

การประเมินค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ VoIP บนโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่น
ในการทำงานระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP



นาย สมกิต จรุงวงศ์นิรมล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-4534-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PERFORMANCE EVALUATION OF VOIP CALL INITIATION OVER LOCAL AREA NETWORK
IN H.323-SIP PROTOCOL INTERWORKING

Mr. Somkid Charoonwongniramol

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-17-4534-6

481909

สมคิด จรุงวงศ์นิรมล : การประเมินค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ VoIP บน
โครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นในการทำงานระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP.
(PERFORMANCE EVALUATION OF VOIP CALL INITIATION OVER LOCAL
AREA NETWORK IN H.323-SIP PROTOCOL INTERWORKING) อ. ที่ปรึกษา: รศ.
ดร.วาทิต เบญจพลกุล, 77 หน้า. ISBN 974-17-4534-6.

Internet telephony คือ การส่งเสียงผ่านบนอินเทอร์เน็ตโพรโทคอล หรือว่าที่เรียกกันว่า VoIP ซึ่งปัจจุบันมีมาตรฐานของโพรโทคอลการสัญญาณและการควบคุมการเรียกของ VoIP อยู่ 2 มาตรฐาน ได้แก่ H.323 ซึ่งพัฒนาโดย ITU (International Telecommunications Union) และ SIP (Session Initial Protocol) ซึ่งพัฒนาโดย IETF (Internet Engineering Task Force) ทั้งสองมาตรฐานมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน โดย H.323 เป็นโพรโทคอลการสัญญาณที่มีรูปแบบข้อมูลเป็นไบนารีและครอบคลุมโพรโทคอลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการสื่อสารพหุสื่อ บนโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นของ ITU ส่วน SIP เป็นโพรโทคอลการสัญญาณที่มีรูปแบบเป็น ตัวอักษร ใช้การร้องขอและการตอบสนองในการติดต่อ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับอินเทอร์เน็ตโพรโทคอล เช่น โพรโทคอล HTTP

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการประเมินค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ VoIP บนโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นในการทำงานระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP เพื่อที่จะเชื่อมต่อการเรียกระหว่างอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ไปยัง SIP User Agent และในทางกลับกัน โดยค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ VoIP ในการทำงานระหว่าง H.323 และ SIP จะพิจารณาจากค่าหน่วงเวลาในการเซตอัปการเรียกและค่าหน่วงเวลาในการเซตอัปการเรียกจะกำหนดจากช่วงเวลาตั้งแต่ผู้เรียกเริ่มต้นการเรียกจนกระทั่งสิ้นสุดการเชื่อมต่อการทำงานระหว่าง H.323 และ SIP

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2548.....

4570576221 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: VOIP, SESSION INITIATION PROTOCOL (SIP), H.323, INTERWORKING

SOMKID CHAROONWONGNIRAMOL : PERFORMANCE EVALUATION OF VOIP CALL INITIATION OVER LOCAL AREA NETWORK IN H.323-SIP PROTOCOL INTERWORKING. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. WATIT BENJAPOLKUL, 77 pp. ISBN 974-17-4534-6.

Internet telephony, also known as Voice over Internet Protocol (VoIP), currently have two standard for signaling and control of Internet telephone calls. first, H.323 developed by ITU (International Telecommunications Union) and SIP (Session Initial Protocol) developed by IETF (Internet Engineering Task Force). Their advantages and disadvantages then are compared. H.323 is binary based signaling and umbrella recommendation from the ITU that sets standards for multimedia communications over LANs. SIP is text-based request-response architecture similar to other internet protocol such as HTTP.

In this thesis, performance evaluation of VoIP call initiation over local area network in H.323-SIP protocol interworking has been proposed in order to communicate a call from an H.323 terminal to a SIP user agent and vice versa. Performance evaluation of VoIP call initiation in term of call setup delay has been considered. Call setup delay is defined by the interval time between the beginning of call and the end of H.323-SIP interworking

Department Electrical Engineering

Student's signature

[Handwritten signature]

Field of study Electrical Engineering

Advisor's signature

[Handwritten signature]

Academic year 2005

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย ตลอดจนความเมตตา และเอาใจใส่ต่อผู้ทำวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาและ ทุน AUN/SEED-Net Collaborative Research Project ที่ได้เอื้อเพื่อให้ใช้คอมพิวเตอร์ในงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้กำเนิด ครอบครัวที่มีความรัก ความอบอุ่น และกำลังใจแก่ผู้วิจัยในทุก ๆ ด้านเสมอมา

ขอขอบใจเพื่อนๆทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในการให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำและ กำลังใจที่ดีเสมอมา ขอบใจคุณก้อยที่เป็นพุดชกนำเราวงการไดอารี่ ขอบใจตาที่ช่วยให้คำปรึกษา และช่วยทำ PPT ขอบใจน้องโบว์ที่ให้คำแนะนำเกี่ยว TCP และ UDP ขอบใจคุณกราชที่นั่งทำงานด้วยกันข้างๆ คุณดูดีช่วยตรวจเล่ม พี่เต้ พี่เอก มิงค์ ไก่ น้องโอ ที่ช่วยกันอ่านไดอารี่ ฟังบนเรื่องงาน วิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณญาติที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมจาวา สุดท้ายขอขอบคุณห้อง แลปที่ใช้ทำงาน จนกระทั่งวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฅ |
| สารบัญภาพ..... | ฎ |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 แนวทางของวิทยานิพนธ์..... | 3 |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์..... | 3 |
| 1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์..... | 3 |
| 1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ..... | 3 |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 4 |
| 1.7 ประมวลวิทยานิพนธ์..... | 4 |
| 2. ความรู้พื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... | 6 |
| 2.1 H.323..... | 6 |
| 2.1.1 สถาปัตยกรรมของ H.323..... | 7 |
| 2.1.2 เอนทิตีและหน้าที่การทำงานเอนทิตีของ H.323..... | 8 |
| 2.1.2.1 อุปกรณ์ปลายทาง..... | 9 |
| 2.1.2.2 เกตเวย์..... | 10 |
| 2.1.2.3 Gatekeeper..... | 11 |
| 2.1.2.4 หน่วยควบคุมแบบหลายจุด..... | 11 |
| 2.1.3 ตัวอย่างการเรียกของ H.323..... | 11 |
| 2.1.3.1 การเรียกธรรมดา..... | 11 |
| 2.1.3.2 การเรียกแบบ fast-connect..... | 13 |
| 2.1.4 Q.931..... | 14 |
| 2.1.5 H.225..... | 15 |

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1.5.1 H.225.0/RAS..... | 15 |
| 2.1.5.2 H.225.0 Call control signaling..... | 16 |
| 2.1.6 H.245..... | 16 |
| 2.2 SIP..... | 17 |
| 2.2.1 สถาปัตยกรรมของ SIP..... | 17 |
| 2.2.2 ตัวอย่างการเรียกของ SIP..... | 19 |
| 2.2.3 ข้อความ SIP..... | 20 |
| 2.2.4 วิธีการ..... | 22 |
| 2.2.5 รหัสตอบสนอง..... | 22 |
| 2.2.6 SIP เฮดเดอร์..... | 22 |
| 2.2.7 เลขที่อยู่ไอพีของ SIP..... | 23 |
| 2.3 SDP..... | 23 |
| 2.4 การเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP โดยใช้ SIP/H.323 Signaling Gateway (SIP323)..... | 24 |
| 2.4.1 คุณสมบัติ SIP323..... | 25 |
| 2.4.2 หลักการทำงาน..... | 25 |
| 3. การประเมินค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของวอยซ์โอเวอร์ไอพีบนโครงข่ายท้องถิ่น ในการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP ที่นำเสนอ..... | 29 |
| 3.1 โปรแกรมจำลองอุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 29 |
| 3.1.1 การเรียกธรรมดา..... | 29 |
| 3.1.2 การเรียกแบบ fast-connect..... | 31 |
| 3.2 โปรแกรมจำลอง SIP User Agent..... | 32 |
| 3.3 การเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP บน โครงข่ายท้องถิ่นที่นำเสนอ..... | 33 |
| 3.3.1 ขั้นตอนการเรียกจาก SIP ไปยัง H.323..... | 34 |
| 3.3.2 ขั้นตอนการเรียกจาก H.323 ไปยัง SIP..... | 35 |
| 3.4 ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของวอยซ์โอเวอร์ไอพี..... | 39 |
| 3.4.1 ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ H.323..... | 39 |
| 3.4.2 ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ SIP..... | 41 |

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 4. ผลการทดสอบและวิเคราะห์..... | 43 |
| 4.1 พารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการทดสอบการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างโปรแกรมจำลอง อุปกรณ์ปลายทาง H.323 และโปรแกรมจำลอง SIP User Agent..... | 43 |
| 4.1.1 พารามิเตอร์ของโปรแกรมจำลองอุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 43 |
| 4.1.2 พารามิเตอร์ของโปรแกรมจำลอง SIP User Agent..... | 43 |
| 4.2 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อในการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP โดยใช้ SIPAgent และ H323 Agent..... | 44 |
| 4.2.1 คุณสมบัติของการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP ที่นำเสนอ..... | 44 |
| 4.2.2 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP บนโครงข่ายท้องถิ่นที่นำเสนอ..... | 44 |
| 4.3 ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่าง โพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP บนโครงข่ายท้องถิ่นที่นำเสนอ..... | 66 |
| 5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... | 73 |
| 5.1 บทสรุป..... | 73 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ..... | 73 |
| รายการอ้างอิง..... | 75 |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... | 77 |

สารบัญตาราง

| ตารางประกอบ | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 1.1 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง H.323 และ SIP..... | 2 |
| ตารางที่ 2.1 ชนิดของ Payload สัญญาณเสียงและวิดีโอ RTP/AVP..... | 25 |

สารบัญภาพ

| ภาพประกอบ | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของ H.323..... | 7 |
| รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของโครงข่าย H.323..... | 9 |
| รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการเรียกและสิ้นสุดของ H.323 การเรียกธรรมดา..... | 12 |
| รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการเรียกและสิ้นสุดของ H.323 การเรียกแบบ fast-connect..... | 14 |
| รูปที่ 2.5 โครงสร้างของ Q.931..... | 15 |
| รูปที่ 2.6 สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบของ SIP..... | 19 |
| รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการเรียกและสิ้นสุดของ SIP..... | 20 |
| รูปที่ 2.8 ตัวอย่างข้อความร้องขอของ SIP..... | 21 |
| รูปที่ 2.9 ตัวอย่างข้อความตอบสนองของ SIP..... | 21 |
| รูปที่ 2.10 ตัวอย่างข้อความ SDP..... | 24 |
| รูปที่ 2.11 การเรียกจาก SIP ไปยัง H.323 ซึ่ง H.323 ใช้การเรียกธรรมดา..... | 27 |
| รูปที่ 2.12 การเรียกจาก H.323 ไปยัง SIP ซึ่ง H.323 ใช้การเรียกธรรมดา..... | 28 |
| รูปที่ 3.1 กลุ่มข้อมูลที่เฝ้าตรวจจากโปรแกรม MyPhone โดยใช้ในการเรียกธรรมดา..... | 30 |
| รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเรียกธรรมดาของโปรแกรม MyPhone..... | 30 |
| รูปที่ 3.3 กลุ่มข้อมูลที่เฝ้าตรวจจากโปรแกรม MyPhone โดยใช้ในการเรียกแบบ fast-connect..... | 31 |
| รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการเรียกแบบ fast-connect ของโปรแกรม MyPhone..... | 32 |
| รูปที่ 3.5 กลุ่มข้อมูลที่เฝ้าตรวจจากโปรแกรมลูกข่าย SIP User Agent..... | 32 |
| รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการเรียกของ SIP User Agent | 33 |
| รูปที่ 3.7 รูปแบบข้อมูลที่รับและส่งระหว่าง H323Agent และ SIPAgent..... | 34 |
| รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการเชื่อมต่อการทำงานจาก SIP ไปยัง H.323 ที่นำเสนอ..... | 36 |
| รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการเชื่อมต่อการทำงานจาก H.323 ไปยัง SIP ที่นำเสนอ..... | 38 |
| รูปที่ 3.10 เวลาในการส่งข้อความของ H.323 เมื่อใช้ในการเรียกธรรมดา..... | 39 |
| รูปที่ 3.11 เวลาที่ใช้ในการส่งแต่ละข้อความเมื่อ H.323 ใช้การเรียกธรรมดา..... | 40 |
| รูปที่ 3.12 เวลาในการส่งข้อความของ H.323 เมื่อใช้ในการเรียกแบบ fast-connect..... | 40 |
| รูปที่ 3.13 เวลาที่ใช้ในการส่งแต่ละข้อความเมื่อ H.323 ใช้การเรียกแบบ fast-connect | 41 |
| รูปที่ 3.14 เวลาในการส่งข้อความของ SIP..... | 42 |
| รูปที่ 3.15 เวลาที่ใช้ในการส่งแต่ละข้อความของ SIP..... | 42 |

ภาพประกอบ

หน้า

| | | |
|-------------|---|----|
| รูปที่ 4.1 | ขั้นตอนการเชื่อมต่อการเรียกจาก SIP ไปยัง H.323 โดย H.323 ใช้วิธีเรียกธรรมดา..... | 45 |
| รูปที่ 4.2 | ข้อความ INVITE ที่ SIP User Agent ส่งไปยัง SIPAgent..... | 46 |
| รูปที่ 4.3 | ข้อความ 180 Ringing ที่ SIPAgent ส่งไปยัง SIP User Agent..... | 47 |
| รูปที่ 4.4 | ข้อความที่ SIPAgent ส่งไปยัง H323Agent..... | 47 |
| รูปที่ 4.5 | ข้อความ setup terminalCapabilitySet masterSlaveDetermination ที่ H323Agent ส่งไปยังอุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 47 |
| รูปที่ 4.6 | ข้อความ callProceeding ที่ H323Agent ได้รับจากอุปกรณ์ปลายทาง H.323 | 48 |
| รูปที่ 4.7 | ข้อความ alerting terminalCapabilitySet terminalCapabilitySetAck masterSlaveDeterminationAck ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 48 |
| รูปที่ 4.8 | ข้อความ empty terminalCapabilitySetAck masterSlaveDeterminationAck ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323 | 49 |
| รูปที่ 4.9 | ข้อความ empty roundTripDelayRequest ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 49 |
| รูปที่ 4.10 | ข้อความ empty roundTripDelayResponse ที่ H323Agent ส่งไปยัง อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 49 |
| รูปที่ 4.11 | ข้อความ connect ที่ H323Agent ได้รับจากอุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 50 |
| รูปที่ 4.12 | ข้อความ empty openLogicalChannel ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 50 |
| รูปที่ 4.13 | ข้อความ empty openLogicalChannel ที่ H323Agent ส่งไปยัง อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 50 |
| รูปที่ 4.14 | ข้อความ empty openLogicalChannelAck ที่ H323Agent ส่งไปยัง อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 50 |
| รูปที่ 4.15 | ข้อความ empty openLogicalChannelAck ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 51 |
| รูปที่ 4.16 | ข้อมูลที่ H323Agent ส่งไปยัง SIPAgent..... | 51 |
| รูปที่ 4.17 | ข้อความ 200 OK ที่ SIPAgent ส่งไปยัง SIP User Agent..... | 51 |

| | ๗ |
|--|------|
| ภาพประกอบ | หน้า |
| รูปที่ 4.18 ข้อความ ACK ที่ SIPAgent ได้รับจาก SIP User Agent..... | 52 |
| รูปที่ 4.19 ขั้นตอนการเชื่อมต่อการเรียกจาก H.323 ไปยัง SIP โดย H.323 ใช้วิธีเรียกธรรมดา..... | 53 |
| รูปที่ 4.20 ข้อความ setup terminalCapabilitySet masterSlaveDetermination ที่ H323Agent ได้รับจากอุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 54 |
| รูปที่ 4.21 ข้อความที่ H323Agent ส่งไปยัง SIPAgent..... | 54 |
| รูปที่ 4.22 ข้อความ INVITE ที่ SIPAgent ส่งไปยัง SIP User Agent..... | 55 |
| รูปที่ 4.23 ข้อความ 180 Ringing ที่ SIPAgent ได้รับจาก SIP User Agent..... | 55 |
| รูปที่ 4.24 ข้อความ 200 OK ที่ SIPAgent ได้รับจาก SIP User Agent..... | 55 |
| รูปที่ 4.25 ข้อความที่ SIPAgent ส่งไปยัง H323Agent..... | 56 |
| รูปที่ 4.26 ข้อความ callProceeding ที่ H323Agent ส่งไปยังอุปกรณ์ปลายทาง H.323... | 56 |
| รูปที่ 4.27 ข้อความ alerting terminalCapabilitySet terminalCapabilitySetAck masterSlaveDeterminationAck ที่ H323Agent ส่งไปยัง อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 56 |
| รูปที่ 4.28 ข้อความ empty terminalCapabilitySetAck masterSlaveDeterminationAck ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 57 |
| รูปที่ 4.29 ข้อความ empty roundTripDelayRequest ที่ H323Agent ส่งไปยัง อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 57 |
| รูปที่ 4.30 ข้อความ empty roundTripDelayResponse ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 57 |
| รูปที่ 4.31 ข้อความ connect ที่ H323Agent ส่งไปยังอุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 58 |
| รูปที่ 4.32 ข้อความ empty openLogicalChannel ที่ H323Agent ส่งไปยัง อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 58 |
| รูปที่ 4.33 ข้อความ empty openLogicalChannel ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 58 |
| รูปที่ 4.34 ข้อความ empty openLogicalChannelAck ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 58 |

ภาพประกอบ

หน้า

| | | |
|-------------|--|----|
| รูปที่ 4.35 | ข้อความ empty openLogicalChannelAck ที่ H323Agent ส่งไปยัง อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 59 |
| รูปที่ 4.36 | ข้อความที่ H323Agent ส่งไป SIPAgent..... | 59 |
| รูปที่ 4.37 | ข้อความ ACK ที่ SIPAgent ส่งไปยัง SIP User Agent..... | 59 |
| รูปที่ 4.38 | ขั้นตอนการเชื่อมต่อการเรียกจาก SIP ไปยัง H.323 โดย H.323 ใช้วิธีเรียกแบบ fast-connect..... | 60 |
| รูปที่ 4.39 | ข้อความ setup openLogicalChannel ที่ H323Agent ส่งไปยัง อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 61 |
| รูปที่ 4.40 | ข้อความ connect openLogicalChannel ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 62 |
| รูปที่ 4.41 | ขั้นตอนการเชื่อมต่อการเรียกจาก H.323 ไปยัง SIP โดย H.323 ใช้วิธีเรียกแบบ fast-connect..... | 62 |
| รูปที่ 4.42 | ข้อความ setup openLogicalChannel ที่ H323Agent ได้รับจาก อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 63 |
| รูปที่ 4.43 | ข้อมูลที่ H323Agent ส่งไปยัง SIPAgent..... | 63 |
| รูปที่ 4.44 | ข้อความ INVITE ที่ SIPAgent ส่งไปยัง SIP User Agent | 64 |
| รูปที่ 4.45 | ข้อความ 180 Ringing ที่ SIPAgent ได้รับจาก SIP User Agent..... | 64 |
| รูปที่ 4.46 | ข้อความ 200 OK ที่ SIPAgent ได้รับจาก SIP User Agent..... | 64 |
| รูปที่ 4.47 | ข้อมูลที่ SIPAgent ส่งไปยัง H323Agent..... | 65 |
| รูปที่ 4.48 | ข้อความ connect openLogicalChannel ที่ H323Agent ส่งไปยัง อุปกรณ์ปลายทาง H.323..... | 65 |
| รูปที่ 4.49 | ข้อมูลที่ H323Agent ส่งไป SIPAgent..... | 65 |
| รูปที่ 4.50 | ข้อความ ACK ที่ SIPAgent ส่งไปยัง SIP User Agent..... | 66 |
| รูปที่ 4.51 | ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกจาก SIP ไปยัง H.323 เมื่อ H.323 ใช้การเรียกธรรมดา..... | 67 |
| รูปที่ 4.52 | ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกจาก H.323 ไปยัง SIP เมื่อ H.323 ใช้การเรียกธรรมดา..... | 68 |
| รูปที่ 4.53 | ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกจาก SIP ไปยัง H.323 เมื่อ H.323 ใช้การเรียกแบบ fast-connect..... | 69 |

ภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 4.54 ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกจาก H.323 ไปยัง SIP เมื่อ H.323

ใช้การเรียกแบบ fast-connect..... 71