

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

**การพัฒนาวีโอไอพีบนพีดีเอโดยใช้โปรโตคอลซิป**

**VoIP on PDA using SIP Protocol**



นายพิสิษฐ์ จอโภชาอุดม  
นางสาววิมุต เอี่ยมสะอาด

๒๗.  
พ.๑๑๗๗  
๒๕๕๐

เลขหมู่.....**83120**  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี.....**5 ๑๑ 2551**

b..... <b>1195๑๔๔๗</b>
i.....

**ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา ๒๕๕๐**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาวีโอไอพีบนพีดีเอโดยใช้โปรโตคอลซิป

VoIP on PDA using SIP protocol

ผู้จัดทำ

1. นายพิสิษฐ์ จอโกชาอุดม รหัสนักศึกษา 47010527

2. นางสาววิมุต เอี่ยมสอาด รหัสนักศึกษา 47010710

  
อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์เกียรติณรงค์ ทองประเสริฐ)

  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(อาจารย์อำนาจ ขาวเน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การพัฒนาวิดีโอที่บนพีดีเอโดยใช้โปรโตคอลซีพ

นายพิสิษฐ์	จอโภชาอุดม	47010527
นางสาววิมุต	เอี่ยมสอาด	47010710
อาจารย์เกียรติณรงค์	ทองประเสริฐ	อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์อำนาจ	ขาวเน	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ปีการศึกษา 2550		

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นโครงการพัฒนาโปรแกรมสำหรับทำงานบนพีดีเอ(PDA) เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับพีดีเอในการสนทนาด้วยเสียงระหว่างพีดีเอส่วนตัวสองเครื่อง โดยในโปรแกรมจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนของการจัดการ รายชื่อ และส่วนของการสนทนาด้วยเสียง โดยในส่วนของจัดการรายชื่อของกลุ่มสนทนานั้น ผู้ใช้สามารถเพิ่มหรือลบรายชื่อของกลุ่มสนทนา แสดงสถานะของกลุ่มสนทนาที่อยู่ในรายการ เช่น กำลังออนไลน์ กำลังประชุม กำลังขั้บรด เป็นต้น โดยทั้งสองส่วนของโปรแกรมจะอาศัยการสื่อสารผ่านโปรโตคอลซีพ (Session Initiation Protocol) ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมจะใช้ภาษา C++ บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์-โมบายล์ 5 (Windows Mobile 5) ในการพัฒนาโดยเรียกใช้ PJSIP API

โปรแกรมที่พัฒนาสามารถนำไปสนทนาระหว่างพีดีเอผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างดี โดยมีความล่าช้าของเสียง(delay) และเสียงสะท้อนเพียงเล็กน้อย(echo) ด้วยการทดสอบการบีบอัดประเภทต่างๆ จนทำให้ได้การบีบอัดที่เหมาะสมสำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์-โมบายล์ 5 (Window Mobile 5) บนพีดีเอที่ใช้ในการทดลอง

## VoIP on PDA using SIP Protocol

Mr. Phisit Jorphochaudom 47010527  
Ms. Wimut Eiamsa-ard 47010710  
Mr. Kiatnarong Thongprasert Advisor  
Mr. Umnard Khownae Co-Advisor  
Academic Year 2007

### ABSTRACT

This project is an application program on Personal Digital Assistance or PDA. The program enables point-to-point Voice-over-IP communication. In addition, the users can feel the presence and status of one another in the contact lists. Written in C++, the program can be divided into 2 parts. The first part deals with voice conversation and the second part concerns the management of contact lists. An interactive voice-based chat is established using SIP (Session Initiation Protocol) messages under PJSIP API (application interface).

The application can be use to communicate via internet by PDA very well. There is some little delay and echo noise. After the test from vary parameters and then we found the most proper codec and parameter for Windows Mobile 5.0 Operating System for PDA.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก อาจารย์เกียรติคุณรงค์ทองประเสริฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาและการช่วยเหลือ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และรุ่นพี่ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกคนที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิสิษฐ์ จอโกชาอุดม  
วิมุค เอี่ยมสอาด

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการ.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.4 ขอบเขตของ โครงการ.....	2
<b>บทที่ 2 VoIP (Voice Over Internet Protocol)</b>	
2.1 หลักการพื้นฐานของเครือข่ายไอพี (IP).....	3
2.2 Voice Over IP (VoIP).....	3
2.3 การทำงานของ Voice Over IP.....	5
2.3.1 อินเทอร์เน็ต โพร โทคอล( Internet Protocol).....	5
2.3.2 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยี VoIP ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้.....	6
2.3.3 การเข้ารหัสสัญญาณเสียงและการเติมข่าวสารข้อมูลให้กับข้อมูลเสียง.....	8
2.3.4 คุณภาพการให้บริการ (Quality of Service).....	9
2.3.5 Error Correction.....	10
2.4 ข้อดีของ VoIP.....	10
2.5 ข้อจำกัดของ VoIP.....	10
<b>บทที่ 3 เซสชันอินิเชียชัน โพร โทคอล (Session Initiation Protocol).....</b>	<b>11</b>
3.1 โพร โทคอลสแตค (Protocol Stack).....	12
3.1.1 ชั้นสื่อสารกายภาพ/ชั้นสื่อสารเชื่อมต่อ (Physical Layer / Link Layer).....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.1.2	ชั้นควบคุมเครือข่ายบนระบบอินเทอร์เน็ต (Internet Layer).....	12
3.1.3	ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer).....	12
3.1.4	ชั้นสื่อสารโปรแกรมประยุกต์ (Application Layer).....	13
3.2	การออกแบบโปรโตคอล.....	13
3.3	สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบของซิป (SIP Architecture & Components).....	14
3.3.1	ยูสเซอร์เอเจนต์ (User Agent).....	14
3.3.2	เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์.....	15
3.4	การทำงานของซิปเซิร์ฟเวอร์ระบบซิป.....	16
3.4.1	รีจิสตราเซิร์ฟเวอร์ (Registrar Server).....	16
3.4.2	พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server).....	17
3.4.3	รีไดเรกต์เซิร์ฟเวอร์ (Redirect Server).....	18
3.5	SIP Request.....	20
3.5.1	ตัวอย่าง SIP Request.....	21
3.6	SIP Response.....	21
3.7	ซิปแอดเดรส (SIP address).....	23
3.7.1	ตัวอย่าง SIP URI.....	24
3.8	ซิปเฮดเดอร์ฟิลด์ (Header Field).....	24
3.9	เอสดีพี (SDP).....	24
บทที่ 4	การออกแบบโครงการและการพัฒนาโครงการ.....	27
4.1	การออกแบบโครงการ.....	27
4.1.1	Use case Diagram.....	28
4.1.2	Sequence Diagram.....	29
4.2	โครงสร้างของโครงการ.....	31
4.3	เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	33
บทที่ 5	ผลการทดลอง.....	34
5.1	สิ่งที่ต้องใช้ในการทดสอบ.....	34
5.2	สิ่งที่ต้องทดสอบ.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.2.1 การล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม.....	34
5.2.2 การจัดการรายชื่อผู้สนทนา.....	35
5.2.3 การแสดงสถานะของรายชื่อผู้สนทนา.....	37
5.2.4 การสนทนาดังระหว่างอุปกรณ์ผู้ช่วยดิจิทัลส่วนตัว(PDA).....	37
5.2.5 เปรียบเทียบการบีบอัดเสียงด้วยโคเดค(Codec) ประเภทต่างๆ.....	38
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและการแก้ปัญหา.....	41
6.1 สรุปผลการทดลอง.....	41
6.2 ปัญหา อุปสรรค และวิธีแก้ไข.....	41
6.3 แนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต.....	42
บรรณานุกรม.....	43
ภาคผนวก การติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ (SIP Server).....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของตัวอย่างการเข้ารหัสเสียงแบบต่างๆ.....	8
3.1 เปรียบเทียบระหว่างพรีอ็อกซ์เซิร์ฟเวอร์กับรีไคเรคเซิร์ฟเวอร์.....	20
5.1 เปรียบเทียบการบีบอัดแต่ละชนิด.....	37
5.2 แสดงค่า MOS (Mean Opinion Score).....	39
5.3 เปรียบเทียบการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆเพื่อลดเสียงสะท้อน.....	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การส่งเมสเสจระหว่างเครือข่าย.....	3
2.2 ภาพการเชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ตโดยนำVoIPมาใช้ .....	4
2.3 การแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิทัล.....	6
2.4 การแยกสัญญาณเอคโค่ (echo) ออก.....	6
2.5 การจัดรูปแบบในรูปของเฟรม.....	6
2.6 กระบวนการแปลงเฟรมเป็นแพ็กเก็ต.....	7
2.7 กระบวนการใส่ค่าไอพีแอดเดรสให้แพ็กเก็ต.....	7
2.8 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนาล็อก.....	8
2.9 การเติมข่าวสารการควบคุมให้กับข้อมูลเสียงก่อนส่งผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต.....	8
2.10 การประวิงทางเวลาของแพ็กเก็ตเสียงในระบบโทรศัพท์อินเทอร์เน็ต.....	9
2.11 การแก้ไข Jitter ที่เกิดกับแพ็กเก็ตข้อมูลเสียง โดยการบัฟเฟอร์ข้อมูลเสียงที่ภาครับ.....	10
3.1 โพรโตคอลสแตค (Protocoo Stack).....	12
3.2 แสดงสถาปัตยกรรมซีพี.....	15
3.3 การทำงานแบบ รีจิสตราเซิร์ฟเวอร์(Registrar Server).....	17
3.4 การทำงานของ ซีพีพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์(SIP Proxy Server).....	17
3.5 การทำงานของซีพีรีไดเรกต์เซิร์ฟเวอร์(SIP Redirect Server).....	19
4.1 แสดง use case.....	28
4.2 แสดง Sequence Diagram การล็อกอิน (Log In).....	29
4.3 แสดง Sequence Diagram การโทรออก (Call).....	29
4.4 แสดง Sequence Diagram การวางสาย (Hang Up).....	30
4.5 สถาปัตยกรรมของ PJSIP.....	32
5.1 แสดงหน้าจอที่ใช้ในการล็อกอิน.....	34
5.2 แสดงหน้าจอเมื่อต้องการเพิ่มรายชื่อคู่สนทนา(add contact).....	35
5.3 รายชื่อที่ถูกเพิ่มเข้าไป จะแสดงในหน้าคู่สนทนา(Contact).....	35
5.4 แสดงหน้าจอเมื่อต้องการลบรายชื่อคู่สนทนา.....	36
5.5 แสดงหน้าจอหลังจากกดปุ่มลบรายชื่อคู่สนทนา.....	36
5.6 แสดงรายชื่อคู่สนทนาที่ออนไลน์และออฟไลน์.....	37
5.7 แสดงเมสเสจบ็อก(message box) เพื่อเลือกรับสายหรือปฏิเสธสาย(ฝั่งรับสาย).....	37
5.8 เมสเสจบ็อกเพื่อยืนยันการวางสาย(ฝั่งผู้กดปุ่มวางสาย).....	38

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

5.9 แสดงเมตเสงบ็อกเพื่อยืนยันว่าต้องการออกจากโปรแกรม.....38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันการใช้อินเทอร์เน็ตมีบทบาทกับชีวิตประจำวันมากขึ้น และใช้งานกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความจำเป็นที่จะต้องติดต่อสื่อสาร อินเทอร์เน็ตจึงได้รับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการสื่อสารรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail), การติดต่อด้วยเสียง ระบบ VDO Conference และสิ่งหนึ่งที่มีการพัฒนาต่อมา คือระบบการสื่อสารด้วยเสียงผ่านเครือข่าย IP ที่เรียกว่า เทคโนโลยี Voice over IP หรือที่รู้จักกันในชื่อที่แตกต่างกันออกไปไม่ว่าจะเป็น VoIP, Voice over Internet Protocol, Net Phone, Web Phone หรือ Internet Telephone จนสามารถใช้งานได้ดีขึ้น เพื่อให้ได้รับประโยชน์และมีความสะดวกมากที่สุด VoIP ถูกเริ่มต้นใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสามารถสนทนา ระหว่างกันได้ รวมถึงการสนทนากับโทรศัพท์พื้นฐานอีกด้วย และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้พีดีเอ (PDA) สนทนาระหว่างกันได้โดยไม่เสียค่าบริการแต่อย่างใด และคุณภาพของบริการก็ถูกพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ จนเทียบเท่าระบบโทรศัพท์พื้นฐาน

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C++ บนพีดีเอ (PDA)
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการจัดการ โปรโตคอลชีพ
- 1.2.3 เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่ใช้งานได้จริงบนพีดีเอ

### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้รับความรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ บนพีดีเอ
- 1.3.2 ได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดการ โปรโตคอลชีพ
- 1.3.3 ได้โปรแกรมสนทนาที่ใช้งานได้จริงบนพีดีเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขอบเขตของโครงการ

1.4.1 พัฒนาโปรแกรมส่วนติดต่อผู้ใช้อย่างง่ายเพื่อใช้ในการทดสอบ

1.4.2 พัฒนาโปรแกรมให้สามารถส่ง SIP Register Message จากอิมูเลเตอร์ไปยังซีพีเซิร์ฟเวอร์ได้

1.4.3 พัฒนาโปรแกรมให้สามารถส่ง SIP Subscribe Message และ SIP Notify Message เพื่อตรวจสอบสถานะการออนไลน์บนอิมูเลเตอร์ได้

1.4.4 พัฒนาโปรแกรมที่สามารถส่ง SIP Invite Message และ SIP Bye Message เพื่อสร้างและสิ้นสุดการเชื่อมต่อบนอิมูเลเตอร์ได้

1.4.5 ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ที่สมบูรณ์

1.4.6 พัฒนาโปรแกรมส่วนการส่งเสียงให้สามารถพูดคุยกันได้ ระหว่างพีดีเอสองเครื่อง

1.4.8 นำโปรแกรมไปทดสอบกับพีดีเอ



## บทที่ 2

# วีโอไอพี (VoIP : Voice over Internet Protocol)

### 2.1 หลักการพื้นฐานของเครือข่ายไอพี (IP)

เครือข่ายไอพี (Internet Protocol) มีพัฒนาจากรากฐานระบบการสื่อสารแบบแพ็คเก็ต (Packet) โดยระบบมีการกำหนดแอดเดรส ที่เรียกว่า ไอพีแอดเดรส(IP Address) จากไอพีแอดเดรสหนึ่ง ถ้าต้องการส่งข่าวสารไปยังอีกไอพีแอดเดรสหนึ่ง ใช้หลักการบรรจุข้อมูลใส่ในแพ็คเก็ต แล้วส่งไปในเครือข่าย ระบบการจัดส่ง แพ็คเก็ต กระทำ ด้วยอุปกรณ์สื่อสารจำพวกเราท์เตอร์ (Router) โดยมีหลักพื้นฐานการส่งเป็นแบบเดตาแกรม (DATAGRAM) หรือ แพ็คเก็ต ซึ่งมีความหมายว่า "เป็นที่เก็บข้อมูลที่เป็นอิสระ ซึ่งมีสารสนเทศเพียงพอในการเดินทางจากแหล่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ปลายทาง โดยปราศจากความเชื่อมั่นของการเปลี่ยนครั้งก่อน ระหว่างแหล่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ปลายทาง และเครือข่ายการส่งข้อมูล"



รูปที่ 2.1 การส่งเมสเซจระหว่างเครือข่าย

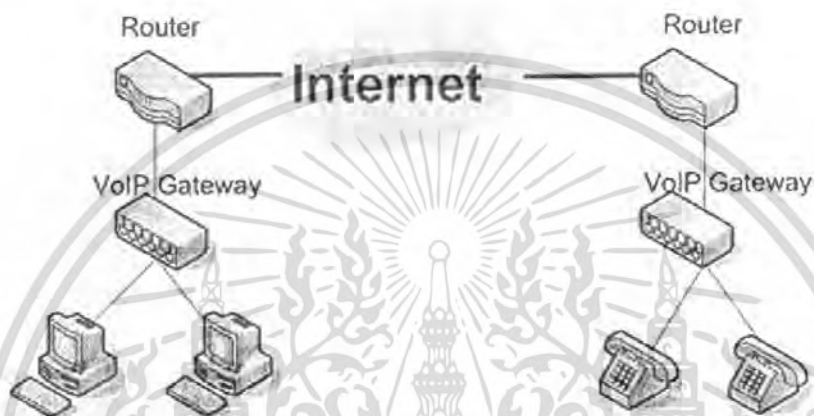
ซึ่งจะเห็นว่าการส่งแบบแพ็คเก็ต เข้าไปในเครือข่ายนั้น จะไม่มีการประกันว่าแพ็คเก็ต นั้นจะถึงปลายทางเมื่อไร ดังนั้นรูปแบบของเครือข่ายไอพีจึงไม่เหมาะสมกับการสื่อสารแบบต่อเนื่องเช่น การส่งสัญญาณเสียง หรือวิดีโอ เมื่อเครือข่ายไอพีกว้างขวางและเชื่อมโยงกันมากขึ้น ความต้องการส่งสัญญาณข้อมูลเสียงที่ได้คุณภาพจึงเกิดขึ้น จึงมีการพัฒนาเป็นวีโอไอพี

### 2.2 วีโอไอพี (Voice over IP)

Voice Over IP หรือที่เรียกกันว่า “VoIP Gateway” หมายถึง การส่งเสียงบนเครือข่ายไอพี เป็นระบบที่แปลงสัญญาณเสียงในรูปของสัญญาณไฟฟ้ามาเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัล คือ นำข้อมูลเสียงมาบีบอัดและบรรจุลงเป็นแพ็คเก็ตไอพี (IP) แล้วส่งไปโดยมีเราเตอร์ (Router) ที่เป็นตัวรับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงนามแล้วที่รับให้จึงเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เขียนเห็นว่าเบี่ยงเบนจากการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณแพ็กเก็ต และแก้ปัญหาบางอย่าง เช่น การบีบอัดสัญญาณเสียง ให้มีขนาดเล็กลง การแก้ปัญหาเมื่อมีบางแพ็กเก็ตสูญหาย หรือ ได้มาล่าช้า (delay)

การสื่อสารผ่านทางเครือข่ายไอพีต้องมีเราเตอร์ (Router) ที่ทำหน้าที่พิเศษเพื่อประกันคุณภาพช่องสัญญาณไอพีนี้ เพื่อให้ข้อมูลไปถึง ปลายทางหรือกลับมาได้อย่างถูกต้อง และอาจมีการให้สิทธิพิเศษก่อนแพ็กเก็ตไอพีอื่น (Quality of Service : QoS) เพื่อการให้บริการที่ทำให้เสียงมีคุณภาพ



**รูปที่ 2.2 ภาพการเชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ตโดยนำวีโอไอพีมาใช้**

นอกจากนั้นวีโอไอพี ยังเป็นการส่งข้อมูลเสียงแบบ 2 ทางบนระบบเครือข่ายแบบ packet-switched IP network. ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสาธารณะ เพื่อสื่อสารระหว่างวีโอไอพีด้วยกัน โดยที่ยังคงความเป็นส่วนตัวไว้ได้

สำหรับการใช้งานเทคโนโลยีวีโอไอพี นั้น จริงๆ แล้วทุกๆ องค์การสามารถนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้งานได้ แต่สำหรับกลุ่มเป้าหมายที่ตรงและน่าจะ ได้รับประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีวีโอไอพี 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 การนำเทคโนโลยีวีโอไอพี มาใช้งานนั้นจะทำให้องค์กรลดค่าใช้จ่ายในการใช้งานการสื่อสารสัญญาณเสียงไปได้อย่างมาก และเนื่องด้วยในปัจจุบันการขยายตัวของระบบเครือข่ายสัญญาณข้อมูล หรือ Data Network มีอัตราการเติบโตที่รวดเร็วกว่าการขยายตัวของเครือข่ายสัญญาณเสียงค่อนข้างมาก จึงทำให้มีการนำเทคโนโลยีที่สามารถนำสัญญาณเสียงเหล่านั้นมารวมอยู่บนระบบเครือข่ายของสัญญาณข้อมูลและมีการรับ-ส่งสัญญาณทั้งคู่ได้ในเวลาเดียวกัน เพื่อเป็นการสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และประหยัดค่าใช้จ่าย ไม่ว่าจะเป็ค่าโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด หรือรวมถึงค่าโทรศัพท์ทางไกลต่างประเทศด้วยถ้าหากองค์กรนั้นมีสาขาอยู่ในต่างประเทศด้วย

สำหรับกลุ่มธุรกิจ ISP นั้นสามารถที่จะนำเทคโนโลยีวีไอไอพี นี้มาประยุกต์ใช้งานเพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสในธุรกิจของตนเองมากยิ่งขึ้น โดยทาง ISP ต่างๆ นั้นสามารถให้บริการวีไอไอพี เพื่อเป็นบริการเสริมเพิ่มเติมขึ้นมาจากกาให้บริการระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบปกติธรรมดา หรือที่เราเรียกว่า Value Added Services ซึ่งถือว่าการสร้างความแตกต่างและเพิ่มทางเลือกในการให้บริการกับกลุ่มลูกค้าด้วย

## 2.3 การทำงานของวีไอไอพี

ในส่วนนี้เราจะมาทำความรู้จักเกี่ยวกับการทำงานของเทคโนโลยีวีไอไอพี โดยต้องทำความรู้จักกับรูปแบบของโปรโตคอลไอพีกันก่อน

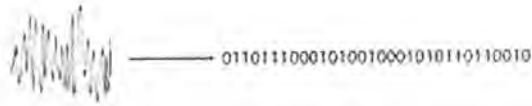
### 2.3.1 อินเทอร์เน็ตโปรโตคอล (Internet Protocol)

อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลหรือไอพี(IP) จะเป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลในระบบ Internet ซึ่งในส่วนของการทำงานคร่าวๆ ของโปรโตคอลไอพี นี้สามารถสรุปอย่างย่อได้ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลจะถูกแบ่งย่อยออกเป็นส่วนๆ
- แต่ละส่วนของข้อมูลจะถูกส่งออกไปในเส้นทางที่อาจจะแตกต่างกันบนระบบ Internet
- ข้อมูลย่อยแต่ละส่วนนั้นจะไปถึงยังปลายทางในเวลาและลำดับที่ไม่พร้อมเพรียงกัน
- หลังจากนั้นจะมีโปรโตคอลอีกหนึ่งตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง คือทีซีพี(TCP) ซึ่งทีซีพี นี้จะเข้ามาช่วยเกี่ยวกับการเรียงลำดับข้อมูลที่มาถึงยังปลายทางนี้ให้อยู่ในลำดับและรูปแบบที่ถูกต้องเหมือนข้อมูลต้นแบบก่อนที่จะถูกส่งออกมา
- โปรโตคอลไอพี นี้จะเป็นโปรโตคอลในการสื่อสารแบบที่เรียกว่าคอนเนคชันเลส ( Connectionless Protocol ) ซึ่งเป็นการสื่อสารที่จุดค้นทางและปลายของการสื่อสารไม่จำเป็นต้องสร้างการเชื่อมต่อ (Connection) ขึ้นมา ณ เวลาที่ต้องการทำการสื่อสาร

### 2.3.2 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีวีโอไอที ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

Conversion to PCM (Pulse Code Modulation) จะเป็นการแปลงสัญญาณแอนะล็อก (Analog) ให้ไปอยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัล (Digital) หรือที่เรียกว่า PCM



PCM (Pulse Code Modulation)

### รูปที่ 2.3 การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

เป็นกระบวนการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณเอคโค (Echo) ออก ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการ โดย DSP (Digital Signal Processors)

0110111000101001000101011001001101001001011

Removal of Echo

### รูปที่ 2.4 การแยกสัญญาณเอคโคออก

เฟรมมิ่ง (Framing) ในส่วนของสัญญาณที่เหลือนั้น ก็จะถูกแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปของเฟรม (Frame) ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการ โดยรูปแบบการบีบอัดที่เรียกว่า โคเดค (Codec) หลังจากกระบวนการนี้แล้วเฟรมของสัญญาณเสียงจะถูกสร้างขึ้น

0110111000101001000101011001001101001001

Framing Process

### รูปที่ 2.5 การจัดรูปแบบในรูปของเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการนี้จะเป็นการแปลง เฟรม(Frame) ของสัญญาณให้มาอยู่ในรูปของแพ็กเก็ต ซึ่งจะมีการเพิ่มเฮดเดอร์(Header) เข้าไปในแพ็กเก็ต โดยในส่วนของ เฮดเดอร์ นั้น ก็จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เรียกว่า Sequence Number และ Time Stamp หลังจากนั้น แพ็กเก็ตนี้จะถูกส่งต่อไปที่ Host Processor ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า แพ็กเก็ตไตเซชัน (Packetisation Process)

**RTP** 0110111000101001000101011011001001101001001

## Packetisation Process

### รูปที่ 2.6 กระบวนการแปลงเฟรมเป็นแพ็กเก็ต

หลังจากที่ได้แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของแพ็กเก็ต แล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกนำมาวิเคราะห์และใส่ค่าไอพีแอดเดรส(IP Address) ปลายทาง ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่าแอดเดรสแอนเดลิเวอรี (Address and Delivery)

**IP|UDP|RTP** 0110111000101001000101011011001001101001001

Address and Delivery

### รูปที่ 2.7 กระบวนการใส่ค่าไอพีแอดเดรสให้แพ็กเก็ต

Conversion to Analog จะทำการใส่ค่าของไอพีแอดเดรส(IP Address) ปลายทางไปในเฮดเดอร์ของแพ็กเก็ตแล้วนั้น เมื่อแพ็กเก็ตเหล่านั้นไปถึงด้านปลายทาง ข้อมูลเฮดเดอร์ เหล่านี้จะถูกแยกออกเพื่อให้เหลือแค่เฟรมเสียง( Voice Frame) หลังจากนั้นก็จะทำการแปลงสัญญาณดิจิตอล ( Digital PCM )ให้กลับมาเป็นสัญญาณรูปแบบแอนะล็อก( Analog ) ที่เป็นสัญญาณเสียงที่เราได้ยินกันอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

011011100010100100010101101



## Conversion to Analog

### รูปที่ 2.8 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อก

#### 2.3.3 การเข้ารหัสสัญญาณเสียงและการเติมข่าวสารข้อมูลให้กับข้อมูลเสียง

การเข้ารหัสสัญญาณเสียง เพื่อใช้ในระบบโทรศัพท์บนโครงข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถทำได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีให้คุณภาพเสียง อัตราข้อมูล และการประวิงเวลาในการเข้ารหัสที่แตกต่างกัน ซึ่งคุณลักษณะทั้งหมดนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญ และมีผลต่อคุณภาพของเสียง และคุณภาพของการให้บริการ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของตัวอย่างการเข้ารหัสเสียงแบบต่างๆ

Voice Coding	Bit Rate (kbps)	Coding Delay (ms)	MOS (Mean Opinion Score)
G.711 PCM	64	0.125	4.3-4.4
G.726 ADPCM	32	1	4.0-4.2
G.729 CS-ACELP	8	15	4.0-4.2
G.723.1 ACELP	5.3-6.4	37.5	3.5-4.0

เนื่องจากการให้บริการเสียงเป็นการให้บริการที่ต้องการคุณสมบัติเวลาจริง และข้อมูลเสียงสามารถทนต่อการเกิดข้อมูลสูญหายบางส่วนได้ ดังนั้นการส่งข้อมูลเสียงผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต จึงใช้โปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol) ซึ่งเป็นโปรโตคอลระดับชั้นเคลื่อนย้ายที่มีขนาดเล็ก และไม่รับประกันการสูญหายของข้อมูล แทนโปรโตคอล TCP (Transport Control Protocol) ซึ่งรับประกันความถูกต้องของการรับส่งข้อมูล และมีความซับซ้อน ทำให้ไม่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่ต้องการคุณสมบัติแบบเวลาจริง แต่เนื่องจากโปรโตคอล UDP นั้นไม่รับประกันการเรียงลำดับข้อมูลที่ได้รับที่ปลายทาง ดังนั้นจึงต้องใช้โปรโตคอล RTP (Real Time Protocol) มาควบคุมการเรียงลำดับเพื่อกำหนดข้อมูลเสียงบนของโปรโตคอล UDP อีกที่ดังแสดงในรูปที่ 1

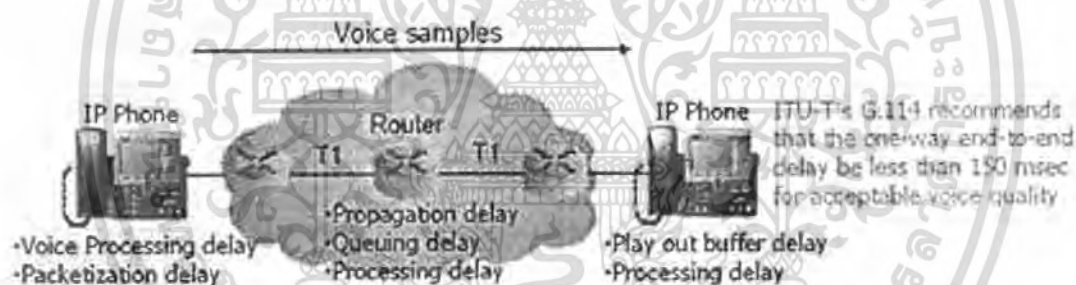
Eth/PPP Hdr (26 or 8 Bytes)	IP Hdr (20 Bytes)	UDP Hdr (8 Bytes)	RTP Hdr (12 Bytes)	Voice sample	FEC/Filler 6 Bytes
--------------------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	--------------	-----------------------

#### รูปที่ 2.9 การเติมข่าวสารการควบคุมให้กับข้อมูลเสียงก่อนส่งผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

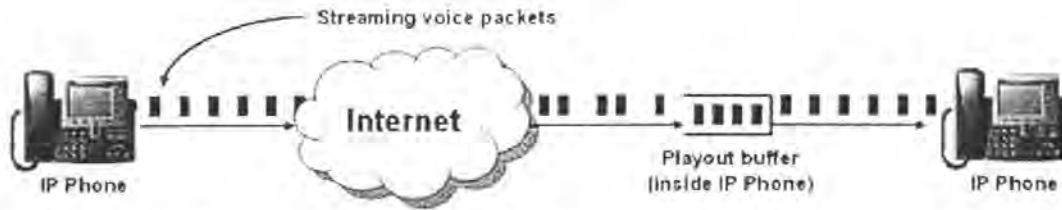
### 2.3.4 คุณภาพการให้บริการ (Quality of Service)

การประวิงทางเวลาของข้อมูลเสียงระหว่างต้นทาง และปลายทางเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของการบริการระบบโทรศัพท์บนโครงข่ายอินเทอร์เน็ต ถ้าข้อมูลเสียงเกิดการประวิงเวลา ระหว่างต้นทาง และปลายทางมากเกินไปจะทำให้การสนทนาไม่ต่อเนื่อง และไม่เป็นธรรมชาติได้ การประวิงทางเวลาของข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ การประวิงเวลาที่เกิดจากการแพร่กระจายของสัญญาณผ่านตัวกลาง (Propagation delay) และ การประวิงเวลาที่เกิดจากการประมวลผลที่อุปกรณ์ (Handling delay) ดังแสดงในรูปที่ 2 ในทางปฏิบัติการประวิงเวลาที่เกิดจากการเดินทางของสัญญาณผ่านตัวกลางมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการประวิงเวลาที่เกิดจากการประมวลผลของอุปกรณ์ปลายทาง และอุปกรณ์ภายในโครงข่าย ดังนั้นในการพัฒนาอุปกรณ์ และการเลือกวิธีการประมวลผลแพ็คเก็ตข้อมูลเสียงของอุปกรณ์ภายในโครงข่าย และอุปกรณ์ปลายทางจึงเป็นสิ่งสำคัญ และมีผลต่อคุณภาพของการให้บริการโดยตรง โดยทาง ITU-T ได้กำหนดมาตรฐานของการสื่อสารทางเสียงแบบเวลาจริง G.114 ให้การประวิงทางเวลาจากต้นทาง ไปยังปลายทางมากที่สุดที่สามารถยอมรับได้ไม่เกิน 150 msec



รูปที่ 2.10 การประวิงทางเวลาของแพ็คเก็ตเสียงในระบบโทรศัพท์อินเทอร์เน็ต

นอกจากการประวิงทางเวลาแล้ว ในการส่งข้อมูลเสียงผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต ข้อมูลเสียงแต่ละแพ็คเก็ตจะใช้เวลาในการเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทางไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ปลายทางได้รับนั้นมี Jitter เกิดขึ้น และถ้านำข้อมูลเสียงนั้นไปถอดรหัสทันทีจะทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของเสียงได้ การลด Jitter สามารถทำได้โดยการนำข้อมูลเสียงที่ได้รับจากต้นทางมาเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ก่อนช่วงเวลาหนึ่งแล้วถึงค่อยนำข้อมูลเสียงนั้นไปถอดรหัสดังแสดงในรูปที่ 3 โดยถ้าบัฟเฟอร์ข้อมูลเสียงมากก็จะสามารถลด Jitter ได้มาก แต่ข้อมูลเสียงจะเกิดการประวิงทางเวลามากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นการเลือกขนาดของบัฟเฟอร์จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อคุณภาพเสียงที่ผู้รับจะได้ยิน



รูปที่ 2.11 การแก้ไข Jitter ที่เกิดกับแพ็คเก็ตข้อมูลเสียงโดยการบัฟเฟอร์ข้อมูลเสียงที่ภากรับ

### 2.3.5 Error Correction

กระบวนการนี้จะเป็นกระบวนการที่ใช้ในการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดซึ่งอาจจะเกิดขึ้นระหว่างการส่งสัญญาณและนำมาซึ่งความผิดพลาดหรือความเสียหายของสัญญาณจนทำให้เราไม่สามารถทำการสื่อสารอย่างถูกต้องได้

## 2.4 ข้อดีของวีโอไอพี

- ประหยัดค่าใช้จ่าย ด้วยการนำเอาวีโอไอพี มาใช้นั้นจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ได้เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรือจะเป็นทางด้านระบบของโทรศัพท์ เพราะเมื่อคิดค่าใช้จ่ายจากค่าบริการหรือค่าอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว เมื่อมีปริมาณการโทรทางไกลจำนวนมากในระยะยาวก็จะประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกหลายเท่าตัว
- เหมาะกับการประชุมทางไกล เมื่อมีเหตุจำเป็นจะต้องประชุมผ่านทางโทรศัพท์ทั่วไปนั้น อาจจะทำให้เกิดปัญหาของการติดต่อสื่อสารได้ แต่ด้วยวีโอไอพี จะช่วยให้สามารถติดต่อสื่อสารด้วยเสียงไปพร้อมกับการรับส่งข้อมูลได้ทันที
- รับ-ส่งไฟล์ได้โดยตรง การติดต่อผ่านวีโอไอพี นั้นจะสามารถส่งไฟล์ให้กัน ได้โดยตรงผ่านระบบ P2P โดยอาศัยเพียงแค่ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของวีโอไอพี เท่านั้นก็สามารถใช้งานได้

## 2.5 ข้อจำกัดของวีโอไอพี

- คุณภาพเสียง ถึงแม้ว่าจะมีราคาและค่าใช้จ่ายในการโทรที่ถูกลงกว่าโทรศัพท์ทั่วไป แต่สิ่งที่เห็นได้ชัดก็คือคุณภาพของเสียงสนทนาที่จะด้อยลง ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากการลดคุณภาพของเสียงลงเพื่อที่จะส่งไปยังปลายทางได้เร็วมากขึ้น

- อุปกรณ์ในการทำงาน การโทรศัพท์ด้วยวีโอไอพี นั้นถ้าเป็นผู้ใช้งานตามบ้านทั่วไป ก็จำเป็นที่จะต้องมียังคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต และโมโครโฟนพร้อมลำโพง ซึ่งต่างจากโทรศัพท์ธรรมดาที่จะมีเพียงแค่สายโทรศัพท์และตัวเครื่องโทรศัพท์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

## เซสชันอินิเชียชันโปรโตคอล (Session Initiation Protocol)

มาตรฐานเซสชันอินิเชียชัน หรือที่เรียกทั่วไปว่า ซิป (SIP) นั้นถือเป็นมาตรฐานใหม่ในการใช้งานเทคโนโลยีวีโอไอพี โดยที่มาตรฐานซิปได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบ IP โดยเฉพาะมาตรฐานซิปนั้นเป็นมาตรฐานภายใต้ไออีทีเอฟ(IETF) ซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับการเชื่อมต่อวีโอไอพี โดยมาตรฐานซิปนั้นจะเป็นมาตรฐาน Application Layer Control Protocol สำหรับการเริ่มต้น(Creating) การปรับเปลี่ยน (Modifying) และการสิ้นสุด (Terminating) ของเซสชัน หรือการติดต่อสื่อสารหนึ่งครั้ง มาตรฐานซิปจะมีสถาปัตยกรรมการทำงานคล้ายคลึงการทำงานแบบ Client-Server Protocol เป็นมาตรฐานที่มีความน่าเชื่อถือ (Reliability) ที่ค่อนข้างสูง

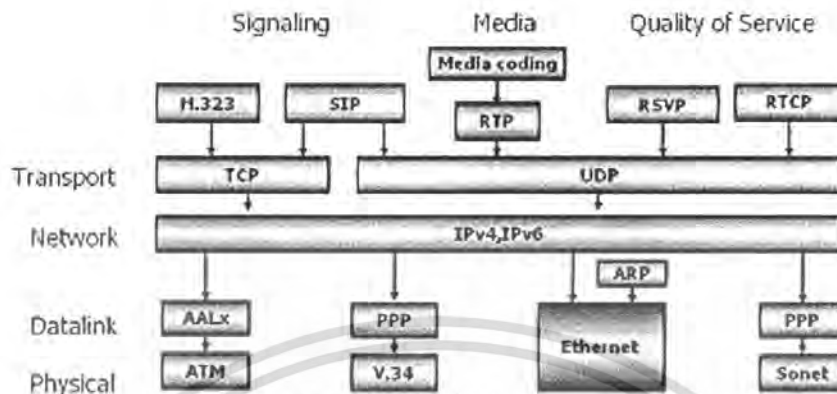
โปรโตคอลนี้ออกแบบโดย Henning Schulzrinne จากมหาวิทยาลัยโคโลัมเบียและ Mark Handley จากมหาวิทยาลัยลอนดอนในปี 1996 (พ.ศ.2539) ต่อมาในเดือนพฤศจิกายนปี 2000 (พ.ศ.2543) ก็ได้รับการยอมรับจาก 3GPP และกลายเป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรม IMS (IP Multimedia Subsystem) Voice over IP รวมถึง H.323 และอื่น ๆ

IMS เป็นแนวคิดเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของการให้บริการ IP Multimedia แก่ผู้ใช้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเครือข่ายมือถือของ GSM โดยเริ่มมาจาก 3GPP R5 นำเสนอวิธีส่ง Internet Services ผ่าน GPRS ต่อมาได้มีการปรับปรุงโดย 3GPP, 3GPP2, และ TISPAN เพื่อให้ครอบคลุมถึง Wireless LAN, CDMA2000, และ Fix Line โดยนำโปรโตคอลของไออีทีเอฟมาใช้ เช่น ซิป

ซิปจะมีลักษณะทั่วไปคือ

- ขนาดเล็ก เพราะกำหนดวิธีติดต่อไว้เพียง 6 วิธีเพื่อลดความซับซ้อน
- มีความเป็นอิสระ สามารถใช้งานกับยูดีพี(UDP) ทีซีพี(TCP) เอทีเอ็ม(ATM) และอื่น ๆ ได้
- เป็นข้อความที่มนุษย์สามารถอ่านได้

### 3.1 โพรโทคอลสแตค (Protocol Stack)



รูปที่ 3.1 โพรโทคอลสแตค (Protocol Stack)

#### 3.1.1 ชั้นสื่อสารกายภาพ/ชั้นสื่อสารเชื่อมต่อ (Physical Layer / Link Layer)

เป็นชั้นที่อยู่ล่างสุด ซึ่งมีหลายวิธีการและหลายรูปแบบในการเชื่อมต่อ เช่น อีเธอร์เน็ต (Ethernet) ผ่านเครือข่ายเฉพาะพื้นที่ (LAN : Local Area Network), สายโทรศัพท์ (V.90 หรือ 56K โมเด็ม) ผ่านโปรโตคอลจุดต่อจุด (PPP : Point-to-Point Protocol), ดิจิตอลซับสไคเบอร์ไลน์ (DSL : Digital subscriber line) ผ่าน(ATM : Asynchronous Transport Mode), หรือผ่านเครือข่ายไร้สาย 802.11(Wireless LAN) โดยในชั้นนี้จะเป็นการกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพของฮาร์ดแวร์ที่ใช้เชื่อมต่อ

#### 3.1.2 ชั้นควบคุมเครือข่ายบนระบบอินเทอร์เน็ต (Internet Layer)

เป็นชั้นที่ทำหน้าที่เลือกเส้นทางการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายจนไปถึงผู้รับข้อมูลโดยใช้โปรโตคอลไอพี (IP Protocol) เมื่อมีการเชื่อมต่อกันแล้วก็จำเป็นต้องมีการกำหนดหรือระบุหมายเลขของอุปกรณ์ทุกชนิดในเครือข่าย เพื่อให้อ้างอิงได้โดยไม่ซ้ำกัน หมายเลขที่ใช้อ้างอิงกันจะใช้เป็นตัวเลขที่เรียกว่าไอพีแอดเดรส (IP Address) เช่น 207.134.3.5 เป็นต้น

#### 3.1.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)

เป็นชั้นที่จะมีการสร้างการเชื่อมต่อกันระหว่างชั้นแอปพลิเคชันกับชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล โดยจุดเชื่อมกันเพื่อรับส่งข้อมูลนี้เรียกว่า พอร์ต (port) หรือซ็อกเก็ต (socket) เมื่อแอปพลิเคชันทำงานผ่านโปรโตคอลในชั้นแอปพลิเคชัน จะมีการส่งผ่านข้อมูลไปยังชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล ที่ในชั้นนี้จะมีการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตที่กำหนด เช่น เอชทีทีพี (HTTP) ใช้พอร์ตหมายเลข 80 ส่วนซีพีใช้พอร์ตหมายเลข 5060 หรือ 5061 ในชั้นนี้จะมีโปรโตคอลทำงานอยู่ 2 โปรโตคอลที่แตกต่างกันคือทีซีพีและยูดีพี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าและยูดีพี ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.4 ชั้นสื่อสารโปรแกรมประยุกต์ (Application Layer)

เป็นชั้นที่รองรับการทำงานของแอปพลิเคชันต่างๆ และมีการติดต่อกันตามแต่ละโปรโตคอลเฉพาะแล้วแต่แอปพลิเคชันที่ใช้งาน เช่น เซสชันอินนิซิเอชัน โปรโตคอล, เรียบล์ไทม์ ทรานสปอร์ต (RTP :Real-time Transport Protocol), เอช323โปรโตคอล (H.323) และ เซสชันเดสคริปชัน โปรโตคอล (SDP :Session Description Protocol) ซึ่งอยู่เหนือชิพในโปรโตคอลสแต็ก (Protocol Stack) เพราะ SDP จะอยู่ในเมสเสจบอดี้ (SIP message body)

### 3.2 การออกแบบโปรโตคอล

ผู้ใช้บริการ(SIP client) จะใช้ทีซีพี หรือยูดีพี พอร์ต 5060 เชื่อมต่อกับซีพเซิร์ฟเวอร์ (SIP server) และซีพอื่นๆ ซึ่งซีพ จะใช้สำหรับตั้งค่าและยกเลิกวอยซ์(Voice) หรือ วิดีโอคอล (Video call) แต่ก็สามารถนำไปใช้กับงานกับระบบอื่นที่ต้องการเปิดเซสชัน (Session) รวมถึงอีเวนท์ซบสคริปชัน (Event Subscription) และโนติฟิเคชัน (Notification) ได้ การสื่อสารโดยใช้ภาพและเสียงสามารถทำได้โดยแบ่งโปรโตคอลเซสชันออกจากกัน เช่น อาร์ทีพี (RTP : Real time Transport Protocol)

อาร์ทีพีใช้กำหนดรูปแบบแพ็กเก็ต (packet) ในการส่งภาพและเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต ถูกพัฒนาโดย Audio-Video Transport Working Group ของไออีทีเอฟ และได้ตีพิมพ์ครั้งแรกในปี 1996 (พ.ศ.2539) โดยอาร์ทีพีจะไม่มีพอร์ตทีซีพีหรือยูดีพี มาตรฐานในการสื่อสาร แต่จะใช้พอร์ต ยูดีพีที่เป็นเลขคู่ในการสื่อสารและพอร์ตยูดีพีเลขคี่ ถัดไปเป็นอาร์ทีซีพี (RTP Control Protocol) เลขพอร์ตมักจะอยู่ระหว่าง 16384-32767 อาร์ทีพีสามารถรับส่งข้อมูลอะไรก็ได้แบบเวลาจริง (real-time) เช่น ภาพและเสียง โดยใช้โปรโตคอลซีพในการตั้งค่าและยกเลิก

ซีพจะเป็นโปรโตคอลที่ใช้ส่งสัญญาณและตั้งค่าในระบบไอพี(IP) สามารถใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์พีเอสทีเอ็น (Public Switched Telephone Network : PSTN) ได้ ซึ่งมาตรฐานซีพไม่ได้ระบุไว้ ซีพทำได้เพียงสร้างสัญญาณและตั้งค่า อย่างไรก็ตามซีพสามารถใช้งานในระบบเครือข่ายได้ เช่น พร็อกซี (Proxy Server) และยูสเซอร์เอเจนต์ (User Agent) ซึ่งจะเหมือนกับการทำงานของโทรศัพท์คือ หมุนเบอร์ ทำให้โทรศัพท์ปลายทางส่งเสียง ฟังเสียงตอบรับหรือสัญญาณไม่ว่าง

ซีพทำให้ระบบโทรศัพท์มีความสามารถในขั้นตอนโทรออกมากขึ้น ซึ่งดูได้จาก Signalling System 7 (SS7) โดย SS7 จะเป็นโปรโตคอลที่รวมศูนย์, ใช้กับระบบรวมศูนย์ที่ซับซ้อน, และใช้งานกับเครื่องลูกข่ายที่ไม่เก่ง (โทรศัพท์บ้าน) ซีพเป็นโปรโตคอลแบบเพียร์ทูเพียร์ (Peer-to-Peer) ซึ่งใช้กับเครือข่ายที่ไม่ซับซ้อนและเครื่องลูกข่ายมีความสามารถสูง

แม้ว่าไอโอพี จะมีโปรโตคอลส่งสัญญาณเยอะอยู่แล้ว แต่ซิปก็ช่วยสร้างเครื่องหลักในการสื่อสารแบบไอพีได้มากกว่าระบบโทรคมนาคม ซิปจะเป็นมาตรฐานของไอทีเอฟ(IETF) ขณะที่ เอช.323(H.323) เป็นโปรโตคอลของไอทียู(ITU) ซึ่งทั้งสององค์กรก็ให้เกียรติกัน

ซิปสามารถทำงานร่วมกับโปรโตคอลอื่นได้โดยจะสร้างสัญญาณให้เซสชัน ของการติดต่อสื่อสาร ซิปจะทำงานเป็นพาหะของเซสชันเดสคริปชันโปรโตคอล(Session Description Protocol : SDP) ใช้อธิบายรายละเอียดของเนื้อหาที่จะส่ง เช่น หมายเลขพอร์ตที่ใช้, โทคค(Codec) ที่ต้องการ

ซิปจะคล้ายกับเอชทีทีพี(HTTP) เช่น การรับส่งข้อมูลใช้ภาษาที่มนุษย์อ่านได้, รหัสบอกสถานะจะคล้าย ๆ กัน บางคนกล่าวว่า ซิปเป็นโปรโตคอลแบบสเตทเลส(stateless) ซึ่งสามารถตรวจสอบความผิดพลาดและเพิ่มเติมความสามารถได้มากกว่าโปรโตคอลแบบสเตทฟูล(stateful) ซึ่งโปรโตคอลแบบสเตทเลส จะส่งคำสั่งได้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องสนใจว่าคำสั่งก่อนหน้าคือคำสั่งอะไร ในขณะที่โปรโตคอลแบบสเตทฟูล จะต้องมีการบันทึกสถานะการณ้แลกเปลี่ยนข้อมูลไว้ตลอดเวลา

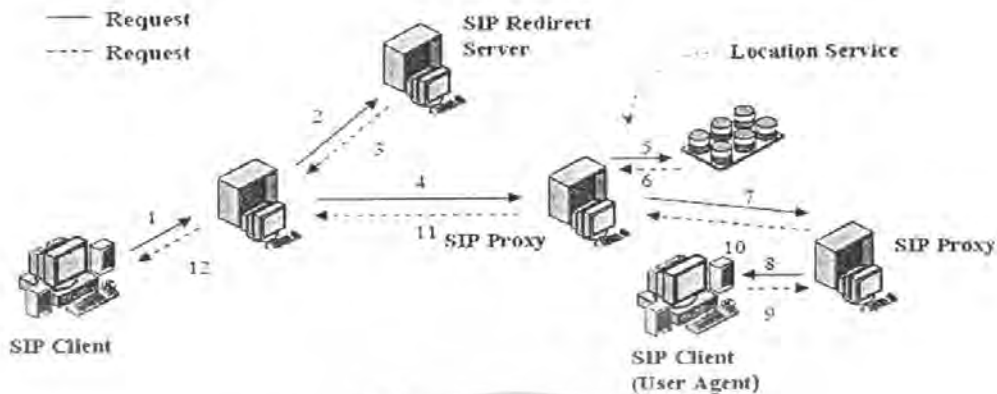
### 3.3 สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบของซิป (SIP Architecture & Components)

ในการที่จะสร้างเซสชัน การสื่อสารระหว่างซิปเซิร์ฟเวอร์(SIP server)กับผู้ใช้บริการ(SIP client) ให้สำเร็จได้นั้นจะต้องมีองค์ประกอบในการเชื่อมต่อให้ครบอย่างน้อย 4 อย่างคือ

#### 3.3.1 ยูสเซอร์เอเจนต์ (User Agent)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แทนผู้ใช้ในการติดต่อสื่อสาร (Endpoint) และเนื่องจากผู้ใช้สามารถทำได้ทั้งการร้องขอและการตอบกลับ ดังนั้นยูสเซอร์เอเจนต์ควรที่จะสามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่ผู้ใช้ทำการร้องขอ ผู้ใช้จะทำหน้าที่เป็นไคลเอนท์เพื่อทำการร้องขอไปยังผู้ถูกเรียกซึ่งจะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ในการตอบสนองการร้องขอ โดยทั่วไปยูสเซอร์เอเจนต์จึงประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ดังนี้

**1. ยูสเซอร์เอเจนต์ไคลเอนท์ (UAC : User agent client)** จะทำหน้าที่ในการเริ่มการเรียก โดยการส่งข้อความร้องขอไปยังผู้ถูกเรียกโดยผ่านทางเน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3.2 แสดงสถาปัตยกรรมซิป

2. **ยูสเซอร์เอเจนต์เซิร์ฟเวอร์ (UAS : User agent server)** จะทำหน้าที่ในการรับคำร้องขอ และตอบสนองต่อคำร้องขอโดยจะรอการตอบสนองจากผู้ใช้ ซึ่งการตอบสนองอาจจะเป็นการยอมรับหรือปฏิเสธการเรียก ในกรณีที่ผู้ใช้มีการใช้งานเทอร์มินัลหลายตัว ผู้ใช้ยังอาจจะกำหนดให้ UAS ทำการปรับทิศทางใหม่ (redirect) ไปยังที่ UAS อื่นที่ผู้ใช้ใช้งานอยู่จริง

### 3.3.2 เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์

เป็นเซิร์ฟเวอร์ภายในเครือข่ายซึ่งจะทำหน้าที่ในการจัดการกับข้อความที่ได้รับ โดยอาจจะได้รับจากยูสเซอร์เอเจนต์หรือเน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์อื่นๆ การจัดการกับข้อความจะขึ้นกับชนิดของเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมี 2 ชนิดคือ

1. **รีจิสตราเซิร์ฟเวอร์ (Registrar Server)** ทำหน้าที่รับการลงทะเบียนจากผู้ใช้บริการ เพื่อเก็บข้อมูลที่อยู่ ชื่อ SIP URL และข้อมูลสำคัญๆ ของผู้ใช้บริการ

2. **พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ (Proxy server)** จะทำการกำหนดเอนทิตีที่จะรับข้อมูลต่อไป โดยเอนทิตีที่จะรับข้อมูลอาจจะเป็น UAS หรือเน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์ก็ได้ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะเป็นผู้ทำการร้องขอไปยังเอนทิตีนั้น พร้อมกับส่งข้อมูลตอบสนองให้กับผู้ที่ร้องขอมา เพื่อระบุว่ากำลังรอการตอบสนองจากผู้ถูกเรียก เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับการตอบสนองจากผู้ถูกเรียกเซิร์ฟเวอร์จึงจะส่งข้อความตอบกลับต่อกลับไปให้กับผู้ที่ร้องขอมาเซิร์ฟเวอร์ชนิดนี้จะทำหน้าที่เป็นทั้งไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่ส่งข้อความร้องขอ จะเป็นไคลเอนท์ ส่วนในกรณีที่ส่งข้อความร้องขอ (Request Message) จะเป็นเซิร์ฟเวอร์

3. **รีไดเรกต์เซิร์ฟเวอร์ (Redirect Server)** เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับส่งข้อความร้องขอแล้วจะกำหนดเอนทิตีที่จะรับข้อมูลต่อไป จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะส่งแอดเดรสของเอนทิตีนั้นไปให้กับผู้ที่ร้องขอมา เมื่อผู้ที่ร้องขอมาได้รับแอดเดรสไปแล้วจึงจะทำการส่งคำร้องไปยังเอนทิตีนั้นด้วยตนเอง เนื่องจากว่าผู้ใช้ อาจจะมีการเปลี่ยนเทอร์มินัลที่ใช้งานได้เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์จะต้องสามารถกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะด้านเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

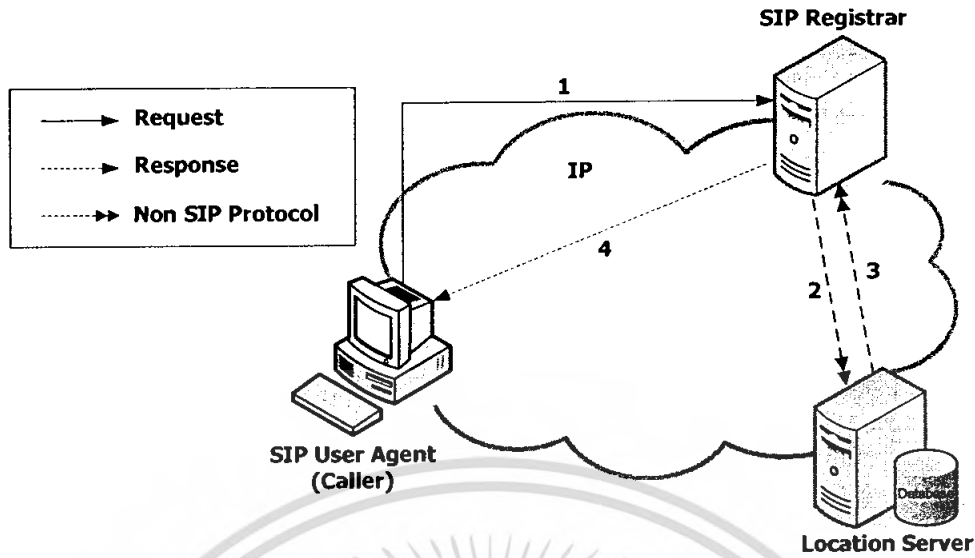
เอนทิตีที่รับข้อมูลเพื่อให้สามารถส่งข้อความไปให้กับผู้ถูกเรียกได้เมื่อมีการเปลี่ยนเทอร์มินัล เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์จะทำการติดต่อกับโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ (location server) เพื่อกำหนดเอนทิตีต่อไปที่จะรับข้อมูล โลเคชันเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ในการหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ถูกเรียกโดยการกำหนดเอนทิตีที่จะรับข้อความต่อไปแล้วส่งแอดเดรสของเอนทิตีนี้เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์ข้อมูลของโลเคชันเซิร์ฟเวอร์จะได้รับจากรีจิสตราร์เซิร์ฟเวอร์ (registrar server) ซึ่งทำหน้าที่ในการรับข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของผู้ใช้ แล้วส่งข้อมูลนี้ไปโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ ในการให้ข้อมูลของผู้ใช้กับ รีจิสตราร์เซิร์ฟเวอร์จะทำได้โดยใช้ข้อความ REGISTER เพื่อบอกตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้ โดยทั่วไปแล้วรีจิสตราร์เซิร์ฟเวอร์ จะถูกรวมเข้ากับเน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์

**4. โลเคชันเซิร์ฟเวอร์ (Location Server)** ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลหรือเป็นฐานข้อมูล ผู้ใช้บริการให้กับตัวเน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์ (Network Server) ได้ ทำให้ป้องกันปัญหาเรื่องขนาดฐานข้อมูลไม่เพียงพอและความปลอดภัยของข้อมูลได้ ตามมาตรฐานซีพอนุญาตให้สามารถพัฒนาตัวโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ไว้เป็นตัวเดียวกันกับตัวซีพเซิร์ฟเวอร์ได้

### 3.4 การทำงานของซีพเซิร์ฟเวอร์ระบบซีพ

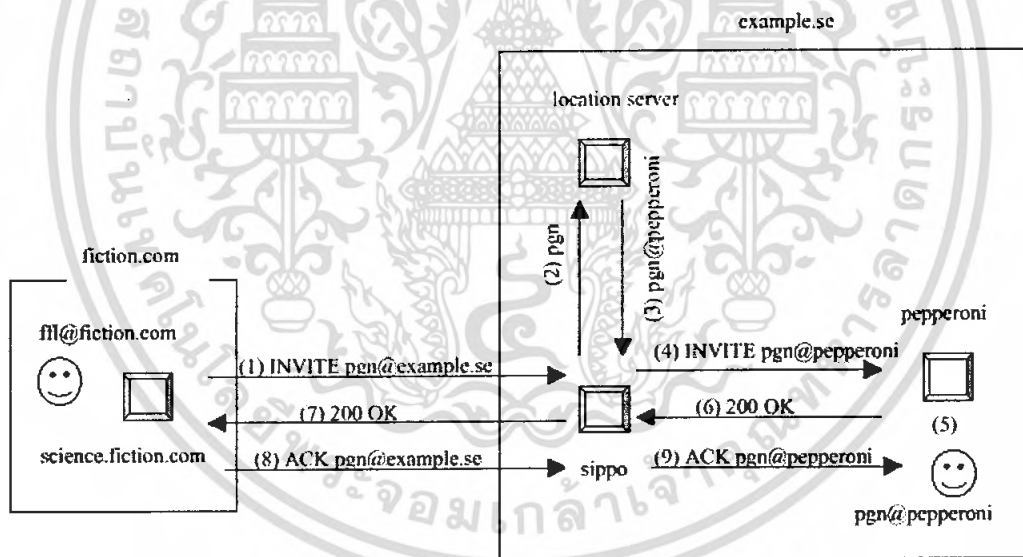
#### 3.4.1 รีจิสตราเซิร์ฟเวอร์ (Registrar Server)

เป็นซีพเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่ในการรับการลงทะเบียนจากผู้ใช้บริการ โดยจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ในโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งโดยทั่วไปรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์ (Registrar Server) ก็คือ ซีพเซิร์ฟเวอร์ เมื่อทำหน้าที่รับการลงทะเบียนนั่นเอง ดังแสดง เมื่อผู้ร้องขอการติดต่อทำการส่งข้อความร้องขอ (Request Message) ไปยังซีพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์ ตัวซีพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์จะทำการติดต่อไปยัง โลเคชันเซิร์ฟเวอร์เพื่อถามหาที่อยู่ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อโดยสัญญาณที่ใช้นี้ ตามมาตรฐานของซีพ ไม่มีการกำหนดไว้ ดังนั้น ซีพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์สามารถกำหนดรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ติดต่อระหว่าง ซีพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์กับ โลเคชันเซิร์ฟเวอร์ได้เอง ต่อมาเมื่อ โลเคชันเซิร์ฟเวอร์สามารถหาที่อยู่ได้แล้วก็จะส่งมาบอกกับ ซีพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์ หลังจากนั้น ซีพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์จะส่ง ข้อความตอบกลับ (Response Message) ไปให้ผู้ร้องขอการติดต่อเพื่อบอกที่อยู่ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อตามที่ผู้ร้องขอการติดต่อดังกล่าว



รูปที่ 3.3 การทำงานแบบ รีจิสตราเซิร์ฟเวอร์(Registrar Server)

3.4.2 พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server)



รูปที่ 3.4 การทำงานของ ซิฟพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์(SIP Proxy Server)

การทำงานของพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์สามารถอธิบาย โดยพิจารณาตัวอย่างการทำงาน จากรูปที่ 3.4 ผู้ร้องขอการติดต่อมีซัพยูอาร์แอล (SIP URL) คือ fml@fiction.com โดยมีที่อยู่จริงที่ science.fiction.comซึ่งอยู่ในเครือข่ายของ fiction.com สำหรับผู้ถูกร้องขอการติดต่อมีซัพยูอาร์แอล (SIP URL)คือ pgn@example.se และมีที่อยู่คือ pgn@pepperoni อยู่ในเครือข่ายของ example.se ซึ่งมีเซิร์ฟเวอร์เป็นแบบพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ โดยมีชื่อว่า คือ sippo เมื่อผู้ร้องขอการติดต่อ

fml@fiction.com ต้องการติดต่อไปยัง pgn@pepperoni โดยผู้ถูกร้องขอการติดต่อนี้ได้ทำการ

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ลงทะเบียน (Register) ไว้กับเซิร์ฟเวอร์ sipco แล้วเริ่มต้นผู้ร้องขอการติดต่อจะทำการส่ง INVITE Message (1) ไปยังเซิร์ฟเวอร์ เพื่อบอกว่าต้องการติดต่อไปยังผู้ถูกร้องขอการติดต่อใด โดยทำการระบุซิปยูอาร์แอล(SIP URL)ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อด้วย นั่นคือ pgn@example.se เมื่อเซิร์ฟเวอร์ ได้รับ INVITE Message นี้แล้ว เซิร์ฟเวอร์จะทำการหาที่อยู่โดยถามจาก โลเคชันเซิร์ฟเวอร์ โดยส่งชื่อ (2) ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อไปให้จากนั้น โลเคชันเซิร์ฟเวอร์ (Location Server) จะหาที่อยู่แล้วตอบกลับมาในที่นี้คือ pgn@pepperoni (3) จากนั้นเซิร์ฟเวอร์ จะทำการเปลี่ยนแปลง SIP Message บางอย่างเพื่อให้สามารถส่งไปยังปลายทางที่ pgn@pepperoni ได้ นั่นคือจะส่ง INVITE Message pgn@pepperoni (4) ไป เมื่อ pgn (5) ได้รับแล้วจึงตอบรับการติดต่อโดยส่งข้อความตอบกลับ (Response Message) เป็นรหัส 200 OK (6) กลับมายังเซิร์ฟเวอร์ จากนั้น เซิร์ฟเวอร์ ก็ทำการส่งต่อ(7)ไปให้ ffl@fiction.com เพื่อให้รับรู้ว่าได้รับข้อความตอบกลับ (Response Message) นี้แล้วจึงต้องมีการส่ง ACK Message (8) ไปบอก

ด้วย SIP Server เมื่อได้รับ ACK Message ก็ทำการส่งต่อไปยัง pgn โดยทำการเปลี่ยนแปลง SIP Message เพื่อระบุที่อยู่ของ pgn นั่นคือ ACK pgn@pepperoni (9) หลังจากขั้นตอนนี้ SIP Client ทั้ง 2 ฝ่ายจะทำการส่งข้อมูลเสียงโดยไม่ผ่านเซิร์ฟเวอร์

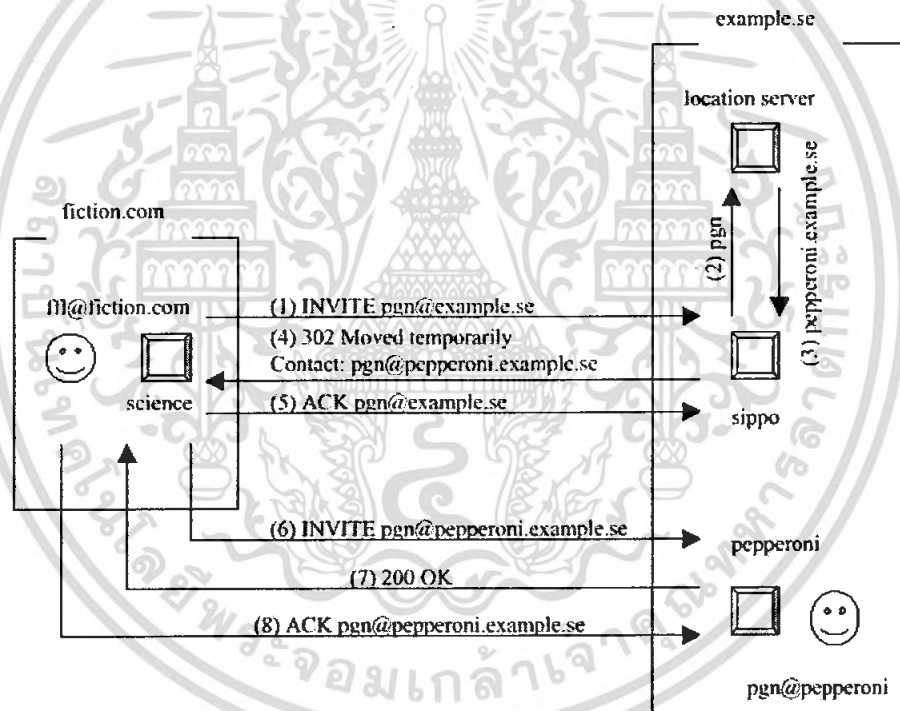
คงจะเห็นได้ว่าพรีอ็อกซีเซิร์ฟเวอร์ จะทำหน้าที่ในการรับภาระหรือรับผิดชอบการติดต่อระหว่างผู้ร้องขอการติดต่อและผู้ถูกร้องขอการติดต่อ ทำให้พรีอ็อกซีเซิร์ฟเวอร์สามารถทำการเพิ่มเติมความสามารถต่างๆ เพื่อให้สามารถให้บริการผู้ใช้บริการได้ดียิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการทำงานในลักษณะนี้ทำให้ต้องสูญเสียเวลาในช่วงการติดต่อที่ทำโดยตัวพรีอ็อกซีเซิร์ฟเวอร์และตัวพรีอ็อกซีเซิร์ฟเวอร์สามารถให้บริการผู้ใช้บริการ ได้จำกัดขึ้นอยู่กับความสามารถของพรีอ็อกซีเซิร์ฟเวอร์ นั่นๆ ที่จะสามารถรองรับการบริการกับผู้ใช้บริการ ที่ทำการติดต่อได้มากน้อยเพียงไร

### 3.4.3 รีไคเรกเซิร์ฟเวอร์(Redirect Server)

สามารถอธิบายโดยพิจารณาตัวอย่างการทำงานจากรูปที่ 3.4 ผู้ร้องขอการติดต่อมี ซิปยูอาร์แอล (SIP URL)คือ ffl@fiction.com อยู่ในเครือข่ายของ fiction.com ผู้ถูกร้องขอการติดต่อ ชื่อ pgn มีที่อยู่คือ pgn@pepperoni โดยมีซิปยูอาร์แอล(SIP URL) คือ pgn@example.se อยู่ในเครือข่าย example.se ซึ่งมีเซิร์ฟเวอร์ แบบรีไคเรกเซิร์ฟเวอร์ (Redirect Server) ชื่อ sipco เมื่อผู้ร้องขอการติดต่อ ffl@fiction.com ต้องการติดต่อไปยัง pgn ผู้ร้องขอการติดต่อจะทำการติดต่อไปยังรีไคเรกเซิร์ฟเวอร์เพื่อถามหาที่อยู่ของ pgn ดังนั้นจึงส่ง INVITE Message (1) ไปยังรีไคเรกเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะทำการถามที่อยู่จากโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ โดยส่งชื่อ pgn (2) ไป เมื่อโลเคชันเซิร์ฟเวอร์สามารถหาที่อยู่ได้แล้วจะส่งที่อยู่ที่ได้กลับมาคือ pepperoni.example.se (3) จากนั้นรีไคเรกเซิร์ฟเวอร์จะส่งที่อยู่นี้ไปให้ผู้ร้องขอการติดต่อ ffl@fiction.com โดยส่งเป็นเอกสาร Response Message ซึ่งมีรหัส คือ 302 Moved temporarily (4) ซึ่งจะใช้สำหรับ เซิร์ฟเวอร์แบบรีไคเรกเซิร์ฟเวอร์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีไคเรกเซิร์ฟเวอร์และเพื่อเป็นการยืนยันว่าได้รับที่อยู่แล้วผู้ร้องขอการติดต่อจึงทำการส่ง ACK Message (5) ไปยัง รีไคเรกเซิร์ฟเวอร์โดยขั้นตอนการติดต่อหลังจากนี้ผู้ร้องขอการติดต่อจะทำการติดต่อกับปลายทางที่ต้องการเอง โดยเริ่มตั้งแต่การส่ง INVITE Message (6) ไปยัง pgn ตามที่อยู่ที่ได้จากรีไคเรกเซิร์ฟเวอร์นั้น เมื่อ pgn ได้รับการติดต่อก็จะส่งข้อความตอบกลับ( Response Message) (7) กลับมา และเพื่อให้รับรู้ว่าได้รับการตอบรับแล้วจึงส่ง ACK Message (8) บอกลงไปยัง pgn หลังจากนั้นทั้ง 2 ฝ่ายก็จะทำการส่งข้อมูลเสียงตามลำดับ

สำหรับในตัวอย่างข้างต้นเป็นการติดต่อโดยได้รับที่อยู่เดียวจากรีไคเรกเซิร์ฟเวอร์ แต่หากได้รับมากกว่า 1 ที่อยู่ การทำงานในการติดต่อไปยังทุกๆ ที่อยู่ที่ได้รับนั้น โอกาสที่จะติดต่อได้จะขึ้นอยู่กับผู้ร้องขอการติดต่อ ดังนั้นหากใช้เป็นพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ การจัดการส่วนนี้พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์จะทำให้การทำงานง่ายขึ้น



รูปที่ 3.5 การทำงานของซีพีไคเรกเซิร์ฟเวอร์(SIP Redirect Server)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.1** เปรียบเทียบระหว่างพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์กับรีไดเรกต์เซิร์ฟเวอร์

พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server)	รีไดเรกต์เซิร์ฟเวอร์ (Redirect Server)
ทำงานได้ทั้งแบบสเตทเลสและสเตทฟูล	สามารถรองรับการทำงานหรือให้บริการกับยูสเซอร์เอเจนต์ไคลเอนต์ได้จำนวนมาก
มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง และสามารถเพิ่มเติมการบริการได้ต้องการ	หน้าที่หรือความรับผิดชอบในการติดต่อจะขึ้นอยู่กับยูสเซอร์เอเจนต์ไคลเอนต์
รับผิดชอบการติดต่อในทุกขั้นตอนการติดต่อทั้งหมด	
จำนวนยูสเซอร์เอเจนต์ไคลเอนต์ที่สามารถรองรับหรือให้บริการได้ขึ้นอยู่กับการแบ่งส่วนการทำงานของซีพียูเซิร์ฟเวอร์	
อาจสร้างเป็น Hybrid (semi-stateful) เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ซีพียูไคลเอนต์	
หากไม่มีการจัดการการบริการ ยูสเซอร์เอเจนต์ไคลเอนต์เป็นอย่างดี อาจทำให้ไม่สามารถให้บริการยูสเซอร์เอเจนต์ไคลเอนต์ที่เข้ามาได้หมดทุกตัว	

### 3.5 การร้องขอของซีพียู (SIP Request)

RFC 3261 (SIP) มี 6 แบบ ได้แก่

- INVITE ใช้เมื่อไคลเอนต์ต้องการสร้างเซสชันเพื่อติดต่อ
- ACK ใช้เมื่อไคลเอนต์ได้รับการตอบกลับจาก INVITE ภายในเวลาที่กำหนด
- BYE ใช้เมื่อต้องการสิ้นสุดการเชื่อมต่อ ซึ่งผู้ส่งและผู้รับสามารถส่งได้เหมือนกัน
- CANCEL ใช้เพื่อยุติการค้นหา แต่ไม่สามารถใช้ยกเลิกสายที่รับแล้วได้
- OPTIONS ใช้ตรวจสอบคุณสมบัติของเซิร์ฟเวอร์
- REGISTER ใช้ระบุ Address ของข้อมูล To ในซีพียูเซิร์ฟเวอร์

RFC 3262 เพิ่มความน่าเชื่อถือในการตอบกลับของซีพียู

- PRACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RFC 3265 เพิ่มเติม

- SUBSCRIBE แจ้ง Event ของ Notification จากผู้แจ้ง
- NOTIFY แจ้งเหตุการณ์ใหม่

### 3.5.1 ตัวอย่างการร้องขอของซิป

```
REGISTER sip:seberino@switch-2.nufone.net SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 66.159.194.51:5060
CSeq: 3363 REGISTER
To: sip:seberio@switch-2.nufone.net
Expires: 900
Call-ID: 401507385@66.159.194.51
User-Agent: Shtoom/0.3alpha0
Contact: <sip:seberino@66.159.194.51:5060>
Contact-Length: 0
```

### 3.6 ข้อความตอบกลับของซิป (SIP Response)

โปรโตคอล ซิป มีข้อความตอบกลับ มีความหมายดังนี้

1xx ข้อมูลการตอบกลับ

- 100 กำลังพยายาม
- 180 กำลังเรียก (ring)
- 181 กำลัง forward
- 182 กำลังเข้าคิว
- 183 ความคืบหน้าของ session

2xx ได้รับการตอบกลับ

- 200 OK
- 202 ตกลง

3xx Redirect

- 300 มีหลายตัวเลือก
- 301 ย้ายเป็นการถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 305 ใช้พรีอ็อกซี
- 380 บริการเสริม

#### 4xx การตอบกลับล้มเหลว

- 400 คำสั่ง Request ไม่ถูกต้อง
- 401 ไม่ได้รับสิทธิ ใช้กับบริจิสตราร์เท่านั้น ส่วนพรีอ็อกซี ใช้ 407
- 402 ต้องจ่ายเงิน (สงวนไว้ใช้ในอนาคต)
- 403 ซ่อน
- 404 ไม่พบ ไม่มีผู้ใช้ชื่อนี้
- 405 ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีนี้
- 406 ไม่สามารถรับได้
- 407 ไม่ได้รับสิทธิจากพรีอ็อกซี
- 408 หมดเวลา ไม่สามารถค้นหาผู้ใช้ได้ในเวลาที่กำหนด
- 410 ไม่สามารถติดต่อผู้ใช้ได้ ณ เวลานี้
- 413 คำสั่ง Request ขาวเกินไป
- 414 Request-URI ขาวเกินไป
- 416 ไม่สนับสนุน URI แบบนี้
- 420 เซิร์ฟเวอร์ไม่เข้าใจโปรโตคอลชีพที่ส่งมา
- 421 ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม
- 423 ช่วงเวลาน้อยเกินไป
- 479 ไม่สามารถใช้ URI นี้ได้
- 480 ปิดบริการชั่วคราว
- 481 ติดต่อไม่ได้
- 482 เกิดการวนลูป
- 483 เชื่อมต่อมากเกินไป
- 484 แอดเดรสไม่ถูกต้อง
- 485 สับสน
- 486 สายไม่ว่าง
- 487 ยุติการร้องขอ
- 488 ไม่ได้รับ
- 489 เหตุการณ์ไม่ถูกต้อง
- 491 ยุติการร้องขอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ 493 ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถถอดรหัส S/MIME ได้ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 494 ต้องการความปลอดภัย

5xx server มีปัญหา

- 500 เซิร์ฟเวอร์มีปัญหาภายใน

- 501 ยังไม่เปิดใช้วิธีนี้

- 502 เกทเวย์ไม่ถูกต้อง

- 503 ไม่สามารถให้บริการได้

- 504 หมดเวลาติดต่อเซิร์ฟเวอร์

- 505 เซิร์ฟเวอร์ไม่สนับสนุนโปรโตคอลซีพอาร์เอ็น

- 513 ข้อความยาวเกินไป

6xx ความล้มเหลว

- 600 บังคับตลอดเวลา

- 603 ไม่รับ

- 604 ไม่อยู่ตลอดเวลา

- 606 ไม่ยอมรับ

อื่น ๆ เช่น

- INFO ส่งข้อมูลโดยไม่แก้ไขสถานะเซสชัน

- REFER ใช้กับ call transfer

- MESSAGE ข้อความที่ต้องการส่ง

- UPDATE ส่งข้อมูลเพื่อแก้ไข Session State แต่ไม่เปลี่ยนสถานะการ

ทำงาน

### 3.7 ซิพแอดเดรส (SIP address)

ในระบบ ซิพ การส่งข้อความระหว่างเอนทิตีจะต้องระบุ ซิพยูอาร์แอล (SIP URL) เพื่อใช้อ้างอิงถึงผู้ใช้ ซิพยูอาร์แอลจะประกอบด้วย ซิพแอดเดรส (SIP address) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับ Domain Name Service (DNS) ใน web ทั่วๆ ไป เพื่อใช้ในการระบุตัวตนผู้ใช้ ซึ่งคล้ายกับการทำงานของระบบอีเมล ทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องยึดติดอยู่กับตัวอุปกรณ์ ยูอาร์แอล (URL) นี้จะอยู่ในส่วนของเฮดเดอร์ ในการส่งข้อความไปยังซิพยูอาร์แอลที่ระบุไว้จะต้องมีการแปลง ซิพแอดเดรสให้อยู่ในของ user@host โดยอาจจะผ่านการแปลงมากกว่าหนึ่งครั้งจนกระทั่งได้ตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้

### 3.7.1 ตัวอย่าง SIP URI

- sip:user@reskit.com
- sip:user@172.16.20.54
- sip:+1-425-707-9796@reskit.com
- sip:marketing@reskit.com;maddr = 225.0.2.1;ttl=64

### 3.8 จีพเฮดเคอร์ฟิวด์ (Header Field)

Accept-Contact	a	Refer-To	r
Allow-Event	u	Referred-By	b
Call-ID	I	Reject-Contact	j
Contact	m	To	t
Content-Encoding	e	Via	v
Content-Length	l	Subject	s
Content-Type	c		
Event	o		
From	f		

### 3.9 เอสดีพี (SDP)

เอสดีพีเป็นโปรโตคอลที่บรรยายลักษณะของการเชื่อมต่อ อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของเซสชันที่ต้องการเปิด ซึ่งจำเป็นสำหรับจีพ เพราะจีพจะไม่ได้กำหนดชนิดของสื่อที่จะส่ง ดังนั้นผู้ส่งจะต้องบอกลักษณะของสื่อว่าเป็นชนิดไหน เช่น เสียง, วิดีโอ หรือข้อมูล โดยใช้การส่งข้อมูลในรูปแบบของตัวอักษร (text based) เช่นเดียวกับจีพ

การใช้เอสดีพีในจีพนั้น จะใช้เมื่อต้องการสร้างการเชื่อมต่อ โดยส่งไปพร้อมกับอินไวท์เมสแซจ (INVITE message) หรือ แอคเมสแซจ (ACK message) ซึ่งเอสดีพีจะระบุชนิดของสื่อต่างๆ ที่ยอมรับได้และจะต้องยอมรับได้ทั้งสองฝ่ายจึงจะสามารถสร้างการเชื่อมต่อได้ นอกจากนี้ยังระบุหมายเลขพอร์ตและไอพีแอดเดรสที่จะใช้ในการสร้างการเชื่อมต่อกันอีกด้วยอธิบายแต่ละฟิลด์ของเอสดีพีได้ดังต่อไปนี้

### 1. Protocol Version (v)

ใน v จะประกอบด้วยตัวเลขของเวอร์ชันและจะต้องมีค่าเป็น v=0 เพราะว่าเวอร์ชันปัจจุบันของเอสดีพีคือ 0

### 2. Origin (o)

ใน o จะประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับผู้สร้างเซสชันและเซสชัน ไอดีที่ไม่ซ้ำ

o : note 3300619822 3300619823 IN IP4 161.246.5.202

o : [username] [session-id] [version] [network-type] [address-type] [address]

username คือ ชื่อผู้ใช้หรือโฮสต์หรือ – ถ้าไม่มี

session-id คือ ใช้ตัวเลขสุ่มที่ต้องที่ ต้องไม่ซ้ำ

version คือ ตัวเลขที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง session

network-type เป็น IN เสมอสำหรับอิน

address-type ใช้ IP4 สำหรับ IPv4 หรือ IP6 สำหรับ IPv6

address ใช้เป็น ไอพีแอดเดรสหรือชื่อของโฮสต์ก็ได้

### 3. Session Name and Information (s)

ใน s จะประกอบด้วยชื่อสำหรับเซสชันซึ่งแสดงข้อมูลเกี่ยวกับเซสชันนั้นๆ เช่น SipSession Phone call เป็นต้น

### 4. Connection Data (c)

ใน c จะประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสาร

c : IN IP4 161.246.5.202

c : [network-type] [address-type] [connection-address]

network-type เป็น IN เสมอสำหรับอินเทอร์เน็ต

address-type ใช้ IP4 สำหรับ IPv4 หรือ IP6 สำหรับ IPv6

connection-address คือ ไอพีแอดเดรสที่ต้องการติดต่อ

### 5. Time, Repeat Times, and Time Zones (t)

ใน t จะประกอบด้วยเวลาเริ่มต้นและ เวลาหยุดของเซสชัน

t=start-time stop-time .

เวลาจะถูกระบุโดยใช้ NTP( Network Time Protocol) timestamp ถ้าเวลาหยุดเป็นศูนย์ หมายความว่าเซสชันที่ทำไปเรื่อยๆ ไม่มีกำหนด ถ้าทั้งเวลาเริ่มต้นและ เวลาหยุดเป็นศูนย์ หมายความว่าเซสชันถาวร

## 6. Media Announcements (m)

ใน m ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของสื่อ

m : application 49152 TCP Warship

m : [media] [port] [transport] [format-list]

media ใช้ เสียง, วิดีโอ, แอปพลิเคชัน, ข้อมูล, การโทรศัพท์, หรือการควบคุม

port คือ หมายเลขพอร์ต

transport คือ โพรโตคอลสื่อสารเช่น อาร์ทีพี, ทีซีพี หรือยูดีพี

format-list คือ ข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับสื่อ

## 7. Attributes (a)

ใน a ประกอบด้วยแอททริบิวต์ (attributes) ของสื่อ เช่น

a=rtpmap:0 PCMU/8000

a=rtpmap:6 DVI4/16000

a=rtpmap:8 PCMA/8000

rtpmap คือ RTP/AVP list เช่น a=rtpmap:0 PCMU/8000 มี Media encoding เป็น

PCM Law และ Sampling rate 8000 Hz

## บทที่ 4

### การออกแบบโครงการและการพัฒนาโครงการ

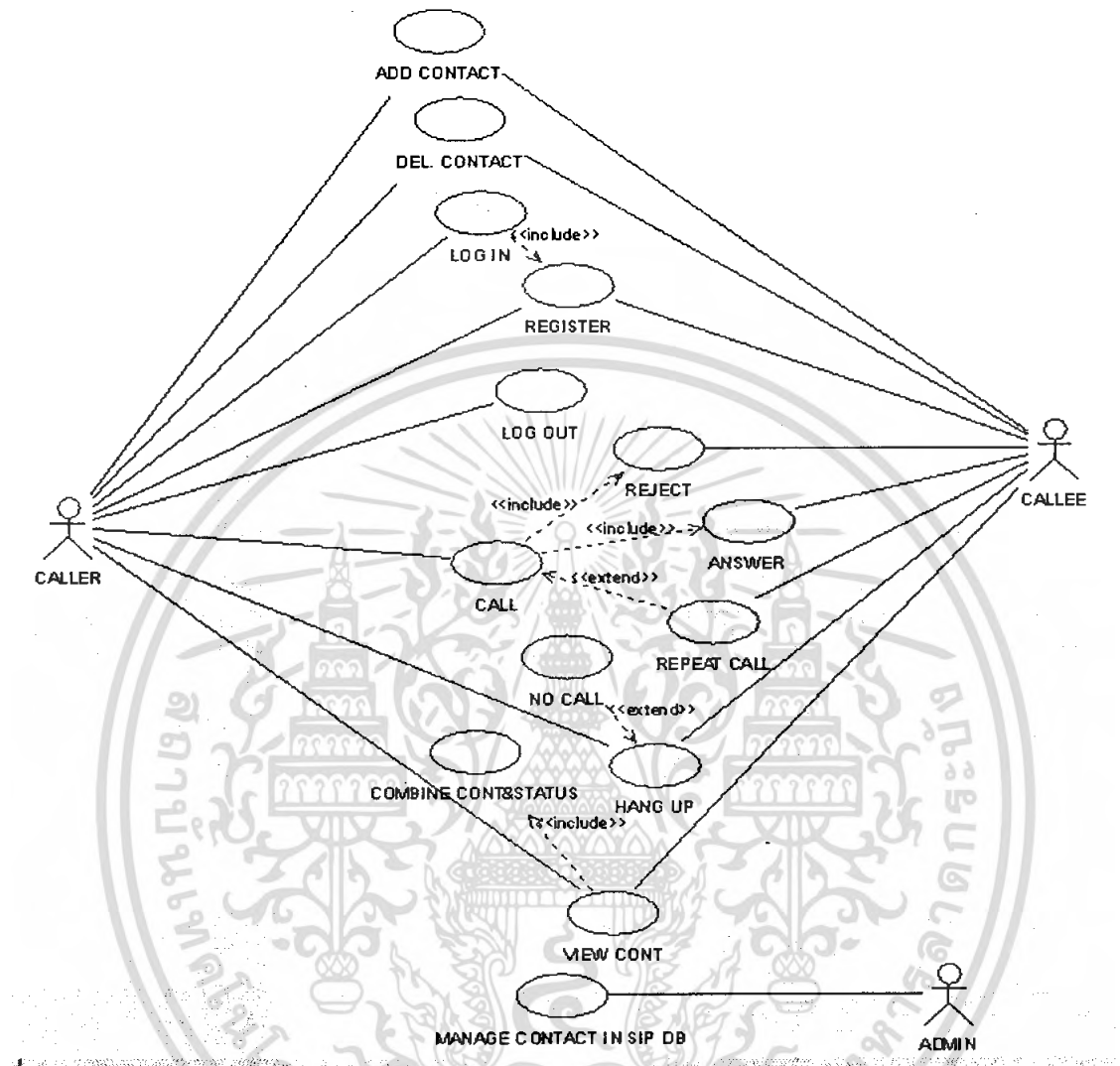
การพัฒนาโครงการนี้ ผู้จัดทำได้ใช้ภาษา C++ เป็นหลักในการพัฒนา เพราะเนื่องจากไลบรารีที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบนพีดีเอหรือ PJSIP นั้นใช้ภาษา C++ โดยจำลองการทำงานของแอปพลิเคชันโดยใช้ Window Mobile 5.0 Pocket PC SDK และทำการพอร์ตลงพีดีเอจริงเมื่อทำการทดสอบ

#### 4.1 การออกแบบโครงการ

โปรแกรมที่ออกแบบจะสามารถทำหน้าที่ได้ดังนี้

1. จัดการกับบัญชีรายชื่อ เช่น เพิ่มรายชื่อ ,ลบรายชื่อ
2. ล็อกอินเพื่อเข้าใช้โปรแกรมและล็อกเอาท์เพื่อออกจากโปรแกรมได้
3. สนทนาระหว่างพีดีเอ
4. สร้างและสิ้นสุดเซสชันได้
5. ครอบหรือปฏิเสธสายได้

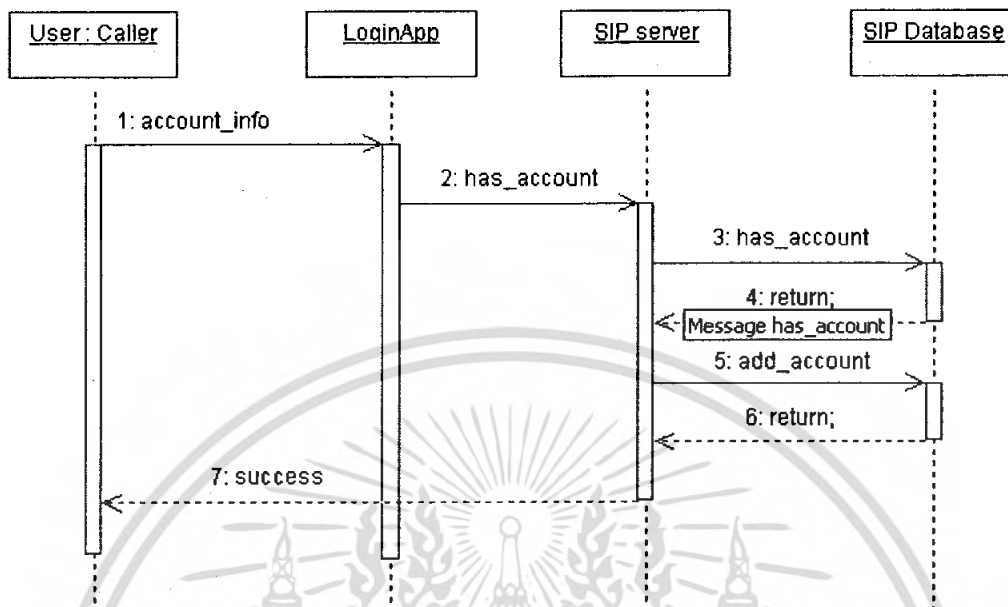
### 4.1.1 Use case Diagram



รูปที่ 4.1 แสดง use case

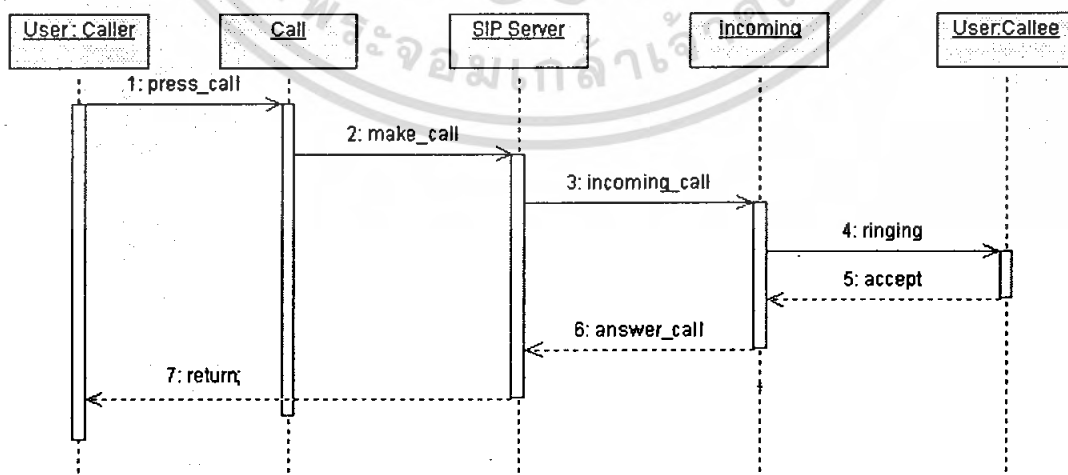
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.2 Sequence Diagram



รูปที่ 4.2 แสดง Sequence Diagram การล็อกอิน (Log In)

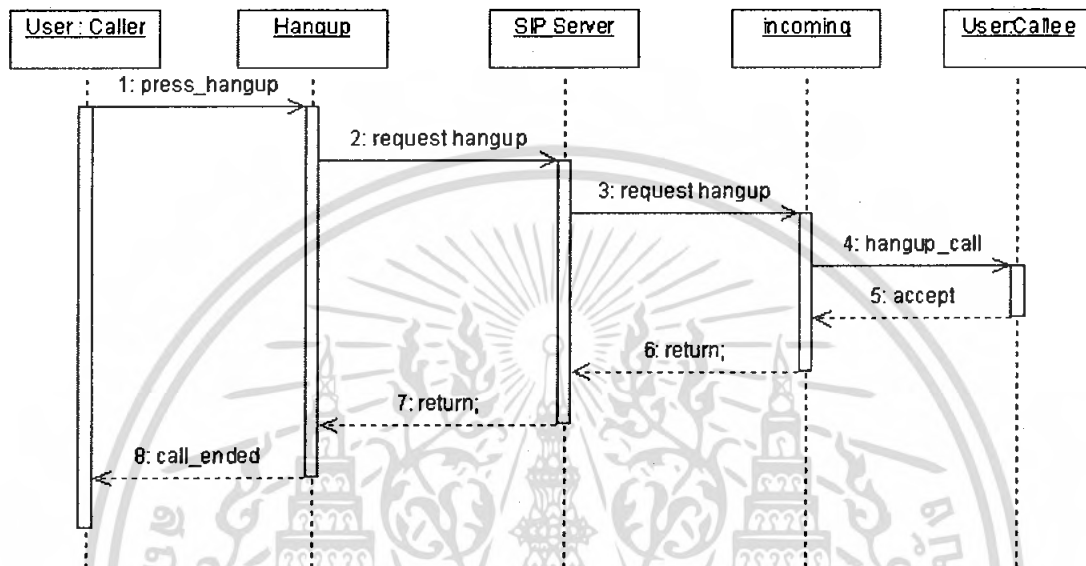
จากรูปที่ 4.2 เริ่มจากผู้ใช้ส่ง account\_info ซึ่งเป็นรายละเอียดข้อมูลของผู้ใช้เอง เช่น ยูสเซอร์เนม, พาสเวิร์ด, โดเมนเนมเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น ผ่านทาง LoginApp หลังจากนั้น LoginApp จะตรวจสอบไปที่เซิร์ฟเวอร์และเซิร์ฟเวอร์จะเข้าไปค้นหาใน SIP Database ว่ามี account ของผู้ใช้คนนี้อยู่หรือไม่ผ่านทาง has\_account ถ้ามี account นี้อยู่ก็จะรีเทิร์นค่ากลับไปซึ่งก็คือสามารถล็อกอินเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ได้สำเร็จ หรือรีจิสเตอร์เข้าเซิร์ฟเวอร์ได้สำเร็จนั่นเอง



รูปที่ 4.3 แสดง Sequence Diagram การโทรออก (Call)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 เริ่มต้นการโทรออกเมื่อผู้ใช้กดปุ่มโทรออก จากนั้นจะมีการร้องขอการโทรออกไปที่ซีพเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางฟังก์ชัน `make_call` จากนั้นซีพเซิร์ฟเวอร์แจ้งไปยังผู้รับว่ามีสายเข้าผ่านทาง `incoming_call` และ `ringing` เมื่อผู้รับครบก็จะรีเทินค่ากลับไปยังผู้ใช้ฝั่งที่กดโทรมาหา หลังจากนั้นก็จะสามารถคุยกันได้ระหว่างผู้โทรออกกับผู้ทีกรับสาย



รูปที่ 4.4 แสดง Sequence Diagram การวางสาย (Hang Up)

จากรูปที่ 4.4 เมื่อฝั่งผู้โทรออกกดปุ่มวางสายผ่าน จากนั้นจะทำการร้องขอการวางสายไปที่ซีพเซิร์ฟเวอร์ ซีพเซิร์ฟเวอร์ก็จะทำการส่งการร้องขอการวางไปยังผู้รับหรือผู้ถูกร้องขอผ่านทาง `hangup_call` เมื่อฝั่งผู้ถูกร้องขอรับการวางสายก็จะเป็นการสิ้นสุดการสนทนากัน โดยรีเทินค่ากลับไปบอกผู้ใช้ผ่านทาง `call_ended`

## 4.2 โครงสร้างของโครงการ

โปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้น มีพื้นฐานให้ใช้ได้กับพีดีเอ บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์โมบายล์ 5 (Window Mobile 5) โดยใช้ภาษา C++ ในการพัฒนา การทำงานของโปรแกรมนั้นแบ่งเป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างซีพซีิร์ฟเวอร์กับพีดีเอ และการเชื่อมต่อกันโดยตรงของพีดีเอ ดังนั้นพีดีเอและซีพซีิร์ฟเวอร์ จะต้องมีไอพีเฉพาะเพื่อใช้ในการทดสอบ

โครงสร้างของโครงการนั้นมีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วนหลัก โดยแต่ละส่วนมีหน้าที่ในการรับผิดชอบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งประกอบด้วย

### 1. ออนดู ซีพซีิร์ฟเวอร์ (Ondo SIP Server)

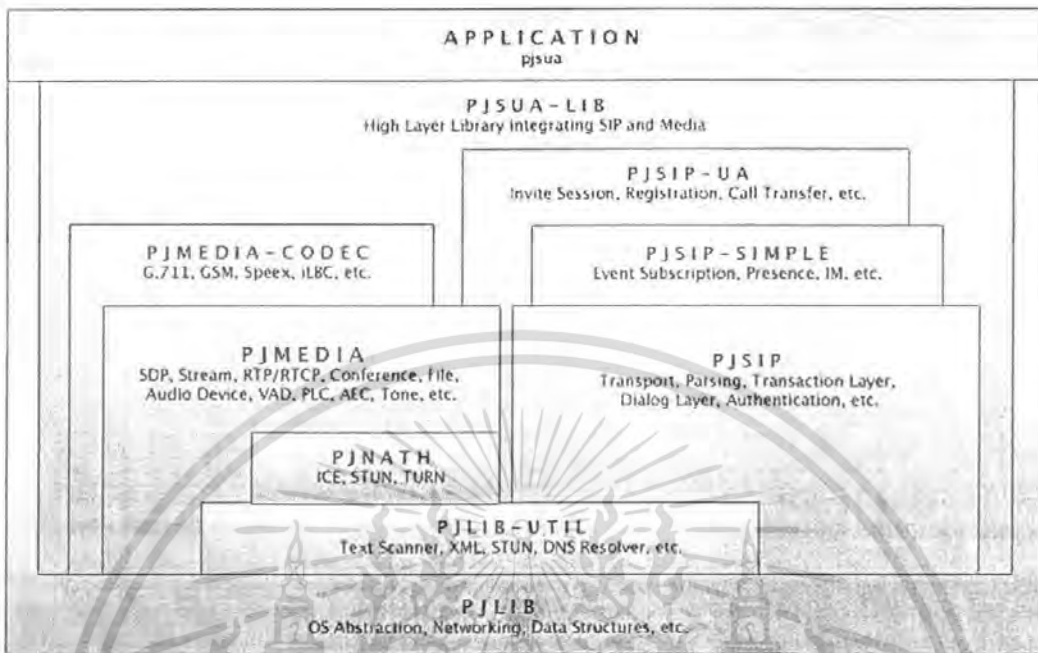
เป็นเซิร์ฟเวอร์ที่จำลองพร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ และรีจิสตราร์เซิร์ฟเวอร์ ไว้ที่เครื่องเดียวกัน

- ทำหน้าที่สำหรับลงทะเบียนอุปกรณ์ที่ใช้ซีพ เพื่อสามารถสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ซีพ ได้
- ทำหน้าที่ในการส่งต่อ SIP Message
- ทำหน้าที่ในการจัดการเซสชันแบบเวลาจริง(real-time) และสามารถแสดงสถานะของเซสชันหรือยุติการโทรที่ทำงานอยู่ในขณะนั้นได้ด้วยมือ
- ทำหน้าที่ในการกำหนดเส้นทางของซีพรีเควส(SIP Request) จากซีพยูสเซอร์เอเจนต์หนึ่งไปยังเซิร์ฟเวอร์อื่น

### 2. แอปพลิเคชัน(Application)

โปรแกรมสนทนาที่ต้องการเรียกใช้บริการพีเจซีพ(PJSIP) ในการทำการติดต่อสื่อสารกับซีพซีิร์ฟเวอร์และการติดต่อระหว่างพีดีเอ

### 3. พีเจซีพี เอพีไอ (PJSIP API)



รูปที่ 4.5 สถาปัตยกรรมของ PJSIP

พีเจลีบ(PJLIB) เป็นไลบรารี(library) หลัก ซึ่งถูกเรียกใช้โดยทุกๆ library  
 พีเจลีบ-ยูทิล(PJLIB-UTIL) เป็นไลบรารี( library )เสริม ซึ่งมี scanner,XML,STUN,MD5,getopt เป็นต้น ซึ่งถูกเรียกใช้โดยซีพี และมีเคียสแตก( media stack)  
 พีเจเนท(PJNATH) เป็นไลบรารี( library )ซึ่งช่วยเหนือ NAT (STUN,TURN,ICE)  
 พีเจซีพี(PJSIP) เป็นซีพีสแตกไลบรารี( library )ที่สำคัญ  
 พีเจซีพี-ยูเอ(PJSIP-UA) : เป็นไลบรารีของซีพียูสเซอร์เอเจนต์ ซึ่งมีอินไวท์เซสชัน (INVITE session) คอลทรานสเฟอร์(call transfer) ไคลเอนต์รีจิสเตรชัน(client registration) เป็นต้น  
 พีเจซีพี-ซิมเปิล(PJSIP-SIMPLE) เป็นไลบรารีซีพีซิมเปิล( SIP SIMPLE) สำหรับอีเวนท์เฟรมเวิร์ค( event framework) หลัก,อินสแตนท์เมสเสจ( instant messaging) เป็นต้น  
 พีเจเอสยูเอ(PJSUA) เป็นไลบรารีซีพียูสเซอร์เอเจนต์ระดับสูง(high-level SIP UA) ซึ่งรวมซีพีสแตก(SIP stack) และมีเคียสแตก( media stack) เข้าไปภายใน high-level เพื่อให้ง่ายต่อการใช้ API

พีเจมีเคีย(PJMEDIA) : เฟรมเวิร์คมีเคีย(media framework)

พีเจมีเคีย-โคเดค(Pjmedia-codec) เป็นไลบรารีซึ่งเก็บ โคเดค( codec) หลายชนิด เช่น จีเอส

เอ็ม(GSM) ,สปีเอ็ก(Speex) และ ไอแอลบีซี( iLBC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1. Microsoft visual studio .NET (C++)
2. Window Mobile 5.0 Pocket PC SDK
3. ออนคูซิฟเซิร์ฟเวอร์ (Ondo SIP Server)
4. พีดีเอ ยี่ห้อ HP 6965
5. PJSIP API



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

การทดลองการทำงานของโปรแกรมนั้นเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ได้ผลของทำงานให้เป็นไปตามที่ต้องการ และเพื่อทราบปัญหาที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้โปรแกรมมีความสามารถเพิ่มมากขึ้น

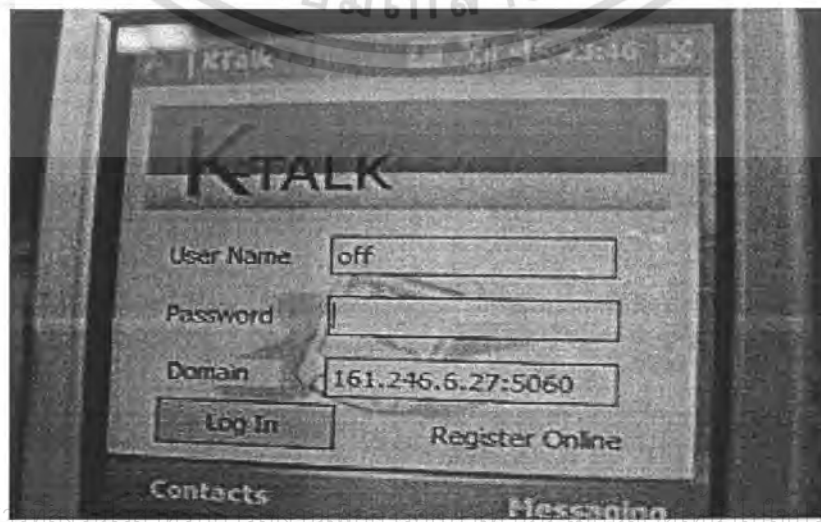
#### 5.1 สิ่งที่ต้องใช้ในการทดสอบ

1. ซิพีเซิร์ฟเวอร์(SIP Server)
2. พีซีเอ จำนวน 2 เครื่อง
3. Access Point 1 เครื่อง

#### 5.2 สิ่งที่ต้องทดสอบ

- การล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม
- การจัดการรายชื่อคู่สนทนา
- การแสดงผลรายชื่อคู่สนทนาที่ออนไลน์และออฟไลน์
- การสนทนากันระหว่างพีซีเอ
- เปรียบเทียบการบีบอัดเสียงด้วยโคเดค(Codec)ประเภทต่างๆ

##### 5.2.1 การล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบรียรัมย์

รูปที่ 5.1 แสดงหน้าจอที่ใช้ในการล็อกอิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบรียรัมย์

### 5.2.2 การจัดการรายชื่อผู้สนทนา

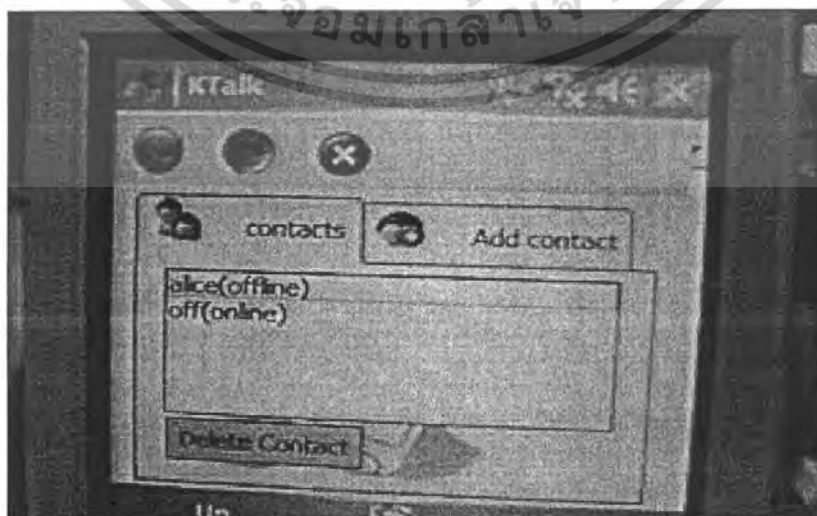
การจัดการรายชื่อผู้สนทนามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เพิ่มรายชื่อผู้สนทนา
2. ลบรายชื่อผู้สนทนา
3. การดูสถานะปัจจุบันของผู้สนทนาทั้งหมด

การทดลองคือ ให้ทำการล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม K-Talk จากนั้นให้เลือก แท็บ Add contact จะปรากฏหน้าจอให้กรอกรายละเอียด และกดปุ่ม Add เพื่อเพิ่มรายชื่อผู้สนทนา ดังรูป



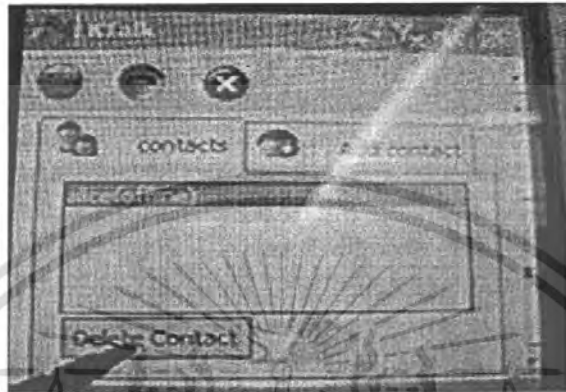
รูปที่ 5.2 แสดงหน้าจอเมื่อต้องการเพิ่มรายชื่อผู้สนทนา(Add contact)



รูปที่ 5.3 รายชื่อที่ถูกเพิ่มเข้าไป จะแสดงในหน้าผู้สนทนา(Contact)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางโปรแกรมไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้าแสดงรายชื่อผู้สนทนา(Contact) สามารถลบรายชื่อผู้สนทนาได้โดยคลิกปุ่ม Delete Contact ดังรูป



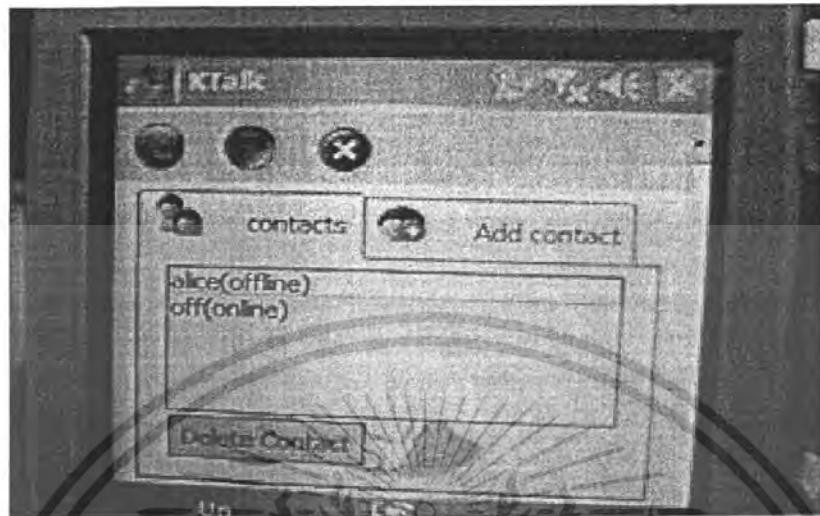
รูปที่ 5.4 แสดงหน้าจอเมื่อต้องการลบรายชื่อผู้สนทนา



รูปที่ 5.5 แสดงหน้าจอหลังจากคลิกปุ่มลบรายชื่อผู้สนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

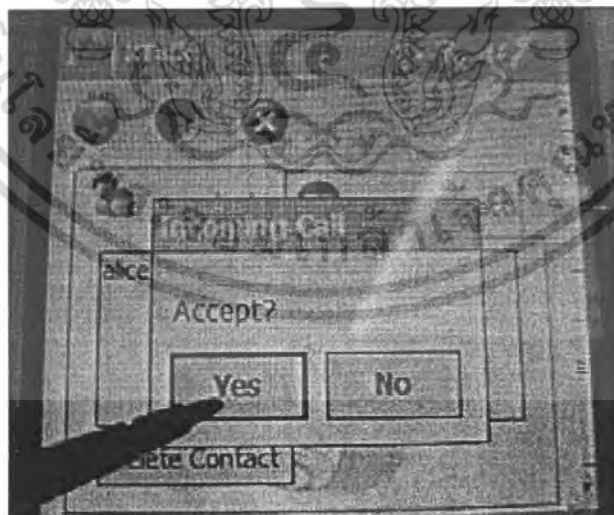
### 5.2.3 การแสดงสถานะของรายชื่อผู้สนทนา




รูปที่ 5.6 แสดงรายชื่อผู้สนทนาที่ออนไลน์และออฟไลน์

### 5.2.4 การสนทนากันระหว่างพีซี

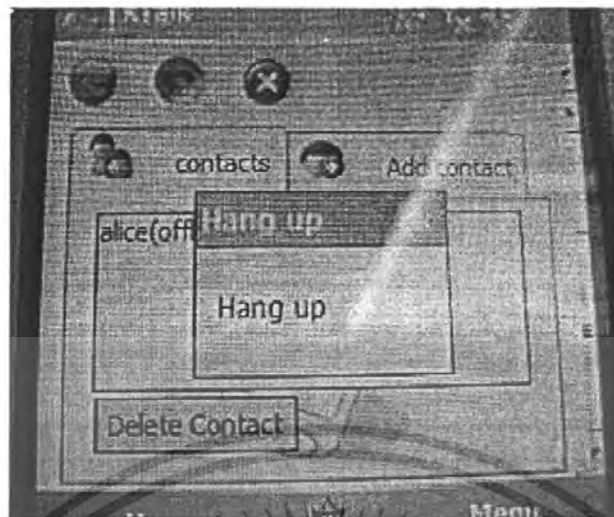
การทดลองการสนทนากับคู่สนทนาที่ต้องการให้เลือกรายชื่อผู้สนทนาที่ต้องการสนทนาด้วย แล้วคลิกปุ่ม 



รูปที่ 5.7 แสดงMessageBox (message box) เพื่อเลือกรับสายหรือปฏิเสธสาย (ฝั่งรับสาย)

เมื่อสนทนาเสร็จแล้ว ให้คลิกปุ่ม  เพื่อวางสาย หลังจากนั้นจะแสดงMessageBox (message box) เพื่อยืนยันว่าได้วางสายแล้ว ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 เมตเสงบ็อกเพื่อยืนยันการวางสาย(ฝั่งผู้กดปุ่มวางสาย)

เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมให้กดปุ่ม  เพื่อ Log out



รูปที่ 5.9 แสดงเมตเสงบ็อกเพื่อยืนยันว่าต้องการออกจากโปรแกรม

### 5.2.5 เปรียบเทียบการบีบอัดเสียงด้วยโคเดค(Codec) ประเภทต่างๆ

ในขั้นตอนการบีบอัดเสียงจะมีโคเดคเป็นตัวจัดการการบีบอัดอยู่หลายประเภทด้วยกันและในแต่ละประเภทยังให้คุณภาพของเสียงที่แตกต่างกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.1** เปรียบเทียบการบีบอัดแต่ละชนิด

การบีบอัด (Codec)	Bitrate(kbps)	Sampling (kHz)	MOS (Mean Opinion Score)
PCMU/PCMA	64	8	4.1
ILBC	15.2 / 13.33	8	3.8
GSM	13	8	3.5

โดยที่ค่า MOS มีความค่าตั้งแต่ 1-5 ดังตารางด้านล่างนี้

**ตารางที่ 5.2** แสดงค่า MOS (Mean Opinion Score)

Score	Opinion Scale	Listen: Effort Scale
5	Excellent	No effort required
4	Good	No appreciable effort require
3	fair	Moderate effort require
2	poor	Considerable effort required
1	Bad	Difficult to understand

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นว่า PCMU/PCMA หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า G.711 นั้นจะมีคุณภาพดีที่สุดในค่า MOS อยู่ในระดับดีดังตารางที่ 5.2 และจากการทดลองการใช้โคเดคชนิดนี้ทำให้มีเสียงแทรก และความล่าช้าของเสียงที่ได้ยินมีน้อยมาก แต่จะมีเสียงสะท้อน(Echo)อยู่ ทำให้คุณภาพเสียงดีที่สุดในเมื่อเทียบกับอีกสองชนิด

ILBC มีค่า MOS อยู่ในระดับพอใช้(จากตารางที่ 5.1 และ 5.2)และจากการทดลองที่ได้้นำ ILBC ไปใช้นั้น พบว่ามีเสียงแทรกและความล่าช้าของเสียงมาก ทำให้ได้ยินเสียงของกลุ่มสนทนาไม่ชัดเจน ไม่สามารถโต้ตอบกันได้

ส่วน GSM มีค่า MOS อยู่ในระดับพอใช้(จากตารางที่ 5.1 และ 5.2)เช่นเดียวกับ ILBC แต่จากการทดลองนำโคเดค ชนิดนี้ไปใช้ พบว่ามีคุณภาพแย่มากที่สุด โดยมีเสียงแทรกมากที่สุด และไม่ยินเสียงของกลุ่มสนทนาเลย จึงไม่สามารถทราบความล่าช้าของเสียงได้

เนื่องจาก PCMU/PCMA มีคุณภาพดีที่สุดแต่ยังมีเสียงสะท้อนอยู่ ดังนั้นจึงนำมาทำการปรับค่าต่างๆดังนี้เพื่อลดเสียงสะท้อน

**ตารางที่ 5.3** เปรียบเทียบการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆเพื่อลดเสียงสะท้อน

ค่าพารามิเตอร์	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2
ptime	20	20
quality	1	5
ec_tail_len	256	1024
บัฟเฟอร์ Jitter		
• jb_max	80	360
• jb_init	40	40
• jb_min_pre	20	60
• jb_max_pre	80	240

การกำหนดค่าดังกล่าวการทดลองครั้งที่ 1 ยังมีเสียงสะท้อนอยู่ และไม่ได้ทำให้เสียงสะท้อนน้อยลงจึงทำการเปลี่ยนค่าให้เท่ากับการทดลองครั้งที่ 2 ผลคือมีเสียงสะท้อนน้อยลง และสามารถคุยโต้ตอบได้ดีขึ้น

ค่าพารามิเตอร์แต่ละค่ามีรายละเอียดดังนี้

ptime คือ ค่าดีฟอลต์ของptime codec

quality คือ การกำหนดขนาดของการสุ่มตัวอย่าง(resampling)

ec\_tail\_len คือ พารามิเตอร์ที่ตัดเสียงสะท้อนในหน่วย 1/1000 วินาที

jb\_min\_pre คือ ค่าความล่าช้าต่ำสุดที่จะไปถึงข้อมูลจากบัฟเฟอร์มาก่อนในหน่วย 1/1000 วินาที

jb\_max\_pre คือ ค่าความล่าช้ามากที่สุดที่จะไปถึงข้อมูลจากบัฟเฟอร์มาก่อนในหน่วย 1/1000 วินาที

jb\_init คือ ค่าเริ่มต้นในการดึงข้อมูลจากบัฟเฟอร์จิคเตอร์

## บทที่ 6

# สรุปผลการทดลองและการแก้ปัญหา

### 6.1 สรุปผลการทดลอง

แอปพลิเคชันที่ทำการพัฒนาสามารถทำได้ตามความต้องการของผู้จัดทำโครงการงานครั้งนี้คือ สามารถสนทนากันระหว่างพีดีเอได้ สามารถเพิ่มและลบรายชื่อผู้สนทนา สามารถทำการลงทะเบียนกับซีพีเจิร์ฟเวอร์ได้ สามารถแสดงรายชื่อผู้สนทนาที่ออนไลน์และออฟไลน์ได้ สามารถยกเลิกการเชื่อมต่อ และแอปพลิเคชันมีการใช้งานได้ง่าย

### 6.2 ปัญหา อุปสรรค และวิธีแก้ไข

ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างทำโครงการ มีรายละเอียดดังนี้

1. ในช่วงแรกของการพัฒนาได้ใช้ภาษา J2ME ในการพัฒนาโดยใช้ MJSIP API แต่เนื่องจากไม่สามารถพัฒนาให้ส่งเสียงบนพีดีเอได้ จึงต้องทำการเปลี่ยนภาษาและไลบรารีที่ใช้ในการพัฒนา เป็น C++ โดยใช้ PJSIP API
2. ผลการทดลองในตอนแรกคือ เมื่อฝั่งโทรออกพูด ฝั่งรับจะได้ยินเสียงอย่างเดียว แต่จะไม่สามารถพูดโต้ตอบกันได้ และเมื่อฝั่งรับพูดได้ฝั่งที่โทรออกจะได้ยินเสียงแต่ไม่สามารถพูดโต้ตอบกันได้เช่นเดียวกัน ซึ่งมีสาเหตุมาโคเดค (Codec) ที่ใช้ในการบีบอัดเสียง ดังนั้นจึงได้ทำการ #define ค่าโคเดค (Codec) บางตัวให้ไม่สามารถใช้งานได้ดังนี้

```
#define PJMEDIA_HAS_SPEEX_AEC          0
#define PJMEDIA_ECHO_SUPPRESS_FACTOR  1
```

และเพิ่มขนาดบัฟเฟอร์ของJitter ให้มีขนาดมากขึ้นดังนี้

```
app_config.media_cfg.jb_max          = 80;
app_config.media_cfg.jb_init          = 40;
app_config.media_cfg.jb_min_pre       = 20;
app_config.media_cfg.jb_max_pre       = 80;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีนักพัฒนาโปรแกรมจำนวนน้อยที่เข้ามาทดลองทำงานกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โมบายล์ 5 บนอุปกรณ์ผู้ช่วยดิจิทัลส่วนตัว (PDA) อีกทั้งรายละเอียดของ PJSIP API เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด จึงทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ

### 6.3 แนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต

- พัฒนาให้มีการเก็บรายชื่อ Contact บน MySQL Server
- พัฒนาให้มีการรีจิสเตอร์ออนไลน์บนรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์
- เนื่องจากความเร็วของอินเทอร์เน็ตที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการใช้ VoIP อย่างแพร่หลายมากขึ้น ซึ่งในระหว่างการหาข้อมูลเพื่อทำโครงการ ก็พบว่า PJSIP API ที่ใช้นั้นมีการประยุกต์ใช้ในหลาย ๆ อุปกรณ์ เช่น Symbian OS, Xbox, Nintendo Wii จึงน่าจะเป็นแนวทางในการพัฒนาบนอุปกรณ์ที่มีความนิยมแพร่หลายในอนาคตต่อไป



## บรรณานุกรม

สุเมธ เขียดเกลี้ยง, สุริยัน ศรีมาตย์. 2548. “โปรแกรมสนทนาด้วยเสียงผ่านเครือข่าย.”

ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์คอมพิวเตอร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Marcin Dzieweczynski. **Implementation of Caller Preferences in Session Initiation Protocol (SIP)** [Online]. Available: <http://www.diva-portal.org/liu/abstract.xsql?dbid=2238>

Open source SIP stack and media stack for presence, im/instant messaging, and multimedia communication [Online]. Available: <http://www.pjsip.org>

VoIP Foro. 2549. **Codecs** [online]. Available: <http://www.voipforo.com/en/codec/codecs.php>

G. Adam Covington. 2550. **Voice over Wireless Data Networks** [online].

Available : [http://www.cs.wustl.edu/~jain/cse574-06/ftp/wireless\\_voip/index.html#3.1-](http://www.cs.wustl.edu/~jain/cse574-06/ftp/wireless_voip/index.html#3.1-GSM)

GSM

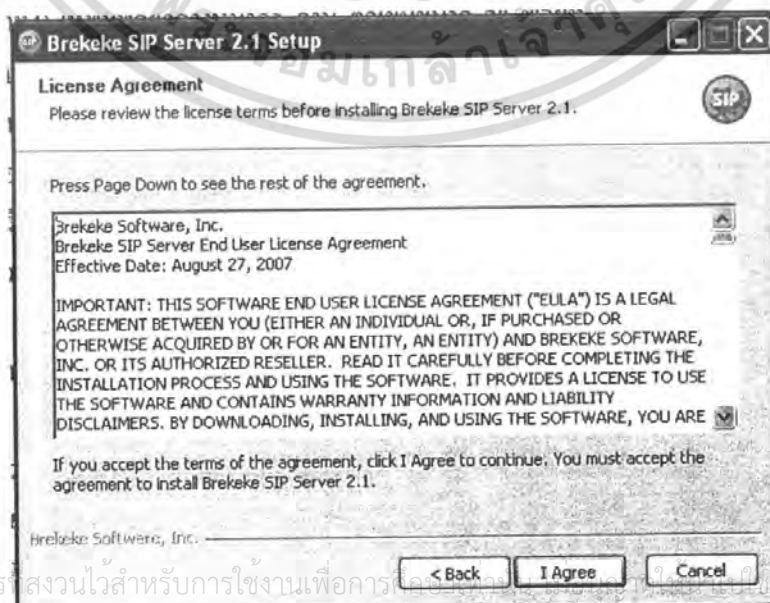
## ภาคผนวก

### การติดตั้งซีพเซิร์ฟเวอร์ (SIP Server)

1. รันโปรแกรมที่ดาวน์โหลดมาจาก [www.brekeke.com](http://www.brekeke.com)
2. เริ่มการติดตั้ง Brekeke SIP server ให้คลิกปุ่ม Next

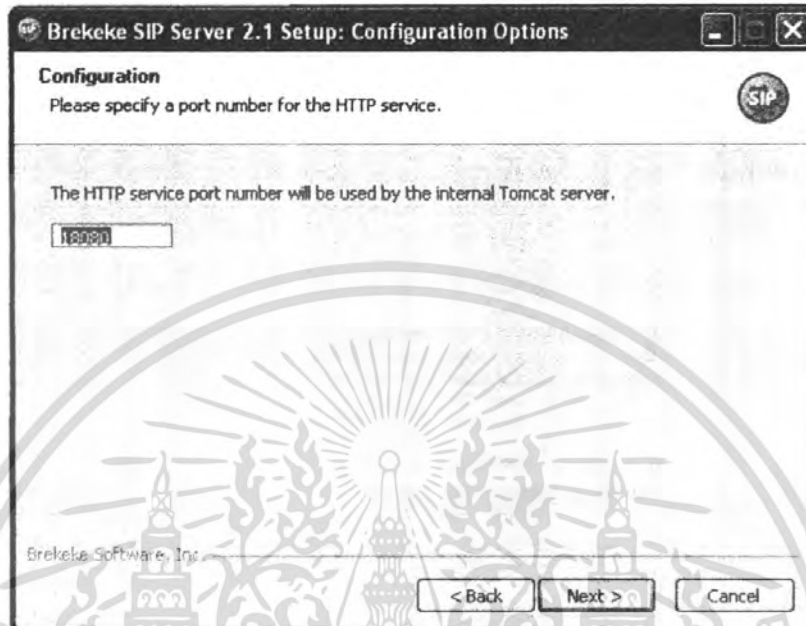


3. กดปุ่ม I Agree เพื่อยอมรับไลเซน (License)

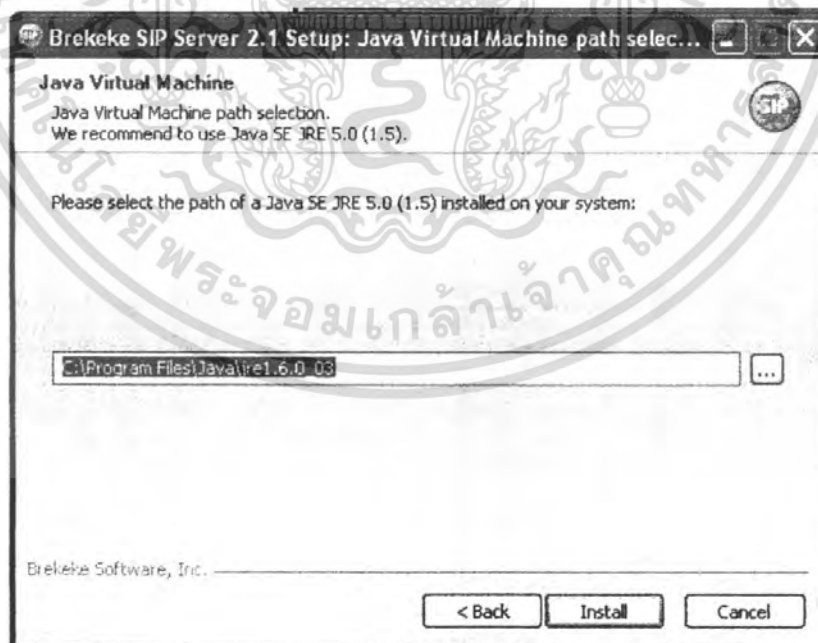


เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการฝึกอบรมเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจาก Brekeke Software, Inc. นโยบายด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระบุพอร์ตบริการเอชทีทีพี(HTTP) ให้ใช้ค่าพอร์ตที่กำหนดมาให้คือ 18080 จากนั้น กดปุ่ม Next

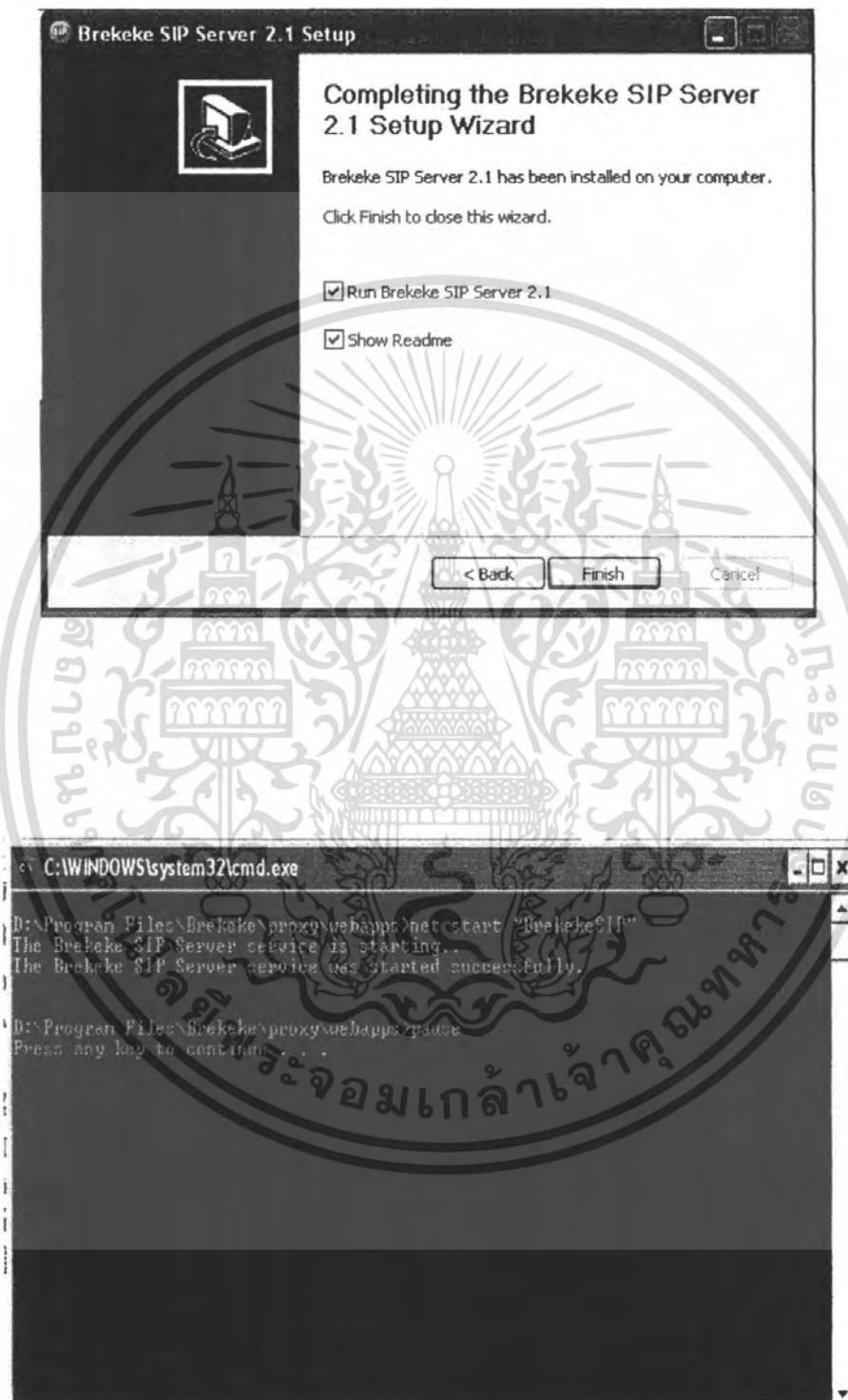


5. เลือกไดเรกทอรีที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม เมื่อคลิกปุ่ม Finish จะปรากฏหน้าจอคอมมานด์เพื่อแสดงว่าเซิร์ฟเวอร์ได้เริ่มทำงานแล้วดังรูปที่ด้านล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

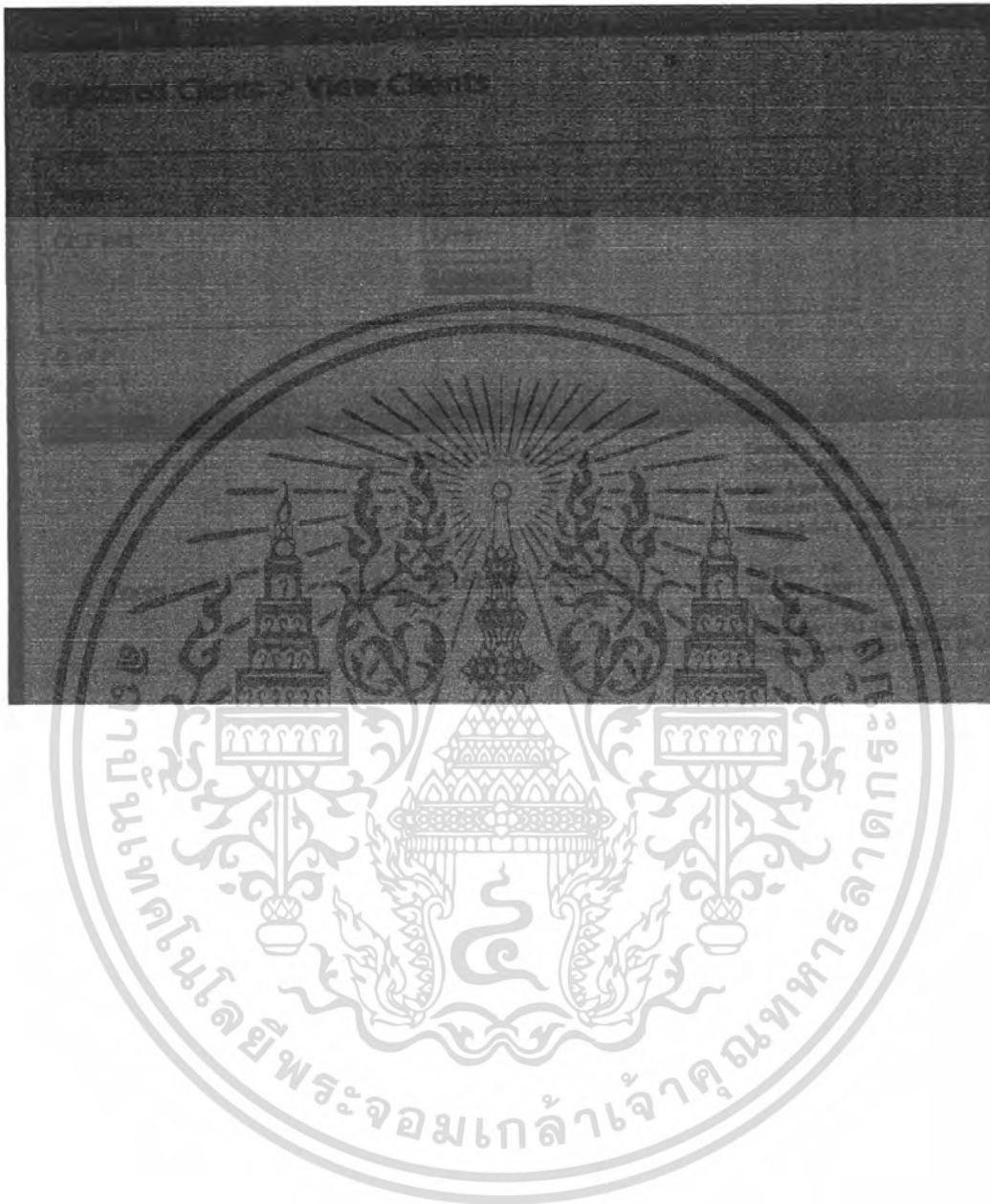
7. รันโปรแกรมที่ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว จะแสดงหน้าจอให้ล็อกอิน ซึ่งจะมีค่ายูสเซอร์ ไอดี(User ID) และพาสเวิร์ด(Password) ให้เป็นค่าดีฟอลท์ จึงสามารถกดปุ่มล็อกอินได้

8. หน้า User Authentication สำหรับจัดการ User

User	Name	Email Address	Description	
alice				 
off	Wimut Elamsa-ard			 
poom		millkanz@yahoo.com	Phisit Jorphochaudom	 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. รูปภาพหน้าจอเมื่อทำการ Login จาก PDA รายชื่อจะขึ้นในแท็บ Registered Clients



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้