



รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ด้วยเทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol

**The Development of Telephone and Communication System within
Phetchabun Rajabhat University
using VoIP Technology via SIP Protocol.**

ธนวัฒน์ เฉลิมพงษ์
สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

**การพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ด้วยเทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol**

**The Development of Telephone and Communication System within
Phetchabun Rajabhat University
using VoIP Technology via SIP Protocol.**

นายชนวัฒน์ เกลิมพงษ์

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

ทุนอุดหนุนวิจัยสถาบัน

งบประมาณรายได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

ชื่อโครงการวิจัย	การพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัย ราชภัฏเพชรบูรณ์ด้วย เทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol
ชื่อผู้วิจัย	นายธนวัฒน์ เกลิมพงษ์
หน่วยงาน	สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ด้วย เทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการได้แก่ 1) เพื่อพัฒนาระบบรองรับการให้บริการอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภายในหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์บนโต๊ะสำนักงานได้ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย 2) เพื่อพัฒนาระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้งานโทรติดต่อกับหน่วยงานภายในของมหาวิทยาลัยโดยไม่มีค่าใช้จ่าย ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ Smartphone และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบการสื่อสารโทรศัพท์ระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์บนโต๊ะทำงานภายในมหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบโทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัย ที่สามารถติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือของอาจารย์ เจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย และสามารถโทรติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์บนโต๊ะทำงานไปหาโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ และสามารถโทรติดต่อระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปหาเครื่องโทรศัพท์บนโต๊ะทำงานภายในมหาวิทยาลัยได้ โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย เพียงแต่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ต้องสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้

ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ด้วย เทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol และผลประเมินความพึงพอใจการใช้งานอยู่ในระดับมาก (ผลการประเมินเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.22, SD = 0.65) ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อสมมุติฐานทางงานวิจัยที่วางไว้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ด้วย เทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้บริหาร อาจารย์ เจ้าหน้าที่ ที่เสียสละเวลาในการทดสอบการใช้งานระบบ และตอบแบบประเมินความพึงพอใจ ผู้ใช้งาน

ผู้วิจัยขอขอบคุณความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่บุคลากร งานบริการคอมพิวเตอร์ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ ในการพัฒนาโปรแกรมรวบรวมข้อมูลแบบประเมินความพึงพอใจออนไลน์ และจัดหาไอพีโดเมนสำหรับ SIP Server เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ จึงขอขอบคุณพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์อย่างสูงที่ได้ให้ทุนประเพณีวิจัยสถาบัน ตามสัญญารับทุนเลขที่ PCRU_2563_I014

ชนวัฒน์ เกลิมพงษ์

2 กันยายน 2563

Project Research : The Development of Telephone and Communication System within Phetchabun Rajabhat University using VoIP Technology via SIP Protocol.

The Researcher : Mr. Thanawat chalermpong

University : Phetchabun Rajabhat University.

Year : 2020

Abstract

Currently, Telephone communication within Phetchabun Rajabhat University Between personnel And between departments within Phetchabun Rajabhat University Able to be used through 2 types of telephone systems which are Analog telephone systems and Digital Telephone systems. There are limitations to both systems, which can be used to communicate only desk phones installed on the desk only. If wanting to contact the teacher or staff Non-stationary desk Must call through mobile phones That has cost or must communicate via social media such as Facebook or Line, which end users must have a subscription or Must be online only.

The researcher therefore has the idea of developing a telephone system within the university. That can be installed on the mobile phone of the professor University staff and can call between phones on the desk to find a mobile phone And can call between mobile phones to the phone on the university desk Free of charge only the mobile phone must be able to use the internet.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญเรื่อง	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี	
2.1 เทคโนโลยี VoIP	5
2.2 พื้นฐานการทำงานระบบสื่อสารด้วยเสียงผ่าน VoIP	6
2.3 VoIP ทำงานอย่างไร	6
2.4 มาตรฐานของเทคโนโลยี VoIP	7
2.5 โปรแกรม Softphone	11
2.6 โปรแกรม Elastix	11
2.7 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล	13
3.2 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	16
3.3 แผนการดำเนินงานวิจัย	16
3.4 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล	19
3.5 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ	20
บทที่ 4 การติดตั้งและทดสอบระบบ	
4.1 การติดตั้งโปรแกรม Elastix SIP Server	26
4.2 การติดตั้งโปรแกรม Softphone บนเครื่องโทรศัพท์ Smart phone	38
4.3 การทดสอบระบบ	43
4.4 การประเมินความพึงพอใจ	47
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย การทำงานของระบบ	50
5.2 สรุปผลตามขอบเขตของงานวิจัย	50
5.3 ข้อจำกัดของระบบ	52
5.4 ข้อเสนอแนะการทำงานของระบบ	52
5.5 สรุปผลการวิจัยแบบสอบถามความพึงพอใจการทำงานของระบบ	53
5.6 ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	56
ประวัติผู้วิจัย	62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงานวิจัย	5
4.1	ผลการทดสอบการติดต่อจากระบบโทรศัพท์ Analog ไปยัง Smartphone	43
4.2	ผลการทดสอบการติดต่อจากระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ไปยัง Smartphone	44
4.3	ผลการทดสอบการติดต่อจากระบบโทรศัพท์ Smart Phone ไปยัง Analog	45
4.4	ผลการทดสอบการติดต่อจากระบบโทรศัพท์ Smart Phone ไปยัง Cisco VoIP	46
4.5	จำนวนและร้อยละผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามสถานภาพ	47
4.6	จำนวนและร้อยละผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระบบปฏิบัติการที่ใช้งานบน โทรศัพท์มือถือ Smart phone	47
4.7	จำนวนและร้อยละของผู้ใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต	48
4.8	ความพึงพอใจการใช้งาน ด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรมบนโทรศัพท์	48
4.9	ความพึงพอใจการใช้งาน ด้านการทำงานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์	49
4.10	ความพึงพอใจการใช้งาน ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ VoIP บน โทรศัพท์	49
5.1	สรุปผลการใช้งานต่างระบบปฏิบัติการบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smartphone	51
5.2	สรุปผลการใช้งานเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	51

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การเชื่อมต่อของเครือข่าย VoIP	6
2.2	การเปรียบเทียบระหว่าง OSI และ VoIP	7
2.3	หลักการทำงานของ SIP Server	8
3.1	หน้าต่าง Login ผ่าน Web Interface ของโปรแกรม Elastix	13
3.2	หน้าต่างโปรแกรม Session Talk ที่ติดตั้งบนโทรศัพท์ Smartphone	14
3.3	ระบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานโทรศัพท์ภายในผ่านโทรศัพท์มือถือสำหรับบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	18
3.4	การเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 3 ระบบ	20
3.5	การสื่อสารจากเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะสำนักงานภายในมหาวิทยาลัยทั้งระบบที่ใช้ งานผ่าน Cisco VoIP และใช้งานผ่าน PABX โทรศัพท์มือถือไปยังโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone	21
3.6	การสื่อสารจากโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรศัพท์ตั้งโต๊ะสำนักงานภายในมหาวิทยาลัยที่ใช้งานผ่าน Cisco VoIP และใช้งานผ่าน PABX	21
3.7	แผนผังการออกแบบส่วนการกำหนดการทำงานเลขหมายที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smartphone	22
4.1	การเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 3 ระบบ	23
4.2	การเริ่มขั้นตอนติดตั้งโปรแกรม Elastix	27
4.3	ขั้นตอนการติดตั้ง การเลือกภาษา	28
4.4	ขั้นตอนการติดตั้ง การเลือกคีย์บอร์ด	28
4.5	ขั้นตอนการติดตั้ง การลบข้อมูลฮาร์ดดิสก์	29
4.6	ขั้นตอนการติดตั้ง การติดตั้งให้ลบข้อมูล	29
4.7	ขั้นตอนการติดตั้ง การติดตั้งพอร์ตแดน	30
4.8	การเลือกไอพีแบบ IPv4 สำหรับการใช้งานสื่อสารระหว่างระบบ	30
4.9	การเลือกไอพีแบบ Manual สำหรับใช้งานสื่อสารระหว่างระบบ	31
4.10	การเลือก Time Zone	31
4.11	การตั้งค่า Root Password	32

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.12	การเริ่มกระบวนการติดตั้ง	32
4.13	การตั้ง Root Password ของ MySQL	33
4.14	การตั้งรหัสผ่าน Admin เข้า Elastix	33
4.15	หน้าต่างโปรแกรมหลังจากสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม Elastix	34
4.16	หน้าต่างโปรแกรมส่วนของ Network Parameter ภายในโปรแกรม Elastix	34
4.17	การกำหนดค่าการเชื่อมต่อไปยังระบบภายนอก ผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณ	35
4.18	การกำหนดค่า Parameter ในส่วนของ SIP Trunks	36
4.19	การกำหนดค่าสำหรับให้โทรศัพท์ภายนอก สามารถโทรเข้ามาผ่าน SIP Server	37
4.20	การดาวน์โหลดโปรแกรม Softphone ที่ Play Store หรือ Google Play	38
4.21	การตั้งค่าโปรแกรม ผ่านเมนูการตั้งค่า Setting	39
4.22	เมนูการตั้งค่าและใส่ค่า Parameter ตามที่กำหนด	40
4.23	เมนูการเพิ่มผู้ใช้งาน Accounts	41
4.24	เมนูการตั้งค่า Parameter ให้สามารถเชื่อมต่อกับ SIP Server	42

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การเชื่อมต่อของเครือข่าย VoIP	6
2.2	การเปรียบเทียบระหว่าง OSI และ VoIP	7
2.3	หลักการทำงานของ SIP Server	8
3.1	หน้าต่าง Login ผ่าน Web Interface ของโปรแกรม Elastix	13
3.2	หน้าต่างโปรแกรม Session Talk ที่ติดตั้งบนโทรศัพท์ Smrt Phone	14
3.3	ระบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานโทรศัพท์ภายในผ่านโทรศัพท์มือถือสำหรับบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	18
3.4	การเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 3 ระบบ	20
3.5	การสื่อสารจากเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะสำนักงานภายในมหาวิทยาลัยทั้งระบบที่ใช้ งานผ่าน Cisco VoIP และใช้งานผ่าน PABX โทรศัพท์มือถือไปยังโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Soft Phone	21
3.6	การสื่อสารจากโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Soft Phone โทรศัพท์มือถือไปยังเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะสำนักงานภายในมหาวิทยาลัยที่ใช้งานผ่าน Cisco VoIP และใช้งานผ่าน PABX	21
3.7	แผนผังการออกแบบส่วนการกำหนดการทำงานเลขหมายที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smart Phone	22
4.1	การเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 3 ระบบ	23
4.2	การเริ่มขั้นตอนติดตั้งโปรแกรม Elastix	27
4.3	ขั้นตอนการติดตั้ง การเลือกภาษา	28
4.4	ขั้นตอนการติดตั้ง การเลือกคีย์บอร์ด	28
4.5	ขั้นตอนการติดตั้ง การลบข้อมูลฮาร์ดดิส	29
4.6	ขั้นตอนการติดตั้ง การติดตั้งให้ลบข้อมูล	29
4.7	ขั้นตอนการติดตั้ง การติดตั้งพอร์ตแดน	30
4.8	การเลือกไอพีแบบ IPv4 สำหรับการใช้งานสื่อสารระหว่างระบบ	30
4.9	การเลือกไอพีแบบ Manual สำหรับใช้งานสื่อสารระหว่างระบบ	31
4.10	การเลือก Time Zone	31
4.11	การตั้งค่า Root Password	32

สารบัญรูป (ต่อ)

4.12	การเริ่มกระบวนการติดตั้ง	32
4.13	การตั้ง Root Password ของ MySQL	33
4.14	การตั้งรหัสผ่าน Admin เข้า Elastix	33
4.15	หน้าต่างโปรแกรมหลังจากสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม Elastix	34
4.16	หน้าต่างโปรแกรมส่วนของ Network Parameter ภายในโปรแกรม Elastix	34
4.17	การกำหนดค่าการเชื่อมต่อไปยังระบบภายนอก ผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณ	35
4.18	การกำหนดค่า Parameter ในส่วนของ SIP Trunks	36
4.19	การกำหนดค่าสำหรับให้โทรศัพท์ภายนอก สามารถโทรเข้ามาผ่าน SIP Server	37
4.20	การดาวน์โหลดโปรแกรม Softphone ที่ Play Store หรือ Google Play	38
4.21	การตั้งค่าโปรแกรม ผ่านเมนูการตั้งค่า Setting	39
4.22	เมนูการตั้งค่าและใส่ค่า Parameter ตามที่กำหนด	40
4.23	เมนูการเพิ่มผู้ใช้งาน Accounts	41
4.24	เมนูการตั้งค่า Parameter ให้สามารถเชื่อมต่อกับ SIP Server	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการสื่อสารด้วยโทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ระหว่างบุคลากร และระหว่างหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์นั้น สามารถใช้งานผ่านระบบโทรศัพท์ได้ 2 ชนิด คือ ระบบโทรศัพท์ชนิด Analog PABX และระบบโทรศัพท์ชนิด Digital Cisco VoIP ซึ่งมีข้อจำกัดของทั้งสองระบบคือ สามารถใช้งานสื่อสารได้เฉพาะเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะที่ติดตั้งอยู่บนโต๊ะทำงานเท่านั้น หากต้องการติดต่อกับอาจารย์ หรือเจ้าหน้าที่ ที่ไม่อยู่ประจำโต๊ะทำงาน ต้องโทรติดต่อผ่านโทรศัพท์มือถือที่มีค่าใช้จ่ายในการโทรติดต่อ หรืออาจต้องสื่อสารผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook หรือ Line ซึ่งผู้ใช้ปลายทางต้องมีการสมัครใช้งาน และต้องออนไลน์สื่อสังคมออนไลน์อยู่เท่านั้น ซึ่งสามารถแยกข้อจำกัดในการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบโทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัย ดังนี้

ข้อจำกัดของผู้ใช้ที่ต้องการติดต่อผ่านโทรศัพท์กับบุคลากรภายในมหาวิทยาลัย

1. ค่าใช้จ่ายในการโทรติดต่อกับมหาวิทยาลัยผ่านโทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่
2. ต้องอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเท่านั้น เพื่อใช้งานโทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัย

ข้อจำกัดของระบบสื่อสารภายในมหาวิทยาลัย

1. จำนวนคู่สายโทรศัพท์ต้องใช้จำนวนมากเพื่อรองรับการติดต่อของผู้ใช้บริการ สำหรับระบบโทรศัพท์ Analog PABX
2. ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเครื่องโทรศัพท์ชนิด Digital Cisco VoIP ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพงเพราะเป็นอุปกรณ์เฉพาะด้านในการใช้งานร่วมกับระบบ Digital Cisco VoIP
3. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเช่าคู่สายโทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น TOT, TT&T

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต เพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดต่างๆ โดยนำเทคโนโลยี VoIP ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบมัลติมีเดีย เป็นรูปแบบการสื่อสารที่สามารถรองรับการให้บริการได้ไม่จำกัดจำนวนการใช้งาน ไม่จำกัดสถานที่ การใช้งานระบบที่ง่ายและสะดวก เพราะเป็นเป็นการติดต่อกันในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ครอบคลุมอยู่ทั่วโลก ผู้ใช้งานสามารถโทรติดต่อได้ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เพราะระบบทั้งหมดจะทำงานอยู่บนโครงข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้สะดวกในการใช้งานและแก้ไขปัญหาข้อจำกัดเรื่องของค่าใช้จ่ายและสถานที่ในการใช้

งานได้สะดวกรวดเร็ว รวมถึงการนำระบบไปประยุกต์ใช้ในองค์กรหรือหน่วยงานที่ให้บริการได้โดยไม่ต้องใช้งบประมาณที่สูง ทำให้ช่วยเพิ่มช่องทางการสื่อสารให้กับหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

1.2.1 . เพื่อพัฒนาระบบรองรับการให้บริการอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภายในหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์บนโต๊ะสำนักงานได้ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

1.2.2. เพื่อพัฒนาระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้งานโทรติดต่อกับหน่วยงานภายในของมหาวิทยาลัยโดยไม่มีค่าใช้จ่าย ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ Smartphone

1.2.3. เพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบการสื่อสาร โทรศัพท์ระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์บนโต๊ะทำงานภายในมหาวิทยาลัย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

1.3.1. ออกแบบระบบรองรับการทำงานระบบ SIP Server

1.3.2. ผู้ทดสอบการใช้งานมี จำนวน 2 กลุ่มบุคลากรของมหาวิทยาลัย คือ อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.3.3. พัฒนาระบบ โดยใช้โปรแกรม Elastix SIP Server (Open source) มาเป็นตัวทำหน้าที่บริหารจัดการระบบต่างๆ ผ่านเว็บ โดยทั้งหมดอยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ Server เครื่องเดียวกัน และอยู่ภายในระบบปฏิบัติการ OS เดียวกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ระบบที่สามารถรองรับการให้บริการสำหรับอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยสามารถติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์มือถือและเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะสำนักงาน แม้ไม่ได้อยู่ภายในมหาวิทยาลัย

1.4.2 ได้ระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้งานโทรติดต่อกับหน่วยงานภายในของมหาวิทยาลัยโดยไม่มีค่าใช้จ่ายผ่านอินเทอร์เน็ต โดยใช้โทรศัพท์มือถือในการโทรติดต่อกับโทรศัพท์ตั้งโต๊ะของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1. เครื่องมือด้านฮาร์ดแวร์ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

- เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (SIP Server)

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ระดับ Intel Core i5 หรือเทียบเท่าขึ้นไป
- 2) หน่วยความจำแรม (RAM) มีความจุไม่น้อยกว่า 4 กิกะไบต์
- 3) ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ความจุไม่น้อยกว่า 250 กิกะไบต์
- 4) แลนการ์ด (LAN Card) 10/100 เมกะไบต์ต่อวินาที

- เครื่องโทรศัพท์สำหรับทดสอบการใช้งาน

- 1) เครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะทำงานชนิด Analog
- 2) เครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะชนิด Digital VoIP
- 3) เครื่องโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ Android
- 4) เครื่องโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ IOS

1.5.2. เครื่องมือด้านซอฟต์แวร์ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

- 1) Linux CentOS

ทำหน้าที่เป็นระบบปฏิบัติการหลัก และทำหน้าที่จัดการ โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ

ในเครื่อง Server ของระบบ

2) Elastix

เป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้ทำหน้าที่ SIP Server เป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงการสื่อสารระหว่างต้นทางและปลายทาง และเป็นเครื่องมือบริหารจัดการระบบ

3) โปรแกรม Softphone ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ

เป็นโปรแกรม Application ที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือที่สามารถติดตั้งได้บนระบบปฏิบัติการ Android และ IOS ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีแวร์ ไม่มีค่าใช้จ่ายในการดาวน์โหลดมาติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ สำหรับใช้โทรเชื่อมต่อกับระบบกับเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะทำงานภายในมหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	ระยะเวลา (เดือน)												ผู้ทำการศึกษาและ สถานที่ ทำการศึกษา
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.สำรวจข้อมูลความต้องการของระบบ	↔												มหาวิทยาลัย ราชภัฏเพชรบูรณ์
2.ออกแบบระบบ		↔											
3.กำหนดเลขหมายสำหรับติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์				↔									
4.ติดตั้งระบบ				↔									
5.ทดสอบและประเมินผล						↔							
6. สรุปผล								↔					

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี

การพัฒนาระบบ ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบปฏิบัติการ Linux CentOS และโปรแกรม Elastix โดยภายในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและเทคโนโลยีที่นำมาใช้พัฒนาระบบ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 เทคโนโลยี VoIP

2.2 พื้นฐานการทำงานของระบบสื่อสารด้วยเสียงผ่าน VoIP

2.3 VoIP ทำงานอย่างไร

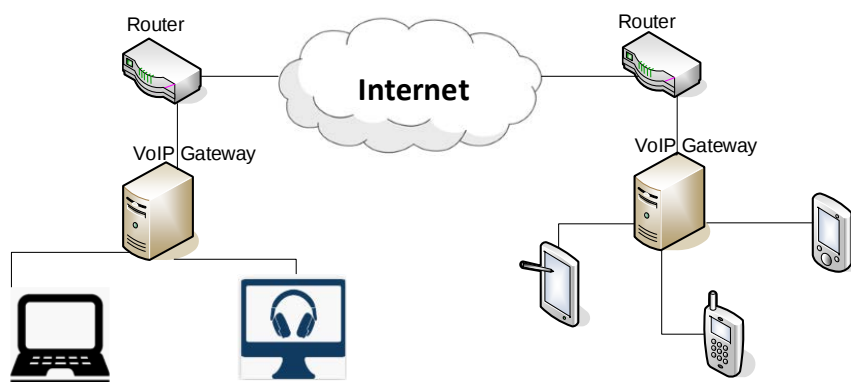
2.4 มาตรฐานและโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารผ่าน VoIP

2.1 เทคโนโลยี VoIP ¹

Voice Over IP หรือ Voice Over Internet Protocol เรียกสั้นๆ ว่า VoIP เป็นเทคโนโลยีภายใต้การทำงานบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถรับส่งข้อมูลเสียงผ่านเครือข่ายไอพีเป็นระบบที่แปลงสัญญาณเสียงในรูปของสัญญาณไฟฟ้ามาเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัล เป็นการนำเอาข้อมูลเสียง มาบีบอัดและบรรจุลงเป็นแพ็กเก็ตไอพี (IP) แล้วส่งไปโดยเราเตอร์ (Router) ที่เป็นตัวรับสัญญาณแพ็กเก็ต และทำการบีบอัดสัญญาณเสียง ให้มีขนาดเล็กลงการเพื่อแก้ไขปัญหาเมื่อมีบางแพ็กเก็ตสูญหาย หรือได้มาล่าช้า การสื่อสารผ่านทางเครือข่ายไอพีต้องมีเราเตอร์ ที่ทำหน้าที่พิเศษเพื่อประกันคุณภาพของสัญญาณไอพีนี้ เพื่อให้ข้อมูลไปถึง ปลายทางหรือกลับมาได้อย่างถูกต้อง และอาจมีการให้สิทธิพิเศษก่อนแพ็กเก็ตไอพีอื่น (Quality of Service : QoS)

VoIP เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารรับส่งสัญญาณเสียงผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจะต้องอาศัยอุปกรณ์ (Hardware) หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) ทำงานร่วมกัน ซึ่งการทำงานของ VoIP นั้นจะมีการแปลงสัญญาณเสียงจากต้นทางให้อยู่ในรูปแพ็กเก็ต (Packet) ขนาดเล็กๆ และส่งไปยังปลายทาง โดยอาศัยโปรโตคอลที่เรียกว่า Internet Protocol ในการส่งผ่านสัญญาณเสียงให้ผู้รับได้ฟังสัญญาณเสียงที่ส่งมาได้

¹ กิตติพงษ์ สุวรรณราช “ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP- PBX ด้วย Asterisk” พิมพ์ครั้งที่ 2 ปี 2551



รูปที่ 2.1 การเชื่อมต่อของเครือข่าย VoIP

2.2 พื้นฐานการทำงานของระบบสื่อสารด้วยเสียงผ่าน VoIP ²

การสื่อสารด้วยระบบ VoIP เป็นการขบวนการแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิทัลผ่านอุปกรณ์ระบบเครือข่าย ขบวนการสื่อสารด้วยระบบ VoIP เริ่มต้นที่สัญญาณเสียงจากไมโครโฟนถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog to Digital) ข้อมูลดิจิทัลที่ได้จะถูกบีบอัด (Compress) เพื่อให้อัตราส่งข้อมูลต่ำลง ซึ่งจากนั้นข้อมูลที่ถูกบีบอัดแล้วที่เป็นดิจิทัลจะถูกเข้ารหัส (Encryption) และข้อมูลที่ได้จากการเข้ารหัสจะถูกสร้างเป็นแพ็คเกจและถูกส่งเข้าไปในเครือข่าย ส่วนการรับข้อมูลเสียงจะมีขบวนการตรงกันข้ามกับการส่งคือข้อมูลที่ได้จากเครือข่ายนั้นจะถูกประกอบเป็นเฟรมข้อมูลดิจิทัลจากนั้นจะถูกทำการถอดรหัส (Decryption) และขยายข้อมูล (Decompression) เฟรมข้อมูลที่ได้จะส่งออกเป็นสัญญาณเสียงและออกทางลำโพง

2.3 VoIP ทำงานอย่างไร

เทคโนโลยี VoIP (Voice Over Internet Protocol) ในการส่งผ่านสัญญาณเสียง ซึ่งสัญญาณเสียงนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ หรือที่เรียกว่าแพ็คเกจ (Packet) โดยสัญญาณเสียงที่ส่งไปมักส่งแบบ UDP (User Datagram Protocol) มากกว่า TCP (Transmission Control Protocol) เนื่องจากการส่งข้อมูลแบบ UDP นั้นจะมีการส่งข้อมูลได้เร็วกว่าจึงเหมาะที่จะนำมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลเสียงบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การส่งข้อมูลเสียงนั้นจะต้องอาศัยโปรโตคอลหลักที่ใช้ในการส่งสัญญาณระหว่างต้นทางและปลายทาง ซึ่งเป็นโปรโตคอล SIP (Session Initiation Protocol) จึงทำให้ต้นทางและปลายทางสามารถสื่อสารกันได้ โดยปกติ SIP Protocol จะมีการใช้พอร์ตสื่อสารแบบ UDP (User Datagram Protocol) ที่ 5060 จากรูปที่ 2.2 เป็นการ

เปรียบเทียบการทำงาน OSI Model เพื่อให้เข้าใจว่าเทคโนโลยี VoIP มีความสอดคล้องอย่างไรกับ OSI Model และชั้นความสัมพันธ์ของการสื่อสาร

Application	↔	Asterisk/Tribos/X-Lite
Presentation	↔	Codec (G.729/G.711/GSM)
Session	↔	SIP / IAX / H.323
Transport	↔	UDP / RTP
Network	↔	IP
Datalink	↔	Ethernet / PPP / ATM
Physical	↔	RS-232 / V.35 / xDSL

รูปที่ 2.2 การเปรียบเทียบระหว่าง OSI Model และ VoIP

2.4 มาตรฐานของเทคโนโลยี VoIP²

เทคโนโลยี VoIP มาตรฐานในปัจจุบันมีการนำมาใช้งานโดยทั่วไปมี 2 มาตรฐานได้แก่ มาตรฐาน H.323 และมาตรฐาน SIP

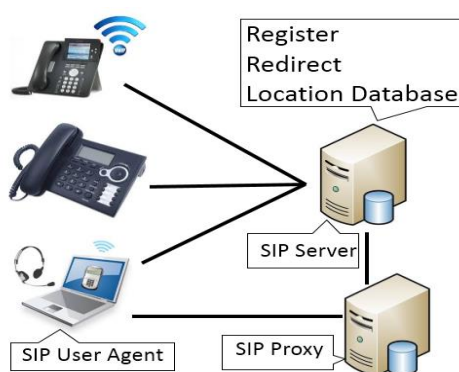
2.2.1 มาตรฐาน H.323

มาตรฐาน H.323 เป็นมาตรฐานที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานบนเครือข่าย IP (Internet Protocol) ซึ่งได้ถูกออกแบบและพัฒนาให้ใช้งานอยู่บนระบบเครือข่าย LAN เป็นหลัก นอกจากนั้นมาตรฐาน H.323 ยังมีการทำงานที่ค่อนข้างช้า โดยปกติจะใช้งาน H.323 ก็ต่อเมื่อในระบบเดิมมีการใช้งานมาตรฐาน H.323 อยู่แล้วเท่านั้น

² กิตติพงษ์ สุวรรณราช “ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP- PBX ด้วย Asterisk” พิมพ์ครั้งที่ 2 ปี 2551

2.2.2 มาตรฐาน SIP (Session Initiation Protocol)

มาตรฐาน SIP เป็นมาตรฐานที่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานบนระบบ IP โดยเฉพาะถือเป็นมาตรฐานใหม่ในการนำมาพัฒนาเทคโนโลยี VoIP โดยปัจจุบันมีการนำมาตรฐาน SIP มาใช้งาน VoIP และยังเป็นมาตรฐาน Application Layer Control Protocol สำหรับการเริ่มต้น การปรับเปลี่ยนและการสิ้นสุด ของการติดต่อสื่อสารในแต่ละครั้ง อีกทั้งมาตรฐาน SIP มีการทำงานคล้ายคลึงกับการทำงานในแบบ Client Server Protocol ทำให้มาตรฐาน SIP มีความน่าเชื่อถือและนิยมใช้งานค่อนข้างสูง ดังรูปที่ 2.3 หลักการทำงานของ SIP Server



รูปที่ 2.3 หลักการทำงานของ SIP Server

จากรูป SIP User Agent เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานทางด้าน User เช่น Cell Phone, PCs ทำหน้าที่ในการสร้างและจัดการ SIP Session SIP Register เป็นฐานข้อมูลใช้จัดเก็บตำแหน่ง (location) ของ User Agent ทั้งหมดอยู่ภายใต้ Domain เดียวกัน SIP Proxy Server ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างการติดต่อสื่อสาร Client กับ SIP Server

1) User Agent สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อยคือ

User Agent Client (UAC) และ User Agent Server (UAS) ในการทำงานจะติดต่อกันระหว่างเครื่องลูกกับเครื่องแม่ โดยจะเริ่มจากการส่ง UAC ส่ง Request ออกไปที่ UAS เมื่อ UAS รับข้อมูลก็จะส่งกลับมาในรูปแบบของ SIP response

2) SIP Server สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

- Proxy Server จะเป็นเหมือนตัวที่กลางสำหรับการติดต่อระหว่างเครื่องลูกไปยังเครื่องแม่ หรือจะเรียกว่าเป็นตัวชี้เส้นทางให้การสื่อสารนั้นๆไปในทิศทางไหนซึ่ง Proxy จะเป็นตัวเก็บข้อมูลของเส้นทางในการติดต่อสื่อสารใน SIP นั้นๆ

- Registrar Server จะมีหน้าที่เหมือนเป็นพนักงานลงทะเบียนเพื่อที่จะนำข้อมูลไปใส่ลงใน SIP Server เพื่อที่จะได้ทราบว่าได้ทำการลงทะเบียนของเครื่องลูกนั้นๆไว้เบอร์อะไรเพื่อนำไปทำการอัพเดทให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน

SIP message เป็นคำเรียกของข้อความที่ทำการส่งกันระหว่างเครื่องลูกและเครื่องแม่ที่อยู่ในเครือข่ายแบบ SIP ซึ่งนี่เองเป็นจุดเด่นอีกหนึ่งอย่างของโปรโตคอลแบบ SIP ที่ทำให้เป็นที่นิยมอย่างมากเนื่องจากเป็นข้อความที่เข้าใจง่ายต่อการทำความเข้าใจมากกว่า H.323 ซึ่งข้อความของโปรโตคอลแบบ SIP จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ดังนี้

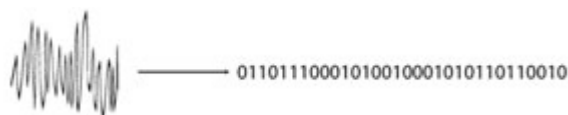
SIP request message เป็นข้อความสำหรับที่จะทำการร้องขอจากเครื่องลูกไปยังเครื่องแม่หลักจะแบ่งออกได้ประมาณ 6 ชนิดของการร้องขอ

SIP response message เป็นการส่งข้อความในลักษณะของการตอบรับจากการ ร้องขอที่ส่งเข้ามา ซึ่งจะสามารถแบ่งออกได้ประมาณ 6 กลุ่ม หลักๆดังนี้

- Redirect Server เป็นเซิร์ฟเวอร์ที่จะทำการเปลี่ยนหรือกำหนดเส้นทางโดยอาศัยข้อความ (Request message) เพื่อส่งต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางที่ต้องการ

2.2.3 ขั้นตอนการทำงานของ VoIP³

- 1) กระบวนการแปลงเสียงอนาล็อกเป็นสัญญาณ Digital หรือเรียกว่า PCM (Pulse Code Modulation) แล้วจะถูกบีบอัดสัญญาณ โดย VoIP Gateway



PCM (Pulse Code Modulation)

³ <https://sites.google.com/site/voipvoipgroup/1-hlak-kar-thangan-laea-sthapatykrmm/khan-txn-kar-thangan-khxng-voip>

2) กระบวนการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณ Echo ออก ซึ่งจะถูกจัดการโดย DSP (Digital Signal Processors)

0110111000101001000101011011001001101001001011

Removal of Echo

3) สัญญาณที่เหลือจะถูกแบ่งและจัดรูปแบบใหม่ในรูปของ Frame ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบการบีบอัดที่เรียกว่า CODEC หลังจากกระบวนการนี้ Frame ของสัญญาณเสียงจะถูกสร้างขึ้น

0110111000101001000101011011001001101001001

Framing Process

4) หลังจากนั้นจะทำการแปลง Frame ของสัญญาณอยู่ในรูป Packet โดยมีการเพิ่ม Header เข้าไปใน Packet ส่วนของ Header นั้น ก็จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เรียกว่า Sequence Number และ Time Stamp จากนั้น Packet นี้จะถูกส่งต่อไป Host Processor

RTP 0110111000101001000101011011001001101001001

Packetisation Process

5) หลังจากที่ได้แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของ Packet แล้ว ข้อมูลจะถูกนำมาวิเคราะห์และใส่ค่า IP Address ปลายทาง

IP UDP RTP 0110111000101001000101011011001001101001001

Address and Delivery

6) เมื่อ Packet ไปยังปลายทาง ข้อมูล Header จะถูกถอดรหัสให้เหลือแต่ Voice Frame จากนั้นจะทำการแปลงสัญญาณ PCM ให้กลับไปเป็นสัญญาณอนาล็อก

011011100010100100010101101 ————— 

Conversion to Analog

งานวิจัยนี้จะใช้มาตรฐาน SIP มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ เพราะเนื่องจาก SIP เป็นมาตรฐานที่นิยมในปัจจุบันและมีความซับซ้อนในการทำงานน้อยกว่ามาตรฐานของ H.323 ความสามารถอื่น เช่น ความสามารถในการขยายขนาดของเครือข่าย สามารถเพิ่มเติมคุณลักษณะของโปรโตคอล ฟังก์ชันและการบริการ รวมถึงคุณภาพการให้บริการ ที่ดีกว่ามาตรฐาน H.323

2.5 โปรแกรม Softphone

เป็นโปรแกรมที่สามารถติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ IOS และสามารถติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรม Softphone ออกมาให้ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดมาติดตั้งได้ฟรี หลายโปรแกรม โดยรูปแบบการทำงานจะคล้ายๆ กัน ต่างกันเพียงลูกเล่น และหน้าตาต่างกันของแต่ละโปรแกรม ในงานวิจัยนี้ได้้นำโปรแกรมมาทดสอบชื่อว่า Session Talk Softphone ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีแวร์ สามารถรองรับได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ IOS

2.6 โปรแกรม Elastix⁴

เป็นซอฟต์แวร์ระบบโทรศัพท์ IP-PBX ที่รวมระบบปฏิบัติการ Linux Asterisk Apache และ MySQL ไว้ด้วยกัน โดยมีฟังก์ชันการทำงานของระบบตู้สาขาโทรศัพท์ PBX ไว้ใน Elastix รองรับการทำงานหลายโปรโตคอล เช่น SIP, H.323, IAX, MGCP และ SCCP

โปรแกรม Elastix เป็นโปรแกรมประเภท Unified Communications รองรับการสื่อสารได้ทั้งเสียงและภาพ เป็น VoIP (SIP) Server เป็น Voicemail เป็น IPPBX โดย Elastix จะมีโปรแกรม Asterisk ทำหน้าที่เป็น SIP Server และมีโปรแกรม FreePBX เป็นเว็บแอดมินสำหรับ Asterisk ทำให้เราคอนฟิกได้ง่ายขึ้นด้วยเว็บอินเตอร์เฟส โดยงานวิจัยนี้ใช้ระบบปฏิบัติการ CentOS เป็นระบบปฏิบัติการหลัก

โปรแกรม Elastix นี้เป็นโปรแกรมแบบ Open source สามารถนำมาพัฒนาใช้งานได้ฟรี โดยไม่ต้องจ่ายเงินให้ผู้พัฒนาแต่อย่างใด ไม่ว่าจะเอาไปใช้งานส่วนตัวหรือใช้ภายในองค์กรหรือหน่วยงาน การนำ Elastix มาใช้งานโดยทั่วไปจะให้เป็น IP PBX, Call Center, VoIP Server (SIP/IAX2/H.323), Voice Logger Server, Voice Mail server, Fax Server, File Server ซึ่งมีความเสถียรและสามารถนำมาพัฒนาต่อเพิ่มขึ้นได้

⁴ กิตติพงษ์ สุวรรณราช “ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP- PBX ด้วย Asterisk” พิมพ์ครั้งที่ 2 ปี 2551

2.7 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ (Satisfactory)

กิติมา ปรีดีลภ (2529 : 321 - 322) ให้ความหมายของ ความพึงพอใจ ว่าหมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือพอใจที่มีต่อองค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่างๆ และเขาได้รับการตอบสนอง ความต้องการของเขาได้

พิน คงพล (2529 : 21) ได้สรุปความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกรักชอบ ยินดี หรือเจตคติ ของบุคคลที่เกิดจากการได้รับการตอบสนองตามความต้องการทั้งทางด้านวัตถุ และด้านจิตใจ

มอร์ส (Morse. 1958 : 27) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาวะจิตที่ปราศจากความเครียด ทั้งนี้เพราะธรรมชาติของมนุษย์มีความต้องการ ถ้าความต้องการนั้นได้รับการตอบสนองทั้งหมด หรือบางส่วน ความเครียดก็จะน้อยลง ความพึงพอใจก็จะเกิดขึ้น และในทางกลับกัน ถ้าความต้องการนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง ความเครียดและความไม่พอใจก็จะเกิดขึ้น

กูด (Good. 1973 : 320) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึง สภาพ คุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่างๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่ง นั้น ๆ

นิวคูเมอร์ (Newcumer. 1995 : 2) กล่าวว่า ความพึงพอใจเกิดจากการตอบสนองความต้องการ

วุฒิชัย จ้านง (2525 : 2) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่เต็มใจและพร้อมใจ โดย ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นจากแรงจูงใจหรือสิ่งจูงใจ

ธงชัย สันติวงษ์ (2530 : 389) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดจากการได้รับการตอบสนองต่อความต้องการของตนเองอย่างดีหรือสมบูรณ์ที่สุด

จากความหมายของความพึงพอใจที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือพอใจ ส่งผลให้มีทัศนคติที่ดีเมื่อได้รับการตอบสนองตามความต้องการของตนเอง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol โดยใช้คุณลักษณะการทำงานของโปรแกรม Open Source Software ที่มีชื่อว่า Elastix ซึ่งทำหน้าที่เป็นชุมสายโทรศัพท์บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และโปรแกรม Softphone โดยผู้พัฒนาระบบได้มีแนวทางการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

การศึกษาข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

3.1.1 ศึกษาโปรแกรมและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

- 1) ศึกษาระบบปฏิบัติการที่นำมาใช้งานให้เหมาะสมกับความต้องการของระบบ

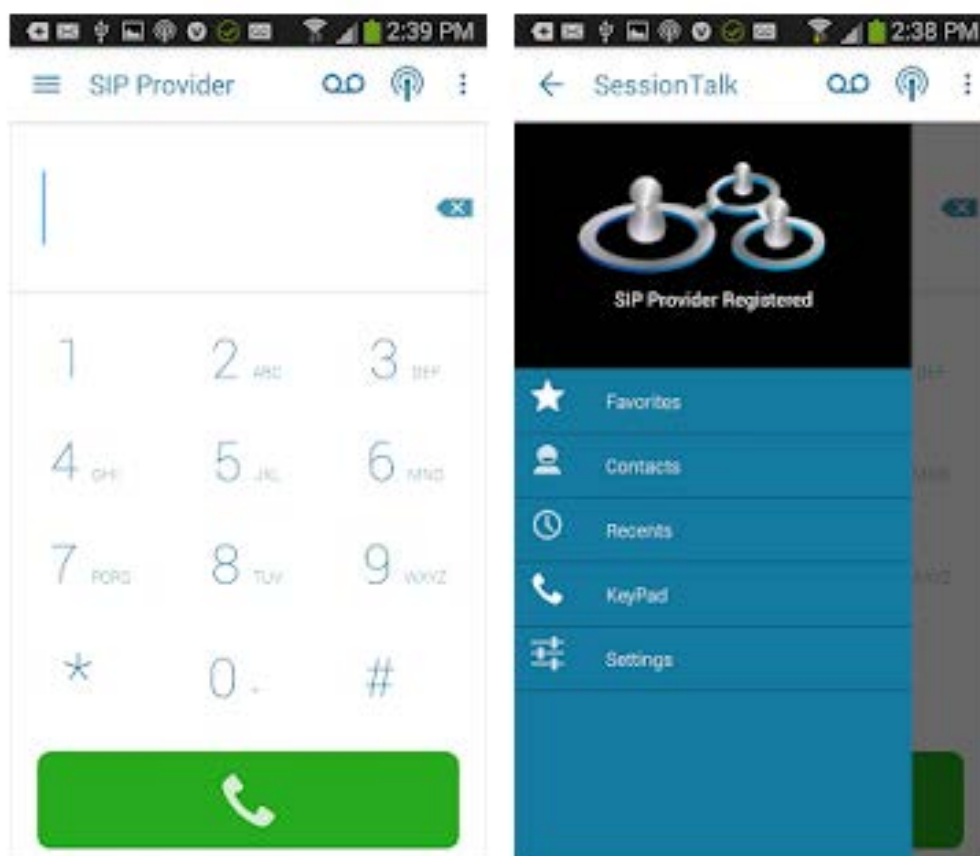
จากการศึกษาพบว่า โปรแกรมที่เหมาะสมเพื่อนำมาพัฒนาระบบนี้ ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรม Elastix ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการ Linux เป็นโปรแกรมประเภทฟรีแวร์แจกจ่ายภายใต้ GPL (General Public License) ดังนั้นเราสามารถ Download มาใช้งาน และ เรียนรู้ได้อย่างเสรี โดยเวอร์ชันที่เลือกมาใช้งานเป็นเวอร์ชัน 2.5 ที่สามารถใช้งานได้ฟรีโดยเป็นโปรแกรมประเภท Open source หรือโปรแกรมฟรีแวร์ ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาและปรับปรุงวิธีการทำงานของระบบได้ และเป็นโปรแกรมที่สามารถค้นหาข้อมูล และคู่มือการนำไปใช้ประโยชน์ได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ มากมาย และสามารถทำงานผ่าน Web Interface ได้ ซึ่งช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าดำเนินการติดตั้ง และบริหารจัดการระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างรวดเร็วและสะดวกต่อการทำงาน โดยติดต่อผ่านไอพีแอดเดรสหรือโดเมนของ SIP Server



รูปที่ 3.1 หน้าต่าง Login ผ่าน Web Interface ของโปรแกรม Elastix

2) ศึกษาโปรแกรม Softphone ที่สามารถติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ

จากการศึกษาพบว่า โปรแกรมที่มีชื่อว่า Session Talk Softphone โปรแกรมที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้เป็นโปรแกรมที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ เพื่อรองรับการติดต่อสื่อสารระหว่าง SIP Server และสามารถติดต่อสื่อสารไปยังระบบโทรศัพท์ท่อนาล็อก IPBX และระบบดิจิทัล Cisco VoIP ซึ่งเป็นระบบโทรศัพท์เดิมของมหาวิทยาลัยได้อย่างไม่มีข้อจำกัด และเป็นโปรแกรมประเภท Open source หรือฟรีแวร์ที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย



รูปที่ 3.2 หน้าต่างโปรแกรม Session Talk ที่ติดตั้งบนโทรศัพท์ Smart Phone

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบ

การศึกษาขั้นตอนของการพัฒนาระบบ มีขั้นตอนแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1) การวิเคราะห์การทำงานของระบบ

ผลการวิเคราะห์การทำงานของระบบ พบว่าการทำงานของระบบในงานวิจัยนี้ ต้องสามารถเชื่อมต่อสื่อสารข้ามไปยังระบบโทรศัพท์เดิมของมหาวิทยาลัยได้ โดยสามารถแยกระบบออกเป็น 3 ระบบ เพื่อหาตัวเชื่อมระหว่างระบบได้ โดยใช้อุปกรณ์และโปรโตคอลที่สามารถทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบได้ ดังรูปที่ 3.3

2) การออกแบบการทำงานของระบบ

การออกแบบระบบเพื่อให้ทั้งสามระบบสามารถติดต่อสื่อสารกันได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบทั้งสามระบบได้ จากรูปที่ 3.3 ระบบที่ 1 และ 2 มีการเชื่อมต่อสื่อสารกันได้อยู่แล้ว ซึ่งผู้ดำเนินงานวิจัยมีหน้าที่เป็นผู้ดูแลระบบโทรศัพท์ทั้งสองระบบ ทำให้สามารถเข้าถึงการทำงานของระบบได้ และระบบที่ทำการวิจัยนี้เป็นระบบที่ 3 สำหรับใช้ติดตั้งบนระบบโทรศัพท์ Smartphone เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

3) การพัฒนาระบบ

พัฒนาระบบด้วยวิธีการติดตั้งโปรแกรม Elastix บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เพื่อทำหน้าที่ SIP Server และติดตั้งโปรแกรม Softphone ลงบนเครื่องโทรศัพท์ Smartphone โดยได้อธิบายในบทที่ 4 เรื่องการติดตั้งและทดสอบระบบ

4) การทดสอบการทำงานของระบบ

การทดสอบการทำงานของระบบ โดยวิธีการขอร้องให้ผู้ใช้โทรศัพท์ Smartphone ภายในมหาวิทยาลัยที่เป็นอาจารย์ เจ้าหน้าที่ ตามหน่วยงานต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยแบ่งประเภทของเครื่องโทรศัพท์ Smartphone แยกตามระบบปฏิบัติการ ซึ่งมี 2 ระบบปฏิบัติการคือระบบปฏิบัติการ Android และระบบปฏิบัติการ IOS และให้เครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรมโทรออกไปยังเลขหมายโทรศัพท์ที่ตั้งไว้ตามหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และทดสอบให้เครื่องโทรศัพท์ที่ตั้งไว้สำนักงานภายในมหาวิทยาลัย โทรออกไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone และดำเนินการสำรวจความพึงพอใจการใช้งานระบบโทรศัพท์ภายในผ่าน Smartphone ซึ่งได้อธิบายรายละเอียดการทดสอบไว้ในบทที่ 4 เรื่องการติดตั้งและทดสอบระบบ

5) สรุปผลการพัฒนาระบบ

ผลของการพัฒนาระบบ หลังจากดำเนินการติดตั้งและทดสอบระบบ ซึ่งผลการพัฒนาระบบนั้น ได้อธิบายในบทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ

3.2 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ยินยอมติดตั้ง Softphone บน โทรศัพท์มือถือ Smartphone โดยแบ่งจำนวนการทดสอบการใช้งานระบบ ดังนี้

- อาจารย์	กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	15	คน
- เจ้าหน้าที่	กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	41	คน
รวมกลุ่มตัวอย่าง		ทั้งหมด	56	คน

3.3 แผนการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 ศึกษาการใช้งานระบบปฏิบัติการ Linux CentOS

- 1) ติดตั้งระบบปฏิบัติการและตั้งค่าการใช้งานให้รองรับการใช้งานร่วมกับ Elastix

3.2.2 ศึกษาการทำงานของโปรแกรม Soft Phone

- 1) ติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ ระบบปฏิบัติการ Android
- 2) ติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ ระบบปฏิบัติการ IOS

3.2.3 ศึกษาการทำงานของโปรแกรม Elastix

- 1) ติดตั้งโปรแกรม Elastix บนระบบปฏิบัติการ Linux CentOS
- 2) ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างและบริหารจัดการเลขหมาย Dial plan เพื่อให้ Elastix ทำงานตามความต้องการของระบบ

3.2.4 ออกแบบและพัฒนาระบบ

1) ออกแบบระบบการจัดการเลขหมายโทรศัพท์ที่ใช้งานบนระบบ Elastix เพื่อให้ไม่ซ้ำกับเลขหมายบนระบบคู่สาขาโทรศัพท์ IPBX และระบบโทรศัพท์ดิจิทัล VoIP ของชุมสายโทรศัพท์เดิมภายในมหาวิทยาลัย

- 2) ออกแบบ กลุ่มเลขหมายโทรศัพท์ ดังนี้

- กลุ่มเลขหมายเดิม ระบบโทรศัพท์ Analog PABX
- กลุ่มเลขหมายเดิม ระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP
- กลุ่มเลขหมายใหม่สำหรับระบบ Smart Phone VoIP

3.2.7 ศึกษาและออกแบบระบบประเมินความพึงพอใจการใช้บริการ โดยได้แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน รายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1

1.1 สถานภาพ โดยมีตัวเลือกดังนี้

- อาจารย์
- เจ้าหน้าที่

1.2 ระบบปฏิบัติการบน โทรศัพท์ Smart Phone ของผู้ใช้งาน โดยมีตัวเลือกดังนี้

- ระบบปฏิบัติการ IOS
- ระบบปฏิบัติการ Android

1.3 การใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต โดยมีตัวเลือกดังนี้

- ใช้ Wi-Fi ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ใช้งานภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตอนที่ 2 กรอกแบบสอบถาม เพื่อแสดงความคิดเห็นตามความพึงพอใจในแต่ละระดับ

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก ระดับ 4 หมายถึง ดี ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง ระดับ 2 หมายถึง พอใช้ ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

2.1 ด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรม บนโทรศัพท์มือถือ มีรายการดังนี้

2.1.1 โปรแกรมที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มีฟังก์ชันการทำงานเพียงพอต่อความต้องการ

ต้องการ

2.1.2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องโทรศัพท์ทั้งง่ายและสะดวก

2.1.3 วิธีการใช้งานโทรศัพท์ไม่ซับซ้อน

2.2 ด้านการทำงานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ มีรายการดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนการใช้งานง่ายและสะดวก

2.2.2 ไม่มีสัญญาณรบกวนหรือสายหลุด ระหว่างสนทนา

2.2.3 เสียงการสนทนาชัดเจนทั้งผู้รับและผู้ส่ง

2.3 ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ

2.3.1 เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลได้มากขึ้น

2.3.2 ลดค่าใช้จ่ายในการโทรในระบบโทรศัพท์มือถือระหว่างบุคคลได้มากขึ้น

2.3.3 คาดว่าจะแนะนำให้ผู้อื่นในหน่วยงานเข้าร่วมใช้งานระบบ

2.4 ข้อเสนอแนะอื่นๆ (โปรดแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อปรับปรุงการทำงาน

ของระบบ)

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบโทรศัพท์ภายในผ่านเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smartphone มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. สถานะ

- ☐ อาจารย์
☐ เจ้าหน้าที่

2. ระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์ Smart Phone ของผู้ใช้งาน

- ☐ ระบบปฏิบัติการ IOS
☐ ระบบปฏิบัติการ Android

3. การใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต

- ☐ ใช้ Wi-Fi ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
☐ ใช้งานภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจแบ่งเป็น 5 ระดับ โดย 5 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ดีมาก และ 1 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ควรปรับปรุง โปรดเลือก ในช่องระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการแต่ละด้านที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1.ด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรม บนโทรศัพท์มือถือ					
1.1 โปรแกรมที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มีฟังก์ชันการทำงานเพียงพอต่อความต้องการ	☐	☐	☐	☐	☐
1.2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องโทรศัพท์ง่ายและสะดวก	☐	☐	☐	☐	☐
1.3 วิธีการใช้งานโทรศัพท์ไม่ซับซ้อน	☐	☐	☐	☐	☐
2. ด้านการใช้งานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ					
2.1 ขั้นตอนการใช้งานง่ายและสะดวก	☐	☐	☐	☐	☐
2.2 ไม่มีสัญญาณรบกวนหรือสายหลุด ระหว่างสนทนา	☐	☐	☐	☐	☐
2.3 เสียงการสนทนาชัดเจนทั้งผู้รับและผู้ส่ง	☐	☐	☐	☐	☐
3. ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ					
3.1 เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลได้มากขึ้น	☐	☐	☐	☐	☐
3.2 ลดค่าใช้จ่ายในการโทรเข้าระบบโทรศัพท์มือถือระหว่างบุคคลได้มากขึ้น	☐	☐	☐	☐	☐
3.3 คาดว่าจะแนะนำให้ผู้อื่นในหน่วยงานเข้าร่วมใช้งานระบบ	☐	☐	☐	☐	☐
ข้อเสนอแนะอื่นๆ					
โปรดแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อปรับปรุงการทำงานของระบบ					

รูปที่ 3.3 แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบโทรศัพท์ภายในผ่านเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smartphone มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3.4 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบประเมินความพึงพอใจการใช้บริการระบบ โดยจัดทำระบบประเมินผ่านเว็บไซต์สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถคลิกเพื่อตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบ โดยเปิดให้ตอบแบบสอบถาม ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2563 ถึง 31 กรกฎาคม 2563 เป็นระยะเวลาการสำรวจ 2 เดือน

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้วิเคราะห์ข้อมูลของแบบสอบถามในตอนที่ 1 เกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม และตอนที่ 2 เกี่ยวกับความพึงพอใจผู้ใช้งาน

2. ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division) ใช้วิเคราะห์ข้อมูลของแบบสอบถามในตอนที่ 2 เกี่ยวกับความพึงพอใจผู้ใช้บริการ สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าร้อยละ (Percentage) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 101)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 102)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	X	แทน	ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

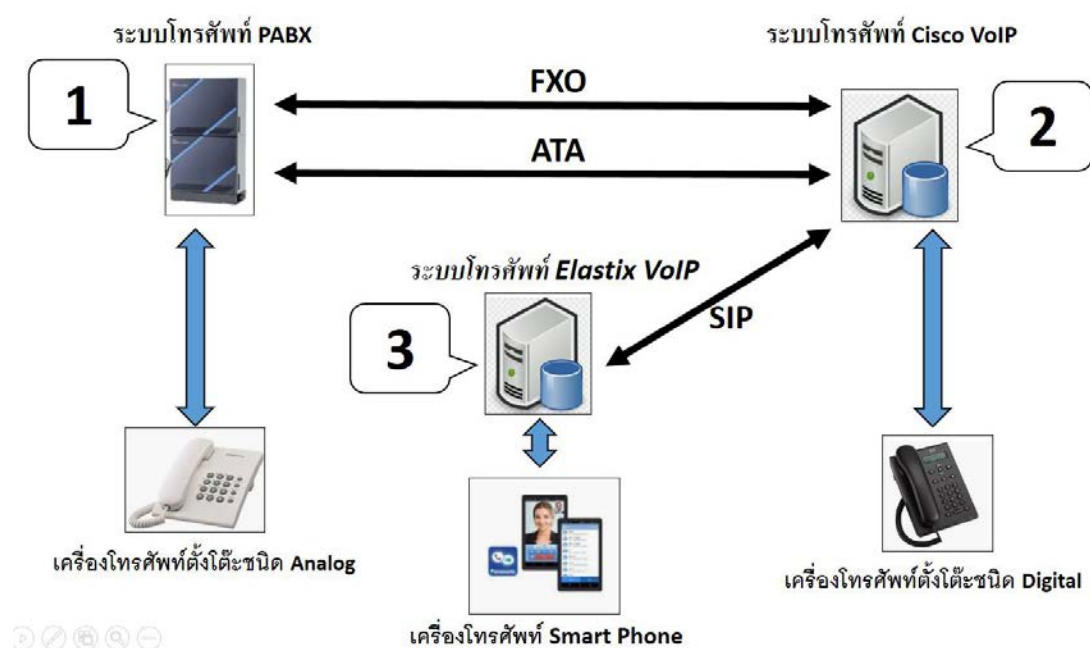
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลระบบประเมินความพึงพอใจ

วิเคราะห์ได้จากระบบซึ่งได้คำนวณหาข้อมูลดังนี้

1. จำนวนผู้ตอบ
2. ค่าร้อยละ
3. ค่าเฉลี่ย

3.6 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

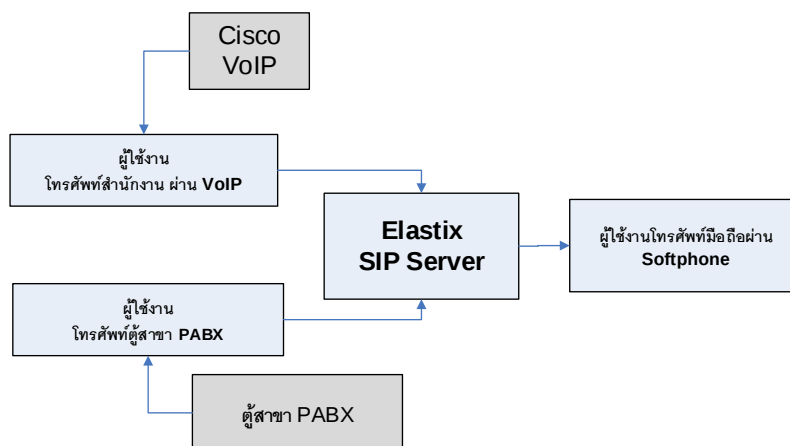
การพัฒนา ระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol ออกแบบมาเพื่อเพิ่มช่องทางและแก้ไขข้อจำกัดในการทำงาน โดยการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานระบบโทรศัพท์บนโต๊ะทำงานภายในมหาวิทยาลัย และผู้ใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือ ซึ่งระบบจะทำงานบนโครงข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งหมด ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งรูปรวมของระบบ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 3 ระบบ

3.3.1 การออกแบบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างระบบ มีความสัมพันธ์ดังนี้

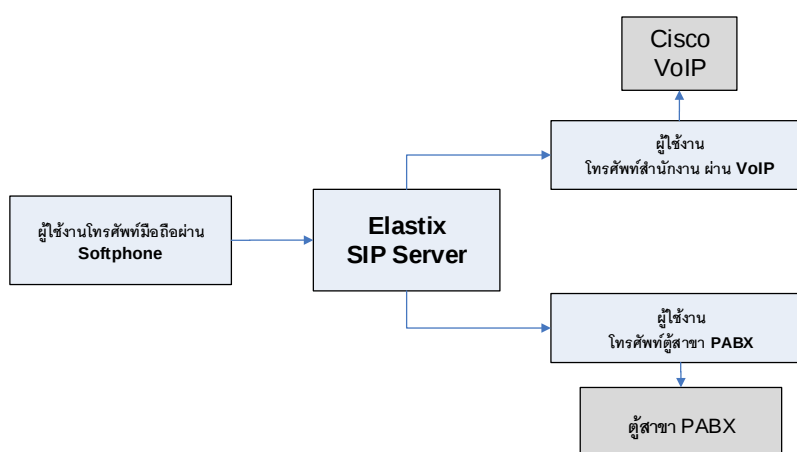
- 1) การทำงานของระบบเมื่อมีการสื่อสารจากโทรศัพท์จากเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะภายในสำนักงานภายในมหาวิทยาลัยไปยังโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone ดังรูปที่ 3.5
- 2) การทำงานของระบบเมื่อมีการสื่อสารจากโทรศัพท์จากเครื่องโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone ไปยังโทรศัพท์ภายในสำนักงานภายในมหาวิทยาลัย ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 การสื่อสารจากเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะสำนักงานภายในมหาวิทยาลัยทั้งระบบที่ใช้ผ่าน Cisco VoIP และที่ใช้ผ่านตู้สาขา PABX โทรติดต่อไปยังโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Soft Phone

จากรูปที่ 3.5 อธิบายการทำงานของระบบได้ดังนี้

1. เมื่อผู้ใช้งานโทรศัพท์จากเครื่องโทรศัพท์สำนักงานต้องการโทรหาเลขหมายที่ติดตั้งโปรแกรม Soft Phone บนโทรศัพท์มือถือ
2. เครื่องเซิร์ฟเวอร์ Elastix SIP Server ทำการประมวลผลเลขหมายปลายทางที่ต้องการเชื่อมต่อ ไปยังเลขหมายปลายทางที่เครื่องโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone
3. ไฟล์ extensions.conf ที่ติดตั้งบน Elastix SIP Server จะกำหนด Dialplan เพื่อติดต่อไปยังเลขหมายปลายทางที่ต้องการ

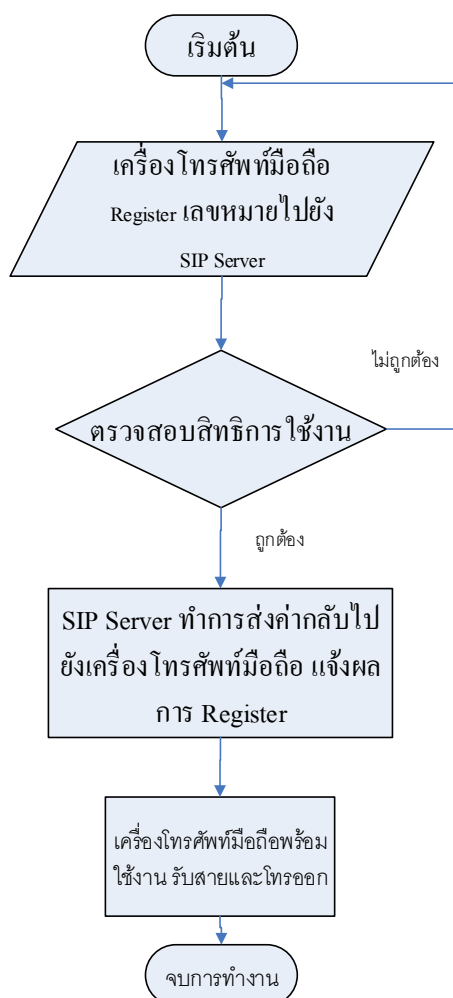


รูปที่ 3.6 การสื่อสารจากโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Soft Phone โทรติดต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะสำนักงานภายในมหาวิทยาลัย ทั้งระบบที่ใช้ผ่าน Cisco VoIP และที่ใช้ผ่านตู้สาขา PABX

จากรูปที่ 3.6 อธิบายการทำงานของระบบได้ดังนี้

1. เมื่อผู้ใช้งานโทรศัพท์จากเครื่องโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรหาเลขหมายสำนักงานทั้งระบบที่ใช้งานผ่าน Cisco VoIP และที่ใช้งานผ่านตู้สาขา PABX
2. เครื่องเซิร์ฟเวอร์ Elastix SIP Server ทำการประมวลผลเลขหมายปลายทางที่ต้องการเชื่อมต่อ ไปยังเลขหมายปลายทางที่เครื่องโทรศัพท์ทั้งระบบ Cisco VoIP และ ตู้สาขา PABX
3. ไฟล์ extensions.conf ที่ติดตั้งบน Elastix SIP Server จะกำหนด Dialplan เพื่อติดต่อไปยังเลขหมายปลายทางที่ต้องการ

2) การออกแบบส่วนการกำหนดค่าการทำงานของเลขหมายที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผนผังการออกแบบส่วนการกำหนดค่าการทำงานของเลขหมายที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ

จากรูปที่ 3.7 อธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบ ดังนี้

1. เริ่มต้นการรับค่าเลขหมายที่ผู้ใช้เข้าระบบ
2. เครื่องโทรศัพท์มือถือทำการเปิดโปรแกรม Softphone เพื่อทำการ Register ขอลงทะเบียนไปยัง SIP Server โดยเช็คสิทธิจากฐานข้อมูลของผู้ดูแลระบบกำหนดไว้ มี 2 กรณีดังนี้
 - ถ้าถูกต้องระบบจะแจ้งสถานะการ Register ไปแสดงบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ
 - ถ้าไม่ถูกต้องระบบจะแจ้งสถานะการ Unregister ไปแสดงบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ
3. SIP Server แจ้งสถานะการ Register ไปแสดงบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ
4. เครื่องโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Soft Phone พร้อมใช้งานรับสายและโทรออกไปยังเลขหมายที่ต้องการ

3.3.2 การออกแบบกลุ่มเลขหมายสำหรับใช้งานบน SIP Server

กลุ่มเลขหมายโทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์มี 2 ระบบดังนี้

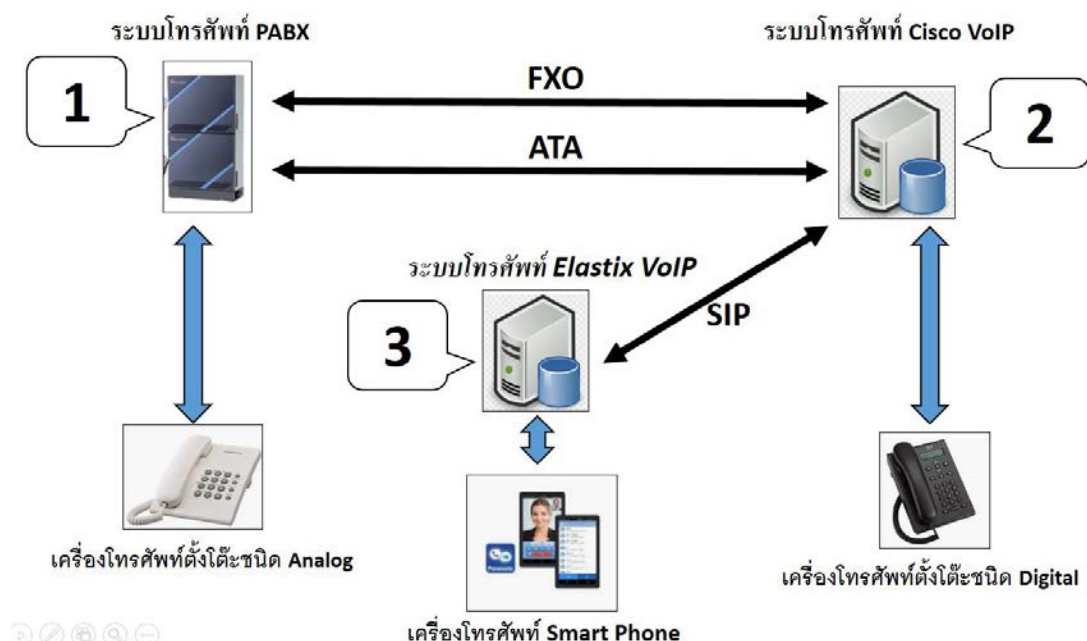
1. ระบบโทรศัพท์ชนิด Analog ตู้สาขาโทรศัพท์ PABX ซึ่งมีการใช้ติดตั้งทุกหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย โดยมีกลุ่มเลขหมายจำนวน 4 หลัก และมีเลขหมายตั้งแต่ 1000-5999 ซึ่งสามารถใช้ได้จำนวน 4999 เลขหมาย
2. ระบบโทรศัพท์ชนิด Digital ติดตั้งบนอุปกรณ์ Cisco VoIP Call Manager ซึ่งมีการใช้งานติดตั้งตามหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย โดยมีกลุ่มเลขหมายจำนวน 4 หลัก และมีเลขหมายตั้งแต่ 6000-7999 ซึ่งสามารถใช้ได้จำนวน 1999 เลขหมาย
3. กลุ่มเลขหมายที่สงวนไว้ใช้งานมีดังนี้
 - หมายเลข 0 ใช้สำหรับงานประชาสัมพันธ์หรือ Operator
 - หมายเลข 9 ใช้สำหรับโทรออกไปยังเลขหมายภายนอกโทรศัพท์พื้นฐาน หรือโทรศัพท์มือถือระบบปกติ

ดังนั้น ระบบในโครงการวิจัยนี้ ที่จะใช้งานบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smartphone จะกำหนดให้มีเลขหมายจำนวน 4 หลัก และมีเลขหมายตั้งแต่ 8000-8999 ซึ่งสามารถใช้ได้จำนวน 999 เลขหมาย

บทที่ 4

การติดตั้งและทดสอบระบบ

ในการดำเนินโครงการวิจัยในบทนี้ จะกล่าวถึงขั้นตอนการติดตั้ง และทดสอบการทำงานของระบบพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol ซึ่งเริ่มจากการติดตั้งโปรแกรม Elastix บนระบบปฏิบัติการ Linux และตั้งค่า Parameter ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ทำหน้าที่ SIP Server สำหรับใช้เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างระบบโทรศัพท์เดิม และเครื่องโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone และดำเนินการติดตั้งโปรแกรม Softphone บนเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smart phone ทั้งระบบปฏิบัติการ Andorid และ IOS เพื่อทดสอบการโทรติดต่อไปยังระบบโทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัยทั้งระบบ Analog PABX และระบบ Cisco VoIP โดยให้อาจารย์และเจ้าหน้าที่ ที่ยินยอมให้ทดสอบการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ โดยมีผู้เข้าร่วมทดสอบจะทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ รวมถึงการประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพการใช้งานของระบบ ที่ดังแสดงรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 3 ระบบ

จากรูปที่ 4.1 เป็นการเชื่อมโยงระบบโทรศัพท์ทั้ง 3 ระบบเข้าด้วยกัน การทำงานของระบบประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ระบบโทรศัพท์ตู้สาขา Analog PABX

เป็นระบบโทรศัพท์ตู้สาขาเดิมที่มหาวิทยาลัยใช้งานอยู่ปัจจุบัน เป็นระบบ Analog ที่เชื่อมโยงสัญญาณโทรศัพท์จากตู้ชุมสายหลัก (อาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา หรืออาคาร 9) ซึ่งเป็นจุดติดตั้งชุมสายหลัก และเชื่อมโยงไปยังอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยด้วยสายเคเบิลทองแดงซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 10 คู่สาย ไปจนถึง 100 คู่สาย โดยมีเลขหมายตั้งแต่ 1000-5999

การเชื่อมต่อสื่อสารจากตู้สาขา Analog PABX ไปยังระบบโทรศัพท์ Digital Cisco VoIP ต้องใช้งานผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณ Analog เป็น Digital อุปกรณ์นั้นเรียกว่า FXO VoIP Gateway ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณเข้าไปคุยกับระบบโทรศัพท์ Digital Cisco VoIP ได้

ข้อจำกัดของระบบโทรศัพท์ตู้สาขา Analog PABX จำเป็นต้องใช้งานผ่านสายเคเบิลทองแดงเท่านั้น ทำให้บางอาคารที่มีความต้องการเลขหมายเพิ่ม แต่ไม่สามารถเพิ่มได้เนื่องจากคู่สายอาคารนั้นเต็ม สายเคเบิลโทรศัพท์ชนิดทองแดงนั้น ปัจจุบันมีราคาสูงมากทำให้ต้องใช้งบประมาณมากในการขยายเลขหมายไปยังอาคารที่ต้องการเพิ่มเลขหมาย

2) ระบบโทรศัพท์ Digital Cisco VoIP

เป็นระบบโทรศัพท์ระบบ Digital ที่ติดตั้งใช้งานภายในมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน ซึ่งเป็นระบบโทรศัพท์แบบ Digital สามารถใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายในมหาวิทยาลัยสามารถติดตั้งใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ ไม่จำเป็นต้องเดินสายเคเบิลทองแดงเชื่อมจากอาคารชุมสายที่อยู่ไกล และสามารถเพิ่มเลขหมายได้ไม่จำกัด เนื่องจากสามารถต่อใช้งานผ่านอุปกรณ์กระจายสัญญาณภายในอาคารได้ทันที

การเชื่อมต่อสื่อสารจากระบบโทรศัพท์ Digital Cisco VoIP ไปยังตู้สาขา PABX ต้องใช้งานผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณ Analog เป็น Digital อุปกรณ์นั้นเรียกว่า ATA (Access VoIP Gateway) ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณเข้าไปคุยกับระบบโทรศัพท์ PABX ได้

ข้อจำกัดของระบบโทรศัพท์ Digital Cisco VoIP จำเป็นต้องใช้งานหรือติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์ที่เป็นยี่ห้อ Cisco เท่านั้น เนื่องจากเป็นระบบเฉพาะของยี่ห้อ Cisco การเพิ่มเลขหมายต้องมีค่าลิขสิทธิ์และต้องใช้งานด้วยเครื่องที่กำหนดเท่านั้น และไม่สามารถติดตั้งบนโทรศัพท์ Smart Phone ได้ และข้อจำกัดในกรณีที่ไฟฟ้าดับ ทำให้อินเทอร์เน็ตภายในมหาวิทยาลัย หรือบางอาคารใช้งานระบบโทรศัพท์ไม่ได้

3) ระบบโทรศัพท์ Elastix VoIP

เป็นระบบโทรศัพท์ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตั้งเพิ่มจากระบบเดิมของมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ Software Opensource ที่ชื่อว่า Elastix ซึ่งทำหน้าที่เป็นชุมสายโทรศัพท์ชนิด Digital ซึ่งทำงานคล้ายกับระบบ Cisco VoIP ซึ่งสามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งโทรศัพท์ชนิดตั้งโต๊ะไม่จำกัดยี่ห้อ และสามารถติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ Windows ได้

การเชื่อมต่อสื่อสารจากระบบ Elastix VoIP จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และเชื่อมต่อระบบไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ผ่าน ไอพีเฉพาะที่สามารถสื่อสารกันได้ทั้งสองระบบผ่าน SIP Protocol ซึ่งเป็นช่องทางการเชื่อมต่อกันระหว่าง 2 ระบบ ผ่าน อินเทอร์เน็ตไม่ว่าจะใช้อินเทอร์เน็ตภายในมหาวิทยาลัย หรืออินเทอร์เน็ตภายนอกมหาวิทยาลัย ก็สามารถสื่อสารกับภายในได้ ผ่าน SIP Server ที่ติดตั้งภายในมหาวิทยาลัย ในกรณีที่ต้องการโทรศัพท์ไปยังระบบ Analog ระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP จะทำหน้าที่เชื่อมต่อไปยังระบบ Analog ให้ผ่านอุปกรณ์ ATA

ข้อจำกัดของระบบโทรศัพท์ Elastix VoIP เครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone จำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลาที่ต้องการสื่อสารระหว่างระบบ และเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ต้องติดตั้งโปรแกรม Softphone และให้ผู้ดูแลระบบตั้งค่า Parameter ที่กำหนดสำหรับเชื่อมต่อกับ SIP Server ภายในมหาวิทยาลัย

การติดตั้งและพัฒนาระบบ

การติดตั้งระบบแบ่งการติดตั้งได้ดังนี้

4.1. การติดตั้งโปรแกรม Elastix SIP Server

การติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับทำหน้าที่ SIP Server ซึ่งทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลการลงทะเบียนยืนยันตัวตนการใช้งานเพื่อ Register ระหว่างเครื่องแม่ข่ายไปยังเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โดยมีรายละเอียดการติดตั้งดังนี้

1.1 การติดตั้งโปรแกรม Elastix ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Linux ซึ่งเป็น โปรแกรมประเภทฟรีแวร์ภายใต้ GPL (General Public License) ดังนั้นเราสามารถ Download มาใช้งาน และเรียนรู้ได้อย่างเสรี โดยเวอร์ชันที่เลือกมาใช้งานเป็นเวอร์ชัน 2.5 มีกระบวนการติดตั้งดังนี้

1.1.1 การเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับติดตั้งโปรแกรม Elastix ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(Computer PC) สำหรับทดสอบการใช้งานระบบ เนื่องจากไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Computer Server) โดยใช้คอมพิวเตอร์ที่มีคุณลักษณะดังนี้

- ความเร็วในการประมวลผล Intel® Core™ i5 3.20 GHz
- หน่วยความจำสำรอง RAM DDR3 ขนาด 4 GB
- หน่วยความจำหลัก Hard disk ขนาด 500 GB
- ช่องทางเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต LAN Card ขนาด 1 Gbps

จำนวน 2 การ์ด

1.1.2 การติดตั้งโปรแกรม Elastix 2.5 บนระบบปฏิบัติการ Linux มีขั้นตอนการติดตั้งดังนี้

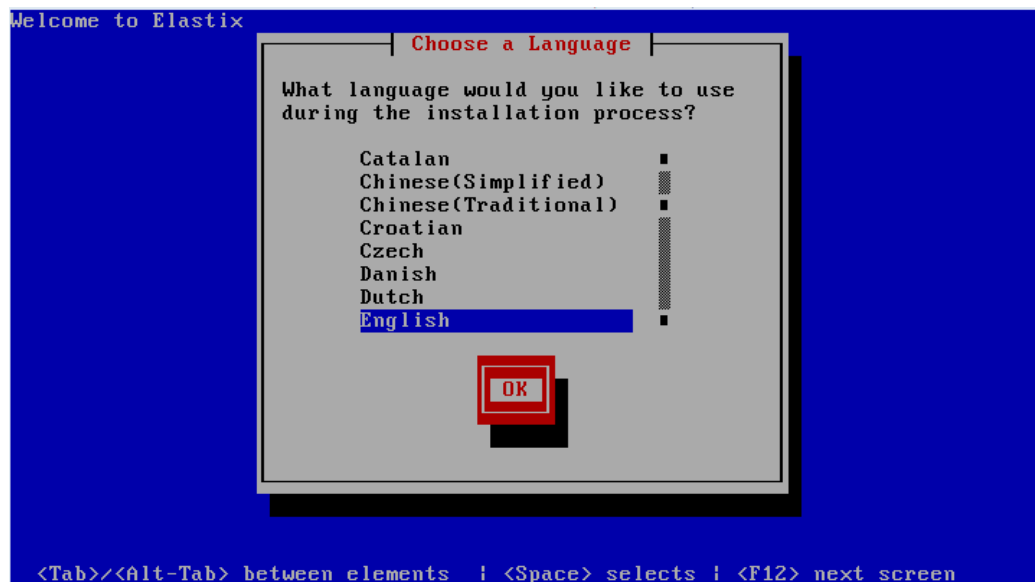
1) ใส่แผ่น CD โปรแกรม Elastix 2.5 เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้น Boot เครื่อง โดยการเซต BIOS ให้ Boot จาก CD/DVD แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูป แล้วทำการกดปุ่ม Enter เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป



```
- To install or upgrade in graphical mode, press the <ENTER> key.
- To install or upgrade in text mode, type: linux text <ENTER>.
- Use the function keys listed below for more information.
[F1-Main] [F2-Options] [F3-General] [F4-Kernel] [F5-Rescue]
boot: _
```

รูปที่ 4.2 การเริ่มขั้นตอนติดตั้งโปรแกรม Elastix

2) เลือกภาษา English ดังรูป



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการติดตั้ง การเลือกภาษา

3) เลือกคีย์บอร์ด US ดังรูป



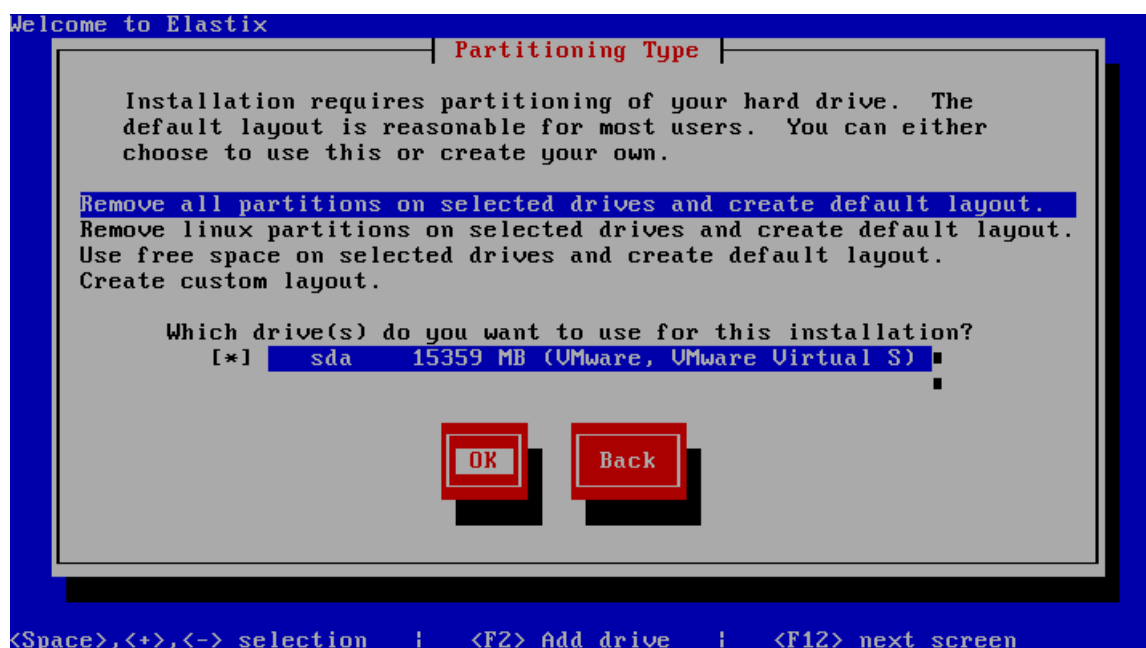
รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการติดตั้ง การเลือกคีย์บอร์ด

4) โปรแกรมติดตั้งแจ้งการลบข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ เลือก Yes ดังรูป



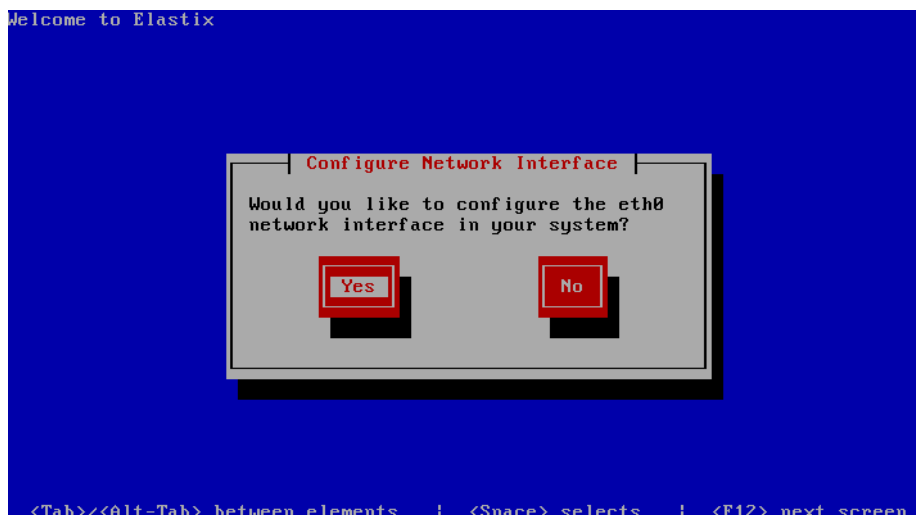
รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการติดตั้ง การลบข้อมูลฮาร์ดดิสก์

5) สั่งโปรแกรมติดตั้งให้ลบข้อมูลทั้งฮาร์ดดิสก์ และยืนยันการลบข้อมูล เลือก Remove all partitions on selected drives and create default layout ดังรูป



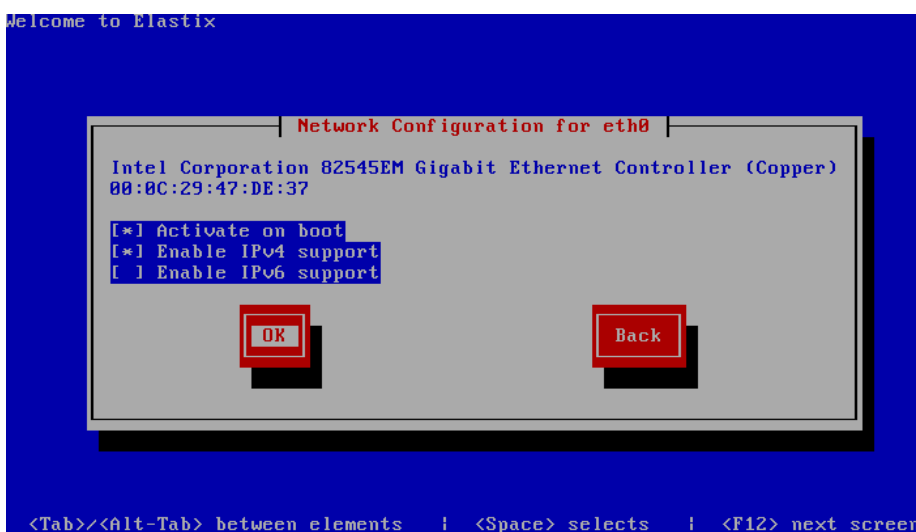
รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการติดตั้ง การติดตั้งให้ลบข้อมูลทั้งฮาร์ดดิสก์

6) การกำหนดค่าคอนฟิกพอร์ตเลนสำหรับสื่อสารระหว่างระบบ eth0 และ eth1 โดยกำหนดให้ eth0 เป็นช่องทางการเชื่อมระบบไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP และ eth1 เป็นช่องทางการเชื่อมระบบไปยังโทรศัพท์มือถือ ดังรูป



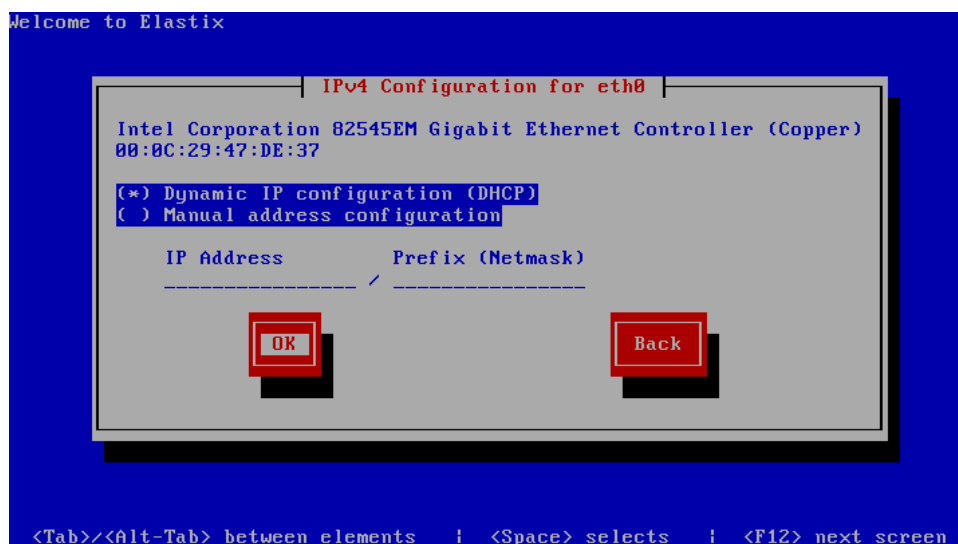
รูปที่ 4.7 ขั้นตอนการติดตั้ง การติดตั้งพอร์ตเลน

7) การเลือก Enable ใอฟีแบบ IPv4 และกำหนดให้ Activate ทุกครั้งเมื่อมีการ Boot เครื่อง สำหรับใช้งานสื่อสารระหว่างระบบ ดังรูป



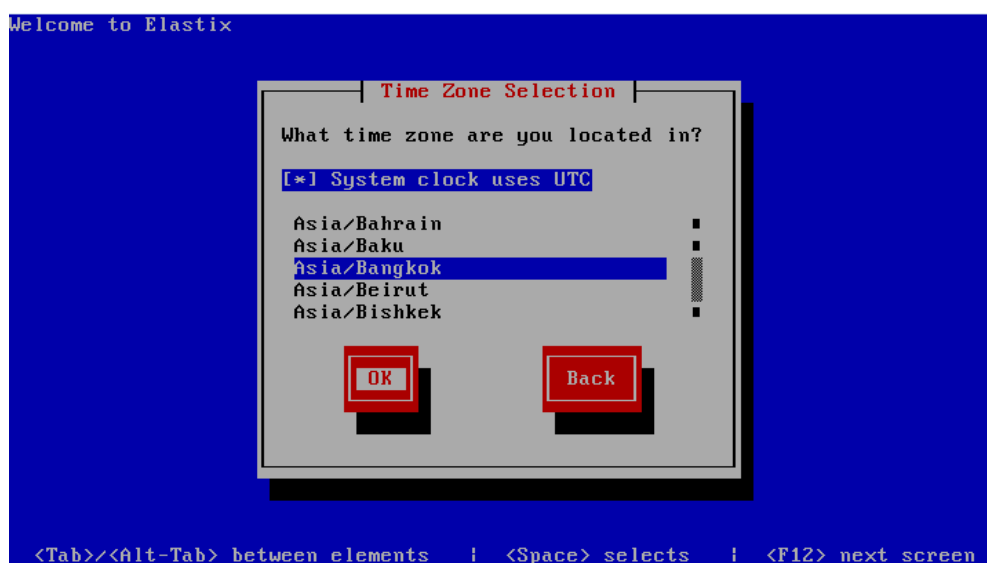
รูปที่ 4.8 การเลือกใอฟีแบบ IPv4 สำหรับใช้งานสื่อสารระหว่างระบบ

8) การกำหนดค่าคอนฟิก IP Address, Subnet Mask สำหรับเชื่อมต่อระหว่างระบบ โดยเลือกใช้งานแบบ Manual และกำหนดค่าเลขหมายไอพีที่ใช้งานสำหรับสื่อสารระหว่างระบบ ทั้ง 2 ช่องทาง ดังรูป



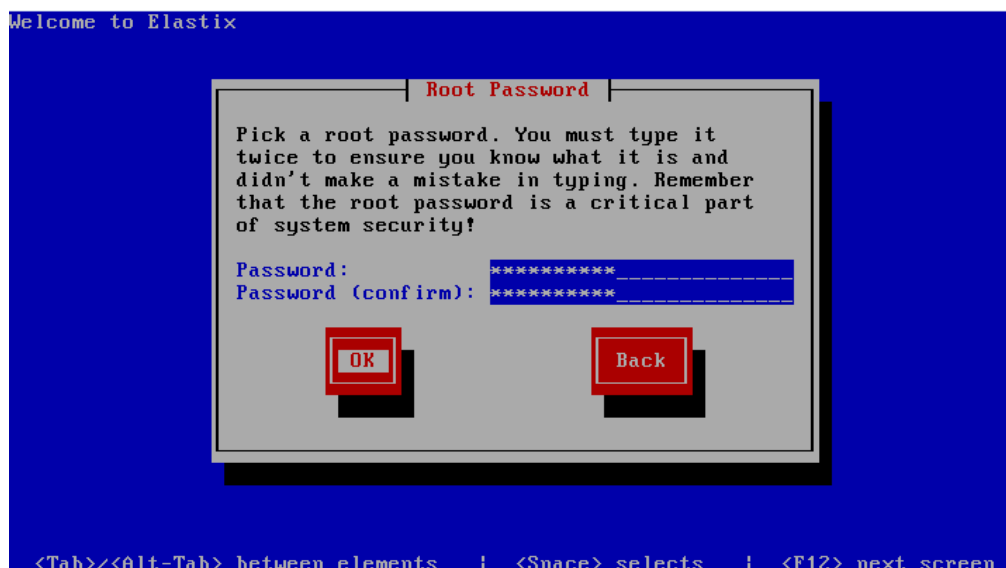
รูปที่ 4.9 การเลือกไอพีแบบ Manual สำหรับใช้งานสื่อสารระหว่างระบบ

9) การเลือก Time Zone โดยเลือก Asia/Bangkok ดังรูป



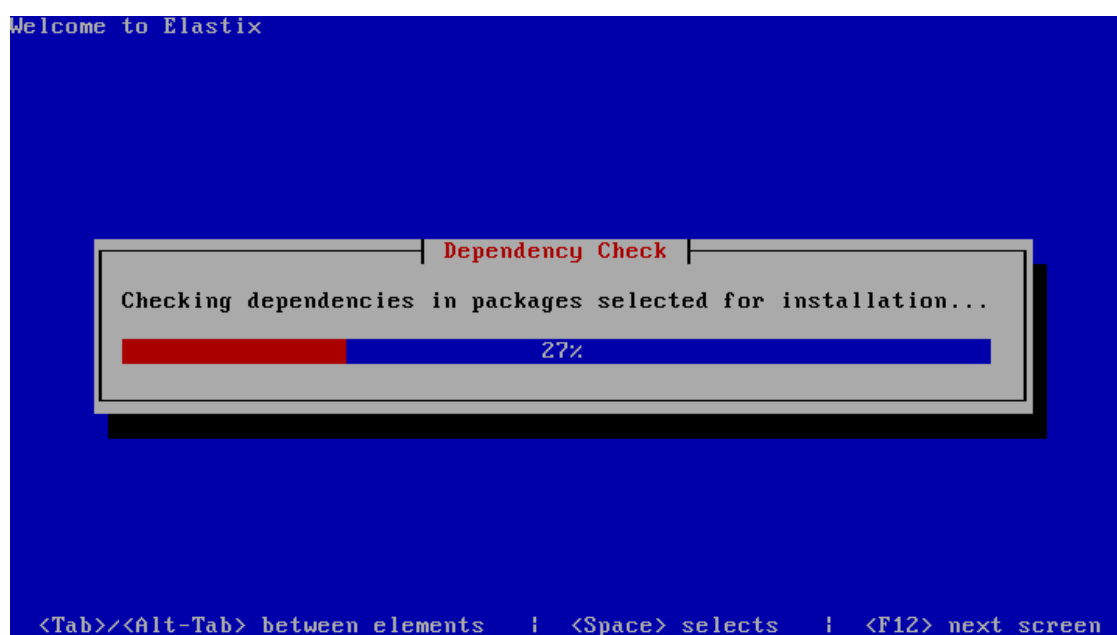
รูปที่ 4.10 การเลือก Time Zone

10) การตั้ง Root Password (รหัสผ่านสำหรับผู้ดูแลระบบสูงสุด) เพื่อป้องกันการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาต ดังรูป



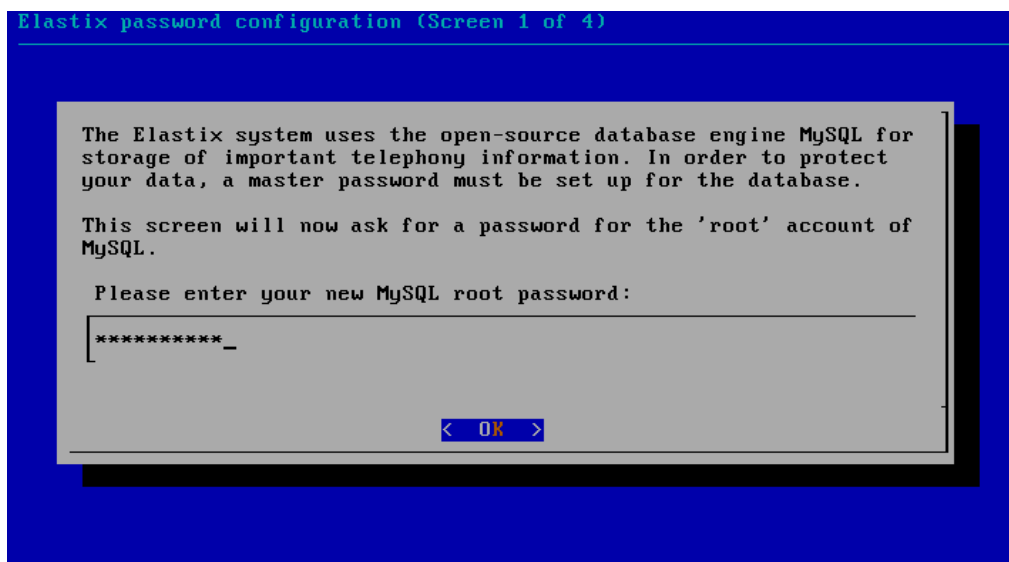
รูปที่ 4.11 การตั้ง Root Password

11) การเริ่มกระบวนการติดตั้งโปรแกรม ดังรูป



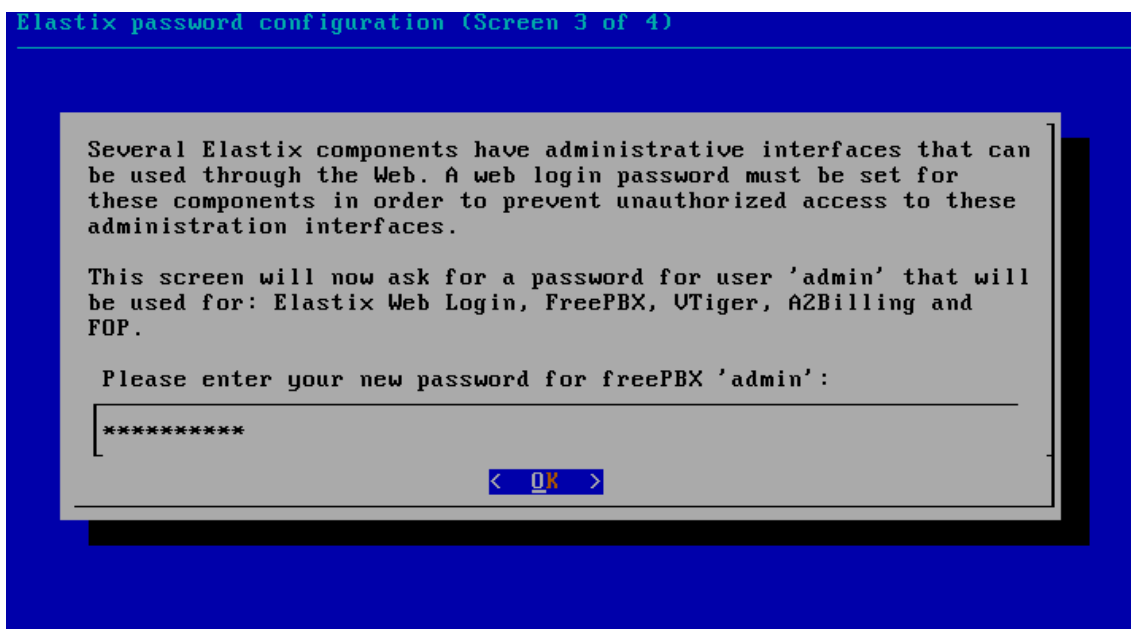
รูปที่ 4.12 การเริ่มกระบวนการติดตั้ง

12) ตั้ง Root Password ของ MySQL (สิทธิการเข้าถึงระบบฐานข้อมูล ดังรูป)



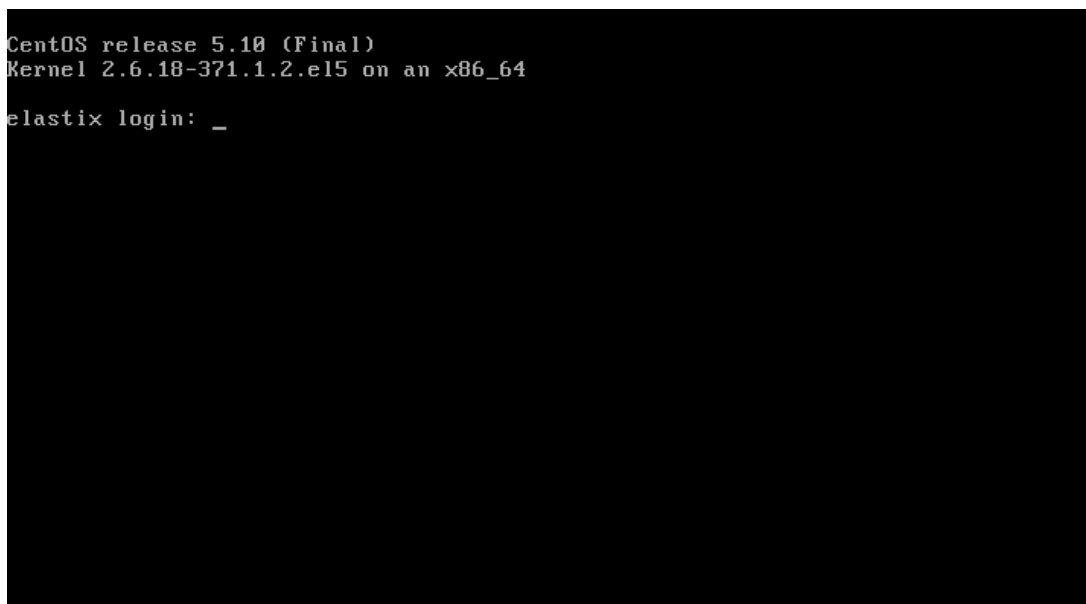
รูปที่ 4.13 ตั้ง Root Password ของ MySQL

13) การตั้งรหัสผ่าน admin (สิทธิการเข้าถึงระบบด้วย User Admin) ดังรูป



รูปที่ 4.14 การตั้งรหัสผ่าน admin เข้า Elastix

14) เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการติดตั้งโปรแกรม Elastix จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูป



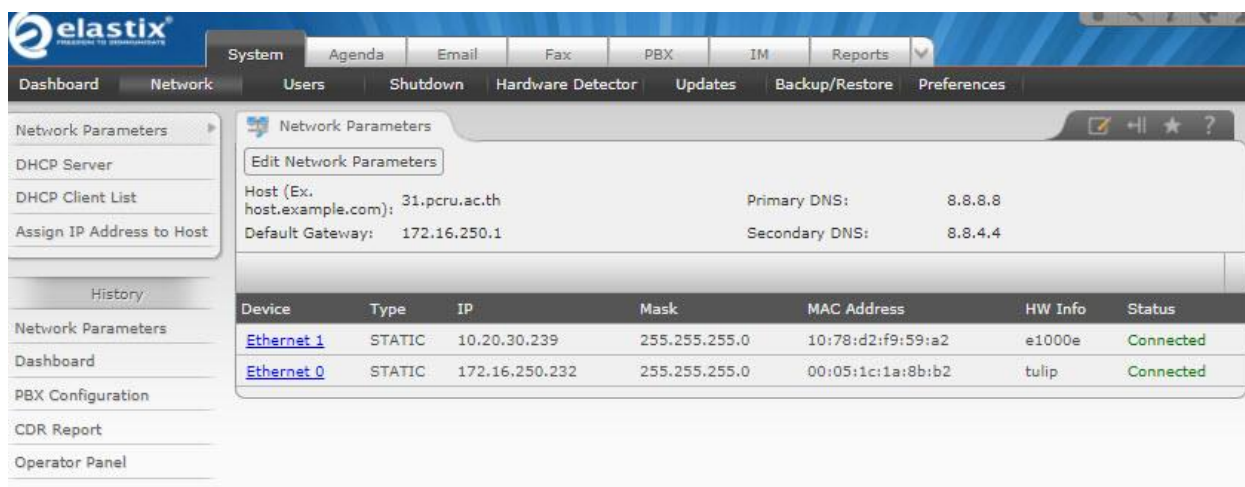
รูปที่ 4.15 หน้าต่างโปรแกรมหลังจากสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม Elastix

2. การเข้าสู่ระบบและตั้งค่าภายในโปรแกรม

การเข้าสู่ระบบเพื่อทำการตั้งค่า Parameter ที่จำเป็นสำหรับใช้งาน มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การเข้าสู่ระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ และเข้าตรวจสอบในส่วนของเมนู Network

Parameter ที่กำหนดไว้บน Card Lan และเช็คสถานะการเชื่อมต่อ Connected ดังรูป



รูปที่ 4.16 หน้าต่างโปรแกรมส่วนของ Network Parameter ภายในโปรแกรม Elastix

2.2 การเข้ากำหนดค่าการเชื่อมต่อไปยังระบบภายนอกได้แก่ ระบบโทรศัพท์

Analog PABX และระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ได้นั้น ต้องสื่อสารผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณที่ติดตั้งอยู่ภายในทั้ง 2 ระบบ โดยต้องกำหนด Parameter ในโปรแกรม Elastix ในส่วนของเมนู Outbound Route เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลคำสั่งเลขที่ขึ้นต้นด้วยเลข 1 ถึงเลข 9 ให้ต่อสายไปยัง SIP Trunks ได้ ดังรูป

The screenshot displays the 'PBX Configuration' interface for editing a route. The left sidebar contains various configuration categories like Basic, Extensions, and Trunks. The main area is titled 'Edit Route' and shows settings for a route named 'outside-cisco'. Key fields include Route Name, Route CID, Route Password, Route Type, Music On Hold, Time Group, and Route Position. Below these are 'Additional Settings' such as PIN Set and a list of 'Dial Patterns that will use this Route'. At the bottom, the 'Trunk Sequence for Matched Routes' is configured with 'cisco' selected for the first trunk. The right-hand panel shows buttons for 'Add Route', '9_outside', and 'outside-cisco'.

รูปที่ 4.17 การกำหนดค่าการเชื่อมต่อไปยังระบบภายนอก ผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณ

2.3 การกำหนดค่า Parameter ในส่วนของ SIP Trunks สำหรับทำหน้าที่ต่อสายออกไปยังระบบโทรศัพท์ภายนอก โดยกำหนดชื่อ Trunk Name และกำหนดค่า Peer โดยใช้เลขหมายไอพีที่ต้องการติดต่อไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP เพื่อให้ระบบ Cisco VoIP สามารถรับค่าเลขหมายจาก SIP Server ได้ ดังรูป

The screenshot displays the 'Edit SIP Trunk' configuration page in the PBX Configuration interface. The left sidebar lists various configuration categories, with 'Trunks' selected. The main content area is divided into several sections:

- General Settings:**
 - Trunk Name: disco
 - Outbound Caller ID: (empty)
 - CID Options: Allow Any CID
 - Maximum Channels: 8
 - Disable Trunk: ☒ Disable
 - Monitor Trunk Failures: ☐ Enable
- Dialed Number Manipulation Rules:**
 - (prepend) + prefix | match pattern
 - + Add More Dial Pattern Fields | Clear all Fields
 - Dial Rules Wizards: (pick one)
 - Outbound Dial Prefix: (empty)
- Outgoing Settings:**
 - Trunk Name: disco
 - PEER Details: host=172.16.250.7, type=peer
- Incoming Settings:**
 - USER Context: (empty)
 - USER Details: (empty)
- Registration:**
 - Register String: (empty)

A 'Submit Changes' button is located at the bottom of the page.

รูปที่ 4.18 การกำหนดค่า Parameter ในส่วนของ SIP Trunks

2.4 การกำหนดค่าสำหรับให้โทรศัพท์ภายนอก สามารถโทรเข้ามาผ่าน SIP Server ผ่านเมนู Inbound Call Control ดังรูป

Edit Route

Delete Route outside-cisco

Route Settings

Route Name : outside-cisco

Route CID:

Route Password:

Route Type: ☐ Emergency ☐ Intra-Company

Music On Hold? : default

Time Group: ---Permanent Route---

Route Position: ---No Change---

Additional Settings

PIN Set : None

Call Recording : Allow

Dial Patterns that will use this Route

() + | [] /

(0) + | [] /

(1) + 1 | [] /

(2) + 2 | [] /

+ Add More Dial Pattern Fields

Dial patterns wizards : (pick one)

Export Dialplans as CSV : [Export](#)

Trunk Sequence for Matched Routes

0 cisco

1

[Add Trunk](#)

Optional Destination on Congestion

Normal Congestion

[Submit Changes](#) [Duplicate Route](#)

Add Route

9_outside

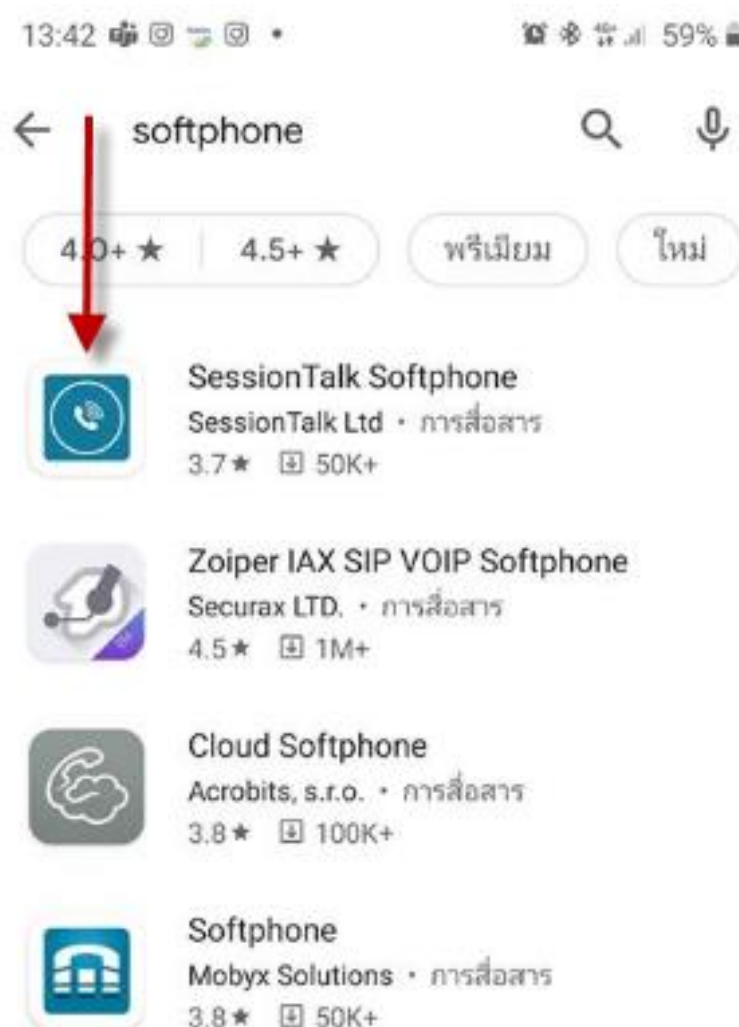
outside-cisco

รูปที่ 4.19 การกำหนดค่าสำหรับให้โทรศัพท์ภายนอก สามารถโทรเข้ามาผ่าน SIP Server

4.2 การติดตั้งโปรแกรม Softphone บนเครื่องโทรศัพท์ Smartphone

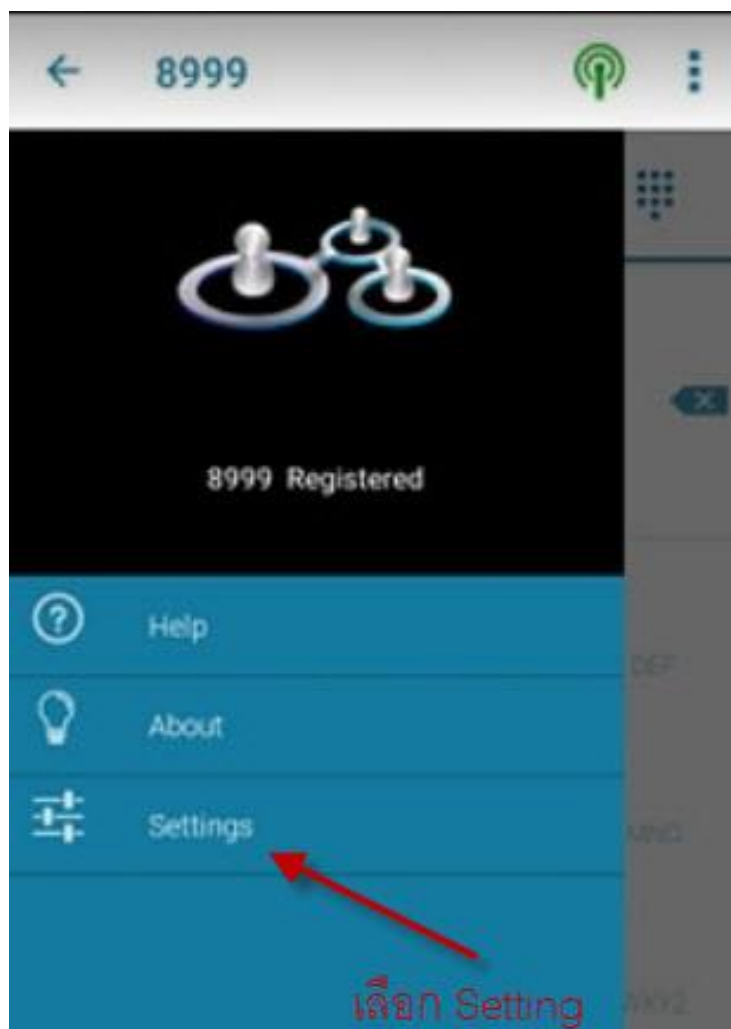
มีรายละเอียดและขั้นตอนการติดตั้ง ดังนี้

1) บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ Android และ IOS สามารถเข้าดาวน์โหลดโปรแกรมที่ Play Store สำหรับ Andorid และ Google play สำหรับ IOS โดยเลือกโปรแกรม Softphone ที่ชื่อว่า Session Talk Softphone ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีสำหรับใช้งานได้ โดยวิธีการติดตั้งทั้งสองระบบจะมีรูปแบบการติดตั้งที่คล้ายกัน ดังรูป



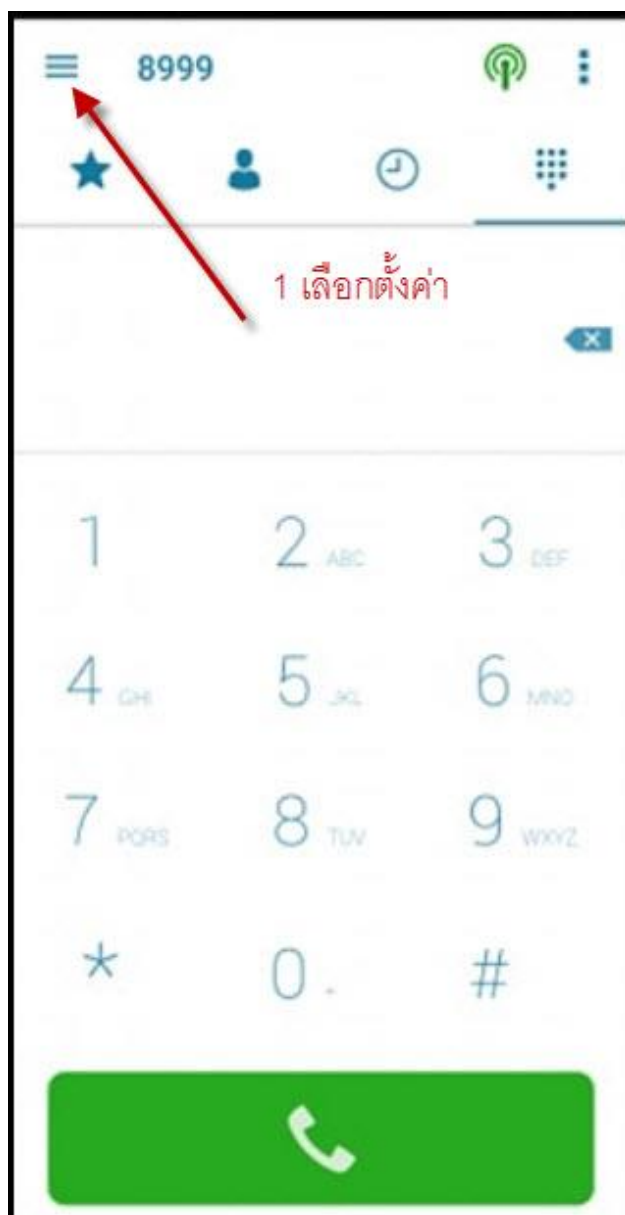
รูปที่ 4.20 การดาวน์โหลดโปรแกรม Softphone ที่ Play Store หรือ Google Play

2) เมื่อดาวน์โหลดบนโทรศัพท์มือถือแล้ว ให้เปิดโปรแกรมและเข้าเมนูการตั้งค่า Setting ดังรูป



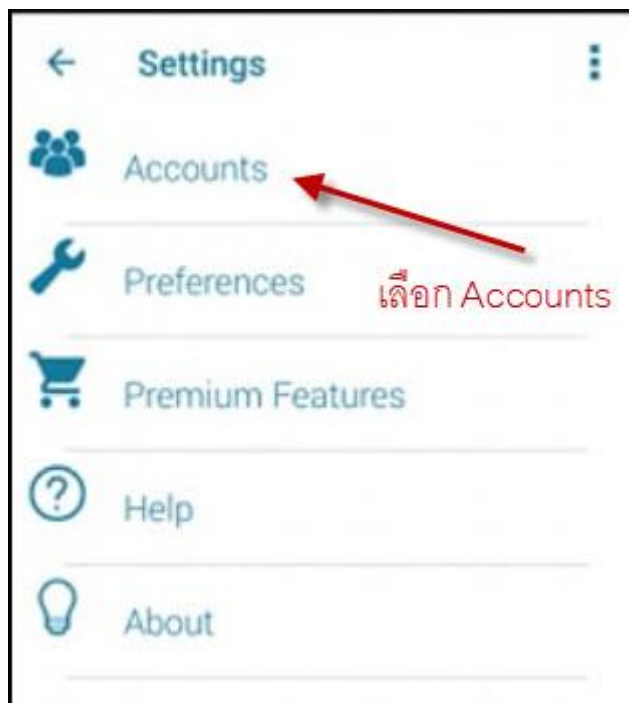
รูปที่ 4.21 การเข้าตั้งค่าโปรแกรม ผ่านเมนูการตั้งค่า Setting

3) เข้าสู่เมนูการตั้งค่า และใส่ค่า Parameter ตามที่กำหนด ดังรูป



รูปที่ 4.22 เมนูการตั้งค่า และใส่ค่า Parameter ตามที่กำหนด

4) เลือกเมนูการเพิ่มผู้ใช้งาน Accounts ดังรูป



รูปที่ 4.23 เมนูการเพิ่มผู้ใช้งาน Accounts

5) เข้าสู่เมนูต่างๆ สำหรับใส่ค่า Parameter ให้สามารถเชื่อมต่อกับ SIP Server ได้ตามที่กำหนด ดังรูป โดยข้อมูลที่ใส่ต้องตรงกับฐานข้อมูลในระบบ SIP Server และพร้อมใช้งาน ดังนี้

- Account Name หมายถึง ชื่อผู้ใช้งาน
- Activate Account หมายถึง การเลือกให้โปรแกรมทำงานทันทีเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง
- User name คือ ข้อมูล ID ของผู้ใช้งาน
- Password คือ รหัสผ่านของผู้ใช้งาน
- Display name คือ ชื่อที่ให้แสดงบนเครื่อง
- Domain name คือ ที่อยู่ของเครื่อง SIP Server ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบ โดยได้กำหนดให้ใช้เป็นไอพีโดเมนของเครื่อง SIP Server ซึ่งเป็นไอพีจริงที่ภายนอกสามารถมองเห็นได้

The image shows a web interface for editing an account. It has a title 'Edit Account' at the top. Below it is a section titled 'User details'. This section contains five fields: 'Account Name' with the value '8999', 'Activate Account' with a toggle switch set to 'Enabled', 'UserName' with the value '8999', 'Password' with masked characters '*****', and 'Display Name' with the value '8999'. Below these is a section titled 'Auth UserName'. At the bottom is a section titled 'Server Details' which contains a 'Domain' field with the value 'voip.pcru.ac.th'. Five red arrows with numbers 1 through 5 point to the following fields: 1 points to 'Account Name', 2 points to 'UserName', 3 points to 'Password', 4 points to 'Display Name', and 5 points to 'Domain'.

Edit Account

User details

Account Name
8999

Activate Account
Enabled

UserName
8999

Password

Display Name
8999

Auth UserName

Server Details

Domain
voip.pcru.ac.th

รูปที่ 4.24 เมนูการตั้งค่า Parameter ให้สามารถเชื่อมต่อกับ SIP Server

4.3 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบแบ่งออกเป็น 3 วิธีทดสอบระบบดังนี้

1) การทดสอบการโทรจากระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone ซึ่งโทรศัพท์ Smartphone ต้องสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลา และต้องอยู่สถานะปิดหน้าจอไว้และเว้นระยะเวลา 1 นาที ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องโทรศัพท์ได้ทำการวางสายเรียบร้อยแล้ว

2) การทดสอบการโทรจากระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone

3) การทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัย

4) การทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัย

การทดสอบที่ 1 การทดสอบการโทรจากระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone

วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบการติดต่อจากระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smart Phone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone

- เพื่อทดสอบการได้ยินเสียงการสนทนาระหว่าง 2 ระบบ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการโทรจากระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smart Phone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง	
	โทรติด	โทรไม่ติด
1. ทดสอบการติดต่อจากระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone (Andorid) ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone	10	0
2. ทดสอบการติดต่อจากระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone (IOS) ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone	8	2
3. เพื่อทดสอบการได้ยินเสียงการสนทนาระหว่าง 2 ระบบ	ชัดเจน	

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.1 พบว่า การโทรศัพท์ที่ติดต่อระหว่าง 2 ระบบสามารถใช้งานได้ตามที่กำหนด แต่มีจำนวน 2 ครั้งที่ไม่สามารถติดต่อไปยังโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ IOS ได้ จากการวิเคราะห์พบว่า ระบบปฏิบัติการ IOS เมื่อปิดหน้าจอเพื่อรอรับสาย ไม่สามารถให้โปรแกรม Softphone ทำงานภายใต้พื้นหลังได้ เนื่องจากเป็นข้อจำกัดด้านระบบรักษาความปลอดภัยของระบบปฏิบัติการ IOS แต่สามารถโทรออกได้ปกติเมื่อเปิดโปรแกรม Softphone

การทดสอบที่ 2 การทดสอบการโทรจากระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ทั้ง Andorid และ IOS ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone ซึ่งโทรศัพท์ Smartphone ต้องสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลา และต้องอยู่สถานะปิดหน้าจอไว้และเว้นระยะเวลา 5 นาที ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องโทรศัพท์ได้ทำการวางสายเรียบร้อยแล้ว

วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบการโทรจากระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ทั้ง Andorid และ IOS ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone
- เพื่อทดสอบการได้ยินเสียงการสนทนาระหว่าง 2 ระบบ

ตารางที่ 4.2 การทดสอบการโทรจากระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง	
	โทรติด	โทรไม่ติด
1. ทดสอบการโทรจากระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone (Andorid) ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone	10	0
2. ทดสอบการโทรจากระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัยไปยังเครื่องโทรศัพท์ Smartphone (IOS) ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone	8	2
3. เพื่อทดสอบการได้ยินเสียงการสนทนาระหว่าง 2 ระบบ	ชัดเจน	

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.2 พบว่า การโทรศัพท์ที่ติดต่อระหว่าง 2 ระบบสามารถใช้งานได้ตามที่กำหนด แต่มีจำนวน 2 ครั้งที่ไม่สามารถติดต่อไปยังโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ IOS ได้ จากการวิเคราะห์พบว่า ระบบปฏิบัติการ IOS เมื่อปิดหน้าจอเพื่อรอรับสาย ไม่สามารถให้โปรแกรม Softphone ทำงานภายใต้พื้นหลังได้ เนื่องจากเป็นข้อจำกัดด้านระบบรักษาความปลอดภัยของระบบปฏิบัติการ IOS แต่สามารถโทรออกได้ปกติเมื่อเปิดโปรแกรม Softphone

การทดสอบที่ 3 การทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smart Phone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัย ทั้ง Andorid และ IOS ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone

วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัย
- เพื่อทดสอบการได้ยินเสียงการสนทนาระหว่าง 2 ระบบ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smart Phone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัย

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง	
	โทรติด	โทรไม่ติด
1. การทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smart Phone (Andorid) ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัย	10	0
2. การทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smart Phone (IOS) ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัย	10	0
3. เพื่อทดสอบการได้ยินเสียงการสนทนาระหว่าง 2 ระบบ	ชัดเจน	

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.3 พบว่า การโทรศัพท์จากโทรศัพท์ Smartphone ติดต่อไปยังระบบโทรศัพท์ Analog ภายในมหาวิทยาลัย สามารถใช้งานได้ตามที่กำหนด

การทดสอบที่ 4 การทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone
โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัย ทั้ง Andorid และ IOS ที่ติดตั้งโปรแกรม
Softphone

วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone
โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัย
- เพื่อทดสอบการได้ยินเสียงการสนทนาระหว่าง 2 ระบบ

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smart Phone ที่ติดตั้งโปรแกรม
Softphoneโทรไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัย

หัวข้อการทดสอบ	ผลการทำงาน 10 ครั้ง	
	โทรติด	โทรไม่ติด
1. ทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smartphone (Andorid) ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphoneโทรไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัย	10	0
2. ทดสอบการโทรจากเครื่องโทรศัพท์ Smartphone (IOS) ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone โทรไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัย	10	0
3. เพื่อทดสอบการได้ยินเสียงการสนทนาระหว่าง 2 ระบบ	ชัดเจน	

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.4 พบว่า การโทรศัพท์จากโทรศัพท์ Smartphone
ติดต่อไปยังระบบโทรศัพท์ Cisco VoIP ภายในมหาวิทยาลัย สามารถใช้งานได้ตามที่กำหนด

4.4 การประเมินความพึงพอใจ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม แยกตามสถานะ ดังนี้

1. สถานะ จากการสำรวจพบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม และยินยอมติดตั้งโปรแกรม Softphone บนโทรศัพท์ Smartphone ทั้งหมดจำนวน 56 คน ส่วนใหญ่เป็นเจ้าหน้าที่จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 73.21 % อาจารย์จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 26.79 % ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามสถานภาพ

1. สถานะ	จำนวน	ร้อยละ
อาจารย์	15	26.79
เจ้าหน้าที่	41	73.21
รวม	56	100

2. ระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์ Smartphone ของผู้ใช้งาน

จากการสำรวจ ได้ผลข้อมูลตามลำดับ ดังนี้ระบบปฏิบัติการส่วนมาก ผู้ใช้งานใช้ระบบปฏิบัติการ Android จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 80.36 % และระบบปฏิบัติการ IOS จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 19.64 % ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระบบปฏิบัติการที่ใช้งานบน โทรศัพท์มือถือ Smartphone

2. ระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์ Smartphone ของผู้ใช้งาน	จำนวน	ร้อยละ
ระบบปฏิบัติการ IOS	11	19.64
ระบบปฏิบัติการ Android	45	80.36
รวม	56	100

3. การใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต ของผู้ใช้งาน

จากการสำรวจ ได้พบข้อมูลตามลำดับ ดังนี้ จำนวนผู้ใช้งานภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีจำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 67.86 % และจำนวนผู้ใช้งานผ่านใช้ Wi-Fi ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 32.14 % ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 จำนวนและร้อยละของผู้ใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต

3. การใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต	จำนวน	ร้อยละ
ใช้ Wi-Fi ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	18	32.14
ใช้งานภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	38	67.86
รวม	56	100

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในการใช้ระบบ

1. ผลการสำรวจความพึงพอใจการใช้งาน ด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรม บนโทรศัพท์มือถือ ได้ข้อมูลรายละเอียด ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ความพึงพอใจการใช้งาน ด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรม บนโทรศัพท์มือถือ

1.ความพึงพอใจการใช้งาน ด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรม บนโทรศัพท์มือถือ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน	ร้อยละ	ระดับ
1.1 โปรแกรมที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มีฟังก์ชันการทำงานเพียงพอต่อความต้องการ	3.82	0.61	76.42	ดี
1.2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องโทรศัพท์ง่ายและสะดวก	3.82	0.61	76.42	ดี
1.3 วิธีการใช้งานโทรศัพท์ไม่ซับซ้อน	3.82	0.61	76.42	ดี
รวม	3.82	0.61	76.42	ดี

2. ผลการสำรวจความพึงพอใจการใช้งาน ด้านการทำงานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ ได้ข้อมูลรายละเอียด ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจการใช้งาน ด้านการทำงานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ

2.ความพึงพอใจการใช้งาน ด้านการทำงานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน	ร้อยละ
2.1 ขั้นตอนการใช้งานง่ายและสะดวก	4.27	0.50	85.36
2.2 ไม่มีสัญญาณรบกวนหรือสายหลุด ระหว่างสนทนา	4.25	0.51	85.00
2.3 เสียงการสนทนาชัดเจนทั้งผู้รับและผู้ส่ง	4.25	0.51	85.00
รวม	4.26	0.48	85.12

3. ผลการสำรวจความพึงพอใจการใช้งาน ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ ได้ข้อมูลรายละเอียด ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ความพึงพอใจการใช้งาน ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ VoIP โทรศัพท์มือถือ

3.ความพึงพอใจการใช้งาน ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน	ร้อยละ
3.1 เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลได้มากขึ้น	4.59	0.49	91.78
3.2 ลดค่าใช้จ่ายในการโทรเข้าระบบโทรศัพท์มือถือระหว่างบุคคลได้มากขึ้น	4.59	0.49	91.78
3.3 คาดว่าจะแนะนำให้ผู้อื่นในหน่วยงานเข้าร่วมใช้งานระบบ	4.61	0.46	92.14
รวม	4.60	0.44	91.90

4. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

1. ดีมาก ช่วยประหยัดค่าโทร และสะดวกในการติดต่อ
2. สะดวกดีมาก
3. สะดวกดีครับ
4. เครื่องไอโฟน ติดต่อไม่ค่อยได้

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol ดังสรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย การทำงานของระบบ

1. สรุปผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) ได้พัฒนาระบบรองรับการให้บริการอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภายในหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์บนโต๊ะสำนักงานได้ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย
- 2) ได้ระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้งานโทรติดต่อกับหน่วยงานภายในของมหาวิทยาลัยโดยไม่มีค่าใช้จ่าย ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่
- 4) ได้ทราบผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพการทำงานของระบบการสื่อสารโทรศัพท์ระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่และโทรศัพท์บนโต๊ะทำงานภายในมหาวิทยาลัย

5.2. สรุปผลตามขอบเขตของงานวิจัย

หลังจากทดสอบระบบในด้านต่างๆ แล้วนั้น พบว่าระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol เป็นระบบที่สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้บริการโดยผู้ใช้บริการสามารถเข้าใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือ Smartphone โดยผู้ใช้งานสามารถติดต่อสื่อสารผ่านโทรศัพท์มือถือมายังเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะสำนักงานภายในมหาวิทยาลัย ได้ แม้ผู้ใช้บริการไม่ได้อยู่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และผู้ใช้โทรศัพท์ตั้งโต๊ะภายในมหาวิทยาลัยสามารถโทรติดต่อสื่อสารไปยังผู้ใช้งานบนโทรศัพท์ Smartphone ได้ทันทีจากเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะภายในมหาวิทยาลัย ไปยังโทรศัพท์มือถือ Smartphone ที่ติดตั้งโปรแกรม Softphone ได้โดยไม่เสียค่าบริการใดๆ ทำให้สะดวกในการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลได้อย่างรวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่าย แต่ยังมีข้อจำกัดบางอย่างที่ทำให้ไม่สามารถสื่อสารระหว่างระบบได้ เช่น ระบบโทรศัพท์ที่เป็น IOS ไม่สามารถให้โปรแกรม Softphone ทำงานภายใต้พื้นหลังได้ ทำให้บางครั้ง การรอรับสายบนระบบปฏิบัติการ IOS ไม่สามารถติดต่อได้ในบางครั้ง

จากการทดสอบการใช้งาน พบว่า ระบบสามารถช่วยให้ผู้ใช้บริการมีความสะดวกในการใช้งานและช่วยให้มหาวิทยาลัยมีช่องทางการติดต่อสื่อสาร สามารถทำงานได้ทุกที่ทุกเวลาโดยใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยที่คุณภาพของเสียงที่ติดต่อสื่อสารกัน อยู่ในระดับคุณภาพที่ชัดเจนแม้จะมีการใช้งานต่างพื้นที่ ต่างจังหวัดผ่านโครงข่าย ADSL หรือ โครงข่ายโทรศัพท์ 3G แสดงในตาราง 5.1 และ ตาราง 5.2

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการใช้งานต่างระบบปฏิบัติการบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smartphone

หัวข้อ การใช้งานต่างระบบปฏิบัติการบนเครื่อง โทรศัพท์มือถือ Smart Phone	ผลการทำงาน		หมายเหตุ
	ได้	ไม่ได้	
1. โทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัยไปยัง โทรศัพท์มือถือ Smartphone (IOS)	✓		ข้อจำกัดของระบบปฏิบัติการ IOS บางครั้งไม่สามารถทำงานบนพื้นหลัง ได้ ทำให้บางครั้ง ไม่สามารถโทรเข้า ไปหาโทรศัพท์ที่เป็น IOS ได้
2. โทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัยไปยัง โทรศัพท์มือถือ Smartphone (Android)	✓		
3. การโทรศัพท์ระหว่างโทรศัพท์มือถือ Smartphone (Android, IOS)	✓		ข้อจำกัดของระบบปฏิบัติการ IOS บางครั้งไม่สามารถทำงานบนพื้นหลัง ได้ ทำให้บางครั้ง ไม่สามารถโทรเข้า ไปหาโทรศัพท์ที่เป็น IOS ได้

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการใช้งานเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

หัวข้อขอบเขต การใช้งานที่โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ต	ผลการทำงาน		หมายเหตุ
	ได้	ไม่ได้	
1. ผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือ Smartphone ใช้ งานผ่านอินเทอร์เน็ต Wi-Fi ภายใน มหาวิทยาลัย	✓		
2. ผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือ Smartphone ใช้ งานผ่านอินเทอร์เน็ต ภายนอกมหาวิทยาลัย	✓		มีข้อจำกัดเรื่องความเร็วของ สัญญาณอินเทอร์เน็ตในบางพื้นที่

5.3 ข้อจำกัดของระบบ

ข้อจำกัดของการพัฒนาระบบการจัดการสื่อสารด้วยเทคโนโลยี Voice over IP ผ่านเว็บมหาวิทยาลัย มีข้อจำกัดที่ต้องมีการพัฒนาต่อ ดังนี้

1. ข้อจำกัดของระบบโทรศัพท์ที่เป็น IOS ไม่สามารถให้โปรแกรม Softphone ทำงานภายใต้พื้นที่หลังได้ ทำให้บางครั้ง การรองรับสายในเครื่องโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ IOS ไม่สามารถติดต่อได้ในบางครั้ง
2. เครื่องคอมพิวเตอร์ Server ที่รองรับการทำงานในงานวิจัยนี้ เป็นเพียงเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะที่ไม่เหมาะสมกับการใช้งานจริง รองรับการทำงานได้ไม่มากนัก
3. โทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน บางเครื่องไม่สามารถติดตั้งโปรแกรม Softphone ได้เนื่องจากเป็นโทรศัพท์รุ่นเก่า ไม่รองรับ SIP Protocol ได้
4. ผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือ ยังไม่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตชนิด 3G หรือ 4G ต้องใช้งานผ่าน Wi-Fi เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถติดต่อได้ในกรณีที่ไม่ได้เชื่อมต่อสัญญาณ Wi-Fi

5.4 ข้อเสนอแนะการทำงานของระบบ

ข้อเสนอแนะของการพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol สามารถแยกออกเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. โปรแกรม Softphone สำหรับติดตั้งบนโทรศัพท์ IOS ต้องพยายามหาโปรแกรมที่สามารถทำงานบนพื้นหลัง เพื่อให้สามารถสแตนด์บายรองรับสายได้ตลอดเวลา
2. การใช้งานจริงของระบบ สำหรับองค์กรหรือหน่วยงานขนาดใหญ่ ต้องติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ที่สามารถรองรับการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ผู้ใช้งานโทรศัพท์ต้องพยายามซื้อแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ เพื่อให้สามารถรองรับสายได้ตลอดเวลา

5.5 สรุปผลการวิจัย แบบสอบถามความพึงพอใจการทำงานของระบบ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้ใช้บริการระบบ มีจำนวน 56 คน จากการวิเคราะห์ผล โดยรวมมีผลประเมินเฉลี่ย 4.22 และ ส่วนเบี่ยงเบน (SD) 0.65 โดยรวมอยู่ในระดับมาก และสามารถแบ่งเป็นด้านได้ ดังนี้

1. ด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรม บนโทรศัพท์มือถือ ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจ โดยรวมอยู่ในระดับดี ทุกข้อในระดับเดียวกัน ค่าเฉลี่ย 3.82 คิดเป็นร้อยละ 76.42% ดังนี้ โปรแกรมที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มีฟังก์ชันการทำงานเพียงพอต่อความต้องการ, ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องโทรศัพท์ง่ายและสะดวก, วิธีการใช้งานโทรศัพท์ไม่ซับซ้อน

จากการวิเคราะห์ พบว่าการติดตั้งโปรแกรมยังมีความซับซ้อนมากพอสมควร เนื่องจากต้องให้ทางผู้วิจัยดำเนินการตั้งค่า Parameter ต่างๆ ให้ตรงกับที่ระบบ SIP Server ต้องการ ซึ่งเป็นการตั้งค่าด้านเทคนิค ทำให้ผู้ใช้งานไม่สะดวกในการตั้งค่าเองทำให้ถูกมองว่าค่อนข้างซับซ้อน

2. ด้านการทำงานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีทุกข้อ เรียงตามลำดับดังนี้ ขั้นตอนการใช้งานง่ายและสะดวก ค่าเฉลี่ย 4.27 คิดเป็นร้อยละ 58.36%, ไม่มีสัญญาณรบกวนหรือสายหลุด ระหว่างสนทนา และ เสียงการสนทนาชัดเจนทั้งผู้รับและผู้ส่งอยู่ระดับเดียวกัน ค่าเฉลี่ย 4.25 คิดเป็นร้อยละ 85.00 % ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ พบว่าผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถเปิดโปรแกรม Softphone จากโทรศัพท์มือถือ แล้วโทรออกไปยังเครื่องโทรศัพท์ตั้งโต๊ะภายในมหาวิทยาลัยได้ทันที ทำให้มองว่ามีความสะดวกในการใช้งานดี แม้จะไม่อยู่ภายในมหาวิทยาลัย

3. ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีมากทุกข้อ เรียงตามลำดับดังนี้ คาดว่าจะแนะนำให้ผู้อื่นในหน่วยงานเข้าร่วมใช้งานระบบ ค่าเฉลี่ย 4.61 คิดเป็นร้อยละ 92.14 % , เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลได้มากขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในการโทรเข้าระบบโทรศัพท์มือถือระหว่างบุคคลได้มากขึ้น อยู่ระดับเดียวกัน ค่าเฉลี่ย 4.59 คิดเป็นร้อยละ 91.78 %

จากการวิเคราะห์ พบว่าผู้ใช้งานระบบโทรศัพท์ภายในผ่านโทรศัพท์มือถือ Smartphone มีความพึงพอใจการใช้งานระบบในระดับดีมาก เนื่องจากสามารถเพิ่มช่องทางการสื่อสารทั้งภายในและภายนอก เพื่อติดต่อระหว่างบุคคล โดยลดค่าใช้จ่ายจากค่าโทรศัพท์มือถือและค่าโทรศัพท์พื้นฐาน และคาดว่าจะแนะนำให้ผู้อื่นภายในหน่วยงานติดตั้งระบบเพื่อใช้งาน จึงทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

5.6 ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบโทรศัพท์และการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ด้วยเทคโนโลยี VoIP ผ่าน SIP Protocol ความพึงพอใจผู้ใช้งานด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรม บนโทรศัพท์มือถือ และด้านการทำงานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ อยู่ในระดับที่ดี แต่ยังคงมีบางส่วนที่มีปัญหาการใช้งานเช่น ปัญหาการติดตั้งโปรแกรมบนโทรศัพท์ Smartphone ซึ่งผู้ใช้งานไม่สามารถตั้งค่า Parameter เองได้ และปัญหาโปรแกรม Softphone ที่ติดตั้งบนโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ IOS ยังมีปัญหาการทำงานบนพื้นหลัง ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สามารถช่วยให้มีแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข การวางแผนการปรับปรุงการให้บริการอย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานให้มากยิ่งขึ้นต่อไป

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ สุวรรณราช. 2551 . ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP-PBX ด้วย Asterisk .

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ออฟเซตเพรส .

กิตติมา ปรีดีลภ . 2529 . ทฤษฎีบริหารองค์การ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร .

ธงชัย สันติวงษ์ . 2530 . องค์การและการบริหารการศึกษาการจัดการแผนใหม่

Organization and management. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช .

พิน คงพล . 2529 . ความพึงพอใจที่มีต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของคณะกรรมการ

การประถม ศึกษาจังหวัดใน 14 จังหวัดภาคใต้. ปรินญานิพนธ์ กศ. ม. สงขลา :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา .

พิมล เมฆสวัสดิ์. 2549 .การประเมินคุณภาพการบริการสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัย-

ศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ : สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .

วุฒิชัย จ่านง . 2525 . การจูงใจในองค์การธุรกิจ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ .

บุญชม ศรีสะอาด. 2545. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน, 2535.

Morse, Nancy C. 1958 . **Satisfaction in the White Collar Job**. Michigan :University of Michigan.

Newcumer, Mabel. 1995 . **The Big Business Executive**. New York : Columbia University .

Millet, John D. 1954 . **Management in Public Service**. New York : McGraw-Hill .

ภาคผนวก

**แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบโทรศัพท์ภายในผ่านเครื่องโทรศัพท์มือถือ
Smartphone มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ แบบออนไลน์ผ่านเว็บไซต์สำนักวิทยบริการและ
เทคโนโลยีสารสนเทศ**

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบโทรศัพท์ภายในผ่านเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smartphone มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. สถานะ

- ☐ อาจารย์
☐ เจ้าหน้าที่

2. ระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์ Smart Phone
ของผู้ใช้งาน

- ☐ ระบบปฏิบัติการ IOS
☐ ระบบปฏิบัติการ Android

3. การใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต

- ☐ ใช้ Wi-Fi ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
☐ ใช้งานภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจแบ่งเป็น 5 ระดับ โดย 5 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ดีมาก และ 1 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ควรปรับปรุง
โปรดเลือก ในช่องระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการแต่ละด้านที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจแบ่งเป็น 5 ระดับ โดย 5 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ดีมาก และ 1 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ควรปรับปรุง
โปรดเลือก ในช่องระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการแต่ละด้านที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1.ด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรม บนโทรศัพท์มือถือ					
1.1 โปรแกรมที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มีฟังก์ชันการทำงานเพียงพอต่อความต้องการ	☐	☐	☐	☐	☐
1.2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องโทรศัพท์ง่ายและสะดวก	☐	☐	☐	☐	☐
1.3 วิธีการใช้งานโทรศัพท์ไม่ซับซ้อน	☐	☐	☐	☐	☐
2. ด้านการทำงานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ					
2.1 ขั้นตอนการใช้งานง่ายและสะดวก	☐	☐	☐	☐	☐
2.2 ไม่มีสัญญาณรบกวนหรือสายหลุด ระหว่างสนทนา	☐	☐	☐	☐	☐
2.3 เสียงการสนทนาชัดเจนทั้งผู้รับและผู้ส่ง	☐	☐	☐	☐	☐
3. ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ					
3.1 เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลได้มากขึ้น	☐	☐	☐	☐	☐
3.2 ลดค่าใช้จ่ายในการโทรในระบบโทรศัพท์มือถือระหว่างบุคคลได้มากขึ้น	☐	☐	☐	☐	☐
3.3 คาดว่าจะแนะนำให้ผู้อื่นในหน่วยงานเข้าร่วมใช้งานระบบ	☐	☐	☐	☐	☐
ข้อเสนอแนะอื่นๆ					
โปรดแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อปรับปรุงการทำงานของระบบ					

บันทึก

สรุปผลแบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบโทรศัพท์ภายในผ่านเครื่องโทรศัพท์มือถือ Smartphone มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด 56 คน ผลการประเมินเฉลี่ย (AVG) 4.22 ส่วนเบี่ยงเบน (SD) 0.65

อยู่ในระดับมาก

ข้อมูลพื้นฐาน

หมวดหมู่	รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. สถานที่		56	100.00
	อาจารย์	15	26.79
	เจ้าหน้าที่	41	73.21
2. ระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์ Smart Phone ของผู้ใช้งาน		56	100.00
	ระบบปฏิบัติการ IOS	11	19.64
	ระบบปฏิบัติการ Android	45	80.36
3. การใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต		56	100.00
	ใช้ Wi-Fi ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	18	32.14
	ใช้งานภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	38	67.86

รายละเอียดผลการประเมิน

หมวดหมู่	คำถามแบบประเมิน	5	4	3	2	1	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน	ร้อยละ
1.ด้านอุปกรณ์และการติดตั้งโปรแกรม บนโทรศัพท์มือถือ		18	102	48	0	0	3.82	0.61	76.42
	1.1 โปรแกรมที่ติดตั้งบนเครื่องโทรศัพท์มีฟังก์ชันการทำงานเพียงพอต่อความต้องการ	6	34	16	0	0	3.82	0.61	76.42
	1.2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องโทรศัพท์ง่ายและสะดวก	6	34	16	0	0	3.82	0.61	76.42
	1.3 วิธีการใช้งานโทรศัพท์ไม่ซับซ้อน	6	34	16	0	0	3.82	0.61	76.42
2. ด้านการใช้งานของระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ		49	113	6	0	0	4.26	0.48	85.12
	2.1 ขั้นตอนการใช้งานง่ายและสะดวก	17	37	2	0	0	4.27	0.50	85.36
	2.2 ไม่มีสัญญาณรบกวนหรือสายหลุด ระหว่างสนทนา	16	38	2	0	0	4.25	0.51	85.00
	2.3 เสียงการสนทนาชัดเจนทั้งผู้รับและผู้ส่ง	16	38	2	0	0	4.25	0.51	85.00
3. ด้านความสะดวกในการใช้งานระบบ VoIP บนโทรศัพท์มือถือ		100	68	0	0	0	4.60	0.44	91.90
	3.1 เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลได้มากขึ้น	33	23	0	0	0	4.59	0.49	91.78
	3.2 ลดค่าใช้จ่ายในการโทรในระบบโทรศัพท์มือถือระหว่างบุคคลได้มากขึ้น	33	23	0	0	0	4.59	0.49	91.78
	3.3 คาดว่าจะแนะนำให้ผู้อื่นในหน่วยงานเข้าร่วมใช้งานระบบ	34	22	0	0	0	4.61	0.46	92.14
ผลการประเมินรวม		167	283	54	0	0	4.22	0.65	84.48

ข้อคิดเห็น

หมวดหมู่	รายการ	ข้อคิดเห็น
ข้อเสนอแนะอื่นๆ		
	โปรดแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อปรับปรุงการทำงานของระบบ	
		ดีมาก ช่วยประหยัดค่าโทร และสะดวกในการติดต่อ
		สะดวกดีมาก
		สะดวกดีครับ
		เครื่องไอโฟน ติดต่อไม่ค่อยได้

รายชื่อผู้ลงทะเบียนเข้าร่วมทดสอบระบบ

ลำดับที่	เลขหมาย	ชื่อผู้ใช้งาน	หน่วยงานที่สังกัด
1	8806	อาจารย์กนกวรรณ นวาวัดน์	อาจารย์สาขาวิชาภาษาต่างประเทศ
2	8807	สุนีย์ ทองนิล	แม่บ้านงานกายภาพ ตึก9
3	8808	ภาวณี พรหมสวย	สำนักงานอธิการบดี งานกายภาพ
4	8809	รลิตา หนูตะเภา	สำนักงานอธิการบดี งานกายภาพ
5	8810	พลหิส์ ละมัย	สำนักงานอธิการบดี งานกายภาพ
6	8811	ขวัญชัย แก่นไทย	ส่งเสริม
7	8812	ชวน พลคองนอก	แม่บ้านสำนักงานอธิการบดี
8	8813	นางสาวไพรินทร์ เคชะ	สำนักงานอธิการบดี
9	8814	นางสุวรรณี พุฒตรง	สำนักงานอธิการบดี
10	8815	นายชัยวัช	สำนักงานอธิการบดี
11	8816	นส อำภาพร นาคเพชร	สำนักงานอธิการบดี
12	8817	ธัญรัตน์	สำนักงานอธิการบดี ทักษิณ
13	8818	นางอาทิตย์า ฉิมมา	สำนักงานอธิการบดี
14	8819	นางสาวปาริชาติ ยศปาน	สำนักงานอธิการบดี
15	8821	มัทนา รามศิริ	สำนักวิทยบริการ
16	8822	อุดมศักดิ์ ภู่มิล	สำนักวิทยบริการ
17	8823	ดวงใจ คำทิพย์	สำนักวิทยบริการ
18	8824	รัตนา ชนมัย	สำนักวิทยบริการ
19	8825	จงรักษ์ ชาติชนวัฒน์	สำนักวิทยบริการ
20	8828	สุภาวดี แจ่มจันทร์	สำนักวิทยบริการ

21	8831	ปนัดดา วงศ์โสม	สำนักวิทยบริการ
22	8832	สกาเตือน อ่อนโธ	สำนักวิทยบริการ
23	8833	นายชนวัฒน์ เกลิมพงษ์	สำนักวิทยบริการ
24	8834	เสาวณีย์ ศรีทวงค์	สำนักวิทยบริการ
25	8835	นิยม กองยัง	สำนักวิทยบริการ
26	8836	สังเวียน จินดา	สำนักวิทยบริการ
27	8837	ไพโรจน์ ใจใหญ่	สำนักวิทยบริการ
28	8838	อภิรักษ์ อุ่นดี	สำนักวิทยบริการ
29	8839	ณัฐยา สุโนพันธ์	สำนักวิทยบริการ
30	8855	ธันยรัศมี	งานตรวจสอบภายใน
31	8858	อดิสรณ์ เนาว์แก้ว	กองพัฒนานักศึกษา
32	8875	ไพศาล ยี่คิว	งานวิศวกรรม
33	8876	ศักดิ์ชัย จันทร์ศรี	งานกายภาพ
34	8877	วิศัลย์ แสงนก	ช่างแอร์
35	8878	นันทพร	งานกายภาพ
36	8879	ปิ่น ครุฑลา	แม่บ้านสำนักงานอธิการบดี
37	8888	ดร.เดือนฉาย ไชยบุตร	สำนักวิทยบริการ
38	8938	อ.รัชนิวรรณ ประยงค์กุล	สาขาภาษาอังกฤษธุรกิจ

39	8939	อ.ชุติมา อำทอง	สาขาภาษาอังกฤษธุรกิจ
40	8950	อาจารย์ปี่	วิศวกรรมคอม คณะเกษตร
41	8951	อาจารย์ปี่	วิศวกรรมคอม คณะเกษตร
42	8952	ธงชัย สียา	เจ้าหน้าที่คณะเกษตร
43	8954	นางเกื้อ อ่องยิ่ง	แม่บ้านคณะเกษตร
44	8955	สุรางค์รัตน์ จันทราแจ่ม	แม่บ้านคณะเกษตร
45	8956	ศิริพร ใจใหญ่	แม่บ้านคณะเกษตร
46	8957	จตุพร บุญมาก	แม่บ้านคณะเกษตร
47	8958	สุพรรณิ ปิ่นขาว	แม่บ้านคณะเกษตร
48	8959	พิรตินันท์ เพงทอง	แม่บ้านคณะเกษตร
49	8998	อ.สุภาพร วิสูงเร	สาขาสาธารณสุข
50	8999	บอย	สำนักวิทยบริการฯ

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นายธนวัฒน์ เฉลิมพงษ์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Thanawat Chalermpong
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน
3670301265673
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
-นักวิชาการคอมพิวเตอร์ชำนาญการ (พนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน)
งานบริการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ ไปรษณีย์
อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ ที่ทำงาน 056-717100 ต่อ 3999 มือถือ 089-5681152
โทรสาร 056-717154 Email : thanawat@pcru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์
ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
สาขาวิชาไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์