แบบจำลองของเวลาการเรียกเว็บเพจสำหรับการประยุกต์เว็บบนระบบเครือข่ายปิด

นาย วีรวัฒน์ เชี่ยวปัญญานันท์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคณนา ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1154-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A MODEL OF THE WEB PAGE RETRIEVAL TIME FOR WEB APPLICATIONS OVER THE CLOSED LAN

Mr. Werawat Cheunpanyanun

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Computational Science

Department of Mathematics

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-1154-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองของเวลาการเรียกเว็บเพจสำหรับการประยุกต์เว็บบนระบบเครือข่ายปิด
โดย	นาย วีรวัฒน์ เชี่ยวปัญญานันท์
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ภัทรสินี ภัทรโกศล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... รองคณบดีฝ่ายบริหาร
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ การเที่ยง) รักษาการแทนคณบดี
คณะวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรพจน์ เปี่ยมสมบูรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัทรสินี ภัทรโกศล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักษ์ อัศวานันท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาย วีรวัฒน์ เชี่ยวปัญญานันท์ : แบบจำลองของเวลาการเรียกเว็บเพจสำหรับเว็บประยุกต์บนระบบปิด (A MODEL OF THE WEB PAGE RETRIEVAL TIME FOR WEB APPLICATIONS OVER THE CLOSED LAN) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. ภัทรสินี ภัทรโกศล : 45 หน้า
ISBN 974-03-1154-7

การวิจัยนี้เป็นการพิจารณาวัดเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจ ซึ่งเกิดขึ้นจากรูปแบบการให้บริการเว็บเพจบนเครือข่ายที่มีโครงสร้างระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบปิด ทั้งนี้การกำหนดตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยจะพิจารณากำหนดจากตัวแปรซึ่งคาดว่าจะส่งผลให้เวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจนั้นเปลี่ยนแปลงไป ในที่นี้คือ ขนาดของเว็บเพจ จำนวนเครื่องผู้ใช้บริการร่วม ประเภทของเว็บเพจ และชนิดของเว็บบราวเซอร์ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้กับเวลาของการรอคอยจะนำไปใช้สร้างสมการถดถอยไม่เป็นเชิงเส้นเพื่อทำนายเวลาของการรอคอยการเรียกเว็บเพจที่มีความแม่นยำในการทำนายไม่น้อยกว่า 80% ผลของการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในองค์กรในการเลือกใช้เว็บบราวเซอร์ที่เหมาะสมกับลักษณะแฟ้มข้อมูล รวมทั้งการกำหนดขนาดของแฟ้มข้อมูลที่เหมาะสมเมื่อมีผู้ใช้เครือข่ายร่วมกันหลายคนในขณะหนึ่งๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา .....คณิตศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา .....วิทยาการคณนา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา .....2544.....

ID 4272401123 :MAJOR COMPUTATIONAL SCINECE

KEY WORD: MEASUREMENT / DELAY TIME / WEB PAGE

WERAWAT CHEUNPANYANUN : A MODEL OF THE WEB PAGE RETRIEVAL TIME FOR WEB APPLICATIONS OVER THE CLOSED LAN. THIESIS AVISOR : ASSIST. PROF. PATTARASINEE BHATTARAKOSOL , Ph.D. 45 pp. ISBN 974-03-1154-7

This research is focused on a measurement of the web page delay time loading from the World Wide Web services over the closed LAN. However, studied variables in this research are determined from factors that might affect delay time while retrieving a web page. These variables are file sizes, number of users, type of web page, and web browsers. The relationships among these variables and the delay time are used to create a nonlinear regression model for predicting a web page delay time with 80% precision. The results of this research are to choose suitable browsers for some specific files, including the suitable file sizes while there are many users over the network at a time.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department.....MATHEMATICS..... Student's signature .....

Field of study...COMPUTATIONAL SCINECE. Advisor's signature .....

Academic year .....2001.....

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้มีหลายขั้นตอนที่ได้รับการช่วยเหลือจากหลายท่านจึงขอขอบพระคุณท่านทั้งหลายดังนี้คือ รศ.ดร.วนิดา เหมะกุล หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุญาตให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในวันหยุดเพื่อเก็บข้อมูล ผศ. ดร. ภัทรสินี ภัทรโกศล อาจารย์ที่ปรึกษาที่ดูแลสั่งสอนและให้คำแนะนำต่างๆ นาย เติมยศ เสนีวงค์ ณ อยุธยา และ นาย ศุภสิทธิ์ อภิวัฒนาพงศ์ ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลเพื่อทำงานวิทยานิพนธ์ นาย สรรสิริ เลิศกิจเจริญวงศ์ ที่ช่วยเหลือและให้ข้อแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดามารดาที่เป็นผู้ส่งเสริมและเป็นกำลังใจตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 1

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.2 สรุป 5

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 6

3.1 การกำหนดรูปแบบเครือข่าย 6

3.2 กำหนดปัจจัยของงานวิจัย 7

3.3 ชนิดและขนาดของเว็บเพจ 8

3.4 โปรแกรมการจับเวลา 9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

3.5 การเก็บข้อมูล 10
3.6 เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 11
3.6.1 Correlation 11
3.6.2 Multiple Regression Model 13
3.6.2.1 Linear Regression Variable Selection Methods 14
3.6.2.2 Nonlinear Regression 14
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 16
4.1 สมการถดถอยไม่เชิงเส้น 16
4.2 การคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมในการสร้างสมการถดถอย 16
4.3 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *TIME* กับตัวแปรอิสระ 18
4.3.1 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *FILESIZE* 18
กับ *TIME* จำแนกตาม *USER*
4.3.2 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *FILESIZE* กับ *TIME* 21
จำแนกตาม*TYPEWEB*
4.3.3 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *FILESIZE* กับ *TIME* 22
จำแนกตาม *TYPEWEB*
4.3.4 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *FILESIZE* กับ *TIME* 29
จำแนกตาม *OP*
4.4 การหารูปแบบความสัมพันธ์โดยวิธี Curve estimate 29
4.5 ตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอย 31
4.6 การทดสอบสมการถดถอยไม่เชิงเส้น 32

หน้า

4.7 การปรับฐานหน่วยวัดข้อมูลเพื่อสร้างสมการถดถอยไม่เชิงเส้น 33
4.8 สรุปผล 36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 39
5.1 สรุปผลการวิจัย 39
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 40
5.3 ข้อเสนอแนะ 42
5.4 ประโยชน์ของงานวิจัย 43
รายการอ้างอิง 44
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 45

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 2.1 ขนาดและเปอร์เซ็นต์กับจำนวนเว็บเพจ 3

ตารางที่ 3.1 ค่าขนาดเว็บเพจสำหรับแฟ้มข้อมูล 7

ตารางที่ 4.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหความสัมพันธ์ของเปียร์สันระหว่างตัวแปรต่างๆ 17

ตารางที่ 4.2 ตารางผลการวิเคราะห์ Curve estimate 30

ตารางที่ 4.3 ค่า *Bi* ที่ได้จากการคำนวณ Nonlinear Regression 31

ตารางที่ 4.4 ค่า *Bi* ที่ได้จากการคำนวณ Nonlinear Regression 32

ตารางที่ 4.5 ค่าของตัวแปร *NEWFILESIZE* 33

ตารางที่ 4.6 ค่าของตัวแปร *NEWTYPEWEB* 33

ตารางที่ 4.7 ค่า *Bi* ที่ได้จากการคำนวณ Nonlinear Regression 34

ตารางที่ 4.8 ค่า *Bi* ที่ได้จากการคำนวณ Nonlinear Regression 35

ตารางที่ 5.1 ค่า *Bi* ของสมการถดถอย 39

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ **หน้า**

รูปที่ 3.1 รูปแบบเครือข่าย 6

รูปที่ 3.2 กราฟขนาดเว็บเพจ 8

รูปที่ 3.3 วิธีการจับเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจ 9

รูปที่ 3.4 เว็บเพจเมนู 9

รูปที่ 3.5 หน้าจอแสดงเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจ 10

รูปที่ 3.6 ค่าของ r และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง 12

รูปที่ 4.1 กราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME* 21

รูปที่ 4.2 กราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME* 22

รูปที่ 4.3 กราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME* 27

รูปที่ 4.4 กราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME* 28

รูปที่ 4.5 กราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME* 29

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการใช้งานระบบเครือข่ายเป็นสิ่งที่มีประโยชน์และมีผู้ใช้บริการกันอย่างแพร่หลาย โดยหนึ่งในรูปแบบที่ใช้งานบริการข้อมูลบนระบบเครือข่ายคือการใช้บริการเว็บเพจ และเมื่อมีผู้ใช้บริการมากๆทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าในการเรียกใช้บริการ ซึ่งนำไปสู่การทำงานที่ล่าช้า ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น การป้องกันการส่งข้อมูลที่ล่าช้าของระบบเครือข่ายจึงควรที่จะศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อเวลาการรอคอย การวิจัยนี้จะทำการวัดค่าเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจโดยกำหนดค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบ ปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบให้ค่าเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจเปลี่ยนแปลงไปในที่นี้คือ จำนวนผู้ใช้บริการขณะนั้น ประเภทและขนาดหน้าเว็บเพจ ซึ่งค่าที่วัดได้เหล่านี้จะนำไปใช้เพื่อศึกษาถึงการคาดคะเนและผลกระทบที่มีผลต่อเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจที่จะเกิดขึ้นบนเครือข่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ บนระบบเครือข่ายปิด ที่มีการใช้เครือข่ายเว็บร่วมกัน รวมทั้งสร้างโมเดลการรอคอยของการเรียกใช้เว็บเพจที่ต้องการซึ่งมีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่พิจารณา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ระบบเครือข่ายจะต้องเป็นระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบปิด
2. ระบบเครือข่ายจะต้องใช้โปรโตคอล HTTP และ TCP/IP
3. วิเคราะห์ระบบ เพื่อให้ได้สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ต้องทำการศึกษาว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรกับเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจ เพื่อทำนายเวลาการอคอยเว็บเพจ
4. ทดสอบสมการที่ได้ว่าสามารถทำนายเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจของระบบเครือข่ายได้ถูกต้องเพียงใด

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาหลักการที่เกี่ยวข้อง
   - โครงสร้างของระบบเครือข่าย
   - โปรโตคอลของระบบเครือข่าย
   - การดูแลและจัดการระบบเครือข่าย
   - การวัดประสิทธิภาพของระบบเครือข่าย
   - สถาปัตยกรรมแบบระบบแม่ข่ายและลูกข่าย
   - การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงซ้อนและการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน

2. กำหนดสมมติฐาน พิจารณาตัวแปรทั้งหมดของเครือข่าย กำหนดตัวแปรที่ต้องการหาความสัมพันธ์ที่มีต่อระบบเครือข่าย

3. ทำการเก็บข้อมูลตัวแปรที่ต้องการหาความสัมพันธ์ของระบบเครือข่าย

4. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ

5. สร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับความสัมพันธ์ที่ได้

6. สรุปผลการวิจัย

บทที่ 2 จะกล่าวถึงการวิจัยเพื่อวัดประสิทธิภาพของการสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งแง่คิดส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้เป็นแนวทางการวิจัยที่ต้องการ บทที่ 3 จะกล่าวถึงหลักในการดำเนินการวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ พร้อมทั้งการกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ที่สนใจในการทดลอง ผลของการวิจัยที่ได้ปรากฏในบทที่ 4 ส่วนบทที่ 5 จะเป็นการสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย [1] ได้วิจัยประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายที่มีการโอนย้ายข้อมูลโดยใช้โปรโตคอล FTP ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีการปรับเปลี่ยนขนาดของแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ผลของงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นได้ว่าความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการย้ายโอนข้อมูลนั้นขึ้นต่อขนาดของแฟ้มข้อมูลที่ต้องการโอนถ่ายบนระบบเครือข่ายและขึ้นต่อจำนวนของผู้เรียกใช้แฟ้มข้อมูลนั้นในขณะหนึ่งๆ ในทำนองเดียวกัน [2] ได้วิจัยโดยอาศัยข้อมูลของเว็บเพจที่มีขนาดต่างกัน 4 ขนาด ดังตาราง 2.1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงขนาดและสัดส่วนของขนาดเว็บเพจกับจำนวนเว็บทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง การวิจัยนี้ได้อาศัยการจำลองระบบเครือข่าย ATM (Asynchronous Transfer Mode) โดยใช้ร่วมกับโปรโตคอล TCP/IP เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานโดยดูจากเวลาของการรับส่งข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายและความถูกต้องของข้อมูลที่ถูกส่งมา ผลที่ได้คือ เมื่อขนาดของเว็บเพจใหญ่ขึ้น เวลาของการรับส่งข้อมูลจะมีค่ามากขึ้น และเมื่อเครื่องลูกข่ายจำนวนมากมีการเรียกใช้ข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายจะทำให้เวลาการรับส่งข้อมูลมากขึ้น

CLASS	File size (Bytes)	Relative frequency
CLASS 1	< 1 K	35 %
CLASS 2	1 K – 10 K	50 %
CLASS 3	10 K – 100 K	14 %
CLASS 4	100 K – 1 M	1 %

ตารางที่ 2.1 ขนาดและเปอร์เซ็นต์กับจำนวนเว็บเพจทั้งหมด

[3] ได้ทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการส่งข้อมูลมัลติมีเดียบนระบบเครือข่ายท้องถิ่นโดยใช้โปรโตคอล TCP/IP ภายใต้ระบบสื่อสารแบบ CSMA/CD ตัวแปรที่สนใจในการทดลองคือค่าของเวลาของการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่าย สภาวะแวดล้อมของการวิจัยนั้นได้มีการกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายและความเร็วในการรับส่งข้อมูล จำนวนเครื่องลูกข่าย ทั้งนี้ขนาดของแพ็กเกจ (ขนาดของข้อมูลที่แบ่งออกเป็นชุดย่อยๆ เพื่อใช้ในการส่งข้อมูล) ที่มีการส่งนั้นจะมีขนาดต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อขนาดช่องทางการรับข้อมูลของเครื่องลูกข่าย ความเร็วในการรับส่งข้อมูล และขนาดของแพ็กเกจ มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของเวลาการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายจะน้อยลง ในขณะที่จะเพิ่มมากขึ้นถ้าหากจำนวนเครื่องลูกข่ายมากขึ้น

งานวิจัย [4] ในงานวิจัยนี้ได้มีการวิจัยด้วยการเขียนโปรแกรมจำลองการทำงานบนระบบเครือข่ายท้องถิ่นบนระบบมาตราฐาน IEEE 802.5 หรือ Token Ring เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบบริการ 2 รูปแบบคือ Exhaustive Service (ES) กับ Non - exhaustive Service (NES) โดยความแตกต่างระหว่างระบบบริการ 2 ชนิดคือ กรณีของ Exhaustive Service นั้นสถานีต่างๆ จะมีการเก็บข้อมูลที่ส่งมา (packets) ไว้ในบัพเฟอร์ วิธีนี้จะทำให้การส่งข้อมูลไม่เกิดการส่งที่ซ้อนกันเนื่องจากมีการกำหนดให้การสื่อสารเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียว ในขณะที่รูปแบบ Non - exhaustive Service นั้นจะยอมให้มีการส่งข้อมูลทีละหนึ่งข้อมูล โดยเวลาข้อมูลส่งเข้ามานั้นสถานีในเครือข่ายที่เหลือจะไม่มีการส่งข้อมูลเข้ามาในระบบ ปัจจัยที่ใช้ในงานวิจัยคือ ขนาดของข้อมูลทั้งหมด 5 ขนาด จำนวนเครื่องที่อยู่ในเครือข่าย 100 เครื่อง ขนาดของการส่งข้อมูลในช่องสัญญาณ 3 ขนาด ซึ่งจากการวิจัยได้การคำนวณค่าเฉลี่ยเวลาการส่งข้อมูลปกติซึ่งได้จาก

$$TIME = AT / (ML / VC)$$

TIME ค่าเฉลี่ยเวลาการส่งข้อมูลปกติ

AT ค่าเฉลี่ยของเวลาส่งข้อมูล

ML ความยาวเฉลี่ยข้อมูล

VC ความเร็วของช่องสัญญาณ

ผลที่ได้รูปแบบ Exhaustive Service นั้นใช้เวลาในการติดต่อส่งข้อมูลน้อยกว่ารูปแบบ Non - exhaustive Service

การทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของการเรียกแฟ้มข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เนตโดยใช้โปรโตคอล HTTP นั้นได้มีการศึกษาโดย [5] และ [6] ซึ่งการวัดระยะเวลาการรอคอยเริ่มตั้งแต่การเรียกใช้ข้อมูลจนถึงเวลาที่ข้อมูลนั้นได้ถูกถ่ายโอนและแสดงผลให้แก่ผู้ใช้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้สภาวะแวดล้อมของการทดลองที่ได้กล่าวถึงนั้นจะต้องไม่มีการชนของสัญญาณเกิดขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการรอคอยดังกล่าวในการทดลองนี้จำแนกเป็นปัจจัยที่เกิดจากสภาวะแวดล้อมของระบบเครือข่าย หรือเรียกง่าย ๆ ว่า ปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยที่เกิดจากประสิทธิภาพของโปรแกรมเพื่อการเรียกใช้ข้อมูล หรือบราวเซอร์ ผลการทดลองพบว่า ในงานวิจัย [5] ในงานวิจัยในการวัดประสิทธิภาพของเครือข่ายโดยการวัดเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจซึ่งผลที่ได้นั้นแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจกับเว็บเพจขนาดต่างๆแล้วอีกทั้งยังมีความสัมพันธ์กับประเภทของเว็บเพจตามสัดส่วนข้อมูลกับรูปภาพของเว็บเพจโดยแบ่งเป็น 5 ชนิดคือ 100% 75% 50% 25% และ 0% ใช้เว็บบราวเซอร์ 3 ชนิดคือ Internet Explorer 5.5 Netscape Navigator 4.7 และ Opera 5 โดยปัจจัยทางกายภาพคือ ขนาดหน่วยความจำ (RAM) ความเร็วของ CPU ผลวิจัยคือ เมื่อขนาดของเว็บเพจเพิ่มขึ้น หรือขนาดของหน่วยความจำมีค่า

น้อยลง เวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจจะมีค่ามากขึ้น ในขณะที่ถ้าเว็บบราวเซอร์เป็น Opera จะทำให้เวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจมีค่าน้อยกว่าเว็บบราวเซอร์เป็น Internet Explorer

ส่วนในงานวิจัยที่ [6] งานวิจัยนี้มีเว็บเพจนอกจากจะมีขนาดต่างๆและแบ่งประเภทตามสัดส่วนข้อมูลกับรูปภาพแล้ว ยังมีเว็บเพจที่ใช้มีชนิดที่ข้อมูลเป็นชนิดมัลติมีเดียรวมอยู่ด้วย โดยปัจจัยทางกายภาพนั้นคือ ความยาวของสายส่งข้อมูล และ จำนวนฮับ (hub) และสวิตซ์ (switch) แต่ใช้เว็บบราวเซอร์คือ Internet Explorer 5.5 ชนิดเดียวเท่านั้น ผลวิจัย คือ เมื่อขนาดของเว็บเพจและจำนวนฮับเพิ่มขึ้น เวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจ ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ถ้าเมื่อมีการใช้สวิตซ์ มาแทนฮับ เวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจจะมีค่าน้อยลง

2.2 **สรุป**

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ในปัจจุบัน เห็นได้ว่าผู้วิจัยต่างๆ ได้พยายามกำหนดค่าตัวแปรที่สามารถส่งผลกระทบต่อเวลาการสื่อสารหรือการถ่ายโอนข้อมูล ซึ่งในการวิจัยภายใต้วิทยานิพนธ์นี้จะศึกษาปัจจัยอื่นนอกเหนือจากที่ได้กล่าวแล้วในงานวิจัยข้างต้น คือ การศึกษาระยะเวลาการรอคอยที่ใช้เมื่อมีการเรียกเว็บเพจจากเครื่องให้บริการบนเครือข่ายปิด โดยจะมุ่งศึกษาผลกระทบที่เกิดจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ขนาดและประเภทของเว็บเพจ โปรแกรมที่ใช้เพื่อการเรียกใช้เว็บเพจ และจำนวนเครื่องขอรับบริการในขณะหนึ่งๆ รายละเอียดของการศึกษาและวิธีการวิจัยจะกล่าวในบทต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

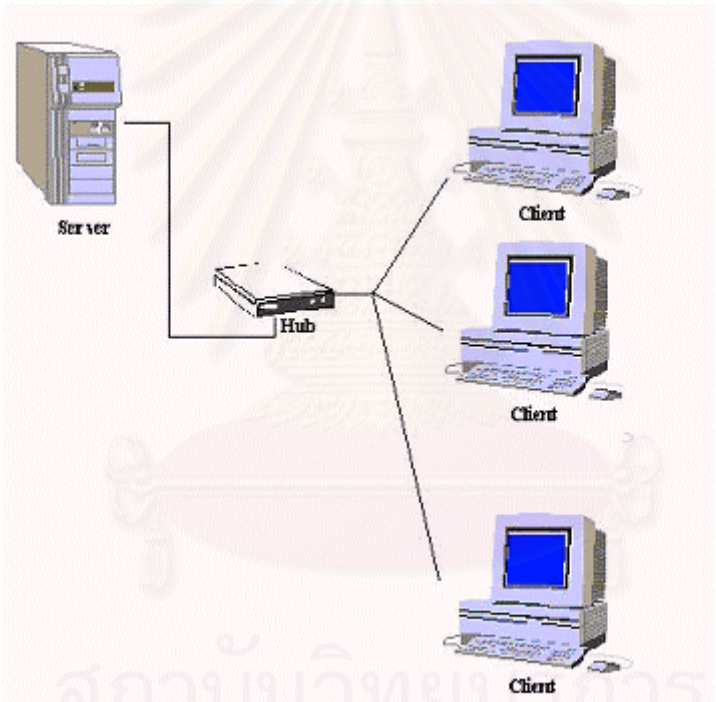
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองเครือข่าย ปัจจัยที่ใช้ วิธีในการเก็บข้อมูล และการประมวลผลข้อมูล

3.1 การกำหนดรูปแบบเครือข่าย

ในระบบเครือข่ายนั้นปัจจัยที่มีผลต่อเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจมีอยู่หลายปัจจัย ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตของงานวิจัยโดยทำบนระบบเครือข่ายถ้องถิ่นแบบปิด เพื่อควบคุมปัจจัยต่างๆที่ต้องการได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รูปแบบเครือข่าย

โดยเครือข่ายของงานวิจัยนั้นใช้เครื่องแม่ข่าย จำนวน 1 เครื่อง เครื่องลูกข่ายจำนวน 2, 3, 4,และ 6 เครื่อง ตามลำดับ เชื่อมต่อกับฮับ คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้มีดังนี้

- เครื่องแม่ข่าย
  - CPU Pentium III 500 MHz., Ram 128 MB., LAN card ความเร็ว 10/100 Mbps.
  - ระบบปฏิบัติการ Windows NT version 4.0

- เครื่องลูกข่าย
  - CPU Pentium II 400 MHz., Ram 64 MB., LAN card ความเร็ว 10/100 Mbps.
  - ระบบปฏิบัติการ Windows 95

เว็บเพจที่ใช้ในงานวิจัยมีขนาดโดยประมาณทั้งหมด 5 ขนาด คือ 25 KB. 50 KB. 100 KB. 250 KB. และ 500 KB. โดยผู้วิจัยได้แบ่งสัดส่วนของขนาดข้อความกับขนาดรูปภาพในเว็บเพจ คือ 0 % 25% 50% และ 100% (ดังตารางที่ 3.1)

ประเภท Text 100% Picture 0%	ประเภท Text 50% Picture 50%	ประเภท Text 25% Picture 75%	ประเภท Text 0% Picture 100%
25,663 ไบต์	25, 763ไบต์	26,698 ไบต์	26,509 ไบต์
52,051 ไบต์	51,674 ไบต์	51,749 ไบต์	52,700 ไบต์
123,206 ไบต์	102,685 ไบต์	103,394 ไบต์	103,090 ไบต์
256,609 ไบต์	256,862 ไบต์	255,354 ไบต์	270,267 ไบต์
513,025 ไบต์	526,446 ไบต์	543,220 ไบต์	517,584 ไบต์

ตารางที่ 3.1 ค่าขนาดเว็บเพจสำหรับแฟ้มข้อมูล

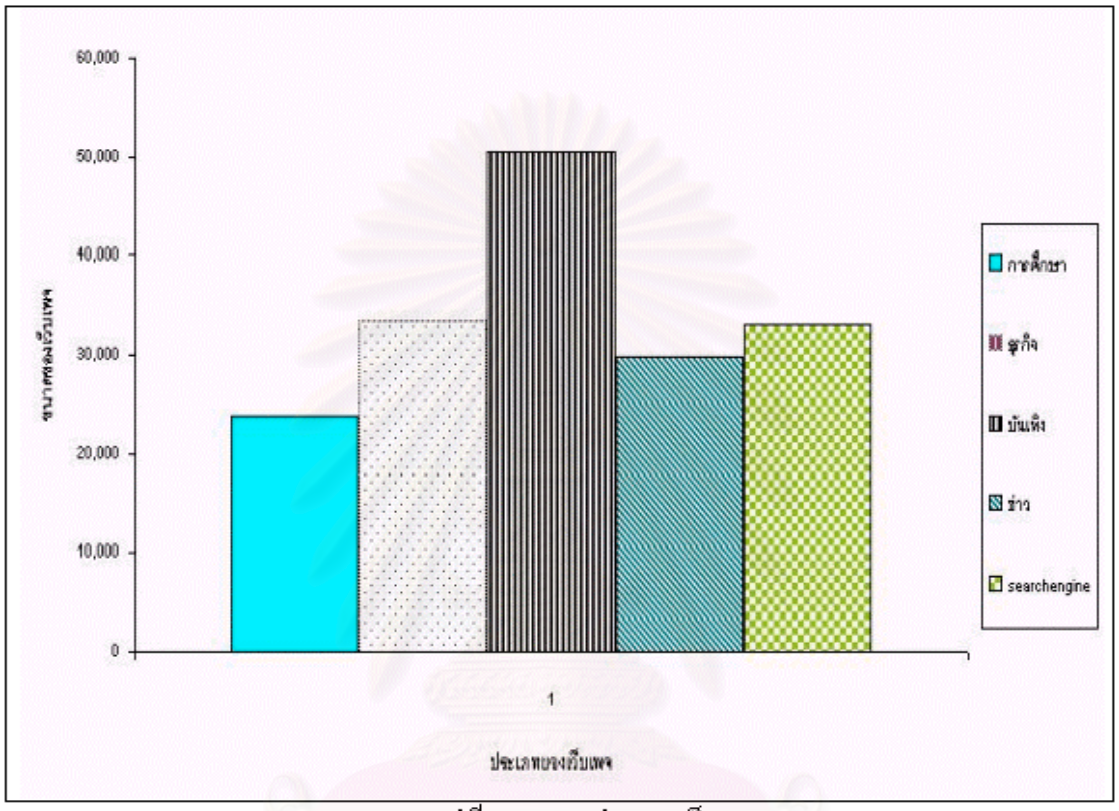
3.2 กำหนดปัจจัยของงานวิจัย

การสร้างแบบจำลองของเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจบนระบบเครือข่ายปิดในการวิจัยนี้ได้กำหนดปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อเวลาการรอคอยในการเรียกเว็บเพจ คือ

- ขนาดของเว็บเพจ มีขนาด 25 KB. 50 KB. 100 KB. 250 KB. และ 500 KB.
- ประเภทของเว็บเพจ คือ สัดส่วนของขนาดข้อความกับขนาดรูปภาพในเว็บเพจ คือ 0% 25% 50% และ 100%
- เว็บบราวเซอร์ที่ใช้มีทั้งหมด 3 ชนิด คือ Internet Explorer 5.5, Netscape Navigator 4.7 และ Opera 5
- จำนวนผู้ใช้เครื่องลูกข่ายจำนวน 2, 3, 4,และ 6 เครื่อง

3.3 ชนิดและขนาดของเว็บเพจ

งานวิจัยได้เก็บข้อมูลขนาดเว็บเพจชนิดต่างๆจากในระบบเครือข่ายเว็บเพจโดยแบ่งประเภทของเว็บที่ทำการเก็บข้อมูลขนาดตามรูปแบบของการใช้งานเว็บเพจทั้งหมด 5 ประเภทคือ การศึกษา ข่าวสาร ธุรกิจ บันเทิง และ search engine รวมทั้งหมด 150 เว็บเพจ ดังรูปที่ 3.2 แสดงกราฟขนาดเฉลี่ยของเว็บเพจทั้ง 5 ชนิด

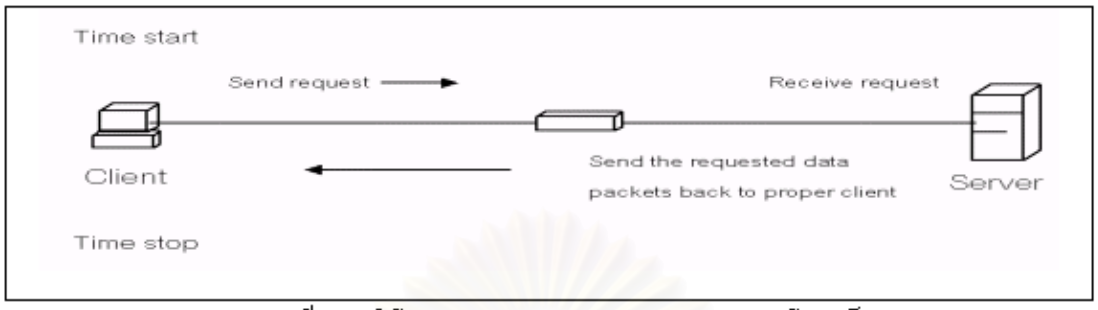


รูปที่ 3.2 กราฟขนาดเว็บเพจ

จากการที่เก็บข้อมูลเว็บเพจมาประมวลผลว่าค่าเฉลี่ยขนาดของเว็บเพจแต่ละประเภทมีค่าเท่ากันหรือไม่โดยตาราง ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่า *p* (ค่านัยสำคัญทางสถิติ)ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.179 สรุปว่า ค่าเฉลี่ยของเว็บเพจแต่ละชนิดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น เพื่อให้เว็บเพจที่ใช้สามารถใช้เป็นตัวแทนกลุ่มประชากรจริง การทดลองนี้จึงกำหนดใช้เว็บเพจในการวิจัย 5 ขนาด คือ 25 KB. 50 KB. 100 KB. 250 KB. และ 500 KB. ซึ่งเว็บเพจในประเภทบันเทิงนั้นจะมีรูปภาพเป็นส่วนประกอบหลัก ส่วนเว็บเพจประเภทการศึกษาและเว็บเพจประเภท search engine นั้นจะมีข้อความประกอบเป็นหลัก แต่กรณีของเว็บเพจ ธุรกิจและข่าวสาร จะมีภาพและข้อความรวมกันในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้แล้วงานวิจัยนี้ได้กำหนดสัดส่วนของข้อความและรูปภาพทั้งหมด 4 ชนิดคือ 0 % 25% 50% 100 % ซึ่งทำให้มีข้อมูลทั้งหมด 20 เว็บเพจในงานวิจัย

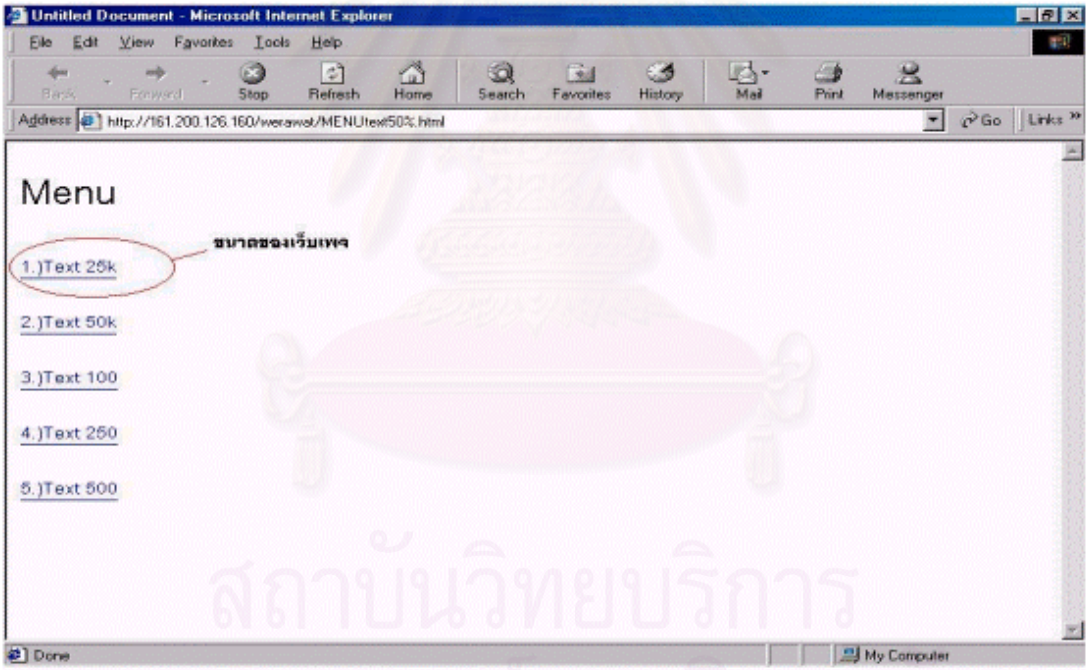
3.4 โปรแกรมการจับเวลา [5]

เวลาการอคอยการที่วัดเพื่อนำไปวิเคราะห์ในการทดลองนี้ คือ ช่วงเวลาที่ผู้วิจัยวัดตั้งแต่คำสั่งของการเรียกเว็บเพจถูกส่งออก จนถึงเวลาที่เว็บเพจปรากฏสมบรูณ์บนจอภาพ แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วิธีการจับเวลาการรอคอยของการเรียกเว็บเพจ

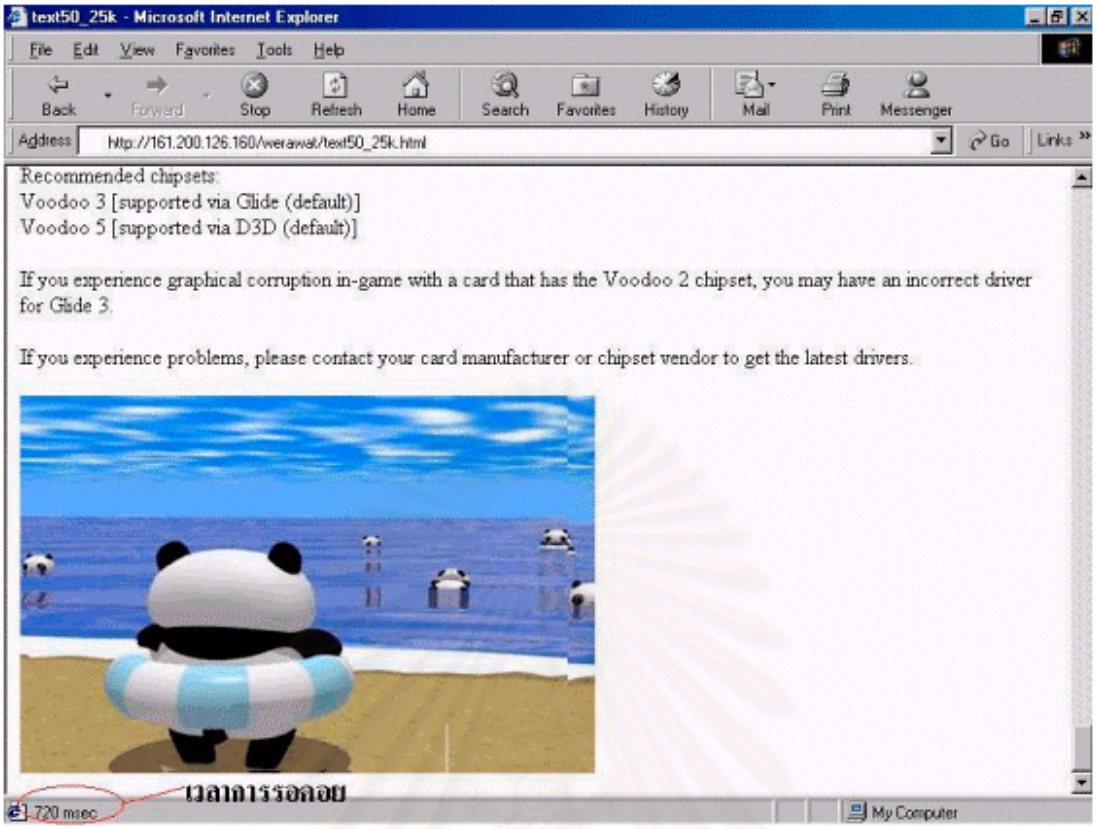
ในโปรแกรมจับเวลานั้นโดยการใช้ จาวาสคริปต์ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน โปรแกรม โดยโปรแกรมส่วนที่ 1 โปรแกรม Start time จะทำงานอยู่ในหน้าของเว็บเพจเมนู ดังรูปที่ 3.4 แสดงหน้าเว็บเพจเมนูซึ่งสามารถติดต่อเรียกใช้เว็บเพจชนิดต่าง ๆ ได้



รูปที่ 3.4 เว็บเพจเมนู

โปรแกรมส่วนที่ 2 โปรแกรม Stop time ทำหน้าที่คำนวณเวลาการรอคอยในการเรียกเว็บเพจ รวมทั้งแสดงค่าเวลาดังรูปที่ 3.5 จะเห็นเว็บเพจที่เรียกใช้ และเวลาการรอคอยมีค่าเท่ากับ 720 มิลลิวินาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 หน้าจอแสดงเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจ

3.5 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลงานวิจัยเพื่อที่สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ของเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจกับปัจจัยต่าง ๆ ที่สนใจ การวิจัยบนระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบปิดเพื่อเก็บข้อมูลเวลาการอคอยการเรียกเว็บเพจโดยเรียกเว็บเพจเมนูประเภทของเว็บเพจจากเครื่องแม่ข่ายที่ URL ชื่อ http://161.200.126.160/werawat เช่น ต้องการเก็บข้อมูลจากเว็บเพจที่กำหนดสัดส่วนของขนาดข้อความต่อขนาดของภาพเท่ากับ 50% ทำโดยเรียกข้อมูลเว็บเพจเมนูที่อยู่ในเครื่องแม่ข่ายโดยเรียก URL ชื่อว่า http://161.200.126.160/werawat/MENUtext50%.html เว็บเพจเมนูจะมีเว็บเพจขนาดต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัยอยู่ ดังรูป 3.4 เมื่อมีการเรียกเว็บเพจขนาดต่างๆเพื่อเก็บข้อมูลวิจัย เว็บเพจจะมีการแสดงค่าของเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจขึ้นที่แถบสถานะ ดังรูป 3.5

เว็บบราวเซอร์แต่ละชนิดจะมีการเก็บชื่อ URL และข้อมูลของเว็บเพจที่เคยเรียกใช้ไว้ในหน่วยความจำเพื่อที่จะทำให้สามารถเรียกกลับมาใช้ได้อย่างรวดเร็วเมื่อมีการเรียกเว็บเพจเดิมอีกครั้ง ดังนั้นเมื่อเก็บข้อมูลเสร็จทุกครั้งๆจะต้องทำการลบข้อมูลชื่อ URL และข้อมูลเว็บเพจที่เว็บบราวเซอร์เก็บไว้ หลังจากที่ลบข้อมูลเว็บเพจเรียบร้อยแล้วจึงปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเปิดเครื่องใหม่เพื่อทำการเก็บข้อมูลชุดต่อไปโดยข้อมูลแต่ละชุดปัจจัยเดียวจะเก็บข้อมูลซ้ำกันทั้งหมด 4 ชุด

เมื่อเก็บข้อมูลครบทุกขนาดเว็บเพจ ประเภทของเว็บเพจ ประเภทของเว็บบราวเซอร์ และจำนวนผู้ใช้เครือข่ายร่วมเป็นที่เรียบร้อย ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่เก็บได้นี้ไปวิเคราะห์เพื่อหาโมเดลของการรอคอยที่เหมาะสมต่อไป จำนวนข้อมูลที่เก็บได้ทั้งสิ้น 960 ชุด

3.6 เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 Correlation

การหาสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระก่อนและตัดตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันเองออกโดยใช้ค่าทางสถิติ คือ สัมประสิทธิ์สหความสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงซึ่งจะใช้สัญลักษณ์ *r* โดยมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$r = \frac{\sum xy - \left(\sum x\right)\left(\sum y\right)/n}{\left(\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2/n\right)^{1/2}\left(\sum y^2 - \left(\sum y\right)^2/n\right)^{1/2}}$$

เมื่อสัญลักษณ์ที่ใช้ในสูตรมีความหมายต่อไปนี้

x หมายถึง ค่าที่สามารถคำนวณได้ของตัวแปรที่ 1

y หมายถึง ค่าที่สามารถคำนวณได้ของตัวแปรที่ 2

n หมายถึง จำนวนชุดข้อมูลของตัวแปรซึ่งจะมีจำนวนเท่ากันสำหรับ 2 ตัวแปร

r ที่ได้จะมีค่าตั้งแต่ –1 ถึง 1 โดยที่ความหมายของค่า *r* มีดังนี้

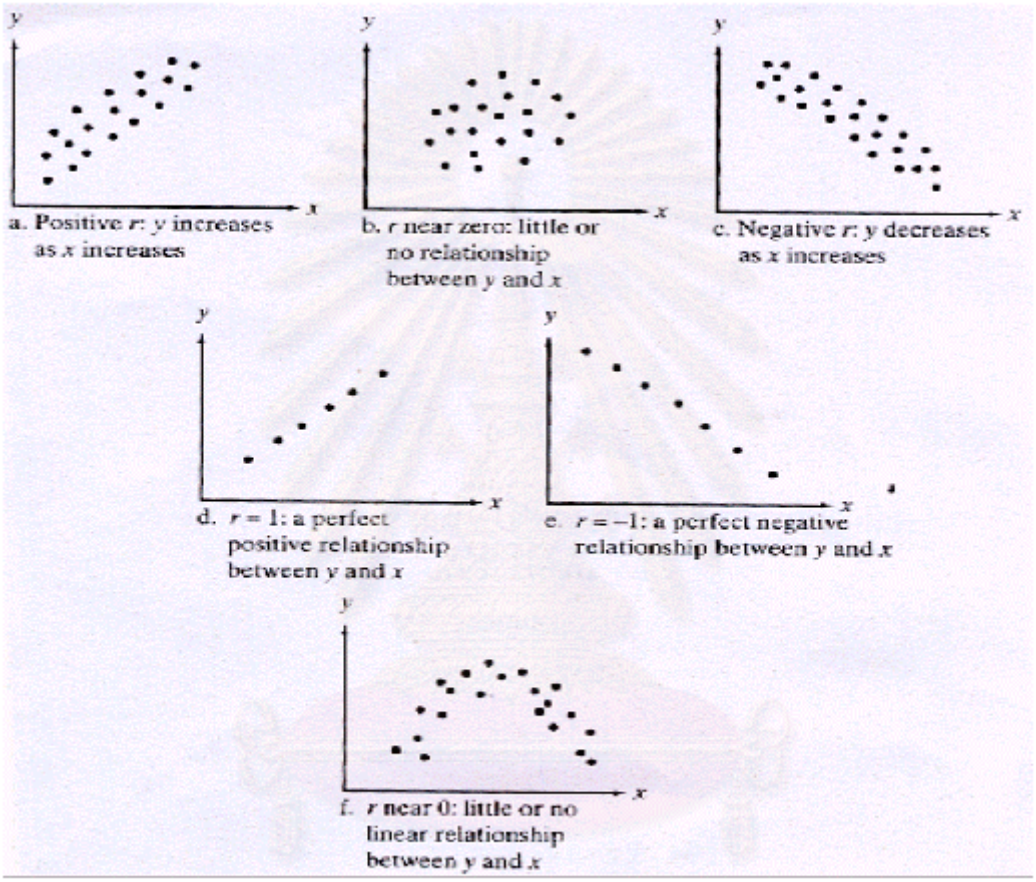
- $r \geq 0$ หมายความว่า ตัวแปรทั้ง2 มีความสัมพันธ์ในทางบวกคือมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ ถ้าตัวแปรหนึ่งมีค่าเพิ่ม (หรือลด) อีกตัวหนึ่งก็จะเพิ่ม (หรือลด) ตาม และทดสอบสมมติฐานเพื่อเลือกตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออัตราการส่งข้อมูลเข้าสมการ

- $r \leq 0$ หมายความว่า ตัวแปรทั้ง2 มีความสัมพันธ์ในทางลบ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าตัวแปรทั้ง2 มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม คือ ถ้าตัวแปรหนึ่งมีค่าเพิ่ม (หรือลด) อีกตัวหนึ่งก็จะลด (หรือเพิ่ม)

- $r = 0$ หมายความว่า ตัวแปรทั้ง 2 ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกัน

โดยปกติถ้าตัวแปรอิสระคู่ใดที่มีความสัมพันธ์กันเองมากกว่า 0.5 จะต้องพิจารณาเลือกตัวแปรเพียงตัวเดียวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากกว่ามาใช้ในการพิจารณาหาสมการถดถอย

รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะกราฟของคู่ตัวแปร (x , y) และสัมประสิทธิ์สหความสัมพันธ์ของเปียร์สัน



รูปที่ 3.6 ค่าของ r และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง

ในกรณีที่ตัวแปรทั้ง 2 ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน ผู้วิจัยสามารถพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์ได้โดยวิธีการต่อไปนี้

3.6.2 Multiple Regression Model

แบบจำลองความถดถอยแบบพหุ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม *y* และตัวแปรอิสระ *x* จำนวน *k* ตัว (x_1 , x_2 , ... , x_k) ใช้ตัวแปรเหล่านี้ในการทำนาย y โมเดลความถดถอยแบบพหุมีรูปแบบดังนี้

$$y = \beta_0 x_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + ... + \beta_k x_k$$

โดยที่

y คือ ค่าสังเกตที่คำนวณได้

$\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_k$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย

$x_0, x_1, \ldots, x_k$ คือ ค่าตัวแปรอิสระที่กำหนดไว้

สมการถดถอยแบบพหุที่สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้นั้นต้องผ่านการประเมินโดยใช้สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจแบบพหุ (coefficient of multiple determination)

โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจแบบพหุ นั้นมีหลักการคือ ความผันแปรทั้งหมดของ *y* (total variation) ซึ่งคือ ค่าผลรวมกำลังสองของความแตกต่างของแต่ละค่าสังเกต *y* กับค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตนั้น เขียนแทนด้วย *SST* หรือเรียกว่า Total Sum Square หรือ Total Sum Square ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ค่าของความผันแปรที่อธิบายได้ (Explained Variation) หมายถึง ค่าผลรวมกำลังสองของความแตกต่างของค่าสังเกตที่ได้จากการคำนวณ กับค่าเฉลี่ยของค่าสังเกต เขียนแทนด้วย *SSE* บางครั้งเราเรียกความแปรผันนี้ว่า Residual Sum Square or Error Sum Square และค่าของความแปรผันที่อธิบายไม่ได้ (Unexplained Variation) ซึ่งคือ ค่าผลรวมกำลังสองของความแตกต่างของค่าสังเกตที่ได้จากการคำนวณ กับค่าสังเกต เขียนแทนด้วย *SSR* บางครั้งเราเรียกความแปรผันนี้ว่า Regression Sum Square โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจแบบพหุหรือเขียนแทนด้วย R^2 คือ

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

$$SST = SSR + SSE$$

โดยทั่วไปจะอธิบายค่า R^2 สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจแบบพหุเป็นเปอร์เซ็นต์แทนการอธิบายด้วยสัดส่วน

เช่น ค่า R^2 มีค่า 0.85 หมายความว่า เมื่อใช้ตัวแปรอิสระคำนวณหาค่าสังเกตสามารถคำนวณมีความแม่นยำ 85 %

3.6.2.1 Linear Regression Variable Selection Methods

วิธีการที่นิยมใช้ในการเลือกตัวแปรอิสระสำหรับสมการถดถอยพหูคูณมีอยู่ 5 วิธี คือ ENTER, REMOVE, FORWARD, BACKWARD และ STEPWISE

วิธี ENTER เป็นการนำตัวแปรอิสระทุกตัวที่ระบุไว้ในสมการภายในขั้นตอนเดียว โดยจะพิจารณาค่า significance ของสถิติทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แล้วตัดสินว่าตัวแปรใดบ้างที่ควรจะอยู่ในสมการถดถอย

วิธี REMOVE เป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่ระบุไว้ออกจากสมการภายในขั้นตอนเดียว อย่างไรก็ตามไม่สามารถที่จะเลือกใช้วิธีนี้เป็นวิธีแรกของการวิเคราะห์ต้องใช้วิธีนี้คู่กับวิธี ENTER

วิธี FORWARD เป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเพิ่มเข้าสมการที่ละตัวแปรโดยตัวแปรอิสระตัวแรกที่จะนำเข้าในสมการนั้นจะเป็นตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุด และนำตัวแปรอิสระที่เหลือตัวต่อไปเข้าในสมการและทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่สามารถเพิ่มตัวแปรใดได้อีกแล้ว

วิธี BACKWARD เป็นการคัดตัวแปรอิสระทุกตัวที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเข้าสมการถดถอยเสียก่อน จากนั้นจึงคัดตัวแปรอิสระที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามออกจากสมการทีละตัวแปร โดยตัวแปรอิสระตัวแรกที่จะถูกคัดออกจากสมการจะเป็นตัวแปรอิสระที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุด และนำตัวแปรอิสระที่เหลือซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามออกจากสมการทีละตัวแปรไปเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่สามารถตัดตัวแปรใดได้อีกแล้ว

วิธี STEPWISE เป็นการเลือกตัวแปรอิสระทีละขั้นตอน โดยใช้ทั้งวิธี FORWARD และ BACKWARD ผสมกัน โดยเลือกตัวแปรที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมการพร้อมทั้งพิจารณาว่า มีตัวแปรอิสระใดที่อยู่ในสมการที่ควรจะถูกตัดออก โดยใช้เกณฑ์การตัดตัวแปรออกจากสมการคือค่านัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์ โดยระดับนัยสำคัญที่ใช้ตรวจสอบคือ 0.05

3.6.2.2 Nonlinear Regression

Nonlinear regression เป็นวิธีการหาสมการถดถอยแบบไม่เชิงเส้น โดยพิจารณาจากรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับกลุ่มตัวแปรอิสระโดยกรณีที่ความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงจะวิเคราะห์ตามรูปแบบการถดถอยเชิงเส้น กรณีที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้ง จะกำหนดรูปแบบการถดถอยแบบเส้นโค้งที่เหมาะสมกับความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น รูปแบบที่ใช้กับกรณีที่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นโค้งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

- รูปแบบโพลิโนเมียลลำดับที่ p เช่น รูปแบบความสัมพันธ์ $Y = X^2$ ที่เรียกว่ายกกำลังสอง
- รูปแบบไม่เป็นเส้นตรงที่แปลงให้เป็นรูปแบบเส้นตรงได้มีหลายรูปแบบ เช่น รูปแบบยกกำลังรูปแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล รูปแบบไฮเพอร์โปลา รูปแบบเอ็กโปเนนเชียลผกผัน เป็นต้น

- รูปแบบไม่เป็นเส้นตรงที่แปลงเป็นรูปแบบเส้นตรงไม่ได้ รูปแบบที่แสดงความสัมพันธ์แบบต่างๆ ได้หลายรูปแบบเช่นรูปแบบความสัมพันธ์ของ $Y = log\ (x_1) + A^{x2}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

บทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เก็บมาเพื่อหาสมการถดถอยไม่เชิงเส้น วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเริ่มจากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์และผลกระทบร่วมที่อาจเกิดจากปัจจัยต่างๆ ในการทดลองสู่ค่าของตัวแปรตามที่พิจารณา

4.1 สมการถดถอยไม่เชิงเส้น

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ทั้งที่เป็นตัวแปรตามหรือตัวแปรอิสระที่เกิดขึ้นจากการทดลอง เช่น การพิจารณาระหว่างระยะเวลาการรอคอยกับขนาดของเว็บเพจ พบว่า กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้ไม่สามารถแทนได้ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น แต่สามารถแทนได้ด้วยโพลิโนเมียลโมเดล หรือกล่าวได้ว่าระยะเวลาการรอคอยนั้นแปรผัน (หรือแปรผกผัน) ตามขนาดของเว็บเพจ เป็นต้น เรียกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในลักษณะนี้ว่าความสัมพันธ์ที่มีรูปแบบถดถอยไม่เชิงเส้น

4.2 การคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมในการสร้างสมการถดถอย

การทดลองได้คัดเลือกปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการรอคอยเว็ปเพจ ดังนี้

- ขนาดของเว็บเพจ มีค่าระหว่าง 25 - 500 KB.
- จำนวนเครื่องที่เชื่อมต่อเพื่อขอบริการในช่วงขณะหนึ่ง มีค่าระหว่าง 2 – 6 เครื่อง
- ชนิดของเว็บบราวเซอร์ที่ใช้เพื่อเรียกดูเว็บเพจ ในที่นี้คือ Microsoft Internet Explorer, Netscape Navigator และ Opera
- ลักษณะของเว็ปเพจที่จำแนกตามสัดส่วนระหว่างข้อความที่ปรากฏต่อภาพที่มีในหนึ่งหน้าเว็ป ซึ่งมีค่าเป็น 100% (ไม่มีรูปภาพปรากฏเลย) 50% (ขนาดของข้อความและรูปภาพมีสัดส่วนโดยประมาณเท่ากัน) 25% (ขนาดของข้อความมีสัดส่วนเป็นหนึ่งส่วนต่อขนาดของรูปภาพสามส่วน) และ 0% (ไม่มีข้อความปรากฏเลย)

ดังนั้น ตัวแปรที่คาดว่าจะปรากฏในสมการถดถอยเพื่อการคาดคะเนระยะเวลาการรอคอย มีดังนี้

TIME ระยะเวลาการรอคอย (ตัวแปรตาม)

FILESIZE ผลหารของขนาดหน้าจอเว็บเพจกับขนาดหน้าจอเว็บเพจที่ใหญ่ที่สุดในการวิจัยคือ 543,220 ไบต์(ตัวแปรอิสระ)

USER จำนวนผู้ใช้ในขณะหนึ่งๆ (ตัวแปรอิสระ)

TYPEWEB ลักษณะของเว็บเพจที่จำแนกตามสัดส่วนระหว่างข้อความต่อภาพ

IE ค่าระบุการเรียกเว็บเพจโดยใช้ Microsoft Internet Explorer (ตัวแปรอิสระ) ค่านี้มีค่าเป็น 1 เมื่อเรียกใช้ Microsoft Internet Explorer มิฉะนั้นมีค่าเป็น 0

OP ค่าระบุการเรียกเว็บเพจโดยใช้ Opera (ตัวแปรอิสระ)

ค่านี้มีค่าเป็น 1 เมื่อเรียกใช้ Opera มิฉะนั้นมีค่าเป็น 0

หมายเหตุ หากโปรแกรมที่ใช้เรียกเว็บเพจเป็นโปรแกรม Netscape Navigator ค่าของ *IE* และ *OP* จะมีค่าเป็นศูนย์

จาก [6] ที่ได้กล่าวว่า ตัวแปรในสมการถดถอยนั้นควรมีความเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทดสอบความเป็นอิสระของตัวแปรโดยพิจารณาค่า สัมประสิทธิ์สหความสัมพันธ์ของเปียร์สันดังตารางที่ 4.1

Correlations

		TIME	FILESIZE	IE	OP	TYPEWEB	USER
Pearson Correlation	TIME	1.000	.831**	.295**	-.183**	.043	.155**
	FILESIZE	.831**	1.000	.000	.000	-.002	.000
	IE	.295**	.000	1.000	-.500**	.000	.000
	OP	-.183**	.000	-.500**	1.000	.000	.000
	TYPEWEB	.043	-.002	.000	.000	1.000	.000
	USER	.155**	.000	.000	.000	.000	1.000
Sig. (2-tailed)	TIME	.	.000	.000	.000	.178	.000
	FILESIZE	.000	.	1.000	1.000	.962	1.000
	IE	.000	1.000	.	.000	1.000	1.000
	OP	.000	1.000	.000	.	1.000	1.000
	TYPEWEB	.178	.962	1.000	1.000	.	1.000
	USER	.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.
N	TIME	960	960	960	960	960	960
	FILESIZE	960	960	960	960	960	960
	IE	960	960	960	960	960	960
	OP	960	960	960	960	960	960
	TYPEWEB	960	960	960	960	960	960
	USER	960	960	960	960	960	960

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตารางที่ 4.1 ค่า สัมประสิทธิ์สหความสัมพันธ์ของเปียร์สันระหว่างตัวแปรต่างๆ

จากตาราง 4.1 สามารถสรุปผลได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการรอคอย คือ

FILESIZE ขนาดหน้าจอเว็บเพจที่ใช้ในการทดลอง (ตัวแปรอิสระ)

USER จำนวนผู้ใช้ในขณะหนึ่งๆ (ตัวแปรอิสระ)

IE ค่าระบุการเรียกเว็บเพจโดยใช้ Microsoft Internet Explorer (ตัวแปรอิสระ) ค่านี้มีค่าเป็น 1 เมื่อเรียกใช้ Microsoft Internet Explorer มิฉะนั้นมีค่าเป็น 0

OP ค่าระบุการเรียกเว็บเพจโดยใช้ Opera (ตัวแปรอิสระ)
ค่านี้มีค่าเป็น 1 เมื่อเรียกใช้ Opera มิฉะนั้นมีค่าเป็น 0

อย่างไรก็ดีเพื่อเป็นการยืนยันผลที่ได้จากตารางที่ 4.1 ผู้วิจัยจึงได้พิจารณารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการรอคอยกับตัวแปรอิสระต่างๆ คือ *FILESIZE*, *USER*, *TYPEWEB*, *IE* และ *OP* โดยการพิจารณาจะพิจารณาความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

4.3 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *TIME* กับตัวแปรอิสระ

4.3.1 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *FILESIZE* กับ *TIME* จำแนกตาม *USER*

จากรูปที่ 4.1 ซึ่งแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *FILESIZE* กับ *TIME* ทั้งนี้จะมีการแบ่งภาพออกเป็น 4 รูป (คือ รูปที่ 4.1(ก) รูปที่ 4.1(ข) รูปที่ 4.1(ค) รูปที่ 4.1(ง)) แต่ละรูปนั้นแสดงความสัมพันธ์ภายใต้ข้อกำหนดของประเภทของเว็บเพจที่ต่างกัน และแท่งกราฟที่ปรากฏแต่ละแท่งคือ จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (*USER*) รายละเอียดของกราฟที่ปรากฏมีดังนี้

รูปที่ 4.1(ก) เป็นกราฟจากข้อมูลเว็บเพจประเภทข้อความ 0%

รูปที่ 4.1(ข) เป็นกราฟจากข้อมูลเว็บเพจประเภทข้อความ 25%

รูปที่ 4.1(ค) เป็นกราฟจากข้อมูลเว็บเพจประเภทข้อความ 50%

รูปที่ 4.1(ง) เป็นกราฟจากข้อมูลเว็บเพจประเภทข้อความ 100%

จากรูปที่ 4.1(ก) และ รูปที่ 4.1(ข) จะสามารถอธิบายกราฟได้ดังนี้ คือ

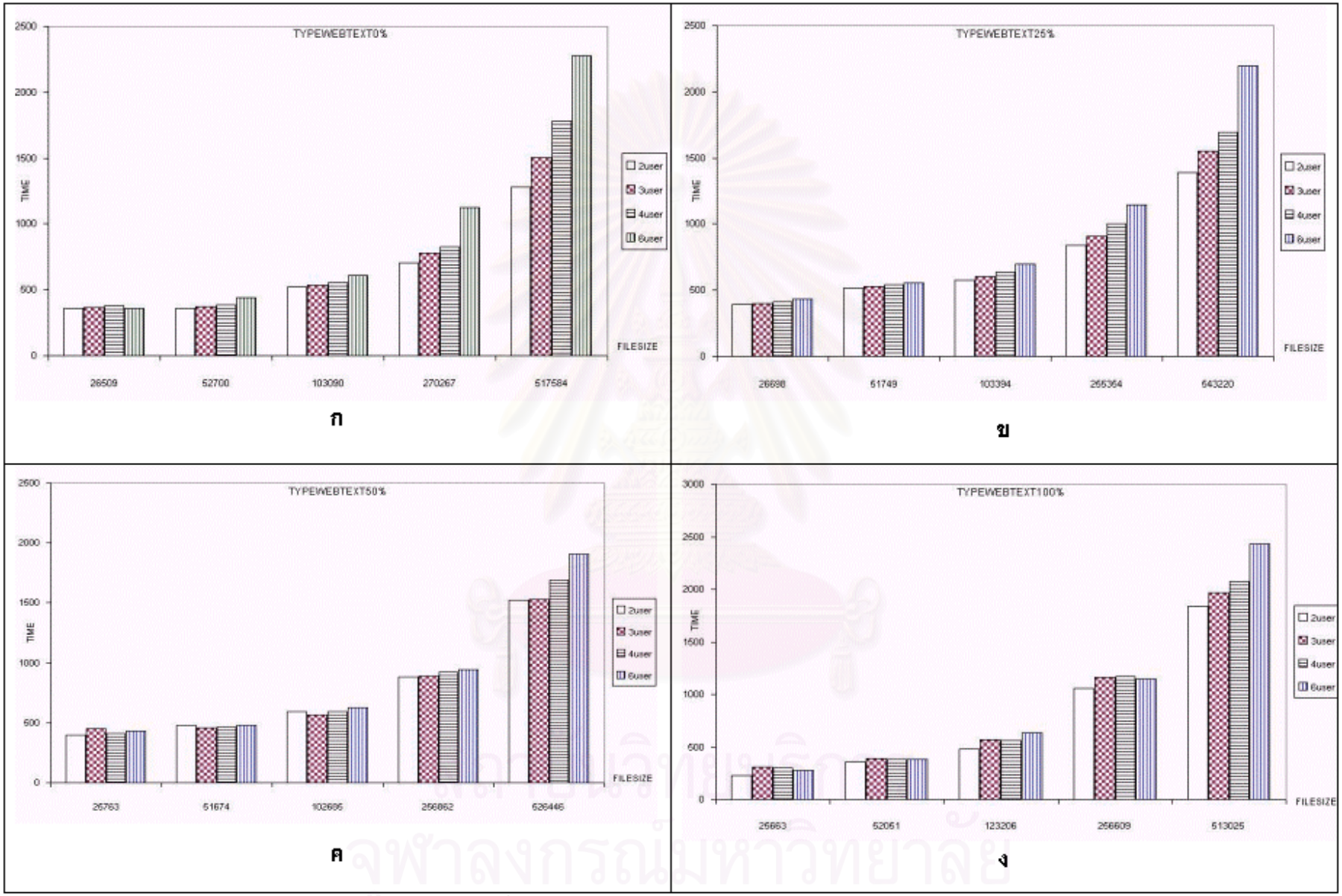
- เว็บเพจขนาด 25KB. ค่าเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวนจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 50KB. ค่าเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวนจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

- เว็บเพจขนาด 100KB. จะมีเริ่มมีความแตกต่างระหว่างเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวนเกิดขึ้นเล็กน้อย คือ เมื่อจำนวนเครื่องลูกข่ายมีจำนวนมากขึ้น เวลาการรอคอยก็จะมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย
- เว็บเพจขนาด 250KB. จะมีความแตกต่างระหว่างเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เมื่อจำนวนเครื่องลูกข่ายมีจำนวนมากขึ้นเวลาการรอคอยก็จะมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย
- เว็บเพจขนาด 500KB. จะเห็นความแตกต่างของเวลาการรอคอยที่จำนวนเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวนได้อย่างชัดเจนมากขึ้นว่าจำนวนเครื่องลูกข่ายที่มากจะทำให้มีเวลาการรอคอยที่มากขึ้น

แต่สำหรับรูปที่ 4.1(ค) และรูปที่ 4.1(ง) จะอธิบายกราฟได้ดังนี้

- เว็บเพจขนาด 25KB. ค่าเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวนจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 50KB. ค่าเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวนจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 100KB. ค่าเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวนจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 250KB. ค่าเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวนจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 500KB. จะเห็นความแตกต่างของค่าเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายทั้ง 4 จำนวน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ จำนวนเครื่องลูกข่ายมีจำนวนเพิ่มขึ้น เวลาการรอคอยเว็บเพจก็จะมีค่าที่เพิ่มขึ้น

จากกราฟทั้ง 4 รูปสามารถสรุปได้ว่า จำนวนเครื่องลูกข่ายที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีการเรียกเว็บเพจขนาด 25KB. และ 50KB. จะไม่ส่งผลให้เวลาการรอคอยมีความแตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อขนาดของเว็บเพจมีขนาดมากขึ้น เวลาการรอคอยมีความแตกต่างกันดังนี้คือ เวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายที่มีจำนวนเครื่องลูกข่ายจำนวนมากบนระบบเครือข่ายในขณะเดียวกันจะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเครื่องลูกข่ายบนระบบเครือข่ายที่มีจำนวนเครื่องลูกข่ายน้อย



รูปที่ 4.1 กราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME*

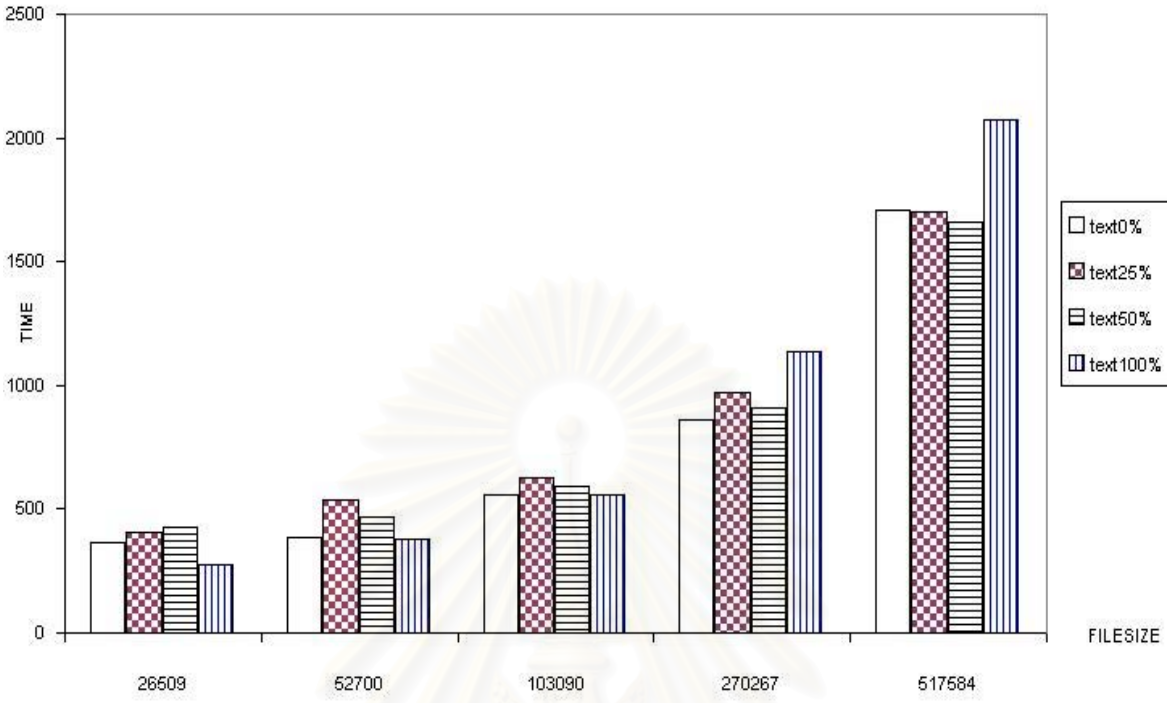
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.2 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *FILESIZE* กับ *TIME* จำแนกตาม *TYPEWEB*

จากรูปที่ 4.2 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME* จำแนกตามประเภทของเว็บเพจที่เรียกใช้ (*TYPEWEB*) ซึ่งสามารถอธิบายความหมายได้โดยจำแนกตามขนาดของเว็บเพจดังนี้

- เว็บเพจขนาด 25KB. มีเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% ต่ำที่สุด ในขณะที่เวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นในเว็บเพจขนาดเดียวกันนี้จะมีค่าใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 50KB. มีเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% ใกล้เคียงกับเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% แต่น้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ
- เว็บเพจขนาด 100KB. มีเวลาการรอคอยของเว็บเพจทุกประเภทใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 250KB. มีเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% มากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ
- เว็บเพจมีขนาด 500KB. มีเวลาการรอคอยของเว็บประเภทสัดส่วน 100% มากกว่าเวลาการรอคอยการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นอย่างชัดเจน ในขณะที่เวลาการรอคอยเมื่อเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่น ๆ จะมีค่าใกล้เคียงกัน

จากลักษณะของกราฟทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า เมื่อขนาดเว็บเพจมีขนาด 25KB. และ 50KB.การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% นั้นเวลาการรอคอยจะมีค่าน้อยกว่าการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่น แต่การเรียกใช้เว็บเพจทุกประเภทจะมีเวลาการรอคอยที่ใกล้เคียง เมื่อเว็บเพจมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็น 100KB. ในขณะที่เมื่อเว็บเพจมีขนาด 250KB. และ 500KB. นั้นส่งผลให้การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% จะมีเวลาการรอคอยมากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ โดยสรุปแล้วการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นๆ นอกเหนือจากเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% นั้นจะมีเวลาการรอคอยใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.2 **กราฟระหว่าง** *FILESIZE* **กับ** *TIME*

4.3.3 **รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร** *FILESIZE* **กับ** *TIME* **จำแนกตาม** *TYPEWEB*

รูปที่4.3 เป็นกราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME* จำแนกกราฟตาม *TYPEWEB* ใช้เว็บบราวเซอร์คือ Microsoft Internet Explorer ทั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 4 รูป (รูปที่ 4.3(ก) รูปที่ 4.3(ข) รูปที่ 4.3(ค) และรูปที่ 4.3(ง)) แต่ละรูปแบ่งตามความสัมพันธ์ของจำนวนเครื่องลูกข่าย รายละเอียดของรูปที่ 4.3 มีดังนี้

รูปที่ 4.3(ก) เป็นกราฟของข้อมูลจำนวนเครื่องลูกข่าย 2 เครื่อง

รูปที่ 4.3(ข) เป็นกราฟของข้อมูลจำนวนเครื่องลูกข่าย 3 เครื่อง

รูปที่ 4.3(ค) เป็นกราฟของข้อมูลจำนวนเครื่องลูกข่าย 4 เครื่อง

รูปที่ 4.3(ง) เป็นกราฟของข้อมูลจำนวนเครื่องลูกข่าย 6 เครื่อง

รูปที่ 4.3(ก) สามารถอธิบายกราฟได้ดังนี้ คือ

- เว็บเพจขนาด 25KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% จะมีเวลาการรอคอยน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และเวลาการรอคอยของการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นๆจะได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน

- เว็บเพจขนาด 50KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% จะมีเวลาการรอคอยน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และเวลาการรอคอยของการเรียกใช้เว็บเพจประเภท 25% และ 50% จะได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0%
- เว็บเพจขนาด 100KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% จะมีเวลาการรอคอยน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และเวลาการรอคอยของการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นๆจะได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 250KB. การเรียกใช้เว็บเพจทุกประเภทจะมีเวลาการรอคอยที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจมีขนาด 500KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100%จะมีเวลาการรอคอยมากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ ในขณะที่การเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่น ๆ จะมีเวลาการรอคอยที่วัดได้ใกล้เคียงกัน

ที่รูปที่ 4.3(ข) สามารถอธิบายกราฟได้ดังนี้ คือ

- เว็บเพจขนาด 25KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% จะมีเวลาการรอคอยที่น้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ
- เว็บเพจขนาด 50KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% จะมีเวลาการรอคอยที่น้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ
- เว็บเพจขนาด 100KB. การเรียกใช้เว็บเพจทุกประเภทจะมีเวลาการรอคอยที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 250KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% เวลาการรอคอยจะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นๆจะมีเวลาการรอคอยที่ได้ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 500KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% และ 0% เวลาการรอคอยจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะมากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภท 25% เวลาการรอคอยจะมากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 50%

รูปที่ 4.3(ค) สามารถอธิบายกราฟได้ดังนี้ คือ

- เว็บเพจขนาด 25KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% เวลาการรอคอยจะมีค่าน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่น ๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่น ๆ เวลาการรอคอยจะมีค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 50KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% เวลาการรอคอยจะมีค่าน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 25% และ 50% เวลาการรอคอยจะมีค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0%
- เว็บเพจขนาด 100KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% เวลาการรอคอยจะมีค่าน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 25% และ 50% เวลาการรอคอยจะมีค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0%
- เว็บเพจมีขนาด 250KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% เวลาการรอคอยจะมีค่าที่มากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นๆเวลาการรอคอยจะมีค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจมีขนาด 500KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% เวลาการรอคอยจะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 25% และ 100% จะมีเวลารอคอยที่ใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 50%

รูปที่ 4.3(ง) สามารถอธิบายกราฟได้ดังนี้ คือ

- เว็บเพจขนาด 25KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% และ 100% จะมีเวลาการรอคอยที่ใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่าน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นๆจะมีเวลาการรอคอยที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 50KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 25%และ 50% จะสามารถวัดได้ว่าเวลาการรอคอยมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% จะมีเวลาการรอคอยมากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100%

- เว็บเพจขนาด 100KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% เวลาการรอคอยจะมีค่าที่น้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นๆ เวลาการรอคอยที่ได้จะใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 250KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% และ 100% จะมีเวลาการรอคอยที่ใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นๆเวลาการรอคอยจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 500KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% และ 25% เวลาการรอคอยจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะมากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่น ๆ และการเรียกใช้เว็บเพจประเภทอื่นๆจะมีเวลาการรอคอยที่ได้ใกล้เคียงกัน

รูปที่ 4.4 เป็นกราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME* จำแนกกราฟตาม *TYPEWEB* ใช้เว็บบราวเซอร์คือ Netscape Navigator ทั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 4 รูป(รูปที่ 4.4(ก) รูปที่ 4.4(ข) รูปที่ 4.4(ค) รูปที่ 4.4(ง)) แต่ละรูปแบ่งตามความสัมพันธ์ของจำนวนเครื่องลูกข่าย

รูปที่ 4.4(ก) เป็นกราฟของข้อมูลจำนวนเครื่องลูกข่าย 2 เครื่อง
รูปที่ 4.4(ข) เป็นกราฟของข้อมูลจำนวนเครื่องลูกข่าย 3 เครื่อง
รูปที่ 4.4(ค) เป็นกราฟของข้อมูลจำนวนเครื่องลูกข่าย 4 เครื่อง
รูปที่ 4.4(ง) เป็นกราฟของข้อมูลจำนวนเครื่องลูกข่าย 6 เครื่อง

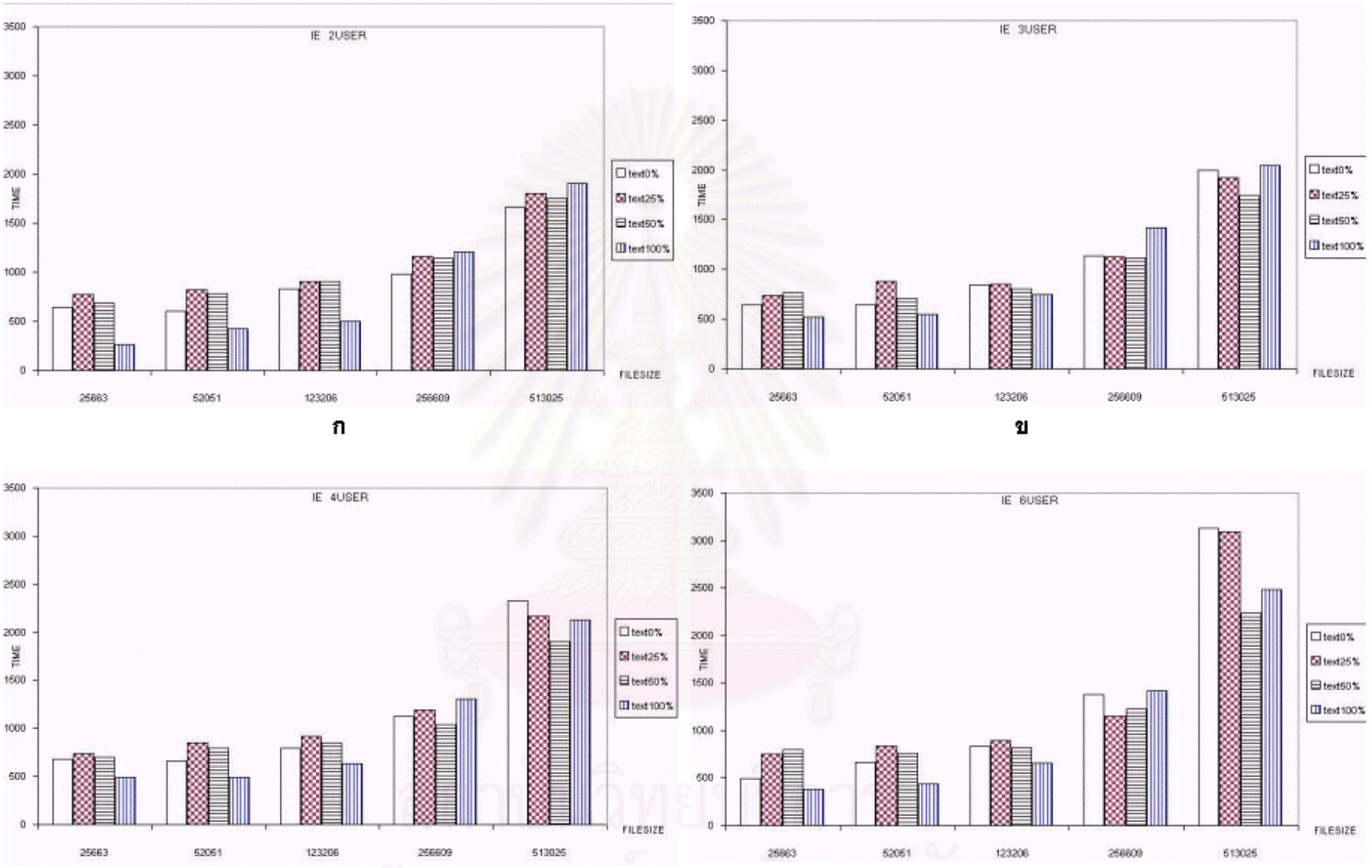
กราฟทั้ง 4 รูป(คือ รูปที่ 4.4(ก) รูปที่ 4.4(ข) รูปที่ 4.4(ค) รูปที่ 4.4(ง)) สามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ

- เว็บเพจขนาด 25KB. การเรียกใช้เว็บเพจทุกประเภทเวลาการรอคอยจะมีค่าใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 50KB. การเรียกใช้เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% เวลาการรอคอยจะมีค่าน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทอื่นๆ และเว็บเพจประเภทอื่นๆจะมีเวลาการรอคอยที่ใกล้เคียงกัน
- เว็บเพจขนาด 100KB. เวลาการรอคอยจะเริ่มมีความแตกต่างดังนี้ คือ เวลาการรอคอยของการเรียกใช้เว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนข้อความมากจะมีค่าที่มากกว่าเวลาการรอคอยการเรียกใช้เว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนข้อความน้อย ตัวอย่างเช่น รูปที่ 4.4(ค) เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 400 มิลลิวินาที เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 25% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 525 มิลลิ

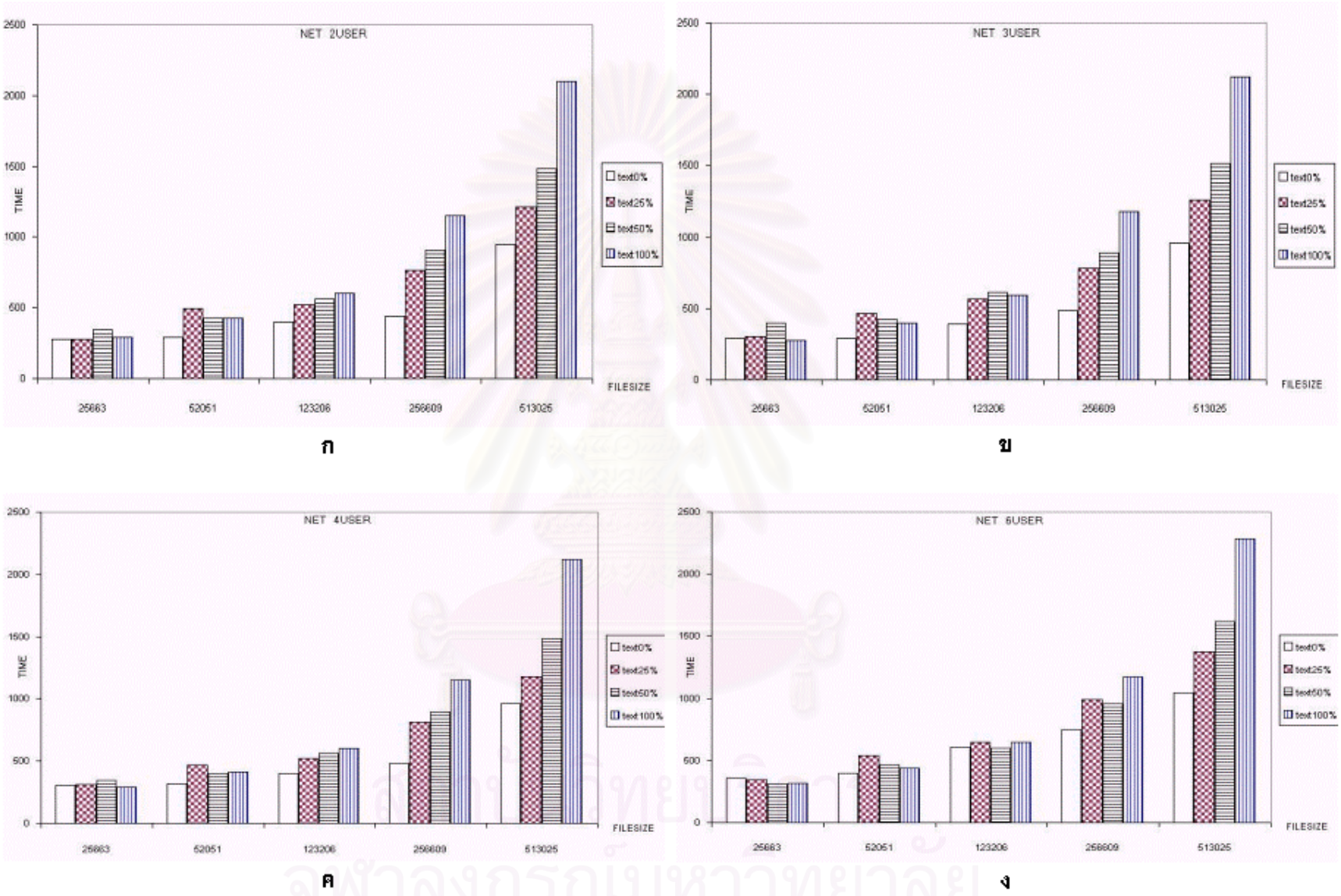
วินาที เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 50% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 565 มิลลิวินาที และเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 602 มิลลิวินาที

- เว็บเพจขนาด 250KB. เวลาการรอคอยจะมีความแตกต่างดังนี้ คือ เวลาการรอคอยของการเรียกใช้เว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนข้อความมากจะมีค่าที่มากกว่าเวลาการรอคอยการเรียกใช้เว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนข้อความน้อย ตัวอย่างเช่น รูปที่ 4.4(ข) เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 482 มิลลิวินาที เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 25% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 780 มิลลิวินาที เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 50% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 892 มิลลิวินาที และเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 1180 มิลลิวินาที
- เว็บเพจขนาด 500KB. เวลาการรอคอยจะมีความแตกต่างดังนี้ คือ เวลาการรอคอยของการเรียกใช้เว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนข้อความมากจะมีค่าที่มากกว่าเวลาการรอคอยการเรียกใช้เว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนข้อความน้อย ตัวอย่างเช่น รูปที่ 4.4(ง) เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 1042 มิลลิวินาที เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 25% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 1372 มิลลิวินาที เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 50% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 1617 มิลลิวินาที และเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 2282 มิลลิวินาที

จากรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 ทั้ง 8 รูป(คือ รูปที่ 4.3(ก) รูปที่ 4.3(ข) รูปที่ 4.3(ค) รูปที่ 4.3(ง) รูปที่ 4.4(ก) รูปที่ 4.4(ข) รูปที่ 4.4(ค) และ รูปที่ 4.4(ง)) จะสามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีการใช้เว็บบราวเซอร์ Microsoft Internet Explorer บนระบบเครือข่ายที่มีเครื่องลูกข่ายจำนวนมาก เวลาการรอคอยการเรียกใช้บริการเว็บเพจที่มีสัดส่วนข้อความที่มากกว่า 50% จะมีค่าน้อย เมื่อเทียบกับเวลาการรอคอยของการเรียกใช้เว็บเพจที่มีสัดส่วนข้อความน้อยกว่า 50% นอกจากนี้แล้ว การใช้เว็บบราวเซอร์ Netscape Navigator นั้น พบว่าไม่ว่าจำนวนของเครื่องลูกข่ายในระบบเครือข่ายจะเพิ่มขึ้นหรือไม่ก็ตาม เวลาการรอคอยการเรียกใช้เว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนข้อความมากจะมีค่าที่มากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนข้อความน้อย ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 4.4(ง) การเรียกใช้เว็บเพจขนาด 500KB. ค่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจที่มีสัดส่วนข้อความ 0% จะมีค่า 1042 มิลลิวินาที ซึ่งน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจที่มีสัดส่วนข้อความ 25% ที่มีค่า1372 มิลิวินาที



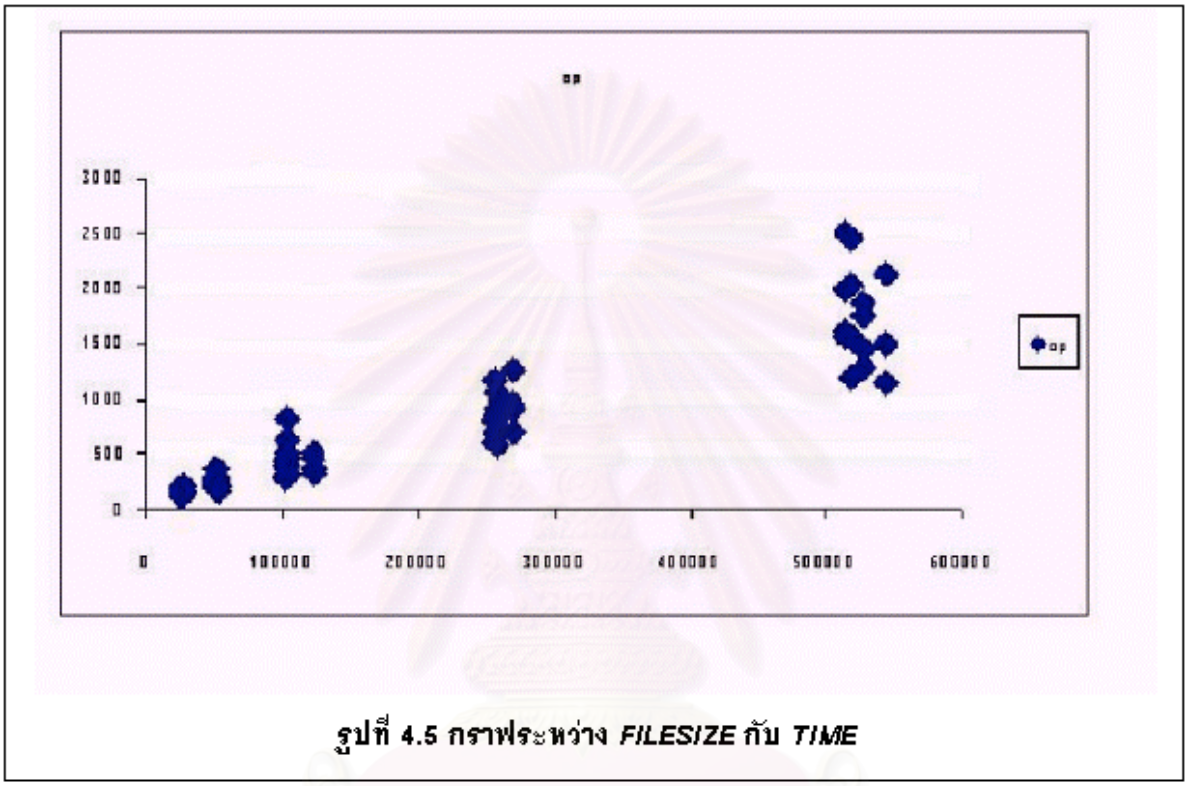
รูปที่4.3 กราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME*



รูปที่ 4.4 กราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME*

4.3.4 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *FILESIZE* กับ *TIME* จำแนกตาม *OP*

จากรูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *FILESIZE* กับ *TIME* โดยที่ข้อมูลที่ใช้แสดงนั้นเป็นข้อมูลที่เก็บจากการใช้เว็บบราวเซอร์ Opera 5.5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อขนาดของ *FILESIZ*E และ *OP* มีค่าเพิ่มขึ้นค่าของ *TIME* ก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน



รูปที่ 4.5 กราฟระหว่าง *FILESIZE* กับ *TIME*

4.4 การหารูปแบบความสัมพันธ์โดยวิธีการประมาณจากกราฟ

จากรูปกราฟทั้งหมด (รูปที่ 4.1 รูปที่ 4.2 รูปที่ 4.3 รูปที่ 4.4 และ รูปที่ 4.5) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการรอคอยกับตัวแปรต่างๆ จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่สามารถส่งผลกระทบให้เวลาการรอคอย (*TIME*) มีค่าสูงขึ้นอย่างชัดเจนนั้น คือ ขนาดของเว็บเพจ (*FILESIZE*) แต่เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร *TIME* กับตัวแปร *FILESIZE* นั้นพบว่า รูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรากฏจะไม่มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังนั้น รูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรากฏไม่สามารถสร้างเป็นสมการถดถอยเชิงเส้นได้ ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยจึงได้ทดสอบหารูปแบบสมการถดถอยที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธี Curve estimate ด้วยโปรแกรม SPSS ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.2

Model	R^2	Std.Error
LIN	0.690	352.4165
LOG	0.592	404.2516
QUA	0.690	352.5665
CUB	0.691	352.1114
POW	0.640	0.46835

ตารางที่ 4.2 **ตารางผลการวิเคราะห์** Curve estimate

จากตารางที่ 4.2 จะได้ความสัมพันธ์ของตัวแปร *FILESIZE* กับ *TIME* ในรูปแบบต่างๆ การหารูปแบบที่เหมาะสมจะพิจารณาจากค่าของ R^2 จะเห็นได้ว่ารูปแบบ cubic(CUB) นั้น มีค่าสูงสุดคือ 0.691 และค่าของ R^2 ของรูปแบบ quadratic(QUA) และรูปแบบ linear(LIN) จะมีค่าใกล้เคียง คือ 0.690 แต่เมื่อพิจารณาค่าของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Std.Error) จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงมากไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดก็ตาม ยกเว้นรูปแบบ power(POW) จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำสุดคือ 0.46835 และมีค่า R^2 ของสมการถดถอย คือ 0.64 ดังนั้นสรุปได้ว่ารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร F*ILESIZE* กับ *TIME* เป็นสมการถดถอยแบบ power ดังนี้

$$TIME = B1 * (FILESIZE^{B2})$$

เมื่อตัวแปร *B1* และ *B2* คือค่าคงที่ใดๆ ที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามชุดข้อมูลที่ใช้พิจารณา

นอกจากนี้แล้วเมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของตัวแปร *TIME* กับตัวแปรอื่นๆ จากกราฟความสัมพันธ์ที่วาดขึ้น จะสามารถสรุปรูปแบบสมการถดถอยที่ใช้คาดคะเนเวลาการรอคอยที่เกิดขึ้นเมื่อทราบค่าของตัวแปรต่างๆ ได้ดังนี้

$$TIME = B1*FILESIZE^{B2} + B3*IE + B4*OP + B5*FILESIZE*USER + B6*FILESIZE*TYPEWEB + B7*IE*USER*TYPEWEB + B8*OP*FILESIZE \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.1)$$

เมื่อ *B1* คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *FILESIZE*

B2 คือ ค่ากำลังของตัวแปร *FILESIZE*

B3 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *IE*

B4 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *OP*

B5 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *FILESIZE*USER*

B6 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *FILESIZE*TYPEWEB*

B7 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *IE*USER*TYPEWEB*

B8 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *OP*FILESIZE*

4.5 ตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอย

จากรูปแบบสมการถดถอยไม่เชิงเส้น (สมการที่ 4.1) ที่ผู้วิจัยจะใช้เพื่อการคาดคะเนเวลาการรอคอยที่จะเกิดขึ้นนั้น เมื่อใช้วิธี Nonlinear regression ของโปรแกรม SPSS ภายใต้ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ คือ 0.05 จะได้ค่าต่างๆ ดังตารางที่ 4.3

Bi	Estimate	Std.Error	Lower	Upper
B1	3.4536	1.2957	0.9109	5.9964
B2	0.3905	0.0317	0.3283	0.4527
B3	500.821	19.8914	461.7849	539.8571
B4	-141.5708	21.3638	- 183.4963	- 99.6453
B5	0.0004	0.0002	0.0003	0.0004
B6	0.00001	$7.0396*10^{-7}$	$9.3823*10^{-6}$	0.00001
B7	- 0.7688	0.07465	- 0.9153	- 0.6223
B8	0.0005	0.00007	0.0004	0.0007

ตารางที่ 4.3 ค่า *Bi* ที่ได้จากการคำนวณ Nonlinear Regression

จากตารางที่ 4.3 สามารถสรุปได้ว่าสมการถดถอยเพื่อการคาดคะเนเวลาการรอคอยคือ

$$TIME = 3.4536*FILESIZE^{0.3905} + 500.821*IE - 141.5708*OP + 0.0004*FILESIZE*USER + 0.00001*FILESIZE*TYPEWEB - 0.7688*IE*USER*TYPEWEB + 0.0005OP*FILESIZE$$

เมื่อ

TIME เวลาการรอคอยเว็บเพจ มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที (msec)

FILESIZE ขนาดเว็บเพจซึ่งเก็บอยู่ในเครื่อง server โดยมีหน่วยเป็นไบต์

TYPEWEB ประเภทของเว็บซึ่งแบ่งตามสัดส่วนของอักษรที่อยู่ในเว็บเพจ คือ 100, 50, 25 และ 0

USER จำนวนของเครื่องลูกข่ายที่เรียกเว็บเพจ โดยในที่นี้มีจำนวน 2, 3, 4, 6 เครื่อง

IE ชนิดของเว็บบราวเซอร์โดยที่ถ้าเว็บบราวเซอร์ คือ Internet Explorer จะมีค่าเป็น 1 ถ้าไม่ใช่จะมีค่าเป็น 0

OP ชนิดของเว็บบราวเซอร์โดยที่ถ้าเว็บบราวเซอร์ คือ Opera จะมีค่าเป็น 1 ถ้าไม่ใช่จะมีค่าเป็น 0

สมการถดถอยนี้มีค่าของ R^2 มีค่า 0.89198 หมายความว่า หากใช้สมการถดถอยนี้ในการประมาณค่าเวลาการรอคอยแล้วค่าที่คาดคะเนที่คำนวณได้นั้นจะมีความแม่นยำถึง 89.198 %

4.6 การทดสอบสมการถดถอยไม่เชิงเส้น

จากรูปแบบสมการถดถอยไม่เชิงเส้น (สมการที่ 4.1) ผู้วิจัยได้ทดสอบความถูกต้องของสมการถดถอยที่หาได้โดยใช้ข้อมูลอีกชุดหนึ่งที่เก็บวิธีเดียวกันทั้งหมด 960 ชุด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้ค่า *Bi* ดังตารางที่ 4.4

Bi	Estimate	Std.Error	Lower	Upper
B1	4.8400	1.6245	1.6518	8.0278
B2	0.3647	0.0285	0.3087	0.4207
B3	474.0463	18.4142	437.9093	510.1833
B4	-144.6438	19.7774	- 183.4561	- 105.8531
B5	0.0003	0.00001	0.0003	0.0004
B6	0.00001	$6.5075*10^{-7}$	0.00001	0.00001
B7	- 0.7334	0.0690	- 0.8689	- 0.5979
B8	0.0006	0.00007	0.0004	0.0007

ตารางที่ 4.4 ค่า *Bi* ที่ได้จาก Nonlinear Regression

ดังนั้นสมการถดถอยเพื่อการคาดคะเนเมื่อคำนวณด้วยชุดข้อมูลทดสอบมีรูปแบบดังนี้

$$TIME = 4.8398*FILESIZE^{0.3647} + 474.0463*IE - 144.6438*OP + 0.0003*FILESIZE*USER + 0.00001*FILESIZE*TYPEWEB - 0.7334*IE*USER*TYPEWEB + 0.0006*OP*FILESIZE$$

สมการถดถอยนี้มีค่า R^2 มีเท่ากับ 0.90186 แสดงว่าความแม่นยำของการคาดคะเนระยะเวลาการรอคอยเมื่อทราบค่าตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 90.186%

4.7 การปรับฐานหน่วยวัดข้อมูลเพื่อสร้างสมการถดถอยไม่เชิงเส้น

จากตาราง 4.3 และ 4.4 จะเห็นว่าค่าของ *Bi* ที่คำนวณได้บางตัวมีค่าน้อยกว่า 10^{-4} เนื่องมาจากที่ค่าของตัวแปร *FILESIZE* และตัวแปร *TYPEWEB* มีค่าสูง เมื่อเป็นเช่นนี้หากต้องการปรับให้ค่าของ *Bi* สามารถทำได้โดยปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปร *FILESIZE* และ *TYPEWEB* ด้วยการนำค่าสูงสุดในแต่ละตัวแปรมาหาร ซึ่งจะเรียกตัวแปรใหม่คือ *NEWFILESIZE* และ *NEWTYPEWEB* โดยตัวแปรทั้ง 2 ตัวมีค่าดังตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6

ประเภท Text 100 % Picture 0 %	ประเภท Text 50 % Picture 50 %	ประเภท Text 25 % Picture 75 %	ประเภท Text 0 % Picture 100 %
0.047	0.047	0.049	0.049
0.096	0.095	0.095	0.097
0.227	0.189	0.190	0.190
0.472	0.473	0.470	0.498
0.944	0.969	1	0.953

ตารางที่ 4.5 ค่าของตัวแปร *NEWFILESIZE*

เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 0%	เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 25%	เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 50%	เว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100%
0	0.25	0.5	1

ตารางที่ 4.6 ค่าของตัวแปร *NEWTYPEWEB*

ดังนั้นรูปแบบสมการถดถอยที่ใช้คาดคะเนเวลาการรอคอยจะมีรูปแบบสมการใหม่ดังนี้คือ

$$TIME = B1*NEWFILESIZE^{B2} + B3*IE + B4*OP + B5*NEWFILESIZE*USER + B6*NEWFILESIZE*NEWTYPEWEB + B7*IE*USER*NEWTYPEWEB + B8*OP*NEWFILESIZE \ldots\ldots (4.2)$$

เมื่อ *B1* คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *NEWFILESIZE*

B2 คือ ค่ากำลังของตัวแปร *NEWFILESIZE*

B3 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *IE*

B4 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *OP*

B5 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *NEWFILESIZE*USER*

B6 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *NEWFILESIZE*NEWTYPEWEB*

B7 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *IE*USER*NEWTYPEWEB*

B8 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *OP*NEWFILESIZE*

จากสมการถดถอย (สมการที่ 4.2) ที่ผู้วิจัยจะใช้ในการคาดคะเนเวลาการรอคอยเมื่อใช้วิธี Nonlinear regression ของโปรแกรม SPSS ภายใต้ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ คือ 0.05 จะได้ค่าต่างๆ ดังตารางที่ 4.7

Bi	Estimate	Std.Error	Lower	Upper
B1	598.3274	39.4634	520.8821	675.7728
B2	0.3892	0.032	0.3269	0.4515
B3	500.853	19.9018	461.7965	539.9096
B4	-141.7394	21.3731	- 183.6833	- 99.7957
B5	199.3671	8.7642	182.1678	216.5665
B6	586.0903	38.2661	510.9947	661.1859
B7	- 76.9037	7.469	- 91.5613	- 62.2462
B8	292.6148	40.2867	213.5538	371.6758

ตารางที่ 4.7 ค่า *Bi* ที่ได้จาก Nonlinear Regression

สมการถดถอยที่ได้จะมีรูปแบบดังนี้

$$TIME = 598.3274*NEWFILESIZE^{0.3892} + 292.6148*OP*NEWFILESIZE - 141.7395*OP + 500.853*IE + 199.3671*NEWFILESIZE*USER - 76.9037*IE*USER*NEWTYPEWEB + 586.0903*NEWFILESIZE*NEWTYPEWEB$$

จากสมการที่ทำการปรับค่าตัวแปรใหม่จะมีค่า R^2 = 0.89188 หากใช้สมการถดถอยนี้ในการประมาณค่าเวลาการรอคอยแล้วค่าที่คาดคะเนที่คำนวณได้นั้นจะมีความแม่นยำถึง 89.188

จากรูปแบบสมการถดถอยไม่เชิงเส้น (สมการที่ 4.2) ผู้วิจัยได้ทดสอบความถูกต้องของสมการถดถอยที่หาได้โดยใช้ข้อมูลอีกชุดหนึ่งที่เก็บวิธีเดียวกันทั้งหมด 960 ชุด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะได้ค่า *Bi* ดังตารางที่ 4.8

Bi	Estimate	Std.Error	Lower	Upper
B1	596.0978	36.1087	525.2360	666.9596
B2	0.3635	0.0286	0.3075	0.41957
B3	474.0797	18.4231	437.9250	510.2344
B4	-144.7841	19.7851	- 183.6116	- 105.9565
B5	186.7051	8.0704	170.8673	202.5430
B6	643.6697	35.3725	574.2526	713.0867
B7	- 73.3571	6.9076	- 86.9129	- 59.8012
B8	302.0451	37.2557	228.9322	375.1579

ตารางที่ 4.8 **ค่า** *Bi* **ที่ได้จาก** Nonlinear Regression

สมการถดถอยที่ได้คือ

$$TIME = 596.0978*FILESIZE^{0.3635} + 474.0797*IE - 144.7841*OP + 186.7051*FILESIZE*USER + 643.6697FILESIZE*TYPEWEB - 73.3571*IE*USER*TYPEWEB + 302.0451*OP*FILESIZE$$

จากสมการที่ทำการปรับค่าตัวแปรใหม่จะมีค่า R^2 = 0.90177 แสดงว่าความแม่นยำของค่าคาดคะเนระยะเวลาการรอคอยคือ 90.177

ซึ่งจากตาราง 4.7 และ 4.8 หลังจากมีการปรับฐานวัดข้อมูลค่าของ *Bi* ที่คำนวณได้ ทำให้สามารถบอกได้ว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปรมีผลต่อเวลาการรอคอยมากหรือน้อยได้อย่างชัดเจนมากขึ้น และจากค่าของ R^2 ที่ได้แสดงให้เห็นว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกับค่า R^2 ก่อนที่จะมีการปรับฐานวัดข้อมูล ซึ่งทำให้สรุปได้ว่า สามารถใช้สมการถดถอยจากการปรับฐานวัดข้อมูลคาดคะเนเวลาการรอคอยได้

4.8 สรุปผล

จากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบสมการถดถอยไม่เชิงเส้นที่ใช้ในการคาดคะเนเวลาการรอคอยที่เหมาะสม คือ

$$TIME = B1*FILESIZE^{B2} + B3*IE + B4*OP + B5*FILESIZE*USER + B6*FILESIZE*TYPEWEB + B7*IE*USER*TYPEWEB + B8*OP*FILESIZE$$

เมื่อ *B1* คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *FILESIZE*

B2 คือ ค่ากำลังของตัวแปร *FILESIZE*

B3 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *IE*

B4 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *OP*

B5 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *FILESIZE*USER*

B6 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *FILESIZE*TYPEWEB*

B7 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *IE*USER*TYPEWEB*

B8 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *OP*FILESIZE*

จากตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.4 ตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 เมื่อพิจารณาค่าขอบเขตบน (Upper Bound) และค่าขอบเขตล่าง (Lower Bound) ของสัมประสิทธิ์ *B1*, *B2*, *B3*, *B4*, *B5*, *B6*, *B7* และ *B8* สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

- ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของ *B1* เป็นค่าบวก หมายความว่า ถ้าค่าตัวแปรอิสระ *FILESIZE* มีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่ามากขึ้น หรือจะกล่าวได้ว่า เมื่อมีการเรียกใช้เว็บเพจขนาดของเว็บเพจที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่ามากขึ้น เช่น การเรียกใช้เว็บเพจขนาด 25KB. เวลาการรอคอยจะมีค่าน้อยกว่า เวลาการรอคอยการเรียกใช้เว็บเพจขนาด 50KB.
- ค่ากำลังของตัวแปร *B2* เป็นค่าบวก ซึ่งมีความหมาย 2 แบบคือ ถ้าค่าของ *B2* มีค่าน้อยกว่า 1 ค่าของเวลาการรอคอยก็จะมีค่าน้อย หรือถ้าค่าของ *B2* มีค่ามากกว่า 1 ค่าของเวลาการรอคอยก็จะมีค่ามาก 1 แต่ถ้าค่าตัวแปรอิสระ *FILESIZE* มีค่ามากขึ้น ก็จะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่ามากขึ้น หรือจะกล่าวได้ว่า เมื่อมีการเรียกใช้เว็บเพจ ขนาดของเว็บเพจที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่ามากขึ้น โดยที่จะมีค่าเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าของ *B2* ว่ามีค่ามากกว่า 1 หรือน้อยกว่า 1
- ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของ *B3* เป็นค่าบวก หมายความว่าเมื่อค่าตัวแปรอิสระ *IE* มีค่าเป็น 1 จะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่ามากขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ ในการเรียกใช้เว็บเพจบนระบบเครือข่ายที่ใช้เว็บบราวเซอร์ Microsoft Internet Explorer จะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่ามากกว่าการเรียกใช้เว็บเพจ โดยใช้เว็บบราวเซอร์ชนิดอื่น

- ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของ *B4* เป็นค่าลบ มีความหมายคล้ายกับค่าสัมประสิทธิ์ *B3* คือ เมื่อตัวแปรอิสระ *OP* มีค่าเป็น 1 จะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่าน้อยลง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ ในการเรียกใช้เว็บเพจบนระบบเครือข่ายที่ใช้เว็บบราวเซอร์ Opera จะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่าน้อยกว่า การเรียกใช้เว็บเพจ โดยใช้เว็บบราวเซอร์ชนิดอื่น
- ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของ *B5* เป็นค่าบวก หมายความว่าเมื่อตัวแปรอิสระ *FILESIZE* และตัวแปรอิสระ *USER* มีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้เวลาการรอคอยจะมีค่ามากขึ้น หรือจะกล่าวได้ว่าเมื่อมีการเรียกใช้เว็บเพจที่มีขนาดเพิ่มขึ้น การเพิ่มจำนวนเครื่องลูกข่ายบนระบบเครือข่ายจะส่งผลให้เวลาการรอคอยจะมีค่ามากขึ้น เช่น บนระบบเครือข่ายที่มีเครื่องลูกข่าย 2 เครื่อง เวลาการรอคอยของเว็บเพจขนาด 50KB. จะมีค่าน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจขนาด 50KB. บนระบบเครือข่ายที่มีเครื่องลูกข่าย 3 เครื่อง
- ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของ *B6* เป็นค่าบวก หมายความว่า เมื่อตัวแปรอิสระ *FILESIZE* และตัวแปรอิสระ *TYPEWEB* มีค่ามากขึ้น จะทำให้เวลาการรอคอยมีค่าเพิ่มขึ้น หรือจะกล่าวได้ว่าเมื่อมีการเรียกใช้เว็บเพจที่มีขนาดเพิ่มขึ้น ถ้าเว็บเพจที่เรียกใช้มีสัดส่วนของข้อความในเว็บเพจที่มากขึ้นจะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่าเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น ที่เว็บเพจขนาด 25KB. เวลาการรอคอยของเว็บเพจสัดส่วนข้อความ 25% จะมีค่ามากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจสัดส่วนข้อความ 0% แต่จะมีค่าน้อยกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจที่มีสัดส่วนข้อความ 25% ที่เว็บเพจมีขนาด 50KB.
- ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของ *B7* เป็นค่าลบ มีความหมายว่า เมื่อค่าของ *IE* มีค่าเป็น 1 ค่าของ *USER* และ *TYPEWEB* มีค่ามากขึ้น จะทำให้ค่าของเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจมีค่าที่น้อยลง หรือสามารถกล่าวได้ว่า บนระบบเครือข่ายที่ใช้เว็บบราวเซอร์เป็น Microsoft Internet Explorer เมื่อเครื่องลูกข่ายมีจำนวนเพิ่มขึ้น ในการเรียกใช้เว็บเพจที่มีสัดส่วนข้อความที่มากขึ้นจะทำให้ค่าของเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจมีค่าที่น้อยลง เช่น บนระบบเครือข่ายที่มีการเพิ่มเครื่องลูกข่ายจากจำนวน 2 เครื่อง เป็นจำนวน 4 เครื่อง การเรียกใช้เว็บเพจโดยเว็บบราวเซอร์ที่ใช้เป็น Microsoft Internet Explorer เวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% จะมีค่าน้อยกว่าเว็บเพจสัดส่วนข้อความ 50%
- ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของ *B8* นั้นเป็นค่าลบ หมายความว่า เมื่อตัวแปรอิสระ *OP มีค่าเป็น 1* และค่าของ *FILESIZE* มีค่ามากขึ้นทำให้เวลาการรอคอยมีค่าเพิ่มขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าในการเรียกใช้เว็บเพจที่มีขนาดเพิ่มขึ้น บนระบบเครือข่ายที่ใช้เว็บบราวเซอร์ Opera จะทำให้เวลาการรอคอยมีค่าเพิ่มขึ้น เช่น การใช้เว็บบราวเซอร์เป็น Opera การเรียกเว็บเพจขนาด 25KB. จะมีเวลาการรอคอยน้อยกว่าการเรียกเว็บเพจขนาด 50KB.

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองหารูปแบบสมการถดถอยเพื่อทำนายเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจบนเครือข่ายท้องถิ่นแบบปิด ซึ่งได้รูปแบบสมการคือ

$$TIME = B1 * (FILESIZE^{B2}) + B3*IE + B4*OP + B5*FILESIZE*USER + B6*FILESIZE*TYPEWEB + B7*IE*USER*TYPEWEB + B8*OP*FILESIZE$$

เมื่อ

TIME ระยะเวลาการรอคอย (ตัวแปรตาม)

FILESIZE ขนาดของหน้าเว็บเพจที่ใช้ในการทดลอง (ตัวแปรอิสระ)

USER จำนวนผู้ใช้ในขณะหนึ่งๆ (ตัวแปรอิสระ)

TYPEWEB ลักษณะของเว็บเพจที่จำแนกตามสัดส่วนระหว่างข้อความต่อภาพ

IE ค่าระบุการเรียกเว็บเพจโดยใช้ Microsoft Internet Explorer (ตัวแปรอิสระ) ค่านี้มีค่าเป็น 1 เมื่อเรียกใช้ Microsoft Internet Explorer มิฉะนั้นมีค่าเป็น 0

OP ค่าระบุการเรียกเว็บเพจโดยใช้ Opera (ตัวแปรอิสระ) ค่านี้มีค่าเป็น 1 เมื่อเรียกใช้ Opera มิฉะนั้นมีค่าเป็น 0

โดยที่ *B1* คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *NEWFILESIZE*

B2 คือ ค่ากำลังของตัวแปร *NEWFILESIZE*

B3 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *IE*

B4 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *OP*

B5 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *NEWFILESIZE*USER*

B6 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร*NEWFILESIZE*NEWTYPEWEB*

B7 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *IE*USER*NEWTYPEWEB*

B8 คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปร *OP*NEWFILESIZE*

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

Bi	Estimate	Std.Error	Lower	Upper
B1	3.4536	1.2957	0.9109	5.9964
B2	0.3905	0.0317	0.3283	0.4527
B3	500.821	19.8914	461.7849	539.8571
B4	-141.5708	21.3638	- 183.4963	- 99.6453
B5	0.0004	0.0002	0.0003	0.0004
B6	0.00001	$7.0396*10^{-7}$	$9.3823*10^{-6}$	0.00001
B7	- 0.7688	0.07465	- 0.9153	- 0.6223
B8	0.0005	0.00007	0.0004	0.0007

ตารางที่ 5.1 ค่า *Bi* ของสมการถดถอย

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ *B1, B2, B3, B5, B6* และ *B8* มีค่าเป็นบวกซึ่งจะมีความหมายดังนี้ คือ เมื่อระบบเครือข่ายมีการเรียกใช้เว็บเพจ ขนาดของเว็บเพจ สัดส่วนข้อความของเว็บเพจที่ใช้บริการ ชนิดของเว็บบราวเซอร์ที่ใช้ และจำนวนเครื่องลูกข่ายบนระบบเครือข่าย ปัจจัยต่างๆเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อเวลาการรอคอยดังต่อไปนี้ คือ

- เมื่อระบบเครือข่ายมีการเพิ่มจำนวนเครื่องลูกข่าย โดยที่ขนาดของเว็บเพจ และสัดส่วนข้อความข้อความของเว็บเพจมีค่าคงที่ ระบบที่มีเครื่องลูกข่ายจำนวนมาก จะทำให้เวลาการรอคอยมีค่ามากกว่า ระบบเครือข่ายที่มีจำนวนเครื่องลูกข่ายน้อย เช่น จากตารางที่ 5.1 เวลาการรอคอยของเว็บเพจขนาด 25KB.บนระบบเครือข่ายที่มีจำนวนเครื่องลูกข่ายจำนวน 2 เครื่องจะมีค่า 215.783 มิลลิวินาที ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ระบบเครือข่ายที่มีจำนวนเครื่องลูกข่ายจำนวน 3 เครื่องที่มีค่าเวลาการรอคอยเท่ากับ 238.473 มิลลิวินาที
- เมื่อขนาดของเว็บเพจมีการเปลี่ยนแปลงค่า โดยที่ระบบเครือข่ายไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนเครื่องลูกข่าย และสัดส่วนข้อความของเว็บเพจที่เรียกใช้มีค่าคงที่ ขนาดของเว็บเพจที่เพิ่มขึ้น จะทำให้เวลาการรอคอยของเว็บเพจจะมีค่าที่มากขึ้น ตัวอย่างเช่น จากตารางที่ 5.1 เวลาการรอคอยของเว็บเพจ 25KB.จะมีค่า 205.478 มิลลิวินาที ซึ่งมากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจขนาด 50KB. ที่มีค่า 217.943 มิลลิวินาที

- เมื่อสัดส่วนข้อความของเว็บเพจมีการเปลี่ยนแปลงค่า โดยระบบเครือข่ายไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนเครื่องลูกข่าย และขนาดของเว็บเพจที่เรียกใช้มีค่าคงที่ การเรียกใช้เว็บเพจที่มีสัดส่วนของข้อความยิ่งมีมากขึ้น จะส่งผลให้เวลาการรอคอยจะมีค่ามากขึ้น เช่น จากตารางที่ 5.1 ที่ขนาดเว็บเพจ 250KB. การเรียกใช้เว็บเพจที่มีสัดส่วนของข้อความ 100% จะมีเวลาการรอคอย 806.546 มิลลิวินาที ซึ่งมากกว่าเวลาการรอคอยของเว็บเพจที่มีสัดส่วนของข้อความ 50% ที่มีค่า 678.641 มิลลิวินาที
- บนระบบเครือข่ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนเครื่องลูกข่าย และขนาดของเว็บเพจ และสัดส่วนข้อความของเว็บเพจมีค่าคงที่ การที่ใช้เว็บบราวเซอร์ Microsoft Internet Explorer จะทำให้เวลาการรอคอยที่เกิดขึ้นจากการเรียกใช้เว็บเพจจะมีค่าที่มากกว่าการใช้เว็บบราวเซอร์ชนิดอื่น
- บนระบบเครือข่ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนเครื่องลูกข่าย และเว็บเพจที่เรียกใช้มีสัดส่วนข้อความคงที่ การที่ใช้เว็บบราวเซอร์เป็น Opera จะมีผลให้เวลาการรอคอยมีค่ามากขึ้น เมื่อขนาดของเว็บเพจที่ใช้งานมีขนาดเพิ่มขึ้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ ค่าของขนาดของเว็บเพจ สัดส่วนข้อความของเว็บเพจ และจำนวนเครื่องลูกข่ายบนระบบเครือข่าย ถ้าปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้ค่าของเวลาการรอคอยมีค่าที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน อีกทั้งการเรียกใช้เว็บบราวเซอร์เป็น Microsoft Internet Explorer ก็จะมีผลให้เวลาการรอคอยมีค่าที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน

นอกจากนี้ยังได้ค่าสัมประสิทธิ์ *B4* และ *B7* มีค่าติดลบ ซึ่งจะมีความหมาย คือ เมื่อมีการเรียกใช้เว็บเพจ จำนวนเครื่องลูกข่ายบนระบบเครือข่าย ขนาดของเว็บเพจ ประเภทสัดส่วนข้อความของเว็บเพจ และชนิดของเว็บบราวเซอร์ที่ใช้ จะมีผลต่อเวลาการรอคอยดังต่อไปนี้

- บนระบบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนเครื่องลูกข่าย และขนาดของเว็บเพจ และสัดส่วนข้อความของเว็บเพจที่เรียกใช้มีค่าคงที่ การใช้เว็บบราวเซอร์เป็น Opera จะทำให้เวลาการรอคอยจะมีค่าน้อยกว่า การใช้เว็บบราวเซอร์ชนิดอื่น
- การใช้เว็บบราวเซอร์เป็น Microsoft Internet Explorer เพื่อเรียกใช้เว็บเพจ โดยที่ขนาดของเว็บเพจมีค่าคงที่ การเพิ่มจำนวนเครื่องลูกข่ายบนระบบเครือข่าย จะทำให้เวลาการรอคอยการเรียกใช้เว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนของข้อความจำนวนมากมีค่าที่น้อยกว่าเวลาการรอคอยการเรียกใช้เว็บเพจประเภทที่มีสัดส่วนของข้อความจำนวนน้อย ตัวอย่างเช่น จากค่าตารางที่ 5.1 ที่เว็บเพจขนาด 250KB. บนระบบเครือข่ายที่มีจำนวนเครื่องลูกข่ายจำนวน 2 เครื่อง เวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 50% มีค่า1205.327 มิลลิวินาที เวลาการรอ

คอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% มีค่า1256.251 มิลลิวินาที เมื่อจำนวนเครื่องลูกข่ายเพิ่มขึ้นเป็น 4 เครื่อง เวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 50% มีค่า1333.937 มิลลิวินาที เวลาการรอคอยของเว็บเพจประเภทสัดส่วนข้อความ 100% มีค่า 1307.778 มิลลิวินาที

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ เวลาการรอคอยของการเรียกใช้เว็บเพจจะมีค่าน้อยลงเมื่อใช้เว็บบราวเซอร์เป็น Opera และบนระบบเครือข่ายที่ใช้เว็บบราวเซอร์เป็น Microsoft Internet Explorer ถ้าจำนวนของเครื่องลูกข่ายบนระบบเครือข่าย และสัดส่วนข้อความของเว็บเพจที่เรียกใช้มีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้เวลาการรอคอยมีค่าน้อยลงเช่นกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อที่จะปรับปรุงงานวิจัยให้ดีขึ้น ผู้ที่ทำวิจัยภายหลังสามารถทำวิจัยโดยการเพิ่มปัจจัยที่มีผลต่อเวลาการรอคอย เช่น

- ควรมีการทดลองที่ใช้ระบบปฏิบัติการที่แตกต่างจากระบบปฏิบัติการที่ใช้ในการทดลองนี้ ซึ่งในการทดลองนี้มีการใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 98 ดังนั้นหากได้ทดลองเปลี่ยนจากที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows NT บนเครื่องแม่ข่ายเป็นระบบปฏิบัติการอื่น เช่นระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ เป็นต้น ผลการทดลองที่วัดได้อาจมีความแตกต่างกันหรือเหมือนกันได้ และผลที่ได้นี้ยังสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบปฏิบัติการต่างๆ ได้อีกด้วย
- ควรมีการทดลองบนระบบเครือข่ายเปิดเพื่อให้เห็นรูปแบบการสื่อสารที่แท้จริง เนื่องจากการทดลองในครั้งนี้เป็นการทดลองที่มีข้อจำกัดค่อนข้างมากซึ่งนับได้ว่าเป็นการทดลองที่กระทำบนระบบเครือข่ายแบบปิด ดังนั้นผลที่วัดได้จากการทดลองนี้จะสามารถนำไปใช้ได้เพียงระบบเครือข่ายขนาดเล็กเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการทำงานในองค์กรจะมีขนาดของระบบเครือข่ายเป็นขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่มีจำนวนเครื่องให้บริการและเครื่องรับบริการจำนวนมาก รวมทั้งสามารถเกิดการชนของสัญญาณสื่อสารได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสภาวะเหล่านี้เป็นสภาวะของระบบเครือข่ายแบบเปิด ผลที่วัดได้ในรูปแบบของระบบเครือข่ายแบบเปิดนี้สามารถนำไปใช้กับสภาวะการทำงานจริงได้ และอาจมีความแตกต่างจากผลที่วัดได้จากการทดลองในระบบปิดที่อยู่ในสภาวะควบคุมเหล่านี้

- ควรมีการศึกษาการสื่อสารบนระบบเครือข่ายโดยมีการใช้โปรโตคอลต่างชนิดในการเรียกใช้ข้อมูลพร้อมกัน เนื่องจากการทดลองในครั้งนี้เป็นการทดลองที่กำหนดให้ใช้โปรโตคอล HTTP ที่ทำงานบนโปรโตคอล TCP/IP เท่านั้นไม่ว่าจะมีผู้เรียกใช้เครือข่ายร่วมกันกี่คนก็ตาม ซึ่งหากทำการศึกษาระยะเวลาการเรียกใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นบนระบบเครือข่ายที่มีการใช้โปรโตคอลหลายโปรโตคอลนั้น ผลที่วัดได้อาจมีความแตกต่างจากระยะเวลาการเรียกใช้ข้อมูลที่วัดได้เมื่อระบบเครือข่ายมีเพียงโปรโตคอลเดียว

5.4 ประโยชน์ของงานวิจัย

1. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ที่ตัวแปรต่างๆมีผลต่อเวลาการรอคอยการเรียกเว็บเพจได้
2. สามารถเลือกเว็บบราวเซอร์ที่ใช้ในการทำงานเพื่อให้เหมาะสมกับทำงานและมีประสิทธิภาพ
3. สามารถออกแบบหรือปรับปรุงเว็บเพจที่ใช้ในหน่วยงานให้เวลาการเรียกใช้เว็บเพจนั้นมีค่าเร็วขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. P.Bhattarakosol , M. Castro, J. Vuthichaiworakul. A Data Transfer Model for the File Transfer Protocol. Chulalongkorn University Thailand and RMIT Australia. 2000:p1-354.
2. Toshio Soumiya , Koji Nakamichi, Arnold Bragg. Performance Evaluation of TCP over ATM Using World Wide Web Traffic. Fujitsu Laboratories LTD. 1990:p523-528.
3. Yoshitaka Shibata, Judith H. Irven. Analysis of the end–to–end performance of multimedia information services on a local area network. Bell Communications Research. 1998:p 344-353.
4. Cheoul-Shin Kang, E.K. Park. Performance Simulation of Token Ring : Users' View, The American University Washington and United States Naval Academy Annapolis. 1991 :p 312-317.
5. ศุภสิทธิ์ อภิวัฒนาพงศ์, Factors Related to the Delay Time Over the HTTP Environment. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคณนา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2001.
6. สรรสิริ เลิศกิจเจริญวงศ์, Physical Effects of the Network Environment on Web Applications. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคณนา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2001.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นาย วีรวัฒน์ เชี่ยวปัญญานันท์ เกิดวันที่ 12 มิถุนายน 2521 ภูมิลำเนาอยู่ที่จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคณนา ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย