

การพัฒนากระบวนสนับสนุนการกำหนดค่าการทำงานของไอพีพีอี็กซ์แบบแอสเทอริกส์

ประณตพล ดลดูสิตา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2553

Development of IP PBX Configuration Support System based on Asterisk

Pranotphon Doldusita

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

Department of Computer and Telecommunication Engineering

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2010

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 นิยามศัพท์.....	3
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎีบทของระบบ Voice over IP (VoIP).....	6
2.2 Asterisk.....	18
2.3 PHP.....	22
2.4 MySQL.....	25
2.5 ผลงานวิจัย/ผลิตภัณฑ์ ที่เกี่ยวข้อง.....	26
3. วิธีการดำเนินงาน.....	33
3.1 โครงสร้างการทำงานของ Asterisk.....	33
3.2 การออกแบบระบบสนับสนุน.....	35
3.3 การออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้แบบเว็บ.....	45
3.4 การออกแบบฐานข้อมูล.....	49
3.5 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบ.....	54
4. ผลการพัฒนาโปรแกรมและการทดสอบระบบ.....	55
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบระบบ.....	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.2 การทดสอบระบบสนับสนุนฯ ด้านผู้ดูแลระบบ.....	56
4.3 การทดสอบระบบสนับสนุนฯ ด้านผู้ใช้ทั่วไป.....	70
4.4 การทดสอบการลงชื่อเข้าใช้ผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต.....	78
4.5 การทดสอบส่วนจำกัดเวลาการใช้งาน จำกัดสิทธิ์การโทร.....	80
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	82
5.1 สรุปผลการทำงานตามขอบเขตงานวิจัย.....	82
5.2 สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์งานวิจัย.....	83
5.3 สรุปผลการทดสอบ โปรแกรม.....	84
5.4 สรุปประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	84
5.5 ข้อจำกัดของโปรแกรม.....	85
5.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา.....	85
บรรณานุกรม.....	90
ภาคผนวก.....	91
ภาคผนวก ก.....	92
ประวัติผู้เขียน.....	97

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ต่างๆ กับงานวิจัยที่นำเสนอ.....	32
3.1 ตัวอย่างคำสั่งในไฟล์ extensions.conf.....	34
3.2 ตารางผู้ใช้.....	49
3.3 ตารางค่าทั่วไป.....	50
3.4 ตารางห้องประชุม.....	51
3.5 ตารางค่ากำหนดอื่น.....	51
3.6 ตารางรายละเอียดการใช้งาน.....	52
4.1 แสดงข้อมูลสมมุติของบริษัท AAA.....	57
4.2 ผลการทดสอบส่วนการตั้งค่าใช้งานแบบอัตโนมัติ.....	58
4.3 ผลการทดสอบการเพิ่มผู้ใช้ต่อเนื่องแบบอัตโนมัติ.....	59
4.4 ข้อมูลสมมุติของผู้ใช้.....	62
4.5 ผลการทดสอบส่วนการตั้งค่าใช้งานแบบกำหนดค่าเอง.....	63
4.6 ข้อมูลสมมุติสำหรับทดสอบการสร้างห้องประชุม.....	63
4.7 ผลการทดสอบการสร้างห้องประชุม.....	64
4.8 ผลการทดสอบการเรียกเข้าและรับสายแบบกลุ่ม.....	66
4.9 ผลการทดสอบการเพิ่มเวลาใช้งานอัตโนมัติ.....	67
4.10 บันทึกการใช้งานระบบ.....	68
4.11 ผลการทดสอบการตั้งค่าใช้งานอื่นๆ.....	69
4.12 ผลการทดสอบการปรับเปลี่ยนค่าการใช้งาน.....	72
4.13 ผลการส่งข้อความเสียงไปยังอีเมล.....	75
4.14 ผลการทดสอบการโอนสาย.....	77
4.15 การทดสอบการลงชื่อเข้าใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	79
4.16 ผลการทดสอบส่วนจำกัดเวลาการใช้งาน.....	80
5.1 สรุปผลการทำงานตามขอบเขตส่วนผู้ดูแลระบบ.....	82
5.2 สรุปผลการทำงานตามขอบเขตส่วนผู้ใช้ทั่วไป.....	83

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 การเชื่อมต่อระหว่าง FXO และ FXS.....	4
1.2 การเชื่อมต่อระหว่าง FXO, FXS และ PABX.....	4
1.3 ลักษณะของการ์ดประเภทต่างๆ.....	5
1.4 ฟังก์ชันเชื่อมต่อของอุปกรณ์ ATA.....	5
2.1 แสดงการแปลงสัญญาณ Analog ไปเป็นสัญญาณ Digital.....	6
2.2 แสดงการแยกสัญญาณรบกวน (Echo).....	7
2.3 แสดงการแบ่งรูปแบบของสัญญาณออกเป็น Frame.....	7
2.4 แสดงการเปลี่ยนรูปแบบของ Frame เป็น Packet.....	8
2.5 แสดงการแปลงจากสัญญาณ Digital กลับไปเป็น สัญญาณ Analog.....	8
2.6 การส่งสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อระหว่าง โหนด A ไปยัง โหนด B.....	10
ของ โพรโทคอล H.323	
2.7 แสดงการแลกเปลี่ยนข่าวสาร(Message) ของ SIP โพรโทคอล.....	12
2.8 แสดงการส่งสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อระหว่าง.....	17
โหนด A ไปยัง โหนด B ของโปรโตคอล MGCP	
2.9 แสดงรูปลักษณะและการทำงานของโปรแกรม Asterisk.....	19
2.10 แสดงภาพรวมของระบบ VoIP เมื่อใช้ Asterisk เป็น Sever.....	20
2.11 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม TrixBos.....	27
2.12 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม AsteriskNOW.....	29
2.13 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม AstBill.....	30
2.14 ตัวอย่างโปรแกรม AskoziaPBX.....	31
3.1 การทำงานของไฟล์ SIP.CONF และ EXTENSIONS.CONF.....	33
3.2 การทำงานระหว่าง Asterisk กับ zaptel เมื่อติดต่อโครงข่าย PSTN.....	35
3.3 ภาพรวมการทำงานของระบบสนับสนุนฯ.....	35
3.4 การทำงานของส่วนการตั้งค่าแบบอัตโนมัติ.....	38
3.5 การทำงานของการกำหนดสิทธิ์การโทร.....	42
3.6 การทำงานของส่วนจำกัดเวลาการโทร.....	43
3.7 การออกแบบการทำงานของระบบสนับสนุนฯ.....	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.8 หน้าเว็บเพจการตั้งค่าใช้งาน Asterisk แบบอัตโนมัติ.....	47
3.9 การแสดงข้อความเมื่อกำหนดค่าการทำงานเรียบร้อยแล้ว.....	48
3.10 การแสดงข้อความอธิบายค่าหรือข้อความเฉพาะ.....	48
3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง.....	53
4.1 ภาพรวมของระบบที่ใช้ทดสอบ.....	55
4.2 การกำหนดค่าใช้งานแบบอัตโนมัติจากข้อมูลที่กำหนด.....	57
4.3 การเพิ่มผู้ใช้แบบอัตโนมัติเนื่องจากผู้ใช้เดิม.....	59
4.4 ผังระบบงานของการกำหนดค่าใช้งานเอง.....	60
4.5 การกำหนดค่าใช้งานทั่วไปแบบกำหนดค่าเอง.....	61
4.6 ตัวอย่างการใส่ข้อมูลส่วนกำหนดค่าผู้ใช้งานเอง.....	62
4.7 การใส่ข้อมูลเพื่อสร้างห้องประชุม.....	64
4.8 ตัวอย่างการกำหนดค่าการเรียกเข้าและรับสายแบบกลุ่ม.....	65
4.9 การเพิ่มเวลาใช้งานแบบอัตโนมัติ.....	66
4.10 การแสดงข้อมูลปริมาณการใช้งาน.....	68
4.11 การกำหนดค่าใช้งานอื่นๆ.....	69
4.12 ผังระบบงานส่วนผู้ใช้ทั่วไป.....	70
4.13 หน้าจอแสดงข้อมูลของผู้ใช้งานทั่วไป.....	71
4.14 การทดสอบการปรับเปลี่ยนค่าการใช้งานของผู้ใช้งานทั่วไป.....	72
4.15 ทดสอบชื่อที่แสดงทางหน้าจอ (Display name).....	73
4.16 ผังระบบงานการแนบข้อความเสียงไปยังอีเมล.....	74
4.17 การตั้งค่าใช้งานการแนบข้อความเสียง.....	74
4.18 ตัวอย่างของอีเมลที่มีการส่งจากระบบพร้อมแนบข้อความเสียง.....	75
4.19 การตั้งค่าใช้งานการโอนสาย.....	76
4.20 การกำหนดค่าใช้งานเสียงเพลงรอสาย.....	78
4.21 การตั้งค่าส่วนการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต.....	79
4.22 การตั้งค่าใช้งานส่วนจำกัดเวลาและสิทธิ์การโทร.....	80
5.1 ระบบสื่อสารช่วยคนพิการทางสายตาและทางการได้ยิน.....	86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.2 ระบบควบคุมการทำงานของโปรแกรม.....	86
5.3 ระบบควบคุมอุปกรณ์ภายในบ้านหรือสำนักงาน.....	87

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร.ธนัญ
จารุวิทย์โกวิท อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจน
แนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และเอาใจใส่นักศึกษาเสมอ
มา

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ไพบุลย์ พุกฤษ์สุนันท์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ กรรมการสอบ
วิทยานิพนธ์ ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อ
งานวิจัย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยดำเนินเรื่องต่างๆ ให้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมรุ่นทุกๆ คน ที่คอยช่วยเหลือกันมาตลอด

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ที่ได้มอบทุนสนับสนุนการศึกษาให้ผู้วิจัย

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว ตลอดจนคนในครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้
กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาการศึกษาจนสำเร็จการศึกษา

ประณตพล คลคูลิตา

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบสนับสนุนการกำหนดค่าการทำงานของไอพีพีบีเอ็กซ์แบบแอสเทริกส์
ชื่อผู้เขียน	ประณตพล คลคุดิตา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.ธนัญ จารุวิทย์โกวิท
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารโดยใช้เสียงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือ VoIP ได้รับความนิยมที่สูงขึ้น ส่งผลให้โปรแกรมประเภท SIP Server หรือ SoftSwitch ได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น โดยเฉพาะ Asterisk ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบเปิด (Open source) ได้รับความนิยมในการใช้งาน เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง สามารถปรับแต่งหรือกำหนดค่าใช้งานต่าง ๆ ได้มากมาย แต่การใช้งานรวมถึงการปรับแต่งระบบเป็นแบบป้อนคำสั่ง (Command Line) ทำให้ไม่เหมาะกับผู้ใช้งานระดับเริ่มต้นหรือผู้ใช้ที่ไม่เข้าใจระบบการติดต่อสื่อสารแบบ VoIP มาก่อน ซึ่งโปรแกรมที่ทำหน้าที่จัดการเช่น TrixBOX, AsteriskNOW ก็เป็นภาษาต่างประเทศ รวมถึงมีคำศัพท์เฉพาะ เช่น SIP, FXO, PSTN เป็นต้น ทำให้ยากต่อการใช้งาน จึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบที่ง่ายต่อการใช้งานและเป็นภาษาไทย

ในการดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาระบบที่เกี่ยวข้องกับ VoIP ทั้งหมด จากนั้นเริ่มพัฒนาระบบใหม่ โดยนำเอาปัญหาจากระบบเดิมมาปรับปรุงและเพิ่มเติมความสามารถเช่น การกำจัดสิทธิ์การโทร การจำกัดเวลาการโทรในแต่ละเดือน การเพิ่มผู้ใช้งานจำนวนมาก ๆ ในครั้งเดียว เป็นต้น โดยจะมีคำอธิบายศัพท์เฉพาะต่างๆ เป็นภาษาไทย สามารถเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้เก็บค่าตามที่ผู้ใช้ต้องการ การติดตั้งค่าต่าง ๆ ในระบบจะทำผ่าน Graphic User Interface (GUI) ผ่านทาง Browser ต่าง ๆ เช่น IE หรือ FireFox เป็นต้น ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน

ผลจากทดสอบการทำงานของระบบ สามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่ตั้งไว้ สามารถใช้เป็นต้นแบบระบบสนับสนุนการกำหนดค่าใช้งาน IP-PBX บน Asterisk ได้ตามวัตถุประสงค์แต่อย่างไรก็ตามวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง ได้แก่ การจำกัดเวลาการโทรเมื่อใช้งานผ่าน PSTN ยังไม่ถูกต้องนัก เนื่องจากการเริ่มจับเวลาในโครงข่าย PSTN ต่างจากโครงข่าย IP

Thesis Title	Development of IP PBX Configuration Support System based on Asterisk
Author	Pranotphon Doldusita
Thesis Advisor	Dr. Chiyaporn Khemapatapan
Co-Thesis Advisor	Dr. Tanun Jaruvitayakovit
Department	Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year	2009

ABSTRACT

Nowadays, voice communication via internet or VoIP is quite popular so the usage minute is continually increased. As the result, type of SIP server or softswitch program are very popular. Asterisk, softswitch or IP-PBX, is open sourcecode program that very popular usage because it has high performance. User can adjustment a lot of parameter. Unfortunately, it difficult to use. Because The system are command line interface (CLI) so the usage is very limited especially for a beginner due to its complexity. However, it have IP-PBX management program such as Trixbox, AsteriskNOW but is foreign language and have a lot of technical's terminology. So that make idea for develop a prototype program that easy to use and thai language

The developing started from studying all part of VOIP, then start to develop new program by bring issues from the studying. The program has develop by add functions such as Creating a medium or large user in one time configuration, limit usage pattern, limit call-minute per user etc. The program can save user or system's data in database and apply to other applications. Configurations can do via graphic user interface (GUI) in web browser such as IE or FireFox.

From the test results of the program. It work well under the scope of the frameset. Can be used as a prototype system support configuration using IP-PBX based on Asterisk. However, this thesis has some limitations, it is limited time not correct, when the call through the PSTN. Because the start timing the PSTN network is different from IP network.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการใช้งานอินเทอร์เน็ตกันอย่างแพร่หลาย อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้มีการพัฒนาไปอย่างมาก และมีราคาถูกลง การติดต่อสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตในแบบเดิมนั้น ได้มีจุดประสงค์เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลเท่านั้น ต่อมาได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถมากขึ้นในการแลกเปลี่ยนสื่อต่างๆ เช่น การดูหนัง การฟังวิทยุ และได้มีการพัฒนาให้สามารถติดต่อสื่อสารทางเสียงได้แบบโทรศัพท์พื้นฐาน หรือที่เราเรียกว่า Voice over IP (VoIP) ซึ่งมีคุณภาพของการทำงานไม่แตกต่างจากการใช้งานบนโทรศัพท์พื้นฐานมากนัก

ในการนำระบบ VoIP มาใช้งานนั้น นับเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานอินเทอร์เน็ตให้มากขึ้น โดยปัจจุบันได้มีการนำ VoIP มาใช้งานกันมากขึ้นอยู่แล้ว แต่เนื่องจากการใช้งานนั้นมีความยุ่งยาก เพราะโปรแกรมที่ใช้งานนั้นส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ และเป็นการใช้คำสั่งแบบพิมพ์ (command line) ทำให้ผู้ใช้ส่วนหนึ่งที่ไม่มีความชำนาญทำให้การใช้งานเป็นไปด้วยความยากลำบาก อีกทั้งโปรแกรมที่ใช้กำหนดค่าต่างๆ เป็นภาษาต่างประเทศ ทำให้ผู้ใช้ทั่วไปไม่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มความสามารถของโปรแกรม แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากประสิทธิภาพการใช้งานของ Asterisk ที่มีประสิทธิภาพสูง จึงทำให้ปริมาณการใช้งานเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นผู้พัฒนาซึ่งมองเห็นถึงความยุ่งยากในการใช้งาน จึงมีแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ เพื่อช่วยในการเปลี่ยนแปลง การกำหนดค่าใช้งานต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้มากขึ้นกว่าในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การพัฒนาระบบสนับสนุนการกำหนดค่าการทำงานของไอพีพีอีเอ็กซ์แบบแอสเทอริกส์มีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาต้นแบบโปรแกรมที่ช่วยในการใช้งาน โปรแกรม Asterisk (IP PBX) ให้ง่ายต่อการใช้งาน และมีความสามารถเพิ่มผู้ใช้งานในระบบอย่างอัตโนมัติและสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการโทรออกไปยังเครือข่าย PSTN ได้

1.2.2 เพื่อเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการ์ด FXO เข้ากับสายโทรศัพท์ประจำที่เพื่อใช้งาน เป็น IP PBX จริง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เนื่องจาก Asterisk นั้นเป็น โปรแกรม Open Source ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานสูง แต่มีข้อจำกัดที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ UNIX หรือ LINUX ซึ่งยากต่อการใช้งานกับผู้ใช้งานทั่วไป โปรแกรม Asterisk เองก็มีคำสั่งมากมาย แต่อยู่ในรูปของการเขียนคำสั่งเอง และมีบางคำสั่งที่ใช้ เฉพาะกับระบบนั้น ๆ การพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยควบคุมการใช้งานจะมีความสามารถหลัก ๆ ที่ จำเป็นต่อการใช้งานดังนี้

1.3.1 ขอบเขตทางด้านโปรแกรม

1.3.1.1 ด้านผู้ดูแลระบบ(Administrator) สามารถ

- 1.3.1.1.1 เพิ่ม/ลด ผู้ใช้งานในระบบได้
- 1.3.1.1.2 แก้ไขสิทธิ์ของผู้ใช้ได้
- 1.3.1.1.3 กำหนดเสียงเพลงเรียกเข้าของระบบได้
- 1.3.1.1.4 กำหนดเสียงข้อความต้อนรับกรณีที่มีสายภายนอกเรียกเข้าได้
- 1.3.1.1.5 กำหนดเบอร์ที่ต้องการให้ผู้ใช้งานตัดออกเพื่อใช้งานโทรออกได้
- 1.3.1.1.6 กำหนดประเภทของ Voice CODEC ที่ใช้งานในระบบได้
- 1.3.1.1.7 เลือก Protocol ที่ต้องการใช้งานได้ (SIP หรือ IAX)
- 1.3.1.1.8 กำหนดจำนวนเวลาที่จะใช้โทรออกของผู้ใช้งานแต่ละคนได้
- 1.3.1.1.9 กำหนดหมายเลขรับสายแทนกันได้ (Call Pick Up Group)
- 1.3.1.1.10 กำหนดกลุ่มการเรียกเข้าได้ (Call Group)

1.3.1.2 ด้านผู้ใช้ (User) สามารถ

- 1.3.1.2.1 เปลี่ยน Display Name ของตนเองได้
- 1.3.1.2.2 เปลี่ยน E-mail ของ Mailbox ตนเองได้ โดยในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ได้ รับสาย และผู้ที่โทรเข้ามามีการฝากข้อความไว้ ระบบจะทำการส่งเมลไปยัง E-mail ที่มีการตั้งค่าไว้ พร้อมกับแนบไฟล์เสียงที่ฝากข้อความไว้ให้อย่างอัตโนมัติ

1.3.1.2.3 ตรวจสอบหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ที่ได้

1.3.2 ขอบเขตด้านอุปกรณ์

1.3.2.1 ติดตั้งการ์ด FXO ประเภท 1 พอร์ต จำนวน 1 การ์ด เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับระบบ PSTN ผ่านทางสายโทรศัพท์ โดยสายภายนอกสามารถโทรเข้ามาและเลือกเบอร์ต่อภายในได้ และสายภายในสามารถโทรออกภายนอกได้เช่นกัน

1.3.3 ขอบเขตด้านการใช้งานโปรโตคอล

1.3.3.1 การใช้งาน VoIP ภายในองค์กรจะเน้นโปรโตคอล SIP (Session Initiation Protocol) เป็นหลัก โดยจะมีการใช้งานร่วมกับ Softphone และอุปกรณ์ ATA (Analog Telephone Adapter)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การพัฒนาระบบสนับสนุนการกำหนดค่าการทำงานของไอพีพีอีเอชแบบแอสเทอริกส์มีประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ดังต่อไปนี้

1.4.1 สามารถพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้ควบคุมตัว Asterisk แบบ GUI แทนการติดต่อแบบเดิมที่เป็นแบบ Command Line ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน

1.4.2 ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจต่อคำสั่งได้อย่างดี สามารถกำหนดค่าต่างๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งานได้ ไม่จำเป็นต้องเขียนชุดคำสั่งเอง

1.4.3 ตัวโปรแกรมมีความง่ายต่อการใช้งาน ไม่ขึ้นกับระบบ เพราะเป็นการควบคุมผ่านเว็บเบราว์เซอร์ และสามารถเพิ่มผู้ใช้งานในระบบอย่างอัตโนมัติได้

1.4.4 ได้ต้นแบบระบบ IP-PBX ซึ่งสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการโทรออกไปยังเครือข่าย PSTN ได้

1.5 นิยามศัพท์

นิยามศัพท์จะกล่าวถึงคำเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับทาง VoIP ดังต่อไปนี้

Foreign eXchange Office interface (FXO)¹

FXO คือ ช่องรับสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการสื่อสาร คือเป็นช่อง (port) ที่รับสัญญาณแบบอนาล็อก ซึ่งสามารถพบเห็นได้ในตัวเครื่องโทรศัพท์หรือเครื่องแฟกซ์แบบอนาล็อกทั่วไป การเชื่อมต่อสัญญาณจะใช้วิธีที่เรียกว่า on-hook/off-hook เป็นตัวส่งสัญญาณว่าจะใช้หรือไม่ใช้งาน

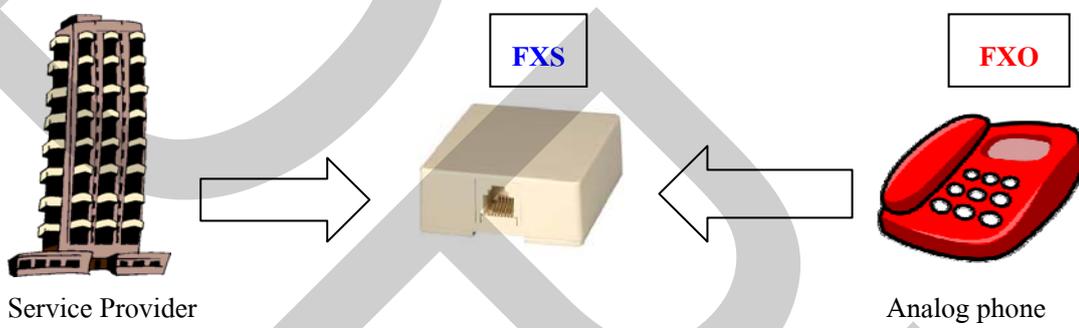
¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Foreign_exchange_office

หากต้องการใช้งานจะส่งสัญญาณไปให้ช่อง FXS ต่อไป เครื่องโทรศัพท์หรืออุปกรณ์ใดที่มีช่องสัญญาณ FXO โดยส่วนใหญ่เรียกว่า “อุปกรณ์ FXO”

Foreign eXchange Subscriber interface (FXS)¹

FXS คือ ช่องจ่ายสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการสื่อสาร โดยสัญญาณที่จ่ายเช่น เสียง โทน เสียงเรียกเข้า กระแสไฟฟ้า เป็นต้น โดยการใช้งานจะต้องมีตัวรับที่มีช่อง FXO ด้วย หากเป็นการเรียกเข้า จะส่งสัญญาณไปกระตุ้นอุปกรณ์ FXO ให้มีการทำงานต่อไป

การเชื่อมต่อระหว่างกันของ FXO และ FXS



ภาพที่ 1.1 การเชื่อมต่อระหว่าง FXO และ FXS

จากภาพที่ 1.1 ผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานจ่ายสัญญาณออกมาจากช่อง FXS จนมาถึงสถานที่ติดตั้งเครื่องโทรศัพท์ จากนั้นนำเครื่องโทรศัพท์ที่มีช่องสัญญาณ FXO มาเชื่อมต่อกับ FXS ก็ใช้งานได้



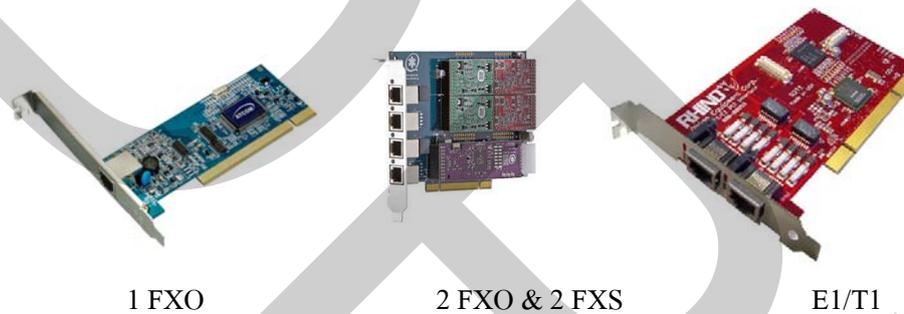
ภาพที่ 1.2 การเชื่อมต่อระหว่าง FXO, FXS และ PABX

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Foreign_exchange_station

จากภาพที่ 1.2 เมื่อต้องการเชื่อมต่อผ่านเครื่อง PABX จะต้องนำสายจากผู้ให้บริการมาต่อที่ช่อง FXO ของตู้ และต่อสายจากเครื่อง PABX ไปยังเครื่องโทรศัพท์ผ่านช่อง FXS ของเครื่อง PABX

การ์ด FXO

การ์ด FXO คือการ์ดที่ทำงานร่วมกับโปรแกรม IP-PBX เช่น Asterisk โดยทำหน้าที่ติดต่อกับโครงข่าย PSTN โดยมีลักษณะการเชื่อมต่อ(interface)แบบ PCI แต่เดิมคือการ์ดโมเด็มแบบอินเทอร์เน็ต (internal modem) แต่ทางบริษัท Digium ได้ทำการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนไอซีเพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ตัวการ์ดมีหลายประเภทตามความต้องการ เช่น ขนาด 1 FXO, 4 FXO, 2 FXO-2 FXS, T1 หรือ E1 เป็นต้น ตัวอย่างการ์ดดังแสดงในภาพที่ 1.3

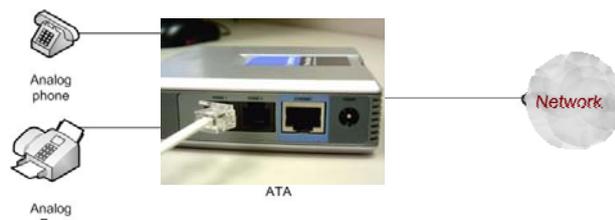


ภาพที่ 1.3 ลักษณะของการ์ดประเภทต่างๆ

ที่มา : <http://www.telephonyware.com>

Analog Telephone Adaptor (ATA)

ATA คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อให้เครื่องโทรศัพท์หรือเครื่องแฟกซ์แบบอนาล็อกสามารถใช้ในโครงข่ายแบบ IP ได้ ลักษณะโดยทั่วไป จะมีช่อง FXS จำนวน 1-2 ช่อง สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องโทรศัพท์หรือแฟกซ์แบบอนาล็อก ช่องสำหรับสาย LAN (RJ-45) จำนวน 1 ช่อง สำหรับเชื่อมต่อกับโครงข่าย IP ตัวอย่างของอุปกรณ์และการเชื่อมต่อดังแสดงในภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 ผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ ATA

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาของบทที่ 2 กล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีและสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี Voice Over IP (VoIP) โครงสร้างการทำงานของ VoIP การแปลงสัญญาณข้อมูลเสียง กระบวนการพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา PHP ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการฐานข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีบทของระบบ Voice over IP (VoIP)

VoIP¹ คือ การที่เราได้นำสัญญาณเสียงมาผสมรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สามารถส่งผ่านไปบนระบบเครือข่ายด้วยกันด้วยโปรโตคอลที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ Internet Protocol หรือที่รู้จักกันทั่วไปในนาม IP ซึ่งโดยปกติเราจะใช้ IP ในการส่งสัญญาณข้อมูลเท่านั้น แต่ด้วยเทคโนโลยี VoIP นี้ ทำให้เราสามารถพัฒนาการสื่อสารผ่านสัญญาณเสียงให้สามารถสื่อสารผ่าน IP ได้ ทำให้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของการขยายโทรศัพท์ที่ได้มากขึ้นอีกด้วย

2.1.1 ขั้นตอนการทำงานของ VoIP

2.1.1.1 Conversion to PCM (Pulse Code Modulation)



PCM (Pulse Code Modulation)

ภาพที่ 2.1 แสดงการแปลงสัญญาณ Analog ไปเป็นสัญญาณ Digital

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/varticle/17875>

¹ Timothy Kelly. VoIP for Dummies

ในขั้นตอนแรกจะเป็นการแปลงสัญญาณ Analog ให้ไปอยู่ในรูปแบบสัญญาณ Digital หรือที่เรียกว่า PCM ดังแสดงในภาพที่ 2.1

2.1.1.2 Removal of Echo

011011100010100100010101101100100110100100101

Removal of Echo

ภาพที่ 2.2 แสดงการแยกสัญญาณรบกวน (Echo)

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/varticle/17875>

ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการมีการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณ Echo ออก ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดย DSP (Digital Signal Processors)

2.1.1.3 Framing

0110111000101001000101011011001001101001001

Framing Process

ภาพที่ 2.3 แสดงการแบ่งรูปแบบของสัญญาณออกเป็น Frame

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/varticle/17875>

ในส่วนของสัญญาณที่เหลือ นั้น ก็จะถูกแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปแบบของ Frame ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดยรูปแบบการบีบอัดที่เรียกว่า CODEC หลังจากกระบวนการนี้แล้ว Frame ของสัญญาณเสียงจะถูกสร้างขึ้น

2.1.1.4 Packetisation

RTP 0110111000101001000101011011001001101001001

Packetisation Process

ภาพที่ 2.4 แสดงการเปลี่ยนรูปแบบของ Frame เป็น Packet

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/varticle/17875>

ในกระบวนการนี้จะเป็นการแปลง Frame ของสัญญาณให้มาอยู่ในรูปของ Packet ซึ่งจะมีการเพิ่ม Header เข้าไปใน Packet ดังแสดงในภาพที่ 2.4 โดยในส่วนของ Header นั้น ก็จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เรียกว่า Sequence Number และ Time Stamp หลังจากนั้น Packet นี้จะถูกส่งต่อไปที่ Host Processor

2.1.1.5 Conversion to Analog

011011100010100100010101101



Conversion to Analog

ภาพที่ 2.5 แสดงการแปลงจากสัญญาณ Digital กลับไปเป็น สัญญาณ Analog

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/varticle/17875>

หลังจากที่ได้ทำการใส่ค่าของ IP Address ปลายทางไปใน Header ของ Packet แล้วนั้น เมื่อ Packet เหล่านี้ไปถึงด้านปลายทาง ข้อมูล Header เหล่านี้จะถูกแยกออกเพื่อให้เหลือแค่ Voice Frame หลังจากนั้นก็จะทำการแปลงสัญญาณ Digital PCM ให้กลับมาเป็นสัญญาณรูปแบบ Analog ที่เป็นสัญญาณเสียงที่เราได้ยินกันอีกครั้งหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 2.5

2.1.2 มาตรฐานของระบบ VoIP

สำหรับมาตรฐานที่มีการใช้งานอยู่บนเทคโนโลยี VoIP นั้น โดยทั่วไปจะมีอยู่ 3 มาตรฐานด้วยกัน แต่ที่นิยมได้แก่มาตรฐาน H.323 และมาตรฐาน SIP มาตรฐานเหล่านี้ เราสามารถเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า “Call Control Technologies” ซึ่งถือว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับการนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งาน

2.1.2.1 H.323 Standard

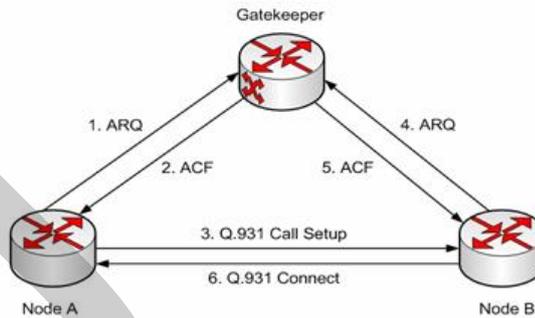
มาตรฐาน H.323¹ เป็นมาตรฐานภายใต้ ITU-T (International Telecommunications Union) Standard ในตอนแรกนั้น มาตรฐาน H.323 ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับการทำ Multimedia Conferencing บนระบบเครือข่าย LAN เป็นหลัก แต่มาในตอนที่ถึงถูกพัฒนาให้ครอบคลุมถึงการทำงานกับเทคโนโลยี VoIP ด้วย มาตรฐาน H.323 สามารถรองรับการทำงานได้ทั้งแบบ Point-to-Point Communications และแบบ Multi-Point Conferences อุปกรณ์ต่างๆ จากหลากหลายยี่ห้อ หรือหลายๆ Vendors นั้นสามารถที่จะทำงานร่วมกัน (Inter-Operate) ผ่านมาตรฐาน H.323 ได้

อุปกรณ์สำคัญสำหรับโพรโทคอล H.323 คือ gatekeeper ซึ่งมีหน้าที่การทำงานดังต่อไปนี้

- Address Translation : สามารถแปลง H.323 aliases (เช่น pcl@csv.com) หรือหมายเลขโทรศัพท์ เป็น IP address ได้
- Admission Control : สามารถรู้จำและควบคุมการเข้าใช้งานของผู้ใช้ โดยผ่านทางข้อความ admission request/admission confirm/admission reject (ARQ/ACF/ARJ)
- Bandwidth Control : สามารถจัดการความต้องการแบนด์วิดท์ในแต่ละจุด ผ่านทางข้อความ bandwidth request/ bandwidth confirm/ bandwidth reject (BRQ/BCF/BRJ)
- Zone Management : สามารถรับรองการวีจิสเตอร์ของ terminal, gateway ,multipoint control units (MCU)

ในการเริ่มต้นเชื่อมต่อระบบของโพรโทคอล H.323 จะมีรูปแบบการส่งสัญญาณของอุปกรณ์ดังกล่าว

¹ กณิน นิติวงศ์ และ นาคกร ชูระเจน. Internet and Voice over IP



ภาพที่ 2.6 การส่งสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อระหว่าง โหนด A ไปยัง โหนด B ของโพรโทคอล H.323

ที่มา : http://www.student.chula.ac.th/~49702413/for_other.htm

กระบวนการเชื่อมต่อระหว่าง โหนด A ไปยัง โหนด B ตามภาพที่ 2.6 มีขั้นตอนดังนี้

1. โหนด A ส่งสัญญาณ admission request (ARQ) ไปที่ gatekeeper เพื่อขอเชื่อมต่อกับ โหนด B
2. อุปกรณ์ gatekeeper ตรวจสอบ และพบว่า โหนด B และริจิสเตอร์แล้ว จึงส่ง admission confirm (ACF) ซึ่งมี IP address ของ โหนด B กลับมาที่ โหนด A
3. โหนด A ส่งสัญญาณ Q.931 call setup ไปที่ โหนด B
4. โหนด B ส่งสัญญาณ ARQ ไปที่ gatekeeper เพื่อขอตอบรับการเรียกจาก โหนด A
5. อุปกรณ์ gatekeeper ส่ง ACF ซึ่งมี IP address ของ โหนด A กลับมาที่ โหนด B
6. โหนด B ส่งสัญญาณ Q.931 connect ไปที่ โหนด A เพื่อแสดงว่าการเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์ เมื่อระบบเชื่อมต่อสำเร็จ โหนด A จะสามารถส่งข้อมูลสื่อประสมต่างๆ ไปยัง โหนด B ได้

2.1.2.2 SIP (Session Initiation Protocol) Standard

มาตรฐาน SIP นั้นเป็นมาตรฐานภายใต้ IETF Standard ซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับการเชื่อมต่อ VoIP มาตรฐาน SIP นั้นจะเป็นมาตรฐาน Application Layer Control Protocol สำหรับการเริ่มต้น (Creating), การปรับเปลี่ยน (Modifying) และการสิ้นสุด (Terminating) ของ Session หรือการติดต่อสื่อสารหนึ่งครั้ง มาตรฐาน SIP จะมีสถาปัตยกรรมการทำงานคล้ายคลึงการทำงานแบบ Client-Server Protocol เป็นมาตรฐานที่มี Reliability ที่ค่อนข้างสูง

2.1.2.2.1 ส่วนประกอบของ Protocol SIP¹

SIP ประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้ คือ User Agent และ Network Server โดยในแต่ละส่วนมีการทำงานดังนี้

1. User Agents ยังประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ดังนี้ User Agent Client และ User Agent Server มีหน้าที่สร้าง Requests และ Response โดยส่วนนี้จะเหมือนกับ end-point

2. Network Server เป็นหัวใจของ SIP ประกอบด้วย Server 3 ชนิด ได้แก่ Proxy Server , Redirect Server และ Registrar Server โดยที่ Proxy Server กระทำเหมือนกับ HTTP Proxy ซึ่งมีหน้าที่ Requests ไปยัง Hop ถัดไปหรือ Proxy ตัวอื่นๆ หรือ Redirect Server ไปยังจุดหมายปลายทาง โดยค้นหาจาก Domain Name Server (DNS)

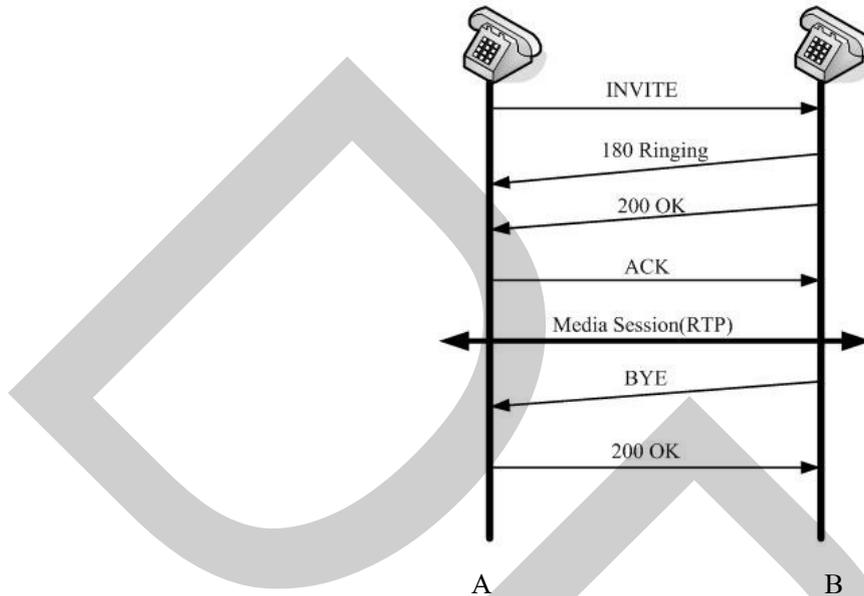
2.1 Proxy Server เปรียบเสมือน Router ซึ่งการ Requests / Response ครั้งหนึ่งๆ อาจจะมีการกระทำผ่าน Proxy Server หลายๆ ตัว ก่อนจะถึงจุดหมายปลายทางที่แท้จริง

2.2 Redirect Server จะไม่มีการ Forward Requests ไปยัง Hop ถัดไป แต่จะส่ง Response กลับไปยัง Client ของตำแหน่งที่แท้จริงทันที

2.3 Registrar คือการยืนยันการลงทะเบียนกับ SIP Domain โดย UA จะลงทะเบียนโดยใช้ Uniform Resource Identifier (URI) เช่น IP การ Link ไปยังตำแหน่ง Web-page หรือการใช้ E-mail link ตัวอย่างเช่น mailto:use@domain และการติดต่อสื่อสารจะเก็บไว้ที่ Server ตัวอื่นๆ ที่เรียกว่า Location Server (LS) แต่โดยทั่วไปจะอยู่เครื่องเดียวกับเครื่อง Registrar

¹ อนุรักษ์ อิ่มเพิ่มพูน. การวัดประสิทธิภาพการทำงานของโปรโตคอล sip บนระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ GSM

การแลกเปลี่ยนข่าวสาร (Message) อย่างง่าย¹



ภาพที่ 2.7 แสดงการแลกเปลี่ยนข่าวสาร(Message) ของ SIP โพรโตคอล

ที่มา : SIP Methods (Basic CALL EXAMPLE) [online] : เข้าถึง 4 ก.พ. 2552. จาก <http://www.ithome.com.tw/plog/index.php?op=ViewArticle&articleId=797&blogId=70>

จากภาพที่ 2.7 เมื่อ A ยกหูเพื่อจะสนทนากับ B จะมีข่าวสารต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

1. ข่าวสาร INVITE จาก A ไปหา B เพื่อสร้างการเชื่อมต่อก่อนที่จะสนทนา ข้อมูลใน SIP INVITE จะบอกถึงชนิดของการสนทนา ยกตัวอย่าง การสนทนาโดยใช้เสียง หรือการสื่อสารแบบมัลติมีเดีย เช่น Video Conference หรือ เกม เป็นต้น
2. ข่าวสาร 180 Ringing ถูกส่งมาจาก B เพื่อตอบสนองข่าวสาร INVITE ว่า B ได้รับข่าวสาร INVITE ทั้งนี้ B จะได้รับสัญญาณซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เสียงกริ่ง หรือ ข้อความกระพริบหน้าจอโทรศัพท์ของ B
3. เมื่อโทรศัพท์ที่ด้าน B ยอมรับการเรียกแล้ว B จะส่งข่าวสาร 200 OK เพื่อแสดงว่าสามารถทำการสื่อสารในรูปแบบตามชนิดของการสนทนาที่ส่งมา

¹ ผศ.ดร.บงการ หอมนาน. SIP เทคโนโลยีมัลติมีเดีย ผ่านอินเทอร์เน็ต

4. เพื่อที่จะแสดงให้เห็น B มั่นใจว่า A สามารถรองรับการสนทนากับ B ได้ A จะส่งข่าวสาร ACK ไปหา B

5. หลังจากนั้นจะมีการสร้างเซสชันการสื่อสาร (Media Session) โดยใช้โปรโตคอล RTP (สำหรับตัวอย่างนี้)

6. B ส่งข่าวสาร BYE มาที่ A เพื่อขอยุติเซสชันการสนทนา

7. A ทำการส่งสัญญาณ 200 OK เพื่อยอมรับการยกเลิกเซสชันการสนทนา

- ข่าวสาร INVITE¹ (Invite Message)²

Invite Message ประกอบไปด้วยส่วน (Field) ต่างๆ ดังนี้

1) INVITE sip: Bob@Broadway.com SIP/2.0

2) Via: SIP/2.0/UDPaudiocodes.com:5060

3) From: Alice

4) To: Bob

5) Call-ID: abfd43978343@audiocodes.com

6) Max-Forwards: 70

7) CSeq: 1 INVITE

8) Contact: Alice

9) Content-Type: application/sdp

10) Content-Length: 142

ฟิลด์ INVITE : แสดงถึง URI (Uniform Resource Indicator) ในที่นี้คือ Bob@Broadway.com ตามด้วยเวอร์ชันของ SIP (SIP/2.0)

ฟิลด์ Via : แสดงถึงชื่อโฮสต์ (ในที่นี้คือ audiocodes.com) ให้ค่า IP Address ตามหลังด้วยหมายเลขพอร์ตของ SIP เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลร่วมกับ UDP (User Data Protocol) หรือ TCP (Transmission Control Protocol)

ฟิลด์ From : แสดงชื่อของผู้เรียก (Alice)

ฟิลด์ To : แสดงชื่อผู้รับ (Bob)

¹ ผศ.ดร.บงการ หอมมาน. SIP เทคโนโลยีมัลติมีเดีย ผ่านอินเทอร์เน็ต

² SIP Methods (Basic CALL EXAMPLE). www.ithome.com.tw

ฟิลด์ Call-ID : มีรูปแบบคล้ายกับการกำหนดที่อยู่ของ E-mail ถูกระบุขึ้นเพื่อใช้ติดตาม
เซสชัน SIP โดยเฉพาะ การรวมกันของฟิลด์ To , From และ Call-ID เรียกว่า “Call leg” เพื่อระบุ
การเรียกที่เกิดขึ้นครั้งนี้ทั้งสองฝ่าย เนื่องจากเป็นไปได้ว่าจะเกิดการเรียกหลายครั้งระหว่างผู้ใช้ทั้ง
สอง การร้องขอการเรียกครั้งต่อไปจะอ้างอิงลำดับจาก Call leg นี้

ฟิลด์ Max Forward : คือจำนวนสูงสุดที่ยินยอมให้ส่งค่าได้ เพื่อป้องกันการเกิดวนซ้ำ

ฟิลด์ CSeq : คือ ลำดับคำสั่ง ตามด้วยวิธีการ ซึ่งหมายเลขจะเพิ่มจำนวนเมื่อมีการส่ง
ข่าวสารออกไป

ฟิลด์ Contact : บรรจุ URL ของ SIP เพื่อใช้ในการบอกเส้นทางไปยังปลายทาง

ฟิลด์ Content-Type และ Content-Length : ระบุเนื้อหาข่าวสารในที่นี้เป็น SDP (Session
Description Protocol) ซึ่งบรรจุข้อมูลทั้งสิ้น 158 ออกเตต โดยนับออกเตตบรรทัด v=0 จนถึง
บรรทัด a=trpmap:0 PCMU/8000 โดยที่ฟิลด์ Via , To , From ,Call-ID และ CSeq นั้น จำเป็นต้องมี
ในการกำหนดข่าวสาร SIP ส่วน ฟิลด์อื่นเป็นเพียงออพชัน

- ข่าวสาร 180 Ringing (Message 180 Ringing)

Message 180 Ringing คือ Message ที่ส่งจากปลายทางเพื่อบอกต้นทางว่าได้รับ
Message Invite แล้ว ประกอบด้วยฟิลด์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 1) SIP/2.0 180 Ringing
- 2) From: UserA <sip:UAA@example.com>;tag=589304
- 3) To: UserB <sip:UAB@example.com>;tag=314159
- 4) Call-ID: 8204589102@example.com
- 5) CSeq: 1 INVITE
- 6) Content Length: 0

- ข่าวสาร 200 OK (Message 200 OK)

ที่ปลายทางจะมีการส่ง Message 200 OK เพื่อเป็นการบอกต้นทางว่าชนิดของ
เซสชันที่ต้นทางร้องขอได้รับการยอมรับจากปลายทางแล้ว ประกอบด้วยฟิลด์ต่อไปนี้

- 1) SIP/2.0 200 OK
- 2) From: UserA <sip:UAA@example.com>;tag=589304
- 3) To: UserB <sip:UAB@example.com>;tag=314159
- 4) Call-ID: 8204589102@example.com
- 5) CSeq: 1 INVITE

6) Contact: <sip:UserB@10.20.30.41>

7) Content-Type: application/sdp

8) Content-Length: 140

- ข่าวสาร ACK (Message ACK)

ขั้นตอนสุดท้ายของการให้คำยืนยันการใช้เซสชันสื่อสารคือ การส่ง Message ACK (Acknowledgement) หมายความว่า ต้นทางสามารถรองรับเซสชันสื่อสารของปลายทางได้ ซึ่ง Message ACK ประกอบด้วย 필ด์ดังนี้

1) ACK sip:UAB@example.com SIP/2.0

2) Via: SIP/2.0/UDP 10.20.30.41:5060

3) Route: <sip:UserB@10.20.30.41>

4) From: UserA <sip:UAA@example.com>;tag=589304

5) To: UserB <sip:UAB@example.com>;tag=314159

6) Call-ID: 8204589102@example.com

7) CSeq: 1 ACK

8) Content-Length: 0

- ข่าวสาร BYE (Message BYE)

เมื่อต้นทางส่ง INVITE เสมือนว่าต้นทางเป็น Client และเมื่อ ปลายทางตอบสนองก็ เสมือนเป็น SIP Server หลังจากที่มีการสร้างเซสชันสื่อสารและสนทนากันแล้วโดยโปรโตคอล RTP เมื่อการสนทนาจบแล้วทางปลายทางจะส่ง Message BYE ซึ่งตอนนี้ปลายทางจะทำหน้าที่เป็น Client ส่วน ต้นทางจะทำหน้าที่ Server นี่เป็นสาเหตุหนึ่งที่อุปกรณ์ SIP ต้องมีซอฟต์แวร์ที่รองรับ การทำงานทั้ง Client และ Server ในเครื่องเดียว ซึ่งข่าวสาร BYE ประกอบด้วยฟิลด์ต่อไปนี้

1) BYE sip:UAB@example.com SIP/2.0

2) Via: SIP/2.0/UDP 10.20.30.41:5060

3) To: UserB <sip:UAB@example.com>;tag=314159

4) From: UserA <sip:UAA@example.com>;tag=589304

5) Call-ID: 8204589102@example.com

6) CSeq: 1 BYE

7) Content-Length: 0

2.1.2.3 MGCP (Media Gateway Control Protocol)

MGCP¹ คือ โพรโตคอลที่จะเป็นตัวสร้างสัญญาณ และควบคุมการติดต่อในระบบ VoIP ซึ่งถูกกำหนดขึ้นตาม RFC 3435 ที่พัฒนาต่อมาจาก RFC 2705 โดยก่อนหน้านี้เรียก Protocol นี้ว่า SGCP (Simple Gateway Control Protocol)

Media Gateway Control Protocol (MGCP)² ถูกนิยามใน RFC 2705 เป็นโพรโตคอล Signalling ที่แตกต่างจาก SIP และ H.323 เนื่องจากโพรโตคอลทั้งสองจะเริ่มติดต่อจากต้นทางไปยังปลายทาง ดังนั้น Client ทั้งสองฝั่งจึงต้องมีความสามารถในการประมวลผลระดับหนึ่งในกรณี Client ไม่มีความสามารถในการประมวลผลเพียงพอเช่น โทรศัพท์พื้นฐานในยุคอดีต (โทรศัพท์ PBX) จึงเป็นปัญหาในการติดต่อกับโพรโตคอล SIP หรือ H.323 ดังนั้นจึงมีการคิดค้นโพรโตคอลที่จัดการควบคุมจากศูนย์กลางซึ่งก็คือ MGCP

ยังมีโพรโตคอลที่มีจุดประสงค์การทำงานคล้ายกันอีก คือ Megaco ซึ่งถูกกำหนดตามมาตรฐาน IETF (RFC 3525) และ ITU (Recommendation H.248.1) โดยโพรโตคอลทั้ง MGCP และ Megaco นั้นถูกสร้างมาจากตัวต้นแบบตาม API Media Gateway Control Protocol Architecture and Requirement at RFC 2805

ภาพรวมของโพรโตคอลนั้นไม่ค่อยเหมือนกับ โพรโตคอลอื่นๆ ทั่วไป เนื่องจากจะเรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) แต่จะคล้ายกับโพรโตคอล TCP แต่สิ่งที่เหมือนกันกับโพรโตคอลทาง VoIP คือ การส่งแบบ UDP โดยใช้หมายเลข Port ที่ 2427 และกลุ่มของแพ็กเก็ตจะประกอบไปด้วยคำสั่งและผลลัพธ์ โดยมีทั้งหมด 8 แพ็กเก็ต แบ่งได้ดังนี้

AUEP, AUCX, CRCX, DLCX, MDCX, NTFY, RQNT, RSIP

- กลุ่มแพ็กเก็ตที่ใช้ในการเรียงลำดับ
 - AUEP – Audi Endpoint
 - AUCX – Audi Connection
- กลุ่มแพ็กเก็ตที่ใช้ในการจัดการ RTP ในการสร้างการเชื่อมต่อ
 - CRCX – Create Connection
 - DLCX – Delete Connection
 - MDCX – Modify Connection

¹ en.wikipedia.org. Media Gateway Control Protocol

² กณิน นิติวงศ์ และ นาคกร ชูระเจน. Internet and Voice over IP

- แพ็กเก็ตที่ใช้ในการร้องขอการแจ้งเตือน

RQNT – Request for Notification

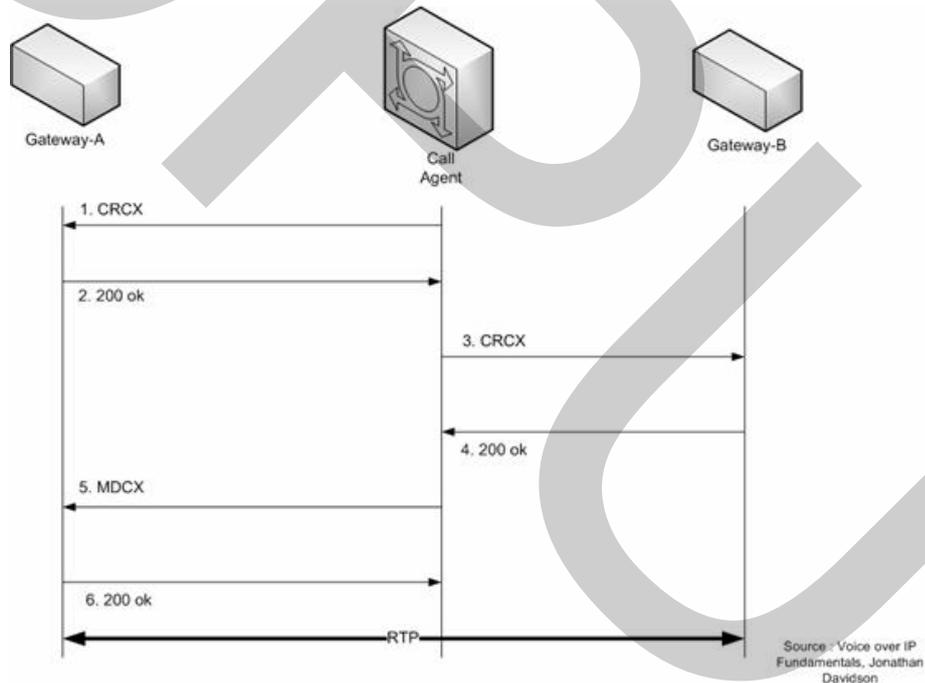
- แพ็กเก็ตที่ใช้สำหรับตรวจเหตุการณ์ต่างๆ

NTFY – Notify

- แพ็กเก็ตที่ใช้สำหรับเริ่มระบบใหม่

RSIP – Restart In Progress

ส่วนประกอบของ โพรโทคอล MGCP ประกอบด้วยองค์ประกอบสองส่วนคือ ศูนย์กลางควบคุมที่เรียกว่า Media Gateway Controller หรือ Call Agent และส่วนต้นทางปลายทางที่ต้องการติดต่อ เรียกว่า Gateway ในการเริ่มต้นเชื่อมต่อระบบของโพรโทคอล MGCP จะมีรูปแบบการส่งสัญญาณของอุปกรณ์ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.8 แสดงการส่งสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อระหว่าง โหนด A ไปยัง โหนด B ของโพรโทคอล MGCP

ที่มา : http://www.student.chula.ac.th/~49702413/for_other.htm

กระบวนการเชื่อมต่อระหว่างโนด A ไปยังโนด B ตามภาพที่ 2.7 มีขั้นตอนดังนี้

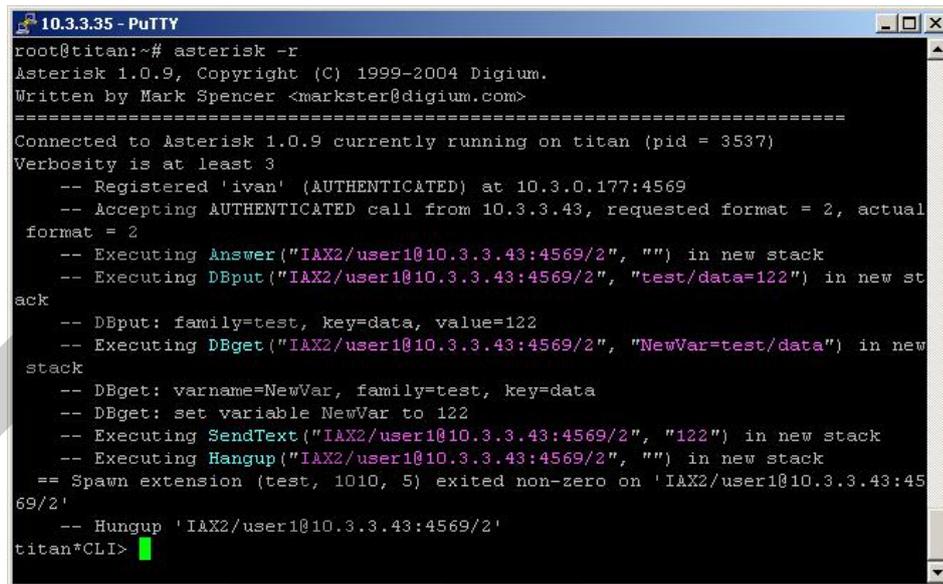
1. call agent ร้องขอการเชื่อมต่อโดยการส่งสัญญาณ CRCX ไปที่โนด A
2. โนด A ตอบรับกลับด้วยสัญญาณ 200 OK ไปที่ call agent
3. call agent ส่งสัญญาณ CRTX ไปที่โนด B ตามเส้นทางที่ร้องขอไว้
4. โนด B ตอบรับกลับด้วยสัญญาณ 200 OK ไปที่ call agent
5. call agent ส่งสัญญาณ MDCX ไปที่โนด A
6. โนด A ตอบรับกลับด้วยสัญญาณ 200 OK ไปที่ call agent และพร้อมส่งข้อมูลสื่อ

ประสม

2.2 Asterisk

Asterisk¹ คือ Software ที่ทำหน้าที่เป็น "PBX (Private Branch eXchange)" สำหรับจัดการกับระบบโทรศัพท์บนเครือข่าย Internet โดยมีการทำงานในแบบ Command Line ดังแสดงในภาพที่ 2.8 หน้าที่ของ PBX ก็คือทำการเชื่อมต่อการโทร. ของระบบโทรศัพท์ส่วนบุคคล หรือมองง่ายๆว่า เป็นบริษัทหรือ องค์กรหนึ่ง ก็ได้ ยกตัวอย่างเช่นบริษัท D มีพนักงานอยู่ 500 คน แยกเป็นหลายๆแผนก ทำงานอยู่คนละชั้นกันประโยชน์ของ PBX คือ ทางบริษัท ไม่จำเป็นต้องมีเบอร์โทรศัพท์จริงๆ สำหรับพนักงานทุกคน แต่มีแค่เบอร์ไม่กี่เบอร์ และมีระบบ PBX สำหรับติดต่อภายในหน้าที่ของ PBX คือ ทำการเชื่อมต่อเบอร์ภายในบริษัท เช่น เวลาผู้จัดการฝ่ายขายจะติดต่อกับหัวหน้าฝ่ายบุคคล ก็แค่กดหมายเลขภายในของหัวหน้าฝ่ายบุคคล แต่เวลาจะโทร. ออกไปยังลูกค้า ก็อาจจะกด 9 ก่อน เพื่อต่อออกไปยังเบอร์ภายนอก ขณะที่คนภายนอกเวลาโทร. เข้ามายังบริษัท อาจจะมี operator ค่อยทำหน้าที่ต่อโทรศัพท์ ไปยังหมายเลขภายในผ่านทาง "Telephone switchboard" หรือถ้า PBX ที่ดีหน่อย อาจจะมีระบบที่เรียกว่า "IVR (Interactive Voice Response)" ที่เป็นระบบตอบรับ เช่น ให้กดหมายเลขภายใน หรือ กด 0 เพื่อติดต่อ operator

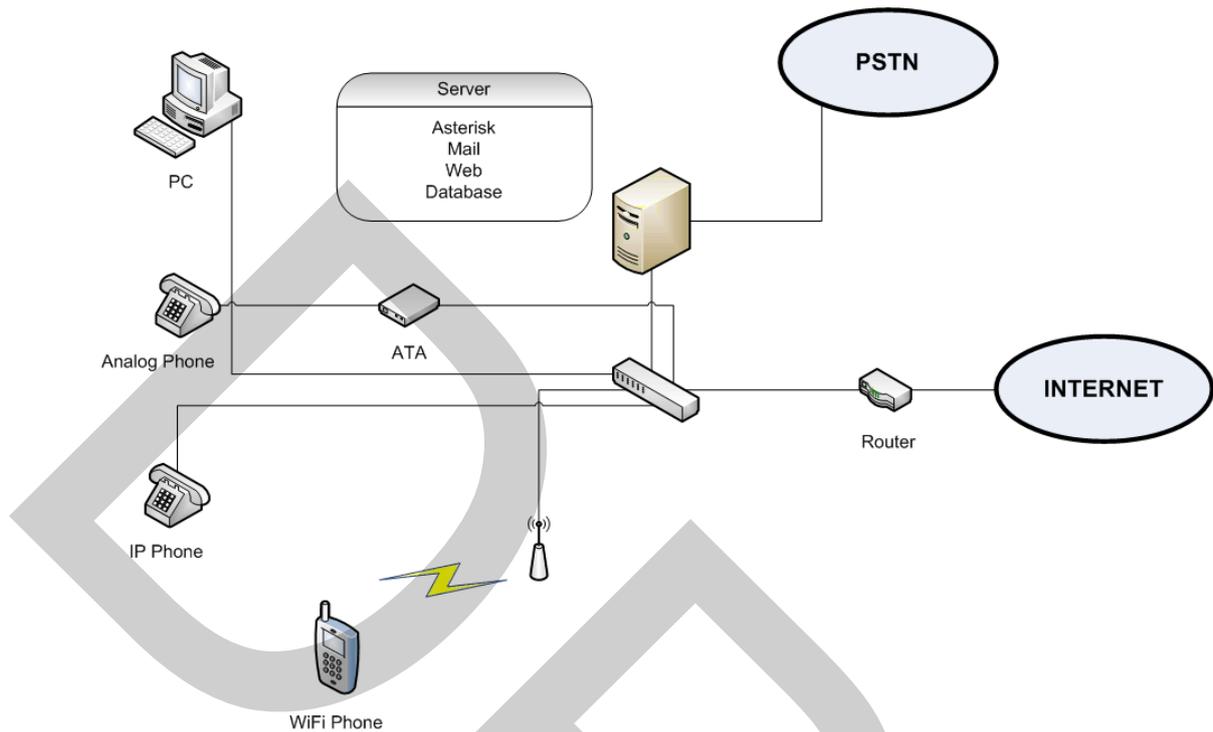
¹ Gomillion, Barrie Dempster. **Building Telephony Systems with Asterisk**



```
10.3.3.35 - PuTTY
root@titan:~# asterisk -r
Asterisk 1.0.9, Copyright (C) 1999-2004 Digium.
Written by Mark Spencer <markster@digium.com>
=====
Connected to Asterisk 1.0.9 currently running on titan (pid = 3537)
Verbosity is at least 3
-- Registered 'ivan' (AUTHENTICATED) at 10.3.0.177:4569
-- Accepting AUTHENTICATED call from 10.3.3.43, requested format = 2, actual
format = 2
-- Executing Answer("IAX2/user1@10.3.3.43:4569/2", "") in new stack
-- Executing DBput("IAX2/user1@10.3.3.43:4569/2", "test/data=122") in new st
ack
-- DBput: family=test, key=data, value=122
-- Executing DBget("IAX2/user1@10.3.3.43:4569/2", "NewVar=test/data") in new
stack
-- DBget: varname=NewVar, family=test, key=data
-- DBget: set variable NewVar to 122
-- Executing SendText("IAX2/user1@10.3.3.43:4569/2", "122") in new stack
-- Executing Hangup("IAX2/user1@10.3.3.43:4569/2", "") in new stack
== Spawn extension (test, 1010, 5) exited non-zero on 'IAX2/user1@10.3.3.43:45
69/2'
-- Hungup 'IAX2/user1@10.3.3.43:4569/2'
titan*CLI>
```

ภาพที่ 2.9 แสดงรูปลักษณะและการทำงานของโปรแกรม Asterisk

สำหรับ Asterisk แล้วจะแตกต่างจาก PBX ที่เคยมีมาก็ตรงที่ทำงานบน Internet เป็น server ที่คอยจัดการกับการโทรของโทรศัพท์ ซึ่งหลักการก็คือพนักงานภายในอาจจะมี IP phone (โทรศัพท์ที่ทำงานบนระบบ Internet) หรือ computer ที่ลงโปรแกรม Softphone ที่ทำหน้าที่เหมือนเป็นโทรศัพท์บน computer ตัวอย่างของโปรแกรมพวกนี้ เช่น X-Lite (<http://www.counterpath.com>) ทั้ง IP phone และ Softphone ทำหน้าที่เป็น client ซึ่งเมื่อ register กับ Asterisk แล้วจะทำให้โทรไปหาหมายเลขอื่นที่ register กับ Asterisk ไปได้ (อุปกรณ์โทรศัพท์ทั่วไป จะถูกเรียกว่า "Traditional telephony equipment") ส่วนกรณีที่โทรออกไปยังหมายเลขอื่นนอกบริษัท server ที่ลง Asterisk ต้องมี card ที่ใช้ต่อกับระบบโทรศัพท์สาธารณะ PSTN (Public Switched Telephone Network) ภาพรวมของระบบแสดงได้ในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.10 แสดงภาพรวมของระบบ VoIP เมื่อใช้ Asterisk เป็น Sever

Asterisk ถูกพัฒนาขึ้นโดย Mark Spencer จากบริษัท Digium Inc. เป็น Software ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการหลายระบบ ทั้ง Linux, Max OS X, OpenBSD, FreeBSD และ Sun Solaris แต่ Distribution ของ Linux ที่เป็นที่ยอมรับสำหรับติดตั้ง Asterisk ก็คือ CentOS ซึ่งเป็น Linux distribution ที่พัฒนามาจาก Red Hat Enterprise Linux (RHEL)

2.2.1 ความสามารถของ Asterisk ¹

2.2.1.1 Switch (PBX) ตู้ชุมสาย

Asterisk สามารถทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สลับสายโทรศัพท์ที่ไม่ว่าจะเป็นระบบ IP หรือ hybrid, สามารถทำการตั้งค่าเส้นทางของการโทรศัพท์โดยตัวเอง, สามารถเพิ่มเติม feature ได้เช่น (ระบบ Voicemail, IVR), รองรับการเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์พื้นฐานไม่ว่าจะเป็นแบบ analog หรือ digital (ISDN)

¹ asteriskdiy.com. ความสามารถของ Asterisk

2.2.1.2 Gateway

สามารถทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างระบบโทรศัพท์พื้นฐานกับระบบ VoIP

2.2.1.3 Feature & Media Server

อีกความสามารถของ Asterisk คือสามารถทำเป็น ระบบตอบรับหรือระบบการประชุมทางโทรศัพท์ เพื่อให้ทำงานเข้ากับระบบโทรศัพท์ที่มีอยู่เดิม ได้อีกด้วย ตัวอย่างการ implementation เช่น สามารถทำเป็น IVR หรือระบบตอบรับ ให้กับตู้ชุมสาย (PABX) เดิมที่ไม่มีระบบตอบรับ

2.2.1.4 Call Center

รองรับการทำงานของระบบ Call-Center อย่างเต็มรูปแบบ เช่น ACD, Queue, IVR, Skill-based routing เป็นต้น

2.2.1.5 CODEC

CODEC ย่อมาจาก “Coder-Decoder” ซึ่งหมายถึง กลไก (ของฮาร์ดแวร์ หรือซอฟต์แวร์) การเข้ารหัสหรือถอดรหัส หรือการบีบอัด และคลายข้อมูล โดย CODEC จะสามารถใช้ได้กับข้อมูลที่เป็นออดิโอ ข้อความ และวิดีโอ ซึ่งเราจะใช้ CODEC ทำงานร่วมกับแทรค (track) เสียงข้อความที่เป็นซบไต่เตล และวิดีโอ ในแอปพลิเคชันการประชุมผ่านระบบวิดีโอ และการถ่ายทอดสื่อต่างๆ ด้วยกลไกสตรีมมิ่ง ซึ่ง Asterisk รองรับ CODEC ต่อไปนี้ ADPCM , G.711 (A-Law & μ -Law), G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM, iLBC , Linear, LPC-10 และ Speex

2.2.1.6 Protocols

โปรโตคอล¹ (Protocol) คือระเบียบวิธีการในการติดต่อสื่อสาร เมื่อมาใช้กับเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม จึงหมายถึงขั้นตอนการติดต่อสื่อสาร ซึ่งรวมถึง กฎ ระเบียบ และข้อกำหนดต่าง ๆ รวมถึงมาตรฐานที่ใช้เพื่อให้ตัวรับและตัวส่งสามารถดำเนินกิจกรรมทางด้านสื่อสารได้สำเร็จ โดย Asterisk รองรับ โปรโตคอลดังนี้ IAX™ (Inter-Asterisk Exchange) , H.323, SIP (Session Initiation Protocol), MGCP (Media Gateway Control Protocol), SCCP (Cisco® Skinny®), E&M, E&M Wink, Feature Group D และ GR-303

¹ ยื่น กู่วรรณ. Lan โปรโตคอล

2.3 PHP

ภาษาพีเอชพี¹ ในชื่อภาษาอังกฤษว่า PHP ซึ่งใช้เป็นคำย่อแบบกล่าวซ้ำ จากคำว่า PHP Hypertext Preprocessor หรือชื่อเดิม Personal Home Page PHP เป็นภาษาจำพวก scripting language คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่าสคริปต์ (script) และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปลชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปต์ก็เช่น JavaScript, Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมาเพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถ สอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่ช่วยให้สามารถสร้างเอกสารแบบ Dynamic HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

PHP ได้รับการเผยแพร่เป็นครั้งแรกในปีค.ศ.1994 จากนั้นก็มีการพัฒนาต่อมาตามลำดับ เป็นเวอร์ชัน 1 ในปี 1995 เวอร์ชัน 2 (ตอนนั้นใช้ชื่อว่า PHP/FI) ในช่วงระหว่าง 1995-1997 และเวอร์ชัน 3 ช่วง 1997 ถึง 1999 จนถึงเวอร์ชัน 5 ในปัจจุบัน PHP เป็นผลงานที่เติบโตมาจากกลุ่มของนักพัฒนาในเชิงเปิดเผยรหัสต้นฉบับ หรือ OpenSource ดังนั้น PHP จึงมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับ Apache Webserver ระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Linux หรือ FreeBSD เป็นต้น ในปัจจุบัน PHP สามารถใช้ร่วมกับ Web Server หลากๆตัวบนระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Windows 95/98/NT เป็นต้น

2.3.1 ตัวอย่างภาษาพีเอชพี

ภาษาพีเอชพี จะเป็นส่วนประกอบภายในเว็บเพจ โดยคำสั่งจะปรากฏระหว่าง

<?php ... ?> เช่น

```
<?php
    echo "Hello, World!";
?>
```

หรือ

```
<SCRIPT LANGUAGE = 'php'>
    echo "Hello World.";
</SCRIPT>
```

¹ php.net . What is PHP

```
หรือ
<%
    echo "Hello World.";
%>
```

2.3.2 คุณสมบัติ

การแสดงผลของพีเอชพี จะปรากฏในลักษณะ HTML ซึ่งจะไม่ต้องแสดงคำสั่งที่ผู้ใช้เขียน ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่พีเอชพีแตกต่างจากภาษาในลักษณะไคลเอนต์-ไซด์ สคริปต์ เช่น ภาษาจาวาสคริปต์ ที่ผู้ชมเว็บไซต์สามารถอ่าน ดูและคัดลอกคำสั่งไปใช้เองได้ นอกจากนี้พีเอชพียังเป็นภาษาที่เรียนรู้และเริ่มต้นได้ไม่ยาก โดยมีเครื่องมือช่วยเหลือและคู่มือที่สามารถหาอ่านได้ฟรีบนอินเทอร์เน็ต ความสามารถการประมวลผลหลักของพีเอชพี ได้แก่ การสร้างเนื้อหาอัตโนมัติจัดการคำสั่ง การอ่านข้อมูลจากผู้ใช้และประมวลผล การอ่านข้อมูลจากดาต้าเบส ความสามารถจัดการกับคุกกี้ ซึ่งทำงานเช่นเดียวกับโปรแกรมในลักษณะ CGI คุณสมบัติอื่นเช่น การประมวลผลตามบรรทัดคำสั่ง (command line scripting) ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างสคริปต์พีเอชพี ทำงานผ่านพีเอชพี พาร์เซอร์ (PHP parser) โดยไม่ต้องผ่านเซิร์ฟเวอร์หรือเบราว์เซอร์ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับ Cron (ใน ยูนิกซ์หรือลินุกซ์) หรือ Task Scheduler (ในวินโดวส์) สคริปต์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแบบ Simple text processing tasks ได้

การแสดงผลของพีเอชพี ถึงแม้ว่าจุดประสงค์หลักใช้ในการแสดงผล HTML แต่ยังสามารถสร้าง XHTML หรือ XML ได้ นอกจากนี้สามารถทำงานร่วมกับคำสั่งเสริมต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลหลัก PDF แฟลช (โดยใช้ libswf และ Ming) พีเอชพีมีความสามารถอย่างมากในการทำงานเป็นประมวลผลข้อความ จาก POSIX Extended หรือ รูปแบบ Perl ทั่วไป เพื่อแปลงเป็นเอกสาร XML ในการแปลงและเข้าสู่เอกสาร XML เรารองรับมาตรฐาน SAX และ DOM สามารถใช้รูปแบบ XSLT ของเราเพื่อแปลงเอกสาร XML เมื่อใช้พีเอชพีในการทำอีคอมเมิร์ซ สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น เช่น Cybercash payment, CyberMUT, VeriSign Payflow Pro และ CCVS functions เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมทำธุรกรรมทางการเงิน

2.3.3 การรองรับพีเอชพี

คำสั่งของพีเอชพี สามารถสร้างผ่านทางโปรแกรมแก้ไขข้อความทั่วไป เช่น Notepad หรือ vi ซึ่งทำให้การทำงานพีเอชพี สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการหลักเกือบทั้งหมด โดยเมื่อเขียนคำสั่งแล้วนำมาประมวลผล Apache, Microsoft Internet Information Services (IIS) , Personal Web Server, Netscape และ iPlanet servers, O'Reilly Website Pro server, Caudium, Xitami, OmniHTTPd, และอื่นๆ อีกมากมาย. สำหรับส่วนหลักของ PHP ยังมี Module ในการรองรับ CGI มาตรฐาน ซึ่ง PHP สามารถทำงานเป็นตัวประมวลผล CGI ด้วย และด้วย PHP, คุณมีอิสรภาพในการเลือกระบบปฏิบัติการ และ เว็บเซิร์ฟเวอร์ นอกจากนี้คุณยังสามารถใช้สร้างโปรแกรมโครงสร้าง สร้างโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) หรือสร้างโปรแกรมที่รวมทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน แม้ว่าความสามารถของคำสั่ง OOP มาตรฐานในเวอร์ชันนี้ยังไม่สมบูรณ์ แต่ตัวไลบรารีทั้งหลายของโปรแกรม และตัวโปรแกรมประยุกต์ (รวมถึง PEAR library) ได้ถูกเขียนขึ้นโดยใช้รูปแบบการเขียนแบบ OOP เท่านั้น

พีเอชพีสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับได้แก่ Oracle, dBase, PostgreSQL, IBM, DB2, MySQL, Informix, ODBC โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้พีเอชพีใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ PHP ยังรองรับ ODBC (Open DataBase Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายอีกด้วย

พีเอชพียังสามารถรองรับการสื่อสารกับการบริการในโปรโตคอลต่างๆ เช่น LDAP, IMAP, SNMP, NNTP, POP3, HTTP, COM (บนวินโดวส์) และอื่นๆ อีกมากมาย สามารถเปิด Socket บนเครือข่ายโดยตรง และ ตอบโต้โดยใช้ โปรโตคอลใดๆ ก็ได้ PHP มีการรองรับสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ WDDX Complex กับ Web Programming อื่นๆ ทั่วไปได้ในส่วน Interconnection, พีเอชพีมีการรองรับสำหรับ Java objects ให้เปลี่ยนเป็น PHP Object แล้วใช้งาน และสามารถใช้รูปแบบ CORBA เพื่อเข้าสู่ Remote Object ได้เช่นกัน

2.4 MySQL

MySQL¹ (มายเอสคิวแอล) เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลโดยใช้ภาษา SQL. แม้ว่า MySQL เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส แต่แตกต่างจากซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สทั่วไป โดยมีการพัฒนาภายใต้บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน โดยจัดการ MySQL ทั้งในแบบที่ให้ฟรี และแบบที่ใช้ในเชิงธุรกิจ

MySQL สร้างขึ้นโดยชาวสวีเดน 2 คน และชาวฟินแลนด์ ชื่อ David Axmark, Allan Larsson และ Michael "Monty" Widenius.

MySQL เป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับฐานข้อมูลสำหรับเว็บไซต์ เช่น มีเดียวิกิ และ phpBB และนิยมใช้งานร่วมกับภาษาโปรแกรม PHP ซึ่งมักจะได้อัปเดตเป็นคู่ จะเห็นได้จากคู่มือคอมพิวเตอรืต่างๆ ที่จะสอนการใช้งาน MySQL และ PHP ควบคู่กันไป นอกจากนี้ หลายภาษาโปรแกรมที่สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL ซึ่งรวมถึง ภาษาซี ซีพลัสพลัส ปาสคาล ซีชาร์ป ภาษาจาวา ภาษาเพิร์ล พีเอชพี ไพทอน และ รูบี เป็นต้น ใช้งานผ่าน API สำหรับโปรแกรมที่ติดต่อผ่าน ODBC หรือ ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาอื่น (DataBase connector) เช่น เอเอสพี สามารถเรียกใช้ MySQL ผ่านทาง MyODBC, ADO, ADO.NET เป็นต้น

2.4.1 โปรแกรมช่วยในการจัดการฐานข้อมูล และ ทำงานกับฐานข้อมูล

ในการจัดการฐานข้อมูล MySQL สามารถใช้โปรแกรมแบบ command-line เพื่อจัดการฐานข้อมูล (โดยใช้คำสั่ง: mysql และ mysqladmin เป็นต้น) หรือจะดาวน์โหลดโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลแบบ GUI จากเว็บไซต์ของ MySQL ซึ่งก็คือโปรแกรม MySQL Administrator และ MySQL Query Browser เป็นต้น

2.4.2 ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาการพัฒนาด้านอื่น (database connector)

มีส่วนติดต่อ (Interface) เพื่อเชื่อมต่อกับภาษาในการพัฒนา อื่นๆ เพื่อให้เข้าถึงฟังก์ชันการทำงานกับฐานข้อมูล MySQL ได้เช่น ODBC (Open DataBase Connector) อันเป็นมาตรฐานกลางที่กำหนดมาเพื่อให้ใช้เป็นสะพานในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมหรือระบบอื่นๆ เช่น MyODBC อันเป็น ไดรเวอร์เพื่อใช้สำหรับการเชื่อมต่อในระบบปฏิบัติการวินโดวส์, JDBC คลาสส่วนเชื่อมต่อสำหรับ Java เพื่อใช้ในการติดต่อกับ MySQL และมี API (Application Programming Interface) ต่างๆมิให้เลือกใ้มากมายในการที่เข้าถึง MySQL โดยไม่ขึ้นอยู่กับภาษาการพัฒนาด้านไหนๆ นอกเหนือจาก ตัวเชื่อมต่อกับภาษาอื่น (Connector) ที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมี API ที่สนับสนุนในขณะนี้คือ

¹
th.wikipedia.org . MySQL

- DBI สำหรับการเชื่อมต่อกับ ภาษา perl
- Ruby สำหรับการเชื่อมต่อกับ ภาษา ruby
- Python สำหรับการเชื่อมต่อกับ ภาษา python
- .NET สำหรับการเชื่อมกับ ภาษา .NET framework
- MySQL++ สำหรับการเชื่อมต่อกับ ภาษา C++
- Ch สำหรับการเชื่อมต่อกับ Ch (C/C++ interpreter)

ยังมีโปรแกรมอีกตัว เป็น โปรแกรมบริหารพัฒนาโดยผู้อื่น ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลาย และนิยมกันเขียนในภาษาพีเอชพี เป็น โปรแกรมเว็บแอปพลิเคชัน ชื่อ phpMyAdmin

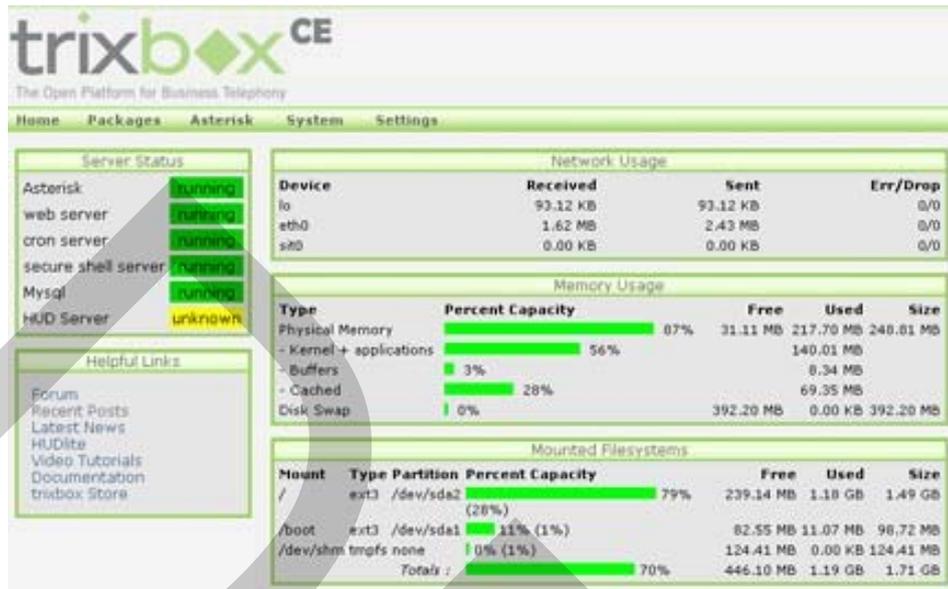
2.5 ผลงานวิจัย/ผลิตภัณฑ์ ที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า มีผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดการศึกษา ดังต่อไปนี้

2.5.1 Trixbox ¹

พัฒนาโดยบริษัท Fonality เดิมใช้ชื่อว่า Asterisk@home ต่อมาจึงเปลี่ยนเป็น Trixbox ซึ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต มีทั้งผลิตภัณฑ์ที่แจกจ่ายได้ฟรี กับ ผลิตภัณฑ์ที่มีลิขสิทธิ์ โดย Trixbox ที่นำมาเปรียบเทียบนี้นี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่แจกจ่ายได้ฟรี ภายใต้เงื่อนไขของ GNU/GPL ซึ่งเหมาะกับองค์กรที่มีขนาดเล็ก โดยผลิตภัณฑ์นี้ เป็นการนำเอาระบบปฏิบัติการ UNIX (CentOS) + Asterisk + Freepbx มารวมกันไว้เป็นแผ่นติดตั้งที่สามารถติดตั้งและใช้งานได้อย่าง สะดวกรวดเร็ว ตัวอย่างของโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 2.9

¹ trixbox.com. Trixbox



ภาพที่ 2.11 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม TrixBOS

จากการที่ได้ศึกษาระบบ พบว่ามีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

จุดเด่น

1. ในแผ่นติดตั้งมีชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ, Asterisk และ ส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านทางเว็บเพจ (GUI) มาให้เลย
2. สามารถติดตั้งระบบได้ง่ายไม่ต้องปรับแต่งเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนติดตั้ง
3. มีส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (GUI) ทำให้ใช้งานได้ง่าย

จุดด้อย

1. ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ไม่ใช่ภาษาไทย
2. ไม่สามารถกำหนดปริมาณการโทรได้ (Prepaid)
3. มีคำศัพท์เฉพาะทางไม่เหมาะสำหรับผู้ใช้ระดับเริ่มต้น

2.5.2 AsteriskNOW¹

พัฒนาโดยบริษัท Digium. AsteriskNOW™ เป็น Software Appliance ซึ่งเป็น Customized Linux Distribution ที่ประกอบด้วย Asterisk®, AsteriskGUI™ และซอฟต์แวร์อื่นทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับระบบ Asterisk ซึ่ง Asterisk สามารถคอนฟิกได้ง่ายด้วย graphical interface โดย AsteriskNOW™ ประกอบด้วย Linux components ทั้งหมดที่จำเป็นต่อการรัน, การดีบั๊ก และการสร้าง Asterisk ด้วยเหตุที่มีเฉพาะคอมโพเนนต์ดังกล่าวนี้เท่านั้น จึงทำให้การติดตั้งทำได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องกังวลเกี่ยวกับเวอร์ชันของ kernel และ package dependencies ซึ่งไม่เหมือนกับ Linux distribution อื่น ๆ ที่ใช้สำหรับติดตั้ง Asterisk นั่นคือไม่มีคอมโพเนนต์ที่ไม่จำเป็นที่อาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยหรือสมรรถภาพที่ได้รวบรวมเอาไว้ ตัวอย่างของโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 2.10

จากการที่ได้ศึกษาระบบ พบว่ามีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

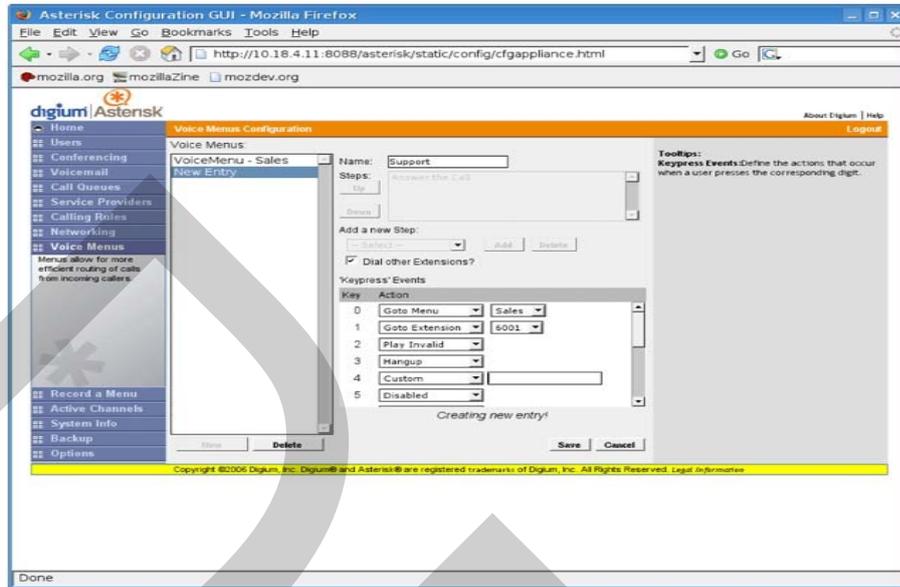
จุดเด่น

1. ในแผ่นติดตั้งมีชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ, Asterisk และ ส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านทางเว็บเพจ (GUI) มาให้เลย
2. สามารถติดตั้งระบบได้ง่ายไม่ต้องปรับแต่งเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนติดตั้ง
3. มีส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (GUI) ทำให้ใช้งานได้ง่าย

จุดด้อย

1. ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ไม่ใช่ภาษาไทย
2. ไม่สามารถกำหนดปริมาณการโทรได้
3. มีคำศัพท์เฉพาะทางไม่เหมาะสำหรับผู้ใช้ระดับเริ่มต้น

¹ Digium . Asterisk NOW



ภาพที่ 2.12 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม AsteriskNOW

2.5.3 AstBill¹

เป็นซอฟต์แวร์ที่แจกจ่ายให้ใช้ได้ฟรี พัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการจำกัดปริมาณการใช้โทรศัพท์ โดยต้องนำมาติดตั้งเพิ่มเติม แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนาโดยทำเป็นชุดติดตั้ง ซึ่งมีระบบปฏิบัติการ+Asterisk+AstBill โดยมีส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านเว็บเพจ ตัวอย่างของโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 2.11

จากการที่ได้ศึกษาระบบ พบว่ามีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

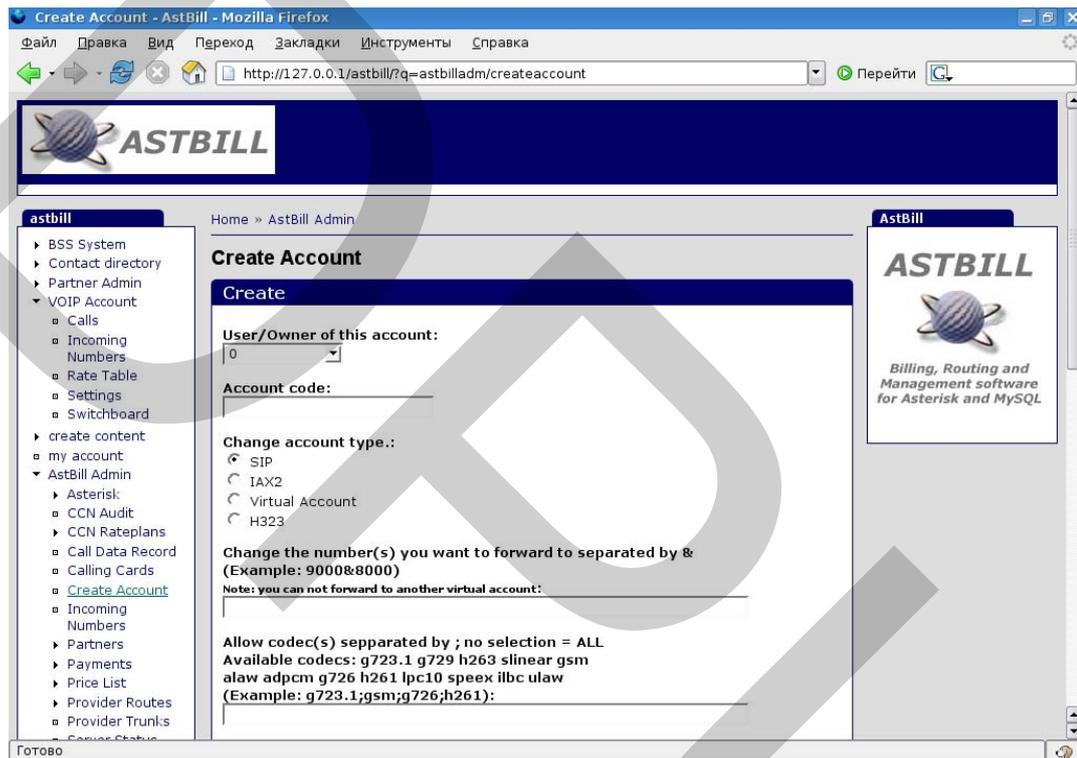
จุดเด่น

1. ในแง่ติดตั้งมีชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ, Asterisk ,AstBill และ ส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านทางเว็บเพจ (GUI) มาให้เลย
2. ไม่ต้องปรับแต่งเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนติดตั้ง
3. มีส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (GUI) ทำให้ใช้งานได้ง่าย
4. สามารถกำหนดปริมาณการโทรได้ (Prepaid)

¹ astbill.com/whatis . AstBill

จุดด้อย

1. ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ไม่ใช่ภาษาไทย
2. ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติมเอง
3. มีคำสั่งหรือคำศัพท์เฉพาะ ไม่เหมาะกับผู้ใช้ระดับเริ่มต้น



ภาพที่ 2.13 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม AstBill

2.5.4 AskoziaPBX¹

AskoziaPBX ได้รับการพัฒนาจากบริษัท IKT ซึ่งแต่เดิมใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ว่า PB ในการพัฒนานั้น ทางบริษัทได้พัฒนาออกมา 2 ประเภท คือ แบบแจกจ่ายฟรี ภายใต้เงื่อนไข และแบบการค้า โดยผลิตภัณฑ์ที่นำมาเปรียบเทียมนั้นเป็นแบบแจกจ่ายฟรี โดยตัวผลิตภัณฑ์ได้ทำออกมาในรูปแบบชุดติดตั้งสำเร็จรูป ประกอบไปด้วย FreeBSD , Asterisk และส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านเว็บเพจ (GUI)

¹ askozia.com . AskoziaPBX

จากการที่ได้ศึกษาระบบ พบว่ามีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

จุดเด่น

1. ชุดติดตั้งมีขนาดเล็ก โดยมีขนาด 29.2 MB
2. ในแผ่นติดตั้งมีชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ, Asterisk และ ส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านทางเว็บเพจ (GUI) มาให้เลย

3. ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในคำสั่งที่เกี่ยวข้องมากนัก

จุดด้อย

1. ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ไม่ใช่ภาษาไทย
2. ไม่สามารถกำหนดปริมาณการโทรได้
3. ต้องติดตั้งโปรแกรม Mail Server เอง
4. ไม่มี CDR (Call Detail Record)

The screenshot shows the 'webGUI Configuration' interface for AskoziaPBX. The main content area displays 'System Information' with the following details:

System Information	
Name	askoziapbx.local
Version	r220 built on Mon Oct 8 12:32:02 CEST 2007
Platform	alix1x
Uptime	00:04
Last Config Change	Tue Oct 9 13:13:56 CEST 2007
Active Calls	1
Active Channels	2
Memory Usage	14%
Notes	

The interface also features a sidebar menu with categories like System, Providers, Phones, and Live Stats. A 'Save' button is located at the bottom of the configuration area.

ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างโปรแกรม AskoziaPBX

ที่มา : <http://www.askozia.com/images/screenshots/index.png>

จากการศึกษาการใช้งานผลิตภัณฑ์ต่างๆ สามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ต่างๆ กับงานวิจัยที่นำเสนอ

คุณสมบัติ	AsteriskNOW	Tribox	AstBill	Askozia	งานวิจัยที่ นำเสนอ
1.สร้าง SIP User	✓	✓		✓	✓
2.สร้าง IAX User	✓	✓		✓	✓
3.สร้าง กลุ่ม User					✓
4.สร้าง Dial Plan	✓	✓		✓	✓
4.ข้อมูลการใช้งาน(CDR)		✓	✓		✓
5.กำหนดปริมาณการใช้			✓		✓
6.การใช้งาน VoiceMail	✓	✓		✓	✓
7.การใช้งาน Conference	✓	✓		✓	✓
8.แสดงทรัพยากร/ข้อมูลระบบ	✓	✓		✓	
9.การใช้งาน Music On Hold	✓	✓		✓	✓
10. การใช้งาน IVR	✓	✓		✓	✓
11.ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนค่า การใช้งานของตนเองได้					✓

บทที่ 3

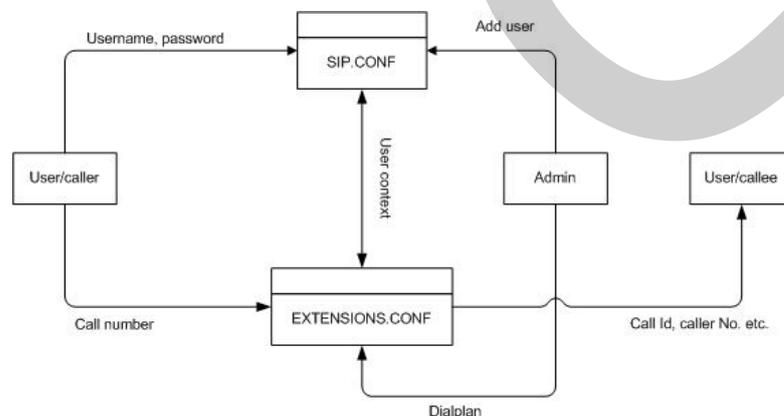
วิธีการดำเนินงาน

เพื่อให้การทำงานของระบบเป็นไปอย่างถูกต้อง จึงได้มีการออกแบบและวิเคราะห์ความต้องการของระบบเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสมสำหรับผู้ใช้ระดับเริ่มต้นรวมถึงผู้ใช้ที่ต้องการความรวดเร็วในการสร้างระบบ ซึ่งในการพัฒนาระบบต้องเน้นให้ใช้งานได้ง่าย สะดวก มีการกำหนดค่าใช้งานเท่าที่จำเป็นต่อระบบ และระบบมีความน่าเชื่อถือ สามารถให้ผลลัพธ์ของการทำงานได้ถูกต้องตามที่ผู้ใช้งานกำหนด

ในบทที่ 3 นี้จะกล่าวถึงขั้นตอนต่างๆ ในการพัฒนาระบบ โครงสร้างการทำงานของ Asterisk โครงสร้างการทำงานของระบบสนับสนุนๆ ที่พัฒนาขึ้น การออกแบบระบบฐานข้อมูล การออกแบบการไหลของข้อมูลในส่วนต่างๆ และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ซึ่งมีรายละเอียดในการพัฒนาระบบสนับสนุนๆ ดังนี้

3.1 โครงสร้างการทำงานของ Asterisk

การทำงานของ Asterisk นั้น จะแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนๆ ในลักษณะของไฟล์โปรแกรม (file) การทำงานจะมีความสัมพันธ์ระหว่างไฟล์ก็ต่อเมื่อมีการเรียกใช้ไฟล์นั้น จากการศึกษาพบว่า ในการใช้งาน Asterisk มีไฟล์ที่สำคัญและเพียงพอต่อการใช้งานคือ ไฟล์ sip.conf และ extensions.conf ซึ่งการทำงานของไฟล์ทั้งสองดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การทำงานของไฟล์ SIP.CONF และ EXTENSIONS.CONF

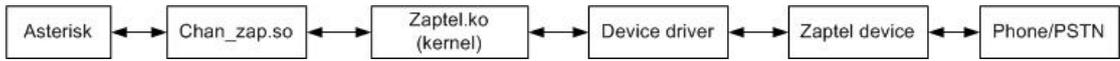
จากภาพที่ 3.1 เมื่อผู้ใช้งานชื่อเข้าใช้จากอุปกรณ์ Hardware เช่น IP-Phone หรือจาก Software เช่น X-lite จะต้องใส่ ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน(ถ้ามี) ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกส่งไปทำงานที่ไฟล์ sip.conf ว่าตรงกับบัญชีผู้ใช้ที่มีหรือไม่ หากการลงชื่อเข้าใช้ไม่สำเร็จ ผู้ใช้จะทำการโทรออกหรือรับสายไม่ได้ เมื่อผู้ใช้งานชื่อเข้าใช้สำเร็จก็พร้อมที่จะเรียกใช้งาน โทรออกหรือรับสายเข้าต่อไป โดยเมื่อผู้ใช้งานต้องการโทรออก ข้อมูลที่สำคัญคือ หมายเลขปลายทางจะถูกส่งไปทำงานที่ไฟล์ extensions.conf ซึ่งไฟล์นี้จะเป็นไฟล์หลักที่กำหนดรูปแบบการโทรออกต่างๆ เช่น กำหนดให้มีเสียงเรียก(กริ่ง)นานกี่วินาที กำหนดการฝากข้อความเข้าระบบรับฝากข้อความเสียง เป็นต้น ตัวอย่างของคำสั่งในไฟล์ extensions.conf ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างคำสั่งในไฟล์ extensions.conf

หมายเลข,ลำดับคำสั่ง	คำสั่ง	คำอธิบาย
100,1	Dial(SIP/100,15)	โทรไปยังเบอร์ 100 เป็นเวลา 15 วินาที
100,2	Voicemail(100@default)	ฝากข้อความเข้า mail box ของเบอร์ 100
100,3	Hangup	วางสาย

จากตารางที่ 3.1 เมื่อผู้ใช้งานหมายเลข 100 แล้ว ข้อมูลหมายเลขจะถูกส่งไปทำงานที่ไฟล์ extensions.conf โดยไปทำงานเฉพาะส่วนที่ 100 โดยเรียงลำดับคำสั่งจากน้อยไปมาก ในตัวอย่างเมื่อมีผู้ใช้โทรมาหาหมายเลข 100 ปลายทางก็จะได้ยินเสียงเรียกเข้า (กริ่ง) เป็นเวลานาน 15 วินาที ถ้าครบกำหนดเวลาแล้วแต่ไม่มีผู้รับสาย ก็จะทำในคำสั่งที่ 2 คือ เข้าสู่ระบบรับฝากข้อความ โดยฝากข้อความเสียงเข้า mail box ของหมายเลข 100 เมื่อฝากข้อความเสียงเสร็จแล้ว ระบบจะทำในคำสั่งที่ 3 ซึ่งเป็นคำสั่งสุดท้ายของส่วนที่ 100 คือ ระบบสั่งวางสาย แล้วก็จบการทำงานในส่วนหมายเลข 100

ในส่วนของการโทรออกไปยังโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN) นั้น โปรแกรม Asterisk จะทำการเชื่อมต่อกับโมดูล (module) ของ Zaptel kernel โดยทำงานร่วมกับไฟล์ Zapata.conf ของ Asterisk ผ่าน zaptel channel โดยการทำงานในส่วนนี้ดังแสดงในภาพที่ 3.2

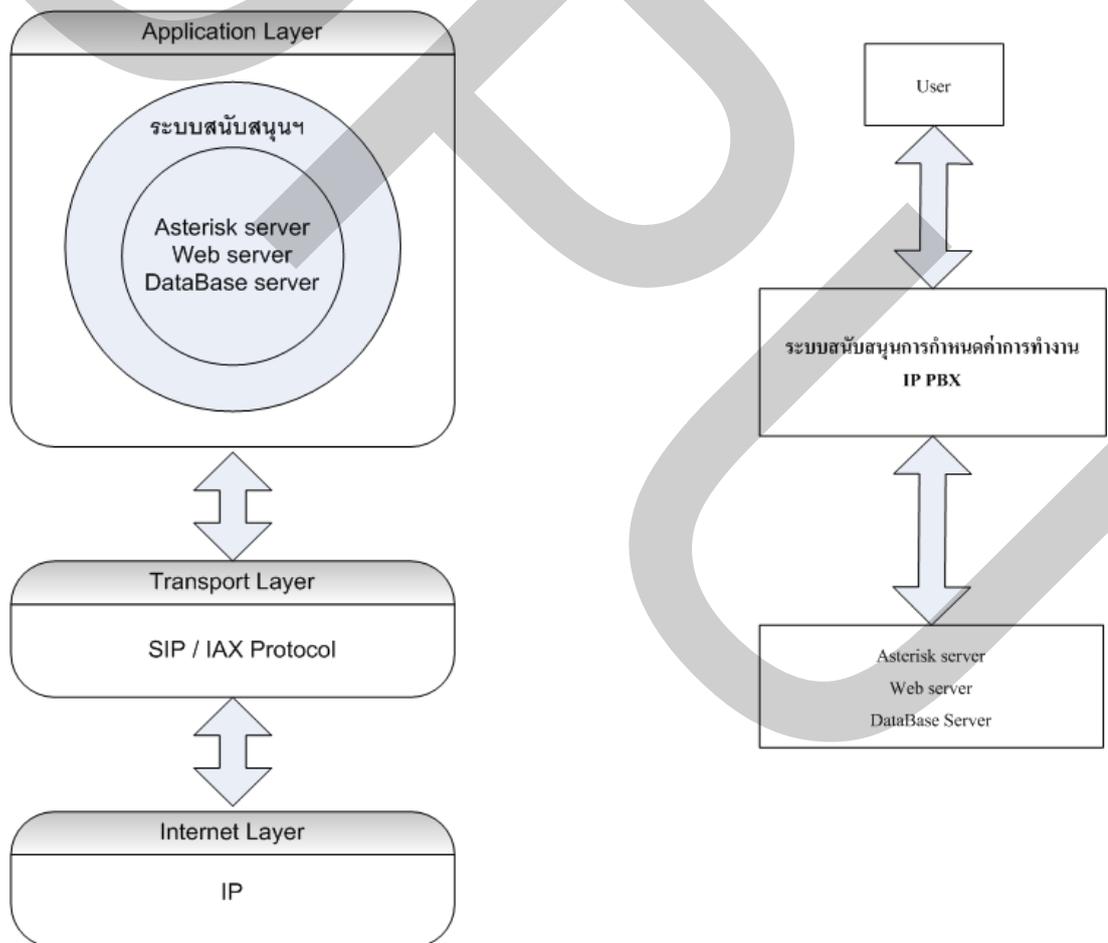


ภาพที่ 3.2 การทำงานระหว่าง Asterisk กับ zaptel เมื่อติดต่อ โครงข่าย PSTN

ที่มา : <http://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+ZAP+channels>

3.2 การออกแบบระบบสนับสนุนฯ

จากที่ได้ทำการศึกษาโครงสร้างการทำงานของ Asterisk และไฟล์ที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นต่อการใช้งานแล้วนั้น จึงได้นำมาออกแบบการพัฒนาใหม่ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถทำความเข้าใจและใช้งานได้ง่าย โดยแนวคิดในการพัฒนาระบบสนับสนุนฯ ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ภาพรวมการทำงานของระบบสนับสนุนฯ

จากภาพที่ 3.3 แนวคิดในการพัฒนาระบบสนับสุนฯ นั้น จะทำงานในระดับชั้น Application ประกอบไปด้วยการทำงาน 3 ส่วน คือ ส่วนควบคุมการทำงานของ Asterisk ส่วนควบคุมการทำงานของระบบฐานข้อมูล และส่วนของ Web server โดยระบบสนับสุนฯ ที่พัฒนาขึ้นจะทำงานโดยใช้เทคโนโลยี Web ซึ่งสามารถเรียกใช้งานได้จากเครือข่ายภายใน และเครือข่ายภายนอก

สำหรับแนวคิดในการพัฒนาการควบคุมการทำงานของ Asterisk นั้น มีแนวคิด คือ การกำหนดค่า (parameter) ต่างๆ ที่จำเป็นและเพียงพอต่อการใช้งาน จากนั้นจึงทำการสร้างไฟล์นั้นขึ้นมาใหม่ทั้งหมด แล้วทำการแทนที่ไฟล์เดิมด้วยไฟล์ใหม่ที่สร้างขึ้นในทุกๆ ครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงการกำหนดค่าการใช้งานต่างๆ ทั้งจากผู้ดูแลระบบและจากผู้ใช้ทั่วไป เมื่อแทนที่ด้วยไฟล์ใหม่เรียบร้อยแล้ว จึงสั่งให้ Asterisk เริ่มการทำงานใหม่พร้อมกับค่าการใช้งานต่างๆ ก็จะเปลี่ยนไปใช้ค่าที่กำหนดใหม่ด้วย

กระบวนการทำงานของระบบสนับสุนฯ นั้นจะทำงานร่วมกับโปรแกรม Asterisk โดยโปรแกรมจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ ส่วนการกำหนดค่าการทำงานของระบบ เช่น ชื่อผู้ใช้/รหัสผ่าน กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การทำงานของระบบฝากข้อความเสียง เป็นต้น ซึ่งจะทำงานก่อนที่จะเริ่มใช้ระบบ และ ส่วนที่ 2 คือ ส่วนควบคุมการใช้งาน ซึ่งจะทำงานในขณะที่มีการใช้งานระบบ เช่น การจำกัดเวลา การจำกัดสิทธิการโทร เป็นต้น

กระบวนการทำงานของระบบสนับสุนฯ จะทำงานร่วมกับ Database server โดยจะมีการบันทึกค่าการใช้งานต่างๆ ที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ รวมถึงการบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ (Call Detail Record : CDR) โดยจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูล เพื่อให้ Asterisk หรือ ผู้ใช้ สามารถเรียกใช้ได้อย่างรวดเร็ว

ในส่วนของ web server นั้น ได้ใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา ซึ่งจัดเป็น server-side script และ JAVA script ซึ่งจัดเป็น client-side script เพื่อให้สามารถสื่อสารโต้ตอบกับผู้ใช้ ซึ่งจะช่วยให้การใช้งานระบบสนับสุนฯ ได้ง่ายขึ้น

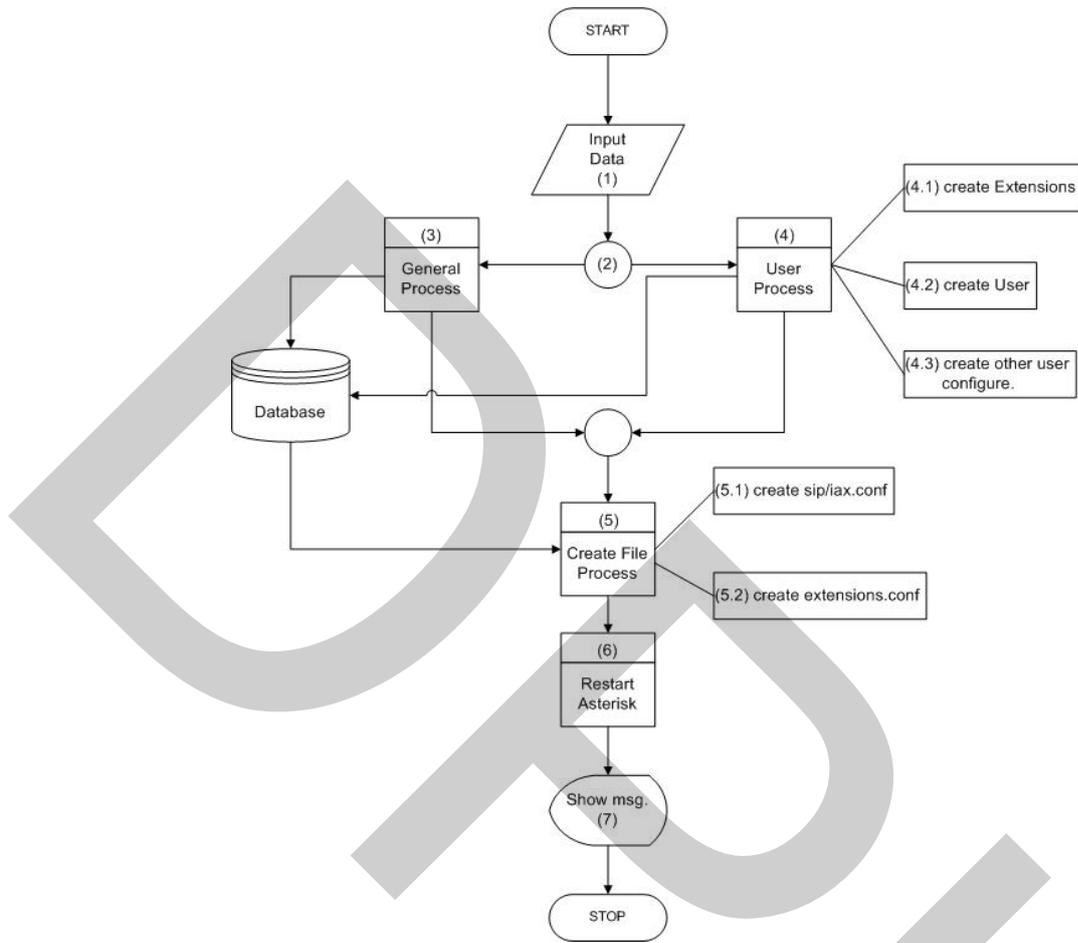
การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสุนฯ ได้มีการออกแบบในส่วนต่างๆ ดังนี้

3.2.1 การออกแบบและพัฒนาส่วนการกำหนดค่าใช้งานแบบอัตโนมัติ

ในการออกแบบและพัฒนาส่วนการกำหนดค่าใช้งานแบบอัตโนมัติ ซึ่งส่วนนี้จะทำงานก่อนที่จะเริ่มใช้ระบบ โดยในส่วนนี้ผู้ใช้งานจะกำหนดค่าต่างๆ ในช่องรับข้อความที่กำหนดไว้ให้ เช่น จำนวนห้อง/แผนก จำนวนผู้ใช้งาน วิธีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เป็นต้น

สำหรับการไหลของข้อมูลและการทำงานในส่วนการตั้งค่าแบบอัตโนมัติ นั้น จะเริ่มการทำงานตามลำดับของภาพที่ 3.4 ดังนี้

1. ผู้ใช้กำหนดค่าต่างๆ ตามช่องรับข้อความที่เตรียมไว้ให้
2. ข้อมูลจะถูกแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของข้อมูลการกำหนดค่าทั่วไป และส่วนของการกำหนดผู้ใช้
3. ส่วนข้อมูลทั่วไป จะถูกนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล
4. ส่วนการกำหนดผู้ใช้จะเข้าสู่คำสั่งสำหรับสร้างผู้ใช้ โดยแบ่งเป็น
 - 4.1 แยกข้อมูลส่วนหมายเลขประจำแผนก
 - 4.2 แยกข้อมูลส่วนจำนวนผู้ใช้
 - 4.3 สร้างข้อมูลที่เป็นสำหรับผู้ใช้จากนั้นข้อมูลในส่วนนี้จะถูกนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล
5. สร้างไฟล์ที่จำเป็นต่อการทำงานของ Asterisk โดยแบ่งเป็น
 - 5.1 สร้างไฟล์ sip.conf หรือ iax.conf
 - 5.2 สร้างไฟล์ extensions.conf
6. เริ่มการทำงานของ Asterisk ใหม่
7. แสดงข้อความให้ผู้ใช้ทราบ



ภาพที่ 3.4 การทำงานของส่วนการตั้งค่าแบบอัตโนมัติ

ตัวอย่างชุดคำสั่งในภาพที่ 3.4 แสดงดังนี้

- ตัวอย่างชุดคำสั่งที่ 3 ข้อมูลการตั้งค่าทั่วไป

```

$Sql = "INSERT INTO general
(alaw,ulaw,g729,video,pstn,pstnNO,moh,fix_ip,nonfix_ip,internet)";
$Sql .= " values
('$alaw','$ulaw','$g729','$video','$pstn','$pstnNO','$moh',
'$Sql .= $moh','$sip_fix','$sip_nonfix','$internet')";
$objQuery = mysql_query($Sql);

```

ชุดคำสั่งนี้จะทำการรับค่าต่างๆ ที่กำหนดโดยผู้ใช้ เช่น การเข้ารหัสเสียง เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เป็นต้น จากนั้นจะนำเข้าไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล

- ตัวอย่างชุดคำสั่งที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 การสร้างหมายเลขโทร. จำนวนผู้ใช้ และค่าการใช้งานทั่วไป

```
$g = explode(",",$grp);
$u = explode(",",$user);
for($i=0;$i<count($u);$i++){
    $x = $x+$u[$i];}
$z=0;
for($i=0;$i<=count($g);$i++){
    for($j=0;$j<$u[$i];$j++){
        $ext[$z]= $g[$i]+$j;
        $z = $z+1;}
    }
for($i=0;$i<count($ext);$i++){
$strSQL = "INSERT INTO user
(extensions,user,pass,displayname,protocol,credit,passw_vm) ";
$strSQL .= "VALUES
('".$ext[$i]."', '".$ext[$i]."', '".$ext[$i]."', '".$ext[$i]."', '".$protocol."', 'no
limit', '".$ext[$i]."'");
mysql_query($strSQL); }
```

ชุดคำสั่งนี้จะทำการแยกหมายเลขประจำแผนก จำนวนผู้ใช้แต่ละแผนก จากนั้นจะสร้างชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน หมายเลขโทร. โปรโตคอล รหัสผ่านสำหรับฟังข้อความเสียง เป็นต้น จากนั้นจะนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล

- ตัวอย่างชุดคำสั่งที่ 5.1 การสร้างไฟล์ sip.conf หรือ iax.conf

```
$strFileName = "sip.conf";
$objFopen = fopen($strFileName, 'w');
$strText1 = "[general]\n";
fwrite($objFopen, $strText1);
$strText2 = "context = default\n";
```

```

fwrite($objFopen, $strText2);
$strText3 = "allowoverlap = no\n";
fwrite($objFopen, $strText3);
$strText4 = "bindport = 5060\n";
...//....
while ($result = mysql_fetch_array($objsql)){
    $strText1 = "[".$result['user']."]\n";
    fwrite($objFopen, $strText1);
    $strText2 = "type = friend\n";
    fwrite($objFopen, $strText2);
    $strText3 = "secret = ".$result['pass']."\n";
    fwrite($objFopen, $strText3);
    $strText4 = "host = dynamic\n";
    fwrite($objFopen, $strText4);
    $strText5 = "qualify = yes\n";
    fwrite($objFopen, $strText5);
    $strText6 = "callerid = ".$result['displayname']."\n";
    fwrite($objFopen, $strText6);
    $strText7 = "nat = yes\n";
    fwrite($objFopen, $strText7);
}

```

ชุดคำสั่งนี้จะสร้างไฟล์ sip.conf โดยดึงค่ามาจากฐานข้อมูลโดยในไฟล์ sip.conf นั้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของ [general] ซึ่งจะประกอบด้วยค่าใช้งานที่จำเป็นและเพียงพอต่อการใช้งาน เช่น หมายเลขพอร์ต รหัสเสียงที่ใช้ เป็นต้น และส่วนของ [user] จะประกอบไปด้วย ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน หมายเลขโทร. เป็นต้น

- ตัวอย่างชุดคำสั่งที่ 5.2 การสร้างไฟล์ extensions.conf

```

$strFileName = "extensions.conf";
$objFopen = fopen($strFileName, 'w');
$strText1 = "[general]\n";
fwrite($objFopen, $strText1);

```

```

$strText2 = "static = yes\n";
fwrite($objFopen, $strText2);
$strText3 = "writeprotect = no\n";
fwrite($objFopen, $strText3);
...//...
$strText12 = "exten=> _02XXXXXXX,1,DeadAGI(dialZap.php)\n";
fwrite($objFopen, $strText12);
$strText13 = "exten=> _02XXXXXXX,n,Dial($"."{"."dialcomm})\n";
fwrite($objFopen, $strText13);
$strText14 = "exten=> _02XXXXXXX,n,Hangup()\n\n";
fwrite($objFopen, $strText14);

```

ชุดคำสั่งนี้จะทำการสร้างไฟล์ extensions.conf เพื่อใช้กำหนดรูปแบบการโทร โดยจะ
ใช้ค่าจากฐานข้อมูลที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ โดยจะกำหนดรูปแบบการโทรให้เหมาะสมในแต่ละผู้ใช้
ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละผู้ใช้

- ตัวอย่างชุดคำสั่งที่ 6 การเริ่ม Asterisk ใหม่

```

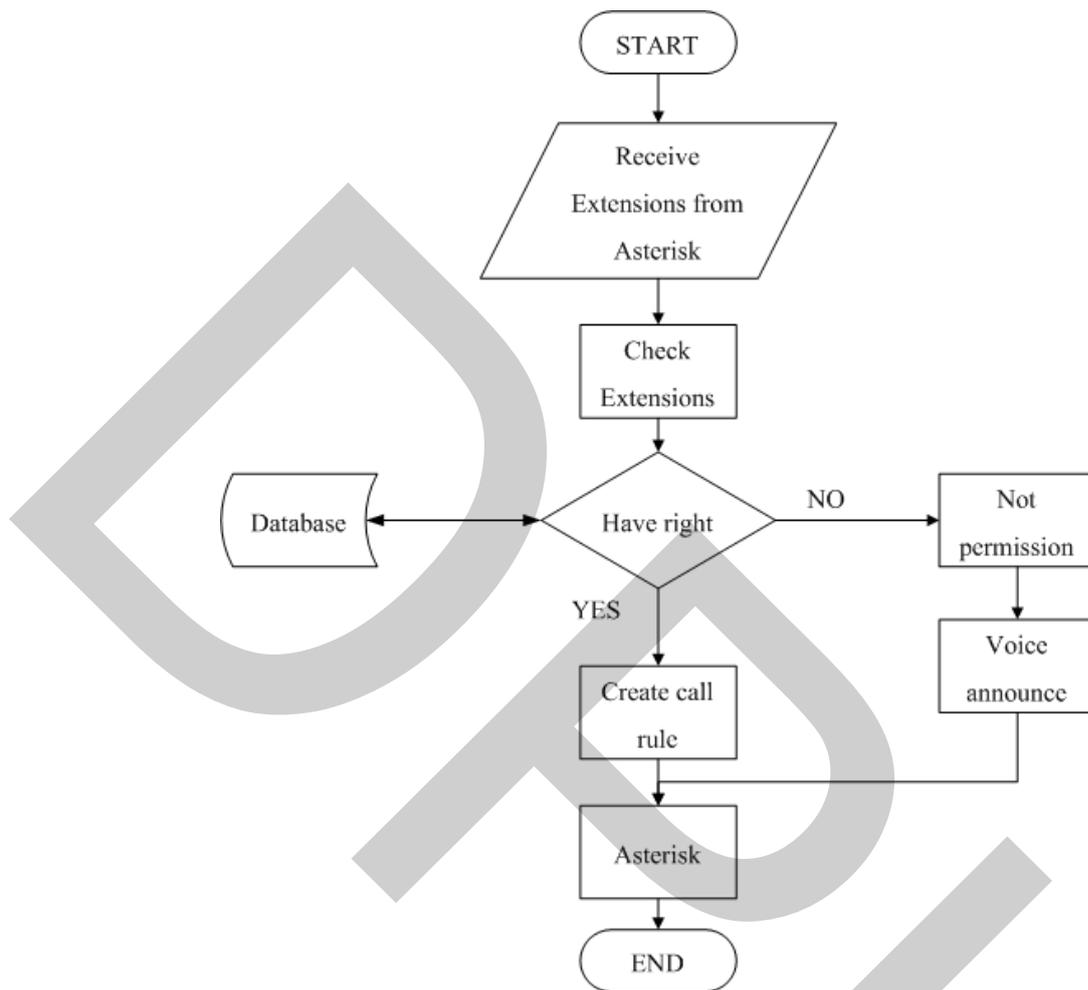
$socket = fsockopen("127.0.0.1","5038", $errno, $errstr, $timeout);
fputs($socket, "Action: Login\r\n");
fputs($socket, "UserName: admin\r\n");
fputs($socket, "Secret: 12345\r\n\r\n");
fputs($socket, "Action: Command\r\n");
fputs($socket, "Command: restart now\r\n\r\n");
$wrets=fgets($socket,128);

```

ชุดคำสั่งนี้จะทำการเริ่มการทำงานของ Asterisk ใหม่ เพื่อให้ค่าที่กำหนดสามารถใ
งานได้ทันที

3.2.2 การออกแบบและพัฒนาส่วนการกำหนดสิทธิ์การโทร

การกำหนดสิทธิ์การโทรนั้น ทำให้ระบบมีความสามารถในการจำกัดสิทธิ์ในการ
โทรออกไปยังหมายเลขที่อยู่ในโครงข่ายอื่น โดยสามารถกำหนดให้มีความแตกต่างกันเหมาะกับ
ผู้ใช้งานแต่ละคนได้ การทำงานในส่วนการกำหนดสิทธิ์การโทรดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 การทำงานของการกำหนดสิทธิ์การโทร

จากภาพที่ 3.5 การทำงานของส่วนกำหนดสิทธิ์การโทร จะทำงานควบคู่กันไปกับการทำงานของ Asterisk โดยการทำงานจะเริ่มหลังจากผู้ใช้กดหมายเลขปลายทางแล้ว หมายเลขปลายทางจะถูกส่งไปประมวลผลที่ ชุดคำสั่ง check extensions เมื่อตรวจสอบแล้วพบว่าผู้ใช้มีสิทธิ์ที่จะโทรไปยังหมายเลขนี้ได้ ก็จะทำการสร้างตัวแปรในการโทรแล้วส่งให้ทาง Asterisk นำไปประมวลผลต่อไป หากตรวจสอบแล้วพบว่าผู้ใช้ไม่มีสิทธิ์ก็จะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบด้วยเสียง และจะวางสายทันทีเพื่อป้องกันการใช้ทรัพยากรระบบมากเกินไป รายละเอียดของชุดคำสั่งที่ทำงานในส่วนนี้ มีดังนี้

- ตัวอย่างชุดคำสั่ง check extensions เพื่อตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์


```

if(substr($dst,0,2) == '02')
{if($row['call_local'] == 'yes')
    {$comm = "SET VARIABLE dialcomm \"Zap/1/\".$dst.\"\" ";

```

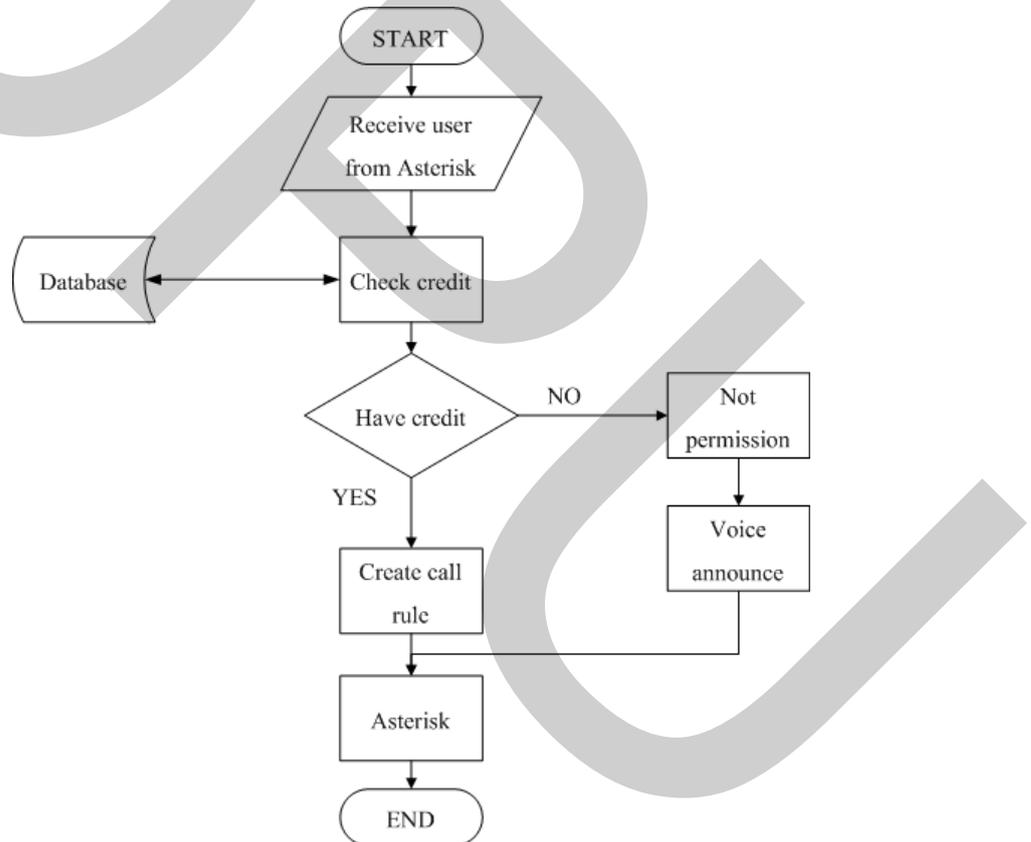
```
}else if($row['call_local']=='no')
```

```
$comm = 'SAY PHONETIC "w" #;}
```

ชุดคำสั่งนี้จะทำการตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ที่ผู้ใช้กดเข้ามาในระบบ โดยตรวจสอบกับฐานข้อมูลว่าผู้ใช้มีสิทธิ์ในการโทรไปยังหมายเลขนี้หรือไม่ หากพบว่ามีสิทธิ์ก็จะสร้างคำสั่งในการโทรแล้วส่งให้ Asterisk เพื่อนำไปสร้างการโทรไปยังหมายเลขที่ต้องการต่อไป หากพบที่ไม่มีสิทธิ์ จะแจ้งข้อความเสียงให้ผู้ใช้ทราบ จากนั้นจะวางสายทันที

3.2.3 การออกแบบและพัฒนาส่วนจำกัดเวลาการโทร

การพัฒนาส่วนจำกัดเวลาการโทรจะทำให้สามารถกำหนดเวลาในการใช้งานโทรศัพท์ในแต่ละผู้ใช้ได้ โดยจะทำงานควบคู่ไปกับการทำงานของ Asterisk การทำงานในส่วนนี้ ดังแสดงในภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 การทำงานของส่วนจำกัดเวลาการโทร

จากภาพที่ 3.6 เมื่อผู้ใช้กดหมายเลขปลายทางแล้ว ชื่อของผู้โทรจะถูกส่งไปยังชุดคำสั่งที่ตรวจสอบเวลาคงเหลือของผู้โทรนั้น โดยตรวจสอบเวลาที่คงเหลือจากฐานข้อมูล หากพบว่าผู้โทรมีเวลาคงเหลือ ก็จะสร้างชุดคำสั่งในการโทรเพื่อส่งต่อไปกับ Asterisk เพื่อนำไปประมวลผล

ต่อไป หากพบว่าไม่มีเวลาคงเหลือแล้ว ระบบจะแจ้งด้วยข้อความเสียงให้ผู้โทรทราบ แล้วจะวางสายทันที เพื่อคืนทรัพยากรระบบ รายละเอียดชุดคำสั่งการจำกัดเวลาการโทร มีดังนี้

- ตัวอย่างชุดคำสั่งการจำกัดเวลาการโทร

```
if($row['credit']=='0'){
    $comm = 'SAY PHONETIC "z" #';
    //$comm = "SET PRIORITY 5";
} else if ($row['credit']=='no limit'){
    if($protocol['moh']=='yes')
        $comm = "SET VARIABLE dialcomm
        \\"$.protocol[protocol].\"/\"$.dst.\"|15|m(\"$.dst.)\" ";
    else
        $comm = "SET VARIABLE dialcomm
        \\"$.protocol[protocol].\"/\"$.dst.\"|15|r\" ";
} else {
    if($protocol['moh']=='yes')
        $comm = "SET VARIABLE dialcomm
        \\"$.protocol[protocol].\"/\"$.dst.\"|15|m(\"$.dst.)S(\"$.row['credit'].)\" ";
    else
        $comm = "SET VARIABLE dialcomm
        \\"$.protocol[protocol].\"/\"$.dst.\"|15|rS(\"$.row['credit'].)\" ";
}
```

ชุดคำสั่งนี้จะรับค่าชื่อผู้โทรมาจาก Asterisk จากนั้นจะทำการตรวจสอบเวลาคงเหลือจากฐานข้อมูลของผู้โทรนั้น โดยค่าที่อ่านได้จะมี 2 แบบ คือ “no limit” กับ “ค่าตัวเลข” หากอ่านได้ค่า “no limit” ระบบจะสร้างชุดคำสั่งการโทรแบบไม่กำหนดเวลาสิ้นสุดแล้วส่งให้ Asterisk ในกรณีนี้ผู้ใช้งานต้องวางสายเพื่อยุติการใช้เอง หากค่าที่อ่านได้เป็นตัวเลข ระบบจะนำตัวเลขนั้นมาประกอบการสร้างชุดคำสั่งเพื่อจำกัดเวลาแล้วส่งชุดคำสั่งการโทรให้ Asterisk เพื่อสร้างการโทรต่อไป ในกรณีนี้เวลาของผู้ใช้งานจะลดลงไปเรื่อยๆ จนกว่าเวลาจะเหลือศูนย์ ระบบก็จะวางสายทันที

- ตัวอย่างชุดคำสั่งการปรับปรุงเวลาคงเหลือ

```
if($row['credit']=='no limit'){  
    $credit = 'no limit';  
}else{  
    $credit = $row['credit']-$msg;  
}  
if ($credit<0)  
    $credit = 0;  
$sql = "UPDATE user SET credit = ".$credit." WHERE user = ".$caller."";  
$objsql = mysql_query($sql);
```

ชุดคำสั่งนี้จะทำงานหลังจากที่ผู้ใช้งานสายสนทนาแล้ว โดยรับค่าเวลาที่ใช้งานไปจาก Asterisk จากนั้นนำมาประมวลผล โดยหากค่าที่รับมาเป็น “no limit” ระบบจะไม่ปรับปรุงเวลาการใช้งาน หากค่าที่ได้รับเป็นตัวเลข ระบบจะทำการปรับปรุงเวลาที่คงเหลือ แล้วเก็บไว้ในฐานข้อมูลของผู้โทรนั้นๆ

3.3 การออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้แบบเว็บ (web interface)

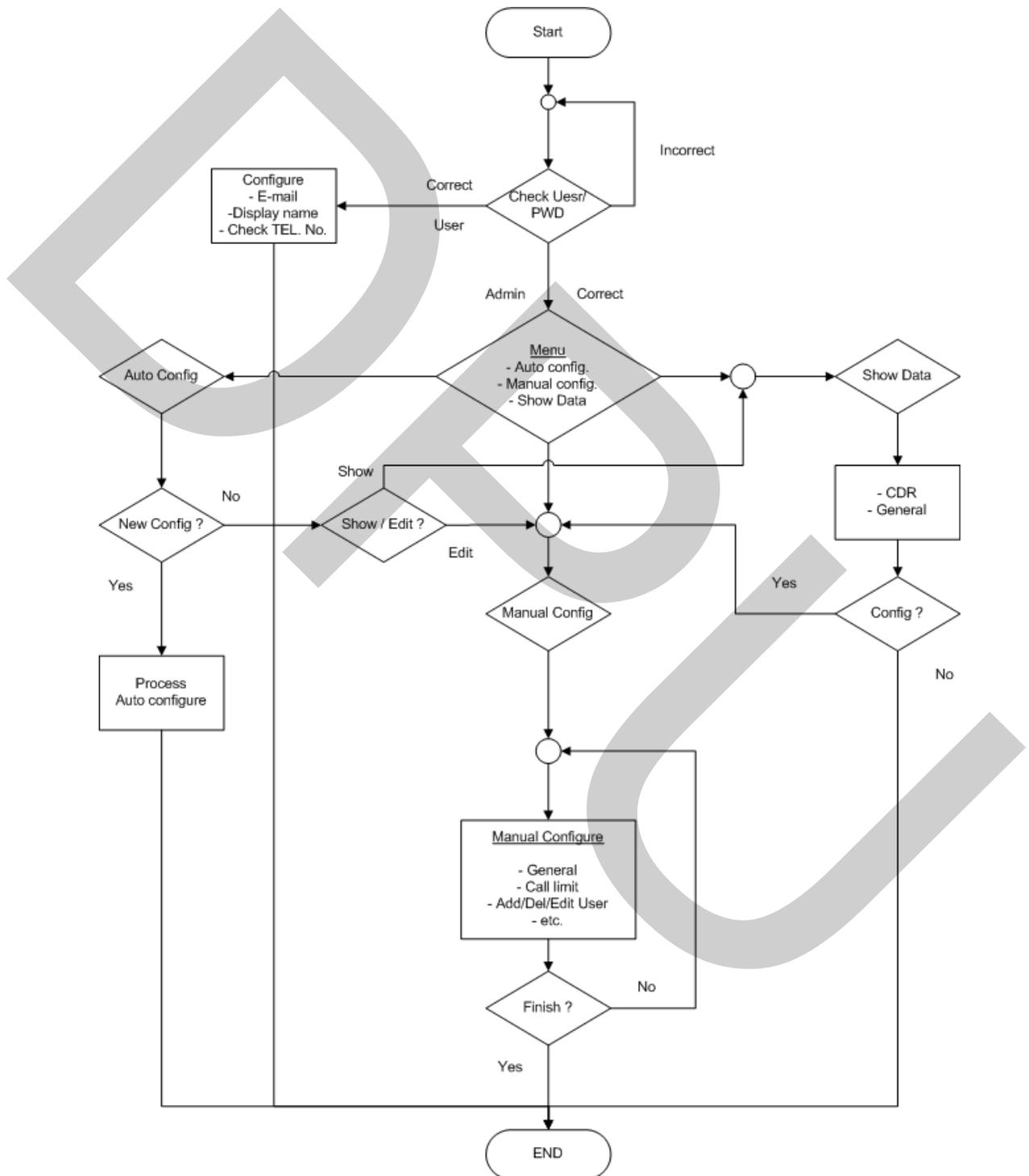
การออกแบบในส่วนนี้จะใช้รูปแบบของ Graphic User Interface เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยให้มีช่องรับข้อความที่เพียงพอและจำเป็นต่อการใช้งาน Asterisk โดยใช้ภาษา HTML, PHP script และ Java script เพื่อช่วยในการประมวลผล สำหรับการออกแบบและพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนผู้ดูแลระบบ และส่วนผู้ใช้ทั่วไป มีรายละเอียดการออกแบบและพัฒนา ดังนี้

3.3.1 การออกแบบและพัฒนาการทำงานระบบสนับสนุนฯ

ในการพัฒนาระบบสนับสนุนฯ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้ดูแลระบบ และ ส่วนของผู้ใช้ทั่วไป ในการทำงานและการไหลของข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 3.7

จากภาพที่ 3.7 เมื่อผู้ใช้งานชื่อเข้าใช้ระบบ ผู้ใช้จะถูกตรวจสอบว่ามีสิทธิ์อยู่ในระดับใด ซึ่งระบบสนับสนุนฯ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ “admin” และ “user” ถ้าหากมีสิทธิ์เป็น admin จะเข้าสู่หน้าจอของผู้ดูแลระบบ ซึ่งสามารถสร้างผู้ใช้ ลบผู้ใช้ กำหนดรูปแบบการโทรได้ เป็นต้น หากมีสิทธิ์เป็น user ก็เข้าสู่หน้าจอของผู้ใช้หมายเลขนั้นๆ ซึ่งสามารถแก้ไขรายละเอียด เช่น ชื่อผู้ใช้

รหัสผ่าน เสียงเพลงรอสาย เป็นต้น ซึ่งเมื่อผู้ดูแลระบบหรือผู้ใช้ทั่วไป กำหนดค่าใช้งานเรียบร้อยแล้ว ระบบจะสั่งให้ Asterisk เริ่มใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ค่าต่างๆ ที่กำหนดใหม่ มีผลใช้ทันที



ภาพที่ 3.7 การออกแบบการทำงานของระบบสนับสุนนฯ

3.3.2 การออกแบบหน้าเว็บเพจสำหรับผู้ใช้งาน

การออกแบบหน้าเว็บเพจสำหรับผู้ใช้งาน เน้นให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย โดยมีป้ายกำกับ และ คำอธิบายต่างๆ เป็นภาษาไทย เพื่อให้เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานระดับเริ่มต้น หากเป็นคำศัพท์เฉพาะจะมีส่วนอธิบายที่เป็นภาษาไทยแสดงขึ้นมา ตัวอย่างของการออกแบบหน้าเว็บเพจดังแสดงในภาพที่ 3.8 , 3.9 และ 3.10 ตามลำดับ

The screenshot shows a web-based configuration interface for Asterisk. The main heading is 'การตั้งค่าใช้งาน Asterisk แบบอัตโนมัติ'. Below this, there are several configuration sections with input fields and radio buttons. The sections include: 'หมายเลขประจำแผนก / ห้อง' (Department/Room number), 'จำนวนผู้ใช้แต่ละแผนก / ห้อง' (Number of users per department/room), 'กำหนดหมายเลขสำหรับโทรออกภายนอก' (Set external outgoing numbers), 'ประเภทโปรโตคอล' (Protocol type: SIP or IAX), 'การเข้ารหัสเสียงที่ต้องการ' (Required audio codecs: g.711(alaw), g.711(ulaw), g.729), 'การรองรับการสนทนาแบบเห็นภาพ' (Video support: Yes/No), 'การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต' (Internet connection: Yes/No), and 'เลือกข้อความต้อนรับสายนอก' (Select external greeting message). A sidebar on the left contains a 'MENU' with options like 'การกำหนดค่าแบบอัตโนมัติ', 'การตั้งค่าแบบอัตโนมัติ', 'เพิ่มผู้ใช้แบบอัตโนมัติ', 'การกำหนดค่าเอง', 'คุณสมบัติเพิ่มเติม', and 'เริ่มใช้ค่าใหม่ทันที'. At the bottom, there are buttons for 'ยกเลิก' (Cancel) and 'เริ่มใช้ระบบทันที' (Start using system immediately).

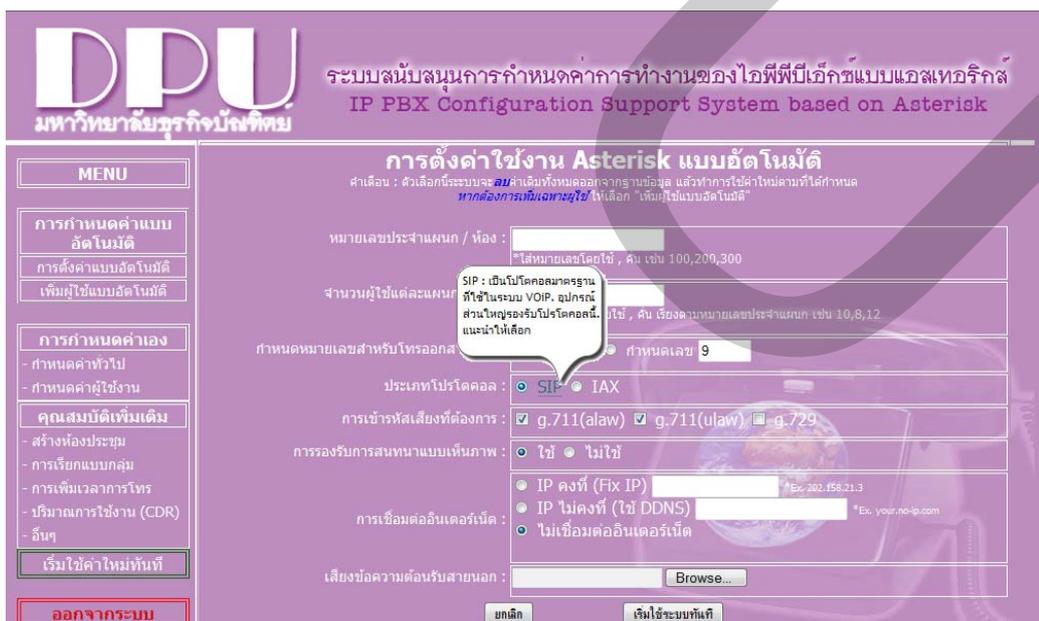
ภาพที่ 3.8 หน้าเว็บเพจการตั้งค่าใช้งาน Asterisk แบบอัตโนมัติ

จากภาพที่ 3.8 เป็นตัวอย่างของหน้าการตั้งค่าใช้งาน Asterisk แบบอัตโนมัติ โดยมีตัวเลือกการทำรายการทางด้านซ้ายและใส่ข้อมูลทางด้านขวา โดยมีป้ายกำกับช่องรับข้อความเป็นภาษาไทย เมื่อผู้ใช้ใส่ข้อมูลตามที่ต้องการต่างๆ แล้ว ผู้ใช้ต้องกดปุ่ม “เริ่มใช้ระบบทันที” ระบบสนับสนุนฯ จะทำการประมวลผลตามค่าที่ได้รับและเริ่มการทำงานของ Asterisk ใหม่ แล้วจึงแสดงผลการทำงานให้ผู้ใช้งานทราบดังภาพที่ 3.9 ซึ่งแสดงข้อความให้ผู้ใช้งานทราบว่าระบบ IP-PBX พร้อมทั้งจะทำงานตามค่าที่ได้กำหนดแล้ว



ภาพที่ 3.9 การแสดงข้อความเมื่อกำหนดค่าการทำงานเรียบร้อยแล้ว

ในกรณีที่เป็นการตั้งค่าเฉพาะหรือเป็นตัวย่อจะคงค่าเดิมไว้ แต่จะมีคำอธิบายแสดงขึ้นมาเมื่อนำเมาส์ไปวางไว้เหนือคำหรือข้อความนั้น ดังแสดงในภาพที่ 3.10 โดยในภาพเป็นการแสดงข้อความอธิบายเมื่อนำเมาส์ไปวางเหนือ SIP



ภาพที่ 3.10 การแสดงข้อความอธิบายคำหรือข้อความเฉพาะ

3.4 การออกแบบฐานข้อมูล

จากการที่ต้องมีการบันทึกค่าต่างๆ ของการใช้งาน เช่น ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน เวลาคงเหลือ เป็นต้น เพื่อให้ง่ายต่อการจัดเก็บและนำมาใช้งาน จึงจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล ซึ่งใช้ MySQL มาเป็น Database server โดยข้อมูลที่มีการจัดเก็บ มีดังนี้

3.4.1 การออกแบบตารางผู้ใช้งาน

การออกแบบตารางผู้ใช้งาน เป็นตารางที่อธิบายเกี่ยวกับผู้ใช้ระบบสนับสนุนฯ ซึ่งประกอบไปด้วย หมายเลขโทรศัพท์ ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน สิทธิใช้งาน เวลาคงเหลือ เป็นต้น โดยใช้ชื่อตารางว่า user ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางผู้ใช้

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
extensions	varchar(10)	NOT NULL	หมายเลขโทรศัพท์
User	varchar(20)	NOT NULL	ชื่อผู้ใช้
Pass	varchar(20)	NOT NULL	รหัสผ่าน
Displayname	varchar(20)	NOT NULL	ชื่อแสดงหน้าจอ
Protocol	varchar(5)	NOT NULL	โปรโตคอล
Credit	varchar(10)	NOT NULL default 'no limit'	เวลาคงเหลือ
Authu	varchar(10)	NOT NULL default 'user'	สิทธิใช้งาน
voicemail	varchar(4)	NOT NULL default 'no'	การใช้ระบบฝากข้อความ
Email	varchar(100)	NOT NULL	อีเมล
Call_local	varchar(5)	NOT NULL default 'yes'	สิทธิโทรท้องถิ่น
Call_distance	varchar(5)	NOT NULL default 'yes'	สิทธิโทรทางไกล
Call_mobile	varchar(5)	NOT NULL default 'yes'	สิทธิโทรศัพท์เคลื่อนที่
Moh	varchar(5)	NULL default 'no'	การใช้งานเพลงรอสาย
Country	varchar(5)	NULL default 'no'	สิทธิโทรต่างประเทศ
Passw_vm	varchar(10)	NOT NULL	รหัสผ่านเข้าฟังข้อความ
Fwdcall	varchar(5)	NULL default 'no'	การใช้ call forward
Fwdexten	varchar(7)	NOT NULL	หมายเลขสำหรับ forward

3.4.2 การออกแบบตารางการกำหนดค่าทั่วไปที่ใช้กับระบบ

ตารางการกำหนดค่าทั่วไปที่ใช้กับระบบ เป็นตารางที่อธิบายเกี่ยวกับ การกำหนดค่าใช้งานต่างๆ เช่น การเข้ารหัสเสียงที่ใช้ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การเพิ่มเวลาคงเหลืออัตโนมัติ เป็นต้น ใช้ชื่อตารางว่า general ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตารางค่าทั่วไป

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
alaw	varchar(5)	NOT NULL	เข้ารหัสแบบ alaw
ulaw	varchar(5)	NOT NULL	เข้ารหัสแบบ ulaw
G729	varchar(5)	NOT NULL	เข้ารหัสแบบ G.729
Gsm	varchar(5)	NOT NULL	เข้ารหัสแบบ GSM
G726	varchar(5)	NOT NULL	เข้ารหัสแบบ G.726
G722	varchar(5)	NOT NULL	เข้ารหัสแบบ G.722
video	varchar(5)	NOT NULL	การใช้งานแบบเห็นภาพ
Nat	varchar(5)	NOT NULL default 'yes'	การทำ NAT
Pstn	varchar(5)	NOT NULL	การใช้งานตัดสายโทรออก
Pstn_no	varchar(2)	NOT NULL	หมายเลขสำหรับตัดสาย
Fix_ip	varchar(100)	NOT NULL	การเชื่อมต่อแบบ IP คงที่
Nonfix_ip	varchar(100)	NOT NULL	การเชื่อมต่อแบบ IP ไม่คงที่
Internet	varchar(10)	NOT NULL	การใช้งานเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
Subnet	varchar(30)	NOT NULL default '192.168.1.0/255.255.255.0'	หมายเลขประจำเครือข่าย
autocredit	varchar(5)	NOT NULL default '30000'	การเพิ่มเวลาคงเหลือ

3.4.3 การออกแบบตารางห้องประชุม

ตารางห้องประชุม อธิบายเกี่ยวกับการกำหนดค่าการใช้งานห้องประชุม ซึ่งประกอบไปด้วย หมายเลขโทรเข้าห้องประชุม หมายเลขห้องประชุม รหัสผ่านเข้าห้องประชุม และคำอธิบายห้องประชุม ในชื่อตารางว่า conference ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตารางห้องประชุม

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
exten	int(5)	NOT NULL	หมายเลขโทรเข้าห้องประชุม
room_no	varchar(5)	NOT NULL	หมายเลขห้องประชุม
pass	varchar(5)	NOT NULL	รหัสผ่านเข้าห้องประชุม
descript	varchar(30)	NOT NULL	คำอธิบายห้องประชุม

3.4.4 การออกแบบตารางค่ากำหนดอื่น

ตารางค่ากำหนดอื่น เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดของการเก็บข้อมูลอื่นๆ เช่น หมายเลขสำหรับโทรเข้าฟังข้อความเสียง หมายเลขสำหรับตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น จากผู้ใช้ ซึ่งประกอบไปด้วย หมายเลขโทรเข้า คำอธิบาย ชื่อกลุ่ม และ สมาชิกในกลุ่ม ใช้ชื่อตารางว่า other ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ตารางค่ากำหนดอื่น

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
Exten	Varchar(5)	NOT NULL	หมายเลขโทรเข้า
Descript	varchar(100)	NOT NULL	คำอธิบาย
Grpname	varchar(100)	NOT NULL	ชื่อกลุ่ม
Member	varchar(200)	NOT NULL	สมาชิกในกลุ่ม

3.4.5 การออกแบบตารางรายละเอียดการใช้งาน

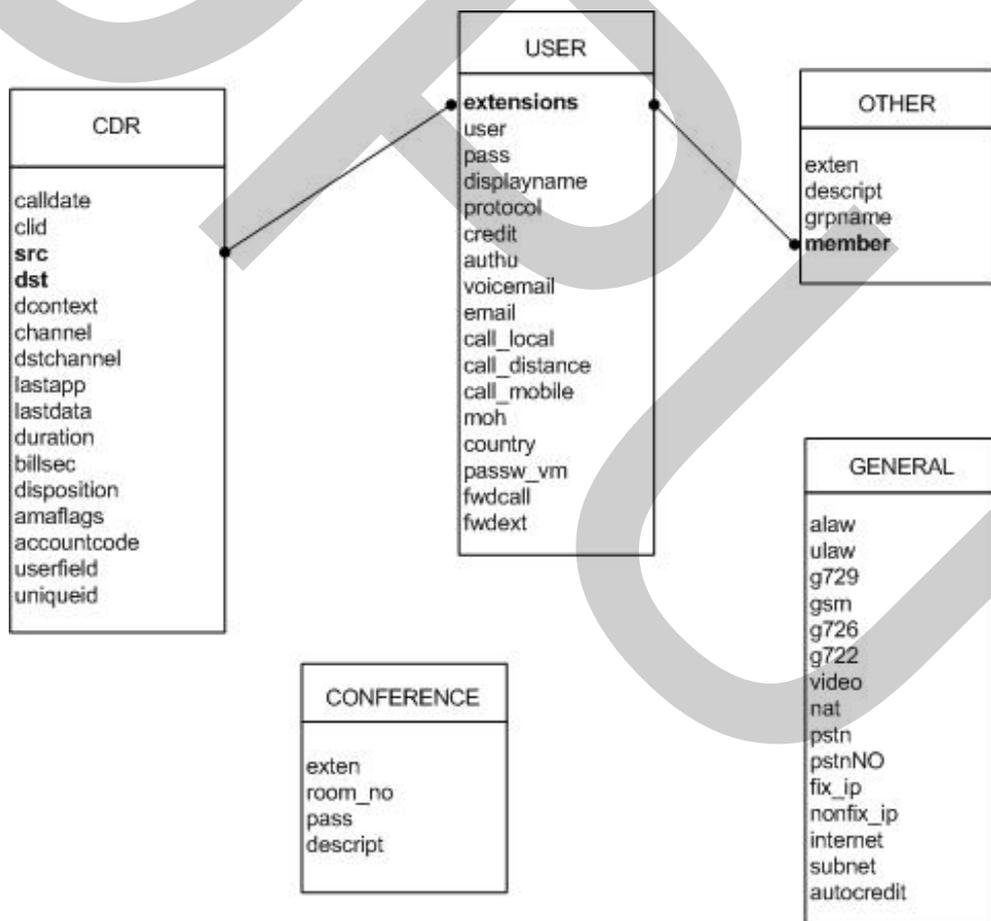
ตารางรายละเอียดการใช้งาน เป็นตารางที่อธิบายรายละเอียดการใช้งานระบบ IP-PBX ของ Asterisk โดยจะบันทึกการใช้งานระบบ เช่น หมายเลขต้นทาง หมายเลขปลายทาง เวลาที่ใช้ทั้งหมด เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วย วันและเวลาที่ใช้งาน ช่องที่ใช้ หมายเลขต้นทาง หมายเลขปลายทาง ระยะเวลาในการโทร เป็นต้น โดยใช้ชื่อตารางว่า CDR ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตารางรายละเอียดการใช้งาน

ชื่อคอลัมน์	ชนิดข้อมูล	ค่าจำเพาะ	คำอธิบาย
Calldate	Datetime	NOT NULL	วันและเวลาที่ใช้งาน
Clid	varchar(80)	NOT NULL	ชื่อที่แสดงหน้าจอ
Src	varchar(80)	NOT NULL	หมายเลขต้นทาง
Dst	varchar(80)	NOT NULL	หมายเลขปลายทาง
Dcontext	varchar(80)	NOT NULL	Context ที่ใช้
Channel	varchar(80)	NOT NULL	ช่องสื่อสารที่ใช้
Dstchannel	varchar(80)	NOT NULL	ช่องสื่อสารที่เหมาะสม
Lastapp	varchar(80)	NOT NULL	คำสั่งสุดท้ายที่ใช้
Lastdata	varchar(80)	NOT NULL	ข้อมูลสุดท้ายที่ใช้
Duration	int(11)	NOT NULL default '0'	ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด
Billsec	int(11)	NOT NULL default '0'	ระยะเวลาที่สร้างช่องสื่อสาร
Disposition	varchar(45)	NOT NULL	การตอบสนองต่อสาย
Amaflags	int(11)	NOT NULL default '0'	การเรียกเก็บค่าบริการ
Accountcode	varchar(200)	NOT NULL	การเรียกเก็บค่าบริการ
Userfield	varchar(255)	NOT NULL	สำรองสำหรับผู้ใช้
Uniqueid	varchar(32)	NOT NULL	ตัวระบุให้ไม่ซ้ำ Channel

3.4.6 การออกแบบความสัมพันธ์ระหว่างตาราง (E-R model)

การออกแบบตารางข้อมูลหลายๆ ตารางนั้น จะต้องทำให้ตารางราวกับว่าเป็นตารางเดียวกันโดยการใช้ฟิลด์ใดฟิลด์หนึ่งเป็นตัวเชื่อม ซึ่งฟิลด์นี้จะต้องอยู่ทั้งสองตาราง โดยทำการกำหนดให้ตารางหนึ่งเป็น ตารางหลัก (Primary Table) และฟิลด์ที่กำหนดเป็นตัวเชื่อมนั้นจะเป็น “Primary Key” และตารางอีกตารางเป็น ตารางสัมพันธ์ (Related table) โดยฟิลด์ที่เป็นตัวเชื่อมในตารางนี้เรียกว่า “Foreign Key” เมื่อตารางเชื่อมกันโดย Primary Key และ Foreign Key แล้วอาจเป็นไปได้ว่า Primary Key 1 ตัว จะสอดคล้องกับ Foreign Key เรกคอร์ดเดียว หรือหลายเรกคอร์ด ซึ่งการสร้าง Primary Key และ Foreign Key ไม่จำเป็นต้องใช้ชื่อเหมือนกัน แต่ค่าที่อยู่ใน Foreign Key จะต้องเป็นข้อมูลที่สอดคล้องกับข้อมูลที่อยู่ใน Primary Key นั้นๆ กล่าวคือชนิดของข้อมูลก็ต้องเป็นชนิดเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง

จากภาพที่ 3.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตารางดังนี้

- ตาราง OTHER สัมพันธ์กับตาราง USER โดยฟิลด์ member จัดเก็บหมายเลข Extensions ของผู้ใช้แต่ละคน สำหรับการทำการเรียกเข้าแบบกลุ่ม
- ตาราง CDR สัมพันธ์กับตาราง USER โดยฟิลด์ src กับ dst จัดเก็บหมายเลข Extensions ของผู้ใช้ สำหรับการแสดงข้อมูลการโทร

สำหรับตาราง GENERAL และตาราง CONFERENCE ไม่มีความสัมพันธ์กับตารางใดเลย เนื่องจากข้อมูลที่จัดเก็บเป็นข้อมูลที่ใช้เฉพาะกรณี คือ สร้างห้องประชุม และสร้างค่าทั่วไปในการใช้งาน

3.5 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบสนับสนุนนั้นต้องอาศัยอุปกรณ์ทั้งทางด้าน Hardware และ Software โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.5.1 รายละเอียดอุปกรณ์ทางด้าน Hardware

3.5.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองเป็นเครื่อง server จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- CPU : 1.8 GHz
- RAM : 348 MB
- Harddisk : 40 GB

3.5.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเขียนชุดคำสั่งจำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- CPU : 2.2 GHz
- RAM : 2 GB
- Harddisk : 200 GB

3.5.2 รายละเอียดอุปกรณ์ด้าน Software

- Linux Ubuntu 8.04 server
- Asterisk 1.4.24
- Apache 2.0
- MySQL 5.0
- PHP 5

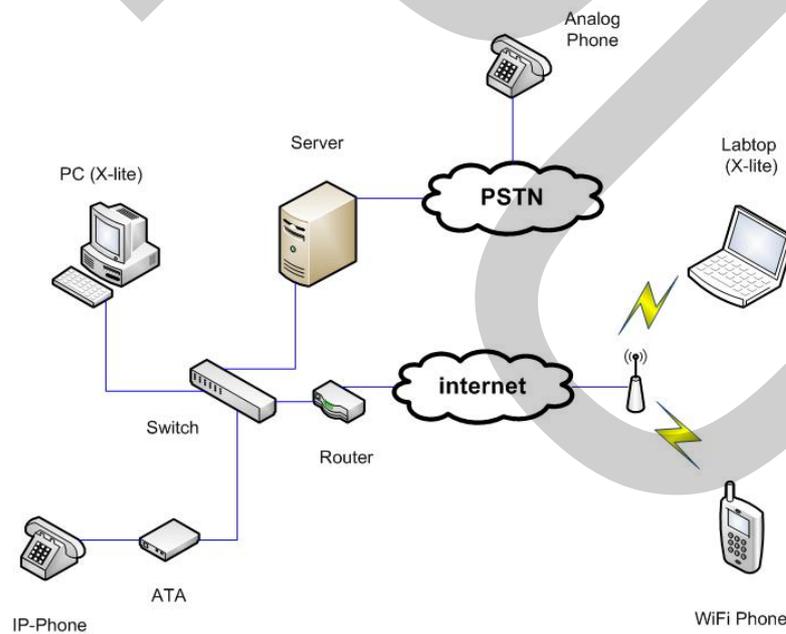
บทที่ 4

ผลการพัฒนาโปรแกรมและการทดสอบระบบ

เนื้อหาในบทที่ 4 กล่าวถึง เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผลการพัฒนาโปรแกรม การทดสอบระบบ โดยได้จัดการวางแผนการทดสอบระบบสนับสนุนฯ ขึ้น เพื่อช่วยประเมินและปรับปรุงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการทดสอบจากหน่วยย่อยไปสู่การทดสอบภาพรวมของระบบ (Bottom-up) การทดสอบจะใช้แบบยกตัวอย่างสมมุติในแต่ละหน่วยย่อยของระบบสนับสนุนฯ แล้วทดสอบซ้ำจำนวน 2 ครั้ง โดยมีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบระบบ

การทดสอบการทำงานของระบบสนับสนุนฯ จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือทั้งด้าน Hardware และ Software โดยมีรายละเอียดของผังระบบอุปกรณ์ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ภาพรวมของระบบที่ใช้ทดสอบ

จากภาพที่ 4.1 มีรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบในด้าน Hardware และ Software ดังนี้

4.1.1 อุปกรณ์ด้าน Hardware มีรายละเอียดดังนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำเป็นเครื่อง server จำนวน 1 เครื่อง
- เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อจำลอง softphone จำนวน 2 เครื่อง
- โทรศัพท์แบบอนาล็อกจำนวน 2 เครื่อง
- โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มี WiFi จำนวน 1 เครื่อง
- อุปกรณ์แปลงสัญญาณจากดิจิทัลเป็นอนาล็อก (ATA) จำนวน 1 เครื่อง
- การ์ดประเภท FXO ขนาด 1 port จำนวน 1 การ์ด

4.1.2 อุปกรณ์ด้าน Software มีรายละเอียดดังนี้

- Linux Ubuntu 8.04 server ใช้สำหรับระบบปฏิบัติการ
- Asterisk 1.4.24 ใช้สำหรับสร้าง IP-PBX
- Apache 2 ใช้สำหรับสร้าง web server
- MySQL 5 ใช้สำหรับสร้างฐานข้อมูล
- PHP 5 ใช้สำหรับเป็นตัวแปลภาษา
- phpMyAdmin 2.11 ใช้สำหรับเป็นตัวจัดการฐานข้อมูล
- Postfix ใช้สำหรับสร้าง mail server
- X-lite ใช้สำหรับเป็น SIP softphone
- Zoiper ใช้สำหรับเป็น IAX softphone

4.2 การทดสอบระบบสนับสนุนฯ ด้านผู้ดูแลระบบ

ในการทดสอบระบบสนับสนุนฯ นั้น จะเป็นการทดสอบแบบหน่วยย่อย โดยกำหนดค่าสมมุติขึ้นมา แล้วใส่ข้อมูลในระบบสนับสนุนฯ แล้วจึงทดลองใช้งาน โดยมีรายละเอียดในการทดสอบแต่ละหน่วยดังนี้

4.2.1 การทดสอบส่วนการตั้งค่าใช้งานอัตโนมัติ

การทดสอบในส่วนการตั้งค่าอัตโนมัติ นั้น จะทำการสมมุติค่าที่ใช้ในการทดสอบขึ้นมา แล้วใส่ข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาให้กับระบบสนับสนุนฯ จากนั้นทดสอบการทำงานต่าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

สถานการณ์สมมุติ บริษัท AAA เป็นบริษัทขนาดเล็ก มีพนักงานรวม 21 คน โดยแบ่งเป็น 4 ฝ่าย ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลสมมุติของบริษัท AAA

ฝ่าย	จำนวนคน	หมายเลขนำ
ประธาน	1	100
การตลาด	7	200
คลังสินค้า	3	300
ธุรการ	5	400
เทคนิค	5	500

จากตารางที่ 4.1 เมื่อทราบความต้องการแล้วจึงนำมาสร้างระบบโดยใส่ค่าตามภาพที่ 4.2

การตั้งค่าใช้งาน Asterisk แบบอัตโนมัติ
 คำเตือน : ตัวเลือกระบบจะ **ลบ** ค่าเดิมทั้งหมดออกจากฐานข้อมูล แล้วทำการใส่ค่าใหม่ตามที่ได้กำหนด
หากต้องการเพิ่มเฉพาะผู้ใช้ ให้เลือก "เพิ่มผู้ใช้แบบอัตโนมัติ"

หมายเลขประจำแผนก / ห้อง :
*ใส่หมายเลขโดยใช้ , คั่น เช่น 100,200,300

จำนวนผู้ใช้แต่ละแผนก / ห้อง :
*ใส่จำนวนผู้ใช้ โดยใช้ , คั่น เรียงตามหมายเลขประจำแผนก เช่น 10,8,12

กำหนดหมายเลขสำหรับโทรออกสายนอก : ไม่กำหนด กำหนดเลข

ประเภทโปรโตคอล : SIP IAX

การเข้ารหัสเสียงที่ต้องการ : g.711(alaw) g.711(ulaw) g.729

การรองรับการสนทนาแบบเห็นภาพ : ใช่ ไม่ใช่

การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต : IP คงที่ (Fix IP) *Ex: 202.158.21.3
 IP ไม่คงที่ (ใช้ DDNS) *Ex: your.no-ip.com
 ไม่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

เสียงข้อความต้อนรับสายนอก :

ภาพที่ 4.2 การกำหนดค่าใช้งานแบบอัตโนมัติจากข้อมูลที่กำหนด

จากภาพที่ 4.2 เมื่อได้ข้อมูลจากตารางที่ 4.1 แล้วนำข้อมูลในส่วนของหมายเลขที่ต้องการมาใส่ในช่องรับข้อความตามภาพ โดยใส่ข้อมูลตามรูปแบบที่โปรแกรมกำหนด จากนั้นใส่ข้อมูลส่วนจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละฝ่ายตามภาพ โดยเรียงข้อมูลตามที่กำหนด และเพิ่มเติมโดย

กำหนดใช้โปรโตคอล SIP ในการสื่อสาร กำหนดไม่ใช้หมายเลขตัดสำหรับโทรออก ไม่กำหนดการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และกำหนดใช้งานเข้ารหัสเสียงแบบ alaw และ ulaw จากนั้นกดปุ่ม “เริ่มใช้ระบบทันที” แล้วทดสอบการทำงานของระบบ โดยผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.2

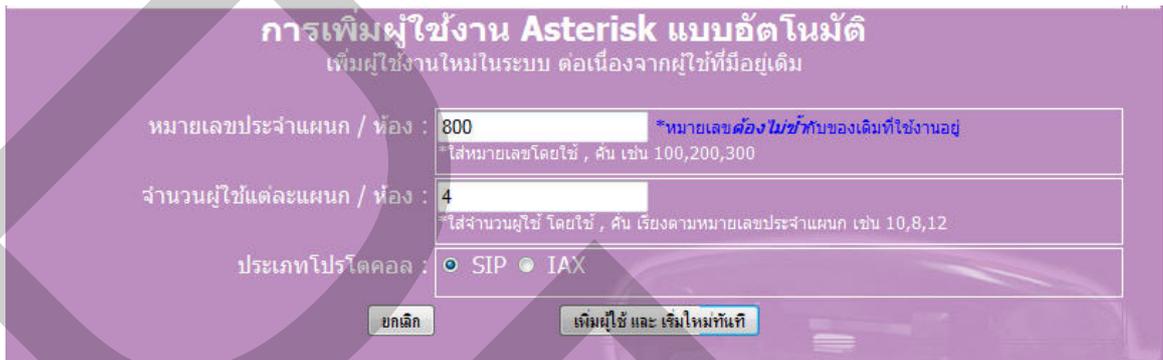
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบส่วนการตั้งค่าใช้งานแบบอัตโนมัติ

ข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน	
	ถูก	ผิด
1. มีหมายเลขครบตามกำหนด 21 หมายเลข	✓	
2. มีหมายเลขแยกตามฝ่ายที่กำหนด	✓	
3. สามารถโทรหากันได้ทุกเบอร์	✓	
4. สามารถโทรออกสายนอกได้	✓	
5. สายนอกสามารถติดต่อกับสายในได้ทุกสาย	✓	

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.2 พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตรวจสอบจำนวนหมายเลขใช้งานพบว่า มีจำนวน 21 คนตามกำหนด โดยตรวจสอบทั้งจากฐานข้อมูลที่จัดเก็บไว้ และจำนวนผู้ใช้ในไฟล์ sip.conf เมื่อตรวจสอบหมายเลขผู้ใช้พบว่า มีการเรียงเลขตามหมายเลขนำ เช่น ฝ่ายธุรการ มี 5 หมายเลข คือ 400, 401, 402, 403, 404 จากนั้นทดลองเชื่อมต่อเข้าระบบโดยใช้ softphone พบว่าสามารถลงชื่อเข้าใช้ได้ และสามารถโทรออกและรับสายหมายเลขภายในได้ถูกต้อง ส่วนการทดสอบโทรออกสายนอก ทดสอบโดยการกดหมายเลขภายนอก พบว่าสามารถเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง และเมื่อสายนอกติดต่อเข้ามา ก็สามารถกดหมายเลขภายในที่ต้องการ และสามารถสื่อสารได้อย่างถูกต้องทุกหมายเลข

4.2.2 การทดสอบส่วนการเพิ่มผู้ใช้แบบอัตโนมัติ

การทดสอบการเพิ่มผู้ใช้แบบอัตโนมัติ จะทดสอบโดยการสมมุติค่าที่ใช้ทดสอบขึ้นมา โดยกำหนดให้มีฝ่ายใหม่ขึ้นมา มีพนักงานจำนวน 4 คน มีหมายเลขนำคือ 800 จากข้อมูลที่กำหนดสามารถนำมาใส่ในช่องรับข้อความดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 การเพิ่มผู้ใช้แบบอัตโนมัติต่อเนื่องจากผู้ใช้เดิม

จากภาพที่ 4.3 นำข้อมูลหมายเลขนำคือ “800” และ จำนวนผู้ใช้ คือ “4” มาใส่ในช่องรับข้อความที่เตรียมไว้ดังแสดงในภาพ ตามรูปแบบที่โปรแกรมกำหนด จากนั้นกำหนดประเภทโปรโตคอลสำหรับผู้ใช้เป็น SIP แล้วกดปุ่ม “เพิ่มผู้ใช้และเริ่มใหม่ทันที” เพื่อทดสอบว่าระบบทำงานได้ถูกต้องตามค่าที่กำหนดให้หรือไม่ ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการเพิ่มผู้ใช้ต่อเนื่องแบบอัตโนมัติ

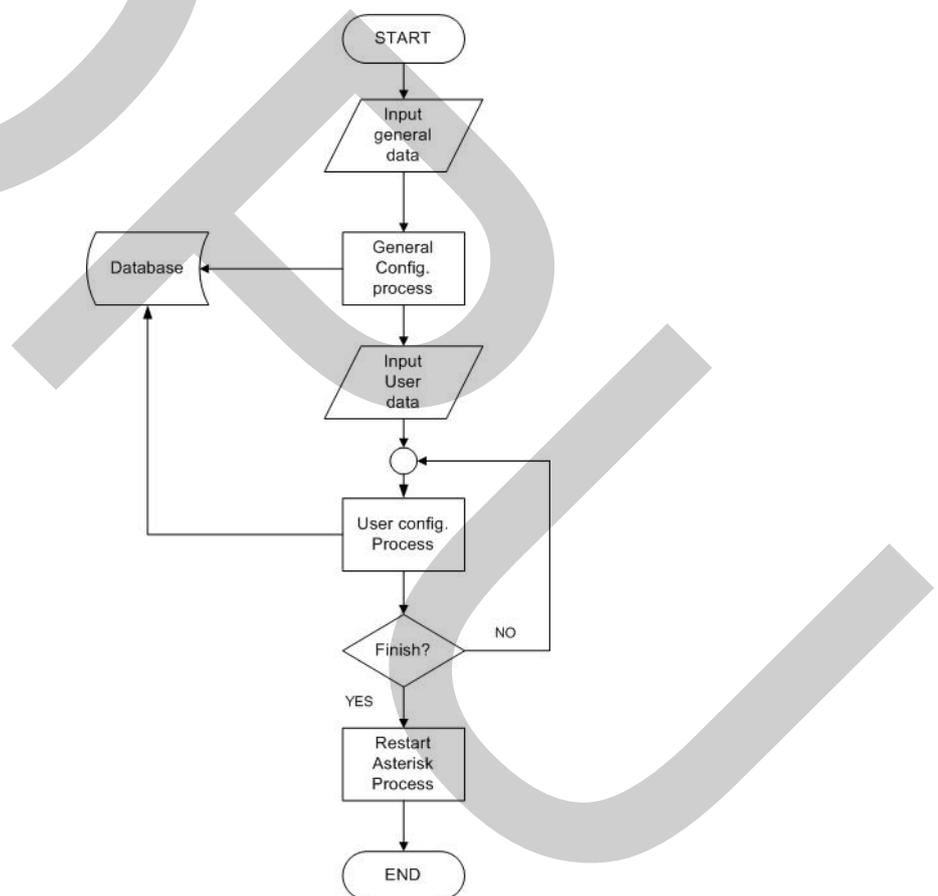
ข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน	
	ถูก	ผิด
1. มีผู้ใช้เพิ่มจากเดิมครบตามกำหนด 4 คน	✓	
2. มีหมายเลขแยกตามฝ่ายที่กำหนด	✓	
3. สามารถโทรหากันได้ทุกเบอร์	✓	
4. สามารถโทรออกสายนอกได้	✓	
5. สายนอกสามารถติดต่อกับสายในได้ทุกสาย	✓	

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบอธิบายได้ว่า มีหมายเลขเพิ่มขึ้นจำนวน 4 หมายเลข คือ หมายเลข 800,801,802 และ 803 โดยเป็นไปตามหมายเลขนำที่กำหนด คือ 800 เมื่อทดสอบการลง

ชื่อเข้าใช้งานจาก softphone พบว่าสามารถลงชื่อเข้าใช้ได้ สามารถโทรออกและรับสายภายในได้ สามารถโทรออกไปยังสายนอกได้ และสายนอกสามารถโทรเข้ามาติดต่อกับสายในที่เพิ่มใหม่ได้ ทุกสาย

4.2.3 การทดสอบส่วนการกำหนดค่าใช้งานแบบกำหนดเอง

การทดสอบการกำหนดค่าเองในส่วนนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนกำหนดค่าทั่วไป และส่วนกำหนดผู้ใช้ โดยต้องทดสอบทั้ง 2 ส่วนพร้อมกัน ระบบจึงสามารถทำงานได้ โดยมีผังระบบงานในส่วนกำหนดค่าเองดังภาพที่ 4.4

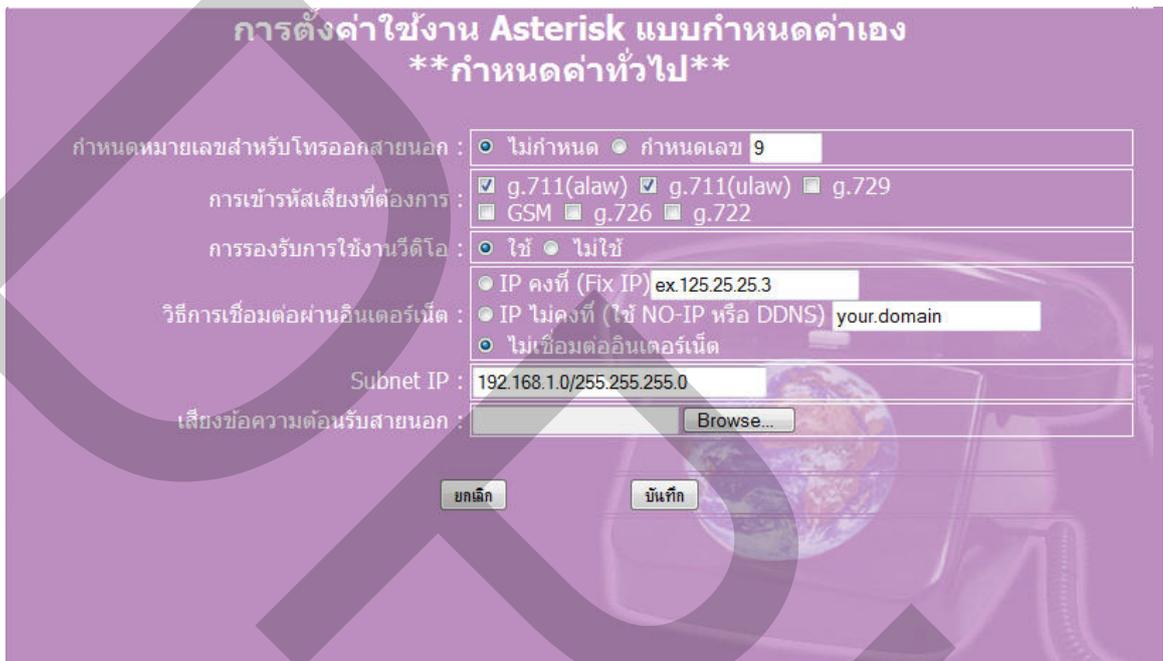


ภาพที่ 4.4 ผังระบบงานของการกำหนดค่าใช้งานเอง

จากภาพที่ 4.4 ผู้ใช้ต้องกำหนดค่าใช้งานในส่วน กำหนดค่าทั่วไปก่อนจากนั้นจึงมา กำหนดค่าของผู้ใช้ โดยเพิ่มผู้ใช้ทีละคนจนครบตามจำนวนที่ต้องการ แล้วจึงสั่งให้ Asterisk เริ่มระบบใหม่เพื่อให้ระบบทำงานได้ตามค่าที่กำหนด รายละเอียดการทดสอบแต่ละส่วนแยกดังนี้

4.2.3.1 การทดสอบส่วนการกำหนดค่าใช้งานทั่วไป

การทดสอบส่วนกำหนดค่าทั่วไป จะสมมุติค่าที่ใช้ทดสอบ จากนั้นนำข้อมูลไปใส่ในช่องรับค่าตามที่โปรแกรมกำหนด รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.5



The screenshot shows the Asterisk configuration interface for general settings. The title is "การตั้งค่าใช้งาน Asterisk แบบกำหนดค่าเอง" (Asterisk configuration in custom mode) with the subtitle "**กำหนดค่าทั่วไป**" (General configuration). The interface is in Thai and contains several configuration fields:

- กำหนดหมายเลขสำหรับโทรออกสายนอก: ไม่กำหนด กำหนดเลข 9
- การเข้ารหัสเสียงที่ต้องการ: g.711(alaw) g.711(ulaw) g.729 GSM g.726 g.722
- การรองรับการใช้งานวีดีโอ: ใช่ ไม่ใช่
- วิธีการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต: IP คงที่ (Fix IP) ex.125.25.25.3 IP ไม่คงที่ (ใช้ NO-IP หรือ DDNS) your.domain ไม่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
- Subnet IP: 192.168.1.0/255.255.255.0
- เสียงข้อความต้อนรับสายนอก: [Browse...]

At the bottom, there are two buttons: "ยกเลิก" (Cancel) and "บันทึก" (Save).

ภาพที่ 4.5 การกำหนดค่าใช้งานทั่วไปแบบกำหนดค่าเอง

จากภาพที่ 4.5 เป็นการกำหนดค่าใช้งานทั่วไปของ Asterisk ซึ่งจากข้อมูลสมมุติ กำหนดให้ใช้งานแบบไม่กำหนดการตัดหมายเลขสำหรับโทรออกสายนอก ใช้การเข้ารหัสเสียงแบบ alaw และ ulaw สามารถสื่อสารแบบเห็นภาพได้ (video call) ไม่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และ กำหนดเลข Subnet IP เป็น 192.168.1.0/255.255.255.0 จากนั้นทำการบันทึกไว้

4.2.3.2 การทดสอบส่วนการกำหนดค่าผู้ใช้งาน

การทดสอบส่วนกำหนดค่าผู้ใช้งาน จะทำหลังจากการกำหนดค่าใช้งานทั่วไป โดยการสมมุติค่า จากนั้นนำข้อมูลไปใส่ใน โปรแกรมตามช่องรับค่าตามที่โปรแกรมกำหนด รายละเอียดของผู้ใช้สมมุติดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบส่วนการตั้งค่าใช้งานแบบกำหนดค่าเอง

ข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน	
	ถูก	ผิด
1. มีผู้ใช้ครบจำนวน 3 คน	✓	
2. มีหมายเลขแยกตามที่กำหนด	✓	
3. สามารถโทรหากันได้ทุกเบอร์	✓	
4. สามารถโทรออกสายนอกได้	✓	
5. สายนอกสามารถติดต่อกับสายในได้ทุกสาย	✓	

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.5 เมื่อเริ่มการทำงานของ Asterisk ใหม่ แล้วให้ลงชื่อเข้าใช้งานจาก softphone ซึ่งใช้โปรแกรม softphone จำนวน 2 โปรแกรม คือ X-lite สำหรับการใช้โปรโตคอล SIP และ Zoiper สำหรับการใช้โปรโตคอล IAX พบว่าสามารถลงชื่อเข้าใช้ได้ โดยพบหมายเลข SIP คือ 220, 650 และ หมายเลข IAX คือ 340 สามารถโทรและรับสายภายในได้ทุกเครื่อง สามารถโทรออกไปสายนอกได้ทุกเครื่อง และสามารถรับการติดต่อจากสายนอกได้ทุกเครื่อง

4.2.4 การทดสอบส่วนการสร้างห้องประชุม (Conference room)

การทดสอบส่วนการสร้างห้องประชุม ใช้การทดสอบโดยการสมมุติค่า จากนั้นนำข้อมูลสมมุติไปใส่ในโปรแกรม โดยรายละเอียดข้อมูลสมมุติดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลสมมุติสำหรับทดสอบการสร้างห้องประชุม

หมายเลขโทรเข้าห้องประชุม	รหัสผ่าน	คำอธิบาย
6000	ไม่กำหนด	การตลาด
7000	12345	ฝ่ายบริหาร

จากตารางที่ 4.6 ข้อมูลกำหนดให้สร้างห้องประชุม 2 ห้อง คือ หมายเลข 6000, ไม่กำหนดรหัสผ่าน และ หมายเลข 7000 กำหนดรหัสผ่านสำหรับเข้าประชุมเป็น 12345 จากนั้นนำข้อมูลไปสร้างห้องประชุม โดยใส่ค่าตามที่โปรแกรมกำหนดที่ห้อง ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่



ภาพที่ 4.7 การใส่ข้อมูลเพื่อสร้างห้องประชุม

จากภาพที่ 4.7 จะเห็นถึงการสร้างห้องประชุมหมายเลข 6000 แล้วตามค่าที่กำหนด และสร้างห้องประชุมหมายเลข 7000 โดยใส่ข้อมูลตามที่โปรแกรมกำหนดแล้วกดปุ่ม “สร้างห้องประชุม” เพื่อสร้างห้องประชุมหมายเลข 7000

เมื่อสร้างห้องประชุมครบตามข้อมูลที่กำหนดแล้ว จึงให้ระบบเริ่มทำงานอีกครั้งเพื่อทดสอบการทำงานของระบบ โดยผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการสร้างห้องประชุม

ข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน	
	ถูก	ผิด
1. สร้างห้องประชุมครบ 2 ห้อง	✓	
2. สามารถโทรเข้าหมายเลขห้องประชุมตามที่กำหนด	✓	
3. รหัสผ่านที่กำหนดทำงานได้ถูกต้อง	✓	
4. สามารถคุยพร้อมกันได้	✓	
5. สายนอกสามารถร่วมประชุมได้	✓	

จากตารางที่ 4.7 ทำการทดสอบโดยใช้ softphone จำนวน 1 เครื่อง IP-Phone จำนวน 1 เครื่อง และ โทรศัพท์สายนอกผ่านเครือข่ายของบริษัทที่โอที พบว่าสามารถติดต่อสื่อสารได้พร้อมกันทั้ง 3 สาย โดยครั้งที่ 1 เข้าประชุมที่หมายเลข 6000 เมื่อระบบทำงานก็สามารถสื่อสารกันได้เลย ครั้งที่ 2 เข้าประชุมที่หมายเลข 7000 เมื่อระบบทำงานจะมีการสอบถามรหัสผ่าน โดยต้องกดรหัสผ่านตามที่กำหนดก็จะสามารถเข้าประชุมได้

4.2.5 การทดสอบส่วนการเรียกเข้าแบบกลุ่มและการรับสายแทนกัน (Group call & Group Pick up)

การทดสอบการเรียกเข้าและการรับสายแบบกลุ่ม ทดสอบโดยการกำหนดหมายเลขสำหรับโทรเข้าแล้วกำหนดหมายเลขโทรของผู้ใช้ที่ต้องการเป็นสมาชิกในกลุ่ม ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 4.8

กำหนดค่าการเรียกเข้าแบบกลุ่ม (Group call)

เมื่อมีการเรียกเข้ามายังหมายเลขกลุ่มที่กำหนด หมายเลขที่เป็นสมาชิกในกลุ่มจะได้ยินเสียงเรียกเข้าทั้งหมด

หมายเลขสำหรับโทรเข้ากลุ่ม : 1

ชื่อกลุ่ม : เทคนิค
-เช่น ฝ่ายการตลาด, ฝ่ายเทคนิค

หมายเลขสมาชิกในกลุ่ม : 200,501,502
*ใส่หมายเลขโทรภายใน โดยใช้ , คั่น เช่น 100,200,300

ยกเลิก บันทึก

หมายเลข	ชื่อกลุ่ม	หมายเลขสมาชิกในกลุ่ม	แก้ไข	ลบ
255	acc	100,800		
2999	การตลาด	100,200,800		

ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างการกำหนดค่าการเรียกเข้าและรับสายแบบกลุ่ม

จากภาพที่ 4.8 ได้กำหนดหมายเลขสำหรับโทรเข้าฝ่ายเทคนิค คือ หมายเลข 1 ซึ่งมีสมาชิกในกลุ่มได้แก่หมายเลขโทร 200, 501 และ 502 จากนั้นบันทึกค่าลงฐานข้อมูลแล้วเริ่มการทำงานของ Asterisk ใหม่ เพื่อให้ค่าที่กำหนดสามารถใช้งานได้และทดสอบการทำงานของระบบ โดยผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.9

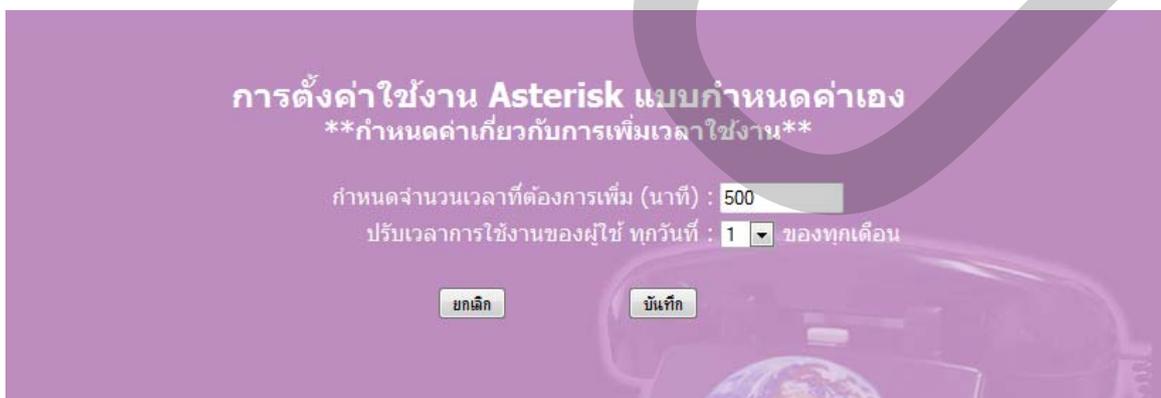
ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบการเรียกเข้าและรับสายแบบกลุ่ม

ข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน	
	ถูก	ผิด
1. หมายเลขที่เป็นสมาชิกได้ยินเสียงเรียกเข้า	✓	
2. หมายเลขที่ไม่ได้เป็นสมาชิกไม่ได้ยินเสียงเรียกเข้า	✓	
3. หมายเลขที่เป็นสมาชิกสามารถรับสายแทนได้	✓	

จากตารางที่ 4.9 ได้ทดสอบการทำงานโดยใช้ WiFi Phone ทดสอบโดยเรียกเข้าไปยังหมายเลข 1 พบว่าเครื่องที่มีหมายเลขที่เป็นสมาชิกในกลุ่ม 1 ซึ่งได้แก่ หมายเลข 200, 501 และ 502 จะได้ยินเสียงเรียกเข้าพร้อมกัน โดยหมายเลขที่เป็นสมาชิกสามารถรับสายที่เรียกเข้าและสื่อสารได้ตามปกติ จากนั้นทดสอบการรับสายแทนกัน โดยโทรเข้าไปหมายเลข 200 จากนั้นที่เครื่องหมายเลข 501 ทำการยกหูโทรศัพท์แล้วกด *8 (ค่ามาตรฐาน) ก็สามารถรับสายแทนหมายเลข 200 ได้ ซึ่งหากเป็นหมายเลขอื่นที่ไม่ใช่สมาชิก จะไม่สามารถรับสายในกลุ่มแทนได้

4.2.6 การทดสอบส่วนการเพิ่มเวลาการโทรแบบอัตโนมัติ

การเพิ่มเวลาการโทรอัตโนมัติ นั้น จะเพิ่มเวลาการโทรให้กับผู้ใช้ที่ได้กำหนดเวลาใช้งานไว้ โดยการทดสอบจะกำหนดวันและจำนวนเวลาที่ต้องการดังแสดงในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 การเพิ่มเวลาใช้งานแบบอัตโนมัติ

จากภาพที่ 4.9 ทดสอบการทำงานโดยกำหนดให้เพิ่มเวลาใช้งานอัตโนมัติจำนวน 500 นาที ทุกวันที่ 1 ของทุกเดือน จากนั้นบันทึกค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งผลการทดสอบการทำงานการเพิ่มเวลาใช้งานแบบอัตโนมัติดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการเพิ่มเวลาใช้งานอัตโนมัติ

หมายเลข	เวลาคงเหลือ (นาที)	
	ก่อนปรับ	หลังปรับ
200	0	500
201	No limit	No limit
202	3	500
203	No limit	No limit

จากตารางที่ 4.10 พบว่าเมื่อถึงวันที่กำหนด คือวันที่ 1 ระบบจะทำการปรับเวลาการใช้งานอัตโนมัติ โดยปรับเป็น 500 นาที ได้ถูกต้องตามค่าที่กำหนดไว้ โดยไม่มีการรวมเวลาของเดิม และทำการปรับเวลาให้เฉพาะหมายเลขที่เวลาคงเหลือไม่ใช่ “no limit”

4.2.7 การทดสอบส่วนแสดงรายละเอียดการใช้งานโทรศัพท์

การทดสอบส่วนแสดงรายละเอียดการใช้งานเป็นการทดสอบโดยการเรียกข้อมูลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล CDR ว่าสามารถแสดงได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ โดยเปรียบเทียบกับการใช้งานจริงที่บันทึกไว้ โดยรายละเอียดบันทึกการใช้งานจริงดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 บันทึกการใช้งานระบบ

วัน/เวลา	หมายเลขต้นทาง	หมายเลขปลายทาง	เวลา(วินาที)	ลักษณะการใช้งาน
19 มิ.ย. 52 20:18	200	100	0	ต้นทางวางก่อนปลายทางรับ
19 มิ.ย. 52 20:19	100	200	0	ปลายทางไม่รับจนระบบตัด
19 มิ.ย. 52 20:21	100	200	0	ปลายทางไม่รับจนระบบตัด
19 มิ.ย. 52 21:49	800	200	0	ปลายทางไม่รับจนระบบตัด
19 มิ.ย. 52 21:50	100	200	20	ปลายทางรับสาย

จากตารางที่ 4.11 นำมาเปรียบเทียบกับ การแสดงรายละเอียดการใช้งานที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 4.10

ปริมาณการใช้งาน (CDR)

เริ่มจากวันที่ : 1 มิถุนายน 2552 ถึงวันที่ : 1 มิถุนายน 2552 แสดงข้อมูลของ : ทั้งหมด

ค้นหา

วันที่/เวลา	หมายเลขต้นทาง	หมายเลขปลายทาง	เวลา(นาที:วินาที)	คำสั่งสุดท้ายที่ทำงาน
19 มิ.ย. 2552 20:18:21	200	100	0 : 0	Dial
19 มิ.ย. 2552 20:19:13	100	200	0 : 0	Hangup
19 มิ.ย. 2552 20:21:06	100	200	0 : 0	Hangup
19 มิ.ย. 2552 21:49:00	800	200	0 : 0	Hangup
19 มิ.ย. 2552 21:50:21	100	200	0 : 20	Dial

ภาพที่ 4.10 การแสดงข้อมูลปริมาณการใช้งาน

จากภาพที่ 4.10 เป็นการแสดงข้อมูลที่ได้จากการกำหนดเงื่อนไขการค้นหา คือ ภายในวันที่ 19 มิถุนายน 2552 โดยเลือกแสดงข้อมูลทั้งหมดปรากฏดังภาพ จากนั้นเปรียบเทียบการค้นหาที่ได้จากระบบกับการใช้งานที่บันทึกไว้จากตารางที่ 4.11 พบว่าระบบสามารถแสดงข้อมูลได้ถูกต้องตามข้อมูลที่บันทึกไว้

4.2.8 การทดสอบส่วนการตั้งค่าใช้งานอื่นๆ

การทดสอบการตั้งค่าใช้งานอื่นๆ จะทดสอบจากการใช้งานจริงโดยการกำหนดหมายเลขตามที่ใช้ต้องการ แล้วทดสอบโดยการโทรไปยังหมายเลขที่กำหนดเพื่อทดสอบการทำงานของระบบ รายละเอียดการกำหนดหมายเลขดังแสดงในภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 การกำหนดค่าใช้งานอื่นๆ

จากภาพที่ 4.11 กำหนดหมายเลขสำหรับโทรเข้าฟังข้อความเสียง และหมายเลขสำหรับตรวจสอบเบอร์โทรของเครื่อง เป็น 8550 และ 5200 ตามลำดับ จากนั้นเมื่อบันทึกค่าที่กำหนดแล้ว ทดสอบการใช้งาน โดยใช้ softphone และเครื่องโทรศัพท์แบบอนาล็อก โทรเข้าไปยังหมายเลขที่กำหนดเพื่อทดสอบการทำงานของระบบ รายละเอียดผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการตั้งค่าใช้งานอื่นๆ

ประเภทโทรศัพท์	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	8550	5200	8550	5200
Softphone (เครือข่ายภายใน)	✓	✓	✓	✓
Softphone (ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต)	✓	✓	✓	✓
Analog (ผ่าน PSTN)	✓	-	✓	-

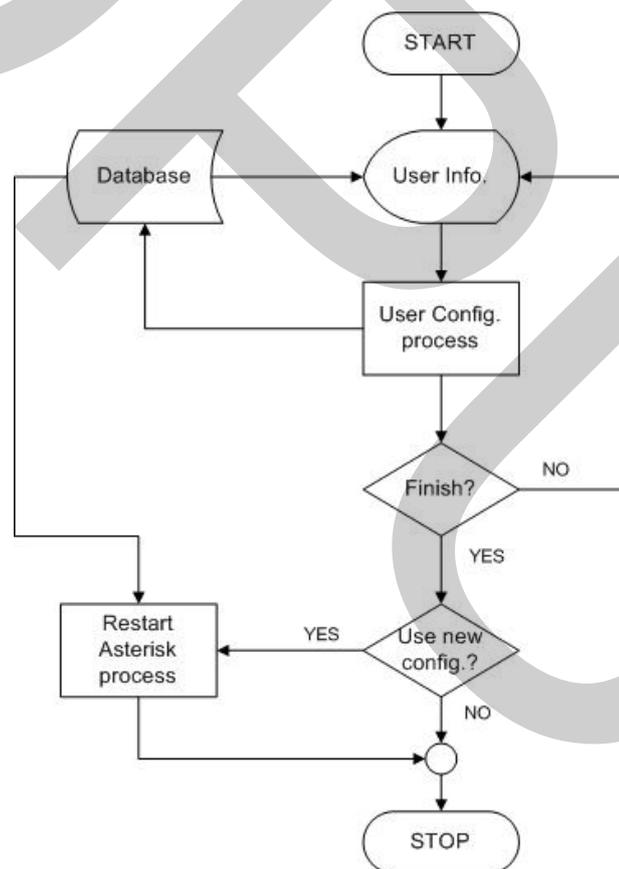
จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.12 ในส่วนของการใช้งาน Softphone ทั้ง 2 แบบนั้นสามารถใช้งานระบบได้ปกติจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง โดยสามารถโทรเข้าไปยังระบบฝาก

ข้อความเสียงและฟังข้อความเสียงที่ฝากไว้ได้ สามารถตรวจสอบหมายเลขเครื่องโทรศัพท์ที่ได้โดยระบบแจ้งหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ที่กำลังใช้งานเป็นข้อความเสียงได้ถูกต้อง

ในส่วนของการใช้งานผ่านเครือข่าย PSTN นั้น สามารถเข้าใช้งานในส่วนจากระบบฝากข้อความเสียงได้อย่างเดียว โดยทำงานได้ถูกต้องทั้ง 2 ครั้ง แต่การตรวจสอบหมายเลขเครื่องที่กำลังใช้งานนั้นระบบไม่สามารถตรวจสอบได้ เพราะไม่ได้เป็นผู้ใช้ที่มีอยู่ในระบบ

4.3 การทดสอบระบบสนับสนุนฯ ด้านผู้ใช้ทั่วไป

การทดสอบส่วนผู้ใช้ทั่วไป จะเป็นการทดสอบจากการใช้งานจริง โดยจะปรับเปลี่ยนค่าการใช้งาน แล้วบันทึกค่าที่ปรับเปลี่ยน จากนั้นเริ่มระบบใหม่เพื่อทดสอบการใช้งานว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องตามค่าที่กำหนดใหม่หรือไม่ ผังระบบงานส่วนผู้ใช้ทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 ผังระบบงานส่วนผู้ใช้ทั่วไป

จากภาพที่ 4.12 เมื่อผู้ใช้ทั่วไปลงชื่อเพื่อเข้าใช้งานเรียบร้อยแล้ว ระบบจะแสดงข้อมูลของผู้ใช้งานรายนั้นๆ ซึ่งมาจากฐานข้อมูลที่บันทึกไว้โดยผู้ดูแลระบบ โดยข้อมูลที่แสดงเช่น หมายเลขโทรศัพท์ ชื่อผู้ใช้งาน รหัสผ่าน การใช้งานการฝากข้อความเสียง เวลาคงเหลือ ปริมาณการใช้งาน (CDR) เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 4.13 ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนค่าการใช้งานบางค่าได้ เช่น เปลี่ยน E-mail การใช้งานเสียงรอสาย เป็นต้น เมื่อผู้ใช้ปรับเปลี่ยนค่าที่ต้องการและบันทึกในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถใช้ค่าที่กำหนดใหม่ได้ทันที โดยให้สั่งให้ระบบเริ่มการทำงานใหม่ หรือ รอการเริ่มระบบใหม่ภายหลัง

The screenshot shows a web interface for 'DPU มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์' (DPU Business Administration University). The title is 'ระบบสนับสนุนการกำหนดค่าการทำงานของไอพีพีบีเอ็กซ์แบบแอสเทริกซ์' (IP PBX Configuration Support System based on Asterisk). The main content area is titled 'แสดงข้อมูลของผู้ใช้งาน' (Display user information) and shows the following details:

- หมายเลข : 100
- ชื่อผู้ใช้ : 100
- รหัสผ่าน : 100
- ชื่อที่แสดงทางหน้าจอ : 100
- รหัสผ่านสำหรับฟังข้อความเสียง : 100
- การใช้งานส่งข้อความเสียงไป E-mail : ใช่ ไม่ใช่
- E-mail Address : [input field]
- การโอนสาย (call forward) : ไม่ใช่ ใช่ โอนสายไปที่หมายเลขภายใน [input field]
- เสียงเพลงรอสาย : ไม่ใช่ ใช่ [input field]
- เครดิตคงเหลือ : no limit

Buttons at the bottom include 'ดีแคตัม' (Logout) and 'บันทึกข้อมูล' (Save). A footer note states: 'สามารถโทรเข้าไปฟังข้อความเสียงที่ฝากไว้ได้ ที่หมายเลข : 8550' and 'สามารถตรวจสอบหมายเลขประจำเครื่องได้ ที่หมายเลข : 5200'.

ภาพที่ 4.13 หน้าจอแสดงข้อมูลของผู้ใช้งานทั่วไป

การทดสอบส่วนผู้ใช้ทั่วไปมีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

4.3.1 การทดสอบส่วนเปลี่ยนค่าการใช้งาน

การทดสอบการเปลี่ยนค่าการใช้งานของผู้ใช้ทั่วไป ทดสอบการทำงานโดยปรับเปลี่ยนค่าชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน ชื่อที่แสดงหน้าจอ และรหัสผ่านสำหรับฟังข้อความเสียง จากเดิม 100, 100, 100, 100 เป็น Pranotphon, 12345, POP และ 123 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.14 จากนั้นบันทึกค่าในฐานข้อมูล เริ่มการทำงานของระบบใหม่ แล้วทดสอบการใช้งาน ซึ่งผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.13

แสดงข้อมูลของผู้ใช้งาน

หมายเลข : 100

ชื่อผู้ใช้ :

รหัสผ่าน :

ชื่อที่แสดงทางหน้าจอ :

รหัสผ่านสำหรับฟังข้อความเสียง :

การใช้งานส่งข้อความเสียงไป E-mail : ใช่ ไม่ใช่

E-mail Address :

การโอนสาย (call forward) : ไม่ใช่
*โอนสายเมื่อไม่มีารรับสาย ใช่ โอนสายไปที่หมายเลขภายใน

เสียงเพลงรอสาย : ไม่ใช่
 ใช่

เครดิตคงเหลือ : no limit

ภาพที่ 4.14 การทดสอบการปรับเปลี่ยนค่าการใช้งานของผู้ใช้งานทั่วไป

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการปรับเปลี่ยนค่าการใช้งาน

ข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน	
	ได้	ไม่ได้
1. ลงชื่อเข้าใช้ด้วย ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน เดิม		✓
2. ลงชื่อเข้าใช้ด้วย ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน ใหม่	✓	
3. แสดงชื่อทางหน้าจอ (Display name) ตามที่กำหนด	✓	
4. เข้าระบบฝากข้อความเสียงด้วยรหัสผ่านที่กำหนด	✓	

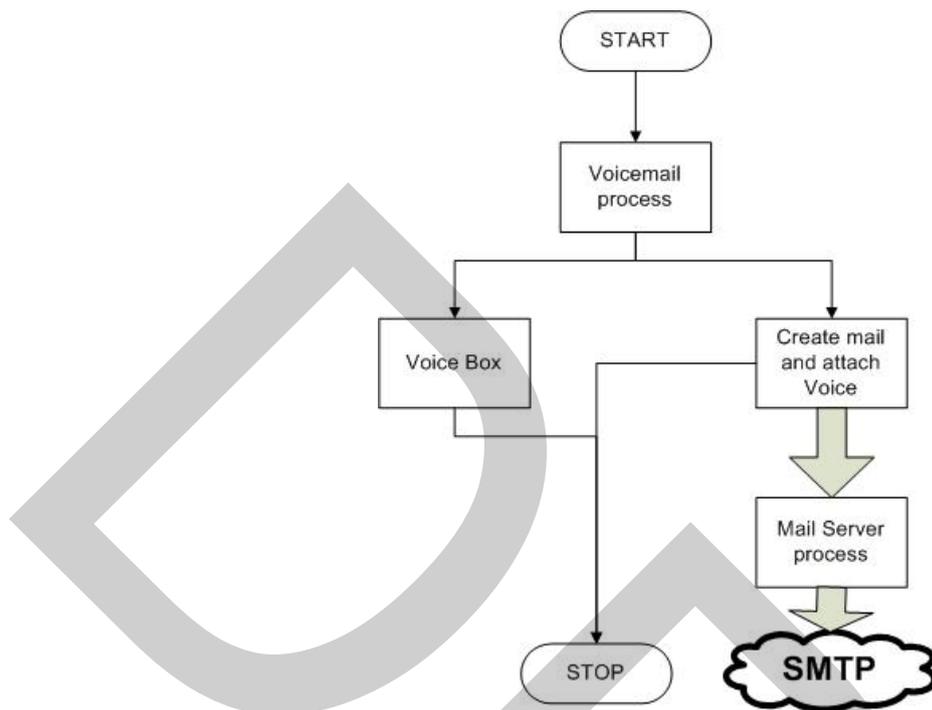
จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.13 เมื่อปรับเปลี่ยนค่าการใช้งานของผู้ใช้แล้ว ทดสอบโดยการออกจากระบบ แล้วเข้าระบบใหม่ด้วยชื่อและรหัสผ่านเดิม พบว่าไม่สามารถเข้าใช้งานได้ เมื่อลงชื่อเข้าใช้ด้วยชื่อและรหัสผ่านใหม่ พบว่าสามารถเข้าใช้ระบบได้ จากนั้นทดสอบโดยโทรออกไปยังหมายเลขอื่น ที่เป็น sofphone เพื่อทดสอบชื่อที่แสดงหน้าจอ พบว่าที่ปลายทางสามารถแสดงชื่อ (Display name) ได้ถูกต้องตามที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 4.15 แล้วเมื่อทดสอบเข้าระบบฝากข้อความเสียง พบว่าเมื่อใส่รหัสผ่านใหม่ก็สามารถเข้าไปฟังข้อความเสียงได้



ภาพที่ 4.15 ทดสอบชื่อที่แสดงทางหน้าจอ (Display name)

4.3.2 การทดสอบการทำงานส่วนฝากข้อความเสียงแนบไปกับอีเมล

การทดสอบการส่งข้อความเสียงไปยังอีเมลนี้ ทดสอบโดยการใช้งานจริง ซึ่งผู้ใช้ต้องเปิดใช้งานก่อนจากนั้นระบบอีเมลที่ต้องการให้ส่งไฟล์แนบไป ขั้นตอนการทำงานของส่วนนี้จะเริ่มหลังจากที่ปลายทางไม่ได้รับสายภายในระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นจะเข้าสู่ระบบรับฝากข้อความเสียง เมื่อสิ้นสุดการรับฝากข้อความเสียงแล้ว ข้อความเสียงจะถูกแนบไปกับข้อความแจ้งเตือน ส่งไปยังอีเมลที่ผู้ใช้ระบุไว้ ผลการทำงานระบบฝากข้อความเสียงแนบไปกับอีเมลดังแสดงในภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 ผังระบบงานการแนบข้อความเสียงไปยังอีเมล

การตั้งค่าเพื่อทดสอบการใช้งานการฝากข้อความเสียงแนบไปยังอีเมล โดยเลือกตัวเลือก “ใช่” จากนั้นระบุอีเมลที่ต้องการ บันทึกค่าแล้วเริ่มการทำงานของระบบใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 4.17

แสดงข้อมูลของผู้ใช้งาน

หมายเลข : 100

ชื่อผู้ใช้ :

รหัสผ่าน :

ชื่อที่แสดงทางหน้าจอ :

รหัสผ่านสำหรับฟังข้อความเสียง :

การใช้งานส่งข้อความเสียงไป E-mail : ใช่ ไม่ใช่

E-mail Address :

การโอนสาย (call forward) : ไม่ใช่

*โอนสายเมื่อไม่มีการรับสาย : ใช่ โอนสายไปที่หมายเลขภายใน

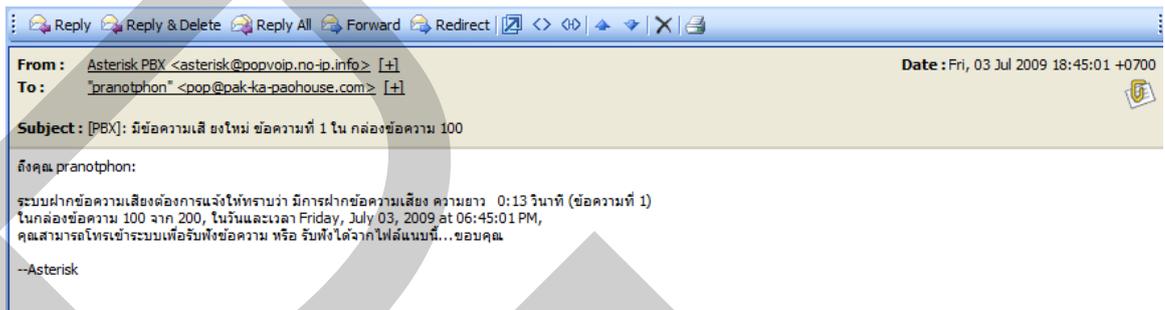
เสียงเพลงรอสาย : ไม่ใช่

ใช่

เครดิตคงเหลือ : no limit

ภาพที่ 4.17 การตั้งค่าใช้งานการแนบข้อความเสียง

จากการทดสอบโดยโทรเข้าไปที่หมายเลข 100 แล้วรอจนระบบเข้าสู่การฝากข้อความเสียง เมื่อฝากข้อความเสียงเรียบร้อยแล้วจึงวางสาย จากนั้นรอการทำงานของ Mail Server จึงเข้าไปยังผู้ให้บริการ ซึ่งระบบสามารถแนบข้อความเสียงพร้อมกับข้อความแจ้งผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง ดังแสดงในภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 ตัวอย่างของอีเมลที่มีการส่งจากระบบพร้อมแนบข้อความเสียง

ผู้วิจัยได้ทดสอบการแนบข้อความเสียง ไปยังผู้ให้บริการอีเมลฟรี ได้แก่ Hotmail, Yahoo Gmail และ Mail server ส่วนตัว พบจำนวนการรับเป็นไปดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 ผลการส่งข้อความเสียงไปยังอีเมล

ผู้ให้บริการ	จำนวนที่ส่ง	จำนวนที่ได้รับ
1. Hotmail	5	5
2. Yahoo	5	0
3. Gmail	5	2
4. Local mail server	5	5

จากตารางที่ 4.14 พบว่าอีเมลที่ส่งไปยัง Yahoo ไม่สามารถรับได้เลย ส่วน Gmail รับได้ 2 ข้อความจาก 5 ข้อความ ซึ่งผู้วิจัยสันนิษฐานว่าเกิดจากระบบป้องกันอีเมลขยะ (spam mail) ของผู้ให้บริการฟรีอีเมล จึงทำให้อีเมลที่ส่งไปหาถูกระบบคัดออกไป ส่วนการส่งเมลไปยัง Hotmail และ Local Mail server สามารถรับได้ครบทั้ง 5 ข้อความ

4.3.3 การทดสอบการโอนสาย (Call Forward)

การทดสอบการโอนสายเมื่อไม่มีผู้รับสายตามกำหนดนั้น จะทดสอบโดยการใช้งานจริง โดยเมื่อผู้ใช้เปิดใช้งานการโอนสายไว้พร้อมระบุหมายเลขรองที่ต้องการโอนสายไปแล้ว ถ้าต้นทางโทรเข้ามายังเบอร์หลักแล้วไม่มีผู้รับสายจนครบเวลาที่กำหนด ระบบจะทำการโอนสายเรียกเข้าไปยังเบอร์รองโดยอัตโนมัติ การตั้งค่าทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.18

The screenshot shows a web form titled "แสดงข้อมูลของผู้ใช้งาน" (Display User Information) with a purple background. The form contains the following fields and options:

- หมายเลข : 100
- ชื่อผู้ใช้ : pranotphon
- รหัสผ่าน : 12345
- ชื่อที่แสดงทางหน้าจอ : pop
- รหัสผ่านสำหรับฟังก์ชันความปลอดภัย : 123
- การใช้งานส่งข้อความเสียงไป E-mail : ใช่ ไม่ใช่
- E-mail Address : [Empty text box]
- การโอนสาย (call forward) : ไม่ใช่ ใช่
- *โอนสายเมื่อไม่มีการรับสาย : ใช่ ไม่ใช่
- โอนสายไปที่หมายเลขภายใน : 200
- เสียงเพลงรอสาย : ไม่ใช่ ใช่
- เครดิตคงเหลือ : no limit

At the bottom of the form, there are two buttons: "ตั้งค่าเดิม" (Reset) and "บันทึกข้อมูล" (Save).

ภาพที่ 4.19 การตั้งค่าใช้งานการโอนสาย

จากภาพที่ 4.19 หมายเลขหลักคือ หมายเลข 100 ได้เปิดใช้งานการโอนสาย โดยระบุหมายเลขรองที่ต้องการให้โอนสายไป คือ หมายเลข 200 จากนั้นบันทึกข้อมูลแล้วเริ่มการทำงานของระบบใหม่ เพื่อทดสอบการทำงาน โดยรายละเอียดการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบการโอนสาย

ข้อทดสอบ	เสียงเรียกเข้า		การสนทนา	
	ดัง	ไม่ดัง	ได้	ไม่ได้
1. โทรเข้าหมายเลข 100 โดยตรง	✓	-	✓	-
2. โทรเข้าหมายเลข 200 โดยตรง	✓	-	✓	-
3. ก่อนโอนสาย (เครือข่ายภายใน) <ul style="list-style-type: none"> ● หมายเลข 100 ● หมายเลข 200 	✓ -	- ✓	✓ -	- ✓
4. หลังโอนสาย (เครือข่ายภายใน) <ul style="list-style-type: none"> ● หมายเลข 100 ● หมายเลข 200 	- ✓	✓ -	- ✓	✓ -
5. ก่อนโอนสาย (เครือข่ายนอกผ่าน PSTN) <ul style="list-style-type: none"> ● หมายเลข 100 ● หมายเลข 200 	✓ -	- ✓	✓ -	- ✓
6. หลังโอนสาย (เครือข่ายนอกผ่าน PSTN) <ul style="list-style-type: none"> ● หมายเลข 100 ● หมายเลข 200 	- ✓	✓ -	- ✓	✓ -

จากตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบพบว่าโปรแกรมสามารถโอนสายไปยังหมายเลขที่ต้องการได้ถูกต้อง ทั้งการโทรภายในเครือข่ายเดียวกันหรือผ่านเครือข่าย PSTN โดยก่อนที่การโอนสายจะเริ่มทำงาน หมายเลขรองไม่สามารถรับสายแทนได้และหากโอนสายไปที่หมายเลขรองแล้วหมายเลขหลักก็ไม่สามารถรับสายแทนได้

4.3.4 การทดสอบการใช้เสียงเพลงรอสาย

การทดสอบการใช้เสียงเพลงรอสายนั้น ทดสอบโดยการใช้งานจริง โดยโปรแกรมสามารถกำหนดให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานหรือไม่ใช้เสียงเพลงรอสายได้ ซึ่งตามค่าเดิมที่กำหนดโปรแกรมจะกำหนดให้ไม่ใช้งานเสียงเพลงรอสาย ซึ่งการใช้งานเมื่อต้นทางโทรเข้ามา

หมายเลขที่กำหนดจะได้ยินเป็นเสียงกริ่งตามค่ามาตรฐานของระบบ หากมีการเปิดใช้งานพร้อม
ระบุเสียงเพลงที่ต้องการแล้ว เมื่อต้นทางโทรเข้ามาจะได้ยินเสียงเพลงที่ระบุไว้แทนเสียงกริ่ง

การทดสอบการใช้งานโดยผู้ใช้เลือกใช้งานเสียงเพลงรอสาย พร้อมระบุเสียงเพลงที่
ต้องการ จากนั้นบันทึกค่าใช้งาน แล้วเริ่มระบบใหม่ เพื่อให้ค่าที่กำหนดใหม่มีผลในการทำงาน
ตัวอย่างการกำหนดค่าดังแสดงในภาพที่ 4.20

ภาพที่ 4.20 การกำหนดค่าใช้งานเสียงเพลงรอสาย

ทดสอบการทำงานเสียงเพลงรอสาย โดยโทรเข้าไปที่หมายเลข 100 พบว่าโปรแกรม
สามารถทำงานได้ถูกต้องตามค่าที่กำหนด ซึ่งก่อนจะมีการเปิดใช้งานผู้โทรจะได้ยินเสียงกริ่ง
หลังจากเปิดใช้งานแล้วผู้โทรจะได้ยินเสียงเพลงตามที่เจ้าของหมายเลขระบุ

4.4 การทดสอบการลงชื่อเข้าใช้ผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต

การทดสอบในส่วนนี้เพื่อทดสอบการลงชื่อเข้าใช้งานของผู้ใช้ผ่านโครงข่าย
อินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการที่แตกต่างกัน โดยปัจจุบันมีผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตหลายราย แต่ผู้
ให้บริการที่ได้รับความนิยมมี 3 ราย คือ TOT, TRUE และ MAXNET ผู้วิจัยได้มีโอกาสทดสอบการ
ลงชื่อเข้าใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตเพียง 2 รายคือ TOT และ TRUE แต่เนื่องจากผู้วิจัยไม่มีหมายเลข
IP แบบคงที่ (Fix IP) จึงต้องสมัครใช้บริการ Dynamic DNS ของ NO-IP โดยมี URL เป็น
popvoip.no-ip.info และนำมากำหนดค่าในส่วนการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ดังภาพที่ 4.20 จากนั้น

บันทึกค่าและเริ่มการทำงานของระบบใหม่ เพื่อทดสอบการทำงานโดยมีรายละเอียดการทดสอบดัง
แสดงในตารางที่ 4.16

ภาพที่ 4.21 การตั้งค่าส่วนการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

จากภาพที่ 4.21 กำหนดค่าใช้งานส่วน “วิธีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต” เป็นแบบ “IP ไม่คงที่” และระบุค่า URL คือ “popvoip.no-ip.info” เพื่อให้สามารถใช้ Domain name แทน IP ในการทดสอบได้

ตารางที่ 4.15 การทดสอบการลงชื่อเข้าใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้ให้บริการต้นทาง	ผู้ให้บริการปลายทาง	โปรโตคอลที่ใช้	การลงชื่อเข้าใช้		การสนทนา	
			ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้
TOT	TOT	SIP	✓		✓	
TOT	TRUE	SIP	✓		✓	
TRUE	TRUE	SIP	✓		✓	
TOT	TOT	IAX	✓		✓	
TOT	TRUE	IAX	✓		✓	
TRUE	TRUE	IAX	✓		✓	

จากตารางที่ 4.16 ซึ่งแสดงผลการลงชื่อเข้าจากผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตทั้ง 2 ราย พบว่าสามารถลงชื่อเข้าใช้และสนทนากันได้ทั้งโปรโตคอล SIP และ IAX

4.5 การทดสอบส่วนจำกัดเวลาการใช้งาน จำกัดสิทธิ์การโทร

การทดสอบส่วนการจำกัดเวลาการใช้งานและสิทธิ์การโทร แบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนโครงข่าย IP และส่วนโครงข่าย PSTN โดยการทดสอบจะกำหนดเวลาการใช้งานและกำหนดสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้เป็น 5 นาที และมีสิทธิ์โทรหมายเลขท้องถิ่นเท่านั้น ดังภาพที่ 4.22

ภาพที่ 4.22 การตั้งค่าใช้งานส่วนจำกัดเวลาและสิทธิ์การโทร

จากภาพที่ 4.22 เมื่อตั้งค่าใช้งานและกำหนดสิทธิ์การใช้งานแล้ว ทดสอบการทำงาน โดยการจับเวลาจากการใช้งานจริง โดยการจับเวลาจะเริ่มจับเวลาหลังจากปลายทางรับสาย โดยใช้สายเป็นเวลานาน 10 วินาที จากนั้นเปรียบเทียบกับเวลาใช้งานที่บันทึกในฐานข้อมูล ซึ่งผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบส่วนจำกัดเวลาการใช้งาน

ต้นทาง	ปลายทาง	เวลาที่ใช้ (วินาที)		หมายเหตุ
		เวลาจริง	เวลาที่บันทึก	
IP	IP	10	10	รับสายทันที
IP	IP	10	10	รอ 5 วินาทีแล้วจึงรับสาย
IP	IP	0	0	ไม่มีการรับสาย
IP	โครงข่ายพื้นฐาน	10	12	รับสายทันที
IP	โครงข่ายพื้นฐาน	10	18	รอ 5 วินาทีแล้วจึงรับสาย
IP	โครงข่ายพื้นฐาน	0	33	ไม่มีการรับสาย

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

ต้นทาง	ปลายทาง	เวลาที่ใช้ (วินาที)		หมายเหตุ
		เวลาจริง	เวลาที่บันทึก	
IP	โครงข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่	10	13	รับสายทันที
IP	โครงข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่	10	19	รอ 5 วินาทีแล้วจึงรับสาย
IP	โครงข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่	0	35	ไม่มีการรับสาย

จากตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบในส่วนของการจำกัดเวลาการใช้งานภายในโครงข่าย IP นั้น ระบบสามารถบันทึกเวลาใช้งานได้ถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาใช้งานจริง ซึ่งทำให้การปรับปรุงเวลาคงเหลือของผู้ใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้อง แต่ในส่วนของการติดต่อไปยังโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานและเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่พบว่าการบันทึกเวลาใช้งานยังไม่ถูกต้องเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้งานจริง โดยเวลาจะคลาดเคลื่อนเพิ่มจากเดิม 2-35 วินาที ตามหมายเหตุในตาราง

จากผลของเวลาที่คาดเคลื่อน ผู้วิจัยคาดว่าสาเหตุเกิดมาจากการทำงานของ Asterisk ในการจับเวลาใช้งาน โดย Asterisk จะเริ่มจับเวลาเมื่อสามารถสร้างช่องสื่อสารได้สำเร็จ (channel) โดยจะมีสัญญาณ ANSWER จาก DIALSTATUS ส่งกลับมาเมื่อปลายทางรับสาย แต่ในส่วนของการทำงานเมื่อโทรไปยังเครือข่ายอื่น Asterisk จะติดต่อกับ ZapTel ตามภาพที่ 3.2 ซึ่ง Asterisk สามารถสร้างช่องสื่อสารกับ ZapTel ได้แล้วจึงเริ่มจับเวลาทันที ในขณะที่ปลายทางอาจไม่ได้รับสายหรือรับสายช้า ทำให้การบันทึกเวลาคลาดเคลื่อนไปจากความจริง

ในส่วนของการจำกัดสิทธิ์การใช้งาน พบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้องตามค่าที่กำหนด ซึ่งหากผู้ใช้โทรไปยังหมายเลขที่ไม่มีสิทธิ์ใช้งาน ระบบจะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบด้วยข้อความเสียงและทำการตัดสายผู้ใช้ทันทีเพื่อคืนทรัพยากรให้กับระบบ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทำงานตามขอบเขตงานวิจัย

หลังจากทดสอบระบบในด้านต่างๆ แล้วนั้น พบว่าโปรแกรมสนับสนุนฯ สามารถทำงานได้ตามขอบเขตของงานวิจัยที่ได้กำหนดไว้ โดยแบ่งผลสรุปเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนผู้ดูแลระบบ และ ส่วนผู้ใช้ทั่วไป ดังนี้

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการทำงานตามขอบเขตส่วนผู้ดูแลระบบ

หัวข้อขอบเขต	ผลการทำงาน	
	ได้	ไม่ได้
1. เพิ่ม/ลด ผู้ใช้งานในระบบได้	✓	
2. แก้ไขสิทธิ์ของผู้ใช้ได้	✓	
3. กำหนดเสียงเพลงเรียกเข้าของระบบได้	✓	
4. กำหนดเสียงข้อความต้อนรับกรณีที่มีสายภายนอกเรียกเข้าได้	✓	
5. กำหนดเบอร์ที่ต้องการให้ผู้ใช้งานตัดออกเพื่อใช้งานโทรออกได้	✓	
6. กำหนดประเภทของ Voice CODEC ที่ใช้งานในระบบได้	✓	
7. เลือก Protocol ที่ต้องการใช้งานได้ (SIP หรือ IAX)	✓	
8. กำหนดจำนวนเวลาที่จะใช้โทรออกของผู้ใช้งานแต่ละคนได้	✓	
9. กำหนดหมายเลขรับสายแทนกันได้ (Call Pick Up Group)	✓	
10. กำหนดกลุ่มการเรียกเข้าได้ (Call Group)	✓	

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการทำงานตามขอบเขตส่วนผู้ใช้ทั่วไป

หัวข้อตามขอบเขต	ผลการทำงาน	
	ได้	ไม่ได้
1. เปลี่ยน Display Name ของตนเองได้	✓	
2. เปลี่ยน E-mail ของ Mailbox ตนเองได้	✓	
3. ตรวจสอบหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ที่ได้	✓	

จากตารางที่ 5.1 และ 5.2 พบว่าโปรแกรมสนับสนุนฯ สามารถทำงานได้ทุกขอบเขตตามที่กำหนดไว้

5.2 สรุปผลการศึกษิตตามวัตถุประสงค์งานวิจัย

งานวิจัยการพัฒนาระบบสนับสนุนการติดตั้งค่าการใช้งาน ไอพี-พีบีเอ็กซ์ แบบแอทเทอร์ริคส์มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาโปรแกรมต้นแบบที่ช่วยในการใช้งาน Asterisk โดยศึกษาการทำงานของ Asterisk และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นกำหนดความต้องการ ศึกษาความเป็นไปได้ แนวคิดการทำงานของโปรแกรม พัฒนาโปรแกรมและทดสอบการทำงานจนแล้วเสร็จ โดยสามารถสรุปตามวัตถุประสงค์งานวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 ออกแบบและพัฒนาต้นแบบโปรแกรมที่ช่วยในการใช้งานโปรแกรม Asterisk (IP PBX) ให้ง่ายต่อการใช้งาน และมีความสามารถเพิ่มผู้ใช้งานในระบบอย่างอัตโนมัติและสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการโทรออกไปยังเครือข่าย PSTN ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมต้นแบบที่ช่วยควบคุมการทำงานของโปรแกรม Asterisk จากเดิมการใช้งาน Asterisk เป็นแบบของการเขียนชุดคำสั่ง (command line) ได้ปรับเปลี่ยนมาเป็นรูปแบบใช้ภาพ (Graphic User interface) พร้อมทั้งข้อความและคำอธิบายเป็นภาษาไทยและลดขั้นตอนการกำหนดค่าต่างๆ ที่ไม่จำเป็นออกไป มีผลให้โปรแกรมสามารถทำความเข้าใจและใช้งานได้ง่าย ตัวโปรแกรมได้พัฒนาให้มีส่วนการตั้งค่าใช้งานแบบอัตโนมัติ ทั้งยังสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายได้ 2 วิธี คือ การจำกัดเวลาใช้งาน หรือ การจำกัดสิทธิ์ใช้งาน

5.2.2 เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการ์ด FXO เข้ากับสายโทรศัพท์ประจำที่เพื่อใช้งานเป็น IP PBX จริง โดยผู้วิจัยได้จัดหาการ์ด FXO มาทดสอบการใช้งานร่วมกับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยทดสอบโทรออกไปยังโครงข่ายผู้ให้บริการอื่น เช่น TOT, TRUE, AIS และ DTAC เพื่อทดสอบการ

ใช้งานโปรแกรมในส่วนของจำกัดเวลาและจำกัดสิทธิ์การโทร และการรับสายติดต่อจากผู้ให้บริการ ซึ่งสามารถใช้แทน PBX เดิมได้ทันที

5.3 สรุปผลการทดสอบโปรแกรม

จากการทดสอบต้นแบบโปรแกรมสนับสนุนการติดตั้งค่าการใช้งาน สามารถสรุปได้ดังนี้

5.3.1 สรุปผลการทดสอบส่วนผู้ดูแลระบบ

การทำงานของโปรแกรมส่วนผู้ดูแลระบบ พบว่าโปรแกรมทำงานได้ถูกต้อง โดยผู้ดูแลระบบสามารถตั้งค่าใช้งานแบบอัตโนมัติ ตั้งค่าใช้งานแบบกำหนดเอง เพิ่มผู้ใช้งาน ลบผู้ใช้งาน แก้ไขผู้ใช้งาน สร้างห้องประชุม จำกัดเวลาการใช้งาน จำกัดสิทธิ์การใช้งาน ควบคุมการใช้งาน เป็นต้น

5.3.2 สรุปผลการทดสอบส่วนผู้ใช้ทั่วไป

การทำงานของโปรแกรมส่วนผู้ใช้ทั่วไป พบว่าโปรแกรมทำงานได้ถูกต้อง โดยผู้ใช้ทั่วไปสามารถเปลี่ยนชื่อผู้ใช้ เปลี่ยนรหัสผ่าน เปลี่ยนชื่อที่แสดงทางหน้าจอ การใช้งานข้อความเสียง การโอนสาย การใช้งานเสียงรอสาย เป็นต้น

5.3.3 สรุปผลส่วนจำกัดเวลาการใช้งานและจำกัดสิทธิ์การใช้งาน

การทดสอบการจำกัดเวลาการใช้งาน จำกัดสิทธิ์การใช้งาน พบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยตัดการใช้งานเมื่อเวลาคงเหลือหมด โดยมีข้อความแจ้งเตือนให้ทราบ และปฏิเสธการใช้งานโทรเมื่อผู้ใช้ไม่มีสิทธิ์โทรตามกำหนด โดยมีข้อความแจ้งเตือนให้ทราบ

5.4 สรุปประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

ผลจากการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบสามารถสรุปประโยชน์ที่ได้ ดังนี้

5.4.1 ได้ต้นแบบโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้ควบคุมตัว Asterisk แบบ GUI แทนการติดต่อแบบเดิมที่เป็นแบบ Command Line ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ข้อความและคำอธิบายการใช้งานต่างๆ ของโปรแกรมเป็นภาษาไทย ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจต่อโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

5.4.2 ผู้ใช้สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายในการโทรออกไปยังโครงข่าย PSTN ได้ ทั้งจากการจำกัดเวลาใช้งานและจำกัดสิทธิ์การโทร

5.4.3 ส่งเสริมการใช้ VoIP ภายในประเทศไทยได้มากขึ้น

5.4.4 ช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อเครื่อง IP-PBX เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ทั้งหมดเป็นโปรแกรมประเภท opensource

5.5 ข้อจำกัดของโปรแกรม

จากการทดสอบการใช้งานโปรแกรมสนับสนุนการตั้งค่าใช้งานฯ นั้น พบข้อบกพร่องในการทำงานบางส่วน โดยมีรายละเอียดข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไขดังนี้

5.5.1 การจำกัดเวลาการใช้งานในส่วนการโทรออกไปยังโครงข่าย PSTN

จากการทดสอบการทำงานส่วนจำกัดเวลาการใช้งานนั้น พบว่าระบบสามารถควบคุมเวลาการใช้งานเมื่อใช้งานในโครงข่าย IP ได้เป็นอย่างดี สามารถบันทึกเวลาใช้งานทั้งเวลาคงเหลือและเวลาที่ใช้งานได้ถูกต้อง แต่เมื่อใช้กับโครงข่าย PSTN พบว่าระบบยังบันทึกเวลาได้ไม่ถูกต้องทั้งเวลาคงเหลือและเวลาที่ใช้งาน เนื่องจากระบบจะนับเวลาการใช้งานเมื่อสามารถสร้างช่องสื่อสารได้แล้ว ซึ่งในที่นี้คือ ระบบสามารถสร้างช่องสื่อสารกับ Zap channel ได้สำเร็จจึงเริ่มนับเวลา แต่ปลายทางของ PSTN อาจรับสายช้าหรือไม่ได้รับสาย จึงทำให้การทำงานของส่วนจำกัดเวลาเมื่อโทรออกไปยังโครงข่าย PSTN ผิดพลาดจากความเป็นจริง

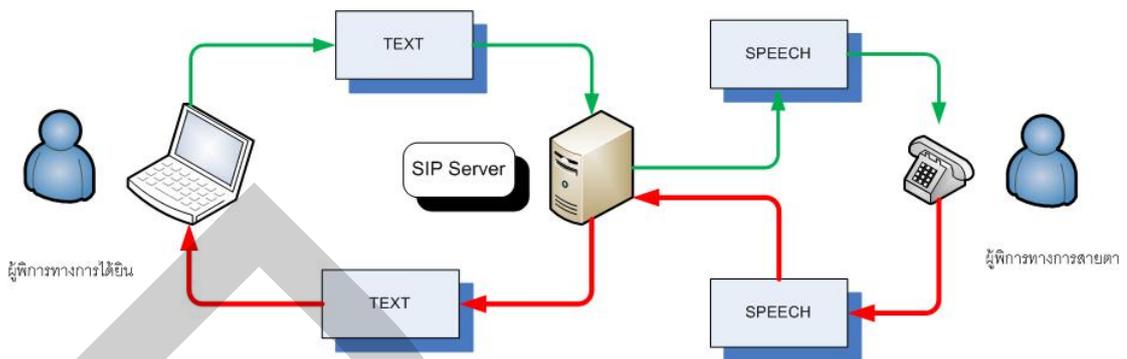
- แนวทางการแก้ไขการกำหนดเวลาใช้งานส่วน PSTN นั้น ต้องปรับเปลี่ยนชุดคำสั่ง (source code) ในส่วนของ Zaptel kernel และ Asterisk เพื่อให้สามารถรับสัญญาณ connect (connect message) ตามมาตรฐาน Q.931 (ITU-T) ได้แล้วจึงนำสัญญาณที่รับได้ไปประยุกต์ใช้งานต่อไป

5.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

เนื่องจากแนวโน้มการใช้งานด้าน VoIP ในประเทศสูงขึ้น หลายๆ องค์กรเริ่มมีการปรับเปลี่ยนการสื่อสารจากแบบเดิมมาสู่เครือข่ายคอมพิวเตอร์มากขึ้น เพราะความสามารถในการใช้งานที่มากมายของการสื่อสารแบบ IP ประกอบกับ Asterisk ที่เปิดช่องทางการพัฒนาทั้งในส่วนของ source code และในส่วนของ AGI (Asterisk Gateway Interface) ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนางานวิจัยต่อเนื่องในอนาคตดังนี้

5.6.1 ระบบสื่อสารช่วยคนพิการทางสายตาและทางด้านการได้ยิน

แนวคิดในการพัฒนาการสื่อสารเพื่อช่วยคนพิการทั้งทางด้านสายตาและด้านการได้ยิน นั้น คือ สามารถให้คนพิการด้านการได้ยินสามารถสื่อสารกับคนปกติหรือคนพิการทางสายตาได้ โดยใช้หลักการของระบบแปลงจากเสียงพูดเป็นข้อความ (speech to text :STT) และ แปลงข้อความเป็นเสียงพูด (text to speech : TTS) มาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน ตัวอย่างการพัฒนาดังแสดงในภาพที่

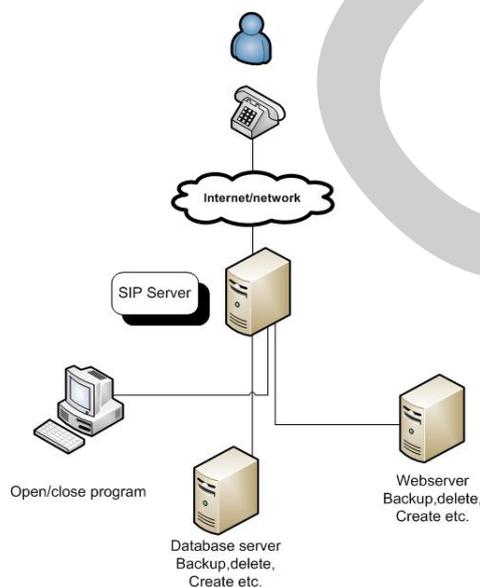


ภาพที่ 5.1 ระบบสื่อสารช่วยคนพิการทางสายตาและทางการได้ยิน

จากภาพที่ 5.1 เมื่อผู้พิการทางการได้ยินเริ่มต้นสื่อสารโดยการพิมพ์ข้อความ ข้อความจะถูกส่งไปที่ SIP server (เช่น Asterisk) โดยส่วน TTS จะสังเคราะห์ข้อความที่ได้รับมาให้กลายเป็นเสียงพูด จากนั้นเสียงจะถูกส่งไปยังหมายเลขปลายทางที่ต้องการติดต่อ เมื่อผู้พิการทางสายตาได้ยินเสียงและพูดกลับ เสียงก็กลับไปยัง server เพื่อประมวลผลโดยส่วน STT จะสังเคราะห์เสียงพูดให้กลายเป็นข้อความ แล้วส่งข้อความไปยังผู้พิการทางด้านการได้ยิน

5.6.2 ระบบควบคุมการทำงานของโปรแกรมทางโทรศัพท์

แนวคิดในการควบคุมการทำงานของโปรแกรมนี้ สำหรับควบคุมการใช้งานโปรแกรมต่างๆ ผ่านช่องทาง AGI ของ Asterisk เช่นการเปิด-ปิดโปรแกรม การสำรองฐานข้อมูล โดยสามารถใช้โทรศัพท์เพื่อสั่งงานได้ ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 5.2

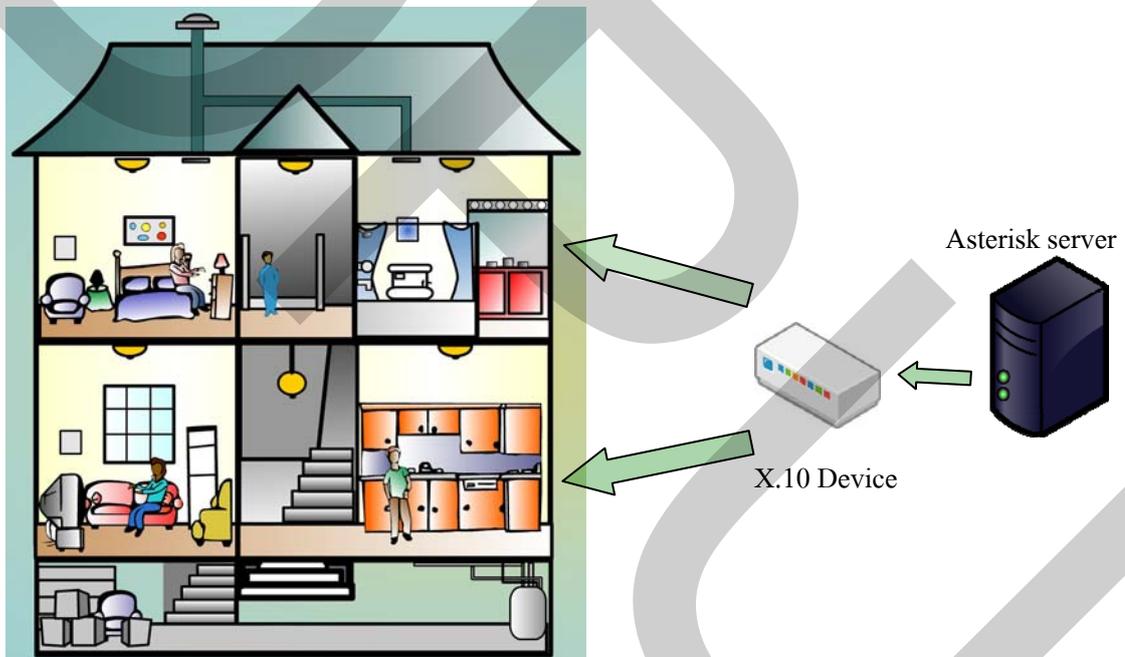


ภาพที่ 5.2 ระบบควบคุมการทำงานของโปรแกรม

จากภาพที่ 5.2 ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของโปรแกรมต่างๆ ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ เช่น โทรศัพท์เข้ามาที่ระบบเพื่อสำรองข้อมูลจากฐานข้อมูล สร้างฐานข้อมูลใหม่ ลบฐานข้อมูลเก่า เปิดฟอร์มรับลงทะเบียนผ่านเว็บ เปิด-ปิดโปรแกรมต่างๆ ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

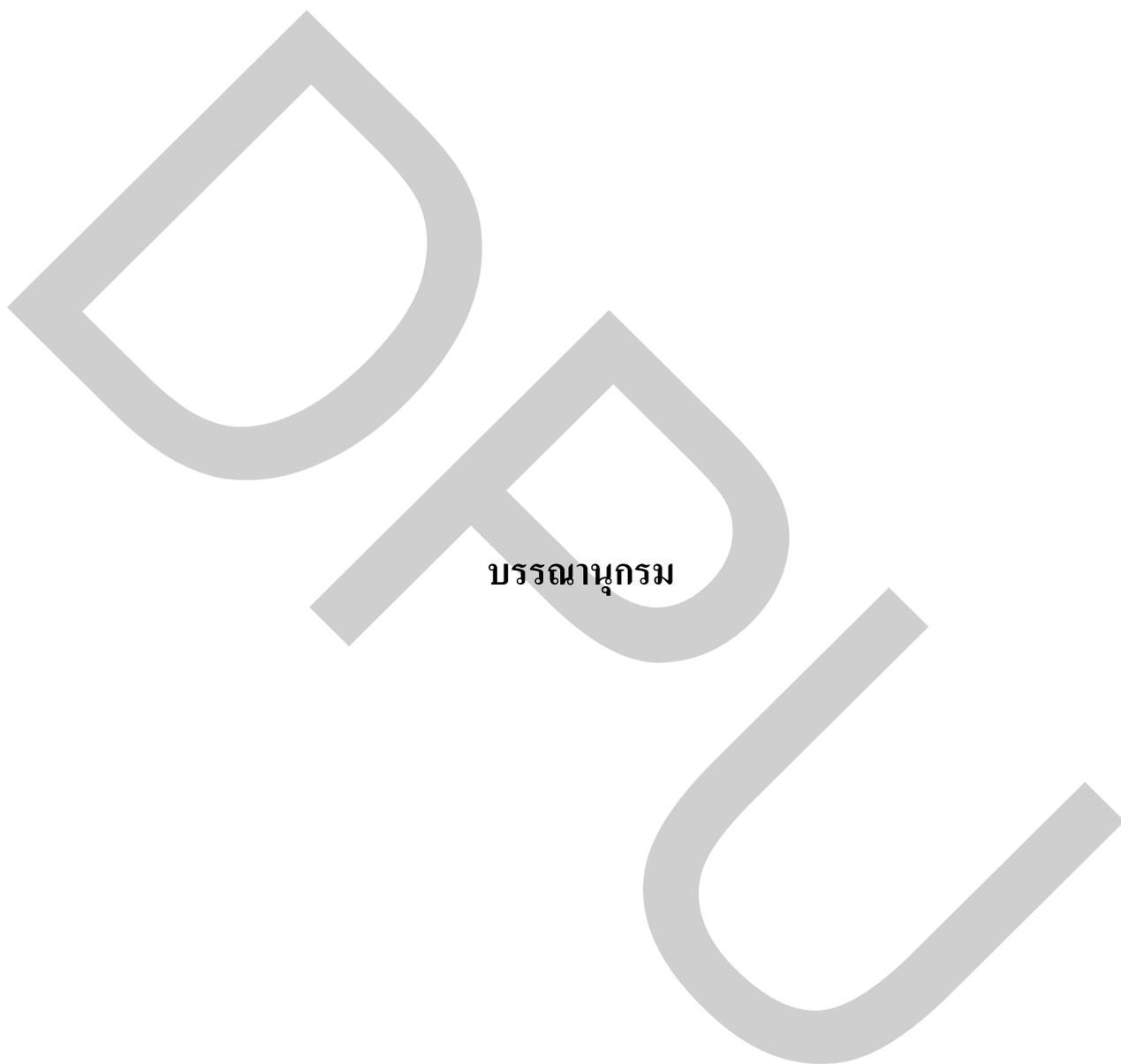
5.6.3 ระบบควบคุมบ้านหรือสำนักงานทางโทรศัพท์

แนวคิดในการพัฒนาคือ นำเอาระบบสื่อสารทางโทรศัพท์มาช่วยควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องการภายในบ้านหรือสำนักงาน โดยทำงานร่วมกับระบบ X.10 ซึ่งสามารถสั่งให้อุปกรณ์ เช่น เครื่องปรับอากาศ โคมไฟ ประตูดับ เป็นต้น ทำงานจากการสั่งงานทางโทรศัพท์ โดยแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 ระบบควบคุมอุปกรณ์ภายในบ้านหรือสำนักงาน

จากภาพที่ 5.3 ระบบสื่อสารเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุม X.10 เพื่อสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น เครื่องปรับอากาศ โทรศัพท์ เป็นต้น ภายในบ้านหรือสำนักงานได้



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

คณิน นิติวงศ์ และ นาคร ชูระเจน. Internet and Voice over IP. สืบค้นเมื่อ 4 ก.พ. 2552, จาก

http://www.student.chula.ac.th/~49702413/for_other.htm

บงการ หอมนาน. SIP เทคโนโลยีมัลติมีเดีย ผ่านอินเทอร์เน็ต. สืบค้นเมื่อ 4 ก.พ. 2552, จาก

http://te.eng.dpu.ac.th/Article_TJ/tj27-bongkarn.pdf

ยีน กู่วรรณ. LAN โพรโตคอล. สืบค้นเมื่อ 15 มี.ค. จาก

http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet1/network/lan_protocol.htm

รังสิมา เกียรติยุทธชาติ และ สมิตธิชัย ไชยวงศ์. การสื่อสารด้วยระบบ VoIP. สืบค้นเมื่อ 4 ก.พ.

2552, จาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/17875>

อดิสรณ์ ขาวสังข์. ทำความรู้จักกับ Asterisk และ AsteriskNOW. สืบค้นเมื่อ 5 ก.พ. 2552, จาก

<http://catadmin.cattelcom.com/km/blog/adisornk>

สารนิพนธ์

อนรรักษ์ อิ่มเพิ่มพูน. (2549). การวัดประสิทธิภาพการทำงานของโปรโตคอล SIP บนระบบ

โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ GSM. สารนิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

Alan B. Johnston. **SIP: Understanding the Session Initiation Protocol** (2nd ed.).

Norwood,MA : Artech House, Inc.

Barrie Dempster and Kerry Garrison. (September 2006). **Tribox Made Easy**.

Packet Publishing Ltd.

David Gomillion and Barrie Dempster. (2005). **Building Telephony Systems with Asterisk**.

Packet Publishing Ltd.

Jonathan Davidson and James Peters. (July 2006). **Voice over IP Fundamental** (2nd ed.).

Cisco Press.

Leif Medsen, Jared Smith, Jim Van Meggelen. (September 2005). **Asterisk : The Future of**

Telephony. O'Reilly.

Timothy Kell. **VoIP for Dummies**. Wiley Publishing INC.

William C. Hardy. **VoIP SERVICE QUALITY**. Megraw Hill.

ELECTRONIC SOURCE

Askozia. AskoziaPBX. Retrieved Feb 11, 2009, From <http://www.askozia.com>

AstBill. AstBill. Retrieved Feb 4, 2009, From <http://astbill.com/whatis>

Digium, Inc. Asterisk. Retrieved Oct 15, 2009, From <http://www.asterisk.org>

Fonality. Tribox. Retrieved Feb 4, 2009, From <http://www.tribox.com>

Sipcenter. What Is SIP Introduction. Retrieved Dec 10, 2009, From

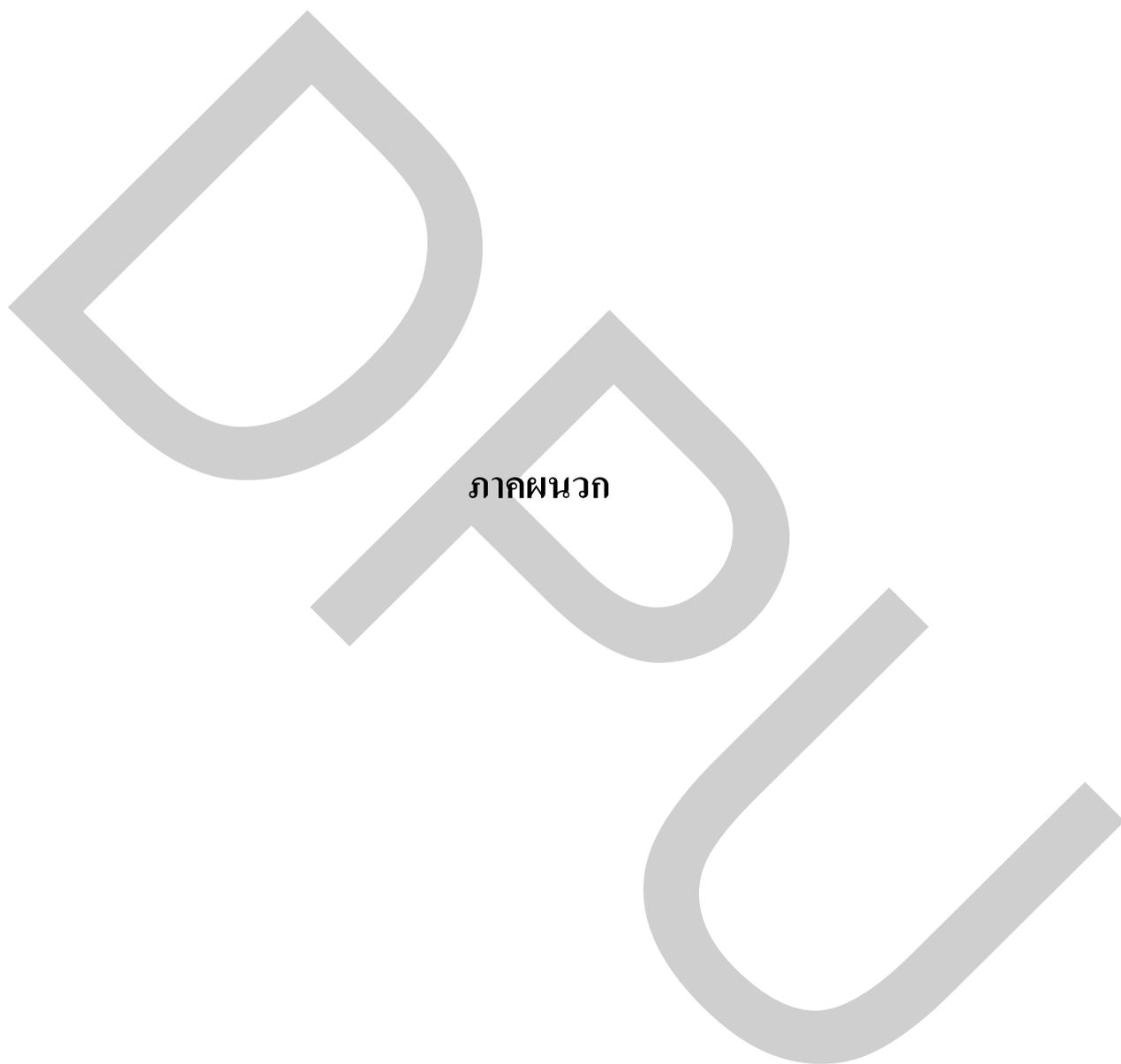
www.sipcenter.com/sip.nsf/html/What+Is+SIP+Introduction

Th.wikipedia. MySQL. Retrieved Feb 4, 2009, From <http://th.wikipedia.org/wiki/MySQL>

The PHP Group. What is PHP. Retrieved Feb 4, 2009, From <http://www.php.net>

Wikipedia. Media Gateway Control Protocol. Retrieved Feb 4, 2009, From

http://en.wikipedia.org/wiki/Media_Gateway_Control_Protocol



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก



บทความที่ได้รับการนำเสนอในที่ประชุม



ระบบสนับสนุนการกำหนดค่าการทำงานของไอพีพีบีเอ็กซ์แบบแอสเทอริกซ์

IP PBX Configuration Support System based on Asterisk

ประณตพล ดลคูสีดา และ ธนัญ จารุวิทย์โกวิท

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถนนประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทรศัพท์ 0-2954-7300 โทรสาร 0-2589-9605 E-mail : pranotphon@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารโดยใช้เสียงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือ VoIP ได้รับความนิยมที่สูงขึ้น ทำให้โปรแกรมที่ทำหน้าที่จัดการ IP-PBX เช่น AsteriskNOW, Trixbox มีการใช้งานมากขึ้น แต่การใช้งานยังมีข้อจำกัดในแง่ของความซับซ้อนในการใช้งานของผู้ใช้งานเริ่มต้น รวมถึงยังขาดบางหน้าที่ที่จำเป็น เช่น การจำกัดการโทรของแต่ละบุคคล การตั้งค่าระบบในกรณีที่มีผู้ใช้งานมาก ๆ เป็นต้น จากแนวคิดนี้ทำให้ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบต้นแบบที่ช่วยในการใช้งานแอสเทอริกซ์ ให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นโดยเป็นภาษาไทย เหมาะสำหรับผู้ใช้งานระดับเริ่มต้น โดยโปรแกรมที่พัฒนาช่วยเพิ่มความสามารถเช่น สร้างระบบเพื่อรองรับผู้ใช้ในปริมาณมากในการคิดค่าคร่าวเดียว จำกัดรูปแบบการใช้งาน จำกัดเวลาการโทร เป็นต้น โดยตัวโปรแกรมพัฒนาด้วยภาษา PHP ทำให้สะดวกในการพัฒนาต่อในอนาคต

คำสำคัญ: ผู้สาขาโทรศัพท์ไอพี, แอสเทอริกซ์, ระบบสนับสนุนการกำหนดค่า

Abstract

Nowadays, voice communication via internet or VoIP is quite popular so the usage minute is continually increased. As the result, the IP-PBX management programs based on Asterisk such as AsteriskNOW or Trixbox are very popular. Unfortunately, the usage is very limited especially for a beginner due to its complexity. In addition, those management programs still lack of some essential functions such as call-minute limit per user, configuration in a medium to large scale network etc. So, this paper proposes an idea to develop a prototype program in order to support the configuration of Asterisk via web-based GUI. The proposed program support Thai language for less experience users. Moreover, the proposed program can create the dial plan for medium to large number of users in one time configuration, limit usage pattern, limit call-minute per user etc. The program is developed by PHP that is suitable for future expansion.

Keyword : IP-PBX, Asterisk, Configuration support system

1. บทนำ

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการใช้งานระบบ VoIP มากขึ้น เนื่องจากมีจากราคาที่ต่ำ ในขณะที่คุณภาพเสียงก็ใกล้เคียงกับระบบเดิม ทำให้มีการใช้งานโปรแกรมทางด้านจัดการมากขึ้น โดยโปรแกรมที่นิยมใช้กันมาก เช่น AsteriskNOW[1], Trixbox[4] เป็นต้น แต่การใช้โปรแกรมเหล่านั้นยังคงมีความยาก ไม่เหมาะกับระดับผู้เริ่มต้น และ มีคุณสมบัติบางอย่างที่ไม่สามารถกำหนดได้ เช่น รายการไม่มีเป็นภาษาไทย ไม่มีคำอธิบายที่เป็นภาษาไทย ไม่สามารถกำหนดปริมาณการใช้สายได้ เป็นต้น

ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมองเห็นถึงความยุ่งยากในการใช้งาน จึงมีแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนพื้นฐานของเทคโนโลยีเว็บ เพื่อช่วยในการเปลี่ยนแปลงการกำหนดค่าใช้งานต่างๆ ให้สามารถใช้งานได้ง่าย เหมาะกับผู้เริ่มต้น เช่น มีรายการและคำอธิบายเป็นภาษาไทย, การสร้างผู้ใช้งานที่มีปริมาณมากๆ, การกำหนดรูปแบบการโทร, การจำกัดปริมาณการใช้งานเป็นรายบุคคล เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานและส่งเสริมให้มีการใช้งาน VoIP มากขึ้นกว่าในปัจจุบัน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

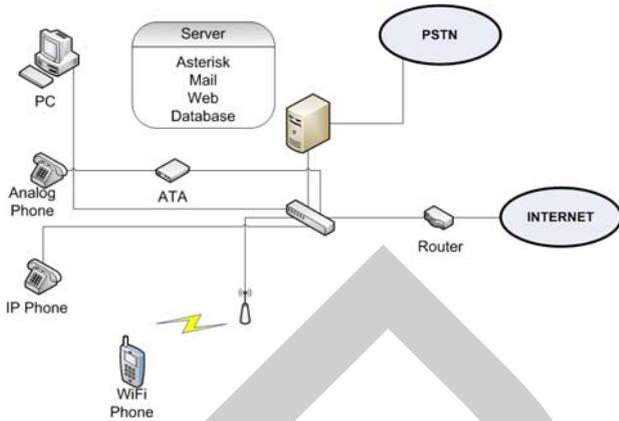
2.1 มาตรฐานโปรโตคอลของระบบ VoIP

สำหรับมาตรฐาน VoIP ที่มีการใช้งานในปัจจุบันมีอยู่หลายมาตรฐาน แต่จะขอกล่าวถึงมาตรฐานที่นิยมใช้งาน ได้แก่ มาตรฐาน SIP เท่านั้น โดยทั่วไปมาตรฐานเหล่านี้เราสามารถเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า “Call Control Technologies” ซึ่งถือว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับการนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งาน

2.1.1 SIP(Session Initiation Protocol) Standard

มาตรฐาน SIP[5] นั้นเป็นมาตรฐานภายใต้ IETF Standard ซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับการเชื่อมต่อ VoIP มาตรฐาน SIP จัดเป็นมาตรฐาน Application Layer Control Protocol สำหรับการเริ่มต้น (Creating), การปรับเปลี่ยน (Modifying) และการสิ้นสุด (Terminating) ของ Session หรือการติดต่อสื่อสารหนึ่งครั้ง มาตรฐาน SIP จะมีสถาปัตยกรรมการทำงานคล้ายคลึงการทำงานแบบ Client-Server Protocol เป็นมาตรฐานที่มี Reliability ที่ค่อนข้างสูง

รูปแบบการทำงานของระบบ VoIP นั้นประกอบไปด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือ ส่วนเครื่องแม่ข่าย (server) และส่วนลูกข่าย (client) ดังแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบ VoIP

จากรูปที่ 1 ในส่วนของเครื่องแม่ข่ายใช้โปรแกรม Asterisk [2-3] ทำหน้าที่เป็น SIP server และส่วนของ SIP client นั้นสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้หลายประเภทที่รองรับการทำงานโปรโตคอล SIP เช่น IP-Phone, WiFi-Phone เป็นต้น และเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อโทรไปยัง SIP server หรือ SIP client อื่น ที่เป็นโครงข่าย IP

ในกรณีที่ต้องการติดต่อไปยังระบบอื่น เช่น โทรศัพท์พื้นฐาน สามารถทำได้โดยเพิ่มการ์ดสำหรับเชื่อมต่อไปยังระบบ PSTN โดยอาจจะเชื่อมต่อด้วยการ์ดแบบ FXO หรือแบบ E1 ก็จะสมารถทำได้ ติดต่อกับโทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ได้

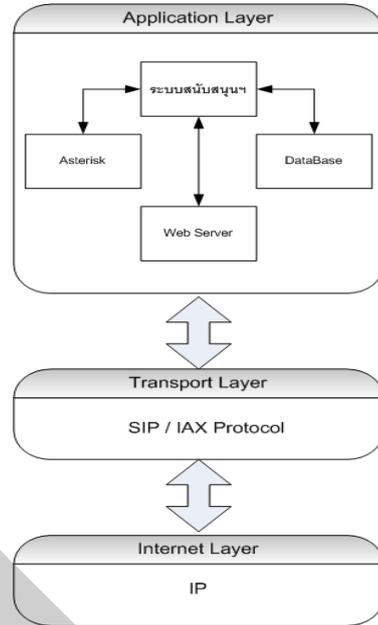
3. รายละเอียดการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของโครงการ

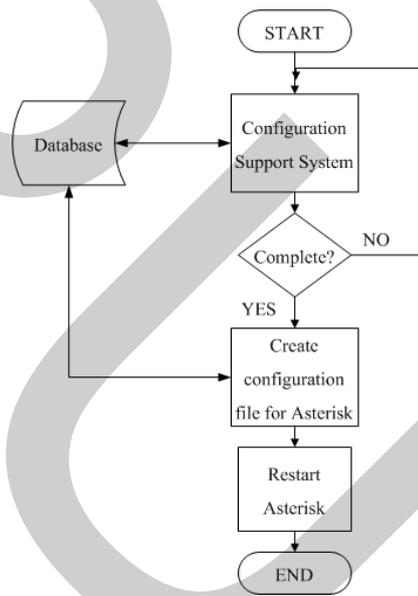
ในการทำงานของระบบสนับสนุนนั้น จะทำงานในระดับ Application Layer โดยระบบสนับสนุนจะทำหน้าที่กำหนดการทำงานต่างๆ ของ Asterisk ผ่านทาง Web Interface โดยที่ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้งานผ่าน Browser ทั่วไปได้ เช่น Internet Explorer หรือ Fire Fox เป็นต้น ซึ่งระบบที่พัฒนาจะมี Interface เป็นภาษาไทย ทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และง่ายต่อการใช้งาน โดยตัวโปรแกรมจะสร้างไฟล์ที่จำเป็นต่อการทำงานของ Asterisk ขึ้นมาจากค่าที่ผู้ใช้กำหนดไว้ จากนั้นตัวโปรแกรมจะทำหน้าที่นำไฟล์ที่สร้างขึ้นไปทับไฟล์ของเดิมที่มีอยู่ก็จะทำให้ Asterisk สามารถทำงานได้ตามความต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2

กระบวนการทำงานของโปรแกรมนั้นจะทำงานร่วมกับโปรแกรม Asterisk โดยโปรแกรมจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ ส่วนการกำหนดค่าการทำงานของระบบ ซึ่งจะทำงานก่อนที่จะเริ่มใช้ระบบ และ ส่วนที่ 2 คือ ส่วนควบคุมการใช้งาน ซึ่งจะทำงานในขณะที่มีการใช้งานระบบ เช่น การจำกัดเวลา การจำกัดสิทธิการโทร เป็นต้น ในส่วนแรกนั้นจะประกอบไปด้วยการกำหนดค่าที่จำเป็นต่อการใช้งานต่างๆ เช่น หมายเลขเครือข่าย วิธีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เป็นต้น เมื่อกำหนดค่าต่างๆ แล้ว โปรแกรมจะทำการสร้างไฟล์ของระบบขึ้นมา

เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ ขั้นตอนการทำงานของส่วนนี้ดังแสดงในรูปที่ 3

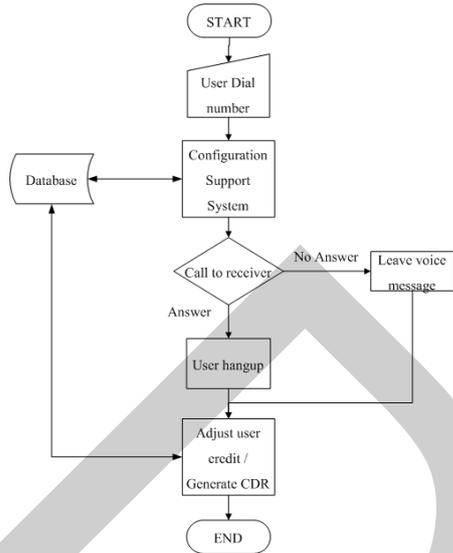


รูปที่ 2 ภาพรวมการทำงานของระบบสนับสนุนฯ



รูปที่ 3 การไหลของข้อมูลของการทำงานส่วนที่ 1

การทำงานในส่วนที่ 2 นั้น จะทำงานไปพร้อมกันกับ Asterisk เพื่อควบคุมการใช้งาน เช่น การจำกัดเวลาโทร เป็นต้น โดยระหว่างทำงานจะมีการรับ-ส่งค่า ระหว่างโปรแกรมกับ Asterisk และจะสิ้นสุดการทำงานในส่วนนี้เมื่อสิ้นสุดการติดต่อสื่อสารของผู้ใช้ ขั้นตอนการทำงานส่วนที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 4

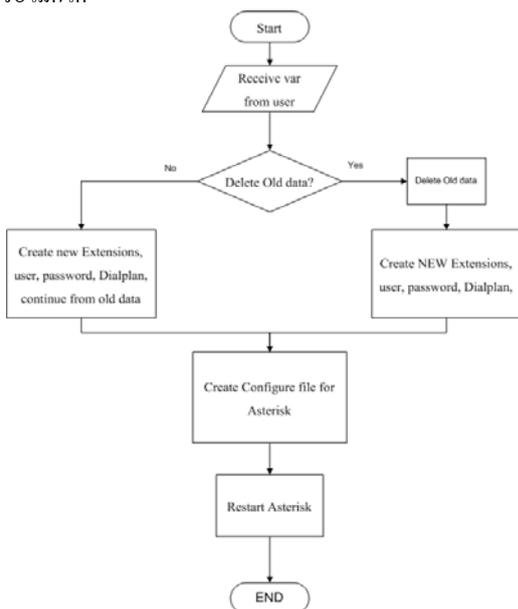


รูปที่ 4 การไหลของข้อมูลส่วนที่ 2

3.2 การพัฒนาส่วนสร้างผู้ใช้แบบอัตโนมัติ

ในการสร้างผู้ใช้งานแบบอัตโนมัตินั้น ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถสร้างผู้ใช้ที่มีปริมาณมากได้ในคราวเดียว โดยในการทำงานในส่วนนี้ จะเริ่มจากการกำหนดหมายเลขนำตามจำนวนที่ต้องการ กำหนดประเภทของโปรโตคอล กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การใช้งานรับรับข้อความ เสียงข้อความต้อนรับ เป็นต้น ซึ่งเมื่อกำหนดค่าต่าง ๆ แล้วระบบจะพร้อมใช้งานทันที

จากรูปที่ 5 เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการสร้างผู้ใช้แบบอัตโนมัติ โปรแกรมจะให้ผู้ใช้เลือกว่าต้องการลบหรือไม่ลบข้อมูลเดิม หากเป็นการสร้างครั้งแรกผู้ดูแลต้องกำหนดค่าที่จำเป็นต่างๆ แต่ถ้าเป็นการสร้างเพิ่มเติมผู้ดูแลระบบจะเพิ่มเฉพาะหมายเลขซึ่งอาจเป็นหมายเลขต่อจากเดิมหรือไม่ก็ได้

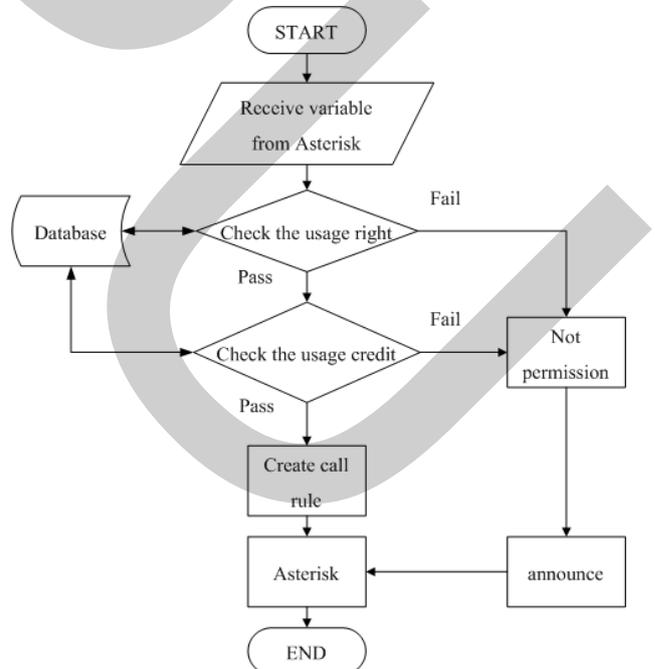


รูปที่ 5 การไหลของข้อมูลส่วนสร้างผู้ใช้แบบอัตโนมัติ

3.3 การพัฒนาส่วนการกำหนดสิทธิการโทรและส่วนกำหนดเวลาการโทรของแต่ละผู้ใช้

การพัฒนาส่วนนี้ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถจำกัดการโทรออกสายนอก พร้อมทั้งกำหนดเวลาในการโทร (prepaid) ในแต่ละผู้ใช้ได้ เช่น จำกัดการโทรเข้าโทรศัพท์เคลื่อนที่ จำกัดการโทรไปยังต่างประเทศ เป็นต้น การกำหนดสิทธิในการโทรไปยังระบบอื่นจะใช้วิธีการตรวจสอบหมายเลขนำต่างๆ เช่น 089, 02, 001, 034 เป็นต้น เพื่อตรวจสอบว่าผู้ใช้มีสิทธิในการเรียกไปยังหมายเลขดังกล่าวหรือไม่ โดยตัวระบบจะรับค่าตัวแปรหมายเลขมาจาก Asterisk จากนั้นนำมาประมวลผล แล้วส่งค่าที่ได้จากการประมวลผลแล้วกลับไปยัง Asterisk เพื่อทำการสร้างหรือไม่สร้างการโทรต่อไป

ในส่วนของการทำงานเมื่อครบเวลาตามที่กำหนดไว้แล้วนั้น ตัวโปรแกรมจะส่งค่าเวลาที่คงเหลือของผู้ใช้นั้นๆ โดยโปรแกรมจะสร้าง Dial plan สำเร็จรูป ส่งไปยัง Asterisk ในรูปของตัวแปร เมื่อ Asterisk รับค่าตัวแปรที่ได้จากโปรแกรมแล้ว ก็จะทำงานโดยเรียกไปยังหมายเลขปลายทางที่ต้องการ โดยระบบจะเริ่มนับเวลาตั้งแต่ผู้รับสายเริ่มรับสายจนกระทั่งครบเวลาที่กำหนด Asterisk ก็จะทำการตัดสาย แต่ในกรณีที่มีการวางสายก่อนครบกำหนดเวลา โปรแกรมจะปรับค่าเวลาที่ใช้ไปจาก Asterisk แล้วจะประมวลผลเป็นเวลาที่จะเหลือของผู้ใช้นั้น เก็บไว้ในระบบเพื่อใช้งานต่อไป การทำงานของการจำกัดเวลาการโทรและการจำกัดสิทธิการโทรดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การไหลของข้อมูลส่วนกำหนดสิทธิการโทรและจำกัดเวลา

4. การทดสอบโปรแกรม

4.1 เครื่องแม่ข่าย (Server)

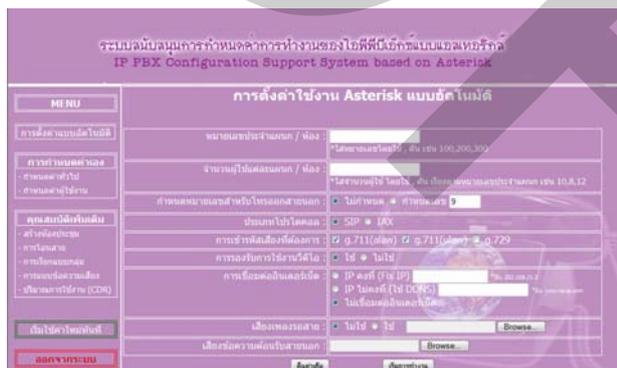
เครื่องแม่ข่ายที่ใช้ ทำการทดสอบนี้ ได้มีการติดตั้งโปรแกรมที่จำเป็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

- Ubuntu Server 8.04
- Asterisk 1.4.24
- Apache 2 (web server)
- Postfix (mail server)

และติดตั้งการ์ด FXO สำหรับโทรออกสายนอก จำนวน 1 การ์ด

4.2 การทดสอบส่วนการสร้างผู้ใช้แบบอัตโนมัติ

ได้ทดลองสร้างผู้ใช้งานแบบอัตโนมัติ โดยตั้งสมมุติฐานว่ามีผู้ใช้งานทั้งหมด 50 คน ใช้เวลาในการสร้างผู้ใช้งานประมาณ 5 นาที ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรม AsteriskNOW หรือ Trixbox ซึ่งต้องสร้างผู้ใช้งานทีละคน จะใช้เวลาประมาณ 40 นาที จากนั้นทดลองโทรศัพท์ติดต่อกันพบว่าระบบทำงานได้ถูกต้องตามค่าที่ตั้งไว้ หน้าจอแสดงการตั้งค่าแบบอัตโนมัติดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การตั้งค่าการใช้ Asterisk แบบอัตโนมัติ

4.3 การทดสอบส่วนการจำกัดรูปแบบการโทรพร้อมทั้งจำกัดเวลาการโทรเป็นรายบุคคล

ได้ทดสอบจำกัดรูปแบบการโทรเป็นรายบุคคล เช่น จำกัดการโทรเข้าโทรศัพท์เคลื่อนที่ จำกัดการโทรไปยังต่างประเทศ พบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้อง การกำหนดรูปแบบการโทรและการจำกัดเวลาในการโทรสามารถทำได้โดยผู้ดูแลระบบเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 การกำหนดรูปแบบการโทรเป็นรายบุคคล

4.3 ข้อจำกัดของโปรแกรม

การทำงานของส่วนจำกัดเวลาการโทร เมื่อคิดต่อไปยังระบบอื่นๆ ผ่านทาง Zap channel นั้น ระบบยังกำหนดเวลาได้ไม่ถูกต้องนัก เนื่องจาก Asterisk จะเริ่มนับเวลาเมื่อสร้างช่องสื่อสารได้สำเร็จ ในกรณีนี้คือ Asterisk สามารถสร้างช่องสื่อสารกับ ZapTel driver ได้แล้ว แต่ผู้รับอาจไม่ได้รับสายหรือรับสายช้า จึงทำให้เวลาในส่วนนี้ผิดพลาดจากความ เป็นจริง

5. สรุปผลการทดสอบ

การใช้งานทั่วไปมีความสมบูรณ์ทุกหน้าที่ อยู่ในเกณฑ์ดี ระบบสามารถตัดสายเมื่อครบกำหนดเวลาได้อย่างถูกต้อง โปรแกรมสามารถจำกัดสิทธิการโทรได้ถูกต้องตามค่าที่กำหนด แต่หากมีการใช้งานสายนอกการจำกัดเวลาอาจยังไม่ถูกต้องนักเนื่องจากไม่สามารถควบคุมเวลาในส่วนของสายนอกได้ และยังคงต้องการปรับแต่งเครื่องแม่ข่ายในครั้งแรกก่อนมีการใช้งานร่วมกับโปรแกรมนี้

ข้อเสนอแนะในการแก้ไขส่วนการจำกัดเวลาเมื่อใช้งานสายนอกนั้น ต้องปรับแต่งการทำงานในส่วนของ ZapTel driver และการทำงานของ Asterisk ให้สามารถจับสัญญาณ Connect ตามมาตรฐาน Q.931 (ITU-T) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการจับเวลาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] AsteriskNOW, <http://www.asterisknow.org>
- [2] Asterisk, <http://www.asterisk.org>
- [3] David Gomillion, Barrie Dempster. Building Telephony Systems with Asterisk , Packt Publishing Ltd. February 2006.
- [4] Trixbox, <http://www.trixbox.com>
- [5] บงการ หอมนาน, SIP เทคโนโลยีมัลติมีเดีย ผ่านอินเทอร์เน็ต [online], เข้าถึง 4 ก.พ. 2552. จาก http://te.eng.dpu.ac.th/Article_TJ/tj27-bongkam.pdf

