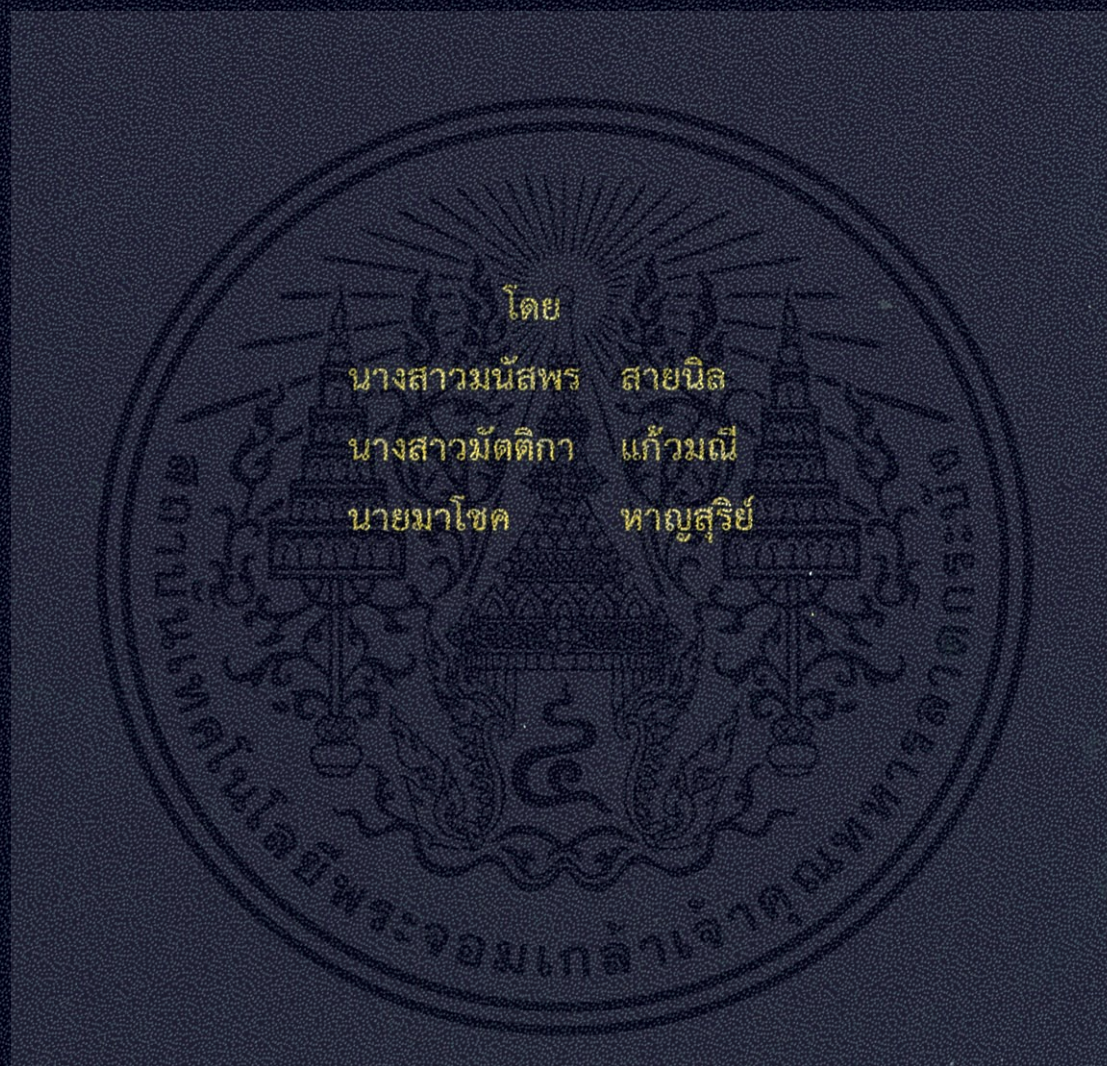


ระบบประชุมภาพทางไกลบน ASTERISK แบบพร้อมใช้งาน
READY SET VIDEO CONFERENCE VIA ASTERISK SYSTEM



โดย

นางสาวนันทพร สายนิล

นางสาวมัตติกา แก้วมณี

นายมาโชค ทาญสุริย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

ระบบประชุมภาพทางไกลบน ASTERISK แบบพร้อมใช้งาน
READY SET VIDEO CONFERENCE VIA ASTERISK SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบประชุมภาพทางไกลบน ASTERISK แบบพร้อมใช้งาน
READY SET VIDEO CONFERENCE VIA ASTERISK SYSTEM

โดย

นางสาวมนัสพร	สายนิล	52010943
นางสาวมัตติกา	แก้วมณี	52010948
นายมาโชค	หาญสุริย์	52010950

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร. นภัทร สระเอี่ยม

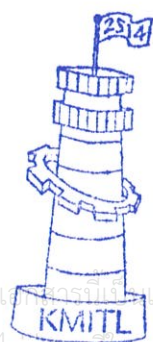
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

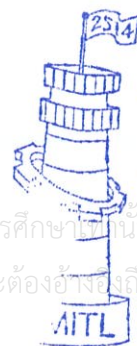
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555



ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(*[Signature]*)
.....
อาจารย์ที่ปรึกษา
26 / 02 / 56



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(*[Signature]*)
.....
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
20 / 2 / 56

ปริญญาโทปีการศึกษา 2555

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบประชุมภาพทางไกลบน ASTERISK แบบพร้อมใช้งาน

READY SET VIDEO CONFERENCE VIA ASTERISK SYSTEM

ผู้จัดทำ

- | | |
|---------------------------|----------|
| 1. นางสาว มนัสพร สายนิล | 52010943 |
| 2. นางสาว มัตติกา แก้วมณี | 52010948 |
| 3. นาย มาโชค หาญสุริย์ | 52010950 |


.....
(ผศ.ดร. นภัทร สระเอี่ยม)

อาจารย์ที่ปรึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาจากท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัทร สระเอี่ยม ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทได้เป็นที่ปรึกษาและแนะนำวิธีแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังให้ความรู้ในด้านวิชาการและการทำงาน รวมทั้งตักเตือนในสิ่งที่ไม่เหมาะสม คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คณะผู้จัดทำโครงการนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ถ่ายทอดความรู้ ความสามารถ ให้คำปรึกษาและแนะนำในสิ่งที่ถูกต้องมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง ทำให้กลุ่มคณะผู้จัดทำสามารถทำปริญญาโทนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากโครงการฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวมนัสพร สายนิล
นางสาวมัตติกา แก้วมณี
นายมาโชค หาญสุรีย์
ผู้จัดทำ

ระบบประชุมภาพทางไกลบน ASTERISK แบบพร้อมใช้งาน
READY SET VIDEO CONFERENCE VIA ASTERISK SYSTEM

โดย นางสาวมนัสพร สายนิล	52010943
นางสาวมัตติกา แก้วมณี	52010948
นายมาโชค หาญสุรีย์	52010950

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.นภัทร สระเอี่ยม

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการพัฒนาและเพิ่มความสามารถของระบบโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือที่เรียกว่า VoIP (Voice over Internet Protocol) โดยใช้ Open Source ชื่อ Asterisk ให้สามารถรับและส่งภาพ หรือประชุมภาพพร้อมกัน (Video Conference) นอกเหนือจากที่ใช้ติดต่อสื่อสารระบบเสียงทั่วไป โดยพัฒนาในส่วนการเชื่อมต่อผู้ใช้ให้สามารถใช้ระบบเป็น Video Server ได้ และทำการประยุกต์ให้เป็นลักษณะซอฟต์แวร์พร้อมใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถติดตั้งและเปิดใช้งานระบบสื่อสารด้วยเสียงและภาพได้เองโดยไม่ยุ่งยาก

ABSTRACT

This thesis aims to develop and enhance the ability of the system over the Internet. Also known as VoIP (Voice over Internet Protocol). By using Open Source name Asterisk, It can send and receive pictures or Video Conference. In addition to general voice communication systems by the development of the connection to be able to use the Video Server can be further applied to the software available, so that users can install and activate your voice and image.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1	1
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์	2
บทที่ 2	3
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 โมเดลมาตรฐาน OSI 7 Layer	3
2.1.1 Application Layer	3
2.1.2 Presentation Layer	3
2.1.3 Session Layer	3
2.1.4 Transport Layer	4
2.1.5 Network Layer	4
2.1.6 Data Link Layer	4
2.1.7 Physical Layer	4
2.2 โพรโตคอล TCP/IP	5
2.2.1 โพรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol)	6
2.2.2 โพรโตคอล UDP	8
2.2.3 โพรโตคอล RTMP (Real-Time Messaging Protocol)	10
2.2.4 โพรโตคอล IP (Internet Protocol)	10
2.2.5 โพรโตคอลในระดับชั้น Application	13
2.2.6 หมายเลขพอร์ต (Port Number)	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 เทคโนโลยี VoIP (Voice over Internet Protocol)	14
2.3.1 องค์ประกอบของเทคโนโลยี VoIP	14
2.3.2 หลักการทำงานของเทคโนโลยี VoIP	15
2.3.3 ข้อดีของเทคโนโลยี VoIP	15
2.4 มาตรฐานเสียงและภาพ	15
2.4.1 มาตรฐานการบีบอัดสัญญาณเสียง	15
2.4.2 มาตรฐานการบีบอัดข้อมูลภาพ	16
2.4.3 มาตรฐานการรับส่งข้อมูล	16
2.5 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลควบคุม	20
2.5.1 โพรโทคอล SIP (Session Initiation Protocol)	20
2.5.2 องค์ประกอบสำคัญในระบบ SIP (SIP Component)	21
2.5.3 การทำงานของ SIP Server ในระบบ SIP Protocol	23
2.5.4 SIP Address	25
2.5.5 สัญญาณ SIP	26
2.6 Apache	28
2.7 PHP (Personal Home Page)	28
2.8 MySQL	28
2.9 phpMyAdmin	28
2.10 โปรแกรม Asterisk	29
2.10.1 สถาปัตยกรรมของ Asterisk	29
2.10.2 ส่วนประกอบภายนอกของระบบโทรศัพท์ Asterisk	30
2.10.3 ส่วนประกอบภายในของระบบโทรศัพท์ Asterisk	31
2.11 FXS และ FXO	31
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญาบัตร	33
3.1 การออกแบบ	33
3.1.1 การออกแบบระบบ VoIP	33
3.1.2 การออกแบบการประชุมภาพทางไกล (Video Conference)	54
3.1.3 การจัดทำ Web Application	64
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	80

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	81
บทที่ 4 ผลการทดลอง	82
4.1 ผลการทดลองส่วนของ VoIP (Voice over Internet Protocol)	82
4.1.1 ผลการทดลองในส่วนของการติดต่อสื่อสาร	83
4.2 ผลการทดลองส่วนของการประชุมภาพร่วมกัน (Video Conference)	90
4.2.1 เข้าสู่หน้าแรกของการประชุมภาพร่วมกัน	90
4.2.2 ห้องสนทนา	91
4.2.3 สร้างห้องสนทนา	91
4.2.4 การประชุมภาพร่วมกัน	93
4.2.5 การรับอัตราเร็วการส่งข้อมูลประชุมภาพร่วมกัน	95
4.3 ผลการทดลองของส่วน Web Application	96
4.3.1 หน้าการเข้าสู่ระบบ (login)	96
4.3.2 หน้าหลักของเว็บไซต์	98
4.3.3 การตั้งค่าการเชื่อมต่อ Network	98
4.3.4 การตั้งค่าเสียงเพลงรอสาย	99
4.3.5 การตั้งค่าผู้ใช้งานภายใน	100
4.3.6 การกำหนดหมายเลขใหม่กรณีตั้งค่าหมายเลขภายในซ้ำกัน	101
4.3.7 แสดงข้อมูลของผู้ใช้งานภายใน	102
4.3.8 แสดงสมาชิกผู้ใช้งานภายในระบบ	103
4.3.9 แสดงข้อมูลการโทร	103
4.3.10 การเข้าใช้ Openmeetings ในการประชุมภาพ	104
4.3.11 การออกจากระบบ	105
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	106
5.1 สรุปผล	106
5.2 ข้อเสนอแนะ	107
บรรณานุกรม	108
ภาคผนวก	110

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	OSI Model ทั้ง 7 Layer	5
2.2	โครงสร้างของโปรโตคอล TCP/IP เมื่อเทียบกับมาตรฐาน OSI 7 Layer	6
2.3	โครงสร้างของ TCP Header	7
2.4	UDP Header	9
2.5	IP Header	12
2.6	บทบาทของ RTP ในการสื่อสารเสียงหรือวิดีโอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	17
2.7	โครงสร้างแพ็กเก็ตของ RTP	18
2.8	โครงสร้างของ RTP Header	18
2.9	องค์ประกอบสำคัญในระบบ SIP	21
2.10	การสร้างและสิ้นสุดช่วงเวลาสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่าย	22
2.11	การสร้างและสิ้นสุดช่วงเวลาสื่อสารโดยผ่านเครื่อง Server Proxy	24
2.12	การสร้างและสิ้นสุดช่วงเวลาสื่อสารโดยใช้เครื่อง Server Redirect	25
2.13	สถาปัตยกรรมของ Asterisk	30
3.1	บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมขั้นตอนการออกแบบระบบ	33
3.2	โครงสร้างไฟล์ของระบบโทรศัพท์ Asterisk ที่ถูกเก็บไว้ใน /etc/asterisk	35
3.3	การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ VoIP กับโครงข่าย PSTN	36
3.4	Asterisk Card รุ่น X100P	36
3.5	เช็คการเชื่อมต่อ Asterisk Card กับเครื่องคอมพิวเตอร์	37
3.6	รายละเอียดของพารามิเตอร์ในไฟล์ system.conf	38
3.7	รายละเอียดของพารามิเตอร์ในไฟล์ dahdi-channels.conf	39
3.8	การทดสอบ Asterisk Card ด้วยคำสั่ง dahdi_cfg -vv	40
3.9	การทดสอบ Asterisk Card ด้วยคำสั่ง dahdi_scan	40
3.10	ทดสอบการทำงานของ Asterisk Card ส่วนของภาค DSP (Digital Signal Processor)	41
3.11	คอนฟิกพารามิเตอร์ให้กับ Asterisk Card ในไฟล์ chan_dahdi.conf	42
3.12	การสร้าง SIP User Account ในไฟล์ sip.conf	43
3.13	ตัวอย่างการกำหนดค่า SIP User Account ให้กับโปรแกรม X-Lite	43
3.14	ไฟล์ชาร์ตการทำงานของระบบตอบรับอัตโนมัติ	46
3.15	ไฟล์ชาร์ตการทำงานของระบบตอบรับอัตโนมัติ (ต่อ)	47

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.16 การสร้าง Voice mail box	48
3.17 การคอนฟิกไฟล์ extensions.conf ให้ทำงาน Voice mail	48
3.18 การกำหนดรูปแบบการทำงานและระบุที่อยู่ที่ใช้เก็บไฟล์เสียง	49
3.19 การกำหนดให้ใช้เสียงเพลงรอสายหรือ dial tone	49
3.20 การระบุชื่อและที่อยู่ของไฟล์	50
3.21 การกำหนดเสียงเพลงรอสายให้กับการ์ด X100P	50
3.22 การทำงานประชุมสาย	51
3.23 การกำหนดหมายเลขห้องประชุม	51
3.24 การเพิ่มเบอร์ห้องประชุมในไฟล์ extensions.conf	52
3.25 การกำหนดคุณสมบัติให้รองรับการใช้งานวิดีโอคอล	52
3.26 การกำหนดคุณสมบัติ User Account สามารถที่จะใช้งานวิดีโอคอล	53
3.27 การตั้งค่าโปรแกรม Soft Phone X-Lite	53
3.28 การทดสอบวิดีโอคอลด้วยโปรแกรม X-Lite	54
3.29 หน้าต่างกรอกรหัสผ่านสำหรับผู้ใช้งาน root ของ MySQL	57
3.30 หน้าแสดงผลหลังจากติดตั้ง Openmeetings	61
3.31 การตั้งค่าเครื่องแม่ข่าย	62
3.32 หลังจากตั้งค่าเครื่องแม่ข่ายเรียบร้อยแล้ว	62
3.33 หน้าแรกของ Openmeetings	63
3.34 หน้าต่างกรอกข้อมูลเพื่อสมัครสมาชิกเข้าใช้งาน Openmeetings	64
3.35 เลือก Apache2	66
3.36 ทดสอบโดยใช้เบราว์เซอร์ และเปิด http://localhost/phpmyadmin	66
3.37 ข้อมูลในตาราง user	67
3.38 ข้อมูลในตาราง information	67
3.39 ข้อมูลในตาราง meetme	68
3.40 ข้อมูลในตาราง setnetwork	68
3.41 ข้อมูลในตาราง master	68
3.42 แผนผังของ Web Application	70
3.43 โฟลว์ชาร์ตของหน้าลงทะเบียนสมาชิก	71

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.44	71
3.45	73
3.46	74
3.47	75
3.48	77
3.49	78
3.50	79
3.51	79
3.52	80
4.1	82
4.2	83
4.3	83
4.4	84
4.5	85
4.6	86
4.7	86
4.8	88
4.9	89
4.10	90
4.11	91
4.12	92
4.13	93
4.14	94
4.15	95
4.16	96
4.17	97
4.18	97
4.19	98

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.20	การตั้งค่าการเชื่อมต่อ Network	99
4.21	การตั้งค่าเสียงเพลงรอสาย	100
4.22	การตั้งค่าผู้ใช้งานภายใน	101
4.23	การเตือนให้กำหนดหมายเลขใหม่	102
4.24	ข้อมูลของผู้ใช้งานภายใน	102
4.25	สมาชิกผู้ใช้งานภายในระบบ	103
4.26	ข้อมูลการโทร	104
4.27	วิธีการเข้าใช้ Openmeetings ในการประชุมภาพ	105
4.28	หลังจากทำการออกจากระบบ	105



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	หมายเลขพอร์ตของ UDP Server	9
2.2	การเปรียบเทียบ Codec แต่ละประเภท	16
2.3	เปรียบเทียบการทำงานระหว่าง Proxy Server และ Redirect Server	25



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอินเทอร์เน็ตได้มีการเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างรวดเร็ว และยังมีบทบาทอย่างมากต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็น การสื่อสาร การสืบค้นข้อมูล การส่งข้อมูล เป็นต้น ในแต่ละภาคส่วน แต่ละองค์กรต่างมีระบบเครือข่ายที่พร้อมเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต รวมถึงวิธีการสื่อสารแบบอื่นๆ เช่น ระบบโทรศัพท์ ซึ่งทำให้แต่ละองค์กรต้องเผชิญกับค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ทั้งการโทรในพื้นที่เดียวกันหรือโทรทางไกล แม้กระทั่งโทรไปต่างประเทศ โทรภายในองค์กรเองหรือโทรติดต่อกับหน่วยงานอื่น และยิ่งรวมไปถึงค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับระบบด้วย ดังนั้นอาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานและการบริการขององค์กรลดลง

จากปัญหาที่เกิดขึ้นและการใช้งานอย่างกว้างขวางขึ้นของอินเทอร์เน็ต การประยุกต์แบบใหม่ๆบนอินเทอร์เน็ตจึงได้ถูกพัฒนา ทำให้องค์กรต่างๆ ได้นำการสื่อสารรูปแบบใหม่ๆมาใช้มากขึ้น โดยเทคโนโลยีที่น่าสนใจตอนนี้ก็คือ โทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือ Voice over Internet Protocol (VoIP) เป็นระบบสื่อสารทางเสียงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเริ่มมีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสนทนาระหว่างกันได้ รวมถึงการสนทนากับโทรศัพท์พื้นฐาน โดยเป็นการลดค่าใช้จ่ายและไม่จำกัดเวลา เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้การสื่อสารขององค์กรสะดวกขึ้น

ปริญญาณิพนธ์นี้จึงนำเสนอการพัฒนาและเพิ่มความสามารถของระบบโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (VoIP) โดยใช้โปรแกรม Asterisk Server เป็นเครื่องแม่ข่าย (Server) ที่ทำหน้าที่เป็น IP-PBX และใช้โปรแกรม X-Lite ซึ่งเป็นโปรแกรม Soft Phone ติดตั้งบนเครื่องลูกข่าย (Client) แทนเครื่องโทรศัพท์แบบเดิม อีกทั้งทำให้ระบบสามารถรับและส่งภาพ หรือประชุมภาพร่วมกัน Video Conference นอกเหนือจากที่ใช้ติดต่อสื่อสารระบบเสียงทั่วไป โดยเชื่อมต่อผู้ใช้ให้สามารถใช้ระบบเป็น Video Server ได้ พร้อมประยุกต์ให้เป็นลักษณะซอฟต์แวร์พร้อมใช้ เพื่อสามารถติดตั้งและใช้งานได้โดยไม่ยุ่งยาก

ผู้ศึกษาคาดว่าปริญญาณิพนธ์นี้จะป็นต้นแบบให้สามารถนำระบบโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (VoIP) ไปใช้ในองค์กรทั่วไปได้ เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสารภายในองค์กรหรือระหว่างองค์กร ทำให้การจัดการเครือข่ายองค์กรมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว ลด

ความยุ่งยากซับซ้อน รวมถึงเป็นต้นแบบในการพัฒนาและเพิ่มความสามารถของระบบ VoIP บน Asterisk ให้สามารถใช้งานได้หลากหลายยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาเทคโนโลยี VoIP (Voice over Internet Protocol) โดยใช้ Asterisk ซึ่งเป็น Open Source และนำมาพัฒนาเพิ่มเติม
- 2) เพื่อศึกษาและออกแบบส่วนควบคุมระบบ Asterisk ผ่าน Web เพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน
- 3) เพื่อพัฒนาระบบให้สามารถทำการประชุมภาพพร้อมกัน (Video Conference) ได้

1.3 ขอบเขตของปริญญาณิพนธ์

- 1) พัฒนาระบบเป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูป โดยใช้ Asterisk ที่สามารถใช้งาน VoIP ได้
- 2) สามารถใช้งานการประชุมภาพพร้อมกัน (Video Conference) ได้
- 3) มี Web Application ในการจัดการระบบ เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากระบบประชุมภาพทางไกลบน Asterisk แบบพร้อมใช้งาน ที่ผู้จัดทำได้ออกแบบ จะเป็นรูปแบบการส่งข้อมูลข่าวสารแบบจุดสองจุดในเครือข่ายการสื่อสารที่เป็นอินเทอร์เน็ต ซึ่งต้องศึกษาในเรื่อง OSI (Open Systems Interconnection) ซึ่งก็คือ แบบจำลองอ้างอิง (reference model) สำหรับวิธีการส่งผ่านข่าวสารระหว่างจุดสองจุดในเครือข่ายการสื่อสาร รวมถึงเรื่องโปรโตคอลที่เกี่ยวข้อง อันเปรียบเสมือนภาษาสื่อสารที่ใช้เป็นภาษากลางในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกัน และในส่วนของการทำงานเว็บแอปพลิเคชันต้องศึกษาเกี่ยวกับ เว็บเซิร์ฟเวอร์, ระบบจัดการฐานข้อมูล และภาษาที่ใช้ในการออกแบบเว็บ

2.1 โมเดลมาตรฐาน OSI 7 Layer

OSI Model หรือ OSI Reference Model หรือชื่อเต็มว่า Open Systems Interconnection Reference Model เป็นมาตรฐานการอธิบายการติดต่อสื่อสารและโปรโตคอลของระบบคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยองค์กรที่ชื่อว่า International Organization for Standardization (ISO) และมีทั้งหมด 7 ชั้น (Layer) ดังนี้

2.1.1 Application Layer

ชั้นนี้เป็นที่กำหนดการอินเทอร์เน็ตเฟสระหว่างแอปพลิเคชัน (Application) ที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์กับซอฟต์แวร์สื่อสารต่างๆ ที่ทำหน้าที่บนเครื่องคอมพิวเตอร์กับโปรแกรมสำหรับใช้งานสื่อสาร VoIP ที่ทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์

2.1.2 Presentation Layer

ชั้นนี้เป็นชั้นที่รับผิดชอบเรื่องการกำหนดฟอร์แมตของการสื่อสาร ยกตัวอย่างเช่น ASCII Text, EBCDIC, Binary, และ JPEG การเข้ารหัสก็รวมอยู่ในชั้นนี้ด้วย งานระบบเครือข่ายทำให้ทราบว่าข้อมูลที่ได้เป็นประเภทใด เช่น รูปภาพ, เอกสาร, ไฟล์วิดีโอ

2.1.3 Session Layer

เป็นชั้นที่ทำหน้าที่ควบคุมการสื่อสารจากต้นทางไปยังปลายทางแบบ End to End และคอยควบคุมช่องทางการสื่อสารในกรณีที่มีหลายๆ กระบวนการที่ต้องการรับส่งข้อมูล

พร้อมๆ กันบนเครื่องเดียวกัน และยังให้อินเตอร์เฟซสำหรับชั้นแอปพลิเคชันด้านบนในการควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรโตคอลในระดับ Transport/Network

2.1.4 Transport Layer

ชั้นนี้ทำหน้าที่หลักๆ ในการแบ่งข้อมูลในชั้นบนให้พอเหมาะกับการจัดส่งไปในชั้นล่าง (segmentation), ทำหน้าที่ประกอบรวมข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับมาจากชั้นล่าง (assembly) และให้บริการในการแก้ปัญหาเมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในระหว่างทางของการส่ง (error recovery) หน่วยข้อมูลของชั้นนี้มักถูกเรียกว่า Segment ตัวอย่างของโปรโตคอลของชั้นนี้ก็คือโปรโตคอล TCP, UDP และโปรโตคอล RTP, RTCP ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี VoIP

2.1.5 Network Layer

ชั้นนี้มีหน้าที่หลักในการส่งแพ็กเก็ตจากเครื่องต้นทางให้ไปถึงปลายทางด้วยความพยายามที่ดีที่สุด (best effort delivery) ชั้นนี้จะกำหนดให้มีการตั้งไอพีแอดเดรส (IP Address) ขึ้นมาบนเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สื่อสารเพื่อระบุตัวตน ตัวอย่างโปรโตคอลชั้นนี้คือโปรโตคอลไอพี (IP Protocol) การกำหนดเส้นทางเดินของข้อมูลจะมีทั้งแบบถาวรหรืออาจเปลี่ยนไปใช้เส้นทางอื่นได้ โดยส่วนมากจะกำหนดเส้นทางเดินข้อมูลให้สอดคล้องกับสถานะการจราจรในช่วงเวลาด่วน หน่วยของการรับ-ส่งข้อมูลในเลเยอร์นี้คือ “แพ็กเก็ต (Packet)”

2.1.6 Data Link Layer

ชั้นนี้รับผิดชอบในการส่งข้อมูลบนโครงข่าย (network) แต่ละประเภท เช่น Ethernet, ADSL, 3G, LTE, หรือบน WAN ต่างๆ และดูแลเรื่องการห่อหุ้มข้อมูลจากชั้นบนแพ็กเก็ตไอพีไว้ภายในหน่วยของการรับ-ส่งข้อมูล (Frame)

2.1.7 Physical Layer

ชั้นนี้จะกำหนดมาตรฐานของสัญญาณทางไฟฟ้าและมาตรฐานของการเชื่อมต่อต่างๆ รวมถึงมาตรฐานของสายเคเบิลที่จำเป็นต้องใช้ ตัวอย่างของสื่อที่ใช้เช่น Shield Twisted Pair(STP), Unshield Twisted Pair(UTP),Fiber Optic และอื่นๆ รวมถึงอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อ

OSI Model			
	Data unit	Layer	Function
Host layers	Data	7. Application	Network process to application
		6. Presentation	Data representation and encryption
		5. Session	Interhost communication
	Segment	4. Transport	End-to-end connections and reliability
Media layers	Packet	3. Network	Path determination and logical addressing
	Frame	2. Data Link	Physical addressing
	Bit	1. Physical	Media, signal and binary transmission

รูปที่ 2.1 OSI Model ทั้ง 7 Layer

2.2 โพรโทคอล TCP/IP

โพรโทคอล TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) เป็นโพรโทคอลพื้นฐานของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โมเดลของ TCP/IP ได้มีการนิยามแต่ละเลเยอร์ไว้แบบกว้างๆ โดยเลเยอร์บนสุดจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการและแอปพลิเคชันต่างๆ ที่ทำงานอยู่บนเน็ตเวิร์คที่ครอบคลุมทั้งสามเลเยอร์ของโมเดล OSI

โมเดลของโพรโทคอล TCP/IP ได้มีการกำหนดให้มีโพรโทคอลในระดับชั้น Transport อยู่ 2 ประเภทเพื่อควบคุมการสื่อสารระหว่างโฮสต์ต้นทางกับโฮสต์ปลายทาง ได้แก่ โพรโทคอล TCP (Transmission Control Protocol) และ UDP (User Datagram Protocol) ส่วนชั้นที่ต่ำลงมาถูกจัดให้เป็นชั้นของโพรโทคอลไอพี (Internet Protocol) ซึ่งดูแลในเรื่องของการรับ-ส่งแพ็กเก็ตไปบนเน็ตเวิร์คโดยตรง และชั้นสุดท้ายคือชั้น Network Interface ถูกจัดให้เป็นชั้นของเน็ตเวิร์คประเภทต่างๆ ที่เข้ามารองรับโพรโทคอล TCP/IP ข้างต้นทั้งหมด รูปที่ 2.2 โครงสร้างของโพรโทคอล TCP/IP เมื่อเทียบกับมาตรฐาน OSI 7 ชั้น

คอยออกไปอีกระยะหนึ่งจนกว่าจะได้รับการยืนยันกลับมา กลไกนี้คือการทำ Error Recovery ซึ่งทำให้โปรโตคอล TCP มีความน่าเชื่อถือในการรับ-ส่งข้อมูล (Reliability)

5.ควบคุมลำดับขั้นตอนของการส่งแพ็กเก็ตของโปรโตคอลไอพี ให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย จัดสรรขนาดของบัฟเฟอร์ข้อมูลที่เหมาะสมไว้ทั้งในขณะรับและขณะส่งข้อมูล และช่วยประกอบรวมแพ็กเก็ตไอพี ที่ได้รับเข้ามาให้เป็นข้อมูลผืนเดียวกันสำหรับส่งต่อขึ้นไปยังแอปพลิเคชันในระดับบน

รายละเอียดในส่วนของ TCP Header ดังรูปที่ 2.3 มีดังต่อไปนี้

16-bit Source Port Number				16-bit Destination Port Number				
32-bit Sequence Number								
32-bit Acknowledge Number								
Header Length	6-bit Reserved	URG	ACK	PUSH	RESET	SYN	FIN	16-bit Windows Size
16-bit TCP Checksum				16-bit Urgent Pointer				
TCP Option								
Data								

รูปที่ 2.3 โครงสร้างของ TCP Header

Source Port Number : เป็นหมายเลขพอร์ตที่ต้นทางใช้ในการสื่อสารกันของเซสชัน (Session) โดยทั่วไปพอร์ตนี้จะเรียกว่า Client Port คือพอร์ตที่ผู้ใช้เปิดขึ้นมาเพื่อรอการตอบรับจากเครื่องแม่ข่ายค่า (Server) ที่ได้ของพอร์ตนี้ ขึ้นอยู่กับการจัดการของระบบปฏิบัติการ

Destination Port Number : เป็นหมายเลขพอร์ตที่ปลายทางเครื่องรับจะเรียกอีกอย่างว่า Server Port Number ที่เปิดไว้จะขึ้นอยู่กับแอปพลิเคชันที่ให้บริการ

Sequence Number : เป็นฟิลด์ที่ระบุถึงหมายเลขลำดับที่ใช้อ้างอิงในการสื่อสารข้อมูลของแต่ละครั้ง เพื่อใช้แยกแยะว่าเป็นข้อมูลของชุดใด การนำไปใช้งานจะได้ไม่ปะปนกัน และมีลำดับที่ถูกต้อง

Acknowledge Number : เป็นหมายเลขของลำดับแพ็กเก็ตถัดไปที่ฝั่งด้านรับคาดหวัง ซึ่งเป็นการบอกเป็นนัยว่าแพ็กเก็ตที่มีหมายเลขลำดับก่อนหน้านี้ได้รับหมดแล้ว

Header Length : เป็นส่วนที่บอกขนาดข้อมูลส่วนหัว รวมไปถึงส่วนที่เป็นออฟชันซึ่งมีหน่วยเป็น 32 bit word

Flag : เป็นข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมจังหวะการรับส่งแพ็กเก็ต โดยเมื่อใช้งานจะตั้งค่าให้เป็น 1 และเมื่อไม่ใช้งานจะตั้งค่าให้เป็น 0 ซึ่งแต่ละ Flag มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- URG ใช้บอกความหมายว่าเป็นข้อมูลด่วน และมีข้อมูลพิเศษมาด้วย
- ACK แสดงว่าข้อมูลในฟิลด์ Acknowledge Number นำมาใช้งานได้
- PSH เป็นการแจ้งให้ผู้รับข้อมูลทราบว่าควรส่งข้อมูล Segment นี้ไป

ยัง แอปพลิเคชันที่กำลังรออยู่โดยเร็ว

- RST ใช้ในกรณีที่เกิดการสับสนขึ้นด้วยเหตุผลต่างๆ เช่น โฮสต์ มีปัญหา

- SYN ใช้ในการเริ่มต้นขอติดต่อกับปลายทาง

Window size : เป็นขนาดของการรับ-ส่งข้อมูลในแต่ละครั้งที่ทางฝ่ายผู้รับจะสามารถรับได้ เนื่องจากในการรับข้อมูลนั้น ทางผู้รับจะต้องจัดเตรียมหน่วยความจำในการพักข้อมูลที่มาจาก TCP และทำการดีมัลติเพล็กซ์ออกมา หากไม่มีการตกลงถึงขนาดที่ทางฝ่ายผู้รับสามารถรับได้ จะทำให้การสื่อสารข้อมูลไม่สมดุลและส่งผลให้ต้องส่งข้อมูลซ้ำหลายครั้ง

Checksum : เป็นส่วนใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในส่วนของเฮดเดอร์ (Header) โดยฝ่ายส่งจะคำนวณค่า Checksum ของข้อมูลในส่วนเฮดเดอร์และเมื่อฝ่ายผู้รับได้รับข้อมูลจะทำการคำนวณแบบเดียวกันกับฝ่ายส่ง ถ้าได้ค่าที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ถ้าต่างกันฝั่งรับจะตัดเฮดเดอร์นั้นทิ้งไป

Urgent pointer : คือข้อมูลที่เพิ่มเติม ซึ่งอยู่ในเฮดเดอร์เมื่อมีการตั้งค่าออฟชั่นบางอย่างที่ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งไม่มีในเฮดเดอร์

2.2.2 โพรโทคอล UDP

เป็นโพรโทคอลที่อยู่ในระดับชั้น Transport ที่มีความแตกต่างไปจากโพรโทคอล TCP เกือบๆ ทุกด้าน โพรโทคอล UDP ทำการส่งข้อมูลโดยไม่มีการสร้างคอนเนคชันก่อน (connectionless) , ไม่มีการส่งการยืนยันว่าได้รับข้อมูลแล้ว, ไม่มีการจัดเตรียมขนาดของบัฟเฟอร์สำหรับการรับ-ส่งข้อมูล และไม่มีการจัดลำดับของข้อมูลที่ได้รับ โพรโทคอล UDP นั้นเป็นการป้องกันความผิดพลาดในการส่ง เพราะถ้าหากมีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้น ปลายทางจะรู้ว่าข้อมูลผิดพลาดเกิดขึ้นแต่มันจะเป็นการตรวจสอบเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น โดยในข้อกำหนดของ UDP หากพบว่า Checksum error ให้ผู้รับปลายทางทำการทิ้งข้อมูลนั้น แต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งทางต้นทางแต่อย่างใด และยังไม่สนใจในการรวมโพล์ของการรับส่งข้อมูลด้วย ด้วยหลักการการทำงานดังกล่าวว่าจะแสดงให้เห็นว่า โพรโทคอล UDP เป็นโพรโทคอลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ (Unreliable)

ประโยชน์ที่สำคัญของการทำงานของโปรโตคอล UDP คือ ความรวดเร็ว ความไม่สิ้นเปลืองเวลาและทรัพยากรที่ต้องใช้ในการติดตามสถานะต่างๆ ตัวอย่างหนึ่งพบในการทำงานบนเน็ตเวิร์คที่ใช้โปรโตคอล UDP ได้แก่ โปรโตคอล SNMP (Simple Network Management Protocol) อุปกรณ์เน็ตเวิร์คที่ทำหน้าที่เป็น SNMP Agent จะส่งรายงานสถานะต่างๆ ของมันกลับไปให้เครื่องแม่ข่ายที่ทำหน้าที่เป็น SNMP Server โดยผ่านทาง UDP เพราะมันต้องการความรวดเร็ว อีกตัวอย่างหนึ่งคือ การโอนไฟล์ด้วยโปรโตคอลคือ Trivial FTP (TFTP) จะเป็นแบบไม่กำหนดการเชื่อมต่อ (connectionless) คือการใช้งานโปรโตคอล UDP ตารางที่ 2.1 เป็นหมายเลขพอร์ตของ UDP Server

ตารางที่ 2.1 หมายเลขพอร์ตของ UDP Server

PORT	PROTOCOL	DESCRIPTION
7	Echo	Echo Server
53	DNS	Domain Name Server
69	TFTP	Trivial File Transfer Protocol
137	WINS	NetBIOS Name Server
161	SNMP	Simple Network Management Protocol

รายละเอียดของข้อมูลในส่วนของ Header ดังรูปที่ 2.4 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

16-bit Source Port	16-bit Destination Port
Length	Checksum
Data	

รูปที่ 2.4 UDP Header

Source Port Number : เป็นหมายเลขพอร์ตของฝั่งส่งที่ส่งข้อมูลนี้

Destination Port Number : เป็นความยาวของข้อมูลทั้งส่วนเฮดเดอร์และ

ข้อมูล

UDP Length : ความยาวของดาต้าแกรมทั้งส่วนของเฮดเดอร์และส่วนของข้อมูล

Checksum : เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องและจะนำข้อมูลบางส่วนในเฮดเดอร์มาคำนวณ

2.2.3 โพรโตคอล RTMP (Real-Time Messaging Protocol)

โพรโตคอล RTMP คือโพรโตคอลสำหรับการสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่าย (Client) และเครื่องแม่ข่าย (Server) ที่พัฒนาขึ้นโดย Adobe Systems เพื่อใช้งานร่วมกับมาโครมีเดียแฟลชและแฟลชเซอร์ฟเวอร์ในการรับและการส่งข้อมูลประเภทสตรีมมิ่ง (streaming) เช่น ออดิโอ(audio) และ วิดีโอ(video) บนอินเทอร์เน็ตไปยังแฟลชเพลเยอร์ไคลเอนท์ (Flash Player client) และสามารถเชื่อมต่อได้ในระยะทางที่ไกลคือ RPC (Remote Procedure Call) โดย RTMP เป็นโพรโตคอลที่ทำงานอยู่บนพื้นฐานการออกแบบโพรโตคอล TCP/IP ที่ใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลชนิดของ ออดิโอ (audio) และวิดีโอ (video) ที่มีประสิทธิภาพสูง โพรโตคอล RTMP มีหลายรูปแบบ เช่น

1. โพรโตคอล RTMP เดิม ซึ่งทำงานบน TCP และใช้หมายเลขพอร์ต 1935 ในการเริ่มต้น
2. RTMPS เป็นโพรโตคอล RTMP ที่มีการผ่านการเชื่อมต่อ TLS/SSL
3. RTMPE เป็นการเข้ารหัส โดยใช้กลไกการรักษาความปลอดภัยของ Adobe ขณะที่รายละเอียดของการดำเนินการ คือ กลไกการเข้ารหัสที่ใช้มาตรฐานอุตสาหกรรม แต่การออกแบบของ RTMPE ของเดิม มีข้อบกพร่องและไม่มีการรักษาความปลอดภัยในตัวเอง
4. RTMPT เป็นการ encapsulated ภายใน HTTP ที่ต้องการข้ามผ่าน Firewalls

2.2.4 โพรโตคอล IP (Internet Protocol)

โพรโตคอลไอพี (IP) เป็นโพรโตคอลที่อยู่ในระดับชั้น Network จะทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับที่อยู่ (Address) และข้อมูล โดยจะทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการรับ-ส่งแพ็กเก็ต ซึ่งจะรับข้อมูลมาจากชั้นที่สูงกว่า เช่น TCP หรือ UDP ซึ่งกลไกในการหาเส้นทางของไอพี จะมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุดและสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล เราสามารถจำแนกหน้าที่หลักๆ ของโพรโตคอลไอพีออกได้ 3 อย่างต่อไปนี้

2.2.4.1 Addressing

การบริการในการตั้ง “ ลอจิคัลแอดเดรส (Logical Address)” ไอพีให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่ใช้โปรโตคอลไอพี เนื่องจากลอจิคัลแอดเดรสไม่ได้ถูกกำหนดมาให้แบบตายตัว ดังนั้นจึงเป็นแอดเดรสที่ผู้ออกแบบระบบเครือข่ายเป็นผู้ตั้งขึ้นมาเองและยังสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ตามใจชอบ ข้อดีในการมีลอจิคัลแอดเดรสในระดับชั้น Network มีดังนี้

- ทำให้เราสามารถออกแบบระบบเน็ตเวิร์คได้ง่ายขึ้น
- ทำให้ระบบเน็ตเวิร์คสามารถขยายเพิ่มเติมได้โดยง่าย
- ทำให้การแก้ไขปัญหาทำได้โดยง่าย

2.2.4.2 Packaging

เป็นการจัดเตรียมแพ็กเก็ตไอพีให้อยู่ในสภาพพร้อมส่งไปยังเครื่องปลายทาง โดยการนำเอา TCP Segment หรือ UDP Segment จากในชั้นบนมาบรรจุไว้ในฟิลด์ข้อมูล (Data) ของแพ็กเก็ตไอพี (หากขนาดของ Segment ใหญ่เกินกว่าจะส่งได้ภายในแพ็กเก็ต ไอพี แพ็กเก็ตเดียว มันจะต้องทำการแบ่ง Segment ออกเป็นแบบย่อยๆ แล้วค่อยส่งไปในรูปแบบหลายแพ็กเก็ต) จากนั้นก็ใส่ค่าฟิลด์ Destination IP Address และ Source IP Address ให้เป็นหมายเลขไอพีแอดเดรสปลายทางและต้นทางตามลำดับ และที่สำคัญก็คือมันจะใส่ค่าฟิลด์ Protocol Number ลงไปด้วยตัวเลขค่าหนึ่งที่ระบุว่าจะเลขอร์บนเป็น TCP หรือ UDP (หมายเลข 6 สำหรับ TCP ส่วนหมายเลข 17 สำหรับ UDP) แพ็กเก็ตไอพีหนึ่งๆ บางครั้งถูกเรียกว่า ดาต้าแกรม (Datagram)

2.2.4.3 Routing

ความหมายของการจัดเส้นทาง (Routing) ก็คือ การหาเส้นทางในการส่งแพ็กเก็ตไปให้ถึงเครื่องปลายทางให้ได้ หลักสำคัญของการส่งแพ็กเก็ตโดยโปรโตคอลไอพี ก็คือ มันจะส่งไปให้ดีที่สุด (Best Effort) โดยไม่การันตีว่าข้อมูลจะถึงปลายทางหรือไม่ และจะปล่อยให้ป็นหน้าที่ของโปรโตคอลในระดับที่สูงกว่า (คือ TCP) เป็นผู้รับประกันให้

รายละเอียดของข้อมูลในส่วนของ IP Header ดังรูปที่ 2.5 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

4-bit Version	Header Length	8-bit Type of Service	16-bit Total Length in Byte	
16-bit Identification			3-bit Flag	13-bit Fragment Checksum
8-bit Time to Live (TTL)		8-bit Protocol	16-bit Header Checksum	
32-bit Source IP Address				
32-bit Destination IP Address				
Option				
Data				

รูปที่ 2.5 IP Header

Version : เป็นรุ่นของโปรโตคอลที่ใช้งานในปัจจุบัน

Header Length : เป็นความยาวของเฮดเดอร์โดยทั่วไปถ้าไม่มีส่วนออฟชั่น จะมีค่าเท่ากับ 5

Type of server (TOS) : เป็นฟิลด์ที่ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดรูปแบบการบริการให้กับฝ่ายส่ง เช่น อัตราการส่งผ่าน, ความล่าช้า, ความสำคัญ และความน่าเชื่อถือ

Length : ความยาวทั้งหมดรวมทั้งเฮดเดอร์ ขนาด 16 บิตของฟิลด์ หมายถึง ความยาวสูงสุดของดาต้าแกรม = 65535 byte (64k) แต่ในการส่งข้อมูลจริงข้อมูลจะถูกแยกเป็นส่วนๆ และนำมารวมกันอีกครั้งเมื่อส่งถึงปลายทาง

Identification : เป็นหมายเลขของดาต้าแกรม ในกรณีที่มีการแยกดาต้าแกรม เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางจะนำข้อมูลที่มีการระบุ (Identification) เดียวกันมารวมกัน

Flag : จะใช้สำหรับกำหนดดาต้าแกรมว่าสามารถที่จะทำการ Fragments ได้หรือไม่

Fragment offset : ใช้ในการกำหนดตำแหน่งข้อมูลในดาต้าแกรม ที่มีการแยกส่วน เพื่อให้สามารถนำกลับมาเรียงต่อกันได้อย่างถูกต้อง

Time to live (TTL) : กำหนดจำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ดาต้าแกรม จะถูกส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครือข่ายเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลโดยไม่สิ้นสุด โดยเมื่อข้อมูลถูกส่งจากเราเตอร์ไปยังเราเตอร์ โดยเราเตอร์แต่ละตัวจะทำการลดค่า TTL ลง 1 เมื่อค่าของ TTL เป็น 0 และข้อมูลยังไม่ถึงปลายทาง ข้อมูลนั้นจะถูกยกเลิก และเราเตอร์สุดท้ายจะส่งข้อมูล ICMP แจ้งกลับมาแจ้งต้นทางว่าเกิด Time out ในระหว่างการส่งข้อมูล

Protocol : เป็นฟิลด์ที่ใช้ระบุโปรโตคอลที่ส่งในดาต้าแกรม เช่น TCP, UDP หรือ ICMP

Header checksum : ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในเฮดเดอร์
 Source IP address : หมายเลขไอพี ของผู้ส่งข้อมูล
 Destination IP address : หมายเลขไอพี ของผู้รับข้อมูล
 Data : ข้อมูลจากโปรโตคอลระดับบน

2.2.5 โปรโตคอลในระดับชั้น Application

ในระดับชั้น Application มีโปรโตคอลต่างๆ อยู่มากมาย เพื่อสนับสนุนการทำงานของผู้ใช้งานดังนี้

2.2.5.1 Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ทำงานแบบเครื่องแม่ข่าย-เครื่องลูกข่าย (Server-Client) โดยเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องลูกข่ายจะทำการร้องขอข้อมูลที่จำเป็นในการเข้าร่วมเครือข่ายจากเครื่องแม่ข่าย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้รวมถึงหมายเลขไอพี ที่ใช้ภายในเครือข่าย ซึ่งคอมพิวเตอร์เครื่องแม่ข่ายเป็นฝ่ายกำหนดให้กับคอมพิวเตอร์เครื่องลูกข่าย

2.2.5.2 Domain Name System (DNS)

เป็นบริการแปลงชื่อโดเมนให้เป็นหมายเลขไอพีแอดเดรส ซึ่งปกติเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีหมายเลขไอพีเป็นหมายเลขประจำตัวที่ใช้ในการติดต่อ แต่หมายเลขดังกล่าวยากต่อการจดจำ ดังนั้นจึงนิยมตั้งเป็นชื่อที่เป็นตัวอักษรขึ้นมาแทนเพื่อง่ายต่อการจดจำ และ DNS ก็คือบริการที่จะทำหน้าที่แปลงชื่อนี้ให้เป็นหมายเลขไอพีแอดเดรส

2.2.5.3 Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)

เป็นโปรโตคอลหลักที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายของ World Wide Web (WWW) โดยถูกออกแบบมาให้มีความกะทัดรัด สามารถทำงานได้รวดเร็ว มีกระบวนการการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และมีคำสั่งที่ใช้งานไม่มากแต่สามารถรองรับข้อมูลได้ทุกแบบ

2.2.6 หมายเลขพอร์ต (Port Number)

เป็นค่าตัวเลขที่บ่งบอกให้ทราบถึงชื่อของแอปพลิเคชันหรือชื่อของเครื่องแม่ข่ายที่ทำงานอยู่ในระดับชั้น Application โดยหมายเลขพอร์ตจะเก็บอยู่ในทั้งฟิลด์ TCP/UDP Source Port และ TCP/UDP Destination port ซึ่งอยู่ในส่วนของ TCP และ UDP Header โดยที่

ในระหว่างติดต่อกันจะใช้ไอพีแอดเดรส และเมื่อมีการรวมไอพีแอดเดรส, หมายเลขช่องสื่อสารหรือพอร์ตแล้ว จะเรียกว่า Socket ซึ่งพอร์ตแต่ละหมายเลขจะถูกกำหนดด้วยหมายเลขแอดเดรสซึ่งเป็นเลขจำนวนเต็มที่มีขนาด 16 บิต จำนวนบิตดังกล่าวถือว่ามีเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน เนื่องจากขนาด 16 บิตนี้สามารถสนับสนุนพอร์ตได้มากถึง 65,536 พอร์ต (0-65,535) โดยหมายเลขพอร์ตตั้งแต่ 0-1023 นี้จะถูกสงวนเพื่อการใช้งานมาตรฐานของโฮสต์ที่เป็นเครื่องแม่ข่ายที่เรียกว่า Well-Know Port ในขณะที่เครื่องลูกข่ายที่ต้องการขอติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายนั้น จะใช้หมายเลขพอร์ตที่มีค่าตั้งแต่ 1024 เป็นต้นไป โดย TCP จะเป็นตัวกำหนดหมายเลขพอร์ตที่ยังว่างอยู่ให้และจะต้องไม่ซ้ำกันกับหมายเลขพอร์ตที่มีการใช้งานอยู่ของเครื่องลูกข่ายนั้นๆ

2.3 เทคโนโลยี VoIP (Voice over Internet Protocol)

เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารที่ทำให้เราสามารถทำการรับ-ส่งสัญญาณเสียงผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ได้รับประโยชน์และมีความสะดวกมากที่สุด VoIP ได้ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เทคโนโลยีนี้ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสนทนาระหว่างกันได้ รวมถึงยังสามารถสนทนากับโทรศัพท์พื้นฐานได้อีกด้วยและคุณภาพในการให้บริการยังถูกพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ จนเทียบเท่ากับระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ซึ่งการที่จะทำให้ส่งสัญญาณเสียงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้นั้น จำเป็นต้องทำการแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณดิจิทัลที่อยู่ในรูปแพ็กเก็ตก่อน จากนั้นจึงทำการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบโครงข่ายไอพี อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้งานโทรศัพท์ได้อีกช่องทางหนึ่ง

2.3.1 องค์ประกอบของเทคโนโลยี VoIP

1. Software Client หรือ IP Telephony เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสื่อสาร ที่ได้รับการติดตั้งโปรแกรมสำหรับการใช้งานสื่อสารหรืออุปกรณ์ที่ได้รับการออกแบบขึ้นมาสำหรับการใช้งานระบบโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยเฉพาะ

2. VoIP Gateway เป็นเครื่องแม่ข่าย (Server) ที่ใช้งานสำหรับให้บริการโทรศัพท์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ผ่านตู้ชุมสายโทรศัพท์สาธารณะ PSTN (Public Switched Telephone Network) เข้ากับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเครือข่ายไอพีซึ่งเป็นอุปกรณ์ในรูปแบบ Router ที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ Router ที่ใช้งานกันอยู่ แต่มีคุณสมบัติที่ถูกเพิ่มเติมให้รองรับโปรโตคอลการสื่อสารของ VoIP

3. SIP Server / Gatekeeper เป็นเครื่องแม่ข่ายที่ได้ถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต เป็นตัวกลางที่ใช้บริหารจัดการและควบคุมการให้บริการ VoIP Gateway กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมสำหรับใช้งานสื่อสาร VoIP

2.3.2 หลักการทำงานของเทคโนโลยี VoIP

เมื่อมีการนำสัญญาณเสียงแบบอนาล็อกมาใช้กับเทคโนโลยี VoIP นั้นจะต้องทำการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล เพื่อที่จะสามารถส่งสัญญาณเสียงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ และทางผู้รับปลายทางก็จะทำการแปลงสัญญาณดิจิทัลที่ได้รับมาให้กลับไปอยู่ในรูปของสัญญาณเสียงที่อยู่ในแบบสัญญาณอนาล็อกอีกครั้ง เพื่อที่จะสามารถรับฟังสัญญาณเสียงที่ส่งมาได้ ซึ่งหัวใจสำคัญของเทคโนโลยี VoIP ก็คือ Internet Protocol (IP) เพราะจะเป็นตัวกลางในการทำหน้าที่สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางและปลายทาง

การส่งข้อมูลที่เป็นสัญญาณเสียงนั้นจะต้องอาศัยโปรโตคอลหลักที่ใช้ในการส่งสัญญาณระหว่างต้นทางและปลายทางอีกด้วย ตัวอย่างเช่น โปรโตคอล RTP (Real Time Protocol) จึงจะทำให้ต้นทางและปลายทางสามารถติดต่อสื่อสารกันได้

2.3.3 ข้อดีของเทคโนโลยี VoIP

1. ประหยัดงบประมาณในการลงทุน โดยไม่ต้องจัดซื้ออุปกรณ์เครือข่ายใหม่ เช่น switch , router เพราะอุปกรณ์เดิมเหล่านี้สามารถนำมาใช้งานพร้อมกับช่องสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่มีอยู่ได้ นอกจากนี้ยังลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสาร ถ้ามีการนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้จะพบว่าค่าใช้จ่ายโทรศัพท์ของทางบริษัทหรือองค์กรลดลง
2. เป็นการใช้อุปกรณ์เครือข่ายให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากเดิมอาจมีการใช้อุปกรณ์เครือข่าย (switch , router) ในการรับ-ส่งข้อมูลเท่านั้น แต่ถ้าใช้งานเทคโนโลยี VoIP ก็จะเป็นการเพิ่มความสามารถในการใช้งานในลักษณะสัญญาณเสียง

2.4 มาตรฐานด้านเสียงและภาพ

2.4.1 มาตรฐานการบีบอัดสัญญาณเสียง

การสื่อสาร VoIP จำเป็นต้องมีการบีบอัดข้อมูลดิจิทัลของเสียงให้มีอัตราการส่งข้อมูลที่ต่ำลง เพื่อให้สามารถรับส่งผ่านช่องสัญญาณที่มีอัตราการส่งข้อมูลต่ำได้

CODECS (Coders/Decoders) หรือ “โคเดก” เป็นขั้นตอน (Algorithm) ที่ใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณเสียงที่รับส่งระหว่างการสนทนาเพื่อให้ความถูกต้อง และเป็นมาตรฐานเดียวกันให้สามารถส่งผ่านบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ตได้ ปัจจุบันองค์กร ITU-T เป็นผู้กำหนดมาตรฐาน CODECS ที่มีการใช้งานบนเครือข่ายของ VoIP โดยจะมีการเขียน

ตัวอักษร “G” นำหน้า เช่น G.711, G.723, G.726, G.729 เป็นต้น มาตรฐานการบีบอัดเสียงที่ใช้กันแพร่หลายดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบ Codec แต่ละประเภท

	Codec				
	GSM 6.10	G.711	G.723.1	G.726-32	G.729
Bit Rate (kbps)	13.2	64	5.3/6.3	32	8
Framing Interval (ms)	20	20	30	20	10
Payload (Byte)	33	160	20/24	80	10
Packet per sec	50	50	35	50	50

2.4.1.1 มาตรฐาน G.711

G.711 เป็นโคเดกที่ใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณเสียงที่มีขนาด 64 Kbps โดยจะไม่มีการบีบอัดสัญญาณเสียง และการใช้งานซีพียูในการเข้ารหัสและถอดรหัสน้อยมาก จึงทำให้คุณภาพเสียงที่ได้มานั้นคุณภาพดีแต่จะใช้ช่องสัญญาณแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่มากกว่าโคเดก (Codec) ชนิดอื่นๆ มาตรฐาน G.711 นั้นจะแบ่งออกเป็นอีก 2 มาตรฐานย่อยคือ a-law และ μ -law โดยที่ G.711 a-law เป็นมาตรฐานการเข้ารหัสเสียงที่ใช้ในยุโรป ส่วน G.711 μ -law เป็นมาตรฐานการเข้ารหัสเสียงที่ใช้ในประเทศอเมริกาและญี่ปุ่น โดยทั้งสองมาตรฐานต่างต้องการช่องสัญญาณแบนด์วิดท์ที่ 64 Kbps

2.4.2 มาตรฐานการบีบอัดข้อมูลภาพ

ประกอบด้วย 2 มาตรฐานหลัก ได้แก่ H.261 และ H.263 (H.263+ หรือ H.263 V2) H.263 เป็นมาตรฐานที่ออกมาภายหลังเพื่อปรับปรุงให้สามารถบีบอัดสัญญาณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในขณะที่ใช้แบนด์วิดท์น้อยลง

2.4.3 มาตรฐานการรับส่งข้อมูล

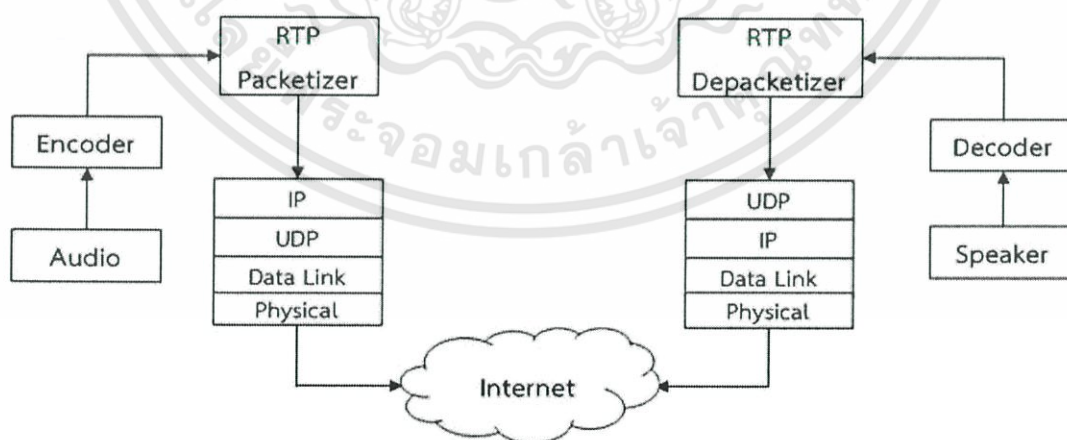
2.4.3.1 โพรโตคอล RTP (Real Time Protocol)

RTP เป็นโพรโตคอลที่ได้รับการพัฒนาโดย IETF และมีข้อกำหนดอยู่ใน RFC 3550 โดย RTP ถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นโพรโตคอลในการส่งข้อมูลของการ

สื่อสารที่ทำงานในลักษณะเวลาจริง (Real Time) หน้าที่สำคัญของ RTP คือ ทำให้ทางผู้รับสามารถนำข้อมูลที่ได้จากแพ็กเก็ตไปแสดงผลได้ถูกต้อง กลไกหลักที่ใช้ใน RTP คือ การประทับเวลา (Time Stamping) และการกำหนดหมายเลขลำดับ (Sequence Numbering) ผู้ส่งจะกำหนดค่า Timestamp ซึ่งเป็นฟิลด์หนึ่งในเฮดเดอร์ของ RTP ตามเวลาที่ข้อมูลในไบต์แรกของแพ็กเก็ตถูกซักรั่วอย่างทางด้านของผู้รับเมื่อได้รับแพ็กเก็ตจะใช้ค่า Timestamp เพื่อกำหนดจังหวะที่ถูกต้องในการแสดงผล และยังอาจจะใช้ในการประสานเวลาระหว่างสัญญาณเสียงและวิดีโอ

ส่วนกลไกการกำหนดหมายเลขลำดับนั้นใช้ฟิลด์หนึ่งในเฮดเดอร์ RTP ที่ชื่อว่า Sequence Number โดยค่าของหมายเลขนี้จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนแพ็กเก็ตที่ส่ง ซึ่งผู้รับจะใช้ข้อมูลนี้ในการเรียงลำดับและตรวจสอบการสูญหายของแพ็กเก็ต นอกจากนี้ RTP ยังให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการบีบอัดข้อมูลเสียงหรือวิดีโอ เพื่อให้ผู้รับสามารถแสดงผลข้อมูลได้ถูกต้อง และนอกจากข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้โปรโตคอลในการขนส่งข้อมูลของสื่อแล้ว ใน RFC 3550 ยังมีข้อกำหนดของโปรโตคอลหนึ่งคือ RTP Control Protocol (RTCP) ซึ่งเป็นโปรโตคอลที่ถูกนำมาใช้งานร่วมกับโปรโตคอล RTP โดยโปรโตคอล RTCP จะถูกนำไปใช้ในการรายงานเกี่ยวกับสถิติและคุณภาพการบริการ

รูปที่ 2.6 เป็นบทบาทของ RTP ในการสื่อสารเสียงและวิดีโอ จะเห็นว่าเมื่อเสียงหรือวิดีโอได้ผ่านขั้นตอนการเข้ารหัสด้วยวิธีการบีบอัดข้อมูลแล้ว ข้อมูลที่ได้ก็จะมีขนาดลดลง หลังจากนั้นข้อมูลส่วนนี้ก็จะถูกนำมาบรรจุลงในแพ็กเก็ต RTP ซึ่งแต่ละแพ็กเก็ตก็จะมีกระบวนการบีบอัดข้อมูลแบบใด เป็นแพ็กเก็ตในลำดับที่เท่าไร รวมไปถึงข้อมูลอื่นๆ ดังนั้นเมื่อข้อมูลนี้เดินทางผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปถึงฝั่งของผู้รับ ผู้รับก็สามารถใช้ข้อมูลนี้ในการแสดงผลได้ถูกต้อง



รูปที่ 2.6 บทบาทของ RTP ในการสื่อสารเสียงหรือวิดีโอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แพ็กเก็ต RTP แต่ละแพ็กเก็ตนั้นจะมีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.7 โดยส่วนแรกของแพ็กเก็ตคือ ส่วนเฮดเดอร์ RTP (RTP Header) เป็นส่วนที่ระบุถึงคุณสมบัติของแต่ละแพ็กเก็ต โดยที่ข้อมูลเสียงหรือวิดีโอที่ผ่านการเข้ารหัสแล้วจะถูกนำไปวางในตำแหน่งของเพย์โหลด (Payload)



รูปที่ 2.7 โครงสร้างแพ็กเก็ตของ RTP

เฮดเดอร์คือ โครงสร้างข้อมูลของแต่ละแพ็กเก็ตที่ถูกรวมเข้ากับข้อมูลที่จะส่ง ซึ่งในแต่ละโปรโตคอลจะมีโครงสร้างของเฮดเดอร์ที่แตกต่างกัน เพื่อกำหนดรูปแบบข้อมูลของโปรโตคอลตัวนั้นๆ สำหรับเฮดเดอร์ของ RTP นั้นมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.8 และมีรายละเอียดของฟิลด์ต่างๆ ดังนี้

V	P	X	CC	M	PT	Sequence number
Time stamp						
Synchronization source (SSRC) identifier						
Contributing source (CSRC) identifiers						

รูปที่ 2.8 โครงสร้างของ RTP Header

Version (V) : เป็นรุ่นของโปรโตคอล RTP

Padding (P) : เป็นฟิลด์ที่บอกแพ็กเก็ตนั้นได้ถูกเติมด้วยข้อมูลที่เพิ่มให้พอดีกับขนาดของแพ็กเก็ตหรือไม่

Extension (E) : เป็นฟิลด์ที่ระบุว่าส่วนเฮดเดอร์ของ RTP มีขยายหรือไม่

CSRC Count (CC) : เป็นฟิลด์ที่ระบุจำนวน Contributing sources identifier ในแพ็กเก็ต โดยมี CSRC ได้ตั้งแต่ 0-15

Marker (M) : ใช้สำหรับบางแอปพลิเคชันที่ต้องการกำหนดตำแหน่งบน Data stream

Payload Type (PT) : ใช้บอกชนิดของข้อมูลภายใน Payload ซึ่งก็คือชนิดของการบีบอัดข้อมูลเสียงหรือวิดีโอ

Sequence Number : ใช้บอกลำดับของแพ็กเก็ตเพื่อให้สามารถตรวจสอบการสูญหายของแพ็กเก็ตและเรียงลำดับของแพ็กเก็ตใหม่ได้

Time Stamp : เป็นค่าที่บอกเวลาที่ใช้ในการชั่งค่าตัวอย่างของข้อมูลใน Payload ซึ่งนำไปใช้ในกระบวนการคำนวณเพื่อจำกัด Jitter และค่า Round Trip Time Delay

SSRC Identifier : เป็นเลขประจำช่วงเวลาสื่อสาร(Session) ซึ่งแพ็กเก็ตที่ส่งมาจากผู้ส่งเดียวกันจะมีค่า SSRC เหมือนกัน

CSRC Identifier : ฟิวด์นี้จะถูกใช้เมื่อมีการผสมสื่อ(Media Mixing) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เมื่อมีการประชุมหลายจุด

2.4.3.2 โพรโตคอล RTCP (Real time Transport Control Protocol)

RTCP เป็นโพรโตคอลที่ถูกกำหนดอยู่ใน RFC 3550 เช่นเดียวกับ RTP โดยโพรโตคอลตัวนี้ใช้ในการควบคุมช่วงเวลาสื่อสารของการส่งข้อมูลและรายงานเกี่ยวกับสถิติและคุณภาพการบริการ RTCP ใช้ช่องสื่อสารแยกกับ RTP โดย RTCP นั้นใช้พอร์ตถัดจาก RTP ไปหนึ่งพอร์ต ช่องสื่อสารของ RTCP นั้นใช้สำหรับการรายงานเกี่ยวกับคุณภาพของการบริการ เช่น จำนวนแพ็กเก็ตที่ได้รับ แพ็กเก็ตที่สูญหาย Jitter เป็นต้น แพ็กเก็ต RTCP แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังนี้

- | | |
|-----------|--|
| ผู้ส่ง | - SR (Sender Report) สำหรับบอกสถิติเกี่ยวกับการส่งข้อมูลของ |
| ของผู้รับ | - RR (Receive Report) สำหรับบอกสถิติเกี่ยวกับการรับข้อมูล |
| ผู้ส่ง | - SDES (Source Description items) เป็นรายละเอียดต่างๆ ของ |
| | - BYE เป็นการแจ้งถึงการจบการทำงาน |
| | - APP (Application Specific Functions) เป็นการกำหนดการทำงานในส่วน of แอปพลิเคชัน |

แพ็กเก็ต RTCP ที่น่าสนใจคือ RR เพราะผู้รับจะรวบรวมสถิติต่างๆ ของข้อมูลเสียงหรือวิดีโอที่ได้รับจากแพ็กเก็ต RTP แล้วบรรจุลงในแพ็กเก็ต RR และทำการส่งให้กับผู้ส่ง ผู้ส่งสามารถใช้ข้อมูลในแพ็กเก็ตชนิดนี้ในการประเมินสถานะของเครือข่าย รวมถึงคุณภาพของสื่อ

ที่ผู้รับได้รับ เพื่อใช้ในการออกแบบวิธีการควบคุมคุณภาพทั้งการสื่อสารเสียงและวิดีโอเพื่อให้การสื่อสารเป็นไปอย่างราบรื่น

2.5 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลควบคุม

การสื่อสารด้วยวีโอไอพีประกอบด้วยวิธีการสื่อสาร 2 ประเภทคือ การรับส่งข้อมูลเสียง และการรับส่งข้อมูลสัญญาณควบคุมการสื่อสาร การรับส่งข้อมูลควบคุมนั้นมีหลายมาตรฐานเช่น SIP H.323 เป็นต้น ซึ่งในที่นี้ใช้โปรโตคอล SIP เป็นมาตรฐานในการรับส่งข้อมูลควบคุม เนื่องจากมาตรฐาน H.323 ไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบเครือข่ายที่ใช้ Internet Protocol (IP) นอกจากนั้นมาตรฐาน H.323 ยังมีการทำงานที่ค่อนข้างช้า โดยปกติแล้วจะใช้งานมาตรฐาน H.323 กับหน่วยงานที่มีการใช้งานมาตรฐาน H.323 อยู่แล้ว มาตรฐาน H.323 เป็นมาตรฐานภายใต้ ITU-T (International Telecommunications Union) Standard ในตอนแรกนั้น มาตรฐาน H.323 ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับการทำ Multimedia Conferencing บนระบบเครือข่าย LAN เป็นหลัก แต่มาในภายหลังจึงถูกพัฒนาให้ครอบคลุมถึงการทำงานกับเทคโนโลยี VoIP ด้วย

2.5.1 โปรโตคอล SIP (Session Initiation Protocol)

โปรโตคอล SIP เป็นโปรโตคอลระดับชั้น Application เป็นโปรโตคอลใหม่ในการใช้งานเทคโนโลยี VoIP โดยที่โปรโตคอล SIP นั้นได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบ IP โดยเฉพาะ ซึ่งโดยปกติแล้วเราจะแนะนำให้หน่วยงานใหม่ที่จะมีการใช้งาน VoIP ให้มีการใช้งานอยู่บนมาตรฐาน SIP โปรโตคอล SIP ถูกพัฒนาโดย IETF (Internet Engineering Task Force) โดยออกแบบให้ใช้ในการตกลงกันระหว่างคู่สนทนาหรือระหว่างผู้ใช้บริการเพื่อทำการเริ่มต้นการโทร (Establish Call), เปลี่ยนแปลงรูปแบบการโทร (Modify Call) และสิ้นสุดการโทรหรือจบการสนทนา (End Call/Terminate Call) ดังนั้นโปรโตคอล SIP มีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนการส่งสัญญาณควบคุม (Control Signaling) ก่อนและจบการสนทนาเท่านั้นนอกจากนี้การทำงานอย่างเป็นระบบตามมาตรฐาน SIP ทำให้เกิดความยืดหยุ่นและความสะดวกในการใช้งานแก่ผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น

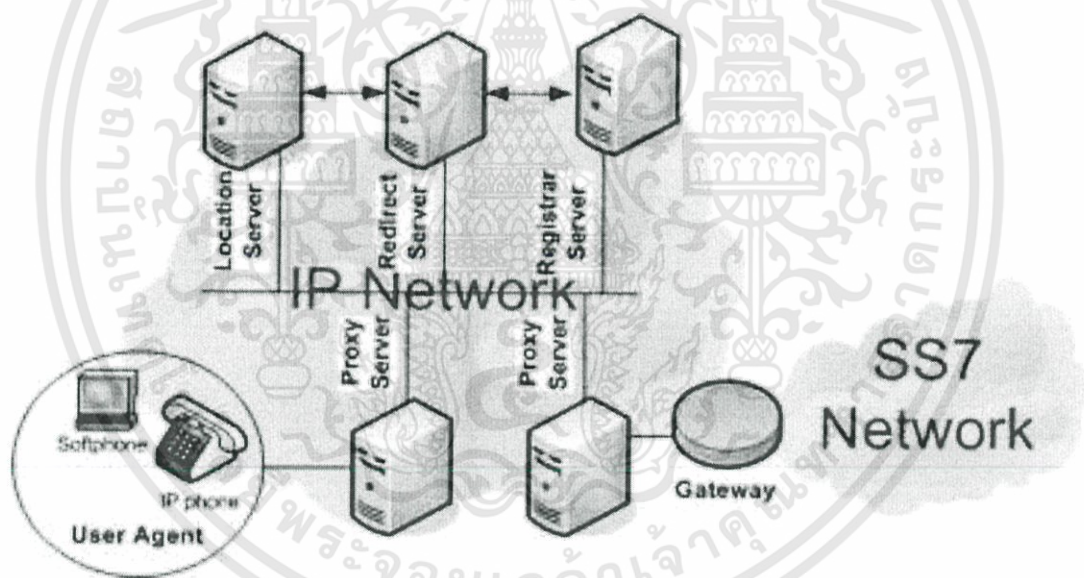
โปรโตคอล SIP อยู่เหนือโปรโตคอลระดับชั้น Transport โดยอนุญาตให้สามารถทำการส่งสัญญาณโดยใช้โปรโตคอลระดับ Transport ได้ทั้ง TCP (Transmission Control Protocol) และ UDP (User Datagram Protocol) เนื่องจากรูปแบบสัญญาณที่นิยมตามมาตรฐาน SIP มีลักษณะเป็นข้อความ (Text-base) ซึ่งถูกเรียกว่า SIP Message โดยรูปแบบและไวยากรณ์ของสัญญาณมีลักษณะคล้ายรูปสัญญาณของโปรโตคอล HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) ทำให้ผู้พัฒนาสามารถพัฒนาได้ง่าย และเหตุที่มีการใช้สัญญาณ SIP Message ตลอดขั้นตอนการส่งสัญญาณควบคุมรวมถึงลำดับขั้นตอนการส่งสัญญาณตามมาตรฐาน SIP นั้น เพราะไม่ซับซ้อนจึงทำให้โปรโตคอล SIP สามารถทำงานได้รวดเร็ว ขั้นตอนการส่งข้อมูลสื่อประสม (Media Stream) จะใช้

โพรโตคอล RTP (Real Time Transfer Protocol) และในขั้นตอนการแลกเปลี่ยนความสามารถในการส่งข้อมูลสื่อประสม (Media Capabilities Exchange) จะใช้โพรโตคอล SDP (Session Description Protocol) ทำงานร่วมด้วย

สถาปัตยกรรมตามมาตรฐาน SIP เป็นแบบเครื่องลูกข่าย (Client) – เครื่องแม่ข่าย (Server) โดยมีการอ้างอิงตัว SIP Client โดยใช้ชื่ออ้างอิงถึงที่อยู่ของตัว SIP Client นั้นๆ ซึ่งถูกเรียกว่า SIP URL (Uniform Resource Locators) ทำให้เกิดความสะดวกและความยืดหยุ่นในการใช้บริการเพิ่มมากขึ้น

2.5.2 องค์ประกอบสำคัญในระบบ SIP (SIP Component)

ในรูปที่ 2.9 แสดงถึงส่วนต่างๆ ที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ เนื่องจากโพรโตคอล SIP มีการทำงานแบบเครื่องลูกข่าย-เครื่องแม่ข่าย ดังนั้นจึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ User Agent (SIP Client) และ Network Server (SIP Server)

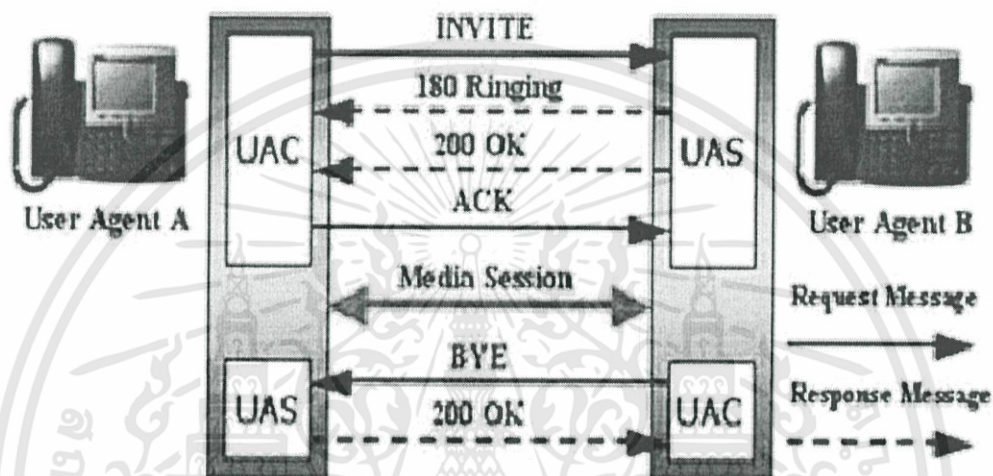


รูปที่ 2.9 องค์ประกอบสำคัญในระบบ SIP

2.5.2.1 User Agent

- UAC (User Agent Client) หรือ (SIP Client) ทำหน้าที่ในการสร้างหรือเริ่มต้นการโทรโดยส่งสัญญาณร้องขอ (Request Signal) ไปยังปลายทาง
- UAS (User Agent Server) หรือ (SIP Server) ทำหน้าที่ในการตอบรับการโทรและส่งสัญญาณตอบกลับ (Response Signal)

โดยปกติแล้ว SIP Client จะทำหน้าที่เป็นได้ทั้ง UAC และ UAS เพื่อให้สามารถทำงานได้ทั้งเป็นผู้โทรและผู้ถูกเรียก การติดต่อเพื่อสร้างและสิ้นสุดช่วงเวลาสื่อสาร (Session) ระหว่างเครื่องลูกข่าย ซึ่งเป็นการติดต่อแบบพื้นฐานที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.10 จะเห็นได้ว่าเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องจะต้องสามารถร้องขอ และตอบสนองการเรียกได้ นั่นคือเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องจะต้องสามารถเป็นได้ทั้ง UAC และ UAS



รูปที่ 2.10 การสร้างและสิ้นสุดช่วงเวลาสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่าย

2.5.2.2 Network Server

- Registrar Server ทำหน้าที่รับการลงทะเบียนจากผู้ใช้บริการ (SIP Client) เพื่อเก็บข้อมูลที่อยู่ ชื่อ SIP URL และข้อมูลสำคัญๆ ของผู้ใช้บริการ
- Proxy Server ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งสัญญาณระหว่างผู้โทรและผู้ถูกเรียก โดยรับผิดชอบการส่งสัญญาณตลอดขั้นตอนการส่งสัญญาณตามมาตรฐาน SIP
- Redirect Server ทำหน้าที่ระบุที่อยู่ของผู้ถูกเรียกที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ โดยจะส่งที่อยู่ที่ค้นหาได้กลับไปยังผู้โทร

2.5.2.3 ส่วนการทำงานอื่นๆ ภายในระบบ SIP

- Location Server ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลหรือเป็นฐานข้อมูลผู้ใช้บริการให้กับตัว Network Server ได้ ทำการป้องกันปัญหาเรื่องขนาดฐานข้อมูลไม่เพียงพอและความปลอดภัยของข้อมูลได้ ตามมาตรฐาน SIP อนุญาตให้สามารถพัฒนาตัว Location Server ไว้เป็นตัวเดียวกันกับตัว SIP Server ได้

- SIP Gateway ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณและข้อมูลสื่อประสมระหว่างระบบเครือข่ายที่แตกต่างกัน เช่น การเชื่อมต่อไปยังระบบโทรศัพท์พื้นฐาน, ระบบ SS7 (Signaling System 7) เป็นต้น

2.5.3 การทำงานของ SIP Server ในระบบ SIP Protocol

2.5.3.1 Registrar Server

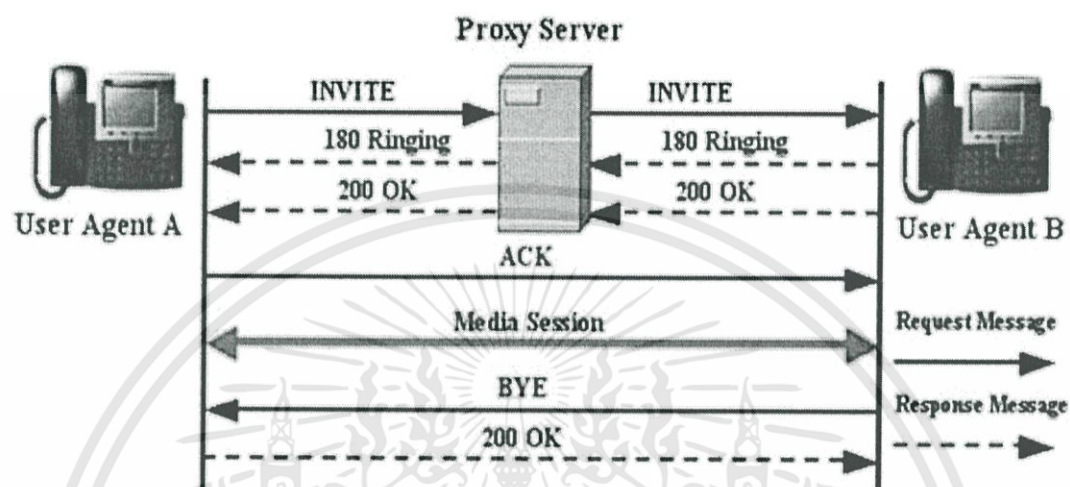
เป็น SIP Server ที่ทำหน้าที่ในการรับการลงทะเบียนจาก SIP Client โดยจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ใน Location Server ซึ่งโดยทั่วไป Registrar Server คือ SIP Server ที่ทำหน้าที่รับการลงทะเบียน เมื่อผู้ร้องขอการติดต่อทำการส่ง Request Message ไปยัง SIP Registrar Server จะทำการติดต่อไปยัง Location Server ของตัว SIP Server เพื่อถามหาที่อยู่ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อโดยสัญญาณที่ใช้ขึ้นตามมาตรฐานของ SIP ไม่มีการกำหนดไว้ ดังนั้น SIP Registrar Server สามารถกำหนดรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ติดต่อระหว่าง SIP Registrar Server กับ Location Server ได้เอง ต่อมาเมื่อ Location Server สามารถหาที่อยู่ได้แล้วก็จะส่งมาบอกกับ SIP Registrar Server สุดท้าย SIP Registrar Server จะส่ง Response Message ไปให้ผู้ร้องขอการติดต่อเพื่อบอกที่อยู่ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อต้องการ

2.5.3.2 Proxy Server

เป็น SIP Server ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ร้องขอการติดต่อและผู้ถูกร้องขอการติดต่อ โดยการทำงานในขั้นตอน Call Setup , Media & Channel Control และ End Call การส่งสัญญาณทุกอย่างในขั้นตอนทั้งหมดนี้จะต้องทำผ่าน SIP Server โดย SIP Server จะทำการตรวจสอบ SIP Message ที่ได้รับทุกครั้งและจะทำการส่ง SIP Message นั้นไปยังปลายทางที่ต้องการ โดยอาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของ SIP Message ตามความเหมาะสมสำหรับการทำงานในขั้นตอนการส่งข้อมูลเสียง (Media Stream) จะไม่ผ่าน SIP Server นั่นคือ SIP Client ทั้ง 2 ฝ่ายจะทำการส่งข้อมูลเสียงกันโดยตรง เมื่อมองในระดับ Logical แต่หากมองในระดับ Physical แล้ว SIP Client ทั้ง 2 ฝ่ายอาจมีการส่งข้อมูลผ่านเครื่องแม่ข่ายหรือเกตเวย์ได้ เนื่องจากการทำงานทั้งหมดมีพื้นฐานการทำงานอยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนั้นการส่งข้อมูลสามารถส่งผ่านแต่ละโหนด เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่ต้องการได้

Proxy Server จะทำหน้าที่ในการรับภาระหรือรับผิดชอบการติดต่อระหว่างผู้ร้องขอการติดต่อและผู้ถูกร้องขอการติดต่อทำให้ Proxy Server สามารถทำการเพิ่มเติมความสามารถต่างๆ เพื่อให้สามารถให้บริการ SIP Client ได้ดียิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการทำงานในลักษณะนี้ทำให้ต้องสูญเสียเวลาในช่วงการติดต่อที่ทำโดยตัว Proxy Server และ Proxy Server

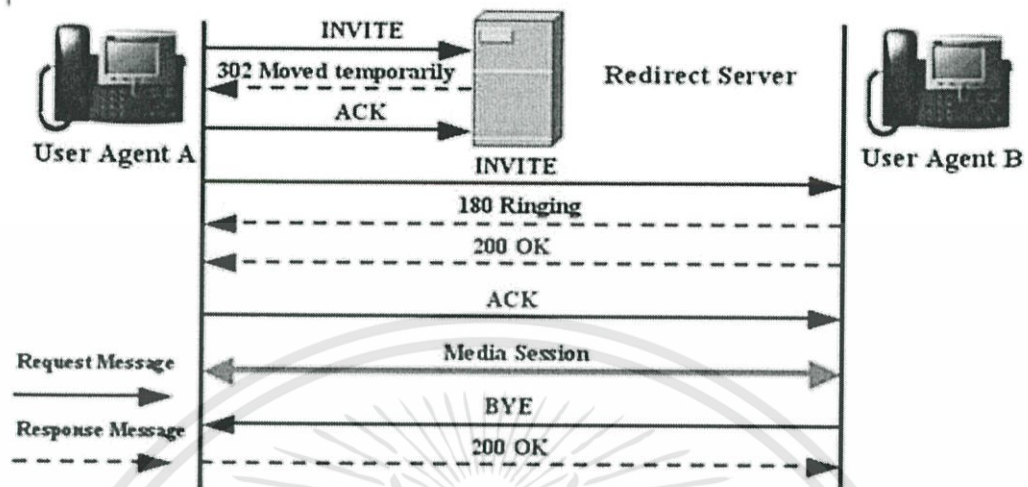
สามารถให้บริการ SIP Client ได้จำกัดขึ้นอยู่กับความสามารถของ Proxy Server นั้นๆ รูปที่ 2.11 การสร้างและสิ้นสุดช่วงเวลาสื่อสารโดยผ่านเครื่อง Server Proxy



รูปที่ 2.11 การสร้างและสิ้นสุดช่วงเวลาสื่อสารโดยผ่านเครื่อง Server Proxy

2.5.3.3 Redirect Server

เป็น SIP Server ที่ทำหน้าที่ในการระบุที่อยู่ของผู้รับการติดต่อที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ โดยจะทำการหาที่อยู่จาก Location Server ซึ่งเมื่อหาที่อยู่ได้แล้วจะส่งที่อยู่ทั้งหมดที่หาได้ให้กับผู้ร้องขอการติดต่อ ดังนั้นหลังจากที่ SIP Client ได้ที่อยู่ในการติดต่อแล้วจะต้องทำการติดต่อไปยังปลายทางที่ต้องการตามที่อยู่ที่ได้นั่นเอง โดยหากผู้ร้องขอการติดต่อได้ที่อยู่มากกว่า 1 ที่อยู่ ผู้ร้องขอการติดต่อจะต้องทำการติดต่อไปยังทุกๆ ที่อยู่ เพื่อหาที่อยู่จริงๆของผู้ถูกร้องขอการติดต่อเอง การทำงานในลักษณะนี้จะทำให้ภาระในการติดต่อทั้งหมดตกอยู่ที่ตัว SIP Client แต่การทำงานลักษณะนี้จะทำให้ SIP Client สามารถทำการติดต่อได้อย่างรวดเร็วในกรณีที่ได้ที่อยู่เดียวจาก SIP Server และตัว SIP Server สามารถให้บริการกับ SIP Client ได้จำนวนมาก รูปที่ 2.12 เป็นการสร้างและสิ้นสุดช่วงเวลาสื่อสารโดยใช้เครื่อง Server Redirect



รูปที่ 2.12 การสร้างและสิ้นสุดช่วงเวลาสื่อสารโดยใช้เครื่อง Server Redirect

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบการทำงานระหว่าง Proxy Server และ Redirect Server

Proxy Server	Redirect Server
ทำงานได้ทั้งแบบ Stateless และ Stateful	สามารถรองรับการทำงานหรือให้บริการกับ SIP Client ได้จำนวนมาก
มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงและสามารถเพิ่มเติมการบริการได้ตามต้องการ	หน้าที่หรือความรับผิดชอบในการติดต่อจะขึ้นอยู่กับ SIP Client
รับผิดชอบการติดต่อในทุกขั้นตอนการติดต่อทั้งหมด	รับผิดชอบในการส่งที่อยู่ให้ผู้ร้องขอ จากนั้นผู้ร้องขอจะทำการติดต่อกับปลายทางเอง

2.5.4 SIP Address

ในระบบ SIP การส่งข้อมูลระหว่างกันจะต้องระบุแอดเดรส โดยที่ SIP จะใช้แอดเดรสในลักษณะที่คล้ายกับอีเมล ซึ่งวิธีการใช้แอดเดรสแบบนี้ เป็นส่วนหนึ่งของตระกูลอินเทอร์เน็ตแอดเดรส ที่เรียกว่า URIs จะประกอบด้วยแอดเดรส รูปแบบของแอดเดรสจะอยู่ในรูปแบบของ name@domain โดยอาจเป็น user@domain, user@address, phone-number@gateway หรือ user@host โดยแอดเดรสนี้จะถูกใช้อ้างอิงถึงผู้ใช้ทั้งผู้เรียกและผู้ถูกเรียกในการส่งข้อความ

2.5.5 สัญญาณ SIP

2.5.5.1 Request Message เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อทำการร้องขอมีทั้งหมด 6 สัญญาณ ดังนี้

- INVITE เป็นสัญญาณที่เฉพาะเจาะจงถึงผู้ที่ต้องการเชิญให้เข้าร่วม การสนทนา สำหรับการติดต่อที่มีเพียง 2 ฝ่าย ผู้ร้องขอการติดต่อจะบอกรายละเอียดเช่น ชนิดของ มัลติมีเดียที่เฉพาะเจาะจงที่ตนเองมีความสามารถรองรับได้ พร้อมทั้งแอดเดรสและพอร์ตที่จะใช้

- ACK เป็นการยืนยันว่าเครื่องลูกข่ายได้รับข้อความที่เครื่องแม่ข่าย ส่งมาให้แล้ว โดยจะใช้ควบคู่กับคำสั่ง INVITE รหัส 2XX จะเป็นรหัสที่ตอบกลับมาเพื่อให้เครื่องลูก ข่ายยืนยันว่าได้รับแล้ว

- OPTION เป็นคำสั่งเพื่อที่จะทำการสอบถามข้อมูลความสามารถ ของผู้ที่ต้องการจะให้เข้าร่วมสนทนา แต่ไม่ใช่การ INVITE โดยผู้ที่รับคำสั่งนี้จะทำการตอบกลับมา โดยอธิบายถึงความสามารถของคนที่จะสามารถสนับสนุนการทำงานอะไรได้บ้าง

- BYE เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อที่จะขอจบการติดต่อระหว่างกัน ซึ่งคำสั่งนี้ ทั้งผู้ที่ร้องขอการติดต่อและผู้ที่ถูกร้องขอการติดต่อ สามารถที่จะใช้คำสั่งนี้ได้ทั้งสองฝ่าย ซึ่งถ้าฝ่ายใด เป็นฝ่ายที่ใช้คำสั่ง BYE ก่อน อีกฝ่ายจะตอบกลับมาเพื่อยืนยันว่าได้รับข้อความเพื่อขอจบการติดต่อ

- CANCEL เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อที่จะขอยกเลิกข้อความบางข้อความที่ ได้ส่งไปก่อนหน้านี้แล้ว แต่สำหรับที่มีความสมบูรณ์แล้ว ซึ่งคือมีการตอบสนองต่อการร้องขอเรียบร้อยแล้ว คำสั่ง CANCEL จะไม่มีผล ไม่ใช่แต่เพียงเครื่องลูกข่ายเท่านั้นที่จะใช้หรือรับคำสั่ง CANCEL ด้าน เครื่องแม่ข่ายก็มีการใช้คำสั่ง CANCEL ได้เช่นเดียวกัน เช่น ในกระบวนการที่ทำการติดต่อผู้ที่ถูกร้อง ขอการติดต่อในหลายๆที่ แต่มีบางที่ที่ตอบกลับมาแล้วเครื่องแม่ข่ายจะส่งคำสั่ง CANCEL เพื่อยกเลิก การติดต่อกับตัวอื่นที่ยังไม่ได้รับการตอบกลับมา

- REGISTER ใช้โดยเครื่องลูกข่ายเพื่อทำการลงทะเบียนโดย แอดเดรส โดยจะลงทะเบียนต่อ SIP Server ที่ต้องการ

2.5.5.2 Response Message เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อตอบสนองต่อ Request Message ที่ได้รับมา ซึ่งลักษณะของสัญญาณจะเป็น Status Code ดังต่อไปนี้

1) 1XX เป็นรหัสการตอบสนองเครื่องแม่ข่าย เป็นข้อมูลเพื่อบอก รายละเอียดให้เครื่องลูกข่ายทราบถึงสถานะของข้อความที่ส่งไปว่าตอนนี้ถึงขั้นตอนไหนแล้ว โดยจะ ส่งรหัสแบบนี้มาเฉพาะในช่วงที่เครื่องแม่ข่ายกำลังทำงานกับข้อความนั้นเท่านั้น

- 100 บอกถึงว่าตอนนี้กำลังพยายามติดต่อยู่

- ติดต่อ
- 180 บอกถึงว่าตอนนี้กำลังรอการตอบรับจากผู้ที่เกี่ยวข้อง
 - 182 บอกว่าตอนนี้ข้อความยังรออยู่ในคิวเพื่อรอการทำงานต่อไป
- 2) 2XX รหัสการตอบสนองระหว่างเครื่องลูกข่ายเป็นการตอบสนองระหว่างเครื่องลูกข่ายกันเองว่าคำสั่งที่ให้มีการทำงานตามข้อความที่ได้ส่งไปนั้นเรียบร้อยแล้ว
- 200 การยกเลิกการติดต่อดำเนินการด้วยคำสั่ง BYE เรียบร้อยแล้ว หรือการยกเลิกข้อความบางข้อความด้วยคำสั่ง CANCEL เรียบร้อยแล้วหรือการเชิญให้มีการติดต่อดำเนินการด้วยคำสั่ง INVITE เรียบร้อยแล้วหรือการลงทะเบียนต่อเครื่องแม่ข่ายด้วยคำสั่ง REGISTER เรียบร้อยแล้ว
- 3) 3XX รหัสการตอบสนองสำหรับการติดต่อผ่านเครื่องแม่ข่ายในโหมดการทำงานแบบ Redirection
- แอดเดรสใด
- 302 บอกแอดเดรสของผู้ที่ต้องการติดต่อว่าผู้รับนั้นได้เปลี่ยนไปใช้
- 4) 4XX รหัสการตอบสนองหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในระหว่างที่มีการติดต่อโดยเป็นข้อผิดพลาดที่เกิดจากฝั่งเครื่องลูกข่ายที่ทำการติดต่อ
- 400 บอกว่าการร้องขอนั้นไม่เหมาะสมตามรูปแบบที่ควรจะเป็น
 - 401 บอกว่าการร้องขอนั้นจะมีการระบุรหัสผ่านด้วย
 - 404 บอกว่าแอดเดรสที่ต้องการติดต่อนั้นไม่สามารถหาได้ คือไม่ได้ลงทะเบียนกับ เครื่องแม่ข่ายไว้
- 5) 5XX รหัสการตอบสนองหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในระหว่างที่มีการติดต่อกันโดยเป็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นที่ฝั่งเครื่องแม่ข่าย
- 500 เป็นข้อผิดพลาดที่เป็นข้อผิดพลาดภายในของเครื่องแม่ข่ายเอง
 - 501 เป็นข้อผิดพลาดในส่วนที่ต้องการทำงานนั้นยังไม่ได้มีการสร้าง
 - 505 เป็นข้อผิดพลาดเนื่องจากรุ่นที่ใช้ไม่สนับสนุนการทำงาน
- 6) 6XX รหัสการตอบสนองหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นระหว่างที่มีการติดต่อกัน โดยเป็นข้อผิดพลาดทั่วไป
- 600 เป็นข้อผิดพลาดที่มีการทำงานที่ยุ่งยากหรืออยู่ในสภาพที่ไม่พร้อมจะทำงาน

2.6 Apache

เป็นโปรแกรม Web server มีหน้าที่ในการจัดเก็บหน้าหลักและส่งหน้าหลักไปยัง Browser ที่มีการเรียกเข้ายัง Web server ที่เก็บหน้าหลักนั้นอยู่ ซึ่งปัจจุบันจัดเป็น Web server มีความน่าเชื่อถืออย่างมาก Apache เป็น Software ที่อยู่ในลักษณะ Open source ซึ่งเปิดให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าร่วมพัฒนาส่วนต่างๆ ของ Apache ได้ ทำให้เกิดประโยชน์มากมาย

2.7 PHP (Hypertext Preprocessor)

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor ซึ่งเริ่มต้นจากคำว่า Personal Home Page tools (เครื่องมือสำหรับพัฒนาโฮมเพจส่วนตัว) เป็นภาษาสำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมบน Web site สามารถเขียนได้หลากหลายโปรแกรมเช่นเดียวกับภาษาทั่วไป มีข้อแตกต่างจาก HTML คือ HTML นั้นเป็นภาษาที่ใช้ในการจัดรูปแบบของ Web site จัดตำแหน่งรูป จัดรูปตัวอักษร หรือใส่สีสันทให้กับ Web site แต่ PHP นั้นเป็นส่วนที่ใช้ในการคำนวณ ประมวลผล เก็บค่า และทำตามคำสั่งต่างๆ อย่างเช่น รับค่าจากแบบฟอร์มที่เราทำ รับค่าจากช่องคำตอบของ Webboard และเก็บไว้เพื่อนำมาแสดงผลต่อไป แม้แต่กระทั่งใช้ในการเขียน

2.8 MySQL

เป็นโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL (Structured Query Language) เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ทำงานร่วมกับ Web server เพื่อให้บริการแก่ภาษา Script เช่น ภาษา PHP ภาษา ASP หรือ ภาษา JSP เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ เช่น ภาษา Visual Basic ภาษา Java หรือ ภาษา C เป็นต้น MySQL เป็นฐานข้อมูลแบบ Open source database สำหรับจัดการ Database System ผ่าน SQL โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาโดย บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน และปัจจุบันบริษัทที่เป็นเจ้าของกิจการคือบริษัทออราเคิล (Oracle)

2.9 phpMyAdmin

เป็นส่วนต่อประสานที่สร้างโดยภาษา PHP ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่าน Web browser โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือการสร้าง Table ใหม่ๆ และยังมีฟังก์ชันที่ใช้ทดสอบการ Query ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น ยังสามารถทำการ Insert, Delete, Update หรือแม้กระทั่งใช้ คำสั่งต่างๆ เหมือนกับกับการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล ในส่วนของการแสดงผลหน้าแรกเมื่อเข้าสู่หน้าแสดงผล phpMyAdmin จะแสดงรุ่น

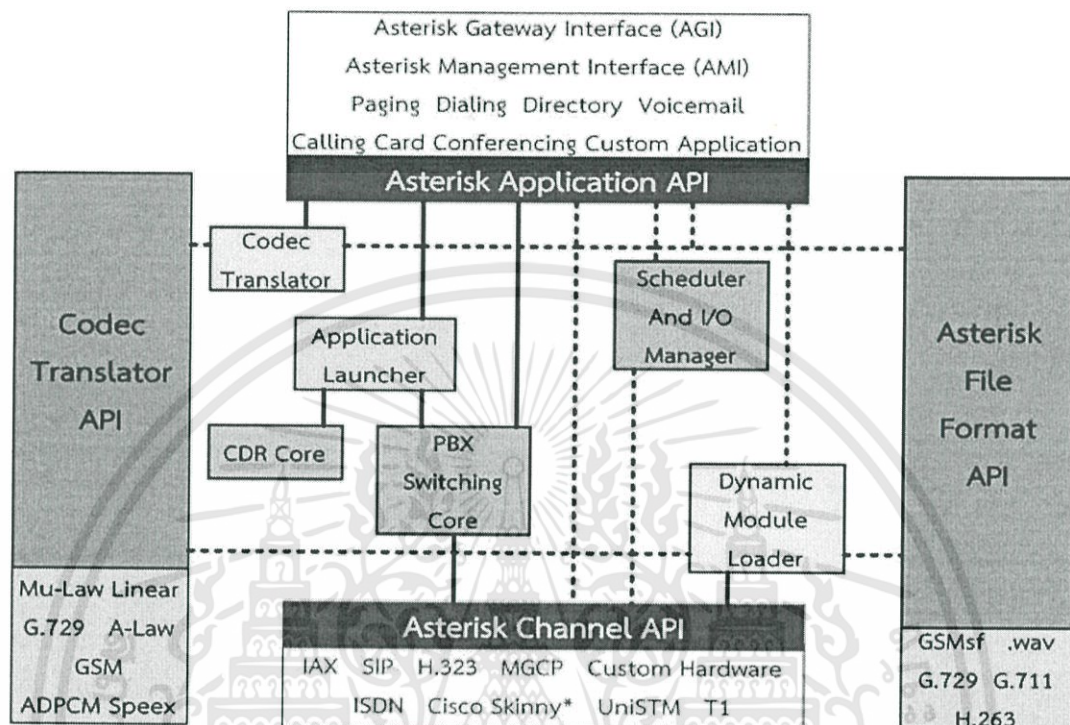
ของ phpMyAdmin ที่ใช้งานอยู่ พร้อมทั้งสามารถที่จะจัดการกับรหัสอักขระที่ใช้ในการเก็บข้อมูลฝั่งเมื่อด้านซ้ายจะแสดงข้อมูลของฐานข้อมูลปัจจุบันและเมื่อทำการเลือกแล้วจะแสดงโครงสร้างของตารางข้อมูล

2.10 โปรแกรม Asterisk

โปรแกรม Asterisk ทำหน้าที่เป็นระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX ที่เต็มไปด้วยความสามารถที่หลากหลาย สามารถทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ เช่น Linux, FreeBSD, Mac OS X, Oracle Solaris ซึ่งโปรแกรม Asterisk นี้จัดอยู่ในกลุ่มของโปรแกรมที่เป็น Open source ซึ่งสามารถนำมาศึกษา พัฒนาต่อยอด รวมถึงนำมาใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย โปรแกรมนี้พัฒนาโดย Mar Spencer แห่งบริษัท Digium สามารถรองรับกับมาตรฐานโพรโตคอลหลากหลาย เช่น SIP, IAX, SCCP, H.323, MGCP ฯลฯ

2.10.1 สถาปัตยกรรมของ Asterisk

Asterisk ได้มีการออกแบบระบบให้มีความยืดหยุ่นสูงโดยมีการระบุส่วนประกอบของ APIs อยู่บริเวณภายนอก ซึ่งทำให้มีประโยชน์มาก เมื่อมีผู้พัฒนา API (Application Programming Interface) นำมาต่อยอดเพื่อทำงานร่วมกับระบบโทรศัพท์ Asterisk ก็สามารถทำได้ทันทีและมีระบบ Central PBX อยู่เป็นโครงสร้างภายใน รูปที่ 2.13 สถาปัตยกรรมของ Asterisk



รูปที่ 2.13 สถาปัตยกรรมของ Asterisk

2.10.2 ส่วนประกอบภายนอกของระบบโทรศัพท์ Asterisk

- Channel API ทำหน้าที่ในการจัดการกับประเภทของการเชื่อมต่อที่เข้ามา ไม่ว่าจะเป็นประเภทของ VOIP ประเภทต่างๆ เช่น ISDN , IAX , SIP , H.323 , MGCP และรวมถึงสัญญาณ Signaling ต่างๆ
- Application API จะทำหน้าที่อนุญาตให้งานหลายๆ งานสามารถทำหน้าที่ได้หลายหน้าที่ เช่น Conferencing, Directory listening, Voice mail ซึ่งงานบางงานจำเป็นต้องดำเนินการทันทีหรือดำเนินการในอนาคตก็เป็นได้
- Codec Translator API ทำหน้าที่โหลดตัวเข้ารหัส/ถอดรหัส (Codec) ของไฟล์เสียงรูปแบบต่าง ไม่ว่าจะเป็น .gsm , .wav , .mp3 แล้วทำการเก็บไฟล์เหล่านั้นไว้ในระบบ
- File Format API ทำหน้าที่ในการอ่าน และบันทึกไฟล์ในหลากหลายรูปแบบ เช่น ไฟล์เสียง .gsm , .wav , .mp3 เป็นต้น

2.10.3 ส่วนประกอบภายในของระบบโทรศัพท์ Asterisk

- PBX Switching นับเป็นส่วนที่สำคัญมากสำหรับ Asterisk นั่นก็คือ PBX Switching ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเชื่อมการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานหลายๆคน และการทำงานอัตโนมัติ รวมถึงการจัดการและดูแลเกี่ยวกับซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ของระบบอีกด้วย

- Application Launcher เป็นตัวประกาศว่าบริการใดจะเริ่มทำงาน เช่น Voice Mail , File Playback เป็นต้น

- Codec Translator จะมีการใช้โคเดกโมดูลเพื่อเข้ารหัสและถอดรหัสไฟล์เสียงที่ถูกบีบอัดเพื่อใช้ในการส่งสัญญาณเสียง โดยมีการเลือกมาตรฐานของโคเดก ให้มีความเหมาะสมโดยจะคำนึงถึงคุณภาพเสียงและการใช้งานช่องสัญญาณในการส่งผ่านข้อมูล (Bandwidth Usage) ด้วย

- Scheduler and I/O Management ทำหน้าที่ในการจัดสรร และดูแลตารางงานต่างๆ ซึ่งอยู่ในระบบล่าง เพื่อให้งานเหล่านั้นสามารถที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้เงื่อนไขทั้งหมด

- Dynamic Module Loader ทำหน้าที่ในการจัดการโมดูลต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อการทำงานของระบบโทรศัพท์ Asterisk

- CDR (Call Detail Record) ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลการใช้งานโทรศัพท์ของระบบทั้งหมด อาทิเช่น หมายเลขโทรศัพท์ต้นทาง ปลายทาง วันที่ และเวลาในการสนทนา จำนวนวินาทีในการสนทนา เป็นต้น

ในการออกแบบระบบจะต้องมีการติดตั้งซอฟต์แวร์ Asterisk ลงบนเครื่องแม่ข่ายที่มีระบบปฏิบัติการที่รองรับ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตู้ชุมสายดิจิทัล (IP-PBX) ให้กับระบบ อันเป็นหัวใจสำคัญในการทำให้เกิดระบบ VoIP บวกกับฟังก์ชันเสริมต่างๆ เช่น ระบบตอบรับ, การประชุมสาย, วิดีโอคอล, การฝากข้อความเสียง และเสียงเพลงรอสาย เป็นต้น

2.11 FXS และ FXO

อินเตอร์เฟซหรือพอร์ต FXS, FXO เป็นพอร์ตแบบอนาล็อก เป็นที่นิยมในการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ธรรมดา เช่นหัวเครื่องโทรศัพท์ แฟกซ์ เบอร์โทรศัพท์ เบอร์ภายใน พอร์ตสายนอก เข้ากับระบบ VoIP เพราะงา่ต่อง่าย หาได้ทั่วไป ราคาอุปกรณ์ไม่แพง พอร์ตเหล่านี้เราพบเห็นโดยทั่วไปบน VoIP Gateway อาจอยู่ในรูปฮาร์ดแวร์ที่เป็นกล่องเล็กๆ หรือเป็นการดัดที่ใส่เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์

1. FXS หรือ Foreign eXchange Subscriber เป็นส่วนการเชื่อมต่อหรืออินเตอร์เฟส ที่มีคุณสมบัติต่อไปนี้ คือ จะมี Dial Tone , แบตเตอรี่สำรองไฟ และกระแสไฟของสัญญาณ Ringing ซึ่งจะถูกส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์หรือ Central Office นั้นเอง บางครั้ง FXS นั้นจะถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าเป็น “Plug on the wall” หรือเป็นช่องต่อสัญญาณโทรศัพท์ที่มีติดอยู่ตามผนังของสำนักงานทั่วไป

2. FXO หรือ Foreign eXchange Office เป็นส่วนการเชื่อมต่อหรืออินเตอร์เฟส ที่อยู่บนตัวเครื่องโทรศัพท์หรือเครื่องโทรสาร โดยจะรับสัญญาณโทรศัพท์ที่มาจาก FXS เพื่อทำหน้าที่ในการวางหู (on-hook) หรือยกหู (off-hook) เพื่อให้สัญญาณโทรศัพท์ที่ส่งมานั้นครบวงจร และสามารถใช้งานได้นั่นเอง

ระบบโทรศัพท์หนึ่งๆ จะสามารถใช้งานได้ ต้องมีการนำส่วนของการเชื่อมต่อแบบ FXS ที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์ หรืออาจจะเป็นสัญญาณจากตู้สาขาโทรศัพท์ มาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์โทรศัพท์ที่ทำหน้าที่เป็น FXO ในที่นี้คือเครื่องโทรศัพท์หรือเครื่องโทรสาร จึงจะสามารถใช้งานโทรศัพท์ได้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญาานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

ในการออกแบบระบบสามารถแบ่งเป็นสามส่วนได้แก่ ส่วนแรกคือการออกแบบระบบ VoIP (Voice over Internet Protocol) โดยทำการติดตั้ง Asterisk เป็นเสมือนตู้ชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิทัลติดตั้งอยู่ที่เครื่องแม่ข่ายของระบบ (Asterisk Server) ส่วนที่สองคือการออกแบบให้ระบบสามารถประชุมภาพได้โดยการติดตั้งโปรแกรมสำหรับประชุมภาพทางไกลไว้ที่เครื่องแม่ข่าย จึงเป็นการทำงานแบบ Video Conferencing Server ในส่วนเป็นการออกแบบ Web Application สำหรับผู้ใช้งานให้สามารถใช้งานระบบได้สะดวกยิ่งขึ้น และสุดท้ายทำการรวบรวมโปรแกรมทั้งหมดที่อยู่ในเครื่องแม่ข่ายลงไว้ใน USB Flash Drive เพื่อใช้เป็นฮาร์ดดิสก์ แล้วจัดทำกล่อง Asterisk server แบบพร้อมใช้ โดยที่ผู้ใช้งานสามารถนำไปติดตั้งและใช้งานได้ทันที ซึ่งแสดงภาพรวมขั้นตอนในการออกแบบได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมขั้นตอนการออกแบบระบบ

3.1.1 การออกแบบระบบ VoIP

เนื่องจากระบบต้องการติดตั้ง Asterisk ซึ่งทำหน้าที่หลักเป็นตู้ชุมสายโทรศัพท์ระบบ IP (IP-PBX) เนื่องจาก Asterisk จะสามารถทำงานได้ดีบนระบบปฏิบัติการในกลุ่มยูนิกซ์ (Unix) ในที่นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ชื่อ อูบุนตุ (Ubuntu) เนื่องจากเป็นลินุกซ์ที่นิยมใช้งานกันทั่วไป ใช้งานได้ฟรี ไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ใดๆ สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบเพิ่มเติมได้อย่างเสรี และเหมาะสมสำหรับข้อกำหนดเครื่องแม่ข่าย (Server) ที่กำหนดให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถติดตั้งพร้อมใช้งานได้ทันทีคือ ใช้ทรัพยากรน้อย ความต้องการฮาร์ดแวร์ต่ำ ก็สามารถติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบที่พัฒนาขึ้นมาได้ กล่าวคือ Ubuntu กำหนดเครื่องขั้นต่ำเป็น ไมโครโปรเซสเซอร์ สถาปัตยกรรม x86 ความเร็ว 300 เมกะเฮิรตซ์ขึ้นไป หน่วยความจำหลัก 64 เมกะไบต์ และพื้นที่ฮาร์ดดิสก์ 500 เมกะไบต์

ตามข้อกำหนดดังกล่าว ผู้จัดทำได้เลือกเครื่องที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์เป็น ATOM D2500 หน่วยความจำ 2 GiB ซึ่งใช้ Flash Drive แทนฮาร์ดดิสก์ ส่วน Ubuntu เวอร์ชันที่ผู้จัดทำได้ใช้งานคือ Ubuntu 11.04 เนื่องจากเมื่อเริ่มทำการพัฒนาได้ใช้เวอร์ชัน 12.04 LTS แต่เกิดปัญหาไม่สามารถเชื่อมต่อกับ Asterisk Card รุ่น X100P ซึ่งทำหน้าที่เป็น FXO Interface ให้กับระบบ ผู้จัดทำจึงต้องเปลี่ยนมาใช้ Ubuntu เวอร์ชัน 11.04 ซึ่งสามารถใช้งานได้แทน

3.1.1.1 ปรับ repository ให้เป็นปัจจุบัน

เมื่อติดตั้ง Ubuntu Server แล้วให้ทำการปรับค่า repository ให้เป็นปัจจุบันโดยใช้คำสั่ง `apt-get update` โดย repository นั้นเป็นแหล่งรวบรวมไฟล์แพ็คเกจต่างๆ ของโปรแกรม

3.1.1.2 การติดตั้งระบบโทรศัพท์ Asterisk

ขั้นตอนต่อไปจะทำการติดตั้ง Asterisk โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) พิมพ์คำสั่งเพื่อติดตั้ง Asterisk ดังนี้

```
$ sudo apt-get install asterisk
```

โปรแกรมจะตรวจสอบว่ามีแพ็คเกจหรือโปรแกรมใดที่ต้องติดตั้งใหม่ พร้อมรายงานจำนวนโปรแกรมทั้งหมดที่ติดตั้ง หากจะทำการติดตั้งต่อไปให้กด `Y` และระบบจะเริ่มดาวน์โหลดโปรแกรมต่างๆ ที่จำเป็นต่อ Asterisk เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วจะได้ Asterisk เวอร์ชัน 1.6.2.9-2

2) เมื่อติดตั้งโปรแกรม Asterisk และโปรแกรมที่จำเป็นอื่นๆ เรียบร้อยแล้วจะทำการสร้างผู้ใช้ (User) และกลุ่ม (Group) โดยทำการแก้ไขที่ไฟล์ `/etc/default/asterisk` เพื่อสั่งให้โปรแกรม Asterisk ทำงานทุกครั้งที่เปิดเครื่องแม่ข่าย (Server) โดยใช้เอดิเตอร์ชื่อว่า nano ในการแก้ไขไฟล์ พิมพ์คำสั่ง

```
$ sudo nano /etc/default/asterisk
```

จากนั้นเราจะทำการเปลี่ยนตัวแปร `RUNASTERISK = no` ให้เป็น `yes` เพื่อให้โปรแกรม Asterisk ทำงานทุกครั้งที่มีการเปิดเครื่องแม่ข่าย (Server) หลังจากนั้นทำการรีสตาร์ทเครื่อง โดยพิมพ์คำสั่ง

```
$ sudo reboot
```

3) พิมพ์คำสั่ง # asterisk -r เพื่อเข้าสู่หน้า Console ของ Asterisk ซึ่งหน้านี้จะปรากฏ Asterisk CLI (Command Line Interface) การสั่งงานในโหมดนี้ต้องใช้คำสั่งของระบบ Asterisk เท่านั้น โดยพิมพ์คำสั่ง Help เพื่อดูคำสั่งการใช้งานต่างๆ ได้

4) เมื่อติดตั้งโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ไฟล์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการปรับแต่ง Asterisk สำหรับระบบปฏิบัติการ Linux Ubuntu จะถูกเก็บไว้ใน Directory /etc/asterisk โดยพิมพ์คำสั่ง ls เพื่อแสดงไฟล์ต่างๆ ดังรูปที่ 3.2



```

adsi.conf          codecs.conf        muted.conf
agents.conf       console.conf      osp.conf
ais.conf          dbsep.conf        oss.conf
alarmreceiver.conf dsp.conf          phone.conf
alsa.conf         dundi.conf        phoneprov.conf
amd.conf          enum.conf         queuerules.conf
app_mysql.conf   extconfig.conf   queues.conf
asterisk.adsi    extensions.ael   res_config_mysql.conf
asterisk.conf    extensions.conf  res_config_sqlite.conf
calendar.conf    extensions.lua    res_curl.conf
ccss.conf        extensions_minivm.conf res_fax.conf
cdr_adaptive_odbc.conf features.conf     res_ldap.conf
cdr.conf         festival.conf    res_odbc.conf
cdr_custom.conf  followme.conf   res_pgsql.conf
cdr_manager.conf func_odbc.conf   res_pktccops.conf
cdr_mysql.conf   gtalk.conf      res_snmp.conf
cdr_odbc.conf    h323.conf       res_stun_monitor.conf
cdr_pgsql.conf   http.conf       rpt.conf
cdr_sqlite3_custom.conf iax.conf        rtp.conf
cdr_syslog.conf  iaxprov.conf    say.conf
cdr_tds.conf     indications.conf sip.conf
cel.conf         jabber.conf     sip_notify.conf
cel_custom.conf  jingle.conf     sklnny.conf
cel_odbc.conf    logger.conf     sla.conf
cel_pgsql.conf   manager.conf    smdi.conf
cel_sqlite3_custom.conf meetme.conf     telcordia-1.ads
cel_tds.conf     mgcp.conf       udptl.conf
chan_dahdi.conf  minivm.conf     unistim.conf
chan_mobile.conf misdn.conf      usbradio.conf
chan_ooh323.conf modules.conf    users.conf
cli_aliases.conf musiconhold.conf voicemail.conf
cli.conf         mpb.conf
cli_permissions.conf

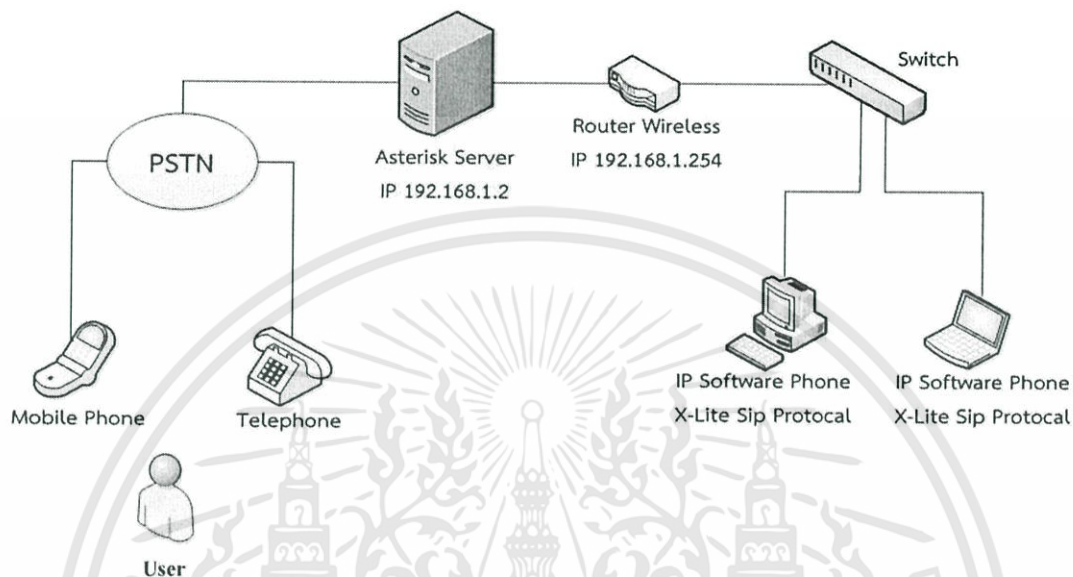
```

รูปที่ 3.2 โครงสร้างไฟล์ของระบบโทรศัพท์ Asterisk ที่ถูกเก็บไว้ใน /etc/asterisk

3.1.1.3 การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ VoIP กับโครงข่าย PSTN

การเชื่อมต่อจะใช้ Asterisk Card เพื่อแปลงสัญญาณจากโครงข่าย PSTN เป็นข้อมูลดิจิทัล โดยใช้ Asterisk Card รุ่น X100P ทำหน้าที่เป็น 1 FXO Interface คือสามารถนำหมายเลขโทรศัพท์พื้นฐานมาเชื่อมต่อกับ Asterisk Card รุ่น X100P ได้ 1 หมายเลข (ซึ่งในการทดลองจะเป็นหมายเลข 3343) และต้องใช้ DAHDI Driver เพื่อให้ Asterisk Server ทำงาน

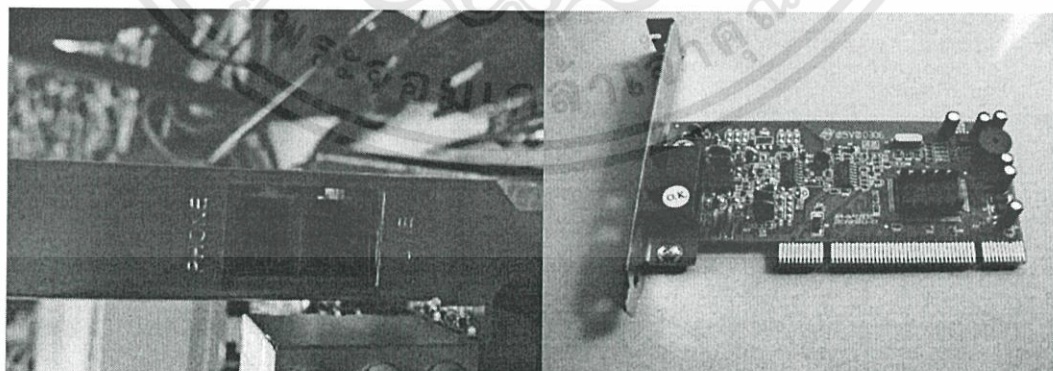
ร่วมกัน จากนั้นต้องทำการคอนฟิกพารามิเตอร์บางส่วนเพื่อให้ Asterisk Card ทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่ายได้ รูปที่ 3.3 เป็นการเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ VoIP กับโครงข่าย PSTN



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ VoIP กับโครงข่าย PSTN

- FXO Modules (Foreign eXchange Subscriber Modules)
เป็นแผงวงจรที่มีคุณสมบัติเชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน ที่จะเชื่อมต่อมายังเครื่องแม่ข่าย โดย 1 โมดูล รองรับได้ 1 หมายเลข

- FXS Modules (Foreign eXchange Subscriber Modules)
เป็นแผงวงจรที่มีคุณสมบัติเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ FXO เช่น เครื่องโทรศัพท์ โทรสาร เป็นต้น โดย 1 FXS โมดูล ต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้หนึ่งเครื่อง



รูปที่ 3.4 Asterisk Card รุ่น X100P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การติดตั้ง Asterisk Card รุ่น X100P

- ใส่ Asterisk Card รุ่น X100P เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ ใน Slot PCI จากนั้นเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วทำการบูตระบบ
- จากนั้นพิมพ์คำสั่ง lspci เพื่อเช็คเครื่องคอมพิวเตอร์ทำการเชื่อมต่อกับ Asterisk Card หรือไม่ โดยแสดงการเชื่อมต่อในกรอบสี่เหลี่ยมดังรูปที่ 3.5

```

00:00.0 Host bridge: Intel Corporation Cedarview DRAM Controller (rev 03)
00:02.0 VGA compatible controller: Intel Corporation Cedarview Integrated Graphics Controller (rev 09)
00:1b.0 Audio device: Intel Corporation N10/ICH 7 Family High Definition Audio Controller (rev 02)
00:1c.0 PCI bridge: Intel Corporation N10/ICH 7 Family PCI Express Port 1 (rev 02)
00:1d.0 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH 7 Family USB UHCI Controller #1 (rev 02)
00:1d.1 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH 7 Family USB UHCI Controller #2 (rev 02)
00:1d.2 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH 7 Family USB UHCI Controller #3 (rev 02)
00:1d.3 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH 7 Family USB UHCI Controller #4 (rev 02)
00:1d.7 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH 7 Family USB2 EHCI Controller (rev 02)
00:1e.0 PCI bridge: Intel Corporation 82801 Mobile PCI Bridge (rev e2)
00:1f.0 ISA bridge: Intel Corporation NM10 Family LPC Controller (rev 02)
00:1f.2 SATA controller: Intel Corporation N10/ICH7 Family SATA AHCI Controller (rev 02)
00:1f.3 SMBus: Intel Corporation N10/ICH 7 Family SMBus Controller (rev 02)
01:00.0 Ethernet controller: Intel Corporation 82574L Gigabit Network Connection
02:00.0 Communication controller: Tiger Jet Network Inc. Tiger3XX Modem/ISDN interface

```

รูปที่ 3.5 เช็คการเชื่อมต่อ Asterisk Card กับเครื่องคอมพิวเตอร์

- พิมพ์คำสั่ง dahdi_genconf ซึ่งจะได้อไฟล์ /etc/dahdi/system.conf ขึ้นมาใหม่ โดยมีข้อมูลดังรูปที่ 3.6

```

GNU nano 2.2.6      File: /etc/dahdi/system.conf
# Autogenerated by /usr/sbin/dahdi_genconf on Mon Mar  4 13:37:40 2013
# If you edit this file and execute /usr/sbin/dahdi_genconf again,
# your manual changes will be LOST.
# Dahdi Configuration File
#
# This file is parsed by the Dahdi Configurator, dahdi_cfg
#
# Span 1: DAHDI_DUMMY/1 "DAHDI_DUMMY/1 (source: HRtimer) 1" (MASTER)
#
# Span 2: WCFXO/0 "Generic Clone Board 1" RED
fxsks=1
echocanceller=oslec,1

# Global data
loadzone      = th
defaultzone   = th

```

รูปที่ 3.6 รายละเอียดของพารามิเตอร์ในไฟล์ system.conf

จากรูปที่ 3.6 เป็นการแสดงพารามิเตอร์ต่างๆ ในไฟล์ system.conf มีรายละเอียดดังนี้

- fxsks = 1 เป็นการประกาศว่ามีการใช้งาน 1 ช่องสัญญาณ เพื่อรองรับการทำงานแบบ FXS
- echocanceller = oslec,1 เป็นการกำหนด Soft Ware ที่ใช้ในการกำจัดเอคโค (echo) ในการติดต่อกับเครือข่าย PSTN
- loadzone = th เป็นการระบุโซนในการใช้งาน (th คือ Thailand)
- defaultzone = th เป็นการระบุโซนในการใช้งาน (th คือ Thailand)

นอกจากนั้นที่ Directory /etc/asterisk จะมีอีกไฟล์หนึ่งที่ถูกสร้างมาพร้อมกับไฟล์ system.conf นั่นคือไฟล์ dahdi-channels.conf ซึ่งในไฟล์มีข้อมูลดังรูปที่ 3.7

```

GNU nano 2.2.6      File: /etc/asterisk/daohdi-channels.conf
; Autogenerated by /usr/sbin/daohdi_genconf on Mon Mar  4 13:37:40 2013
; If you edit this file and execute /usr/sbin/daohdi_genconf again,
; your manual changes will be LOST.
; Daohdi Channels Configurations (chan_daohdi.conf)
;
; This is not intended to be a complete chan_daohdi.conf. Rather, it is intended
; to be #include-d by /etc/chan_daohdi.conf that will include the global settings
;
; Span 1: DAHDI_DUMMY/1 "DAHDI_DUMMY/1 (source: HRTimer) 1" (MASTER)
;
; Span 2: WCFXO/0 "Generic Clone Board 1" RED
;;; line="1 WCFXO/0/0 FXSKS (In use) (SWEC: OSLEC)"
signalling=fxs_ks
callerid=asreceived
group=0
context=from-pstn
channel => 1
callerid=
group=
context=default

```

รูปที่ 3.7 รายละเอียดของพารามิเตอร์ในไฟล์ daohdi-channels.conf

จากรูปที่ 3.7 เป็นการแสดงพารามิเตอร์ต่างๆในไฟล์ daohdi-channels.conf โดยมีรายละเอียดดังนี้

- signalling = fxs_ks เป็นสัญญาณที่กระตุ้นการทำงานของพอร์ตโดยพอร์ต FXO ต้องเลือก signalling เป็น fxs
- callerid = asreceived
- group = 0 เป็นหมายเลขกลุ่มพอร์ตหลายๆ พอร์ต
- context = from-pstn เป็นชื่อ context ของการ์ด FXO โดยเกี่ยวข้องกับระบบตอบรับที่คอนฟิกในไฟล์ extensions.conf
- channel =>1 เป็นหมายเลขช่องสัญญาณของพอร์ต FXO ที่จะใช้อ้างอิงถึงพอร์ตนี้เมื่อต้องการจะใช้งาน ถ้าการ์ดมีหลายๆ พอร์ตก็จะมีตัวเลขต่างกันไป

2) การตรวจสอบการทำงานของ Asterisk Card

- คำสั่ง daohdi_cfg -v เป็นคำสั่งที่ใช้ตรวจสอบว่าการกำหนดค่าช่องสัญญาณของพอร์ต FXO พร้อมใช้งานหรือไม่ จากรูปที่ 3.8 จะเห็นเวอร์ชันของ DAHDI (Digium Asterisk Hardware Device Interface) DAHDI เป็นเหมือนกับไดรเวอร์ที่ทำให้ Asterisk รู้จักและทำงานร่วมกับการ์ดอินเตอร์เฟสต่างๆได้ และในที่นี้คือ Asterisk Card รุ่น X100P ซึ่งในการทดลองจะเป็น DAHDI

เวอร์ชัน 2.3.0.1 และ DAHDI tool เวอร์ชัน 2.2.1.1 อีกทั้งจะเห็นได้ว่าการกำหนดค่าแล้ว 1 ช่องสัญญาณ พร้อมใช้ระบบการกำจัดเสียงเอคโค (echo) (echocanceller แบบ oslec)

```
DAHDI Tools Version - 2.2.1.1
DAHDI Version: 2.3.0.1
Echo Canceller(s): OSLEC
Configuration
=====

Channel map:
Channel 01: FXS Kewlstart (Default) (Echo Canceler: oslec) (Slaves: 01)
1 channels to configure.
Setting echocan for channel 1 to oslec_
```

รูปที่ 3.8 การทดสอบ Asterisk Card ด้วยคำสั่ง dahdi_cfg -vv

- คำสั่ง dahdi_scan เป็นคำสั่งแสดงรายละเอียดของ Asterisk Card ที่ใช้งานร่วมกับ Asterisk Server แสดงดังรูปที่ 3.9

```
[2]
active=yes
alarms=OK
description=Generic Clone Board 1
name=WCFX0/0
manufacturer=Digium
devicetype=Generic Clone
location=PCI Bus 02 Slot 01
basechan=1
totchans=1
irq=20
type=analog
port=1,FX0
```

รูปที่ 3.9 การทดสอบ Asterisk Card ด้วยคำสั่ง dahdi_scan

- คำสั่ง dahdi_test -v เป็นคำสั่งที่ใช้ทดสอบการทำงานของภาค DSP (Digital Signal Processor) บนการ์ด FXS/FXO ซึ่งผลที่ออกมาต้องไม่ต่ำกว่า 99.987% Asterisk Card จึงจะสามารถใช้งานได้ ดังรูปที่ 3.10

Opened pseudo dahdi interface, measuring accuracy...

```
8192 samples in 8192.192 system clock sample intervals (100.002%)
8192 samples in 8191.488 system clock sample intervals (99.994%)
8192 samples in 8192.145 system clock sample intervals (100.002%)
8192 samples in 8192.160 system clock sample intervals (100.002%)
8192 samples in 8192.168 system clock sample intervals (100.002%)
8192 samples in 8192.152 system clock sample intervals (100.002%)
8192 samples in 8192.128 system clock sample intervals (100.002%)
8192 samples in 8192.496 system clock sample intervals (100.006%)
```

รูปที่ 3.10 ทดสอบการทำงานของ Asterisk Card ส่วนของภาค DSP (Digital Signal Processor)

3) การคอนฟิก Asterisk Card รุ่น X100P

ในส่วนนี้จะทำการคอนฟิกพารามิเตอร์ของการ์ด DAHDI ซึ่งไม่ว่าจะเป็น Asterisk Card แบบไหน หรือติดตั้ง Asterisk Card ก็การ์ดก็ตามเราจะทำการคอนฟิกอยู่ไฟล์เดียว คือ ไฟล์ chan_dahdi.conf ซึ่งอยู่ใน Directory/etc/asterisk/chan_dahdi.conf มาพร้อมกับการติดตั้ง DAHDI ทำการคอนฟิกพารามิเตอร์ให้กับ Asterisk Card ดังนี้

- context = from-pstn เป็นชื่อ context เพื่อใช้ติดต่อกับไฟล์ extensions.conf
- language = en เป็นการสนับสนุนภาษาอังกฤษ
- transfer = yes สนับสนุนการโอนสายใช้งานร่วมกับ callparking
- echocancel = yes เป็นการกำหนดให้ยกเลิกเสียงเอคโคที่อาจเกิดขึ้นขณะสนทนา
- rxgain = 3.0 ใช้ปรับคุณภาพของระดับเสียงทางด้านฝั่งรับ
- txgain = 6.0 ใช้ปรับคุณภาพของระดับเสียงทางด้านฝั่งส่ง
- callprogress = yes เป็นการตรวจกระบวนการในการโทร
- busydetect = yes กำหนดให้ Asterisk ตรวจสอบว่ามีสัญญาณค้างอยู่ในระบบหรือไม่
- busycount = 5 ถ้าพบสัญญาณค้างในระบบโทรศัพท์เกิน 5 วินาที จะตัดการใช้ช่องสัญญาณนั้น
- signaling = fxs_ks กำหนดให้รองรับการทำงานกับสัญญาณโทรศัพท์ที่มีจากโครงข่าย PSTN ที่เป็นสัญญาณ FXS
- channel => 1 กำหนดค่าทั้งหมดให้ใช้กับช่องสัญญาณที่ 1
- musiconhold = default เป็นการกำหนดให้ใช้เสียงรอสาย
- #include dahdi-channels.conf เป็นการเพิ่มไฟล์ dahdi-channels.conf ไว้ท้ายไฟล์นี้

```

GNU nano 2.2.6                               File: /etc/asterisk/chan_dahdi.conf
[channels]
context=from-pstn
language=en
callerid=asreceived
transfer=yes
echocancel=yes
echocancelwhenbridged=yes
rxgain=3.0
txgain=6.0
callprogress=yes
busydetect=yes
busycount=5
echotraining=yes
signalling=fxs_ks
channel => 1
musiconhold=default
#include dahdi-channels.conf

```

รูปที่ 3.11 คอนฟิกพารามิเตอร์ให้กับ Asterisk Card ในไฟล์ chan_dahdi.conf

4) รีสตาร์ท Asterisk

ในการคอนฟิกหรือเปลี่ยนพารามิเตอร์บางตัวต้องทำการรีสตาร์ท Asterisk จึงจะมีผล เช่น signalling, ringtime ซึ่งอยู่ในไฟล์ chan_dahdi.conf เราจะทำการรีสตาร์ทโดยใช้คำสั่ง asterisk -r เพื่อเข้าไปในโหมด Console (CLI) แล้วพิมพ์คำสั่ง module reload chan_dahdi.so

```

opensips*CLI>module reload chan_dahdi.so
Reload module 'chan_dahdi.so'

```

3.1.1.3 การ Register กับ SIP Server

1) สร้าง SIP User Account

ทำการสร้าง SIP User Account ในไฟล์ sip.conf เพื่อกำหนดค่าต่างๆให้อุปกรณ์หรือโปรแกรมที่รองรับโปรโตคอล SIP ซึ่งในที่นี้เป็นโปรแกรม Soft Phone ชื่อว่า X-Lite เป็นเวอร์ชัน 5.0 ยกตัวอย่างการสร้าง SIP User Account ของหมายเลข 1000 ดังรูปที่ 3.12

```

GNU nano 2.2.6      File: /etc/asterisk/sip.conf
[General]
videosupport=yes
bindport=5060

[1000]
username=zone1
type=friend
secret=1000
host=dynamic
context=from-internal
callerid=device<1000>
disallow=all
allow=ulaw,alaw
allow=h263,h263p

```

รูปที่ 3.12 การสร้าง SIP User Account ในไฟล์ sip.conf

เมื่อสร้าง SIP User Account เรียบร้อยแล้วจึงนำค่า SIP User Account ที่สร้างไว้ไปกำหนดให้กับโปรแกรม Soft Phone ซึ่งก็คือ โปรแกรม X-Lite รูปที่ 3.13 ตัวอย่างการกำหนดค่า SIP User Account ให้กับโปรแกรม X-Lite

รูปที่ 3.13 ตัวอย่างการกำหนดค่า SIP User Account ให้กับโปรแกรม X-Lite

2) การเขียน Dial Plane

ดังนี้

ทำการเขียน Dial Plane ในไฟล์ extensions.conf เพื่อกำหนดหมายเลขภายในระบบ

```
[general]
static = yes
writeprotect = no
exten=>1000,1,Dial(SIP/Zone1)
exten=>2000,1,Dail(SIP/Zone2)
exten=>3000,1,Dail(SIP/Zone3)
```

1

- [general] คือส่วนที่มีไว้สำหรับการกำหนดค่าทั่วไปให้กับ Dial Plane กำหนด static = yes และกำหนดให้ Option writeprotect = no จะทำให้สามารถบันทึก Dial Plane ผ่านทาง CLI ได้ โดยใช้คำสั่ง save Dial Plane

- ในส่วนของหมายเลข 1 นั้น เป็นส่วน Context มาตรฐาน ที่มีไว้เพื่อเขียน Dial Plane ควบคุมระบบโทรศัพท์ มีการประกาศหมายเลข 1000, 2000, และ 3000 เพื่อติดต่อกับ X-Lite ที่รองรับโปรโตคอล SIP

3.1.1.4 ฟังก์ชันต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ VoIP

1) ระบบตอบรับอัตโนมัติ IVR (Interactive Voice Response)

IVR ย่อมาจาก Interactive Voice Response เป็นระบบตอบรับอัตโนมัติ โดยระบบจะเป็นการโต้ตอบข้อมูลด้วยเสียงระหว่างผู้ใช้บริการหรือผู้โทรกับเครื่องโทรศัพท์

IVR ที่เห็นได้ชัดเจน คือ Call Center และการโทรผ่านตู้สาขาโทรศัพท์ ซึ่งจะมีเสียงตอบรับแนะนำให้ทำการเลือกรายการโดยกดหมายเลขต่างๆ ตามที่เสียง IVR แนะนำ ในระบบ IVR จะมีตัวเลือกจากการกดปุ่มบนโทรศัพท์ ได้แก่ 0-9, *, # และยังมีตัวเลือกพิเศษอีก 2 ตัวเลือก คือ extension i (invalid) และ extension t (timeout) โดย extension i ใช้เมื่อผู้โทรเข้ามาเลือกรายการไม่ถูกต้อง ส่วน extension t จะใช้เมื่อผู้โทรเข้ามาไม่ได้เลือกรายการในเวลาที่กำหนด ในที่นี้ใช้แต่ extension i

การออกแบบระบบตอบรับอัตโนมัติ ในการทดลองเมื่อมีการโทรเข้ามายังหมายเลข 3343 ซึ่งเป็นหมายเลขของ Asterisk Server ที่ได้จากการนำหมายเลขโทรศัพท์พื้นฐานมาเชื่อมต่อ

กับ Asterisk Card รุ่น X100P ระบบจะเล่นไฟล์เสียงต้อนรับ ซึ่งผู้ที่โทรเข้ามาสามารถเลือกรายการได้ดังนี้

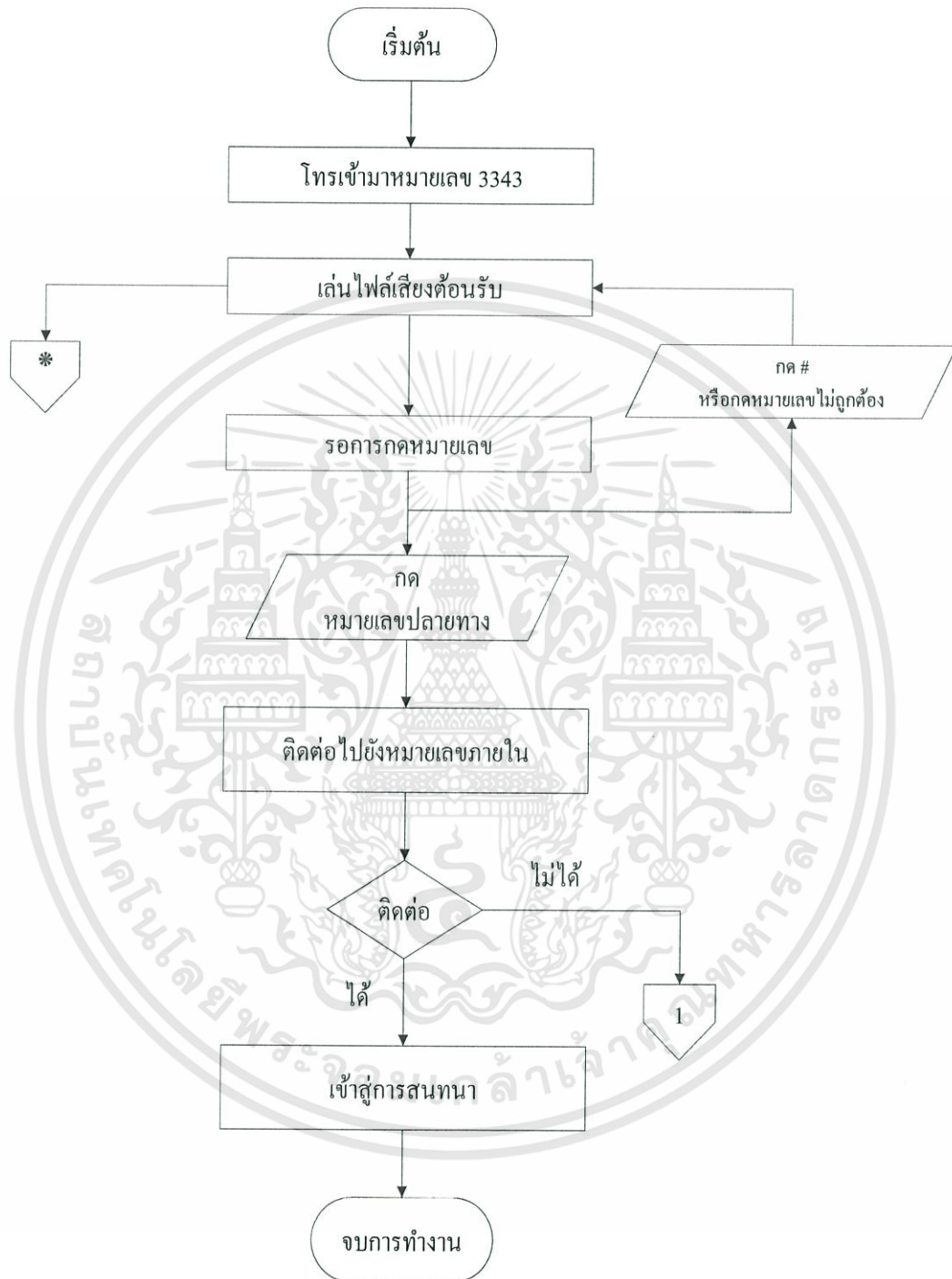
- โทรเข้าหมายเลข 3343 เล่นไฟล์เสียงต้อนรับ
- กดหมายเลขไม่ถูกต้องจะไปทำงานที่ extension i ซึ่งจะวนกลับไปฟังไฟล์เสียงต้อนรับซ้ำ

- กดหมายเลข 4 หลักเรียกไปยัง SIP Account ตามหมายเลขที่กำหนดภายใน extensions.conf จะมีการเริ่มใช้ Priority ที่ 1 เป็นการเรียกไปหา SIP Account ที่มีอยู่ โดยระบบจะส่ง musiconhold ไปเป็นระยะเวลา 60 วินาที เมื่อมีผู้รับสายจะเกิดการเชื่อมต่อระหว่างกันแล้วจะเข้าสู่การสนทนาและจบการทำงานเมื่อวางสาย แต่ถ้าหมดเวลาแล้วไม่มีผู้รับสายหรือมีการตัดสายระบบจะทำงานใน Priority ที่ 2 ซึ่งจะทำการเล่นไฟล์เสียงที่ 2

- กด # เพื่อฟังเสียงต้อนรับซ้ำ
ระบบทำงานใน Priority ที่ 2 ซึ่งจะทำการเล่นไฟล์เสียงที่ 2 โดยสามารถเลือกรายการได้ดังนี้

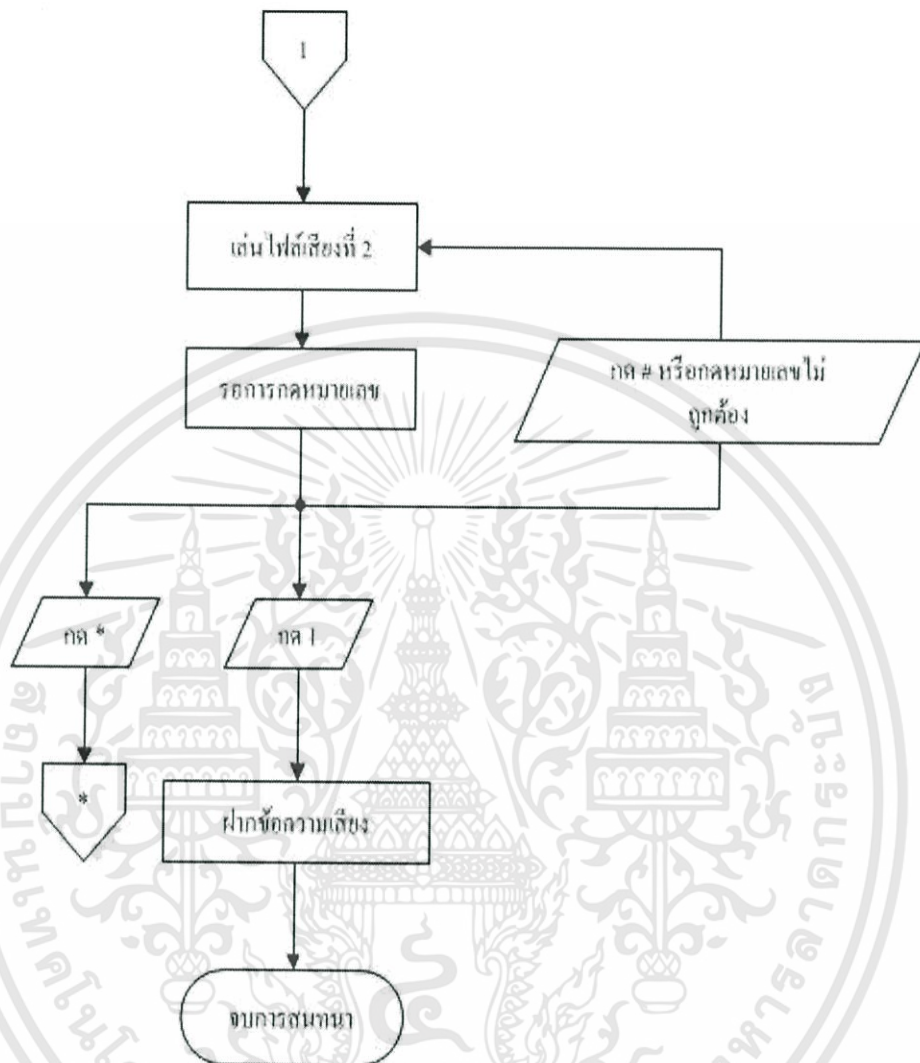
- กดหมายเลขไม่ถูกต้องจะไปทำงานที่ extension i ซึ่งจะวนกลับไปฟังไฟล์เสียงต้อนรับซ้ำ
- กด 1 เพื่อฝากข้อความเสียง
- กด # เพื่อฟังไฟล์เสียงที่ 2 ซ้ำ
- กด * เพื่อฟังไฟล์เสียงต้อนรับซ้ำ

การทำงานของระบบตอบรับอัตโนมัติสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบตอบรับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบตอบรับอัตโนมัติ (ต่อ)

2) ระบบฝากข้อความเสียง (Voice Mail)

ระบบโทรศัพท์ Asterisk อนุญาตให้ผู้ที่โทรเข้ามาสามารถฝากข้อความเสียง ถึงหมายเลขโทรศัพท์ที่โทรถึงได้ในกรณีที่สายไม่ว่าง (Busy) หรือไม่พร้อมใช้งานโดยมีระบบตอบรับอัตโนมัติให้ฝากข้อความเสียงที่ต้องการฝากได้ และสามารถเปิดฟังข้อความเสียงที่มีผู้ฝากถึงผ่านทาง Voice mail ของระบบโทรศัพท์ Asterisk ได้ การใช้งานฟังก์ชัน Voice Mail สามารถทำได้ดังนี้

- สร้าง Voice mail box ตามรูปแบบดังนี้
เบอร์ผู้ใช้ => รหัสผ่าน , ชื่อผู้ใช้ , email address

- ทำการแก้ไขในไฟล์ voicemail.conf แก้ไขในส่วน [default] ดังรูปที่ 3.16

```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/asterisk/voicemail.conf
[default]
1001 => 1000,ball,ball-the-kop@hotmail.com
2001 => 2000,mameaw,mot-ta-noy@hotmail.com
3001 => 3000,yui,yui_yn@hotmail.com
```

รูปที่ 3.16 การสร้าง Voice mail box

- ทำการแก้ไขเพื่อสั่งงานให้ voice mail ทำงานเมื่อโทรไปหมายเลขปลายทางแล้วไม่มีผู้รับสาย ซึ่งทำในไฟล์ extensions.conf ดังรูปที่ 3.17

```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/asterisk/extensions.conf
exten => 1000,1,Dial(SIP/zone1,60,m)
exten => 1000,2,VoiceMail(1001,b)
exten => 1000,102,VoiceMail(1001,u)
exten => 2000,1,Dial(SIP/zone2,60,m)
exten => 2000,2,VoiceMail(2001,b)
exten => 2000,102,VoiceMail(2001,u)
exten => 3000,1,Dial(SIP/zone3,60,m)
exten => 3000,2,VoiceMail(3001,b)
exten => 3000,102,VoiceMail(3001,u)
exten => 7000,1,VoiceMailMain()
```

รูปที่ 3.17 การคอนฟิกไฟล์ extensions.conf ให้ทำงาน Voice mail

ภายใน extensions.conf ของหมายเลข 1000 เริ่มใช้ Priority ที่ 1 เป็นการเรียกไปหา SIP Account ของหมายเลข 1000 โดยจะส่ง musiconhold ไปเป็นระยะเวลา 60 วินาที ซึ่งกำหนดด้วย Option : m ถ้า 60 วินาทีแล้วไม่มีผู้รับสาย ระบบจะทำงานใน Priority ที่ 2 ซึ่งเข้าไปในระบบฝากข้อความเสียงของหมายเลข 1000 ถ้าหากหมายเลข 1000 ไม่พร้อมใช้งาน จะทำการฝากข้อความเสียง แต่ถ้าหากไม่เป็นไปตามนั้นก็ทำงานใน Priority ต่อไป

- b หมายถึง Busy (ไม่มีผู้รับสาย)
- u หมายถึง Unavailable (ระบบไม่พร้อมจะทำงาน)
- exten => 7000,1,VoiceMailMain() หมายถึง เราสามารถเข้าไปฟัง Voice mail โดยกดหมายเลข 7000

3) เสียงเพลงรอสาย (Music On Hold)

ระบบโทรศัพท์ Asterisk มีคุณสมบัติเสียงเพลงรอสาย ซึ่งสามารถนำเพลงต่างๆ ใส่เข้าไปในระบบได้ เสียงที่เหมาะสมและสามารถทำงานในระบบได้คือ ไฟล์ที่เป็นรูปแบบ PCM ,8000 Hz, 16 Bit หรือนามสกุล .gsm การใช้งานฟังก์ชัน Music On Hold สามารถทำได้ดังนี้

- การเรียกใช้เสียงเพลงรอสายต้องกำหนดที่อยู่ที่ใช้เก็บไฟล์เสียงให้ถูกต้อง โดยทำการแก้ไขไฟล์ /etc/asterisk/musiconhold.conf ดังรูปที่ 3.18

```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/asterisk/musiconhold.conf
[default]
mode=files
directory=/var/lib/asterisk/moh
```

รูปที่ 3.18 การกำหนดรูปแบบการทำงานและระบุที่อยู่ที่ใช้เก็บไฟล์เสียง

- ขั้นตอนต่อไปเป็นการสั่งงานให้เสียงเพลงรอสายทำงาน โดยทำการแก้ไขไฟล์ extensions.conf โดยจะมี Option อยู่ 2 แบบคือ Option : m เป็นการกำหนดให้ใช้เสียงเพลงกับ Extensions บรรทัดนั้น ส่วน Option : r เป็นการกำหนดให้ใช้เสียง dial tone กับ Extensions บรรทัดนั้น ซึ่งในที่นี้กำหนดเป็น Option : m ดังรูปที่ 3.19

```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/asterisk/extensions.conf
[from-internal]
exten => 2000,1,Dial(SIP/2000,60,m)
exten => 2000,2,Goto(zone2,s,1)

[from-pstn]
exten => 2000,1,Dial(SIP/zone2,60,m)
exten => 2000,2,Goto(2000,s,1)
```

รูปที่ 3.19 การกำหนดให้ใช้เสียงเพลงรอสายหรือ dial tone

- การเรียกใช้ไฟล์เสียงนอกจากจะมีการเรียกใช้ไฟล์เสียงจากฟังก์ชัน musiconhold แล้ว ยังมีวิธีเรียกใช้ไฟล์เสียงจาก Dial plane ซึ่งมีอยู่ คำสั่ง คือ Playback() และ Background() โดยทั้งสองคำสั่งจะต่างกันว่า คำสั่ง Playback() จะต้องรอให้ Asterisk เล่นไฟล์เสียงจบก่อนจึงจะพร้อมทำอย่างอื่นได้ ไม่สามารถขัดจังหวะในระหว่างการเล่นไฟล์เสียงได้ ส่วนคำสั่ง Background() ขณะที่ Asterisk เล่นไฟล์เสียงจะสามารถขัดจังหวะการเล่นได้โดยกดปุ่มที่แป้นโทรศัพท์ ดังนั้นคำสั่ง Background() จึงเหมาะกับการสร้างระบบตอบรับต่างๆ ได้ดี ทั้งคำสั่ง Playback() และ

Background() ต้องระบุชื่อและที่อยู่ของไฟล์เสียงในเครื่องหมาย () โดยไม่ต้องระบุรูปแบบของไฟล์ ดังรูปที่ 3.20

```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/asterisk/extensions.conf
[2000]
exten => s,1,Answer()
exten => s,2,Background(/var/lib/asterisk/sounds/central2)
exten => s,3,WaitExten()
exten => s,4,Hangup()
```

รูปที่ 3.20 การระบุชื่อและที่อยู่ของไฟล์

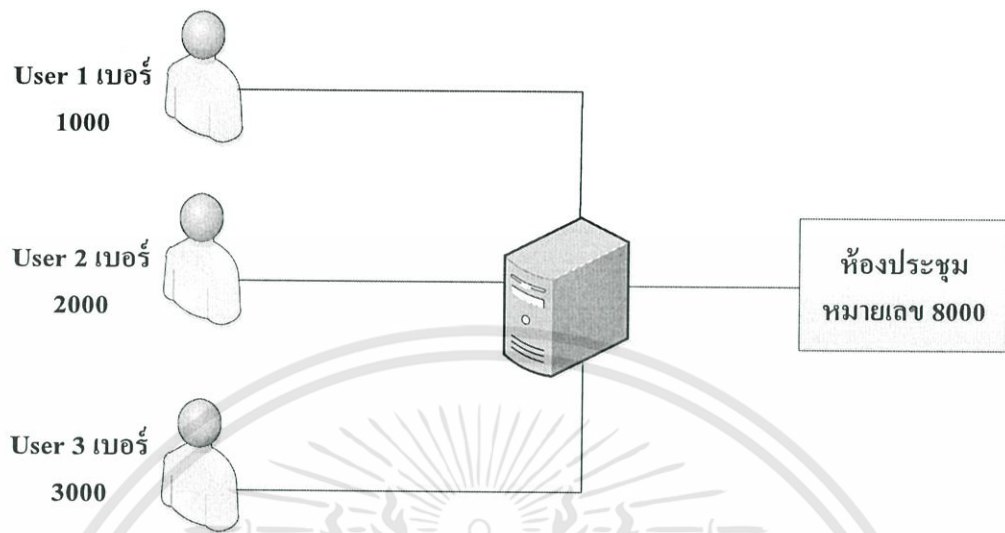
- การกำหนดเสียงเพลงรอสายให้กับการ์ด X100P ทำได้โดยการเพิ่มบรรทัดคำสั่ง musiconhold = default ในไฟล์ chan_dahdi.conf ซึ่งเป็นคำสั่งให้การ์ด X100P ไปใช้งาน ฟังก์ชันเสียงเพลงรอสาย ในไฟล์ musiconhold.conf ในส่วนโปรแกรม default ดังรูปที่ 3.21

```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/asterisk/chan_dahdi.conf
[channels]
context=from-pstn
language=en
callerid=asreceived
transfer=yes
echocancel=yes
echocancelwhenbridged=yes
rxgain=3.0
txgain=6.0
callprogress=yes
busydetect=yes
busycount=5
echotraining=yes
signalling=fxs_ks
channel => 1
musiconhold=default
#include dahdi-channels.conf
```

รูปที่ 3.21 การกำหนดเสียงเพลงรอสายให้กับการ์ด X100P

4) ประชุมทางโทรศัพท์ (Teleconference)

ในระบบโทรศัพท์ Asterisk จะใช้ฟังก์ชันที่ชื่อว่า MeetMe ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานมากมาย เช่น เมื่อเข้ามาห้องประชุมคนเดียวจะได้ยินเสียงเพลงรอสาย หรือก่อนเข้าห้องประชุมต้องใส่รหัสผ่านก่อน เป็นต้น



รูปที่ 3.22 การทำงานประชุมสาย

การใช้งานฟังก์ชัน MeetMe สามารถทำได้ดังนี้

- กำหนดหมายเลขห้องประชุม โดยแก้ไขในไฟล์ meetme.conf ดังรูปที่ 3.23

```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/asterisk/meetme.conf
[rooms]
conf => 8000 ← 1
conf => 8010,9999 ← 2
```

รูปที่ 3.23 การกำหนดหมายเลขห้องประชุม

จากรูปที่ 3.23 บรรทัดที่ 1 เป็นการกำหนดหมายเลข 8000 ให้เป็นห้องประชุม และบรรทัดที่ 2 เป็นการกำหนดหมายเลข 8010 ให้เป็นหมายเลขเข้าห้องประชุม โดยมีรหัสผ่านคือ 9999 เป็นรหัสเข้าห้อง

- ทำการเพิ่มหมายเลขโทรศัพท์ภายใน หมายเลข 8000 และ 8010 เพื่อเชื่อมต่อกับห้องประชุมที่สร้างไว้ โดยทำการแก้ไขในไฟล์ extensions.conf ดังรูปที่ 3.24

```

GNU nano 2.2.6 File: /etc/asterisk/extensions.conf
[conference-1]
exten => 8000,1,Meetme(8000)
exten => 8010,1,Meetme(8010,DM)

```

รูปที่ 3.24 การเพิ่มเบอร์ห้องประชุมในไฟล์ extensions.conf

จากรูปที่ 3.24 เมื่อติดต่อไปยังหมายเลข 8000 จะเข้าห้องประชุมได้ทันทีและเมื่อติดต่อไปยังหมายเลข 8010 จะมีการเรียกใช้งานฟังก์ชัน D นั่นคือ ต้องใส่รหัสผ่านที่กำหนดไว้แล้วในไฟล์ meetme.conf และมีการเรียกใช้งานฟังก์ชัน M นั่นคือ เสียงเพลงรอสาย ถ้ามีผู้อยู่ในห้องคนเดียวจะได้ยินเสียงรอสายไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีใครเข้ามาในห้องอีก

5) วิดีโอคอล (Video Call)

วิดีโอคอลเป็นการสื่อสารลักษณะหนึ่งที่ทำให้คู่สนทนาสามารถเห็นภาพกันได้จากกล้อง Web Camera ซึ่งภาพวิดีโอที่เห็นจะเป็นภาพและเสียงที่เป็น Real Time โดยมาตรฐานการบีบอัดข้อมูลภาพของวิดีโอจะใช้มาตรฐาน H.263 ซึ่งมีการบีบอัดข้อมูลภาพน้อยและนำมาใช้งานในวิดีโอคอล เป็นมาตรฐานหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มของ H.26x การใช้งานฟังก์ชัน Video Call สามารถทำได้ดังนี้

- ไปยัง Directory /etc/asterisk/sip.conf หา context ที่ชื่อ general แล้วเพิ่ม videosupport=yes เพื่อกำหนดคุณสมบัติให้รองรับการใช้งานร่วมกับวิดีโอคอลดังรูปที่ 3.25 และหากต้องการให้ผู้ใช้ (User Account) ใดๆ สามารถใช้งานวิดีโอคอลได้ ให้เพิ่มคำสั่งที่เกี่ยวกับการใช้มาตรฐานวิดีโอเข้าไปดังรูปที่ 3.26

```

GNU nano 2.2.6 File: /etc/asterisk/sip.conf
[General]
videosupport=yes

```

รูปที่ 3.25 การกำหนดคุณสมบัติให้รองรับการใช้งานวิดีโอคอล

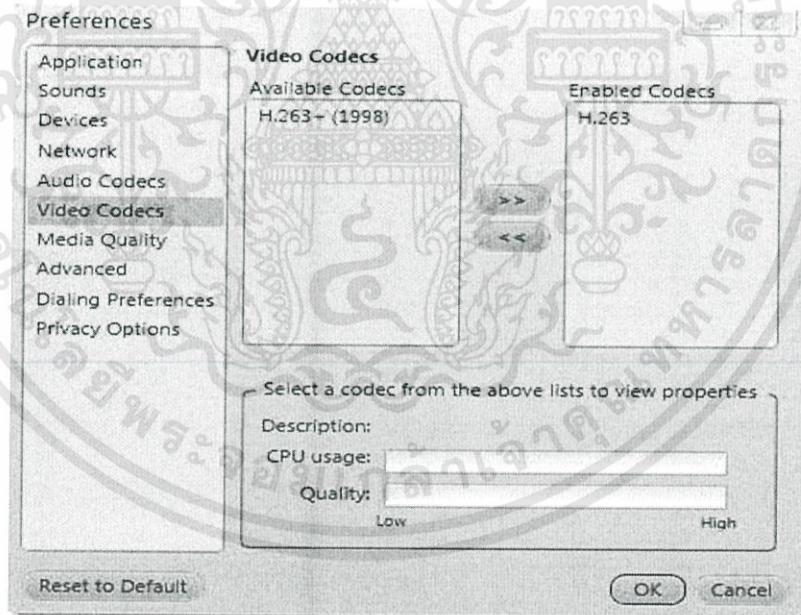
```

GNU nano 2.2.6      File: /etc/asterisk/sip.conf
[general]
videosupport=yes
bindport=5060
[2000]
username=zone2
type=friend
secret=2000
host=dynamic
context=from-internal
callerid=device<2000>
disallow=all
allow=ulaw,alaw
allow=h263,h263p

```

รูปที่ 3.26 การกำหนดคุณสมบัติ User Account สามารถที่จะใช้งานวิดีโอคอล

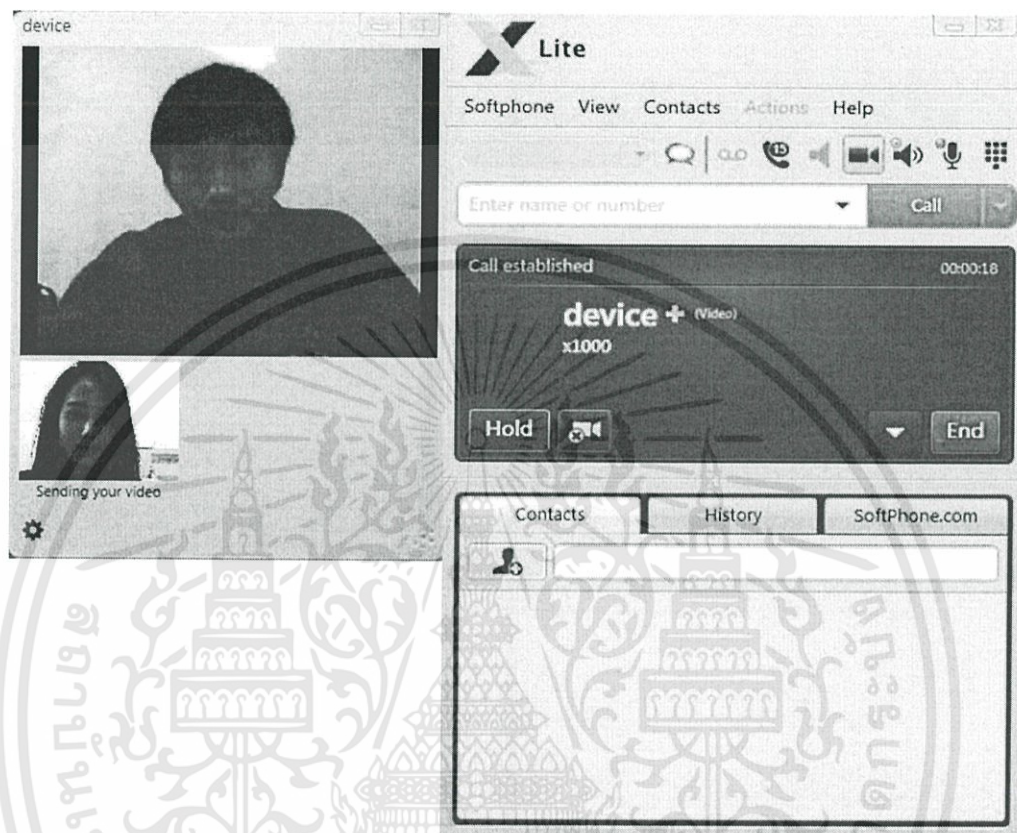
- โปรแกรม X-Lite รองรับมาตรฐาน H.263 และ H.263+ โดยตั้งค่า X-Lite ทำงานในรูปแบบวิดีโอคอลดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 การตั้งค่าโปรแกรม Soft Phone X-Lite

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทดสอบด้วยการโทรหากันแบบวิดีโอคอลด้วยโปรแกรม X-Lite ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 การทดสอบวิดีโอคอลด้วยโปรแกรม X-Lite

3.1.2 การออกแบบการประชุมภาพทางไกล (Video Conference)

การประชุมภาพใช้วิธีการติดตั้งโปรแกรมประชุมภาพสำเร็จรูปที่มีชื่อว่า “Openmeetings” ซึ่งเป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส (open source) มีคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้งานในระบบได้ โดยวิธีการใช้งานจะเป็นรูปแบบการประชุมภาพทางไกลผ่านเครื่องแม่ข่าย (video conferencing server) จึงต้องมีการติดตั้งโปรแกรม Openmeetings ไว้ที่เครื่องแม่ข่าย (Asterisk server) ซึ่งวิธีการติดตั้งสามารถทำได้ดังนี้

3.1.2.2 การติดตั้ง Java

ทำการสร้างไดเรกทอรี โดยพิมพ์คำสั่ง `mkdir -p /usr/adm` ขึ้นตอนต่อไปทำการติดตั้ง Libre Office ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภท Office โปรแกรมหนึ่งที่สามารถใช้แทน

โปรแกรม Microsoft Office ได้เลย ซึ่งข้อดีของโปรแกรม Libre Office ก็คือสามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้ฟรี ไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ โดยใช้คำสั่งติดตั้งคือ apt-get install libreoffice -y

ขั้นตอนต่อไปเป็นการเตรียมพร้อม jdk6 เพื่อใช้ในการติดตั้ง ในการทดลองได้ทำการดาวน์โหลด Oracle Java6 JDK ดังนี้

```
#mkdir -p /usr/adm
#cd /usr/adm
#wget --no-cookies --header "Cookie:
gpw_e24=http%3A%2F%2Fwww.oracle.com%2F"
\http://download.oracle.com/otn-pub/java/jdk/6u32-b05/jdk-6u32-linux-i586.bin
```

จากนั้นเป็นวิธีการติดตั้ง jdk6 ที่ได้ทำการดาวน์โหลดมาเตรียมพร้อมไว้ รวมไปถึงการปรับปรุง path ไปยัง jdk6 ที่ถูกต้อง เพื่อสนับสนุนการใช้งานโปรแกรม Libre Office เนื่องจากโปรแกรม Openmeetings มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนไฟล์เอกสารระหว่างผู้ใช้งาน จึงต้องมีการใช้งานร่วมกับโปรแกรม Libre Office เพื่อสนับสนุนการทำงานในการเปิดอ่าน แก้ไข พวกไฟล์เอกสารต่างๆ และโปรแกรม Libre Office ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาบนภาษา java ดังนั้นในการใช้งานโปรแกรม Openmeetings จะต้องติดตั้ง jdk (ซึ่งเป็นตัวแปลภาษา java หรือใช้ในการรันโปรแกรมจำพวก java) ให้สามารถทำงานได้

```
#cd /usr/adm
#chmod +x jdk-6u32-linux-i586.bin
#./jdk-6u32-linux-i586.bin
#mkdir -p /usr/lib/jvm
#mv jdk1.6.0_32 /usr/lib/jvm/
#update-alternatives --install /usr/bin/javac javac /usr/lib/jvm/jdk1.6.0_32/bin/javac 1
#update-alternatives --install /usr/bin/java java /usr/lib/jvm/jdk1.6.0_32/bin/java 1
#update-alternatives --install /usr/bin/javaws javaws /usr/lib/jvm/jdk1.6.0_32/bin/java 1
#update-alternatives --config javac
#update-alternatives --config java
#update-alternatives --config javaws
```

ขั้นตอนสุดท้ายของส่วนนี้คือการติดตั้ง dependencies ซึ่งเป็น library package ที่จำเป็นต่อการติดตั้ง Openmeetings ดังนี้

```
#apt-get install imagemagick sox -y
#apt-get install libgif-dev xpdf libfreetype6 libfreetype6-dev libjpeg62 libjpeg8 -y
#apt-get install libjpeg8-dev libjpeg-dev libdirectfb-dev -y
#apt-get install libart-2.0-2 libt1-5 zip unzip bzip2 subversion git-core checkinstall -y
#apt-get install yasm texi2html libfaac-dev libfaad-dev libbmp3lame-dev libsdl1.2-dev
libx11-dev -y
#apt-get install libxfixes-dev libxvidcore-dev zlib1g-dev libogg-dev sox libvorbis0a
libvorbis-dev -y
#apt-get install libgsm1 libgsm1-dev libfaad2 flvtool2 lame make g++ -y
```

3.1.2.3 ติดตั้ง SWF Tools

ทำการติดตั้ง SWF Tools ซึ่งเป็นโมดูลที่ใช้ในการเล่นไฟล์ฟลัชช
โดยทำการติดตั้งดังนี้

```
#cd /usr/adm
#wget http://www.swftools.org/swftools-2012-10-15-1307.tar.gz
#tar -zxvf swftools-2012-10-15-1307.tar.gz
#cd swftools-2012-10-15-1307/
#./configure
#make
#make install
```

3.1.2.4 ติดตั้งโปรแกรมแปลงไฟล์

ทำการติดตั้งโปรแกรมแปลงไฟล์ ffmpeg โดยเข้าไปที่ /usr/adm
จากนั้นใช้คำสั่งดังนี้

```
#wget http://ffmpeg.org/releases/ffmpeg-0.11.1.tar.gz
#tar -zxvf ffmpeg-0.11.1.tar.gz
#cd ffmpeg-0.11.1
```

```

#./configure --enable-libmp3lame --enable-libxvid --enable-libvorbis --enable-libgsm
--enablelibfaac --enable-gpl --enable-nonfree
#make
#checkinstall

```

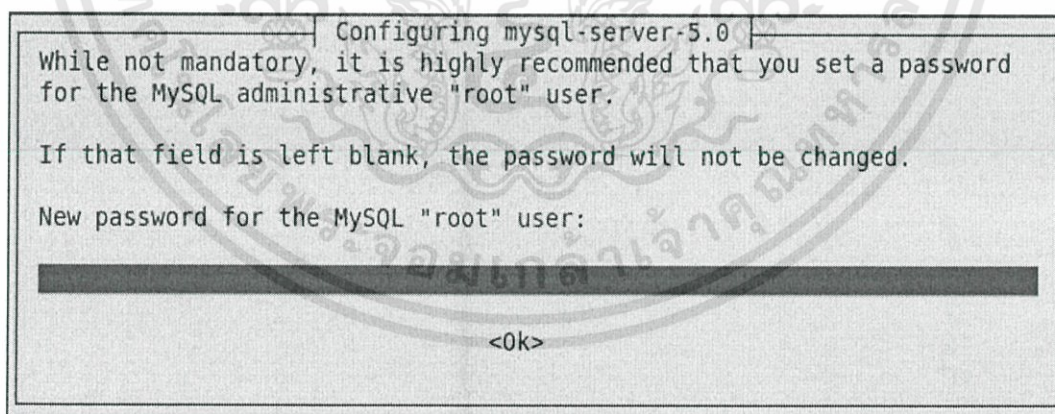
3.1.2.5 ติดตั้งโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL server

ทำการติดตั้งโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL (เวอร์ชัน 5.1.63) เนื่องจาก MySQL เป็น Database ที่มีชื่อเสียงและเป็น Open Source ที่ใช้งานได้อย่างอิสระอีกทั้งเหมาะสำหรับการทำงานเป็น Database ได้หลายประเภทการใช้งาน โดยเฉพาะการใช้งานร่วมกับ Web Application ซึ่งจะมีเครื่องมือมากมายที่ใช้ในการบริหารจัดการ Database โดยเฉพาะ PhpMyAdmin ซึ่งเป็นเครื่องมือบริหารจัดการ MySQL ที่ได้รับความนิยมสูงสุด ซึ่งจุดเด่นของ MySQL คือ ใช้งานง่าย มีประสิทธิภาพ และมีการทำงานที่รวดเร็ว,รองรับการติดตั้งร่วมกับระบบปฏิบัติการมากมาย เช่น Unix, Linux, Windows, FreeBSD เป็นต้น

ติดตั้งโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL server โดยพิมพ์คำสั่งดังนี้

```
#sudo apt-get install mysql-server
```

จะแสดงดังรูปที่ 3.29 ให้กรอกรหัสผ่านสำหรับผู้ใช้ root ของ MySQL



รูปที่ 3.29 หน้าต่างกรอกรหัสผ่านสำหรับผู้ใช้ root ของ MySQL

จากนั้นใช้ MySQL สร้างฐานข้อมูล โดยพิมพ์คำสั่งดังนี้

```
#mysql -u root -p
```

ใส่ password ของ root และให้เพิ่มเติมที่หลังคำว่า mysql> ดังนี้

```
#CREATE DATABASE openmeetings DEFAULT CHARACTER SET 'utf8';
#GRANT ALL PRIVILEGES ON openmeetings.* TO 'openmeetings'@'localhost'
IDENTIFIED BY 'password' WITH GRANT OPTION;
```

จากนั้นพิมพ์คำสั่ง quit เมื่อสร้างฐานข้อมูลเสร็จ

3.1.2.6 ติดตั้ง JOD Converter

JOD เป็น library ที่ทำให้ Openmeetings สามารถรับส่งข้อมูล จำพวกไฟล์เอกสารได้ โดยสนับสนุนพวกไฟล์ PDF, RTF, HTML, Word, Excel, PowerPoint, และ Flash ทำการติดตั้ง JOD โดยเข้าไปที่ /usr/adm จากนั้นพิมพ์คำสั่งติดตั้งดังนี้

```
#wget http://jodconverter.googlecode.com/files/jodconverter-core-3.0-beta-4-dist.zip
unzip jodconverter-core-3.0-beta-4-dist.zip
```

จากนั้นทำการติดตั้ง ANT เพื่อใช้สร้าง Java Application โดยเข้าไปที่ /usr/adm และพิมพ์คำสั่งติดตั้งดังนี้

```
#wget http://mirror.catn.com/pub/apache//ant/binaries/apache-ant-1.8.4-bin.tar.gz
#tar -zxvf apache-ant-1.8.4-bin.tar.gz
```

3.1.2.7 ติดตั้ง Openmeetings

1) ก่อนการติดตั้ง Openmeetings ต้องทำการสร้างพื้นที่สำหรับการสร้าง Openmeetings โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

```
#cd /usr/adm
#mkdir -p singlewebapp/dist/red5
#cd singlewebapp/dist/red5
```

จากนั้นทำการดาวน์โหลด Openmeetings version 2.1 โดยใช้คำสั่งดาวน์โหลดดังนี้

```
#wget
https://builds.apache.org/job/openmeetings/lastSuccessfulBuild/artifact/singlewebapp/dist/apache-openmeetings-incubating-2.1.0.r1454219-06-02-2013_0240.tar.gz
```

ทำการแตกไฟล์ที่ดาวน์โหลดมาโดยใช้คำสั่ง

```
#tar -zxvf apache-openmeetings-incubating-2.1.0.r1454219-06-02-2013_0240.tar.gz
```

2) จากนั้นทำการติดตั้ง MySQL connector เพื่อให้ Openmeetings สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้ โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

```
#cd /usr/adm/singlewebapp/dist/red5/webapps/openmeetings/WEB-INF/lib
#wget http://ftp.up.ac.za/pub/linux/
mysql/Downloads/Connector-J/mysql-connector-java- 5.1.20.zip
#unzip mysql-connector-java-5.1.20.zip
#cd mysql-connector-java-5.1.20
#mv mysql-connector-java-5.1.20-bin.jar
/usr/adm/singlewebapp/dist/red5/webapps/openmeetings/WEB-INF/lib
```

3) ทำการติดตั้ง Openmeetings 2.1 ขั้นตอนนี้ต้องทำการย้ายต้นฉบับ (source) ของ Openmeetings ให้ไปอยู่ใน directory ที่ถูกต้อง ซึ่งใน ณ ที่นี้ก็คื /usr/lib/red5 และสามารถทำการย้ายไฟล์ red5 ได้โดยใช้คำสั่งเคลื่อนย้าย เห็นได้จากคำสั่งด้านล่างนี้

```
#cd /usr/adm/singlewebapp/dist
#mv red5/ /usr/lib/
```

เมื่อทำการย้าย red5 ไปอยู่ใน /usr/lib แล้ว ให้ทำการย้าย JOD เข้าไปใน red5 ด้วย โดยใช้คำสั่งด้านล่างนี้

```
#cp -R /usr/adm/jodconverter-core-3.0-beta-4 /usr/lib/red5/webapps/openmeetings
```

จากนั้นทำการตั้งค่าสิทธิ์ในการเข้าถึง โดยใช้คำสั่งด้านล่างนี้

```
#chown -R nobody /usr/lib/red5
#chmod +x /usr/lib/red5/red5.sh
#chmod +x /usr/lib/red5/red5-debug.sh
```

4) ทำการสร้างคำสั่ง (script) ที่ใช้สำหรับการเริ่มต้นการทำงานของ Openmeetings 2.1 โดยใช้คำสั่งดังนี้

```
#sudo nano /etc/init.d/red5
```

เมื่อทำการสร้างคำสั่งเสร็จแล้วทำการบันทึก และกำหนดสิทธิ์ในการเริ่มต้นทำงาน โดยใช้คำสั่งด้านล่างนี้

```
#chmod +x /etc/init.d/red5
#update-rc.d red5 defaults
```

5) ขั้นตอนนี้ จำเป็นที่จะต้องแก้ไข persistence file เพื่อเอาไว้ใช้ในการติดต่อกับ mysql ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสำรองไฟล์ต้นฉบับเอาไว้ โดยใช้คำสั่งด้านล่างนี้

```
#mv /usr/lib/red5/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-INF/
persistence.xml /usr/lib/red5/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-
INF/persistence.xml-ori
```

ทำการแก้ไขส่วนของ username, password ที่ใช้สำหรับติดต่อกับ mysql ใน persistence.xml ดังนี้

```
# sudo nano /usr/lib/red5/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-
INF/persistence.xml
```

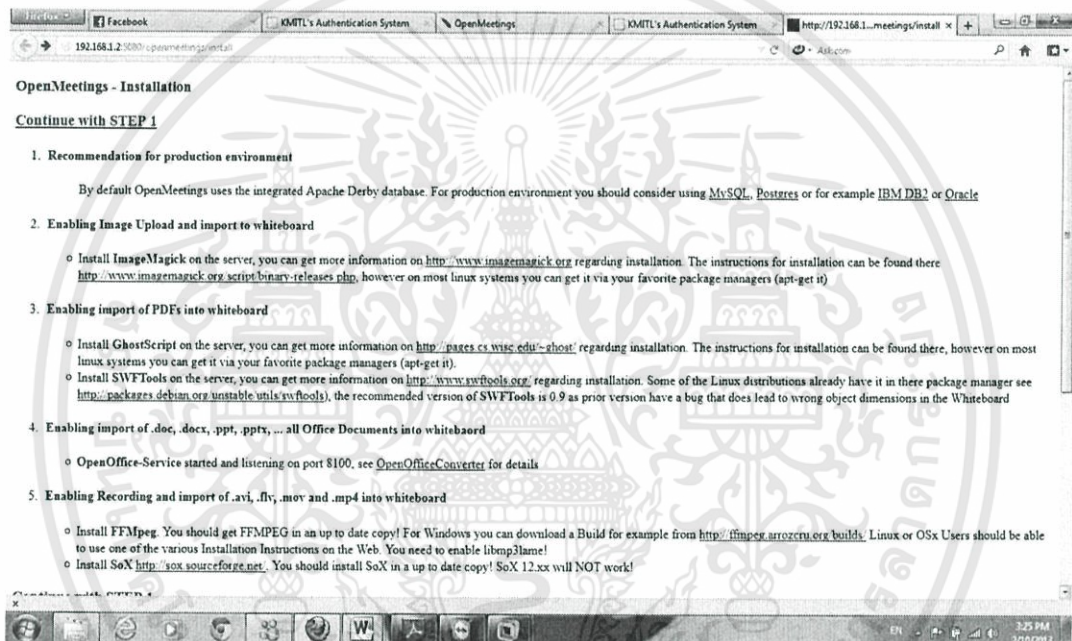
ให้เปลี่ยนค่าตามด้านล่างนี้ (หรืออาจเปลี่ยนค่าตาม username, password ที่ใช้ในการเข้าใช้งาน mysql)

```
, Username=openmeetings
, Password=password"/>
```

เริ่มต้นการทำงาน Openmeetings โดยพิมพ์คำสั่ง

```
/etc/init.d/red5 start
```

เริ่มต้นใช้งาน Openmeetings 2.1 โดยผู้ใช้สามารถเข้าใช้งาน Openmeetings 2.1 ได้โดยเปิด web browser แล้วทำการกรอก URL :: <http://192.168.1.2:5080/openmeetings/install> โดยที่ 192.168.1.2 คือ IP Address ของเครื่องแม่ข่าย (Server) และ 5080 คือหมายเลขพอร์ตที่ Red5 ใช้ใช้ในการติดต่อกับเครื่องแม่ข่าย ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 หน้าแสดงผลหลังจากติดตั้ง Openmeetings

จากรูปที่ 3.30 เลือกที่ “Continue with STEP1” เพื่อทำการตั้งค่าเครื่องแม่ข่ายจะได้ดังรูปที่ 3.31 จากนั้นทำการกรอกข้อมูล 5 ส่วน คือ

- Username
- Userpass
- Email
- Time Zone และ
- Domain Name

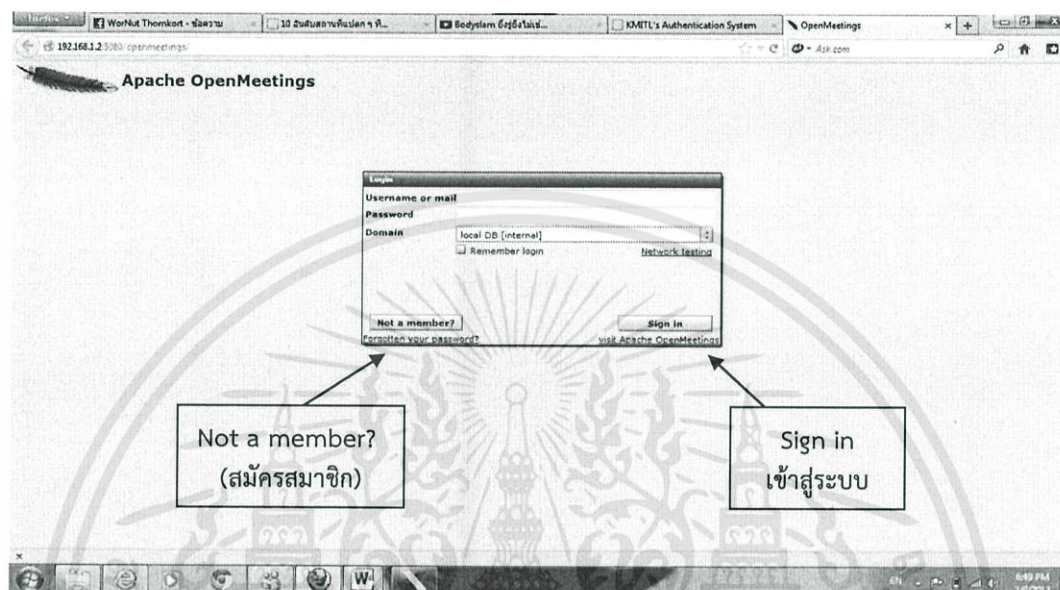
รูปที่ 3.31 การตั้งค่าเครื่องแม่ข่าย

หลังจากตั้งค่าเครื่องแม่ข่ายเสร็จแล้วจะแสดงหน้าต่างดังรูปที่ 3.32

รูปที่ 3.32 หลังจากตั้งค่าเครื่องแม่ข่ายเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.32 เลือกที่ Enter the Application จะขึ้นหน้าแรกของ Openmeetings ซึ่งเป็นหน้าต่างเข้าสู่ระบบและสมัครสมาชิก ดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 หน้าแรกของ Openmeetings

จากรูปที่ 3.33 สามารถเข้าสู่ระบบได้โดยใส่ Username และ Password หากยังไม่เป็นสมาชิกผู้ใช้สามารถทำการสมัครสมาชิก เพื่อเข้าไปใช้งาน Openmeetings ได้ เลือกที่ Not a member จะได้หน้าต่างให้ผู้ใช้ได้กรอกข้อมูลดังรูปที่ 3.34

รูปที่ 3.34 หน้าต่างกรอกข้อมูลเพื่อสมัครสมาชิกเข้าใช้งาน Openmeetings

3.1.3 การจัดทำ Web application

3.1.3.1 การจัดเตรียม Web server

การจัดทำ Web application ที่ใช้ในการบริหารจัดการผู้ใช้จะใช้ ภาษา PHP ในการเขียน ซึ่งจะถูกระมวลผลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งเป็นแบบ Web server โดยใช้โปรแกรม Apache ทำหน้าที่เป็น Web server เนื่องจาก Apache เป็น Web server ที่ได้รับความนิยม เนื่องจากเป็นระบบที่เสถียรภาพอีกทั้งมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง Apache จึงถูกกำหนดให้เป็น Web Server Software หลักที่ติดตั้งมากับ Linux ทุกประเภทและเป็น Open Source ที่สามารถใช้งานได้อย่างอิสระ ซึ่งสามารถติดตั้ง Apache ในระบบปฏิบัติการ Ubuntu ได้ ซึ่งจะสามารถพิมพ์คำสั่งติดตั้งได้ดังนี้

```
sudo apt-get install apache2
```

และหลังจากการติดตั้งจะได้ Apache ในเวอร์ชันล่าสุด ซึ่งในการทดลองนี้เป็นเวอร์ชัน 2.2.17

ทำการติดตั้ง PHP ซึ่งก็คือภาษาที่ผู้จัดทำเลือกนำมาใช้ในการ ออกแบบเว็บ เนื่องจาก PHP (PHP Hypertext Preprocessor) คือ Server Side Script (เทคโนโลยีที่สคริปต์ทำงานบนบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์) เป็น Open Source ที่ได้รับความนิยม และมีนักพัฒนาทั่วโลก เข้ามาพัฒนารวมทั้งทำการต่อยอดในส่วนของระบบการทำงาน ร่วมต่างๆ ซึ่งจุดเด่นของ PHP คือ มี

ระบบที่สามารถสร้างสรรค์งานได้อย่างมากมาย เช่น ภาพ, รูปแบบงานเอกสารต่างๆ, Flash, Movie เป็นต้น

สามารถทำการติดตั้ง PHP โดยพิมพ์คำสั่งติดตั้งดังนี้

```
sudo apt-get install php5 libapache2-mod-php5
```

และหลังจากการติดตั้งจะได้ PHP เวอร์ชัน 5.3.5-1 เมื่อลง PHP5 แล้วจำเป็นต้องเริ่มการทำงานของ Apache อีกครั้ง ด้วยการพิมพ์คำสั่ง

```
sudo /etc/init.d/apache2 restart
```

โดยที่ไดเรกทอรีที่ใช้ในการเก็บ Web page จะอยู่ที่ /var/www สามารถนำ Web application ที่เขียนเสร็จแล้วมาเก็บไว้ในนี้ซึ่งจะสามารถเรียกดูและใช้งานผ่านทาง IP Address ของเครื่อง Asterisk server

3.1.3.2 การจัดทำระบบฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูล

ทำการติดตั้งโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL server แต่เนื่องจากได้ทำการติดตั้งไว้แล้วตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบประชุมภาพทางไกลดังนั้นจึงข้ามขั้นตอนนี้ไป และหลังจากติดตั้ง PHP เสร็จ จะต้องให้ PHP ทำงานร่วมกับ MySQL ได้โดยเปิดไฟล์ php.ini ด้วยคำสั่งดังนี้

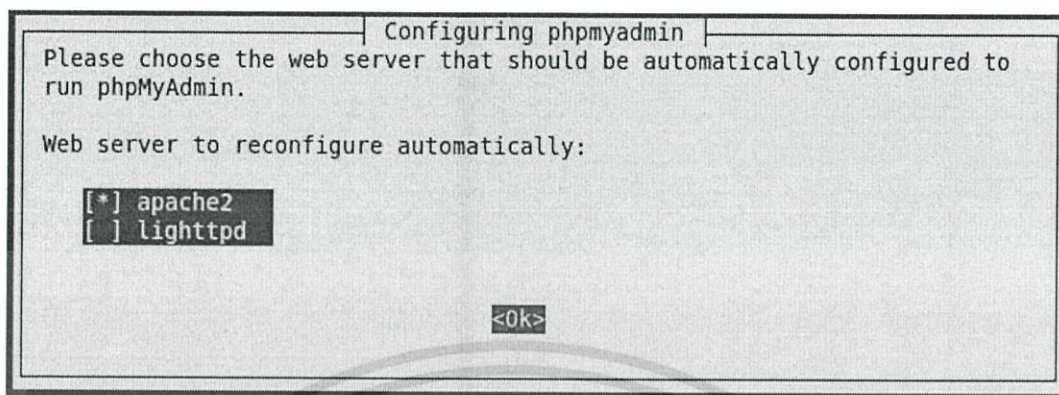
```
sudo nano /etc/php5/apache2/php.ini
```

จากนั้นแก้ไขบรรทัดที่มี ;extension=mysql.so ให้เป็น extension=mysql.so ต่อไปเริ่มการทำงานของ Apache อีกครั้งด้วยคำสั่ง

```
sudo /etc/init.d/apache2 restart
```

จากนั้นทำการติดตั้งโปรแกรม phpMyAdmin เพื่อใช้ในการบริหารจัดการข้อมูล MySQL server ให้ช่วยทำงานได้ง่ายขึ้นเช่น การสร้างฐานข้อมูล การสร้างตารางการจัดการฐานข้อมูลต่างๆ โดยพิมพ์คำสั่งติดตั้งดังนี้

```
sudo apt-get install libapache2-mod-auth-mysql php5-mysql phpmyadmin
```



รูปที่ 3.35 เลือก Apache2

เปลี่ยนที่อยู่ของ phpMyAdmin ไปไว้ที่ /var/www/phpmyadmin ดังนี้

```
sudo ln -s /usr/share/phpmyadmin/ /var/www/phpmyadmin
```

เมื่อติดตั้งเสร็จ แล้วจะได้ phpMyAdmin เวอร์ชันล่าสุด ซึ่งในการทดลองเป็นเวอร์ชัน 3.3.10 ให้ทดสอบโดยใช้เบราว์เซอร์ และเปิด <http://localhost/phpmyadmin> จะได้ผลดังรูปที่ 3.36

รูปที่ 3.36 ทดสอบโดยใช้เบราว์เซอร์ และเปิด <http://localhost/phpmyadmin>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้






















3.1.3.3 สร้างตารางจัดการฐานข้อมูล

ก่อนที่ข้อมูลที่ได้รับเข้ามาผ่าน Web application จะไปเพิ่มเติมหรือแก้ไขที่ไฟล์คอนฟิกใน asterisk ผ่านการเขียนคำสั่ง (script) ด้วย PHP เราต้องสร้างตารางฐานข้อมูลไว้ใน phpMyAdmin ก่อน ดังนั้นจึงต้องเป็นข้อมูลในส่วนที่จะถูกเปลี่ยนแปลงในที่นี้ได้แก่ไฟล์ sip.conf, voicemail.conf, extensions.conf และ meetme.conf ซึ่งอยู่ใน asterisk รวมถึงการสร้างตารางสำหรับเก็บข้อมูลสมาชิกในระบบเช่นกัน ซึ่งได้มีการสร้างตารางต่างๆในฐานข้อมูลชื่อ database_user ที่สร้างขึ้นใน phpMyAdmin ดังต่อไปนี้

- 1) ตาราง user เป็นตารางเพื่อเก็บข้อมูลสมาชิกของระบบดังรูปที่

3.37

























































เซิร์ฟเวอร์: localhost ▶ ฐานข้อมูล: database_user ▶ ตาราง: user

ฟิลด์	ชนิด	การเรียงลำดับ	แอคทริวิตี	ว่างเปล่า (null)	ค่าปริยาย	เพิ่มเติม	กระทำการ
status	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
username	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
password	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      

รูปที่ 3.37 ข้อมูลในตาราง user

- 2) ตาราง information เป็นตารางเพื่อเก็บข้อมูลการตั้งค่าผู้ใช้งานภายในดังรูปที่ 3.38






















เซิร์ฟเวอร์: localhost ▶ ฐานข้อมูล: database_user ▶ ตาราง: information

ฟิลด์	ชนิด	การเรียงลำดับ	แอคทริวิตี	ว่างเปล่า (null)	ค่าปริยาย	เพิ่มเติม	กระทำการ
status	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
name	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
username	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
secret	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
exten1	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
allow	varchar(30)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
mailbox	varchar(5)	utf8_general_ci		ไม่			      
password	varchar(4)	utf8_unicode_ci		ไม่			      

รูปที่ 3.38 ข้อมูลในตาราง information

3) ตาราง meetme เป็นตารางเพื่อเก็บข้อมูลการตั้งค่าห้องประชุมสายดังรูปที่ 3.39




































เซิร์ฟเวอร์: localhost ▶ ฐานข้อมูล: database_user ▶ ตาราง : meetme

ฟิลด์	ชนิด	การเรียงลำดับ	แอตทริบิวต์	วางเปล่า (null)	ค่าปริยาย	เพิ่มเติม	กระทำการ
id	int(11)			ไม่		auto_increment	      
confno	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
pin	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      

รูปที่ 3.39 ข้อมูลในตาราง meetme

4) ตาราง setnetwork เป็นตารางเพื่อเก็บข้อมูลการตั้งค่าการเชื่อมต่อ Network ดังรูปที่ 3.40




































เซิร์ฟเวอร์: localhost ▶ ฐานข้อมูล: database_user ▶ ตาราง : setnetwork

ฟิลด์	ชนิด	การเรียงลำดับ	แอตทริบิวต์	วางเปล่า (null)	ค่าปริยาย	เพิ่มเติม	กระทำการ
id	int(11)			ไม่		auto_increment	      
ipadd	varchar(15)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
subnet	varchar(15)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
gateway	varchar(15)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
dnsserver	varchar(15)	utf8_unicode_ci		ไม่			      

รูปที่ 3.40 ข้อมูลในตาราง setnetwork

5) ตาราง master เพื่อเก็บข้อมูลการโทรดังรูปที่ 3.41 เป็นตารางที่รับข้อมูลมาจากบันทึกการโทรในไฟล์ Master.csv ที่อยู่ใน /var/log/asterisk/cdr-csv ของระบบ Asterisk

เซิร์ฟเวอร์: localhost ▶ ฐานข้อมูล: database_user ▶ ตาราง : master

ฟิลด์	ชนิด	การเรียงลำดับ	แอตทริบิวต์	วางเปล่า (null)	ค่าปริยาย	เพิ่มเติม	กระทำการ
caller	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
des1	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      
start1	datetime			ไม่			      
time1	time			ไม่			      
des2	varchar(10)	utf8_unicode_ci		ไม่			      

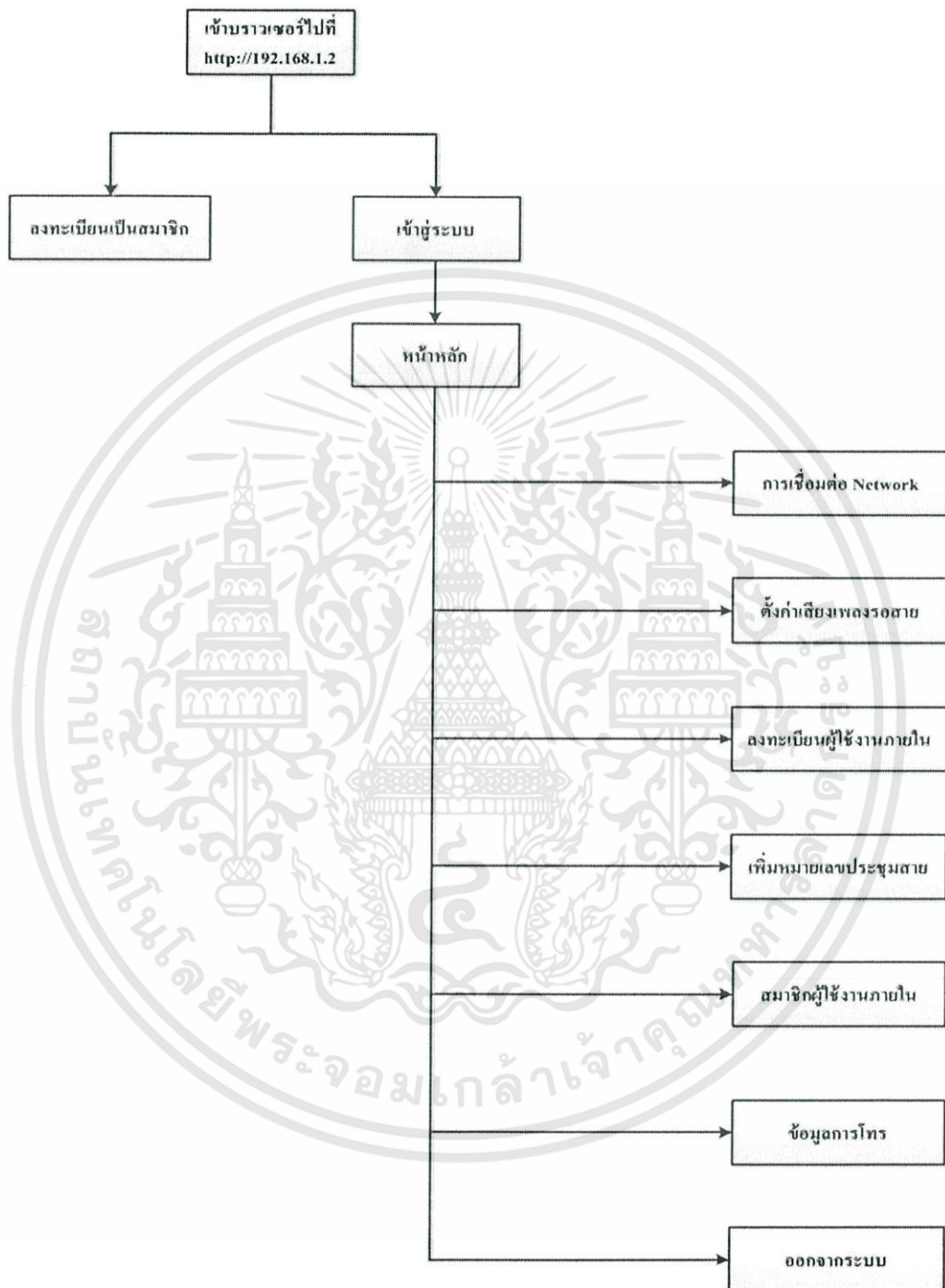
รูปที่ 3.41 ข้อมูลในตาราง master

3.1.3.4 การออกแบบ Web page

1) แผนผัง Web Application

ภาพรวมของ Web Application จะแบ่งเป็นสองส่วนได้แก่ ส่วนแรกคือส่วนลงทะเบียนเป็นสมาชิก ซึ่งหน้าเว็บนี้บุคคลทั่วไปที่เปิดบราวเซอร์แล้วเข้าไปที่ไอพีของเครื่องแม่ข่าย(ในการทดลองคือ 192.168.1.2) ก็จะสามารถเห็นหน้าเว็บดังกล่าวได้ แต่ไม่สามารถตั้งค่าการใช้งานใดๆของระบบได้ จึงต้องทำการลงทะเบียนเพื่อเป็นสมาชิกของระบบก่อน และในส่วนของสองจะเป็นส่วนของผู้ใช้งานที่เป็นสมาชิกของระบบแล้ว โดยสามารถเข้าสู่ระบบแล้วทำการตั้งค่าต่างๆให้กับระบบได้ เช่น การเชื่อมต่อเน็ตเวิร์ค, การตั้งค่าเสียงเพลงรอสาย, การลงทะเบียนเป็นผู้ใช้งานภายในเพื่อตั้งค่าการโทร, การตั้งค่าหมายเลขประชุมสาย เป็นต้น โดยแสดงให้เห็นเป็นแผนผังดังรูปที่ 3.42



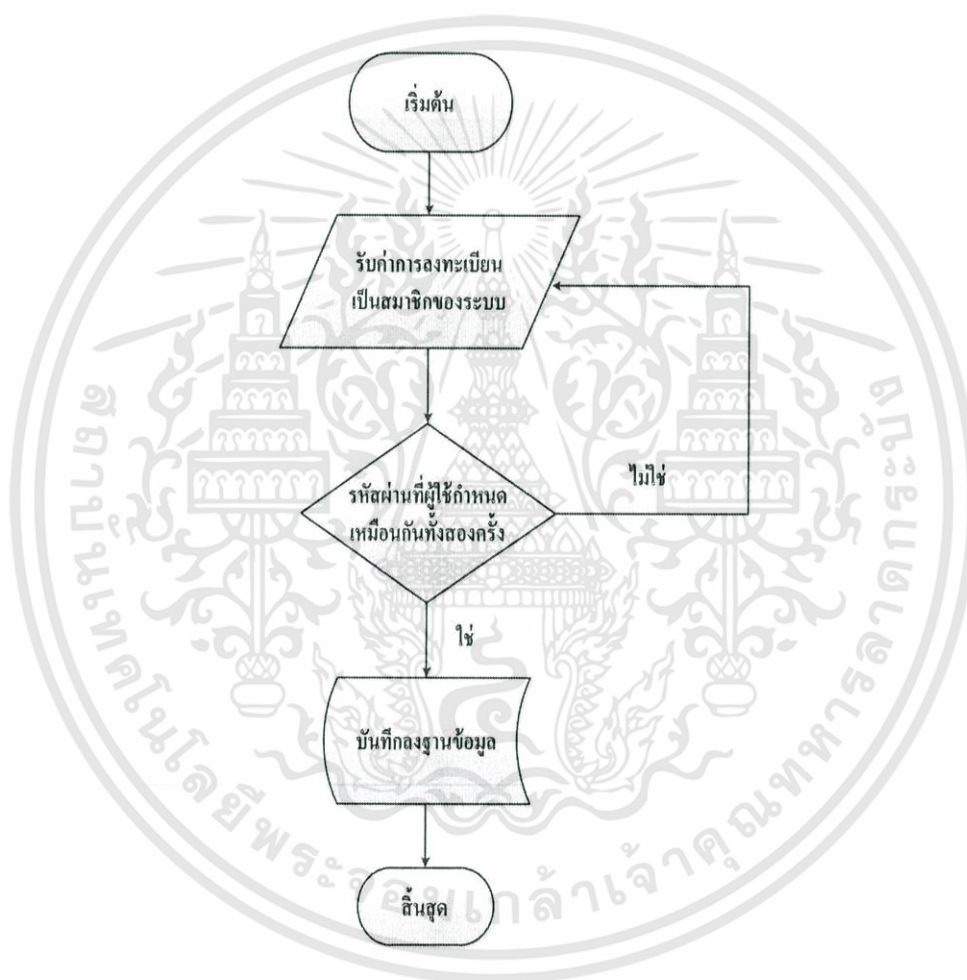


รูปที่ 3.42 แผนผังของ Web Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) โพล์ชาร์ตของหน้าลงทะเบียน

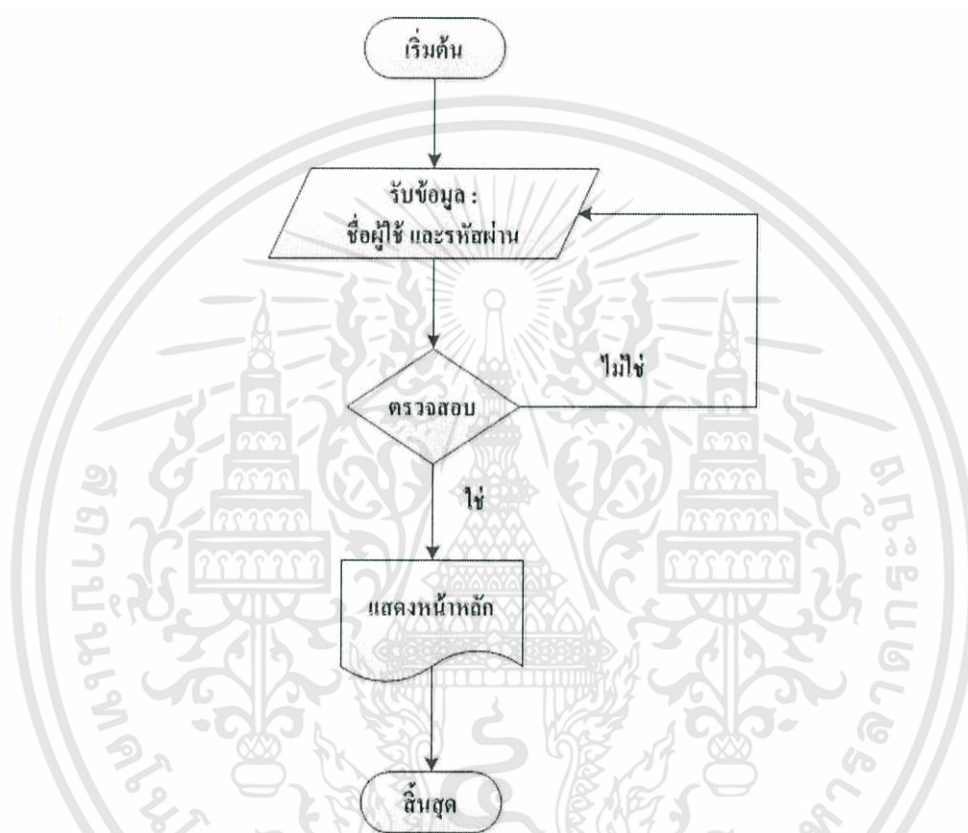
โพล์ชาร์ตของหน้าลงทะเบียนเป็นสมาชิก ผู้ใช้จะสามารถเข้าสู่ระบบนี้ได้ต้องทำการลงทะเบียนเป็นสมาชิกของระบบก่อนจึงจะสามารถเข้าไปใช้งานระบบได้ โดยการกรอกข้อมูลจะมีเพียงการตั้งค่าชื่อและรหัสผ่าน โดยที่ต้องกำหนดรหัสผ่านสองครั้ง กรณีที่กำหนดรหัสผ่านไม่ตรงกัน ต้องกรอกรหัสผ่านใหม่ ถ้ารหัสผ่านตรงกันทั้งสองครั้ง จึงสามารถลงทะเบียนเป็นสมาชิกสำเร็จ ดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 โพล์ชาร์ตของหน้าลงทะเบียนเป็นสมาชิก

3) โพล์ชาร์ตของหน้าเข้าสู่ระบบ

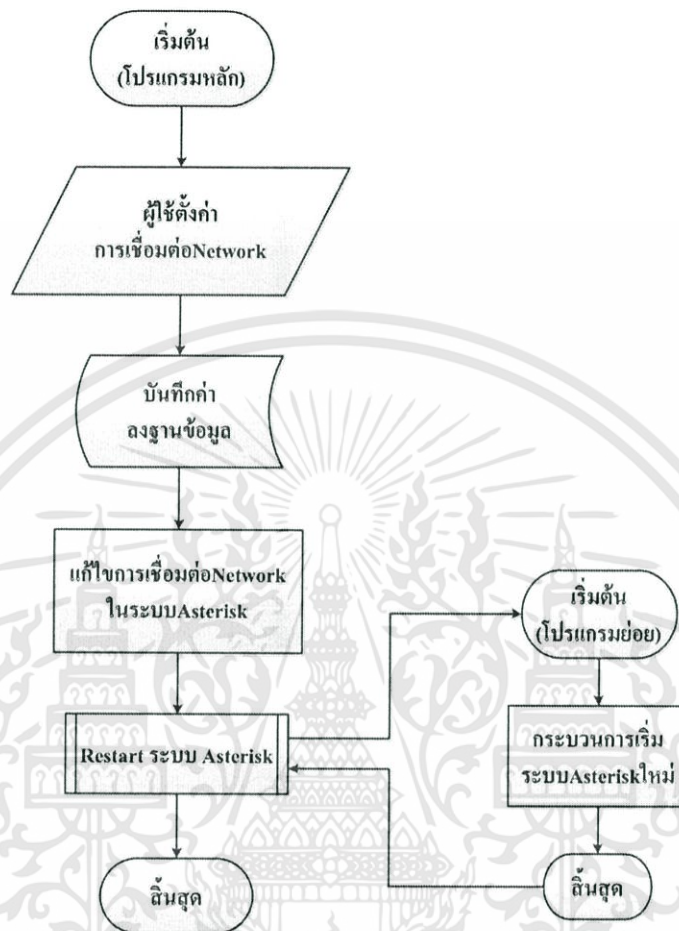
เมื่อมีการกรอกข้อมูลคือ ชื่อผู้ดูแลระบบ และรหัสผ่านแล้ว ข้อมูลจะถูกตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าข้อมูลถูกซึ่งแสดงว่าเป็นผู้ดูแลระบบ ก็จะเข้าสู่หน้าหลักซึ่งจะเป็นส่วนที่แสดงคุณสมบัติของระบบ และเมนูเพื่อให้เลือกไปตั้งค่าต่างๆให้กับระบบ ดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 โพล์ชาร์ตของหน้าเข้าสู่ระบบ

4) โพล์ชาร์ตของหน้า Network Connections

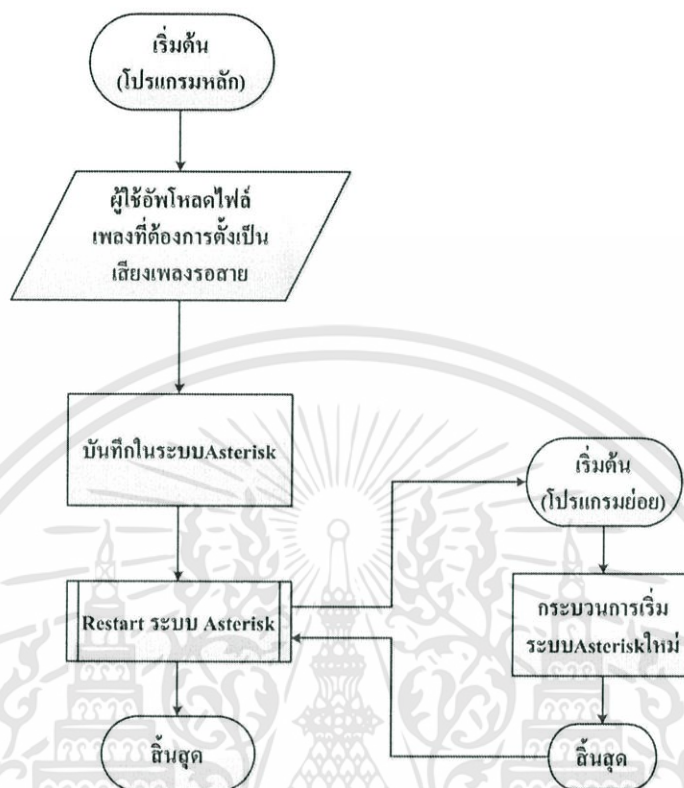
เป็นหน้าเว็บที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าการเชื่อมต่อเน็ตเวิร์คให้กับเครื่องแม่ข่ายกรณีที่ต้องมีการติดตั้งระบบใหม่ ผู้ใช้สามารถเข้าไปแก้ไขการเชื่อมต่อโดยการกำหนดค่าไอพีแอดเดรส Netmask, Gateway และ DNS servers ได้ในหน้าเว็บหน้านี้ โดยที่หลังจากตั้งค่าแล้วผู้ใช้งานต้องเริ่มระบบใหม่ โดยการคลิกที่ปุ่ม Restart ที่แสดงขึ้นมาหลังจากการกำหนดค่าเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 3.45



รูปที่ 3.45 โฟลว์ชาร์ตของหน้า Network Connections

5) โฟลว์ชาร์ตของหน้าตั้งค่าเสียงเพลงรอสาย

ผู้ใช้สามารถใส่เสียงเพลงรอสายให้กับระบบได้ โดยการอัปโหลดไฟล์เพลงที่เป็นไฟล์ประเภท .gsm ได้อย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งเพลงที่อัปโหลดเข้าสู่ระบบจะไม่ใช่เสียงเพลงรอสายเฉพาะตัวของผู้ใช้งานภายในคนใดคนหนึ่ง แต่จะเป็นเสียงเพลงรอสายโดยรวมสำหรับผู้ใช้งานภายในทุกคน และหลังจากอัปโหลดแล้วผู้ใช้ต้องทำการเริ่มระบบด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 3.46



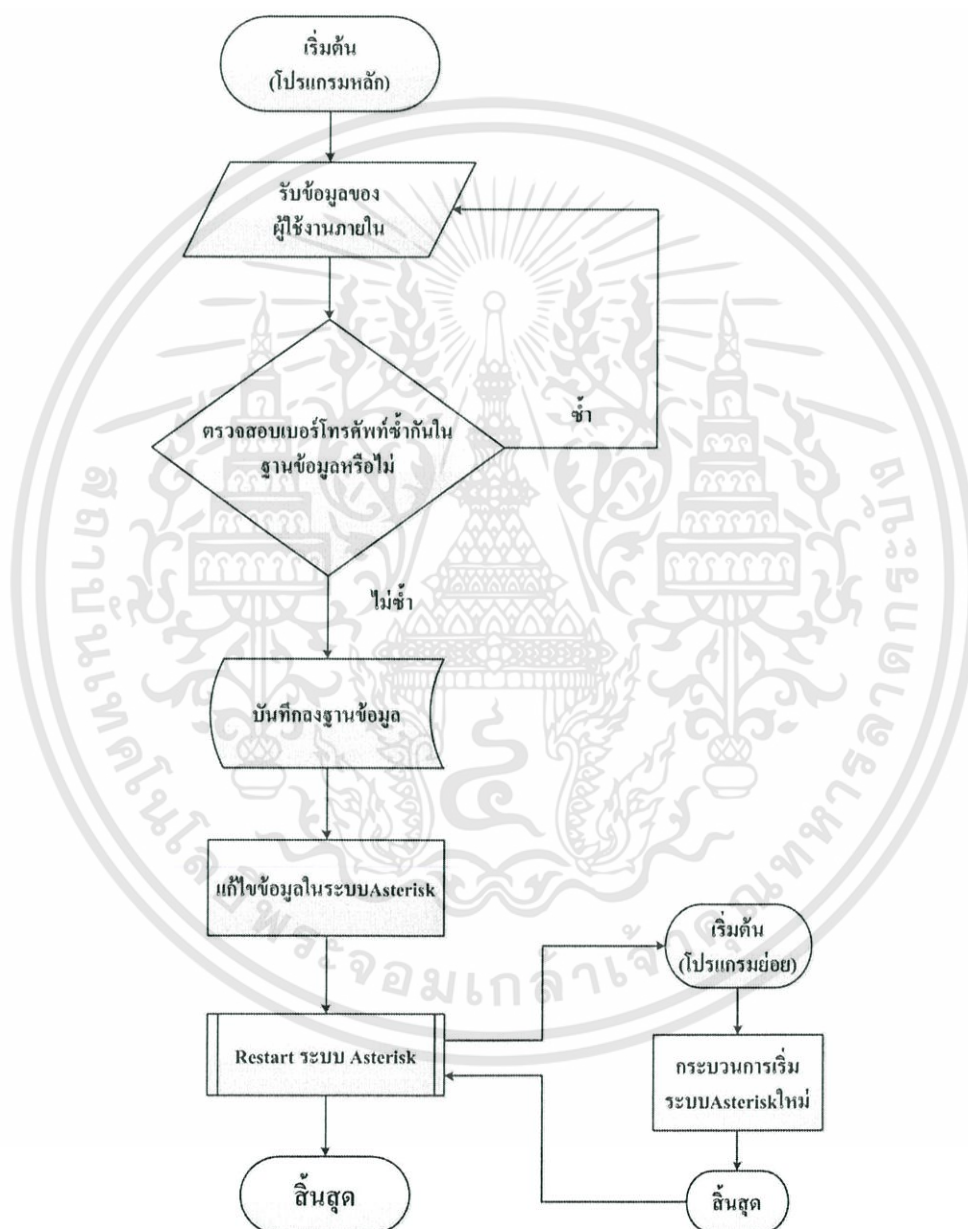
รูปที่ 3.46 โฟลว์ชาร์ตของหน้าตั้งค่าเสียงเพลงรอสาย

6) โฟลว์ชาร์ตของหน้าลงทะเบียนผู้ใช้งานภายใน

หลังจากที่ได้เลือกเมนูเพิ่มผู้ใช้งานจะเข้าสู่หน้าของการกรอกข้อมูลเพื่อตั้งค่าต่างๆและเพิ่มผู้ใช้งานเข้าในระบบซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ชื่อผู้ใช้งานภายใน
 - รหัสผ่านผู้ใช้งานภายใน
 - หมายเลขผู้ใช้งานภายใน
 - ตัวเลือก ใช้ หรือ ไม่ใช่ ฟังก์ชันวีดีโอคอลและข้อมูลที่ควรระบุเมื่อเกิดกรณีการติดต่อ
- ขัดข้อง ได้แก่
- ตั้งค่าการฝากข้อความเสียง
 - หมายเลขฟังก์ข้อความเสียง
 - รหัสผ่านฟังก์ข้อความเสียง

และเมื่อระบบรับข้อมูลที่เพิ่มใหม่เข้ามาแล้ว ข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ที่ฐานข้อมูล MySQL ในตารางชื่อ “information” ที่อยู่ในโปรแกรม phpmyadmin และไฟล์คอนฟิกที่อยู่ใน asterisk อันได้แก่ sip.conf, extensions.conf และ voicemail.conf จะถูกแก้ไขตามที่ได้เพิ่มเข้าไปใหม่เช่นกัน และทุกครั้งหลังจากที่ผู้ใช้มีการแก้ไขข้อมูลต้องทำการเริ่มระบบใหม่ ดังรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.47 โฟลว์ชาร์ตของหน้าตั้งค่าผู้ใช้งานภายใน

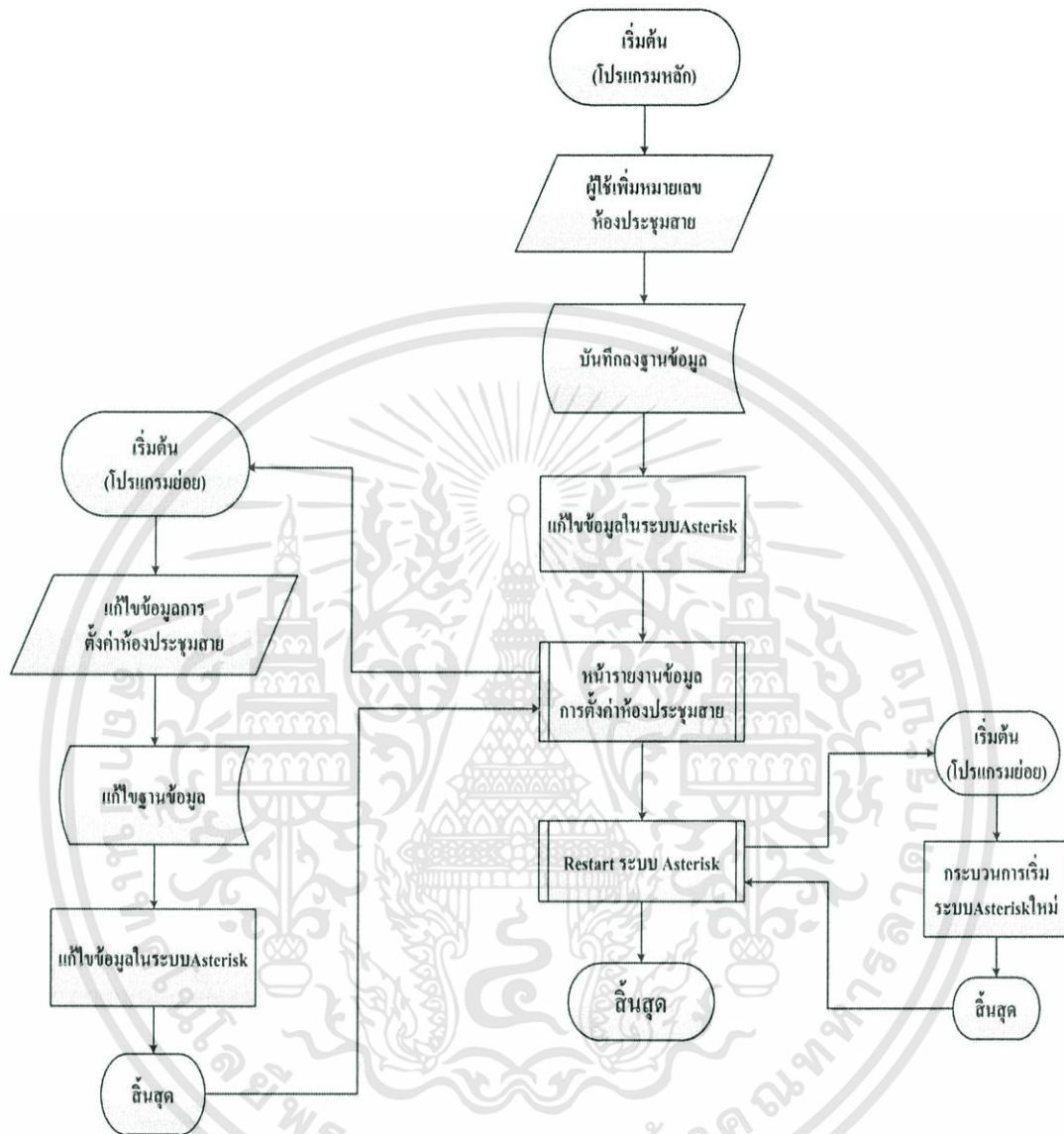
7) โฟลว์ชาร์ตของหน้าเพิ่มหมายเลขห้องประชุมสาย

หลังจากที่ได้เลือกเมนูเพิ่มหมายเลขห้องประชุมสาย จะเข้าสู่หน้าของการกรอกข้อมูล เพื่อตั้งค่าต่างๆและเพิ่มหมายเลขห้องประชุมสายเข้าในระบบซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- หมายเลขห้องประชุมสาย
- รหัสผ่านเข้าห้องประชุมสาย

และเมื่อระบบรับข้อมูลที่เพิ่มใหม่เข้ามาแล้ว ข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ที่ฐานข้อมูล MySQL ในตารางชื่อ “meetme” ที่อยู่ในโปรแกรม phpmyadmin และไฟล์คอนฟิกที่อยู่ใน asterisk อันได้แก่ meetme.conf และ extensions.conf จะถูกแก้ไขตามที่ได้เพิ่มเข้าไปใหม่เช่นกัน หลังจากเพิ่มข้อมูล,แก้ไขหรือลบข้อมูล ผู้ใช้ต้องทำการเริ่มระบบใหม่ ดังรูปที่ 3.48

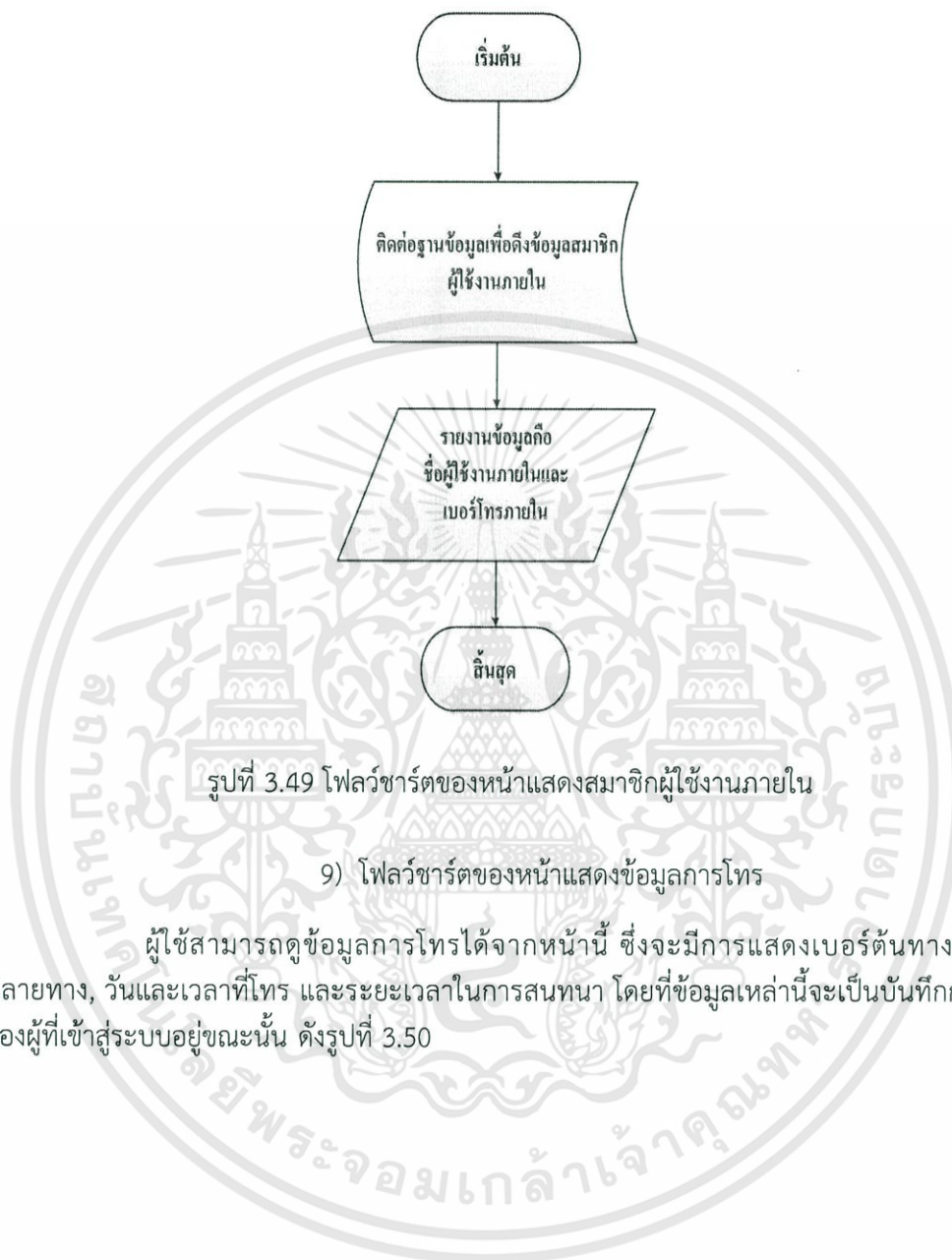




รูปที่ 3.48 โฟลว์ชาร์ตของหน้าตั้งค่าประชุมสาย

8) โฟลว์ชาร์ตของหน้าแสดงสมาชิกผู้ใช้งานภายใน

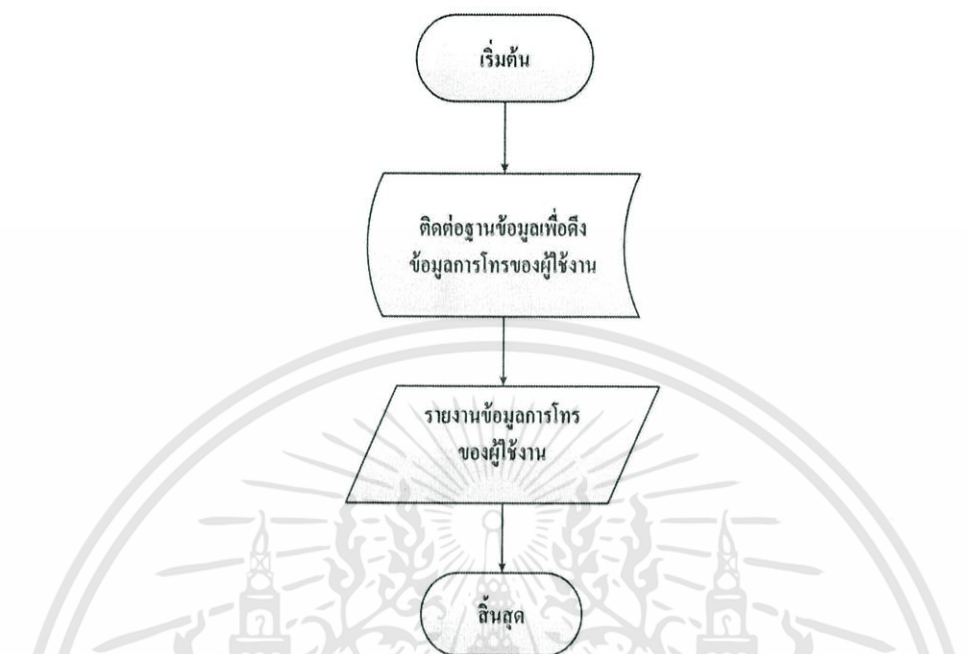
ผู้ใช้งานสามารถทราบถึงจำนวนสมาชิกผู้ใช้งานภายในทั้งหมด รวมถึงชื่อผู้ใช้งานภายใน และเบอร์โทรภายในที่มีอยู่ในระบบ เพื่อเป็นประโยชน์ในการกำหนดเบอร์โทรภายในไม่ให้ซ้ำกัน ดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 โฟลว์ชาร์ตของหน้าแสดงสมาชิกผู้ใช้งานภายใน

9) โฟลว์ชาร์ตของหน้าแสดงข้อมูลการโทร

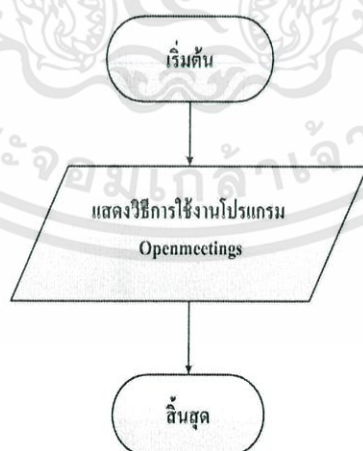
ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลการโทรได้จากหน้านี้ ซึ่งจะมีการแสดงเบอร์ต้นทาง, เบอร์ปลายทาง, วันและเวลาที่โทร และระยะเวลาในการสนทนา โดยที่ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นบันทึกการโทรของผู้ที่เข้าสู่ระบบอยู่ขณะนั้น ดังรูปที่ 3.50



รูปที่ 3.50 โฟลว์ชาร์ตของหน้าแสดงข้อมูลการโทร

10) โฟลว์ชาร์ตของหน้าแสดงวิธีการใช้ Video Conference

เป็นหน้าแสดงวิธีการเข้าใช้งาน Openmeetings ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับการประชุมภาพทางไกล ดังรูปที่ 3.51



รูปที่ 3.51 โฟลว์ชาร์ตของหน้าแสดงวิธีการใช้ Video Conference

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) โฟลว์ชาร์ตของหน้าออกจากระบบ

เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่เมนูออกจากระบบ ระบบยกเลิกการถ่ายโอนข้อมูลต่างๆของผู้ใช้งาน และจะแสดงหน้าแรกเพื่อให้ผู้ใช้งานทำการเข้าสู่ระบบใหม่ ดังรูปที่ 3.52



รูปที่ 3.52 โฟลว์ชาร์ตของหน้าออกจากระบบ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. Asterisk Server ประกอบไปด้วยเมนบอร์ดขนาดเล็ก CPU เป็น dual-core Intel® Atom™ D2500 ที่เลือกใช้ CPU ตัวนี้ เนื่องจากโปรแกรมไม่ต้องการใช้ทรัพยากรเครื่องมาก และใช้พลังงานน้อย อีกทั้งมีความร้อนน้อยกว่า CPU รุ่นอื่นๆ และทำการติดตั้ง USB Flash Drive ทำหน้าที่เป็นฮาร์ดดิสก์ ซึ่งทำการบรรจุโปรแกรมทั้งหมดลงไป เหตุผลดังกล่าวช่วยให้สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีขนาดเล็กลงได้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปติดตั้งในพื้นที่ที่จำกัดได้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน

2. เครื่องคอมพิวเตอร์ (Notebook) ซึ่งจะใช้เป็น Soft Phone
3. โทรศัพท์อนาล็อก (โทรศัพท์พื้นฐาน)
4. Asterisk Card รุ่น X100P จำนวน 1 การ์ด

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

การจัดเก็บผลการทดลองจะทำการเก็บในส่วนของ VoIP (Voice over Internet Protocol) เป็นส่วนของการติดต่อสื่อสารโดยใช้โปรแกรม Wire Shark ดักจับแพ็กเก็ตที่วิ่งไปมา ทั้งการลงทะเบียน (Register) กับ SIP Server, การโทรหากันภายในโครงข่ายเดียวกัน และการโทรออกไปยังเครือข่าย PSTN จากนั้นทำการจัดเก็บผลการทดลองในส่วนของการประชุมภาพพร้อมกัน (Video Conference) ในส่วนของการเข้าไปใช้งานและการวัดอัตราเร็วการส่งข้อมูลประชุมภาพพร้อมกัน ในส่วนสุดท้ายเป็นการจัดเก็บผลการทดลองในส่วน Web Application ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้สะดวกมากขึ้น



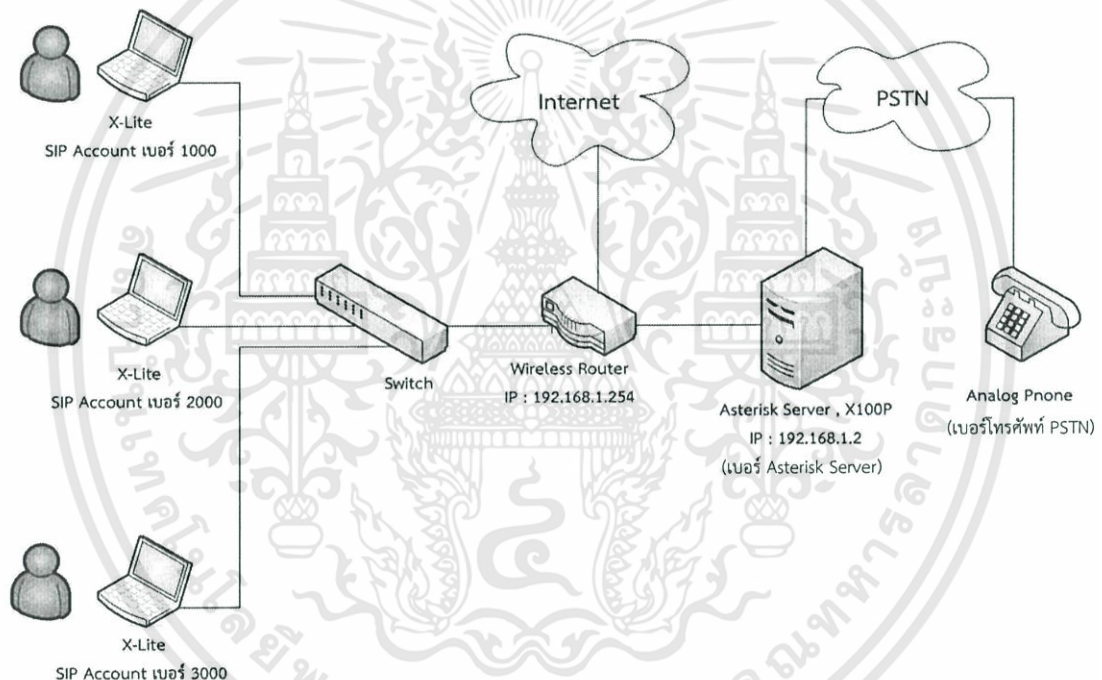
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองส่วนของ VoIP (Voice over Internet Protocol)

4.1.1 ผลการทดลองส่วนของการติดต่อสื่อสาร

การทดลองส่วนนี้ได้ทำการดักจับแพ็กเก็ตระหว่างการติดต่อสื่อสารโดยใช้โปรแกรม WireShark ในการดักจับแพ็กเก็ตที่ส่งไปมา โดยมี Topology ในการทดสอบดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Topology ที่ใช้ในการทดลอง

4.1.1.1 ผลการทดลองในส่วนของการ Register กับ SIP Server

ในขั้นตอนนี้จะทำการลงทะเบียน (Register) โทรศัพท์ (ในที่นี้คือโปรแกรม Soft Phone) เข้ากับ SIP Server โดยกำหนด Account และ Domain (IP ของ SIP Server คือ 191.168.1.2) จากนั้นทำการกำหนด Username และ Password ที่ใช้ในการล็อกอิน

เข้าสู่ SIP Server ทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 4.2 ต่อมาทำการจับ Packet ขณะทำการลงทะเบียน ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.2 การ Set Account ของ X-Lite

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
162	104.554667	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP	724	Request: REGISTER sip:192.168.1.2
165	104.656419	192.168.1.2	192.168.1.23	SIP	599	Status: 401 unauthorized (0 bindings)
166	104.670653	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP	724	Request: REGISTER sip:192.168.1.2
167	104.717927	192.168.1.2	192.168.1.23	SIP	562	Status: 200 OK (0 bindings)
170	105.028428	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP	575	Request: REGISTER sip:192.168.1.2
171	105.031152	192.168.1.2	192.168.1.23	SIP	599	Status: 401 unauthorized (0 bindings)
172	105.040671	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP	729	Request: REGISTER sip:192.168.1.2
173	105.066229	192.168.1.2	192.168.1.23	SIP	645	Status: 200 OK (1 bindings)

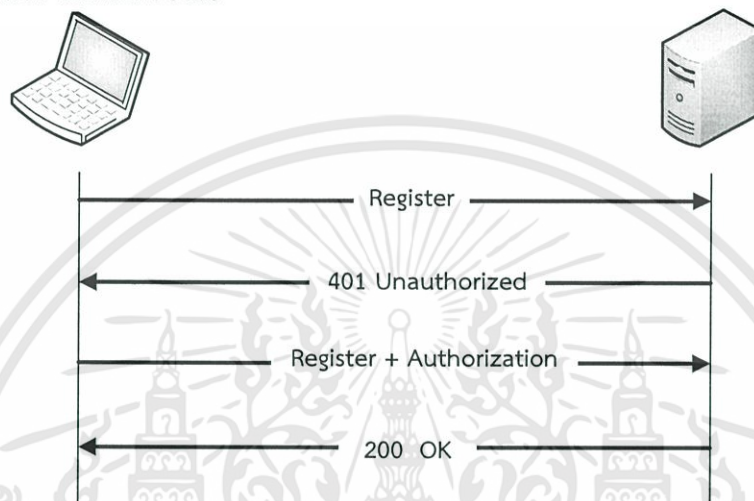
รูปที่ 4.3 แพ็กเก็ตที่เกิดขึ้นขณะทำการลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสามารถนำมาเขียน Call Flow เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจได้ดังรูปที่ 4.4

IP software phone (X-lite)
SIP Protocol 192.168.1.23
Extension Number : 3000

Asterisk Server (Ubuntu) IP : 192.168.1.2



รูปที่ 4.4 Call Flow ขณะทำการลงทะเบียน

สามารถอธิบายตาม Flow ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการลงทะเบียน (Register) ไปยังเครื่องแม่ข่าย (Server) โดยส่ง Request Message มี method : Register ไปยัง Server 192.168.1.2 ในส่วน Request-Line จะบอก method ที่เรียกใช้คือ Register เพื่อเป็นการขอยืนยันตัวกับทางเครื่องแม่ข่าย ในส่วน Header จะบอกรายละเอียดทั่วไปของการลงทะเบียน ซึ่งหลังจากขั้นตอนนี้ถ้าเกิด Request Message ไม่มี ID ที่ทางเครื่องแม่ข่ายได้ทำการลงทะเบียนไว้ให้ ทางเครื่องแม่ข่ายจะตอบกลับมาให้เครื่องลูกข่าย (Client) ด้วย Request Message: 404 Not Found

ขั้นที่ 2 เครื่องแม่ข่ายทำการตอบกลับมายังเครื่องลูกข่าย ด้วย SIP Response Message: 401 unauthorized ก็คือ ต้องการให้เครื่องลูกข่ายส่งส่วน Authorized เพื่อยืนยันตัวตนในการขอเข้าใช้งานระบบ

ขั้นที่ 3 เครื่องลูกข่ายทำการส่ง Register Message กลับไปหาเครื่องแม่ข่าย อีกครั้ง โดยในครั้งนี้นี้ในส่วนของ Header field จะมีส่วนของ Authorized Message ซึ่งจะมีส่วน

ของ Authenticate เพื่อยืนยันตัวตนกับทางเครื่องแม่ข่ายที่ได้มีการคอนฟิกไว้ที่เครื่องลูกข่ายส่วน Authentication จะทำการเพิ่มไปใน Message Header ของ SIP

ขั้นที่ 4 เมื่อ Asterisk Server ได้ทำการรับ Message register จากเครื่องลูกข่ายก็จะทำการตรวจสอบ Authorized ว่า Authorized ที่ได้รับมาจากเครื่องลูกข่ายถูกต้องหรือไม่ โดยจะเกิดได้ 2 เหตุการณ์ คือ

- Authorized ไม่ถูกต้อง ทางเครื่องแม่ข่ายจะส่ง Response Message คือ 403 Forbidden (Bad Auth)
- Authorized ถูกต้องทางเครื่องแม่ข่ายจะส่ง Response Message คือ 200 OK ซึ่งเมื่อเครื่องแม่ข่ายตอบกลับมาด้วย 200 OK ทางเครื่องลูกข่ายพร้อมที่จะใช้งานในการโทรได้

4.1.1.2 ผลการทดลองในส่วนการโทรหากันในโครงข่ายเดียวกัน

ทำการทดลองโทรหากัน โดยโทรจากเครื่องหมายเลข 3000 (192.168.1.23) ไปยังหมายเลข 2000 (192.168.1.16) ได้แพ็กเก็ตขณะทำการโทรหากันในโครงข่ายเดียวกันดังรูปที่ 4.5 และดังรูปที่ 4.6

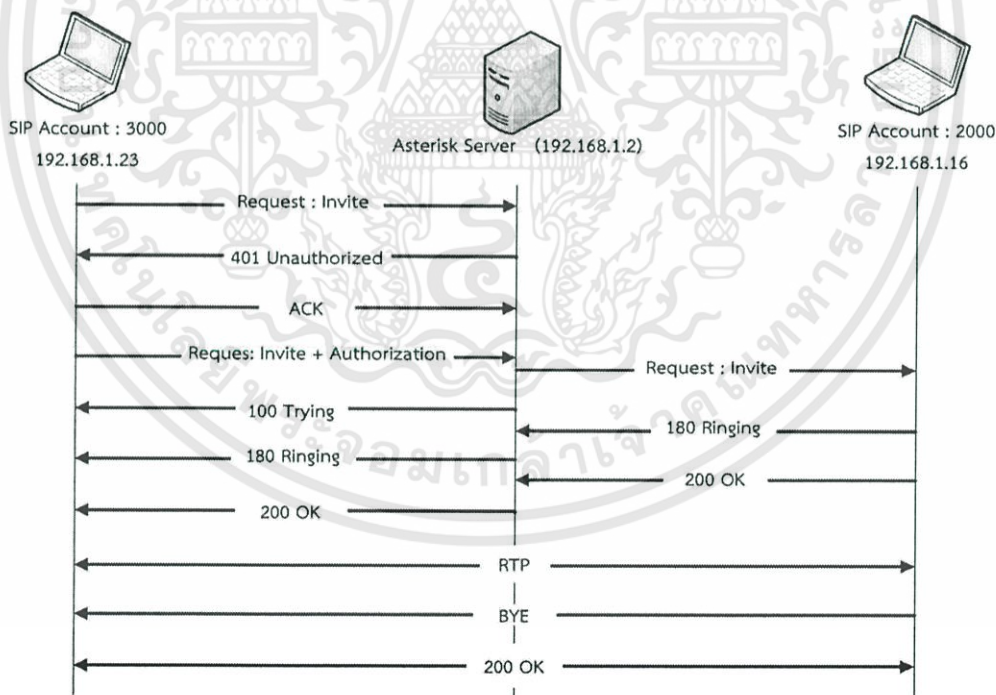
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
127	64.7629800	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP/SDP	824	Request: INVITE sip:2000@192.168.1.2, with session description
128	64.7645990	192.168.1.2	192.168.1.23	SIP	591	Status: 401 Unauthorized
129	64.7659220	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP	368	Request: ACK sip:2000@192.168.1.2
130	64.7734250	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP/SDP	983	Request: INVITE sip:2000@192.168.1.2, with session description
131	64.7750080	192.168.1.2	192.168.1.23	SIP	527	Status: 100 Trying
132	64.7754110	192.168.1.2	192.168.1.23	SIP/SDP	854	Status: 183 Session Progress, with session description
133	64.7956100	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x13f89694, Seq=41588, Time=160
135	64.8151410	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x13f89694, Seq=41589, Time=320
136	64.8351030	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x13f89694, Seq=41590, Time=480
137	64.8536990	192.168.1.23	192.168.1.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x4CAF0800, Seq=6585, Time=732900, Mark
138	64.8565880	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x13f89694, Seq=41591, Time=640
139	64.8733560	192.168.1.23	192.168.1.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x4CAF0800, Seq=6586, Time=733060
140	64.8793900	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x13f89694, Seq=41592, Time=800
141	64.8935660	192.168.1.23	192.168.1.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x4CAF0800, Seq=6587, Time=733220
142	64.8953520	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x13f89694, Seq=41593, Time=960

รูปที่ 4.5 แพ็กเก็ตขณะทำการโทรหากันภายในโครงข่ายเดียวกัน

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
751	70.8995000	192.168.1.16	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x49981999, Seq=523, Time=1810100
752	70.8997980	192.168.1.16	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x49981999, Seq=524, Time=1810260
753	70.9147480	192.168.1.16	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x4CAF0800, Seq=6887, Time=781220
754	70.9151790	192.168.1.16	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x49981999, Seq=525, Time=1810420
755	70.9253340	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP/SOF	749	Status: 200 OK, with session description
756	70.9271700	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP	426	Request: ACK sip:zone3@192.168.1.23:5060
757	70.9370090	192.168.1.23	192.168.1.16	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x4CAF0800, Seq=6888, Time=781380
758	70.9541620	192.168.1.23	192.168.1.16	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x4CAF0800, Seq=6889, Time=781540
759	70.9549490	192.168.1.16	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x49981999, Seq=526, Time=1810580
760	70.9561720	192.168.1.16	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x49981999, Seq=527, Time=1810740
761	70.9743670	192.168.1.23	192.168.1.16	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x4CAF0800, Seq=6890, Time=781700
762	70.9929950	192.168.1.16	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x49981999, Seq=528, Time=1810900
763	70.9941670	192.168.1.23	192.168.1.16	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x4CAF0800, Seq=6891, Time=781860
764	70.9947770	192.168.1.16	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x49981999, Seq=529, Time=1811060
765	71.0139890	192.168.1.23	192.168.1.16	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x4CAF0800, Seq=6892, Time=782020

รูปที่ 4.6 แพ็กเก็ตขณะทำการโทรหากันในโครงข่ายเดียวกัน (ต่อ)

โดยสามารถนำมาเขียน Call Flow ได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 Call Flow ระหว่างการสื่อสารภายในโครงข่ายเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายตาม Call Flow ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เครื่องลูกข่าย 3000 (192.168.1.23) จะทำการส่ง Request Message ไปหาเครื่องแม่ข่าย โดยส่ง INVITE Message ไปหาเครื่องแม่ข่าย (192.168.1.2) โดยจะส่งพร้อมกับ SDP (Session Description Protocol) ซึ่งโปรโตคอลนี้จะทำการส่งรายละเอียดของเครื่องลูกข่ายในการติดต่อ

ขั้นที่ 2 เครื่องแม่ข่ายจะทำการตอบกลับมาหาเครื่องลูกข่าย 3000 ด้วย Response Message : 401 Unauthorized เพื่อให้ทางเครื่องลูกข่ายระบุตัวตนอีกครั้ง

ขั้นที่ 3 เครื่องลูกข่ายจะทำการตอบกลับมาหาเครื่องแม่ข่ายด้วย ACK Message

ขั้นที่ 4 เครื่องลูกข่ายจะทำการส่ง Request Message ไปหาเครื่องแม่ข่ายอีกครั้งโดยส่ง INVITE Message พร้อมทั้งเพิ่มส่วน Authentication ลงไป เพื่อยืนยันตัวตน ในขณะเดียวกันทางเครื่องแม่ข่ายจะส่ง Request Message : INVITE ไปให้ทางเครื่องลูกข่าย 2000 เมื่อทางเครื่องลูกข่าย 2000 ได้รับ INVITE Message จะทำการส่ง Response Message : 180 Ringing กลับไปให้ทางเครื่องแม่ข่าย เพื่อบอกว่าพร้อมที่จะทำการสนทนากับทางเครื่องลูกข่าย 3000

ขั้นที่ 5 หลังจากเครื่องแม่ข่ายได้รับ Ringing จากทางเครื่องลูกข่าย 2000 จากนั้นเครื่องแม่ข่ายจะทำการส่ง Ringing กลับไปให้ทางเครื่องลูกข่าย 3000

ขั้นที่ 6 ทางเครื่องแม่ข่ายจะทำการส่ง Response Message : 200 OK ตอบกลับให้เครื่องลูกข่ายต้นทาง เพื่อบอกว่าการเชื่อมต่อสมบูรณ์แล้ว

ขั้นที่ 7 เป็นส่วนของการสนทนา ที่ใช้ Protocol RTP ในการคุยระหว่างหมายเลข 3000 ไปยังหมายเลข 2000 ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการคุยกันโดยตรงโดยใช้ RTP Protocol ระหว่างเครื่องต้นทางและปลายทางโดยไม่ผ่านเครื่องแม่ข่าย

ขั้นที่ 8 เมื่อการสนทนาสิ้นสุด ทางปลายทางจะส่ง Request Message : BYE ไปที่เครื่องหมายเลข 3000 เพื่อบอกว่าจะทำการวางสายเพื่อสิ้นสุดการสนทนา แต่ถ้าต้นทางเป็นคนวางสายก็จะส่ง Request Message : BYE ไปหาปลายทาง

ขั้นที่ 9 เมื่อทางเครื่องลูกข่าย 3000 ได้รับ BYE Message จะตอบกลับไปหาเครื่องลูกข่าย 2000 ด้วย Response Message : 200 OK

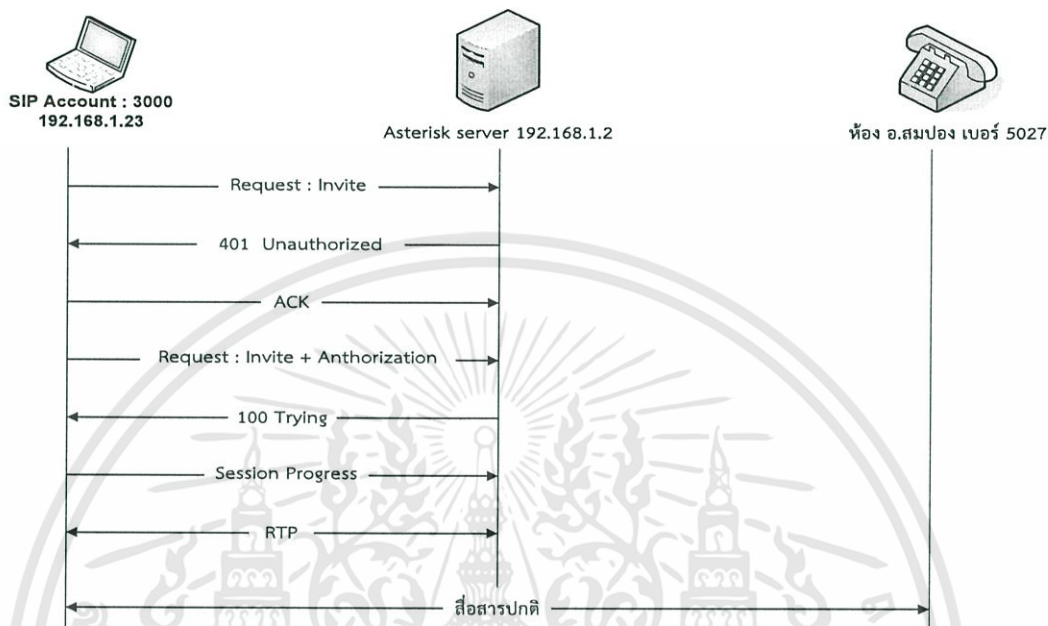
4.1.1.3 ผลการทดลองในส่วนของการโทรออกไปยังเครือข่าย PSTN

ทำการโทรออกไปยังเครือข่าย PSTN โดยทดลองโทรจากเครื่องหมายเลข 3000 (192.168.1.23) ไปยังโทรศัพท์ภายนอกโดยจับแพ็กเก็ตที่ส่งไปได้ดังรูปที่ 4.8

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
13	13.5323390	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP/SIP	826	Request: INVITE sip:950270192.168.1.2, with session description
14	13.5548320	192.168.1.2	192.168.1.23	SIP	592	Status: 401 Unauthorized
15	13.5558280	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP	370	Request: ACK sip:950270192.168.1.2
16	13.5634350	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP/SIP	986	Request: INVITE sip:950270192.168.1.2, with session description
17	13.6104780	192.168.1.2	192.168.1.23	SIP	529	Status: 100 Trying
20	16.7494250	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP/SIP	842	Status: 200 OK, with session description
21	16.7817010	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x1AD968F4, Seq=46198, Time=160, Mark
23	16.8106980	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x1AD968F4, Seq=46199, Time=320
24	16.8233980	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x1AD968F4, Seq=46200, Time=480
25	16.8250340	192.168.1.23	192.168.1.2	SIP	616	Request: ACK sip:950270192.168.1.2
26	16.8311960	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x1AD968F4, Seq=46201, Time=640
27	16.8498160	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x1AD968F4, Seq=46202, Time=800
28	16.8584770	192.168.1.2	192.168.1.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x30C4ABFF, Seq=7357, Time=2706900, Mark
29	16.8760730	192.168.1.2	192.168.1.23	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x1AD968F4, Seq=46203, Time=960
30	16.8788960	192.168.1.23	192.168.1.2	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x30C4ABFF, Seq=7358, Time=2707060

รูปที่ 4.8 แพ็กเก็ตในขณะทำการโทรออกไปยังเครือข่าย PSTN

เมื่อนำแพ็กเก็ตที่จับได้มาวิเคราะห์ เขียน Call Flow ได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 Call Flow ระหว่างการสื่อสารกับโทรศัพท์ PSTN

อธิบายตาม Call Flow ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เครื่องลูกข่าย 3000 จะทำการโทรไปยังเครื่องภายนอก โดยเครื่องลูกข่าย 3000 จะส่ง Request Message ไปหาเครื่องแม่ข่าย โดยจะส่ง INVITE Message ไป และทำการส่งไปพร้อมกับ SDP (Session Description Protocol) ซึ่งโปรโตคอลนี้ จะทำการส่งรายละเอียดของเครื่องลูกข่ายในการติดต่อ

ขั้นที่ 2 เครื่องแม่ข่ายจะทำการตอบกลับมาหาเครื่องลูกข่ายด้วย Response Message : 401 Unauthorized ซึ่งจะให้ทางเครื่องลูกข่ายทำการระบุตัวตน

ขั้นที่ 3 เครื่องลูกข่ายจะทำการตอบกลับมาหาเครื่องแม่ข่ายด้วย ACK Message

ขั้นที่ 4 เครื่องลูกข่ายจะทำการส่ง Request Message หาเครื่องแม่ข่ายอีกครั้งหนึ่ง โดยส่ง INVITE Message พร้อมทั้งเพิ่มส่วน Authentication ลงไปเพื่อยืนยันตัวตน

ขั้นที่ 5 เครื่องแม่ข่ายทำการตอบกลับมาหาเครื่องลูกข่ายด้วย SIP Response : Trying 100 เพื่อให้เครื่องลูกข่ายรอการตอบสนองจากเครื่องแม่ข่าย

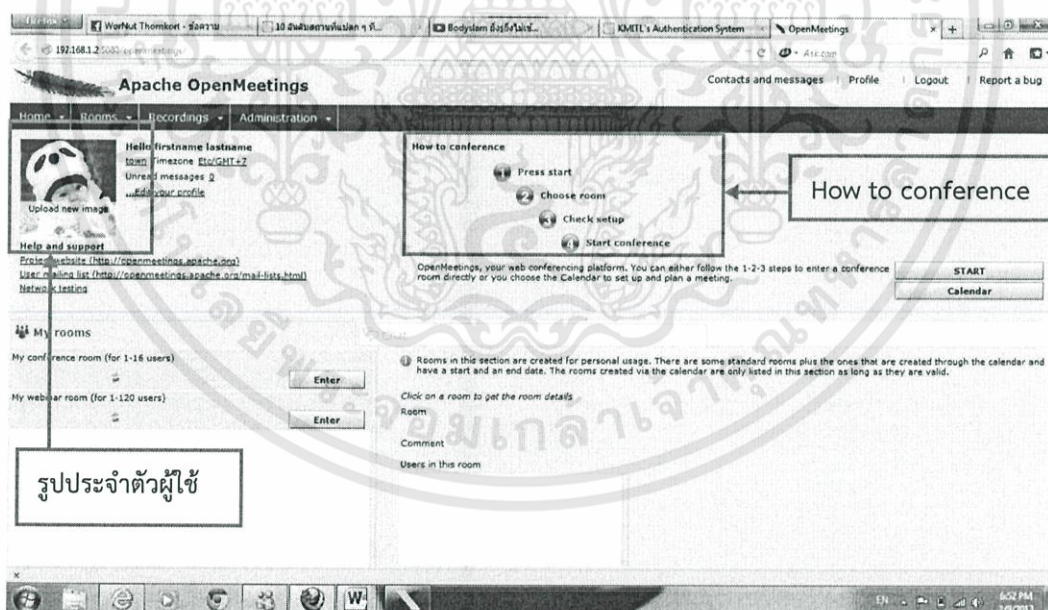
ขั้นที่ 6 เครื่องแม่ข่ายทำการตอบกลับมาหาเครื่องลูกข่ายด้วย SIP Response : Session Progress เพื่อจัดเตรียมทรัพยากรของระบบให้ทำงานร่วมกับโทรศัพท์

ขั้นที่ 7 เป็นส่วนของการสนทนาที่ใช้ Protocol RTP ในการคุยระหว่างหมายเลข 3000 และเครื่องโทรศัพท์ภายนอก ซึ่งส่วนนี้จะคุยกันโดยตรงโดยใช้ RTP Protocol ระหว่างเครื่องต้นทางและปลายทางโดยไม่ผ่านเครื่องแม่ข่าย

4.2 ผลการทดลองส่วนของการประชุมภาพร่วมกัน (Video Conference)

4.2.1 เข้าสู่หน้าแรกของการประชุมภาพร่วมกัน

ส่วนของหน้าแรกเมื่อเข้าไปใช้งานการประชุมภาพ (Openmeetings) ดังรูปที่ 4.10 จะเป็นหน้าประวัติส่วนตัวของผู้ใช้คนนั้น และแสดงรูปประจำตัวของผู้ใช้ทางด้านซ้ายมือ ซึ่งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนรูปประจำตัวนี้ได้ ทางขวามือเป็นวิธีการใช้งาน (How to conference)



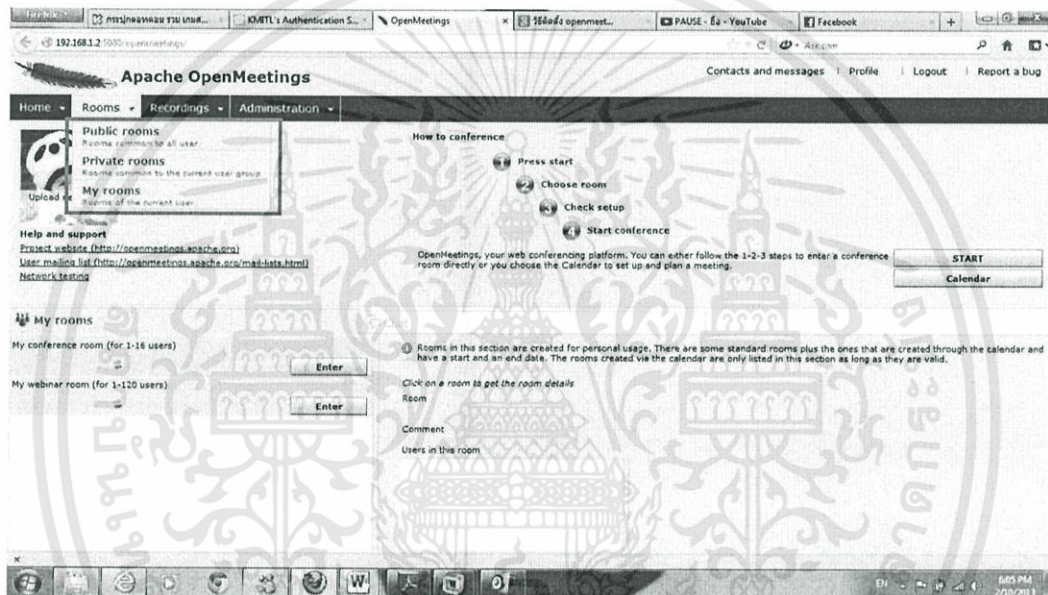
รูปที่ 4.10 หน้าแรกเมื่อเข้าไปใช้งาน Openmeetings

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ห้องสนทนา

เลือกห้องสนทนาที่จะทำการประชุมภาพพร้อมกันได้ ดังรูปที่ 4.11 โดยมีประเภทห้องสนทนาให้เลือกจำนวน 3 ห้องดังนี้

- Public rooms
- Private rooms
- My rooms



รูปที่ 4.11 เลือกห้องสนทนา

4.2.3 สร้างห้องสนทนา

ทำการสร้างห้องสนทนาของตนเองโดยเข้าไปที่ Administration => Conference rooms จะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 4.12

- Name => ชื่อห้อง Telecom room
- Participants => จำนวนผู้ที่จะใช้ห้องนี้มี 8 คน
- Type => ชนิดของห้องสนทนา conference (1-25 users)
- เลือกตั้งค่าเป็นสาธารณะ (Public) หากไม่ตั้งค่าเป็นสาธารณะ จะเป็น

ส่วนตัว

Conference rooms

Name: Telecom Room

Participants: 8

Type: conference (1-25 users)

Comment:

Appointment room:

Usergroups

Public:

If you add an usergroup to the room only users of that usergroup have access to it

Usergroups:

ID	Usergroup

Limitations

Demo room:

Users in this room

ID	Login

Moderation

Moderated:

If the room is moderated, any users with a moderator or administrator level access are automatically set to moderator when they enter the room

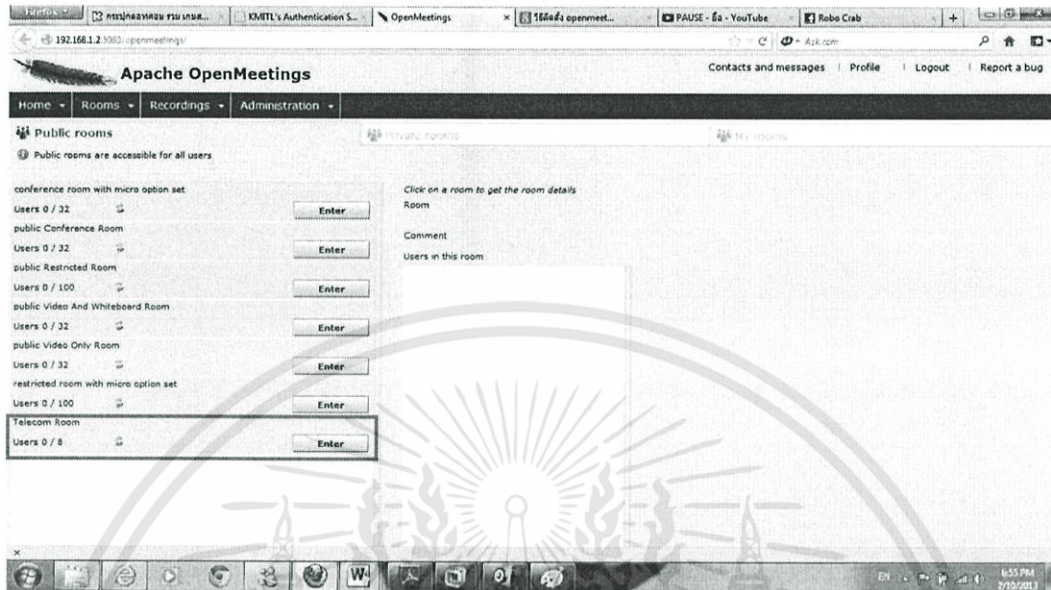
Default moderators

Super	ID	Name	Email

รูปที่ 4.12 การสร้างห้องสนทนา

4.2.3.1 การเข้าใช้ห้องสนทนา

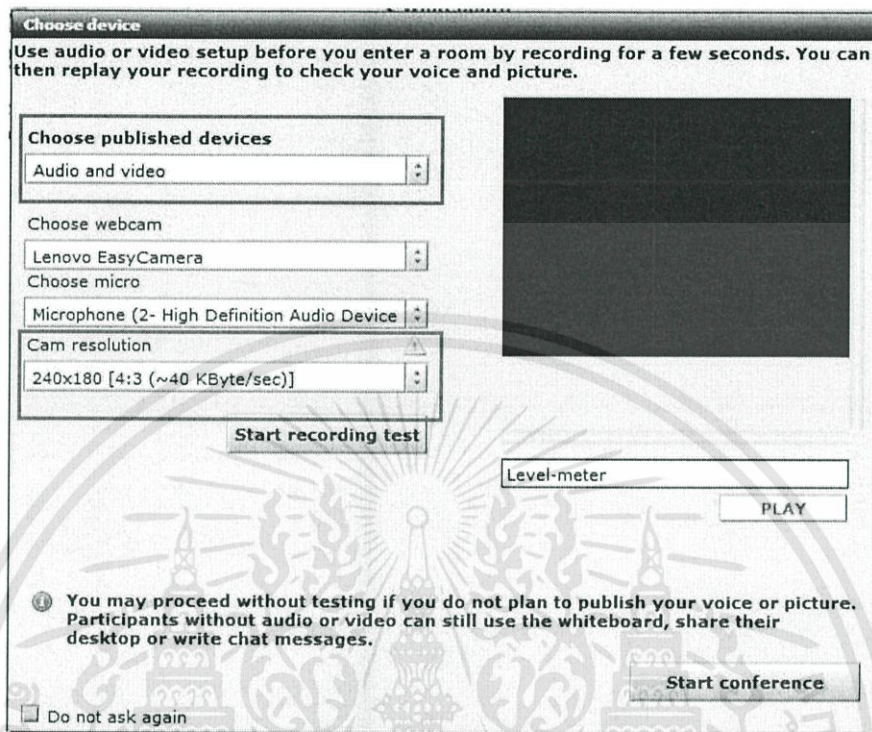
เข้าไปใช้ห้องสนทนา Telecom room ที่ทำการสร้างไว้ โดยกดที่ Enter ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 หน้าต่างก่อนเข้าห้องสนทนา

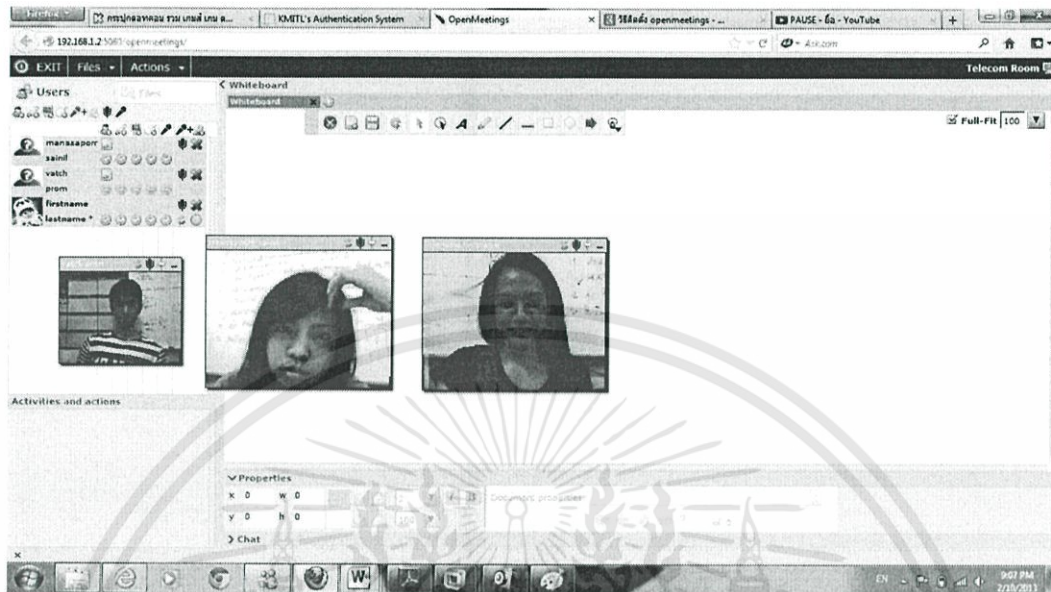
4.2.4 การประชุมภาพร่วมกัน

เมื่อเข้าห้องสนทนาที่ทำการสร้างไว้ (ห้อง Telecom room) ในห้องสนทนาจะปรากฏหน้าต่างให้เลือกว่าจะติดต่อกับบุคคลในห้องนั้นอย่างไร ดังรูปที่ 4.14 สามารถเลือกได้ 4 รูปแบบคือ Audio and video, Audio only, Video only, และ No audio/video (static image) โดยในที่นี้เลือกเป็น Audio and video และสามารถปรับความละเอียดของภาพได้



รูปที่ 4.14 การตั้งค่าต่างก่อนการประชุมภาพ

เมื่อทำการปรับค่าตามต้องการก็สามารถประชุมภาพร่วมกันได้ โดยสามารถใช้ไมโครโฟนและมองเห็นกันผ่านเว็บแคม ดังรูปที่ 4.15 นอกจากนั้นยังมี whiteboard ใช้เพื่อนำเสนอรูปภาพร่วมกัน และยังสามารถ chat ระหว่างกันได้



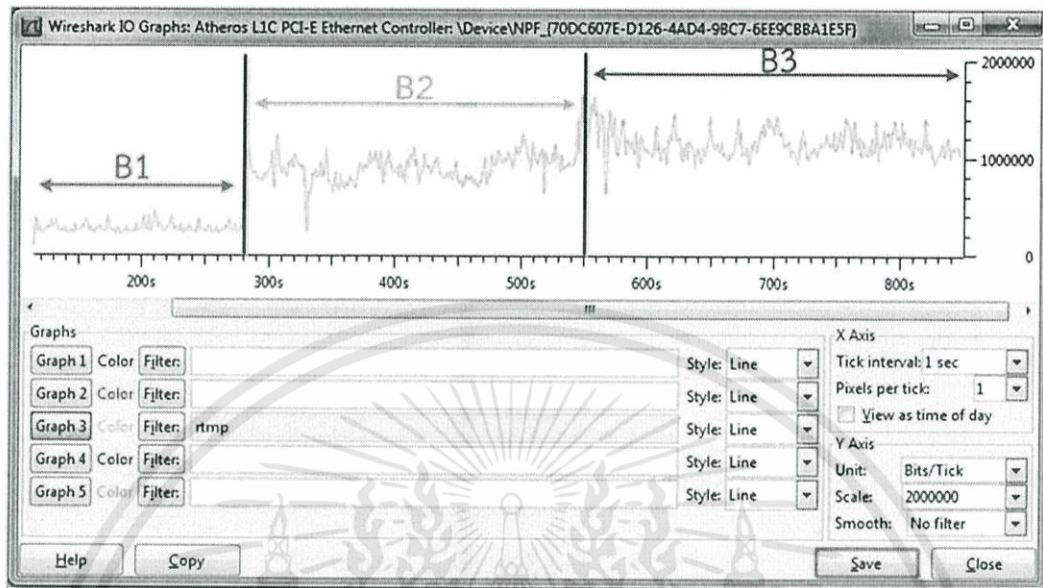
รูปที่ 4.15 การประชุมภาพร่วมกัน

4.2.5 การวัดอัตราเร็วการส่งข้อมูลประชุมภาพร่วมกัน

ผู้จัดทำได้ทำการทดลองเข้าใช้งานโปรแกรม Openmeetings และใช้โปรแกรม WireShark ในการวัดอัตราเร็วในการส่ง-รับข้อมูล โดยตั้งค่าโปรแกรมดักจับเฉพาะโปรโตคอล RTMP (Real-Time Messaging Protocol) ซึ่งเป็นโปรโตคอลสำคัญในการส่ง-รับเสียงและภาพแบบต่อเนื่อง (stream) ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตระหว่าง flash-client และ server ซึ่งทำการวัดอัตราเร็วโดยแบ่งเป็นสามช่วงคือ

- ช่วงแรก(B1) : ขณะที่ผู้ใช้เข้าอยู่ในห้องประชุมภาพหนึ่งท่าน
- ช่วงที่สอง(B2) : ขณะที่ผู้ใช้เข้าอยู่ในห้องประชุมภาพสองท่าน
- ช่วงที่สาม(B3) : ขณะที่ผู้ใช้เข้าอยู่ในห้องประชุมภาพสามท่าน

จากผลการทดลอง B1 มีอัตราเร็วเฉลี่ยในการส่ง-รับข้อมูลอยู่ที่ 264.37 กิโลบิตต่อวินาที, B2 มีอัตราเร็วเฉลี่ยในการส่ง-รับข้อมูลอยู่ที่ 917.69 กิโลบิตต่อวินาทีและ B3 มีอัตราเร็วเฉลี่ยในการส่ง-รับข้อมูลอยู่ที่ 1.16 เมกะบิตต่อวินาที ดังรูปที่ 4.16 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราเร็วที่ใช้ในการส่ง-รับข้อมูลจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีจำนวนผู้ใช้ที่อยู่ในห้องประชุมภาพเพิ่มขึ้นเช่นกัน

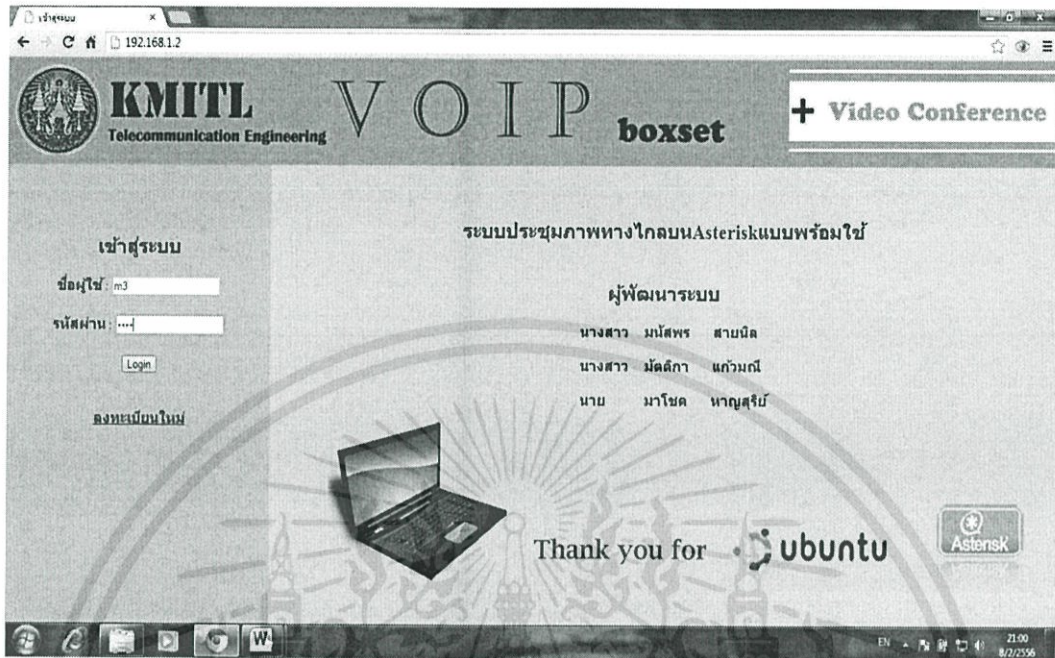


รูปที่ 4.16 ผลการวัดอัตราเร็วในการส่ง-รับข้อมูลการประชุมภาพ

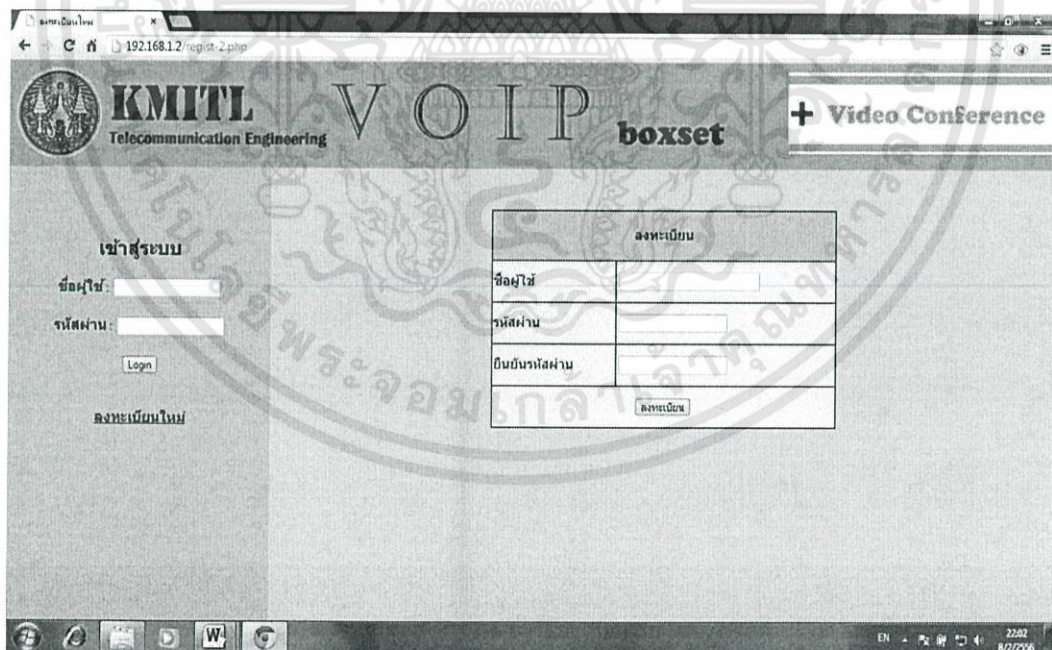
4.3 ผลการทดลองส่วนของ Web Application

4.3.1 หน้าการเข้าสู่ระบบ (Login)

เข้าไปยังที่ web browser เพื่อใช้งาน Web Application โดยเข้าไปที่ <http://192.168.1.2> จะแสดงหน้าเข้าสู่ระบบดังรูปที่ 4.17 โดยเราจะต้องทำการใส่รหัสของชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน เพื่อเป็นการยืนยันตัวตนซึ่งเป็นหนึ่งในการรักษาความปลอดภัยให้กับระบบของเรา หากยังไม่ได้เป็นสมาชิกต้องทำการคลิกที่เมนูลงทะเบียนใหม่ เพื่อทำการสมัครเป็นสมาชิกของระบบ ก่อน ซึ่งจะแสดงหน้าการลงทะเบียนใหม่ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.17 เข้าสู่ระบบ (Login)

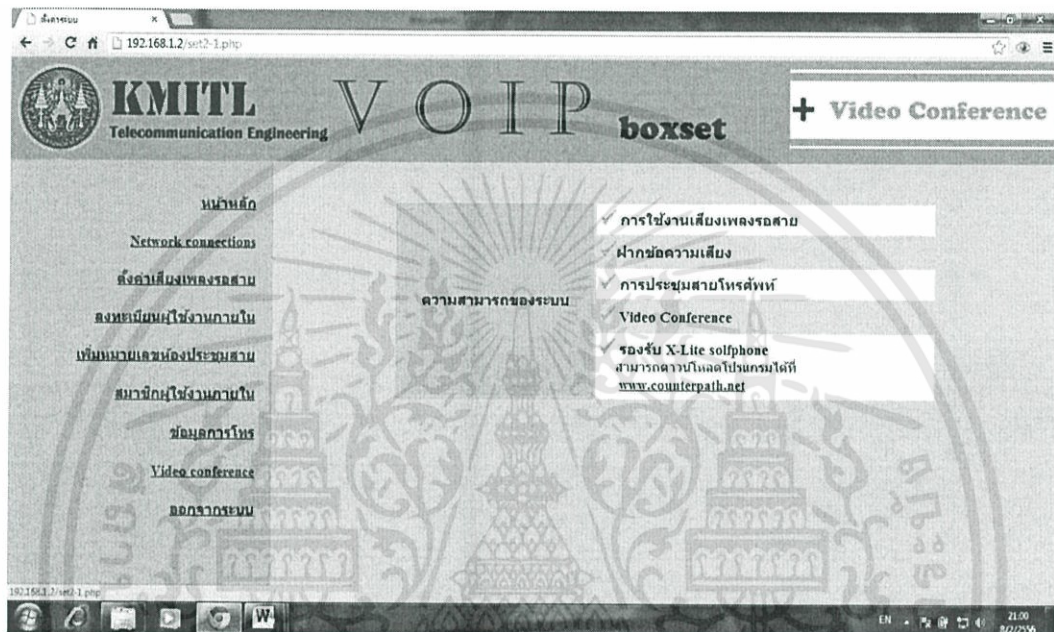


รูปที่ 4.18 ลงทะเบียนใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 หน้าหลักของเว็บไซต์

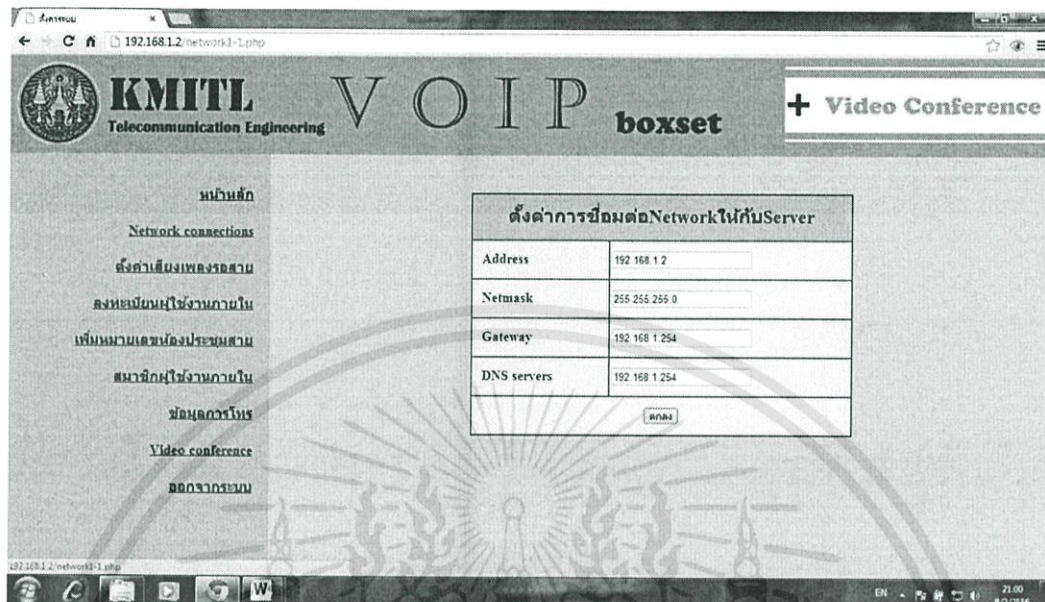
เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบได้แล้วจะพบหน้าหลักของเว็บที่แสดงความสามารถของระบบและเมนูเพื่อเลือกไปยังหน้าต่างๆ อยู่ที่แถบด้านซ้ายมือของหน้าเว็บ ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 หน้าหลักของเว็บไซต์

4.3.3 การตั้งค่าการเชื่อมต่อ Network

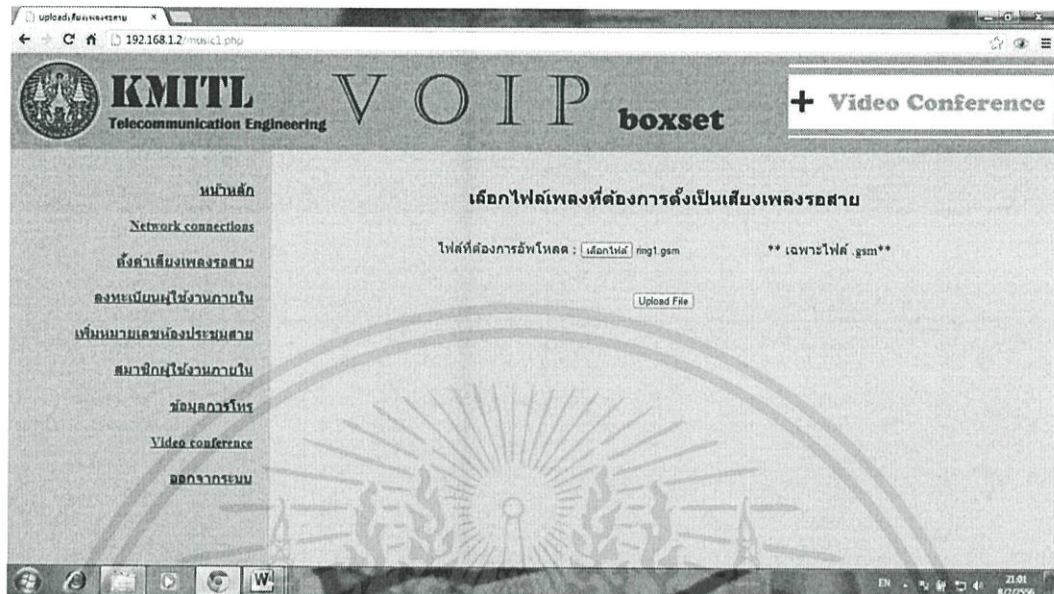
เมนู Network connections จะแสดงเป็นหน้าที่ใช้สำหรับตั้งค่าการเชื่อมต่อ Network ให้กับเครื่องแม่ข่าย จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.20 และผู้ใช้งานต้องทำการเริ่มระบบใหม่หลังจากตั้งค่าเสร็จ



รูปที่ 4.20 การตั้งค่าการเชื่อมต่อ Network

4.3.4 การตั้งค่าเสียงเพลงรอสาย

เมนูตั้งค่าเสียงเพลงรอสายเป็นหน้าเว็บที่มีไว้สำหรับอัปโหลดเสียงเพลงรอสายเข้าไปยังระบบ ซึ่งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 การตั้งค่าเสียงเพลงรอสาย

4.3.5 การตั้งค่าผู้ใช้งานภายใน

เมื่อผู้ใช้งานเลือกที่เมนูลงทะเบียนเป็นผู้ใช้งานภายใน จะเข้าสู่หน้าที่มีไว้สำหรับกรอกข้อมูลเพื่อเป็นการลงทะเบียนไปยังเครื่องแม่ข่าย พร้อมตั้งค่าเกี่ยวกับการโทรสำหรับผู้ใช้งานภายใน ดังรูปที่ 4.22

The screenshot shows a web browser window displaying the KMITL VOIP boxset configuration page. The page title is "KMITL VOIP boxset" and it includes a "Video Conference" button. The sidebar on the left contains the following menu items: "หน้าหลัก", "Network connections", "ตั้งค่าเสียงเพลงรอสาน", "ลงทะเบียนผู้ใช้งานภายใน", "เพิ่มหมายเลขจองประชุมสาม", "สมาชิกผู้ใช้งานภายใน", "ข้อมูลการโทร", "Video conference", and "ออกจากเซมม". The main content area is titled "ลงทะเบียนผู้ใช้งานภายในสำหรับ m3" and contains the following form fields:

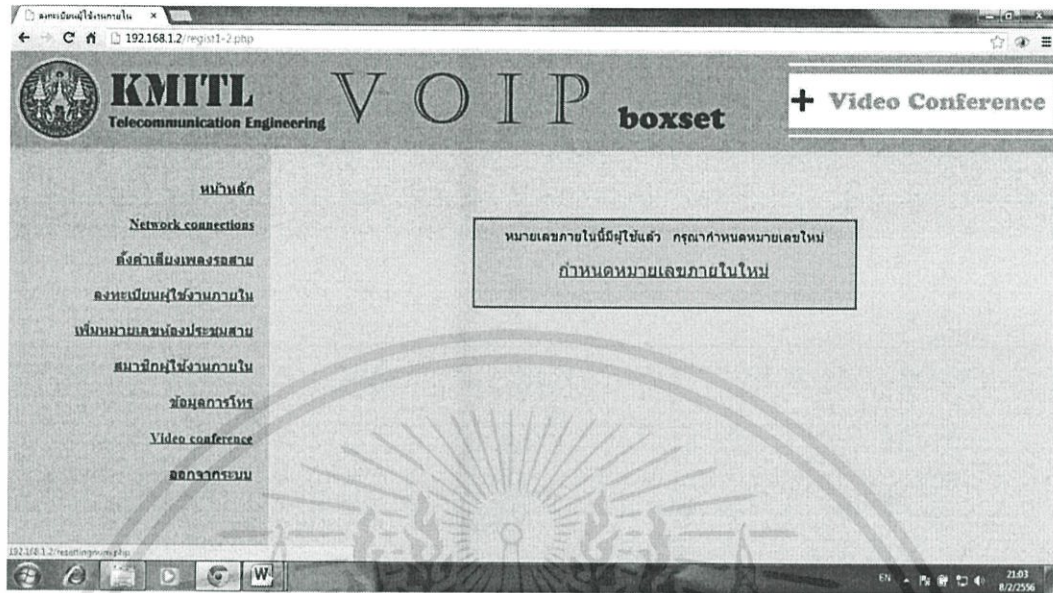
- ชื่อผู้ใช้งานภายใน: zone3
- รหัสผ่าน: 3000
- หมายเลขผู้ใช้งานภายใน: 2000
- ฟังก์ชันวีดีโอคอล: ใช่ ไม่ใช่
- กรณีการติดต่ออัตโนมัติ:
- ตั้งค่าฟังก์ชันข้อความเสียง:
- หมายเลขฟังก์ข้อความเสียง: 3001
- รหัสผ่านฟังก์ข้อความเสียง (4ตัวอักษร): 3000

At the bottom of the form is a "ตกลง" (OK) button. The browser's address bar shows "192.168.1.2/regist1-2.php".

รูปที่ 4.22 การตั้งค่าผู้ใช้งานภายใน

4.3.6 การกำหนดหมายเลขใหม่กรณีตั้งค่าหมายเลขภายในซ้ำกัน

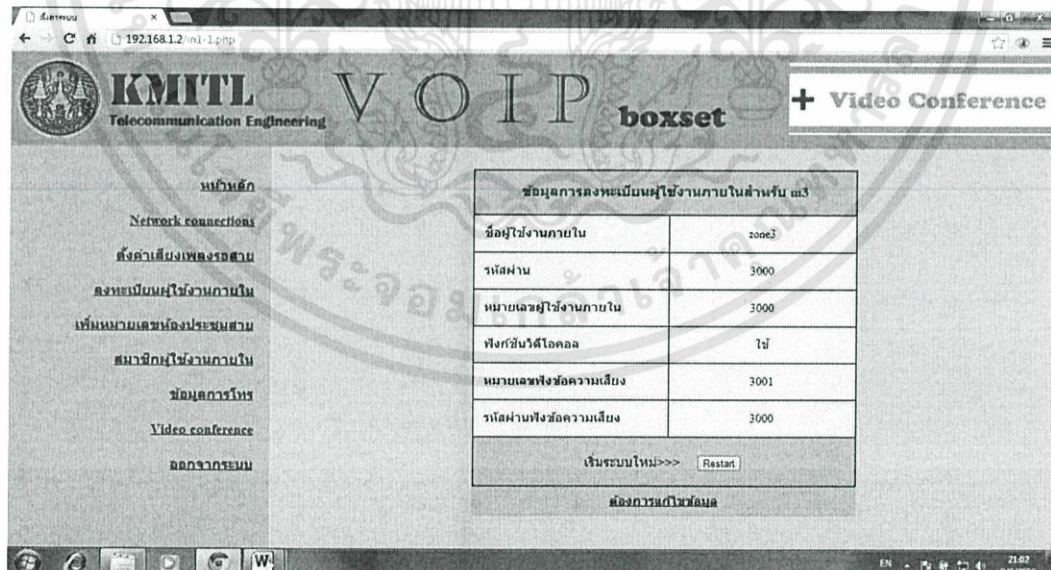
หากผู้ใช้งานกรอกหมายเลขผู้ใช้งานภายในที่ซ้ำกับหมายเลขที่มีอยู่แล้วในระบบ จะมีการแจ้งเตือนขึ้นมาดังรูปที่ 4.23 ซึ่งต้องทำการกรอกข้อมูลใหม่



รูปที่ 4.23 การเตือนให้กำหนดหมายเลขใหม่

4.3.7 แสดงข้อมูลผู้ใช้งานภายใน

เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วจะแสดงข้อมูลของผู้ใช้งานภายในดังรูปที่ 4.24 และผู้ใช้งานต้องทำการเริ่มระบบใหม่ทุกครั้งหลังจากการตั้งค่าเสร็จ

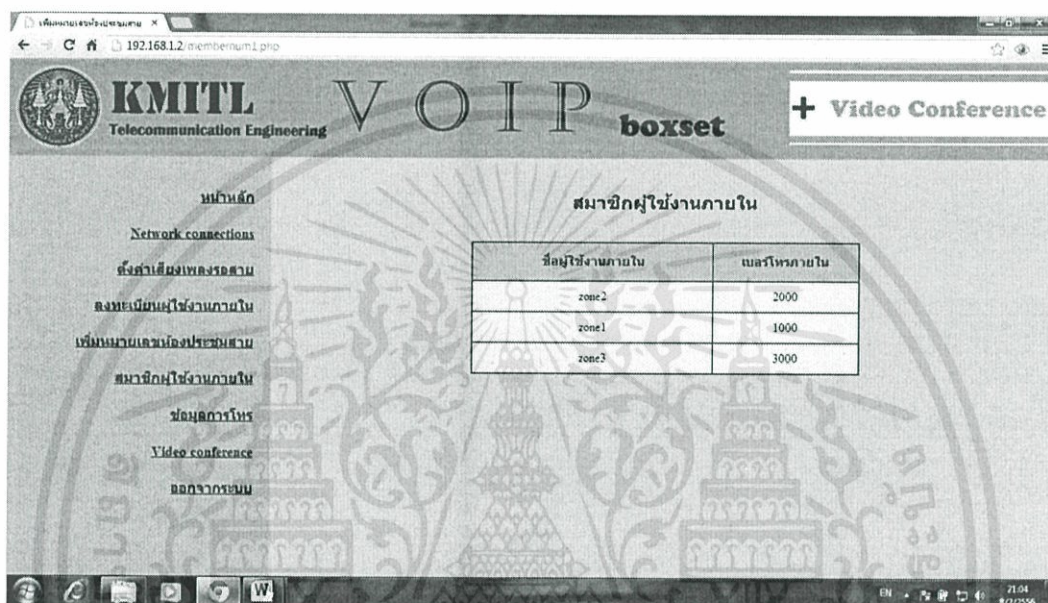


รูปที่ 4.24 ข้อมูลของผู้ใช้งานภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 แสดงสมาชิกผู้ใช้งานในระบบ

เมื่อผู้คลิกที่เมนูสมาชิกผู้ใช้งานภายใน จะสามารถเห็นรายชื่อและหมายเลขโทรภายในของผู้ใช้งานที่มีอยู่ภายในระบบ ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 สมาชิกผู้ใช้งานภายในระบบ

4.3.9 แสดงข้อมูลการโทร

เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่เมนูข้อมูลการโทร จะสามารถเห็นรายละเอียดการโทร ได้แก่ หมายเลขต้นทาง, หมายเลขปลายทาง, วันที่และเวลาโทร และระยะเวลาในการสนทนาของผู้ใช้งานภายในผู้นั้น ดังรูปที่ 4.26 เป็นตัวอย่างข้อมูลการโทรของผู้ใช้งานที่มีหมายเลขภายในคือ 3000

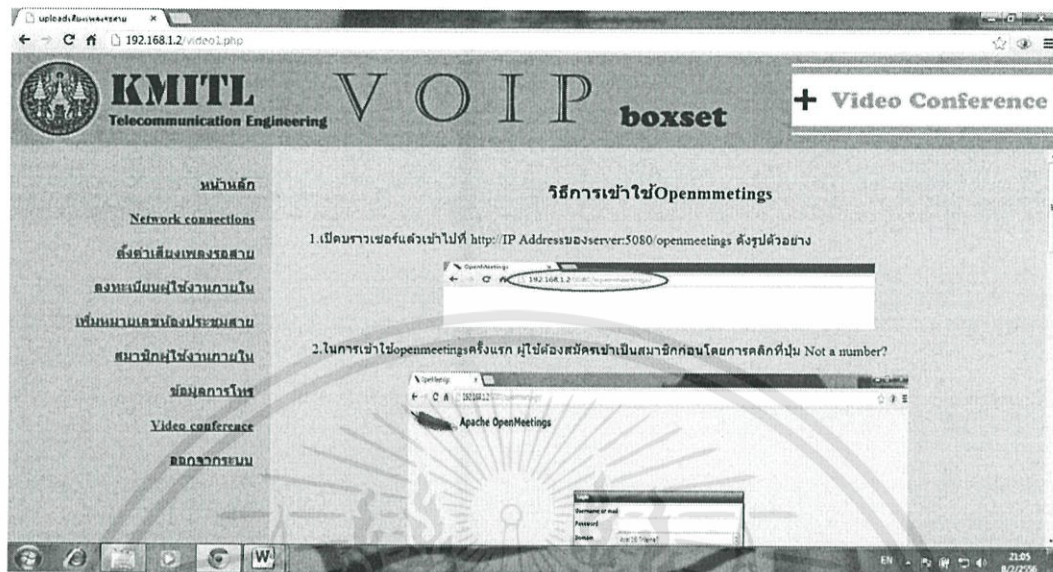
เบอร์ต้นทาง	เบอร์ปลายทาง	วันและเวลาโทร	ระยะเวลา
3000	95027	2013-02-08 10:17:49	00:00:00
3000	95027	2013-02-08 10:13:31	00:00:02
3000	95027	2013-02-08 10:07:26	00:00:02
3000	zone3	2013-02-08 10:01:48	00:00:03
2000	3000	2013-02-07 11:43:31	00:00:00
2000	3000	2013-02-07 11:41:54	00:00:21
2000	3000	2013-02-07 11:41:38	00:00:00
2000	3000	2013-02-07 11:35:44	00:00:30
3000	3000	2013-02-07 11:34:46	00:00:44
3000	3000	2013-02-07 11:29:33	00:00:41

รูปที่ 4.26 ข้อมูลการโทร

4.3.10 การเข้าใช้ Openmeetings ในการประชุมภาพ

เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่เมนู Video conference จะเป็นการแสดงวิธีการเข้าใช้ Openmeetings สำหรับการประชุมภาพ ดังรูปที่ 4.27

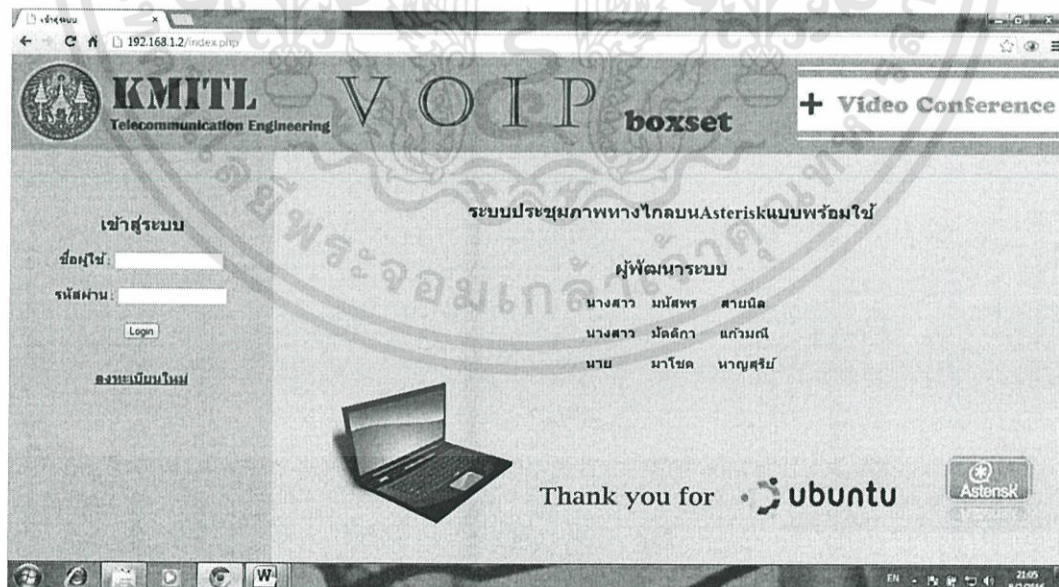
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 วิธีการเข้าใช้ Openmeetings ในการประชุมภาพ

4.3.11 การออกจากระบบ

เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่เมนูออกจากระบบ จะเป็นการยกเลิกการถ่ายโอนข้อมูล และแสดงหน้าแรกของเว็บเพื่อให้เข้าสู่ระบบใหม่ ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 หลังจากทำการออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

Asterisk เป็นซอฟต์แวร์ระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX หรือตู้ชุมสายโทรศัพท์ระบบไอพี โดยจะควบคุมและจัดการการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์ผ่าน Network โดยโปรแกรม Asterisk มีความสามารถที่หลากหลาย ซึ่งเราสามารถที่จะทำการตั้งค่าให้ระบบมีทำงานในฟังก์ชันต่างๆ เช่น เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างระบบโทรศัพท์พื้นฐานกับระบบ VoIP, ระบบตอบรับอัตโนมัติ IVR, ระบบฝากข้อความเสียง, เสียงเพลงรอสาย, ประชุมทางโทรศัพท์ และวิดีโอคอล เป็นต้น ซึ่งสามารถที่จะกำหนดค่าในแต่ละฟังก์ชันให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้

ในส่วนของการประชุมภาพทางไกลของระบบจะเป็นแบบการประชุมภาพทางไกลผ่านเครื่องแม่ข่าย (video conferencing server) ซึ่งมีการติดตั้งโปรแกรมประชุมภาพทางไกลที่ชื่อว่า “Openmeetings” ไว้ที่เครื่อง Asterisk server และผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้โปรแกรมดังกล่าวโดยการร้องขอไปยังเครื่อง Asterisk server ผ่านทางบราวเซอร์ ซึ่งจำนวนของผู้ประชุมภาพร่วมกันภายใน 1 ห้อง สามารถรับได้สูงสุดคือ 1,000 ผู้ใช้งาน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลและคุณภาพของเครื่องแม่ข่าย

ส่วนของการควบคุมระบบ Asterisk ผ่าน Web ผู้ใช้งานจะได้รับความสะดวกในการตั้งค่าการเชื่อมต่อเน็ตเวิร์คให้กับเครื่องแม่ข่าย, การตั้งค่าเสียงเพลงรอสายให้กับระบบ, การตั้งค่าการโทรภายในรวมทั้งฟังก์ชันเสริมต่างๆ โดยผ่านทาง Web Application ซึ่งแทนวิธีใช้คำสั่ง (Command) ผ่านหน้า command-line interface (CLI) ของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) ในเครื่อง Asterisk server ที่มีความยุ่งยาก

นอกจากนี้เครื่อง Asterisk Server สามารถนำไปติดตั้งและใช้งานได้สะดวกหรือแบบพร้อมใช้งาน รวมทั้งเป็นการลดต้นทุนในการใช้ VoIP PBX ที่มีราคาแพง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในส่วนของการเชื่อมต่อในแต่ละ SIP Account ที่ทำการทดลองกันนั้น ควรใช้ซอฟต์แวร์ที่มีมาตรฐานที่ดีขึ้นกว่าเดิม เพื่อคุณภาพในการใช้งาน และในส่วนของการเข้ารหัสโดยในการทดลองนั้นใช้มาตรฐานการเข้ารหัสแบบ G.11 ซึ่งใช้แบนด์วิดท์ในการส่งข้อมูลเป็นจำนวนมาก

ดังนั้นจึงควรพัฒนาโดยใช้มาตรฐานอื่น เช่น G.723, G.726 และ G.729 เป็นต้น และในส่วนของฟังก์ชันการใช้งานต่างๆของระบบโทรศัพท์ VoIP โดยใช้ Asterisk อาจเพิ่มเติมให้มากขึ้น

และจากผลการทดลองในส่วนของการประชุมภาพร่วมกันโดยใช้โปรแกรม Openmeetings เมื่อมีจำนวนผู้ประชุมภาพที่มากขึ้น ยิ่งใช้อัตราเร็วในการส่ง-รับข้อมูลภาพและเสียงแบบต่อเนื่อง (stream) มากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นประสิทธิภาพความเร็วของอินเทอร์เน็ตจึงต้องเหมาะสมและเพียงพอต่อการใช้งานประชุมภาพ เพื่อให้การใช้งานในรูปแบบ real-time ได้อย่างมีคุณภาพ หรือมีความคลาดเคลื่อนของการสื่อสารน้อยที่สุด



บรรณานุกรม

- [1] กิตติพงษ์ สุวรรณราช. *ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP-PBX ด้วย Asterisk*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ออฟเซ็ทเพรส จำกัด, 2551.
- [2] กิตติ ภัคตีวัฒน์กุล. *คัมภีร์ PHP*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด, 2547.
- [3] เอกสิทธิ์ วิริยจारी. *เรียนรู้ระบบเน็ตเวิร์กจากอุปกรณ์ของ Cisco*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2548.
- [4] บัณฑิต จามรภูติ. *คัมภีร์ Ubuntu Linux Server เล่ม1..* กรุงเทพฯ : เอช เอ็น กรุป จำกัด, 2552.
- [5] Asterisk Forum. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.voip4share.com>
- [6] Asterisk คอนฟิกเบื้องต้น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.voipinvent.com/voip/index.php/asterisk/25-asterisk/6-asterisk-1616-configure>
- [7] ASTERISK WORKSHOP. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://wunca19.uni.net.th/doc/IPTelephony.pdf>
- [8] DAHDI. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.voip4share.com/asterisk-sip-server-f12/topic208.html>
- [9] Asterisk Core Sound. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.voip4share.com/asterisk-sip-server-f12/asterisk-core-sounds-t479.html>
- [10] Free Scripts planet. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.freescrptplanet.com>

[11] การติดตั้ง Apache, PHP, MySQL และ phpMyAdmin บน Ubuntu Server 12.04 LTS.
[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://kiterminal.com/blog/>

[12] Apache OpenMeetings.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://openmeetings.apache.org/index.html>

[13] คู่มือการติดตั้ง Openmmetings.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<https://cwiki.apache.org/confluence/download/attachments/27838216/Installing+O+M2.x+On+Ubuntu64+-+Headless+-+v12.10.pdf?version=2&modificationDate=1358856813000>





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างไฟล์ ISO ด้วย Remastersys

ไฟล์ .iso เป็นไฟล์ image ชนิดหนึ่ง เป็น format ของ ISO-9660 CD/DVD Disc Image คือการคัดลอกข้อมูลของ CD/DVD ทั้งหมดมาไว้ที่ File ๑ เดียวในรูปแบบของ Image File ขนาดที่เห็นนั้นจะเป็นขนาดจริง ที่อยู่ในแผ่น CD/DVD

1. วิธีการติดตั้ง Remastersys เข้าไปที่ Terminal จากนั้นพิมพ์คำสั่ง

```
#wget -O - http://www.remastersys.com/ubuntu/remastersys.gpg.key | apt-key add -
```

2. แก้ไขไฟล์ source list ที่อยู่ใน /etc/apt/sources.list โดยใช้คำสั่ง

```
#sudo nano /etc/apt/sources.list
```

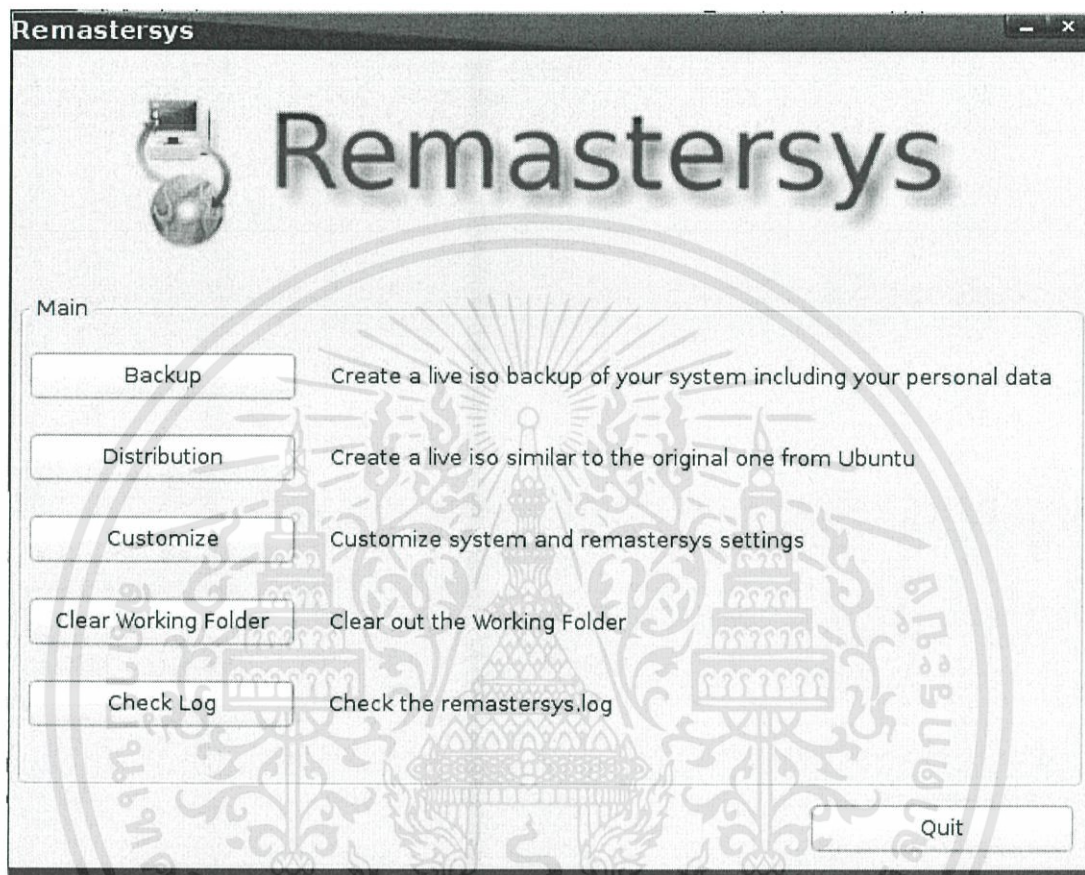
ทำการเพิ่มคำสั่งเข้าไปดังนี้

```
#Remastersys Lucid
deb http://www.remastersys.com/ubuntu lucid main
#Remastersys Maverick
deb http://www.remastersys.com/ubuntu maverick main
#Remastersys Natty
deb http://www.remastersys.com/ubuntu natty main
#Remastersys Oneiric
deb http://www.remastersys.com/ubuntu oneiric main
#Remastersys Precise
deb http://www.remastersys.com/ubuntu precise main
```

จากนั้นเปิด synaptic ขึ้นมาแล้วทำการกด reload หากยังไม่มี synaptic ให้พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
# sudo apt-get install synaptic
```

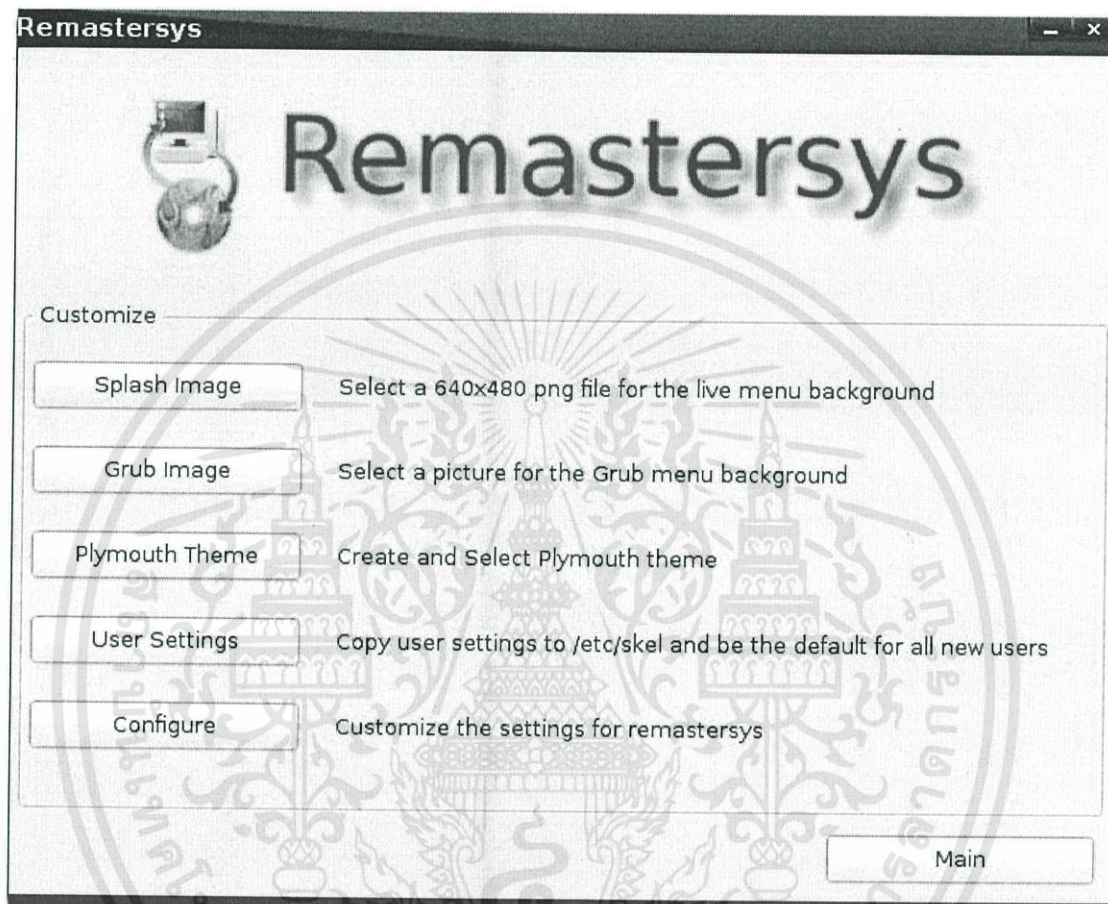
3. เปิดโปรแกรม Remastersys ซึ่งมีหน้าต่าง Main ของ Remastersys ดังรูป



หน้าต่าง Main ของ Remastersys

- Backup : สร้างสำเนาระบบรวมถึงข้อมูลผู้ใช้ที่มีอยู่ใน /home (ถ้ามี users ก็จะต้องลบ users นั้นๆ ด้วย) และทำ live CD
- Distribution : ทำ live CD เหมือน live CD ของ Ubuntu คือมีแค่ live user
- Customize : จะเปิดหน้าต่างปรับแต่งค่าขึ้นมา
- Clear Working Folder : ลบงานที่อยู่ใน /home/remastersys (หรืออื่นๆ ที่กำหนดใน Customize > Configure)
- Checklog : เป็นการตรวจสอบ remastersys.log

และหน้าต่าง Customize ใช้ในการปรับแต่งค่า ดังรูป



หน้าต่าง Customize ใช้ในการปรับแต่งค่า

- Splash Image : ใช้กำหนดค่าพื้นหลังแผ่น live CD ก่อนเริ่ม Boot เพื่อความสวยงาม
- Grub Image : ใช้กำหนดค่าพื้นหลังให้ Grub ซึ่งเป็นตัว bootloader ของ Ubuntu
- Plymouth Theme : ใช้เปลี่ยนธีม Plymouth (อนิเมชันขณะที่บูท Ubuntu) ต้องมี Plymouth Theme ที่ถูกออกแบบมาตามหลัก
- User Settings : ใช้กำหนดค่าแบบง่ายๆ คือจะทำการคัดลอกค่าต่างๆ ที่กำหนดให้กับ user ปัจจุบันให้กับ live CD เช่นการปรับแต่งธีม, ค่า locale, ภาษา เป็นต้น
- Configure : ใช้กำหนดค่าเช่น ชื่อ live CD หรือ working directory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อทำการปรับแต่งค่าต่างๆ ในหน้าต่าง Customize เรียบร้อยแล้ว สามารถสร้างไฟล์ ISO โดยไปที่หน้าต่าง Main จากนั้นเลือกที่ Distribution โปรแกรมจะทำการสร้างไฟล์ ISO ให้ ซึ่งไฟล์ ISO นี้จะคัดลอกโปรแกรมทั้งหมดที่ผู้ใช้ต้องการไว้ โดยไฟล์ ISO ที่ทำการสร้างเสร็จจะไปอยู่ที่ /home/remastersys



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้