

การประยุกต์เชิงตัวแทนดัดแปลงสำหรับการจัดการคุณภาพบริการในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย

นายวิจักขณ์ ศรีสังจะเลศวาจา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-14-2546-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN ADAPTIVE AGENT-BASED APPLICATION FOR QUALITY OF SERVICE MANAGEMENT
IN WIRELESS INTERNET NETWORK

Mr.Wijak Srisujjalertwaja

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Computer Science

Department of Mathematics

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic year 2006


ISBN 974-14-2546-5

Copyright of Chulalongkorn University

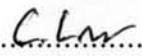
490937

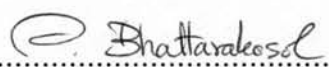
Thesis Title AN ADAPTIVE AGENT-BASED APPLICATION FOR QUALITY OF SERVICE MANAGEMENT IN WIRELESS INTERNET NETWORK
By Mr. Wijak Srisujalertwaja
Field of Study Computer Science
Thesis Advisor Assistant Professor Pattarasinee Bhattarakosol, Ph.D.

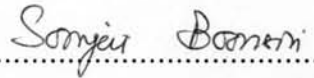
Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor's Degree

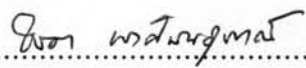

..... Dean of the Faculty of Science
(Professor Piamsak Menasveta, Ph.D.)


THESIS COMMITTEE


..... Chairman
(Professor Chidchanok Lursinsap, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Assistant Professor Pattarasinee Bhattarakosol, Ph.D.)


..... Member
(Assistant Professor Somjai Boonsiri, Ph.D.)


..... Member
(Chairat Phongphanphanee, Ph.D.)


..... Member
(Associate Professor Suphamit Chittayasothorn, Ph.D.)

วิจักขณ์ ศรีสังจะเลิศวาจา : การประยุกต์เชิงตัวแทนตัดแปลงสำหรับการจัดการคุณภาพบริการ
ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย.(AN ADAPTIVE AGENT-BASED APPLICATION FOR
QUALITY OF SERVICE MANAGEMENT IN WIRELESS INTERNET NETWORK) อ. ที่
ปรึกษา: ผศ. ดร. ภัทรสินี ภัทรโกศล 154 หน้า. ISBN 974-14-2546-5.

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอแบบจำลองของการจัดการคุณภาพบริการที่สามารถตัดแปลงได้ในเชิง
ความคิดสำหรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย โดยให้ความสำคัญกับการจัดการทรัพยากรการสื่อสารที่
จำกัดและยังทำให้ความพึงพอใจของผู้ใช้โดยรวมและรายบุคคลเพิ่มสูงสุด แบบจำลองนี้ประกอบด้วย
กลุ่มงานที่จัดการด้านคุณภาพบริการและวัฏจักร กลุ่มงานได้รับการออกแบบให้ทำงานบนเครือข่ายทั้ง
แบบมีสายและไร้สายเพื่อลดช่องว่างของคุณภาพบริการ และวัฏจักรคุณภาพบริการได้แสดงกำหนดการ
ของกระบวนการต่าง ๆ ผลการทดลองจากกรณีศึกษาการปรับลักษณะเด่นยืนยันได้ว่าความพึงพอใจ
ของผู้ใช้เพิ่มขึ้นจริง อนึ่ง วิทยานิพนธ์นี้ยังได้เสนอนโยบายการจกกำหนดการเชิงหลายเกณฑ์เรียกว่า
Multicriteria-Based หรือ MCB เพื่อบริหารการจกกำหนดการทำงานของคำขอที่เข้ามายังเครื่องบริการ
เว็บ ซึ่งเป็นกระบวนการแรกที่สำคัญในแบบจำลองคุณภาพบริการที่นำเสนอ ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัย
อื่น ๆ ส่วนใหญ่ศึกษา นโยบายการจกกำหนดการแบบเกณฑ์เดียวและให้ความสนใจกับความพึงพอใจ
ของผู้ใช้โดยรวม แต่ไม่มีความชัดเจนต่อความพึงพอใจของผู้ใช้รายบุคคล นโยบาย MCB นำเสนอวิธี
ประเมินประนอมที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพบริการทั้งโดยรวมและรายบุคคล การศึกษานี้ได้ตรวจสอบ
ความสมเหตุสมผลของ MCB เทียบกับนโยบายเดิม อย่างเช่น FIFO EDF และ SPT โดยวิธีการคำนวณ
แคลคูลัสเวกเตอร์ เกณฑ์การจกกำหนดการจะขึ้นกับคุณลักษณะของคำขอได้แก่ เวลาที่เข้ามา เวลาที่
เป็นเส้นตาย และระยะเวลาที่ใช้ประมวลผล แบบจำลองของการจกกำหนดการได้อธิบายผ่านกลุ่มงาน
ด้านการจกกำหนดการและด้านการวัดประสิทธิภาพ นอกจากนี้เพื่อทดสอบแบบจำลอง MCB ที่
นำเสนอ จึงได้ทำการทดลองระบบแถวคอยแบบ M/G/1 บนโปรแกรม MATLAB เมื่อเปรียบเทียบ
MCB กับวิธีการเดิมทั้งสามได้ผลลัพธ์ผ่านการจำลองกระบวนการทำงานจริงว่า MCB เป็นวิธีการที่ดี
ที่สุดสำหรับสภาวะอุคมคติที่ไม่มีการตรวจกำหนดเส้นตาย ภายใต้เงื่อนไขการทำให้เวลาการรอคอยใน
แถวคอยแบบเฉลี่ย แบบสูงสุด และแบบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสมบูรณ์ที่สุด จากการทดลองยืนยันว่า
MCB มีศักยภาพที่จะขยายไปทำงานบนสภาวะแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงสูง

ภาควิชา.....คณิตศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต *วิจักขณ์ ศรีสังจะเลิศวาจา*

สาขาวิชา.....วิทยาการคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *P. Bhattaraleosol*

ปีการศึกษา 2549

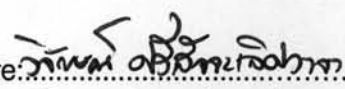
4473865023 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

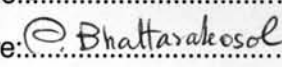
KEY WORD: QUALITY OF SERVICE MANAGEMENT / MULTICRITERIA SCHEDULING.

WIJAK SRISUJJALERTWAJA: AN ADAPTIVE APPLICATION FOR QUALITY OF SERVICE MANAGEMENT IN WIRELESS INTERNET NETWORK.

THESIS ADVISOR: ASST.PROF. PATTARASINEE BHATTARAKOSOL, Ph.D.,
154 pp. ISBN 974-14-2546-5.

A conceptual adaptive QoS management model is proposed, emphasizing on managing limited resource and also maximizing overall and individual user satisfactions. This model contains QoS management functions and cycle. The functions are designed to work on both wireline and wireless networks to reduce the QoS gaps. Moreover, the cycle is stated as the processing timeline. The results from a case study of feature adaptation confirm to increase user satisfaction. Moreover, this dissertation proposes the Multicriteria-Based (MCB) scheduling policy to manage the incoming request scheduling for the web server; the initial step of the QoS management cycle. Since many researches tend to work on single criterion scheduling policies, which focused on achieving overall user satisfaction, while the individual user satisfaction remains unclear. MCB is a compromising policy, which puts effort on both overall and individual user satisfactions. The merit validation of MCB over traditional policies: FIFO, EDF, and SPT, is stated by conforming the vector calculus. Arrival time, deadline, and processing time are nominated for the scheduling criteria. The proposed model is expressed in the scheduling and performance measurement functions. The M/G/1 system is experimented based on MATLAB for indicating the merit verification of MCB. Comparing MCB to the three traditions, the simulation results indicated that MCB is an optimal policy by optimizing average, maximum, and standard deviation waiting times for ideal situation; non-deadline checking case. Both of the validation and verification results provide the evidences confirming that the MCB policy is potent enough to broaden it into the high variable environments.

Department:.....Mathematics.....Student's Signature: 

Field of Study:.....Computer Science.....Advisor's Signature: 

Academic Year:....2006.....

Acknowledgements

During my years as a Ph.D. student, I have received a lot of tuition, care and friendship from several people, some of which I wish to thank here.

First of all I would like to thank the Thai Government who sponsor the research scholarships.

During my time as a Ph.D. student, I am grateful to my supervisor, Assist.Prof. Pattarasinee Bhattarakosol, Ph.D. to whom with her advice, guidance and care, help me to overcome the necessary difficulties of the process of research and make this dissertation possible.

My thanks also goes to dissertation committee, Prof. Chidchanok Lursinsap, Ph.D., Assoc.Prof. Suphamit Chittayasothorn, Ph.D., Assist.Prof. Somjai Boonsiri, Ph.D., Chairat Phongphananee, Ph.D., with their advice and guidance, help focus my research activities.

I would like to thank Advanced Virtual and Intelligent Computing (AVIC) research center and Department of Computer Science, Chiang Mai University for their facilities support. Especially, Prof. Chidchanok Lursinsap, Ph.D., for his pleasant lecturing.

I would also like to thank my computer science masters at the Faculty of Science and Information Technology, Bangkok University, Assist.Prof. Somchit Likhithaworn, my first computer science master, for her love and care teaching, and at the Faculty of Science, Chiang Mai University, Assist.Prof. Panutson Chuehongthong, Assoc.Prof. Petcharat Chotigarpa, Assist.Prof. Darunee Smavatkul, and Watcharee Jumpamule, Ph.D. for their wormest care support.

Finally, my deepest gratitude goes to Srisujjalertwaja's family, for their sponsor, love and care and especially Mr. Chaichan and Mrs. Ampawadee Charoensuk, Ms. Dussadee Praserttitipong, for their fully support that inspire this research.

Table of Contents

| | |
|---|----------|
| Thai Abstract | iv |
| English Abstract | v |
| Acknowledgements | vi |
| Table of Contents | vii |
| List of Tables | x |
| List of Figures | xi |
| 1 INTRODUCTION | 1 |
| 1.1 Introduction and Problem Review | 1 |
| 1.2 Research Objectives | 3 |
| 1.3 Scopes of the Study | 4 |
| 1.4 Research Plans | 4 |
| 1.5 Research Advantages | 5 |
| 2 THEORIES AND LITERATURE REVIEWS | 6 |
| 2.1 Adaptive QoS system | 6 |
| 2.1.1 Wireless Internet Infrastructure | 8 |
| 2.1.2 Quality of Service Concept | 10 |
| 2.1.3 Service License Agreement (SLA) | 18 |
| 2.1.4 Software Agent Technology | 19 |
| 2.1.5 Literature Reviews on Adaptive QoS System | 20 |
| 2.1.6 The Proposed QoS Model | 23 |
| 2.2 Incoming Request Scheduling | 25 |
| 2.2.1 Queuing system | 28 |
| 2.2.2 Poisson Process | 30 |
| 2.2.3 The M/G/1 System | 31 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.2.4 | Performance Measurement of Queuing System | 32 |
| 2.2.5 | Literature Reviews on Incoming Request Scheduling | 33 |
| 2.2.6 | The Proposed Scheduling Policy | 35 |
| 3 | PROPOSED METHOD | 38 |
| 3.1 | Reference System | 38 |
| 3.2 | A Generic QoS Management Model | 40 |
| 3.2.1 | Agent-based QoS Management Architecture | 40 |
| 3.2.2 | QoS Management Cycle | 43 |
| 3.2.3 | Analysis of End-to-End Application-level Communication | 45 |
| 3.2.4 | Advantages of Adaptive Application Beyond Best Effort System | 48 |
| 3.2.5 | QoS Management Functions | 48 |
| 3.3 | The QoS Management Functions: a Case Study | 54 |
| 3.3.1 | Transmission Rate Adaptation | 55 |
| 3.3.2 | Server Site QoS Management Functions | 55 |
| 3.3.3 | Client Site QoS Management Function | 60 |
| 3.4 | Incoming Request Scheduling | 61 |
| 3.4.1 | Reference Model | 62 |
| 3.4.2 | Mathematical Model | 63 |
| 3.5 | Mapping of Incoming Request Scheduling Problem | 66 |
| 3.5.1 | Definitions for a priority changing of an incoming request | 67 |
| 3.5.2 | Definitions for a Scheduling Algorithm | 69 |
| 3.5.3 | Evaluation of Server Site and Client Site Scheduling Algorithm | 72 |
| 3.5.4 | Evaluation of Conventional Scheduling Algorithm | 73 |
| 3.5.5 | The Proposed Approach - MCB | 79 |
| 4 | EXPERIMENTAL RESULTS | 82 |
| 4.1 | Transmission Rate Adaptation | 82 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.2 | Incoming Request Scheduling | 85 |
| 4.2.1 | The Simulation Model | 85 |
| 4.2.2 | Assumptions | 86 |
| 4.2.3 | Environment | 87 |
| 4.2.4 | Methodology | 87 |
| 4.3 | The Simulation Results | 89 |
| 4.3.1 | At Scheduling Level | 89 |
| 4.3.2 | At Performance Measurement Level | 113 |
| 4.3.3 | Discussion | 136 |
| 5 | CONCLUSION | 141 |
| | References | 145 |
| | Biography | 154 |

List of Tables

| | | |
|------|---|-----|
| 2.1 | Classification of applications and their QoS metrics by Gurijala and Molina [22]. | 16 |
| 2.2 | Samples of QoS metrics by Chen et al. [25]. | 17 |
| 2.3 | Sample of QoS metrics by Wood and Chatterjee [26]. | 18 |
| 2.4 | Comparison between the proposed QoS model and related works | 24 |
| 2.5 | Comparison between the considerate scheduling system and other related works. | 35 |
| 2.6 | Comparison between FIFO, EDF, SPT, Alpha, and MCB. | 37 |
| 4.1 | Scheduling result of medium loaded case without deadline | 90 |
| 4.2 | Scheduling result of heavily loaded case without deadline | 94 |
| 4.3 | Scheduling result of medium loaded case with deadline | 102 |
| 4.4 | Scheduling result of heavily loaded case with deadline | 106 |
| 4.5 | Performance result of medium loaded case without deadline | 115 |
| 4.6 | Performance result of heavily loaded case without deadline | 118 |
| 4.7 | Preference policy of medium loaded case without deadline | 123 |
| 4.8 | Preference policy of heavily loaded case without deadline | 124 |
| 4.9 | Performance result of medium loaded case with deadline | 126 |
| 4.10 | Performance result of heavily loaded case with deadline | 130 |
| 4.11 | Preference policy of medium loaded case with deadline | 134 |
| 4.12 | Preference policy of heavily loaded case with deadline | 135 |

List of Figures

| | | |
|-----|---|-----|
| 2.1 | Quality of service cycle. | 11 |
| 2.2 | Best effort web server's reference model | 28 |
| 3.1 | An instance of reference system. | 39 |
| 3.2 | Agent-based QoS management architecture. | 41 |
| 3.3 | QoS management cycle in the system. | 43 |
| 3.4 | Main components of the QoS management cycle. | 44 |
| 3.5 | Positive factor's acceptance level. | 51 |
| 3.6 | Negative factor acceptance level. | 52 |
| 3.7 | Incoming request scheduling reference model | 63 |
| 3.8 | Timeline of each request in the reference model | 63 |
| 4.1 | Average delay time and bandwidth variation | 83 |
| 4.2 | Average delay time and packet size variation | 83 |
| 4.3 | Average delay time and transmission distance variation | 84 |
| 4.4 | Average delay time and number of sliding window variation | 84 |
| 4.5 | Density of successful data for medium loaded case without deadline's data histogram | 98 |
| 4.6 | Density of successful data for heavily loaded case without deadline's data histogram | 98 |
| 4.7 | Average waiting time of medium and heavily loaded cases without deadline | 99 |
| 4.8 | Maximum waiting time of medium and heavily loaded cases without deadline | 100 |
| 4.9 | Standard deviation waiting time of medium and heavily loaded cases without deadline | 100 |

| | | |
|------|--|-----|
| 4.10 | Medium loaded cases without deadline's time consumption | 101 |
| 4.11 | Heavily loaded case without deadline's time consumption | 101 |
| 4.12 | Density of successful data for medium loaded case with deadline's data histogram | 110 |
| 4.13 | Density of successful data for heavily loaded case with deadline's data histogram | 110 |
| 4.14 | Average waiting time of medium and heavily loaded cases with deadline | 111 |
| 4.15 | Maximum waiting time of medium and heavily loaded cases with deadline | 112 |
| 4.16 | Standard deviation waiting time of medium and heavily loaded cases with deadline | 112 |
| 4.17 | Number of rejected request of medium and heavily loaded cases with deadline | 113 |
| 4.18 | Medium loaded case with deadline checking's time consumed | 113 |
| 4.19 | Heavily loaded case with deadline checking's time consumed | 114 |
| 4.20 | Performance measurement of medium loaded case without deadline . . . | 122 |
| 4.21 | Performance measurement of heavily loaded case without deadline . . . | 125 |
| 4.22 | Comparison of medium loaded and heavily loaded cases without dead- line's performance metrics | 125 |
| 4.23 | Performance measurement of medium loaded case with deadline | 136 |
| 4.24 | Performance measurement of heavily loaded case with deadline | 136 |
| 4.25 | Comparison of medium loaded and heavily loaded cases without dead- line's performance metrics | 137 |