

การเพิ่มประสิทธิภาพการบริการสำหรับ Hypertext Transfer Protocol
กรณีศึกษา ระบบเครือข่ายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



นายเฉลิมพล เกษา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-169-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

23 ก.พ. 2545

18653092

Increasing of Service Performance for Hypertext Transfer Protocol
A CASE STUDY ON CAMPUS COMPUTER NETWORK OF
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Mr. Chalermpon Kesa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Engineering Management
Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1999
ISBN 974-333-169-7

Thesis Title Increasing of Service Performance for Hypertext Transfer
 Protocol
 A CASE STUDY ON CAMPUS COMPUTER NETWORK
 OF CHULALONGKORN UNIVERSITY

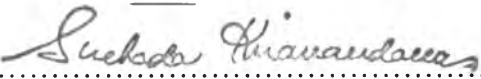
By Mr.Chalermpon Kesa

Programme Engineering Management

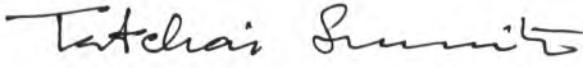
Thesis Advisor Mr.Wiwat Vatanawood

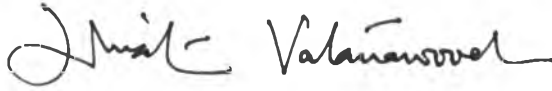
Thesis Co-Advisor Mr.Siriwat Wangjarukorn

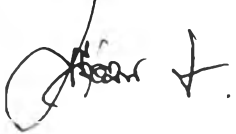
Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

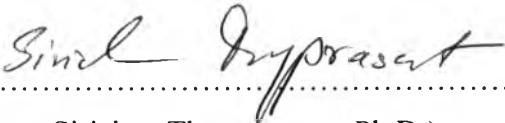

..... Dean of Graduate School
(Associate Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

Thesis Committee


..... Chairman
(Associate Professor Tatchai Sumitra, Dr.Ing.)


..... Thesis Advisor
(Mr.Wiwat Vatanawood)


..... Thesis Co-Advisor
(Mr.Siriwat Wangjarukorn)

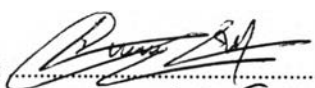
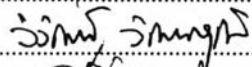
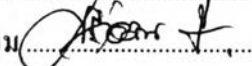

..... Member
(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D.)

เฉลิมพล ฤทธิ : การเพิ่มประสิทธิภาพการบริการสำหรับ Hypertext Transfer Protocol (Increasing of Service Performance for Hypertext Transfer Protocol) อ. ที่ปรึกษา วัฒน วัฒนาวุฒิ. 101 หน้า ISBN 974-333-169-7

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการทำวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการบริการสำหรับ Hypertext Transfer Protocol โดยเลือกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นกรณีศึกษา Hypertext Transfer protocol ถูกใช้โดยบริการ World Wide Web ที่เป็นที่นิยมกันในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการศึกษาจะเน้นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยคือ Cache size, Hit rate และ Response time ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบจำลองเครือข่ายและทดลองเพื่อหาแบบจำลองที่ดีคือ Proxy Server ที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพ เวลาในการตอบสนองของการให้บริการ World Wide Web ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการใช้งานบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัย และได้ทำการทดสอบและวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือทางสถิติ

ผลการทำวิจัยพบว่า รูปแบบ Hierarchy Level Model เป็นรูปแบบที่ดีที่สุดจากการทดลองทั้งสามรูปแบบคือ Direct Access Model, Single Level Model และ Hierarchy Level Model โดยที่ Hierarchy Level Model สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในแง่ของเวลาในการตอบสนองของการใช้งาน World Wide Web นอกจากนี้ ได้ทำการทดลองเพื่อหาค่า Cache size ที่เหมาะสมกับการใช้งานของระบบเครือข่ายหน่วยงานหนึ่งๆ ที่เลือกไว้ ในการศึกษา แสดงให้เห็นว่าค่า Cache size สามารถทำนายได้ และค่า Hit rate จะเพิ่มขึ้นกับระดับ Cache size ที่เหมาะสม

ภาควิชา...ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต
สาขาวิชา...ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา...2542

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 

3972966821 : MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORD: SERVICE PERFORMANCE HYPERTEXT TRANSFER PROTOCOL

CHALERM PON KESA: INCREASING OF SERVICE PERFORMANCE FOR
HYPERTEXT TRANSFER PROTOCOL

THESIS ADVISOR: WIWAT VATANA WOOD. 101 pp. ISBN 974-333-169-7

This study focuses on increasing of service performance for Hypertext Transfer Protocol. The Chulalongkorn University campus network is selected as a case study. The Hypertext Transfer Protocol packet is used by World Wide Web service that is the most popular on Internet network. Three factors were studied namely, Cache size, Hit rate, and Response time. Three alternative network models and experiments were designed for these networks to find the appropriate Proxy server deployment for the best increasing service performance of World Wide Web usage. Network utilization data on campus network were collected, tested and analyzed with statistical tools.

As the result of this study, Hierarchy Level model is the best network model among three experimental network models - Direct Access Model, Single Level Model and Hierarchy Level Model. Hierarchy Level Model increases the service performance of World Wide Web usage, and performs the fastest in response time. In additional, the appropriate cache size is investigated at selected candidate departmental Network node. The study shows that cache size can be predicted and the Hit rate seems to increase with the appropriate cache size number.

ภาควิชา... ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบ
การผลิต

สาขาวิชา... การจัดการทางวิศวกรรม

ปีการศึกษา... 2542

ลายมือชื่อนิสิต... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม... 

ACKNOWLEDGEMENTS

I have studied this program since November 1996. I also have been supported from persons who contribute their values to me. I would like to intend my great thankfulness to:

Mr. Wiwat Vatanawood is my advisor who has not only advise and help to make a success of this thesis, but also has a lot thinking and technique to be a benefit for me in the education. He has given well suggestions to write the thesis.

Dr. Kitti Limsakul from Economic department is a person who gives special advice about the statistic technique to test and analyze these experimental data

Mr. Siritwat Wangiarukorn is my co-advisor who gives a time and opportunity to success this studies and good coordination in everything.

The officer in an office of Information Technology—an organization of Chulalongkorn university and Computer Center of Engineering department, help me the giving information and resource to test for this study and others.

To my mother, father and full brothers who give strengthens, moral support to me. All of them are still in my mind that the same way, I have to give more returns to others.

To authors that give me a well philosophy thinking and make me to increase effective and improve my life.

CONTENTS

ABSTRACT (THAI)	iv
ABSTRACT (ENGLISH)	v
ACKNOWLEDGEMENTS	vi
CONTENTS	vii
LIST OF TABLES	xi
LIST OF FIGURES	xii
ABBREVIATION	xiv
CHAPTER I: INTRODUCTION	1
1.1 Background	1
1.2 Current Situation	2
1.3 Statement of the Problems	3
1.4 Objective of Thesis	4
1.5 Scopes of Thesis	4
1.6 Procedure of Thesis	4
1.7 Expected Benefit	4
1.8 The Organization of Thesis	5
 CHAPTER II: LITERATURE REVIEW & PROXY SERVER	 7
2.1 Introduction	7
2.2 HTTP: Hypertext Transfer Protocol	7
2.3 Introduction to HTTP and HTML	9
2.3.1 HTTP Protocol	9
2.3.2 Header fields	10

CONTENTS

2.3.3 Response codes	10
2.3.4 TCP Client-Server	11
2.3.5 Create TCP socket and connect to server	11
2.3.6 Send request and half-close the connection	11
2.3.7 Ready reply	12
2.3.8 Create listening TCP socket	13
2.3.9 Accept a connection and process request	14
2.4 TCP's TIME_WAIT State	16
2.4.1 Reducing the Number of Segments with TCP	16
2.5 INTERNET Gateway- Proxy	18
2.6 Design Goals	18
2.7 Scalable and Flexible Caching	19
2.7.1 Flexibility	19
2.7.2 Scalability	21
2.7.3 Distributed Caching	22
2.7.4 Dynamic Proxy Routing	22
2.8 Proxy Server Deployment	23
2.8.1 Deciding which services IT want to provide	24
2.8.2 Determining where to deploy the server	25
2.8.3 Deciding which architecture to use	28
2.8.4 Determining how many servers it will need	33
2.8.5 Deciding what type of hardware to use	35
2.8.6 Configuring the servers	39
2.8.7 Tuning the servers	42

CONTENTS

2.9 Proxy Advantages	45
2.10 Web cache Performance	48
CHPATER III: STATISTIC AND ECONOMICAL THEORY	51
3.1 Mann-Whitney Test	51
3.2 Tests Concerning Means	51
3.3 Multiple Regression	55
3.3.1 Curvilinear regression	55
CHAPTER IV: THE EXPERIMENTS OF THREE NETWORK MODELS	57
4.1 Introduction	57
4.2 Experimental Information	58
4.2.1 Direct Access Model	58
4.2.2 Single Level Model	58
4.2.3 Hierarchy Level Model	59
4.3 The Objective of this experiment	60
4.4 Experimental Variables	61
4.5 Data Collection	61
4.5.1 Experiment for Direct Access Model	62
4.5.2 Experiment for Single Level Model	62
4.5.3 Experiment for Hierarchy Level Model	65
4.6 Normality Testing	67
4.6.1 The distribution population Testing	67
4.6.2 The result of Normality Test	69

CONTENTS

4.7 Analysis	70
4.7.1 Hypothesis Testing	70
4.7.2 Testing	72
4.8 The Result of Testing	73
4.9 Conclusion	77
CHAPTER V: THE EXPERIMENTS OF CACHE SIZE	78
5.1 Introduction	78
5.2 Experimental Cache size	78
5.3 Analysis for appropriate Cache size	79
5.4 Results	82
5.5 Conclusion	82
CHAPTER VI: CONCLUSION AND RECOMMENDATION	84
6.1 Conclusion	84
6.2 Recommendation	85
REFERENCES	87
APPENDICES	
APPENDIX A: Cache Information	88

VITA

LIST OF TABLES

	Pages
Table 1.1 Packets status of Chulalongkorn university; http://161.200.255.161:8001	2
Table 2.1 Packet count percentage for various protocols on NSFnet backbone	7
Table 2.2 The HTTP 3-digit numeric response code	11
Table 2.3 The Hardware sizing	38
Table 2.4 A minimum amount of RAM for the Proxy Server	39
Table 2.5 The number of Process Determining	44
Table 3.1 Number of hours per work spent studying for introductory finance and accounting courses	53
Table 4.1 List of sixteen Web sites for this experiment	61
Table 4.2 Testing data of the response time for Direct Access Model	62
Table 4.3 Testing data of the response time for Single Level Model	64
Table 4.4 Testing data of the response time for Single Level Model	66
Table 4.5 The result between Direct Access model and Single Level model	69
Table 4.6 The result between Direct Access model and Hierarchy Level model	69
Table 4.7 The result between Hierarchy Level model and Single Level model	70
Table 4.8 The different of population of Direct Access model and Single Level model	73
Table 4.9 The different of population of Single Level model and Hierarchy Level model	74
Table 4.10 The different of population of Direct Access model and Hierarchy Level model	76
Table 5.1 Cache size simulation in the network department level	78
Table 5.2 Analysis of R Square and Significant F of various Functional Form	79

LIST OF FIGURES

Figure 1.1 State of Internet Host numbers with Growth rate.	1
Figure 1.2 Internet Connectivities in Thailand (August 1999)	3
Figure 2.1 Organization of Web client –server	8
Figure 2.2 TCP transaction client	12
Figure 2.3 TCP transaction client	13
Figure 2.4 shows the TCP server	14
Figure 2.5 The transaction time of RTT + SPT	15
Figure 2.6 The transaction time of Client	17
Figure 2.7 Intranet Proxy Network	22
Figure 2.8 Forward Proxy Server Deployed at the Internet Gateway, Inside the Firewall	26
Figure 2.9 Forward Proxy Servers Deployed at the Internet Gateway and at a Remote Location	27
Figure 2.10 Reverse Proxy Server Deployed at the Internet Gateway, Outside the Firewall	27
Figure 2.11 Proxy Server Implemented With a Dual-Homed Host Firewall	29
Figure 2.12 Proxy Server Implemented Behind a Screening Router	29
Figure 2.13 Proxy Server Implemented Behind a Screening Firewall	30
Figure 2.14 Proxy Server Implemented in a DMZ Between Two Screening Routers	31
Figure 2.15 Proxy Server Implemented in Reverse Mode as a Stand-in for a Web Server	32

LIST OF FIGURES

Figure 2.16 Multiple Proxy Servers Implemented in Reverse Mode to Balance the Load on a Web Server	33
Figure 2.17 Proxy Servers Implemented at Common Network Bottlenecks	34
Figure 2.18 Chained Proxy Servers Providing Load Balancing and Fail-Over Capabilities	35
Figure 4.1 Network design of Direct Access Model	59
Figure 4.2 Network design of Single Level Model	59
Figure 4.3 Network design for Hierarchy Level Model	60
Figure 5.1 Graph demonstration of Functional Form	80
Figure 5.2 The comparison of Quadratic Function and Observation	81
Figure 5.3 The result of Function formula at the maximum is 0.31	82

ABBREVIATION

Mbps	=	Mega bit per second ($\times 10^6$)
MB	=	Mega byte ($\times 10^6$)
RTT	=	round-trip time
SYN	=	synchronize sequence number flag: TCP header
URL	=	uniform resource locator
TCP	=	Transmission Control Protocol
WWW	=	World Wide Web
FIN	=	finish flag: TCP header
FTP	=	File Transfer Protocol
HTTP	=	Hypertext Transfer Protocol
ACK	=	acknowledgment flag: TCP header
SPT	=	server processing time
ASCII	=	American Standard Code for Information Interchange
IP	=	Internet Protocol