตัว ที่ทำการติดต่อสื่อสารระหว่างกันด้วยโพรโตคอล ICP และ CARP

1.4.3 หาผลลัพธ์ และความสัมพันธ์ของพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสภาวะต่างๆ

1.5 ขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาระบบงาน

กำหนดขั้นตอนในการศึกษา และพัฒนาระบบงานไว้ดังนี้

1. ศึกษาการทำงานของเครื่องบริการแทน, โพรโตคอล ICP, CARP และมีการเลือกชนิดของ Simulation Model ที่ใช้
2. ศึกษาการทำงานของระบบ Discrete Event Simulation
3. ศึกษาวิธีการสร้างแบบจำลองโดยใช้ ไลบรารี C
4. สร้างแบบจำลองของระบบ และทำการปรับแต่ง
5. การทำการทดลอง กับแบบจำลอง ในโครงสร้างเครือข่ายรูปแบบต่างๆ
6. การแสดงผลลัพธ์ที่ได้เป็นเชิงการเปรียบเทียบ

1.6 รายละเอียดเครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบงาน

1.6.1 ไลบรารี C Simulation ของหนังสือ Discrete Event Simulation in C

1.6.2 Microsoft Visuals C++ 6.0 ใน Microsoft Studio 6.0

1.6.3 Personal Computer (IBM Compatible) Pentium 100 MHz RAM 32 MB

1.7 รายละเอียดของแต่ละบท

รายละเอียดของแต่ละบท

บทที่ 2 โพรโตคอลในระบบเครือข่าย เครื่องบริการแทน(Proxy Server) และ การจำลอง (Simulation)

เป็นบทที่กล่าวถึง โพรโตคอลในระบบเครือข่าย การทำงานของเครื่องบริการแทน และการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP และ CARP รวมถึงชนิด และการทำงานของการจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การวิเคราะห์ และออกแบบการจำลอง

เป็นบทที่อธิบายการวิเคราะห์ ออกแบบ แบบจำลองที่ใช้ในการจำลอง

บทที่ 4 การจำลองระบบเครือข่ายของระบบเครื่องบริการแทนโพรโตคอล ICP และ CARP

เป็นบทที่กล่าวถึงสภาพแวดล้อมในการทดลอง และสรุปผลการทดลองที่ได้รับของทั้ง 2 โพรโตคอล

1.8 ระยะเวลาการทำโครงการ

	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ศึกษาการทำการจำลอง									
ศึกษาการใช้Library จาก C simulation									
เขียนโปรแกรม แบบจำลอง									
การทำการทดลอง									
การสรุปผลการทดลอง									
การจัดทำเอกสาร									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

โพรโตคอลในระบบเครือข่าย เครื่องบริการแทน (Proxy Server) และ การจำลอง (Simulation)

2.1 โพรโตคอลในระบบเครือข่าย และเครื่องบริการแทน

ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องบริการแทน (Proxy Server) เพื่อเพิ่มความเร็วในการติดต่อข้อมูลในระบบอินเตอร์เน็ต และลดจำนวนการดึงข้อมูลจากอินเตอร์เน็ตให้น้อยลง แต่เมื่อระบบมีขนาดใหญ่ขึ้น จำเป็นที่พัฒนาเครื่องบริการแทนหลายตัวให้ทำงานร่วมกัน เป็นระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการพัฒนาโพรโตคอลการสื่อสารระหว่างเครื่องบริการแทน ให้สามารถในการติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้ เพื่อให้เครื่องบริการแทนทำงานกันเป็นกลุ่ม โดยจุดประสงค์ในการลดความซ้ำซ้อนของการเก็บข้อมูลในกลุ่มของเครื่องบริการแทน และยังเป็นการเพิ่มจำนวนการเก็บข้อมูลโดยรวม ซึ่งโพรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อระหว่างเครื่องบริการแทนมีอยู่หลายชนิดเช่น ICP(Internet Cache Protocol), CARP(Cache Array Routing Protocol), Cache Digest และ HTCP(Hyper Text Caching Protocol) ในแต่ละโพรโตคอลได้นำเสนอวิธีการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึง องค์ประกอบของเครื่องบริการแทน และโพรโตคอลที่ใช้ติดต่อ

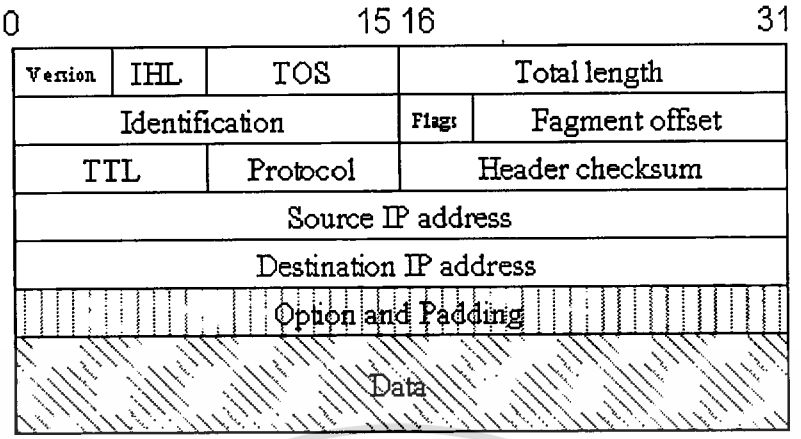
2.2 โพรโตคอลในระบบเครือข่าย

ในระบบเครือข่ายของระบบเครื่องบริการแทน นั้นจะใช้โพรโตคอล TCP/IP ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกันโดยใช้ รูปแบบข้อมูลแบบโพรโตคอล IP, TCP, UDP และ HTTP ในการส่งข้อมูลระหว่างกัน

2.2.1 โพรโตคอลไอพี (IP Protocol)

เป็นโพรโตคอลระดับเน็ตเวิร์ค (Network Layer) ทำหน้าที่นำส่งข้อมูลไปยังเครื่องตามแอดเดส ประจำเครื่อง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เลือกเส้นทางส่งข้อมูล และแบ่งข้อมูลให้เหมาะสมกับฮาร์ดแวร์ระดับเดทาลิงค์ (Datalink) โดยเป็นโพรโตคอลแกนของ TCP/IP ซึ่งไม่ว่าโพรโตคอล TCP หรือ IP จะถูกจัดข้อมูลให้อยู่ในรูป เดทาแกรม (Datagram) ดังรูปที่ 2.1 ในระดับนี้จะทำการจัดส่งข้อมูลแบบ Unreliable และ Connectionless

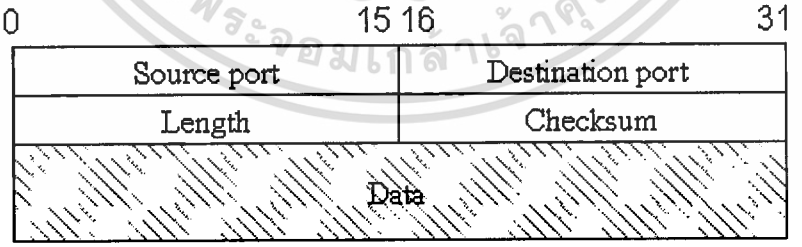
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.1 ภาพแสดงโครงสร้างของไอพีเดทาแกรม

2.2.2 โพรโตคอลยูดีพี (UDP Protocol)

เป็นโพรโตคอลระดับทรานสปอร์ต (Transport Layer) ทำหน้าที่นำส่งข้อมูลจากโพรโตคอลประยุกต์ไปยังไอพี การให้บริการของยูดีพีเป็นแบบ Connectionless ทำให้ไม่มีการสถาปนา (Establish) การเชื่อมต่อระหว่างสถานีต้นทางและปลายทาง ทำให้การส่งข้อมูลจะไม่มีการตรวจสอบเพื่อทราบว่าสถานีปลายทางพร้อมที่จะทำการรับข้อมูลหรือไม่ ถ้าเกิดความผิดพลาด เช่น มีการสูญหาย ผิดลำดับ หรือมีการซ้ำของเดทาแกรม ยูดีพีจะไม่ทำการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นเพราะไม่มีกลไกรองรับปัญหาเหล่านี้ ซึ่งโพรโตคอลประยุกต์จะทำการดำเนินการแก้ไขปัญหาเหล่านี้เอง ข้อมูลของยูดีพี เรียกว่า ยูดีพีเดทาแกรมโดยมีรูปแบบดังรูป 2.2



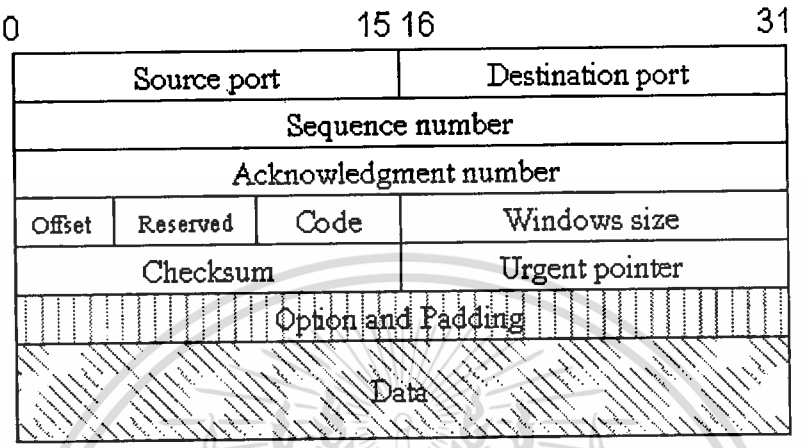
รูปที่ 2.2 ภาพแสดงโครงสร้างของ ยูดีพีเดทาแกรม

2.2.3 โพรโตคอลทีซีพี (TCP Protocol)

เป็นโพรโตคอลระดับทรานสปอร์ต เช่นเดียวกับ ยูดีพี แต่ให้บริการแบบ Connection orient ทำให้มีการสถาปนาการเชื่อมต่อระหว่างสถานีก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลระหว่างกัน เพื่อเพิ่มความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

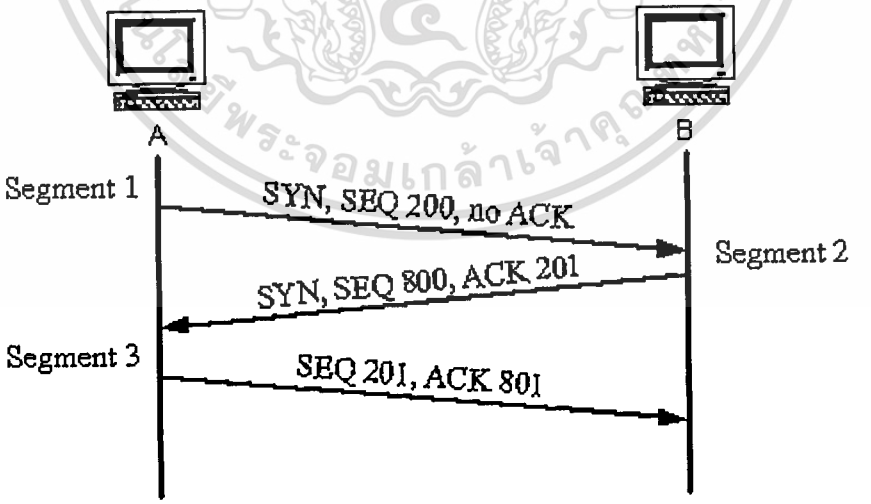
น่าเชื่อถือในการลำเลียงข้อมูล เพื่อรองรับปัญหา ข้อมูลสูญหาย ผิดลำดับ หรือ มีการซ้ำซ้อนที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูล โดยข้อมูลของทีซีพีเรียกว่า เซกเมนต์ (Segment) โดยมีรูปแบบดังรูป 2.3



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงโครงสร้างทีซีพีเซกเมนต์

2.2.3.1 การสถาปนาการเชื่อมต่อ (Establish Connection)

ทีซีพีจะทำการสถาปนาการเชื่อมต่อก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลในแต่ละช่วงการติดต่อสื่อสาร ซึ่งการทำแบบนี้ใช้รูปแบบที่เรียกว่า "Three way handshake" ดังรูปที่ 2.4



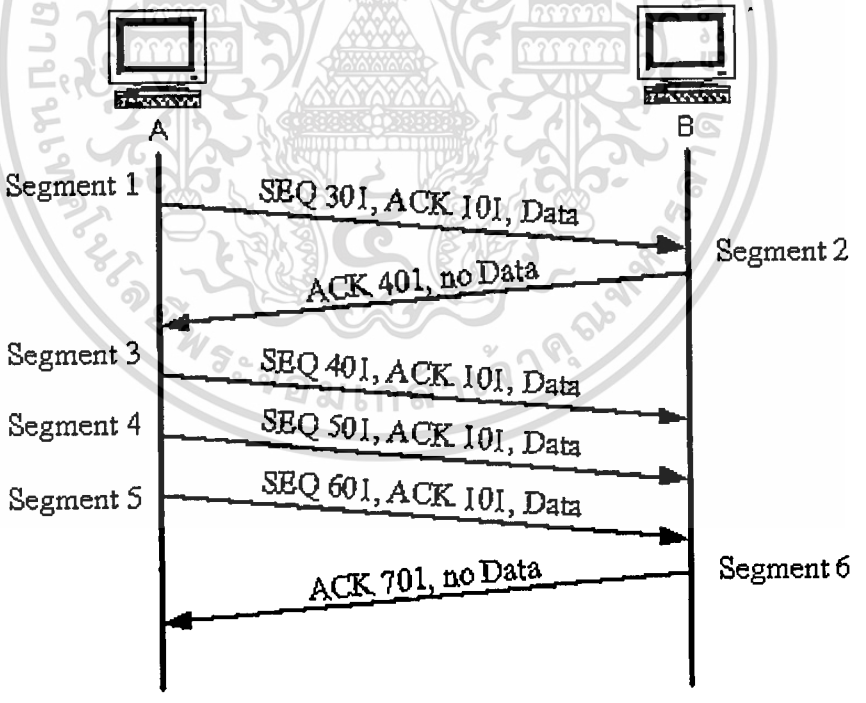
รูปที่ 2.4 ภาพแสดงการสถาปนาการเชื่อมต่อด้วยทีซีพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทีซีพีของเครื่อง A เลือกเลขลำดับเริ่มต้น (ในที่นี้คือ 200) แล้วส่งเซกเมนต์ (1) ที่บรรจุ เลขนี้ พร้อมทั้งกำหนดตัวบ่งชี้ SYN ให้เป็น 1 ไปยังเครื่อง B
2. ทีซีพีของเครื่อง B ได้รับเซกเมนต์ (1) จาก A จะทำการเลือกเลขลำดับเช่นกัน (ในที่นี้คือ 800) แล้วส่งเซกเมนต์ (2) ที่บรรจุ เลขลำดับของตน ตัวบ่งชี้ SYN และ ACK เป็น 1 และตอบรับเลขลำดับของเครื่อง A โดยบวกเลขลำดับของ A ด้วย 1 กลับไปยังเครื่อง A ซึ่งเลขนี้จะถูกจำไว้ที่เครื่องเพื่อใช้ในการจัดการกับลำดับข้อมูลที่ได้รับ
3. ทีซีพีของเครื่อง A ได้รับเซกเมนต์ตอบรับ (2) จากเครื่อง B จะทำการตรวจสอบ เลขลำดับของตนที่เครื่อง B ส่งกลับมาถ้ามีค่ามากว่าเลขของตนอยู่ 1 จะทำการดำเนินการ ส่งเซกเมนต์ตอบกลับ (3) ยังเครื่อง B โดยทำการส่ง เลขลำดับของตนที่บวกด้วย 1 ตัวบงชี้ ACK ที่เป็น 1 และตอบรับเลขลำดับของเครื่อง B ถูกบวกด้วย 1 และทำการจำเลขลำดับของเครื่อง B เอาไว้เช่นกัน

2.2.3.2 การถ่ายโอนข้อมูล (Transmits Data)

การถ่ายโอนข้อมูลจะเริ่มหลังจากมีการสร้างการเชื่อมต่อแล้วเสร็จ ซึ่งจะเป็นดังรูป 2.5



รูปที่ 2.5 ภาพแสดงขั้นตอนการถ่ายโอนข้อมูล

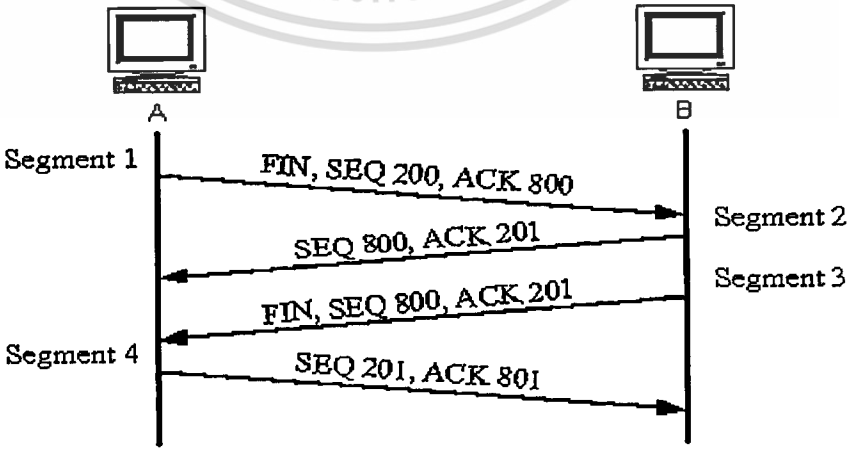
ถ้าให้การส่งข้อมูลครั้งละ 100ไบต์ โดย A จะทำการส่งข้อมูลไปยัง B จำนวน 4 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทีซีพีของเครื่อง A ส่งเซกเมนต์ (1)ไปยังเครื่อง B โดยมีเลขลำดับของตนเป็น 300 และ ตอบรับเลขลำดับของ B พร้อมทั้งส่งข้อมูลไปขนาด 100 ไบต์
2. ทีซีพีของเครื่อง B ได้รับเซกเมนต์ (1) จากเครื่อง A จะทำการตรวจสอบเลขลำดับของตน กับเลขลำดับที่ถูกตอบรับมาว่าเท่ากับเลขลำดับของตนบวกด้วย 1 หรือไม่ ถ้าใช่จะทำการพิจารณาเลขลำดับของเครื่อง A ที่ได้รับบวกด้วย 1 ว่าเท่ากับเลขที่ตนเก็บไว้หรือไม่ ถ้าใช่จะสร้างเซกเมนต์ตอบกลับ (2) ไปยังเครื่อง A โดยเอาเลขลำดับของเครื่อง A บวกจำนวนข้อมูลที่ได้รับและบวกด้วย 1 และทำการเปลี่ยนเลขลำดับของเครื่อง A ที่ตนจำไว้ให้เท่ากันด้วย
3. การที่ A ส่งข้อมูลไม่จำเป็นต้องส่งข้อมูลทีละเซกเมนต์ก็ได้ อาจจะทำการส่งข้อมูลติดต่อกันโดยไม่ต้องรอการตอบรับจาก B ก็ได้ ซึ่งจากรูป A จะทำการส่งข้อมูล โดยไม่รอการตอบรับจาก B เป็นจำนวน 3 เซกเมนต์ (3),(4),(5)
4. เมื่อทีซีพีของเครื่อง B ได้รับข้อมูลจาก A จะทำการตอบรับทุกครั้ง ซึ่งในบางครั้งข้อมูลอาจจะไม่สามารถไปถึงยังเครื่อง A ได้ แต่ถ้าข้อมูลตอบรับใดไปถึงเครื่อง A ก็เป็นการยืนยันว่าข้อมูลที่ส่งไปยังเครื่อง B นั้นได้รับเท่ากับจำนวนของเลขที่ได้รับการตอบรับมา โดยในรูปมีได้รับการตอบรับมาที่ เลขลำดับ 701 แสดงว่าข้อมูลส่งไปได้ถึงเครื่อง B ตอนนี้อย่างน้อยมีขนาด 400 ไบต์ ซึ่งถ้า A ต้องการส่งข้อมูลต่อขนาด 100 ไบต์ จะทำการส่งเซกเมนต์ SEQ 701, ACK 101 และข้อมูล 100 ไบต์

2.2.3.3 การยกเลิกการเชื่อมต่อ (Disconnection)

หลังจากทำการส่งข้อมูลครบตาม ที่ต้องการจะต้องทำการยกเลิกการเชื่อมต่อเพื่อปล่อยทรัพยากรให้ส่วนอื่นนำไปใช้ต่อไป โดยขั้นตอนเป็นดังรูปที่ 2.6



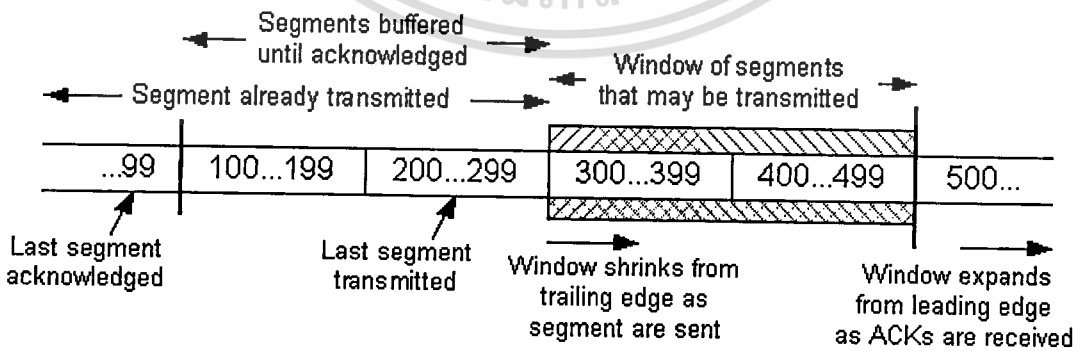
รูปที่ 2.6 ภาพแสดงขั้นตอนการยกเลิกการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่อง A จะขอยกเลิกการเชื่อมต่อกับเครื่อง B ทำโดยทีซีพีของเครื่อง A ส่งเซกเมนต์ (1)พร้อมเลขลำดับ และเลขตอบรับตามปกติ แต่มีการกำหนดตัวบ่งชี้ FIN เป็น 1
2. เมื่อทีซีพีเครื่อง B ได้รับเซกเมนต์ที่มีตัวบงชี้ FIN จะส่งเซกเมนต์ (2) ตอบรับ พร้อมทั้งส่งแจ้งไปยังโปรแกรมประยุกต์ว่าเครื่อง A ต้องการยกเลิกการติดต่อ เมื่อโปรแกรมทราบจะแจ้งให้ทีซีพีเครื่อง B ทราบเพื่อทำการส่งเซกเมนต์ (3) ที่กำหนดตัวบ่งชี้ FIN เป็น 1 ไปยังเครื่อง A เช่นกัน
3. เมื่อทีซีพีเครื่อง A ได้รับเซกเมนต์ของเครื่อง B ที่มีตัวบ่งชี้ FIN เป็น 1 จะทำส่งเซกเมนต์ตอบรับ (4) เช่นกัน พร้อมทั้งแจ้งไปยังโปรแกรมประยุกต์ว่าได้ปิดการเชื่อมโยงลงแล้ว

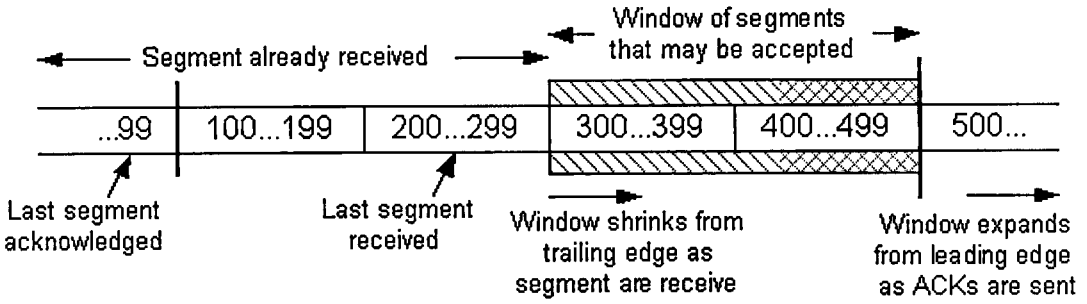
2.2.3.4 การควบคุมกระแสข้อมูล

การถ่ายโอนข้อมูลจะถูกควบคุมไม่ให้ส่งข้อมูลไปยังเครื่องที่รับมากเกินกว่า ความสามารถของเครื่องรับจะสามารถรับข้อมูลได้ ในทีซีพีจะทำการควบคุมจำนวนการส่งข้อมูลโดยการใช้ Sliding windows โดยทั้งผู้ส่งและผู้รับจะมีการกำหนดขนาดของ หน้าต่าง (Window) ที่เท่ากัน ดังรูปที่ 2.7 ทางผู้ส่งสามารถส่งข้อมูลจนถึงสิ้นสุดขนาดของหน้าต่าง (ส่วนที่แรเงา) โดยไม่จำเป็นต้องได้การตอบรับจากฝ่ายผู้รับ ซึ่งเมื่อมีการส่งข้อมูลจะทำการลดขนาดของหน้าต่างไปเรื่อยจนสุด (ส่วนหนาเส้นดำ)และจะไม่สามารถในการส่งต่อได้อีก แต่ถ้าได้รับการตอบรับจากผู้รับจะทำการขยายหน้าต่างออกไปได้เท่ากับจำนวนที่ผู้รับตอบกลับมาทำให้สามารถส่งข้อมูลต่อไปได้ ทางฝ่ายผู้รับ ดังรูปที่ 2.8 จะรับข้อมูลและลดขนาดหน้าต่างลง (ส่วนที่แรเงา) ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะสุดขอบหน้าต่าง (เส้นหนาสีดำ) ซึ่งถ้ามีนำข้อมูลไปใช้ และมีการตอบรับข้อมูลที่ได้รับจะสามารถขยายขนาดของหน้าต่างออกไปได้



รูปที่ 2.7 ภาพแสดงหน้าต่างของผู้ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ภาพแสดงหน้าต่างของผู้รับ

2.3 องค์ประกอบของระบบบริการแทน (Proxy System)

ในระบบ Proxy มีการทำงานร่วมกันของ 3 องค์ประกอบ คือ Cache Content, Proxy Server และ Firewall ซึ่งทั้งสามองค์ประกอบนี้สามารถแยกกันอย่างเป็นอิสระได้

2.3.1 Cache Content

Cache Content เป็นโปรแกรมประยุกต์ของระบบ Proxy เนื่องจากทำงานอยู่ระหว่างไคลเอนต์ (Client) กับ เซิร์ฟเวอร์ (Server) ปลายทาง การใช้ Cache Content เพื่อจุดประสงค์ในการลดความคับคั่ง ของการใช้แบนด์วิดท์ (Bandwidth) ในการเข้าถึงข้อมูลภายใต้สมมุติฐานที่ว่า การเข้าใช้ข้อมูลจะใช้ข้อมูลที่ซ้ำกันบ่อยครั้ง โดย Cache Content เก็บข้อมูลที่ ไคลเอนต์ทำการร้องขอเพื่อที่จะสามารถในการกลับมาใช้ใหม่โดยไม่จำเป็นต้องทำการติดต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางใหม่ ซึ่งสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพ ความน่าเชื่อถือ ของเครือข่าย และลดจำนวนการถ่ายโดนข้อมูล

2.3.2 เครื่องบริการแทน (Proxy Server)

โดยทั่วไป เครื่องบริการแทน จะทำงานร่วมกับ Gateway เพื่อที่จะอยู่ระหว่างไคลเอนต์ กับ เซิร์ฟเวอร์ปลายทาง โดยเมื่อไคลเอนต์ร้องขอข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์ปลายทาง ซึ่งจะต้องส่งผ่านมาที่เครื่องบริการแทนก่อน เครื่องบริการแทนจะอาศัยกลไกในเครื่องบริการแทนเพื่อที่จะตรวจ และทำการส่งข้อมูลกลับไปยังไคลเอนต์ เพื่อลดความคับคั่งของการใช้แบนด์วิดท์ของเครือข่าย และถ้าระบบเครือข่ายต้องการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลจากผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตจากภายนอกจะมีการใช้ไฟร์วอลล์ (Firewall) ร่วมด้วย

2.3.3 ไฟร์วอลล์ (Firewall)

เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ออกแบบเพื่อรักษาความปลอดภัยแก่ระบบเครือข่ายในองค์กร โดย ไฟร์วอลล์ทำการป้องกันการกระทำจากภายนอกที่จะเข้าถึงระบบเครือข่ายในองค์กรของผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต ไฟร์วอลล์มักทำการตรวจจับข้อมูลจากชั้น Network และ Application ใน OSI Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งรูปแบบของไฟร์วอลล์มีทั้ง ซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ แต่ไฟร์วอลล์ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องบริการแทน แต่มักจะพบว่ามักจะทำงานร่วมกัน

2.4 การทำงานของ เครื่องบริการแทน

การทำงานของ เครื่องบริการแทน แบ่งได้ 2 ส่วนคือ กลไกที่ทำการ การแคช (Caching) และการทำการนำพื้นที่เก็บข้อมูลกลับมาใช้ใหม่

2.4.1 กลไกการทำงานของ เครื่องบริการแทน

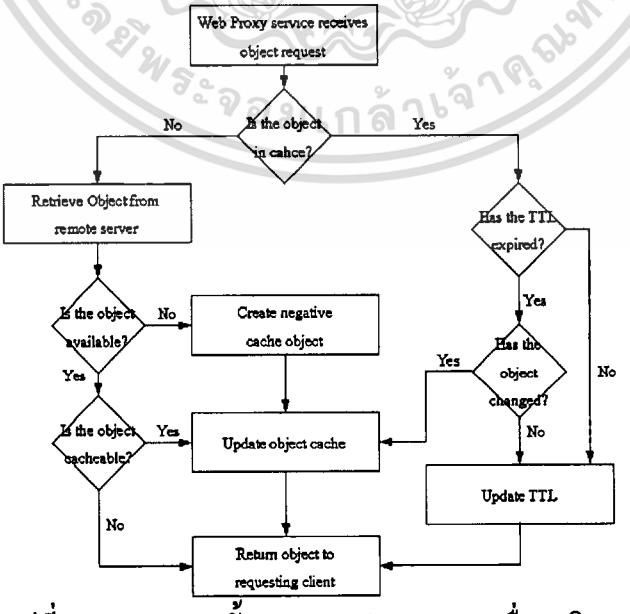
เมื่อ เครื่องบริการแทน ได้รับการร้องขอจากไคลเอนต์ จะทำการตรวจสอบว่ามีข้อมูลเก็บอยู่ในเครื่อง Server หรือไม่

ถ้าไม่พบว่ามีการเก็บข้อมูล จะทำการร้องขอไปยัง เซิร์ฟเวอร์ปลายทาง เพื่อขอข้อมูล

ถ้าพบข้อมูลใน เครื่องบริการแทน จะทำการตรวจสอบค่า TTL (Time to Live) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงอายุของข้อมูลที่เก็บในเครื่อง เครื่องบริการแทน ถ้ายังไม่หมด จะทำการส่งข้อมูลที่เก็บใน เครื่องบริการแทน กลับไปยังเครื่องไคลเอนต์

ถ้าค่า TTL ได้หมดไปแล้ว เครื่องบริการแทน จะทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ปลายทาง ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงจะทำการแก้ค่า TTL ใหม่พร้อมทั้งส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องไคลเอนต์

ถ้าข้อมูลมีการแก้ไขจะทำการดึงข้อมูลจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ปลายทาง



รูปที่ 2.9 ภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องบริการแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 กลไกการนำพื้นที่ของเครื่องบริการแทนกลับมาใช้ใหม่

เมื่อข้อมูลเก็บในพื้นที่เก็บข้อมูลของ เครื่องบริการแทน จนเต็มจะมีกลไกในการนำพื้นที่กลับมาใช้ใหม่ ซึ่งในกลไกนี้จะใช้แบบ LRU (Last Recent Used) ซึ่งข้อมูลที่ถูกใช้นานแล้วจะถูกเขียนทับด้วยข้อมูลที่มาใหม่

ตัวอย่าง ถ้ามีช่องเก็บข้อมูล 4 ช่อง มีข้อมูลเข้ามาดังนี้ { 1, 2, 3, 4, 1, 5,4,7}

1. เมื่อข้อมูลเข้าไปในช่องเก็บข้อมูลแล้ว 4 ค่า จะมีค่าดังนี้ [1, 2, 3, 4]
2. เมื่อข้อมูลถัดไป ที่มีค่าเป็น 1 ค่าในช่องเก็บข้อมูลยังคงไม่เปลี่ยนแปลงเพราะ มีค่า 1 เก็บอยู่
3. แต่เมื่อ ข้อมูลลำดับที่ 6 ซึ่งมีค่า 5 เข้าไปทำให้ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลเพิ่มได้ทำให้ต้องมีการเขียนข้อมูลทับในช่องเก็บข้อมูล ซึ่ง ณ เวลานี้ช่องที่มีค่า 2 เป็นช่องที่มีอายุมากที่สุดทำให้ค่า 5 ไปใส่ในช่องข้อมูลลำดับที่ 2 จึงมีค่าดังนี้ [1, 5, 3, 4]
4. เมื่อข้อมูลลำดับที่ 7 เป็นค่า 4 ซึ่งมีค่าในช่องข้อมูลทำให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
5. เมื่อข้อมูลลำดับสุดท้ายมีเข้ามา ซึ่งมีค่าเป็น 7 ซึ่งไม่ได้เก็บในช่องข้อมูล ทำให้ต้องเขียนข้อมูลทับซึ่งจะเขียนทับที่ช่องข้อมูลลำดับที่ 3 ทำให้มีค่าดังนี้ [1, 5, 7, 4]

2.5 โพรโตคอลติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องบริการแทน

โพรโตคอลที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่าง เครื่องบริการแทน ที่ถูกนำเสนอมีด้วยกันอยู่ 4 โพรโตคอล คือ ICP, CARP, Cache Digest และ HTCP ซึ่งโดยรวมแล้วเพื่อเน้นในการเพิ่ม ประสิทธิภาพจัดการกับข้อมูลที่จัดเก็บบนกลุ่ม เครื่องบริการแทน แต่ใน 2 โพรโตคอลหลังยังไม่มีความแน่ชัดของข้อตกลง ทำให้ยังไม่ได้มีการนำมาใช้ แอปพลิเคชั่นที่ใช้โพรโตคอล ICP เช่น Squid และแอปพลิเคชั่นที่ใช้โพรโตคอล CARP เช่น Microsoft Proxy Server

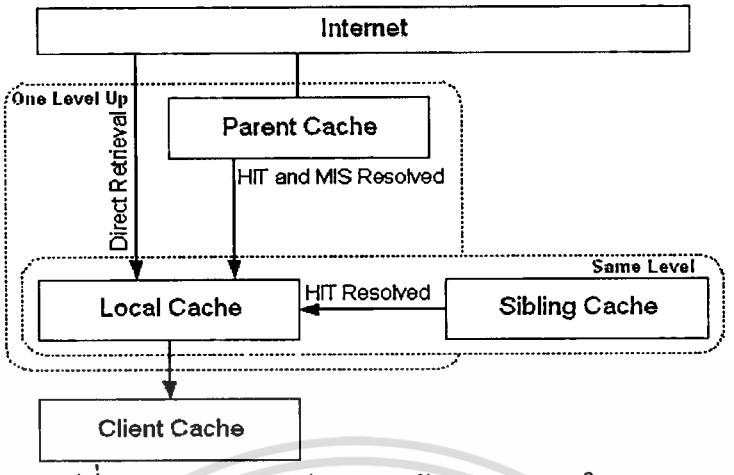
2.5.1 ICP (Internet Cache Protocol) version 2

ICP เป็นโพรโตคอลที่ใช้ติดต่อกันระหว่าง Cache ซึ่งใน ICP จะจัดเรียง Cache แบบ Hierarchical Cache มีการบอกรายระเอียดใน RFC 2186 และ 2187

2.5.1.1 การแบ่งลำดับชั้นของเครื่องบริการแทนในโพรโตคอล ICP

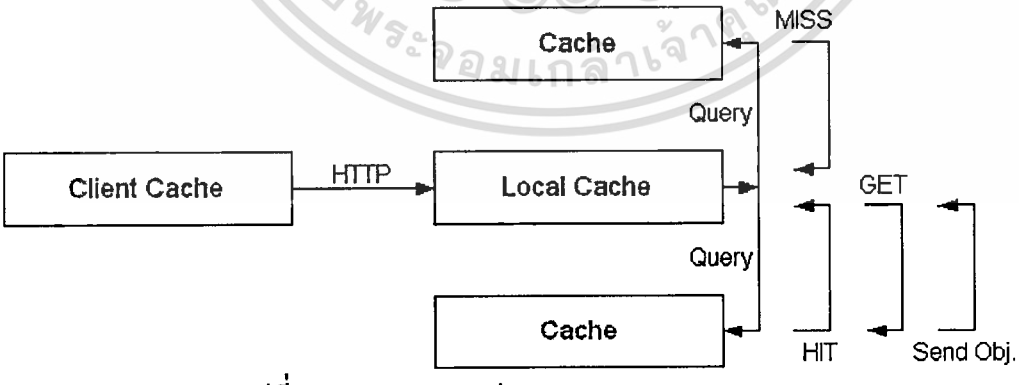
โดยแบ่ง แคช (Cache) เป็นลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับแคชเฉพาะที่ (Local Cache) คือ Parent Cache เป็น แคชที่ลำดับสูงกว่าอยู่หนึ่ง กับ Sibling Cache เป็น แคชที่อยู่ลำดับเดียวกัน โดยทั้งสองชนิดของแคช ต้องติดต่อโดยตรงกับแคชเฉพาะที่ ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งอาจจะเรียกรวมๆว่า Neighbor Cache

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ภาพแสดงรูปแบบการจัดวางของแคชใน ICP

ซึ่งเมื่อแคชเฉพาะที่ต้องการหาข้อมูลที่ต้องการใน Neighbor Cache แคชเฉพาะที่จะทำการสร้าง Query และส่งไปยัง Neighbor Cache ทุกตัว โดย Neighbor Cache จะตอบ Query ว่ามีข้อมูลที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งถ้า Neighbor Cache ทุกตัวตอบกลับมาว่าไม่มีข้อมูลที่ต้องการ แคชเฉพาะที่จะทำการติดต่อกับ Parent Cache ให้ดึงข้อมูลให้ หรือ กับเซิร์ฟเวอร์โดยตรง เพื่อที่จะขอรับข้อมูล แต่ถ้าแคชตัวใดมีข้อมูล จะทำการส่งข้อมูลนั้นมาเก็บไว้ที่แคชเฉพาะที่ แต่เนื่องจากว่าข้อมูลในแคชต้องมีความทันสมัยอยู่เสมอ ทำให้แคชต้องมีการ ปรับ (Update) ข้อมูลที่มีอยู่ทุกๆ 30 วินาที และการดึงข้อมูลของแคชต้องมีความเร็วสูง เพื่อให้แคชเฉพาะที่จะรอการตอบกลับของ Neighbor Cache ไม่เกิน 2 วินาที ดังรูปที่ 2.11.



รูปที่ 2.11 ภาพแสดงรูปแบบการทำงานของ ICP Protocol

2.5.1.2 กลไกการทำงานของ ICP

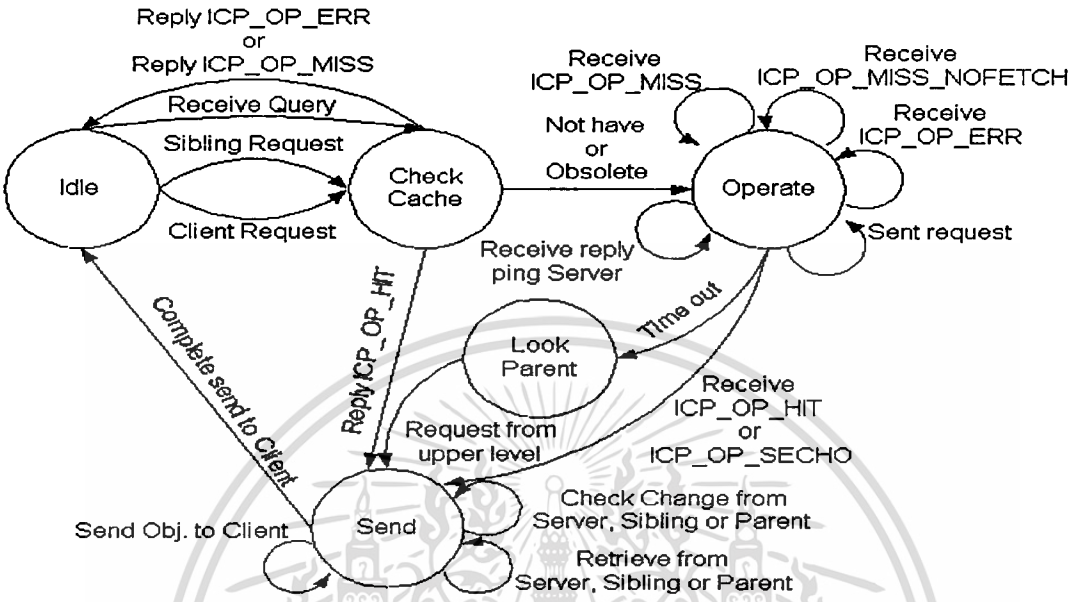
1. แคชเฉพาะที่ได้รับ HTTP Request จาก Client Cache

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แคชเฉพาะที่จะตัดสินใจในการใช้ ICP หรือไม่ขึ้นกับเหตุการต่อไปนี้
   2.1 มีข้อมูลอยู่ในแคชเฉพาะที่แล้ว
   2.2 เซิร์ฟเวอร์นั้นเป็น Local Server
3. ตัดสินใจว่าจะส่งไป Query ไปยัง Neighbor Cache ตัวไหนบ้าง
   3.1 ไม่ส่ง Query ไปยังแคชตัวที่ยกเว้นใน Configuration ของเครื่อง ทั้งในกรณีเฉพาะ Query บางชนิด หรือ Query ทั้งหมด
   3.2 แคชนั้นเป็น Sibling และ Query นั้นต้องการให้แคชนั้นดึงข้อมูลแทนให้
4. คำนวณ Reply ของ Query ที่คำนวณว่าจะมีการ Reply ซึ่งจะไม่รวมถึง
   4.1 แคชที่คิดว่า Down คือ แคชที่ขาดการติดต่อไป 20 ครั้งของ Query
   4.2 การใช้ Multicast ในการส่ง ICP
5. การนับเวลา Timeout เนื่องจากว่า ICP ต้องการความเร็วในการติดต่อ จึงใช้ UDP ในการติดต่อ ทำให้อาจมีข้อมูลหายในระหว่างการติดต่อได้ ทำให้แคชต้องมีการใช้ Timeout เพื่อที่จะไม่ต้องรอ Reply จาก Neighbor Cache นานเกินไป ซึ่งโดยปกติจะเป็น 2 วินาทีตั้งแต่ส่ง Query อันแรก
6. การตอบ ICP Reply เมื่อได้รับ Query เนื่องจากว่า ICP ต้องการให้มีความเร็วในการส่งข้อความสูงทำให้ส่งข้อมูลในจำนวนน้อย ทำให้มีการส่ง OP code ในการแสดงสถานะของคำตอบ โดยชนิดของ OP code ที่ตอบมีดังนี้
   6.1 ICP_OP_ERR จะตอบเมื่อ Query Fail
   6.2 ICP_OP_DENIED ตอบในกรณี Cache ตัวนี้ไม่ยินยอมที่จะตอบ Query อันนี้ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่ามีการตั้งค่าผิดพลาดของตัวใดตัวหนึ่ง ซึ่งถ้าการตอบเป็น 95 ครั้งจาก 100 ครั้งจะไม่มีการตอบกลับไปอีก
   6.3 ICP_OP_HIT ตอบในกรณีตรวจแล้วว่ามี ข้อมูล URL ที่ส่งมากับ Query ในแคช และยังทันสมัยอยู่ (ข้อมูลไม่เกิน 30 วินาที)
   6.4 ICP_OP_HIT_OBJ จะเหมือนกับ ICP_OP_HIT แต่จะมีการใส่ส่วนของข้อมูลไปกับ Reply ด้วย ซึ่งจะไม่นิยมทำนักเพราะว่าในบางครั้งข้อมูลอาจจะมีขนาดใหญ่กว่า MTU ทำให้มีปัญหาในการประกอบ (Assembly) ซึ่งจะทำก็ต่อเมื่อ Query มี ตัวบ่งชี้ (Flag) ICP_FLAG_HIT_OBJ มาเท่านั้น
   6.5 ICP_OP_MISS_NOFETCH ตอบในกรณี แคชเป็น Sibling และไม่มีข้อมูล URL ตาม Query ซึ่งจะไม่มีการดึงข้อมูล URL นั้นส่งกลับไปยังเครื่องที่ถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อกำหนดที่กล่าวมาสามารถที่จะแสดงเป็นแผนภาพการเปลี่ยนสถานะได้ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนสถานะในระบบเครื่องบริการแทนที่สื่อสาร โพรโตคอล ICP

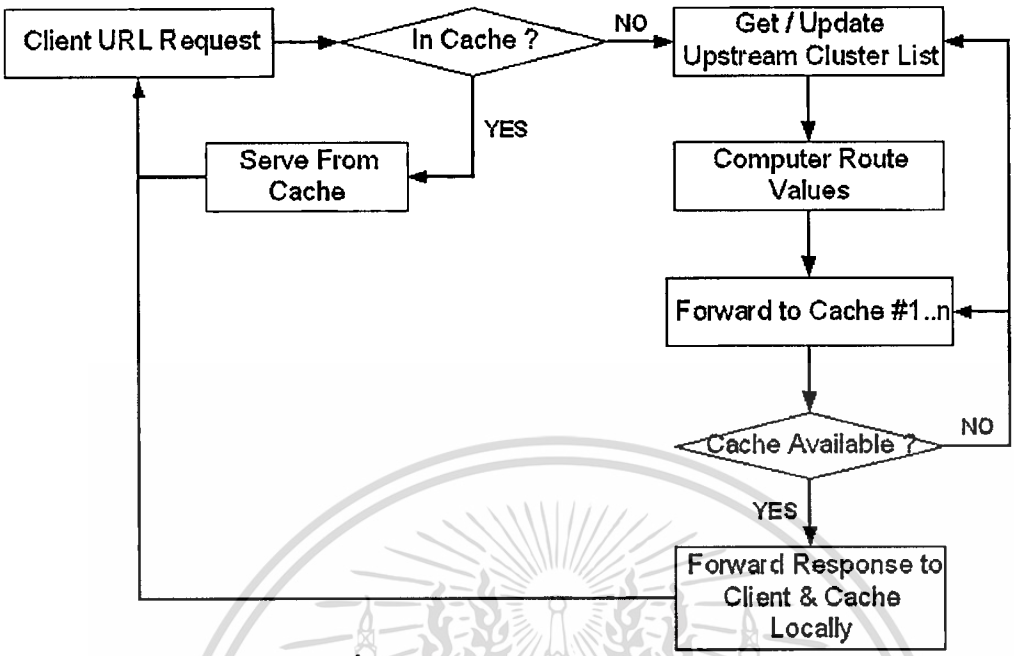
2.5.2 CARP (Cache Array Routing Protocol) version 1.0

CARP เป็นโพรโตคอลที่ใช้ในการจัดการการเข้าถึงแคช มีได้ 2 แบบ คือ Hierarchical และ Distributed โดยได้ถูกนำเสนอโดยบริษัท Microsoft Corporation

2.5.2.1 รูปแบบการทำงานของ เครื่องบริการแทน ที่ใช้โพรโตคอล CARP

เมื่อไคลเอนต์ส่งผ่าน Request มาสู่เครื่องบริการแทนที่ได้กำหนดค่าเอาไว้ แคชเฉพาะที่จะทำการ Update Array Membership List เพื่อที่จะค้นหาที่อยู่ของข้อมูล โดยการคำนวณโดยใช้ Hash Function กับ ค่าของเซิร์ฟเวอร์ และ URL ที่ต้องการหา ซึ่ง Hash Function ที่ได้จะมีค่าสูงสุด ใน Array Membership List เมื่อได้ที่อยู่ของข้อมูลนั้นแล้ว แคชเฉพาะที่จะทำการ Forward Request ของ Client Cache นั้นไปยังแคชตัวนั้นซึ่งจะไม่มีการดึงข้อมูลเข้ามาเก็บที่แคชเฉพาะที่ Flow Chart แสดงดังรูปที่ 2.13

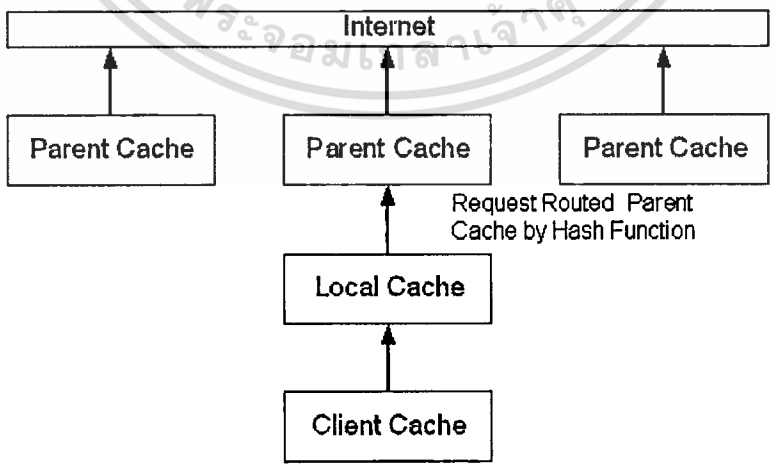
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ภาพแสดง Flow Chart ของ CARP

2.5.2.2 การทำงานของ Hierarchical Cache

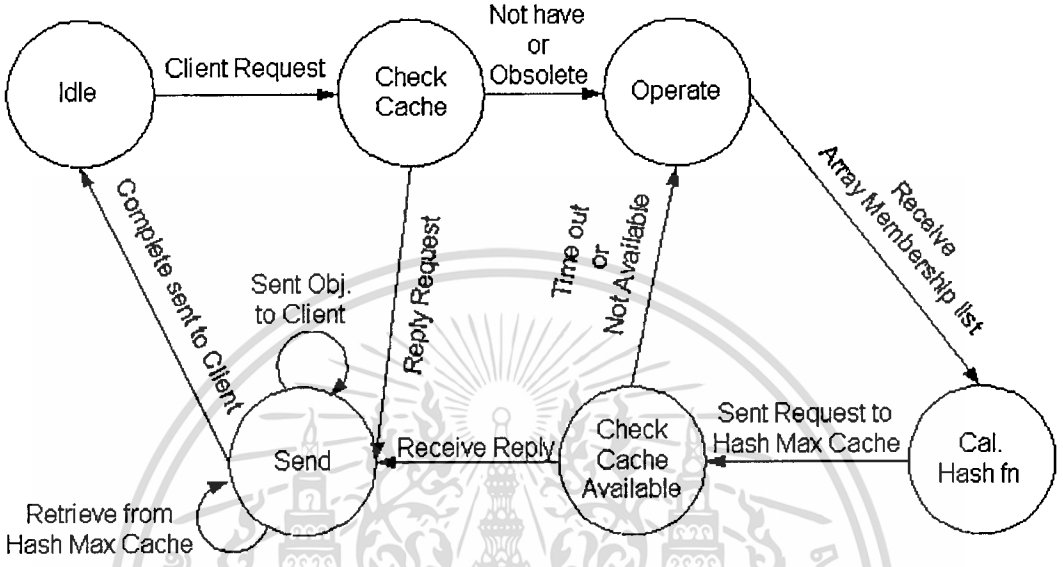
Hierarchical cache จะประกอบด้วย Cache ที่ติดต่อกับ Internet หลายๆตัว(Parent Cache) ซึ่ง แคชเฉพาะที่ติดต่อกับ Client Cache จะทำการดึง Array Membership list จาก Parent Cache และทำการคำนวณหาค่าจาก Hash Function ในการที่จะ Forward Request ของ Client Cache ไป ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ภาพแสดงรูปแบบการจัดวางของ Cache ใน CARP แบบ Hierarchical

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

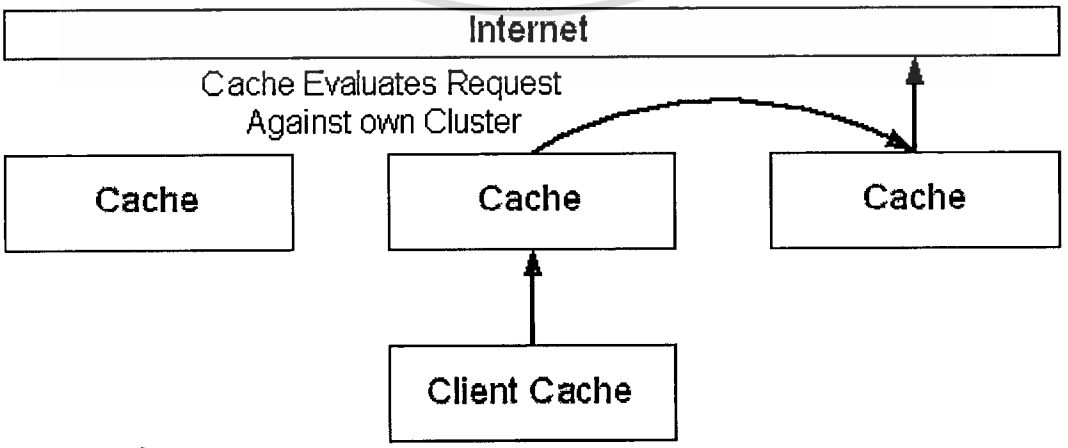
จากขั้นตอนการทำงานของระบบเครื่องบริการแทนที่สื่อสารด้วย โพรโตคอล CARP จะสามารถแสดงเป็นภาพการเปลี่ยนสถานะได้ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ภาพแสดงการเปลี่ยนสถานะของระบบเครื่องบริการแทนที่สื่อสาร โพรโตคอล CARP

2.5.2.3 การทำงานของ Distributed Cache

Client Cache จะทำการติดต่อกับแคชที่ได้ตั้งค่าไว้ ซึ่งแคชนั้นจะเป็นกลุ่มของแคชซึ่งเมื่อแคชที่รับผิดชอบ Client Cache นี้จะทำการคำนวณ Request ด้วย Hash Function และจะทำการ Forward Request ไปยังแคชตาม Array Membership List ซึ่ง Cache ตัวที่มีข้อมูลอยู่จะรับผิดชอบว่าจะส่งข้อมูลไปให้ Client Cache ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ภาพแสดงรูปแบบการจัดวางของ Cache ใน CARP แบบ Distributed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การจำลอง (Simulation)

การหาพฤติกรรมของระบบที่สนใจ ทำโดยการสร้างจากความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์หรือทางตรรกศาสตร์ซึ่งเรียกรวมว่าเป็นการสร้างแบบจำลอง (Model) ในระบบที่ไม่ความซับซ้อนสามารถที่จะสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อที่จะได้สารสนเทศที่เกี่ยวกับปัญหาที่สนใจได้ วิธีการแบบนี้จะเรียกว่า Analytic แต่สำหรับระบบที่มีความซับซ้อนมากการทำ Analytical โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้ยาก การที่จะหาพฤติกรรมของระบบที่ซับซ้อนจะมีการใช้การจำลองในการเก็บข้อมูลเพื่อหาพฤติกรรมของระบบแทน

ตัวอย่างของโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้กับการจำลอง

การออกแบบ และการวิเคราะห์เกี่ยวกับระบบการผลิต

การพิจารณาความต้องการของฮาร์ดแวร์ หรือโพรโตคอล สำหรับการติดต่อสื่อสารในระบบเน็ตเวิร์ค

การออกแบบ และดำเนินการ ระบบการขนส่ง เช่น ทางอากาศ ทางเรือ และทางรถยนต์

การทดสอบ สำหรับการบริการ เช่น Call-Center ร้านอาหารจานด่วน และโรงพยาบาล

การวิเคราะห์ระบบ ทางการเงิน หรือทางเศรษฐศาสตร์

2.6.1 ระบบที่สนใจ (System) และ สิ่งแวดล้อมของระบบ (Environment)

ในการทำการจำลอง จะมีการสร้างแบบจำลองขึ้นมา เพื่อการจำกัดขอบเขตในการศึกษา ให้เป็นไปตามจุดประสงค์ และสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ตอบปัญหาของพฤติกรรม ทำให้ต้องมีการกำหนด ระบบที่สนใจ (System) และ สิ่งแวดล้อมของระบบ (Environment)

ระบบ (System) หมายถึง ส่วนที่ต้องการศึกษาซึ่งประกอบด้วย เอนทิตี (Entity) ต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยระบบจะแยกได้เป็น 2 ประเภทคือ ระบบต่อเนื่อง (Continuous) และ ระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete)

2. ระบบต่อเนื่อง หมายถึง ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรสภาวะในระบบขึ้นกับเวลา เช่น การที่มีความดันที่ปีกเครื่องบินที่เคลื่อนที่ในอากาศ จะมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว และ ตำแหน่งของเครื่องบิน ณ เวลาต่างๆ
3. ระบบไม่ต่อเนื่อง หมายถึง ระบบที่มีความเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรสถานะในระบบอย่างทันทีทันใด โดยไม่ขึ้นกับเวลาที่เปลี่ยนไป เช่น การใช้บริการลูกค้าในธนาคาร จะเปลี่ยนแปลงสถานะเมื่อลูกค้าเข้ามาใช้บริการ และ เปลี่ยนสถานะเมื่อเลิกใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบางระบบเป็นไปได้ว่าเป็นทั้ง แบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องทั้งสองอย่าง ซึ่งเมื่อนำมาสร้างแบบจำลอง จะต้องเลือกลักษณะเด่นของระบบที่จะศึกษาว่าเป็น แบบต่อเนื่องหรือแบบไม่ต่อเนื่องอย่างใดอย่างหนึ่ง

สิ่งแวดล้อม (Environment) จะหมายถึงส่วนที่อยู่นอกเหนือจากการศึกษา ซึ่งเป็นการแบ่งขอบเขตการสนใจไม่ให้ซับซ้อนเกินกว่าจะสร้างแบบจำลองได้

2.6.2 เอนทิตี (Entity) ลักษณะประจำ (Attribute) สถานะ (State) กิจกรรม (Activity) เหตุการ (Event)

เอนทิตี (Entity) ซึ่งในระบบจะประกอบไปด้วยเอนทิตีหลายชนิด ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ลูกค้า จุดให้บริการ โดยการแบ่งแยกลักษณะของแต่ละเอนทิตีนั้นจะได้จากกลุ่มของค่าลักษณะประจำ (Attribute) ค่าลักษณะประจำที่สำคัญอันหนึ่งคือ สถานะ (State) ซึ่งเป็นตัวบอกถึงสถานะของเอนทิตีนั้น และในแต่ละเอนทิตี จะมีกิจกรรม (Activity) ที่กระทำเมื่อได้รับเหตุการ (Event) ต่างๆซึ่งเหตุการแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ Endogenous และ Exogenous

Endogenous คือกิจกรรม หรือ เหตุการ ที่เกิดขึ้นในระบบ เช่น การบริการที่จุดให้บริการ

Exogenous คือ กิจกรรม หรือ เหตุการ ที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมของระบบ แต่มีผลต่อระบบที่สนใจ เช่น การเข้ามาของลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการ

2.6.3 แนวทางในการหาพฤติกรรมของระบบ

ในการหาพฤติกรรมของระบบเป็นไปได้หลายวิธี ซึ่งขึ้นกับความเหมาะสมของแต่ระบบ การทำการทดลองกับระบบจริง กับ การทำการทดลองกับแบบจำลอง

เพื่อหาพฤติกรรมของระบบคงปฏิเสธไม่ได้ว่าการทำการทดลองกับระบบจริงนั้นจะได้ข้อมูลที่ดีที่สุด แต่โอกาสในการทำกับระบบจริงนั้นคงเป็นไปได้ยาก เพราะมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ค่าใช้จ่ายของการทำบนระบบจริง ซึ่งทำให้ต้องมีการหยุดงานที่ดำเนินอยู่เดิมเพื่อมาทดลองทำกับงานระบบใหม่ ซึ่งผลที่ได้รับอาจจะทำให้สูญเสียรายได้ที่ควรได้รับกับระบบเดิม ถ้าการทดลองนั้นไม่สามารถเพิ่มรายได้หรืออยู่ในช่วงทดลอง การทำในสิ่งที่เป็นไปได้ยาก และค่าใช้จ่ายสูง เช่น การทำการทดลองที่มีความเสี่ยงสูง และมีความสูญเสียจำนวนมาก เช่น การทำการทดลองอาวุธปรมาณู ซึ่งทำการทดลองไม่ได้เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียว เพราะฉะนั้นการทำการทดลองกับแบบจำลองดูจะเป็นหนทางออกเดียวที่มีทางเป็นไปได้ ถึงแม้ว่าผลการทดลองจะไม่สมบูรณ์เหมือนการทดลองกับระบบจริง แต่ถ้ามีการควบคุม และจำกัดขอบเขตส่วนที่ต้องการศึกษาที่เหมาะสม ก็ทำให้พฤติกรรมมีผลคล้ายคลึงกับการทดลองกับระบบจริงได้

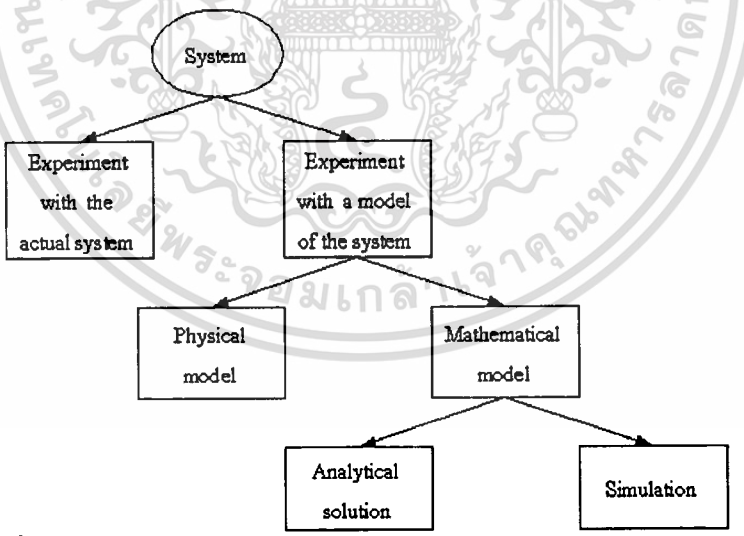
การทำการทดลองกับแบบจำลองทางกายภาพ กับการทำการทดลองบนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละชนิดของแบบจำลองนั้นขึ้นกับชนิดของงานที่จะทำการศึกษา การใช้แบบจำลองทางกายภาพส่วนมากจะทำในงานที่ในในเชิงวิศวกรรม และการจัดการ เช่น การทำแบบจำลองรถต้นแบบในอุโมงค์ลม เพื่อศึกษาการไหลของอากาศที่ผ่านตัวรถ หรือการดูการดำเนินงานสายการผลิต ส่วนในงานที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะใช้ในงานศึกษาพฤติกรรมในเชิงความสัมพันธ์และในเชิงปริมาณ ที่ตอบสนอง เช่น การหาพื้นที่ของทรงกลม ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับปริมาตรของก๊าซ

การทำ Analytical กับ การทำการจำลอง

ในการทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถตอบปัญหาที่สนใจได้ โดยได้รับข้อมูลจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น และถ้าระบบที่สนใจมีความซับซ้อนไม่มากนัก อาจจะสามารถหาผลสรุปในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งวิธีนี้จะเรียกว่า วิธี Analytical แต่ถ้าระบบที่สนใจมีความซับซ้อนมาก ยากต่อการแทนผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจจะมาจากความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน การใช้วิธี Analytical ไม่เหมาะสมในการหาผลสรุปของระบบนี้ นำไปสู่การใช้การจำลอง ในการหาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและ หาผลสรุปจากผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองแทน



รูปที่ 2.17 ภาพแสดงโครงสร้างแนวทางในการหาพฤติกรรมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ชนิดของ Simulation Model

สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ

1. การมีผลกับเวลาที่เปลี่ยนไป

Static Simulation Model เป็นแบบจำลองที่ใช้แสดงระบบที่เวลาใดเวลาหนึ่ง โดยเวลาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงไปของเวลา เช่น Monte Carlo Model ซึ่งเกิดในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ที่จะต้องการพัฒนาระเบิดปรมาณู เพื่อดูปฏิกิริยาตอบสนองที่เกิดขึ้น

Dynamic Simulation Model เป็นแบบจำลองที่แสดงถึงระบบที่มีผลกับเวลาที่ผ่านไป เช่น สายพานการผลิต เมื่อเวลาผ่านไปวัสดุที่อยู่บนสายพานจะเคลื่อนที่ตามความเร็วของสายพาน

2. ชนิดของตัวแปร

Deterministic Simulation Model คือแบบจำลองที่ไม่มีส่วนประกอบของระบบการสุ่มของข้อมูลที่เข้าไปในระบบ เช่น การสร้างแบบจำลองทางเคมีโดยใส่ค่าข้อมูลทางเคมีเข้าไปเพื่อได้ผลลัพธ์ของโครงสร้างการจัดเรียงของอิเลคตรอน

Stochastic Simulation Model คือแบบจำลองที่มีส่วนประกอบของระบบการสุ่มของข้อมูลที่เข้าในระบบ เพื่อที่จะแสดงถึงพฤติกรรมของระบบ เช่น ระบบสินค้าคงคลัง จะไม่ทราบเลยว่ามีการใช้วัสดุในจำนวนเท่าไร การใช้การสร้างค่าข้อมูลเข้าแบบสุ่ม เพื่อเป็นตัวแทนความเป็นไปได้ของปริมาณการใช้วัสดุ

3. รูปแบบของเหตุการ

Continuous Simulation Model คือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของ ตัวแปรในระบบ (State Variable)อย่างต่อเนื่องขึ้นกับเวลาที่เปลี่ยนไป เช่น ความดันที่เปลี่ยนไป ณ จุดหนึ่งของปีกเครื่องบิน เมื่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องบิน และทิศทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนไป ซึ่งความดันเพิ่มขึ้นหรือลดลงที่ละน้อยตามเวลาเพื่อหาจุดสมดุลย์ใหม่

Discrete Simulation Model คือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรในระบบอย่างทันที ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น สถานะของผู้ใช้บริการที่ เปลี่ยนจากการใช้เป็นการเลิกใช้เมื่อเสร็จสิ้นการใช้บริการ

2.6.5 Discrete Event Simulation

การทำการจำลอง มีได้หลายรูปแบบขึ้นกับลักษณะของระบบที่สนใจ ซึ่ง Discrete Event Simulation ก็เป็นรูปแบบหนึ่งของการทำการจำลอง ซึ่ง Discrete Event Simulation พิจารณาชนิดของแบบจำลองการจำลอง ที่สนใจเกี่ยวกับเวลา (Dynamic Simulation Model) การมีตัวแปรเข้าแบบสุ่ม (Stochastic Simulation Model) และการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรอย่างทันทีทันใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Discrete Simulation Model) การทำ Discrete Event Simulation สามารถใช้การคำนวณด้วยคนได้ แต่เนื่องจากการที่มีข้อมูลจำนวนมาก และระบบมีความซับซ้อนมากทำให้ใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณแทน เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และความถูกต้อง

2.6.6 กลไกการเพิ่มเวลาของการจำลอง (Time Advance Mechanism in Simulation)

ในการการจำลอง ที่ต้องดำเนินไปตามเวลา ซึ่งจะมีตัวแปรตัวหนึ่งในการเก็บค่าของเวลา ณ ช่วงต่างของการจำลอง ที่เรียกว่า Simulation Clock เมื่อเวลาในการจำลองเปลี่ยนไปเป็นการเพิ่มค่าให้กับตัวแปร Simulation Clock มีบ่อยครั้งที่มีความสับสนระหว่าง Simulation Clock กับเวลาที่ใช้ในการจำลอง แต่เมื่อ Simulation Clock เป็นตัวแปรตัวหนึ่งจึงไม่มีความสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในการจำลอง

รูปแบบในการเพิ่มขึ้นของเวลาของ Simulation Clock แบ่งได้ 2 ประเภทคือ

1. Fixed-increment Time Advance เป็นการเพิ่มค่า Simulation Clock เป็นช่วงๆ ที่มีขนาดคงที่ มีการเพิ่มค่า Simulation Clock ขนาด ΔT ทุกๆช่วง ถ้ามีเหตุการเกิดขึ้นระหว่างช่วง ΔT จะถูกกระทำ ณ จุดสิ้นสุดของเวลาแต่ละช่วงของ ΔT นั้น

รูปที่ 2.18 ภาพแสดงกลไก Fixed-increment Time Advance

ที่ช่วง $[0,\Delta T)$ มีการตรวจสอบพบว่ามี เหตุการ e_1 เกิดขึ้น เหตุการ e_1 จะถูกดำเนินการเมื่อสิ้นสุดที่เวลา ΔT และมีการเพิ่มค่า ΔT

ที่ช่วง $[\Delta T, \Delta 2T)$ ไม่มีเหตุการอะไรเกิดขึ้นแต่ กลไกยังคงตรวจสอบเหตุการที่เกิดขึ้นว่ามีหรือไม่

ที่ช่วง $[2\Delta T, 3\Delta T)$ มีเหตุการเกิดขึ้น 2 เหตุการคือ e_2 และ e_3 แต่กลไกทำการตรวจสอบเหตุการที่เกิดขึ้นที่เวลา $3\Delta T$ ทำให้เสมือนกับ e_2 และ e_3 ทำงานพร้อมกัน

จากกลไกนี้มีข้อด้วยอยู่ 3 ประการคือ

1.1. ความผิดพลาดในการตรวจสอบเหตุการที่เกิดขึ้น ณ เวลา $n\Delta T$ แต่ละช่วง เพราะเหตุการไม่ได้เกิดที่จุดเวลาเท่ากับ $n\Delta T$ เมื่อ n เป็นเลขจำนวนเต็มบวกใดๆ

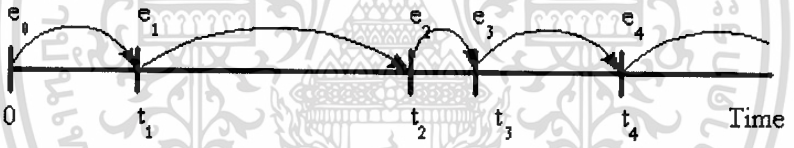
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. ถ้ามีเหตุการมากกว่า 1 เหตุการใน 1 ช่วงเวลาจะถูกพิจารณาว่าเกิดขึ้นพร้อมๆกัน ทั้งที่จริงแล้วไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกัน

1.3. ถ้าไม่มีเหตุการเกิดขึ้นเลยแต่ กลไกยังตรวจสอบทำให้เสียเวลาโดยในการทำงานโดยไม่จำเป็น

ทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้คือ การลดขนาดของ ΔT ลงทำให้สามารถมีเพียงเหตุการเดียวในแต่ละช่วง แต่ทำให้ต้องมีจำนวนครั้งในการตรวจสอบเหตุการมากขึ้นทำให้เสียเวลาในการทำการจำลอง มากขึ้นเช่นกัน ทำให้กลไกแบบนี้ไม่เหมาะสมกับการทำ Discrete Event Simulation ที่มีระยะเวลาในการเกิดเหตุการที่ไม่แน่นอน

2. Next-Event Time Advance กลไกนี้จะต้องทำการเริ่มต้นค่าตัวแปร Simulation Clock ที่ 0 เสมอ และจะเพิ่มค่าของ ตัวแปร Simulation Clock ทุกครั้งที่ เพื่อให้ดำเนินการจำลองต่อไปยังเหตุการลำดับถัดไป ทำให้กลไกแบบนี้เหมาะสมกับการทำ Discrete Event Simulation ที่มีระยะเวลาในการเกิดเหตุการที่ไม่แน่นอน



รูปที่ 2.19 ภาพแสดงกลไก Next-Event Time Advance

เหตุการเกิดที่ Simulation Clock มีค่าเท่ากับ 0

ที่ e_0 เริ่มการทำการจำลอง ทำการตรวจสอบว่าเหตุการ ลำดับถัดไปอยู่ห่างเวลาเท่าไรแล้วจะทำการเพิ่มค่าให้ Simulation Clock จากรูปจะเพิ่มค่า ΔT_1

ที่ e_1 กระทำกิจกรรม แล้วทำการตรวจสอบเหตุการสำดับถัดไปอยู่ห่างเป็นเวลา ΔT_2

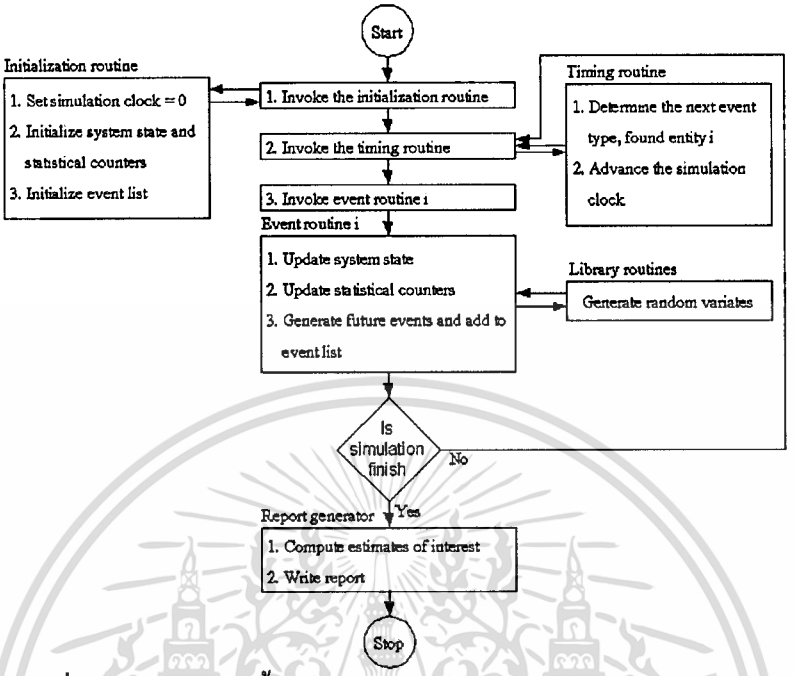
ที่ e_2 จะทำเช่นเดียวกัน e_1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นไม่แน่นอน

2.6.7 กลไกการทำงานของโปรแกรมการจำลอง

1. Initialization routine จะเริ่มต้น ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ที่ใช้ในการทำการจำลอง เช่น Simulation Clock มีค่าเป็น 0 ค่าตัวแปรที่ใช้ในการนับค่าทางสถิติ และทำการสร้าง Event List ซึ่งเป็นรายการที่ใช้เก็บเหตุการที่เกิดขึ้นในการทำการจำลอง

2. Timing routine ทำการตรวจสอบเหตุการ ใน Event list เพื่อเพิ่มค่า Simulation Clock ไปยังเหตุการนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 ภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการจำลอง

3. Event routine ทำการทำงานของเหตุการ นั้น อาจจะประกอบไปด้วย การ Update ตัวแปรสถานะของเอนทิตี ในระบบการเก็บค่าในตัวแปรทางสถิติ และการสุ่มข้อมูลเพื่อที่สร้างการเกิดเหตุการในอนาคต
4. ตรวจสอบว่าสิ้นสุดการทำการจำลองหรือไม่ ถ้าไม่จะกลับไปทำข้อ 2 ใหม่
5. ทำการคำนวณ และ สร้างรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์ และ ออกแบบการจำลอง

3.1 คำอธิบายระบบที่ทำการศึกษา

ระบบตัวบริการแทนที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบ ประกอบไปด้วย ระบบตัวบริการแทนที่ใช้โพรโตคอลในการติดต่อระหว่าง เครื่องบริการแทน 2 โพรโตคอลได้แก่ โพรโตคอล ICP และโพรโตคอล CARP

3.1.1 แนวทางการศึกษา

โดยในรูปแบบ การศึกษาจะมีการปรับเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมที่มีผลระบบ อย่างเช่น จำนวนไคลเอนต์ที่เข้าใช้ระบบ และคุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ในระบบตัวบริการแทน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและแสดงผลของพฤติกรรมของระบบที่ได้รับผลกระทบที่เปลี่ยนไป

ข้อกำหนด

- การปรับเปลี่ยนโดย เพิ่มจำนวนเครื่องไคลเอนต์ที่เข้าใช้บริการ
- จำนวนเครื่องที่ให้บริการ

3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

การวิเคราะห์ และออกแบบ แบบจำลองต้องอาศัยถึง แผนภาพในการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ (State Diagram) ที่เกิดขึ้นซึ่งแผนภาพนั้นต้องมีความเหมาะสมในการนำไปสร้างเป็นแบบจำลองของการจำลอง โดยการทำ Simplification เพื่อลดความซับซ้อนของการสร้างแบบจำลอง แต่ยังคงสามารถในการเป็นตัวแทนพฤติกรรมของระบบได้ หลังจากการทำ Simplification แล้วจะสามารถแบ่งอุปกรณ์เป็นส่วนย่อยได้ดังนี้

1. ส่วนรับบริการโดยเป็นส่วนรับเหตุการณ์และนำมาวิเคราะห์เหตุการณ์ที่ได้รับ ถ้าเป็นไปตามข้อกำหนดจะทำการดำเนินการตามพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ในส่วนนั้นๆ

2. ส่วนให้บริการ เป็นส่วนที่มีการดำเนินพฤติกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนสร้างข้อมูล และสร้างเหตุการออกสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

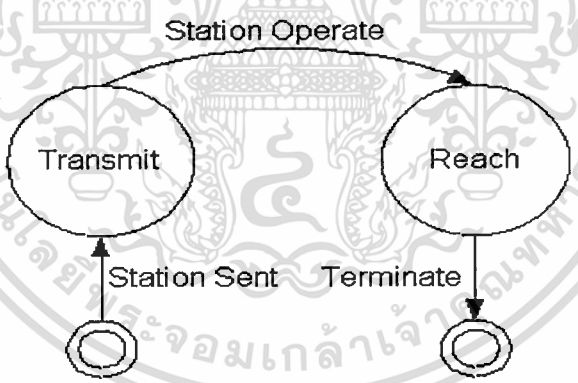
3.2.1 ส่วนรับบริการ

เป็นส่วนที่รับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ และค่อยวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมากระทบ ถ้าเหตุการณ์ที่เข้ามาเป็นไปตามข้อกำหนดที่ตั้งเอาไว้จะมีการดำเนินการต่อตามที่ได้สร้างโปรแกรมเอาไว้ ซึ่งในระบบแบบจำลองเครื่องบริการแทน จะประกอบด้วย Station ของ Proxy Server, ICP Server, CARP Server Client และส่วนการนำส่งข้อมูล เป็นจุดที่รับข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลที่ได้ ถ้าข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลของตนจะดำเนินการส่งข้อมูลไปยังส่วนให้บริการต่อไป

3.2.2 ส่วนให้บริการ

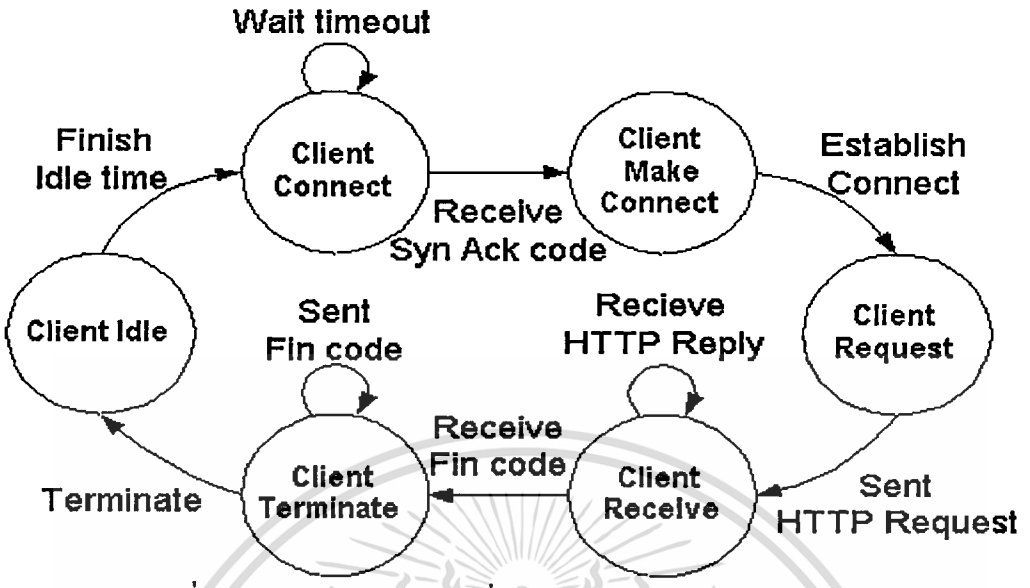
เป็นส่วนที่ดำเนินพฤติกรรมต่างๆ รวมถึงการสร้างเหตุการณ์ และข้อมูลในระบบแบบจำลอง ซึ่งในระบบแบบเครื่องบริการ จะประกอบด้วย Module ของ Proxy Server, ICP Server, CARP Server และ Client

รูปที่ 3.1 ถึง 3.6 แสดงการเปลี่ยนสถานะของแต่ละ Module ที่อยู่ในระบบแบบจะลองที่สร้างขึ้นซึ่งจะมี ชื่อของสถานะที่ตรงตามแบบจำลองที่สร้าง

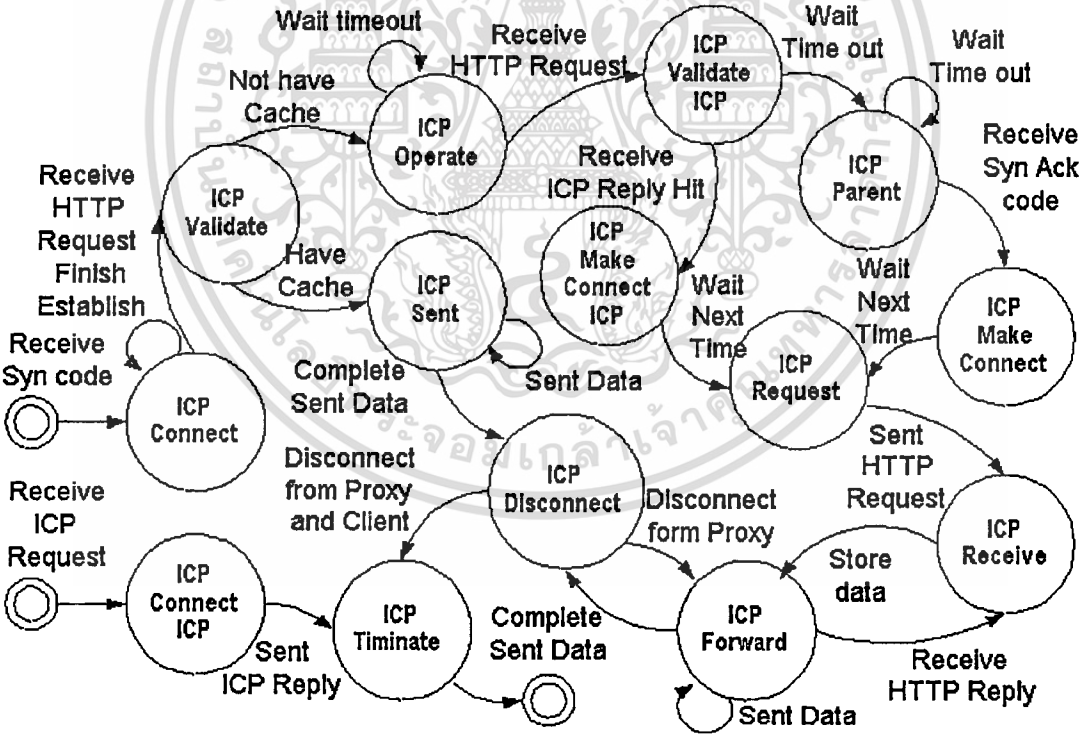


รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของข้อมูลในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

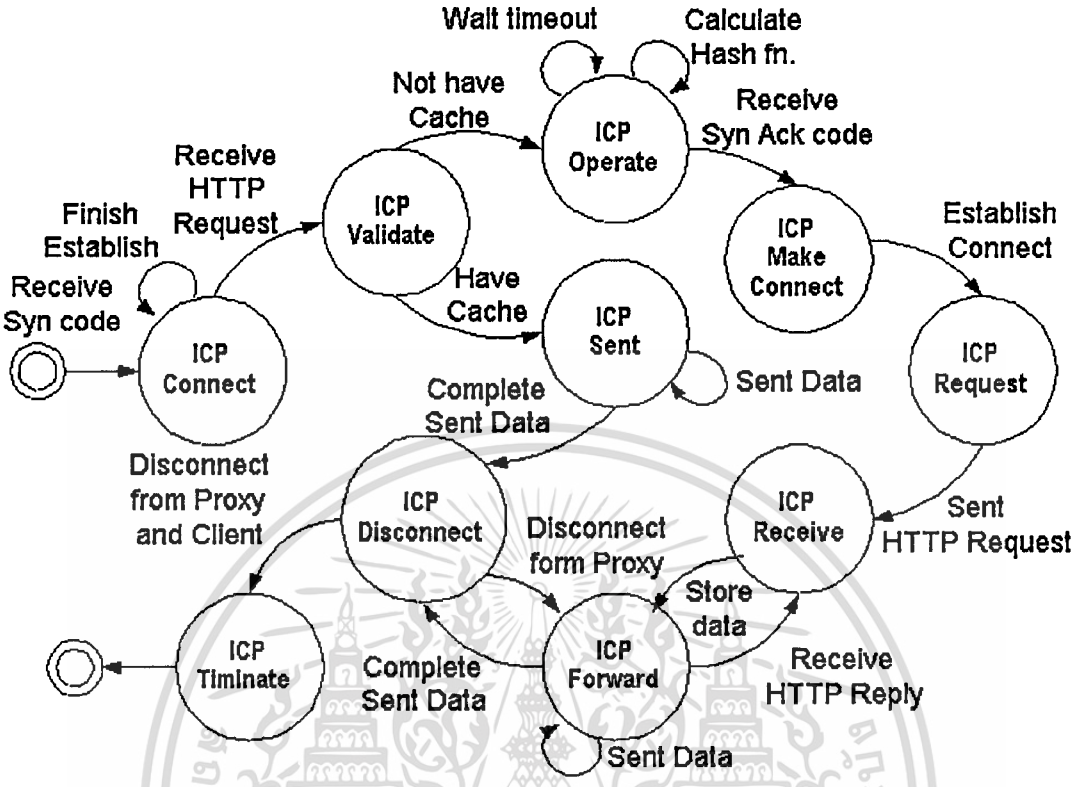


รูปที่3.2 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module Client

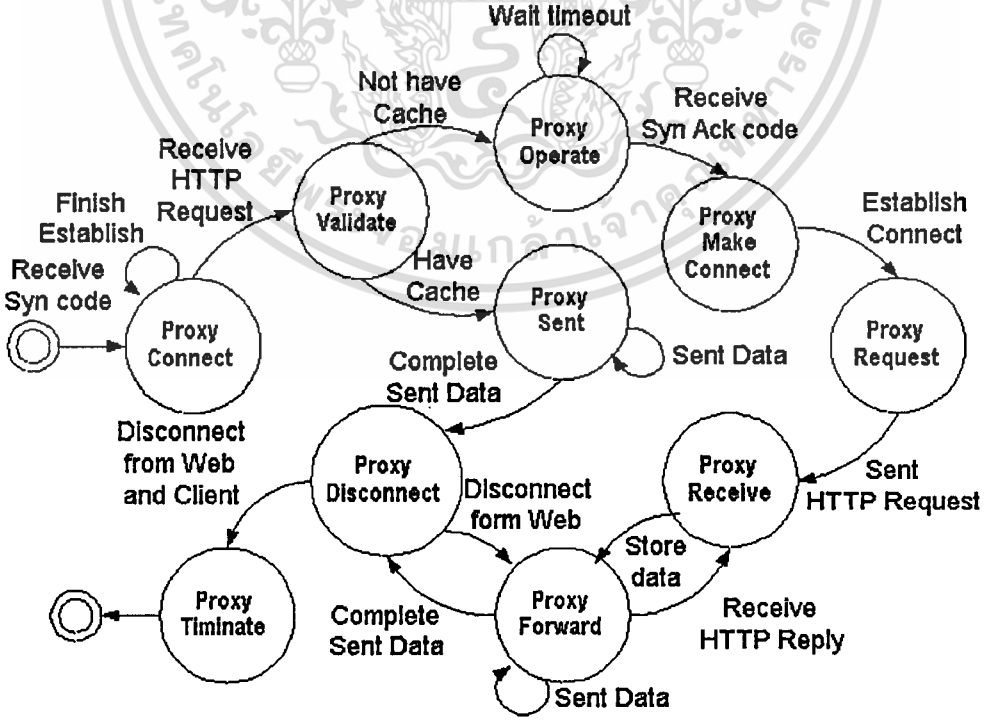


รูปที่3.3 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module CARP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

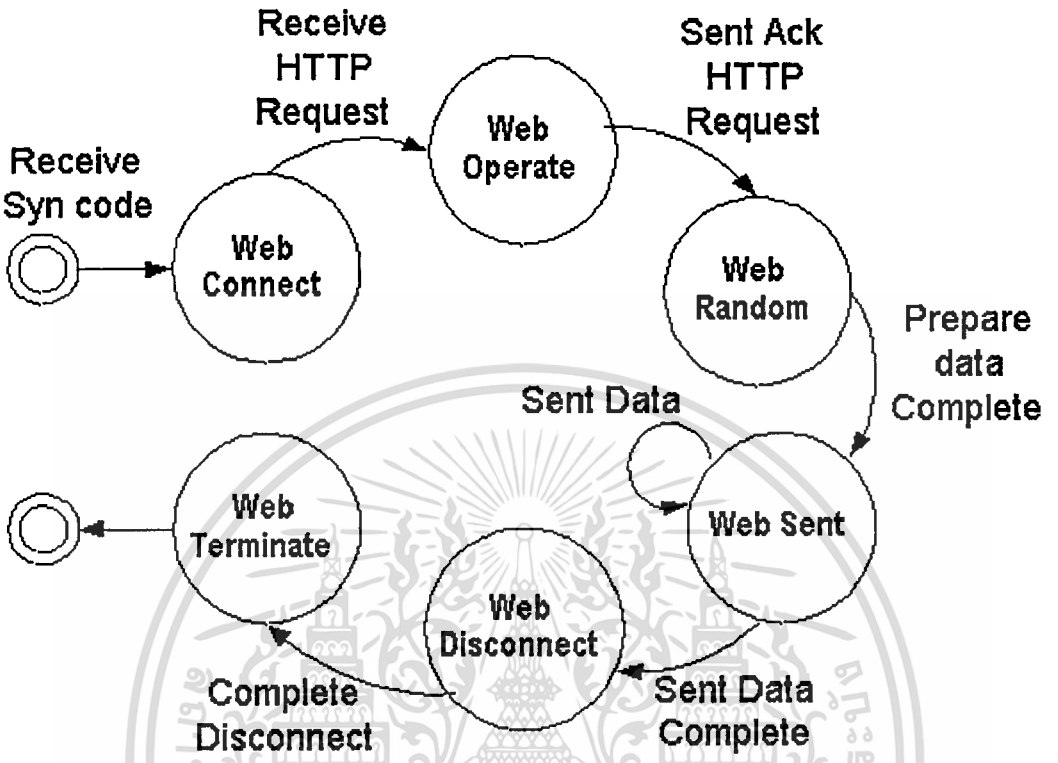


รูปที่3.4 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module ICP



รูปที่3.5 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module Proxy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Module Web

3.3 การควบคุมสภาวะ

เพื่อให้ได้ผลเป็นไปตามพฤติกรรมที่เหมือนกับเหตุการณ์จริง การกำหนดรูปแบบเหตุการณ์ที่เข้าใช้ระบบการจำลอง ควรมีการพฤติกรรมเหมือนกับ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบจริง ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ได้มาจาก Log files ของเครื่องบริการแทนจริง

3.3.1 การหาพฤติการการเข้าใช้ระบบเครื่องบริการแทน

การวิเคราะห์พฤติกรรม Log File ของเครื่องบริการแทน ทำให้ทราบว่าการเข้าใช้บริการเป็นเวลา 20:30 ชั่วโมง ของบริษัทแห่งหนึ่ง ที่มีผู้ใช้ประมาณ 250 คนโดยไคลเอนต์ทำการร้องของการเข้าสู่ Web site จะมีพฤติกรรมการแจกแจงแบบ Poisson โดยจำนวนครั้งการขอใช้บริการจะจำนวนครั้งต่อ 10 นาทีมีค่าเฉลี่ย 186.9 ครั้ง โดยสามารถคิดเป็นค่าเฉลี่ยการขอใช้บริการต่อ 1 วินาที คือ 186.9/600 = 0.3115 ครั้งต่อวินาที

สมการของ Poisson จะมีรูปดังนี้

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda t}(\lambda t)^x}{x!} = \frac{e^{-0.3115}(0.3115)^x}{x!}, x = 0,1,2,3,...$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การหาพฤติกรรมของการเข้า Web site ปลายทาง

พฤติกรรมการเข้า Web Site เนื่องจากเป็นข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องทำให้ต้องแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มย่อยเพื่อที่จะดำเนินการในการหาพฤติกรรม

จาก Log File สมมุติแบ่งข้อมูลการเข้า Web Site เป็น 6 กลุ่มโดยเรียงลำดับจากน้อยไปมากซึ่งจะได้ความน่าจะเป็นของการเข้าใช้บริการเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่าความน่าจะเป็นของการเข้าใช้บริการ Web Site

ชื่อกลุ่ม	จำนวนครั้งที่เข้าต่อวัน	% ความน่าจะเป็นในการเข้า Web Site	จำนวน Web Site
1	62	0.335	62
2	130	0.703	52
3	453	2.450	66
4	1412	7.637	60
5	6543	35.391	60
6	9888	53.483	20
รวม	18488	100	320

เพื่อความง่าย ต่อการสุ่มตัวอย่างจะตั้งสมมุติฐานให้เป็นการแจกแจงแบบ Uniformity โดยทำการเลือกช่วงของการเข้าใช้ตามค่าความน่าจะเป็นดังแสดงไว้ในตาราง 3.1

3.4 ข้อกำหนดในการสร้างแบบจำลองระบบบริการแทน

เนื่องจากจะเป็นการยากที่จะทำการสร้างแบบจำลองให้เหมือนกับระบบจริงทั้งหมดทำให้มีการทำ Simplification ระบบเพื่อให้สามารถสร้างแบบจำลองได้ แต่ยังคงรักษาความสามารถเป็นตัวแทนของระบบ โดยสามารถแสดงพฤติกรรมของระบบ และสามารถให้คำตอบต่อสมมุติฐานได้

ระบบตัวบริการแทนที่ทำการสร้างมีข้อกำหนดดังนี้

3.4.1.ระบบโครงข่าย

- แบ่งการทำงานเป็น Layer โดยทำการสร้างตั้งแต่ Network, Transport และ Application Layer โดยใช้โพรโตคอล IP, TCP, UDP และ HTTP
- จะไม่ถือว่ามีการส่งข้อมูลผิดพลาด และลำดับการส่งข้อมูล เกิดขึ้น
- ขนาดของ Header ในแต่ละโพรโตคอลจะมีขนาดคงที่
- ไม่มีการเกิด Congestion ในระบบการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โพรโตคอล IP จะประกอบไปด้วย Field บอก Field ที่บอกชนิดของโพรโตคอลที่ใช้ใน Transport Layer และ IP address ของเครื่องต้นทาง และเครื่องปลายทาง ส่วนอื่นๆอย่างเช่น Field แสดง Version, Internet Header Length, TOS หรือ Check Sum เป็นต้นจะไม่ถูกนำมาใช้และสนใจในโปรแกรมนี้
- Address ของแต่ละเครื่องจะไม่ซ้ำกันในระบบ
- โพรโตคอล TCP จะประกอบไปด้วย Field บอก Port ที่ใช้งานของ Protocol ซึ่งมีทั้งของฝั่งส่งและฝั่งรับ, Sequence Number, Code อย่าง ACK, SYN, PSH และ FIN และขนาดของ Window size ซึ่งส่วนที่ไม่ได้กล่าวอย่างเช่น Offset, Checksum, Urgent pointer และ Pad จะไม่ได้ถูกนำมาใช้
- มีการทำ Three Way Hand Shake เพื่อทำการสร้างการติดต่อ และมีการทำการ Disconnect
- มีการควบคุมปริมาณการส่งข้อมูลโดยใช้ Window Slide แต่ไม่มีการทำการปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้งาน Window Slide อย่างการแก้ปัญหา Silly Window Syndrome
- โพรโตคอล UDP จะใช้ข้อมูลแบบเดียวกับ TCP แต่จะไม่มีการใช้ Sequence Number และการสร้างการติดต่อ
- โพรโตคอล HTTP ประกอบด้วย Field บอกขนาดของข้อมูลที่ส่งมา, Web ปลายทางที่จะไป และชนิดของ Field HTTP
- จะมีการทำ Retransmit เมื่อไม่มีบริการว่าง และเว้นช่วงเวลา 60 วินาทีและมีระยะคงที่

3.4.2 โครงสร้างของหน่วยการติดต่อสื่อสาร

- ส่วนประกอบแต่ละหน่วยจะประกอบด้วย Station ของหน่วยซึ่งจะมีเพียง 1 Station ต่อ 1 เครื่องซึ่งจะใช้ในการรับข้อมูลและดำเนินการต่อไป
- ส่วนประกอบในการทำกระบวนการติดต่อและส่งข้อมูลซึ่งจะมีได้หลาย Module ต่อเครื่อง 1 เครื่อง
- ไคลเอนต์ จะประกอบด้วย 1 Station และ 1 Module เท่านั้น
- เซิร์ฟเวอร์ จะประกอบด้วย 1 Station และ หลาย Module ได้ ซึ่งจำนวนของ Module จะสามารถปรับได้
- การใช้บริการ Module จะทำการจองและใช้ตลอดการทำงาน โดยจะจองเมื่อทำการสร้าง Connection (ส่ง Syn Code ไปจอง) และปล่อยเมื่อทำการ Disconnection (ทำการยกเลิกอย่างสมบูรณ์)

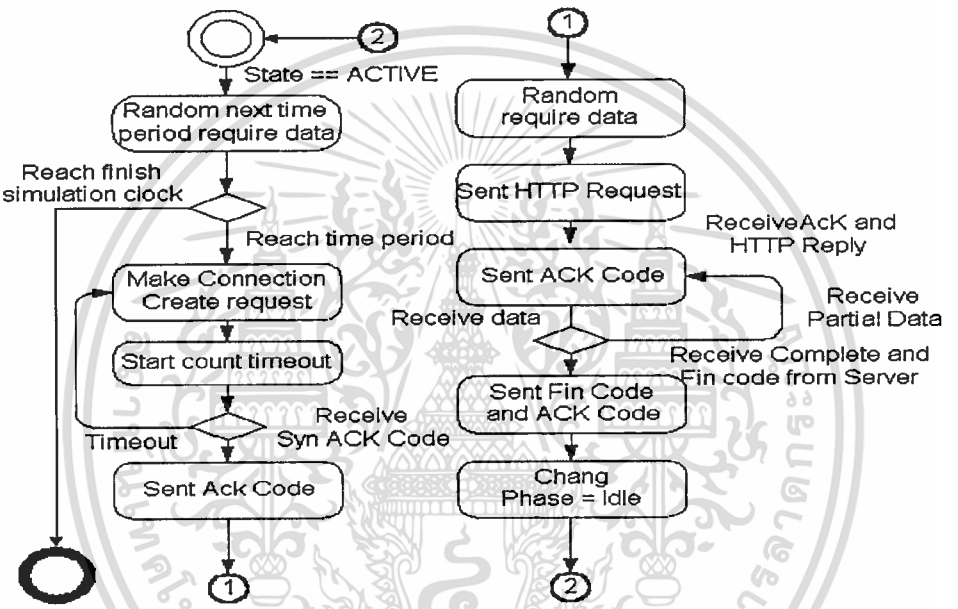
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ขั้นตอนการทำงานของแต่ละ Module

เพื่อเข้าใจการเปลี่ยนแปลงสถานะของแต่ละ Module จะต้องเข้าใจขั้นตอนของการทำงานในแต่ละ Module ในแบบจำลอง

3.5.1 ขั้นตอนการทำงานของ Client Module

Client Module เป็นผู้สร้างเหตุการที่เกิดขึ้นในระบบและทำการติดต่อกับเครื่องผู้ให้บริการที่อยู่เหนือขึ้นไป โดยมีขั้นตอนการทำงานดัง รูปที่ 3.9

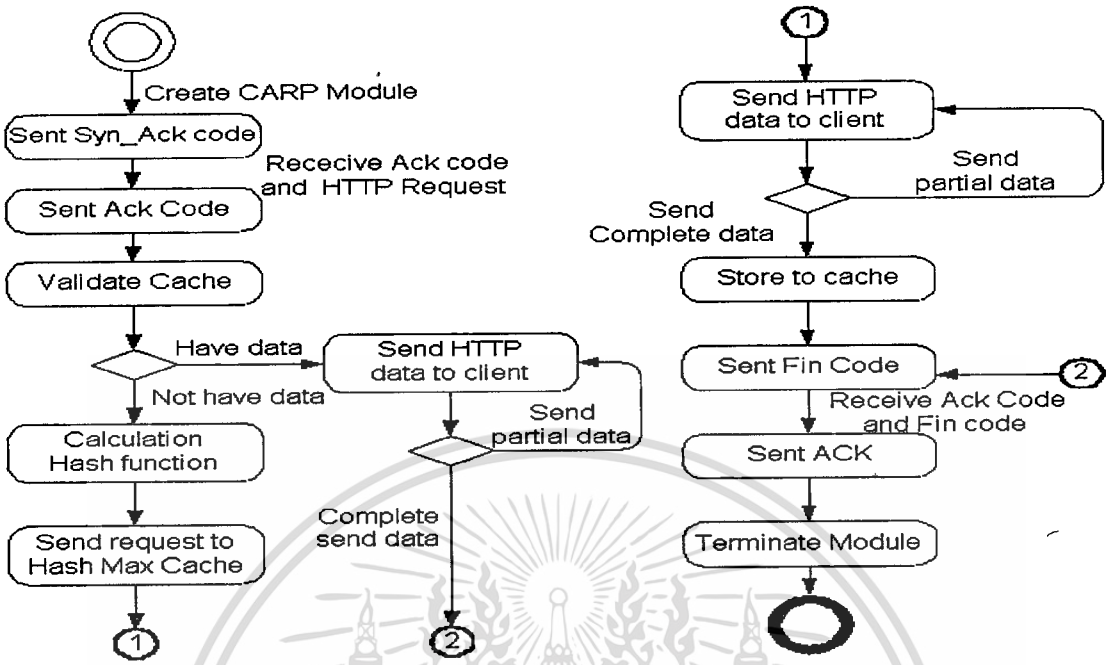


รูปที่ 3.6 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ Client Module

3.5.2 ขั้นตอนการทำงานของ CARP Module

CARP Module จะอยู่ระหว่าง Client กับ Proxy โดยทำงานตาม โพรโตคอล CARP โดยมีขั้นตอนการทำงานดัง รูปที่ 3.7

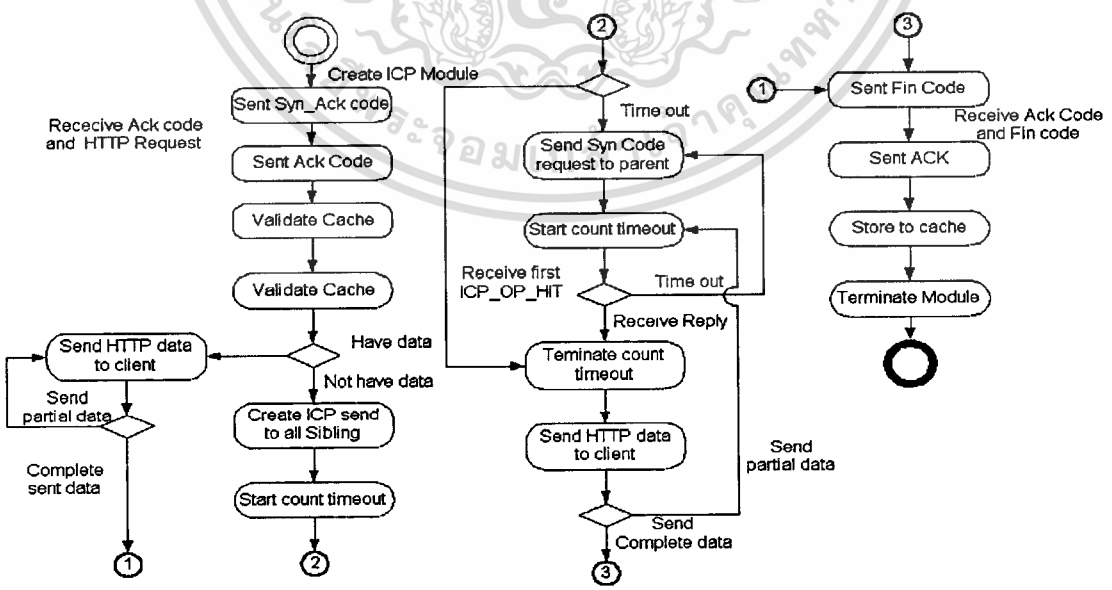
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ CARP Module

3.5.3 ขั้นตอนการทำงานของ ICP Module

ICP Module จะอยู่ระหว่าง Client กับ Proxy โดยทำงานตาม โพรโตคอล ICP โดยมีขั้นตอนการทำงานดัง รูปที่ 3.8

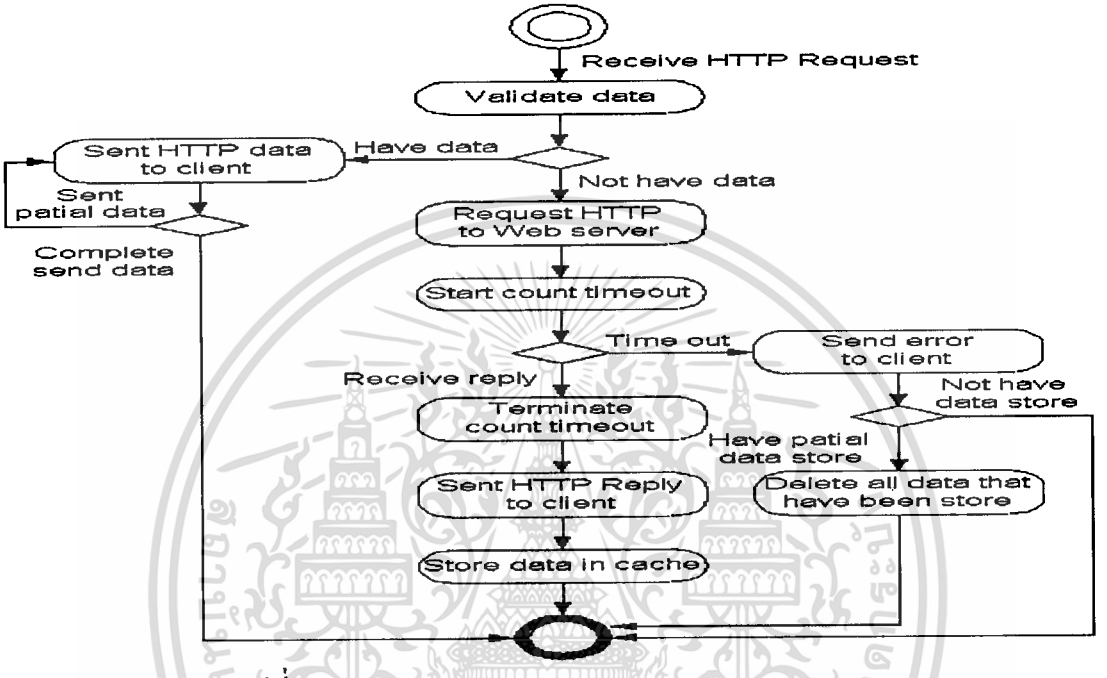


รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ ICP Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 ขั้นตอนการทำงานของ Proxy Module

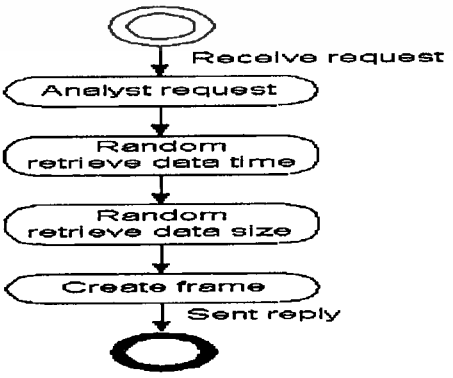
Proxy Module จะอยู่ระหว่าง ICP หรือ CARP หรือ Client กับ Web โดยมีขั้นตอนการทำงานดัง รูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ Proxy Module

3.5.5 ขั้นตอนการทำงานของ Web Module

Web Module จะทำงานอยู่ชั้นบนสุดของแบบจำลอง โดยจะติดต่อกับ Proxy เพื่อที่จะสร้างข้อมูล โดยมีขั้นตอนการทำงานดัง รูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดง Flow Chart ของ Web Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การกำหนดค่า Transient ของแต่ละการทดลอง

เนื่องจากระบบที่เริ่มทำการทดลองนั้นยังไม่ใช่ Steady State ของการจำลองทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความเบี่ยงเบนสูง การที่ไม่คิดรวมผลลัพธ์ในช่วงก่อนถึง Steady State หรือที่เรียกว่า ช่วง Transient เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ระบบมีผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

ในการทำแบบจำลองนี้จะถือว่าจุดต่ำสุดจุดแรกที่ต่ำกว่าค่าเริ่มต้น เป็นจุดที่สิ้นสุด Transient และจะเริ่มนำค่าที่หลังจากนี้มาใช้ในการประมวลผล เพราะระบบที่อยู่ในสภาวะ Steady State นั้นควรมีการเก็บข้อมูลในแคชมากพอและสามารถส่งข้อมูลในแคชตอบกลับไปยังเครื่องที่ขอใช้บริการถ้ามีการดึงข้อมูลที่มีการเก็บไว้ ทำให้เวลาในการรับข้อมูลทั้งหมดของไคลเอนต์ควรจะมีค่าน้อยกว่าการที่จะดึงข้อมูลจาก เครื่องบริการเว็บ ซึ่งเราสามารถมั่นใจได้ว่า ณ จุดเริ่มต้นการทดลองระบบไม่มีการเก็บแคชอยู่เลย และ ณ จุดต่ำสุดแรกที่มีเวลาเฉลี่ยของการดึงข้อมูลของไคลเอนต์ เป็นลักษณะของการดึงข้อมูลจากแคชที่มีในเครื่องบริการแทน ทำให้ใช้เวลาในการได้รับข้อมูลทั้งหมดได้เร็วกว่า เวลา ณ จุดเริ่มต้นทำการจำลอง

3.7 สรุป

จากโปรแกรมแบบจำลอง ที่สร้างตามขอบเขตการทดลองที่กำหนดไว้จะถูกนำมาทำการทดลองเพื่อที่จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของในแต่ละระบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และสรุปผลการทดลอง

4.1 สมมุติฐาน และ วัตถุประสงค์ ของการทดลอง

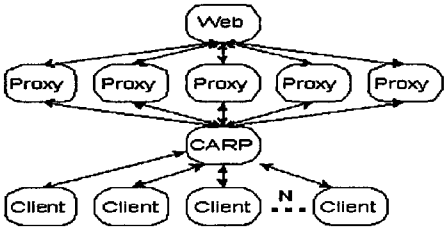
สมมุติฐาน: การเพิ่มจำนวนไคลเอนต์จะมีผลต่อการทำงานของระบบซึ่งในแต่ละ โพรโตคอลที่ใช้ในระบบ Proxy Server จะมีผลในของพฤติกรรมของเวลาที่เฉลี่ยของไคลเอนต์ที่ได้รับข้อมูล

วัตถุประสงค์:เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบเมื่อมีจำนวนของไคลเอนต์เพิ่มขึ้นโดยวัดผลจากระยะเวลาเฉลี่ยจองไคลเอนต์ที่ได้รับข้อมูล

4.2 ข้อมูลของการทดลองของโพรโตคอล CARP

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงข้อมูลของการทดลอง CARP โพรโตคอล

ประเภท	จำนวน	ข้อมูล
Client Station	5,10,15,20,25,40, 60,80	Cache 0 MB Client service 1 service Window slide 6000 byte
CARP Station	1	Cache 1 MB CARP service 20 service
Proxy Station	5	Cache 4 MB Proxy service 4 service
Web Station	1	Cache 0 MB Web service 20 service

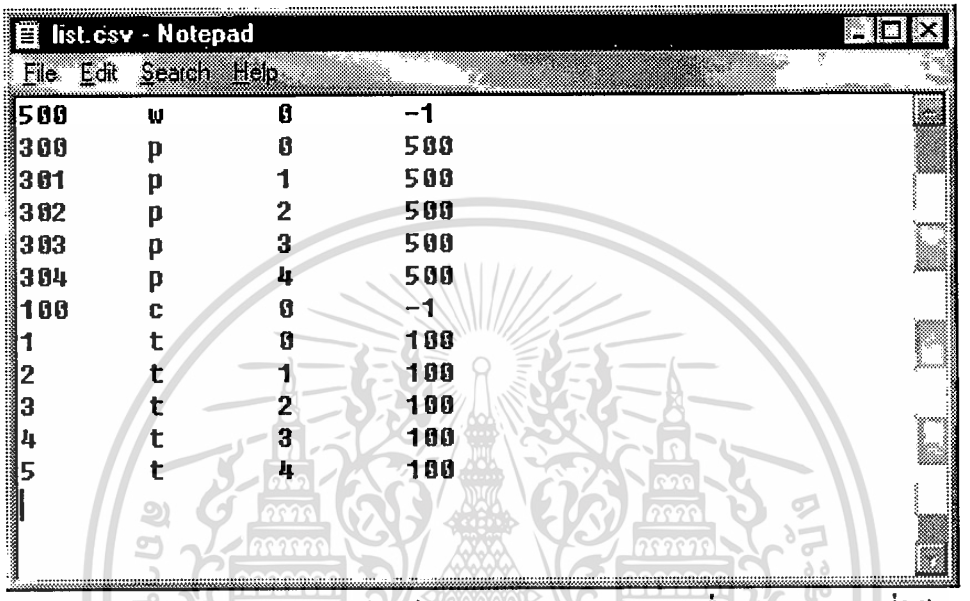


รูปที่ 4.1 ภาพแสดงโครงรูปแบบโครงสร้างของระบบ Proxy Server ที่ใช้ โพรโตคอล CARP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1ขั้นตอนการทำการทดลองการจำลองเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล CARP

1. ทำการสร้าง File ข้อมูลเพื่อแสดงถึงโครงสร้างของระบบที่สร้าง โดยทำการบันทึกเป็นไฟล์ชื่อ list.csv ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ข้อมูลโครงสร้างของระบบในไฟล์ list.csv ของการจำลองเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล CARP

ความหมายของค่าในไฟล์ list.csv

สดมภ์ที่ 1 หมายถึง แอดเดรส ของเครื่องแต่ละเครื่อง

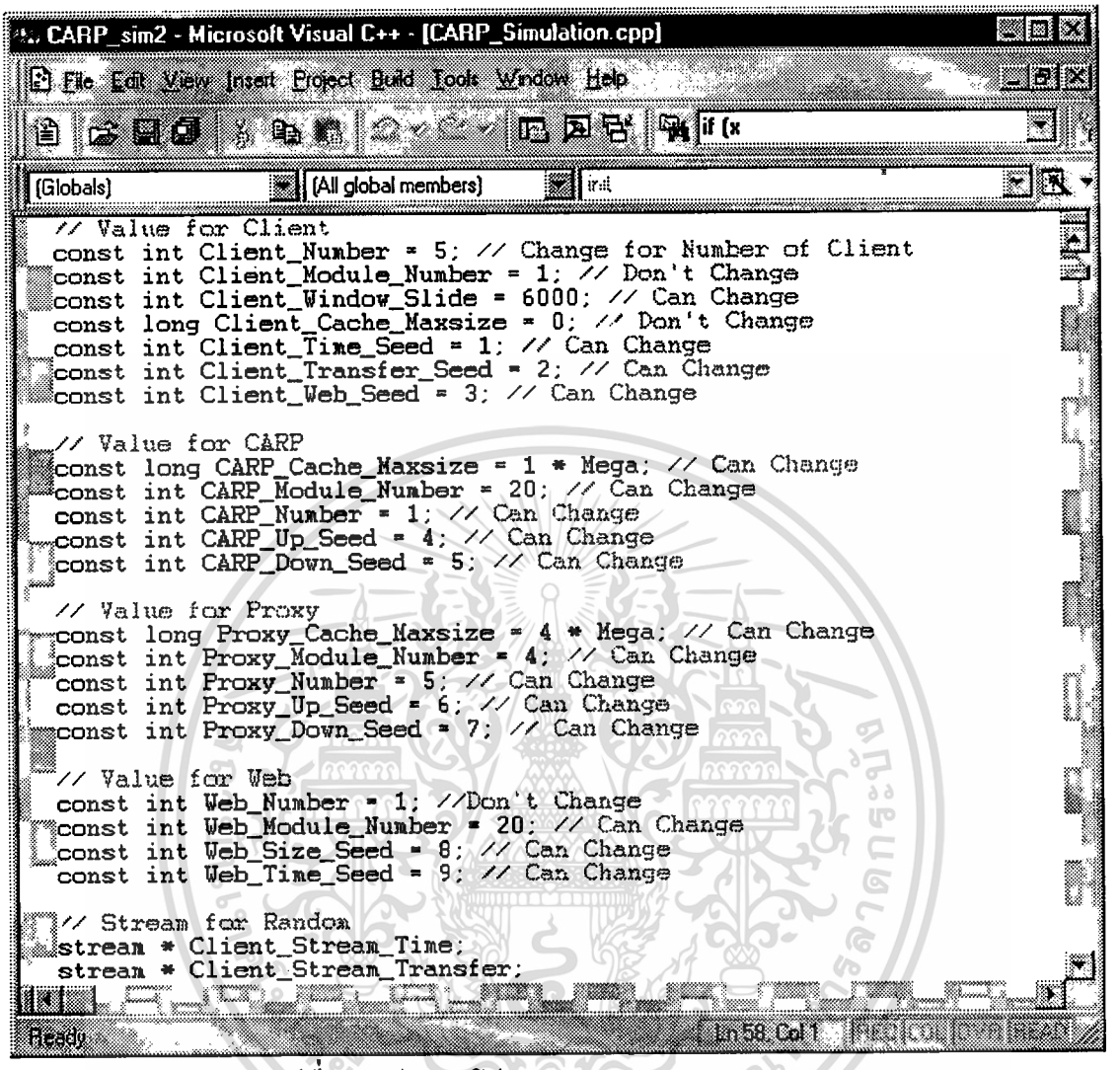
สดมภ์ที่ 2 หมายถึง สัญญาลักษณ์แทนชนิดของเครื่องแต่ละเครื่อง โดย W แทน เวปเซิร์ฟเวอร์, P แทนเครื่องบริการแทน, C แทนเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล CARP และ T แทนไคลเอนต์ที่ขอใช้บริการ

สดมภ์ที่ 3 หมายถึง ลำดับของเครื่องซึ่งจะถูกใช้ในโปรแกรมเพื่อใช้อ้างอิงตำแหน่งของ ตัวแปร Array

สดมภ์ที่ 4 หมายถึง แอดเดรสที่ถูกทำการติดต่อ ซึ่งค่าเป็น –1 จะหมายความว่าไม่มีเครื่องที่ถูกทำการติดต่อ หรือ ไม่มีเครื่องที่ถูกทำการติดต่อที่แน่นอน

2. ทำการแก้ไขขนาดของ Array ในโปรแกรม CARP_Simulation.cpp ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 รูปแสดงโปรแกรม CARP_Simulation.cpp

จะทำการแก้ข้อมูลที่ตัวแปรดังต่อไปนี้

Client_Number หมายถึงจำนวนของไคลเอนต์ที่ใช้บริการในระบบ

CARP_Number หมายถึงจำนวนของเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล CARP ในระบบ

CARP_Module_Number หมายถึง จำนวนของ Module ที่แต่ละเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล CARP ให้บริการ

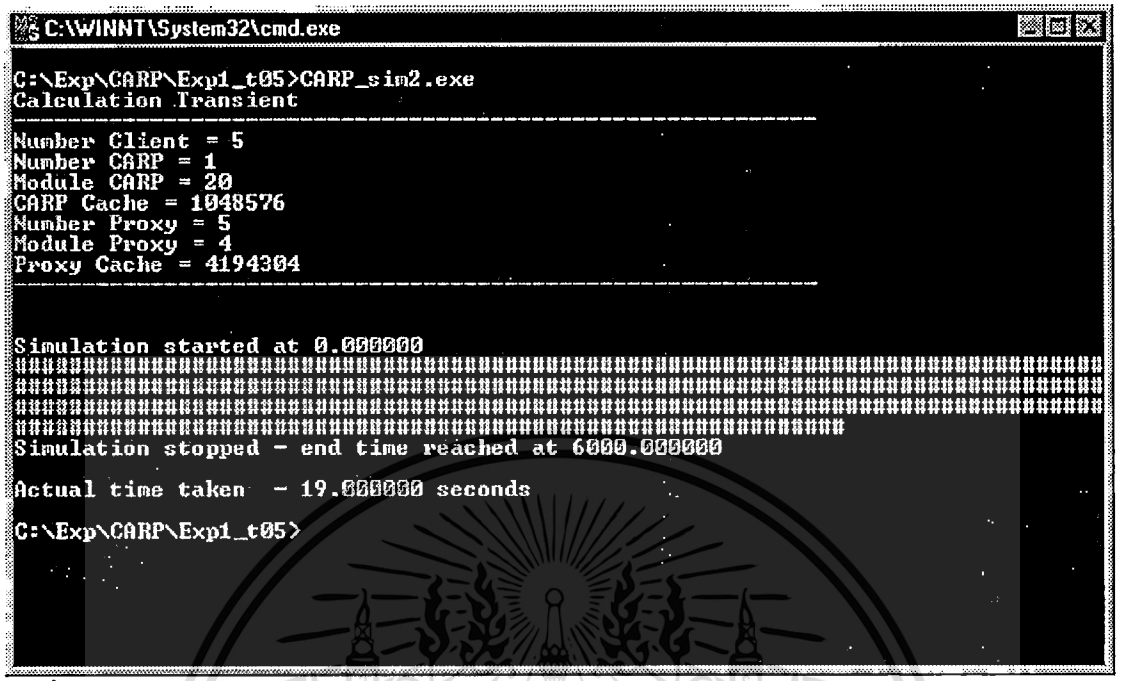
Proxy_Number หมายถึง จำนวนของเครื่องบริการแทนในระบบ

Proxy_Module_Number หมายถึง จำนวนของ Module ที่แต่ละเครื่องบริการแทนให้บริการ

Web_Module_Number หมายถึง จำนวนของ Module ที่แต่ละ เครื่องบริการเว็บให้บริการ

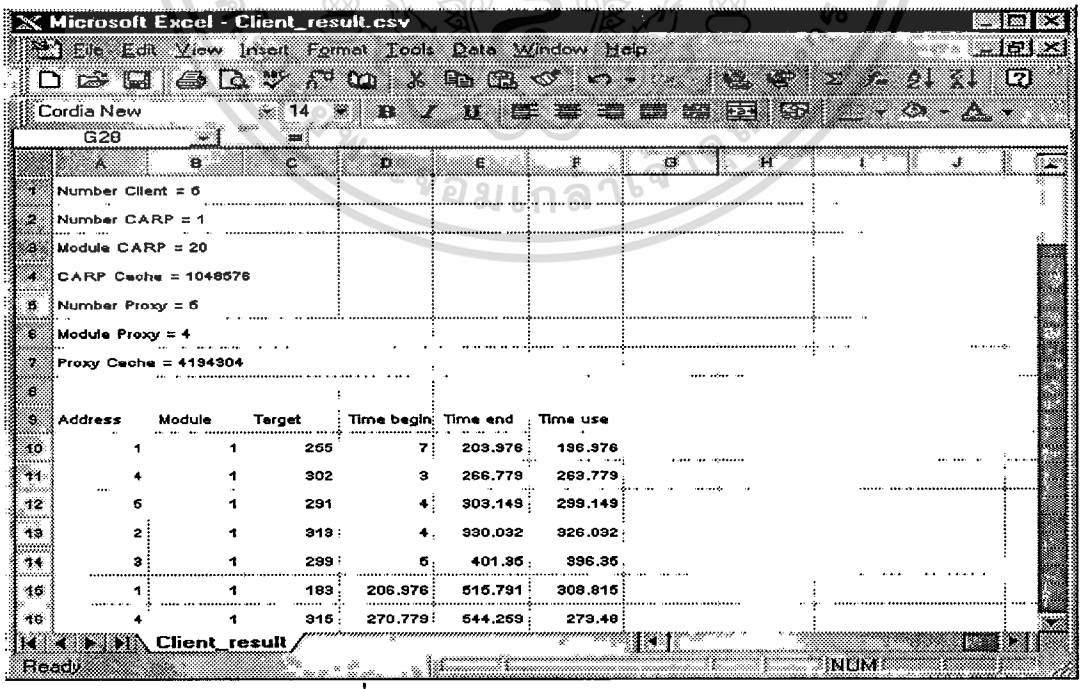
3. ทำการสร้างไฟล์ Executable และทำการประมวลผล ดังแสดงในรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 หน้าจอขณะประมวลผลข้อมูล ของโปรแกรม เครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล CARP ที่มี ไคลเอนต์ใช้บริการ 5 เครื่อง

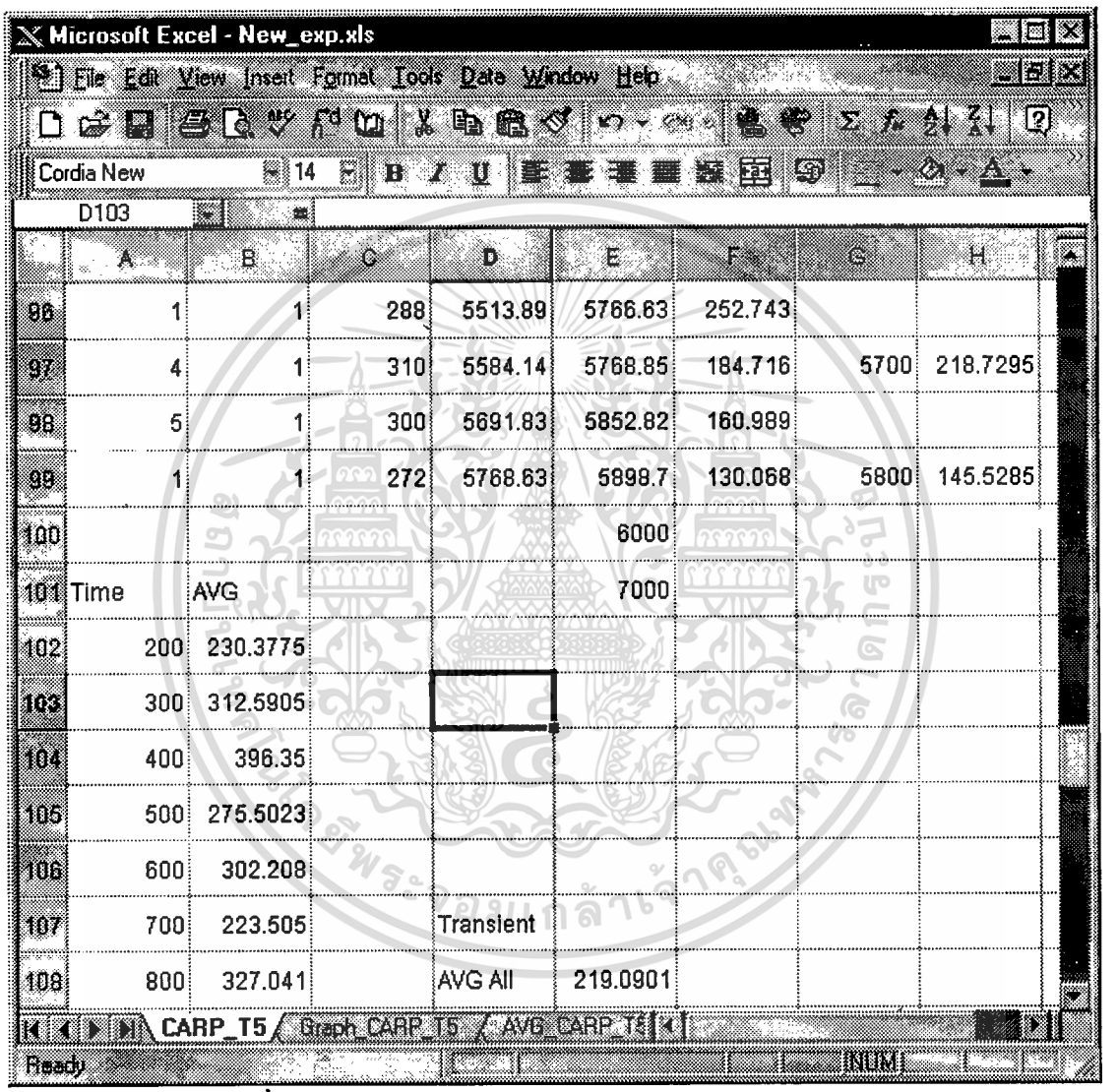
4. เมื่อทำการประมวลผลเสร็จ ผลที่ได้จะถูกเก็บลงในไฟล์ Client_result.csv ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ข้อมูลในไฟล์ Client_result.csv

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการ Copy ข้อมูลที่ได้ลงในไฟล์ Excel และทำการประมวลผล Macro (ภาคแผนก 2) เพื่อหาค่าผลรวมในแต่ละช่วงเวลา พร้อมทั้งจัดข้อมูลเพื่อให้เหมาะสมในการสร้างกราฟ ดังรูปที่ 4.6



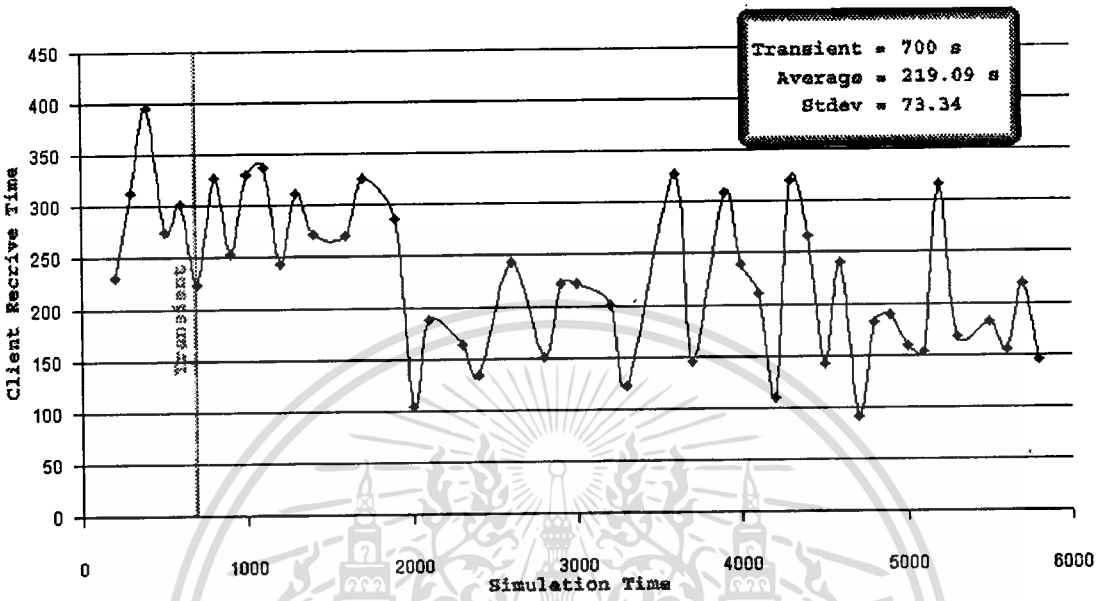
	A	B	C	D	E	F	G	H
96	1	1	288	5513.89	5766.63	252.743		
97	4	1	310	5584.14	5768.85	184.716	5700	218.7295
98	5	1	300	5691.83	5852.82	160.989		
99	1	1	272	5768.63	5898.7	130.068	5800	145.5285
100					6000			
101	Time	AVG			7000			
102	200	230.3775						
103	300	312.5905						
104	400	396.35						
105	500	275.5023						
106	600	302.208						
107	700	223.505		Transient				
108	800	327.041		AVG All	219.0901			

รูปที่ 4.6 รูปแสดงผลรวมของข้อมูลในไฟล์ Client_result.csv

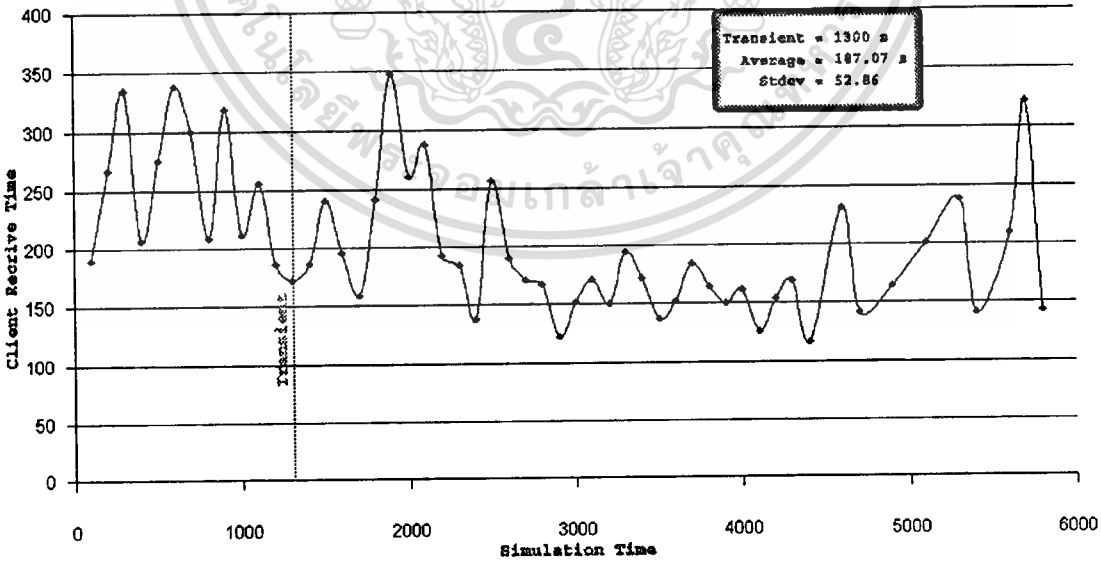
6. นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลองของการจำลองเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล CARP

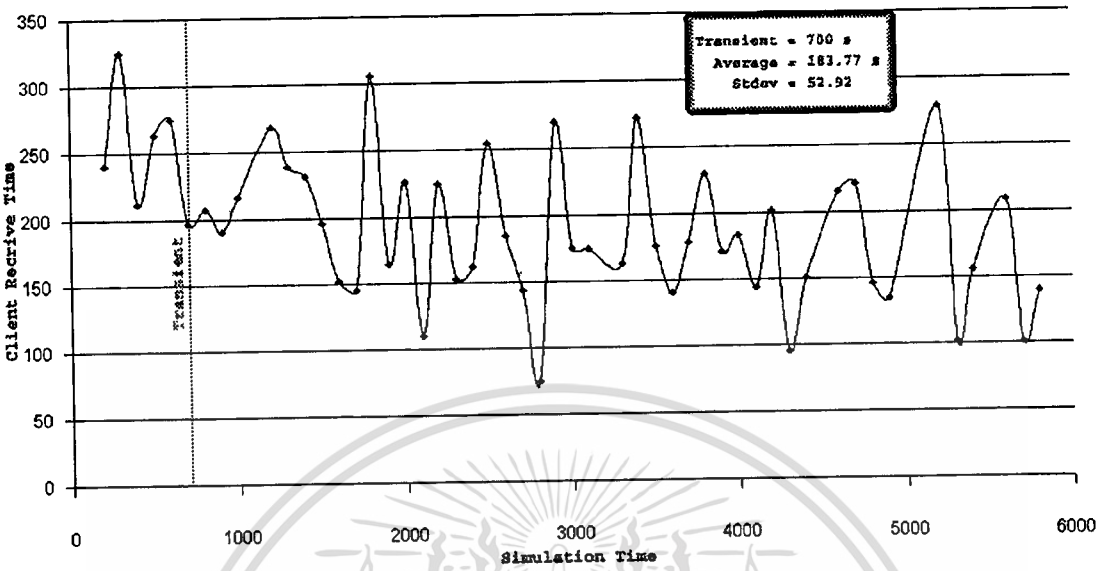


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา 5 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล CARP

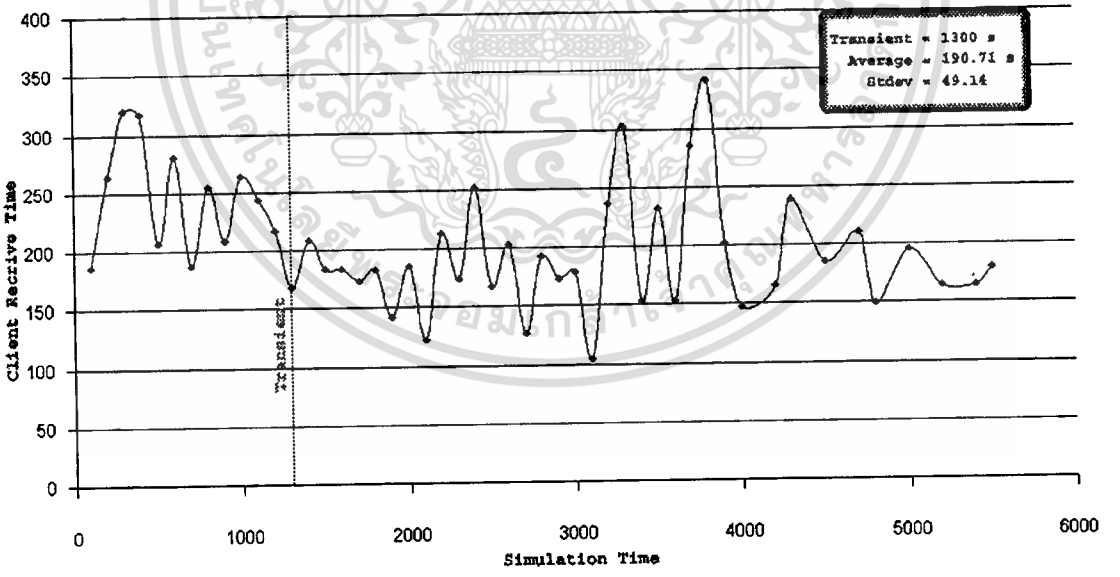


รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 10 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล CARP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

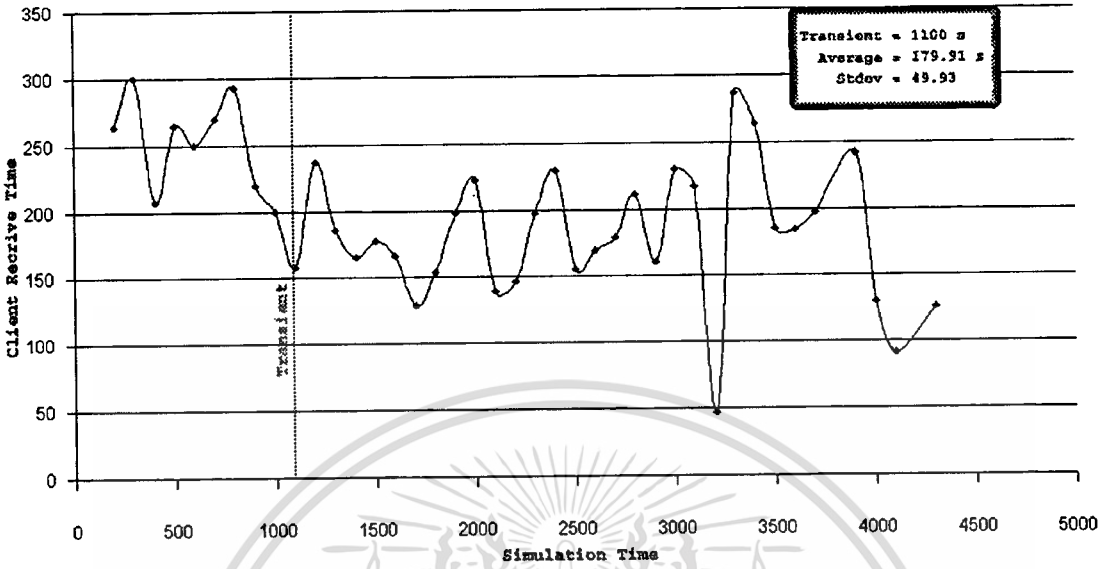


รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 15 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล CARP

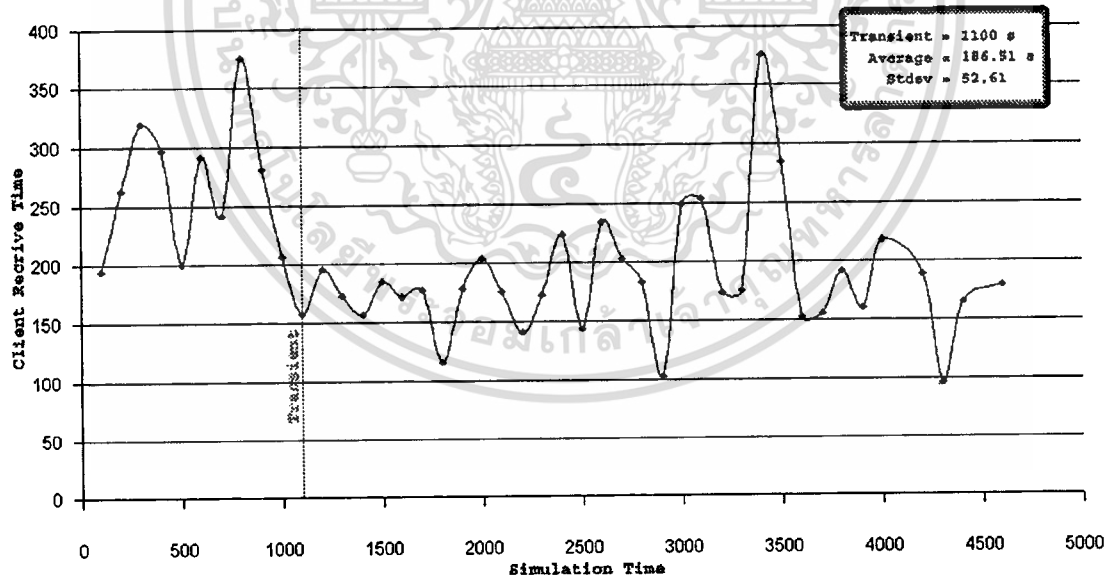


รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 20 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล CARP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

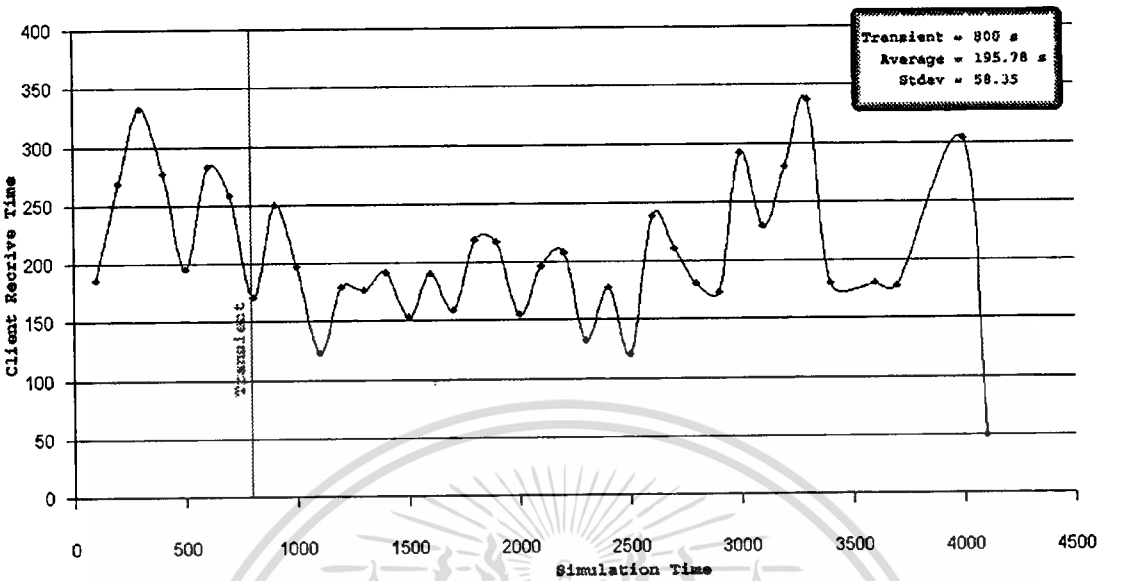


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 25 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล CARP

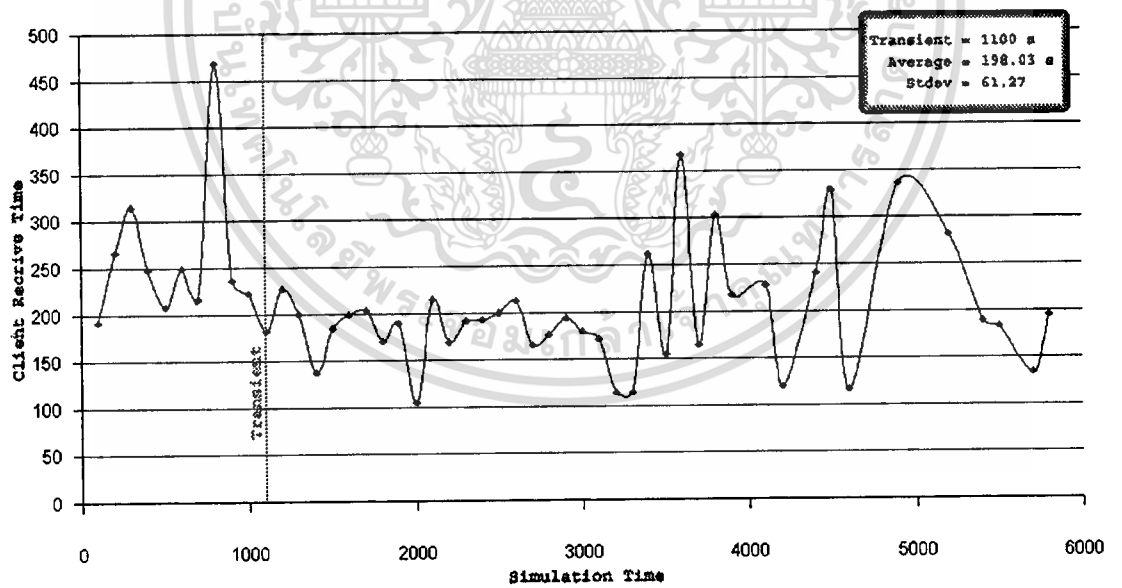


รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 40 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล CARP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 60 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล CARP



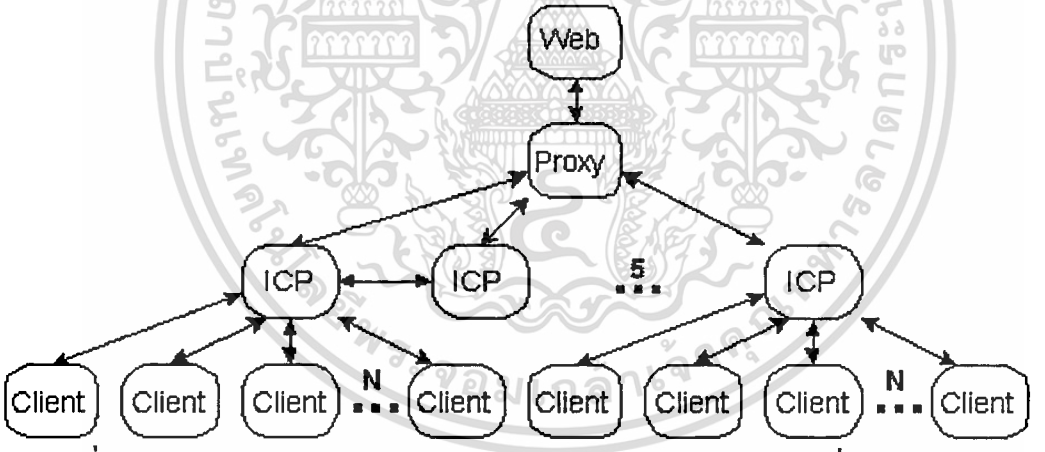
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 80 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล CARP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ข้อมูลของการทดลองของโพรโตคอล ICP

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงข้อมูลของการทดลอง ICP โพรโตคอล

ประเภท	จำนวน	ข้อมูล
Client Station	5,10,15,20,25,40, 60,80	Cache 0 MB Client service 1 service Window slide 6000 byte
ICP Station	5	Cache 1 MB ICP service 4 service
Proxy Station	1	Cache 16 MB Proxy service 20 service
Web Station	1	Cache 0 MB Web service 20 service

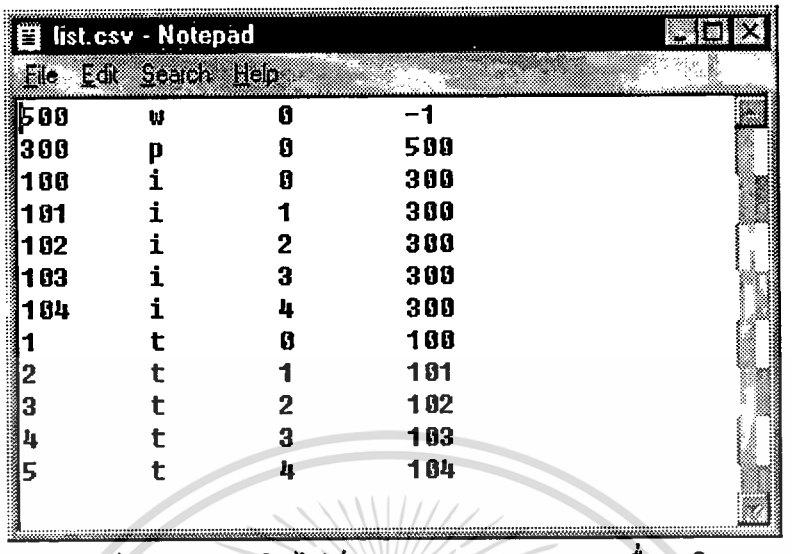


รูปที่ 4.15 ภาพแสดงโครงรูปแบบโครงสร้างของระบบ Proxy Server ที่ใช้ โพรโตคอล ICP

4.3.1ขั้นตอนการทำการทดลองการจำลองเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP

1. **ทำการสร้าง File ข้อมูลเพื่อแสดงถึงโครงสร้างของระบบที่สร้าง โดยทำการบันทึกเป็นไฟล์ชื่อ list.csv ดังรูปที่ 4.16**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ข้อมูลโครงสร้างของระบบในไฟล์ list.csv ของการจำลองเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP

ความหมายของค่าในไฟล์ list.csv

สดมภ์ที่ 1 หมายถึง แอดเดรส ของเครื่องแต่ละเครื่อง

สดมภ์ที่ 2 หมายถึง สัญญาลักษณ์แทนชนิดของเครื่องแต่ละเครื่อง โดย W แทน เวปเซิร์ฟเวอร์, P แทนเครื่องบริการแทน, I แทนเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP และ T แทนไคลเอนต์ที่ขอใช้บริการ

สดมภ์ที่ 3 หมายถึง ลำดับของเครื่องซึ่งจะถูกใช้ในโปรแกรมเพื่อใช้อ้างอิงตำแหน่งของ ตัวแปร Array

สดมภ์ที่ 4 หมายถึง แอดเดรสที่ถูกทำการติดต่อ ซึ่งค่าเป็น –1 จะหมายความว่าไม่มีเครื่องที่ถูกทำการติดต่อ

2. ทำการแก้ไขขนาดของ Array ในโปรแกรม ICP_Simulation.cpp ดังรูปที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.17 รูปแสดงโปรแกรม ICP_Simulation.cpp

จะทำการแก้ข้อมูลที่ตัวแปรดังต่อไปนี้

Client_Number หมายถึงจำนวนของไคลเอนต์ที่ใช้บริการในระบบ

ICP_Number หมายถึงจำนวนของเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP ในระบบ

ICP_Module_Number หมายถึง จำนวนของ Module ที่แต่ละเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP ให้บริการ

Proxy_Number หมายถึง จำนวนของเครื่องบริการแทนในระบบ

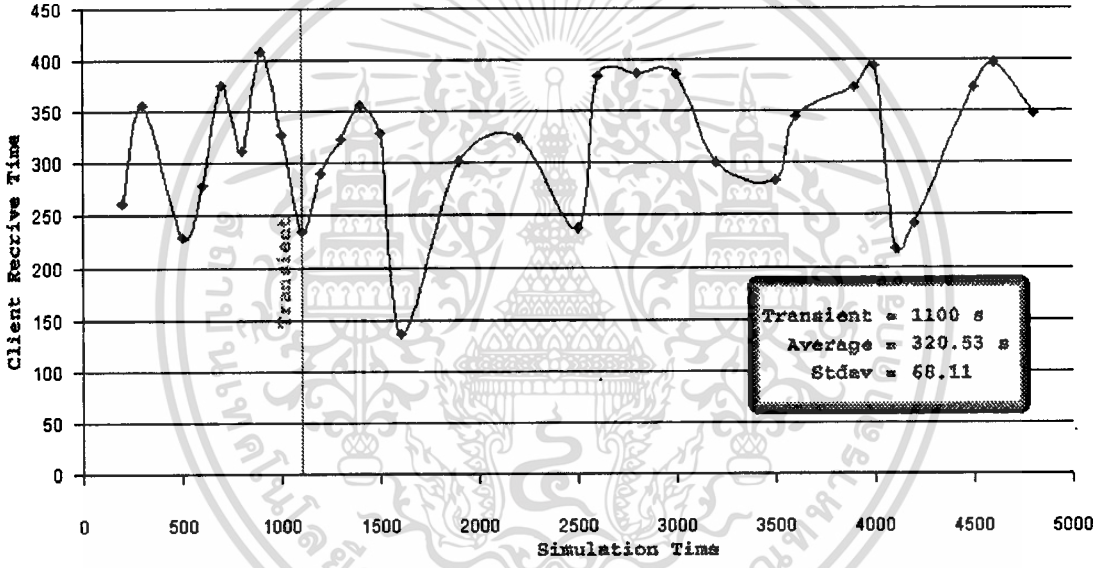
Proxy_Module_Number หมายถึง จำนวนของ Module ที่แต่ละเครื่องบริการแทนให้บริการ

Web_Module_Number หมายถึง จำนวนของ Module ที่แต่ละ เครื่องบริการเว็บให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

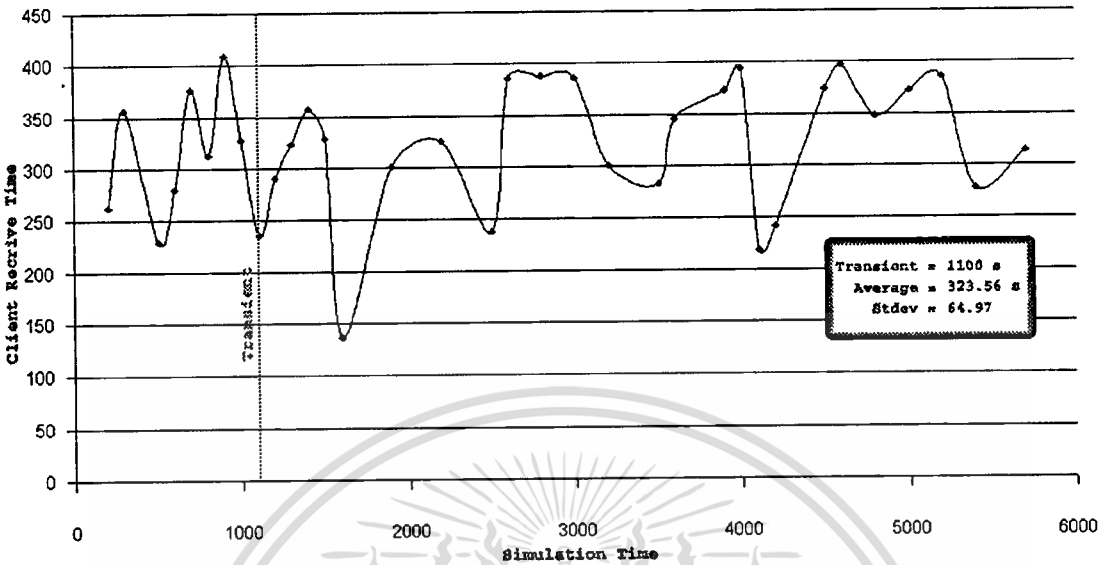
3. ทำการสร้างไฟล์ Executable และทำการประมวลผล
4. เมื่อทำการประมวลผลเสร็จ ผลที่ได้จะถูกเก็บลงในไฟล์ Client_result.csv
5. ทำการ Copy ข้อมูลที่ได้ลงในไฟล์ Excel และทำการประมวลผล Macro (ภาคแผนก 2) เพื่อหาค่าผลรวมในแต่ละช่วงเวลา พร้อมทั้งจัดข้อมูลเพื่อให้เหมาะสมในการสร้างกราฟ
6. นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นกราฟ

4.3.2 ผลการทดลองของการจำลองเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP

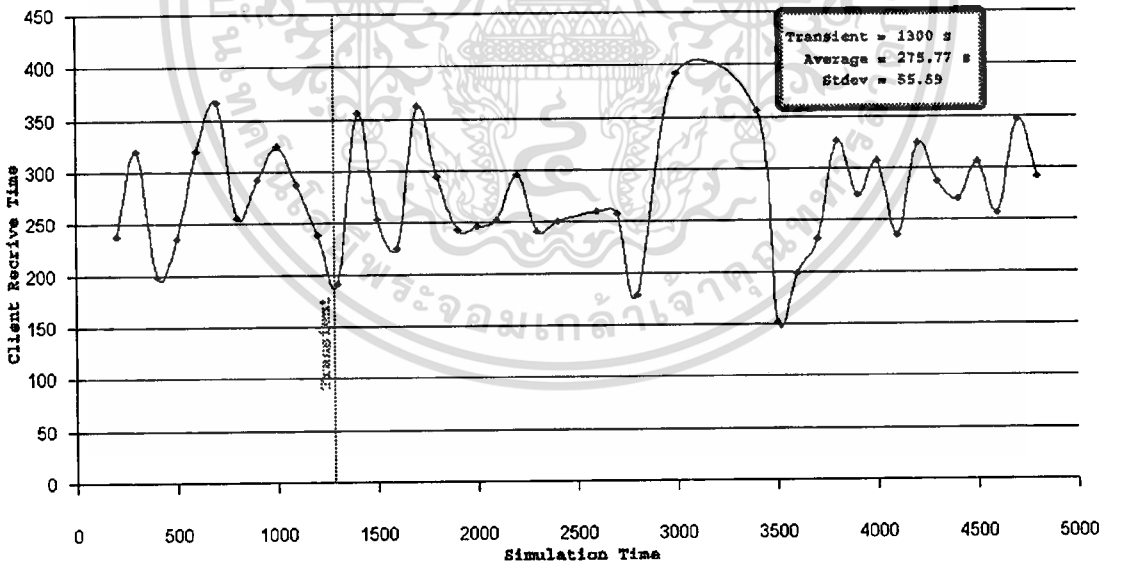


รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 5 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล ICP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

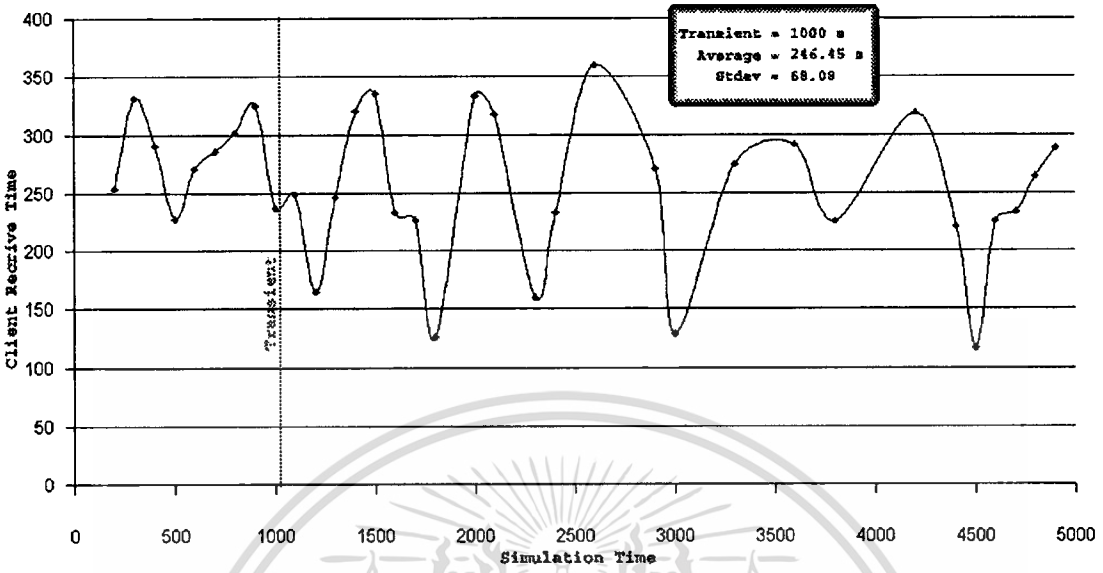


รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 10 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล ICP

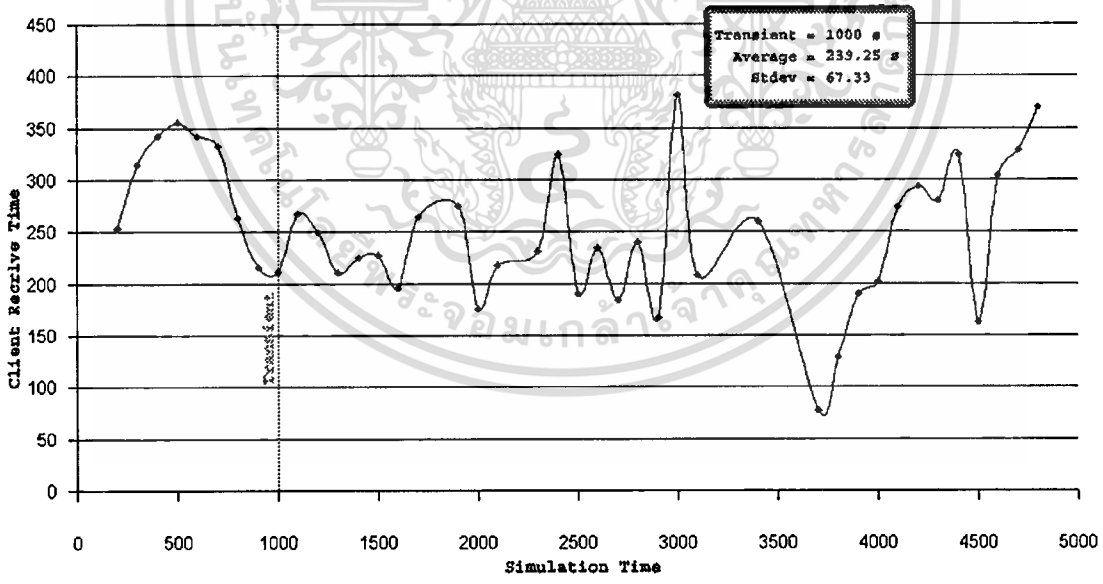


รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 15 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล ICP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

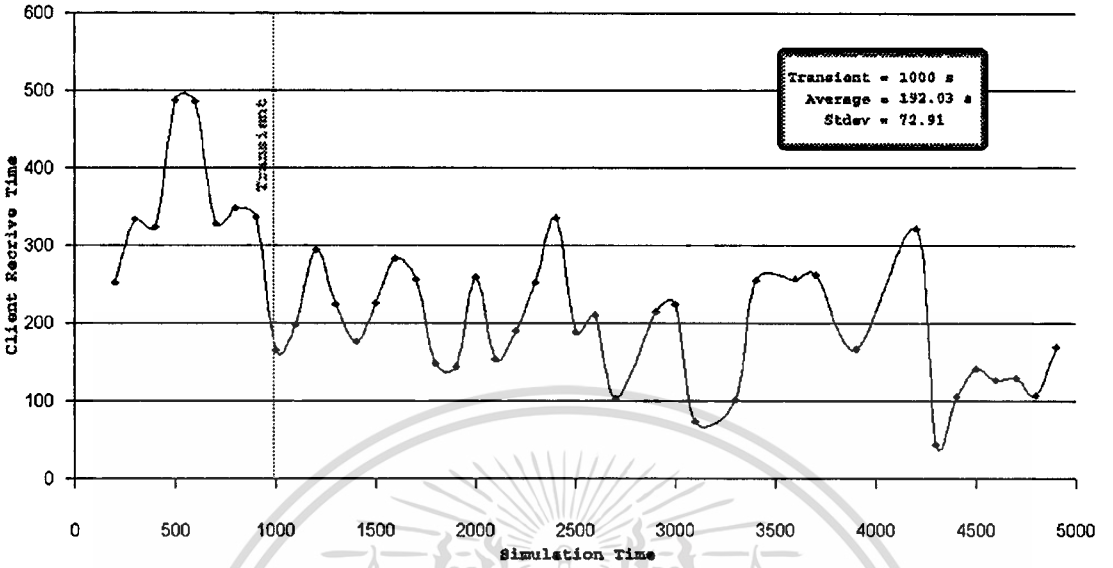


รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 20 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล ICP

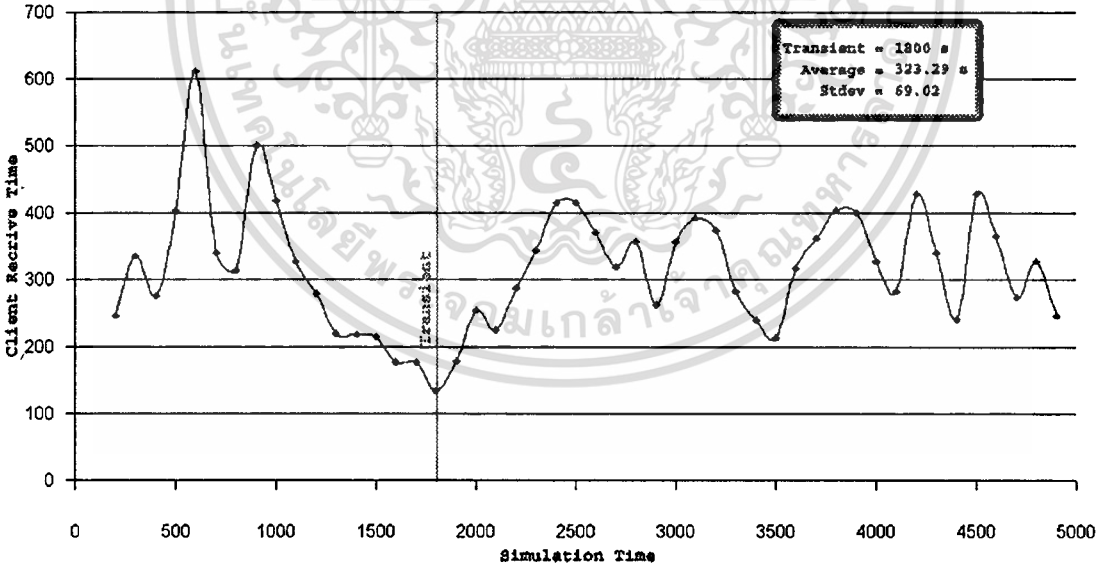


รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 25 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล ICP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

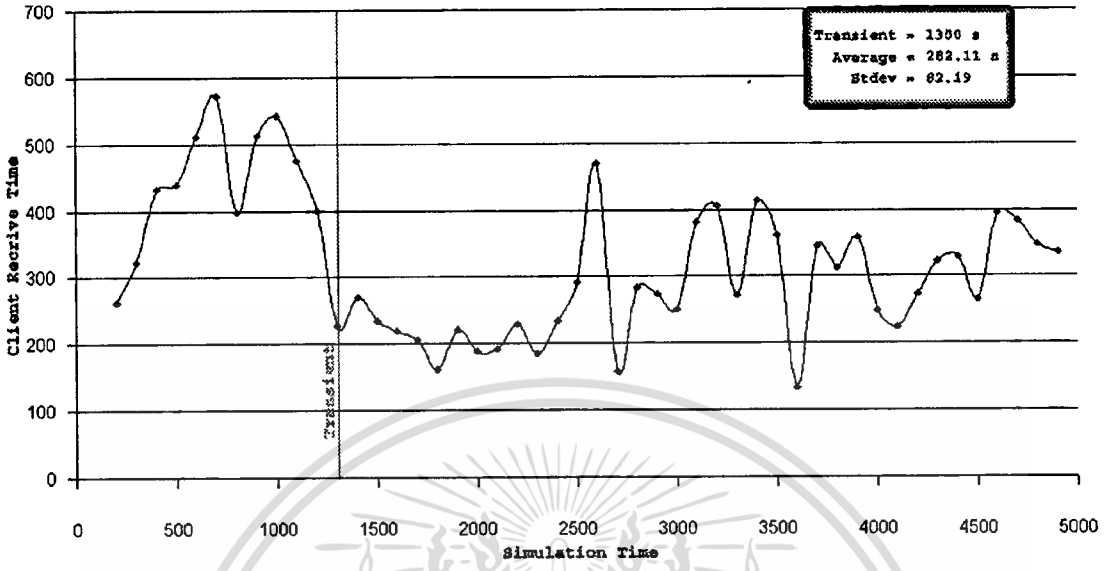


รูปที่ 4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 40 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล ICP



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 60 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล ICP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



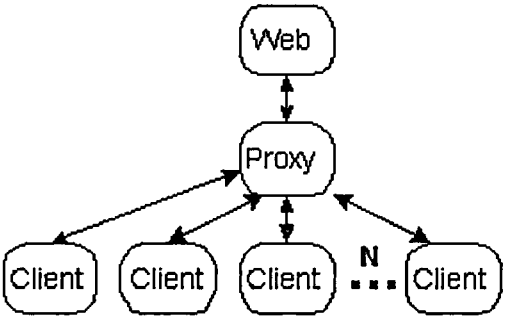
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 80 ไคลเอนต์ ของโพรโตคอล ICP

4.4 ข้อมูลของการทดลอง Proxy Server

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงข้อมูลของการทดลองที่ Proxy Server

ประเภท	จำนวน	ข้อมูล
Client Station	5,10,15,20,25,40, 60,80	Cache 0 MB Client service 1 service Window slide 6000 byte
Proxy Station	1	Cache 21 MB Proxy service 20 service
Web Station	1	Cache 0 MB Web service 20 service

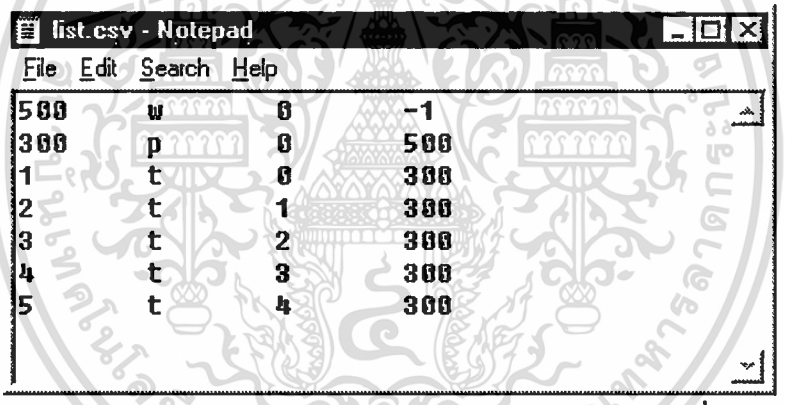
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ภาพแสดงโครงรูปแบบโครงสร้างของระบบ Proxy Server

4.4.1ขั้นตอนการทำการทดลองการจำลองเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP

1. ทำการสร้าง File ข้อมูลเพื่อแสดงถึงโครงสร้างของระบบที่สร้าง โดยทำการบันทึกเป็นไฟล์ชื่อ list.csv ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ข้อมูลโครงสร้างของระบบในไฟล์ list.csv ของการจำลองเครื่องบริการแทน

ความหมายของค่าในไฟล์ list.csv

สดมภ์ที่ 1 หมายถึง แอดเดรส ของเครื่องแต่ละเครื่อง

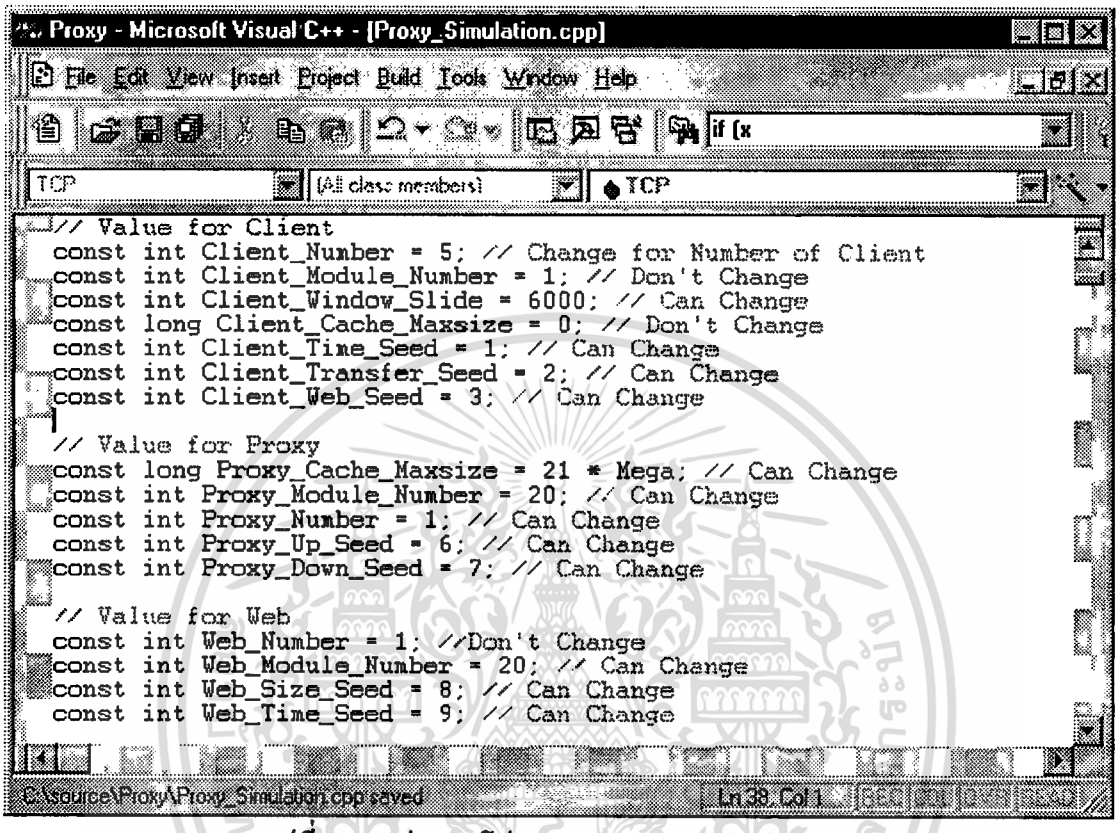
สดมภ์ที่ 2 หมายถึง สัญญาลักษณ์แทนชนิดของเครื่องแต่ละเครื่อง โดย W แทน เวปเซิร์ฟเวอร์, P แทนเครื่องบริการแทน, I แทนเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP และ T แทนไคลเอนต์ที่ขอใช้บริการ

สดมภ์ที่ 3 หมายถึง ลำดับของเครื่องซึ่งจะถูกใช้ในโปรแกรมเพื่อใช้อ้างอิงตำแหน่งของ ตัวแปร Array

สดมภ์ที่ 4 หมายถึง แอดเดรสที่ถูกทำการติดต่อ ซึ่งค่าเป็น –1 จะหมายความว่าไม่มีเครื่องที่ถูกทำการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการแก้ไขขนาดของ Array ในโปรแกรม ICP_Simulation.cpp ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 รูปแสดงโปรแกรม Proxy_Simulation.cpp

จะทำการแก้ข้อมูลที่ตัวแปรดังต่อไปนี้

Client_Number หมายถึงจำนวนของไคลเอนต์ที่ใช้บริการในระบบ

Proxy_Number หมายถึง จำนวนของเครื่องบริการแทนในระบบ

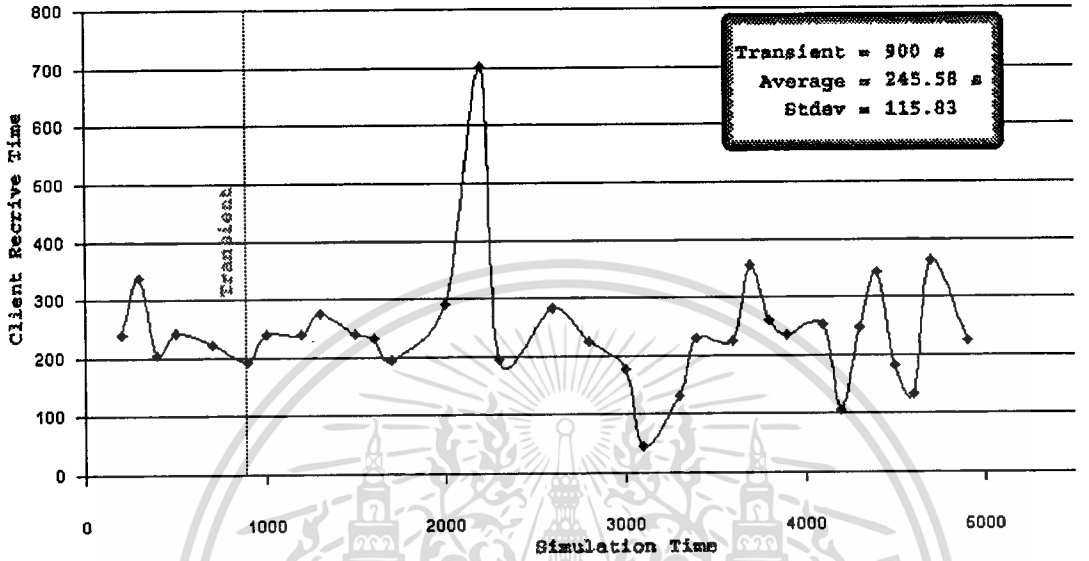
Proxy_Module_Number หมายถึง จำนวนของ Module ที่แต่ละเครื่องบริการแทนให้บริการ

Web_Module_Number หมายถึง จำนวนของ Module ที่แต่ละ เครื่องบริการเว็บให้บริการ

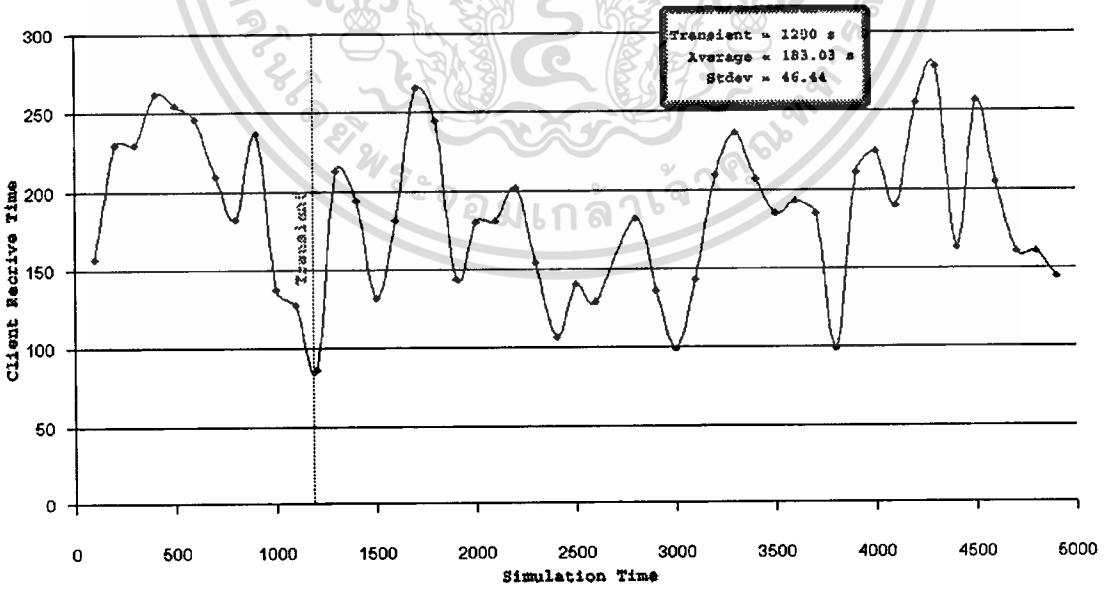
3. ทำการสร้างไฟล์ Executable และทำการประมวลผล
4. เมื่อทำการประมวลผลเสร็จ ผลที่ได้จะถูกเก็บลงในไฟล์ Client_result.csv
5. ทำการ Copy ข้อมูลที่ได้ลงในไฟล์ Excel และทำการประมวลผล Macro (ภาคแผนก 2) เพื่อหาค่าผลรวมในแต่ละช่วงเวลา พร้อมทั้งจัดข้อมูลเพื่อให้เหมาะสมในการสร้างกราฟ
6. นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการทดลองของการจำลองเครื่องบริการแทน

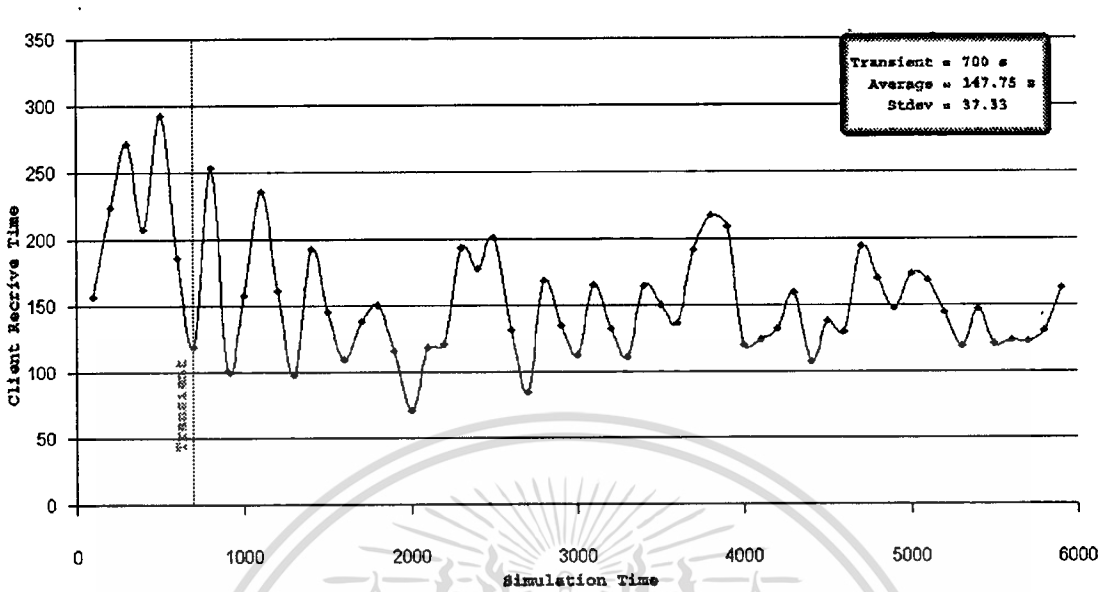


รูปที่ 4.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 5 ไคลเอนต์ ของ Proxy Server

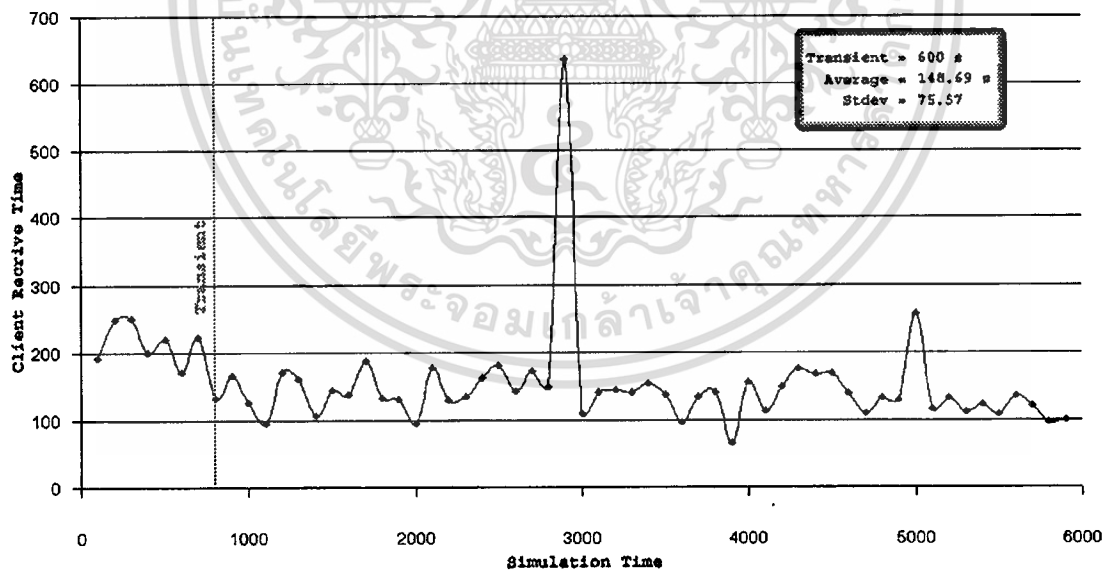


รูปที่ 4.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 10 ไคลเอนต์ ของ Proxy Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

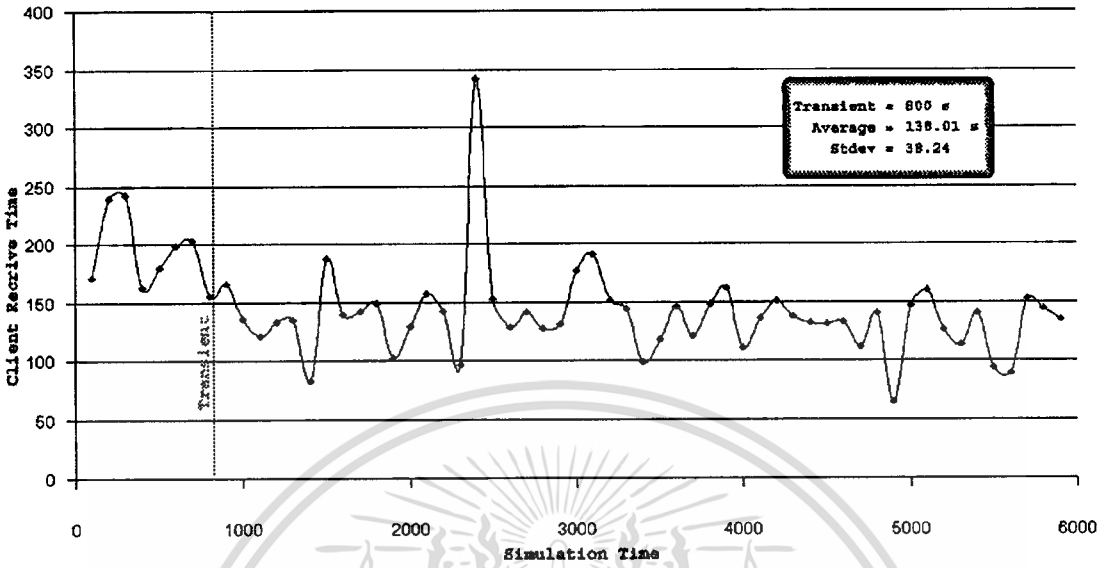


รูปที่ 4.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 15 ไคลเอนต์ ของ Proxy Server

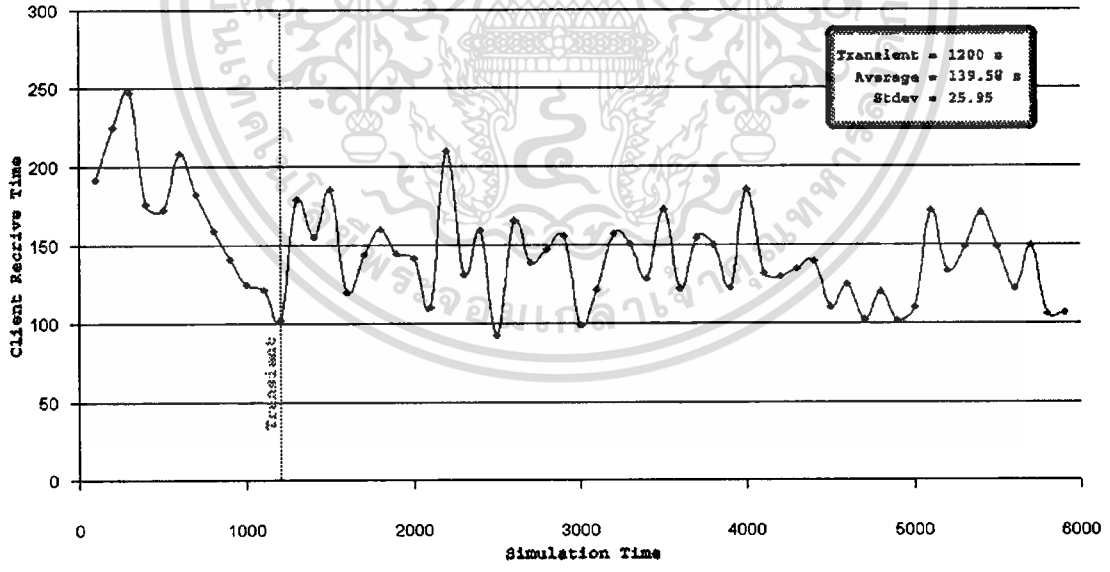


รูปที่ 4.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 20 ไคลเอนต์ ของ Proxy Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

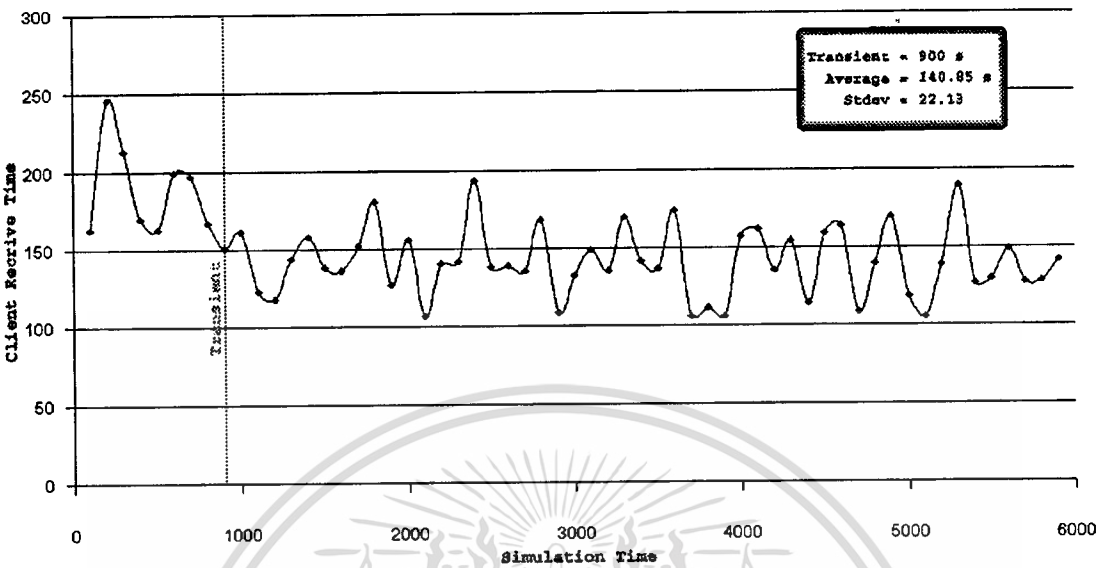


รูปที่ 4.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 25 ไคลเอนต์ ของ Proxy Server

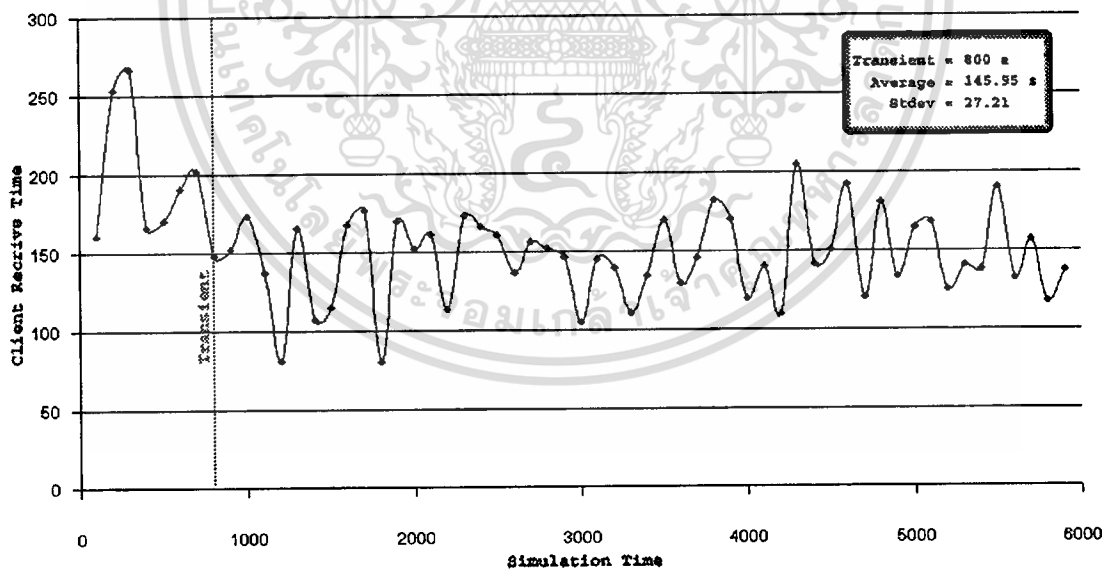


รูปที่ 4.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 40 ไคลเอนต์ ของ Proxy Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 60 ไคลเอนต์ ของ Proxy Server



รูปที่ 4.36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล กับ เวลา ของ 80 ไคลเอนต์ ของ Proxy Server

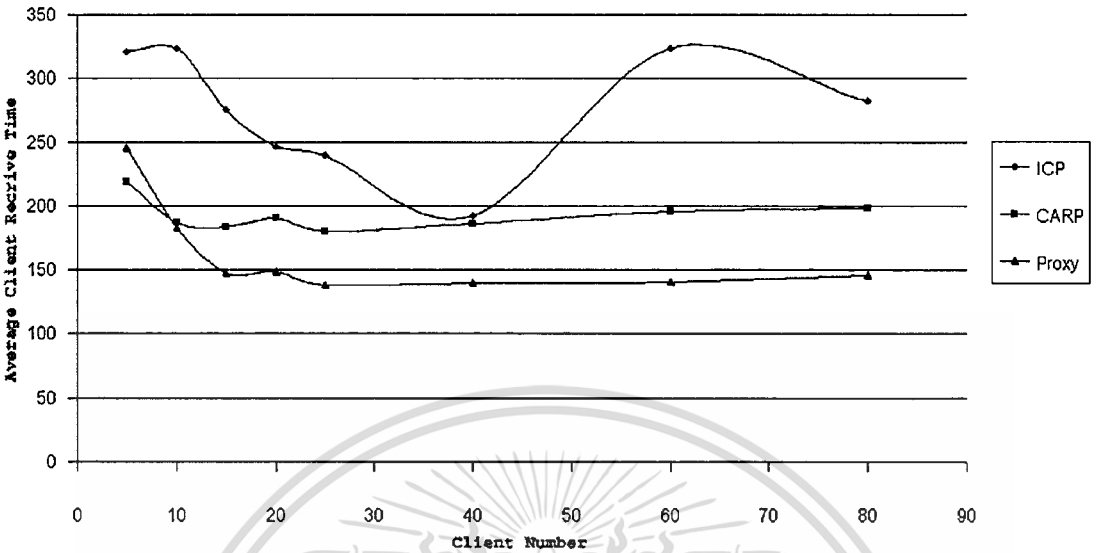
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

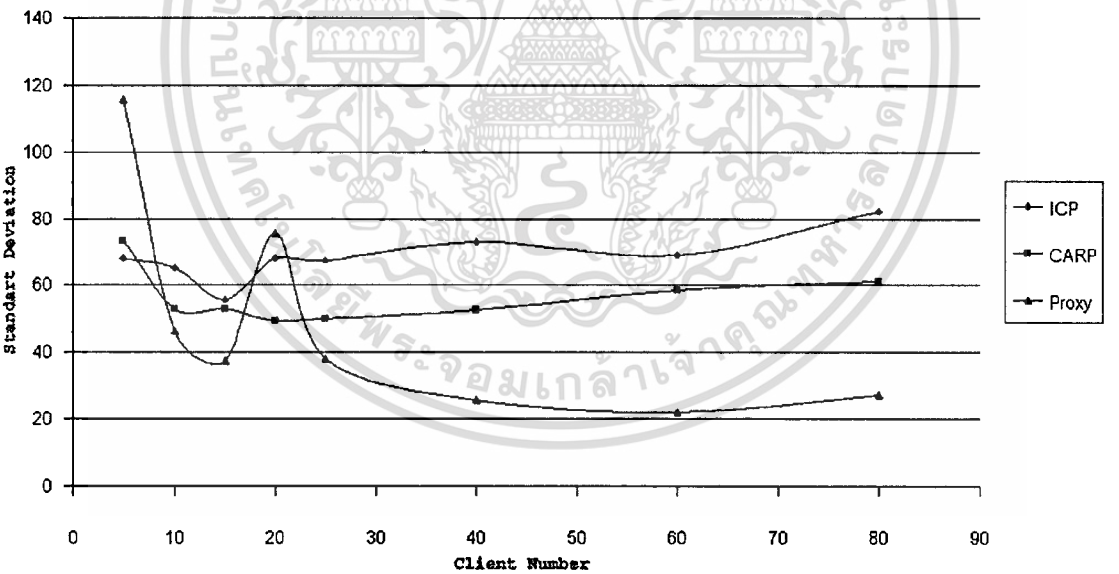
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่าเวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล และ ค่าความเบี่ยงเบนของทั้ง 3 การทดลอง

โพรโตคอล	จำนวนของไคลเอนต์	เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล	ค่าความเบี่ยงเบน
CARP	5	219.09	73.34
	10	187.07	52.86
	15	183.77	52.96
	20	190.71	49.14
	25	179.91	49.93
	40	186.51	52.61
	60	195.78	58.35
	80	198.03	61.27
ICP	5	320.53	68.11
	10	323.56	64.97
	15	275.77	55.59
	20	246.45	68.08
	25	239.25	67.33
	40	192.03	72.91
	60	323.29	69.02
	80	282.11	82.19
Proxy	5	245.58	115.83
	10	183.03	46.44
	15	147.75	37.33
	20	148.69	75.57
	25	138.01	38.24
	40	139.58	25.59
	60	140.85	22.13
	80	145.95	27.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ เวลาเฉลี่ยของทั้ง 3 ระบบ



รูปที่ 4.38 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ ค่าความเบี่ยงเบนของทั้ง 3 ระบบ

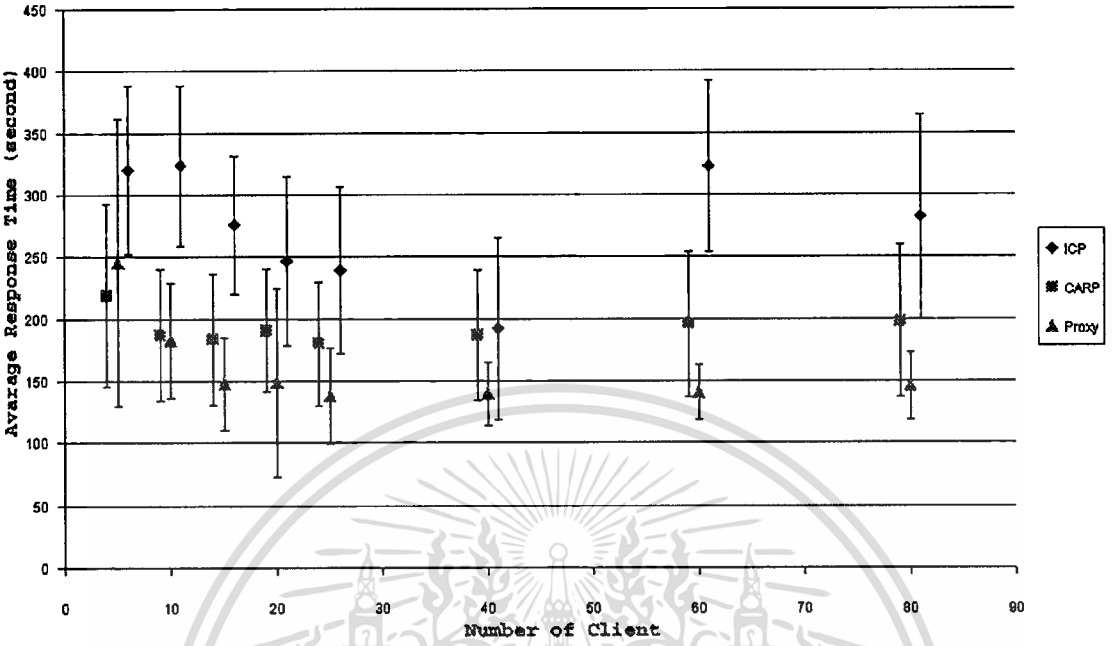
ซึ่งเมื่อได้ค่าเฉลี่ยของข้อมูล และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วทำให้สามารถสร้างกราฟแสดงขอบเขตการกระจายของข้อมูลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงค่าช่วงสูงสุดและต่ำสุดของระยะเวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูลของแต่ละระบบ

โพรโตคอล	จำนวนของไคลเอนต์	ค่าต่ำสุด	เวลาเฉลี่ยในการรับข้อมูล	ค่าสูงสุด
CARP	5	145.75	219.09	292.43
	10	134.21	187.07	239.43
	15	130.81	183.77	236.73
	20	141.57	190.71	239.85
	25	129.98	179.91	229.84
	40	133.9	186.51	239.12
	60	137.43	195.78	254.13
	80	136.76	198.03	259.30
ICP	5	252.42	320.53	388.64
	10	258.59	323.56	388.53
	15	220.18	275.77	331.36
	20	178.37	246.45	314.53
	25	171.92	239.25	306.58
	40	119.12	192.03	264.94
	60	254.27	323.29	392.31
	80	199.92	282.11	364.30
Proxy	5	129.75	245.58	361.41
	10	136.59	183.03	229.47
	15	110.42	147.75	185.08
	20	73.12	148.69	224.26
	25	99.77	138.01	176.25
	40	113.99	139.58	165.17
	60	118.76	140.85	162.98
	80	118.74	145.95	173.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.39 ภาพแสดงช่วงของเวลาเฉลี่ยในการับข้อมูลของแต่ละระบบ

จากกราฟที่ได้จะสามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับ ได้ดังนี้

1. ไคลเอนต์ 5, 20, 25 และ 40 เครื่อง ทั้ง 3 ระบบมีข้อมูลคาบเกี่ยวกันทั้งหมด
2. ไคลเอนต์ 10 และ 60 เครื่อง ระบบเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล CARP จะมีข้อมูลไม่ซ้อนทับกับ ระบบเครื่องบริการแทนขนาดใหญ่ แต่ระบบเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP จะไม่มีการซ้อนทับของข้อมูล ทำให้ที่ช่วงนี้สามารถแบบข้อมูลได้เป็น 2 กลุ่ม และระบบที่ใช้โพรโตคอล ICP ใช้เวลาในการรับข้อมูลมากกว่า ระบบที่ใช้โพรโตคอล CARP และ ระบบเครื่องบริการแทนขนาดใหญ่
3. ไคลเอนต์ 15 และ 80 เครื่อง มีกลุ่มข้อมูลที่ไม่ซ้อนทับกันคือ ระบบที่ใช้โพรโตคอล ICP และระบบเครื่องบริการแทนขนาดใหญ่ ซึ่งแสดงให้เห็นถึง โพรโตคอล ICP ใช้เวลาในการรับข้อมูลมากกว่าการใช้เครื่องบริการแทนขนาดใหญ่

4.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองที่ได้สามารถให้ผลสรุปได้ดังนี้

1. การใช้โพรโตคอล CARP และ การใช้ระบบเครื่องบริการแทนขนาดใหญ่มีช่วงระยะเวลาในการรับข้อมูลที่ใกล้ครอบคลุมซึ่งกันและกัน แสดงว่ามีประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลที่ใกล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียงกัน แต่เนื่องจากเวลาเฉลี่ยของระบบที่ใช้โพรโตคอล CARP มากกว่าการใช้ ระบบเครื่องบริการแทนขนาดใหญ่ทำให้แสดงถึงความมีประสิทธิภาพที่น้อยกว่า

2. ที่ไคลเอนต์ 15 และ 80 เครื่อง ช่วงเวลาของระบบที่ใช้โพรโตคอล ICP ไม่ซ้อนทับกับ ระบบเครื่องบริการแทนขนาดใหญ่ แสดงถึงทั้งสองระบบนี้มีความแตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ ระบบเครื่องบริการแทนที่ใช้โพรโตคอล ICP มีประสิทธิภาพที่น้อยกว่า ระบบเครื่องบริการแทนขนาดใหญ่
3. ที่ไคลเอนต์ 10 และ 60 ช่วงเวลาของระบบที่ใช้โพรโตคอล ICP ไม่ซ้อนทับ กับ ระบบใช้โพรโตคอล CARP และ เครื่องบริการแทนขนาดใหญ่ และเมื่อเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยจะแสดงให้เห็นถึง โพรโตคอล CARP มีประสิทธิภาพที่สูงกว่า การใช้โพรโตคอล ICP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการจำลองระบบเครื่องบริการแทน สามารถสรุปผลการดำเนินงานในส่วนต่างๆได้ดังนี้

5.1.1 การพัฒนาโปรแกรม

- วางโครงสร้างของโปรแกรมการจำลองเป็นแบบเชิงวัตถุ เพื่อตอบลดความซับซ้อนของโปรแกรม เนื่องจากระบบประกอบด้วยเอนทิตีย่อย ได้แก่ เครื่องไคลเอนต์ เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และ โมดูลการทำงานของเครื่องบริการแทน ที่ใช้โพรโตคอล ICP CARP และไม่ได้ใช้โพรโตคอลติดต่อสื่อสารระหว่างกัน การที่ใช้ ภาษาเชิงวัตถุสามารทำให้ลดการเขียนโปรแกรมของทุกเอนทิตี โดยสามารถที่จะสืบทอดลักษณะบางประการของคลาสต้นแบบ รวมถึงการสร้างความปลอดภัยในการเข้าใช้ข้อมูลไม่ให้มีผลข้างเคียงของการใช้ตัวแปร
- ส่วนของการสร้างโปรแกรมการจำลองสร้างแบบจำลองของ ระบบเครือข่าย และ ระบบเครื่องบริการแทน โดยใช้ไลบรารี C Sim เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการทำการจำลอง
- ทำการศึกษา โครงสร้าง และการทำงานของเครื่องบริการแทน เพื่อวิเคราะห์เป็นเอนทิตีต่างๆที่ทำงานในการจำลอง
- ทำการศึกษา โพรโตคอล HTTP, ICP และ CARP และทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน เพื่อใช้ในการสร้างแผนภาพและลำดับขั้นการทำกิจกรรมในแต่ละชนิดของเอนทิตี
- ทำการวิเคราห์ข้อมูลดิบ เพื่อที่สร้างข้อมูลเข้าให้คลายกับสภาวะจริง
- ทำการวิเคราห์ผลการทดลองที่ได้ด้วยเพื่อใช้สรุปผลการทดลอง

5.1.2 ปัญหาในการทำโครงงาน

- การสร้างโปรแกรมการจำลองที่ด้วยภาษาเชิงวัตถุ (C++) ด้วยไลบรารี C Sim ที่มีโครงสร้างเป็น Procedural ทำให้ จำเป็นในการแก้ไขโปรแกรมบางส่วนของไลบรารีเพื่อให้สามารถทำงานได้กับภาษาเชิงวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การสร้างโปรแกรมจำลองเป็นแบบ กึ่ง เชิงวัตถุ โดยทำการแบ่งส่วนให้ การทำงานกับ ไลบรารี C Sim เป็นแบบ Procedural และส่วนที่เก็บค่าคุณสมบัติ และกระบวนการทำงาน เป็นแบบเชิงวัตถุ

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับของโครงงาน

การพัฒนาแบบจำลองระบบเครื่องบริการแทนทำให้สามารถหาพฤติกรรมของระบบเครื่องบริการแทนได้โดยใช้ทรัพยากรอย่างจำกัดและ ลดความยุ่งยากในการทำวิเคราะห์หาสมการแสดงพฤติกรรมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. และ กิตติพงษ์ กุมลกล่อม. สิงหาคม 2544. **UML วิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ.** ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ; เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.

ทวีรัตนา ศิวดุลย์. 2539. **สถิติ และ ความน่าจะเป็น.** กรุงเทพฯ; แมคกรอ-ฮิล อินเตอร์เนชั่นเนล เอ็นเตอร์ไพรส์, อิงค์.

สุรศักดิ์ สงวนพงษ์. 2543. **สถาปัตยกรรมและโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี.** กรุงเทพฯ; ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ม.ธรรมศาสตร์.

Deitel, H. M. and Deitel, P. J. 2001. **C++ How to Program.** Third Edition. Upper Saddle River, NJ; Prentice Hall.

Hubbard, John. 1997. **Schaum's Outline Series; Theory and Problems of Programming with C++.** NY; McGraw-Hill.

Microsoft Proxy Server White Paper. 1997. **Cache Array Routing Protocol and Microsoft Proxy Server 2.0.** Microsoft Corporation.

Stallings, William. 1999. **Data and computer communications.** Sixth Edition. Prentice-Hall.

Valloppilil, Vinod. and W. Ross, Keith. February 1998. **Cache Array Routing Protocol V. 1.0** Internet-Draft.

Watkins, Kevin. March 1994. **Discrete Event Simulation in C.** McGraw-Hill.

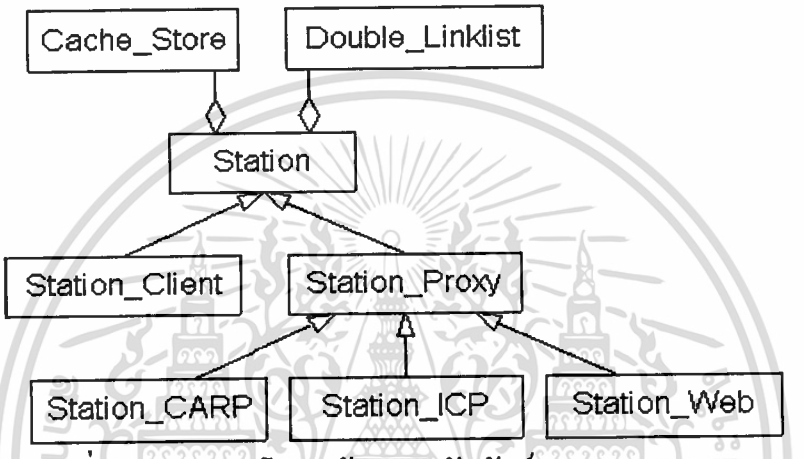
Wessels, D. and Claffy, K. September 1997. **RFC 2186 Internet Cache Protocol (ICP) Version 2.**

Wessels, D. and Claffy, K. September 1997. **RFC 2187 Application of Internet Cache Protocol (ICP) Version 2.**

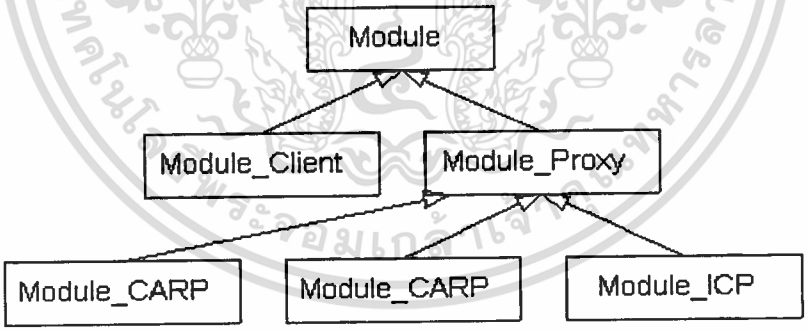
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

1. โครงสร้างของโปรแกรมแบบจำลอง

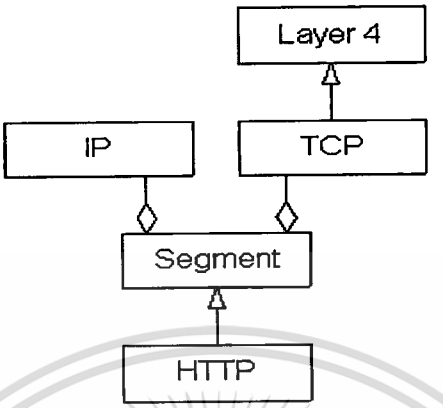


รูปที่ 5.1 ภาพแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของ Class Station



รูปที่ 5.2 ภาพแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของ Class Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 ภาพแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของ Class HTTP

2. โปรแกรมของ Code Macro ในการหาผลรวมของการจำลอง

```
Option Explicit
Sub Average_data()
Dim Start, i, Sum, Number
    Start = 0
    Sum = 0
    Number = 0
    Range("E11").Select
    Do While (ActiveCell.Value <= 6000)
        If (ActiveCell.Value < Start) Then
            Sum = Sum + ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Value
            Number = Number + 1
            ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
        Else
            If Not (Number = 0) Then
                ActiveCell.Offset(-1, 2).Range("A1").Value = Start - 100
                ActiveCell.Offset(-1, 3).Range("A1").Value = Sum / Number
                ActiveCell.Offset(0, 0).Range("A1").Select
            End If
            Sum = 0
            Number = 0
            Start = Start + 100
        End If
        Loop
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายสมวุฒิ ครุฑกุล

เกิด 29 กรกฎาคม 2519

ประวัติการศึกษา

อุดมศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเคมี) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการทำงาน

- ผู้ช่วยนักวิจัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
- นักวิเคราะห์ระบบ (1) Maintenance Center, บ. เทเลคอมเอเซีย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้