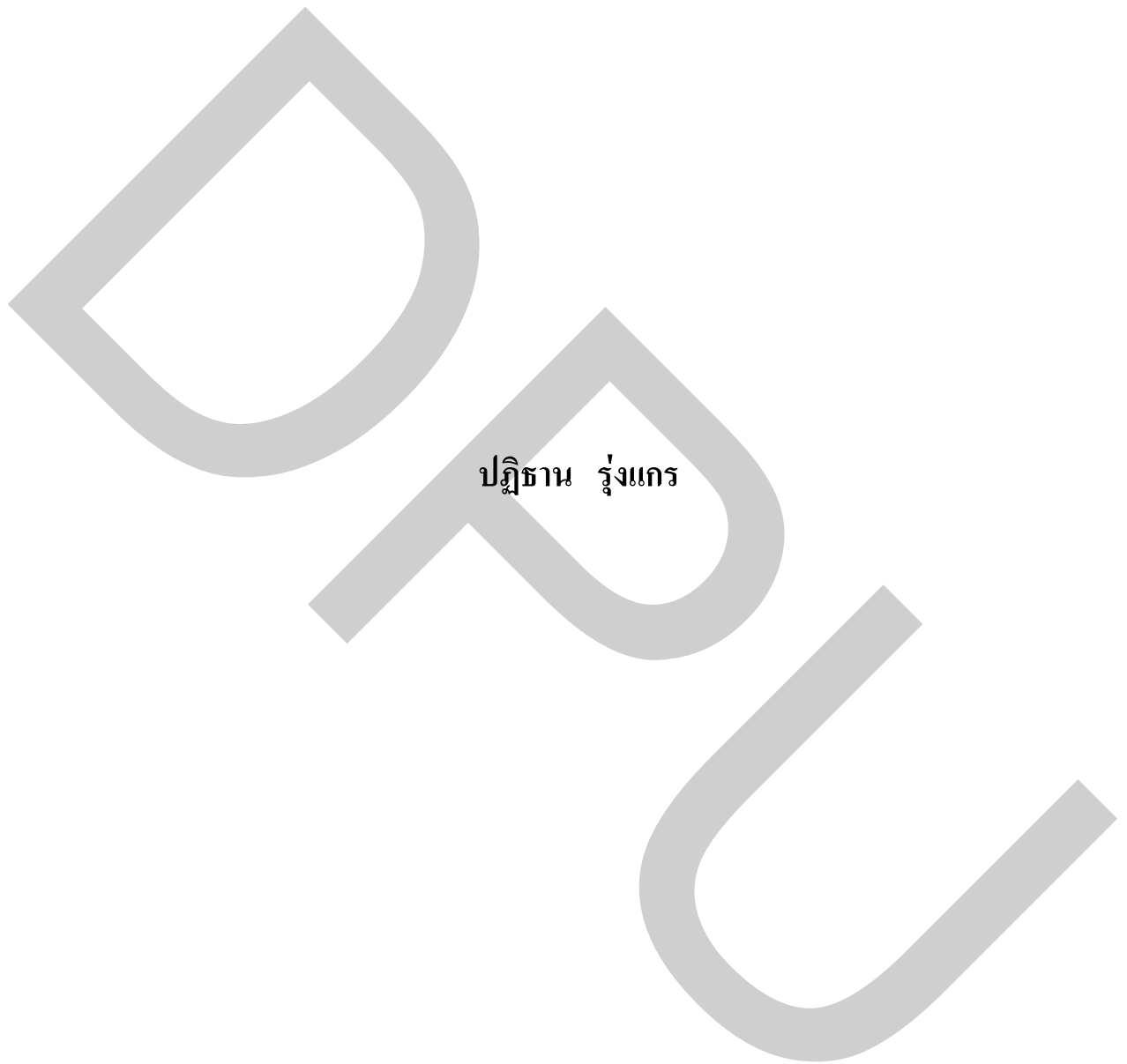


การประยุกต์ซอฟต์แวร์แอสเทอริกสำหรับงานสื่อสารขององค์กร



งานค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2553

The Application of Asterisk Software for Organization Communication



Partitan Rungkrae

**An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science (Computer and Communication Technology)**

Department of Computer and Communication Technology

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2010

กิตติกรรมประกาศ

งานค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีได้นั้น ต้องขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา
งานค้นคว้าอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์ ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่า
ให้ความอนุเคราะห์ แนะนำ ดูแล และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบิดามารดา และพี่น้อง ที่คอยช่วยให้ความสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้
การศึกษาในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานค้นคว้าอิสระฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์กับนักศึกษาหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตทุกสาขา โดยเฉพาะสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต หรือผู้ที่สนใจทั่วไปบ้างไม่มากก็น้อย หากมีข้อผิดพลาดใดในงานค้นคว้า
อิสระฉบับนี้ ต้องขออภัยเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ปฏิธาน รุ่งแกร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญ.....	๓
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญภาพ.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 วิวัฒนาการการสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต.....	4
2.2 หลักการพื้นฐานของเครือข่าย IP.....	6
2.3 มาตรฐานของเทคโนโลยี VoIP.....	8
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับ SIP (Session Initiation Protocol).....	15
2.5 ความรู้เกี่ยวกับ Asterisk และฟังก์ชันการทำงานต่างๆ.....	22
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	37
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	37
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	37
3.3 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย.....	38
3.4 สรุป.....	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ผลการวิเคราะห์และการออกแบบระบบ.....	40
4.1 การศึกษาระบบงาน.....	40
4.2 การวิเคราะห์ระบบ.....	49
4.3 การออกแบบแผนการโทรศัพท์.....	49
5. ผลการจัดทำและการทดสอบระบบ.....	51
5.1 การจัดทำระบบ.....	51
5.2 การทดสอบระบบ.....	64
6. สรุปผลการวิจัย.....	68
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	68
6.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	69
6.3 ข้อเสนอแนะ.....	69
บรรณานุกรม.....	71
ประวัติผู้เขียน.....	76

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย.....	38
4.1 โครงสร้างของไฟล์ extensions.conf แผนการโทรศัพท์.....	50
4.2 โครงสร้างของไฟล์ user.conf.....	50

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การเชื่อมต่อ PC to PC	5
2.2 การเชื่อมต่อ PC to Phone	5
2.3 การเชื่อมต่อ Phone to Phone	6
2.4 การส่งข้อมูลในเครือข่าย	6
2.5 การเชื่อมต่อของเครือข่าย VoIP	7
2.6 PCM (Pulse Code Modulation)	10
2.7 Removal of Echo	10
2.8 Framing	10
2.9 Packetisation Process	10
2.10 Address and Delivery	11
2.11 Conversation to Analog	11
2.12 Block Diagram ของ Voice Processing Module	13
2.13 โครงสร้างภายในตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล	13
2.14 สัญลักษณ์การเชื่อมต่อของ VoIP	14
2.15 ตัวอย่างของการใช้งาน SIP อย่างง่ายในการโทรศัพท์	16
2.16 PBX to PBX Connection	19
2.17 Long Line PBX Extension	19
2.18 Teleworker/Local Access	20
2.19 สถาปัตยกรรมของระบบโทรศัพท์ Asterisk	28
2.20 การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk ร่วมกับโครงข่ายโทรศัพท์ PSTN	30
2.21 Asterisk Card X100P	31
2.22 Asterisk Card X400P	32
2.23 FXO Module สำหรับการ์ด X400P	32
2.24 FXS Module สำหรับการ์ด X400P	33
2.25 ตัวอย่าง IP-Phone ที่รองรับมาตรฐาน SIP	34
2.26 โปรแกรม X-lite ที่ทำหน้าที่เป็น SoftPhone ที่รองรับมาตรฐาน SIP	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.1 เว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ AsteriskNow	41
4.2 ตัวอย่างหน้าต้อนรับเข้าสู่การติดตั้ง AsteriskNow	41
4.3 ตัวอย่างลิงค์เข้าสู่ระบบ AsteriskNow	42
4.4 ตัวอย่างหน้าเว็บการจัดการของ AsteriskNow	42
4.5 การตรวจสอบการติดตั้งการ์ด	43
4.6 การสร้างการเชื่อมต่อกับภายนอก	44
4.7 การพอร์ต Analog (FXO) เป็นกลุ่มๆ	44
4.8 การกำหนดหมายเลขภายในของระบบ	45
4.9 การกำหนดเงื่อนไขการโทรออก	46
4.10 การกำหนดเงื่อนไขด้วย Voice Menu	47
4.11 การตั้งค่า Voice mail	48
4.12 การกำหนดหมายเลขภายในสำหรับระบบ Voice Mail	48
5.1 แสดงการโทรเข้าจากหมายเลขภายใน 6001	64
5.2 แสดงการโทรระบบตอบรับ IVR ที่หมายเลข 7000 หมายเลขภายใน 6000	65
5.3 หมายเลขภายใน 6000 ไม่สามารถรับสายได้	66
5.4 แสดงข้อความของระบบฝากข้อความเสียง	66
5.5 แสดงข้อความเตือนที่หมายเลข 6000	67
5.6 แสดงข้อความของระบบขณะฟังข้อความใน VoiceMail	67

หัวข้องานคั่นคว่ำอิสระ	การประยุกต์ซอฟต์แวร์แอสเทอริกสำหรับงานสื่อสารขององค์กร
ชื่อผู้เขียน	ปฏิธาน รุ่งแกร
อาจารย์ที่ปรึกษางานคั่นคว่ำอิสระ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

งานคั่นคว่ำอิสระนี้เป็นการประยุกต์ซอฟต์แวร์ Asterisk สำหรับงานสื่อสารขององค์กร โดยเป็นการศึกษาคุณสมบัติ และการทำงานของซอฟต์แวร์ Asterisk เพื่อนำมาประยุกต์ให้บริการด้านทางโทรศัพท์สำหรับองค์กร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ระบบ ติดตั้งระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX ด้วยซอฟต์แวร์ AsteriskNOW ทำการทดสอบติดตั้งการเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk ร่วมกับโครงข่ายโทรศัพท์ PSTN การเขียนแผนการโทรศัพท์ ระบบตอบรับอัตโนมัติ และระบบฝากข้อความเสียง

ผลการทดสอบระบบพบว่า ซอฟต์แวร์ Asterisk สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ มีความยืดหยุ่นในการติดตั้ง และจัดการระบบ การใช้งานเป็นไปอย่างสะดวก และประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่งเป็นข้อดีของซอฟต์แวร์ Asterisk

Independent Study Title	The Application of Asterisk Software for Organization Communication
Author	Partitan Rungkrae
Independent Study Advisor	Assistant Professor Dr. Pranot Boonchai-Apisit
Department	Computer and Communication Technology
Academic Year	2009

ABSTRACT

This independent study is a study of Asterisk software applications for Organization Communications and applied to telephone services for organizations. The researcher had analyzed and installed an IP-PBX phone system with AsteriskNOW software. And tested by connected the Asterisk system with telephone network PSTN included with Dial Plan, IVR, and Voicemail features.

The testing of Asterisk system gives an expecting result and work out perfectly. The flexibility of installation and configuration easy for new users. Cost saving also one of benefits from Asterisk Software.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยี VoIP หรือ Voice over Internet Protocol นั้นเป็นเทคโนโลยีสำหรับบริการโทรศัพท์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีข้อดีอันดับแรก ๆ ที่เห็นได้ชัดก็คือ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการโทรได้ ไม่ว่าจะเป็นการโทรภายในประเทศ หรือการโทรระหว่างประเทศก็ตาม เพราะการโทรศัพท์ผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตนั้นไม่จำเป็นที่จะต้องทำงานผ่านทางชุมสายโทรศัพท์ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายของส่วนที่ให้บริการด้วย แต่การโทรศัพท์ผ่านทางอินเทอร์เน็ตนั้นจะเป็นการทำงานโดยอาศัยหลักการเดียวกับการส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต

VoIP (Voice over Internet Protocol) นั้นเป็นการประยุกต์การส่งข้อมูลของอินเทอร์เน็ตมาใช้งาน ซึ่งโดยปกติการใช้งานอินเทอร์เน็ตจะเป็นการใช้สัญญาณข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่สำหรับการใช้งาน VoIP นั้นจะเป็นการนำเอาสัญญาณเสียงมารวมเข้ากับสัญญาณข้อมูลเพื่อส่งผ่านไปยังระบบเครือข่ายผ่านทางโพรโตคอลที่ใช้สำหรับอินเทอร์เน็ต หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า IP ซึ่งตามปกตินั้น IP จะใช้สัญญาณข้อมูลเท่านั้น แต่ด้วยเทคโนโลยี VoIP ที่ทำให้ส่งสัญญาณเสียงได้ ด้วยรูปแบบการส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตจึงทำให้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์ได้เป็นอย่างมาก

ซึ่งในปัจจุบันอินเทอร์เน็ตได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และได้รับความนิยมเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของรัฐบาลหรือหน่วยงานของเอกชนก็ตาม จะต้องใช้อินเทอร์เน็ตไว้ใช้ในองค์กร ที่สำคัญก็คือ อินเทอร์เน็ตแบบความเร็วสูงที่กำลังขยายตัวขึ้นเรื่อย ๆ และด้วยการขยายตัวของระบบเครือข่ายสัญญาณข้อมูล Data Network ที่มีอัตราการขยายตัวอย่างรวดเร็วกว่าการขยายตัวของ การสื่อสารด้วยเสียง จึงเหมาะสำหรับผู้ใช้งานในทุกระดับที่มีอินเทอร์เน็ตไว้ใช้งาน เพราะด้วยเทคโนโลยีของ VoIP นั้นจะช่วยให้สามารถรับส่งสัญญาณข้อมูลและสัญญาณเสียงได้พร้อมกัน ทำให้เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าการใช้งานเครือข่ายที่มีอยู่ให้มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น และด้วยเหตุผลต่าง ๆ เหล่านี้จึงทำให้ VoIP ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

ซอฟต์แวร์ Asterisk ทำหน้าที่เป็นระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX (Internet Protocol - Private Branch Exchange) ที่เต็มไปด้วยความสามารถที่หลากหลาย สามารถทำงานได้บนหลาย

ระบบปฏิบัติการ เช่น Linux FreeBSD MacOS Solaris ซึ่งซอฟต์แวร์ Asterisk นี้จัดอยู่ในกลุ่มของโปรแกรมที่เป็น Open Source ซึ่งสามารถนำมาศึกษาพัฒนาต่อยอด รวมถึงนำไปงานได้โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ปัจจุบันได้มีการพัฒนาต่อยอดโดยการนำเอาระบบโทรศัพท์ Asterisk มาสร้างขึ้นใหม่เพื่อให้สามารถใช้งานและควบคุมระบบโทรศัพท์ ให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งานมากมาย โดยทำงานเป็นลักษณะของการควบคุมผ่านเว็บหรือที่เราเรียกว่า Web-based Control Panel

จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและติดตั้งระบบ VoIP โดยใช้ซอฟต์แวร์ Asterisk เพื่อการติดตั้ง การใช้งาน และเพื่อให้สามารถนำเทคโนโลยีนี้ไปประยุกต์ใช้งานได้ทั้งหน่วยงานของรัฐบาลหรือหน่วยงานของเอกชน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาระบบ Asterisk ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX
3. ออกแบบ และติดตั้งระบบโทรศัพท์ VoIP ด้วย AsteriskNow

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาระบบการทำงานของระบบ Asterisk และฟังก์ชันการทำงานต่างๆ
2. ติดตั้งระบบ AsteriskNow
3. ติดตั้งการ์ด X100P และทำการเชื่อมต่อ Asterisk กับโครงข่ายโทรศัพท์สาธารณะ
4. ศึกษา และการประยุกต์ใช้งานการเขียนแผนการโทรศัพท์ (Dial Plan)
5. ศึกษา และการประยุกต์ใช้งานระบบตอบรับอัตโนมัติ หรือเรียกว่า IVR (Interactive Voice Response)
6. ศึกษา และการประยุกต์ใช้งานระบบฝากข้อความเสียง (Voice mail)
7. ออกแบบ และติดตั้งระบบ Asterisk สำหรับสำนักงานขนาดเล็ก เป็นกรณีศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมีดังต่อไปนี้

1. สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ เช่น ต้นทุนสำหรับค่าอุปกรณ์ตู้สาขาโทรศัพท์
2. สามารถปรับแต่งระบบตู้สาขาเองได้ เช่น Dial Plan, IVR, Voice Mail ฯลฯ

3. สามารถเพิ่มมูลค่าการใช้งานเครื่องใช้ที่มีอยู่ให้มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น
4. สามารถนำระบบ Asterisk ไปประยุกต์ใช้งานในหน่วยงานของรัฐบาลหรือหน่วยงานของเอกชนได้



บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาของบทนี้กล่าวถึง วิทยาการของอินเทอร์เน็ต หลักการพื้นฐานของเครือข่าย IP SIP (Session Initiation Protocol) ซอฟต์แวร์ Asterisk และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 วิทยาการการสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต

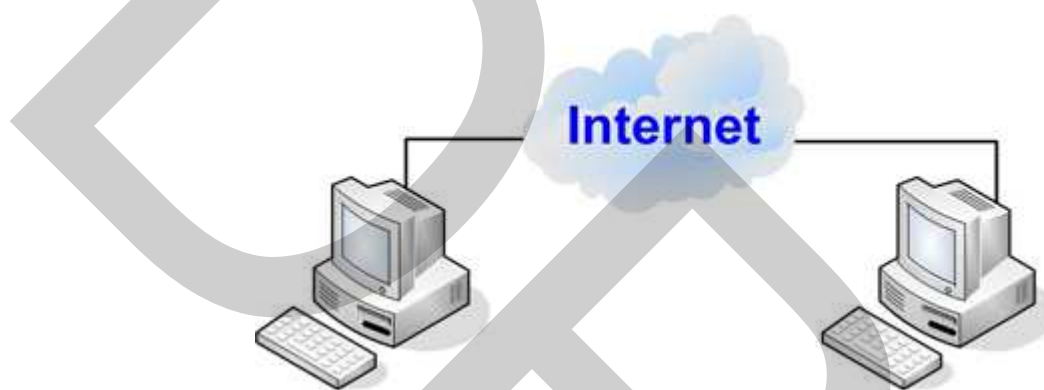
ข้อความจาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/17875#P1> (2550) ได้กล่าวไว้ว่า ในปัจจุบันการใช้อินเทอร์เน็ตมีบทบาทกับชีวิตประจำวันมากขึ้น และใช้งานกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความจำเป็นที่จะต้องติดต่อสื่อสาร อินเทอร์เน็ตจึงได้รับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการสื่อสารรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การติดต่อด้วยเสียง การใช้โทรศัพท์บนเครือข่าย ซึ่งก็มีวิวัฒนาการตามลำดับเบื้องต้นดังนี้

E-mail หรือ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์เป็นบริการอย่างหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาก จนทำให้บางคนคิดว่า E-mail คือ อินเทอร์เน็ต และอินเทอร์เน็ตคือ E-mail วิธีใช้งานอีเมลล์ก็ง่าย และมีประโยชน์มาก การทำงานของ E-mail มีลักษณะคล้ายกับระบบไปรษณีย์ปกติ (หมายถึงระบบที่ใช้กระดาษในการเขียนจดหมาย) กล่าวคือในระบบไปรษณีย์ปกติมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการรับส่งจดหมายคือเป็นบุรุษไปรษณีย์ (ในกรณีของประเทศไทยคือ การสื่อสารแห่งประเทศไทย) ถ้าเป็นในอินเทอร์เน็ต สิ่งที่ทำหน้าที่คอยรับส่งจดหมายคือบรรดาคอมพิวเตอร์ทั้งหลายที่ทำหน้าที่เป็น E-mail Server (คอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการด้านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์)

Chat คือ การส่งข้อความสั้นๆ ระหว่างบุคคลที่อยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ในเวลาเดียวกัน และสามารถเขียนโต้ตอบกันไปมาคล้ายกับการคุยกัน ซึ่งก็ได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับหาร Chat ออกมามากมายที่เป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายก็คือ MSN Messenger และสิ่งหนึ่งที่มีการพัฒนาต่อมา คือระบบการสื่อสารด้วยเสียงผ่านเครือข่าย IP ที่เรียกว่า เทคโนโลยี Voice over IP หรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า “VoIP” จนสามารถใช้งานได้ดีขึ้น เพื่อให้ได้รับประโยชน์และมีความสะดวกมากที่สุด VoIP ถูกเริ่มต้นใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสามารถสนทนา ระหว่างกัน ได้ รวมถึงการสนทนากับโทรศัพท์พื้นฐานอีกด้วยโดยไม่เสียค่าบริการ

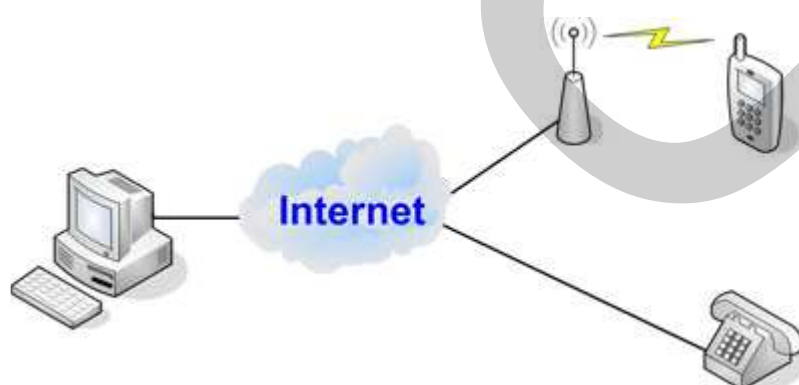
แต่อย่างไรก็ตาม และคุณภาพของบริการก็ถูกพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆจนเทียบเท่าระบบ โทรศัพท์พื้นฐานซึ่ง VoIP สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะคือ

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ไปยัง คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC to PC) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 PC ที่มีการติดตั้ง sound card และไมโครโฟน ที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่าย IP การประยุกต์ใช้ PC และ IP-enabled telephones สามารถสื่อสารกันได้แบบจุดต่อจุด หรือ แบบจุดต่อหลายจุด โดยอาศัย software ทางด้าน IP telephony



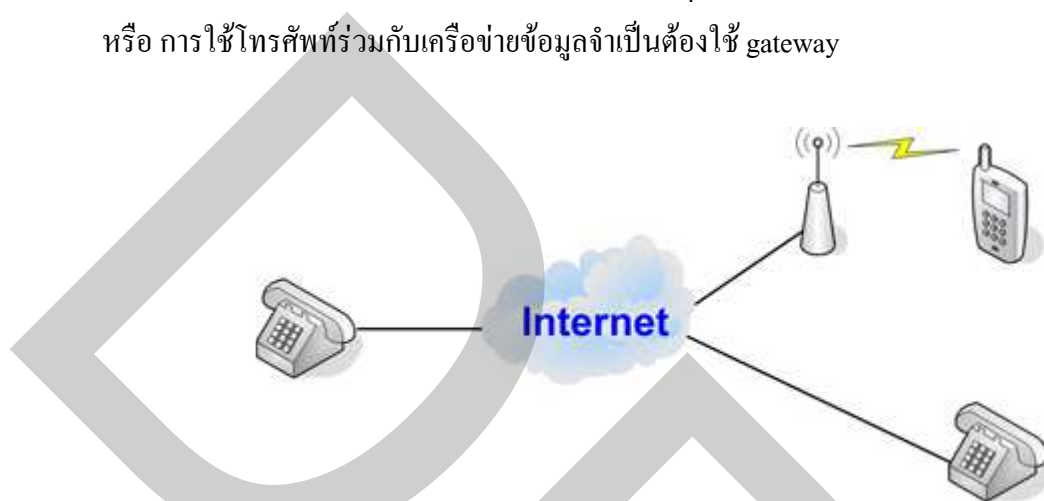
ภาพที่ 2.1 การเชื่อมต่อ PC to PC

2. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ไปยัง โทรศัพท์พื้นฐาน (PC to Phone) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 เป็นการเชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์เข้ากับ เครือข่าย IP ทำให้โดยอาศัย Voice trunks ที่สนับสนุน voice packet ทำให้สามารถใช้ PC ติดต่อกับ โทรศัพท์ระบบปกติได้



ภาพที่ 2.2 การเชื่อมต่อ PC to Phone

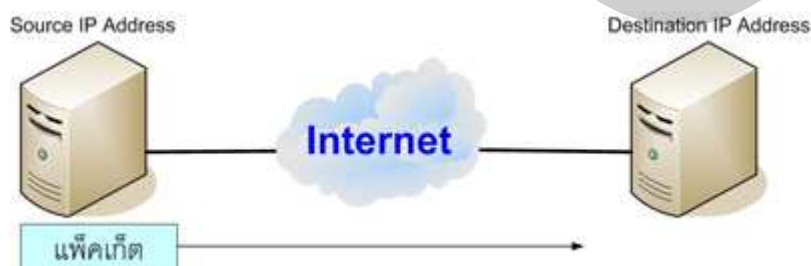
3. โทรศัพท์กับโทรศัพท์ (Telephony) ดังแสดงในภาพที่ 2.3 เป็นการใช้โทรศัพท์ธรรมดาติดต่อกับโทรศัพท์ธรรมดา แต่ในกรณีนี้จริงๆแล้วประกอบด้วยขั้นตอนการส่งเสียงบนเครือข่าย Packet ประเภทต่างๆซึ่งทั้งหมดติดต่อกันระหว่างชุมสายโทรศัพท์ (PSTN) การติดต่อกับ PSTN หรือ การใช้โทรศัพท์ร่วมกับเครือข่ายข้อมูลจำเป็นต้องใช้ gateway



ภาพที่ 2.3 การเชื่อมต่อ Phone to Phone

2.2 หลักการพื้นฐานของเครือข่าย IP

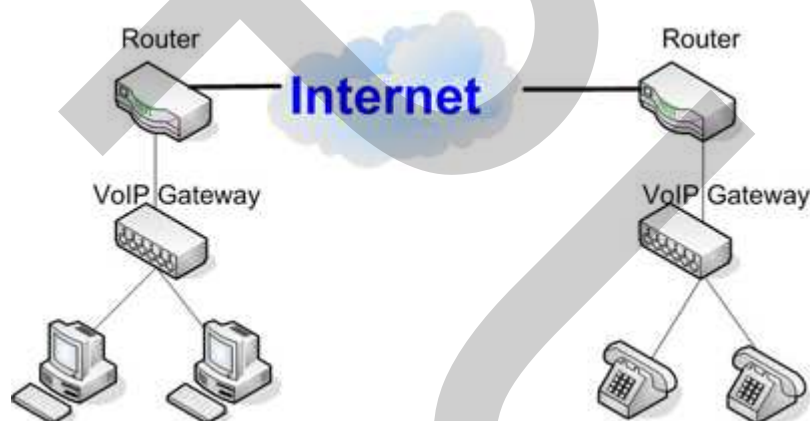
เครือข่ายไอพี (Internet Protocol) มีพัฒนาจากรากฐานระบบการสื่อสารแบบ Packet โดยระบบมีการกำหนด Address ที่เรียกว่า IP Address จาก IP Address หนึ่ง ถ้าต้องการส่งข่าวสารไปยังอีก IP Address หนึ่ง ใช้หลักการบรรจุข้อมูลใส่ใน Packet แล้วส่งไปในเครือข่าย ระบบการจัดส่ง Packet กระทำด้วยอุปกรณ์สื่อสารจำพวก Router โดยมีหลักพื้นฐานการส่งเป็นแบบ DATAGRAM หรือ Packet ซึ่งมีความหมายว่า เป็นที่เก็บข้อมูลที่เป็นอิสระ ซึ่งมีสารสนเทศเพียงพอในการเดินทางจากแหล่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ปลายทาง โดยปราศจากความเชื่อมั่นของการเปลี่ยนครั้งก่อน ระหว่างแหล่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ปลายทาง และเครือข่ายการส่งข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การส่งข้อมูลในเครือข่าย

ซึ่งจะเห็นว่าการส่งแบบ Packet เข้าไปในเครือข่ายนั้น จะไม่มีการประกันว่า Packet นั้นจะถึงปลายทางเมื่อไร ดังนั้นรูปแบบของเครือข่ายไอพีจึงไม่เหมาะสมกับการสื่อสารแบบต่อเนื่องเช่น การส่งสัญญาณเสียง หรือวิดีโอ เมื่อเครือข่าย IP กว้างขวางและเชื่อมโยงกันมากขึ้น ความต้องการส่งสัญญาณข้อมูลเสียงที่ได้คุณภาพจึงเกิดขึ้น ก็เลยมีการพัฒนาเป็น VoIP

VoIP หรือเรียกว่า Voice Over Internet Protocol หมายถึง การส่งเสียงบนเครือข่ายไอพี เป็นระบบที่แปลงสัญญาณเสียงในรูปของสัญญาณไฟฟ้ามาเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัล คือ นำข้อมูลเสียงมาบีบอัดและบรรจุลงเป็นแพ็กเก็ต ไอพี (IP) แล้วส่งไปโดยมีเราเตอร์ (Router) ที่เป็นตัวรับสัญญาณแพ็กเก็ต และแก้ปัญหาบางอย่างให้ เช่น การบีบอัดสัญญาณเสียง ให้มีขนาดเล็กลง การแก้ปัญหาเมื่อมีบางแพ็กเก็ตสูญหาย หรือได้มาล่าช้า การสื่อสารผ่านทางเครือข่ายไอพีต้องมีเราเตอร์ ที่ทำหน้าที่พิเศษเพื่อประกันคุณภาพของสัญญาณไอพีนี้ เพื่อให้ข้อมูลไปถึง ปลายทางหรือกลับมาได้อย่างถูกต้อง และอาจมีการให้สิทธิพิเศษก่อนแพ็กเก็ตไอพีอื่น (Quality of Service : QoS) ดังภาพที่ 2.5 แสดงการเชื่อมต่อของเครือข่าย VoIP



ภาพที่ 2.5 การเชื่อมต่อของเครือข่าย VoIP

เพื่อให้บริการที่ทำให้เสียงมีคุณภาพ นอกจากนั้น VoIP ยังเป็นการส่งข้อมูลเสียงแบบ 2 ทางบนระบบเครือข่ายแบบ packet-switched IP network ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสาธารณะ เพื่อสื่อสารระหว่าง VoIP ด้วยกัน โดยที่ยังคงความเป็นส่วนตัวไว้ได้ สำหรับการใช้งานเทคโนโลยี VoIP นั้น จริงๆ แล้วทุกๆ องค์กรสามารถนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้งานได้ แต่สำหรับกลุ่มเป้าหมายที่ตรงและน่าจะได้รับประโยชน์จากการนำเทคโนโลยี VoIP มาประยุกต์ใช้งานมากที่สุด ได้แก่ กลุ่มธุรกิจขนาดย่อม หรือ SME (Small/Medium Enterprise) รวมถึงกลุ่ม ISP (Internet Service Provider) ต่างๆ

สำหรับกลุ่มธุรกิจ SME อาจจะต้องเป็นกลุ่มที่มีระบบเครือข่ายข้อมูลของตนเองอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นเครือข่าย Leased Line Frame Relay ISDN หรือแม้กระทั่งเครือข่าย E1/T1 ก็ตาม รวมถึงมีระบบตู้สาขาโทรศัพท์ในการใช้งานด้วย การนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งานนั้นจะทำให้ห้อยคกรลดค่าใช้จ่ายในการใช้งานการสื่อสารสัญญาณเสียงไปได้อย่างมาก และเนื่องด้วยในปัจจุบันการขยายตัวของระบบเครือข่ายสัญญาณข้อมูล หรือ Data Network มีอัตราการเติบโตที่รวดเร็วกว่าการขยายตัวของเครือข่ายสัญญาณเสียงค่อนข้างมาก จึงทำให้มีการนำเทคโนโลยีที่สามารถนำสัญญาณเสียงเหล่านั้นมารวมอยู่บนระบบเครือข่ายของสัญญาณข้อมูลและมีการรับ-ส่งสัญญาณทั้งคู่ได้ในเวลาเดียวกัน เพื่อเป็นการสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่าย ไม่ว่าจะเป็นค่าโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด หรือรวมถึงค่าโทรศัพท์ทางไกลต่างประเทศด้วยถ้าหากองค์กรนั้นมีสาขาอยู่ในต่างประเทศด้วย

สำหรับกลุ่มธุรกิจ ISP นั้นสามารถที่จะนำเทคโนโลยี VoIP นี้มาประยุกต์ใช้งานเพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสในธุรกิจของตนเองมากยิ่งขึ้น โดยทาง ISP ต่างๆ นั้นสามารถให้บริการ VoIP เพื่อเป็นบริการเสริมเพิ่มเติมขึ้นมาจากการให้บริการระบบเครือข่าย Internet แบบปกติธรรมดา หรือที่เรียกว่า Value Added Services ซึ่งถือว่าการสร้างความแตกต่างและเพิ่มทางเลือกในการให้บริการกับกลุ่มลูกค้าด้วย

2.3 มาตรฐานของเทคโนโลยี VoIP

สำหรับมาตรฐานที่มีการใช้งานอยู่บนเทคโนโลยี VoIP นั้น โดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 มาตรฐานด้วยกัน ได้แก่ มาตรฐาน H.323 และมาตรฐาน SIP มาตรฐานเหล่านี้ สามารถเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า Call Control Technologies ซึ่งถือว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับการนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งาน

2.3.1 มาตรฐาน H.323

สำหรับมาตรฐาน H.323 นั้นไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบเครือข่ายที่ใช้ Internet Protocol (IP) นอกจากนั้นมาตรฐาน H.323 ยังมีการทำงานที่ค่อนข้างช้า โดยปกติแล้วจะใช้งานมาตรฐาน H.323 ก็ต่อเมื่อในระบบเดิมของมีการใช้งานมาตรฐาน H.323 อยู่แล้วเท่านั้น มาตรฐาน H.323 เป็นมาตรฐานภายใต้ ITU-T (International Telecommunications Union) Standard ในตอนแรกนั้น มาตรฐาน H.323 ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับการทำ Multimedia Conferencing บนระบบเครือข่าย LAN เป็นหลัก แต่มาในตอนหลังจึงถูกพัฒนาให้ครอบคลุมถึงการทำงานกับเทคโนโลยี VoIP ด้วย มาตรฐาน H.323 สามารถรองรับการทำงานได้ทั้งแบบ Point-to-Point Communications และแบบ Multi-Point Conferences

2.3.2 มาตรฐาน SIP (Session Initiation Protocol)

มาตรฐาน SIP นั้นถือเป็นมาตรฐานใหม่ในการใช้งานเทคโนโลยี VoIP โดยที่มาตรฐาน SIP นั้น ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบ IP โดยเฉพาะ โดยปกติแล้วจะแนะนำให้มีการใช้งาน VoIP ให้มีการใช้งานอยู่บนมาตรฐาน SIP มาตรฐาน SIP นั้นเป็นมาตรฐานภายใต้ IETF Standard ซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับการเชื่อมต่อ VoIP และยังเป็นมาตรฐาน Application Layer Control Protocol สำหรับการเริ่มต้น การปรับเปลี่ยนและการสิ้นสุด ของการติดต่อสื่อสารหนึ่งครั้ง อีกทั้ง มาตรฐาน SIP จะมีสถาปัตยกรรมการทำงานคล้ายคลึงการทำงานแบบ Client-Server Protocol และยังเป็นมาตรฐานที่มีความน่าเชื่อถือที่ค่อนข้างสูง

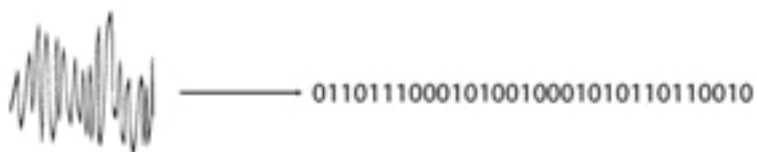
2.3.3 การทำงานเบื้องต้นของเทคโนโลยี VoIP

การทำงานของเทคโนโลยี VoIP นั้นอยู่ในรูปแบบของ Internet Protocol หรือ IP จะเป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลในระบบ Internet ซึ่งในส่วนการทำงานของโปรโตคอล IP นี้สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลจะถูกแบ่งย่อยออกเป็นส่วนๆ
2. แต่ละส่วนของข้อมูลจะถูกส่งออกไปในเส้นทางที่อาจจะแตกต่างกันบนระบบ Internet
3. ข้อมูลย่อยแต่ละส่วนนั้นจะไปถึงยังปลายทางในเวลาและลำดับที่ไม่พร้อมเพรียงกัน
4. หลังจากนั้นจะมีโปรโตคอลอีกหนึ่งตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง คือ Transmission Control Protocol (TCP) ซึ่ง TCP นี้จะเข้ามาช่วยเกี่ยวกับการเรียงลำดับข้อมูลที่มาถึงยังปลายทางนี้ให้อยู่ในลำดับและรูปแบบที่ถูกต้องเหมือนข้อมูลต้นแบบก่อนที่จะถูกส่งออกมา
5. โปรโตคอล IP นี้จะเป็นโปรโตคอลในการสื่อสารแบบที่เรียกว่า Connectionless Protocol ซึ่งเป็นการสื่อสารที่จุดต้นทางและปลายทางของการสื่อสารไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างการเชื่อมต่อ (Connection) ขึ้นมา ณ เวลาที่ต้องการทำการสื่อสาร

กระบวนการทำงานของเทคโนโลยี VoIP

1. ในขั้นตอนแรกจะเป็นการแปลงสัญญาณ Analog ให้ไปอยู่ในรูปแบบสัญญาณ Digital หรือที่เรียกว่า PCM (Pulse Code Modulation) ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 PCM (Pulse Code Modulation)

2. ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการมีการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณ Echo ออก ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดย DSP (Digital Signal Processors) ดังภาพที่ 2.7

0110111000101001000101011011001001101001001011

ภาพที่ 2.7 Removal of Echo

3. ในส่วนของสัญญาณที่เหลือ นั้น ก็จะถูกแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปของ Frame ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการ โดยรูปแบบการบีบอัดที่เรียกว่า CODEC หลังจากกระบวนการนี้แล้ว Frame ของสัญญาณเสียงจะถูกสร้างขึ้น ดังภาพที่ 2.8

0110111000101001000101011011001001101001001

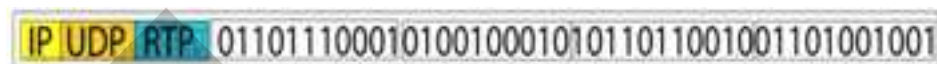
ภาพที่ 2.8 Framing

4. ในกระบวนการนี้จะเป็นการแปลง Frame ของสัญญาณให้มาอยู่ในรูปของ Packet ซึ่งจะมีการเพิ่ม Header เข้าไปใน Packet โดยในส่วนของ Header นั้น ก็จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เรียกว่า Sequence Number และ Time Stamp หลังจากนั้น Packet นี้จะถูกส่งต่อไปที่ Host Processor ดังภาพที่ 2.9

RTP 0110111000101001000101011011001001101001001

ภาพที่ 2.9 Packetisation Process

5. หลังจากที่ได้แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของ Packet แล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกนำมาวิเคราะห์และใส่ค่า IP Address ปลายทาง ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 Address and Delivery

6. หลังจากที่ได้ทำการใส่ค่าของ IP Address ปลายทางไปใน Header ของ Packet แล้วนั้น เมื่อ Packet เหล่านั้นไปถึงด้านปลายทาง ข้อมูล Header เหล่านี้จะถูกแยกออกเพื่อให้เหลือแค่ Voice Frame หลังจากนั้นก็จะทำการแปลงสัญญาณ Digital PCM ให้กลับมาเป็นสัญญาณรูปแบบ Analog ที่เป็นสัญญาณเสียงที่สามารถได้ยินอีกครั้งหนึ่ง ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 Conversion to Analog

และยังมีกระบวนการที่ใช้ในการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด หรือที่เรียกว่า Error Correction ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นระหว่างการส่งสัญญาณและนำมาซึ่งความผิดเพี้ยนหรือความเสียหายของสัญญาณจนทำให้ไม่สามารถทำการสื่อสารอย่างถูกต้องได้ ระบบของ VoIP สามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วนคือ ดังภาพที่ 2.12 และภาพที่ 2.13

1. Voice Processing module ทำการสุ่มตัวอย่างสัญญาณเสียงเพื่อส่งผ่านเครือข่าย IP ซอฟต์แวร์นี้โดยทั่วไปทำงานบน DSP (Digital Signal Processing) Voice Processing module จะต้องประกอบด้วยโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

2. PCM Interface รับตัวอย่าง (สัญญาณสุ่ม) จาก Telephony (PCM) interface และส่งต่อให้กับ VoIP Software module ปฏิบัติการต่อ PCM Interface จะทำการสุ่มตัวอย่างเฟสอีกครั้งจากตัวอย่างที่เป็นผลลัพธ์ของ analog interface ซึ่งจะมีการทำการบีบอัดเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนและทำการแปลงสัญญาณ Analog เพื่อไปเป็น Digital

3. Echo Cancellation Unit เป็นหน่วยจัดการสะท้อนของสัญญาณข้อมูลเสียงที่ถูกส่ง ตัวอย่าง และรูปแบบของการสื่อสารเป็นแบบ full duplex ตามมาตรฐานของ ITU G.165 หรือ G.168 echo cancellation จำเป็นกรณีที่มีความล่าช้า 1 รอบของ VoIP มีค่ามากกว่า 50 ms

2.1.3 Voice Activity/Idle Noise Detector มีหน้าที่ระงับการส่ง Packet เมื่อไม่มีสัญญาณเสียง ทำให้ประหยัดแถบความถี่ ถ้าตรวจจับได้ว่าไม่มีกิจกรรมเกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง ผลลัพธ์ของ voice encoder จะถูกระงับไม่ให้ส่งผ่านเครือข่าย ระดับของเสียงว่างเปล่า (idle noise) จะถูกวัดและแจ้งให้ปลายทางทราบเพื่อที่จะแทรก "comfortable noise" เข้าไปในสายเพื่อไม่ให้คนฟังได้รับสายเงียบในโทรศัพท์

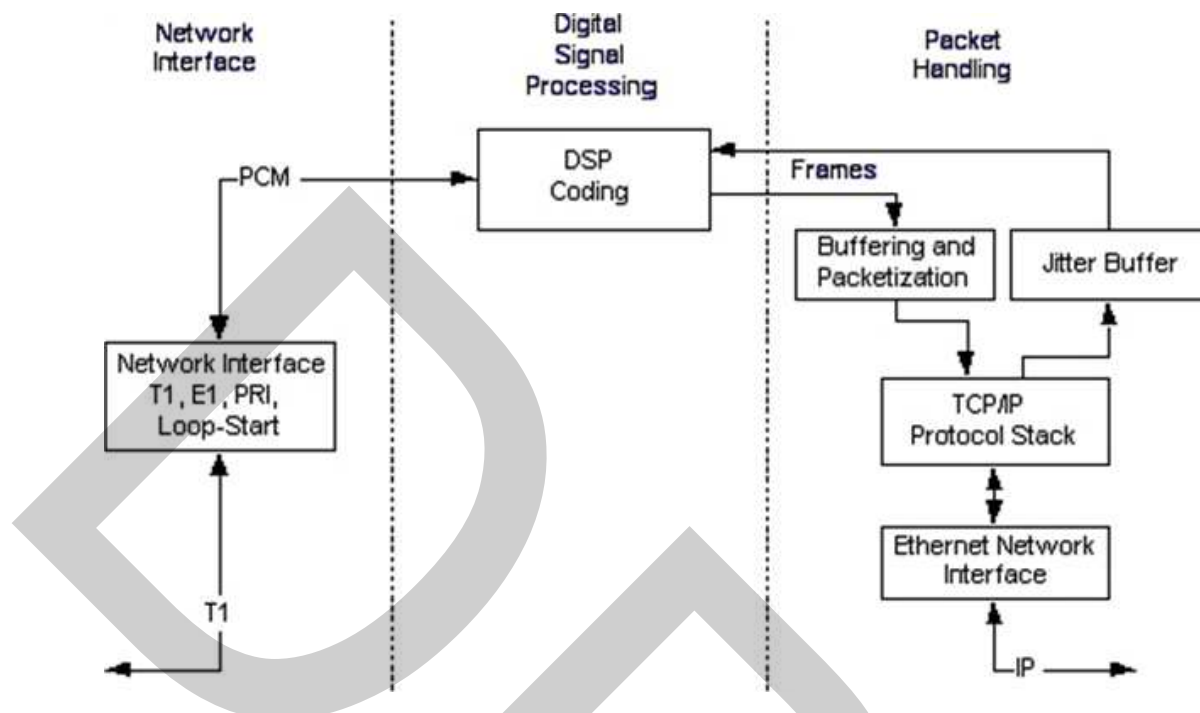
4. Tone Detector ทำหน้าที่ตรวจจับการได้รับ DTMF tones (Dial Tone Multi-Frequency; กลุ่มของ tones ที่ตรงตามมาตรฐานและถูกเขียนทับ ใช้ในสัญญาณโทรศัพท์ซึ่งกำเนิดโดย touch tone pad) และแยกสัญญาณว่าเป็นเสียง หรือ แฟกซ์

5. Tone Generator มีหน้าที่กำเนิด DTMF tones และ call progress tones ภายใต้คำสั่งของระบบปฏิบัติการ (OS)

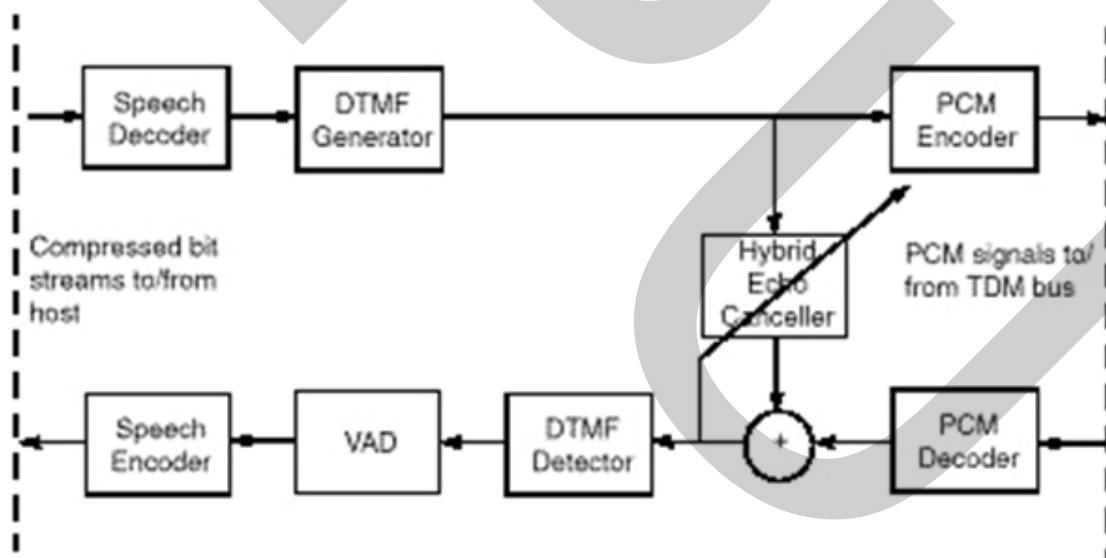
6. Facsimile Processing module มีหน้าที่ถ่ายทอดแฟกซ์โดย Stimulate สัญญาณ PCM และแยกข่าวสารออกมา และบรรจุข้อมูลที่สแกนแล้วลงใน Packet

7. Packet Voice Protocol module มีหน้าที่รวบรวมสัญญาณเสียงที่ถูกบีบอัด และข้อมูลแฟกซ์ เพื่อส่งผ่านเครือข่ายข้อมูล แต่ละ Packet มีลำดับเลขที่ทำให้ Packet ที่ได้รับถูกส่งเรียงตามลำดับถูกต้อง และสามารถตรวจจับ Packet ที่หายไป

8. Voice Playout module ที่ปลายทาง ทำหน้าที่บัฟเฟอร์ Packet ที่ได้รับ และส่งต่อไปให้กับเครื่องเข้ารหัสเสียง เพื่อเล่นเสียงออกมา



ภาพที่ 2.12 Block diagram ของ Voice Processing Module

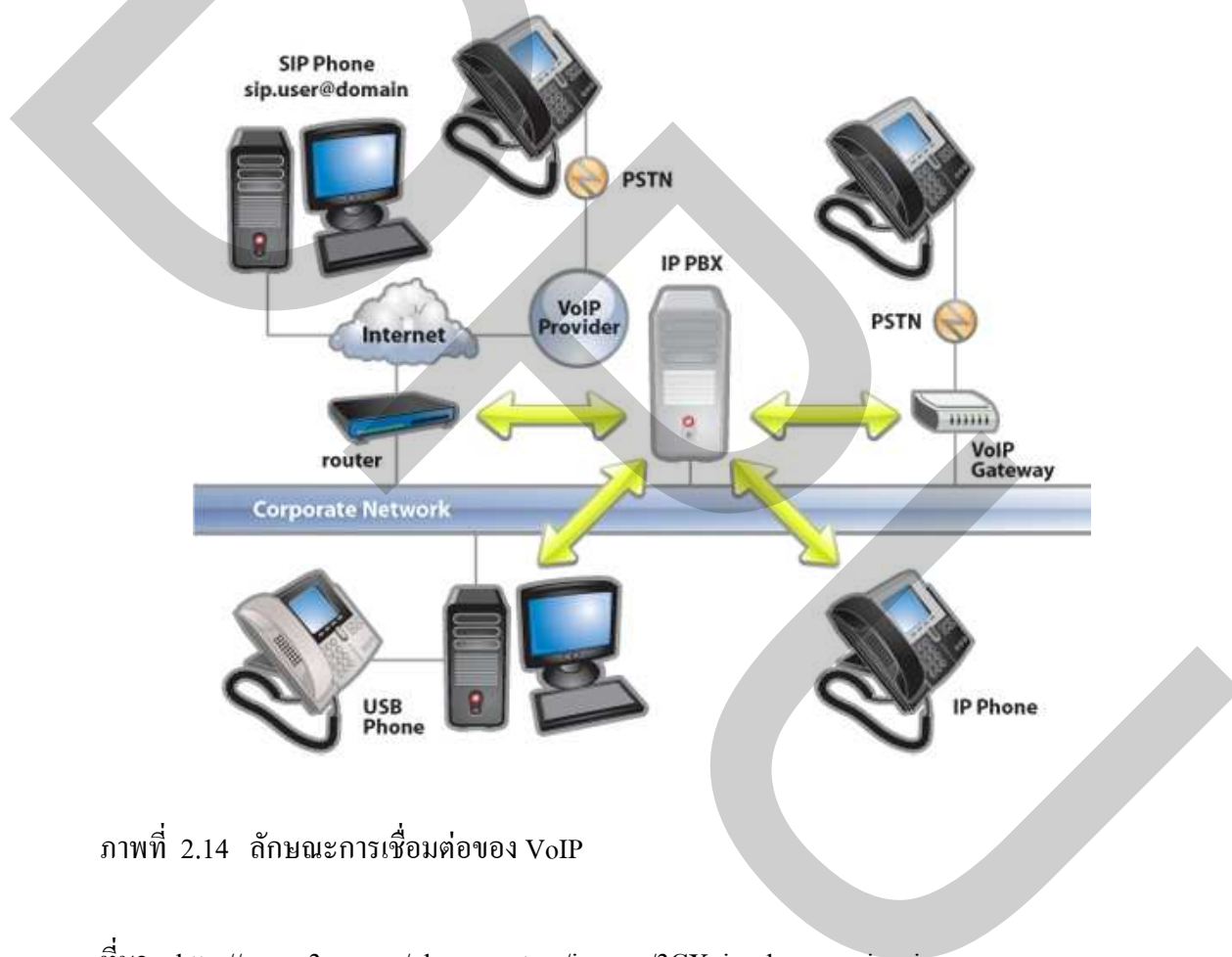


ภาพที่ 2.13 โครงสร้างภายในตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DSP)

2.3.2 การสื่อสารทางเสียงผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต VoIP

ข้อความจาก <http://th.wikipedia.org/wiki/VoIP> ได้กล่าวไว้ว่า VoIP ย่อมาจาก Voice over Internet Protocol หรือชื่ออื่นๆ คือ IP Telephony Internet telephony หรือ Digital Phone เป็น

การสื่อสารทางเสียงผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต หรือโครงข่ายอื่นๆ ที่ใช้อินเทอร์เน็ตโปรโตคอล สัญญาณเสียงจะถูกตัดแบ่งเป็นแพ็กเก็ตวิ่งผ่านไปบนโครงข่ายที่ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลทั่วไป แทนการใช้วงจรเฉพาะตามวิธีการสื่อสารในระบบโทรศัพท์แบบดั้งเดิม เปรียบได้กับการให้รถยนต์วิ่งแทรกกันได้ตามช่องว่างที่มีอยู่ของถนน แทนการให้รถยนต์คันเดียวของถนนวิ่งแบบผูกขาด ข้อดีของวิโอไอพีก็คือการสามารถใช้โครงข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถให้บริการได้ในอัตราค่าบริการที่ถูกลงมาก ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 ลักษณะการเชื่อมต่อของ VoIP

ที่มา: http://www.3cx.com/phone-system/images/3CX_ip-pbx-overview.jpg

ในการใช้บริการ VoIP ผู้ใช้บริการจะต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตก่อน หลังจากนั้นสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า ซอฟต์แวร์โฟน และไมโครโฟนกับหูฟัง เพื่อพูดคุยกับปลายทางได้ ในปัจจุบัน มีอุปกรณ์ที่เรียกว่า อะนาล็อกเทเลโฟนอะแดปเตอร์ เข้ามาแทนการใช้คอมพิวเตอร์ ต่อกับอินเทอร์เน็ต และใช้เครื่องโทรศัพท์อะนาล็อกที่ใช้งานตามบ้านหรือสำนักงานทั่วไปในการโทรศัพท์แบบวิโอไอพีได้ ทำให้ได้รับความสะดวก และความรู้สึกไม่แตกต่างจากการ

ใช้โทรศัพท์แบบดั้งเดิม การใช้งาน VoIP สามารถใช้งานได้ทั้งในการโทรศัพท์ถึงปลายทางที่เป็นวีโอไอพีเช่นเดียวกัน ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่มีค่าบริการ แต่ทั้งสองข้างจะต้องออนไลน์พร้อมกัน หรือจะโทรไปยังปลายทางที่เป็นหมายเลขโทรศัพท์ปกติ ทั้งโทรศัพท์ประจำที่หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ได้ ในกรณีนี้ จะต้องมีการสมัครเป็นสมาชิกของบริการและชำระค่าบริการล่วงหน้า แต่ค่าบริการจะถูกกว่าการโทรศัพท์ปกติมาก

จุดด้อยของ VoIP ก็คือ ในบางกรณีคุณภาพเสียงอาจจะไม่ดีเท่าโทรศัพท์ปกติ และอาจจะมี การดีเลย์หรือการที่สัญญาณเสียงเดินทางมาช้า ทำให้พูดสวนกันไม่ได้ถนัด ต้องรอให้แต่ละฝ่ายพูดให้จบก่อนจึงจะพูดได้ แต่ปัญหานี้ได้รับการปรับปรุงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนแทบจะไม่มี ความแตกต่างอีกต่อไป ข้อเสียอีกประการหนึ่งก็คือ โทรศัพท์ VoIP จะใช้งานไม่ได้เมื่อไฟฟ้ายดับ หรือ อินเทอร์เน็ตเกิดขัดข้อง

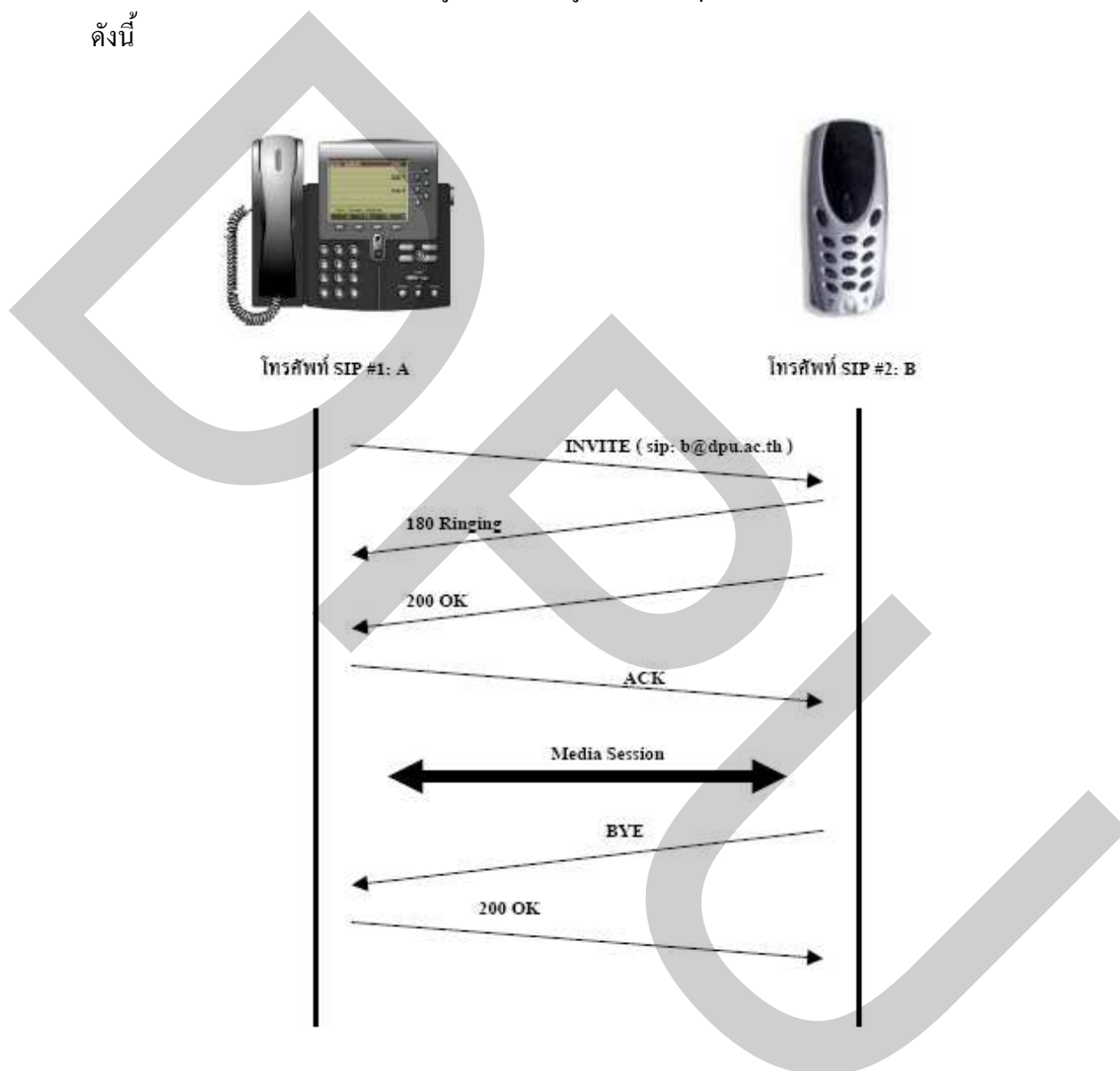
VoIP จะได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากคุณภาพที่ได้รับการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายที่ถูก จน ในที่สุดอาจจะกลายเป็นบริการฟรี เช่น เดียวกับการใช้งานอินเทอร์เน็ตอื่นๆ เช่น การสืบค้น เว็บไซต์ การใช้อีเมล เพราะอันที่จริงก็ไม่มี ความแตกต่างกันมากนัก ผู้ใช้บริการเพียงแต่จ่ายค่า เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเท่านั้น เนื่องจากในปัจจุบัน VoIP ไม่มีหมายเลขของตัวเอง ได้มีความพยายาม ที่จะสร้างเลขหมายโทรศัพท์สำหรับวีโอไอพีที่ใช้งานได้ทั่วโลก เรียกว่า อีเนียม (ENUM) ซึ่งถ้าได้มีการยอมรับแพร่หลาย ก็จะมีหมายเลขนี้ติดตัวไปได้ทุกที่ทั่วโลก เพียงแต่เข้าอินเทอร์เน็ตได้ ก็ สามารถติดต่อกันได้โดยกดหมายเลขอีเนียมคล้ายๆ กับโทรศัพท์ในปัจจุบัน

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับ SIP (Session Initiation Protocol)

ข้อความจาก http://te.eng.dpu.ac.th/Article_TJ/tj27-bongkarn.pdf โดย ผศ.ดร.บงการ หอมมาน (2550) กล่าวว่า Session Initiation Protocol คือโพรโทคอลหรือเกณฑ์วิธีเพื่อใช้งานตาม มัลติมีเดียบนเครือข่าย IP ได้รับการพัฒนาโดย MMUSIC (IETF Multi-Party Multimedia Session Control Working Group) ตั้งแต่ปี 2540 และ SIP ถือว่าเป็นโพรโทคอลที่เหนือกว่าโพรโทคอลอื่น ในแง่ของการที่สามารถปรับใช้และนำไปพัฒนาได้ง่ายกว่า มีการคาดการณ์ไว้ว่าในอนาคตอุปกรณ์ โครงข่ายโทรคมนาคมและคอมพิวเตอร์ยุคใหม่ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย คอมพิวเตอร์ กระ เป้าหัว ปลาย์ม หรือโทรศัพท์ จะใช้ SIP สำหรับการสื่อสาร

นอกจากนี้ชุมชนสายโทรศัพท์เกตเวย์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรืออุปกรณ์ไร้สายอื่น จะเปลี่ยน มาใช้ SIP เช่นกัน เนื่องจากคุณสมบัติหนึ่งของ SIP คือ ความยืดหยุ่นของการใช้งานซึ่งไม่ จำเป็นต้องจำกัดแค่โทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ต การใช้งาน SIP เพื่อการสื่อสารแบบมัลติมีเดียให้ สมบูรณ์แบบนั้นจำเป็นต้องใช้โพรโทคอลร่วมอย่าง SDP (Session Description Protocol) และ RTP

(Real-Time Transport Protocol) ด้วย และเพื่อให้เห็นภาพการทำงานของโพรโทคอล SIP มากขึ้น จะขอยกตัวอย่างการใช้งานของ SIP แบบง่าย ๆ ดังแสดงดังภาพที่ 2.15 ซึ่งเป็นการสื่อสารกันระหว่างโทรศัพท์ SIP 2 เครื่อง จากรูปเมื่อ A ยกหูเพื่อจะโทรคุยกับ B จะมีข่าวสารต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างของการใช้งาน SIP อย่างง่ายในการโทรศัพท์

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

1. ข้อความ INVITE จาก A ไปหา B เพื่อสร้างการเชื่อมต่อก่อนที่จะสนทนา ข้อมูลใน SIP INVITE จะบอกถึงชนิดของการสนทนา ยกตัวอย่าง การสนทนาโดยใช้เสียง หรือการสื่อสารแบบมัลติมีเดีย เช่น Video Conference หรือ เกม เป็นต้น
2. ข้อความ 180 Ringing ถูกส่งมาจาก B เพื่อตอบสนองข้อความ INVITE ว่า B ได้รับข้อความ INVITE ทั้งนี้ B จะได้รับสัญญาณซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เสียงกริ่ง หรือ ข้อความกระพริบหน้าจอโทรศัพท์ของ B
3. เมื่อโทรศัพท์ด้าน B ยอมรับการเรียกแล้ว B จะส่งข้อความ 200 OK เพื่อแสดงว่าสามารถทำการสื่อสารในรูปแบบตามชนิดของการสนทนาที่ส่งมา
4. เพื่อที่จะแสดงให้ B มั่นใจว่า A สามารถรองรับการสนทนากับ B ได้ A จะส่งข้อความ ACK ไปหา B
5. หลังจากนั้นจะมีการสร้างเซสชันการสื่อสาร (Media Session) โดยใช้โปรโตคอล RTP (สำหรับตัวอย่างนี้)
6. B ส่งข้อความ BYE มาที่ A เพื่อขอยุติการสนทนา
7. A ทำการส่งสัญญาณ 200 OK เพื่อยอมรับการยกเลิกการสนทนา

จากตัวอย่างจะเห็นการทำงานของ SIP และ สำหรับคู่แข่งของโปรโตคอลใช้งาน VoIP หรือมัลติมีเดียบน IP ของ SIP ก็จะเป็น H.323 หรือ MGCP (Media Gateway Control Protocol) แต่ดังที่ได้กล่าวเหตุผลความยืดหยุ่นข้างต้นรวมถึงการที่ SIP ได้สร้างมาให้ใช้งานร่วมกับ HTTP (Hyper Text Transport Protocol) SMTP (Simple Mail Transport Protocol) เช่น การใช้งานอีเมล Web Browsing เช่น การใช้โปรแกรม Internet Explorer และมีการกำหนดหมายเลขผู้ใช้งานพื้นฐาน URL (Uniform Resource Locator) เช่น bongkarn@dpu.ac.th ซึ่งทั้งหมดเป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตอยู่แล้ว ในอนาคต SIP ซึ่งปัจจุบันใช้งานร่วมกับเครือข่าย IP ขนาดใหญ่อย่างอินเทอร์เน็ตจะนำไปใช้งานจริง กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สื่อสารได้

2.4.1 การใช้ VoIP ให้เกิดประโยชน์

ข้อความจาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/17875#P2> (2550) กล่าวไว้ว่า ประโยชน์ประการสำคัญที่ได้รับจาก VoIP เป็นเรื่องการลดค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์ขององค์กรลง ไม่ว่าจะเป็นการโทรในพื้นที่เดียวกันหรือโทรทางไกล แม้กระทั่งการโทรต่างประเทศ ทั้งโทรภายในองค์กรเองหรือโทรติดต่อกับหน่วยงานอื่นๆหรือลูกค้า ล้วนแล้วแต่ได้รับประโยชน์ในเรื่องค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์ทั้งสิ้น ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจากการนำ VoIP มาใช้สรุปประเด็นเป็นข้อๆได้เช่น

1. ลดค่าใช้จ่าย (Cost Savings) ในการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ลง เนื่องจากเสียงได้ถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบเดียวกับข้อมูล จึงทำให้สามารถส่งสัญญาณเสียงไปในเครือข่าย LAN หรือ WAN ได้เลย ไม่ต้องผ่านเครือข่าย PSTN ที่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่า

2. เพิ่มความยืดหยุ่นในการติดต่อสื่อสารให้กับองค์กร เช่น ในสาขาหรือ Siteงานชั่วคราว สามารถนำ VPN ร่วมกับ VoIP ประกอบกันเพื่อสร้างระบบการติดต่อสื่อสารเต็มรูปแบบภายในองค์กรได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว

3. จัดการระบบเครือข่ายได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเครือข่ายการติดต่อสื่อสารทั้งหมด สามารถยุบรวมกันให้เหลือเพียงเครือข่ายเดียวได้ อีกทั้งในกรณีที่มีการโยกย้ายของหน่วยงานหรือพนักงาน การจัดการด้านหมายเลขโทรศัพท์และอื่นๆ สามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องเดินสายสัญญาณใดๆ ขึ้นมาใหม่

4. รองรับการใช้งานตัวของระบบในอนาคต หากในอนาคตองค์กรขยายตัวใหญ่ขึ้น VoIP สามารถรองรับผู้ใช้งานได้เพิ่มมากขึ้นในทันทีโดยการเพิ่ม “Virtual” User เข้าไปในระบบเท่านั้นเอง

5. ลดค่าใช้จ่ายในการดูแลและจัดการระบบ (Reduce Operating Expenses) เนื่องจากใช้ซอฟต์แวร์ในการจัดการ ทำให้ VoIP นั้นง่ายในการจัดการและบำรุงรักษา

6. เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน (Increase Productivity) พนักงานสามารถส่งเอกสารผ่านเครือข่ายควบคู่ไปกับการสนทนา หรืออาจจัดการประชุมออนไลน์ (Conference Call) ทั้งภาพและเสียง และแม้กระทั่งส่งเอกสารการประชุมให้กับผู้เข้าร่วมประชุมผ่านทางเครือข่ายได้อีกด้วย

7. ใช้ร่วมกับการสื่อสารไร้สายได้ ทำให้อุปกรณ์สื่อสารไร้สายต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือหรือPDA สามารถติดต่อผ่าน VoIP เข้ามาในเครือข่ายขององค์กรได้

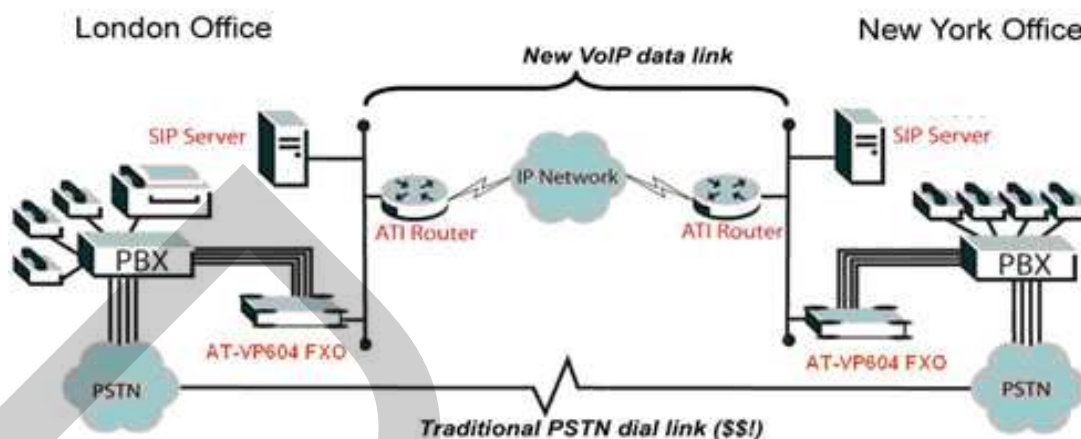
8. เพิ่มประสิทธิภาพในการติดต่อกับลูกค้า (Improved Level of Services) โดยใช้ความสามารถของแอปพลิเคชันต่างๆ ของ VoIP เช่น “Click-to-talk” เพื่อเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการติดต่อกับลูกค้า

ตัวอย่าง Application การใช้งานเทคโนโลยี VoIP

1. PBX to PBX Connection ดังแสดงในภาพที่ 2.16 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ทั้ง 2 ฟังก์ชันของสำนักงานจะสามารถใช้งานตู้สาขา PBX ของสำนักงานอีกฝั่งเปรียบเสมือนตู้สาขา PBX ของฝั่งตัวเอง

1.2 Users ภายในไม่จำเป็นต้องทำการ Dial-out ออกไปบนระบบโทรศัพท์ PSTN เพื่อทำการเชื่อมต่อเข้ากับตู้สาขา PBX ของสำนักงานอีกฝั่ง

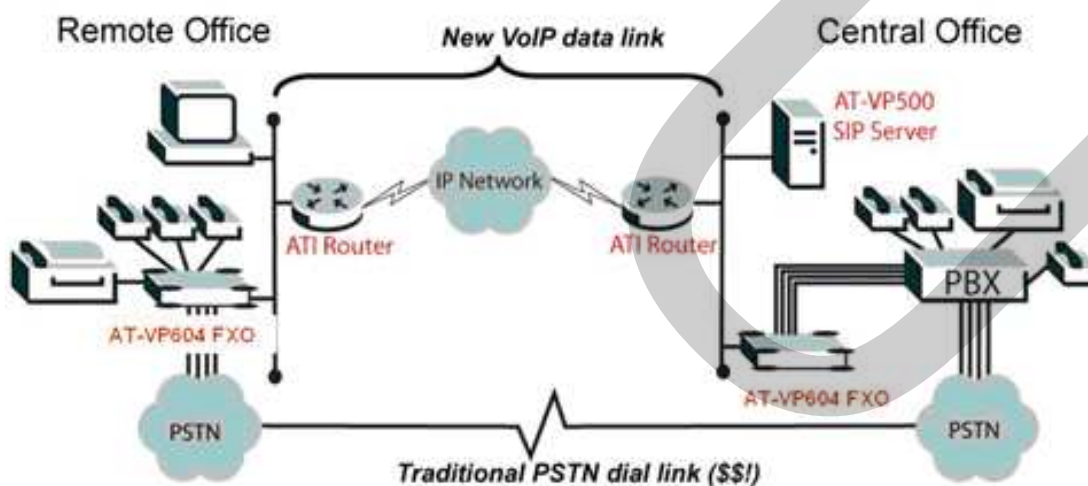


ภาพที่ 2.16 PBX to PBX Connection

2. Long Line PBX Extension ดังแสดงในภาพที่ 2.17 โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 เป็นการเชื่อมต่อที่สำนักงานใหญ่ขยายการเชื่อมต่อผู้สาขา PBX ไปที่สำนักงานสาขาที่ไม่มีตู้ PBX ใช้งานอยู่

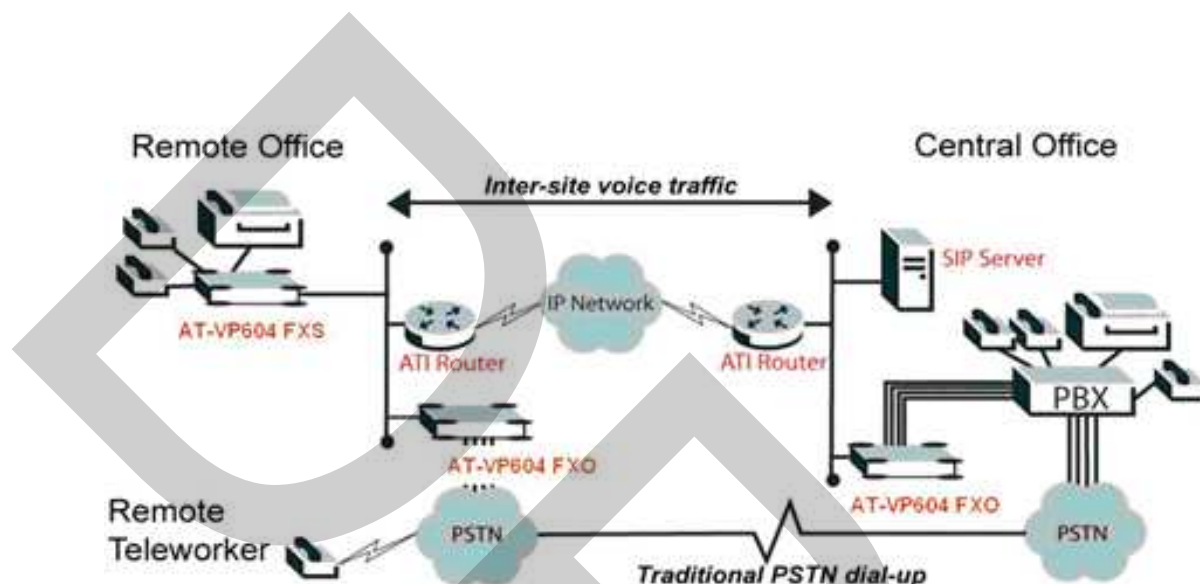
2.2 ทางสำนักงานสาขาสามารถใช้งานตู้ PBX ผ่านทางสำนักงานใหญ่ได้เสมือนกับเป็นผู้สาขา PBX ของฝั่งตนเอง



ภาพที่ 2.17 Long Line PBX Extension

3. Teleworker/ Local Access ดังแสดงในภาพที่ 2.18 โดยเป็นการเชื่อมต่อที่ยินยอมให้ Remote User ฝั่งสำนักงานใหญ่สามารถใช้งานโทรศัพท์เข้ามาที่สำนักงานใหญ่ แล้วใช้ระบบ

เครือข่ายของสำนักงานใหญ่เชื่อมต่อไปยังสำนักงานสาขาผ่านเทคโนโลยี VoIP เพื่อสามารถใช้งานโทรศัพท์ในพื้นที่ของสำนักงานสาขาได้โดยเสียค่าบริการในอัตราของพื้นที่ของสำนักงานสาขานั้นๆ



ภาพที่ 2.18 Teleworker/ Local Access

2.4.2 ทิศทาง และ แนวโน้มของ VoIP

ข้อความจาก http://www.voipthailand.com/voip/articles/voip_articles_00003.html (2550) โดย กรุงเทพธุรกิจ (กรุงเทพไอที) ฉบับวันที่ 16 สิงหาคม 2544 กล่าวไว้ว่า ในปัจจุบันการส่งสัญญาณเสียงกับข้อมูล จะถูกส่งผ่าน โครงข่ายที่แยกจากกัน แต่แนวโน้มของการสื่อสารโทรคมนาคมในอนาคตอันใกล้นี้ จะเป็นลักษณะการรวมบริการหลายๆ อย่างไว้ในโครงข่ายเดียว ซึ่งสามารถให้บริการได้ทั้งสัญญาณเสียง, ข้อมูล, ภาพ ภายใต้อุปกรณ์โครงข่าย แบบแพ็คเกจ โดยการส่งข้อมูลทั้งสัญญาณภาพ และเสียงเป็นชุดของข้อมูล ที่สัญญาณเสียง จะถูกแปลงเป็นข้อมูล ก่อนที่จะถูกส่ง ในโครงข่าย โดยใช้ไอพีโปรโตคอล ซึ่งกำลังเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจ เป็นอย่างมาก ทั้งในส่วนขององค์กร ธุรกิจ และผู้ให้บริการโครงข่ายหลายราย ส่วนสิ่งที่ผลักดันให้ VoIP ภายใต้อไอพี เทเลโฟนนี้ เป็นที่ต้องการทางด้านการตลาด คือ

ประการที่ 1 โอกาสที่จะติดต่อ สื่อสารระหว่างประเทศ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรืออินทราเน็ต โดยมีราคาที่ถูกกว่าโครงข่ายโทรศัพท์ทั่วไป

ประการที่ 2 การพัฒนารูปแบบการสื่อสารใหม่ๆ เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน โดยที่ส่วนหนึ่งถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถใช้งานใน VoIP ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารได้กว้างไกลมากขึ้น

ประการที่ 3 การเป็นที่ยอมรับ และรับเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในชีวิตประจำวัน ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาอย่างมากมาย รวมทั้งการเพิ่ม จำนวนขึ้นของผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ VoIP ได้รับความนิยมในการติดต่อสื่อสาร

ประการที่ 4 มีการใช้ประโยชน์จากระบบ Network ที่มีการพัฒนาให้ดียิ่งๆ ขึ้นไปในปัจจุบัน ให้สามารถใช้งาน ได้ทั้งในการส่งข้อมูล และเสียงเข้าด้วยกัน

ประการที่ 5 ความก้าวหน้าทางด้านการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ ช่วยลดต้นทุนในการสร้างเครือข่ายของ VoIP ในขณะที่ ความสามารถ การให้บริการมีมากขึ้น ส่งผลให้ธุรกิจต่างๆ เข้ามาร่วมใน VoIP มากขึ้น

ประการที่ 6 ความต้องการที่จะมีหมายเลขเดียวในการติดต่อสื่อสารทั่วโลก ทั้งด้านเสียง แฟกซ์ และข้อมูล ถึงแม้ว่าบุคคลนั้น จะย้ายไปที่ใด ก็ตามก็ยังคงสามารถใช้หมายเลขเดิมได้ เป็นความต้องการของผู้ใช้งานและธุรกิจ

ประการที่ 7 การเพิ่มขึ้นอย่างมากมายของการทำรายการต่างๆ บน e-Commerce ในปัจจุบัน ผู้บริโภคต่างก็ต้องการการ บริการที่มีคุณภาพ และมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างที่กำลังใช้อินเทอร์เน็ตอยู่ ซึ่ง VoIP สามารถเข้ามาช่วยในส่วนนี้ได้

ประการที่ 8 การเติบโตอย่างรวดเร็วของ Wireless Communication ในปัจจุบัน ซึ่งผู้ใช้ในกลุ่มนี้ต้องการ การติดต่อสื่อสาร ที่ราคาถูกลง แต่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ดังนั้น ตลาดกลุ่มนี้ถือว่าเป็น โอกาสของ VoIP

จากอดีตมีการส่งข้อมูลผ่าน โครงข่ายวงจรของชุมสายโทรศัพท์ ทำให้เกิดการใช้งานโครงข่ายได้ ไม่เต็มประสิทธิภาพ มากเท่าที่ควร เพราะแต่ละวงจร หรือเส้นทางถูกกำหนดให้ผู้ใช้เพียงคนเดียวเท่านั้น แม้ว่าวงจร หรือเส้นทางนั้นๆ จะว่างอยู่ก็ตาม แต่ในปัจจุบันเริ่มมีการใช้งานแบบแพ็คเก็ตสวิตชิงมากขึ้น โดยการแบ่งข้อมูลที่จะส่งออกเป็นแพ็คเก็ตย่อยๆ และทำการส่งไปตามเส้นทางต่างๆ กัน อันเป็นการกระจายทรัพยากร ทั้งหมดใน โครงข่ายให้ใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทำให้โครงข่ายมีความยืดหยุ่นและคล่องตัวมากขึ้น ซึ่งหลักการของแพ็คเก็ต สวิตชิงนี้ได้นำมาใช้เป็น Voice Over Packet เนื่องจากมีการปรับปรุง การทำงานบน Packet Switching ทำให้ Performance per Cost ของ Packet Switching ในอนาคตดีกว่า Circuit Switching

ทิศทางของการใช้บริการโทรศัพท์แบบเสียง มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำ ในขณะที่อัตราการเจริญ เติบโตของการ ใช้โทรศัพท์แบบข้อมูลมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว อันเนื่องจากการใช้งานที่แพร่หลายในทั่วโลก และนับจากที่เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ได้พัฒนามาจนกระทั่งระบบโทรศัพท์บนอินเทอร์เน็ต ได้กลายเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้ใช้บริการ ซึ่งมีแนวโน้มจะเข้ามา มีส่วนแบ่งของตลาดในอนาคต โดยจุดแข็งอย่างหนึ่งที่ได้ชัดเจนคือ ราคา

ค่าบริการที่จะต่ำกว่า เช่น ค่าบริการ โทรศัพท์ทางไกล หรือโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับค่าบริการทางไกล ต่างประเทศ ซึ่งระบบโทรศัพท์ไอพีจะเก็บค่าบริการ เท่ากับค่า บริการที่ระบบโทรศัพท์ธรรมดา โทรในพื้นที่ที่ต่อเข้ากับเซิร์ฟเวอร์ รวมกับค่าบริการ รายเดือนที่ต้องจ่าย ให้กับไอเอสพีเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม ระบบ VoIP ก็ยังมีจุดอ่อนและข้อบกพร่องอยู่หลายประการ ได้แก่ ความ น่าเชื่อถือได้ของ VoIP ยังต้องมีการพิสูจน์และถือว่าเป็นข้อจำกัดที่สำคัญที่สุดข้อหนึ่งที่ด้อยกว่า โครงข่ายชุมสายโทรศัพท์ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน ซึ่งทำให้มีปัญหาในการพัฒนา ที่แม้ว่าการลงทุน หลักของ VoIP จะรวมอยู่ในโครงสร้าง ของระบบการสื่อสารในปัจจุบันแล้ว แต่ VoIP ก็ยังคงมี ราคาที่สูงอยู่ ซึ่งก็คือ ค่าใช้จ่ายใน Port ของ IP ซึ่งควรจะลดลง อย่างน้อยให้ได้ใกล้เคียงกับ โครงข่ายโทรศัพท์ โดยโครงสร้างแล้วจะแยกกันในการส่งข้อมูลและเสียง การรวมกันต้องอาศัย ความเชี่ยวชาญ ต้องมีการฝึกฝน นอกจากนี้ แม้ว่า VoIP สามารถประหยัดได้มากขึ้น ในด้านของ ผู้ใช้งานยังไม่ประทับใจในคุณภาพของระบบมากนัก

การเติบโตของ VoIP สามารถเติบโตได้ เนื่องจากอัตราของราคาที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ โครงข่ายโทรศัพท์ ดังนั้น หากโครงข่ายโทรศัพท์ ลดราคาลงมาก็ทำให้ VoIP ไม่ได้เปรียบอีก ต่อไป ในการที่จะเปลี่ยนระบบจาก PSTN มาเป็น VoIP นั้น จำเป็นที่จะต้องอาศัยผู้จำหน่าย อุปกรณ์ที่มีความรู้ ความชำนาญ มากเพียงพอ ที่จะสนับสนุนระบบได้ อุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่งคือ การขาดมาตรฐานของอุปกรณ์โครงข่าย ทำให้การเจริญเติบโตไม่เร็วเท่าที่ควร เพราะไม่อาจ ตัดสินใจได้ว่า จะเลือกอุปกรณ์ของค่ายใด ในเร็วๆ นี้ คงจะมีความก้าวหน้ามากขึ้น

2.5 ความรู้เกี่ยวกับ Asterisk และฟังก์ชันการทำงานต่างๆ

กิตติพงษ์ สุวรรณราช (2551) กล่าวว่าไว้ว่า โปรแกรม Asterisk ทำหน้าที่เป็นระบบ โทรศัพท์แบบ IP-PBX ที่เต็มไปด้วยความสามารถที่หลากหลาย สามารถทำงานได้บนหลาย ระบบปฏิบัติการ เช่น Linux , FreeBSD , Mac OS , Sun Solaris ซึ่งโปรแกรม Asterisk นี้จัดอยู่ใน กลุ่มของโปรแกรมที่เป็น Open Source ซึ่งสามารถนำมาศึกษาพัฒนาต่อยอด รวมถึงนำไปงานได้ โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย โปรแกรมนี้พัฒนาโดยคุณ Mark Spencer แห่งบริษัท Digium สามารถ รองรับมาตรฐานโปรโตคอลหลากหลาย เช่น SIP , IAX , SCCP , H323 , MGCP ฯลฯ สถาปัตยกรรมของ Asterisk นั้น สามารถติดต่อกับระบบของ Asterisk ได้โดยการเขียนโปรแกรม ลักษณะ API หรือที่เรียกว่า Application Programming Interface เข้ามาเชื่อมต่อกับระบบของ Asterisk เอง ซึ่งจะมีการแบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็นส่วนย่อยหลายๆ ส่วนด้วยกัน ปัจจุบันได้มีการพัฒนาต่อยอดโดยการนำเอาระบบโทรศัพท์ Asterisk มาสร้างขึ้นมาใหม่เพื่อให้สามารถใช้งานและ

ควบคุมระบบโทรศัพท์ ให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งานมากมาย โดยทำงานเป็นลักษณะของการควบคุมผ่านเว็บหรือที่เรียกว่า Web-based Control Panel เป็นต้น

Asterisk มีการเผยแพร่แบบ Open source ภายใต้ GNU General Public License (GPL) นั้นหมายความว่า สามารถที่จะดาวน์โหลดโปรแกรม Asterisk มาใช้งานได้ฟรีตามข้อกำหนด Asterisk ถูกพัฒนาและสร้างโดย Mr. Mark Spencer แห่งบริษัท Digium Inc. เมื่อปี ค.ศ.1999 และได้มีการเผยแพร่โปรแกรมไปยังทั่วโลกในกลุ่ม Open source เพื่อทดสอบและแก้ไขปัญหา (Bug) ของโปรแกรม Asterisk อย่างต่อเนื่อง

จากนั้นเมื่อประมาณปี ค.ศ.2001 Mr.Mark Spencer ได้ร่วมมือกับโครงการ Zapata Project และ Mr.Jim Dixon พัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถรองรับการทำงานร่วมกับโปรแกรมระบบโทรศัพท์ของ Mr.Mark Spencer ซึ่งสามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ของบริษัท Digium , Sangoma และบริษัทอื่นๆ ที่ขายผลิตภัณฑ์รองรับกับ Asterisk PBX ทั่วไปโดยคุณสมบัติหลักของอุปกรณ์ส่วนใหญ่จะใช้ความสามารถของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และหน่วยความจำ (Memory) ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์เป็นหลักไม่ว่าจะเป็นการทำงานในส่วนของการ Media Streaming , Echo Cancellation และ Transcoding และในปัจจุบันทางบริษัทได้เล็งเห็นความสำคัญในส่วนนี้ จึงได้มีการพัฒนาการ์ดประมวลผลต่างๆ เพื่อลดการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยความจำของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ หลายชนิด เพื่อให้เซิร์ฟเวอร์สามารถใช้หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยความจำได้ดีขึ้น

2.5.1 ความสามารถของ Asterisk

Asterisk นั้น นับเป็นระบบโทรศัพท์ IP-PBX ตัวหนึ่งที่มีความสามารถเทียบเท่ากับระบบโทรศัพท์ราคาแพงที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่ง Asterisk เองได้มีความสามารถต่างๆ มากมาย เช่น

Dial Plan นับเป็นหัวใจสำคัญของระบบโทรศัพท์ Asterisk หรืออาจจะเรียก Dial Plan ว่าเป็น “แผนการโทรศัพท์” ก็ได้ เนื่องจาก Dial Plan นั้นจะเป็นตัวกำหนดว่า เมื่อมีการเรียกสายเข้ามาที่ IP – PBX (Asterisk) แล้วนั้นจะให้ทำอะไรบ้าง เช่น หมุนโทรศัพท์ไปยังปลายทางหมายเลขใด หรือจะให้ทำการบันทึกเสียง หรือจะให้พูดข้อความใด ๆ ออกมาก็ได้ สิ่งเหล่านี้จะถูกกำหนดโดยการเขียน Dial Plan ในระบบโทรศัพท์ Asterisk เป็นสำคัญ หากระบบโทรศัพท์ไม่มีการเขียน Dial Plan เพื่อกำหนดการทำงาน ระบบโทรศัพท์นั้นๆ ก็ไม่สามารถทำงานได้

การเขียน Dial Plan นั้น ส่วนมากแล้วจะมีการเขียนไว้ในไฟล์ extensions.conf ซึ่งในระบบปฏิบัติการ FreeBSD นั้น ไฟล์ extensions.conf จะอยู่ในไดเรกทอรี ชื่อ /usr/local/etc/asterisk การเขียน Dial Plan เพื่อควบคุมระบบโทรศัพท์นั้น จะมีการแบ่งไวยากรณ์ออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ Extensions (หมายเลขโทรศัพท์ภายใน) Priorities (ลำดับการทำงาน) Applications

(โปรแกรมที่สั่งให้ทำงาน) และ Contexts (ส่วนย่อยของการทำงาน หรือเป็นจุดเริ่มต้นของการทำงาน) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. Extensions เป็นส่วนของการกำหนดเลขหมายภายในระบบหรือที่เรียกว่า เป็น “หมายเลขโทรศัพท์ภายใน” หรือ Extensions Number ซึ่งหมายเลขที่กำหนดนี้ จะกำหนดเป็นกี่หลักก็ได้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น บางหน่วยงานก็อาจจะกำหนดเป็น 3 หลัก หรือบางหน่วยงานที่เป็นองค์กรขนาดใหญ่ก็จะกำหนดเป็น 4 หลัก หรือ 5 หลัก เป็นต้น ซึ่งหมายเลขต่างๆ นี้สามารถกำหนดได้เอง

2. Priorities เป็นลำดับการทำงาน เมื่อมีการเรียกเข้ามายังหมายเลขโทรศัพท์ภายในหรือ Extensions ที่ต้องการ โดยจะถูกกำหนดเป็นหมายเลขเริ่มต้นเป็น 1 และจะเพิ่มขึ้นทีละ 1 เสมอ ซึ่งการกำหนดค่า Priorities นี้ ไม่ควรกำหนดหมายเลขที่ไม่เรียงลำดับ ส่วนการทำงานนั้นระบบโทรศัพท์จะเริ่มทำงานที่หมายเลข Priorities ที่มีค่า 1 และเรียงลำดับการทำงานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยจะทำงานจากบรรทัดแรกไปจนถึงบรรทัดที่มีการกำหนดค่า Priorities ท้ายสุดของหมายเลขโทรศัพท์ภายในนั้น ๆ

3. Applications เป็นส่วนของการกำหนดให้ระบบโทรศัพท์ Asterisk ทำงานตามคำสั่งที่ต้องการ เมื่อมีผู้เรียกสายเข้ามายังหมายเลขที่ได้ถูกกำหนดไว้ โดยจะเรียงลำดับการทำงานตามค่าของ Priorities เป็นลำดับๆ ไปเรื่อยๆ เช่น ตัวอย่างที่มีการใช้งานส่วนของ Applications ได้แก่คำสั่ง Dial , Hangup , Background , Playback , Saydigits , SayAlpha เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าต้องการให้ระบบโทรศัพท์ Asterisk ทำอะไร ก็กำหนดลงไป ซึ่งคำสั่งต่างๆ ในส่วนของ Applications นี้สามารถดูอ้างอิงได้จากภาคผนวก ก ท้ายเล่มของหนังสือเล่มนี้

4. Contexts เป็นส่วนของการทำงานย่อยที่ถูกกำหนดขึ้นมาในไฟล์/usr/local/etc/asterisk/Extensions.conf ซึ่งในไฟล์นี้จะมีการแบ่งส่วนของการทำงานย่อยหรือ Contexts ออกเป็นหลายๆ ส่วนด้วยกัน โดยชื่อของ Contexts แต่ละส่วนของการทำงานนั้นจะถูกเขียนไว้ภายในเครื่องหมายวงเล็บใหญ่ [] ภายในเครื่องหมายนั้นจะเป็นชื่อของ Contexts ที่เรียกว่าเป็น Contexts Name โดยมาตรฐานของระบบโทรศัพท์ Asterisk จะเริ่มทำงานในส่วนของ Contexts ที่ชื่อ [default] เสมอ และสามารถที่จะกำหนดให้ระบบเปลี่ยนการทำงานไปยัง Contexts Name อื่นๆ ได้เช่นกัน ตามที่ต้องการ ซึ่งแต่ละ Contexts นั้น สามารถเขียน Dial Plan เพื่อกำหนดการทำงานให้กับระบบโทรศัพท์ Asterisk ได้โดยใช้รูปแบบของการเขียน Dial Plan ดังโครงสร้างของไฟล์ extensions.conf

บรรทัดที่	เอกสาร extensions.conf
1	[general]
2	
3	[global]
4	
5	[default]
6	exten => 1000,1,Dial(SIP/1000)
7	exten => 2000,1,Dial(SIP/2000)
8	exten => 3000,1,Dial(IAX2/3000)

โดยมีความหมายดังต่อไปนี้

[general] เป็นส่วนของ Context ที่มีไว้เพื่อประกาศค่าต่างๆไป ที่ใช้ในระบบเช่น static จะเป็นการกำหนดคุณสมบัติที่จะส่งผลกับคำสั่ง save dialplan ในการสั่งงานในโหมด CLI โดยปกติค่าของ **static** จะถูกกำหนดให้เป็น no เป็นค่ามาตรฐาน

Writeprotect เป็นการกำหนดให้ป้องกันการบันทึก Dial Plan ในโหมดของ CLI ถ้ากำหนดให้ writeprotect = no และ static = yes จะทำให้สามารถบันทึก Dial Plan ที่เขียนไปในโหมดของ CLI ได้โดยใช้คำสั่ง save dialplan

[globals] เป็นส่วนของ Context ที่มีไว้เพื่อประกาศค่าตัวแปรต่างๆ และค่าคงที่ที่ต้องการให้ครอบคลุมการทำงานทั้งหมดของระบบ

SetGlobalVar (VARIABLENAME=value) เป็นคำสั่งในการกำหนดค่าตัวแปรแบบ (Global) โดยระบุชื่อตัวแปรและค่าที่ต้องการกำหนดไว้ในเครื่องหมายวงเล็บเช่น SetGlobalVar (defaultchannel=Zap/1) เมื่อมีการกำหนดตัวแปรแล้วการเรียกใช้งานตัวแปร เวลาที่เขียน Dial Plan ก็อ้างอิงโดย \${VARIABLENAME} ตามหลักแล้วการกำหนดชื่อตัวแปรที่เป็น Global จะกำหนดเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษตัว พิมพ์ใหญ่ เพื่อป้องกันการสับสนกับตัวแปรส่วนอื่นๆ

[default] เป็นส่วนของ Context มาตรฐานที่มีไว้เพื่อเขียน Dial Plan ควบคุมระบบ โทรศัพท์ โดยปกติแล้ว อุปกรณ์ที่รองรับโปรโตคอล SIP IAX จะเริ่มต้นทำงานที่ Context นี้เป็นหลัก ภายใน Context นี้ สามารถเขียนหรือประกาศหมายเลขโทรศัพท์ Extensions ที่ต้องการเพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ที่รองรับโปรโตคอลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น SIP IAX และ Zap ได้ทันที หรืออาจจะเป็นการเขียน Dial Plan เพื่อให้ระบบทำงานบางอย่างที่ต้องการก็ได้

[contextname1] และ [contextname2] เป็นตัวอย่างของ Context ที่ผู้ใช้งานสร้างขึ้นมาเอง โดยการระบุชื่อที่ต้องการสร้างแทนคำว่า “Contextname1” หรือ “Contextname2” ซึ่งในระบบโทรศัพท์ Asterisk เองจะอนุญาตให้ผู้ใช้งานสร้าง Context ได้เองตามจำนวนที่ต้องการ เพื่อวัตถุประสงค์หลายๆอย่างขึ้นอยู่กับการใช้งานร่วมกันได้ด้วย ซึ่งการเขียน [contextname1] และ [contextname2] นี้จะไม่หรือไม่มีก็ได้

IVR (Interactive Voice Response) ระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ หรือที่เรียกว่า IVR (Interactive Voice Response) ระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่มีในในระบบโทรศัพท์ IP-PBX หรือ ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ PBX ทั่วไป หลักการทำงานของ IVR คือ เมื่อมีผู้เรียกสายเข้ามาในระบบโทรศัพท์ IP-PBX แล้วผู้เรียกสายเข้ามาจะได้ยินเสียงข้อความต่างๆ ตามที่ระบบให้บริการ โดยที่ผู้เรียกสายเข้ามานั้น จะต้องกดปุ่มตัวเลขต่างๆ เพื่อโต้ตอบกับระบบ แล้วระบบ IVR จะทำหน้าที่ตามที่ได้ถูกโปรแกรมไว้ เช่น เมื่อมีผู้เรียกสายเข้ามาที่ตู้สาขาโทรศัพท์ IP-PBX แล้วระบบจะแจ้งว่า “บริษัท ABC จำกัด กด 1 ฝ่ายการตลาด กด 2 ฝ่ายบัญชี กด 3 ฝ่ายบริการลูกค้า หรือ หากไม่ทราบ กรุณา กด 0 เพื่อติดต่อโอเปอเรเตอร์” เมื่อผู้เรียกสายเข้ามามีหมายเลขโทรศัพท์ 1, 2, 3 หรือ 0 แล้ว ระบบก็จะทำการโอนสายไปยังฝ่ายต่างๆ เป็นต้น

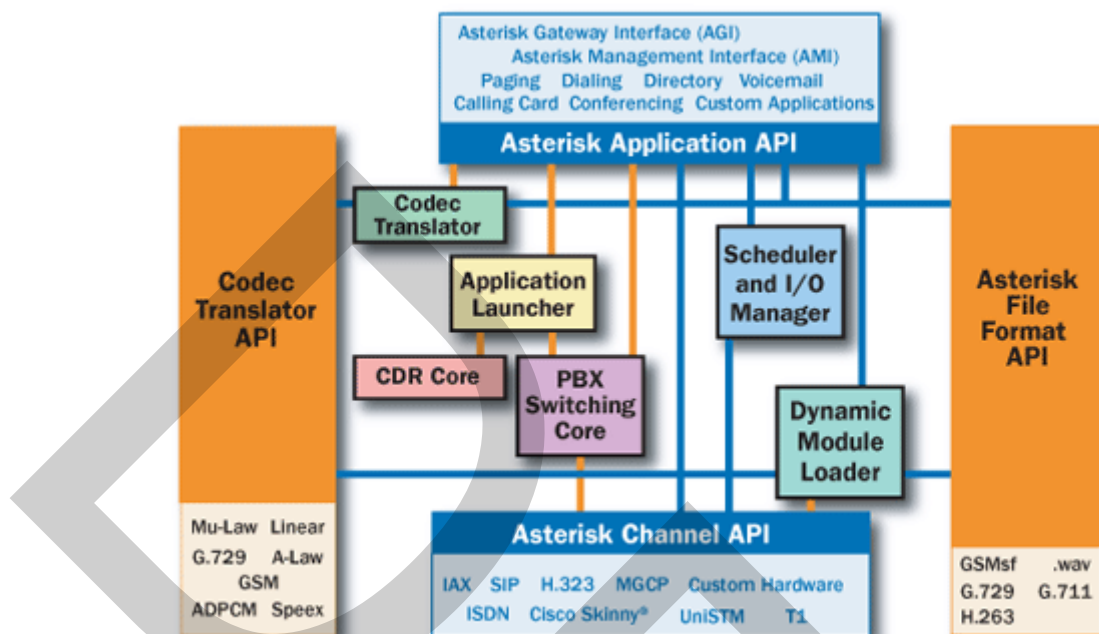
Voice Mail หรือข้อความเสียง ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์มาก ระบบโทรศัพท์ Asterisk จะอนุญาตให้ผู้เรียกสายเข้ามาสามารถที่จะฝากข้อความเสียงถึงหมายเลขโทรศัพท์นั้นได้ โดยจะมีระบบตอบรับอัตโนมัติให้ผู้เรียกสายสามารถพูดข้อความเสียงที่ต้องการฝาก และผู้ที่เป็นเจ้าของหมายเลขโทรศัพท์ดังกล่าว สามารถที่จะมาเปิดฟังข้อความเสียงที่มีผู้ฝากมาถึงโดยการเปิดฟังผ่านทาง Voice Mail ของระบบโทรศัพท์ Asterisk ได้ Voice Mail นั้นจะเป็นระบบฝากข้อความเสียงเมื่อมีผู้เรียกสายมาแล้ว แต่ไม่สามารถรับสายนั้นได้ ระบบจะทำการบันทึกเสียงให้กับหมายเลขโทรศัพท์นั้น ในกรณีที่สายไม่ว่าง (Busy) หรือหมายเลขโทรศัพท์ไม่พร้อมที่จะใช้งาน (unavailable) การใช้งานระบบ Voice Mail นี้เหมาะสำหรับเครื่องโทรศัพท์ที่เป็นแบบ IP Phone หรือ Software Phone เพราะจะมีการแจ้งเตือนเมื่อมีผู้ฝากข้อความมายังหมายเลขของนั้น และแสดงให้เห็นที่หน้าจอของเครื่องโทรศัพท์ หรือ บนตัวโปรแกรม Software Phone นั้นๆ แต่ถึงไม่มีเครื่องโทรศัพท์แบบ IP Phone ก็สามารถใช้งานระบบ Voice Mail ผ่านตัวเครื่องโทรศัพท์แบบธรรมดาหรืออนาล็อกได้เช่นกัน โดยปกติ เมื่อได้มีการติดตั้งระบบโทรศัพท์ Asterisk แล้ว ตัวระบบฝากข้อความเสียง (Voice Mail) ก็จะถูกติดตั้งมาให้ด้วย เพียงแค่ทำการกำหนดว่า ต้องการให้ผู้ใช้งานคนใด ใช้ Voice Mail ใดและใช้รหัสผ่านใดเพื่อเข้าตรวจสอบข้อความเสียง จากนั้นก็ทำการ

เขียน Dial plan เพื่อรองรับกับเหตุการณ์ที่จะทำให้ Voice Mail ทำงาน เช่น กรณีสายไม่ว่าง หรือไม่มีผู้รับสายเป็นต้น เป็นต้น

เมื่อมีการฝากข้อความเสียงถึงหมายเลขโทรศัพท์ใดๆ ก็ตาม ระบบโทรศัพท์ Asterisk จะมีการบันทึกไฟล์เสียงนั้นๆ ในรูปแบบของ .wav หรือ .gsm ขึ้นอยู่กับว่าในไฟล์ /usr/local/etc/asterisk/voicemail.conf ได้กำหนดไว้อย่างไร และไฟล์เสียงเหล่านี้จะเก็บไว้ในไดเรกทอรี /var/spool/asterisk/voicemail/default ภายในไดเรกทอรีของแต่ละ Voice mailbox จะประกอบไปด้วยไดเรกทอรีย่อยชื่อ INBOX และ Old ซึ่งถ้าเป็นข้อความเสียงที่ถูกบันทึกใหม่จะถูกเก็บไว้ใน INBOX แต่ถ้าหากข้อความใด ๆ ถูกเรียกฟังแล้วจะถูกย้ายมาเก็บไว้ใน Old หากต้องการจะประยุกต์ใช้งานหรือต้องการที่จะปรับแต่งค่าต่างๆ ของระบบฝากข้อความเสียงสามารถทำได้โดยการอ่านรายละเอียดของการดำเนินการค่าต่างๆ พร้อมทั้งความหมายของระบบทั้งหมดได้จากไฟล์ /usr/local/etc/asterisk/voicemail.conf และหากต้องการที่จะเปลี่ยนภาษาในการโต้ตอบของระบบ Voice Mail Main ก็สามารทำได้โดยการบันทึกได้ไฟล์เสียงที่ต้องการมาแทนที่ไฟล์เสียงของระบบ Voice mail Main เดิมทั้งหมดที่จะเป็นไฟล์ที่ขึ้นต้นด้วยชื่อ vm- และมีนามสกุล .gsm ที่ได้เก็บไว้ใน -usr/local/share/asterisk/sounds โดยการบันทึกไว้มาทับไฟล์ที่ต้องการ แต่ต้องทำการด้วยความระมัดระวังเพราะอาจจะส่งผลถึงไฟล์เสียงอื่นๆ ของระบบด้วย หรืออาจทำเป็นระบบแยกเป็นภาษาต่างๆ ก็สามารถทำได้เช่นกัน

2.5.2 สถาปัตยกรรมของ Asterisk

Asterisk ได้มีการออกแบบระบบให้มีความยืดหยุ่นสูงโดยมีการระบุส่วนประกอบของ APIs อยู่บริเวณภายนอก ซึ่งทำให้มีประโยชน์มาก เมื่อมีผู้พัฒนา API (Application Programming Interface) นำมาต่อยอดเพื่อทำงานร่วมกับระบบโทรศัพท์ Asterisk ก็สามารทำได้ทันที และจะมีระบบ Central PBX อยู่เป็นโครงสร้างภายใน ดังภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 สถาปัตยกรรมของระบบโทรศัพท์ Asterisk

ที่มา : <http://www.digium.com/images/graphics/asteriskarch.gif>

ส่วนประกอบภายนอกของระบบโทรศัพท์ Asterisk จะเป็น APIs จำนวน 4 ส่วนด้วยกัน ซึ่งมีหน้าที่ในการไหลคกรทำงานของ APIs นั้นๆ ซึ่งทำให้ Asterisk ไม่จำเป็นต้องคอยจัดการเองทั้งหมด โดยจะทำการติดต่อผ่าน APIs ต่างๆ ดังนี้

Channel API จะทำหน้าที่ในการจัดการกับประเภทของการเชื่อมต่อที่เข้ามา ไม่ว่าจะเป็นประเภทของ VoIP ประเภทต่างๆ เช่น ISDN IAX SIP H.323 MGCP Cisco Skinny และรวมถึงสัญญาณต่างๆ

Application API จะทำหน้าที่อนุญาตให้งานหลายๆ งานสามารถทำหน้าที่ได้หลายหน้าที่ เช่น Conferencing, Directory, Listening, Voice Mail ซึ่งงานบางงานจำเป็นต้องดำเนินการทันที หรืออาจจะดำเนินการในอนาคตก็เป็นได้

Codec Translator API ทำหน้าที่ไหลคกรตัวเข้ารหัส/ถอดรหัส (Codec) ของไฟล์เสียงรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น GSM Mu-Law A-Law และ MP3 เป็นต้น

File Format API ทำหน้าที่ในการอ่าน และบันทึกไฟล์ในหลากหลายรูปแบบ เช่น ไฟล์เสียง .gsm .wav .mp. ฯลฯ แล้วทำการเก็บไฟล์เหล่านั้นไว้ในระบบ

ส่วนประกอบภายในของระบบโทรศัพท์ Asterisk ได้แก่

PBX Switching นับเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากสำหรับ Asterisk นั่นก็คือ PBX Switching ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเชื่อมการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานหลายๆคน และการทำงานอัตโนมัติ รวมถึงการจัดการและดูแลเกี่ยวกับซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ของระบบอีกด้วย

Application Launcher เป็นตัวประกาศว่าบริการใดจะเริ่มทำงาน เช่น Voice Mail File Playback เป็นต้น

Codec Translator จะมีการใช้ Codec โมดูลเพื่อเข้ารหัสและถอดรหัสไฟล์เสียงที่ถูกบีบอัดเพื่อใช้ในการส่งสัญญาณเสียง โดยมีการเลือกมาตรฐานของ Codec ให้มีความเหมาะสมโดยจะคำนึงถึงคุณภาพเสียงและการใช้งานช่องสัญญาณในการส่งผ่านข้อมูล (Bandwidth Usage) ด้วย

Scheduler and I/O Management ทำหน้าที่ในการจัดสรร และดูแลตารางงานต่างๆ ซึ่งอยู่ในระบบล่าง เพื่อให้งานเหล่านั้นสามารถที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้เงื่อนไขทั้งหมด

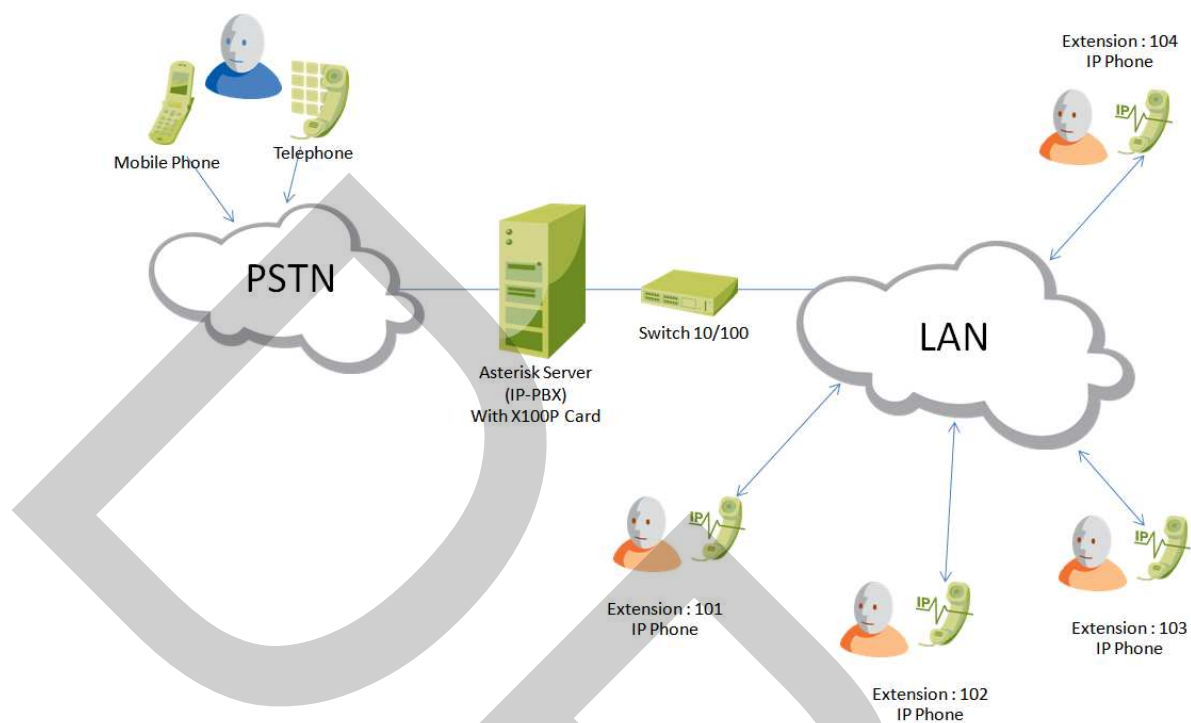
Dynamic Module Loader ทำหน้าที่ในการจัดการโมดูลต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อการทำงานของระบบโทรศัพท์ Asterisk

CDR หรือ (Call Detail Record) ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลการใช้งานโทรศัพท์ของระบบทั้งหมด อาทิเช่น หมายเลขโทรศัพท์ต้นทาง ปลายทาง วันที่ และ เวลาในการสนทนา จำนวนวินาทีในการสนทนา เป็นต้น

2.5.3 อุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันการ์ดรับโทรศัพท์ หรือเรียกสั้นๆ ว่า การ์ด Asterisk ที่มีการใช้งานอยู่จะมีหลายรุ่น และหลายยี่ห้อขึ้นอยู่กับการใช้งาน การ์ดที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน ได้แก่ การ์ดที่รองรับสัญญาณอนาล็อก คือ X100P X400P หรือ TDM400B เป็นต้น

การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk ที่ได้สร้างขึ้นมาโดยจะเชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์ PSTN ซึ่งเป็นระบบโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานที่ใช้งานในประเทศไทย โดยการเชื่อมต่อนี้จะต้องมีการติดตั้งการ์ดรับโทรศัพท์ X100P ซึ่งสามารถรองรับการใช้งานหมายเลขโทรศัพท์ได้หนึ่งหมายเลขหรือหากต้องการรองรับหมายเลขโทรศัพท์สี่หมายเลขก็ต้องใช้งานการ์ด X400P เพื่อให้ระบบโทรศัพท์ Asterisk สามารถรับสายจากผู้ใช้งานโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาทางโครงข่าย PSTN ได้ ดังภาพที่ 2.20



ภาพที่ 2.20 การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk ร่วมกับโครงข่ายโทรศัพท์ PSTN

การ์ด X100P เป็นชื่อเรียกของการ์ดรับโทรศัพท์ที่มีคุณสมบัติทำหน้าที่เป็น 1 FXO Interface ทำให้สามารถนำหมายเลขโทรศัพท์ทั่วไปมาเชื่อมต่อกับการ์ด X100P ได้ 1 เลขหมาย หากมีผู้เรียกสายเข้ามาการ์ด X100P ก็จะรับสายโทรศัพท์นั้นๆ ให้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับว่าเมื่อมีผู้เรียกสายเข้ามาที่การ์ดนี้ ว่าต้องการให้ทำอะไร โดยการ์ด X100P จะต้องการใช้ Zaptel Drivers เพื่อให้เซิร์ฟเวอร์รู้จักกับการ์ด ตัวอย่างการ์ด X100P แสดงดังภาพที่ 2.21

NEXTSAY X-100P

- Support Digium's X-100P
- Support Asterisk , Trixbox
- Support Linux and FreeBSD
- 1 FXO



ภาพที่ 2.21 Asterisk Card X100P

ที่มา : <http://www.nextsay.com>

การ์ด X400P เป็นการ์ดที่ทำหน้าที่รับโทรศัพท์คล้ายๆ กับการ์ด X100P แต่การ์ด X400P นี้จะมีคุณสมบัติมากกว่า เช่น รองรับได้ไม่ว่าจะเป็น โมดูลแบบ FXS หรือ FXO การ์ดใบหนึ่งสามารถรองรับได้ 4 Module ซึ่งสามารถเลือกเปลี่ยนโมดูลได้ เช่น เลือกใช้งานกับ 4 FXO หรือ 4 FXS เป็นต้น หากต้องการนำมาใช้งานเพื่อรับสายโทรศัพท์จากโครงข่าย PSTN จะต้องเลือกใช้งานโมดูลแบบ 4 FXO ก็จะทำให้สามารถรับสายโทรศัพท์ได้ 4 เลขหมายและการ์ด X400P นี้ ยังทำให้ประหยัดสล็อต (Slot) บนเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่เซิร์ฟเวอร์นั้นมีสล็อตแบบ PCI จำกัดได้อีกด้วยดังภาพที่ 2.22

NEXTSAY X-400P

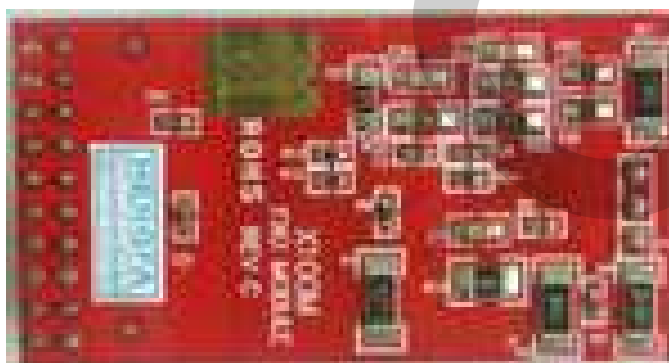
- Support Digium's TDM-400P
- Support Asterisk ,Trixbbox
- Support Linux and FreeBSD
- 4 FXO or 4 FXS modules



ภาพที่ 2.22 Asterisk Card X400P

ที่มา : <http://www.nextsay.com>

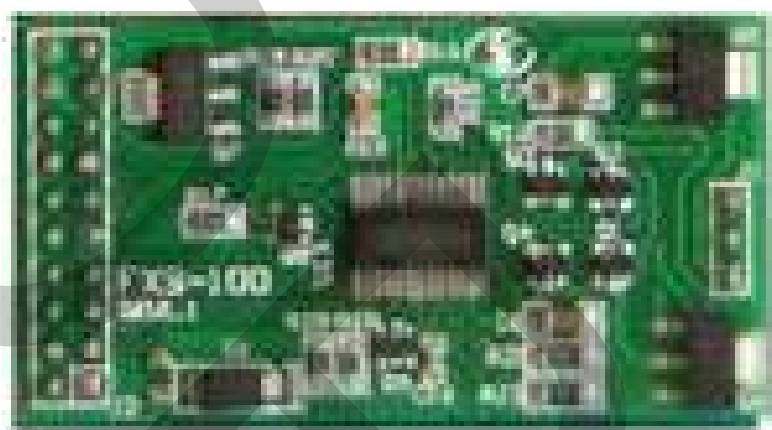
FXO Modules เป็นแผงวงจร (สีแดง) ที่มีคุณสมบัติใช้เชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์ (หรือหมายเลขโทรศัพท์พื้นฐาน) ที่จะเชื่อมต่อมายังเซิร์ฟเวอร์ โดย 1 โมดูลสามารถรองรับได้ 1 หมายเลข หากจะให้รองรับ 4 หมายเลขต้องติดตั้ง FXO ทั้งหมด 4 Modules บนการ์ด X400P แสดงดังภาพที่ 2.23



ภาพที่ 2.23 FXO Module สำหรับการ์ด X400P (สีแดง)

ที่มา : <http://www.chinaroby.com>

FXS Module เป็นแผงวงจร (สีเขียว) ที่มีคุณสมบัติใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่เป็น FXO เช่น เครื่องโทรศัพท์ หรือโทรสาร เป็นต้น โดย 1 FXS โมดูลนี้จะต้องมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับการ์ด X400P ขนาด 12 V ซึ่งจะมีจุดรับกระแสไฟฟ้าหรือ (Conector) บนการ์ด x400P เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้านี้ไปยังอุปกรณ์ที่เป็น FXO หรือเครื่องโทรศัพท์อีกทีหนึ่ง แสดงดังภาพที่ 2.24



ภาพที่ 2.24 FXS Module สำหรับการ์ด X400P (สีเขียว)

ที่มา : <http://www.chinaroby.com>

โดยส่วนมากแล้วการ์ด X100P และ X400P จะถูกนำมาใช้งานเพื่อเชื่อมต่อกับโครงข่าย PSTN โดยนำหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการมาเชื่อมต่อเพื่อทำให้เซิร์ฟเวอร์สามารถรับสายจากหมายเลขภายนอกได้ หากมีการเชื่อมต่อกับหมายเลขโทรศัพท์จำนวนมากๆ Zaptel Drivers ก็ สามารถรองรับการทำงานร่วมกับโครงข่ายแบบ E1 ได้เช่นกัน โดยการเปลี่ยนไปใช้งานการ์ดที่มีคุณสมบัติรองรับ E1 ได้

IP Phone เป็นโทรศัพท์ที่สามารถนำสาย LAN มาต่อเข้ากับโทรศัพท์ได้ทันทีและสามารถใช้งานโดยเรียกปลายทางเป็นหมายเลข IP Address หรือจะใช้งานกับ SIP Server ก็ได้ สิ่งสำคัญคือ ควรศึกษารายละเอียดของโทรศัพท์ที่นั้นๆ ก่อนว่ารองรับมาตรฐาน SIP หรือไม่ ถ้าสามารถใช้งานได้ก็นำโทรศัพท์นี้มาเชื่อมต่อกับ SIP Server ได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ แสดงดังภาพที่ 2.25



ภาพที่ 2.25 ตัวอย่าง IP-Phone ที่รองรับมาตรฐาน SIP

ที่มา : http://www.spacedial.net/mmNet/Images/SPA942_large.jpg

IP Soft Phone นอกจากตัวอย่างของ IP Phone แล้วยังมีแบบที่ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงาน โดยจะเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า IP SoftPhone ตัวอย่างเช่น X-Lite ที่เป็นโปรแกรม IP SoftPhone ที่ถูกพัฒนาโดยบริษัท CounterPath รองรับมาตรฐาน SIP สามารถดาวน์โหลดมาทดลองใช้งานได้จากเว็บไซต์ <http://www.counterpatth.com> นับว่าเป็นโปรแกรมประเภท IP SoftPhone ที่น่าสนใจมาก ซึ่งสามารถรองรับวิดีโอด้วยอีกด้วย แสดงดังภาพที่ 2.26



ภาพที่ 2.26 โปรแกรม X-Lite ที่ทำหน้าที่เป็น IP SoftPhone ที่รองรับมาตรฐาน SIP

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะกรณ ดิโตน (2549:บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบ Voice over IP (VoIP) มาใช้แทนการเช่าวงจรโทรศัพท์ทางไกลในหน่วยงานราชการกรณีศึกษา กองตำรวจสื่อสาร เป็นการศึกษาเพื่อทราบถึงความเป็นไปได้ ลักษณะและรูปแบบในการนำระบบ (VoIP) มาใช้แทนการเช่าวงจรโทรศัพท์ทางไกลในกองตำรวจสื่อสาร สำนักงานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ซึ่งผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ถึงทั้งทางด้านเทคนิคและความคุ้มค่าในการลงทุน ผลการศึกษาพบว่า ระบบ VoIP สามารถใช้แทนการเช่าวงโทรศัพท์ทางไกลได้ ซึ่งรูปแบบการใช้งานมีอุปกรณ์สำหรับต่อเชื่อมระหว่างผู้ใช้และเครือข่าย ใช้งานร่วมกับตู้ชุมสายภายใน PABX ผ่าน E1-link มีระยะเวลาคืนทุน 1 ปี 6 เดือน และสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 89% จึงความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งนี้จะได้นำเสนอผู้บริหาร เพื่อปรับเปลี่ยนระบบต่อไป

กิตติ เปรมพรวิฑูร (2549:บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่อง โครงการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเรื่อง การศึกษาการนำระบบ Voice over IP (VoIP) มาใช้ในมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมในการนำระบบ VoIP มาใช้งานในมหาวิทยาลัย ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การขยายการใช้งานระบบโทรศัพท์ภายในของทางมหาวิทยาลัย โดยศึกษาถึงปัจจัยในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความเหมาะสมในการเลือกระบบ VoIP
2. ความคุ้มค่าในการลงทุน

3. การนำมาใช้งานและ การบำรุงรักษาอุปกรณ์

ผลการศึกษาพบว่ามหาวิทยาลัยมีความพร้อมในส่วนของโครงสร้างพื้นฐาน การนำมาใช้งานและ การบำรุงรักษาอุปกรณ์ก็สามารถทำได้สะดวกมากขึ้น การปรับปรุงเปลี่ยนเพื่อนำระบบ VoIP มาใช้งานภายในของมหาวิทยาลัยนั้น ยังไม่คุ้มค่ากับการลงทุนในขณะนี้ เนื่องจากยังไม่สามารถถอดค่าใช้จ่ายในการใช้งานได้ เนื่องจากการโทรศัพท์เป็นการโทรกันภายในมหาวิทยาลัยซึ่งไม่เสียค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์ที่อยู่แล้ว ส่วนค่า License และค่าโทรศัพท์แบบ IP นั้นยังมีราคาที่สูงอยู่มาก

ศิริพร รุจิเมธาภาส (2548:บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่อง โครงการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของการสื่อสารแบบ VoIP ระหว่างเทคโนโลยี Echolink กับเทคโนโลยี Skype มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษา และวิเคราะห์ถึงความเหมาะสม ในสภาวะปรับปรุงระบบการสื่อสารระหว่างสาขาต่าง ๆ ของบริษัทต่าง ๆ ที่มีสาขาอยู่ต่างประเทศ เพื่อนำมาปรับปรุงระบบงานเดิม โดยปัจจัยด้านต่าง ๆ ดังนี้ - รูปแบบของเทคโนโลยีในลักษณะต่าง ๆ - ค่าใช้จ่ายในการลงทุน - การวิเคราะห์ในเรื่องของ SWOT ของแต่ละเทคโนโลยี - ประสิทธิภาพต่าง ๆ ของแต่ละเทคโนโลยี ดำเนินการศึกษาโดยนำข้อมูลโครงสร้าง รูปแบบต่าง ๆ และสถิติการประมาณการค่าใช้จ่ายของกรณีศึกษาราชการกรุงเทพมหานคร (มหาชน) มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงระบบการสื่อสาร โดยมีแนวทางเลือก 4 รูปแบบของเทคโนโลยีการสื่อสาร และนำแนวทางเลือกทั้ง 4 มาวิเคราะห์การประมาณการลงทุน เพื่อเปรียบเทียบในเชิงเศรษฐศาสตร์การเงิน เพื่อการตัดสินใจเลือกแนวทาง ในสภาวะปรับปรุงระบบการทำงาน ผลการศึกษาภายใต้ขอบเขตการศึกษาพบว่า มีความเป็นไปได้ในการลงทุนตามแนวทางเลือกในการใช้เทคโนโลยี Skype แบบไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ หรือแบบ Mobile เพราะเป็นการลงทุนที่ต่ำและมีค่าใช้จ่ายน้อย เพื่อเป็นการพัฒนาขีดความสามารถของการสื่อสาร และการให้บริการลูกค้าที่มีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดความพึงพอใจต่อลูกค้ามากที่สุด

สรภพ วลัยเสถียร (2549:บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบ Call Center เข้ามาใช้ในมหาวิทยาลัยเซนต์จอห์นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสาร Call Center หรือ ศูนย์บริการตอบรับทางโทรศัพท์ คือ เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนา เพื่อนำมาบริหารจัดการด้านการติดต่อสื่อสาร ที่รวมงานด้านฐานข้อมูล การให้บริการ และการบริหารไว้ด้วยกัน โดยมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีและทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการแก่ลูกค้าทางโทรศัพท์ได้ตลอด 24 ชั่วโมง (ไม่มีวันหยุด) ทั้งนี้ก็เพื่อสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้กับผู้โทรเข้ามาติดต่อ ฉะนั้นแต่ละจุดในวงจรของการให้บริการของ Call Center จึงเป็นจุดกำเนิดของ “โอกาส” ในการตอบสนองความคาดหวังหรือ การนำเสนอสิ่งที่ดีเหนือกว่านั้น

ให้แก่ลูกค้า ยกระดับการความเป็นมืออาชีพในงานบริการ และสามารถสร้างทัศนคติที่ดีให้กับผู้ที่ติดต่อเข้ามา รวมทั้ง ยังช่วยลดค่าใช้จ่าย และความเสี่ยงในการลงทุนด้านการบริหารจัดการและสนับสนุนต่อการเติบโตในระยะยาวของธุรกิจในการเสริมสร้างรายได้จากการให้บริการทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะในปัจจุบันนี้ ระบบ Call Center ได้ถูกกำหนดให้เป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจอีกด้วย ธุรกิจที่มีระบบ Call Center จะสามารถตอบสนองผู้ใช้บริการได้อย่างสมบูรณ์แบบและมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะเป็นการตอบข้อซักถามปัญหาต่าง ๆ รับคำสั่งซื้อสินค้า สนับสนุนการให้บริการช่วยเหลือทางด้านเทคนิคการให้บริการข้อมูลด้านสินค้าและบริการ ข่าวสารที่ต้องการประชาสัมพันธ์ และสาระความรู้ต่าง ๆ ที่ลูกค้าควรทราบ รวมถึงการรับเรื่องร้องเรียนของสินค้าหรือกิจกรรมต่าง ๆ หรือคำแนะนำ คำติชม ที่เกี่ยวกับธุรกิจอย่างครบวงจรและสิ่งที่คุณค่าจะได้รับคือ ความสะดวกรวดเร็วในการรับบริการ ลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสารที่ซับซ้อน และที่สำคัญที่สุดคือ ได้รับบริการที่ตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจสูงสุดในโครงการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเองที่ได้ทำขึ้นมา เป็นเรื่องของการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบ Call Center มาใช้ในมหาวิทยาลัยเช่นต้อจ้อหันเพิ่มเติม ติดต่อสอบถามข้อมูลต่าง ๆ ทำให้พนักงานรับสายโทรศัพท์ต้องพบปัญหาหลากหลายรูปแบบในการรับสาย โอนสายและให้ข้อมูลที่ซ้ำ ๆ แก่ผู้ที่มาติดต่อ และคงไม่ถ่วงน้กกับการที่ต้องว่าจ้างพนักงานมาเพิ่ม หรืออบรมพนักงานรับสายโทรศัพท์เพื่อให้รู้รายละเอียดข้อมูลทั้งหมดของมหาวิทยาลัย ทำให้ระบบ Call Center เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่น่านำมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว และขำนำมาทดแทนพนักงานในการให้บริการข้อมูลนอกเวลาทำการปกติอีกด้วย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ

1. เพื่อศึกษาและออกแบบระบบ Call Center ให้กับมหาวิทยาลัยเช่นต้อจ้อหันในเรื่องการสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับวิชาที่เปิดรับสมัคร การแจ้งผลการสอบ การลงทะเบียนเรียนประจำภาค รายละเอียดการรับสมัครเพื่อศึกษาต่อในระดับต่าง ๆ เป็นต้น
2. เพื่อศึกษาถึงการวางรูปแบบและการทำงานของระบบ Call Center ตามขนาดของมหาวิทยาลัยเช่นต้อจ้อหัน ศึกษาการใช้งานระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติตั้งแต่อุปกรณ์หลัก อุปกรณ์เสริม การออกแบบระบบ IVR รวมไปถึงการบริหารงานในระบบ Call Center ให้มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการออกแบบระบบ Call Center เพื่อใช้ในมหาวิทยาลัยเช่นต้อจ้อหันและวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าในการลงทุน

อนุสรณ์ ใจแก้ว (2548:บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่อง การสร้างระบบตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยใช้ซอฟต์แวร์เสรี การศึกษาระบบตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยใช้ซอฟต์แวร์เสรี มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1) เพื่อสร้างระบบตรวจสอบการบุกรุกเครือข่ายที่มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่ำที่สุด 2) จัดเก็บและตรวจสอบและวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งานเครือข่ายที่ผิดปกติประสงค์ของมหาวิทยาลัย การพัฒนาระบบนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม สนอร์ท (Snort) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ไม่ได้เรียกเก็บค่าลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบ อีกทั้งยังเป็นซอฟต์แวร์ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในกลุ่มของผู้ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นในการตรวจจับพฤติกรรมการใช้งานที่ผิดปกติและพัฒนาระบบจัดการเรื่องกฎเกณฑ์ในการตรวจสอบการบุกรุกของโปรแกรมสนอร์ท เพื่อแสวงหาแนวทางและขั้นตอนในการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ผลการศึกษาพบว่าระบบตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย สามารถตรวจจับและรายงานพฤติกรรมการใช้งานเครือข่ายที่ผิดปกติของมหาวิทยาลัยได้ โดยสามารถทำการปรับแต่งและแก้ไขกฎเกณฑ์ต่างๆ ให้ตรงกับความต้องการของมหาวิทยาลัยได้

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลต่างๆ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบ Asterisk
2. ศึกษาระบบ AsteriskNow
3. ออกแบบ และติดตั้งระบบ Asterisk สำหรับสำนักงานขนาดเล็ก หรือสำนักงาน
ภายในบ้าน สำหรับกรณีศึกษา
4. ทดสอบระบบที่ทำการติดตั้ง
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่จะนำมาใช้

1. เครื่องเซิร์ฟเวอร์
 - หน่วยประมวลผล Pentium 4 (2.8GHz)
 - หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 512 Megabyte
 - ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 10 Gigabyte
 - Lan Card 10/100 Mbps
 - Asterisk Card X100P
 - จอภาพขนาด 15 นิ้ว
 - เมาส์ และแป้นพิมพ์
2. เครื่องไคลเอนต์
 - หน่วยประมวลผล Pentium III
 - หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 128 Megabyte
 - ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 20 Gigabyte
 - Lan Card 10/100 Mbps
 - จอภาพขนาด 15 นิ้ว

- เม้าส์ และแป้นพิมพ์
- 3. สัญญาณ โทรศัพท์อนาล็อกจำนวน 1 คู่สาย
- 4. Network Switch Layer 2 ความเร็ว 10/100 Mbps
- 5. ชุดหูฟัง และไมโครโฟน

3.2.2 ซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้

1. เครื่องเซิร์ฟเวอร์
 - Asterisk NOW ใช้สำหรับทำระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX
2. เครื่องไคลเอนต์
 - ระบบปฏิบัติการ Windows XP
 - โปรแกรม X-Lite ใช้สำหรับทำ IP SoftPhone

3.3 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย สรุปได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือน)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. ศึกษาข้อมูลต่างๆ	██████████								
2. ศึกษาระบบ Asterisk			██████████						
3. ออกแบบ และติดตั้งระบบ Asterisk					██████████				
4. ทดสอบระบบ							██████████		
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ									██████████
6. เรียบเรียงงานค้นคว้าอิสระ	██████████								

3.4 สรุป

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลต่างๆ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบ Asterisk จากนั้นทำการทดสอบระบบ Asterisk ที่ได้ทำการติดตั้งออกแบบสำนักงานขนาดเล็ก หรือสำนักงานภายในบ้าน ในการประยุกต์เขียนแผนการโทรศัพท์ การใช้งานระบบตอบรับอัตโนมัติ การใช้งานระบบฝากข้อความเสียง และสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบ และติดตั้งระบบโทรศัพท์ VoIP โดยใช้ซอฟต์แวร์ AsteriskNow มาใช้งานเพื่อทำหน้าที่เป็น IP-PBX สำหรับสำนักงานขนาดเล็ก เป็นกรณีศึกษา บริษัท เอบีซี ทัวร์ จำกัด ขั้นตอนการวิเคราะห์และการออกแบบระบบ แบ่งการนำเสนอออกเป็น การศึกษาการทำงานของระบบ การวิเคราะห์ระบบเพื่อหาความต้องการของผู้ใช้งาน และ การออกแบบระบบตามความต้องการของผู้ใช้งานของ บริษัท เอบีซี ทัวร์ จำกัด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาระบบ

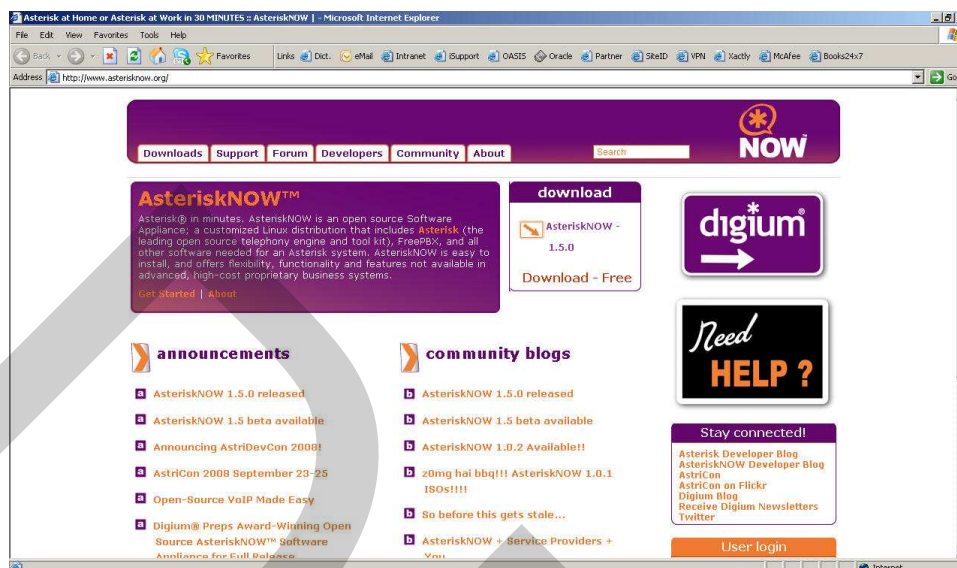
AsteriskNow เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เป็น IP-PBX สำเร็จรูป ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปโดยเป็นการรวมซอฟต์แวร์หลัก ๆ 3 ส่วน เข้าด้วยกัน คือ

1. Linux CentOS โดย rpath เป็น Software ในการจัดการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์
2. Asterisk ® เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส (Open Source) ของระบบ PBX
3. AsteriskNOW™ เป็นซอฟต์แวร์ที่เป็นลักษณะ GUI (Graphic User Interface) ที่ใช้ในการจัดการกับระบบของ Asterisk ® ให้ง่ายขึ้นนอกนั้นก็จะมีซอฟต์แวร์อื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานของ Asterisk ซึ่งในชุดติดตั้งนั้นได้รวบรวมซอฟต์แวร์ต่างๆ ไว้ครบถ้วนแล้ว สามารถนำมาใช้งานได้ทันที

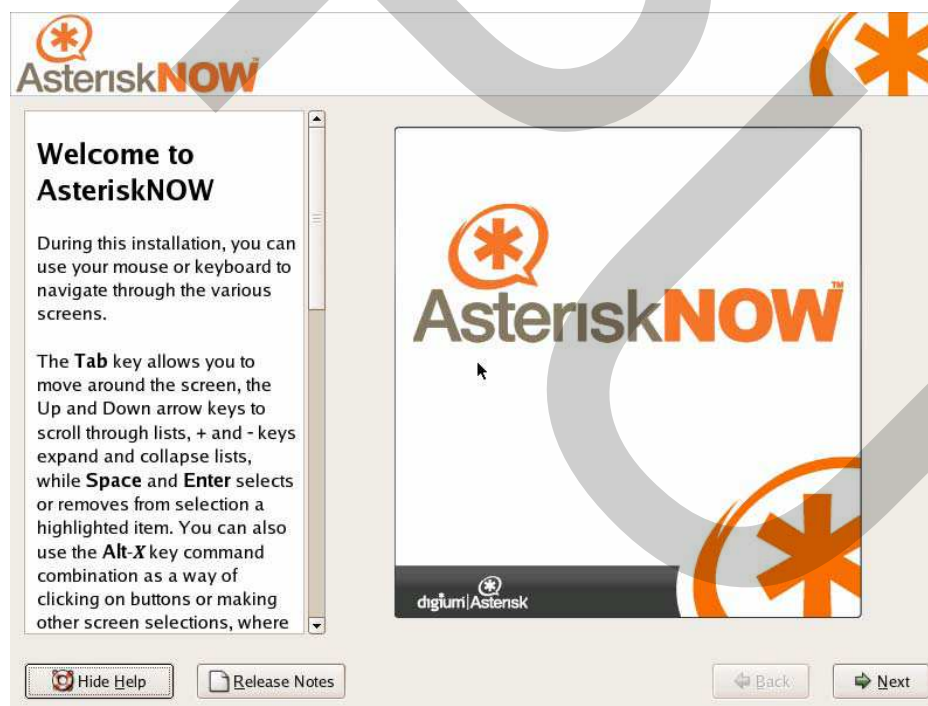
การติดตั้งระบบ AsteriskNow สามารถดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ได้ที่เว็บไซต์ <http://www.asterisknow.org/downloads> (ภาพที่ 4.1) จะพบ Link ให้ Download ได้ 2 Version คือ

1. Version CPU 32 bit 32-bit processors สำหรับ Intel P4 and AMD Athlon XP
2. Version CPU 64 bit 64-bit processors สำหรับ Intel Xeon, AMD Opteron

สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้ Version 32 bit ในการติดตั้งและ ออกแบบ ซอฟต์แวร์ AsteriskNow การติดตั้งซอฟต์แวร์ Asterisk (ภาพที่ 4.2) นั้นจะเป็นลักษณะ GUI ซึ่งง่ายต่อการติดตั้ง เมื่อติดตั้งเสร็จ ระบบจะทำการ Reboot จากนั้นสามารถเริ่มใช้งานได้ทันที

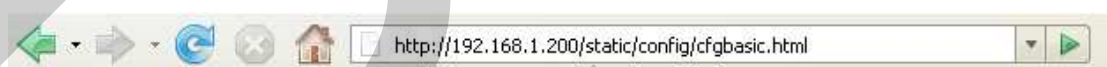


ภาพที่ 4.1 เว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ AsteriskNow



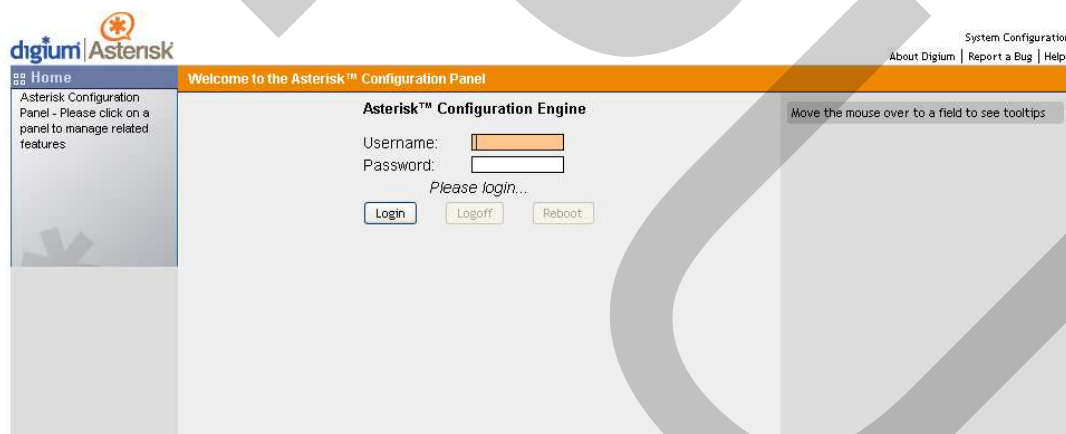
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างหน้าต่างต้อนรับเข้าสู่การติดตั้ง AsteriskNow

สำหรับ AsteriskNow วิธีการจัดการหรือเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ของระบบ สามารถจัดทำได้จากหน้าที่เป็น GUI หรือเรียกกันว่าแบบ Webpage ซึ่งผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้เรื่อง Unix หรือมีความรู้ด้านนี้น้อย ก็สามารถจัดการได้อย่างง่ายดาย สำหรับโปรแกรม Web Browser ที่จะใช้จัดการกับ AsteriskNow นั้นสามารถใช้กับ Firefox เท่านั้น ถ้าเปิดด้วย IE (Microsoft Internet Explorer) บางหน้า จะไม่สามารถทำงานได้ หรืออาจจะไม่โหลดข้อมูลในบางหน้า โดยการพิมพ์ IP ที่กำหนดไว้ หรือที่ได้รับมาจาก DHCP เช่น พิมพ์ http://192.168.1.200 ลงในช่อง URL ตัวเว็บ จะพาไปสู่หน้า Login หรือหน้าแรก ของ Configuration Panel อัตโนมัติ โดยลิงค์จะเป็นลักษณะดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างลิงค์เข้าสู่ระบบ AsteriskNow

เมื่อเข้าสู่หน้าจัดการแล้ว ก็จะเห็นหน้าแรก สำหรับ Login ให้พิมพ์ Username คือ Admin และ Password คือที่ใส่ไว้ตั้งแต่ตอนติดตั้ง โปรแกรมดังภาพที่ 4.4

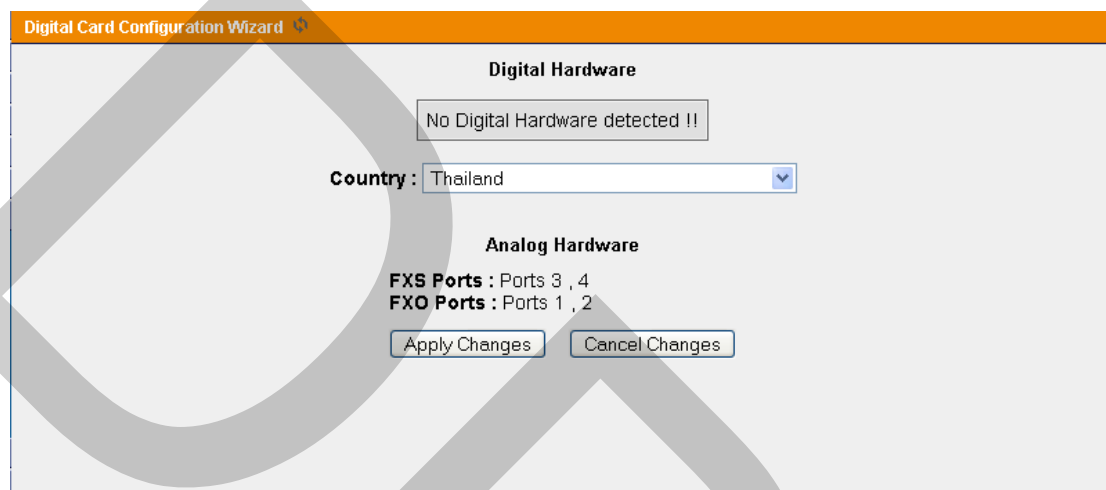


ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างหน้าเว็บการจัดการของ AsteriskNow

ความสามารถในการต่อโครงข่ายโทรศัพท์สาธารณะ

การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk ที่ได้สร้างขึ้นมาโดยจะเชื่อมต่อร่วมกับโครงข่ายโทรศัพท์ PSTN ซึ่งเป็นระบบโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานที่ใช้งานอยู่ในประเทศไทย โดยการเชื่อมต่อนี้ได้มีการติดตั้งการ์ดรับโทรศัพท์ X100P ไว้แล้วเพื่อให้ระบบโทรศัพท์ AsteriskNow สามารถรับสายจากผู้ใช้บริการโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาทางโครงข่าย PSTN ได้ จากหน้าการจัดการ

AsteriskNow สามารถตรวจสอบว่า Asterisk Card พร้อมใช้งานหรือไม่ โดยเลือกที่หัวข้อ Setup Hardware ถ้าการติดตั้ง Asterisk Card ได้เรียบร้อยดี หน้าโปรแกรมจะแสดงรายละเอียดของการ์ดที่ติดตั้งไว้ ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 การตรวจสอบการติดตั้งการ์ด

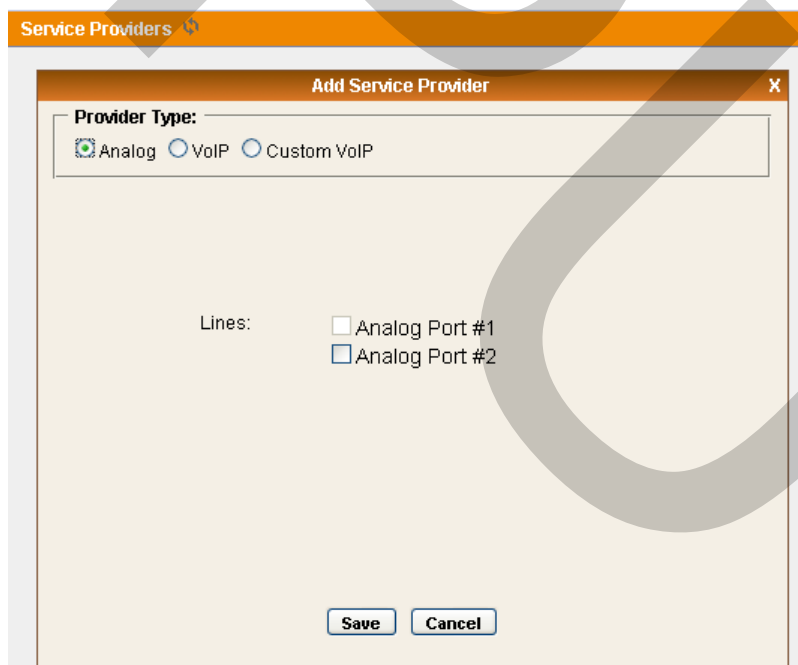
ซึ่งการใช้งานระบบ IP-PBX บน AsteriskNow นั้น กรณีที่ต้องการเชื่อมต่อกับภายนอก ต้องทำการกำหนดการใช้งานในการเชื่อมต่อกับระบบภายนอกก่อน โดยการสร้างการเชื่อมต่อได้ โดยเลือกหัวข้อ Service Providers โดยสามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก ได้ 2 ทางคือ

1. ทางระบบโทรศัพท์ พื้นฐาน หรือ PSTN
2. ทางระบบ VoIP โดยผ่านทางผู้ให้บริการ VoIP

ซึ่งการวิจัยนี้ใช้การเชื่อมผ่านทางระบบโทรศัพท์ พื้นฐาน หรือ PSTN และสามารถแบ่งพอร์ต Analog (FXO) เป็นกลุ่มๆ เพื่อการใช้งานที่ต่างกันไป เช่น แบ่งกลุ่มของเบอร์ที่มาต่อเชื่อมกับระบบ AsteriskNow กลุ่มแรก คือ พอร์ต 1 เพื่อใช้ในการโทรออกสายนอกทุกๆ ไป ส่วนอีกกลุ่มคือ พอร์ต 2 เพื่อใช้ในการโทรออกโทรศัพท์มือถือ (Mobile Phone) การเพิ่ม Add Service Provider ก็ทำการตั้งชื่อให้ตรงกับความเข้าใจ เช่น PSTN แล้ว เลือก เฉพาะ Analog Port 1 เท่านั้น และ เพิ่ม Add Service Provider อีกครั้ง ก็ตั้งชื่อ Mobile_Phone แล้ว เลือก Analog Port 2 ก็จะได้ ช่องทางการเชื่อมต่อ แบ่งเป็น 2 ช่องทาง ดังภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.6 การสร้างการเชื่อมต่อกับภายนอก



ภาพที่ 4.7 การพอร์ต Analog (FXO) เป็นกลุ่มๆ

การกำหนดเบอร์ภายใน (User Extension)

การกำหนดหมายเลขภายในของระบบ สามารถทำได้โดยเข้าสู่หน้า Users ในหน้านี้ สามารถ เพิ่มเติมหมายเลขภายในของระบบ และกำหนด รายละเอียดของต่างๆ ของ User ได้ ดัง ภาพที่ 4.8

The screenshot displays the 'User and Phone Configuration' window. On the left, a list of 'User Extensions' includes '2000 - arterisk2', '6050 - Check Voicemail', and '7000 - Voice Menu'. The '2000 - arterisk2' extension is selected. The main configuration area on the right includes the following fields and options:

- Extension: 2000
- Name: arterisk2
- Password: 2000
- VM Password: 1234
- E-mail: (empty)
- Caller ID: 2000
- Analog Phone: (dropdown menu)
- Dial Plan: DialPlan2
- Phone Serial: (empty)

The 'Extension Options' section contains the following checked and unchecked options:

- Voicemail
- SIP
- CTI
- Call Waiting
- Can Reinvite
- In Directory
- IAX
- Is Agent
- 3-Way Calling
- NAT

Additional options include 'DTMFMode' set to 'rfc2833' and 'Insecure' set to (empty). At the bottom, there are 'New', 'Delete', 'Save', and 'Cancel' buttons. A note at the bottom left reads 'Edit Codecs disallow: all allow: all'.

ภาพที่ 4.8 การกำหนดหมายเลขภายในของระบบ

กำหนดเงื่อนไขการโทรออก Calling Rules

หลังจากที่ได้ทำการกำหนดหมายเลขภายในของระบบแล้ว และช่องทางติดต่อสู่โลกภายนอกเรียบร้อยแล้ว การอนุญาตให้โทรศัพท์ภายในสามารถโทรออกไปภายนอกได้ มีความจำเป็นต้องสร้างเงื่อนไขหรือรูปแบบการโทรผ่านทาง Calling Rules ก่อน โดยทำการเลือกหัวข้อ

Calling Rules โดยสามารถที่จะแก้ไขหรือลบหัวข้อต่างๆ ได้รวมทั้งสามารถกำหนดเงื่อนไขการโทรได้จากหัวข้อนี้ ดังแสดงตามภาพที่ 4.9

Calling Rules

List of DialPlans: DialPlan1 new delete Allow Parked Calls

List of Calling Rules in the selected DialPlan

S.No	RuleName	Dial Pattern	Call Using	Options
1	Longdistance	Begins with 91 and followed by 10 or more digits	Select a ServiceProvider	Edit Delete
2	IAXTEL	Begins with 91700 and followed by 7 or more digits	Select a ServiceProvider	Edit Delete
3	Local	Begins with 9256 and followed by 7 or more digits	Select a ServiceProvider	Edit Delete
4	International	Begins with 9011 and followed by 7 or more digits	Select a ServiceProvider	Edit Delete
5	Local	Begins with 9 and followed by 7 or more digits	Select a ServiceProvider	Edit Delete
6	911	Begins with 911 and followed by 0 or more digits	Select a ServiceProvider	Edit Delete

Add a Calling Rule

ภาพที่ 4.9 การกำหนดเงื่อนไขการโทรออก

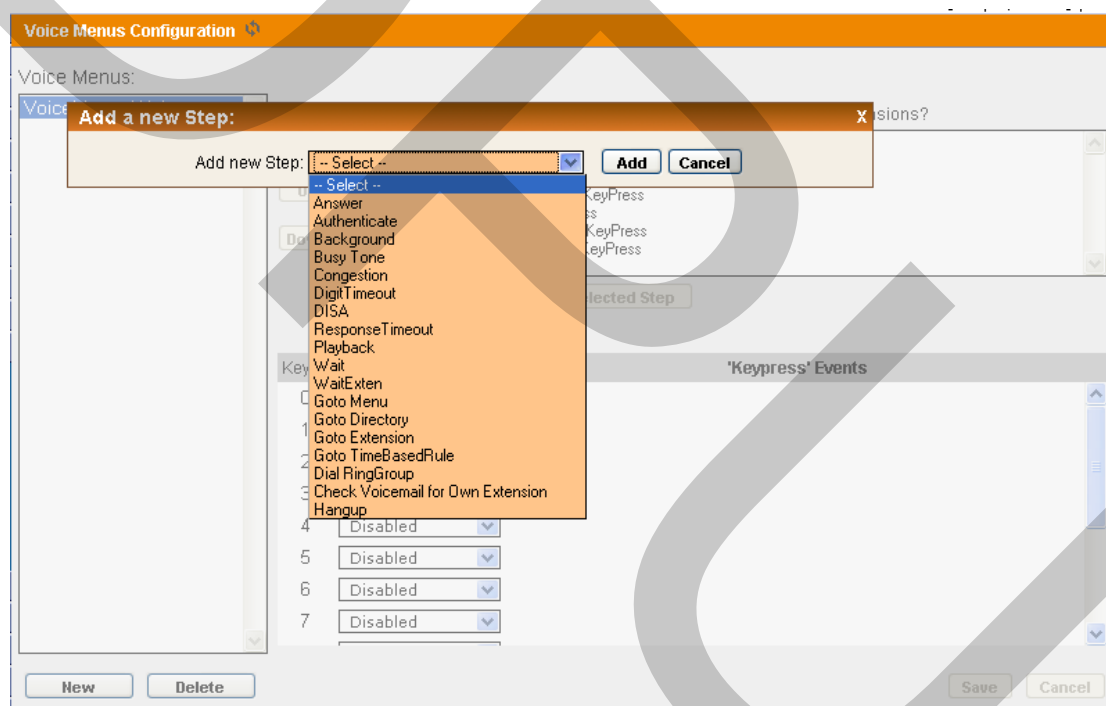
การสร้างระบบเสียงต้อนรับ IVR

Interactive Voice Response เป็นการนำเทคโนโลยี ร่วมกับระบบ โทรศัพท์ในการโต้ตอบ และสื่อสาร โดยการกำหนดลักษณะรูปแบบ การทำงานตามคำสั่งที่เตรียมไว้ และโต้ตอบกับเสียงของปุ่มกดหมายเลขบนโทรศัพท์ ระบบจะมีการบันทึกเสียงโต้ตอบไว้ หรือกระทำตามเงื่อนไขที่มีการจัดวางขั้นตอนโดยมากมักจัดเตรียมเป็นเมนู ง่ายๆ สำหรับการเลือกรายละเอียด ในการโต้ตอบ เช่น เมื่อโทรเข้าไปสู่บริษัท ที่มีการใช้ IVR ก็อาจจะได้ยินเสียงดังตัวอย่าง คือ

“สวัสดิ์ค่ะ ที่นี้บริษัท เอบีซี ทัวร์ จำกัด ต้องการติดต่อ ฝ่ายขาย กด 1 ข้อมูลท่องเที่ยว กด 2 ฝ่ายการเงิน กด 3 หรือไม่ทราบกรุณา กด 0 เพื่อติดต่อโอปอเรเตอร์”

หรือใช้กับเสียงตอบรับ ที่มีการโต้ตอบ ในลักษณะ การเลือก หรือต้องให้รายละเอียดเพิ่มเติม เช่น รหัสผ่าน หมายเลขของผู้ใช้งาน มักจะพบได้ในระบบการติดต่อของธนาคาร

การสร้าง IVR บน AsteriskNow สามารถทำได้โดย การกำหนดเงื่อนไขด้วย Voice Menu ในหัวข้อ Voice Menus ซึ่งจะเป็นการกำหนด เสียงตอบรับ กรณีที่ผู้โทรเข้ามาในระบบแล้ว สร้างเงื่อนไขไว้ในเงื่อนไขของการโทรเข้า (incoming call) ว่าให้เข้ามาที่ Voice Menu ซึ่งใน Voice Menu เอง ก็สามารถเขียน เงื่อนไขเพิ่มเติมได้ หลากหลาย เพื่อเป็นการแจ้งข้อมูลให้ลูกค้า หรือผู้ที่ติดต่อเข้ามาได้ ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 การกำหนดเงื่อนไขด้วย Voice Menu

ระบบฝากข้อความเสียง (Voice mail)

ระบบ Voice Mail หรือ ระบบฝากข้อความเสียง ในกรณีที่ไม่มีผู้รับสาย ทางระบบจะให้ฝากข้อความไว้ เพื่อเจ้าของเลขหมายนั้นๆ จะสามารถเช็คข้อความเสียงในภายหลังได้ ซึ่งสามารถกำหนดได้ว่าหมายเลขภายในใดบ้างที่จะสามารถระบบ Voice Mail ได้บ้างใน โดยสามารถตั้งค่า Voice Mail ได้ในหัวข้อการกำหนดหมายเลขภายในของระบบ ดังภาพที่ 4.11

Extension Options:

Voicemail In Directory

Email Only

SIP IAX

CTI Is Agent

Call Waiting 3-Way Calling

Can Reininvite NAT

DTMFMode

Insecure

ภาพที่ 4.11 การตั้งค่า Voice mail

ในหัวข้อ Voice Mail นั้นสามารถกำหนดหมายเลขภายในสำหรับระบบ Voice Mail ได้ เพื่อให้ผู้ที่ต้องการเข้ามาตรวจสอบ Voice Mail สามารถโทรเข้ามาตรวจสอบ หรือฟังข้อความเสียงในระบบได้ เมื่อต้องการเช็คข้อความเสียงในระบบ ผู้ใช้ต้องทำการโทรมาที่หมายเลขหมายเลขภายในของ Voice Mail ที่กำหนดไว้ แล้วกดหมายเลขภายในของตนเอง จากนั้นระบบจะถามรหัสผ่านของผู้ใช้งาน เพื่อเข้าสู่ระบบต่อไป ดังภาพที่ 4.12

Voicemail Configuration

Voicemail Settings:

- 200 - asterisk2
- 600 - New User
- 6050 - Check Voicemail
- 100 - Voice Menu
- 7000 - Voice Menu

Extension for checking messages:

Attach recordings to e-mail:

Max greeting (seconds):

Dial '0' for Operator:

Message Options:

Attach Format:

Maximum messages : (per folder)

Max message time:

Min message time:

Playback Options:

Send messages by e-mail only

Say message Caller-ID

Say message duration

Play envelope

Allow users to review

ภาพที่ 4.12 การกำหนดหมายเลขภายในสำหรับระบบ Voice Mail

4.2 การวิเคราะห์ระบบ

การวิเคราะห์ระบบการทำงานของระบบ AsteriskNow เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบระบบ โดยทำการวิเคราะห์การทำงานของระบบ Asterisk ว่ามีความต้องการให้ระบบทำงานอย่างไร และต้องการใช้งานคุณสมบัติใดบ้างที่มีอยู่ในระบบ อีกทั้งคุณสมบัติเพิ่มเติมใดบ้างที่สามารถนำมาใช้งานในสำนักงาน วิทยาลัย บริษัท เอบีซี ทัวร์ จำกัด ซึ่งเปิดให้บริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เน้นการบริการลูกค้า และแนะนำเส้นทางการเดินทางที่แตกต่างออกไป เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกให้แก่ผู้ที่รักการเดินทาง นอกจากนี้ บริษัท เอบีซี ทัวร์ จำกัด ยังให้บริการลูกค้าเกี่ยวกับการจองห้องพักโรงแรม ที่พัก ภัตตาคาร รถนำเที่ยว เรือท่องเที่ยว และสายการบิน ถือได้ว่าเป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจด้านการท่องเที่ยวครบวงจร

จากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน นั้นสามารถนำ สามารถคุณสมบัติของ Asterisk มาใช้งานในสำนักงาน บริษัท เอบีซี ทัวร์ จำกัด โดยได้นำระบบตอบรับอัตโนมัติ มาช่วยเพื่อแจ้งข้อมูลข่าวสารให้ลูกค้า หรือผู้ที่ติดต่อเข้ามาได้ และผู้ใช้งานต้องการระบบฝากข้อความเสียงในกรณีที่ไม่มีผู้รับสาย ทางระบบจะให้ฝากข้อความไว้ เพื่อเจ้าของเลขหมายนั้นๆ จะสามารถเช็คข้อความเสียงในภายหลังได้ อีกทั้งผู้ดูแลระบบ สามารถทำการแก้ไขหรือ จัดการระบบได้ผ่านทางสำหรับโปรแกรม Web Browser FireFox เพื่อใช้จัดการระบบ AsteriskNow โดยระบุรหัสผู้ใช้งาน และรหัสผ่านก่อน จึงจะสามารถใช้งานระบบได้

เมื่อวิเคราะห์ของมูลขั้นพื้นฐานแล้ว จะเห็นได้ว่าการนำซอฟต์แวร์ AsteriskNow มาใช้งานเพื่อทำหน้าที่เป็น IP-PBX สำหรับบริษัท เอบีซี ทัวร์ จำกัด อาจเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถนำมาใช้และยังสามารถขยายขอบเขตการให้บริการลูกค้าเพื่อรองรับปริมาณลูกค้าที่อาจเพิ่มขึ้นได้ในอนาคต และยังสามารถลงทุนต่ำซึ่งเหมาะกับบริษัทขนาดเล็ก

4.3 การออกแบบแผนการโทรศัพท์

แผนการโทรศัพท์ (Dial Plan) เป็นหัวใจสำคัญของระบบโทรศัพท์ Asterisk เนื่องจาก Dial Plan นั้นจะเป็นตัวกำหนดว่า เมื่อมีการเรียกสายเข้ามาที่ระบบ Asterisk แล้วนั้นจะให้ทำอะไรบ้าง เช่น หมุนโทรศัพท์ไปยังปลายทางหมายเลขใด หรือจะให้ทำการบันทึกเสียง หรือจะให้พูดข้อความใด ๆ ออกมาก็ได้ สิ่งเหล่านี้จะถูกกำหนดโดยการเขียน Dial Plan ในระบบโทรศัพท์ Asterisk หากระบบโทรศัพท์ไม่มีการเขียน Dial Plan เพื่อกำหนดการทำงาน ระบบโทรศัพท์นั้นๆ ก็ไม่สามารถทำงานได้ ส่วนมากแล้วจะมีการเขียนไว้ในไฟล์ extensions.conf และ user.conf ซึ่งสามารถแบ่งโครงสร้างของไฟล์ extensions.conf และ user.conf สรุปได้ดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 โครงสร้างของไฟล์ extensions.conf แผนการโทรศัพท์

ลำดับ	Context	หมายเหตุ
1	[general]	กำหนดค่าทั่วไป
2	[globals]	กำหนดค่าต่างๆที่ต้องการให้ครอบคลุมทั้งระบบ
3	[default]	default เป็น Context มาตรฐานของระบบ
4	[contextname1]	Context Name เพิ่มเติมจะมีหรือไม่มีก็ได้
5	[contextname2]	Context Name เพิ่มเติมจะมีหรือไม่มีก็ได้

ตารางที่ 4.2 โครงสร้างของไฟล์ user.conf

ลำดับ	Context	หมายเหตุ
1	[general]	Context Name
2	Fullname	ชื่อผู้ใช้งาน
3	Cid_number	แสดงหมายเลข Caller ID
4	Hasvoicemail	กำหนดการใช้งาน Voicemail
5	Vmsecret	Password สำหรับ voicemail
6	Hassip	กำหนดการใช้งาน SIP
7	Hasiax	กำหนดการใช้งาน IAX
8	Transfer	กำหนดการใช้งานการโอนสาย
9	Email	Email ของผู้ใช้งาน
10	Context	กำหนดแผนการโทร

บทที่ 5

ผลการจัดทำและการทดสอบระบบ

เนื้อหาของบทนี้กล่าวถึง การจัดทำและการทดสอบระบบโทรศัพท์ VoIP โดยใช้ซอฟต์แวร์ AsteriskNow ทำหน้าที่เป็น IP-PBX สำหรับสำนักงานขนาดเล็ก เป็นกรณีศึกษา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 การจัดทำระบบ

5.1.1 โครงสร้างไฟล์ระบบ AsteriskNOW

วิธีการจัดการหรือเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ของระบบ สามารถจัดทำได้จากหน้าที่เป็น GUI หรือเรียกกันว่าแบบ Webpage สามารถจัดการได้โดยสามารถใช้กับโปรแกรม Web Browser Firefox ในการจัดการหรือเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ของระบบ ซึ่งระบบจะทำการเขียน และบันทึกข้อมูลลงในไฟล์ต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การกำหนดหมายเลขภายในของระบบในไฟล์ user.conf

บรรทัด	ไฟล์ user.conf
1	[general]
2	fullname=New User
3	userbase=6000
4	hasvoicemail=no
5	vmsecret=1234
6	hassip=yes
7	hasiax=no
8	hasmanager=no
9	callwaiting=yes
10	threewaycalling=no
11	callwaitingcallerid=yes
12	transfer=yes
13	canpark=yes

14 cancallforward=yes
15 callreturn=yes
16 callgroup=1
17 pickupgroup=1
18 host=dynamic
19 localextenlength=4
20 allow_aliasextns=no
21 allow_an_extns=no
22 hasagent=no
23 hasdirectory=no
24 operatorExtension=6001
25 [6000]
26 callwaiting=yes
27 cid_number=6000
28 context=numberplan-custom-1
29 email=partitan@gmail.com
30 fullname=Partitan Rungkrae
31 hasagent=no
32 hasdirectory=no
33 hasiax=no
34 hasmanager=no
35 hassip=yes
36 hasvoicemail=yes
37 deletevoicemail=no
38 host=dynamic
39 mailbox=6000
40 secret=6000
41 threewaycalling=no
42 vmsecret=1234
43 registeriax=no

44 registersip=yes
45 autoprov=no
46 canreinvite=no
47 nat=no
48 dtmfmode=rfc2833
49 disallow=all
50 allow=all
51 signalling=fxo_ks
52 [6002]
53 callwaiting=yes
54 cid_number=6002
55 context=numberplan-custom-1
56 email=6002@asteriskNOW.com
57 fullname=6002
58 hasagent=no
59 hasdirectory=no
60 hasiax=no
61 hasmanager=no
62 hassip=yes
63 hasvoicemail=yes
64 deletevoicemail=no
65 host=dynamic
66 mailbox=6002
67 secret=6002
68 threewaycalling=no
69 vmsecret=1234
70 registeriax=no
71 registersip=yes
72 autoprov=no
73 canreinvite=no

74 nat=no
75 dtmfmode=rfc2833
76 disallow=all
77 allow=all
78 signalling=fxo_ks
79 [6003]
80 callwaiting=yes
81 cid_number=6003
82 context=numberplan-custom-1
83 email=6003@asteriskNow.com
84 fullname=6003
85 hasagent=no
86 hasdirectory=no
87 hasiax=no
88 hasmanager=no
89 hassip=yes
90 hasvoicemail=yes
91 deletevoicemail=no
92 host=dynamic
93 mailbox=6003
94 secret=6003
95 threewaycalling=no
96 vmsecret=1234
97 registeriax=no
98 registersip=yes
99 autoprov=no
100 canreinvite=no
101 nat=no
102 dtmfmode=rfc2833
103 disallow=all

104 allow=all
105 signalling=fxo_ks
106 [6004]
107 callwaiting=yes
108 cid_number=6004
109 context=numberplan-custom-1
110 email=6004@asteriskNOW.com
111 fullname=6004
112 hasagent=no
113 hasdirectory=no
114 hasiax=no
115 hasmanager=no
116 hassip=yes
117 hasvoicemail=yes
118 deletevoicemail=no
119 host=dynamic
120 mailbox=6004
121 secret=6004
122 threewaycalling=no
123 vmsecret=1234
124 registeriax=no
125 registersip=yes
126 autoprov=no
127 canreinvite=no
128 nat=no
129 dtmfmode=rfc2833
130 disallow=all
131 allow=all
132 signalling=fxo_ks
133 [6005]

134 callwaiting=yes
135 cid_number=6005
136 context=numberplan-custom-1
137 email=6005@asteriskNOW.com
138 fullname=6005
139 hasagent=no
140 hasdirectory=no
141 hasiax=no
142 hasmanager=no
143 hassip=yes
144 hasvoicemail=yes
145 deletevoicemail=no
146 host=dynamic
147 mailbox=6005
148 secret=6005
149 threewaycalling=no
150 vmsecret=1234
151 registeriax=no
152 registersip=yes
153 autoprov=no
154 canreinvite=no
155 nat=no
156 dtmfmode=rfc2833
157 disallow=all
158 allow=all
159 signalling=fxo_ks
160 [6006]
161 callwaiting=yes
162 cid_number=6006
163 context=numberplan-custom-1

164 email=6006@asteriskNOW.com
165 fullname=6006
166 hasagent=no
167 hasdirectory=no
168 hasiax=no
169 hasmanager=no
170 hassip=yes
171 hasvoicemail=yes
172 deletevoicemail=no
173 host=dynamic
174 mailbox=6006
175 secret=6006
176 threewaycalling=no
177 vmsecret=1234
178 registeriax=no
179 registersip=yes
180 autoprov=no
181 canreinvite=no
182 nat=no
183 dtmfmode=rfc2833
184 disallow=all
185 allow=all
186 signalling=fxo_ks
187 [6007]
188 callwaiting=yes
189 cid_number=6007
190 context=numberplan-custom-1
191 email=6007@asteriskNOW.com
192 fullname=6007
193 hasagent=no

194 hasdirectory=no
195 hasiax=no
196 hasmanager=no
197 hassip=yes
198 hasvoicemail=yes
199 deletevoicemail=no
200 host=dynamic
201 mailbox=6007
202 secret=6007
203 threewaycalling=no
204 vmsecret=1234
205 registeriax=no
206 registersip=yes
207 autoprov=no
208 canreinvite=no
209 nat=no
210 dtmfmode=rfc2833
211 disallow=all
212 allow=all
213 signalling=fxo_ks
214 [6008]
215 callwaiting=yes
216 cid_number=6008
217 context=numberplan-custom-1
218 email=6008@asteriskNOW.com
219 fullname=6008
220 hasagent=no
221 hasdirectory=no
222 hasiax=no
223 hasmanager=no

224 hassip=yes
225 hasvoicemail=yes
226 deletevoicemail=no
227 host=dynamic
228 mailbox=6008
229 secret=6008
230 threewaycalling=no
231 vmsecret=1234
232 registeriax=no
233 registersip=yes
234 autoprov=no
235 canreinvite=no
236 nat=no
237 dtmfmode=rfc2833
238 disallow=all
239 allow=all
240 signalling=fxo_ks
241 [6009]
242 callwaiting=yes
243 cid_number=6009
244 context=numberplan-custom-1
245 email=6009@astersikNOW.com
246 fullname=6009
247 hasagent=no
248 hasdirectory=no
249 hasiax=no
250 hasmanager=no
251 hassip=yes
252 hasvoicemail=yes
253 deletevoicemail=no

254 host=dynamic
255 mailbox=6009
256 secret=6009
257 threewaycalling=no
258 vmsecret=1234
259 registeriax=no
260 registersip=yes
261 autoprov=no
262 canreinvite=no
263 nat=no
264 dtmfmode=rfc2833
265 disallow=all
266 allow=all
267 signalling=fxo_ks
268 [6010]
269 callwaiting=yes
270 cid_number=6010
271 context=numberplan-custom-1
272 email=6010@astersikNOW.com
273 fullname=6010
274 hasagent=no
275 hasdirectory=no
276 hasiax=no
277 hasmanager=no
278 hassip=yes
279 hasvoicemail=yes
280 deletevoicemail=no
281 host=dynamic
282 mailbox=6010
283 secret=6010

284 threewaycalling=no
285 vmsecret=1234
286 registeriax=no
287 registersip=yes
288 autoprov=no
289 canreinvite=no
290 nat=no
291 dtmfmode=rfc2833
292 disallow=all
293 allow=all
294 signalling=fxo_ks
295 [6001]
296 callwaiting=yes
297 cid_number=6001
298 context=numberplan-custom-1
299 email=6001@asteriskNOW.com
300 fullname=6001
301 hasagent=no
302 hasdirectory=no
303 hasiax=no
304 hasmanager=no
305 hassip=yes
306 hasvoicemail=yes
307 deletevoicemail=no
308 host=dynamic
309 mailbox=6001
310 secret=6001
311 threewaycalling=no
312 vmsecret=1234
313 registeriax=no

```

314 registersip=yes
315 autoprov=no
316 canreinvite=no
317 nat=no
318 dtmfmode=rfc2833
319 disallow=all
320 allow=all
321 signalling=fxo_ks
322 fullname=OPERATOR

```

การกำหนดระบบเสียงต้อนรับ IVR ในไฟล์ extensions.conf

```

บรรทัด      ไฟล์ extensions.conf
1            [voicemail-custom-1]
2            include=default
3            comment=Welcome
4            alias_exten=7000
5            exten=s,1,Answer
6            exten=s,2,Wait(1)
7            exten=s,3,Background(thank-you-for-calling)
8            exten=s,4,Background(if-u-know-ext-dial)
9            exten=s,5,Background(otherwise)
10           exten=s,6,Background(to-reach-operator)
11           exten=s,7,Background(pls-hold-while-try)
12           exten=s,8,WaitExten(6)
13           exten=s,9,Goto(default|o|1)
49           [default]
50           exten=6050,1,VoiceMailMain
51           exten=7000,1,Goto(voicemail-custom-1|s|1)
52           exten=o,1,Goto(default,6001,1)

```

การกำหนดระบบฝากข้อความเสียง ในไฟล์ extensions.conf

บรรทัด	ไฟล์ extensions.conf
1	[default]
2	exten=6050,1,VoiceMailMain
3	exten=7000,1,Goto(voicemenu-custom-1 s1)
4	exten=o,1,Goto(default,6001,1)

การกำหนดเงื่อนไขการโทรออกในไฟล์ extensions.conf

บรรทัด	ไฟล์ extensions.conf
1	[numberplan-custom-1]
2	plancomment=DialPlan1
3	include=default
4	include=parkedcalls
5	exten=_91XXXXXXXXXX!,1,Macro(trunkdial,\${}/\${EXTEN:1})
6	comment=_91XXXXXXXXXX!,1,Longdistance,standard
7	exten=_91700XXXXXXXX!,1,Macro(trunkdial,\${}/\${EXTEN:1})
8	comment=_91700XXXXXXXX!,1,IAXTEL,standard
9	exten=_9256XXXXXXXX!,1,Macro(trunkdial,\${}/\${EXTEN:4})
10	comment=_9256XXXXXXXX!,1,Local,standard
11	exten=_9011XXXXXXXX!,1,Macro(trunkdial,\${}/\${EXTEN:1})
12	comment=_9011XXXXXXXX!,1,International,standard
13	exten=_9XXXXXXXX!,1,Macro(trunkdial,\${}/\${EXTEN:1})
14	comment=_9XXXXXXXX!,1,Local,standard
15	exten=_911!,1,Macro(trunkdial,\${}/\${EXTEN:0})
16	comment=_911!,1,911,standard

5.2 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบเริ่มจากการทดสอบการทำงานของระบบโทรศัพท์ โดยกำหนด Test Case เพื่อทดสอบในกรณีต่างๆ เพื่อตรวจสอบผลการทำงานของระบบ

5.2.1 ทดสอบการโทรระหว่างหมายเลขภายใน

ทำการโทรหาหมายเลขภายในโดยใช้หมายเลขภายใน 6001 โทรหาหมายเลข 6000 ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 แสดงการโทรเข้าจากหมายเลขภายใน 6001

5.2.2 ทดสอบการเรียกใช้ระบบตอบรับ IVR

ใช้หมายเลขภายใน 6000 โทรเข้าระบบตอบรับ IVR ที่หมายเลข 7000 ซึ่งจะให้ผลลัพธ์จากข้อความของระบบดังภาพที่ 5.2



```

Executing [s@voicemenu-custom-1:6] Background("SIP/6000-08215028", "to-reach-operator") in new stack
<SIP/6000-08215028> Playing 'to-reach-operator' (language 'en')
Executing [s@voicemenu-custom-1:7] Background("SIP/6000-08215028", "pls-hold-while-try") in new stack
<SIP/6000-08215028> Playing 'pls-hold-while-try' (language 'en')
Spawn extension (voicemenu-custom-1, s, 7) exited non-zero on 'SIP/6000-08215028'
Executing [7000@numberplan-custom-1:1] Goto("SIP/6000-08215028", "voicemenu-custom-1:s:1") in new stack
Goto (voicemenu-custom-1,s,1)
Executing [s@voicemenu-custom-1:1] Answer("SIP/6000-08215028", "") in new stack
Executing [s@voicemenu-custom-1:2] Wait("SIP/6000-08215028", "1") in new stack
Executing [s@voicemenu-custom-1:3] Background("SIP/6000-08215028", "thank-you-for-calling") in new stack
<SIP/6000-08215028> Playing 'thank-you-for-calling' (language 'en')
Executing [s@voicemenu-custom-1:4] Background("SIP/6000-08215028", "if-u-know-ext-dial") in new stack
<SIP/6000-08215028> Playing 'if-u-know-ext-dial' (language 'en')
Executing [s@voicemenu-custom-1:5] Background("SIP/6000-08215028", "otherwise") in new stack
<SIP/6000-08215028> Playing 'otherwise' (language 'en')

```

ภาพที่ 5.2 แสดงการโทรระบบตอบรับ IVR ที่หมายเลข 7000 หมายเลขภายใน 6000

5.2.3 ทดสอบการฝากข้อความเสียง

ทำการโทรหาหมายเลขภายในโดยใช้หมายเลขภายใน 6001 โทรหาหมายเลข 6000 ในขณะที่หมายเลข 6000 ไม่สามารถรับสายได้ ดังภาพที่ 5.3 ซึ่งจะให้ผลลัพธ์จากข้อความของระบบดังภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.3 หมายเลขภายใน 6000 ไม่สามารถรับสายได้

```

Executing [s@macro-stdexten:2] Goto("SIP/192.168.186.101-88215028", "s-CONGESTION11") in new stack
Goto (macro-stdexten,s-CONGESTION,1)
Executing [s-CONGESTION@macro-stdexten:1] Goto("SIP/192.168.186.101-88215028", "s-NOANSWER11") in new stack
Goto (macro-stdexten,s-NOANSWER,1)
Executing [s-NOANSWER@macro-stdexten:1] VoiceMail("SIP/192.168.186.101-88215028", "6000iu") in new stack
<SIP/192.168.186.101-88215028> Playing 'vm-theperson' (language 'en')
<SIP/192.168.186.101-88215028> Playing 'digits/6' (language 'en')
<SIP/192.168.186.101-88215028> Playing 'digits/8' (language 'en')
<SIP/192.168.186.101-88215028> Playing 'digits/8' (language 'en')
<SIP/192.168.186.101-88215028> Playing 'vm-isunavail' (language 'en')
<SIP/192.168.186.101-88215028> Playing 'vm-intro' (language 'en')
<SIP/192.168.186.101-88215028> Playing 'beep' (language 'en')
Recording the message
x=0, open writing: /var/spool/asterisk/voicemail/default/6000/tmp/87UZAU
format: wav49, 8x822b568
x=1, open writing: /var/spool/asterisk/voicemail/default/6000/tmp/87UZAU
format: gsm, 8x8221b10
x=2, open writing: /var/spool/asterisk/voicemail/default/6000/tmp/87UZAU
format: wav, 8x81d6e88

```

ภาพที่ 5.4 แสดงข้อความของระบบฝากข้อความเสียง

5.2.4 ทดสอบการฟังข้อความเสียง

ใช้หมายเลขภายใน 6000 โทรเข้าระบบเพื่อฟังข้อความที่หมายเลข 6050 ดังภาพที่ 5.5 ซึ่งจะให้ผลลัพธ์จากข้อความของระบบดังภาพที่ 5.6



ภาพที่ 5.5 แสดงข้อความเตือนที่หมายเลข 6000

```

spawn extension (macro-staexten, s-nonanswer, 1) exited non-zero on SIP/1
168.186.101-88215028'
  Executing [6050@numberplan-custom-1:1] VoiceMailMain("SIP/6000-88215028'
'") in new stack
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-login' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-password' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-youhave' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'digits/2' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-INBOX' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-and' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'digits/2' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-Old' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-messages' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-onefor' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-INBOX' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-messages' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-opts' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-helpexit' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-onefor' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-INBOX' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-messages' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-opts' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-helpexit' (language 'en')
<SIP/6000-88215028> Playing 'vm-onefor' (language 'en')

```

ภาพที่ 5.6 แสดงข้อความของระบบขณะฟังข้อความใน VoiceMail

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาซอฟต์แวร์ Asterisk ทำหน้าที่เป็นระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX โดยทำงานเป็นลักษณะของการควบคุมผ่านเว็บหรือที่เรียกว่า Web-based Control Panel และนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสามารถให้บริการด้านทางโทรศัพท์สำหรับสำนักงานต่างๆ ได้แก่ การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk ร่วมกับโครงข่ายโทรศัพท์ PSTN การเขียนแผนการโทรศัพท์ ระบบตอบรับอัตโนมัติ และระบบฝากข้อความเสียง ประกอบด้วยการศึกษาวิเคราะห์ระบบและทำการติดตั้งระบบโทรศัพท์แบบ IP-PBX โดยนำซอฟต์แวร์ AsteriskNOW มาประยุกต์ใช้งาน

เมื่อทำการศึกษาและติดตั้งซอฟต์แวร์ AsteriskNOW โดยนำระบบที่ได้มาสร้างเป็นระบบ IP-PBX สำหรับใช้ในสำนักงานเรียบร้อยแล้วนั้น สามารถทดสอบระบบได้ตามขอบเขตของการวิจัย โดยผลการทดสอบระบบ สามารถทำงานได้ดังนี้

1. สามารถเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ Asterisk ร่วมกับโครงข่ายโทรศัพท์ PSTN โดยสามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก ได้ 2 ทางคือ
 - 1.1 ทางระบบโทรศัพท์ พื้นฐาน หรือ PSTN
 - 1.2 ทางระบบ VoIP โดยผ่านทางผู้ให้บริการ VoIP
2. สามารถเขียนแผนการโทรศัพท์ เพื่อการกำหนดหมายเลขภายในของระบบ
3. สามารถสร้างระบบตอบรับอัตโนมัติ โดยการกำหนดลักษณะรูปแบบ การทำงานตามคำสั่งที่เตรียมไว้ และโต้ตอบกับเสียงของปุ่มกดหมายเลขบนโทรศัพท์
4. สามารถกำหนดระบบฝากข้อความเสียงได้ ในกรณีที่ไม่มีผู้รับสาย ทางระบบจะให้ฝากข้อความไว้ เพื่อเจ้าของเลขหมายนั้นๆ จะสามารถตรวจสอบข้อความเสียงในภายหลังได้

จากผลการทดสอบ พบปัญหาที่ต้องแก้ไข ได้แก่

1. เครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่นำมาติดตั้งระบบโทรศัพท์ Asterisk นั้น ควรจะเลือกเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้มีคุณสมบัติเรื่องหน่วยประมวลผลกลาง หรือซีพียู และหน่วยความจำให้สูงขึ้น เนื่องจากโปรแกรม Asterisk นั้น หากมีการเลือกใช้งานมาตรฐานการเข้ารหัสเสียงหรือ CODEC ที่มีการบีบอัดสูงแล้ว จะส่งผลทำให้มีการใช้งานซีพียูและหน่วยความจำ (Memory) ของเซิร์ฟเวอร์มากด้วย เพื่อช่วยให้ได้สัญญาณเสียงที่มีคุณภาพเสียงดี

2. การเข้ารหัสเสียง หรือ CODEC ที่ใช้ในการบีบอัดเสียงเพื่อจะส่งหรือรับนั้น ควรมีการพิจารณาให้เหมาะสมว่า ควรจะใช้มาตรฐานใด โดยปกติแล้วระบบโทรศัพท์ Asterisk นั้นจะมีการใช้งานมาตรฐาน CODEC เป็น G.711 ซึ่งต้องการช่องสัญญาณ (Bandwidth) ขนาด 64 kbps รวมกับค่าของสัญญาณอินเทอร์เน็ตส่วนอื่นๆ ที่เรียกว่า Header อีกประมาณ 32 kbps ซึ่งเมื่อรวมกันแล้ว การสนทนาระหว่างกัน เมื่อใช้มาตรฐาน CODEC G.711 จะใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ต อินเทอร์เน็ตที่ประมาณ 96 kbps ถ้าช่องสัญญาณมีขนาดไม่เพียงพอก็จะทำให้ได้คุณภาพเสียงด้อยลงได้

6.2 อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า การนำระบบ Asterisk มาใช้งานนั้นเหมาะสมสำหรับหน่วยงานที่ไม่เคยมีระบบตู้สาขาโทรศัพท์มาก่อนเลย หรือบางบริษัทอาจจะตัดสินใจใช้ระบบโทรศัพท์ IP-PBX มาทดแทนระบบตู้สาขาโทรศัพท์ PBX เดิม ซึ่งสามารถสรุปจุดเด่นของการนำระบบ Asterisk มาใช้งานได้ดังนี้

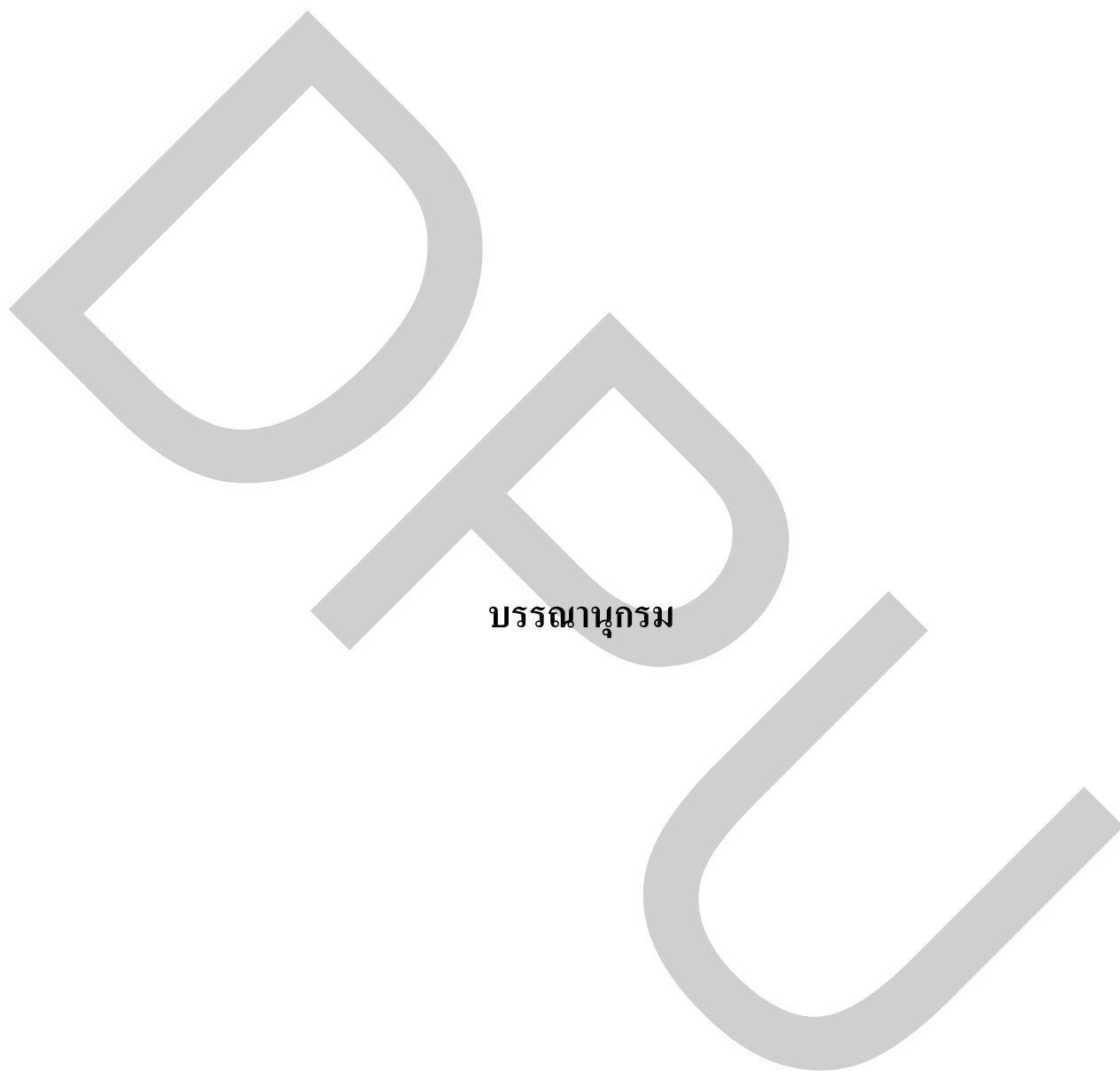
1. ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนหมายเลขโทรศัพท์ของสายภายนอกได้ สามารถทำได้โดยการใส่การ์ดเพิ่มเติม โดยจำนวนของสายนอกขึ้นอยู่กับความสามารถของการ์ด
2. ทำให้สามารถเพิ่มหมายเลขโทรศัพท์ภายในได้ไม่จำกัดจำนวน ซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ คือ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน และงบประมาณในการลงทุน
3. การวางแผนเรื่อง IP address ที่ใช้งาน หากไม่มีการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตก็สามารถนำเอา Private IP address มาใช้งานก็ได้ แต่หากระบบต้องการเชื่อมต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์หรือหมายเลข Extensions ที่ออกภายนอกบริษัท ก็ควรติดตั้งระบบโทรศัพท์โดยใช้ Public ID address ก็สามารทำได้เช่นกัน
4. ระบบโทรศัพท์ตอบรับอัตโนมัติ เป็นบริการที่ควรมีในระบบ IP-PBX ซึ่งจะเป็นระบบโทรศัพท์ที่สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้โดยการกดปุ่มหมายเลขต่างๆ บนเครื่องโทรศัพท์ จากนั้นระบบ IVR ก็จะทำงานตามที่ได้ถูกโปรแกรมไว้ ระบบโทรศัพท์ IVR นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายด้าน ซึ่งเป็นงานที่สามารถทำการตอบคำถามแทนได้เป็นอย่างดี

6.3 ข้อเสนอแนะ

การออกแบบระบบโทรศัพท์ IP-PBX นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้หลักการการออกแบบก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง เพราะหลักการเหล่านี้จะเป็นแนวทางที่ดี เพื่อให้ผู้ใช้ระบบได้รู้วิธีการทำงานและเมื่อพบปัญหาที่จะสามารถเตรียมการแก้ไขปัญหาได้ทันที การออกแบบระบบ

โทรศัพท์นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบจะต้องรู้ว่าอะไรคือความต้องการในการใช้งานขององค์กร เช่น สภาพเครือข่ายปัจจุบัน การวางระบบเครือข่ายเพื่อรองรับระบบโทรศัพท์ ความปลอดภัย สิ่งเหล่านี้จะช่วยใช้ผู้ออกแบบสามารถที่จะวางแผนในการทำงานได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งยังได้ศึกษาจากตัวอย่างการใช้งานจริง จะทำให้ผู้ออกแบบเข้าใจระบบโทรศัพท์ รวมถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กิตติพงษ์ สุวรรณราช. (2551). **ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ด้วย Asterisk**. กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ท เพรส.

พงษ์ศักดิ์ สุตัมพันธ์ไพบูลย์. (2543). **ระบบโมบายล์โทรคมนาคมในยุคที่ 3**. กรุงเทพฯ: ดวงกมล.

ภัทรพล ศรีกัลยาณบุตร. (2547). **รอบรู้เรื่อง Network บนวินโดวส์**. กรุงเทพฯ: เอ.อาร์.อินฟอร์เมชัน แอนด์ พับลิเคชัน.

วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์. (2542). **โทรศัพท์ฟรี ผ่านอินเทอร์เน็ต**. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.

วิชัย เจริญโชคพาณิชย์. (2549). **VOIP คุยออนไลน์ ง่ายนิดเดียว**. กรุงเทพฯ: อักษร โชติช่วง.

สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ. (2545). **เปิดโลก TCP/IP และโปรโตคอลของอินเทอร์เน็ต**. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.

วิทยานิพนธ์

กิตติ เปรมพรวิพุธ. (2549). การนำระบบ Voice over IP (VoIP) มาใช้ในมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

ลักษณะกรณีย์ ดีโพ่น. (2549). การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบ Voice over IP (VoIP). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

ศิริพร รุจิเมธภาส. (2548). การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของการสื่อสารแบบ VoIP ระหว่างเทคโนโลยี Echolink กับเทคโนโลยี Skype. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

สรภพ วลัยเสถียร. (2549). ความเป็นไปได้ในการนำระบบ Call Center เข้ามาใช้ในมหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

อนุสรณ์ ใจแก้ว. (2548). การสร้างระบบตรวจจับการบุกรุกเครือข่าย ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงราย โดยใช้ซอฟต์แวร์เสรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ดีคอมพิวเตอร์. โฟกัส. VoIP Technology (ตอนที่ 1 -2). สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2550, จาก

http://www.dcomputer.com/prinfo/support/TipTrick/techno_VoIP01.asp

ทริชี่เอ็กซ์. ลักษณะการเชื่อมต่อของ VoIP. สืบค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2551, จาก

http://www.3cx.com/phone-system/images/3CX_ip-pbx-overview.jpg

บงการ หอมนาน. (2550). แนวคิดเกี่ยวกับ SIP. สืบค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2550. จาก,

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

ภูรินทร์ ผสม. (2546, สิงหาคม). การประยุกต์ใช้ VOIP กับบรรดแบนด์ความเร็วสูง. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2550, จาก

http://www.voipthailand.com/voip/news/voip_news_00003.htm

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. VoIP. สืบค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2551, จาก

<http://th.wikipedia.org/wiki/VoIP>

วิชาการดอทคอม. (2550). วิวัฒนาการการสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต. สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2550,

จาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/17875#P1>

สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2543, เมษายน). การสื่อสารทางเสียงผ่านเครือข่าย IP. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2550, จาก

http://www.ku.ac.th/magazine_online/voip.html

อีวีค ไทยแลนด์. (2547, มกราคม). รวมทุกการสื่อสารไว้ด้วย VoIP. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2550,

จาก <http://www.eweekthailand.com/article.php?bml=0840457903>

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

Anderson, Christoffer, **GPRS and 3G Wireless Applications**, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-41405-0,2001.

Schiller, Jochen, **Mobile Communications**, Addison Wesley, ISBN 0-201-39836-2,2000.

ELECTRONIC SOURCES

AsteriskNow. Software AsteriskNow. Retrieved October 20, 2009, from

<http://www.asterisk.org/downloads>

Counterpath. Software X-Lite. Retrieved June 13, 2008, from <http://www.counterpath.com>

Digium. สถาปัตยกรรมของระบบโทรศัพท์ Asterisk. Retrieved June 13, 2008, from

<http://www.digium.com/images/graphics/asteriskarch.gif>

Nextsay. ภาพ Asterisk Card X100P และ X400P. Retrieved June 13, 2008, from

<http://www.nextsay.com>

RobyChina. ภาพ FXO และ FXS Module สำหรับการ์ด X400P. Retrieved June 13, 2551, from

<http://www.chinaroby.com>

SpaceNet LLC. ภาพตัวอย่าง IP-Phone ที่รองรับมาตรฐาน SIP. Retrieved June 13, 2551, from

http://www.spacedial.net/mmNet/Images/SPA942_large.jpg

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นาย ปฏิธาน รุ่งแกร

ประวัติการศึกษา

อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น 2543

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

Solutions Consultant

บริษัท Aspect Software Thailand

540 อาคารเมอร์คิวรี่ ชั้น 11

ถนน เพลินจิต ลุมพินี

ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330