

248599

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248599



การพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดคุณภาพการให้บริการสำหรับการใช้งาน VOIP

DEVELOPMENT OF A QUALITY OF SERVICE MEASUREMENT PROGRAM  
FOR VOICE OVER IP USAGE

ไพศาล ยंत्रรอด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัย

พ.ศ. 2554

๒๐๐๒๕๓๕๖๗



248599

## การพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดคุณภาพการให้บริการสำหรับการใช้งาน VoIP



ไพศาล ย้งรอด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2554

**Development of a Quality of Service Measurement Program  
for Voice over IP usage**

**Phaisan Youngrod**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Computer and Telecommunication Engineering  
Graduate School, Dhurakij Pundit University**

**2011**



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดคุณภาพการให้บริการสำหรับการใช้งาน VoIP

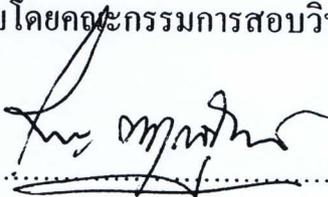
เสนอโดย ไพศาล ยังรอด

สาขา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม

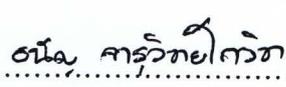
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์

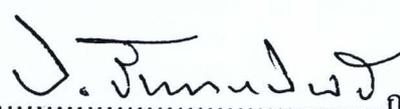
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร.ธนัญ จารุวิทย์โกวิท

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ พุดกันต์สุนันท์)

  
.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์)

  
.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(อาจารย์ ดร.ธนัญ จารุวิทย์โกวิท)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิดา จิตรน้อมรัตน์)

วันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2554

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดคุณภาพการให้บริการสำหรับการใช้งาน VoIP
ชื่อผู้เขียน	ไพศาล ย้งรอด
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ชัยพร เหมะภาคะพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.ธนัญ จารุวิทย์โกวิท
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

248599

ระบบโทรศัพท์ไอพี (Voice over IP: VoIP) เป็นรูปแบบที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่ารูปแบบอื่น แต่เนื่องจากเครือข่ายไอพีถูกออกแบบมาสำหรับการใช้งานกับข้อมูลที่หลากหลายรูปแบบทั้งภาพ เสียง และข้อมูลคำ จึงอาจมีปัญหาด้านคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service: QoS) ขณะใช้งาน VoIP โดยปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้วัดคุณภาพการให้บริการ VoIP นั้นมีราคาสูง ทำให้ผู้ให้บริการ VoIP รายเล็ก ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Service Provider) หรือผู้สนใจไม่สามารถซื้อมาใช้งานได้ งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่สามารถตรวจวัดคุณภาพการให้บริการของ VoIP ที่สามารถใช้งานได้จริงขึ้นมา

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถวัดค่าความล่าช้าทางเวลา (delay) ค่าความแปรผันของความล่าช้าทางเวลา (jitter) และข้อมูลที่สูญหายในเครือข่าย (packet loss) โดยใช้ Visual Basic 6 ในการพัฒนา เมื่อได้ข้อมูลจากการวัดดังกล่าวครบถ้วน โปรแกรมที่พัฒนาจะคำนวณหาค่าคุณภาพการให้บริการให้โดยอัตโนมัติ โดยคุณภาพการให้บริการจะวัดในรูปแบบของ MOS (Mean Opinion Score) งานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบผลของ MOS ที่วัดได้กับเครื่องมือวัดของ JDSU รุ่น HST 3000 ตามหลักสถิติด้วยวิธีการทดสอบสมมุติฐาน ภายใต้สภาพแวดล้อมเครือข่ายการทดสอบที่จำลองขึ้นมา ผลการเปรียบเทียบค่าทั้งสองส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% นอกจากนี้โปรแกรมที่พัฒนายังสามารถคำนวณหาจำนวนผู้ใช้งาน VoIP ที่ระบบสามารถรองรับได้โดยมีคุณภาพการให้บริการอยู่ในเกณฑ์ดี

Thesis Title	Development of a Quality of Service Measurement Program for Voice over IP usage
Author	Phaisan Youngrod
Thesis Advisor	Chiyaporn Khemapatapan, Ph.D
Co-Thesis Advisor	Tanun Jaruvitayakovit, Ph.D
Department	Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year	2010

### ABSTRACT

248599

VoIP technology is currently popular due to its cost effective solution. Normally, Internet Protocol (IP) is designed for delivery of multimedia traffic i.e. video, voice and data. As the result, the user VoIP may face the Quality of Service (QoS) problem. Moreover, VoIP QoS measurement tool is very costly. So, it quite difficult for small scale VoIP operators or Internet Service Providers (ISP) or interested people to own the measurement tool. This research is aim to design and develop a program that can measure VoIP QoS in the real environment.

The developed program can measure time delay, delay jitter and packet loss in the computer network using Visual Basic 6 as the development tool. The measured variables are used to calculate the QoS parameter. This paper uses Mean Opinion Score (MOS) as the QoS parameter. The calculated MOS is statistically compared with the test tool model HST3000 from JDSU. The proof was done by Hypothesis test under a simulated network scenario. Comparison results show that both values are not significantly different at 95% confident interval. In addition, the developed program can calculate the concurrent VoIP users that a system can supported with good quality of service.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.ชนัญ จารุวิทย์โกวิท อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำแนะนำให้คำปรึกษา ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และเอาใจใส่นักศึกษาเสมอมา

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ไพบุลย์ พงษ์สุนันท์ และ อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยดำเนินเรื่องต่างๆ ให้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมรุ่นทุกๆ คนที่คอยช่วยเหลือมาตลอด

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ตลอดจนคนในครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาการศึกษาจนสำเร็จการศึกษา

ไพศาล ย้งรอด

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ไอพี.....	4
2.2 โพรโตคอลที่เกี่ยวข้องกับ VoIP.....	7
2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Voice Codec.....	16
2.4 คุณภาพการให้บริการ (QoS) ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพเสียง.....	16
2.5 วิธีการวัดคุณภาพเสียงจากเครือข่ายไอพี.....	19
2.6 ประเภทการใช้ VoIP ตาม OSI Layer.....	22
2.7 วิธีการปรับปรุงคุณภาพเสียงบนเครือข่ายไอพี.....	26
2.8 Visual Basic.....	30
2.9 โปรแกรม iperf.....	31
2.10 คำสั่ง Ping.....	32

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง(ต่อ).....	
2.11 การตรวจสอบและการยอมรับของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น.....	33
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	38
3.1 แนวทางการวิจัยและพัฒนา.....	38
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	39
3.3 แผนการดำเนินงาน.....	40
3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน.....	41
4. การทดสอบระบบ.....	55
4.1 วิธีการทดสอบโปรแกรมโดยการวัดค่า MOS.....	55
4.2 การทดสอบสมมติฐาน.....	63
4.3 วิธีการทดสอบโปรแกรมโดยการวัดค่า Concurrent User.....	71
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	76
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	76
5.2 ข้อจำกัดของระบบ.....	77
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	77
บรรณานุกรม.....	78
ประวัติผู้เขียน.....	83

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง H.323 โพรโตคอลกับ SIP โพรโตคอล.....	15
2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของการแปลงสัญญาณเสียงของมาตรฐานต่างๆ.....	16
2.3 ชั้นของ OSI Layer กับ โพรโตคอลที่เกี่ยวข้องกับ VoIP.....	22
2.4 แสดงแบนด์วิดท์สำหรับตัวเข้า/ถอดรหัสแต่ละชนิดบน Ethernet.....	25
2.5 ข้อเท็จจริงกับการตัดสินใจ.....	34
2.6 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
3.1 แผนการดำเนินงาน.....	40
3.2 การเปรียบเทียบค่า MOS Score กับค่า R-factor.....	49
3.3 ค่าแบนด์วิดท์โดยรวมของ CODEC ต่างๆ ในการเชื่อมต่อแบบ Ethernet.....	53
4.1 เปรียบเทียบ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมากับเครื่องมือวัด JDSU โดยใช้ CODEC G.711	57
4.2 เปรียบเทียบ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมากับเครื่องมือวัด JDSU โดยใช้ CODEC G.729	58
4.3 เปรียบเทียบ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมากับเครื่องมือวัด JDSU โดยใช้ CODEC GSM	60
4.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Average) ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้ CODEC G.711.....	61
4.5 เปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Stdev) ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้ CODEC G.711	61
4.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Average) ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้ CODEC G.729.....	62
4.7 เปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Stdev) ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้ CODEC G.729	62
4.8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Average) ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้ CODEC GSM.....	62
4.9 เปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Stdev) ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้ CODEC GSM	62
4.10 สรุปผลการคำนวณในการหาค่าการทดสอบสมมติฐานของ โปรแกรมที่พัฒนา.....	70
4.11 ค่า MOS เมื่อจำนวน Call Session เพิ่มขึ้นในเครือข่ายที่ไม่มี background traffic...	72
4.12 ค่า MOS เมื่อจำนวน Call Session เพิ่มขึ้นในเครือข่ายที่มี background traffic เต็ม	74

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในเครือข่ายการส่งสัญญาณเสียงบนไอพี.....	4
2.2 การสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์.....	6
2.3 การสื่อสารแบบโทรศัพท์กับโทรศัพท์.....	7
2.4 แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโครงข่าย H.323.....	8
2.5 แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโครงข่ายโปรโตคอล SIP.....	10
2.6 สถาปัตยกรรมของ SIP.....	11
2.7 รูปตัวอย่างการเกิด Jitter delay.....	18
2.8 ระดับคุณภาพของสัญญาณเสียงเปรียบเทียบในเชิงปริมาณ ทราฟฟิก ที่สูญหายกับ ความล่าช้าของสัญญาณในการส่งผ่านเครือข่ายไอพี.....	18
2.9 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง R- Factor กับ MOS Score.....	22
2.10 รูปแบบของแพ็กเก็ต VoIP.....	23
2.11 รูปแบบของแพ็กเก็ต VoIP ที่ใช้ CODEC G.711.....	24
2.12 รูปแบบของแพ็กเก็ต VoIP ที่ใช้ CODEC G.729.....	24
2.13 รูปแบบของแพ็กเก็ต VoIP ที่ใช้ CODEC GSM.....	24
2.14 การจัดแถวคอยแบบ First in First Out.....	28
2.15 การจัดแถวคอยแบบ Weighted Fair Queuing.....	28
2.16 การจัดแถวคอยแบบ Priority Queuing.....	29
2.17 การจัดแถวคอยแบบ Custom Queuing.....	29
3.1 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมในการคำนวณหาค่า MOS.....	41
3.2 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมในการคำนวณหาค่า Concurrent User.....	43
3.3 ลักษณะจอภาพของโปรแกรม.....	44
3.4 ตัวอย่างรูป Property ของ Calculate Mode.....	46

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 ลักษณะของรูปแบบคำสั่งบน Object ที่ชื่อว่า Server.....	47
3.6 ตัวอย่างของคำสั่งในการคำนวณหา Concurrent User.....	48
3.7 ลักษณะของเครือข่ายที่ใช้ในการทดสอบ.....	54
4.1 ลักษณะการใช้โปรแกรมที่พัฒนาวัดหาค่า MOS จากเครือข่ายจำลอง.....	56
4.2 เครื่องมือวัดของ JDSU รุ่น HST 3000.....	56
4.3 ลักษณะการใช้โปรแกรมที่พัฒนาวัดหาค่า Concurrent User จากเครือข่ายจำลอง....	71
4.4 โปรแกรมแสดงจำนวน Concurrent User ที่วัดได้ในเครือข่าย.....	72
4.5 ค่า MOS เมื่อมีจำนวน Session Call เพิ่มขึ้นกรณีที่ไม่มี background traffic.....	73
4.6 ค่า MOS เมื่อมีจำนวน Session Call เพิ่มขึ้นกรณีที่มี background traffic 100%.....	74
4.7 ลักษณะการทดสอบ Concurrent User จากเครือข่ายที่จำลอง.....	75