# การศึกษาวิธีการคงความต้องกันของเอกสารในเว็บแคช
# โดยใช้วิธีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

นางสาว อัมพุชินี พัฒนกำจร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0430-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# THE STUDY OF THE PROACTIVE IMS-BASED WEB CACHE CONSISTENCY SCHEME

Miss Ampuchinee Patanakumjorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Science in Computer Science
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2001

ISBN 974-03-0430-3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การศึกษาวิธีการคงความต้องกันของเอกสารในเว็บแคช โดยใช้วิธีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า |
| โดย | นางสาว อัมพุชินี พัฒนกำจร |
| สาขาวิชา | วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์ |

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ยรรยง เต็งอำนวย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัมพุชินี พัฒนกำจร : การศึกษาวิธีการคงความต้องกันของเอกสารในเว็บแคช โดยใช้วิธีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า (THE STUDY OF THE PROACTIVE IMS-BASED WEB CACHE CONSISTENCY SCHEME) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์, 106 หน้า, ISBN 974-03-0430-3

ในปัจจุบันความต้องการใช้อินเตอร์เนตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เว็บแคชจึงถูกเสนอขึ้นมา เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณเครือข่าย และลดเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารให้กับผู้ใช้ ด้วยเหตุนี้เอง เว็บแคชจึงจำเป็นต้องคงความต้องกันของเอกสารที่เก็บภายในเว็บแคชและหลีกเลี่ยงการส่งเอกสารที่หมดอายุให้กับผู้ร้องขอ ซึ่งวิธีการคงความต้องกันของเอกสารที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ วิธี Adaptive TTL ซึ่งวิธีนี้เว็บแคชจะทำการคำนวณค่า TTL ให้กับเอกสารที่เก็บอยู่ในเว็บแคช และเมื่อมีผู้ร้องขอเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุ เว็บแคชจะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางที่เก็บเอกสารนั้น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร ถ้าเอกสารที่อยู่ในแคชไม่ตรงกับเอกสารที่เก็บอยู่บนเซิร์ฟเวอร์ปลายทาง เซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะทำการส่งเอกสารใหม่กลับมายังเว็บแคช และเว็บแคชจะเก็บเอกสารใหม่แทนที่เอกสารเดิม แล้วจัดส่งเอกสารให้กับผู้ร้องขอต่อไป ในทางตรงกันข้าม ถ้าเอกสารที่อยู่ในแคชตรงกับเอกสารที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ปลายทาง จะทำให้เปลืองช่องสัญญาณเครือข่าย และผู้ร้องขอต้องใช้เวลาในการรอเอกสารมากกว่าปกติ ทั้งๆที่เอกสารที่ต้องการเก็บอยู่ในเว็บแคชอยู่แล้ว

ในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำเสนอการทดสอบการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า กับข้อมูลการใช้เว็บจริงจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมทั้งศึกษาลักษณะการหมดอายุของค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก โดยในการจำลองการทำงานของแคชจะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าสำหรับเอกสารที่เก็บอยู่ในแคชและมีค่า TTL จะหมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก เพื่อลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณเครือข่ายและเวลาที่ใช้ในการร้องขอในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก ในงานวิทยานิพนธ์นี้จะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อยที่สุดในรอบวัน ผลการจำลองการทำงานของเว็บแคช พบว่า ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส ปริมาณการใช้ช่องสัญญาณเครือข่าย และเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารลดลง แต่ลดลงในปริมาณที่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับปริมาณที่คาดหวังไว้ เนื่องจากเอกสารที่มีการร้องขอมากเป็นเอกสารที่มีค่า TTL น้อย ดังนั้นไม่ว่าเอกสารจะถูกส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าหรือไม่ เอกสารยังคงหมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากอยู่ จึงทำให้การส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

##4270659421 : MAJOR COMPUTER SCIENCE
KEY WORD : WEB CACHE / ADAPTIVE TTL / CONSISTENCY
AMPUCHINEE PATANAKUMJORN : THE STUDY OF THE PROACTIVE IMS-BASED WEB CACHE CONSISTENCY SCHEME, THESIS ADVISOR : DR. NATAWUT NUPAIROJ, 102 pp. ISBN 974-03-0430-3

Nowadays, the World-Wide Web has experienced phenomenal growth. Web caches have been proposed to reduce network traffic and provide better response time. One of basic constraints of web caching is that web caches must try to keep cached pages up to date with the master copies of those pages and to avoid returning stale pages to users. The most popular consistency scheme is “Adaptive TTL” which calculate TTL value for each document in web caches. When users request the pages that have been expired, Web caches will send If-Modified-Since messages to the originated server to check the pages. If the documents that are cached in web caches are not up-to-date, the originated servers will send the new copies to web caches. In the contrary, if the documents that are cached in web caches are up-to-date, the If-Modified-Since messages are useless. In this case, the consistency mechanism increases both network traffic and slowdown users’ response time.

In this thesis, we have introduced the proactive ims-based web cache consistency scheme which has been designed to improve the Adaptive TTL Scheme. We have studied the effectiveness of our scheme using empirical traces from the office of Information Technology of Chulalongkorn University. In addition we have studied the trend of expired TTL value. In our experiments, we send If-Modified-Since message at 5.00 a.m., the period with least traffic usage, for the documents that will be expired during the heavy traffic period of the day to reduce bandwidth and users’ response time. Our result indicate that number of requests, bandwidth usage and users’ response time slightly improve. This is because most popular documents have short TTL values. Thus, the proactive ims-based could not reduce all If-Modified-Since message in the heavy traffic period.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| | | | |
|---|---|---|---|
| Department | Computer Engineering | Student's signature | |
| Field of study | Computer Science | Advisor's signature | |
| Academic year | 2001 | Co-advisor's signature | |

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อ.ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำต่างๆ รวมถึงข้อคิดเห็นในงานวิจัยมาด้วยดีตลอด รวมทั้งเพื่อนๆทุกคนที่ได้ช่วยออกความคิดเห็นในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างงานวิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา รวมถึงทุกคนในครอบครัว ซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูปภาพ ..... ญ
บทที่
1 บทนำ ..... 1
1.1 ความเป็นมาและปัญหา ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ ..... 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย ..... 3
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน ..... 3
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ ..... 3
1.6 โครงสร้างวิทยานิพนธ์ ..... 3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ..... 5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 13
3 การวิเคราะห์ลักษณะการหมดอายุของค่า TTL และสภาพการใช้เว็บ ..... 16
3.1 การพิจารณาค่าTTLของเอกสารที่มีการร้องขอมาก ..... 16
3.2 การวิเคราะห์สภาพการใช้เว็บ ..... 19
3.3 แนวความคิดของการส่งข้อความการเรียกขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า ..... 21
4 การทดสอบวิธีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า ..... 25
4.1 วิธีการทดสอบ ..... 25
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการจำลองการทำงานของแคช ..... 26
4.3 สภาพแวดล้อมของเครื่องที่ใช้ในการวิเคราะห์ ..... 30
4.4 ข้อมูลการใช้เว็บ ..... 30
4.5 ผลการทดสอบ ..... 30
4.6 สรุปผลการทดสอบ ..... 39

# สารบัญ(ต่อ)

5. การวิเคราะห์ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส.....40
5.1 ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส.....41
5.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ Adaptive TTL.....42
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....47
รายการอ้างอิง.....48
ภาคผนวก.....51
ภาคผนวก ก.....52
ภาคผนวก ข.....61
ภาคผนวก ค.....70
ภาคผนวก ง.....79
ภาคผนวก จ.....88
ภาคผนวก ฉ.....97
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....106

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 ค่า TTL ของเอกสารยอดนิยม.....17
ตารางที่ 3.2 สรุปค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก.....18
ตารางที่ 3.3 เวลาเฉลี่ยในการร้องขอเอกสารที่มีรหัสประมวลผลแบบต่างๆ.....22
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างลักษณะของข้อมูลการใช้เว็บวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544.....23
ตารางที่ 4.1 การคาดหวังในการลดปริมาณการร้องขอเอกสาร..... 33
ตารางที่ 4.2 การคาดหวังในการลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณ.....35
ตารางที่ 4.3 การคาดหวังในการลดเวลาที่ใช้ในการร้องขอ.....38
ตารางที่ 5.1 ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสพิจารณาในช่วงเวลา 5.00 น..... 40
ตารางที่ 5.2 การพิจารณาเอกสารที่มีการร้องขอแบบไอเอ็มเอสโดยที่เอกสารไม่ซ้ำกัน..... 41
ตารางที่ 5.3 การพิจารณาเอกสารที่มีการร้องขอแบบไอเอ็มเอสโดยที่เอกสารซ้ำกัน..... 41
ตารางที่ 5.4 ค่า TTL ของเอกสารยอดนิยม..... 42
ตารางที่ 5.5 ค่า TTL ของเอกสารยอดนิยมที่มีการร้องขอซ้ำกัน..... 43

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของรายการเปลี่ยนแปลงของเฮชทีทีพี(HTTP Transaction)……..……5
รูปที่ 2.2 รูปแบบของเว็บแคช……..8
รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการทำงานของเว็บแคช เมื่อพบเอกสารที่ต้องการในแคช……10
รูปที่ 2.4 รูปแบบการทำงานของเว็บแคชเมื่อเอกสารที่ต้องการมีค่า TTL ที่หมดอายุและเอกสารนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่เซิร์ฟเวอร์……11
รูปที่ 2.5 รูปแบบการทำงานของเว็บแคชเมื่อเอกสารที่ต้องการมีค่า TTL ที่หมดอายุโดยที่เอกสารนั้น มีการเปลี่ยนแปลงที่เซิร์ฟเวอร์……11
รูปที่ 2.6 การเกิด TCP_REFRESH_HIT เมื่อเอกสารที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางไม่มีการเปลี่ยนแปลง……12
รูปที่ 2.7 การเกิด TCP_REFRESH_MISS เมื่อเอกสารที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางมีการเปลี่ยนแปลง……12
รูปที่ 3.1 ล็อกของจำนวนเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในแต่ละช่วงเวลาของเอกสารยอดนิยมที่มี การร้องขอไม่ซ้ำกัน……18
รูปที่ 3.2 ปริมาณการร้องขอแต่ละชั่วโมงของข้อมูลการใช้เว็บ จากสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 13-17 ก.พ. 2544……20
รูปที่ 3.3 ปริมาณการร้องขอเฉลี่ยแต่ละชั่วโมงของข้อมูลการใช้เว็บ จากสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 13-17 ก.พ. 2544……21
รูปที่ 3.4 การถ่ายโอนปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสจากช่วงใช้งานเว็บมากมายังช่วงใช้งาน เว็บน้อย……23
รูปที่ 4.1 ผังงานแสดงรูปแบบการทำงานของโปรแกรมคัดเลือกเอกสารที่อยู่ในแคชช่วงเวลา 5.00น…28
รูปที่ 4.2 ผังงานแสดงรูปแบบการทำงานของโปรแกรม……29
รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสเมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอ แบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า……31
รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอทั้งหมดเมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอ แบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า……32
รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบปริมาณช่องสัญญาณของการร้องขอแบบไอเอ็มเอสเมื่อทำการส่ง ข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า……34
รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบปริมาณช่องสัญญาณของการร้องขอทั้งหมดเมื่อทำการส่ง ข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า……35
รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการร้องขอของการร้องขอแบบไอเอ็มเอสเมื่อทำการส่ง ข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า……37
รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการร้องขอของการร้องขอทั้งหมดเมื่อทำการส่ง ข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า……38

# สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 5.1 ล็อกของจำนวนเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในแต่ละช่วงเวลาของเอกสารยอดนิยม ที่มีการร้องขอซ้ำกัน.....44
รูปที่ 5.2 กราฟแสดงเปอร์เซนต์ของเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 3 ชั่วโมง เมื่อไม่พิจารณา ปริมาณการร้องขอของเอกสารยอดนิยม.....45
รูปที่ 5.3 กราฟแสดงเปอร์เซนต์ของเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 3 ชั่วโมง เมื่อพิจารณา ปริมาณการร้องขอของเอกสารยอดนิยม.....46

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันเป็นยุคของข้อมูลข่าวสาร อินเทอร์เน็ตจึงกลายเป็นสื่อสำคัญในการเชื่อมข้อมูลข่าวสารจากทุกมุมโลกเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้ปริมาณผู้ใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้ ก่อให้เกิดปัญหาตามมา กล่าวคือ ขนาดของเครือข่ายเติบโตไม่ทันกับปริมาณของผู้ใช้อินเทอร์เน็ต และด้วยรูปแบบที่หลากหลายของข้อมูล ทำให้ความสามารถในการรองรับข้อมูลของแต่ละเครือข่ายแตกต่างกัน จากสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ จึงได้มีการเสนอแนวความคิดเกี่ยวกับเว็บแคชชิง (Web Caching) [12][13] ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลที่มีการถูกเรียกใช้บ่อยๆไว้ใกล้กับผู้ร้องขอมากที่สุด เพื่อที่เมื่อมีผู้ร้องขอต้องการข้อมูลเหล่านี้ แคชจะสามารถส่งข้อมูลกลับไปให้ผู้ร้องขอได้ทันที โดยที่ไม่ต้องไปที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทาง ซึ่งช่วยลดเวลาและปริมาณการใช้งานของเครือข่าย

ลักษณะที่สำคัญอันหนึ่งของเว็บแคช คือ การคงความต้องกันของเอกสารที่เก็บอยู่ภายในเว็บแคช (Cache Consistency) ซึ่งในปัจจุบันมีวิธีการคงความต้องกันของเอกสารที่เก็บอยู่ในเว็บแคช 2 แบบ คือ แบบ Strong Cache Consistency และ แบบ Weak Cache Consistency [5] สำหรับแบบ Strong Cache Consistency นั้นผู้ร้องขอเอกสารจะได้เอกสารที่มีความถูกต้องตรงกับเซิร์ฟเวอร์ปลายทางเสมอ เนื่องจากทุกครั้งที่มีผู้ร้องขอเอกสารที่อยู่ในเว็บแคช เว็บแคชจะส่งข้อความ (Message) ไปถามเซิร์ฟเวอร์ปลายทางก่อนทุกครั้ง แต่แบบนี้มีข้อเสียตรงที่ผู้ร้องขอต้องรอการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารเป็นเวลานาน และเปลืองปริมาณช่องสัญญาณเครือข่าย สำหรับแบบ Weak Cache Consistency จะอยู่บนหลักการที่ว่า การเปลี่ยนแปลงของเอกสารเกิดขึ้นไม่บ่อยนัก ดังนั้นระบบนี้จะคาดอายุของเอกสารซึ่งไม่มีความจำเป็นที่จะต้องส่งข้อความ(Message) ไปถามเซิร์ฟเวอร์ปลายทางทุกครั้งที่มีการร้องขอทำให้ผู้ร้องขอจะได้รับเอกสารที่เร็วกว่าแบบ Strong Cache Consistency แต่ผู้ร้องขอมีโอกาสที่จะได้เอกสารที่ไม่ตรงกับเอกสารที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ปลายทางปัจจุบัน

ปัจจุบัน เว็บแคชส่วนใหญ่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะเลือกใช้วิธี Adaptive TTL ในการคงความถูกต้องของเอกสารที่อยู่ในเว็บแคช [9][10] ซึ่งเป็นวิธีการคงความถูกต้องแบบ Weak Cache Consistency วิธี Adaptive TTL นี้เป็นการกำหนดอายุเอกสารโดยประมาณของเว็บแคช โดยจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของอายุเอกสาร และเมื่อมีผู้ร้องขอเอกสารที่อยู่ในเว็บแคช เว็บแคชจะทำการตรวจสอบค่า TTL ของเอกสารนั้น ถ้าค่า TTL ของเอกสารนั้นยังไม่ถึงเวลาที่ต้องทำการแก้ไข เว็บแคชจะส่งเอกสารที่อยู่ภายในเว็บแคชให้กับผู้ร้องขอได้ทันที แต่ถ้าค่า TTL ของเอกสารนั้นถึงเวลาที่จะมีการแก้ไขแล้ว เว็บแคชจะส่งข้อความการร้องขอ

แบบไอเอ็มเอส (If-Modified-Since Message) ไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทาง เพื่อตรวจสอบว่าเอกสารนั้นมีการแก้ไขที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางหรือไม่ ถ้าเอกสารไม่มีการแก้ไข จะเรียกข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสนี้ว่า IMS_HIT แสดงว่าเอกสารที่อยู่บนเว็บแคชยังสามารถใช้ได้อยู่ แต่ถ้าเอกสารมีการแก้ไข จะเรียกข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสนี้ว่า IMS_MISS ซึ่งเซิร์ฟเวอร์จะส่งเอกสารใหม่มาให้เว็บแคช

โดยปกติ วิธี Adaptive TTL เป็นการประเมินอายุของเอกสารแบบคร่าวๆ [3] ซึ่งถ้าการประเมินถูกต้อง กล่าวคือ เมื่อสอบถามแบบไอเอ็มเอสแล้วพบว่าเอกสารมีการแก้ไข โดยได้รับคำตอบเป็น IMS_MISS ระบบจะรับรองความถูกต้องของเอกสาร ในทางกลับกัน ถ้าการประเมินผิดพลาด คือ IMS_HIT นั่นหมายความว่า เอกสารไม่มีการแก้ไข จะทำให้เปลืองปริมาณการใช้ช่องสัญญาณและเวลาที่ใช้ในการส่งเอกสารกลับไปให้กับผู้ร้องขอจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องเสียเวลาที่ใช้ในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส และเวลาที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางตอบกลับอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าเอกสารหมดอายุในช่วงที่มีการใช้เว็บมาก จะยิ่งทำให้เวลาที่ใช้ในการรับรองความถูกต้องของเอกสารเป็นระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นกว่าปกติ

ในงานวิจัยนี้ จะยึดหลักที่ว่าการตรวจสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าสามารถทำได้ โดยหลีกเลี่ยงการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก [7] แนวความคิดนี้น่าจะช่วยลดอัตราการตรวจสอบเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุ และลดปริมาณเอกสารที่หมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก โดยส่งการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงที่มีการใช้เว็บน้อยซึ่งไม่จำเป็นต้องมีค่า TTL ของเอกสารนั้นหมดอายุ โดยงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์แนวโน้มของค่า TTL ของปริมาณการร้องขอเอกสาร 80% ของการร้องขอทั้งหมด ซึ่งคิดเป็นเอกสารทั้งสิ้น 1,500,000 อันดับแรกที่มีการร้องขอมากที่สุดของเอกสารทั้งหมด 8,130,534 เอกสาร จากข้อมูลการใช้เว็บที่รวบรวมจากเว็บแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และทำการจำลองเว็บแคชเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังจากการตรวจสอบการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า ผลการทดสอบจะแสดงให้เห็นถึงเวลาและปริมาณข้อมูลที่อยู่ในเครือข่ายที่แตกต่างกันของทั้ง 2 แบบซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงภายใต้สภาพการใช้เว็บขององค์กรอื่นๆได้

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก โดยใช้การร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลาที่ใช้เว็บน้อย และลดเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสาร
2. ลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณเครือข่าย ในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะการหมดอายุของค่า TTL จากเอกสารที่มีการร้องขอมาก 1,500,000 อันดับแรกของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นเวลา 3 เดือน
2. ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองเว็บแคช คือ ข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้ข้อมูลเป็นเวลา 15 วัน
3. ลักษณะการใช้เว็บแบ่งออกเป็น
    - ปริมาณการร้องขอทั้งหมด
    - ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส

## 1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. ศึกษาหลักการทำงานของเว็บแคช การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่อยู่ในแคช การร้องขอข้อมูลของไคลเอนท์ และการตอบกลับของเซิร์ฟเวอร์
2. พัฒนาเครื่องมือในการคัดเลือกเอกสารที่มีการร้องขอมาก และเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเอกสารครั้งสุดท้าย
3. รวบรวมข้อมูลการใช้เว็บและวิเคราะห์หาเอกสารที่มีการร้องขอมาก
4. หาลักษณะการใช้เว็บจากข้อมูลการใช้เว็บ
5. พัฒนาเครื่องมือที่ใช้จำลองการทำงานของเว็บแคช เพื่อลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส
6. ทดลองการใช้เว็บจากข้อมูลของแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. วิเคราะห์และสรุปผล
8. จัดทำรายงาน

## 1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

นำเสนอแนวทางในการลดปริมาณเอกสารที่มีค่า TTL ที่หมดอายุแล้วในเว็บแคช รวมทั้งลดปริมาณการใช้งานช่องสัญญาณที่มีอยู่อย่างจำกัด ในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก และยังคงความถูกต้องของเอกสารที่อยู่ในแคช ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้เว็บของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้

## 1.6 โครงสร้างวิทยานิพนธ์

ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนในบทที่ 3 จะทำการวิเคราะห์ลักษณะการหมดอายุของค่า TTL โดยทำการพิจารณาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก ซึ่งจะทำการพิจารณาทั้งใน

แบบการร้องขอเอกสารที่ซ้ำกันและการร้องขอเอกสารที่ไม่ซ้ำกัน รวมทั้งวิเคราะห์สภาพการใช้เว็บ ในบทที่ 4 จะกล่าวถึง การทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทดสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการจำลองการทำงานของแคช สภาพแวดล้อมของเครื่องที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลการใช้เว็บ ผลการทดสอบ และสรุปผลการทดสอบ ในบทที่ 5 กล่าวถึง การวิเคราะห์ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ Adaptive TTL โดยทำการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะไว้ในบทที่ 6

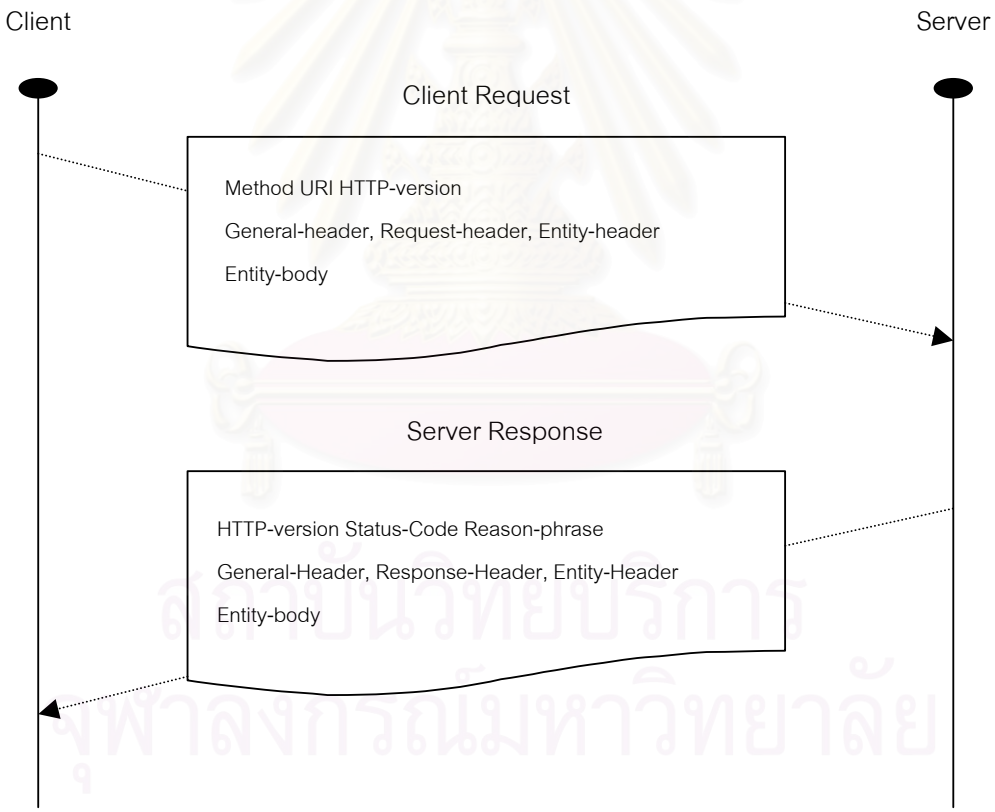
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1.1 เอชทีทีพี (HTTP - HyperText Transfer Protocol)

เอชทีทีพี คือ โปรโตคอลหลักที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนท์ของอินเทอร์เน็ต ซึ่งเอชทีทีพีสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว ไม่ซับซ้อนและมีคำสั่งไม่มาก แต่สามารถรองรับข้อมูลได้หลายรูปแบบ ดังรูปที่ 2.1




รูปที่ 2.1 โครงสร้างของรายการเปลี่ยนแปลงของเอชทีทีพี( HTTP Transaction)

หลักการทำงานของเอชทีทีพี แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ด้าน คือ

1.ด้านไคลเอนท์

- เริ่มแรกไคลเอนท์จะเริ่มติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ตามพอร์ตที่กำหนดไว้ (โดยทั่วๆไปจะใช้พอร์ตหมายเลข 80) แล้วส่งการร้องขอ (Request) ซึ่งประกอบด้วย วิธีการร้องขอ ที่อยู่ของเอกสาร และเวอร์ชันของเอชทีทีพี ตัวอย่างเช่น

  GET /index.html HTTP/1.0

  - ไคลเอนท์จะส่งข้อมูลที่เป็นเฮดเดอร์ (Header) ไปยังเซิร์ฟเวอร์ เพื่อแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับไคลเอนท์และเอกสารที่อ้างถึง ตัวอย่าง เช่น

    User-Agent: Mozilla/1.1N (Macintosh; I; 48K)

    Accept: */*

    Accept: image/gif

    Accept: image/x-xbitmap

    Accept: image/jpeg

  - กรณีที่ใช้วิธีการร้องขอแบบ POST หรือ PUT ไคลเอนท์จะทำการส่งข้อมูลที่ใช้ในการร้องขอไปยังเซิร์ฟเวอร์ด้วย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมซีจีไอ (CGI Programs)

2.ด้านเซิร์ฟเวอร์

- เซิร์ฟเวอร์จะตอบกลับการร้องขอ โดยการส่งสถานะในตอนนั้นมาให้กับไคลเอนท์ ซึ่งประกอบด้วย เวอร์ชันของเอชทีทีพี รหัสแสดงการตอบกลับของเซิร์ฟเวอร์และรายละเอียดของสถานะ ตัวอย่างเช่น

  HTTP/1.0 200 OK

  จากตัวอย่าง บอกให้ทราบว่า เซิร์ฟเวอร์ใช้เอชทีทีพีเวอร์ชัน 1.0 รหัสสถานะเท่ากับ 200 หมายความว่า การร้องขอของไคลเอนท์ประสบความสำเร็จ ข้อมูลที่ขอมาจะได้รับหลังจากได้รับเฮดเดอร์

- เซิร์ฟเวอร์จะส่งเฮดเดอร์ไปยังไคลเอนท์ เพื่อบอกรายละเอียดเกี่ยวกับตัวเซิร์ฟเวอร์และเอกสารที่ขอมา ตัวอย่างเช่น

  Date: Saturday, 20-May-95 03:25:12 GMT

  Server: NCSA/1.3

  MIME-version: 1.0

  Content-type: text/html

  Last-modified: Wednesday, 14-Mar-95 18:15:23 GMT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Content-length: 1029

- ถ้าการร้องขอของไคลเอนท์ประสบความสำเร็จ ข้อมูลที่มีการร้องขอมาจะถูกส่งไปยังไคลเอนท์ ในขณะที่ถ้าการร้องขอข้อมูลของไคลเอนท์ไม่ประสบความสำเร็จ เซิร์ฟเวอร์จะแจ้งไปยังไคลเอนท์ว่าเพราะเหตุใดจึงไม่สำเร็จ

วิธีการร้องขอของไคลเอนท์ (Client Request Methods)

1. GET ใช้อ่านข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์และส่งไปยังไคลเอนท์
2. HEAD คล้ายกับคำสั่ง GET แต่เซิร์ฟเวอร์จะส่งกลับเฉพาะข้อมูลในเฮดเดอร์เท่านั้น
3. POST ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากไคลเอนท์ไปยังเซิร์ฟเวอร์
4. PUT ทำหน้าที่คล้ายกับคำสั่ง POST แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้กัน
5. DELETE เพื่อให้ไคลเอนท์สั่งเซิร์ฟเวอร์ให้ลบยูอาร์แอลที่กำหนดไว้ออกจากเซิร์ฟเวอร์
6. TRACE เพื่อทำการเรียกดูข้อความของไคลเอนท์ในการร้องขอ
7. OPTIONS ทำหน้าที่ในการร้องขอทางเลือกอื่นๆในการใช้ทรัพยากรบนเซิร์ฟเวอร์

รหัสตอบกลับของเซิร์ฟเวอร์ (Server Response Code)

| **ช่วงหมายเลข** | **ประเภท** | **รายละเอียด** |
|---|---|---|
| 100-199 | Information | เป็นรหัสสถานะที่ให้โปรแกรมประยุกต์ต่างๆกำหนดใช้งานเองได้ |
| 200-299 | Successful | การทำงานสำเร็จ |
| 300-399 | Redirection | การทำงานที่ต่อเนื่องมาจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ที่ไคลเอนท์เป็นผู้สั่งงาน |
| **ช่วงหมายเลข** | **ประเภท** | **รายละเอียด** |
| 400-499 | Client Error | แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นที่ไคลเอนท์ |
| 500-599 | Server Error | แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นที่เซิร์ฟเวอร์ |

### 2.1.2 ข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส (If-Modified-Since Message)

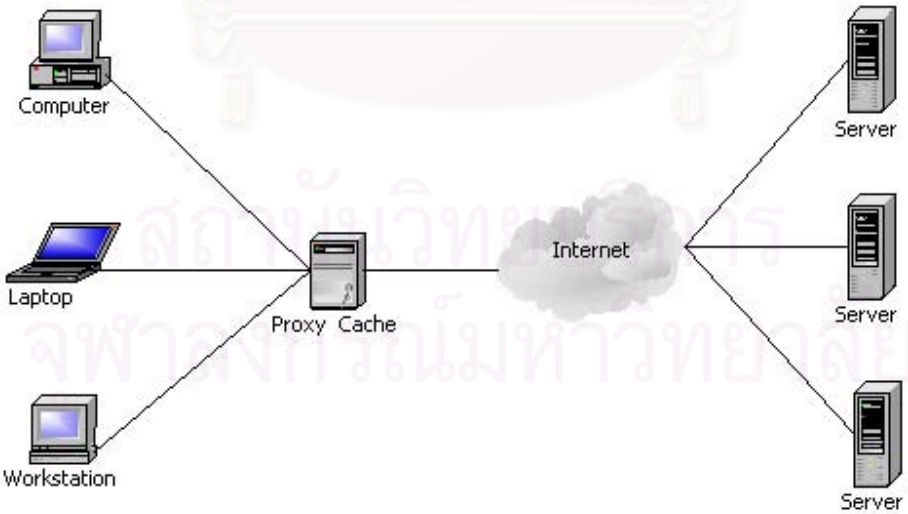
ข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส (If-Modified-Since Message) เป็นการร้องขอจากเว็บแคชไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทาง เมื่อไคลเอนท์ร้องขอเอกสารที่หมดอายุแล้วจากเว็บแคช ซึ่งมีกลไกการทำงาน [6] ดังนี้

- ใช้วิธีการร้องขอแบบ GET
- ในเฮดเดอร์ชนิดไอเอ็มเอส(If-Modified-Since Header) เว็บแคชจะส่งวันที่และเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเอกสารครั้งสุดท้ายของเอกสารที่ถูกเก็บอยู่ภายในเว็บแคชมาให้ด้วย รูปแบบของเฮดเดอร์ชนิดไอเอ็มเอส เป็นดังนี้

  If-Modified-Since: Fri, 02-Jun-95 02:42:43 GMT
- เซิร์ฟเวอร์ปลายทาง จะทำการตรวจสอบวันที่และเวลาที่ถูกส่งมากับเฮดเดอร์ชนิดไอเอ็มเอสกับวันที่และเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเอกสารครั้งสุดท้าย (Last Modified) ของเอกสารปัจจุบันที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ปลายทาง
- ถ้าวันที่และเวลาตรงกัน เซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะส่งเฮดเดอร์กลับมาแจ้งยังเว็บแคชด้วยรหัส 304 Not Modified
- ถ้าวันที่และเวลาไม่ตรงกัน เซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะส่งเฮดเดอร์กลับมาแจ้งยังเว็บแคช ด้วยรหัส 200 OK และส่งเอกสารใหม่ตามมาให้ พร้อมกับแจ้งเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเอกสารครั้งสุดท้ายของเอกสารมาให้ด้วย

### 2.1.3 **พรอกซี แคชชิง** (Proxy Caching)

พรอกซี แคชชิง คือ เซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ระหว่างไคลเอนท์และเว็บเซิร์ฟเวอร์ ทำหน้าที่เก็บเอกสารที่มีการถูกเรียกใช้ให้กับกลุ่มของไคลเอนท์ที่อยู่ภายใต้การทำงานของพรอกซีนั้นๆดังรูปที่ 2.2




รูปที่ 2.2 รูปแบบของเว็บแคช

พร็อกซีจะรับการร้องขอที่มาจากไคลเอนท์ แล้วส่งการร้องขอนั้นไปยังเซิร์ฟเวอร์ เมื่อเซิร์ฟเวอร์ส่งเอกสารที่ต้องการมาให้แล้ว พรอกซีจะส่งเอกสารนั้นไปให้กับไคลเอนท์ โดยที่พร็อกซีเองก็จะเก็บเอกสารไว้ด้วย และเมื่อมีผู้ร้องขอเอกสารนั้นอีกครั้ง พร็อกซีจะทำการส่งเอกสารนั้นให้กับผู้ร้องขอ โดยไม่ต้องไปขอที่เซิร์ฟเวอร์ และเพื่อให้เอกสารที่อยู่ในเว็บแคชใช้ได้อยู่เสมอ ไคลเอนท์สามารถส่งเฮดเดอร์แบบไอเอ็มเอสและวิธีการร้องขอแบบ GET ไปตรวจสอบได้ตามระยะเวลาที่สมควร

### 2.1.4 การคงความต้องกันของเอกสารภายในแคช (Cache Consistency)

ในบางครั้งแคชอาจส่งเอกสารที่หมดอายุให้กับผู้ร้องขอ ซึ่งหมายความว่า เอกสารที่ทำสำเนาเก็บไว้ในแคช ไม่ตรงกับเอกสารที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ปลายทางปัจจุบัน ดังนั้น ในแคชแต่ละตัวต้องมีวิธีการทำให้เอกสารที่เก็บอยู่ภายในแคช ตรงกับเอกสารที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ปลายทางปัจจุบันเสมอ ซึ่งวิธีการเหล่านี้เรียกว่า การคงความต้องกันของเอกสารภายในแคช (Cache Consistency) ปัจจุบัน การคงความต้องกันของเอกสารภายในแคช แบ่งออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

#### 2.1.4.1 Strong Cache Consistency

1.1. Client Invalidation หรือ Polling-Every-Time เมื่อมีผู้ร้องขอเอกสารที่อยู่ภายในแคช แคชจะส่งเฮดเดอร์ ไปถามที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางก่อนทุกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าเอกสารนั้นยังใช้งานได้อยู่หรือไม่ ถ้าเอกสารยังไม่หมดอายุ เซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะแจ้งกลับมาโดยใช้รหัส 304 Not Modified แต่ถ้าเอกสารหมดอายุแล้ว เซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะส่งเฮดเดอร์มาแจ้งโดยใช้รหัส 200 OK และเซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะส่งเอกสารใหม่ตามมา

1.2. Server Invalidation เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเอกสารใหม่ที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทาง เซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะส่งข้อความแจ้งมายังไคลเอนท์ที่เคยร้องขอเอกสารจากเซิร์ฟเวอร์ปลายทางนี้ ซึ่งวิธีการนี้ เซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะเก็บที่อยู่ (Address) ของไคลเอนท์ที่เคยขอเอกสารจากเซิร์ฟเวอร์ปลายทางนี้ทั้งหมด

#### 2.1.4.2 Weak Cache Consistency

1. Adaptive TTL หรือ Alex Protocol [11] เป็นวิธีการกำหนดอายุของเอกสารแบบคร่าวๆของเอกสารที่อยู่ภายในแคช ซึ่งวิธีนี้จะเชื่อว่า การแจกแจงอายุของเอกสารมีแนวโน้มเป็นแบบไบโมดอล (Bimodal) นั่นคือ ถ้าเอกสารไม่มีการเปลี่ยนแปลงมานานแล้ว เอกสารก็จะมีแนวโน้มที่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่อไป ค่า TTL (Time To Live) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของอายุของเอกสาร ตามสูตรดังนี้

   TTL=%(เวลาของแคชขณะร้องของเอกสาร- เวลาที่เปลี่ยนแปลงเอกสารครั้งสุดท้าย)

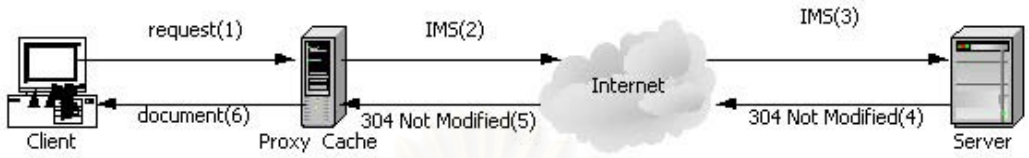
โดยทั่วๆไป จะกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ไว้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ [5] และวิธีนี้มีโอกาสในการส่งเอกสารที่หมดอายุแล้วให้กับไคลเอนท์ไม่เกิน 5% [8][11] ตัวอย่างเช่น ทำการร้องขอเอกสารเมื่อเวลา 8.00 น.ของวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 เอกสารที่เว็บแคชได้รับนั้นมีวันและเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเอกสารครั้งสุดท้ายเมื่อเวลา 4.00 น.ของวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 เอกสารนี้จะมีค่า TTL เท่ากับ 2 ชั่วโมง ดังนั้นถ้ามีผู้ร้องขอเอกสารในเวลา 9.45 น. เว็บแคชสามารถส่งเอกสารที่เก็บอยู่ในเว็บแคชให้กับผู้ร้องขอได้ทันที แต่ถ้าผู้ร้องขอเอกสารร้องขอเอกสารเวลา 12.00 น. เว็บแคชต้องทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางก่อน เพื่อตรวจสอบว่าเอกสารที่เก็บอยู่ในแคชนี้ตรงกับเอกสารที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ปลายทางในปัจจุบันหรือไม่ ซึ่งถ้าเอกสารนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่เซิร์ฟเวอร์ แว็บแคชจะทำการคำนวณค่า TTL ของเอกสารใหม่ ซึ่งในกรณีนี้ค่า TTL ใหม่จะเท่ากับ 4 ชั่วโมง แต่ถ้าส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางแล้ว พบว่า เอกสารที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางมีการเปลี่ยนแปลง เซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะส่งเอกสารใหม่มาให้เว็บแคช เว็บแคชจะทำการเก็บเอกสารใหม่ที่ได้รับแทนที่เอกสารเดิมและทำการคำนวณค่า TTL ของเอกสารใหม่ พร้อมทั้งส่งเอกสารให้กับผู้ร้องขอ ปัจจุบันเว็บแคชส่วนมากจะใช้วิธีนี้ในการคงความต้องกันของเอกสารภายในแคช [9][10] หลักการทำงานของ TTL มีดังนี้

- เมื่อมีผู้ร้องขอเอกสารที่เก็บอยู่ในแคช โดยที่ค่า TTL ของเอกสารยังไม่หมดอายุ แคชจะทำการส่งเอกสารนั้นๆไปให้ผู้ร้องขอได้ทันที ดังรูปที่ 2.3

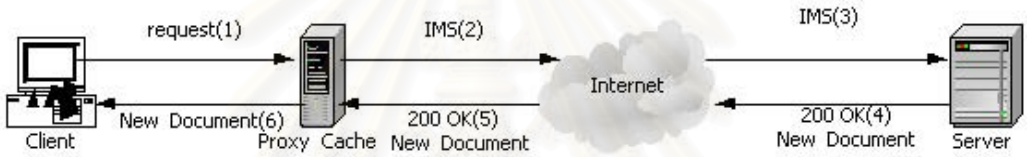
รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการทำงานของเว็บแคช เมื่อพบเอกสารที่ต้องการภายในแคช

- เมื่อมีผู้ร้องขอเอกสารที่เก็บอยู่ในแคช โดยที่เอกสารนั้นมีค่า TTL ที่หมดอายุแล้ว [4] แคชจะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส ไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางที่เก็บเอกสารนั้นๆ เพื่อถามเซิร์ฟเวอร์ว่า เอกสารนั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าเอกสารนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง เซิร์ฟเวอร์จะส่งเฮดเดอร์กลับมาด้วยรหัส 304 Not Modified ดังรูปที่ 2.4 แต่ถ้าเอกสารนั้นมีการ

เปลี่ยนแปลง เซิร์ฟเวอร์จะส่งเฮดเดอร์กลับมาด้วยรหัส 200 OK และส่งเอกสารใหม่ตามมาให้ ดังรูปที่ 2.5




รูปที่ 2.4 รูปแบบการทำงานของเว็บแคชเมื่อเอกสารที่ต้องการมีค่า TTL ที่หมดอายุ และเอกสารนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงบนเซิร์ฟเวอร์




รูปที่ 2.5 รูปแบบการทำงานของเว็บแคชเมื่อเอกสารที่ต้องการมีค่า TTL ที่หมดอายุ โดยที่เอกสารนั้นมีการเปลี่ยนบนแปลงที่เซิร์ฟเวอร์

### 2.1.5 รูปแบบของข้อมูลการใช้เว็บที่แคชได้บันทึกไว้

| Time Elapsed RemoteHost Code/Status Bytes Method URL rfc931 PeerStatus/PeerHost Type |
|---|

| | |
|---|---|
| Time | เวลาที่บันทึกการร้องขอ |
| Elapsed | เวลาที่ใช้ในการดึงข้อมูลมาให้ผู้ใช้ มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที |
| RemoteHost | เลขไอพีของเครื่องผู้ใช้ที่ทำการร้องขอเอกสาร |
| Code | รหัสการประมวลผลเอกสารที่ได้ของแคช |
| Status | รหัสการตอบกลับ |
| Bytes | ขนาดของเอกสาร |
| Method | วิธีการร้องขอเอกสาร |

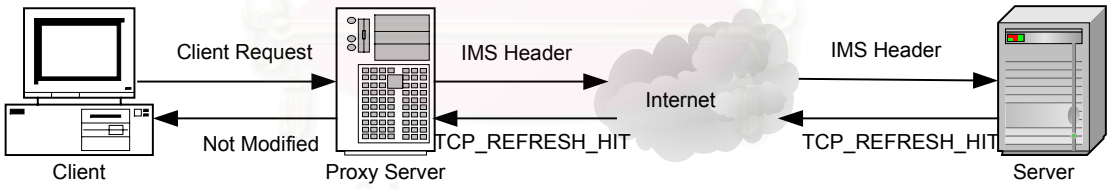
| | |
|---|---|
| URL | ที่อยู่ของเอกสารที่ทำการร้องขอ |
| rfc931 | ชื่อแสดงของผู้ใช้ที่ทำการร้องขอเอกสาร |
| PeerStatus | วิธีการส่งผ่านการร้องขอ |
| PeerHost | เลขไอพีของปลายทางที่การร้องขอถูกส่งผ่านไป |
| Type | ชนิดของเอกสารที่ทำการร้องขอ |

ตัวอย่างการร้องขอ

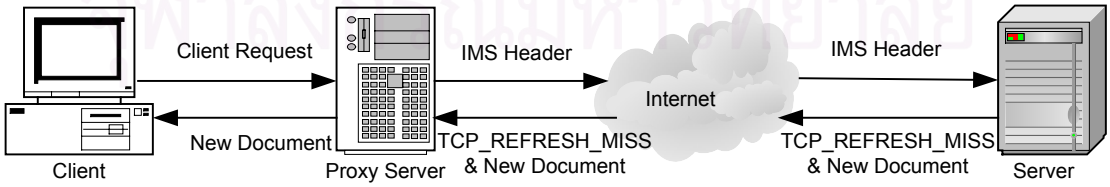
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 983311196.208 | 16 | 161.200.129.235 | TCP_HIT/0 | 5490 | GET |
| http://free.pussy.com/graphics/pussyhome_r12_c17a.gif - NONE/- binary/* | | | | | |

### 2.1.6 รหัสการประมวลผลเอกสารของการร้องขอแบบไอเอ็มเอส

TCP_REFRESH_HIT และ TCP_REFRESH_MISS เป็นรหัสการประมวลผลเอกสารที่ได้เมื่อส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส ซึ่ง TCP_REFRESH หมายถึง เมื่อมีผู้ร้องขอเอกสารมายังแคช โดยที่เอกสารที่ถูกร้องขอนั้นมีค่า TTL หมดอายุแล้ว แคชจะทำการส่งเฮดเดอร์ชนิดไอเอ็มเอสไปถามเซิร์ฟเวอร์ปลายทางของเอกสาร ว่าเอกสารนั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าเอกสารนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง รหัสการประมวลผลเอกสารจะเป็น TCP_REFRESH_HIT ดังรูปที่ 2.6 ในทางกลับกัน หากว่าเอกสารมีการเปลี่ยนแปลง รหัสการประมวลผลเอกสารจะเป็น TCP_REFRESH_MISS และเซิร์ฟเวอร์จะส่งเอกสารใหม่กลับมาด้วย ดังรูปที่ 2.7




รูปที่ 2.6 การเกิด TCP_REFRESH_HIT เมื่อเอกสารที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางไม่มีการเปลี่ยนแปลง




รูปที่ 2.7 การเกิด TCP_REFRESH_MISS เมื่อเอกสารที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางมีการเปลี่ยนแปลง

### 2.1.7 ค่าที่ใช้ในการวัดผลการทดลอง

ในการเปรียบเทียบผลการทดลองก่อนและหลังการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าค่าที่ใช้วัดความแตกต่าง ได้แก่ ปริมาณการร้องขอ, เวลาที่ใช้ในการร้องขอ และปริมาณช่องสัญญาณ ซึ่งค่าเหล่านี้จะถูกเก็บเป็นรายชั่วโมงในการเปรียบเทียบ

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 Maintaining Cache Consistency in the World-Wide Web [1]

ในงานวิจัย [1] ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในเว็บแคช 3 วิธี ได้แก่ Adaptive TTL, Polling-Every-Time และ Invalidation โดยวัดประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายของแต่ละวิธี ซึ่งทดสอบกับสภาพการใช้เว็บปกติ กล่าวคือ มีเว็บเซิร์ฟเวอร์หลายเครื่อง และมีไคลเอนท์หลายเครื่องโดยที่ไคลเอนท์ต่างกัน สามารถเรียกใช้เอกสารเดียวกันได้

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า วิธีการตรวจสอบข้อมูลในแคชแบบ Weak Cache Consistency สามารถลดการใช้ช่องสัญญาณเครือข่ายได้มากกว่าที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการส่งเอกสารที่หมดอายุแล้วให้กับผู้ร้องขอ นอกจากนี้ วิธี Invalidation ให้ผลรวมของการใช้งานเครือข่าย การทำงานของเซิร์ฟเวอร์ และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งเอกสารกลับไปให้ผู้ร้องขอ ไม่แตกต่างไปจากวิธี Adaptive TTL ในขณะที่วิธี Polling-Every-Time จะมีการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ที่มากกว่า และเวลาที่ใช้ในการตอบกลับไปยังผู้ร้องขอมากกว่า ดังนั้น จึงควรใช้วิธีตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในแคชแบบ Strong Cache Consistency มากกว่าวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในแคชแบบ Weak Cache Consistency ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

ในงานวิจัย [1] เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการคงความต้องกัน 3 วิธี แต่ในงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของวิธี Adaptive TTL เพียงวิธีเดียว ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัย [1] และงานวิจัยนี้มีความแตกต่างกัน เนื่องจากงานวิจัย [1] ต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคงความต้องกันแต่ละวิธี ส่วนงานวิจัยนี้ต้องการวิเคราะห์การเพิ่มค่า TTL ให้กับอายุของเอกสาร

### 2.2.2 World-Wide Web Cache Consistency [2]

ในงานวิจัย [2] ได้ทำการศึกษา วิธีการที่แตกต่างกันของการทำให้เกิดความถูกต้องของข้อมูลในแคชที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้ข้อมูลจริงในการทดสอบ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการตรวจสอบความถูกต้อง

ของข้อมูลแบบ Weak Cache Consistency เพื่อลดการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ และลดการใช้งานช่องสัญญาณเครือข่าย

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ถ้ามีการใช้ช่องสัญญาณเครือข่ายสูง วิธี Adaptive TTL จะเป็นทางเลือกเหมาะสมกว่า ซึ่งนอกจากจะช่วยลดการใช้ช่องสัญญาณเครือข่ายแล้ว ยังให้อัตราที่จะพบเอกสารที่หมดอายุแล้วต่ำอีกด้วย ในขณะที่ Alex Protocol จะช่วยลดสมมติฐานการใช้ช่องสัญญาณเครือข่าย โดยการให้ลำดับความสำคัญของเอกสาร อีกทั้งอัตราการได้รับเอกสารที่หมดอายุแล้ว น้อยกว่า 5% ถึงแม้ว่า Alex Protocol มีแนวโน้มที่ดีกว่าวิธี Adaptive TTL แต่ก็มีบางกรณีที่วิธี Adaptive TTL เหมาะสมกว่า เช่นในกรณีที่รู้เวลาหมดอายุที่แน่นอนของเอกสารนั้น เช่น รายวันหรือรายสัปดาห์ จากการทดลองนี้ยังสามารถสรุปได้อีกว่า วิธีการตรวจสอบความถูกต้องแบบ Weak Cache Consistency เหมาะสมกว่าวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารแบบ Strong Cache Consistency หลายประการ เช่น ง่ายต่อการใช้งาน มีความซับซ้อนน้อยกว่า

ในงานวิจัย [2] มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยนี้ เนื่องจากเป็นการลดการใช้งานของช่องสัญญาณเครือข่าย โดยใช้การคงความถูกต้องด้วยวิธี Adaptive TTL ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัย [2] และงานวิจัยนี้มีความแตกต่างกัน เนื่องจากงานวิจัย [2] ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการตรวจสอบความถูกต้อง 2 วิธีเพื่อลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณเครือข่าย โดยที่ไม่สนใจรูปแบบการใช้งานเครือข่ายในขณะนั้น แต่งานวิจัยนี้ต้องการลดปริมาณเครือข่ายของวิธี Adaptive TTL ในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้เว็บมากเพียงวิธีเดียว และพิจารณารูปแบบการใช้งานของเครือข่ายด้วย

### 2.2.3 Temporal Locality and Its Impact on Web Proxy Cache Performance [14]

ในงานวิจัย[14]ได้ทำการศึกษาบทบาทของ Temporal Locality ต่อพฤติกรรมการร้องขอของพร็อกซี่แคช และผลกระทบของ Temporal Locality ในการเก็บเอกสารของแคช โดยได้ศึกษาว่า เอกสารที่ได้รับความนิยมมากๆมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงวันต่อวันเป็นอย่างไร นอกจากนี้ยังทำการศึกษาว่า การร้องขอเอกสารเป็นรูปแบบการร้องขอที่กระจายการสุ่มอย่างอิสระหรือไม่

จากผลการทดลอง พบว่า ถึงแม้ว่าเอกสารที่มีการร้องขอมากจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ยังคงมีเอกสารจำนวนหนึ่งที่เป็นเอกสารที่ได้รับความนิยมในช่วงเวลาที่ยาวนานและในการศึกษา Temporal Locality ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ พบว่า เอกสารที่ถูกร้องขอในช่วงระยะเวลาไม่นาน จะมีความสัมพันธ์กับเอกสารที่ถูกร้องขอในอนาคตอันใกล้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Temporal Locality เป็นปัจจัยสำคัญต่อการทำงานของแคช และแสดงให้เห็นว่า Temporal Locality จะเกิดความสัมพันธ์ในช่วงระยะเวลาสั้นๆต่อการร้องขอเฉพาะในแคชขนาดเล็ก

ในงานวิจัย[14] มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยนี้ ในส่วนที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเอกสารที่พึ่งถูกร้องขอไม่นานกับเอกสารที่กำลังจะถูกร้องขอในระยะเวลาอันใกล้ และงานวิจัย [14] มีจุดประสงค์เพื่อ

ต้องการทราบว่า Temporal Locality มีผลต่อการทำงานของแคชอย่างไร แต่ในงานวิจัยนี้ ต้องการทราบว่าพฤติกรรมการร้องขอเอกสารส่งผลต่อความนิยมของเอกสารอย่างไร



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3
# การวิเคราะห์ลักษณะการหมดอายุของค่า TTLและสภาพการใช้เว็บ

การร้องขอแบบไอเอ็มเอสเกิดขึ้นเมื่อ มีผู้ร้องขอเอกสารที่มีอยู่ในแคชแต่เอกสารนั้นมีค่า TTL ที่หมดอายุ ซึ่งเท่ากับว่าการร้องขอแบบไอเอ็มเอสนั้นขึ้นอยู่กับค่า TTL ของเอกสาร ดังนั้นการศึกษาลักษณะการหมดอายุของค่า TTL จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ที่จะทำให้ทราบถึงแนวโน้มในการเกิดการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส เพื่อเป็นแนวทางในการจำลองการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

ในการศึกษาลักษณะการหมดอายุของค่า TTL นั้น ได้ทำการศึกษาจากเอกสารที่มีโอกาสอยู่ในแคชมากที่สุด นั่นคือ เอกสารที่มีการร้องขอมากหรือเอกสารที่มีการร้องขอมากที่สุด ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพิจารณาปริมาณการร้องขอในระยะเวลา 3 เดือน พบว่า มีเอกสารที่ถูกร้องขอทั้งสิ้น 7,130,534 เอกสาร ซึ่งนับว่าเป็นเอกสารจำนวนมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการพิจารณาปริมาณการร้องขอเอกสาร 80%ของปริมาณการร้องขอทั้งหมด ซึ่งคิดเป็นเอกสารทั้งสิ้นจำนวน 1,500,000 อันดับแรกที่มีการร้องขอมากที่สุด

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาลักษณะการหมดอายุของค่า TTL ได้แก่ ข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 ถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2544 รวมทั้งสิ้นเป็นระยะเวลา 3 เดือน

## 3.1 การพิจารณาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก

### 3.1.1 รูปแบบการวิเคราะห์

#### 3.1.1.1 ทำการคัดเลือกเอกสารที่มีการร้องขอมาก

ทำการคัดเลือกเอกสารที่มีการร้องขอมาก โดยการคัดเลือกจากเอกสารที่มีปริมาณการร้องขอมากที่สุด 1,500,000 อันดับแรกในช่วงเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะไม่สนใจว่า เอกสารที่มีการร้องขอมากที่ถูกคัดเลือกมานั้นจะมีปริมาณการร้องขอเท่าใด นั่นคือ ไม่ว่าเอกสารนั้นถูกร้องขอกี่ครั้งจะนับเอกสารนั้นเป็น 1 เอกสารเท่านั้น

#### 3.1.1.2 ทำการถามวันที่มีการเปลี่ยนแปลงเอกสารครั้งสุดท้าย

ทำการส่งเฮดเดอร์เอชทีทีพี เพื่อถามวันที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเอกสารครั้งสุดท้าย ไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางของแต่ละเอกสาร บันทึกวันที่ที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางตอบกลับมาและบันทึกวันที่ที่ทำการส่งเฮดเดอร์เอชทีทีพีนั้นด้วย

#### 3.1.1.3 หาค่า TTL ของเอกสาร

ทำการคำนวณค่า TTL ของเอกสารจากสูตรในหัวข้อที่ 2.1.4.2 โดยกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ไว้ที่ 50% ตามปกติที่ใช้กันทั่วๆไป

### 3.1.1 ผลการวิเคราะห์

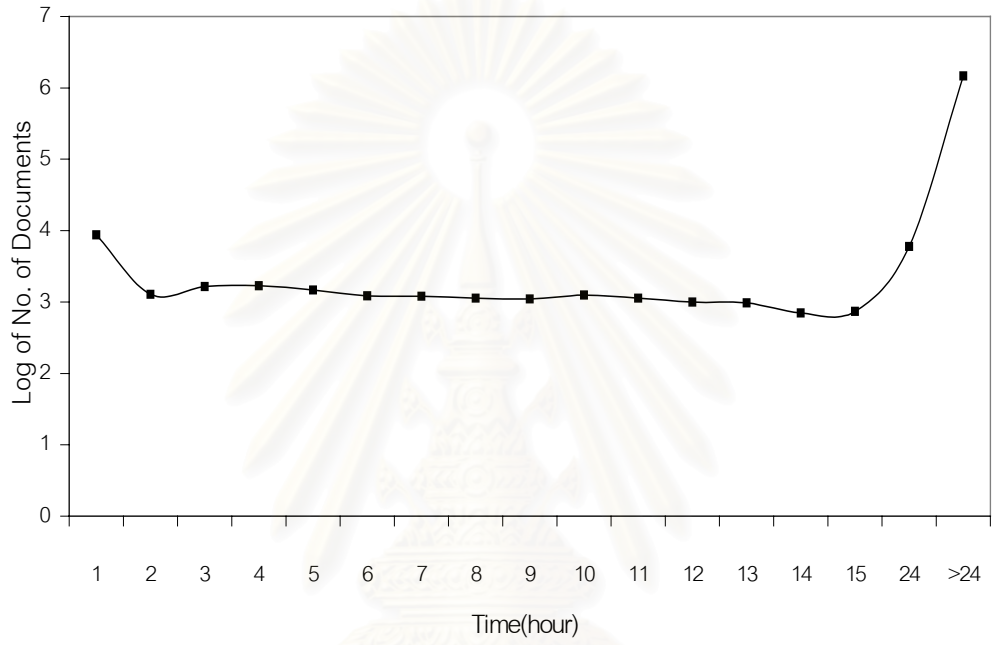
ค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากประจำเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2544 เป็นไปตามตาราง

ตารางที่ 3.1 ค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก

| ค่า TTL หมดอายุภายใน(ช.ม.) | จำนวนเอกสาร | เปอร์เซ็นต์ |
|---|---|---|
| 1 | 8769 | 0.5846 |
| 2 | 1281 | 0.0854 |
| 3 | 1651 | 0.110067 |
| 4 | 1696 | 0.113067 |
| 5 | 1467 | 0.0978 |
| 6 | 1222 | 0.081467 |
| 7 | 1199 | 0.079933 |
| 8 | 1132 | 0.075467 |
| 9 | 1104 | 0.0736 |
| 10 | 1245 | 0.083 |
| 11 | 1136 | 0.075733 |
| 12 | 995 | 0.066333 |
| 13 | 975 | 0.065 |
| 14 | 704 | 0.046933 |
| 15 | 740 | 0.049333 |
| 15-24 | 6007 | 0.400467 |
| มากกว่า 24 | 1468677 | 97.9118 |
| **รวม** | 1500000 | 100 |

ผลการวิเคราะห์พบว่า เอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 24 ชั่วโมง มีจำนวน 31,323 เอกสาร ซึ่งคิดเป็น 2.09%ของเอกสารทั้งสิ้นจำนวน 1,500,000 เอกสาร และในช่วงที่มีค่า TTL หมดอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง พบว่าช่วงที่ค่า TTL หมดอายุภายใน 1 ชั่วโมงมีจำนวนเอกสารมากที่สุด ในขณะที่ช่วงที่ค่า TTL หมด

อายุในแต่ละชั่วโมงนั้น มีปริมาณเอกสารไม่ต่างกันเท่าใดนัก สำหรับช่วงที่มีค่า TTL หมดอายุเกิน 24 ชั่วโมง มีเอกสารที่มีค่า TTL มีแนวโน้มมากกว่า 24 ชั่วโมงถึง 97.91% ดังรูป 3.1 ซึ่งคาดว่า หากมีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า จะมีเอกสารถึง 97% ที่จะไม่หมดอายุภายในช่วงที่มีการใช้เว็บมากของวันนั้นๆ




รูปที่ 3.1 ล็อกของจำนวนเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในแต่ละช่วงเวลาของเอกสารที่มีการร้องขอมากที่มีการร้องขอไม่ซ้ำกัน

ตารางที่ 3.2 สรุปค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก

| ค่า TTL(ชั่วโมง) | จำนวนเอกสาร | % |
|---|---|---|
| น้อยกว่า 3 | 11,701 | 0.78 |
| 3-15 | 13,615 | 0.91 |
| มากกว่า 15 | 1,474,684 | 98.31 |
| รวม | 1,500,000 | 100 |

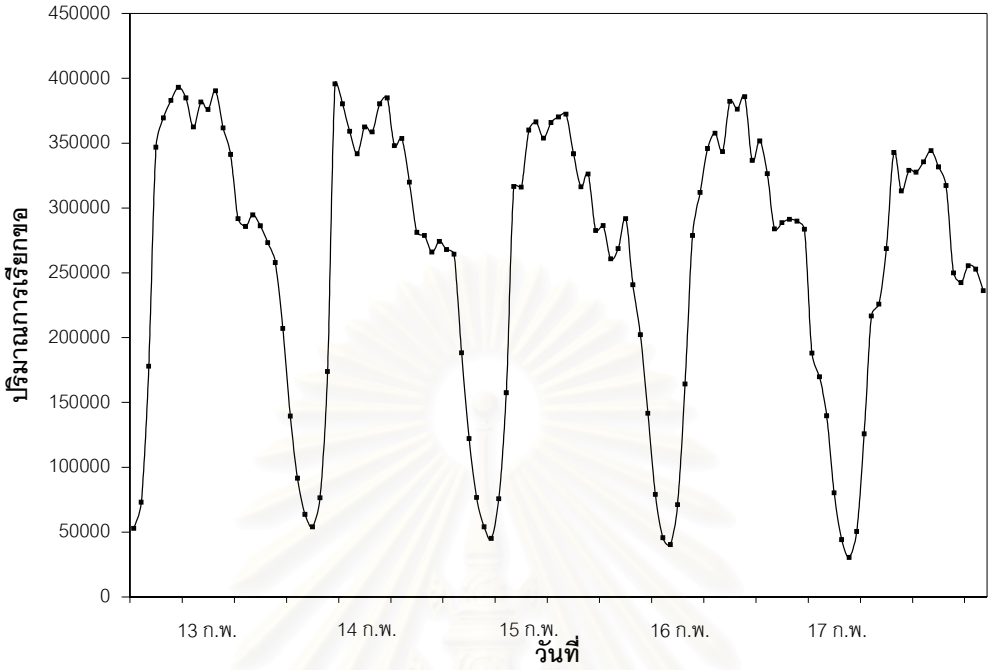
เนื่องจาก ในงานวิจัยนี้จะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น. ซึ่งกว่าจะถึงช่วงเวลาการใช้เว็บมากในเวลา 8.00 น.ต้องรอเวลาถึง 3 ชั่วโมง ดังนั้นในการส่งข้อความการร้อง

ขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าจะไม่สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสสำหรับเอกสารที่มีค่า TTL ของเอกสารน้อยกว่า 3 ชั่วโมงได้ เพราะถึงแม้ว่าจะส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าเอกสารเหล่านี้ก็ยังคงหมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากอยู่ดี ซึ่งจากตารางที่ 3.2 พบว่ามีเอกสารที่การส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าไม่สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสของเอกสารเหล่านี้ลงได้ มีเพียงแค่ 0.78% และสำหรับเอกสารที่มีค่า TTL ระหว่าง 3-15 ชั่วโมง เอกสารเหล่านี้จะลดลงได้หรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับเวลาที่มีการร้องขอเอกสารด้วย เนื่องจากกว่าเอกสารที่มีค่า TTL ของเอกสารระหว่าง 3-15 ชั่วโมง ถ้าทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น. เอกสารเหล่านี้จะมีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก นั่นคือ ตั้งแต่เวลา 8.00 น. - 20.00 น. ซึ่งถ้าเอกสารมีค่า TTL เท่ากับ 10 ชั่วโมง จากการร้องขอแบบไอเอ็มเอสของเอกสารนี้ล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น.จะทำให้เอกสารนี้หมดอายุในเวลา 15.00 น. ดังนั้นถ้ามีการร้องขอเอกสารนี้ก่อนเวลา 15.00 น. เว็บแคชจะสามารถส่งเอกสารนี้ให้กับผู้ร้องขอได้ทันที แต่ถ้ามีการร้องขอเอกสารนี้หลังจากเวลา 15.00 น. เว็บแคชต้องทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสเพื่อตรวจสอบอายุของเอกสารที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทางก่อน ซึ่งจากตารางที่ 3.2 พบว่ามีเอกสารที่มีค่า TTL ระหว่าง 3-15 ชั่วโมง เพียง 0.91% ดังนั้นเอกสารที่เหลืออีก 98.31% ซึ่งมีค่า TTL มากกว่า 15 ชั่วโมง เป็นเอกสารที่มีการคาดหวังว่าเมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น.แล้วจะทำให้เอกสารนั้นไม่หมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก ซึ่งทำให้สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากได้

## 3.2 การวิเคราะห์สภาพการใช้เว็บ

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบเป็นข้อมูลจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในช่วงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 ถึง วันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 เนื่องจากเป็นช่วงเวลาเดียวกับการเก็บข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า ข้อมูลการใช้เว็บมีปริมาณการร้องขอแต่ละชั่วโมงดังแผนภูมิ รูปที่ 3.2

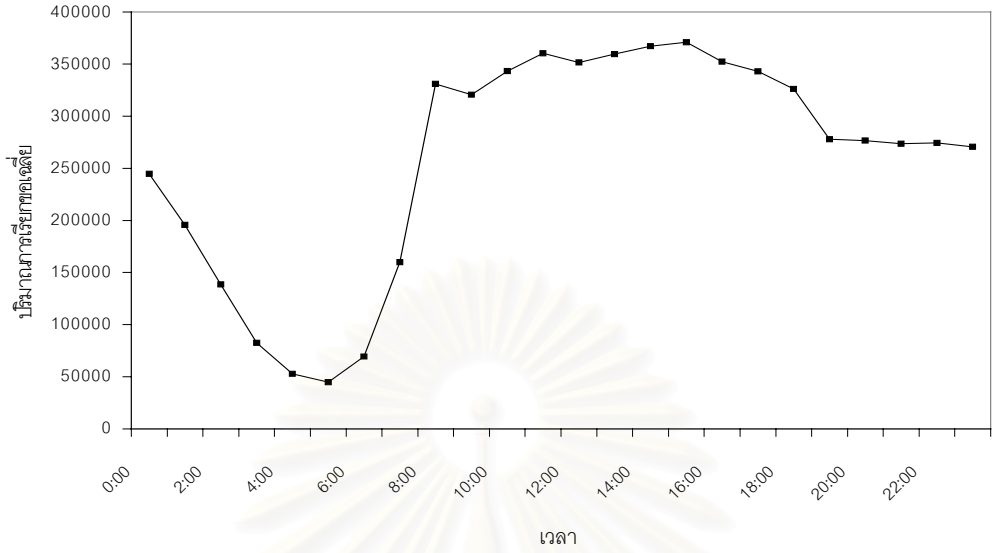
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 3.2 ปริมาณการร้องขอแต่ละชั่วโมงของข้อมูลการใช้เว็บ
จากสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 13-17 ก.พ. 2544

จากรูปที่ 3.2 แกน X แสดงวันที่และเวลาที่เกิดการร้องขอ แกน Y แสดงปริมาณการร้องขอ ผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณการใช้เว็บของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในแต่ละวันจะมีรูปแบบการใช้งานที่คล้ายกัน คือ มีแนวโน้มการใช้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 8.00 น. และลดลงเล็กน้อยในช่วงเวลา 9.00 น. หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงเวลาประมาณ 19.00 น. และมีแนวโน้มลดลงในช่วงเวลา 23.00 น. โดยมีช่วงเวลาที่ใช้งานน้อยที่สุดจะอยู่ในช่วงเวลา 5.00 น. และ 6.00 น. ส่วนช่วงเวลาที่มีการใช้งานมากที่สุดจะอยู่ในช่วงเวลา 15.00 น. ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัย[7]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 3.3 ปริมาณการร้องขอเฉลี่ยแต่ละชั่วโมงของข้อมูลการใช้เว็บ
จากสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 13-17 ก.พ. 2544

จากแผนภูมิรูปที่ 3.3 สามารถแบ่งสภาพการใช้เว็บออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่มีการใช้เว็บมากและช่วงที่มีการใช้เว็บน้อย ช่วงละ 12 ชั่วโมง โดยคิดจากค่าเฉลี่ยปริมาณการร้องขอรายชั่วโมง ถ้าชั่วโมงใดมีปริมาณการร้องขอมากกว่าปริมาณการร้องขอเฉลี่ยจะจัดเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก ถ้าชั่วโมงใดมีปริมาณการร้องขอน้อยกว่าปริมาณการร้องขอเฉลี่ยจะจัดเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บน้อย จากการพิจารณาปริมาณการร้องขอเฉลี่ยแต่ละชั่วโมงของข้อมูลการใช้เว็บจากสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า ช่วงที่มีการใช้เว็บมากเริ่มตั้งแต่ เวลา 8.00น ถึงเวลา 20.00 น. ช่วงที่มีการใช้เว็บน้อยเริ่มตั้งแต่เวลา 20.00 น.ถึงเวลา 8.00 น.ของวันถัดไป และช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บน้อยที่สุด ได้แก่ ช่วงเวลา 5.00 น.

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อยที่สุด ทำให้มีปริมาณช่องสัญญาณเหลือมากกว่าเวลาในช่วงอื่นๆ

## 3.3 แนวความคิดของการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

การส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสจะเกิดขึ้นเมื่อ เอกสารที่เก็บภายในเว็บแคชมีค่า TTL หมดอายุ ซึ่งเว็บแคชจะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางเพื่อตรวจสอบว่าเอกสารที่เก็บอยู่ในเว็บแคชนั้นตรงกับเอกสารที่เก็บอยู่ในเซิร์ฟเวอร์ปลายทางหรือไม่ ถ้าเอกสารไม่ตรงกัน

เซิร์ฟเวอร์ปลายทางจะทำการส่งเอกสารใหม่กลับมายังเว็บแคช แล้วเว็บแคชจะนำเอกสารใหม่แทนที่เอกสารเก่า พร้อมทั้งคำนวณค่า TTL ของเอกสารใหม่ก่อนส่งให้ผู้ร้องขอต่อไป ในขณะที่ ถ้าเอกสารในเว็บแคชตรงกับเอกสารที่เก็บอยู่ในเซิร์ฟเวอร์ปลายทาง เว็บแคชจะทำการคำนวณค่า TTL ของเอกสารนั้นใหม่แล้วจึงส่งเอกสารที่เก็บอยู่ในเว็บแคชนั้นให้กับผู้ร้องขอ

ตารางที่ 3.3 เวลาเฉลี่ยในการร้องขอเอกสารที่มีรหัสการประมวลผลแบบต่างๆ

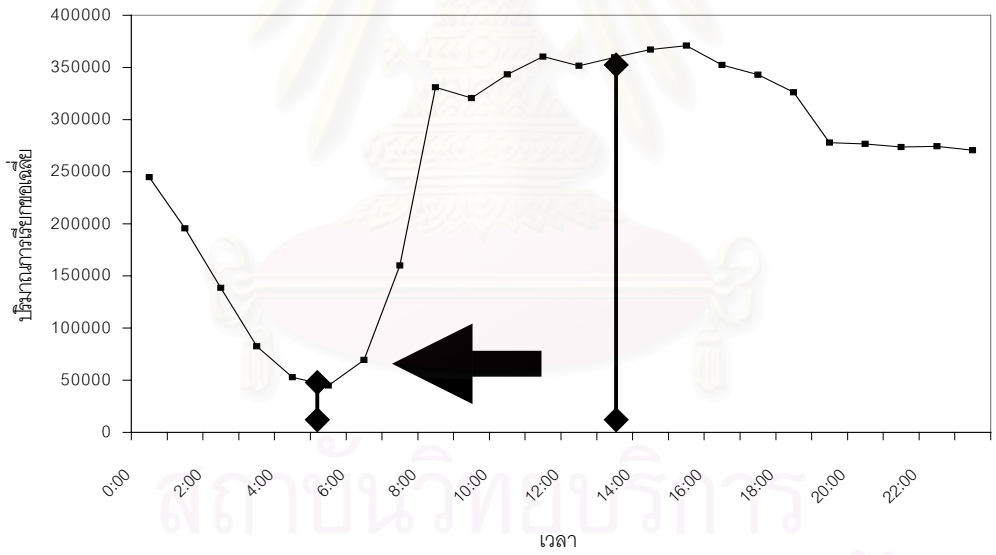
| รหัสการประมวลผล | เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการร้องขอ 1 ครั้ง (ms) | |
|---|---|---|
| | ช่วงใช้งานเว็บมาก | ช่วงใช้งานเว็บน้อย |
| TCP_HIT | 40.89 | 51.27 |
| TCP_REFRESH_HIT | 3,667.45 | 2,000.85 |
| TCP_REFRESH_MISS | 6,973.96 | 4,527.38 |

จากตารางที่ 3.3 พบว่า การเกิด TCP_HIT และ TCP_REFRESH_HIT จะเกิดขึ้นเมื่อพบเอกสารที่ต้องการอยู่ในเว็บแคชอยู่แล้ว ต่างกันตรงที่ TCP_HIT นั้นเอกสารที่ถูกร้องขอเก็บอยู่ในเว็บแคชยังมีค่า TTL ที่ยังไม่หมดอายุ ทำให้สามารถส่งให้กับผู้ร้องขอได้ทันที ซึ่งใช้เวลาเพียง 40.89 มิลลิวินาทีในการส่งเอกสารให้กับผู้ร้องขอในช่วงใช้งานเว็บมาก และใช้เวลา 51.27 มิลลิวินาทีในการส่งเอกสารให้กับผู้ร้องขอในช่วงใช้งานเว็บน้อย(สาเหตุที่ทำให้เวลาในการเกิด TCP_HIT ในช่วงใช้งานเว็บน้อยมากกว่าช่วงใช้งานเว็บมาก เนื่องจากในช่วงใช้งานเว็บน้อยมีแนวโน้มในการร้องขอเอกสารที่มีขนาดใหญ่มากกว่าช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก) ในขณะที่การเกิด TCP_REFRESH_HIT จะเกิดขึ้นเมื่อเอกสารที่ถูกร้องขอเก็บอยู่ในเว็บแคช แต่เอกสารนั้นมีค่า TTL หมดอายุแล้ว ทำให้ต้องส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสไปตรวจสอบยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางและเอกสารที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ปลายทางยังคงเป็นเอกสารเดิมที่เว็บแคชมีอยู่แล้ว ซึ่งการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสนี้ จะทำให้เสียเวลาในการรอคอยเอกสารถึง 3,667.45 มิลลิวินาทีในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก ทั้งๆที่เอกสารเก็บอยู่ในเว็บแคชอยู่แล้ว ดังนั้นถ้าสามารถเปลี่ยนการเกิด TCP_REFRESH_HIT ให้เป็น TCP_HIT ได้จะสามารถลดเวลาในการรอคอยเอกสารในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากได้ นอกจากนี้ในกรณีที่เกิด TCP_REFRESH_MISS พบว่าต้องใช้เวลาในการรอคอยเอกสารถึง 6,973.96 มิลลิวินาที ซึ่งถ้าสามารถนำเอกสารที่มีการเปลี่ยนแปลงจากเซิร์ฟเวอร์ปลายทางมาเก็บไว้ในเว็บแคชล่วงหน้าก่อน เมื่อมีผู้ร้องขอเอกสารนี้ เว็บแคชจะสามารถส่งเอกสารที่เก็บอยู่ให้กับผู้ร้องขอได้ทันที ซึ่งจะทำให้การเกิด TCP_REFRESH_MISS กลายเป็นการเกิด TCP_HIT ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการร้องขอเอกสารได้เป็นอย่างมาก

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างลักษณะของข้อมูลการใช้เว็บวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

| ช่วงเวลา | วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2544 | |
|---|---|---|
| จำนวนการร้องขอเอกสารทั้งหมด | 6,041,967 | ครั้ง |
| จำนวนการร้องขอแบบไอเอ็มเอส | 435,515 | ครั้ง |

จากตารางที่ 3.4 พบว่า ในช่วงเวลา 1 วันจะมีปริมาณการร้องขอทั้งสิ้น 6,041,967 ครั้ง ซึ่งในการร้องขอทั้งหมดนี้มีการร้องขอแบบไอเอ็มเอสรวมอยู่ด้วย 435,515 ครั้ง ดังนั้นถ้าสามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสลงได้ตามที่ศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากในหัวข้อที่ 3.1 จะสามารถลดปริมาณการร้องขอลงได้ 7.06%และจากการวิเคราะห์สภาพการใช้เว็บ พบว่า ช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากมีการใช้งานเว็บมากกว่าช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อยอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเกิดแนวความคิดในการถ่ายโอนปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากมายังช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อย ดังรูปที่ 3.4 เพื่อที่จะได้ไม่เสียเวลารอคอยเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก




รูปที่ 3.4 การถ่ายโอนปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสจากช่วงใช้งานเว็บมากมายังช่วงใช้งานเว็บน้อย

เนื่องจากการกำหนดค่า TTL ให้กับเอกสารของเว็บแคช เป็นการกะอายุเอกสารแบบคร่าวๆ ดังนั้นการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสสามารถทำได้ก่อนที่เอกสารที่เก็บอยู่ในเว็บแคชจะหมดอายุ ในงานวิจัยนี้จึงจะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า เพื่อลดปริมาณเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก โดยเลือกเวลา 5.00 น.เป็นเวลาเริ่มต้นในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอ

เอ็มเอส เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อยที่สุดระหว่างวัน ซึ่งตามปกติแล้วในช่วงเวลา 5.00 น.จะมีการร้องขอที่เกิดจากผู้ร้องขอใช้งานอยู่ด้วย ดังนั้น เพื่อไม่ให้เกิดการคับคั่งในเวลาเดียว จึงทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสสำหรับเอกสารที่อยู่ในแคชและมีค่า TTL ที่จะหมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากครั้งละ 200 การร้องขอสลับกับการร้องขอที่เกิดจากผู้ร้องขอที่ใช้งานเว็บในขณะนั้นด้วย

จากการศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก พบว่า มีเอกสารถึง 98.31% ที่มีค่า TTL มากกว่า 15 ชั่วโมง ดังนั้น ถ้าทำการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า จะสามารถลดเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากได้ถึง 98.31% และสำหรับเอกสารที่มีค่า TTL มากยังสามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงที่มีการใช้งานเว็บน้อยได้อีกด้วย และเมื่อเอกสารที่อยู่ในเว็บแคชมีค่า TTL ที่ยังไม่หมดอายุ เมื่อมีผู้ร้องขอเอกสาร เว็บแคชจะสามารถส่งเอกสารให้กับผู้ร้องขอได้ทันที ทำให้ลดเวลาในการร้องขอเอกสาร และลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณ

**หมายเหตุ** คำว่า“ช่วงเวลา”หมายถึง เวลาที่เกิดขึ้นภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากนั้น เช่น ช่วงเวลา 5.00 น. หมายถึงตั้งแต่เวลา 5.00 น.เป็นต้นไป จนกระทั่งถึงเวลา 5.59 น.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4
# การทดสอบวิธีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

การจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า เพื่อช่วยลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก ซึ่งจะทำให้การใช้ปริมาณช่องสัญญาณและเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารลดลงในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก โดยการย้ายเวลาที่มีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก มายังช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บน้อย ในการทดลองการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสจะทำการเก็บข้อมูลดังนี้ ปริมาณการร้องขอ ปริมาณช่องสัญญาณ และเวลาที่ใช้ในการร้องขอ ซึ่งจะทำการเก็บก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ และเมื่อลดการร้องขอแบบไอเอ็มเอสออกไปทั้งหมดแล้ว เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบว่า สามารถลดปริมาณข้อมูลได้มากน้อยเพียงใด

## 4.1 วิธีการทดสอบ

การทดสอบวิธีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยการจำลองการทำงานของแคชแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

### 4.1.1 การเก็บสถิติข้อมูลการร้องขอก่อนการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

ทำโดยการใช้โปรแกรมเก็บสถิติของการร้องขอทั้งหมด ประกอบด้วย ปริมาณการร้องขอ, เวลาที่ใช้ในการร้องขอ และปริมาณช่องสัญญาณที่ใช้ในการร้องขอ โดยให้โปรแกรมอ่านข้อมูลการใช้เว็บของแคชจากสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจากไฟล์ที่บันทึกการร้องขอ และทำการจัดเก็บสถิติแยกเป็นรายชั่วโมง

### 4.1.2 การทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

การทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า จะทำการถ่ายโอนปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสระหว่างช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากของวันไปยังช่วงเวลาที่มีปริมาณการร้องขอน้อยที่สุด นั่นคือ ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสที่เกิดขึ้นในเวลา 8.00 น.ถึงเวลา 20.00 น.จะถูกถ่ายโอนมาส่งการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในเวลา 5.00 น. ดังนั้นในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากจะมีเอกสารที่มีค่า TTL ที่หมดอายุน้อยลง ซึ่งจะทำให้เปลี่ยนสถานะในการร้องขอเอกสารจากการร้องขอแบบไอเอ็มเอสเป็นการร้องขอ

แบบ TCP_HIT แทนทำให้ลดปริมาณการร้องขอที่จะส่งออกไปสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ช่องสัญญาณเครือข่ายและเวลาที่ใช้ในการร้องขอ

### 4.1.3 การเก็บสถิติเมื่อลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส

ทำโดยการใช้โปรแกรมเก็บสถิติการร้องขอทั้งหมด ประกอบด้วย ปริมาณการร้องขอ, เวลาที่ใช้ในการร้องขอ และปริมาณช่องสัญญาณที่ใช้ในการร้องขอ โดยให้โปรแกรมอ่านข้อมูลการใช้เว็บจากสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่คัดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสออกแล้ว และทำการจัดเก็บสถิติแยกเป็นรายชั่วโมง

## 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการจำลองการทำงานของแคช

งานวิจัยนี้ได้จำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า และใช้ข้อมูลการใช้เว็บตามความเป็นจริงในการทดสอบ โดยแบ่งการจำลองเป็น 2 ขั้นตอน คือ การคัดเลือกเอกสารที่อยู่ในแคชช่วงเวลา 5.00 น. แล้วจึงทำการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการคัดเลือกเอกสารที่อยู่ในแคชช่วงเวลา 5.00 น. มีขั้นตอนการทำงานอธิบายตามลำดับ ดังนี้ (แสดงเป็นผังงานได้ดังรูปที่ 4.1)

ก. โปรแกรมรับการร้องขอจากข้อมูลการใช้เว็บที่กรองแต่เอกสารที่มีรหัสการประมวลผลเอกสารที่ได้ของแคชเป็น TCP_REFRESH_HIT และ TCP_REFRESH_MISS ทีละหนึ่งการร้องขอ

ข. โปรแกรมตรวจสอบว่า เอกสารที่ถูกร้องขอมีการร้องขอก่อนหน้านี้โดยมีรหัสการประมวลผลเอกสารที่ได้ของแคชเป็น TCP_MISS หรือไม่ ถ้าใช่ รับการร้องขอถัดไป ถ้าไม่ใช่ TCP_MISS จะบันทึกเอกสารที่ถูกร้องขอ แล้วจึงรับการร้องขอถัดไป

โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า มีขั้นตอนการทำงานอธิบายตามลำดับ ดังนี้ (แสดงเป็นผังงานได้ดังรูปที่ 4.2)

ก. โปรแกรมรับการร้องขอข้อมูลการใช้เว็บทีละหนึ่งการร้องขอ

ข. โปรแกรมตรวจสอบว่า เวลาของการร้องขออยู่ในช่วง 5.00 น. หรือไม่ ถ้าใช่ โปรแกรมจะทำการแทรกการร้องขอแบบไอเอ็มเอสครั้งละ 200 การร้องขอ แล้วทำการเก็บสถิติการร้องขอ ถ้าไม่ใช่ จะทำการตรวจสอบในข้อ ค. ต่อไป

ค. โปรแกรมตรวจสอบว่า การร้องขอมีรหัสการประมวลผลเอกสารที่ได้ของแคชเป็น TCP_REFRESH_HIT หรือ TCP_REFRESH_MISS หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ทำการเก็บสถิติการร้องขอ ถ้าใช่ จะทำการตรวจสอบในข้อ ง. ต่อไป

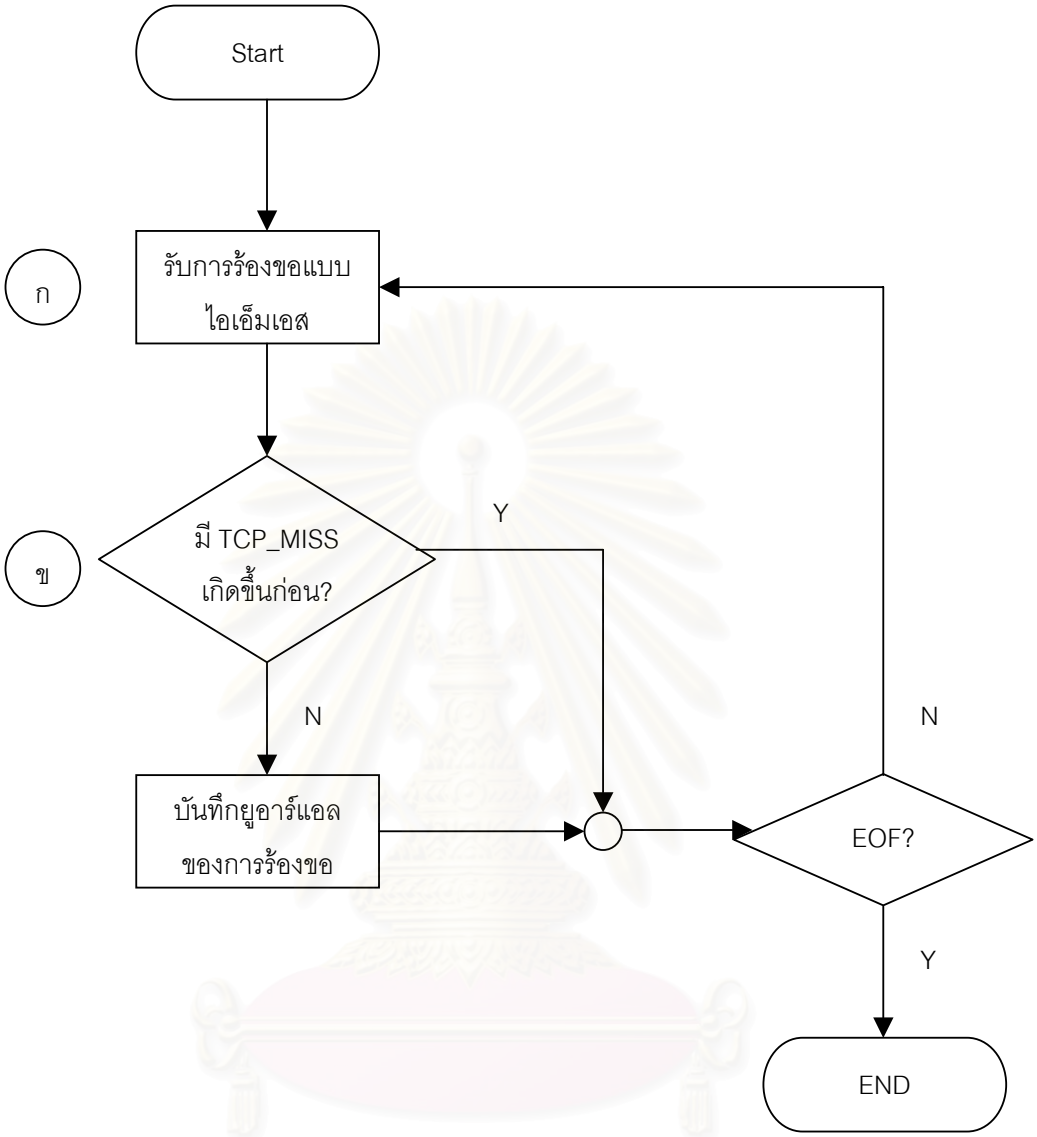
ง. โปรแกรมตรวจสอบว่า มีเอกสารที่ถูกร้องขออยู่ในแคชหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ทำการเก็บสถิติการร้องขอ ถ้าใช่ โปรแกรมจะทำการสุ่มค่า TTL ให้กับเอกสาร

จ. หลังจากนั้น โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่า TTL ของเอกสารว่ามากกว่าเวลาของการร้องขอหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ โปรแกรมจะทำการเก็บสถิติการร้องขอ ถ้าใช่ โปรแกรมจะทำการปรับปรุงสถิติการร้องขอก่อนทำการจัดเก็บ

ฉ. เมื่อจัดเก็บสถิติเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจึงจะรับการร้องขอถัดไป

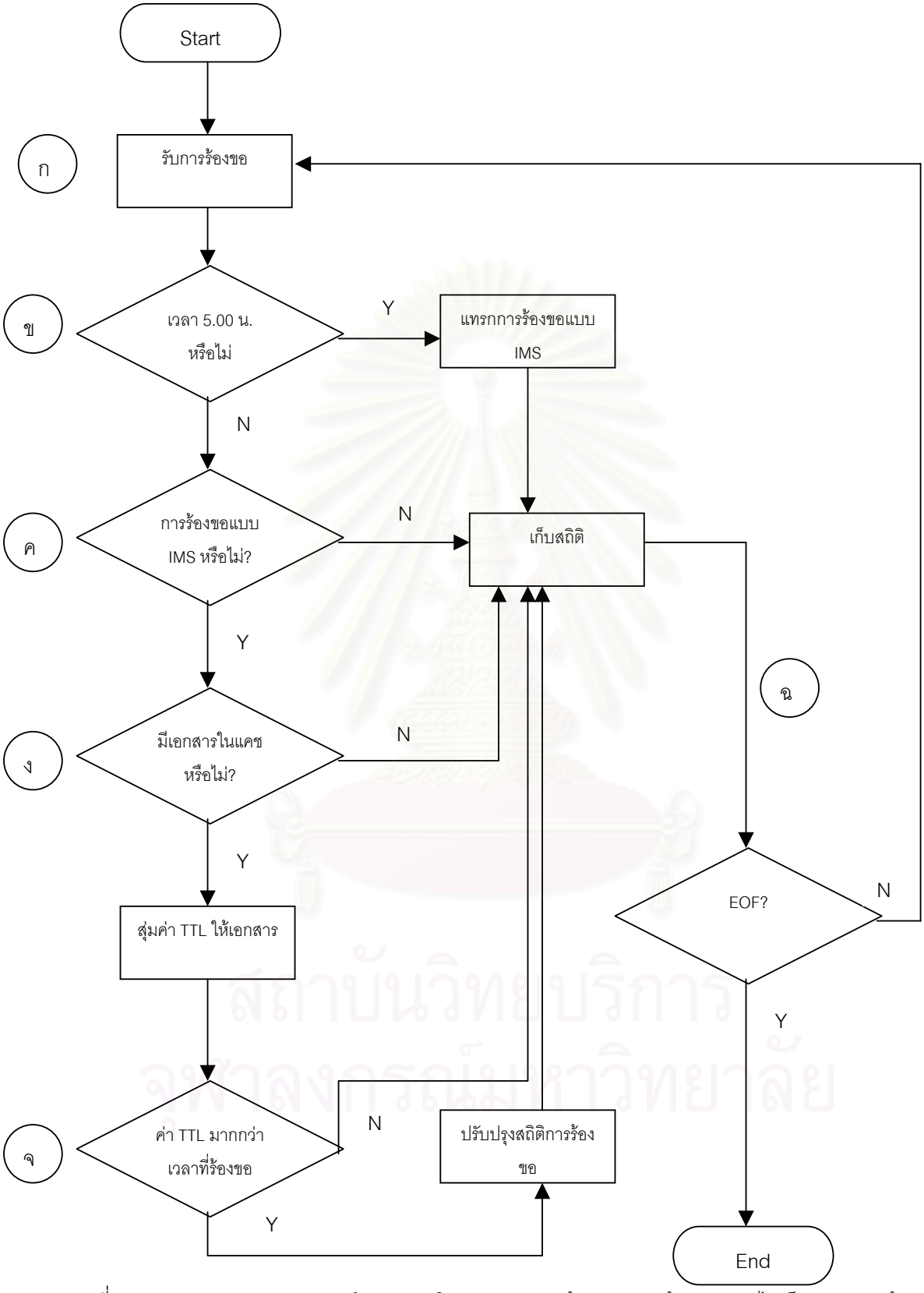


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 4.1 ผังงานแสดงรูปแบบการทำงานของโปรแกรมคัดเลือกเอกสารที่อยู่ในแคชช่วงเวลา 5.00 น.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 4.2 ผังงานแสดงรูปแบบการทำงานของโปรแกรมการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

## 4.3 สภาพแวดล้อมของเครื่องที่ใช้ในการวิเคราะห์

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้เว็บในงานวิจัยนี้มีรายละเอียด ดังนี้

### 4.3.1 ฮาร์ดแวร์

1. คอมพิวเตอร์แบบพีซีเพนเทียมทู 350 เมกะเฮิรตซ์
2. หน่วยความจำ 128 เมกะไบต์
3. ฮาร์ดดิสก์ 7.5 กิกะไบต์

### 4.3.2 ซอฟต์แวร์

1. ระบบปฏิบัติการลีนุกซ์
2. ภาษาที่ใช้ คือ เพิร์ล

## 4.4 ข้อมูลการใช้เว็บ

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ข้อมูลการใช้เว็บจริงจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 เป็นเวลา 15 วัน

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบจะกรองเฉพาะข้อมูลที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

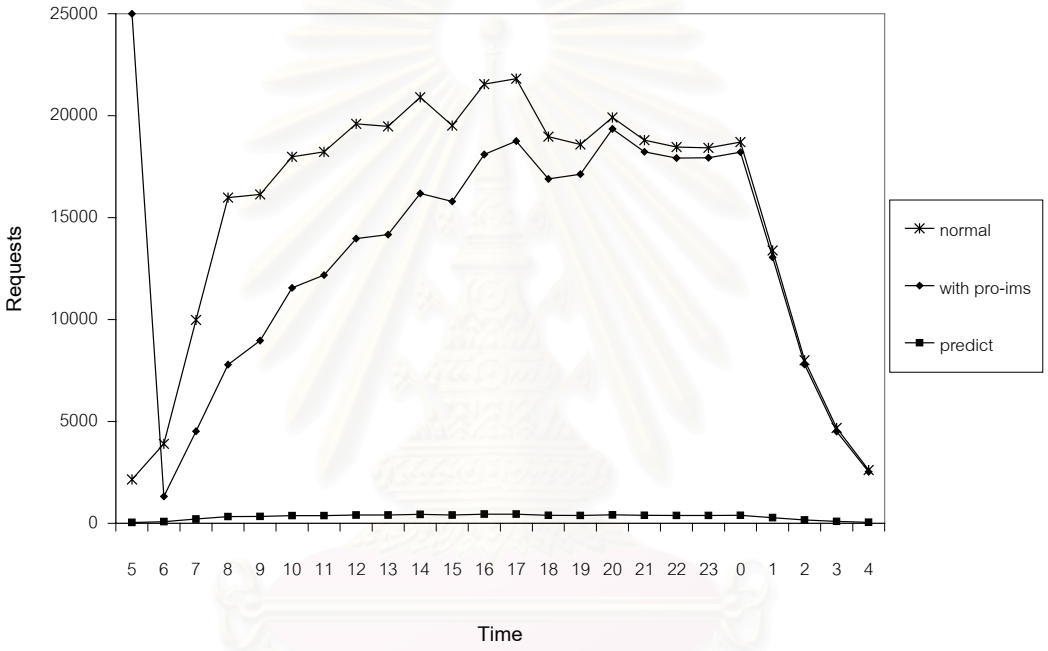
1. ข้อมูลที่มีรหัสการประมวลผลเอกสารที่ได้ของแคชเป็น TCP_REFRESH_HIT และ TCP_REFRESH_MISS
2. ยูอาร์แอลที่แสดงตำแหน่งของเอกสารจะต้องไม่มีเครื่องหมาย "?" และ "cgi-bin" เนื่องจากการทำงานของแคชจะไม่เก็บเอกสารประเภทนี้ไว้ในแคช

## 4.5 ผลการทดสอบ

### 4.5.1 ปริมาณการร้องขอ

ปริมาณการร้องขอในงานวิจัยนี้ ได้ทำการวัดจาก 3 ขั้นตอน ได้แก่ ก่อนทำการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า หลังการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า และค่าที่คาดหวังว่าจะได้จากการทดลอง โดยในกราฟ เส้น normal แสดงปริมาณการร้องขอรายชั่วโมงของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เส้น with pro-ims แสดงปริมาณการร้องขอเป็นรายชั่วโมงเมื่อข้อมูลการใช้เว็บของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศผ่านการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า เส้น predict แสดงปริมาณการร้องขอรายชั่วโมงที่คาดหวังว่าจะได้จากการทดสอบ ซึ่งผลต่างระหว่างเส้น normal และเส้น with pro-ims จะแสดงถึงปริมาณการเรียกแบบไอเอ็ม

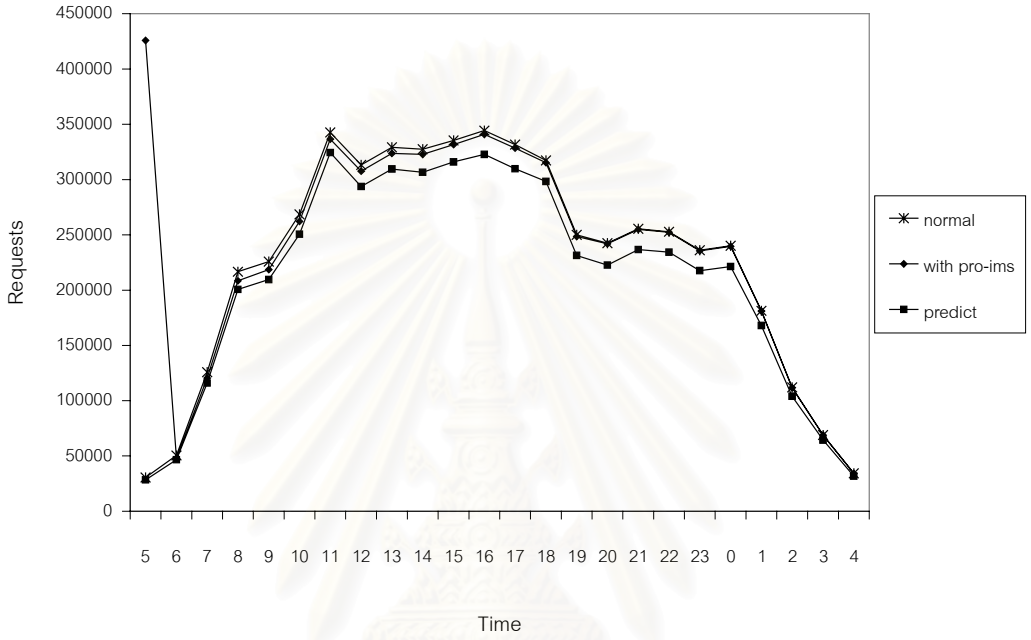
เอสที่สามารถลดได้จากการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า สำหรับเส้น predict จะทำให้ทราบว่าการทดสอบเป็นไปตามการศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากในบทที่ 3 หรือไม่ ซึ่งในกราฟจะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ พิจารณาเฉพาะการร้องขอแบบไอเอ็มเอส และพิจารณาการร้องขอทั้งหมด (ผลการทดลองทั้งหมดดูได้ในภาคผนวก ก. และภาคผนวก ข. ตามลำดับ)




รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส
เมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

เมื่อพิจารณาเฉพาะการร้องขอแบบไอเอ็มเอส ดังรูปที่ 4.3 พบว่า ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสของข้อมูลหลังการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า จะเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลา 5.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการถ่ายโอนปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก มาทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลานี้ และเมื่อช่วงเวลา 6.00 น. พบว่า สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสได้เล็กน้อย และสามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสได้มากขึ้นเมื่อเข้าสู่ช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก สำหรับช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากสามารถลดปริมาณการร้องขอลงอย่างเห็นได้ชัดและปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสยังคงลดลงจนกระทั่งถึงเวลา 0.00 น. ซึ่งการลดปริมาณ

การร้องขอแบบไอเอ็มเอสตั้งแต่หลังเวลา 20.00 น. เป็นผลพลอยได้ที่ได้จากการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการลดเฉพาะปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากเท่านั้น




รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอทั้งหมด
เมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

จากกราฟในรูปที่ 4.4 มีแกน X แสดงช่วงเวลาที่มีการร้องขอ แกน Y แสดงจำนวนครั้งของปริมาณการร้องขอ จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบหลังการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าลดลงจากปริมาณการร้องขอก่อนการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า ในช่วงเวลา 7.00น ถึงช่วงเวลา 20.00 น. และมีปริมาณการร้องขอที่เกือบไม่แตกต่างกันในช่วงเวลาที่เหลือ ยกเว้นช่วงเวลา 5.00 น.พบว่าผลการทดสอบการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้ามีปริมาณการร้องขอที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

ตารางที่ 4.3 การคาดหวังในการลดปริมาณการร้องขอเอกสาร

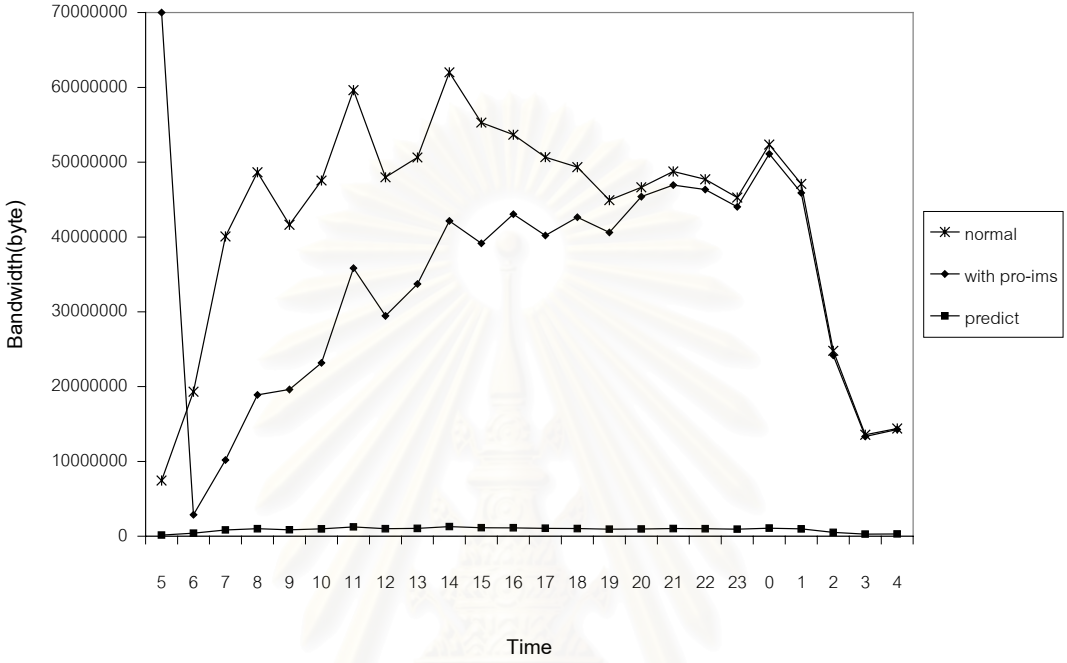
| ช่วงเวลา | ปริมาณการร้องขอ ที่คาดหวัง | ปริมาณการร้องขอ จากการทดสอบ |
|---|---|---|
| 1 วัน | ลดลง 7.12% | เพิ่มขึ้น 6.01% |
| การใช้งานเว็บมาก | ลดลง 6.33% | ลดลง 1.50% |

ผลการทดสอบที่คาดหวังของการทดสอบนี้ คือ ผลการทดสอบที่ลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสได้ตามที่ศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากที่สุด 1,500,000 อันดับแรก ซึ่งจากตารางที่ 4.3 พบว่า ถ้าสามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากได้ จะสามารถลดปริมาณการร้องขอในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากได้ถึง 6.33% แต่จากผลการทดสอบสามารถลดปริมาณการร้องขอลงได้เพียง 1.5% สำหรับช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก และในกรณีที่ เอกสารที่อยู่ในแคช ซึ่งเป็นเอกสารที่ถูกส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า มีค่า TTL ที่ยังไม่หมดอายุภายใน 24 ชั่วโมง จะทำให้สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อยได้อีกด้วย ถ้าเป็นดังนั้นจะสามารถลดปริมาณการร้องขอที่เกิดขึ้นทั้งวันได้ถึง 7.12% แต่จากผลการทดสอบพบว่าจะมีปริมาณการร้องขอเอกสารต่อวันมากขึ้น 6.01% เนื่องจากในช่วงเวลา 5.00 น. มีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าของเอกสารที่อยู่ในแคช ซึ่งแคชจะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าสำหรับเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากทั้งหมด ซึ่งหมายความว่า มีปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสที่ส่งล่วงหน้าบางการร้องขอ ไม่สามารถลดปริมาณการร้องขอที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากได้จริง อาจเนื่องด้วย ค่า TTL ของเอกสารมีอายุน้อย หรือเอกสารนั้นถูกแทนที่ไปก่อน จึงทำให้ไม่สามารถลดปริมาณการร้องขอได้ตามที่คาดเอาไว้

### 4.5.2 ปริมาณช่องสัญญาณ

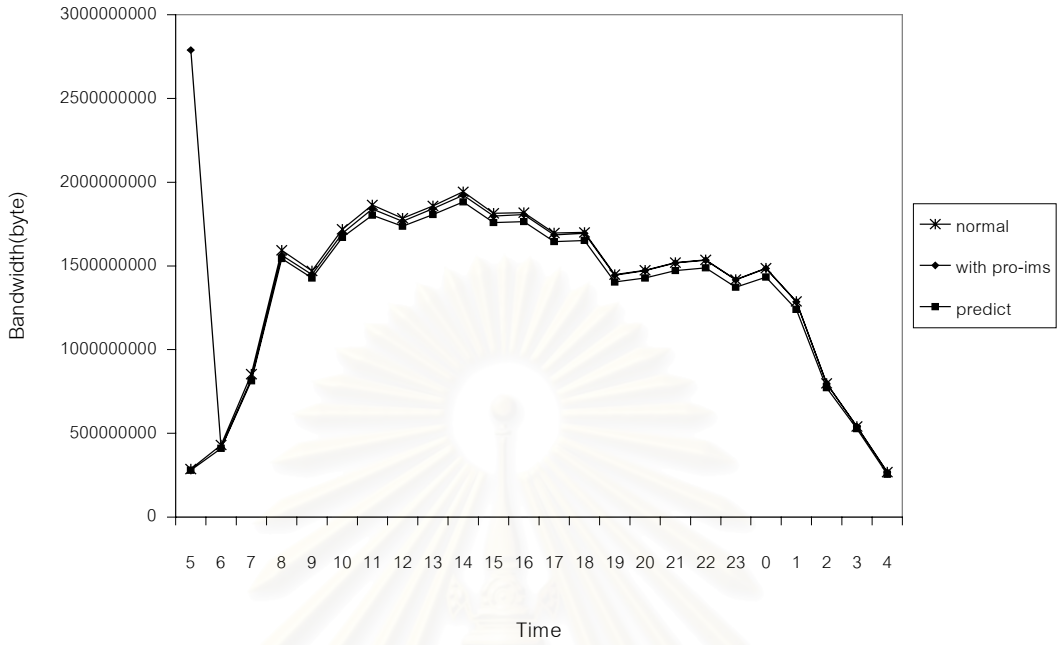
ปริมาณช่องสัญญาณในงานวิจัยนี้ ได้ทำการวัดจาก 3 ขั้นตอน ได้แก่ ก่อนทำการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า หลังการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าและค่าที่คาดหวังว่าจะได้จากการทดลอง โดยในกราฟ เส้น normal แสดงปริมาณการใช้ช่องสัญญาณเป็นรายชั่วโมงของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เส้น with pro-ims แสดงปริมาณการใช้ช่องสัญญาณเป็นรายชั่วโมงเมื่อข้อมูลการใช้เว็บของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศผ่านการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า เส้น predict แสดงปริมาณการใช้ช่องสัญญาณเป็นรายชั่วโมงที่คาดหวังว่าจะได้จากการทดสอบ ซึ่งผลต่างระหว่างเส้น normal และเส้น with pro-ims จะแสดงถึงปริมาณช่องสัญญาณที่สามารถลดได้จากการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า สำหรับเส้น predict จะบอกถึงช่องสัญญาณที่คาดว่าจะได้จากการศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอ

มากในบทที่3 ซึ่งในกราฟจะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ พิจารณาเฉพาะการร้องขอแบบไอเอ็มเอส และพิจารณาการร้องขอทั้งหมด (ผลการทดลองทั้งหมดดูได้ในภาคผนวก ค. และภาคผนวก ง. ตามลำดับ)




รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบปริมาณช่องสัญญาณของการร้องขอแบบไอเอ็มเอส
เมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณช่องสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส ดังรูปที่ 4.5 พบว่า ในช่วงเวลา 5.00 น. จะมีการใช้ช่องสัญญาณมากกว่าในช่วงเวลาอื่นๆ เนื่องจากในช่วงเวลา 5.00 น. นี้เป็นช่วงเวลาที่ทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าไปยังเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก และในช่วงเวลา 6.00 น. พบว่า มีปริมาณการใช้ช่องสัญญาณที่ลดลงจากก่อนทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส และลดลงมากขึ้น เมื่อเข้าสู่ช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก ซึ่งในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากจะเห็นได้ว่า มีปริมาณการใช้ช่องสัญญาณที่น้อยลงอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อหลังเวลา 20.00 น.ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อย ก็ยังคงสามารถลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณลงได้เล็กน้อย ซึ่งการลดปริมาณช่องสัญญาณในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อยเป็นผลพลอยได้จากการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า




รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบปริมาณช่องสัญญาณของการร้องขอทั้งหมด
เมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

จากกราฟในรูปที่ 4.6 มีแกน X แสดงช่วงเวลา แกน Y แสดงปริมาณการใช้ช่องสัญญาณ มีหน่วยเป็นไบต์ จะเห็นได้ว่า ในช่วงเวลา 5.00 น.ปริมาณการใช้ช่องสัญญาณของผลการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้ามีปริมาณการใช้ช่องสัญญาณที่มาก เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า จึงเป็นผลให้มีการใช้ช่องสัญญาณเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ช่วงเวลา 6.00 น. ถึงช่วงเวลา 20.00 น. มีปริมาณการใช้ช่องสัญญาณของผลการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าลดลงกว่า ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณก่อนการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า และหลังจากช่วงเวลา 18.00 น.พบว่า มีปริมาณการใช้ช่องสัญญาณที่ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

ตารางที่ 4.4 การคาดหวังในการลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณ

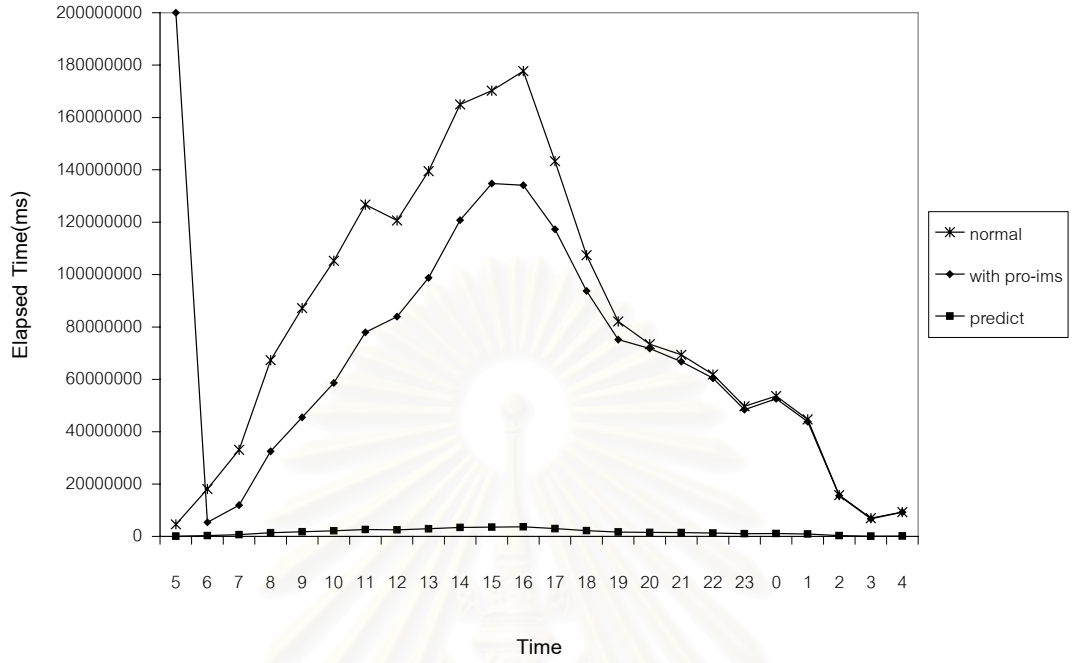
| ช่วงเวลา | ปริมาณช่องสัญญาณ ที่คาดหวัง | ปริมาณช่องสัญญาณ จากการทดสอบ |
|---|---|---|
| 1 วัน | ลดลง 3.06% | เพิ่มขึ้น 6.88% |
| การใช้งานเว็บมาก | ลดลง 2.91% | ลดลง 0.92% |

ผลการทดสอบที่คาดหวังจากการทดสอบนี้ คือ ผลการทดสอบที่ลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณได้ตามการศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก ในบทที่ 3 ซึ่งถ้าเป็นไปตามที่คาดไว้ ดังตารางที่ 4.4 จะสามารถลดปริมาณการใช้ช่องสัญญาณในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากได้ 2.91% แต่จากผลการทดสอบพบว่า สามารถลดการร้องขอแบบไอเอ็มเอสลงได้ 0.92% และถ้าหากว่าทำการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าไปยังเอกสารที่มีค่า TTL มากกว่า 24 ชั่วโมง จะทำให้สามารถลดการใช้ช่องสัญญาณในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อยได้ด้วย ซึ่งคาดว่าปริมาณช่องสัญญาณจะลดลง 3.06% ในปริมาณการร้องขอทั้งหมดที่เกิดขึ้นใน 1วัน แต่จากการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น. พบว่า จะมีการใช้ช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นจากเดิม 6.88% ซึ่งช่องสัญญาณที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นช่องสัญญาณที่ใช้ในช่วงเวลา 5.00 น. เพื่อทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

### 4.5.3 เวลาที่ใช้ในการร้องขอ

เวลาที่ใช้ในการร้องขอในงานวิจัยนี้ ได้ทำการวัดจาก 3 ขั้นตอน ได้แก่ ก่อนทำการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า หลังการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า และค่าที่คาดหวังว่าจะได้จากการทดลอง โดยในกราฟ เส้น normal แสดงเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารเป็นรายชั่วโมงของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เส้น with pro-ims แสดงเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารเป็นรายชั่วโมงเมื่อข้อมูลการใช้เว็บของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศผ่านการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า เส้น predict แสดงเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารเป็นรายชั่วโมงที่คาดหวังว่าจะได้จากการทดสอบ ซึ่งผลต่างระหว่างเส้น normal และเส้น with pro-ims จะแสดงถึงเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารที่สามารถลดได้จากการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า สำหรับเส้น predict จะบอกถึงเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารที่คาดว่าจะได้จากการศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากในบทที่ 3 ซึ่งในกราฟจะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ พิจารณาเฉพาะการร้องขอแบบไอเอ็มเอส และพิจารณาการร้องขอทั้งหมด (ผลการทดลองทั้งหมดดูได้ในภาคผนวก จ. และภาคผนวก ฉ. ตามลำดับ)

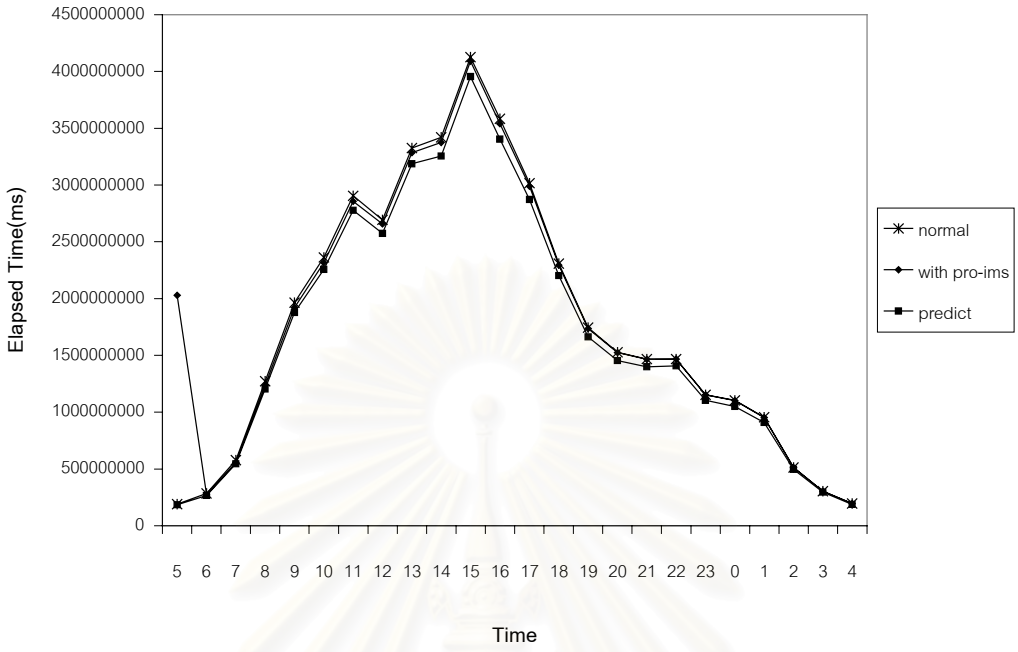
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการร้องขอของการเรียกแบบไอเอ็มเอส
เมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

เมื่อพิจารณาเฉพาะเวลาที่ใช้ในการร้องขอแบบไอเอ็มเอส ดังรูปที่ 4.7 พบว่า ช่วงเวลา 5.00 น.ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าจะใช้เวลาในการร้องขอเอกสารมากที่สุด เนื่องจากจะมีปริมาณการร้องขอเอกสารแบบไอเอ็มเอสในช่วงใช้งานเว็บมากที่ถูกถ่ายโอนมายังช่วงเวลานี้ แต่หลังจากช่วงเวลา 5.00 น. พบว่าเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารลดลง อย่างเห็นได้ชัด และลดได้มากที่สุดในช่วงเวลา 11.00 น. และยังสามารถลดเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารหลังเวลา 20.00 น.ได้จนถึงเวลา 0.00 น.ซึ่งการลดเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารในช่วงดังกล่าว เป็นผลพลอยได้จากการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการร้องขอของการร้องขอทั้งหมด
เมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

จากกราฟในรูปที่ 4.8 มีแกน X แสดงช่วงเวลาที่มีการร้องขอ แกน Y แสดงเวลาที่ใช้ในการร้องขอ ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที(ms) จะเห็นได้ว่า เวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารในช่วงเวลา 5.00 น.มีปริมาณมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า และเมื่อผ่านช่วงเวลาดังกล่าวไปแล้ว เวลาที่ใช้ในการร้องขอลดลงจนถึงช่วงเวลา 19.00 น.และหลังจากช่วงเวลา 19.00 น.ใช้เวลาร้องขอเอกสารที่ไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างก่อนและหลังการทดสอบการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า

ตารางที่ 4.5 การคาดหวังในการลดเวลาที่ใช้ในการร้องขอ

| ช่วงเวลา | เวลาที่ใช้ในการร้องขอ ที่คาดหวัง | เวลาที่ใช้ในการร้องขอ จากการทดสอบ |
|---|---|---|
| 1 วัน | ลดลง 4.46% | เพิ่มขึ้น 3.25% |
| การใช้งานเว็บมาก | ลดลง 4.48% | ลดลง 1.23% |

ผลการทดสอบที่คาดหวังจากการทดสอบนี้ คือ ผลการทดสอบที่สามารถลดเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก ตามการศึกษาค่า TTL ของเอกสารในบทที่ 3 ซึ่งถ้าเป็นไปตามที่คาดไว้ ดังตารางที่ 4.5 จะสามารถลดเวลาการร้องขอในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากได้ 4.48% และสามารถลดเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารทั้งวันได้ 4.46% แต่จากการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า พบว่า จะมีการใช้เวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารเพิ่มขึ้น 3.25% ใน 1 วัน ซึ่งเวลาที่เพิ่มขึ้นนี้ เนื่องมาจากการใช้เวลาในการร้องขอเอกสารช่วง 5.00 น.ซึ่งเป็นช่วงที่ทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า และจะทำให้การใช้เวลาในการร้องขอเอกสารในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากลดลง 1.23%

## 4.6 สรุปผลการทดสอบ

จากผลการจำลองการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า สรุปได้ว่า การส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าสามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากได้ แต่ไม่สามารถลดปริมาณการร้องขอได้ตามที่คาดไว้ ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถลดช่องสัญญาณที่ใช้ในการร้องขอ และเวลาที่ใช้ในการร้องขอได้ตามที่ต้องการด้วย

ผลการจำลองการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการร้องขอ ช่องสัญญาณที่ใช้ในการร้องขอ และเวลาที่ใช้ในการร้องขอ จะลดลงในช่วงเวลา 6.00 น. จนถึงช่วงเวลา 20.00 น. ในปริมาณที่ไม่มากนัก เมื่อเทียบกับการคาดหวังในการลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส สำหรับช่วงเวลาตั้งแต่ 20.00 น.เป็นต้นไป ปริมาณการร้องขอ ช่องสัญญาณที่ใช้ในการร้องขอ และเวลาที่ใช้ในการร้องขอก่อนและหลังการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสมีความแตกต่างกันไม่มากนัก รวมทั้งปริมาณการร้องขอที่คาดหวังไว้ก็มีความแตกต่างกันไม่มาก ในขณะที่ช่วงเวลา 5.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่การทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า ทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า พบว่ามีปริมาณการร้องขอที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณการใช้ช่องสัญญาณ และเวลาที่ใช้ในการร้องขอข้อมูลเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 5
# การวิเคราะห์ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส

จากผลการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่า การส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้านั้น ไม่สามารถลดปริมาณข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากได้ตามที่คาดหวังเอาไว้ ในบทนี้จึงจะทำการพิจารณามูลเหตุที่ไม่สามารถลดการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากได้ โดยการวิเคราะห์ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสและประสิทธิภาพของ Adaptive TTL

## 5.1 ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส

เนื่องจาก ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน จึงได้ทำการสุ่มข้อมูลมา 1 วันเพื่อแสดงผล โดยข้อมูลที่สุ่มได้ คือ ข้อมูลวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2544 ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสพิจารณาในช่วงเวลา 5.00 น.

| ชนิดเอกสาร | ไม่ซ้ำกัน(Unique) | ทั้งหมด(Total) |
|---|---|---|
| เอกสารที่มีการร้องขอแบบไอเอ็มเอส | 135,528 | 431,643 |
| ในแคช<br>(เอกสารที่สามารถลดไอเอ็มเอสได้) | 74,467 | 78,297 |
| นอกแคช<br>(เอกสารที่ไม่สามารถลดไอเอ็มเอสได้) | 6,707 | 215,578 |
| ค่า TTL หมดอายุ<br>ช่วงเวลาการใช้งานเว็บน้อย | 54,354 | 137,768 |

จากตารางที่ 5.1 แสดงผลการพิจารณาเอกสารที่อยู่ในแคชในช่วงเวลา 5.00 น. พบว่า จากปริมาณการร้องขอเอกสารแบบไอเอ็มเอสทั้งหมด จะแบ่งเอกสารออกเป็น 3 ประเภท คือ เอกสารที่อยู่ในแคชในช่วงเวลา 5.00 น. เอกสารที่อยู่นอกแคชในช่วงเวลา 5.00 น. และเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาการใช้งานเว็บน้อย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะไม่ทำการพิจารณาเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อย สำหรับเอกสารที่อยู่นอกแคชเกิดจากมีการร้องขอที่มีรหัสการประมวลผลเอกสารที่ได้ของแคชเป็น TCP_MISS ก่อนการร้องขอแบบไอเอ็มเอส ซึ่งหมายความว่า เอกสารนั้นถูกนำเข้ามาเก็บในแคชหลังช่วงเวลา 5.00 น. หรือเอกสารนั้นถูกแทนที่ก่อนมีการร้องขอครั้งต่อไป หรือค่า TTL ของเอกสารนั้นมีค่าน้อย

ตารางที่ 5.2 การพิจารณาเอกสารที่มีการร้องขอแบบไอเอ็มเอสโดยที่เอกสารไม่ซ้ำกัน

| เอกสาร | จำนวนเอกสาร | คิดเป็น % |
|---|---|---|
| ในแคช (เอกสารที่สามารถลดไอเอ็มเอสได้) | 74,467 | 91.73 |
| นอกแคช (เอกสารที่ไม่สามารถลดไอเอ็มเอสได้) | 6,707 | 8.27 |
| รวม | 81,174 | 100 |

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นได้ว่า เอกสารที่มีการร้องขอแบบไอเอ็มเอส โดยพิจารณาเฉพาะเอกสารที่ไม่ซ้ำกันและอยู่ในแคชในช่วงเวลา 5.00 น. จะคิดเป็น 91.73% ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากแบบไม่ซ้ำกัน ในบทที่ 3 ในขณะที่มีเอกสารที่ไม่ซ้ำกันที่ถูกร้องขอแบบไอเอ็มเอสไม่อยู่ในแคชในช่วงเวลา 5.00 น. คิดเป็น 8.27% ซึ่งถ้าพิจารณาเพียงเท่านี้ พบว่า โอกาสในการลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากจะสูงตามไปด้วย

ตารางที่ 5.3 การพิจารณาเอกสารที่มีการร้องขอแบบไอเอ็มเอสโดยที่เอกสารซ้ำกัน

| เอกสาร | จำนวนเอกสาร | คิดเป็น % |
|---|---|---|
| ในแคช (เอกสารที่สามารถลดไอเอ็มเอสได้) | 78,297 | 26.64 |
| นอกแคช (เอกสารที่ไม่สามารถลดไอเอ็มเอสได้) | 215,578 | 73.36 |
| รวม | 293,875 | 100 |

เมื่อพิจารณาเอกสารที่มีการร้องขอแบบไอเอ็มเอสทั้งหมด ดังตารางที่ 5.3 พบว่า มีการร้องขอเอกสารที่เก็บอยู่ในแคชเพียง 26.64% ในขณะที่มีการร้องขอเอกสารแบบไอเอ็มเอสกับเอกสารที่ไม่อยู่ในแคชถึง 73.36% ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับตารางที่ 5.2 พบว่า เอกสารนอกแคชที่ได้รับการร้องขอแบบไอเอ็มเอสเป็นเอกสารที่มีจำนวนครั้งในการร้องขอมากกว่าเอกสารที่เก็บอยู่ในแคช ซึ่งเอกสารที่ไม่อยู่ในแคชมีอัตราการร้องขอเอกสารเฉลี่ย 33 ครั้งใน 1 วัน ในขณะที่เอกสารที่อยู่ภายในแคชมีความหลากหลายของเอกสารมากกว่า เป็นผลให้ผลการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า ไม่สามารถลดปริมาณการร้องขอได้มากตามที่คาดหวังเอาไว้

## 5.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ Adaptive TTL

จากผลการทดลองในบทที่ 4 จะเห็นว่า ก่อนและหลังการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสมีปริมาณการร้องขอ ปริมาณการใช้ช่องสัญญาณและเวลาที่ใช้ในการร้องขอไม่แตกต่างกันมากนัก และผลการทดสอบที่ได้ยังน้อยกว่าที่คาดหวังไว้มาก ซึ่งไม่สอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากในบทที่ 3 ที่พบว่าจะสามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสได้ถึง 97.92% ดังนั้น ในหัวข้อนี้จึงจะทำการศึกษาความถี่ของเอกสารที่ถูกร้องขอมากที่สุด 10 อันดับแรก เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้ไม่สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสได้ตามที่วิเคราะห์ไว้ในบทที่ 3

### 5.2.1 การวิเคราะห์เอกสารที่มีการร้องขอมาก 10 อันดับแรก

ค่า TTL และปริมาณการร้องขอเอกสารที่มีการร้องขอมากที่มีการร้องขอมากที่สุด 10 อันดับแรก เป็นไปตามตาราง

ตารางที่ 5.4 ค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก

| อันดับ | ปริมาณการร้องขอเฉลี่ย (ครั้งต่อวัน) | ค่า TTL ของเอกสาร (ชั่วโมง) |
|---|---|---|
| 1 | 8539 | 1 |
| 2 | 7022 | 3 |
| 3 | 5413 | 1 |
| 4 | 4799 | >24 |
| 5 | 4143 | 1 |
| 6 | 4101 | 1 |
| 7 | 3250 | 2 |
| 8 | 3081 | 1 |
| 9 | 2765 | 15 |
| 10 | 2597 | 1 |

จากตารางที่ 5.4 ในการศึกษาปริมาณการร้องขอเอกสารที่มีการร้องขอมาก 10 อันดับแรกจากข้อมูลการใช้เว็บของแคชจากสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า เอกสารที่มีการร้องขอมากอันดับ 1 มีการร้องขอเฉลี่ยมากกว่าเอกสารที่มีการร้องขอมากอันดับ 2 กว่า 1,500 ครั้ง และมีการร้องขอเฉลี่ยมากกว่า เอกสารที่มีการร้องขอมากในอันดับที่ 10 เกือบ 4 เท่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเอกสารที่มีการร้องขอมากในอันดับต้นๆจะมีปริมาณการร้องขอที่โดดเด่นกว่าเอกสารที่มีการร้องขอมากในอันดับถัดๆไป ซึ่งเอกสารที่มีการร้องขอมากเหล่านี้มีโอกาสอยู่ในแคชสูง แต่เมื่อพิจารณาค่า TTL ของเอกสารแล้ว เช่น ในกรณี

ของเอกสารที่มีการร้องขอมากอันดับ 1 พบว่า ถึงแม้จะมีการร้องขอเอกสารนี้มากก็จริง แต่การส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น. ไม่สามารถทำให้ลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสของเอกสารนี้ได้ เนื่องจากเอกสารจะหมดอายุหลังจากการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสไม่เกิน 1 ชั่วโมง ซึ่งทำให้เอกสารหมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก

จากการพิจารณาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก 10 อันดับแรก จะเห็นได้ว่า เอกสารที่มีการร้องขอมาก 6 ใน 10 เอกสาร มีค่า TTL ไม่เกิน 1 ชั่วโมง ดังนั้น เอกสารที่มีการร้องขอบ่อยเหล่านี้จะไม่สามารถส่งข้อความการร้องขอเอกสารแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าได้ เพราะถึงอย่างไรเอกสารเหล่านี้ก็จะหมดอายุในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมากอยู่ดี นั่นคือ ไม่สามารถลดการปริมาณร้องขอแบบไอเอ็มเอสของเอกสารเหล่านี้ได้

### 5.2.2 การแจกแจงค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก

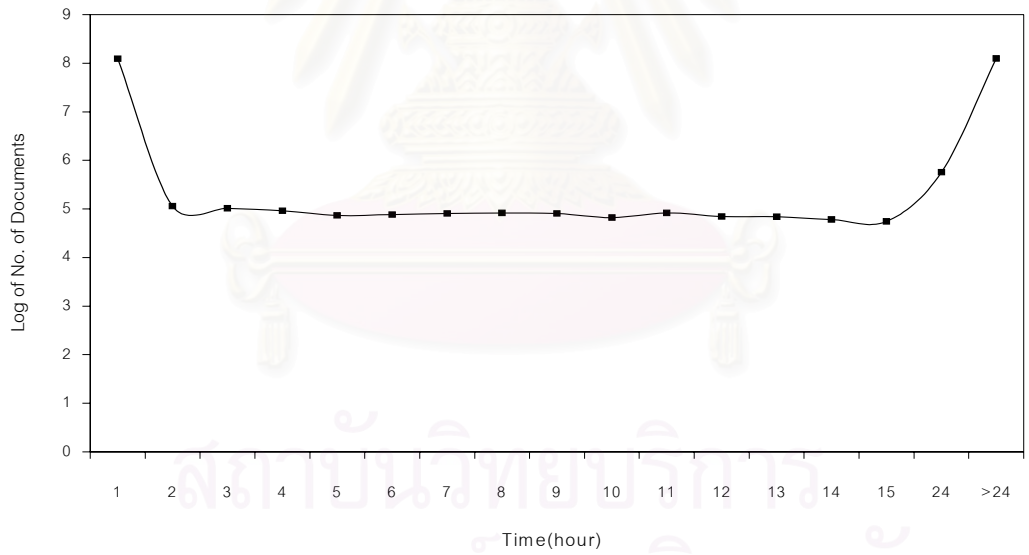
จากการวิเคราะห์ค่า TTL และปริมาณการร้องขอของเอกสารที่มีการร้องขอมาก 10 อันดับแรก ทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่า TTL และปริมาณการร้องขอเอกสาร ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงจะทำการศึกษาการแจกแจงค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก 1,500,000 อันดับแรก โดยนำความถี่ของการร้องขอเอกสารมาพิจารณาร่วมด้วย ได้ผลดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากที่มีการร้องขอซ้ำกัน

| ค่า TTL หมดอายุภายใน(ช.ม.) | จำนวนเอกสาร | เปอร์เซ็นต์ |
|---|---|---|
| 1 | 122239532 | 49.15812 |
| 2 | 113657 | 0.045707 |
| 3 | 103402 | 0.041583 |
| 4 | 91542 | 0.036813 |
| 5 | 73751 | 0.029659 |
| 6 | 76442 | 0.030741 |
| 7 | 80184 | 0.032246 |
| 8 | 82294 | 0.033094 |
| 9 | 80268 | 0.032279 |
| 10 | 66225 | 0.026632 |
| 11 | 82244 | 0.033074 |
| 12 | 69768 | 0.028057 |
| ค่า TTL หมดอายุภายใน(ช.ม.) | จำนวนเอกสาร | เปอร์เซ็นต์ |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | 68974 | 0.027738 |
| 14 | 60767 | 0.024437 |
| 15 | 55302 | 0.022239 |
| 15-24 | 565898 | 0.227574 |
| > 24 | 124755753 | 50.17001 |
| **รวม** | 248666003 | 100 |

ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากที่นำปริมาณการร้องขอของเอกสารมาพิจารณาด้วยนั้น ทำให้เอกสารที่มีค่า TTL ของเอกสารที่หมดอายุภายใน 24 ชั่วโมง มีมากถึง 49.83% โดยในช่วงเวลาที่เอกสารมีค่า TTL หมดอายุภายในเวลา 1 ชั่วโมง มีปริมาณของเอกสารมากที่สุดถึง 49.16% ในขณะที่เอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาอื่นๆไม่แตกต่างกัน สำหรับเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุเกิน 24 ชั่วโมง คิดเป็น 50.17% ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แนวโน้มปริมาณการร้องขอเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 1 ชั่วโมงและปริมาณของเอกสารที่มีการร้องขอเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุมากกว่า 24 ชั่วโมง มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก ดังรูปที่ 5.1

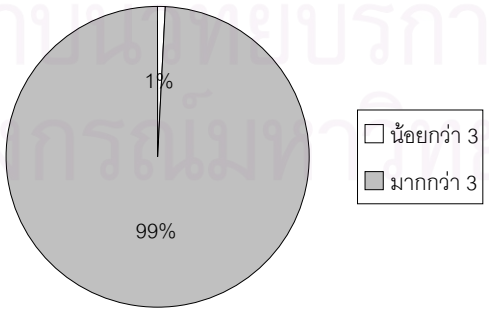



รูปที่ 5.1 ล็อกของจำนวนเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในแต่ละช่วงเวลาของเอกสารที่มีการร้องขอมากที่มีการร้องขอซ้ำกัน

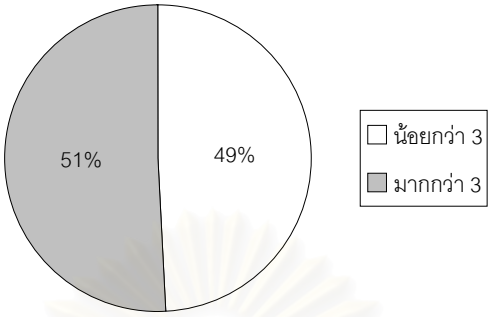
### 5.2.3 ผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมากชุดเดียวกัน ในแบบที่พิจารณาปริมาณการร้องขอเอกสาร และแบบที่ไม่พิจารณาปริมาณการร้องขอเอกสาร ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันออกไป โดยในการวิเคราะห์เอกสารที่ไม่พิจารณาปริมาณการร้องขอเอกสาร นั่นคือ ไม่ว่าเอกสารจะถูกร้องขอกี่ครั้ง จะนับเอกสารนั้นเพียงครั้งเดียวเท่านั้นถ้าเป็นเอกสารเดิม ตามตารางที่ 3.1 มีปริมาณของเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 1 ชั่วโมงเพียง 8,769 เอกสารซึ่งคิดเป็น 0.58% ของปริมาณเอกสารทั้งหมด ในขณะที่เมื่อพิจารณาปริมาณการร้องขอเอกสารด้วยแล้ว นั่นคือ ถึงแม้ว่าเอกสารที่ถูกร้องขอจะเป็นเอกสารเดียวกัน ก็จะนับตามจำนวนครั้งที่ถูกร้องขอ พบว่า เอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 1 ชั่วโมง มีปริมาณการร้องขอมากถึง 122,239,532 ครั้ง ซึ่งคิดเป็น 49.16% ของปริมาณการร้องขอเอกสารทั้งหมด นั่นหมายความว่าเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 1 ชั่วโมงมีอัตราการร้องขอเฉลี่ย 13,940 ครั้ง สำหรับเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุมากกว่า 24 ชั่วโมง เมื่อไม่พิจารณาปริมาณการร้องขอ พบว่า มีเอกสารจำนวน 1,468,677 เอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุมากกว่า 24 ชั่วโมง ซึ่งคิดเป็น 97.91% ของปริมาณเอกสารทั้งหมด แต่เมื่อนำปริมาณการร้องขอมาร่วมพิจารณาด้วยแล้ว พบว่า มีปริมาณการร้องขอเอกสารเพียง 124,755,753 ครั้ง ซึ่งคิดเป็น 50.17% ของปริมาณการร้องขอเอกสารทั้งหมด เท่ากับว่า เอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุมากกว่า 24 ชั่วโมงมีอัตราการร้องขอเฉลี่ยเพียง 85 ครั้งเท่านั้น และสำหรับเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลาที่มากกว่า 1 ชั่วโมง แต่ไม่มากไปกว่า 24 ชั่วโมง มีอัตราส่วนในการร้องขอเอกสารที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

เนื่องจากในการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า ได้ทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บน้อยที่สุด และต้องรอเวลาอีก 3 ชั่วโมงกว่าจะถึงช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก ดังนั้นจึงไม่สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสเอกสารที่มีค่า TTL น้อยกว่า 3 ชั่วโมงได้ ซึ่งจากการศึกษาค่า TTL ของเอกสารทั้งแบบไม่พิจารณาการร้องขอและแบบที่พิจารณาการร้องขอ ได้ดังรูปที่ 5.2 และ 5.3 ตามลำดับ




รูปที่ 5.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 3 ชั่วโมง
เมื่อไม่พิจารณาปริมาณการร้องขอของเอกสารที่มีการร้องขอมาก




รูปที่ 5.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 3 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาปริมาณการร้องขอของเอกสารที่มีการร้องขอมาก

จากรูปที่ 5.2 และ 5.3 แสดงให้เห็นถึง ความแตกต่างของจำนวนเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุภายใน 3 ชั่วโมง ถ้าทำการพิจารณาค่า TTL ของเอกสารโดยไม่พิจารณาปริมาณการร้องขอเอกสาร พบว่า มีเอกสารประมาณ 1% เท่านั้นที่เมื่อทำการร้องขอเอกสารล่วงหน้าแล้วจะมีค่า TTL หมดอายุก่อนช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก ซึ่งหมายความว่า สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสได้ถึง 99% แต่เมื่อนำความถี่ในการร้องขอมาร่วมพิจารณาด้วยแล้ว กลับพบว่า เอกสารกว่า 49% ที่ถูกส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า จะมีค่า TTL หมดอายุก่อนช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก

จากการทดลอง พบว่า สามารถลดปริมาณการร้องขอได้ 30 % ซึ่งแทนที่จะเป็น 51% ตามที่ได้ทำการศึกษาค่า TTL เมื่อทำการพิจารณาความถี่ในการร้องขอเอกสารด้วย เนื่องจากในส่วนที่มากกว่า 3 ชั่วโมง ได้รวมเอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุในช่วงเวลา 3-15 ชั่วโมงด้วย ซึ่งเอกสารตรงนี้จะสามารถลดได้หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับเวลาที่ทำการร้องขอเอกสารด้วย

ดังนั้น สาเหตุที่ไม่สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก เมื่อทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า เป็นเพราะเอกสารที่ได้รับความนิยมมากๆมีค่า TTL ของเอกสารสั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 6
# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าช่วงเวลา 5.00 น. และใช้ข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยทำการเก็บข้อมูลในส่วนของปริมาณการร้องขอ ปริมาณช่องสัญญาณที่ใช้ในการร้องขอ และเวลาที่ใช้ในการร้องขอ ทั้งก่อนและหลังการทดสอบการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า รวมทั้งเมื่อลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสทั้งหมดแล้ว นอกจากนี้ยังทำการศึกษาค่า TTL โดยการส่งเฮดเดอร์เอชทีทีพีไปถามยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางของเอกสาร และทำการวิเคราะห์ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส สามารถสรุปผลที่ได้รับจากการวิจัย ปัญหาและข้อจำกัดที่ได้พบจากการวิจัย และเสนอแนะแนวทางเพื่อการพัฒนาระบบต่อไป ได้ดังนี้

## 6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 ปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส ปริมาณช่องสัญญาณ และเวลาที่ใช้ในการร้องขอเอกสารในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมากสามารถลดได้ แต่ไม่สามารถลดได้ตามการศึกษาค่า TTL ของเอกสารที่มีการร้องขอมาก ในบทที่ 3 เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างค่า TTL ของเอกสารและความถี่ในการร้องขอเอกสารแต่ละเอกสารมีผลต่อการลดปริมาณการร้องขอเอกสาร

6.1.2 เอกสารที่มีการร้องขอมากในอันดับแรกๆ จะมีปริมาณการร้องขอที่มากกว่าเอกสารที่มีการร้องขอมากในอันดับต่อๆไปอย่างชัดเจน และมีค่า TTL ของเอกสารน้อย

6.1.3 ลักษณะการหมดอายุของค่า TTL ของเอกสาร ระหว่างการพิจารณาความถี่ในการร้องขอและไม่พิจารณาความถี่ในการร้องขอเอกสารมีลักษณะการหมดอายุที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อไม่พิจารณาความถี่ในการร้องขอ พบว่า เอกสารที่มีค่า TTL หมดอายุมากกว่า 24 ชั่วโมงมีถึง 97.91% ซึ่งเอกสารที่มีอายุเอกสารมากกว่า 24 ชั่วโมงนี้สามารถลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสได้โดยการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอส และเมื่อนำความถี่ในการร้องขอเอกสารมาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า เอกสารที่มีค่า TTL มากกว่า 24 ชั่วโมงมีเพียง 50.17% เท่านั้น

## 6.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่ได้พบจากการวิจัย

6.2.1 ข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีการบันทึกข้อมูลการร้องขอไม่ครบทุกช่วงเวลา ทำให้การจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าเกิดความผิดพลาดขึ้น

6.2.2 การจำลองการทำงานของแคชต้องใช้เครื่องที่มีหน่วยความจำมาก เพราะต้องทำการเก็บเอกสารที่อยู่ในแคชในช่วงเวลา 5.00 น. และต้องทำการเปรียบเทียบเอกสาร ดังนั้นเครื่องควรต้องมีหน่วยความจำ 128 เมกกะไบต์ขึ้นไป เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการร้องขอ เพิ่มความเร็วและประสิทธิภาพในการทดสอบ

6.2.3 ข้อมูลการใช้เว็บที่บันทึกไว้ มีรูปแบบที่จำกัด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ไม่เพียงพอที่จะพัฒนาการทำงานของแคช เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ทั้งหมด

## 6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 การลดปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอสในช่วงเวลาที่มีการใช้เว็บมาก โดยการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าได้เลือกที่จะส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้าในช่วงเวลา 5.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บน้อยที่สุด แต่อาจจะยังไม่เหมาะสมเท่าที่ควร เพราะอีกกว่า 3 ชั่วโมง จึงจะเข้าสู่ช่วงเวลาที่มีการใช้งานเว็บมาก ดังนั้นอาจทำการศึกษาหาช่วงเวลาเหมาะสมที่จะทำการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยการพิจารณาปัจจัยอื่นๆนอกจากปริมาณการใช้งาน

6.3.2 จากงานวิจัยนี้ พบว่า เอกสารที่มีอายุสั้นและมีการร้องขอมาก คือ เอกสารที่เป็นแบนเนอร์ และจำพวกเว็บบอร์ด ซึ่งถ้าหากสามารถลดเอกสารเหล่านี้ได้ จะทำให้การทำงานของเว็บแคชมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# รายการอ้างอิง


[1] Pei Cao and Chengjie Liu. Maintaining Cache Consistency in the World-Wide Web. IEEE Transactions on Computers, vol. 47, No. 4, Apr. 1998.

[2] James Gwertzman and Margo Seltzer. World-Wide Web Cache Consistency. In Proceedings of the 1996 USENIX Technical Conference, San Diego, CA, Jan. 1996.

[3] Adam Belloum and Bob Hertzberger. Maintaining Web Cache Coherency. International Research, Vol. 6, No. 1, Oct. 2000.

[4] Adam Dingle. Web Cache Coherence. WWW5 Fifth International World Wide Web Conference, May. 1996.

[5] Jia Wang. A Survey of Web Caching Schemes for the Internet. ACM Computer Communication Review 29 (1999) : 36-46.

[6] Clinton Wong. Web Client Programming with Perl. O'Reilly & Associates, Inc.,1997.

[7] พรทวี วัฒนวิทูกูร. การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีการแทนที่ในพร็อกซี่แคช. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[8] J. Gwetzman and M. Seltzer. The case for Geographical Pushing-Caching. HotOS Conference 1994.

[9] D. Wessels. Intelligent Caching for World-Wide Web Objects. Proceedings of INET'95, Honolulu, Hawaii June 1995.

[10] A. Luotonen and K. Altis. World Wide Web Proxies, Computer Networks and ISDN Systems. First International Conference on WWW Apr 1994.

[11] V. Cate. Alex – A Global File Systems. Proceedings of the 1992 USENIX File Systems Workshop May 1992 : 1-12.

[12] R. Caceres, F. Douglis, A. Feldmann, G. Glass, and M. Rabinovich. Web Proxy Caching: the Devil is in the Detail. ACM Performance Evaluation Review 26(1998) : 11-15.

[13] B. M. Duska, D. Marwood, and M. J. Feelay. The Measured Access Characteristics of World Wide Web Client Proxy Caches. Proceedings of USENIX Symposium on Internet Technologies and Systems

[14] Anirban Mahanti, Derek Eager, Carey Williamson. Performance Evaluation Sep 2000.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก

## ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช พิจารณาเฉพาะปริมาณการร้องขอแบบไอเอ็มเอส

ในส่วนนี้จะแสดงผลการทดสอบปริมาณการร้องขอเอกสาร จากการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการร้องขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยจะแบ่งผลการทดสอบตามวันที่ของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งเป็นผลการทดสอบในบทที่ 4

หมายเหตุ ในทุกๆรูปที่นำมาแสดง จะมี

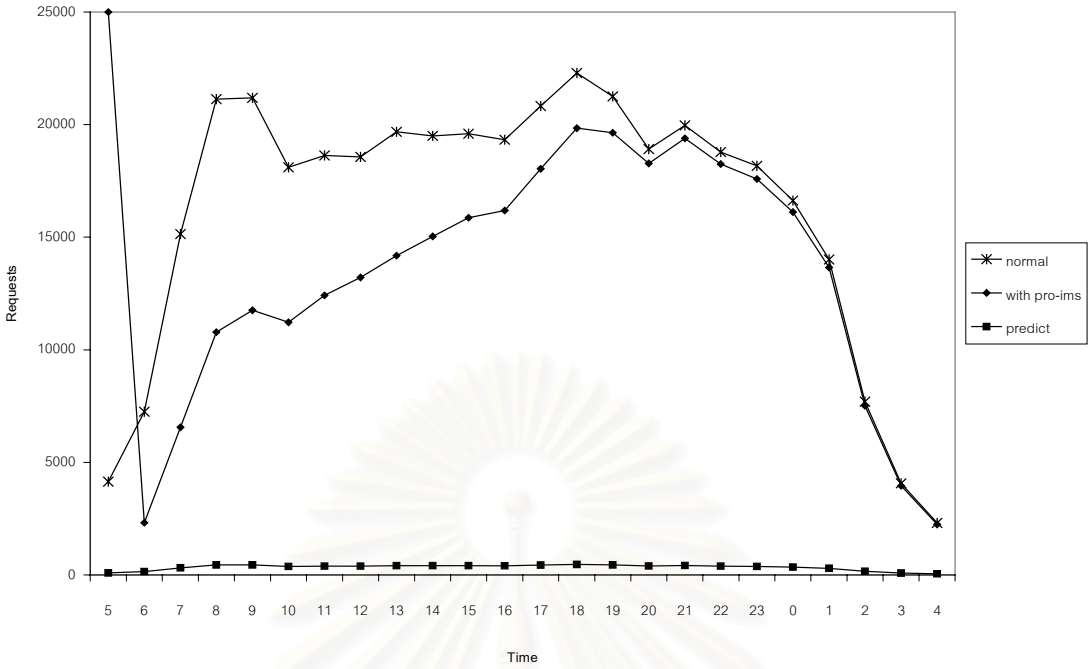
แกน X แทนช่วงเวลาในการร้องขอเอกสาร

แกน Y แทนปริมาณการร้องขอเอกสาร

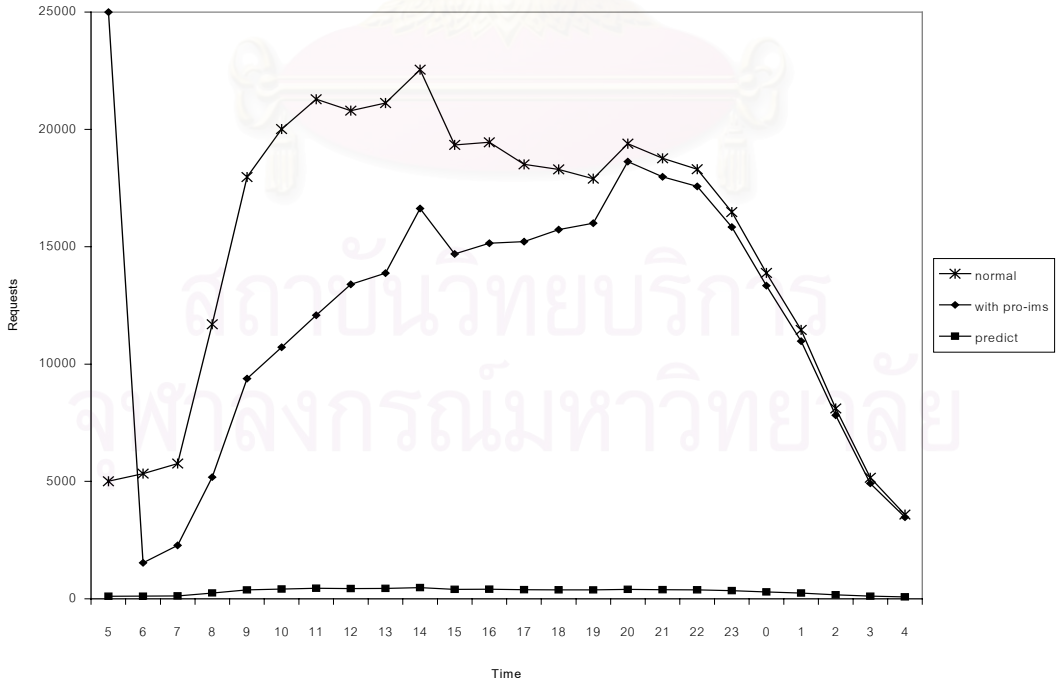
โดย

| | |
|---|---|
| normal | แทนปริมาณการร้องขอก่อนการจำลองการทำงานของแคช |
| with pro-ims | แทนปริมาณการร้องขอหลังการจำลองการทำงานของแคช |
| predict | แทนปริมาณการร้องขอที่คาดหวังว่าจะลดได้ |

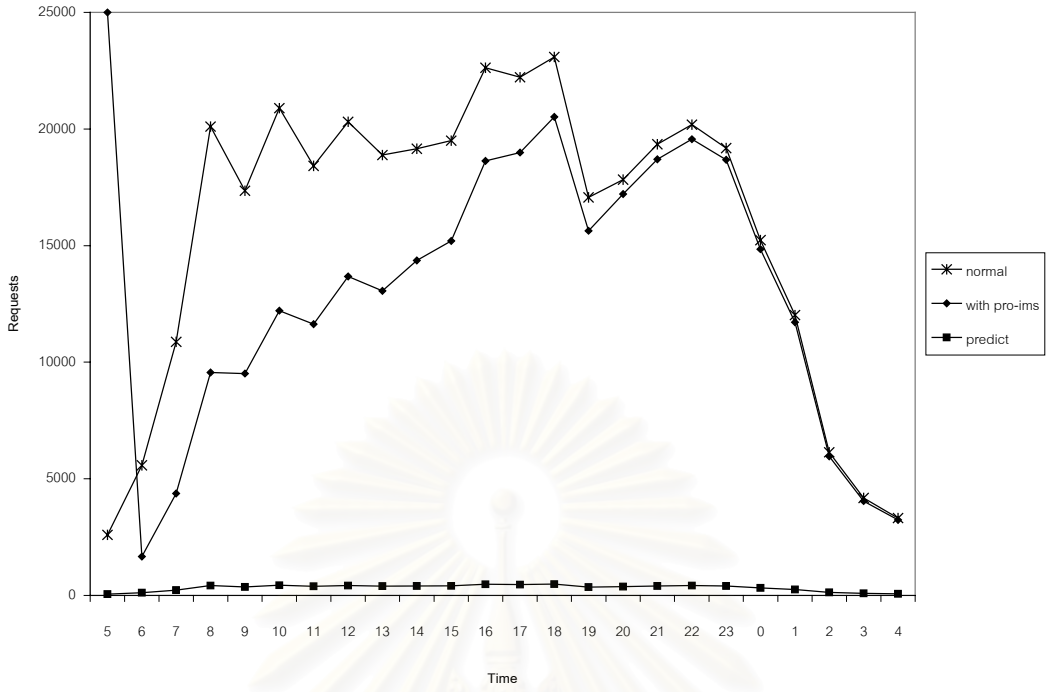
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



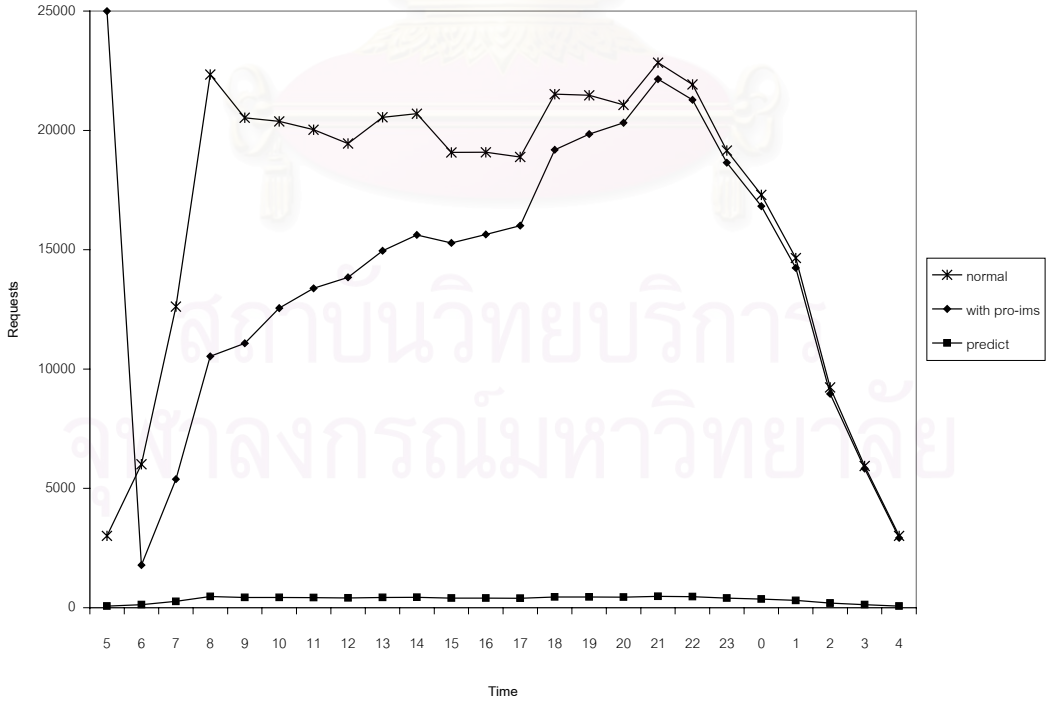

รูปที่ ก.1 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



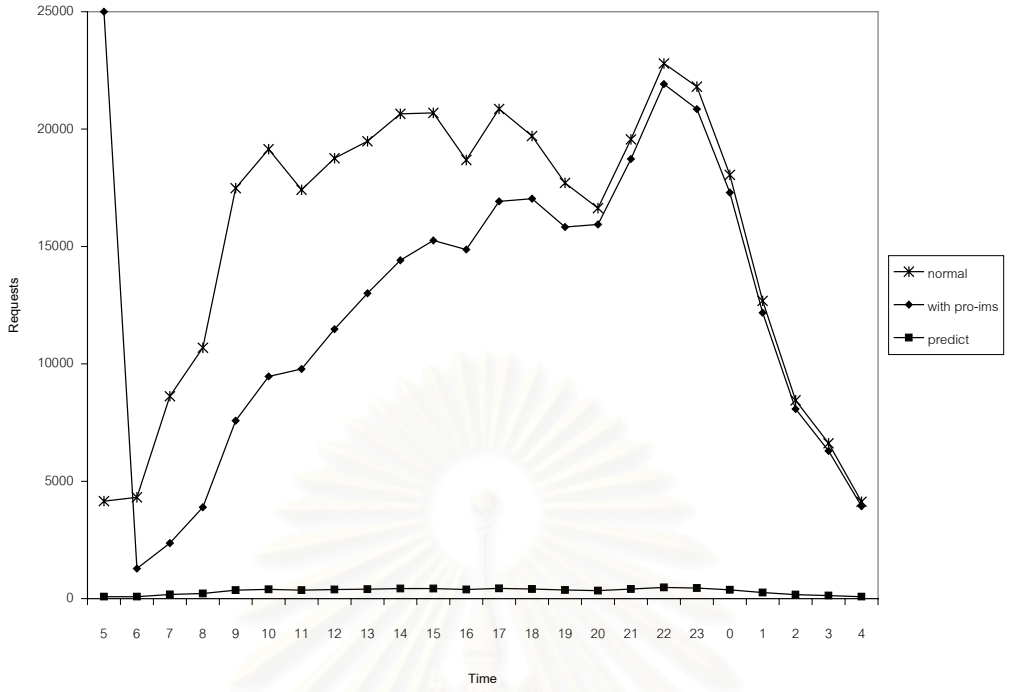

รูปที่ ก.2 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



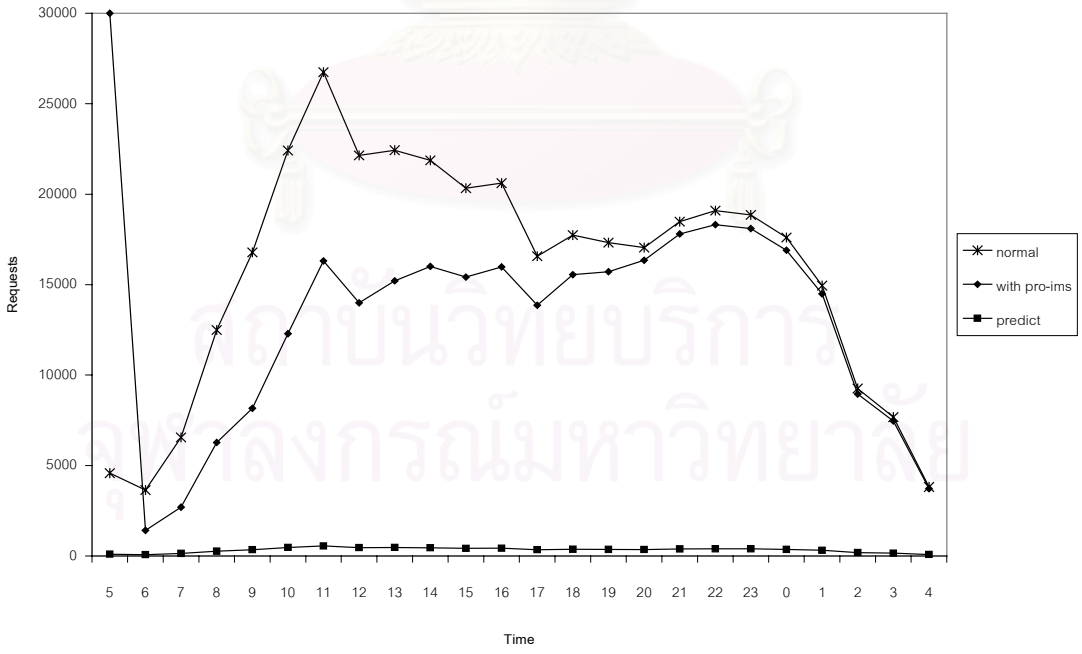

รูปที่ ก.3 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



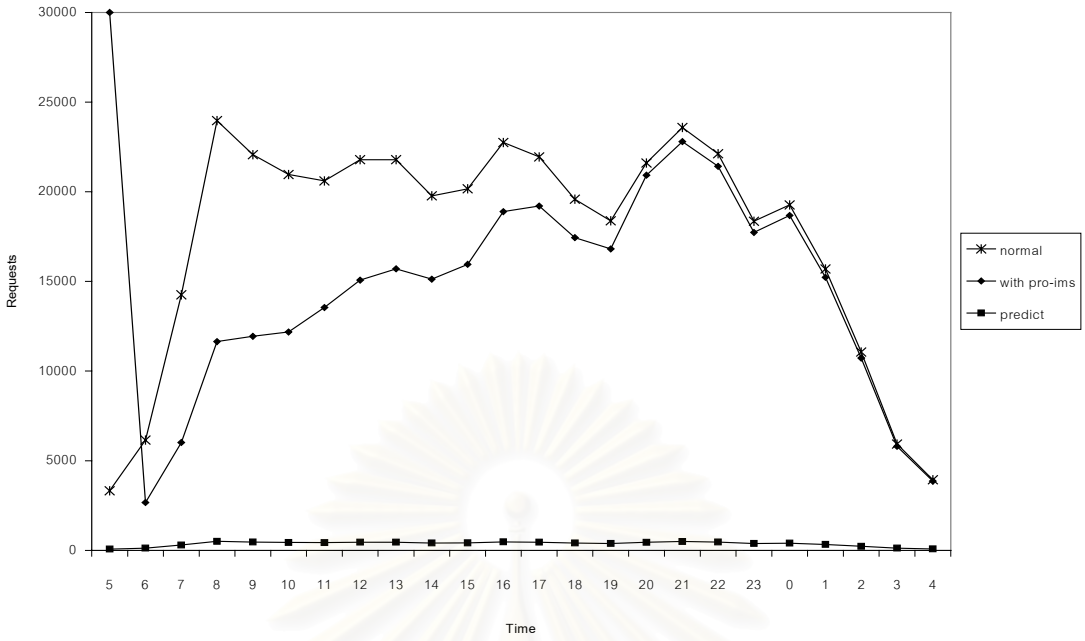

รูปที่ ก.4 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



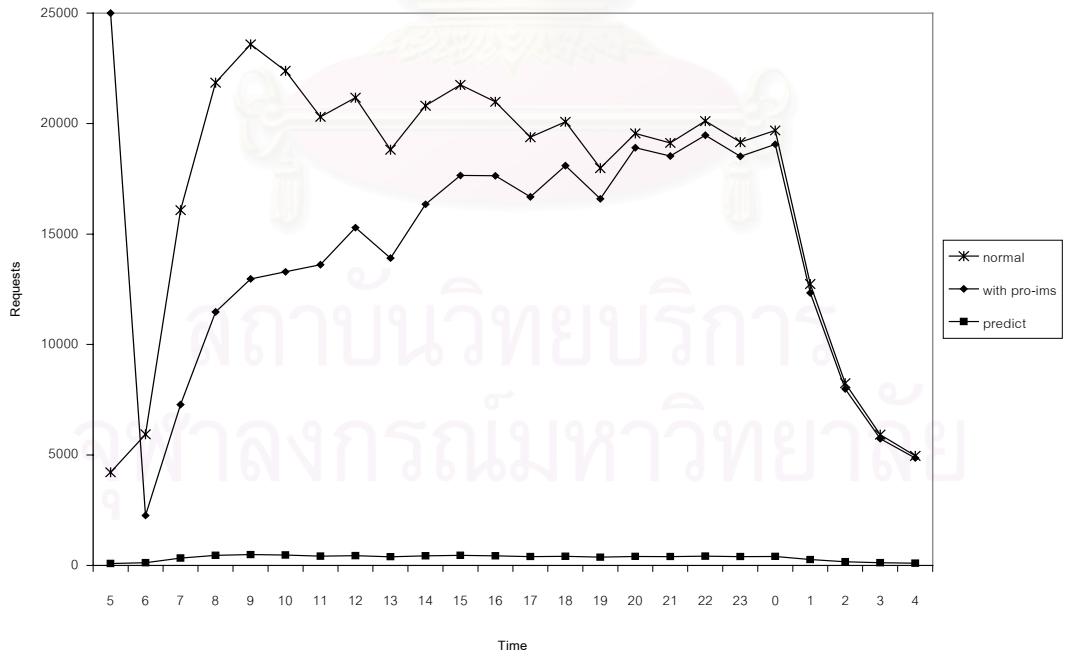

รูปที่ ก.5 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



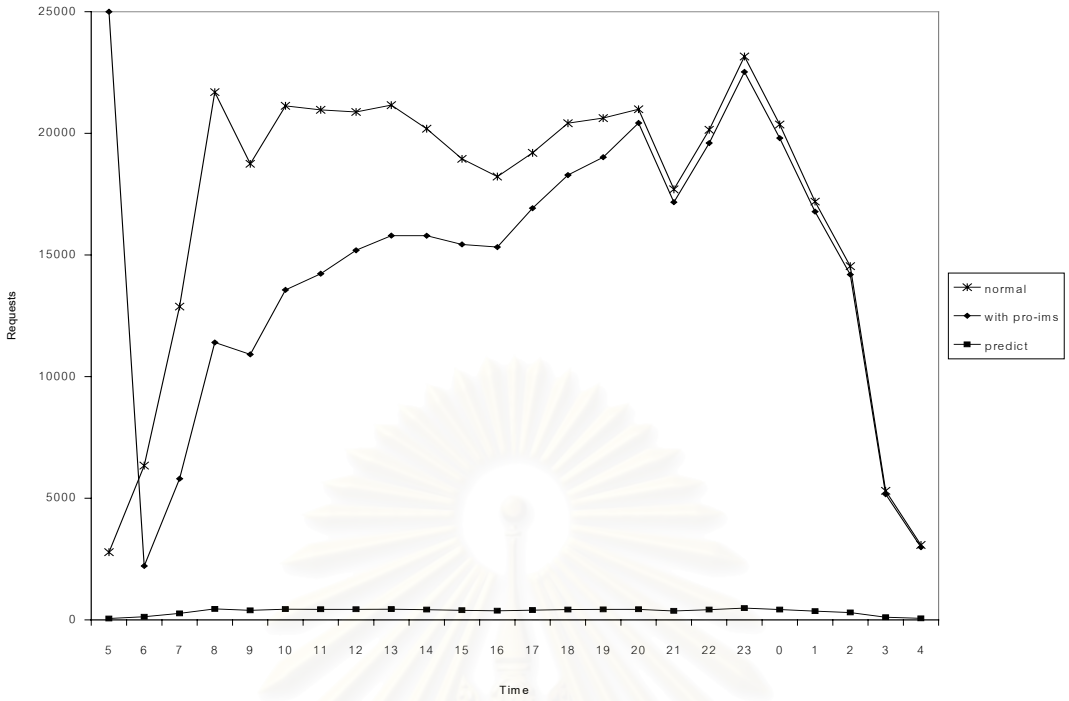

รูปที่ ก.6 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



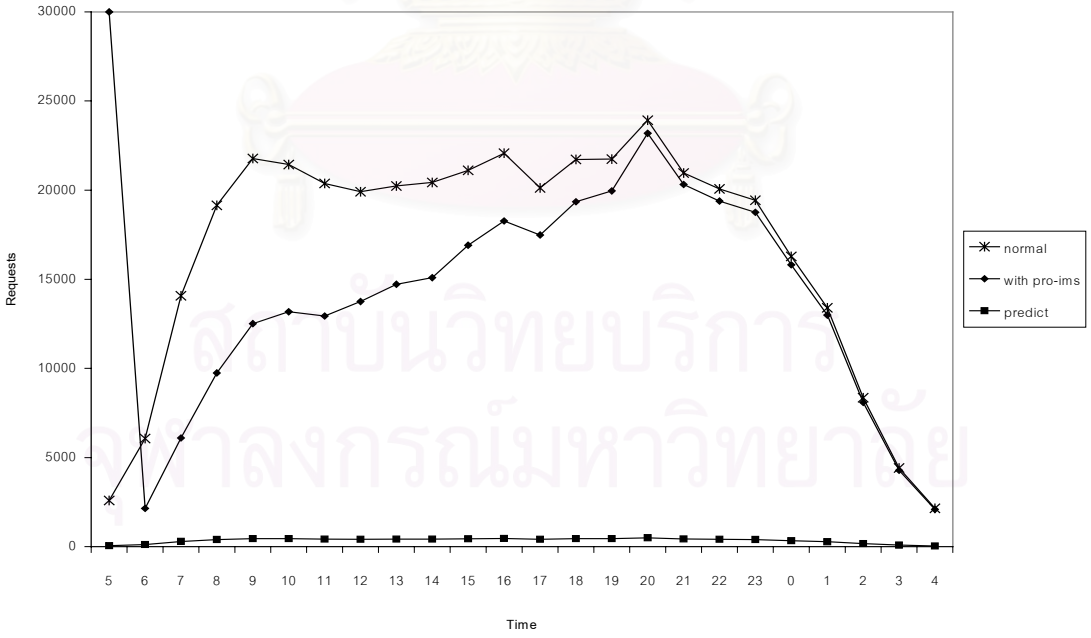

รูปที่ ก.7 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



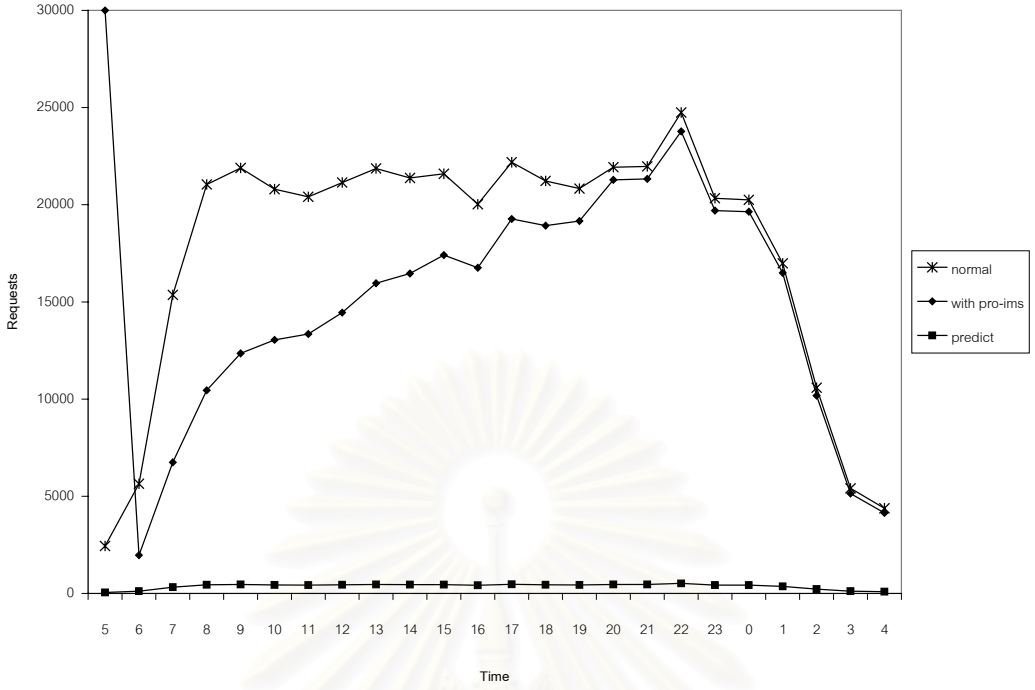

รูปที่ ก.8 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



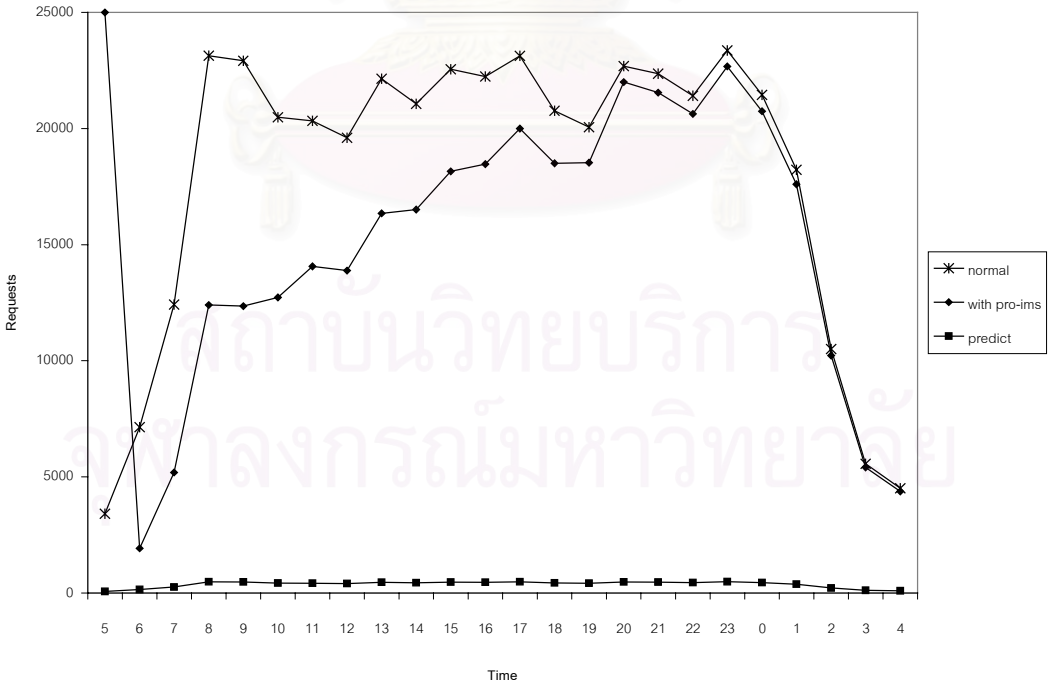

รูปที่ ก.9 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



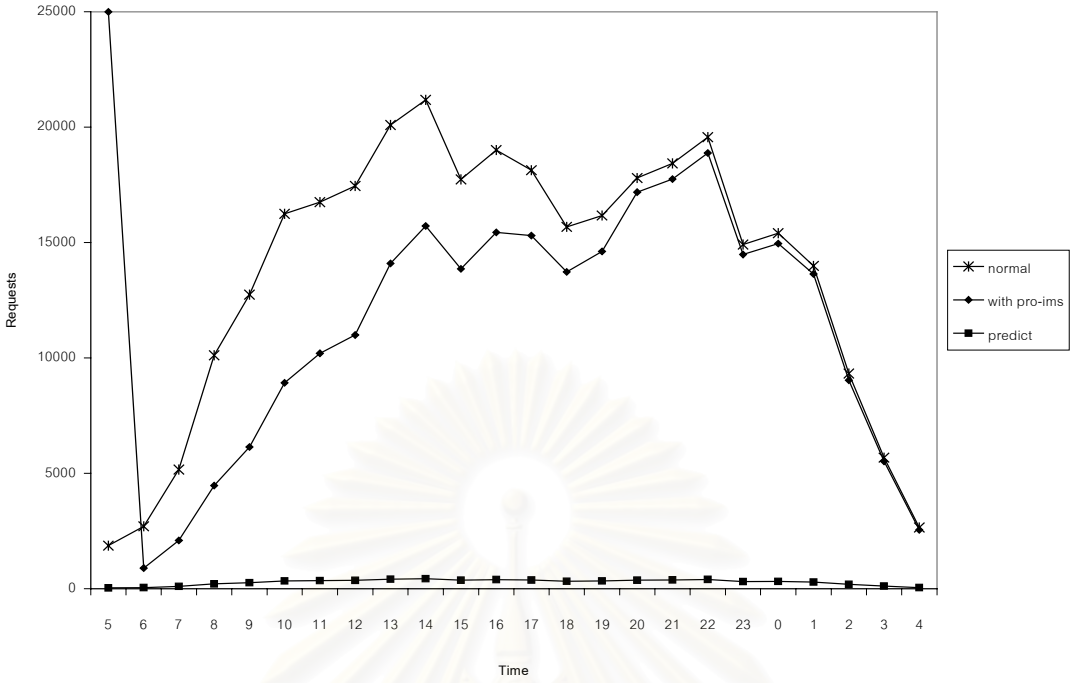

รูปที่ ก.10 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



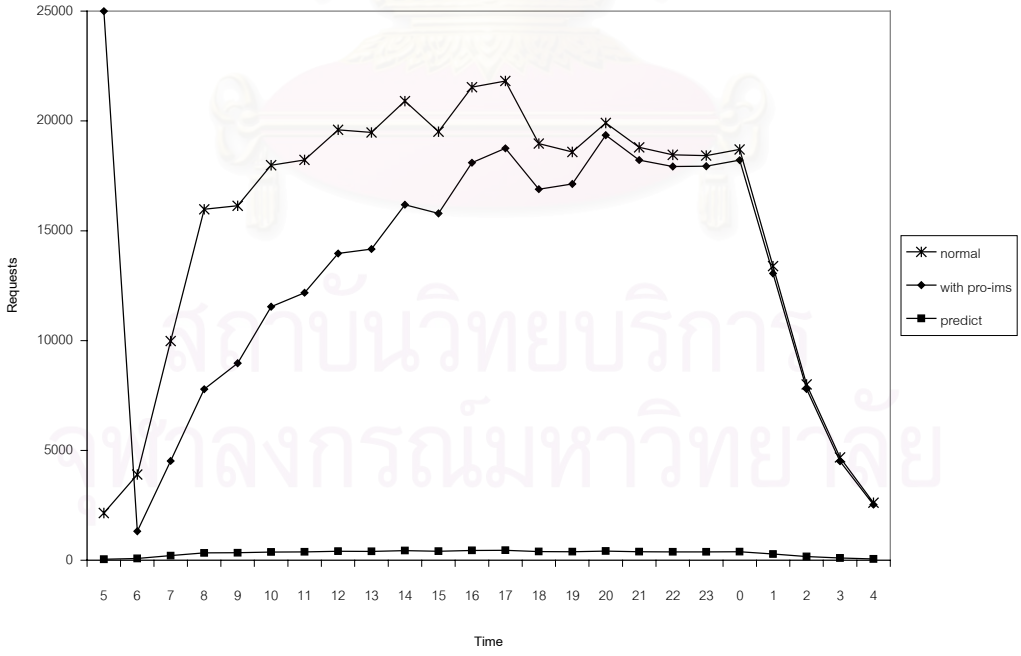

รูปที่ ก.11 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



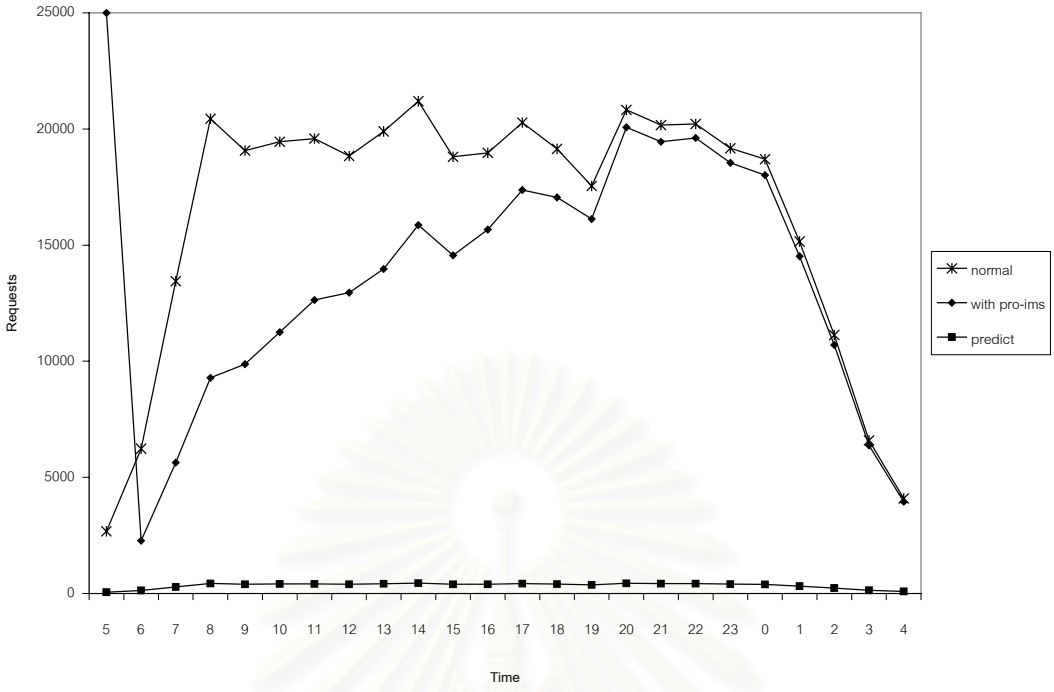

รูปที่ ก.12 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ก.13 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ก.14 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ก.15 ผลการทดสอบปริมาณการร้องขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ข

## ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช พิจารณาจากปริมาณการเรียกขอทั้งหมด

ในส่วนนี้จะแสดงผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอเอกสาร จากการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการเรียกขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยจะแบ่งผลการทดสอบตามวันที่ของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งเป็นผลการทดสอบในบทที่ 4

หมายเหตุ ในทุกๆรูปที่นำมาแสดง จะมี

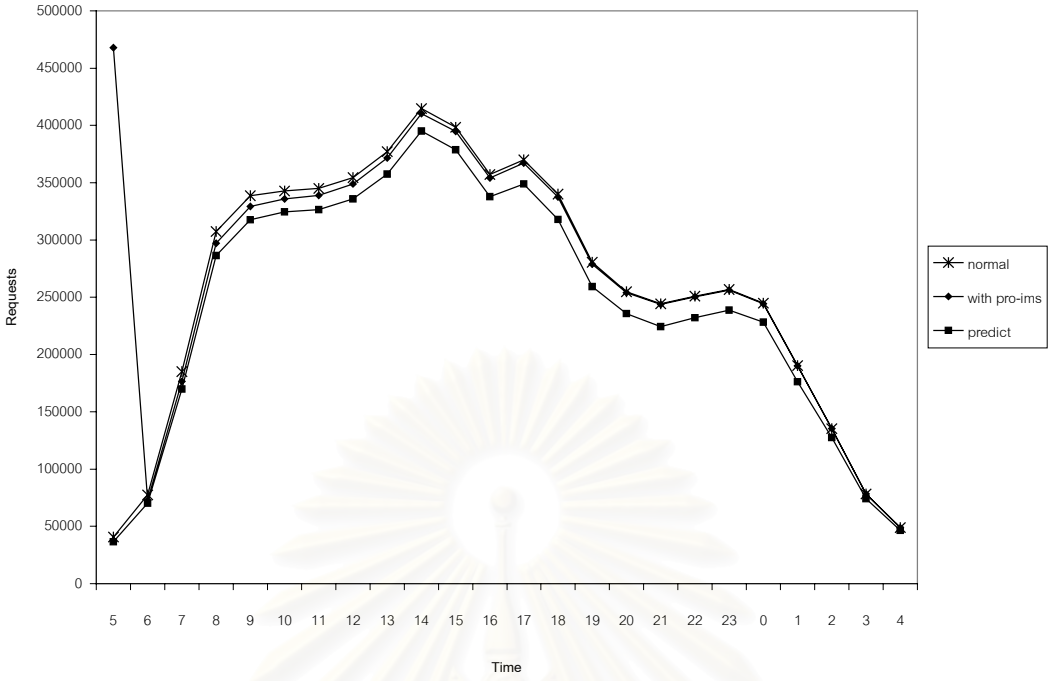
แกน X แทนช่วงเวลาในการเรียกขอเอกสาร

แกน Y แทนปริมาณการเรียกขอเอกสาร

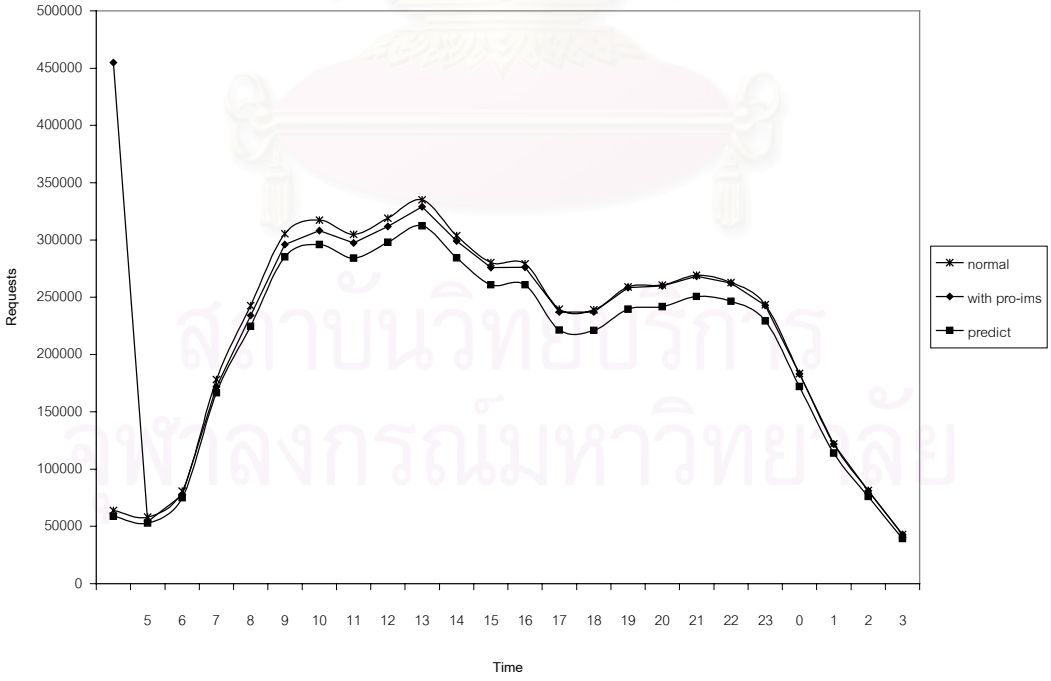
โดย

| | |
|---|---|
| normal | แทนปริมาณการเรียกขอก่อนการจำลองการทำงานของแคช |
| with pro-ims | แทนปริมาณการเรียกขอหลังการจำลองการทำงานของแคช |
| predict | แทนปริมาณการเรียกขอที่คาดหวังว่าจะลดได้ |

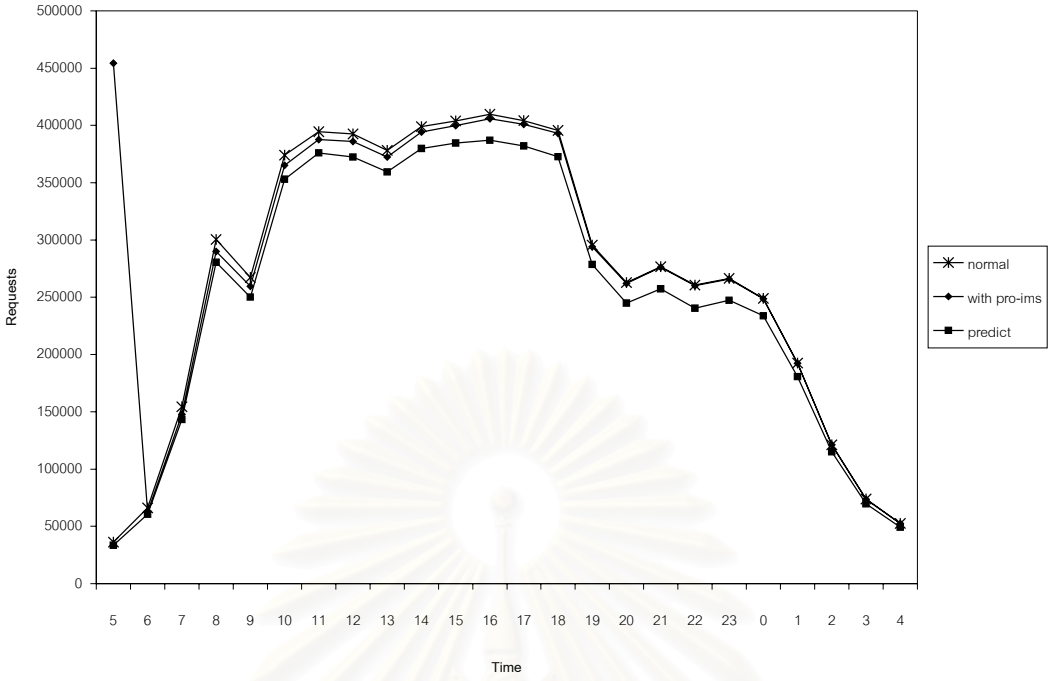
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



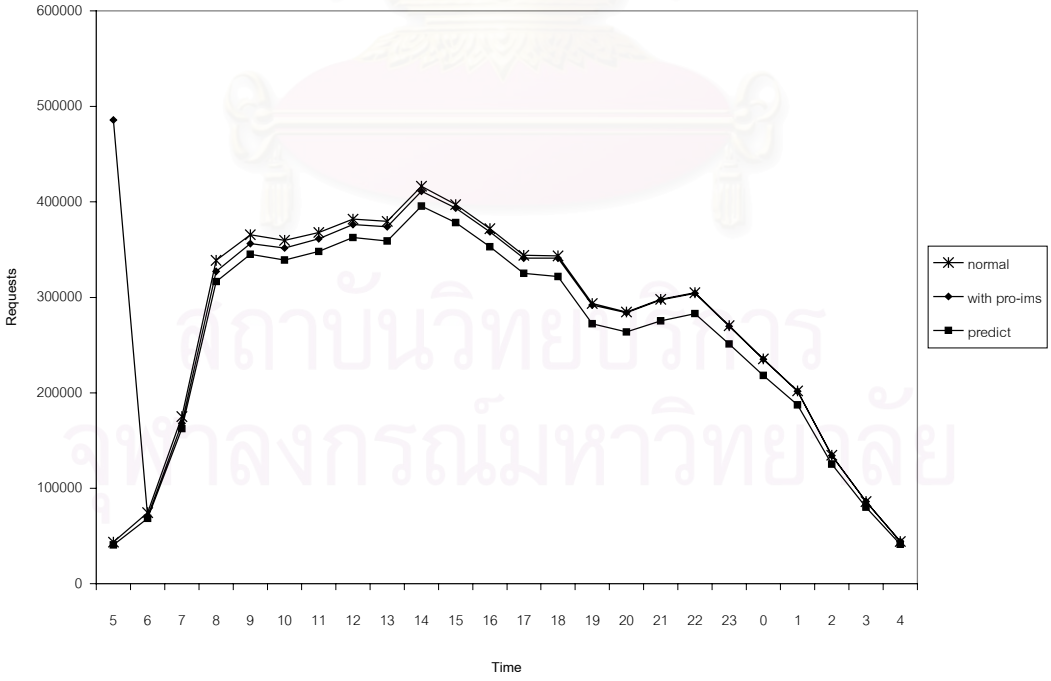

รูปที่ ข.1 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



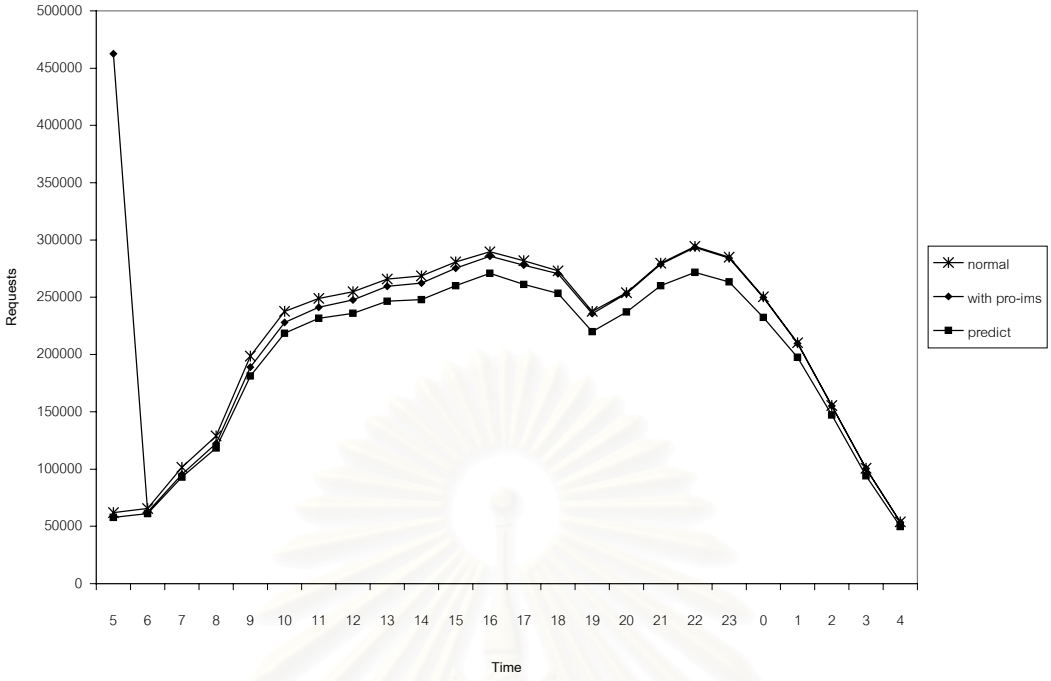

รูปที่ ข.2 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



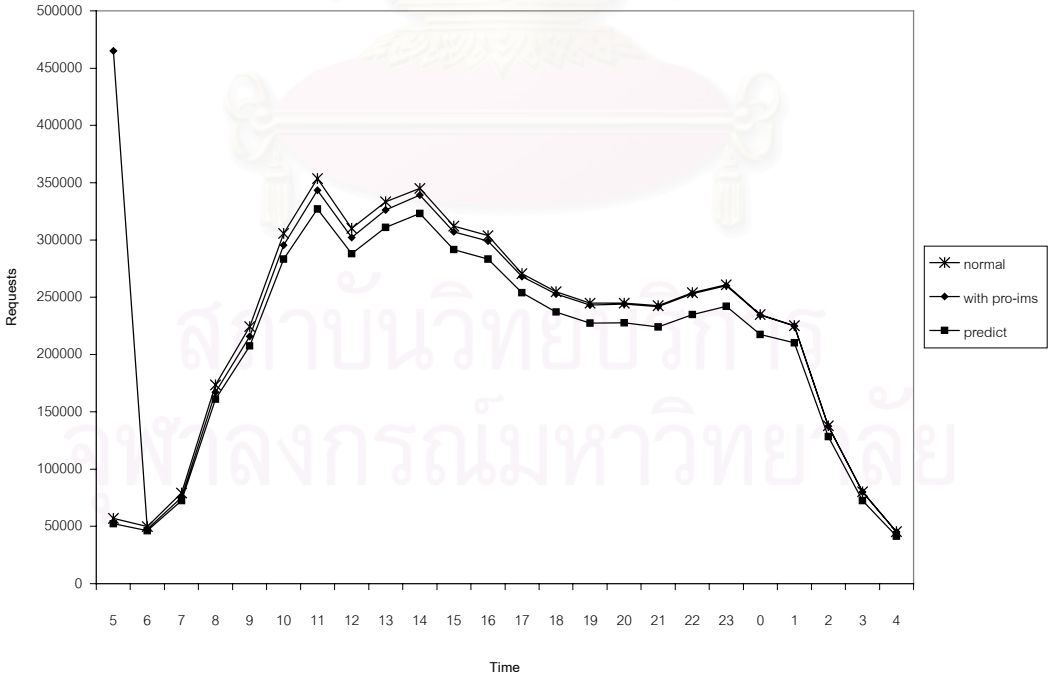

รูปที่ ข.3 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



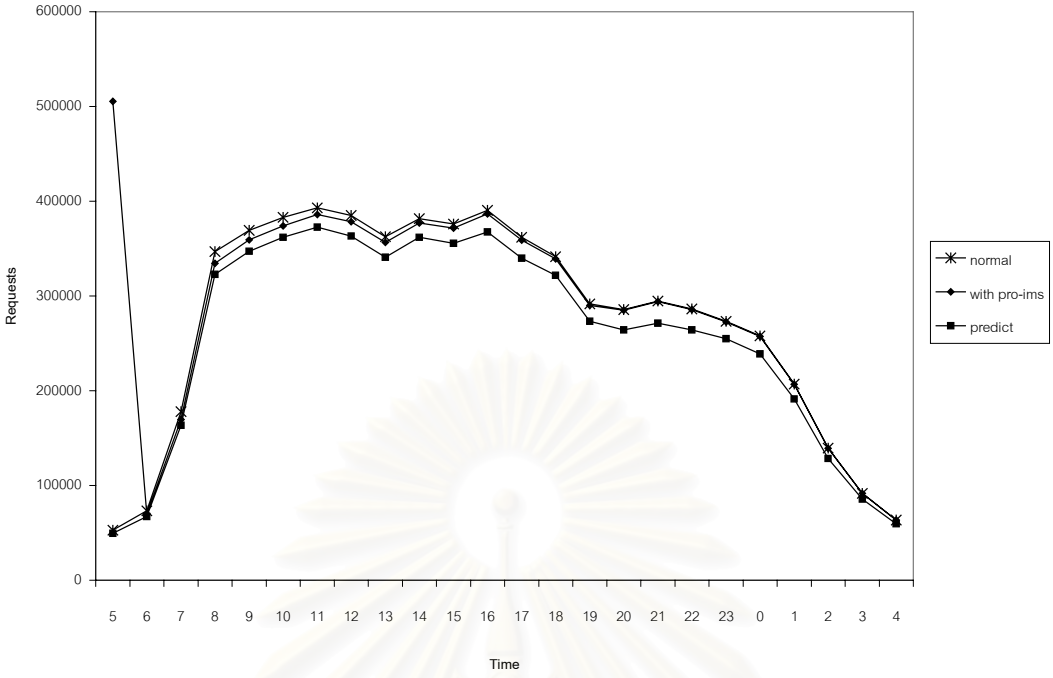

รูปที่ ข.4 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



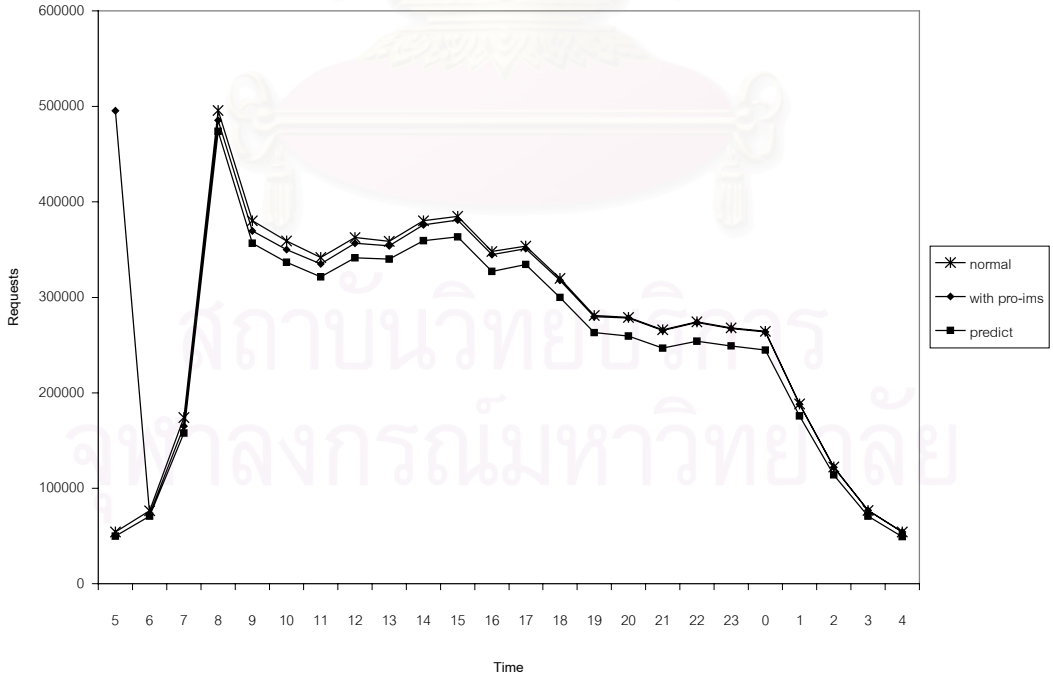

รูปที่ ข.5 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



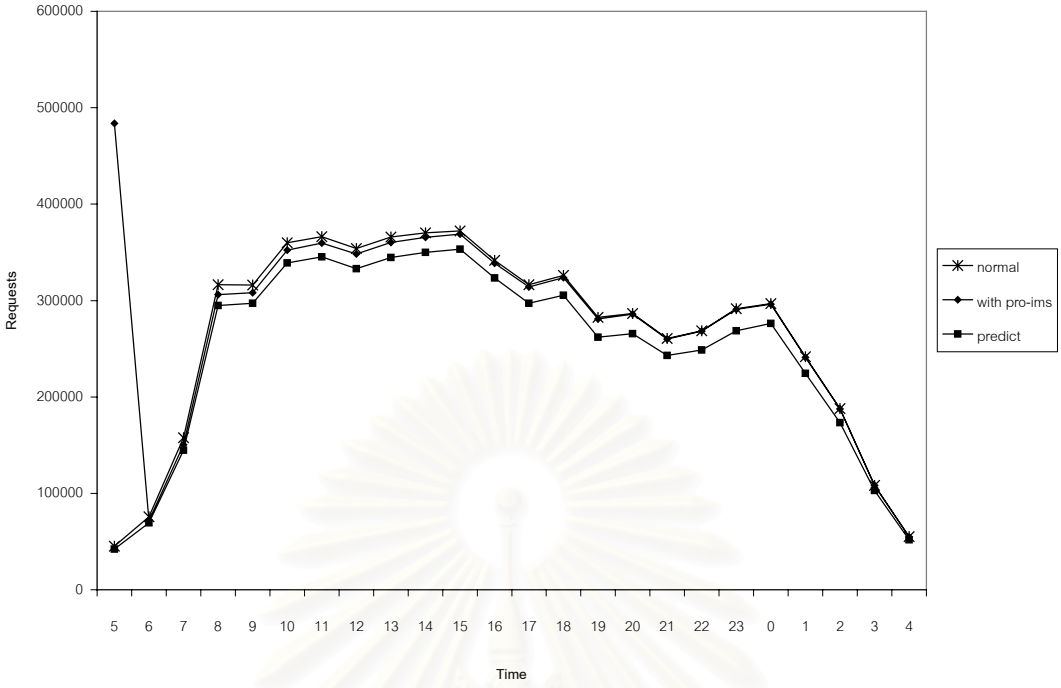

รูปที่ ข.6 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



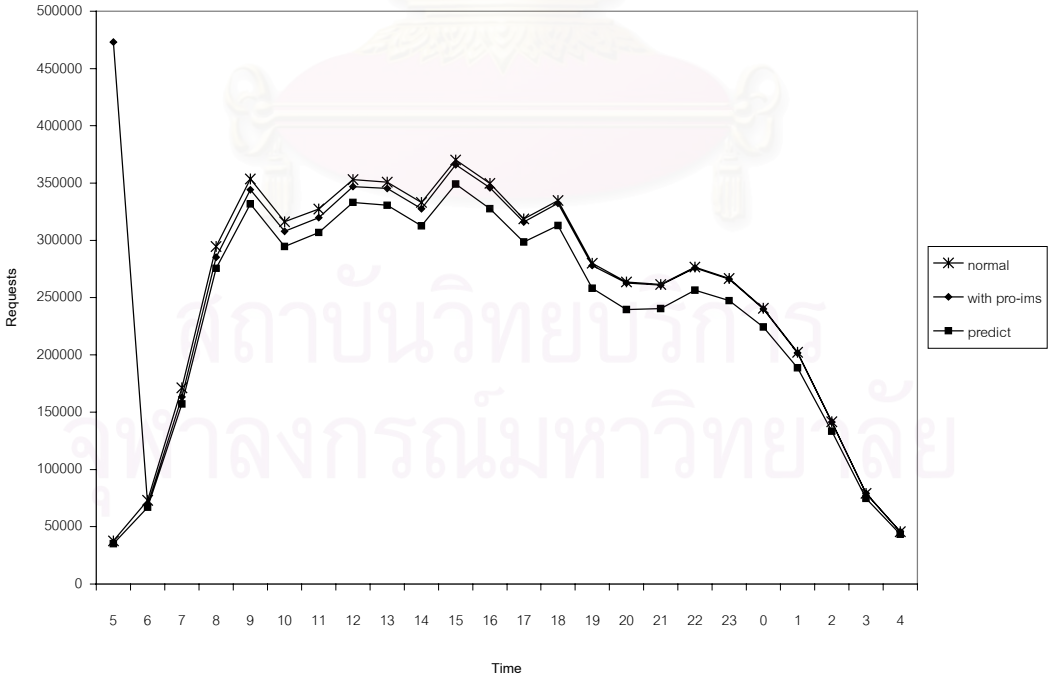

รูปที่ ข.7 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



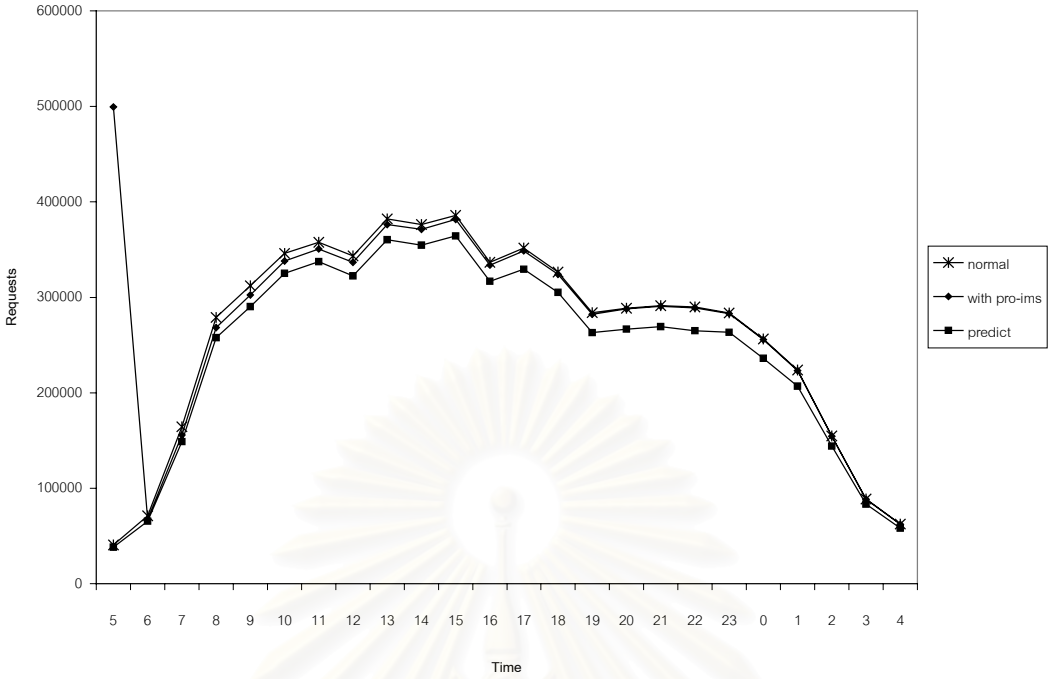

รูปที่ ข.8 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



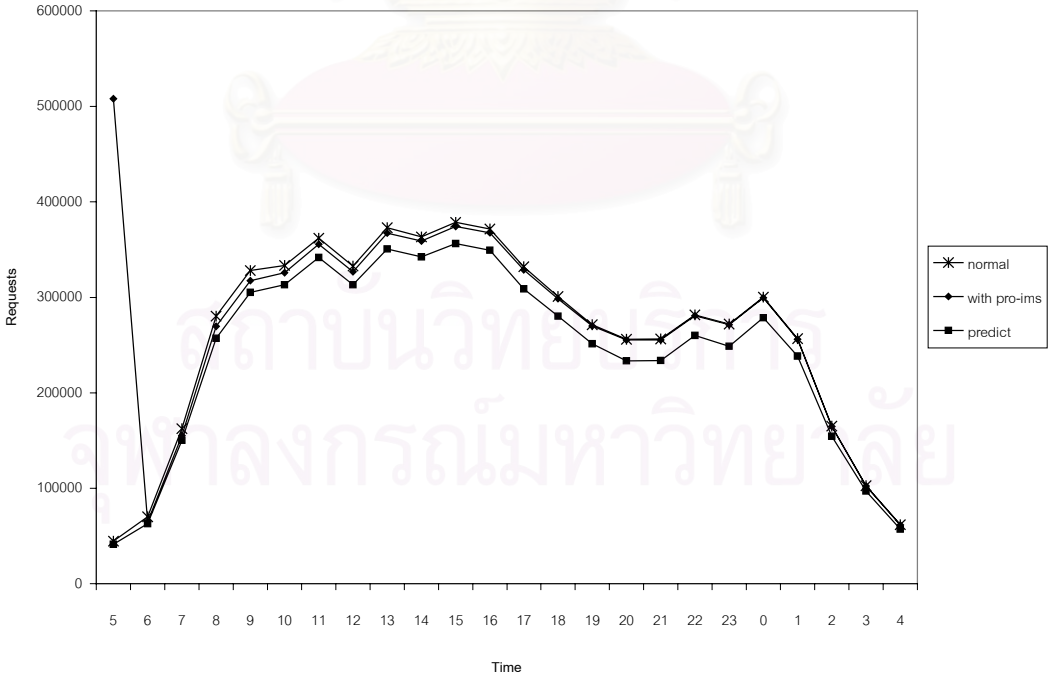

รูปที่ ข.9 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



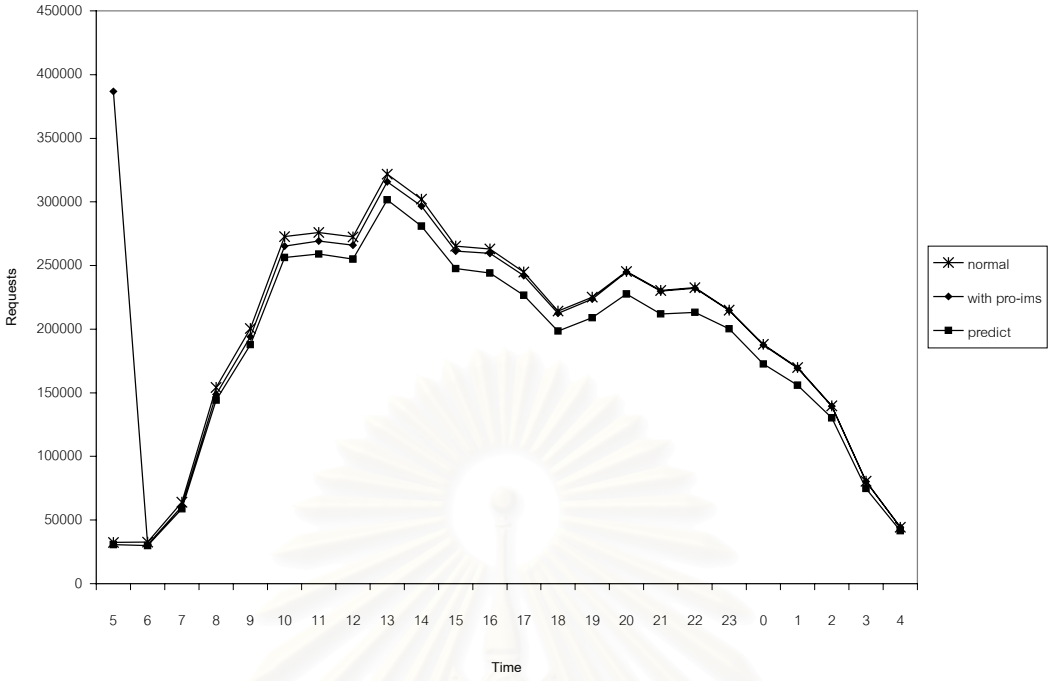

รูปที่ ข.10 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



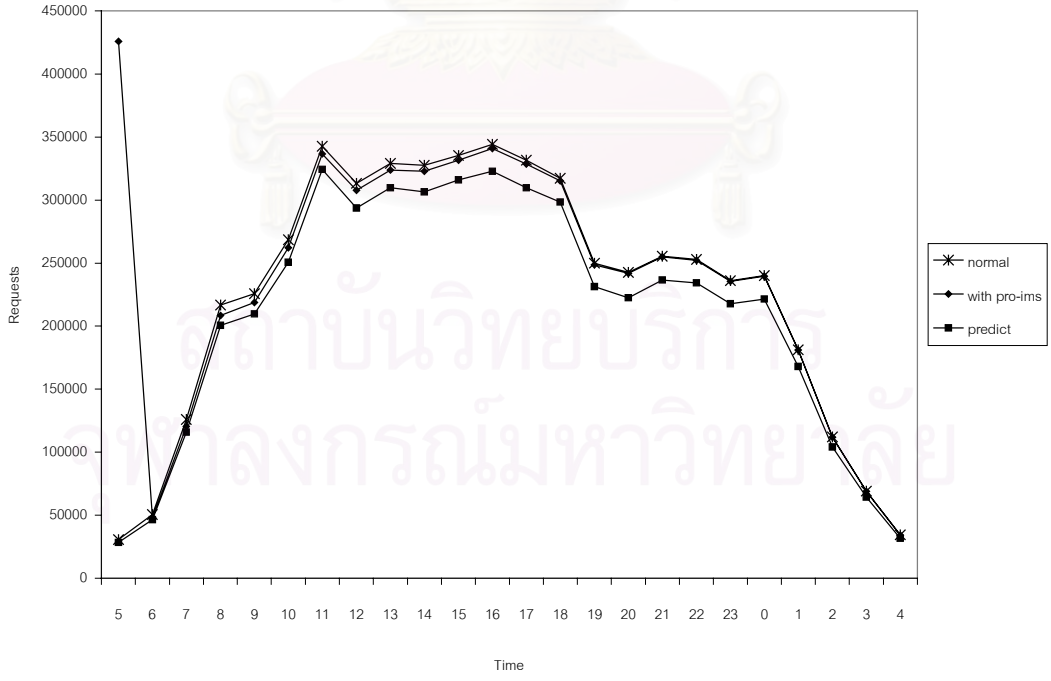

รูปที่ ข.11 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



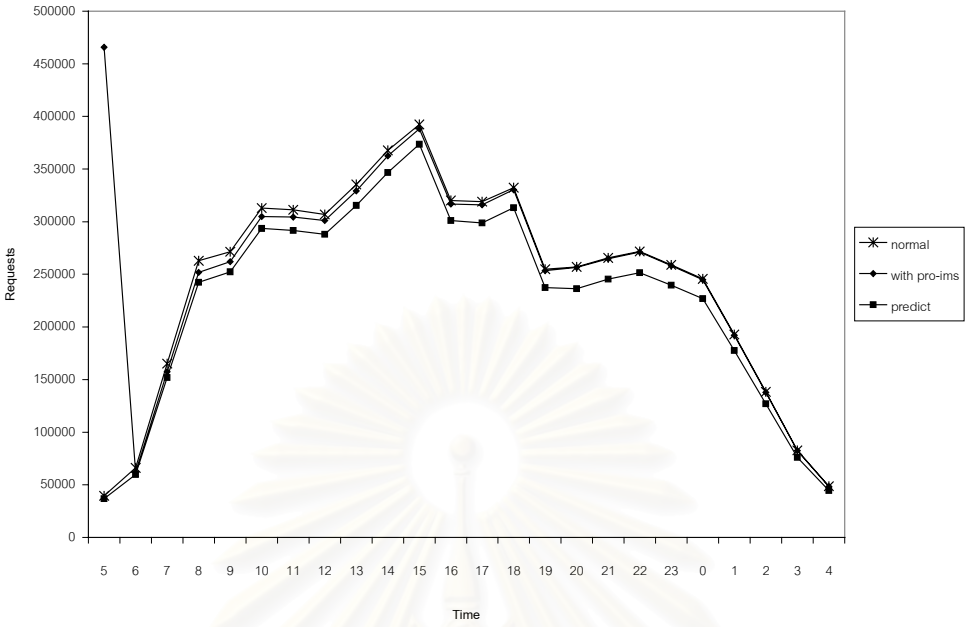

รูปที่ ข.12 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ข.13 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ข.14 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ข.15 ผลการทดสอบปริมาณการเรียกขอจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ค

## ผลการทดสอบช่องสัญญาณของการจำลองการทำงานของแคช พิจารณาเฉพาะปริมาณการเรียกขอแบบไอเอ็มเอส

ในส่วนนี้จะแสดงผลการทดสอบช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอเอกสาร จากการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการเรียกขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยจะแบ่งผลการทดสอบตามวันที่ของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นผลการทดสอบในบทที่ 4

หมายเหตุ ในทุกๆรูปที่นำมาแสดง จะมี

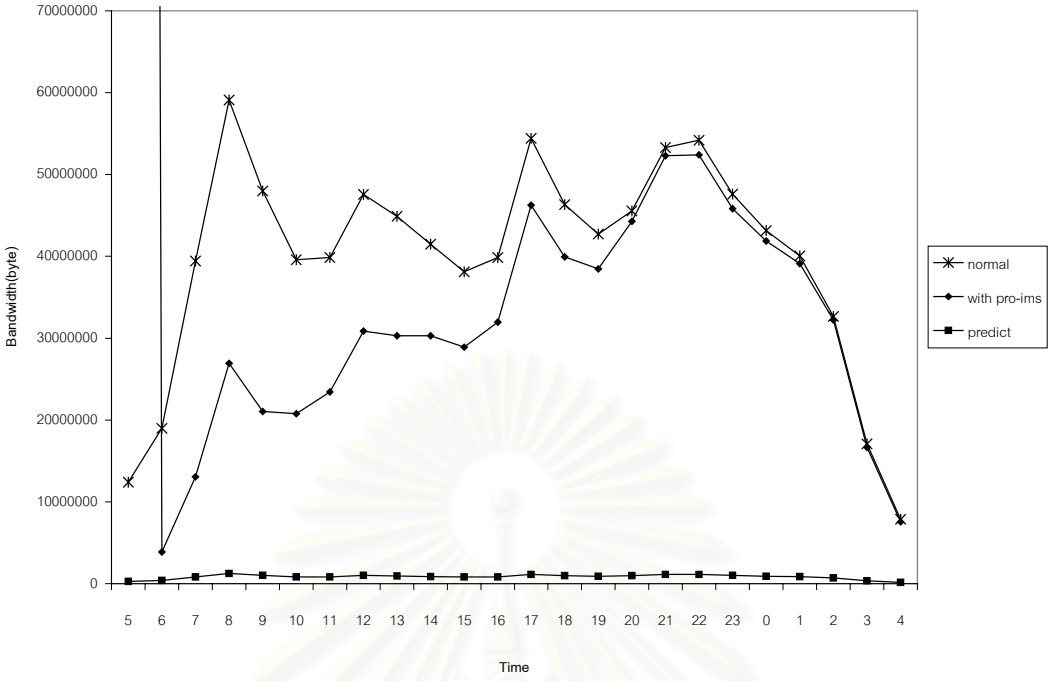
แกน X แทนช่วงเวลาในการเรียกขอเอกสาร

แกน Y แทนช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอเอกสาร มีหน่วยเป็นไบต์

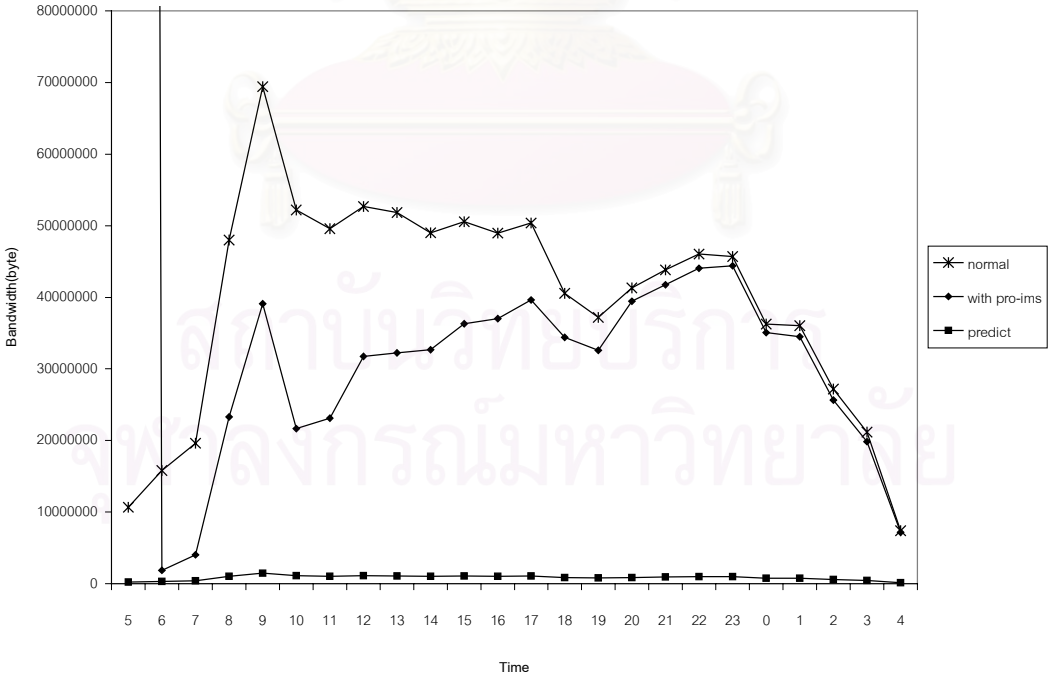
โดย

| | |
|---|---|
| normal | แทนช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอก่อนการจำลองการทำงานของแคช |
| with pro-ims | แทนช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอหลังการจำลองการทำงานของแคช |
| predict | แทนช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอที่คาดหวังว่าจะลดได้ |

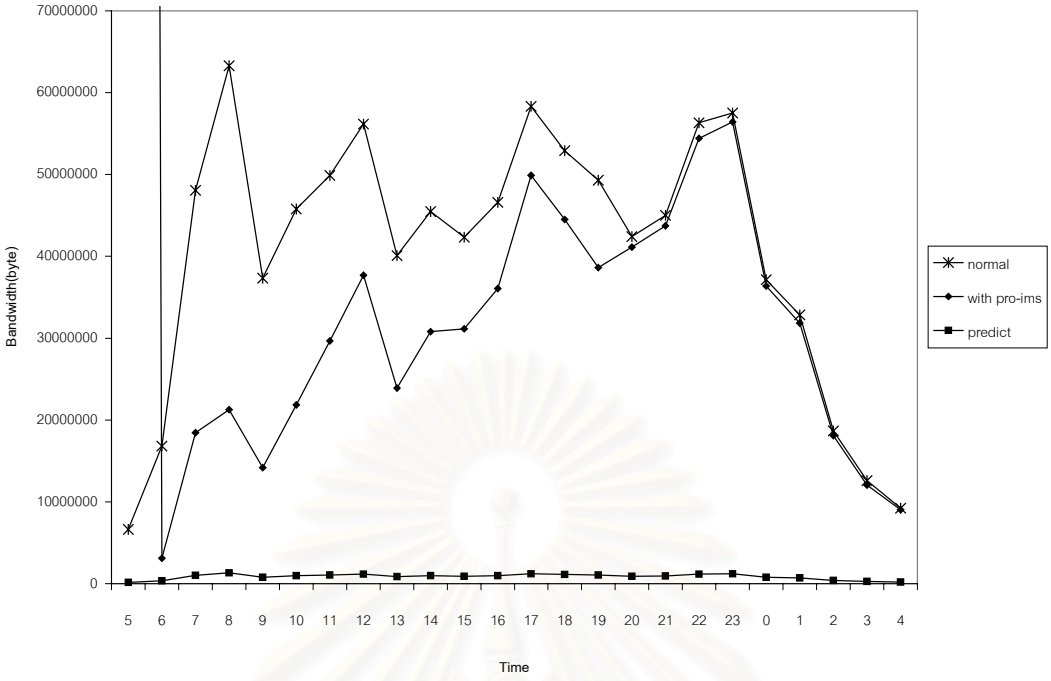
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



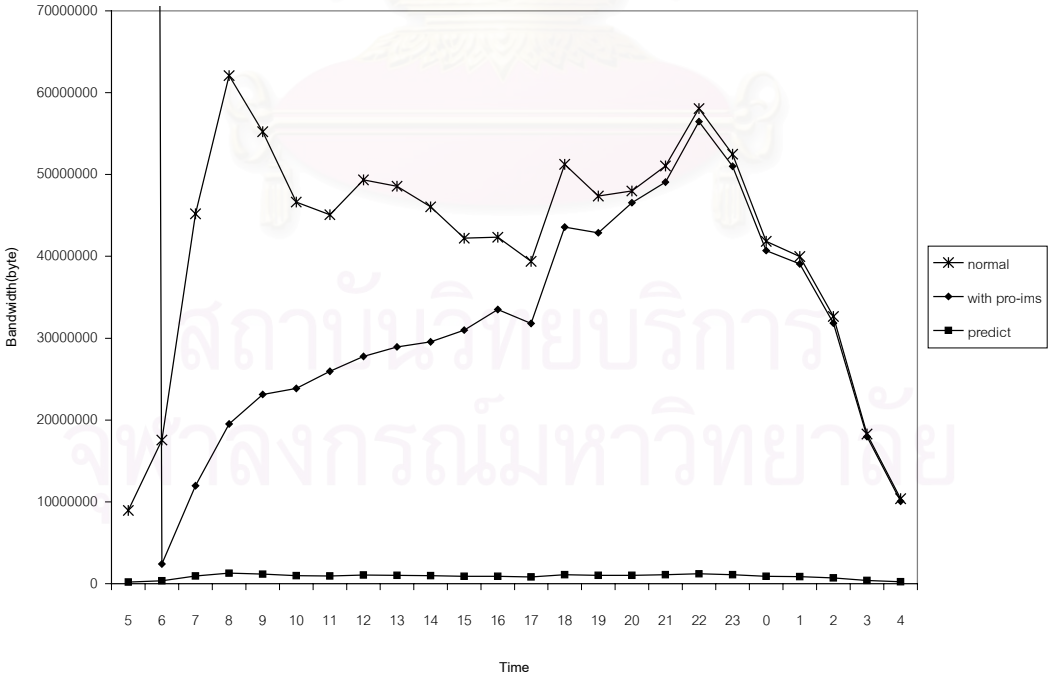

รูปที่ ค.1 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



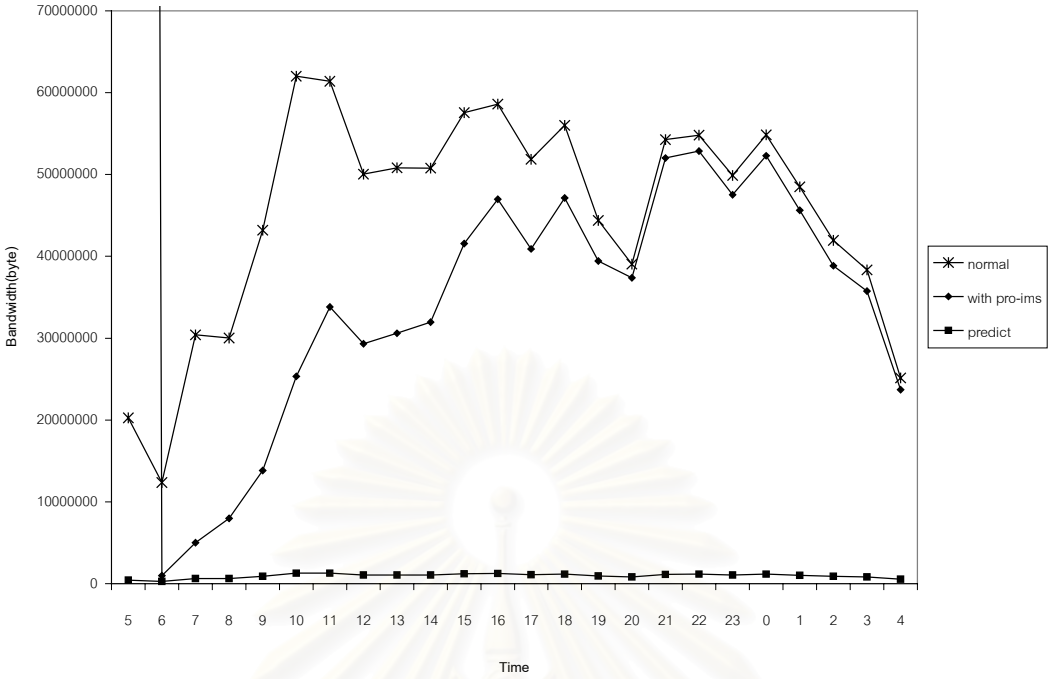

รูปที่ ค.2 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



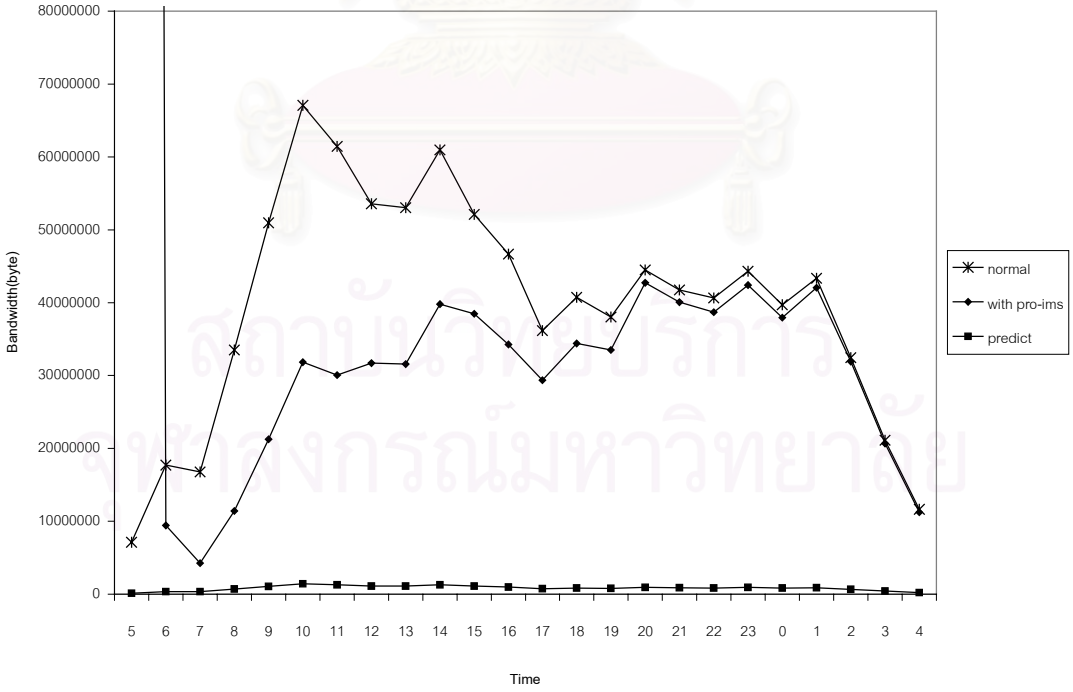

รูปที่ ค.3 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



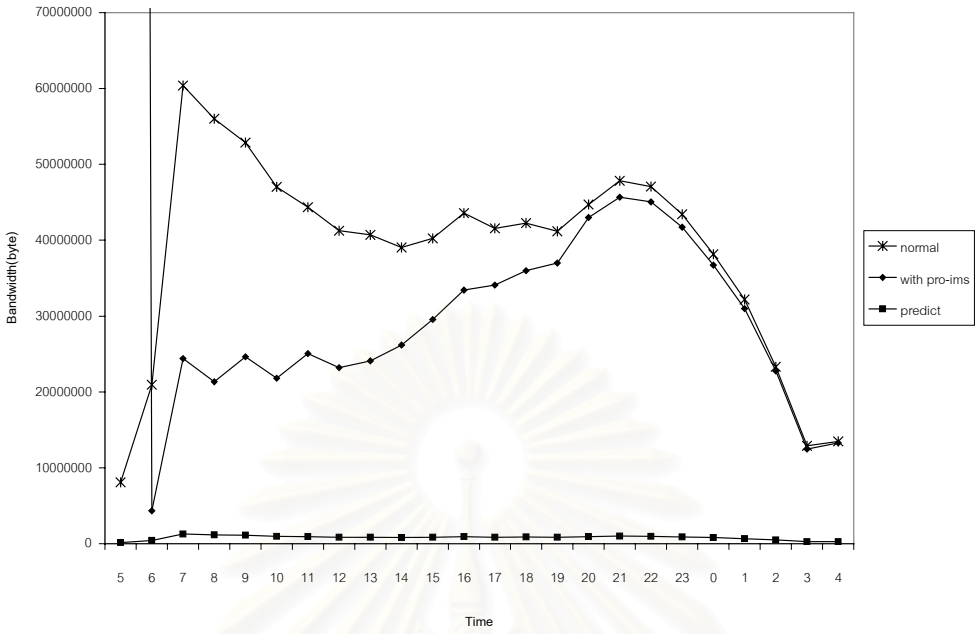

รูปที่ ค.4 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



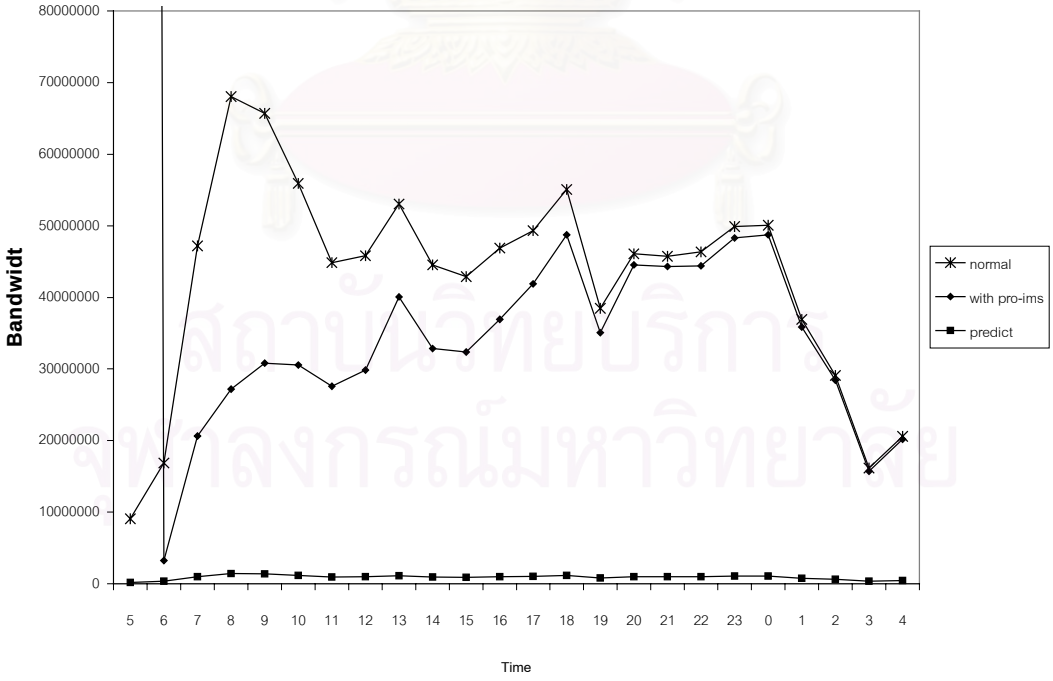

รูปที่ ค.5 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



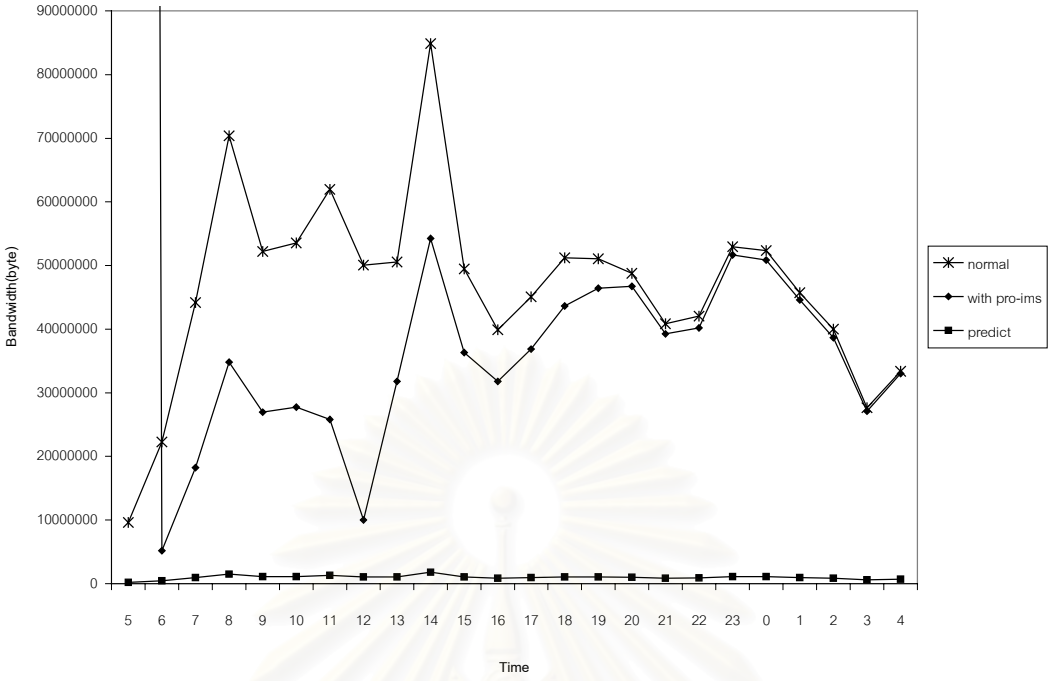

รูปที่ ค.6 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



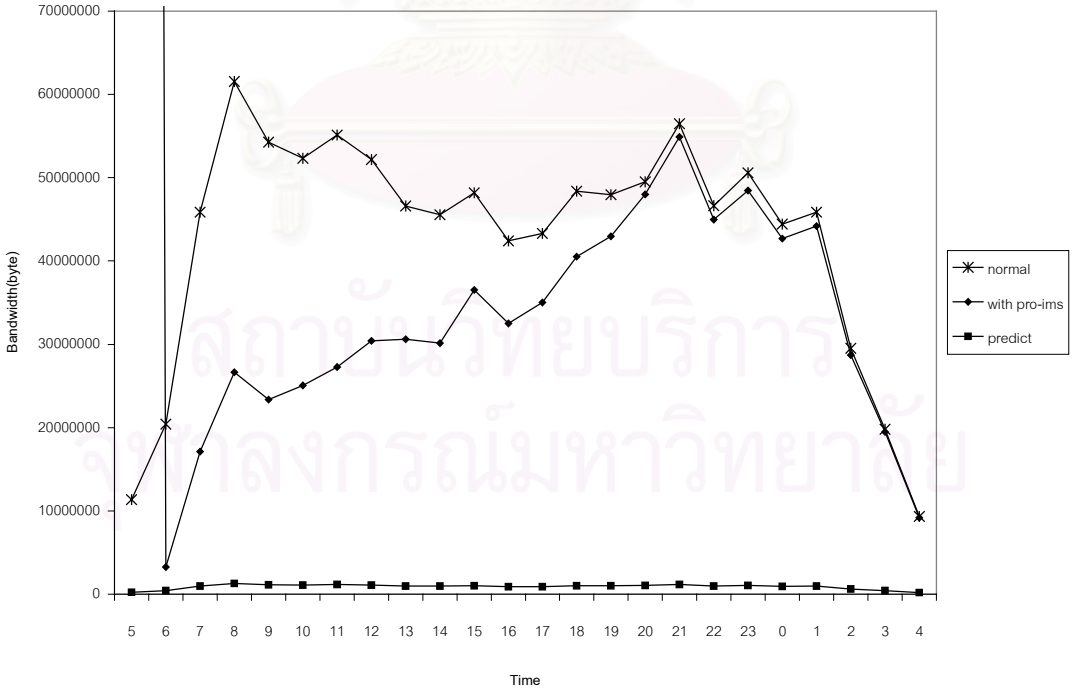

รูปที่ ค.7 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



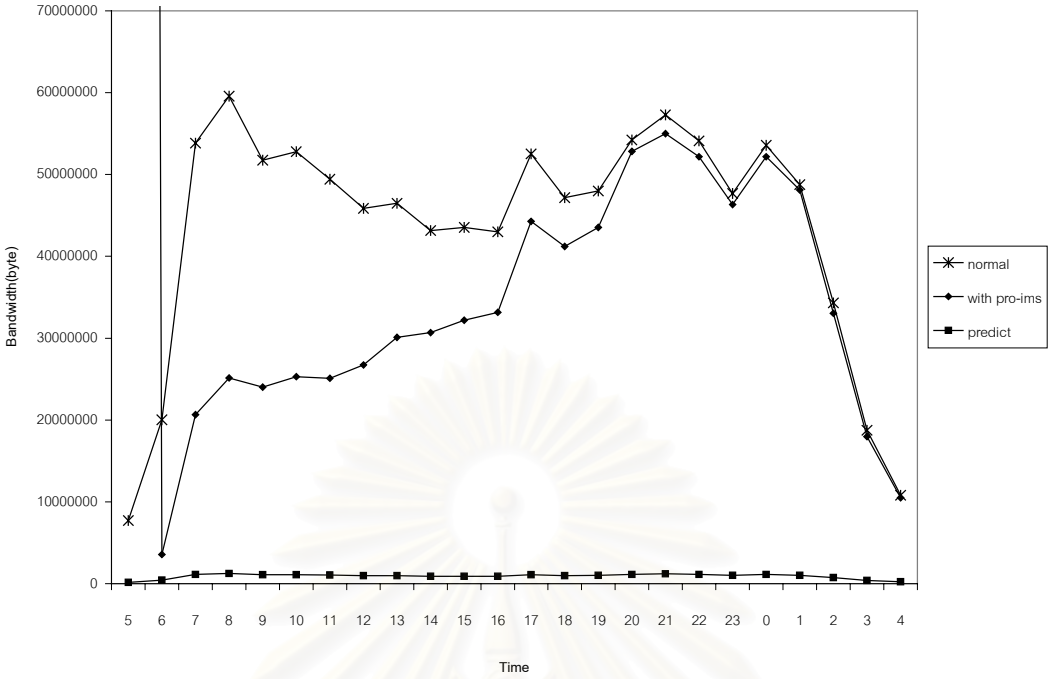

รูปที่ ค.8 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



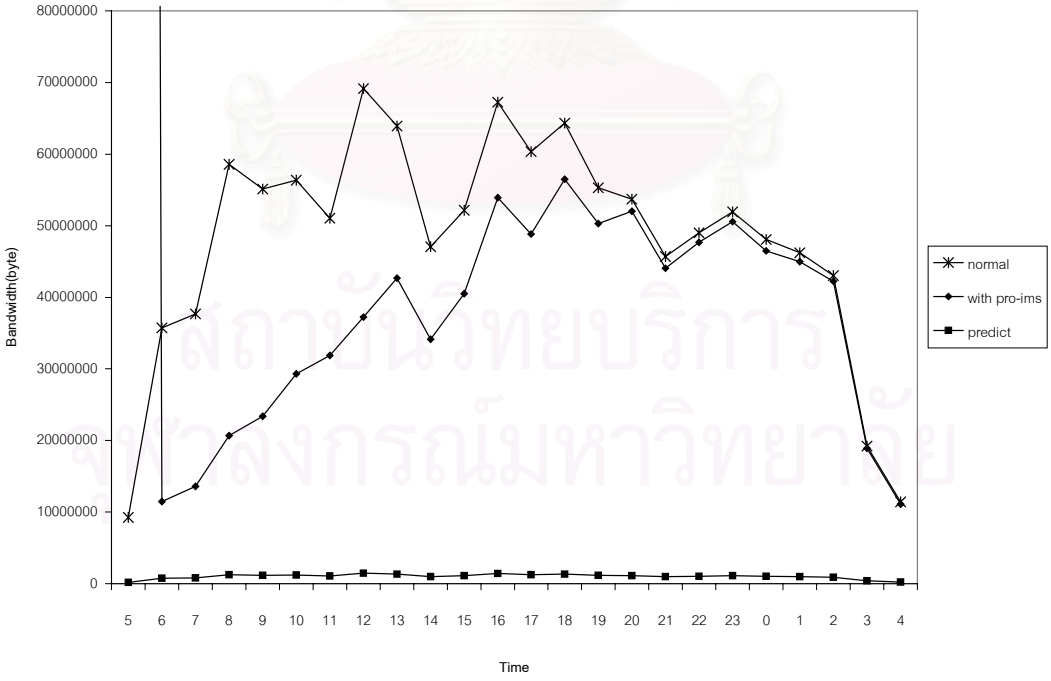

รูปที่ ค.9 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



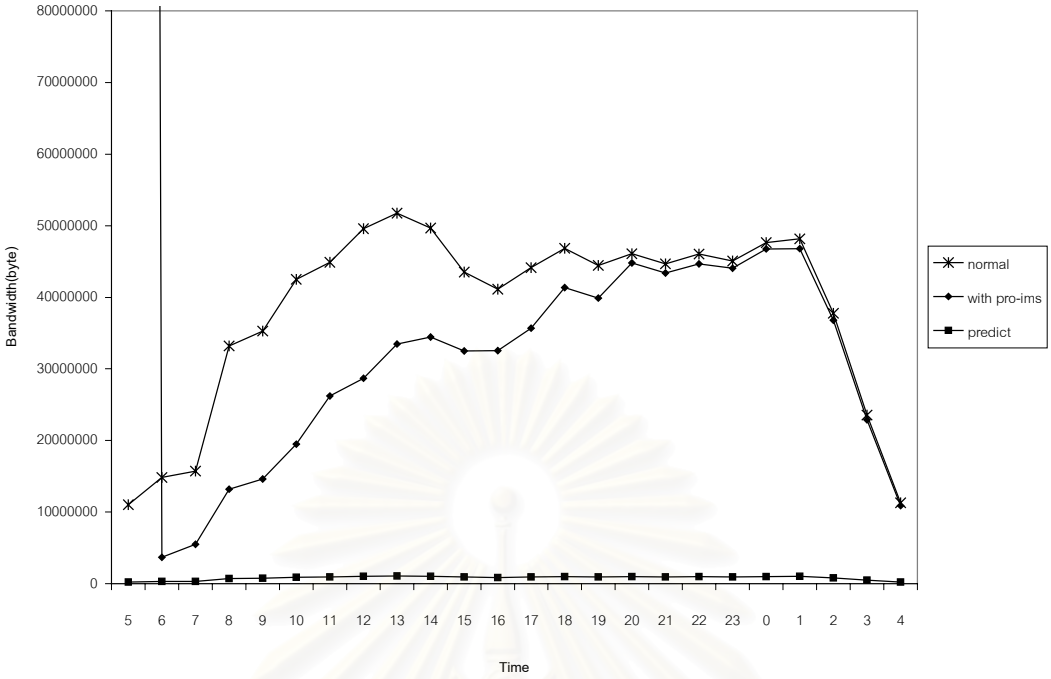

รูปที่ ค.10 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



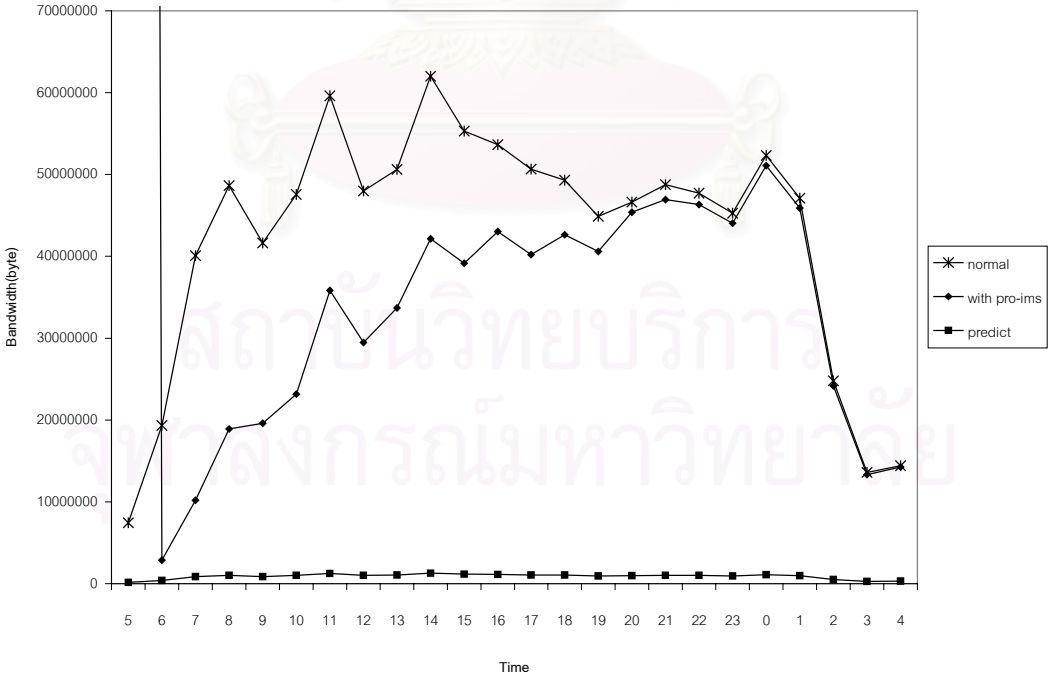

รูปที่ ค.11 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



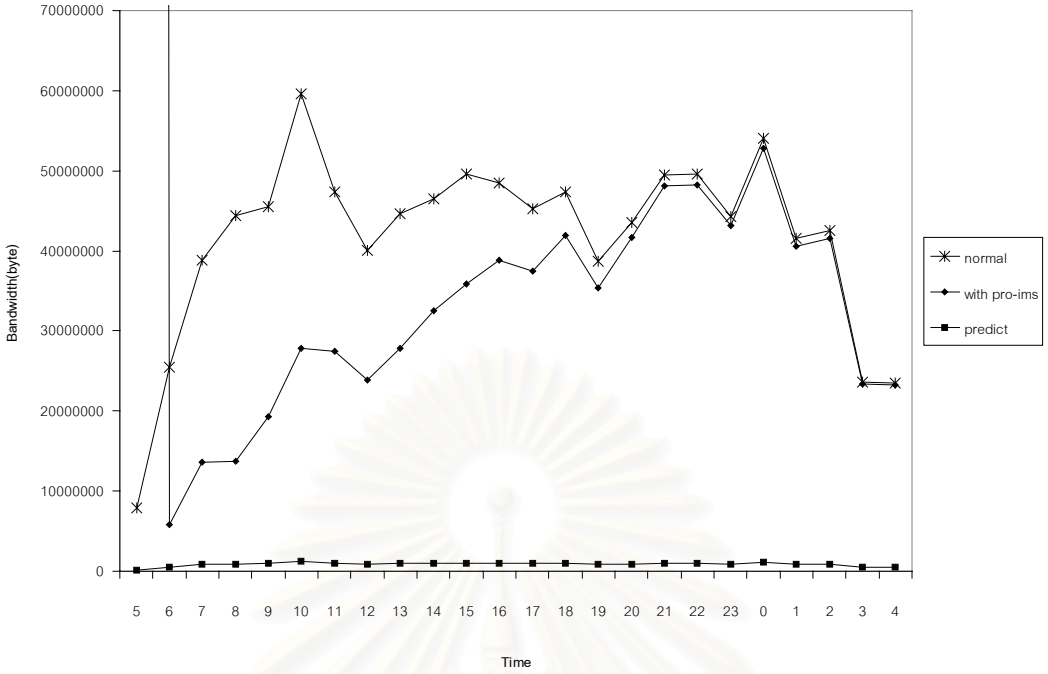

รูปที่ ค.12 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ค.13 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ค.14 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ค.15 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ง

## ผลการทดสอบช่องสัญญาณของการจำลองการทำงานของแคช พิจารณาจากปริมาณการเรียกขอทั้งหมด

ในส่วนนี้จะแสดงผลการทดสอบช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอเอกสาร จากการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการเรียกขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยจะแบ่งผลการทดสอบตามวันที่ของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นผลการทดสอบในบทที่ 4

หมายเหตุ ในทุกๆรูปที่นำมาแสดง จะมี

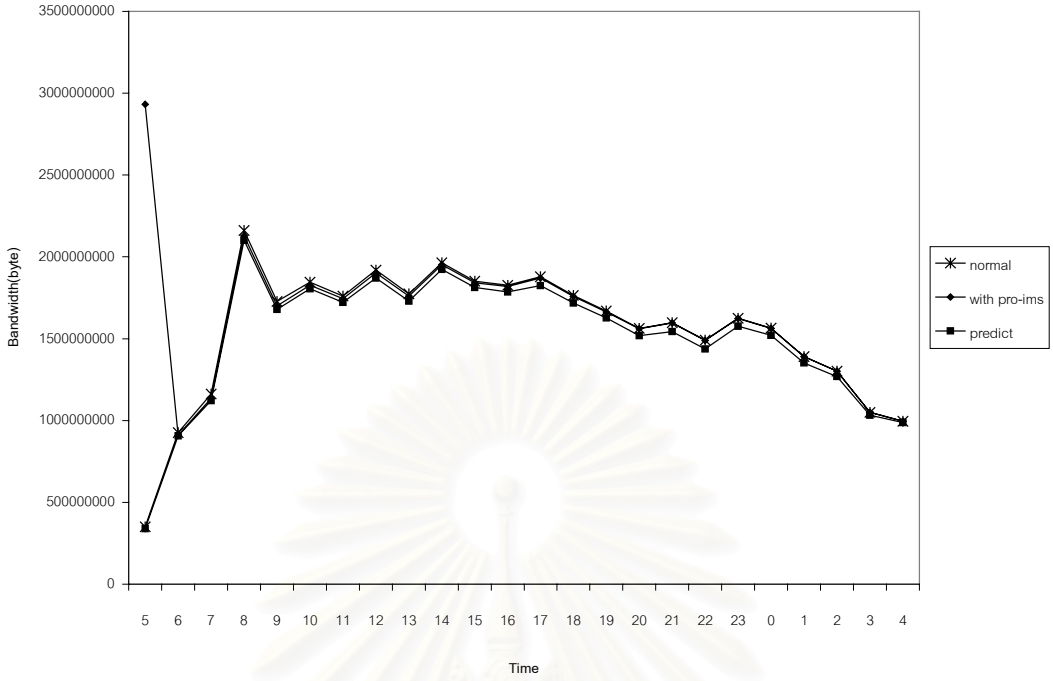
แกน X แทนช่วงเวลาในการเรียกขอเอกสาร

แกน Y แทนช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอเอกสาร มีหน่วยเป็นไบต์

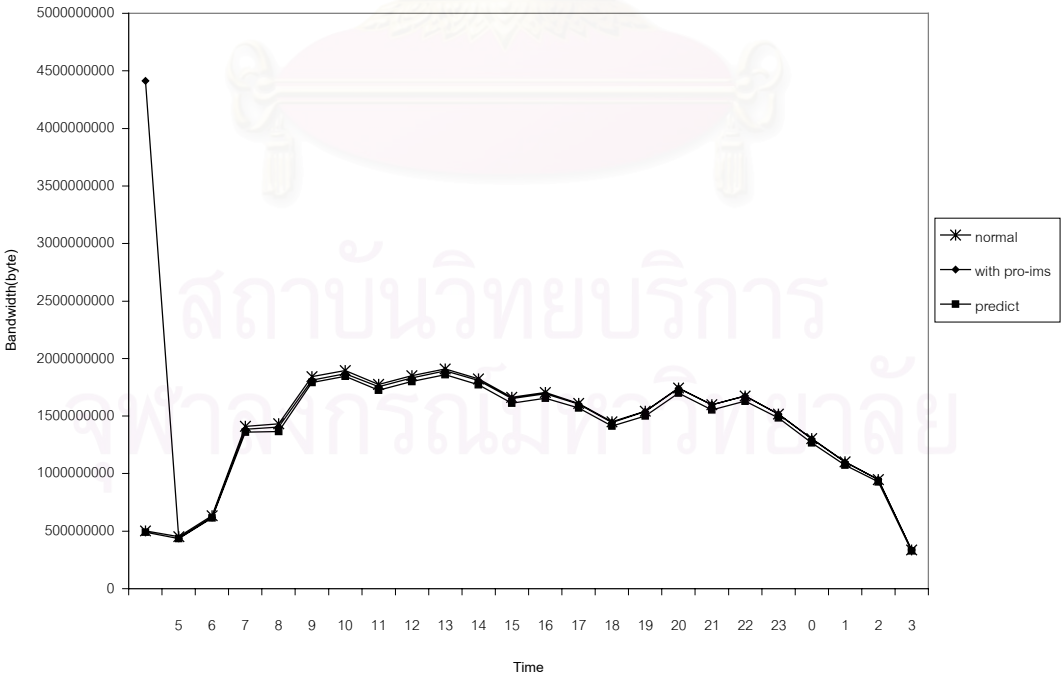
โดย

| | |
|---|---|
| normal | แทนช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอก่อนการจำลองการทำงานของแคช |
| with pro-ims | แทนช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอหลังการจำลองการทำงานของแคช |
| predict | แทนช่องสัญญาณที่ใช้ในการเรียกขอที่คาดหวังว่าจะลดได้ |

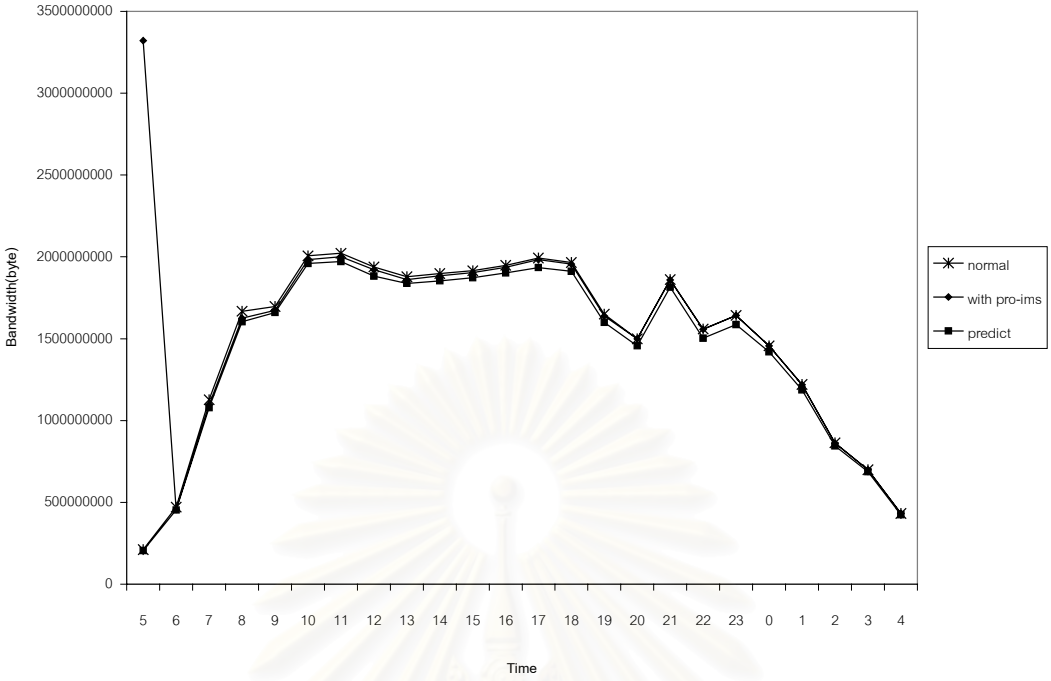
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ ง.1 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



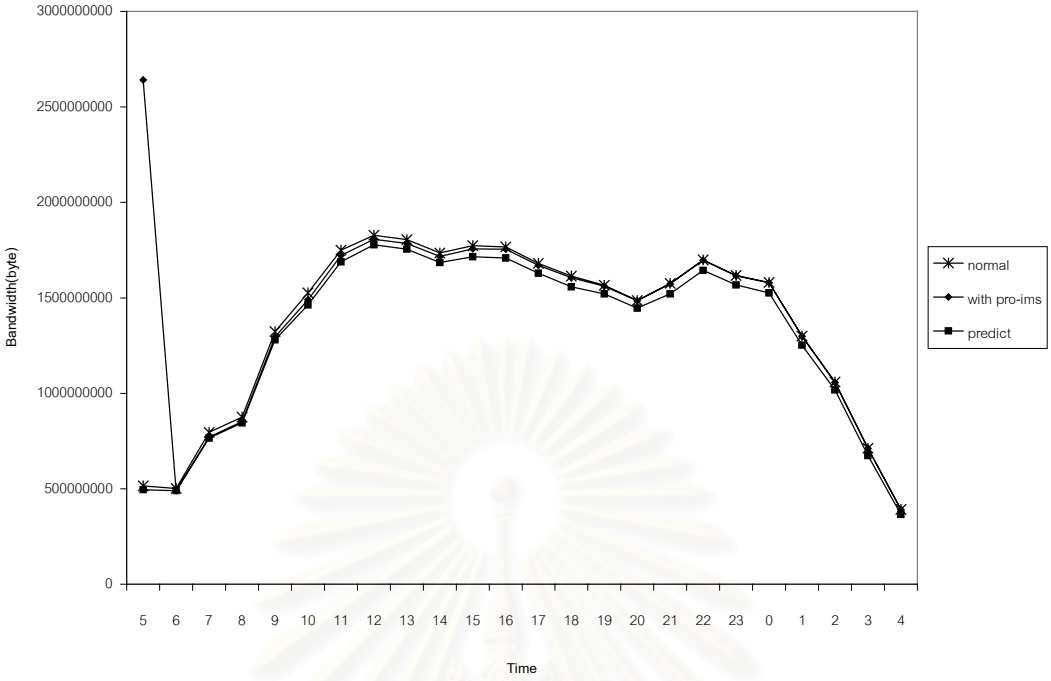

รูปที่ ง.2 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



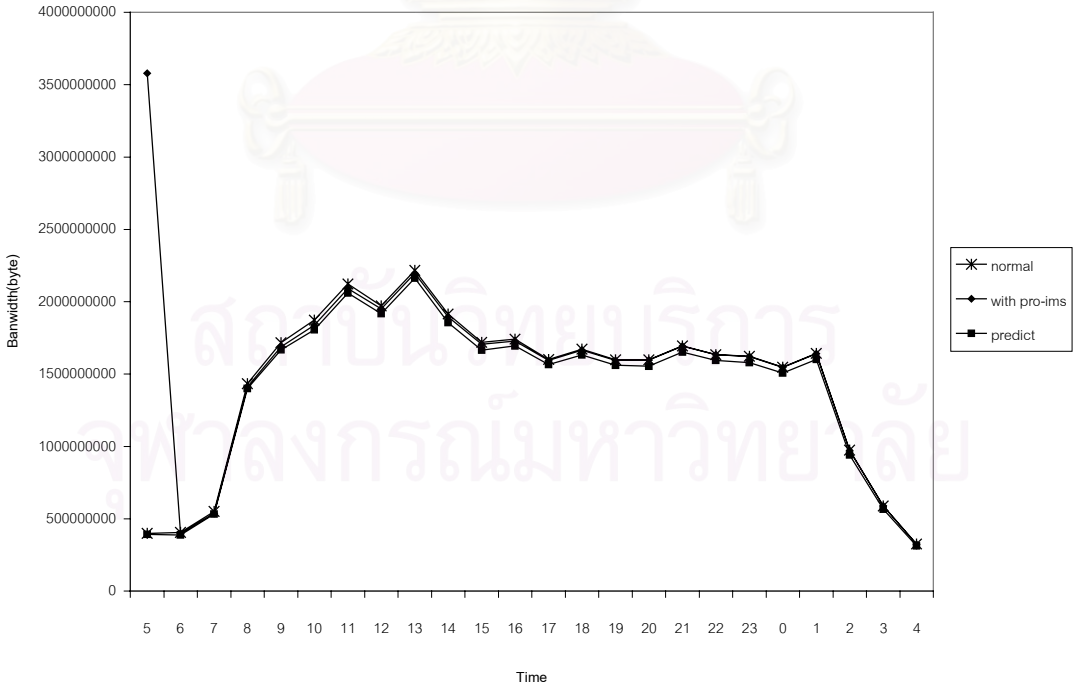

รูปที่ ง.3 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

รูปที่ ง.4 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

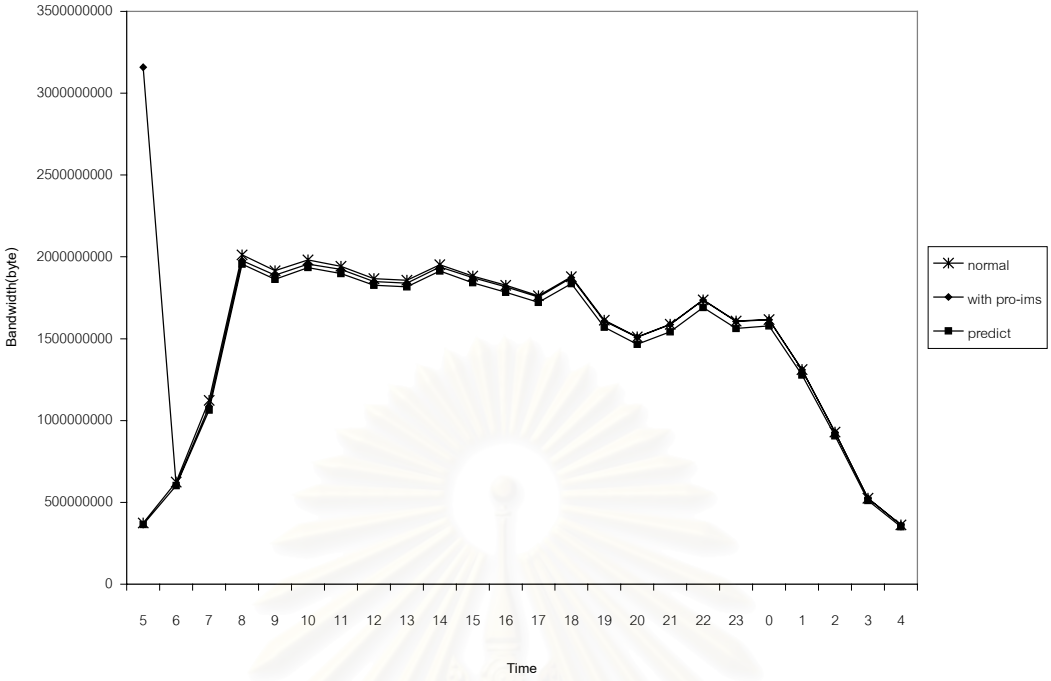
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



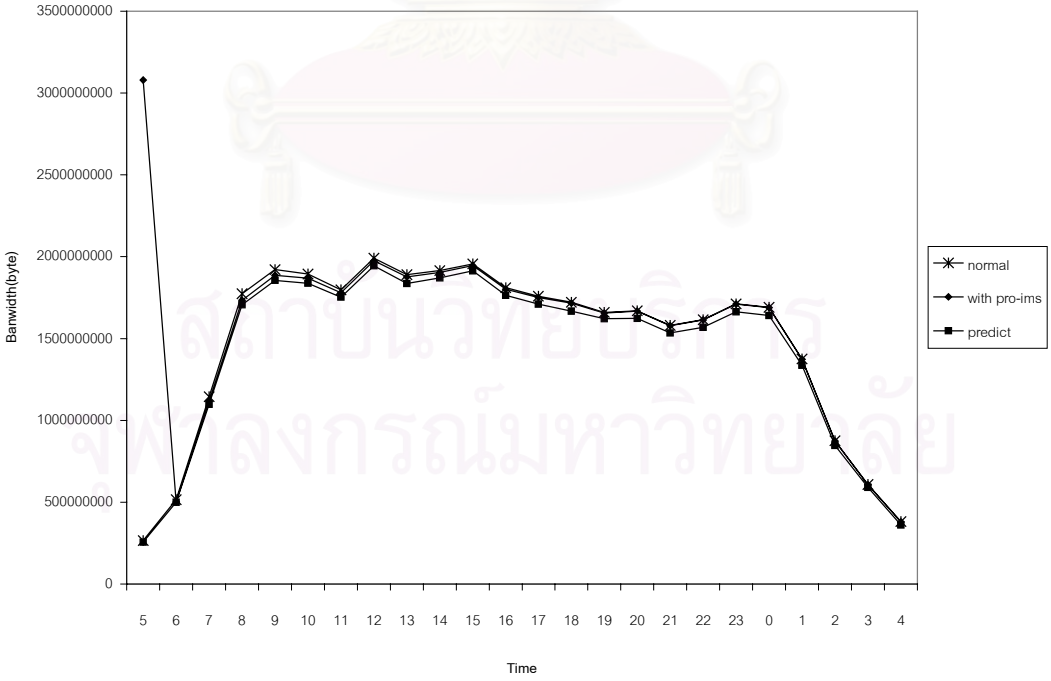

รูปที่ ง.5 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



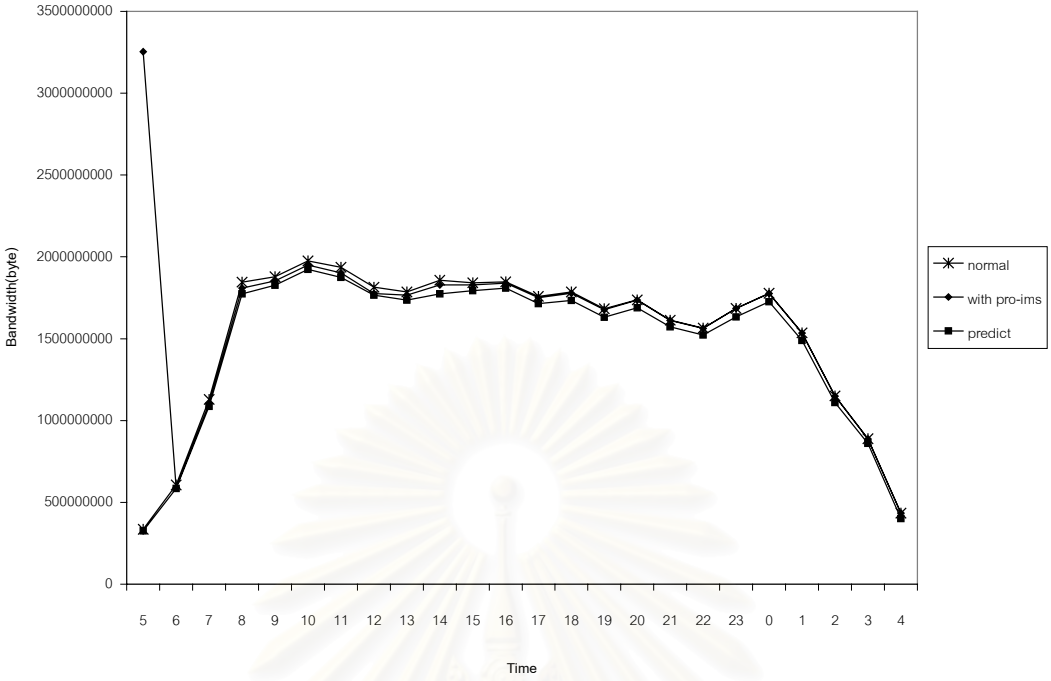

รูปที่ ง.6 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



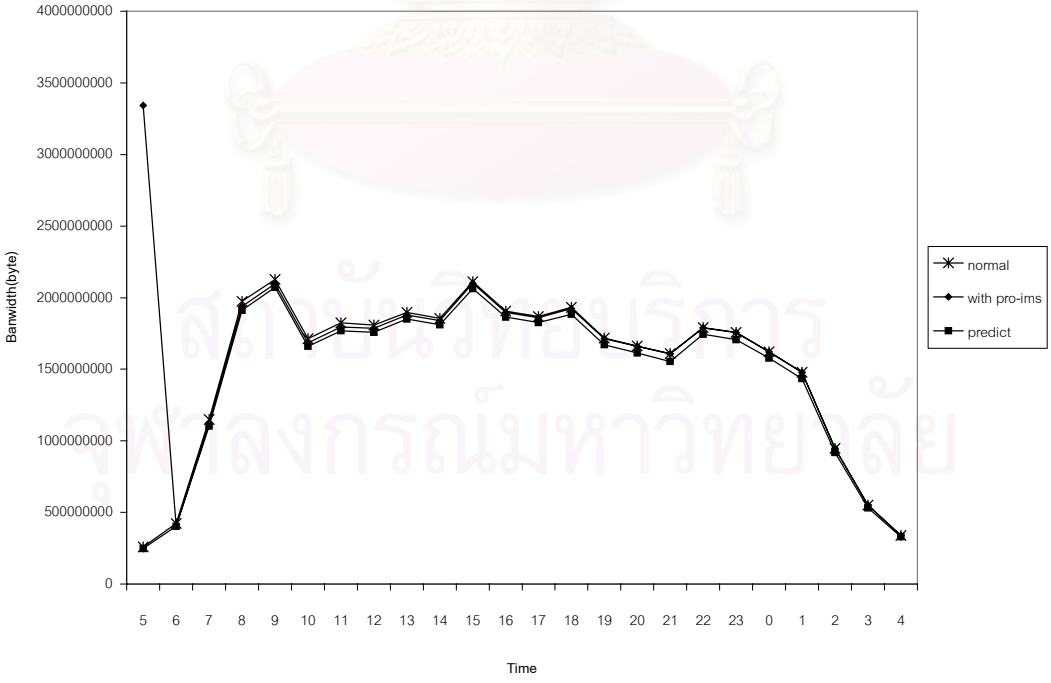

รูปที่ ง.7 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



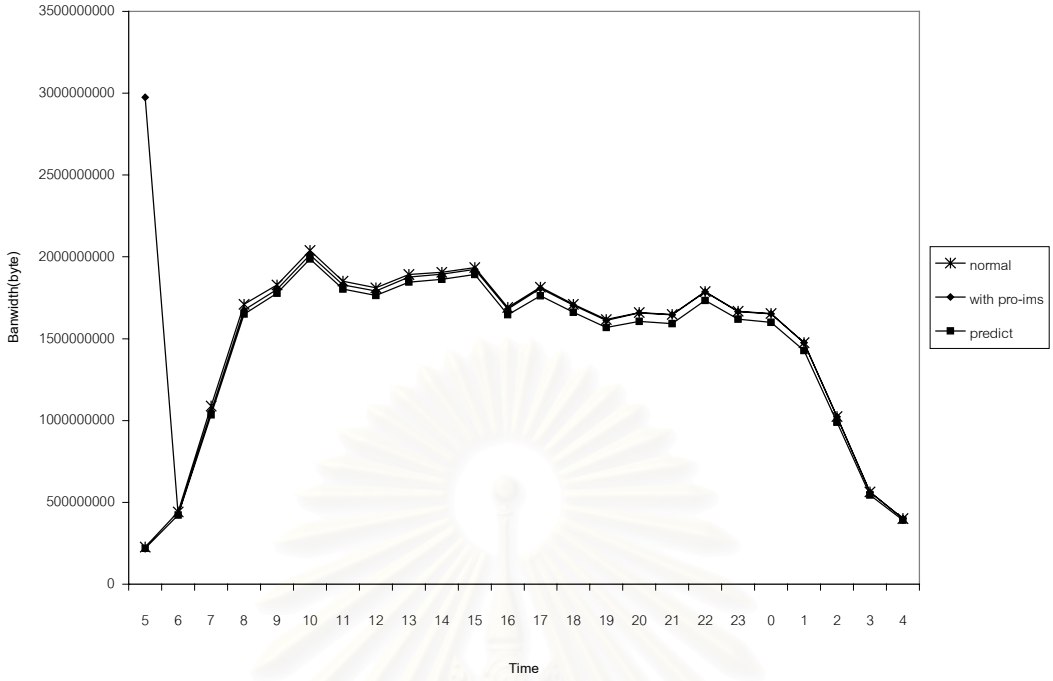

รูปที่ ง.8 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



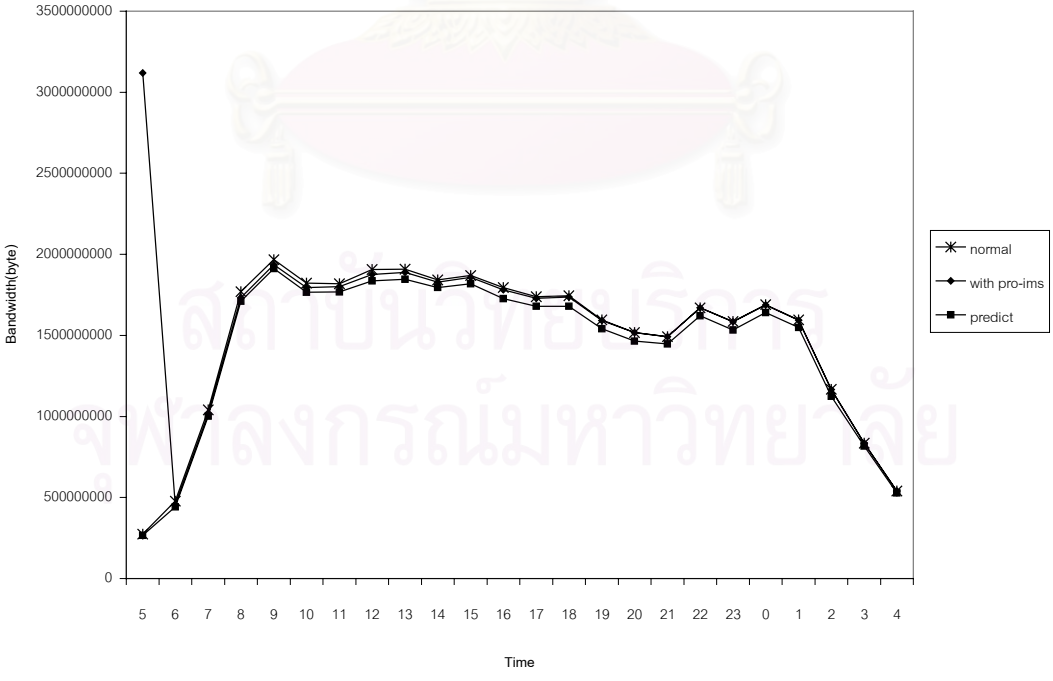

รูปที่ ง.9 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



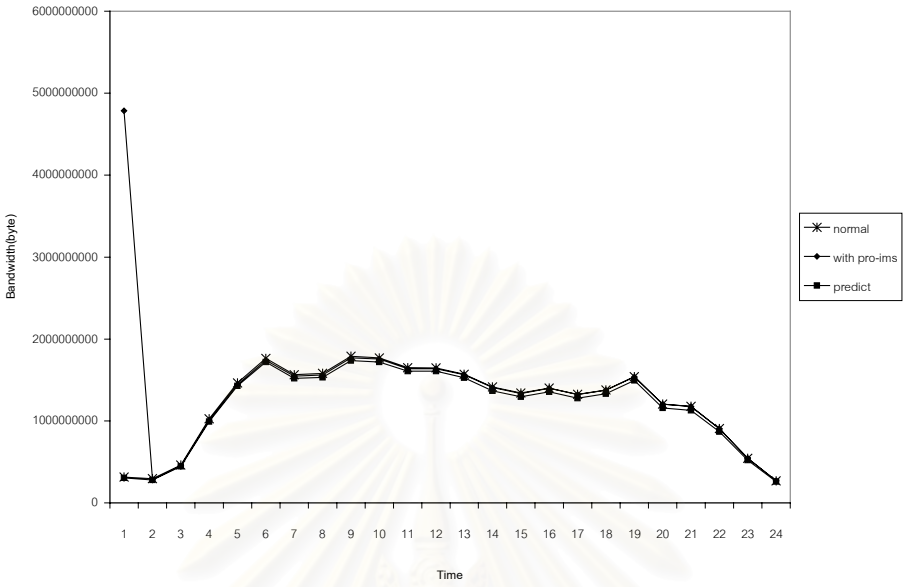

รูปที่ ง.10 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



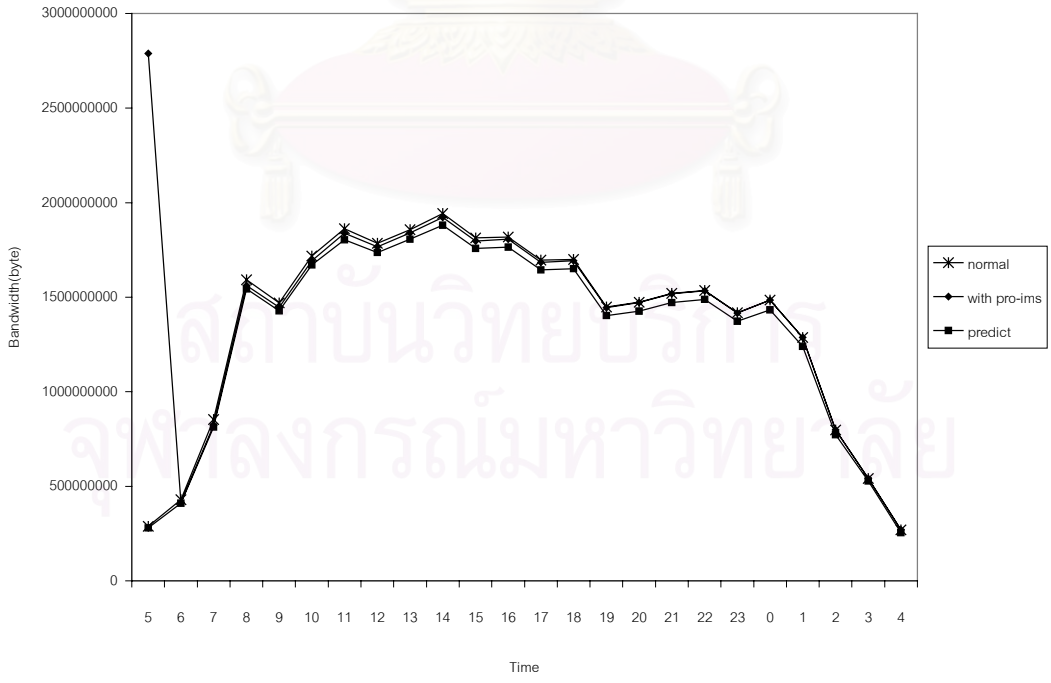

รูปที่ ง.11 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



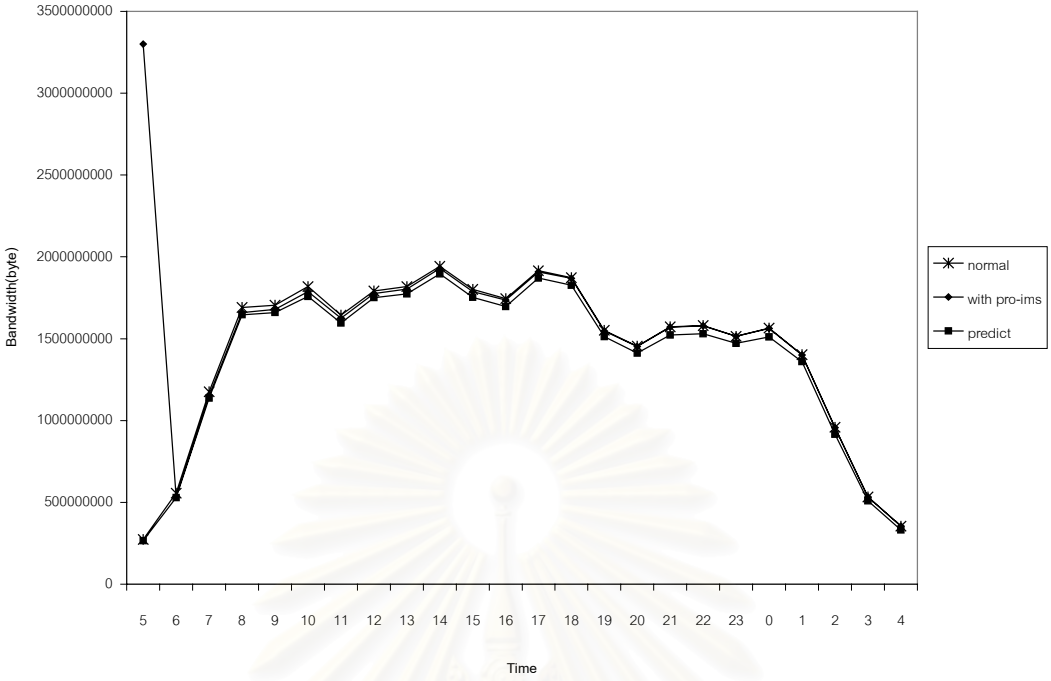

รูปที่ ง.12 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ง.13 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ง.14 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ง.15 ผลการทดสอบปริมาณการใช้ช่องสัญญาณจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก จ

## ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช พิจารณาเฉพาะปริมาณการเรียกขอแบบไอเอ็มเอส

ในส่วนนี้จะแสดงผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสาร จากการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการเรียกขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยจะแบ่งผลการทดสอบตามวันที่ของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นผลการทดสอบในบทที่ 4

หมายเหตุ ในทุกๆรูปที่นำมาแสดง จะมี

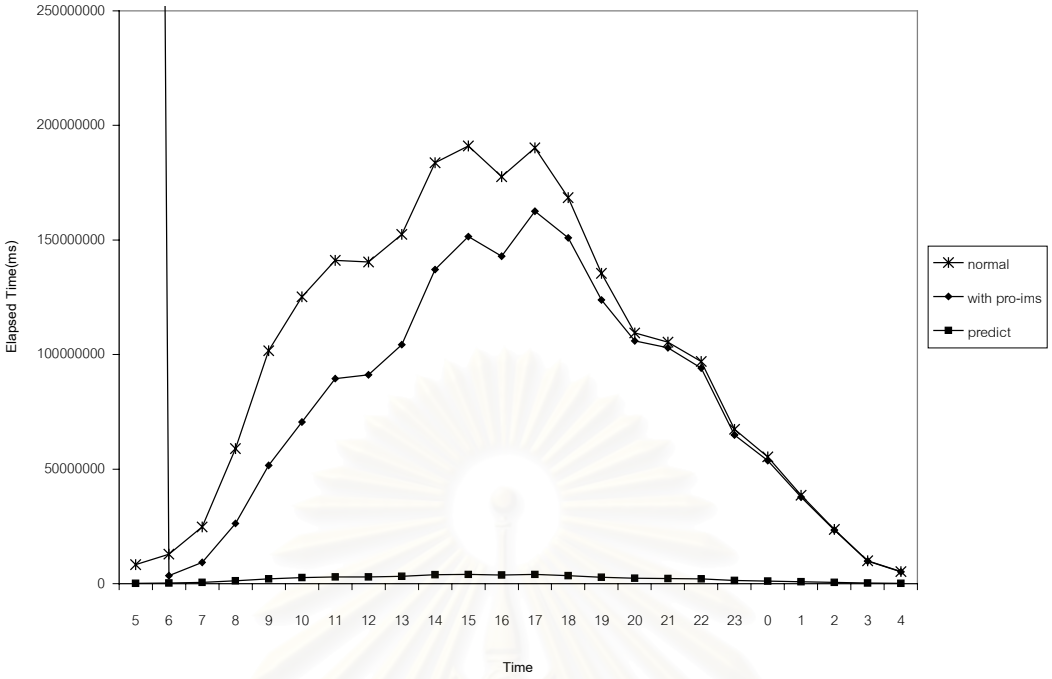
แกน X แทนช่วงเวลาในการเรียกขอเอกสาร

แกน Y แทนเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสาร มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที(ms)

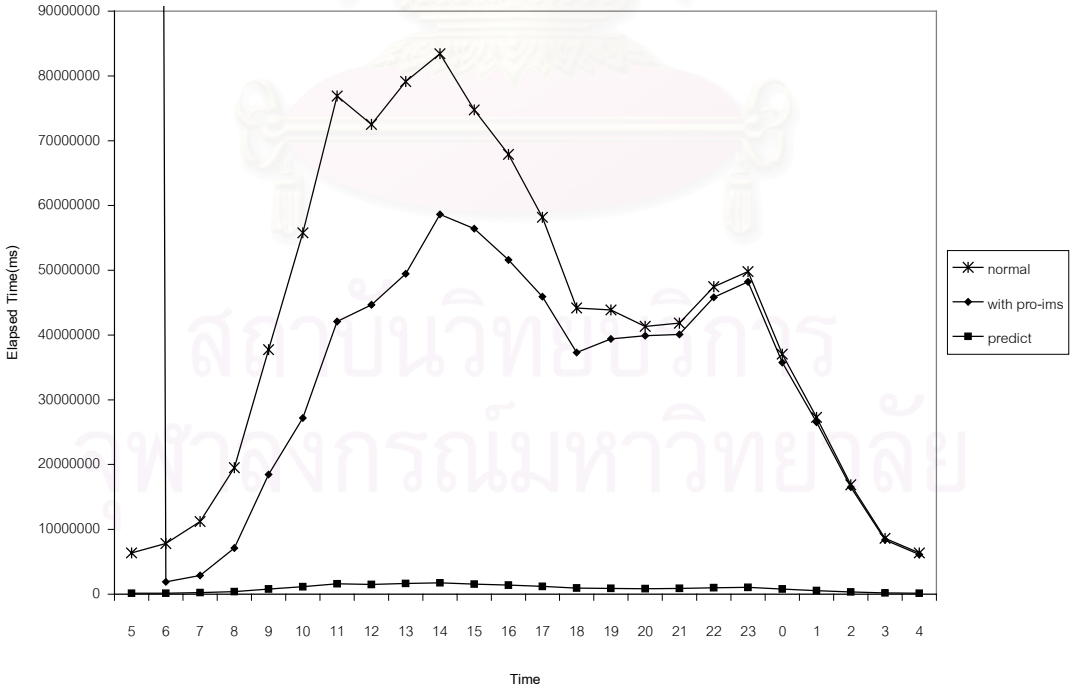
โดย

| | |
|---|---|
| normal | แทนเวลาที่ใช้ในการเรียกขอก่อนการจำลองการทำงานของแคช |
| with pro-ims | แทนเวลาที่ใช้ในการเรียกขอหลังการจำลองการทำงานของแคช |
| predict | แทนเวลาที่ใช้ในการเรียกขอที่คาดหวังว่าจะลดได้ |

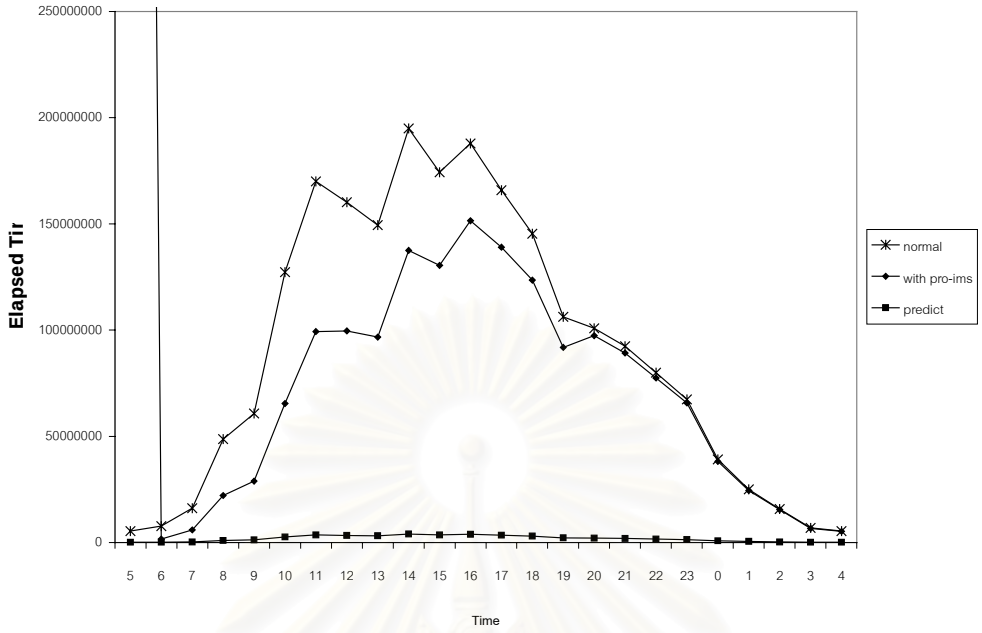
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



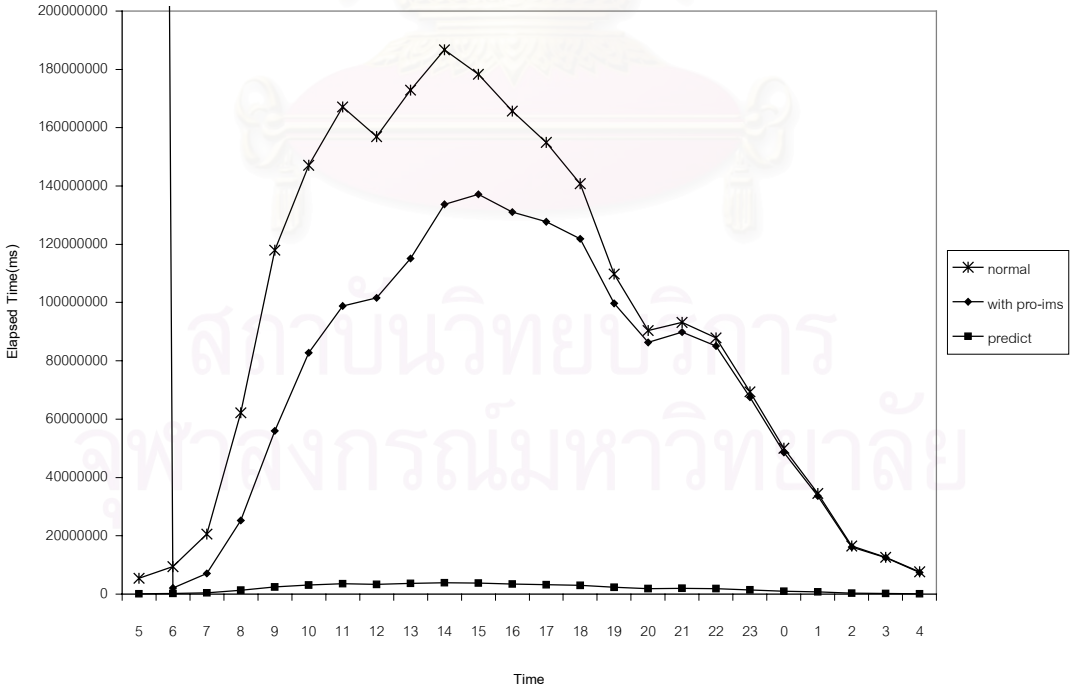

รูปที่ จ.1 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



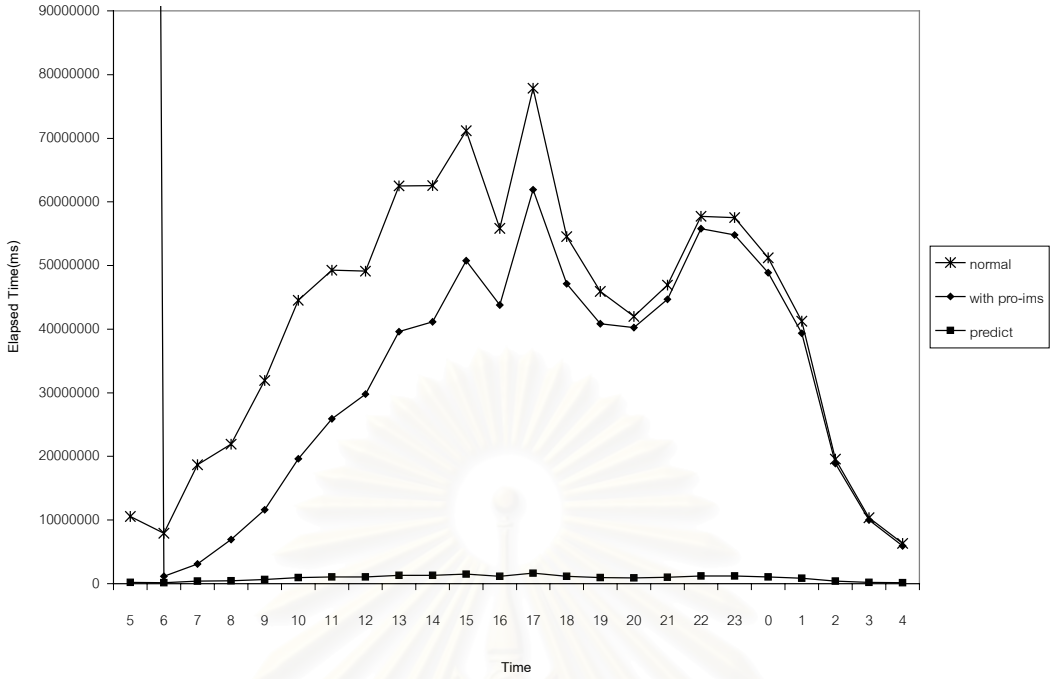

รูปที่ จ.2 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



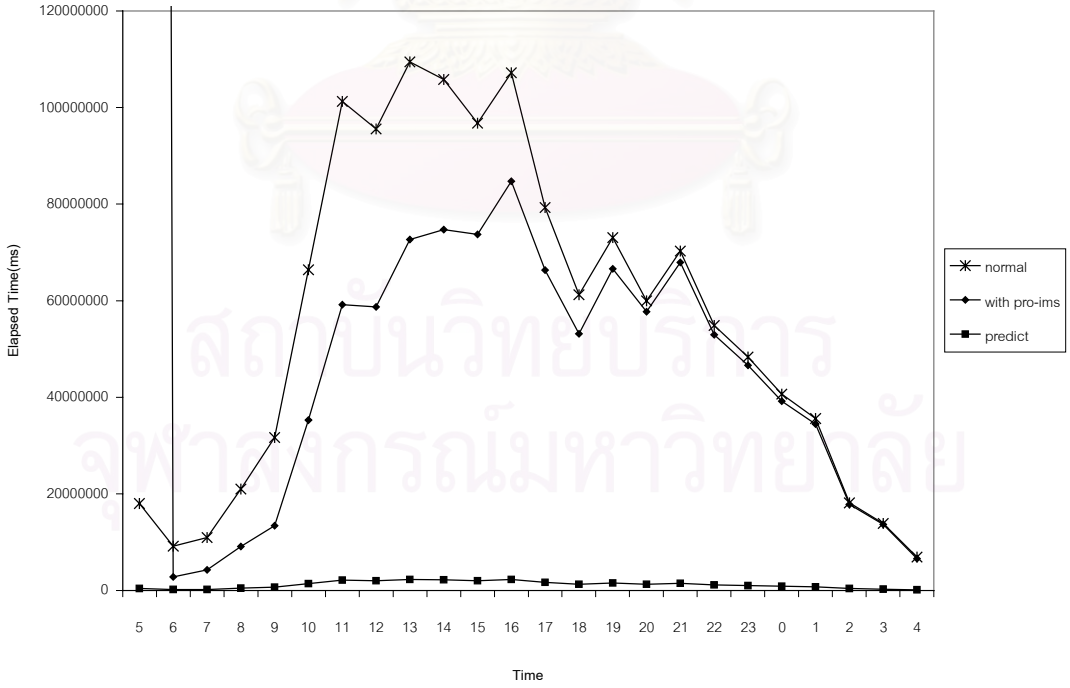

รูปที่ จ.3 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



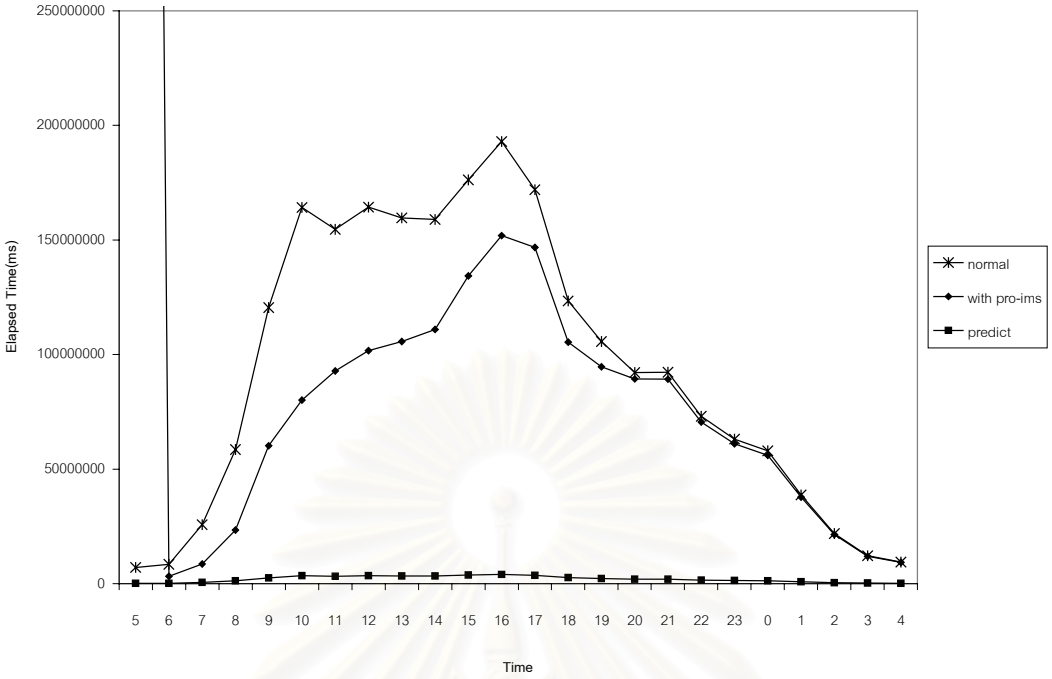

รูปที่ จ.4 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



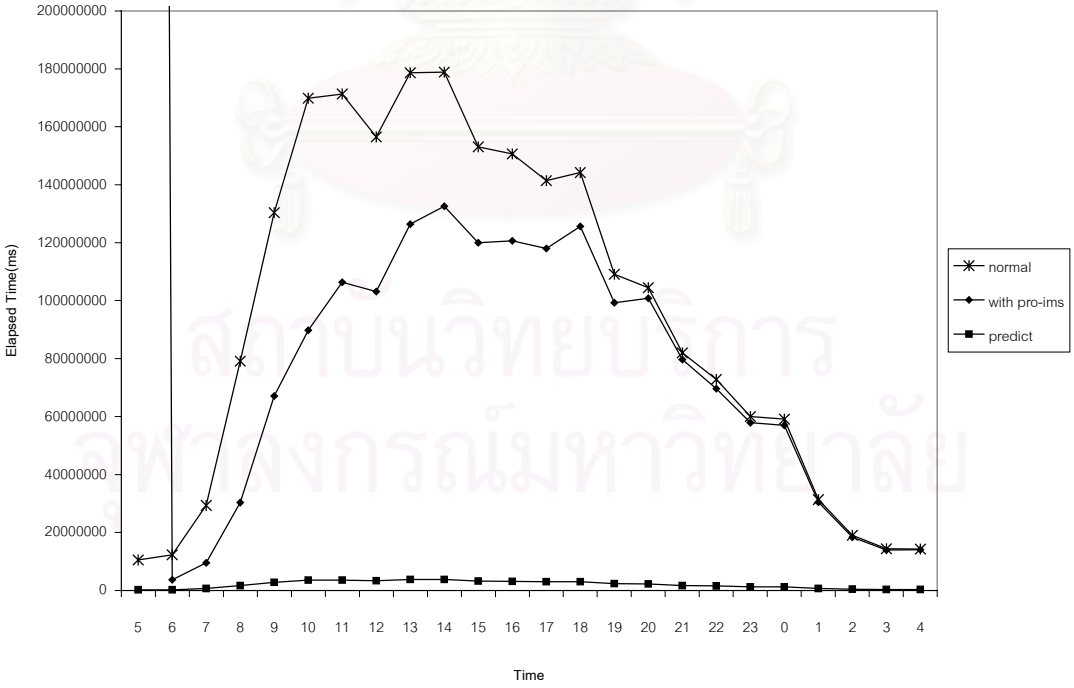

รูปที่ จ.5 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



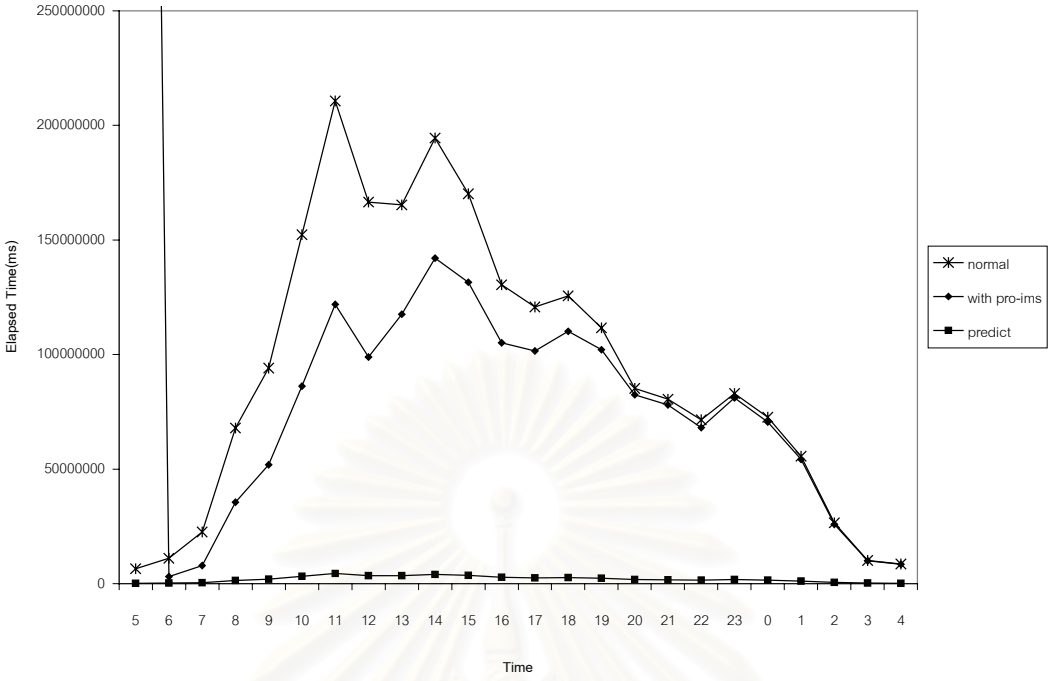

รูปที่ จ.6 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



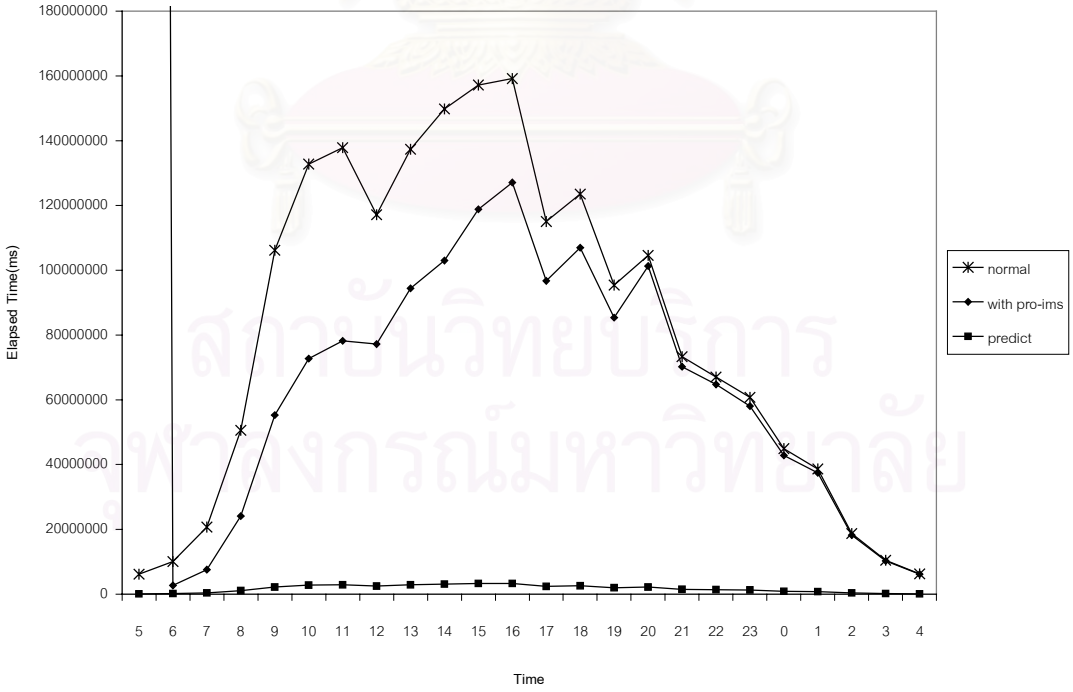

รูปที่ จ.7 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



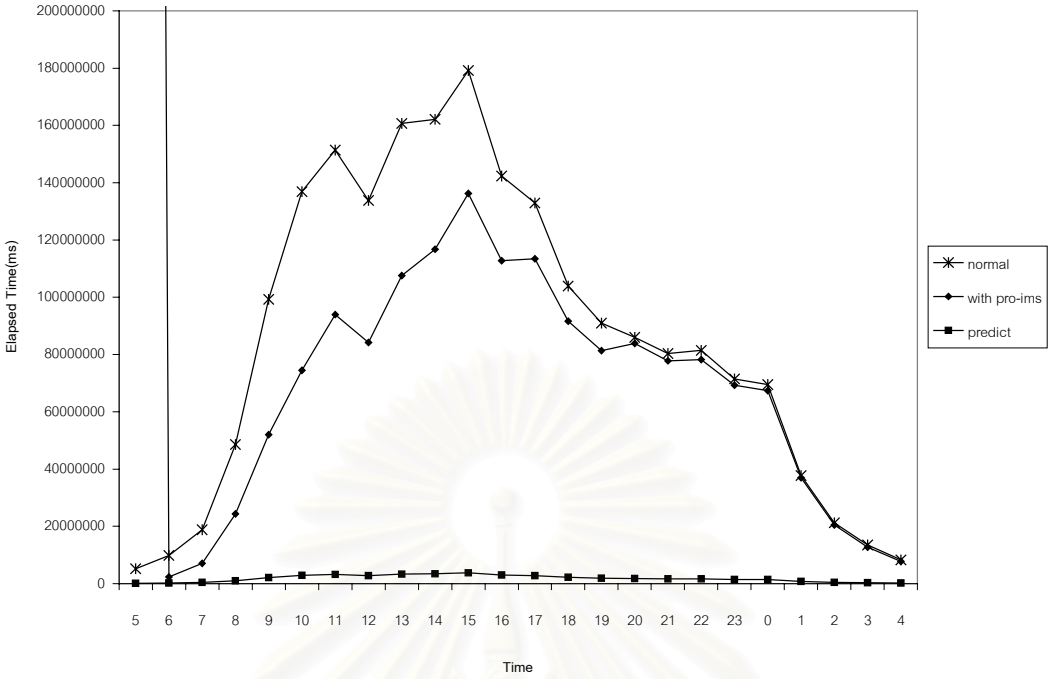

รูปที่ จ.8 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



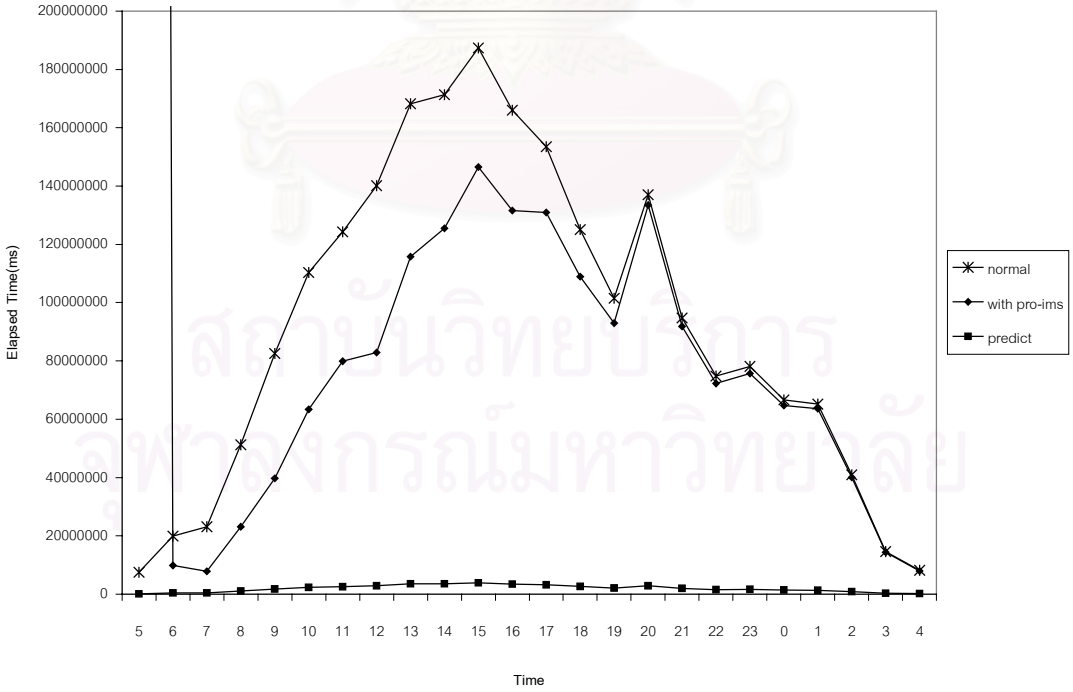

รูปที่ จ.9 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



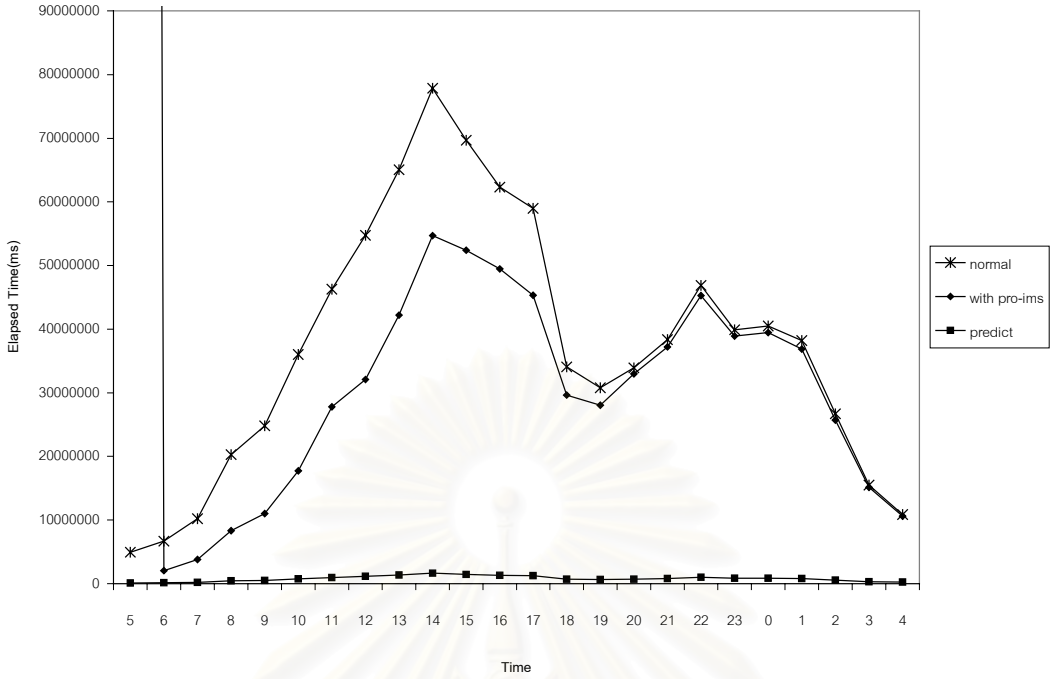

รูปที่ จ.10 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



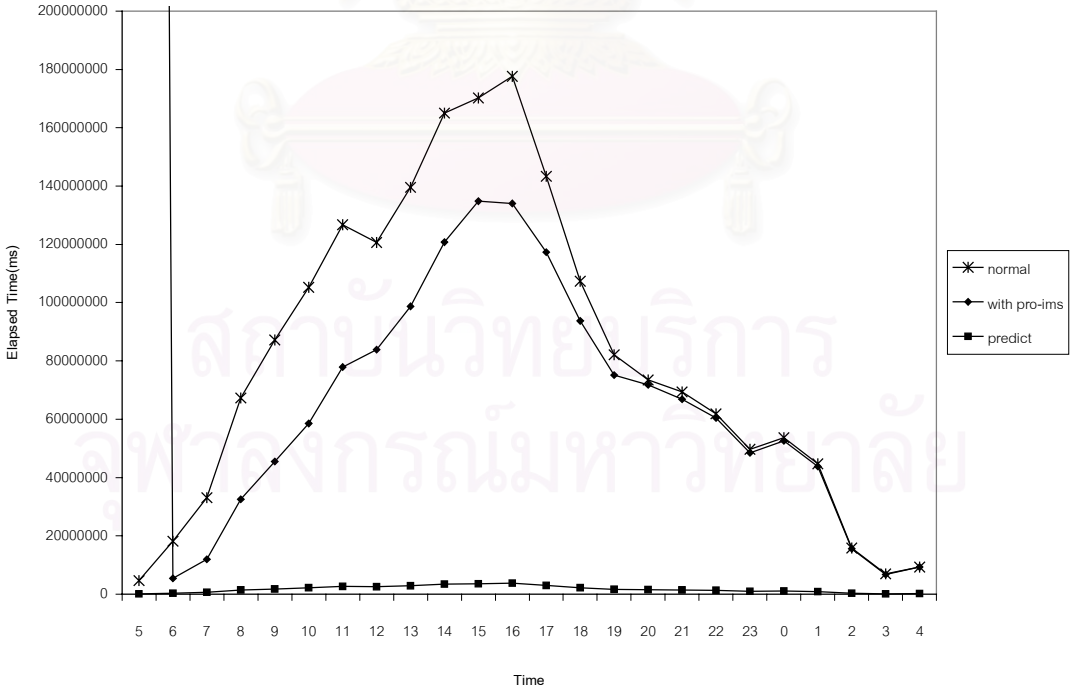

รูปที่ จ.11 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



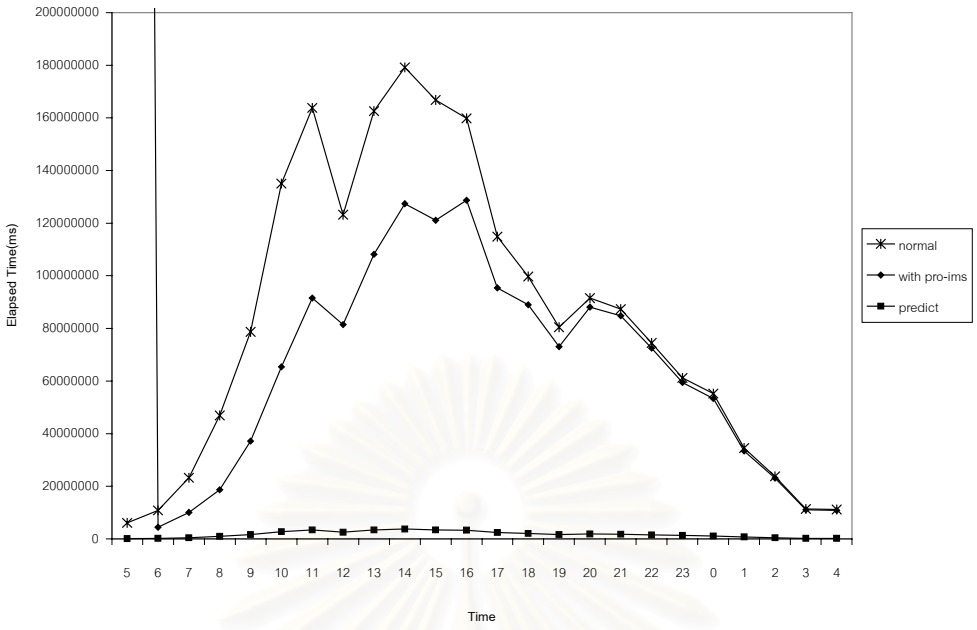

รูปที่ จ.12 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ จ.13 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ จ.14 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ จ.15 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ฉ

## ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช พิจารณาจากปริมาณการเรียกขอทั้งหมด

ในส่วนนี้จะแสดงผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสาร จากการจำลองการทำงานของแคชในการส่งข้อความการเรียกขอแบบไอเอ็มเอสล่วงหน้า โดยจะแบ่งผลการทดสอบตามวันที่ของข้อมูลการใช้เว็บจากแคชของสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นผลการทดสอบในบทที่ 4

หมายเหตุ ในทุกๆรูปที่นำมาแสดง จะมี

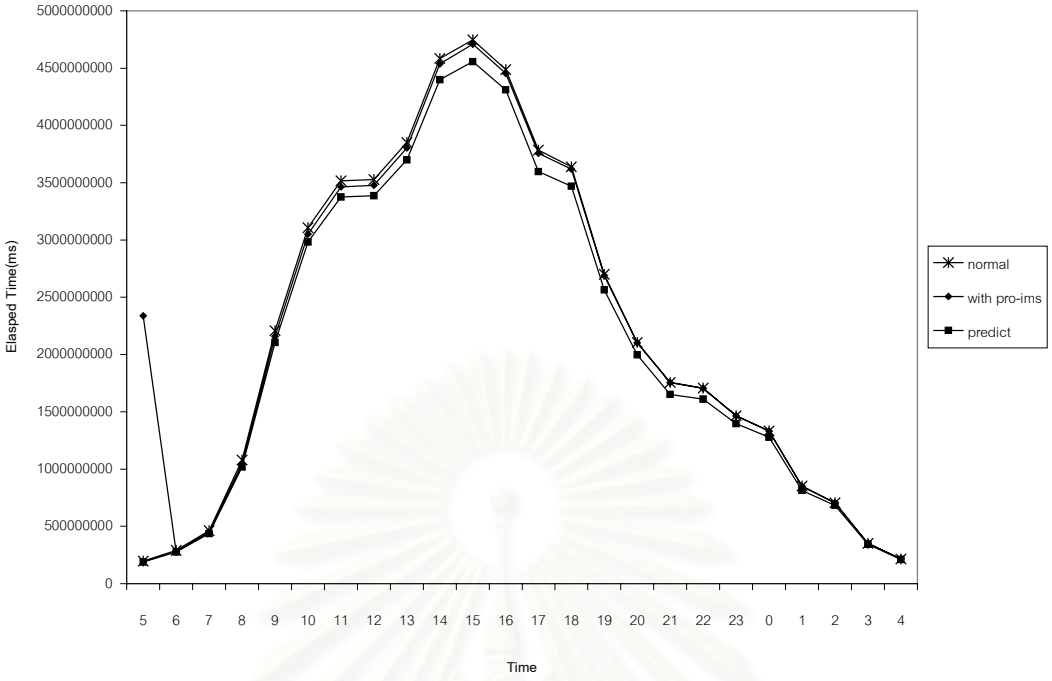
แกน X แทนช่วงเวลาในการเรียกขอเอกสาร

แกน Y แทนเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสาร มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที(ms)

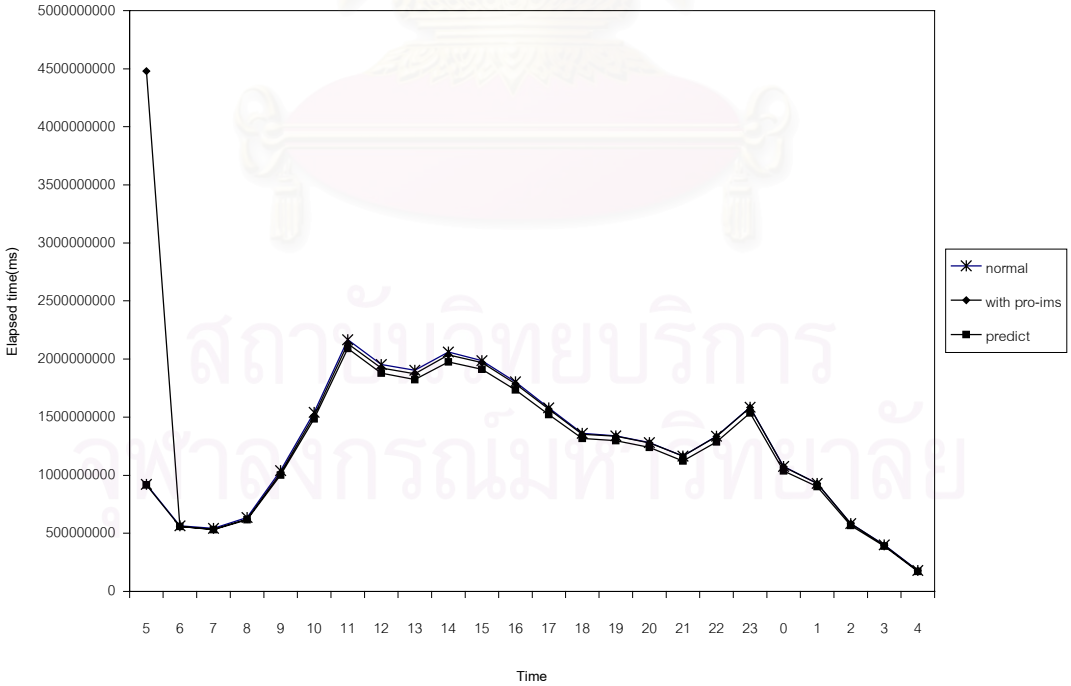
โดย

| | |
|---|---|
| normal | แทนเวลาที่ใช้ในการเรียกขอก่อนการจำลองการทำงานของแคช |
| with pro-ims | แทนเวลาที่ใช้ในการเรียกขอหลังการจำลองการทำงานของแคช |
| predict | แทนเวลาที่ใช้ในการเรียกขอที่คาดหวังว่าจะลดได้ |

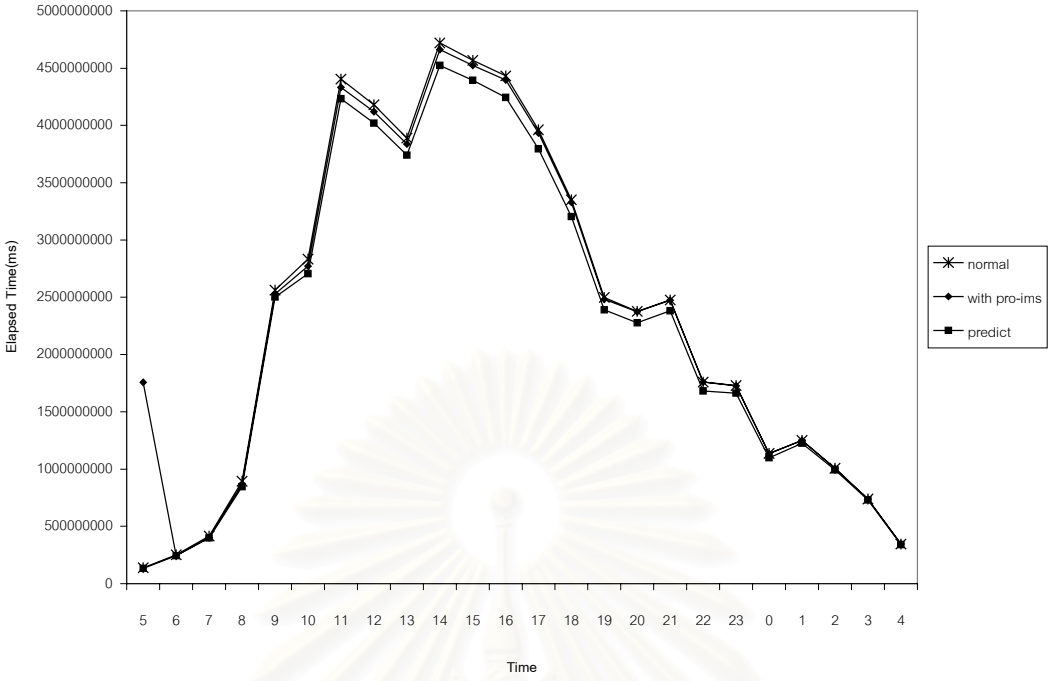
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



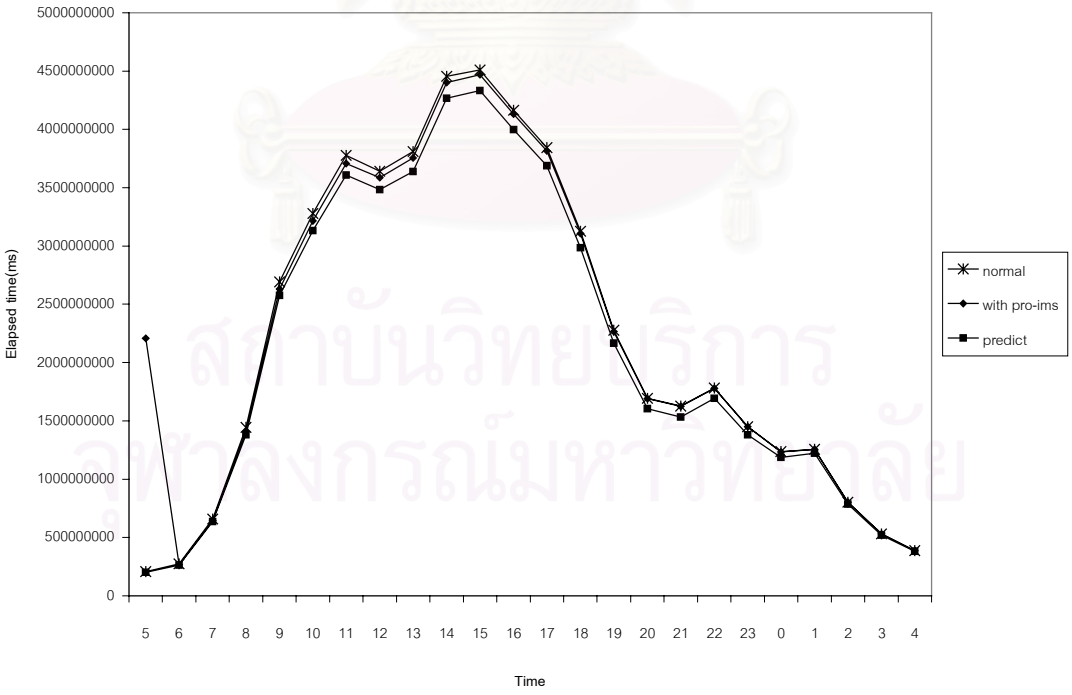

รูปที่ ฉ.1 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



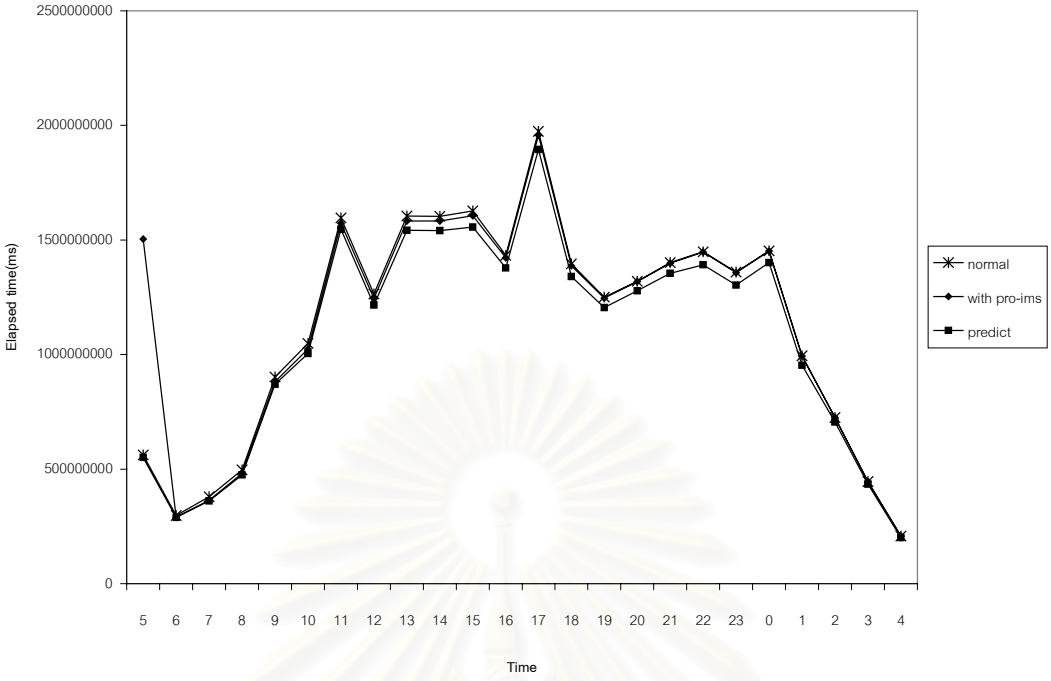

รูปที่ ฉ.2 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



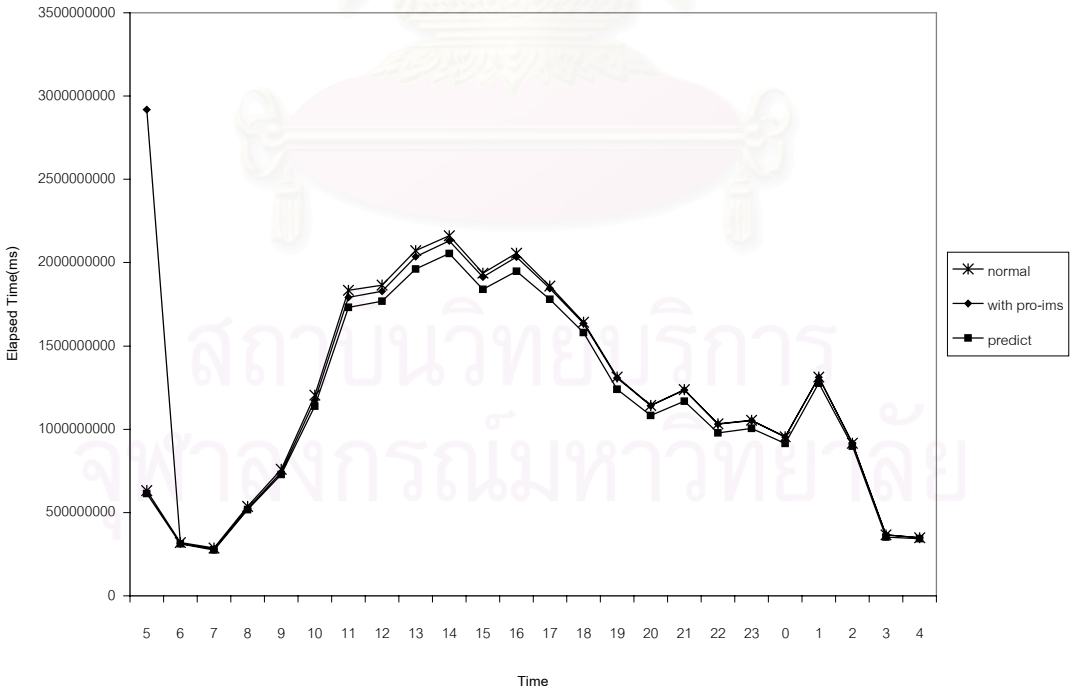

รูปที่ ฉ.3 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



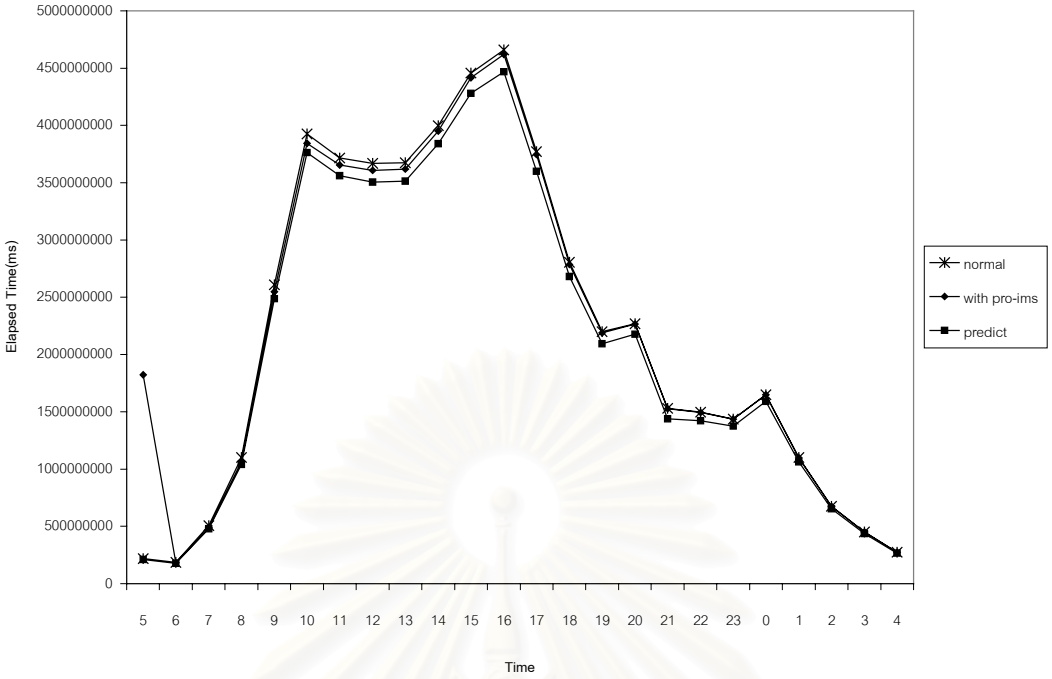

รูปที่ ฉ.4 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



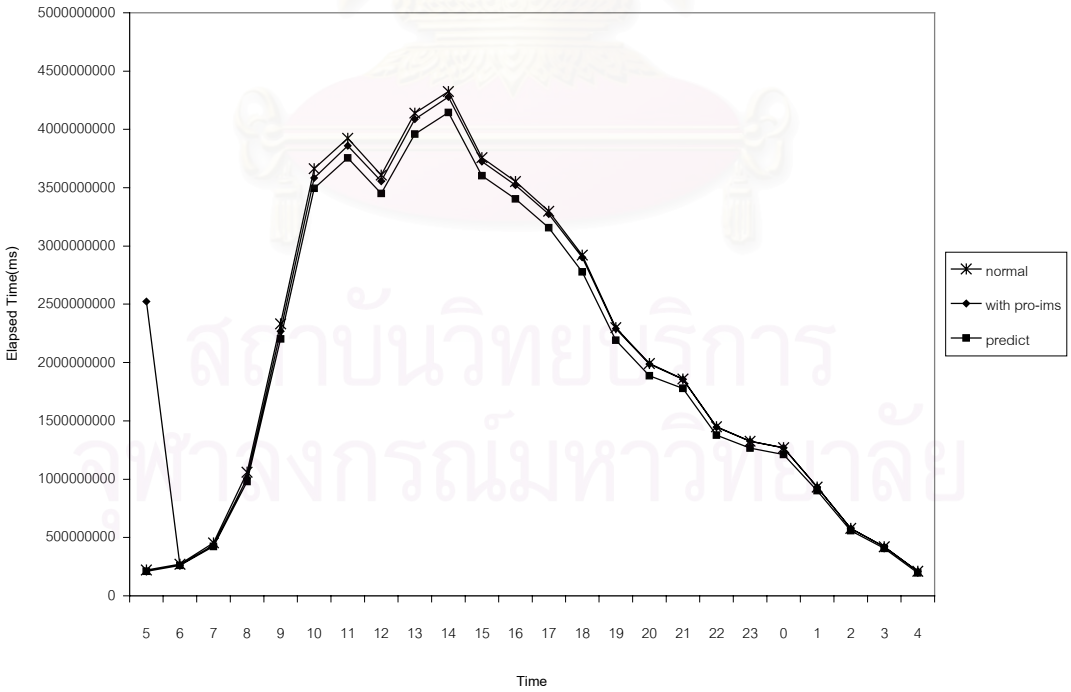

รูปที่ ฉ.5 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ฉ.6 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

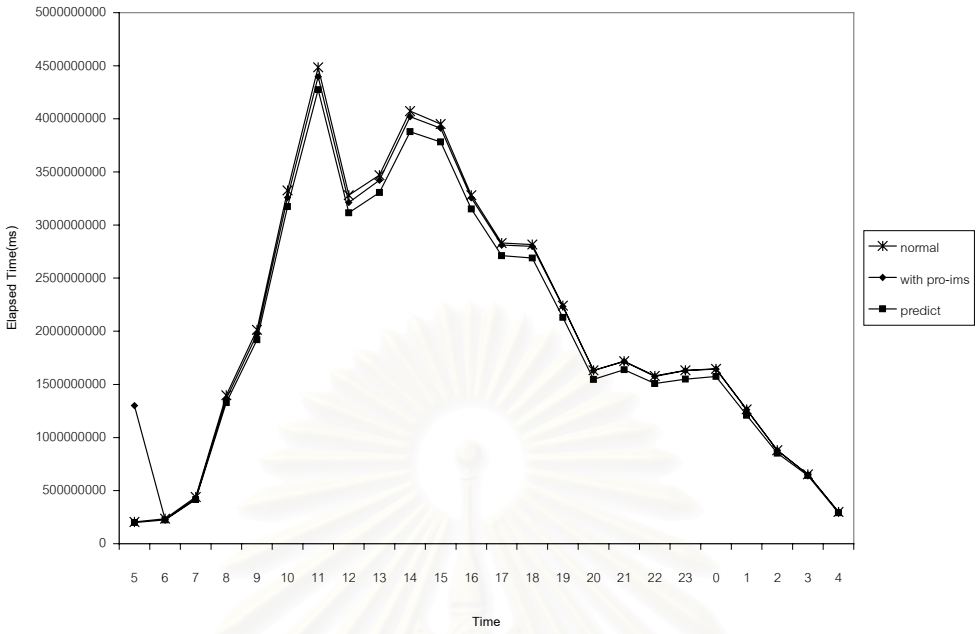



รูปที่ ฉ.7 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

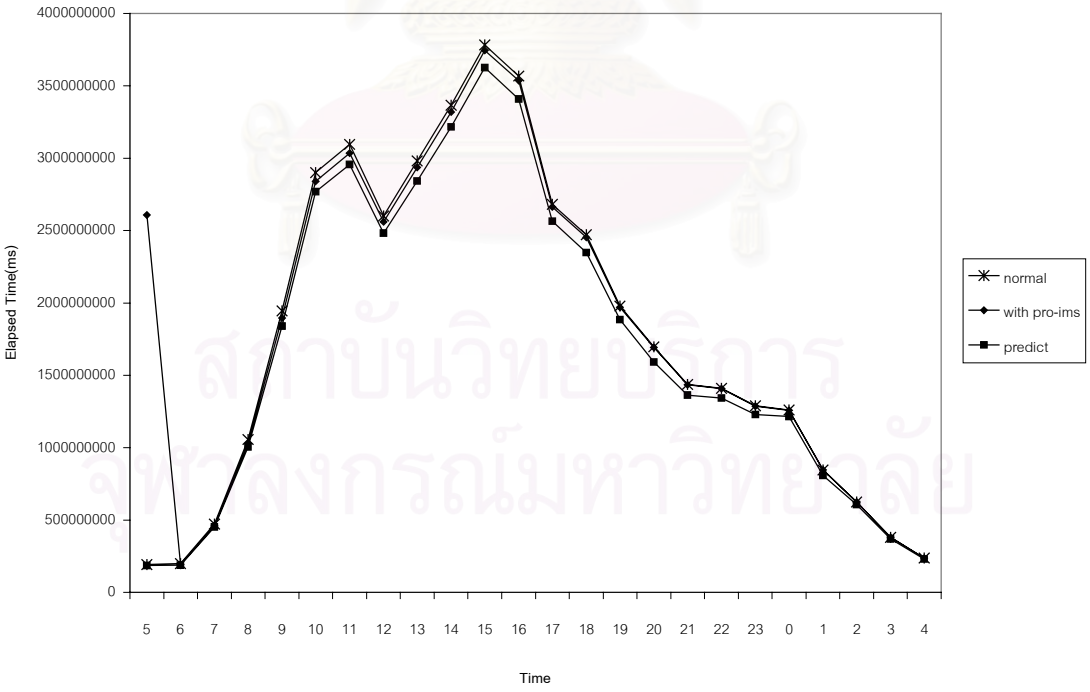



รูปที่ ฉ.8 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

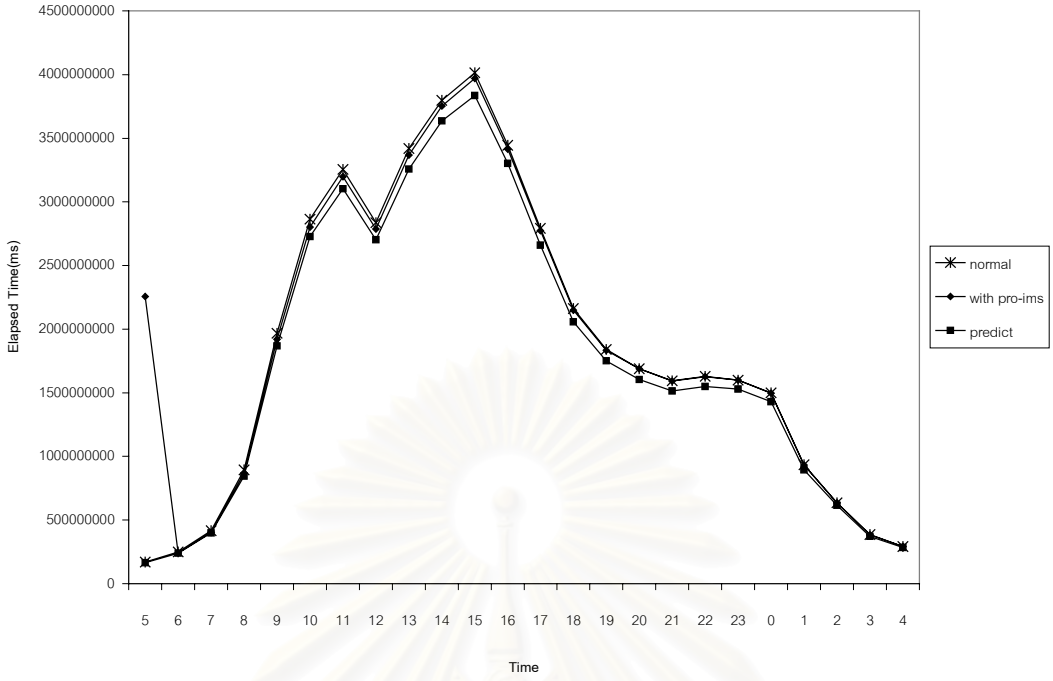
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



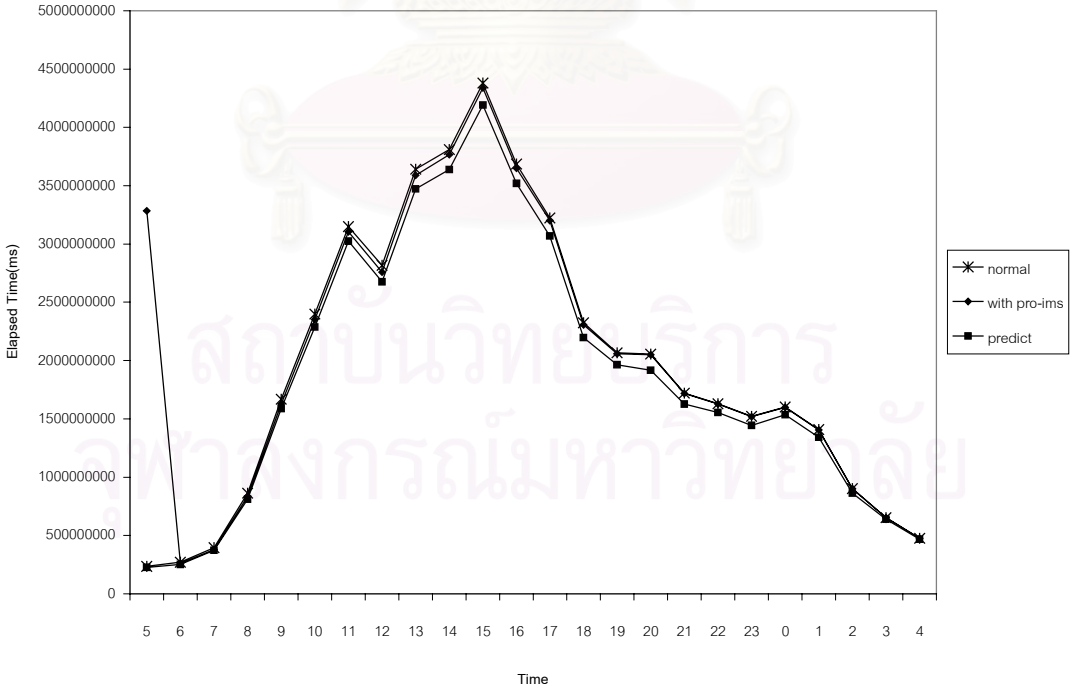

รูปที่ ฉ.9 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



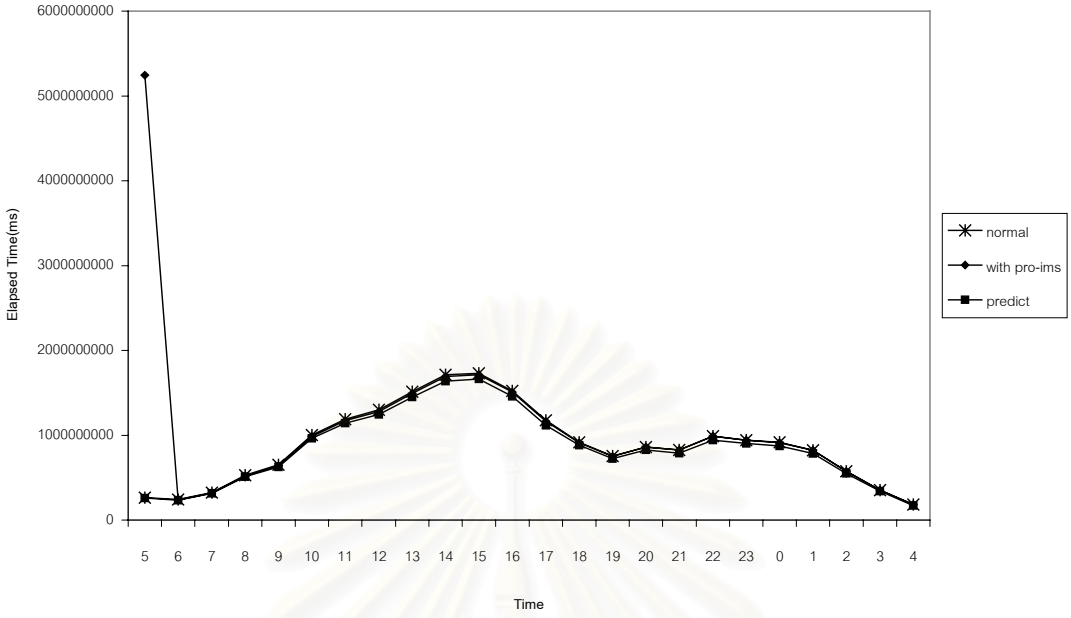

รูปที่ ฉ.10 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช
วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



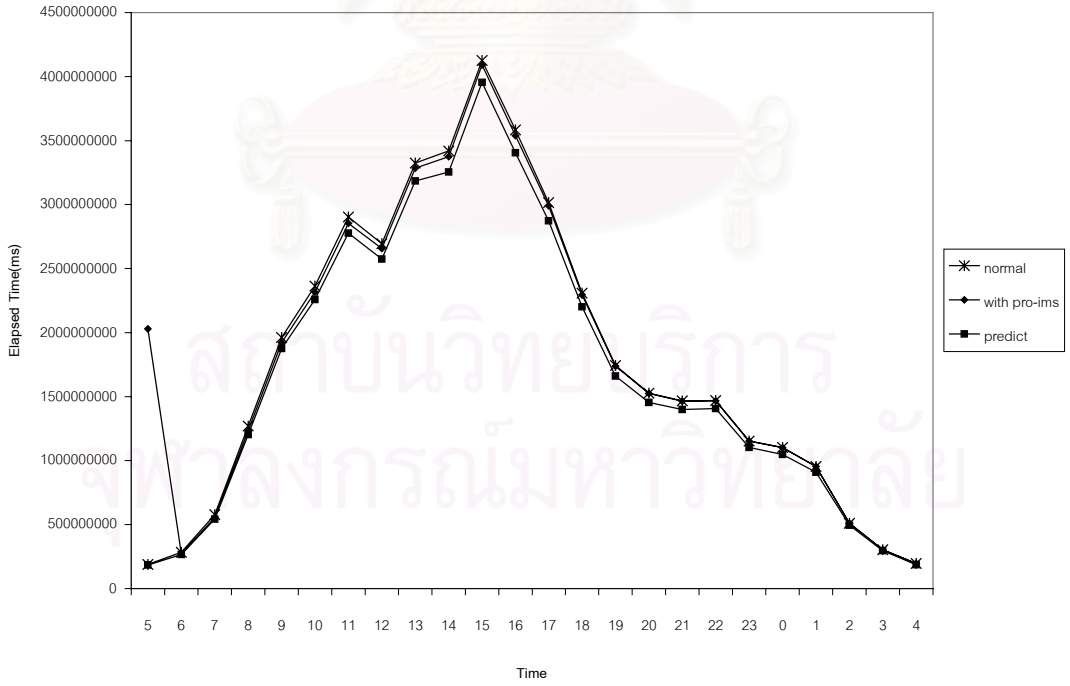

รูปที่ ฉ.11 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



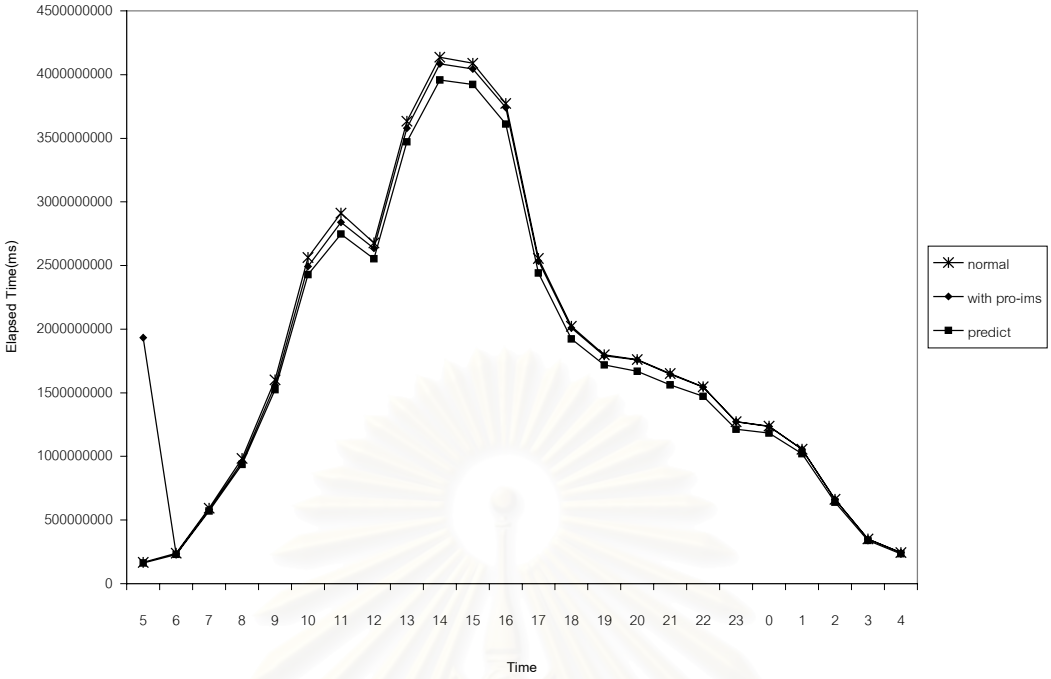

รูปที่ ฉ.12 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ฉ.13 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ฉ.14 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544




รูปที่ ฉ.15 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการเรียกขอเอกสารจากการจำลองการทำงานของแคช วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ประวัติผู้วิจัย

นางสาวอัมพุชินี พัฒนกำจร เกิดเมื่อวันเสาร์ที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2542

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย