สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การพัฒนาวีโอไอพีบนพีดีเอโดยใช้โปรโตคอลซิพ

## VoIP on PDA using SIP Protocol

นายพิสิฏฐ์ จอโภชาอุดม
นางสาววิมุต เอี่ยมสอาด

วพ.
พ๗๗๗
2550

เลขหมู่.....83120
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี...-5 ส.ค. 2551

b.11959447
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาวีโอไอพีบนพีดีเอโดยใช้โปรโตคอลซิพ

VoIP on PDA using SIP protocol


ผู้จัดทำ

1. นายพิสิฏฐ์ จอโภชาอุดม รหัสนักศึกษา 47010527

2. นางสาววิมุต เอี่ยมสอาด รหัสนักศึกษา 47010710

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เกียรติณรงค์ ทองประเสริฐ)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์อำนาจ ชาวเน)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การพัฒนาวีโอไอพีบนพีดีเอโดยใช้โปรโตคอลซิพ


| | | |
|---|---|---|
| นายพิสิฏฐ์ | จอโภชาอุดม | 47010527 |
| นางสาววิมุต | เอี่ยมสอาด | 47010710 |
| อาจารย์เกียรติณรงค์ | ทองประเสริฐ | อาจารย์ที่ปรึกษา |
| อาจารย์อำนาจ | ขาวเน | อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม |

ปีการศึกษา 2550


## บทคัดย่อ


โครงงานนี้เป็นโครงงานพัฒนาโปรแกรมสำหรับทำงานบนพีดีเอ(PDA) เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับพีดีเอในการสนทนาด้วยเสียงระหว่างพีดีเอส่วนตัวสองเครื่อง โดยในโปรแกรมจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนของการจัดการ รายชื่อ และส่วนของการสนทนาด้วยเสียง โดยในส่วนของการจัดการรายชื่อของคู่สนทนานั้น ผู้ใช้สามารถเพิ่มหรือลบรายชื่อของคู่สนทนา แสดงสถานะของคู่สนทนาที่อยู่ในรายการ เช่น กำลังออนไลน์ กำลังประชุม กำลังขับรถ เป็นต้น โดยทั้งสองส่วนของโปรแกรมจะอาศัยการสื่อสารผ่านโปรโตคอลซิพ (Session Initiation Protocol) ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมจะใช้ภาษา C++ บนระบบปฏิบัติการวินโดว์โมบายล์ 5( Windows Moblie 5) ในการพัฒนาโดยเรียกใช้ *PJSIP API*

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




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# 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.




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก อาจารย์เกียรติณรงค์ ทองประเสริฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาและการช่วยเหลือ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และรุ่นพี่ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกคนที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิสิฏฐ์ จอโภชาอุดม

วิมุด เอี่ยมสอาด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

**หน้า**


บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1

1.4 ขอบเขตของโครงงาน.....2

บทที่ 2 VoiP (Voice Over Internet Protocol)

2.1 หลักการพื้นฐานของเครือข่ายไอพี (IP).....3

2.2 Voice Over IP (VoIP).....3

2.3 การทำงานของ Voice Over IP.....5

2.3.1 อินเทอร์เนต โปรโตคอล( 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

บทที่ 3 เซสชันอินนิชิเอชันโปรโตคอล (Session Initiation Protocol).....11

3.1 โปรโตคอลสแตค (Protocol Stack).....12

3.1.1 ชั้นสื่อสารกายภาพ/ชั้นสื่อสารเชื่อมต่อ (Physical Layer / Link Layer).....12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า


3.1.2 ชั้นควบคุมเครือข่ายบนระบบอินเตอร์เน็ต (Internet Layer).....12
3.1.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer).....12
3.1.4 ชั้นสื่อสารโปรแกรมประยุกต์ (Application Layer).....13
3.2 การออกแบบโปรโตคอล.....13
3.3 สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบของซิพ (SIP Architecture & Components).....14
3.3.1 ยูสเซอร์เอเจนท์ (User Agent).....14
3.3.2 เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์.....15
3.4 การทำงานของซิพเซิร์ฟเวอร์ระบบซิพ.....16
3.4.1 รีจิสตราเซิร์ฟเวอร์( Registrar Server).....16
3.4.2 พร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server).....17
3.4.3 รีไดเรคเซิร์ฟเวอร์(Redirect Server).....18
3.5 SIP Request.....20
3.5.1 ตัวอย่าง SIP Request.....21
3.6 SIP Response.....21
3.7 ซิพแอดเดรส(SIP address).....23
3.7.1 ตัวอย่าง SIP URI.....24
3.8 ซิพเฮดเดอร์ฟิลด์ (Header Field).....24
3.9 เอสดีพี (SDP).....24

บทที่ 4 การออกแบบโครงงานและการพัฒนาโครงงาน.....27
4.1 การออกแบบโครงงาน.....27
4.1.1 Use case Diagram.....28
4.1.2 Sequence Diagram.....29
4.2 โครงสร้างของโครงงาน.....31
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....33

บทที่ 5 ผลการทดลอง.....34
5.1 สิ่งที่ต้องใช้ในการทดสอบ.....34
5.2 สิ่งที่ต้องทดสอบ.....34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

**หน้า**

5.2.1 การล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม....34
5.2.2 การจัดการรายชื่อผู้สนทนา....35
5.2.3 การแสดงสถานะของรายชื่อคู่สนทนา....37
5.2.4 การสนทนากันระหว่างอุปกรณ์ผู้ช่วยดิจิตอลส่วนตัว(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 การติดตั้งซิพเซิร์ฟเวอร์ (SIP Server)....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

**รูปที่** **หน้า**


2.1 การส่งเมสเสจระหว่างเครือข่าย....3

2.2 ภาพการเชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ตโดยนำVoIPมาใช้....4

2.3 การแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิตอล....6

2.4 การแยกสัญญาณเอคโค (echo) ออก....6

2.5 การจัดรูปแบบในรูปของเฟรม....6

2.6 กระบวนการแปลงเฟรมเป็นแพ็กเก็ต....7

2.7 กระบวนการใส่ค่าไอพีแอดเดรสให้แพ็กเก็ต....7

2.8 การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาล็อก....8

2.9 การเติมข่าวสารการควบคุมให้กับข้อมูลเสียงก่อนส่งผ่านโครงข่ายอินเทอร์เนต....8

2.10 การประวิงทางเวลาของแพ็คเก็ตเสียงในระบบโทรศัพท์อินเทอร์เนต....9

2.11 การแก้ไข Jitter ที่เกิดกับแพ็คเก็ตข้อมูลเสียงโดยการบัฟเฟอร์ข้อมูลเสียงที่ภาครับ....10

3.1 โปรโตคอลสแตค (Protocoa Stack)....12

3.2 แสดงสถาปัตยกรรมซิพ....15

3.3 การทำงานแบบ รีจิสตราเซิร์ฟเวอร์(Registrar Server)....17

3.4 การทำงานของ ซิพพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์(SIP Proxy Server)....17

3.5 การทำงานของซิพรีไดเรคเซิร์ฟเวอร์(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



เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

**รูปที่** **หน้า**

5.9 แสดงเมสเสจบ็อกเพื่อยืนยันว่าต้องการออกจากโปรแกรม.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันการใช้อินเทอร์เน็ตมีบทบาทกับชีวิตประจำวันมากขึ้น และใช้งานกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความจำเป็นที่จะต้องติดต่อสื่อสาร อินเตอร์เน็ตจึงได้รับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการสื่อสารรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้จดหมายอินเล็กทรอนิกส์(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 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C++ บนพีดีเอ (PDA)

1.2.2 เพื่อศึกษาการจัดการ โปรโตคอลซิพ

1.2.3 เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่ใช้งานได้จริงบนพีดีเอ

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้รับความรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ บนพีดีเอ

1.3.2 ได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดการ โปรโตคอลซิพ

1.3.3 ได้โปรแกรมสนทนาที่ใช้งานได้จริงบนพีดีเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 พัฒนาโปรแกรมส่วนติดต่อผู้ใช้อย่างง่ายเพื่อใช้ในการทดสอบ

1.4.2 พัฒนาโปรแกรมให้สามารถส่ง SIP Register Message จากอีมูเลเตอร์ไปยังซิพเซิร์ฟเวอร์ได้

1.4.3 พัฒนาโปรแกรมให้สามารถส่ง SIP Subscribe Message และ SIP Notify Message เพื่อตรวจสอบสถานะการออนไลน์บนอีมูเลเตอร์ได้

1.4.4 พัฒนาโปรแกรมที่สามารถส่ง SIP Invite Message และ SIP Bye Message เพื่อสร้างและสิ้นสุดการเชื่อมต่อบนอีมูเลเตอร์ได้

1.4.5 ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ที่สมบูรณ์

1.4.6 พัฒนาโปรแกรมส่วนการส่งเสียงให้สามารถพูดคุยกันได้ ระหว่างพีดีเอสองเครื่อง

1.4.8 นำโปรแกรมไปทดสอบกับพีดีเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# วีโอไอพี (VoIP : Voice over Internet Protocol)

## 2.1 หลักการพื้นฐานของเครือข่ายไอพี (IP)

เครือข่ายไอพี (Internet Protocol) มีพัฒนามาจากรากฐานระบบการสื่อสารแบบแพ็คเก็ต (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 การส่งแพ็คเก็ตระหว่างเครือข่าย**

ซึ่งจะเห็นว่าการส่งแบบแพ็คเก็ต เข้าไปในเครือข่ายนั้น จะไม่มีการประกันว่าแพ็คเก็ต นั้นจะถึงปลายทางเมื่อไร ดังนั้นรูปแบบของเครือข่ายไอพีจึงไม่เหมาะสมกับการสื่อสารแบบต่อเนื่องเช่น การส่งสัญญาณเสียง หรือวิดีโอ เมื่อเครือข่ายไอพีกว้างขวางและเชื่อมโยงกันมากขึ้น ความต้องการส่งสัญญาณข้อมูลเสียงที่ได้คุณภาพจึงเกิดขึ้น จึงมีการพัฒนาเป็นวีโอไอพี

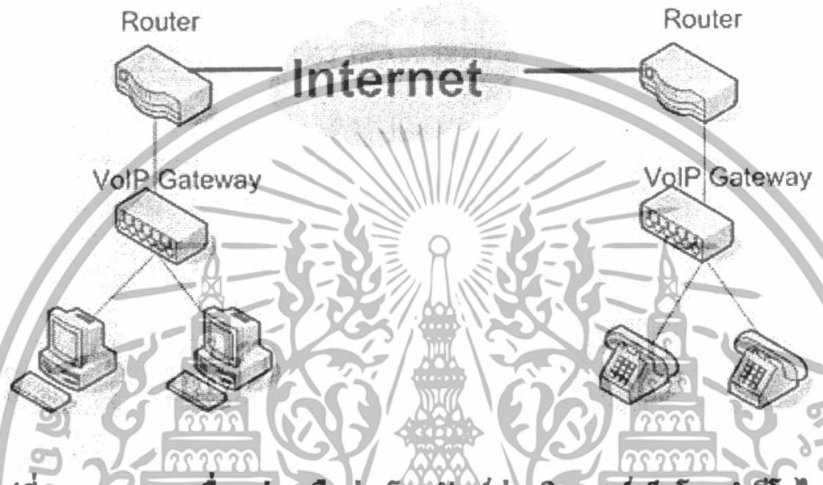
## 2.2 วีโอไอพี (Voice over IP)

Voice Over IP หรือที่เรียกกันว่า “VoIP Gateway” หมายถึง การส่งเสียงบนเครือข่ายไอพี เป็นระบบที่แปลงสัญญาณเสียงในรูปของสัญญาณไฟฟ้ามาเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล คือ นำข้อมูลเสียงมาบีบอัดและบรรจุลงเป็นแพ็คเก็ตไอพี (IP) แล้วส่งไปโดยมีเราเตอร์ (Router) ที่เป็นตัวรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณแพ็กเก็ต และแก้ปัญหาบางอย่าง เช่น การบีบอัดสัญญาณเสียง ให้มีขนาดเล็กลง การแก้ปัญหาเมื่อมีบางแพ็กเก็ตสูญหาย หรือได้มาล่าช้า (delay)

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




**รูปที่ 2.2 ภาพการเชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ตโดยนำวีโอไอพีมาใช้**

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

สำหรับการใช้งานเทคโนโลยีวีโอไอพี นั้น จริงๆ แล้วทุกๆ องค์กรสามารถนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้งานได้ แต่สำหรับกลุ่มเป้าหมายที่ตรงและน่าจะได้รับประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีวีโอไอพี 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และประหยัดค่าใช้จ่าย ไม่ว่าจะเป็นค่าโทรศัพท์ทางไกลต่างจังหวัด หรือรวมถึงค่าโทรศัพท์ทางไกลต่างประเทศด้วยถ้าหากองค์กรนั้นมีสาขาอยู่ในต่างประเทศด้วย

สำหรับกลุ่มธุรกิจ ISP นั้นสามารถที่จะนำเทคโนโลยีวีโอไอพี นี้มาประยุกต์ใช้งานเพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสในธุรกิจของตนเองมากยิ่งขึ้น โดยทาง ISP ต่างๆ นั้นสามารถให้บริการวีโอไอพีเพื่อเป็นบริการเสริมเพิ่มเติมขึ้นมาจากการให้บริการระบบเครือข่ายอินเทอร์เนต แบบปกติธรรมดา หรือที่เราเรียกว่า Value Added Services ซึ่งถือว่าเป็นการสร้างความแตกต่างและเพิ่มทางเลือกในการให้บริการกับกลุ่มลูกค้าด้วย

## 2.3 การทำงานของวีโอไอพี

ในส่วนนี้เราจะมาทำความรู้จักเกี่ยวกับการทำงานของเทคโนโลยีวีโอไอพี โดยต้องทำความรู้จักกับรูปแบบของโปรโตคอลไอพีกันก่อน

### 2.3.1 อินเทอร์เนตโปรโตคอล( Internet Protocol)

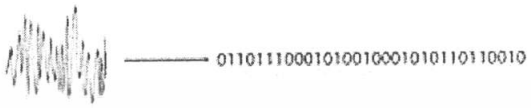
อินเทอร์เนตโปรโตคอลหรือไอพี(IP) จะเป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลในระบบ Internet ซึ่งในส่วนของการทำงานคร่าวๆ ของโปรโตคอลไอพี นี้สามารถสรุปอย่างย่อได้ดังต่อไปนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.2 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีวีโอไอพี ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้**

Conversion to PCM (Pulse Code Modulation) จะเป็นการแปลงสัญญาณแอนาล็อก (Analog) ให้ไปอยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิตอล( Digital) หรือที่เรียกว่า PCM

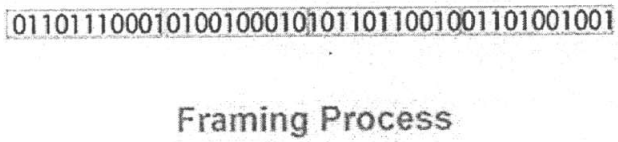



**รูปที่ 2.3 การแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิตอล**

เป็นกระบวนการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณเอคโค (Echo) ออก ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดย DSP (Digital Signal Processors)

**รูปที่ 2.4 การแยกสัญญาณเอคโคออก**

เฟรมมิ่ง (Framing) ในส่วนของสัญญาณที่เหลือนั้น ก็จะถูกแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปของเฟรม( Frame )ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดยรูปแบบการบีบอัดที่เรียกว่า โคเดค (Codec) หลังจากกระบวนการนี้แล้วเฟรมของสัญญาณเสียงจะถูกสร้างขึ้น



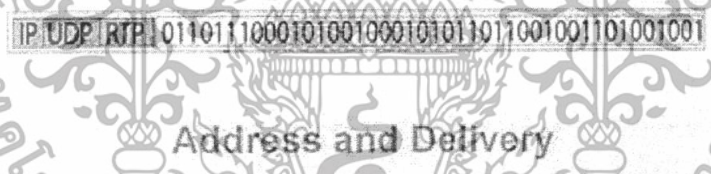

**รูปที่ 2.5 การจัดรูปแบบในรูปของเฟรม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

**รูปที่ 2.6 กระบวนการแปลงเฟรมเป็นแพ็กเก็ต**

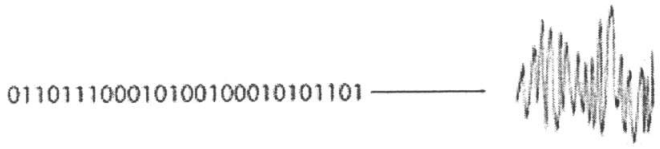
หลังจากที่ได้แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของแพ็กเก็ต แล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกนำมาวิเคราะห์และใส่ค่าไอพีแอดเดรส( IP Address) ปลายทาง ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่าแอดเดรสแอนเดลิเวอรี่ ( Address and Delivery)




**รูปที่ 2.7 กระบวนการใส่ค่าไอพีแอดเดรสให้แพ็กเก็ต**

Conversion to Analog จะทำการใส่ค่าของไอพีแอดเดรส( IP Address) ปลายทางไปใน เฮดเดอร์ของแพ็กเก็ตแล้วนั้น เมื่อแพ็กเก็ตเหล่านั้นไปถึงด้านปลายทาง ข้อมูลเฮดเดอร์ เหล่านี้จะถูกแยกออกเพื่อให้เหลือแค่เฟรมเสียง( Voice Frame) หลังจากนั้นก็จะทำการแปลงสัญญาณดิจิตอล ( Digital PCM )ให้กลับมาเป็นสัญญาณรูปแบบแอนาล็อก( Analog ) ที่เป็นสัญญาณเสียงที่เราได้ยินกันอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.8 การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาล็อก**

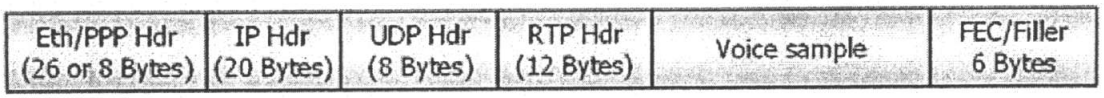
### 2.3.3 การเข้ารหัสสัญญาณเสียงและการเติมข่าวสารข้อมูลให้กับข้อมูลเสียง

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 ดังนั้นการส่งข้อมูลเสียงผ่านโครงข่ายอินเทอร์เนตจึงใช้โปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol) ซึ่งเป็นโปรโตคอลระดับชั้นเคลื่อนย้ายที่มีขนาดเล็ก และไม่รับประกันการสูญหายของข้อมูล แทนโปรโตคอล TCP (Transport Control Protocol) ซึ่งใช้รับประกันความถูกต้องของการรับส่งข้อมูล และมีความซับซ้อน ทำให้ไม่เหมาะสำหรับข้อมูลที่ต้องการคุณสมบัติแบบเวลาจริง แต่เนื่องจากโปรโตคอล UDP นั้นไม่รับประกันการเรียงลำดับข้อมูลที่ได้รับที่ปลายทาง ดังนั้นจึงต้องใช้โปรโตคอล RTP (Real Time Protocol) มาควบคุมการเรียงลำดับแพ็กเกตข้อมูลเสียงบนของโปรโตคอล UDP อีกทีดังแสดงในรูปที่ 1

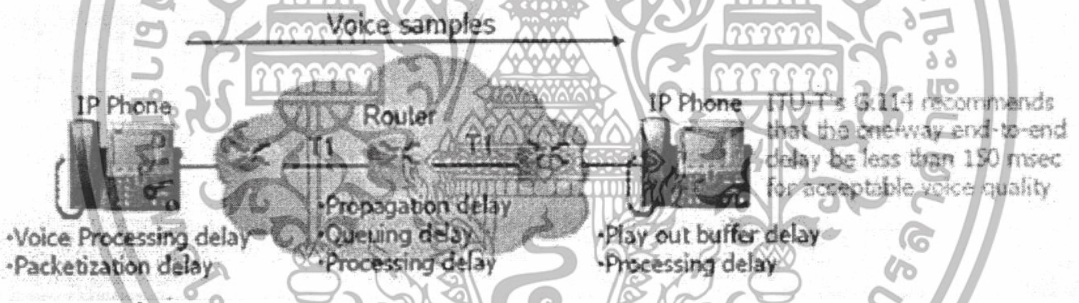



**รูปที่ 2.9 การเติมข่าวสารการควบคุมให้กับข้อมูลเสียงก่อนส่งผ่านโครงข่ายอินเทอร์เนต**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 คุณภาพการให้บริการ (Quality of Service)

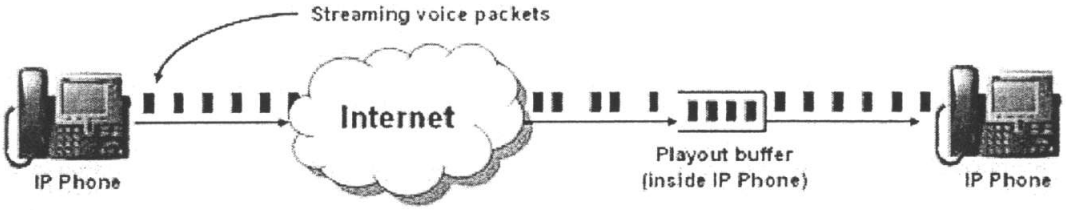
การประวิงทางเวลาของข้อมูลเสียงระหว่างต้นทาง และปลายทางเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของการบริการระบบโทรศัพท์บนโครงข่ายอินเทอร์เนต ถ้าข้อมูลเสียงเกิดการประวิงเวลาระหว่างต้นทาง และปลายทางมากเกินไปจะทำให้การสนทนาไม่ต่อเนื่อง และไม่เป็นธรรมชาติได้ การประวิงทางเวลาของข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ การประวิงเวลาที่เกิดจากการแพร่กระจายของสัญญาณผ่านตัวกลาง (Propagation delay) และ การประวิงเวลาที่เกิดจากการประมวลผลที่อุปกรณ์ (Handling delay) ดังแสดงในรูปที่ 2 ในทางปฏิบัติการประวิงทางเวลาที่เกิดจากการเดินทางของสัญญาณผ่านตัวกลางมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการประวิงทางเวลาที่เกิดจากการประมวลผลของอุปกรณ์ปลายทาง และอุปกรณ์ภายในโครงข่าย ดังนั้นในการพัฒนาอุปกรณ์และการเลือกวิธีการประมวลผลแพ็คเก็ตข้อมูลเสียงของอุปกรณ์ภายในโครงข่าย และอุปกรณ์ปลายทางจึงเป็นสิ่งสำคัญ และมีผลต่อคุณภาพของการให้บริการโดยตรง โดยทาง ITU-T ได้กำหนดมาตรฐานของการสื่อสารทางเสียงแบบเวลาจริง G.114 ให้การประวิงทางเวลาจากต้นทางไปยังปลายทางมากที่สุดที่สามารถยอมรับได้ไม่เกิน 150 msec




**รูปที่ 2.10 การประวิงทางเวลาของแพ็คเก็ตเสียงในระบบโทรศัพท์อินเทอร์เนต**

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.11 การแก้ไข Jitter ที่เกิดกับแพ็คเก็ตข้อมูลเสียงโดยการบัฟเฟอร์ข้อมูลเสียงที่ภาครับ**

**2.3.5 Error Correction**

กระบวนการนี้จะเป็นกระบวนการที่ใช้ในการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดซึ่งอาจจะเกิดขึ้นระหว่างการส่งสัญญาณและนำมาซึ่งความผิดเพี้ยนหรือความเสียหายของสัญญาณจนทำให้เราไม่สามารถทำการสื่อสารอย่างถูกต้องได้

## 2.4 ข้อดีของวีโอไอพี

- ประหยัดค่าใช้จ่าย ด้วยการนำเอาวีโอไอพี มาใช้นั้นจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรือจะเป็นทางด้านระบบของโทรศัพท์ เพราะเมื่อคิดค่าใช้จ่ายจากค่าบริการหรือค่าอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว เมื่อมีปริมาณการโทรทางไกลจำนวนมากในระยะยาวก็จะประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกหลายเท่าตัว

- เหมาะกับการประชุมทางไกล เมื่อมีเหตุจำเป็นจะต้องประชุมผ่านทางโทรศัพท์ทั่วไปนั้นอาจจะเกิดปัญหาของการติดต่อสื่อสารได้ แต่ด้วยวีโอไอพี จะช่วยทำให้สามารถติดต่อสื่อสารด้วยเสียงไปพร้อมกับการรับส่งข้อมูลได้ทันที

- รับ-ส่งไฟล์ได้โดยตรง การติดต่อผ่านวีโอไอพี นั้นจะสามารถส่งไฟล์ให้กันได้โดยตรงผ่านระบบ P2P โดยอาศัยเพียงแค่ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของวีโอไอพี เท่านั้นก็สามารถใช้งานได้

## 2.5 ข้อจำกัดของวีโอไอพี

- คุณภาพเสียง ถึงแม้ว่าจะมีราคาและค่าใช้จ่ายในการโทรที่ถูกกว่าโทรศัพท์ทั่วไป แต่สิ่งที่เห็นได้ชัดก็คือคุณภาพของเสียงสนทนาที่จะด้อยลง ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากการลดคุณภาพของเสียงลงเพื่อที่จะส่งไปยังปลายทางได้เร็วมากขึ้น

- อุปกรณ์ในการทำงาน การโทรศัพท์ด้วยวีโอไอพี นั้นถ้าเป็นผู้ใช้งานตามบ้านทั่วไป ก็จำเป็นที่จะต้องมีทั้งคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต และไมโครโฟนพร้อมลำโพง ซึ่งต่างจากโทรศัพท์ธรรมดาที่จะมีเพียงแค่สายโทรศัพท์และตัวเครื่องโทรศัพท์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# เซสชันอินนิชิเอชันโปรโตคอล
# (Session Initiation Protocol)

มาตรฐานเซสชันอินนิชิเอชัน หรือที่เรียกทั่วๆไปว่า ซิพ ( SIP) นั้นถือเป็นมาตรฐานใหม่ในการใช้งานเทคโนโลยีวีโอไอพี โดยที่มาตรฐานซิพได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบ IP โดยเฉพาะมาตรฐานซิพนั้นเป็นมาตรฐานภายใต้ไออีทีเอฟ(IETF) ซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับการเชื่อมต่อวีโอไอพี โดยมาตรฐานซิพนั้นจะเป็นมาตรฐาน Application Layer Control Protocol สำหรับการเริ่มต้น(Creating) การปรับเปลี่ยน (Modifying) และการสิ้นสุด (Terminating) ของเซสชัน หรือการติดต่อสื่อสารหนึ่งครั้ง มาตรฐานซิพจะมีสถาปัตยกรรมการทำงานคล้ายคลึงการทำงานแบบ Client-Server Protocol เป็นมาตรฐานที่มีความน่าเชื่อถือ( Reliability ) ที่ค่อนข้างสูง

โปรโตคอลนี้ออกแบบโดย Henning Schulzrinne จากมหาวิทยาลัยโคลัมเบียและ 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

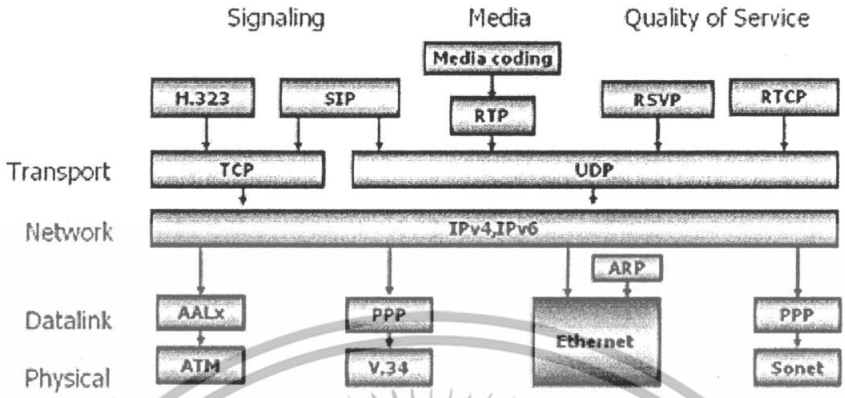
IMS เป็นแนวคิดเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของการให้บริการ IP Multimedia แก่ผู้ใช้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเครือข่ายมือถือของ GSM โดยเริ่มมาจาก 3GPP R5 นำเสนอวิธีส่ง Internet Services ผ่าน GPRS ต่อมาได้มีการปรับปรุงโดย 3GPP, 3GPP2, และ TISPAN เพื่อให้ครอบคลุมถึง Wireless LAN, CDMA2000, และ Fix Line โดยนำโปรโตคอลของไออีทีเอฟมาใช้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

ซิพจะมีลักษณะทั่วไปคือ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.1 โปรโตคอลสแตค (Protocol Stack)




**รูปที่ 3.1 โปรโตคอลสแตค (Protocoa 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), ดีเอสแอล (DSL : Digital subscriber line) ผ่าน(ATM : Asynchronous Transport Mode), หรือผ่านเครือข่ายไร้สาย 802.11(Wireless LAN) โดยในชั้นนี้จะเป็นการกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพของฮาร์ดแวร์ที่ใช้เชื่อมต่อ

### 3.1.2 ชั้นควบคุมเครือข่ายบนระบบอินเตอร์เน็ต (Internet Layer)

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

### 3.1.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)

เป็นชั้นที่จะมีการสร้างการเชื่อมต่อกันระหว่างชั้นแอพพลิเคชันกับชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล โดยจุดเชื่อมกันเพื่อรับส่งข้อมูลนี้เรียกว่า พอร์ต (port) หรือซ็อคเก็ต (socket) เมื่อแอพพลิเคชั่นทำงานผ่านโปรโตคอลในชั้นแอพพลิเคชัน จะมีการส่งผ่านข้อมูลไปยังชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล ที่ในชั้นนี้จะมีการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตที่กำหนด เช่น เอชทีทีพี (HTTP) ใช้พอร์ตหมายเลข 80 ส่วนซิพใช้พอร์ตหมายเลข 5060 หรือ 5061 ในชั้นนี้จะมีโปรโตคอลทำงานอยู่ 2 โปรโตคอลที่แตกต่างกันคือทีซีพีและยูดีพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.4 ชั้นสื่อสารโปรแกรมประยุกต์ (Application Layer)

เป็นชั้นที่รองรับการทำงานของแอพพลิเคชันต่างๆ และมีการติดต่อกันตามแต่ละโปรโตคอลเฉพาะแล้วแต่แอพพลิเคชันที่ใช้งาน เช่น เซสชันอินนิชิเอชั่นโปรโตคอล, เรียลไทม์ ทรานสปอร์ต (RTP :Real-time Transport Protocol), เอช323โปรโตคอล (H.323) และ เซสชันเดสคริปชันโปรโตคอล (SDP :Session Description Protocol) ซึ่งอยู่เหนือซิพในโปรโตคอลสแต็ก (Protocol Stack) เพราะ SDP จะอยู่ในเมสเสจบอดี้ (SIP message body)

## 3.2 การออกแบบโปรโตคอล

ผู้ใช้บริการ(SIP client) จะใช้ทีซีพี หรือยูดีพี พอร์ต 5060 เชื่อมต่อกับซิพเซิร์ฟเวอร์ (SIP server) และซิพอื่น ๆ ซึ่งซิพ จะใช้สำหรับตั้งค่าและยกเลิกวอยซ์(Voice) หรือ วีดีโอคอล (Video call) แต่ก็สามารถนำไปใช้กับงานกับระบบอื่นที่ต้องการเปิดเซสชัน( Session )รวมถึงอีเวนท์ซับสคริปชัน( Event Subscription) และโนทิฟีเคชัน( Notification) ได้ การสื่อสารโดยใช้ภาพและเสียงสามารถทำได้โดยแบ่งโปรโตคอลเซสชันออกจากกัน เช่น อาร์ทีพี(RTP : Real time Transport Protocol)

อาร์ทีพีใช้กำหนดรูปแบบแพ็กเก็ต( packet) ในการส่งภาพและเสียงผ่านอินเตอร์เน็ต 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 โดยใช้โปรโตคอลซิพในการตั้งค่าและยกเลิก

ซิพจะเป็นโปรโตคอลที่ใช้ส่งสัญญาณและตั้งค่าในระบบไอพี( IP) สามารถใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์พีเอสทีเอน (Public Switched Telephone Network : PSTN)ได้ ซึ่งมาตรฐานซิพไม่ได้ระบุไว้ ซิพทำได้เพียงสร้างสัญญาณและตั้งค่า อย่างไรก็ตามซิพสามารถใช้งานในระบบเครือข่ายได้ เช่น พร็อกซี่( Proxy Server ) และยูสเซอร์เอเจนท์( User Agent) ซึ่งจะเหมือนกับการทำงานของโทรศัพท์ คือ หมุนเบอร์ ทำให้โทรศัพท์ปลายทางส่งเสียง ฟังเสียงตอบรับหรือสัญญาณไม่ว่าง

ซิพทำให้ระบบโทรศัพท์มีความสามารถในขั้นตอนโทรออกมากขึ้น ซึ่งดูได้จาก Signalling System 7 (SS7) โดย SS7 จะเป็นโปรโตคอลที่รวมศูนย์, ใช้กับระบบรวมศูนย์ที่ซับซ้อน, และใช้งานกับเครื่องลูกข่ายที่ไม่เก่ง (โทรศัพท์บ้าน) ซิพเป็นโปรโตคอลแบบเพียร์ทูเพียร์( Peer-to-Peer ) ซึ่งใช้กับเครือข่ายที่ไม่ซับซ้อนและเครื่องลูกค้ามีความสามารถสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้วีโอไอพี จะมีโปรโตคอลส่งสัญญาณเยอะอยู่แล้ว แต่ซิพก็ช่วยสร้างเครื่องหลักในการสื่อสารแบบไอพีได้มากกว่าระบบโทรคมนาคม ซิพจะเป็นมาตรฐานของไออีทีเอฟ(IETF )ขณะที่เอช.323( H.323) เป็นโปรโตคอลของไอทียู( ITU) ซึ่งทั้งสององค์กรก็ให้เกียรติกัน

ซิพสามารถทำงานร่วมกับโปรโตคอลอื่นได้โดยจะสร้างสัญญาณให้เซสชัน ของการติดต่อสื่อสาร ซิพจะทำงานเป็นพาหะของเซสชันเดสคริปชันโปรโตคอล( Session Description Protocol : SDP) ใช้อธิบายรายละเอียดของเนื้อหาที่จะส่ง เช่น หมายเลขพอร์ตที่ใช้, โคเดค(Codec) ที่ต้องการ

ซิพจะคล้ายกับเอชทีทีพี( HTTP) เช่น การรับส่งข้อมูลใช้ภาษาที่มนุษย์อ่านได้, รหัสบอกสถานะจะคล้าย ๆ กัน บางคนกล่าวว่า ซิพเป็นโปรโตคอลแบบสเตทเลส(stateless) ซึ่งสามารถตรวจสอบความผิดพลาดและเพิ่มเติมความสามารถได้มากกว่าโปรโตคอลแบบสเตทฟูล( stateful ) ซึ่งโปรโตคอลแบบสเตทเลส จะส่งคำสั่งได้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องสนใจว่าคำสั่งก่อนหน้าคือคำสั่งอะไร ในขณะที่โปรโตคอลแบบสเตทฟูล จะต้องมีการบันทึกสถานการณ์แลกเปลี่ยนข้อมูลไว้ตลอดเวลา

## 3.3 สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบของซิพ (SIP Architecture & Components)

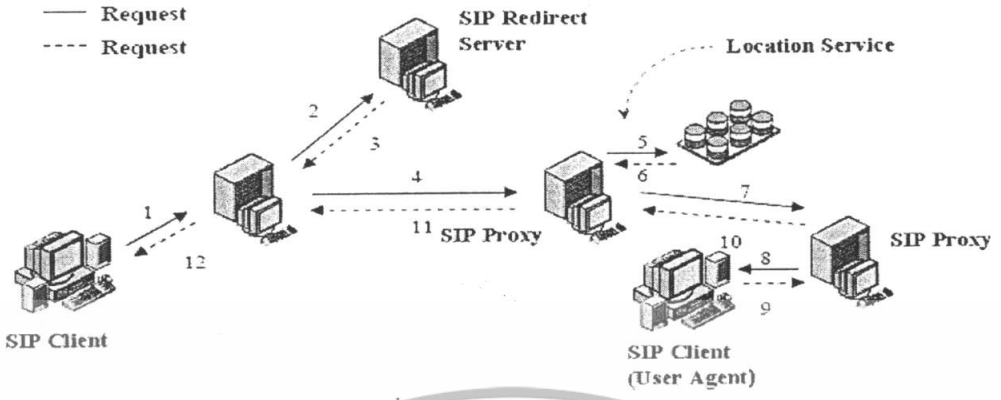
ในการที่จะสร้างเซสชัน การสื่อสารระหว่างซิพเซิร์ฟเวอร์( SIP server )กับผู้ใช้บริการ ( SIP client) ให้สำเร็จได้นั้นจะต้องมีองค์ประกอบในการเชื่อมต่อให้ครบอย่างน้อย 4 อย่างคือ

### 3.3.1 ยูสเซอร์เอเจนท์ (User Agent)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แทนผู้ใช้ในการติดต่อสื่อสาร (Endpoint) และเนื่องจากผู้ใช้สามารถทำได้ทั้งการร้องขอและการตอบกลับ ดังนั้นยูสเซอร์เอเจนท์ควรที่จะสามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่ผู้ใช้ทำการร้องขอ ผู้ใช้จะทำหน้าที่เป็นไคลเอนท์เพื่อทำการร้องขอไปยังผู้ถูกเรียกซึ่งจะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ในการตอบสนองการร้องขอ โดยทั่วไปยูสเซอร์เอเจนท์จึงประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ดังนี้

1. **ยูสเซอร์เอเจนท์ไคลเอนท์ (UAC : User agent client)** จะทำหน้าที่ในการเริ่มการเรียกโดยการส่งข้อความร้องขอไปยังผู้ถูกเรียกโดยผ่านทางเน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.2 แสดงสถาปัตยกรรมซิพ**

**2. ยูสเซอร์เอเจนท์เซิร์ฟเวอร์ (UAS : User agent server)** จะทำหน้าที่ในการรับคำร้องขอและตอบสนองต่อคำร้องขอโดยจะรอการตอบสนองจากผู้ใช้ ซึ่งการตอบสนองอาจจะเป็นการยอมรับหรือปฏิเสธการเรียก ในกรณีที่ผู้ใช้มีการใช้งานเทอร์มินัลหลายตัว ผู้ใช้ยังอาจจะกำหนดให้ UAS ทำการปรับทิศทางใหม่ (redirect) ไปยังที่ UAS อื่นที่ผู้ใช้ใช้งานอยู่จริง

**3.3.2 เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์**

เป็นเซิร์ฟเวอร์ภายในเครือข่ายซึ่งจะทำหน้าที่ในการจัดการกับข้อความที่ได้รับ โดยอาจจะได้รับจากยูสเซอร์เอเจนท์หรือเน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์อื่นๆ การจัดการกับข้อความจะขึ้นกับชนิดของเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมี 2 ชนิดคือ

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

**2. พร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ (Proxy server)** จะทำการกำหนดเอนทิตี้ที่จะรับข้อมูลต่อไป โดยเอนทิตี้ที่จะรับข้อมูลอาจจะเป็น UAS หรือเน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์ก็ได้ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะเป็นผู้ทำการร้องขอไปยังเอนทิตี้นั้น พร้อมกับส่งข้อมูลตอบสนองให้กับผู้ที่ร้องขอมา เพื่อระบุว่ากำลังรอการตอบสนองจากผู้ถูกเรียก เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับการตอบสนองจากผู้ถูกเรียกเซิร์ฟเวอร์จึงจะส่งข้อความตอบกลับต่อกลับไปให้กับผู้ที่ร้องขอมาเซิร์ฟเวอร์ชนิดนี้จะทำหน้าที่เป็นทั้งไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่ส่งข้อความร้องขอ จะเป็นไคลเอนท์ ส่วนในกรณีที่ส่งข้อความร้องขอ (Request Message) จะเป็นเซิร์ฟเวอร์

- **3. รีไดเรคท์เซิร์ฟเวอร์ (Redirect Server)** เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับส่งข้อความร้องขอแล้วจะกำหนดเอนทิตี้ที่จะรับข้อมูลต่อไป จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะส่งแอดเดรสของเอนทิตี้นั้นไปให้กับผู้ที่ร้องขอมา เมื่อผู้ที่ร้องขอมาได้รับแอดเดรสไปแล้วจึงจะทำการส่งคำร้องไปยังเอนทิตี้นั้นด้วยตนเอง เนื่องจากว่าผู้ใช้อาจจะมีการเปลี่ยนเทอร์มินัลที่ใช้งานได้เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์จะต้องสามารถกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอนทิตี้ที่รับข้อมูลเพื่อให้สามารถส่งข้อความไปให้กับผู้ถูกเรียกได้เมื่อมีการเปลี่ยนเทอร์มินัล เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์จะทำการติดต่อกับโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ (location server) เพื่อกำหนดเอนทิตี้ต่อไปที่จะรับข้อมูลโลเคชันเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ในการหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ถูกเรียกโดยการกำหนดเอนทิตี้ที่จะรับข้อความต่อไปแล้วส่งแอดเดรสของเอนทิตี้นี้เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์ข้อมูลของโลเคชันเซิร์ฟเวอร์จะได้รับจากรีจิสตราร์เซิร์ฟเวอร์ (registrar server) ซึ่งทำหน้าที่ในการรับข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของผู้ใช้ แล้วส่งข้อมูลนี้ไปโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ ในการให้ข้อมูลของผู้ใช้กับ รีจิสตราร์เซิร์ฟเวอร์จะทำได้โดยใช้ข้อความ REGISTER เพื่อบอกตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้ โดยทั่วไปแล้วรีจิสตราร์เซิร์ฟเวอร์ จะถูกรวมเข้ากับนี้เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์

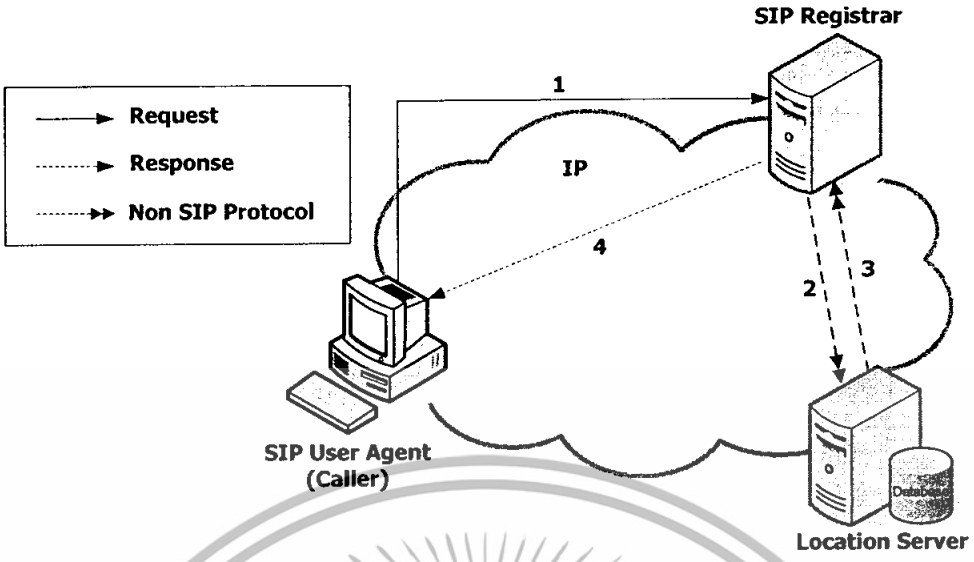
4. **โลเคชันเซิร์ฟเวอร์ (Location Server)** ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลหรือเป็นฐานข้อมูลผู้ใช้บริการให้กับตัวเน็ตเวิร์คเซิร์ฟเวอร์( Network Server) ได้ ทำให้ป้องกันปัญหาเรื่องของขนาดฐานข้อมูลไม่เพียงพอและความปลอดภัยของข้อมูลได้ ตามมาตรฐานซิพอนุญาตให้สามารถพัฒนาตัวโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ไว้เป็นตัวเดียวกันกับตัวซิพเซิร์ฟเวอร์ได้

## 3.4 การทำงานของซิพเซิร์ฟเวอร์ระบบซิพ

### 3.4.1 รีจิสตราเซิร์ฟเวอร์( Registrar Server)

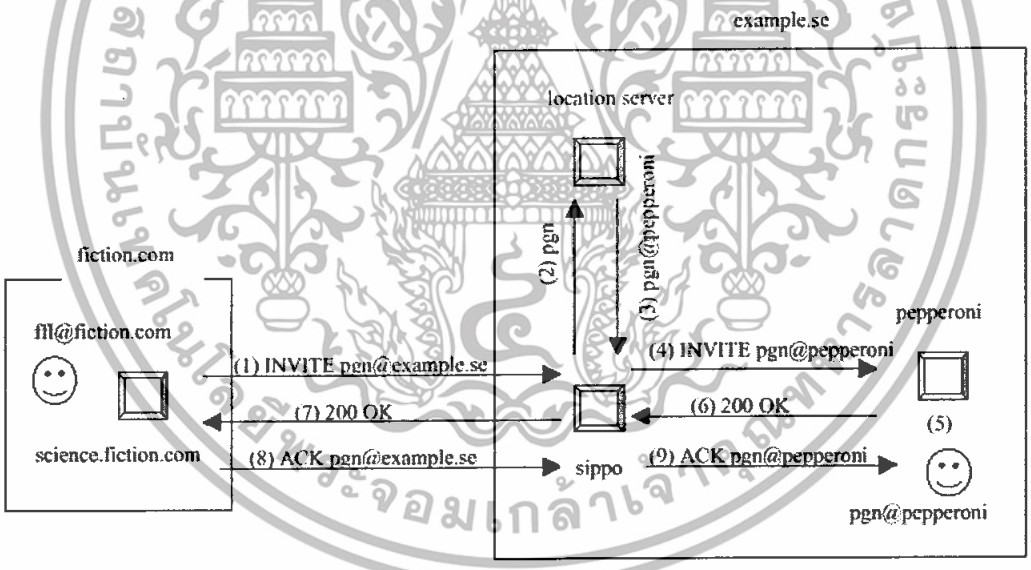
เป็นซิพเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่ในการรับการลงทะเบียนจากผู้ใช้บริการ โดยจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ในโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งโดยทั่วไปรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์( Registrar Server) ก็คือ ซิพเซิร์ฟเวอร์ เมื่อทำหน้าที่รับการลงทะเบียนนั่นเอง ดังแสดง เมื่อผู้ร้องขอการติดต่อทำการส่งข้อความร้องขอ(Request Message) ไปยังซิพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์ ตัวซิพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์จะทำการติดต่อไปยัง โลเคชันเซิร์ฟเวอร์เพื่อถามหาที่อยู่ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อโดยสัญญาณที่ใช้นี้ตามมาตรฐานของซิพไม่มีการกำหนดไว้ ดังนั้น ซิพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์สามารถกำหนดรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ติดต่อระหว่าง ซิพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์กับ โลเคชันเซิร์ฟเวอร์ได้เอง ต่อมาเมื่อ โลเคชันเซิร์ฟเวอร์สามารถหาที่อยู่ได้แล้วก็จะส่งมาบอกกับ ซิพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์ หลังจากนั้น ซิพรีจิสตราเซิร์ฟเวอร์จะส่ง ข้อความตอบกลับ (Response Message) ไปให้ผู้ร้องขอการติดต่อเพื่อบอกที่อยู่ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อตามที่ผู้ร้องขอการติดต่อต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.3 การทำงานแบบ รีจิสตราเซิร์ฟเวอร์(Registrar Server)**

### 3.4.2 พร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server)




**รูปที่ 3.4 การทำงานของ ซิพพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์**(SIP Proxy Server)

การทำงานของพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์สามารถอธิบาย โดยพิจารณาตัวอย่างการทำงาน จากรูปที่ 3.4 ผู้ร้องขอการติดต่อมีซิพยูอาร์แอล (SIP URL) คือ ffl@fiction.com โดยมีที่อยู่จริงที่ science.fiction.comซึ่งอยู่ในเครือข่ายของ fiction.com สำหรับผู้ถูกร้องขอการติดต่อมีซิพยูอาร์แอล (SIP URL)คือ pgn@example.se และมีที่อยู่คือ pgn@pepperoni อยู่ในเครือข่ายของ example.se ซึ่งมีซิพเซิร์ฟเวอร์เป็นแบบพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์โดยมีชื่อว่า คือ sippo เมื่อผู้ร้องขอการติดต่อ ffl@fiction.com ต้องการติดต่อไปยัง pgn@pepperoni โดยผู้ถูกร้องขอการติดต่อนี้ได้ทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

83120

ลงทะเบียน( Register ) ไว้กับซิพเซิร์ฟเวอร์ sippo แล้ว เริ่มต้นผู้ร้องขอการติดต่อจะทำการส่ง INVITE Message (1) ไปยังซิพเซิร์ฟเวอร์ เพื่อบอกว่าต้องการติดต่อไปยังผู้ถูกร้องขอการติดต่อใด โดยทำการระบุซิพยูอาร์แอล(SIP URL)ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อด้วย นั่นคือ pgn@example.se เมื่อซิพเซิร์ฟเวอร์ ได้รับ INVITE Message นี้แล้ว ซิพเซิร์ฟเวอร์จะทำการหาที่อยู่โดยถามจากโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ โดยส่งชื่อ (2) ของผู้ถูกร้องขอการติดต่อไปให้จากนั้น โลเคชันเซิร์ฟเวอร์ (Location Server) จะหาที่อยู่แล้วตอบกลับมาในที่นี้คือ pgn@pepperoni (3) จากนั้นซิพเซิร์ฟเวอร์จะทำการเปลี่ยนแปลง SIP Message บางอย่างเพื่อให้สามารถส่งไปยังปลายทางที่ pgn@pepperoni ได้ นั่นคือจะส่ง INVITE Message pgn@pepperoni (4) ไป เมื่อ pgn (5) ได้รับแล้วจึงตอบรับการติดต่อโดยส่งข้อความตอบกลับ ( Response Message )เป็นรหัส 200 OK (6) กลับมายังซิพเซิร์ฟเวอร์จากนั้น ซิพเซิร์ฟเวอร์ 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 ฝ่ายจะทำการส่งข้อมูลเสียงโดยไม่ผ่านซิพเซิร์ฟเวอร์

ดังจะเห็นได้ว่าพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ จะทำหน้าที่ในการรับภาระหรือรับผิดชอบการติดต่อระหว่างผู้ร้องขอการติดต่อและผู้ถูกร้องขอการติดต่อ ทำให้พร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์สามารถทำการเพิ่มเติมความสามารถต่างๆ เพื่อให้สามารถให้บริการผู้ใช้บริการได้ดียิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการทำงานในลักษณะนี้ทำให้ต้องสูญเสียเวลาในช่วงการติดต่อที่ทำโดยตัวพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์และตัวพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์สามารถให้บริการผู้ให้บริการ ได้จำกัดขึ้นอยู่กับความสามารถของพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ นั้นๆ ที่จะสามารถรองรับการบริการกับผู้ใช้บริการ ที่ทำการติดต่อได้มากน้อยเพียงไร

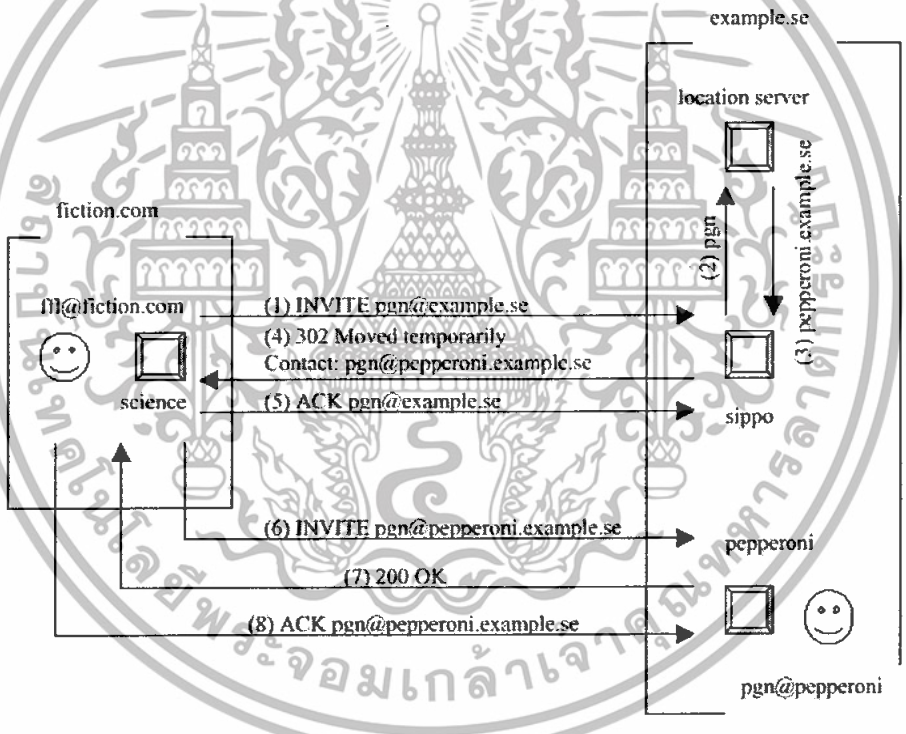
### 3.4.3 รีไดเรคเซิร์ฟเวอร์(Redirect Server)

สามารถอธิบายโดยพิจารณาตัวอย่างการทำงานจากรูปที่ 3.4 ผู้ร้องขอการติดต่อมี ซิพยูอาร์แอล (SIP URL)คือ ffl@fiction.com อยู่ในเครือข่ายของ fiction.com ผู้ถูกร้องขอการติดต่อ ชื่อ pgn มีที่อยู่คือ pgn@pepperoni โดยมีซิพยูอาร์แอล(SIP URL) คือ pgn@example.se อยู่ในเครือข่าย example.se ซึ่งมีซิพเซิร์ฟเวอร์ แบบรีไดเรคเซิร์ฟเวอร์( Redirect Server ) ชื่อ sippo เมื่อผู้ร้องขอการติดต่อ ffl@fiction.com ต้องการติดต่อไปยัง pgn ผู้ร้องขอการติดต่อจะทำการติดต่อไปยังรีไดเรคเซิร์ฟเวอร์เพื่อถามหาที่อยู่ของ pgn ดังนั้นจึงส่ง INVITE Message (1) ไปยังรีไดเรคเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะทำการถามที่อยู่จากโลเคชันเซิร์ฟเวอร์ โดยส่งชื่อ pgn (2) ไป เมื่อโลเคชันเซิร์ฟเวอร์สามารถหาที่อยู่ได้แล้วจะส่งที่อยู่ที่ได้กลับมาคือ pepperoni.example.se (3) จากนั้นรีไดเรคเซิร์ฟเวอร์จะส่งที่อยู่นี้ไปให้ผู้ร้องขอการติดต่อ ffl@fiction.com โดยส่งเป็น Response Message ซึ่งมี รหัส คือ 302 Moved temporarily (4) ซึ่งจะใช้สำหรับ ซิพเซิร์ฟเวอร์แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีไดเรคเซิร์ฟเวอร์และเพื่อเป็นการยืนยันว่าได้รับที่อยู่นี้แล้วผู้ร้องขอการติดต่อจึงทำการส่ง ACK Message (5) ไปยัง รีไดเรคเซิร์ฟเวอร์โดยขั้นตอนการติดต่อหลังจากนี้ผู้ร้องขอการติดต่อจะทำการติดต่อกับปลายทางที่ต้องการเอง โดยเริ่มตั้งแต่การส่ง INVITE Message (6) ไปยัง pgn ตามที่อยู่ที่ได้จากรีไดเรคเซิร์ฟเวอร์นั้น เมื่อ pgn ได้รับการติดต่อก็จะส่งข้อความตอบกลับ( Response Message) (7) กลับมา และเพื่อให้รับรู้ว่าได้รับการตอบรับแล้วจึงส่ง ACK Message (8) บอกไปยัง pgn หลังจากนี้ทั้ง 2 ฝ่ายก็จะทำการส่งข้อมูลเสียงตามลำดับ

สำหรับในตัวอย่างข้างต้นเป็นการติดต่อโดยได้รับที่อยู่เดียวจากรีไดเรคเซิร์ฟเวอร์ แต่หากได้รับมากกว่า 1 ที่อยู่ การทำงานในการติดต่อไปยังทุกๆ ที่อยู่ที่ได้รับนั้น โอกาสที่จะติดต่อได้จะขึ้นอยู่กับผู้ร้องขอการติดต่อ ดังนั้นหากใช้เป็นพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ การจัดการส่วนนี้พร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์จะทำให้การทำงานง่ายขึ้น




**รูปที่ 3.5 การทำงานของซิพรีไดเรคเซิร์ฟเวอร์(SIP Redirect Server)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.1** เปรียบเทียบระหว่างพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์กับรีไดเรคเซิร์ฟเวอร์

| **พร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server)** | **รีไดเรคเซิร์ฟเวอร์ (Redirect Server)** |
|---|---|
| ทำงานได้ทั้งแบบสเตทเลสและสเตทฟูล | สามารถรองรับการทำงานหรือให้บริการกับยูสเซอร์เอเจนท์ไคลเอนท์ได้จำนวนมาก |
| มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง และ สามารถเพิ่มเติมการบริการได้ต้องการ | หน้าที่หรือความรับผิดชอบในการติดต่อจะขึ้นอยู่กับยูสเซอร์เอเจนท์ไคลเอนท์ |
| รับผิดชอบการติดต่อในทุกขั้นตอนการติดต่อทั้งหมด | |
| จำนวนยูสเซอร์เอเจนท์ไคลเอนท์ที่สามารถรองรับหรือให้บริการได้ขึ้นอยู่กับการแบ่งส่วนการทำงานของซิพเซิร์ฟเวอร์ | |
| อาจสร้างเป็น Hybrid (semi-stateful) เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ซิพไคลเอนท์ | |
| หากไม่มีการจัดการการบริการ ยูสเซอร์เอเจนท์-ไคลเอนท์เป็นอย่างดี อาจทำให้ไม่สามารถให้บริการยูสเซอร์เอเจนท์ไคลเอนท์ที่เข้ามาได้หมดทุกตัว | |

## 3.5 การร้องขอของซิพ (SIP Request)

RFC 3261 (SIP) มี 6 แบบ ได้แก่

- INVITE ใช้เมื่อไคลเอนท์ ต้องการสร้างเซสชันเพื่อติดต่อ
- ACK ใช้เมื่อไคเอนท์ได้รับการตอบกลับจาก INVITE ภายในเวลาที่กำหนด
- BYE ใช้เมื่อต้องการสิ้นสุดการเชื่อมต่อ ซึ่งผู้ส่งและผู้รับสามารถส่งได้เหมือนกัน
- CANCEL ใช้เพื่อยุติการค้นหา แต่ไม่สามารถใช้ยกเลิกสายที่รับแล้วได้
- OPTIONS ใช้ตรวจสอบคุณสมบัติของเซิร์ฟเวอร์
- REGISTER ใช้ระบุ Address ของข้อมูล To ในซิพเซิร์ฟเวอร์

RFC 3262 เพิ่มความน่าเชื่อถือในการตอบกลับของซิพ

- PRACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RFC 3265 เพิ่มเติม

- SUBSCRIBE แจ้ง Event ของ Notification จากผู้แจ้ง
- NOTIFY แจ้งเหตุการณ์ใหม่

### 3.5.1 ตัวอย่างการร้องขอของซิพ

```
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 ข้อความตอบกลับของซิพ (SIP Response)

โปรโตคอล ซิพ 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
- 302 ย้ายเป็นการชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 305 ใช้พร็อกซี่
- 380 บริการเสริม

4xx การตอบกลับล้มเหลว

- 400 คำสั่ง Request ไม่ถูกต้อง
- 401 ไม่ได้รับสิทธิ ใช้กับรีจิสตราร์เท่านั้น ส่วนพร็อกซี่ ใช้ 407
- 402 ต้องจ่ายเงิน (สงวนไว้ใช้ในอนาคต)
- 403 ซ่อน
- 404 ไม่พบ ไม่มีผู้ใช้ชื่อนี้
- 405 ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีนี้
- 406 ไม่สามารถรับได้
- 407 ไม่ได้รับสิทธิจากพร็อกซี่
- 408 หมดเวลา ไม่สามารถค้นหาผู้ใช้ได้ในเวลาที่กำหนด
- 410 ไม่สามารถติดต่อผู้ใช้ได้ ณ เวลานี้
- 413 คำสั่ง Request ยาวเกินไป
- 414 Request-URI ยาวเกินไป
- 416 ไม่สนับสนุน URI แบบนี้
- 420 เซิร์ฟเวอร์ไม่เข้าใจโปรโตคอลซิพที่ส่งมา
- 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
- 493 ไม่ถูกกฎ ไม่สามารถถอดรหัส S/MIME ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 494 ต้องการความปลอดภัย

5xx server มีปัญหา

- 500 เซิร์ฟเวอร์มีปัญหาภายใน
- 501 ยังไม่เปิดใช้วิธีนี้
- 502 เกทเวย์ไม่ถูกต้อง
- 503 ไม่สามารถให้บริการได้
- 504 หมดเวลาติดต่อเซิร์ฟเวอร์
- 505 เซิร์ฟเวอร์ไม่สนับสนุนโปรโตคอลซิพรุ่นนี้
- 513 ข้อความยาวเกินไป

6xx ความล้มเหลว

- 600 ยุ่งตลอดเวลา
- 603 ไม่รับ
- 604 ไม่อยู่ตลอดเวลา
- 606 ไม่ยอมรับ

อื่น ๆ เช่น

- INFO ส่งข้อมูลโดยไม่แก้ไขสถานะเซสชัน
- REFER ใช้กับ call transfer
- MESSAGE ข้อความที่ต้องการส่ง
- UPDATE ส่งข้อมูลเพื่อแก้ไข Session State แต่ไม่เปลี่ยนสถานะการทำงาน

### 3.7 ซิพแอดเดรส (SIP address)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 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 ซิพเฮดเดอร์ฟิลด์ (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 ซึ่งจำเป็นสำหรับซิพ เพราะซิพจะไม่ได้กำหนดชนิดของสื่อที่จะส่ง ดังนั้นผู้ส่งจะต้องบอกลักษณะของสื่อว่าเป็นชนิดไหน เช่น เสียง, วีดีโอ หรือข้อมูล โดยใช้การส่งข้อมูลในรูปของตัวอักษร (text based) เช่นเดียวกับซิพ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1. Protocol Version (v)**

ใน v จะประกอบด้วยตัวเลขของเวอร์ชันและจะต้องมีค่าเป็น v=0 เพราะว่าเวอร์ชันปัจจุบันของเอสดีพีคือ 0

**2. Origin (o)**

ใน o จะประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับผู้สร้างเซสชันและเซสชันไอดีที่ไม่ซ้ำ

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 ใช้ตัวเลขสุ่มที่ต้องที่ต้องไม่ซ้ำ

version คือ ตัวเลขที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง session

network-type เป็น IN เสมอสำหรับอิน

address-type ใช้ IP4 สำหรับ IPv4 หรือ IP6 สำหรับ IPv6

address ใช้เป็นไอพีแอดเดรสหรือชื่อของโฮสต์ก็ได้

**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 เสมอสำหรับอินเตอร์เน็ต

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 ถ้าเวลาหยุดเป็นศูนย์หมายความว่าเป็นเซสชันที่ทำไปเรื่อยๆ ไม่มีกำหนด ถ้าทั้งเวลาเริ่มต้นและ เวลาหยุดเป็นศูนย์หมายความว่าเป็นเซสชันถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**6. Media Announcements (m)**

ใน m ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของสื่อ

m : application 49152 TCP Warship

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

media ใช้ เสียง, วีดีโอ, แอพพลิเคชั่น, ข้อมูล, การโทรศัพท์, หรือการควบคุม

port คือ หมายเลขพอร์ต

transport คือ โปรโตคอลสื่อสารเช่น อาร์ทีพี, ทีซีพี หรือยูดีพี

format-list คือ ข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับสื่อ

**7. Attributes (a)**

ใน a ประกอบด้วยแอททริบิวท์ (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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# การออกแบบโครงงานและการพัฒนาโครงงาน

การพัฒนาโครงงานนี้ ผู้จัดทำได้ใช้ภาษา C++ เป็นหลักในการพัฒนา เพราะเนื่องจากไลบรารีที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบนพีดีเอหรือ PJSIP นั้นใช้ภาษา C++ โดยจำลองการทำงานของแอพพลิเคชันโดยใช้ Window Mobile 5.0 Pocket PC SDK และทำการพอร์ตลงพีดีเอจริงเมื่อทำการทดสอบ

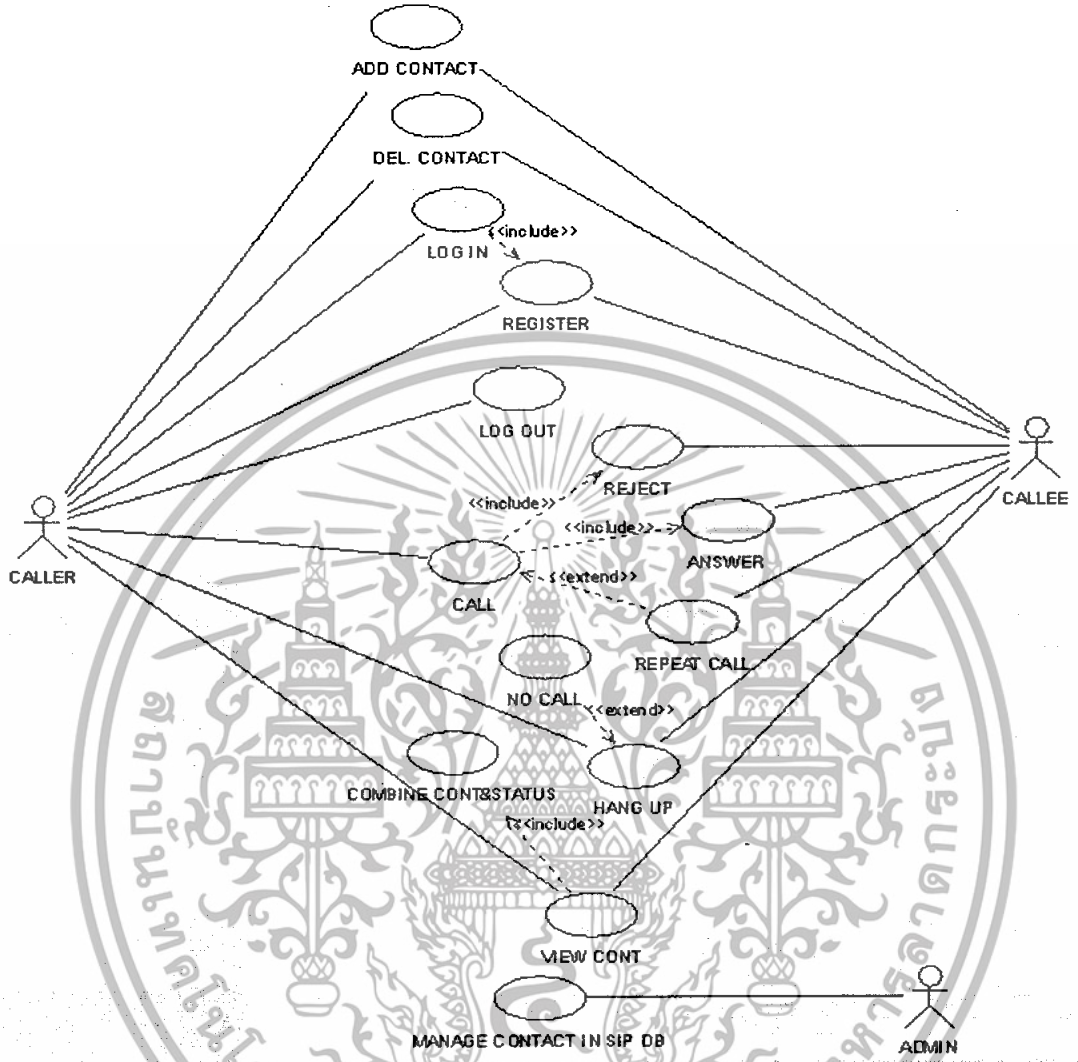
## 4.1 การออกแบบโครงงาน

โปรแกรมที่ออกแบบจะสามารถทำหน้าที่ได้ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

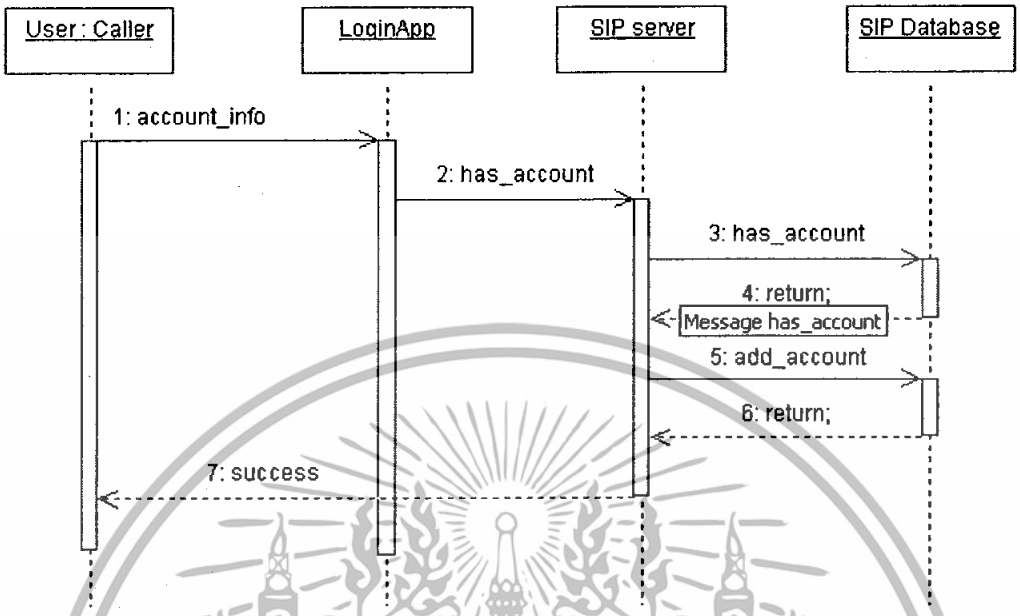
### 4.1.1 Use case Diagram




**รูปที่ 4.1 แสดง use case**

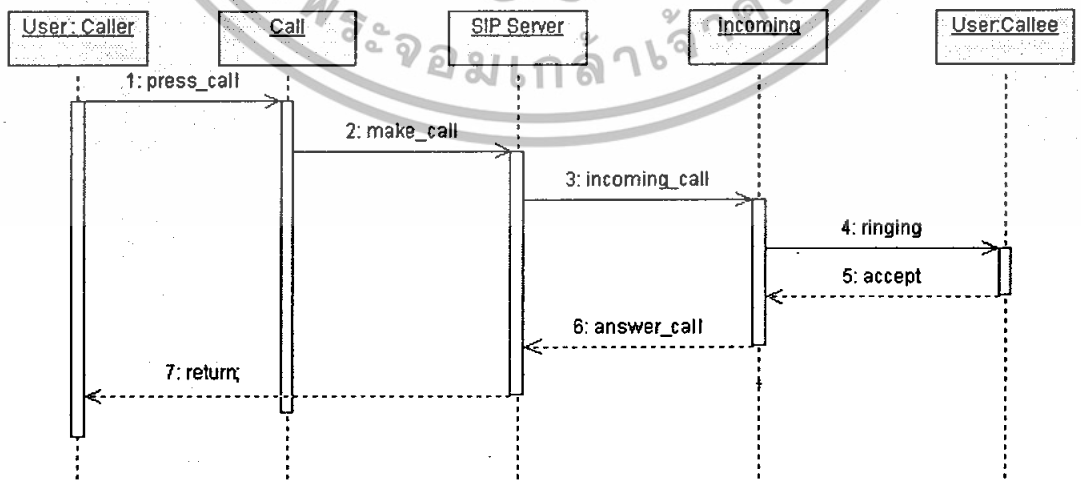
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.2 Sequence Diagram




**รูปที่ 4.2 แสดง Sequence Diagram การล็อกอิน (Log In)**

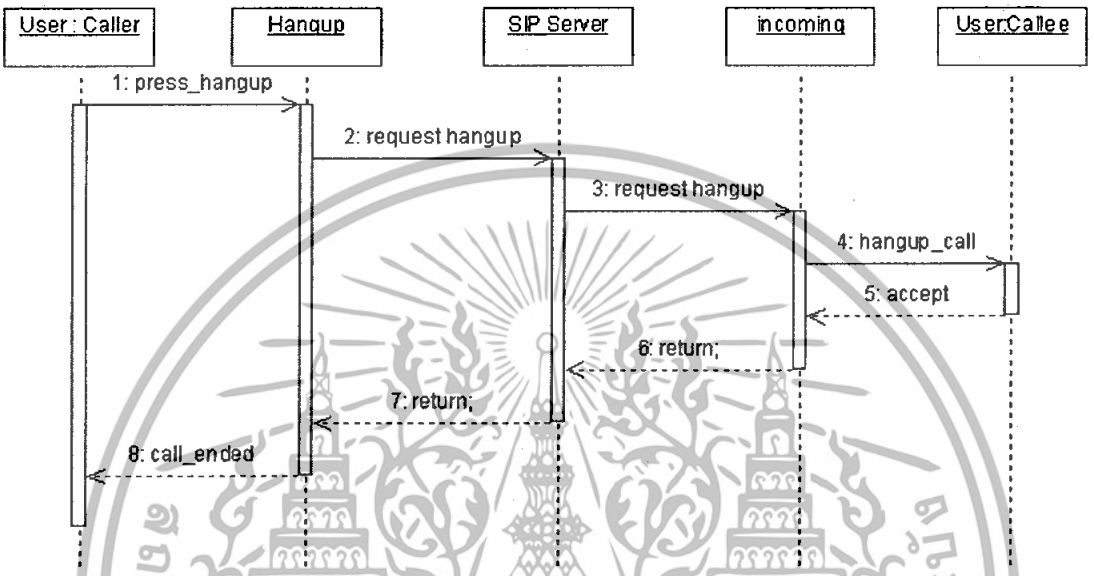
จากรูปที่ 4.2 เริ่มจากผู้ใช้ส่ง account_info ซึ่งเป็นรายละเอียดข้อมูลของผู้ใช้เอง เช่น ยูสเซอร์เนม, พาสเวิร์ด, โดเมนเนมเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น ผ่านทาง LoginApp หลังจากนั้น LoginApp จะตรวจสอบไปที่ซิพเซิร์ฟเวอร์และซิพเซิร์ฟเวอร์จะเข้าไปค้นหาใน SIP Database ว่ามี account ของผู้ใช้คนนี้อยู่หรือไม่ผ่านทาง has_account ถ้ามี account นี้อยู่ก็จะรีเทินค่ากลับไปซึ่งก็คือสามารถล็อกอินเข้าสู่ซิพเซิร์ฟเวอร์ได้สำเร็จ หรือรีจิสเตอร์เข้าซิพเซิร์ฟเวอร์ได้สำเร็จนั่นเอง




**รูปที่ 4.3 แสดง Sequence Diagram การโทรออก (Call)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 เริ่มต้นการโทรออกเมื่อผู้ใช้กดปุ่มโทรออก จากนั้นจะมีการร้องขอการโทรออกไปที่ซิพเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางฟังก์ชัน make_call จากนั้นซิพเซิร์ฟเวอร์แจ้งไปยังผู้รับว่ามีสายเข้าผ่านทาง incoming_call และ ringing เมื่อผู้รับกดรับก็จะรีเทินค่ากลับไปยังผู้ใช้ฝั่งที่กดโทรมาหา หลังจากนี้ก็จะสามารถคุยกันได้ระหว่างผู้โทรออกกับผู้ที่กดรับสาย




**รูปที่ 4.4 แสดง Sequence Diagram การวางสาย (Hang Up)**

จากรูปที่ 4.4 เมื่อฝั่งผู้โทรออกกดปุ่มวางสายผ่าน จากนั้นจะทำการร้องขอการวางสายไปที่ซิพเซิร์ฟเวอร์ ซิพเซิร์ฟเวอร์ก็จะทำการส่งการร้องขอการวางไปยังผู้รับหรือผู้ถูกร้องขอผ่านทาง hangup_call เมื่อฝั่งผู้ถูกร้องขอยอมรับการวางสายก็จะเป็นการสิ้นสุดการสนทนากันโดยรีเทินค่ากลับไปบอกผู้ใช้ผ่านทาง call_ended

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 โครงสร้างของโครงงาน

โปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้น มีพื้นฐานให้ใช้ได้กับพีดีเอ บนระบบปฏิบัติการวินโดว์โมบายล์ 5 (Window Mobile 5) โดยใช้ภาษา C++ ในการพัฒนา การทำงานของโปรแกรมนั้นแบ่งเป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างซิพเซิร์ฟเวอร์กับพีดีเอ และการเชื่อมต่อกันโดยตรงของพีดีเอ ดังนั้นพีดีเอและซิพเซิร์ฟเวอร์ จะต้องมีไอพีเฉพาะเพื่อใช้ในการทดสอบ

โครงสร้างของโครงงานนั้นมีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วนหลัก โดยแต่ละส่วนมีหน้าที่ในการรับผิดชอบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งประกอบด้วย

1. **ออนดู ซิพเซิร์ฟเวอร์ (Ondo SIP Server)**

เป็นเซิร์ฟเวอร์ที่จำลองพร็อกซี่เซิร์ฟเวอร์ และรีจิสตราร์เซิร์ฟเวอร์ ไว้ที่เครื่องเดียวกัน

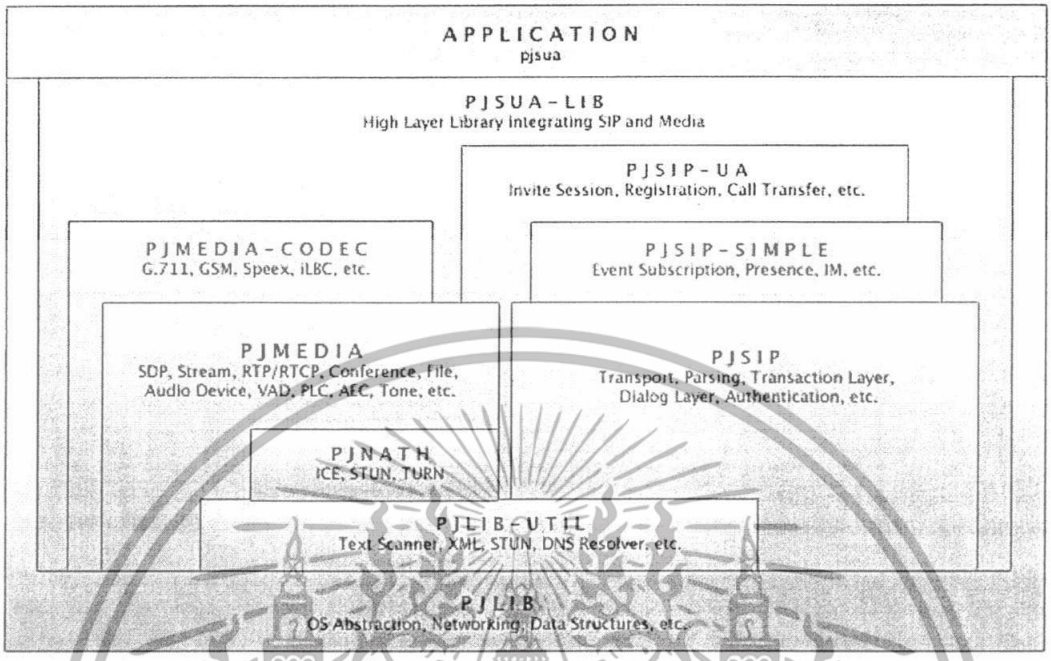
- ทำหน้าที่สำหรับลงทะเบียนอุปกรณ์ที่ใช้ซิพ เพื่อสามารถสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ซิพได้
- ทำหน้าที่ในการส่งต่อ SIP Message
- ทำหน้าที่ในการจัดการเซสชันแบบเวลาจริง(real-time) และสามารถแสดงสถานะของเซสชันหรือยุติการโทรที่ทำงานอยู่ในขณะนั้นได้ด้วยมือ
- ทำหน้าที่ในการกำหนดเส้นทางของซิพรีเควส(SIP Request) จากซิพยูสเซอร์เอเจนท์หนึ่งไปยังเซิร์ฟเวอร์อื่น

2. **แอพพลิเคชัน(Application)**

โปรแกรมสนทนาที่ต้องการเรียกใช้บริการพีเจซิพ(PJSIP) ในการทำการติดต่อสื่อสารกับซิพเซิร์ฟเวอร์และการติดต่อระหว่างพีดีเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. พีเจซิพ เอพีไอ (PJSIP API)




**รูปที่ 4.5 สถาปัตยกรรมของ PJSIP**

พีเจลิบ(PJLIB) เป็นไลบรารี(library) หลัก ซึ่งถูกเรียกใช้โดยทุกๆ library

พีเจลิบ-ยูทิล(PJLIB-UTIL) เป็นไลบรารี( library )เสริม ซึ่งมี scanner,XML,STUN,MD5,getopt เป็นต้น ซึ่งถูกเรียกใช้โดยซิพ และมีเดียสแตค( media stack)

พีเจแนท(PJNATH) เป็นไลบรารี( library )ซึ่งช่วยเหลือ NAT (STUN,TURN,ICE)

พีเจซิพ(PJSIP) เป็นซิพสแตคไลบรารี( library ) ที่สำคัญ

พีเจซิพ-ยูเอ(PJSIP-UA) : เป็นไลบรารีของซิพยูสเซอร์เอเจนท์ ซึ่งมีอินไวท์เซสชั่น ( INVITE session) คอลทรานสเฟอร์(call transfer) ไคลเอนต์รีจิสเตรชั่น(client registration) เป็นต้น

พีเจซิพ-ซิมเปิล(PJSIP-SIMPLE) เป็นไลบรารีซิพซิมเปิล( SIP SIMPLE) สำหรับอีเวนท์เฟรมเวิร์ค( event framework) หลัก,อินสแตนท์เมสเสจ( instant messaging) เป็นต้น

พีเจเอสยูเอ(PJSUA) เป็นไลบรารีซิพยูสเซอร์เอเจนท์ระดับสูง(high-level SIP UA) ซึ่งรวมซิพสแตค(SIP stack) และมีเดียสแตค( media stack) เข้าไปภายใน high-level เพื่อให้ง่ายต่อการใช้ API

พีเจมีเดีย(PJMEDIA) : เฟรมเวิร์คมีเดีย(media framework)

พีเจมีเดีย-โคเดค(Pjmedia-codec) เป็นไลบรารีซึ่งเก็บโคเดค( codec) หลายชนิด เช่น จีเอสเอ็ม(GSM) ,สปีเอ็ก(Speex) และไอแอลบีซี( iLBC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# ผลการทดลอง

การทดลองการทำงานของโปรแกรมนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ได้ผลของทำงานให้เป็นไปตามที่ต้องการ และเพื่อทราบปัญหาที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้โปรแกรมมีความสามารถเพิ่มมากขึ้น

## 5.1 สิ่งที่ต้องใช้ในการทดสอบ

1. ซิพเซิฟเวอร์(SIP Server)
2. พีดีเอ จำนวน 2 เครื่อง
3. Access Point 1 เครื่อง

## 5.2 สิ่งที่ต้องทดสอบ

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

### 5.2.1 การล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม

**รูปที่ 5.1 แสดงหน้าจอที่ใช้ในการล็อกอิน**

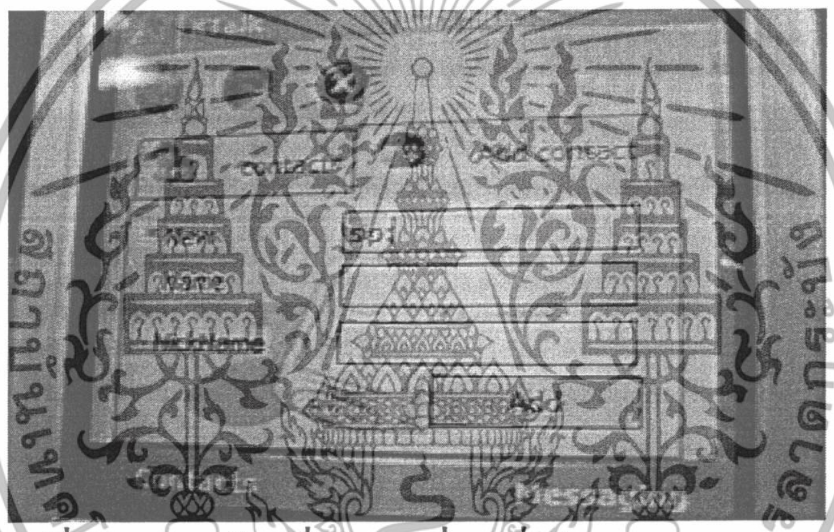
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.2 การจัดการรายชื่อคู่สนทนา

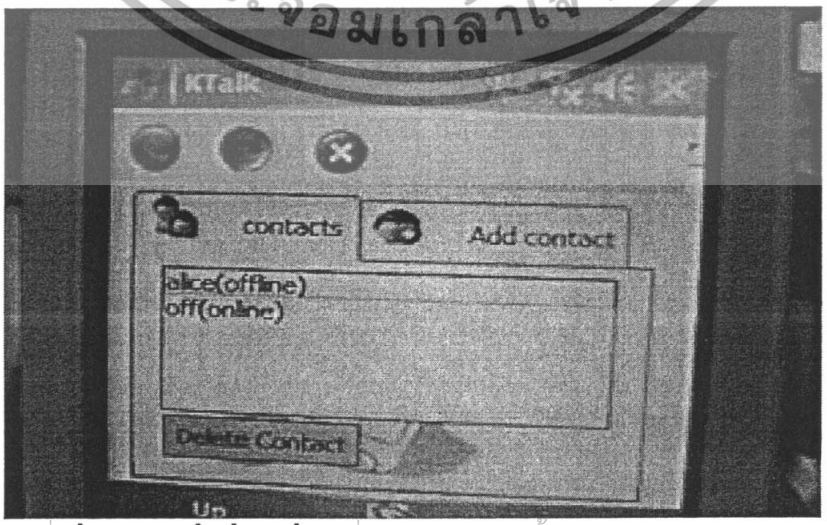
การจัดการรายชื่อคู่สนทนามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เพิ่มรายชื่อคู่สนทนา
2. ลบรายชื่อคู่สนทนา
3. การดูสถานะปัจจุบันของคู่สนทนาทั้งหมด

การทดลองคือ ให้ทำการล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม K-Talk จากนั้นให้เลือก แท็ป Add contact จะปรากฏหน้าจอให้กรอกรายละเอียด และกดปุ่ม Add เพื่อเพิ่มรายชื่อคู่สนทนา ดังรูป



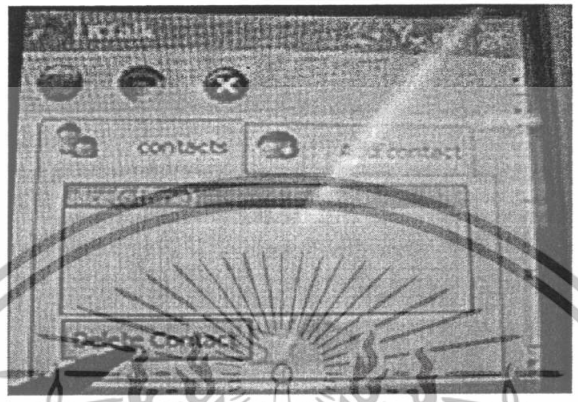

**รูปที่ 5.2 แสดงหน้าจอเมื่อต้องการเพิ่มรายชื่อคู่สนทนา(Add contact)**




**รูปที่ 5.3 รายชื่อที่ถูกเพิ่มเข้าไป จะแสดงในหน้าคู่สนทนา(Contact)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้าแสดงรายชื่อคู่สนทนา(Contact) สามารถลบรายชื่อคู่สนทนาได้โดยกดปุ่ม Delete Contact ดังรูป

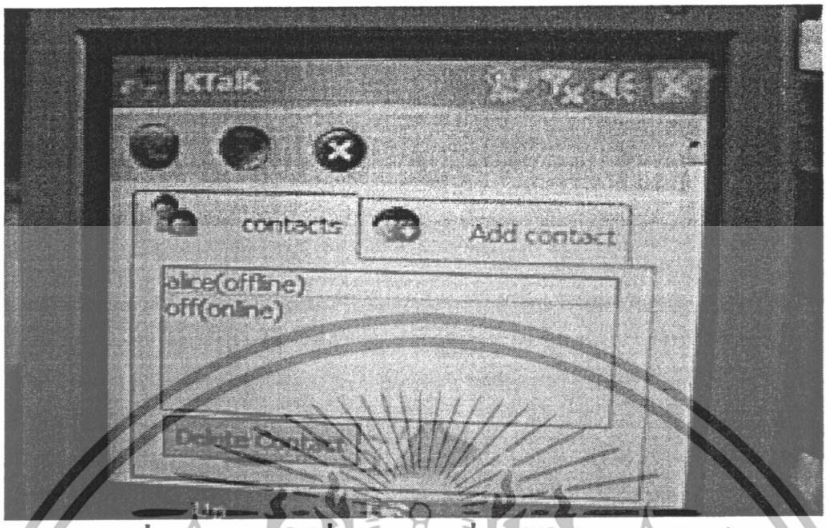



**รูปที่ 5.4 แสดงหน้าจอเมื่อต้องการลบรายชื่อคู่สนทนา**

**รูปที่ 5.5 แสดงหน้าจอหลังจากกดปุ่มลบรายชื่อคู่สนทนา**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

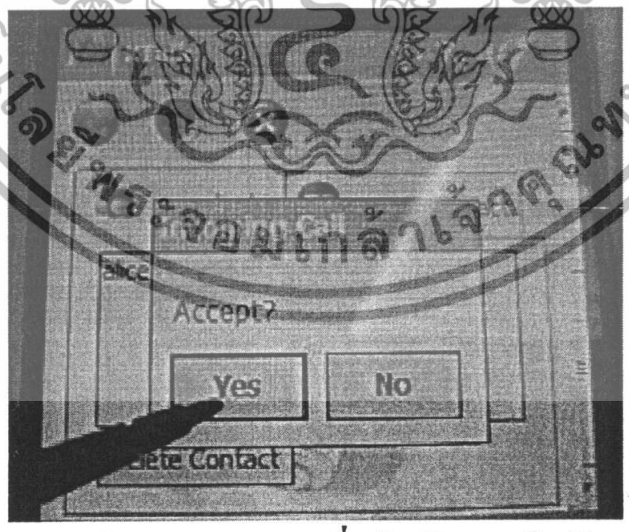
### 5.2.3 การแสดงสถานะของรายชื่อคู่สนทนา




**รูปที่ 5.6 แสดงรายชื่อคู่สนทนาที่ออนไลน์และออฟไลน์**

### 5.2.4 การสนทนากันระหว่างพีดีเอ

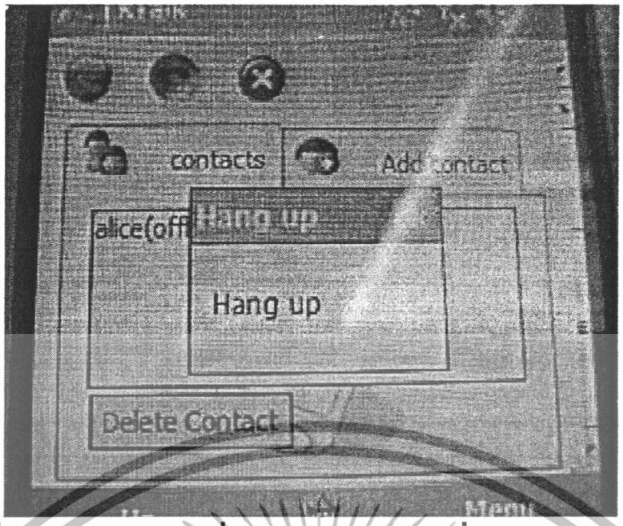
การทดลองการสนทนากับคู่สนทนาที่ต้องการให้ เลือกรายชื่อคู่สนทนาที่ต้องการสนทนาด้วย แล้วกดปุ่ม




**รูปที่ 5.7 แสดงเมสเสจบ็อก(message box) เพื่อเลือกรับสายหรือปฏิเสธสาย(ฝั่งรับสาย)**

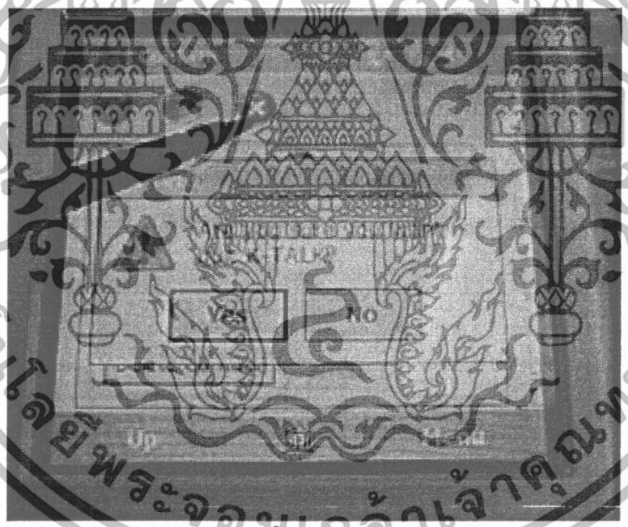
เมื่อสนทนาเสร็จแล้ว ให้กดปุ่ม เพื่อวางสาย หลังจากนั้นจะแสดงเมสเสจบ็อก (message box) เพื่อยืนยันว่าได้วางสายแล้ว ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 5.8 เมสเสจบ็อกเพื่อยืนยันการวางสาย(ฝั่งผู้กดปุ่มวางสาย)**

เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมให้กดปุ่ม เพื่อ Log out




**รูปที่ 5.9 แสดงเมสเสจบ็อกเพื่อยืนยันว่าต้องการออกจากโปรแกรม**

### 5.2.5 เปรียบเทียบการบีบอัดเสียงด้วยโคเดค(Codec) ประเภทต่างๆ

ในขั้นตอนการบีบอัดเสียงจะมีโคเดคเป็นตัวจัดการการบีบอัดอยู่หลายประเภทด้วยกันและในแต่ละประเภทยังให้คุณภาพของเสียงที่แตกต่างกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 นั้นจะมีคุณภาพดีที่สุด มีค่า MOS อยู่ในระดับดีดังตางรางที่ 5.2 และจากการทดลองการใช้โคเดคชนิดนี้ทำให้มีเสียงแทรก และความล่าช้าของเสียงที่ได้ยินมีน้อยมาก แต่จะมีเสียงสะท้อน(Echo)อยู่ ทำให้คุณภาพเสียงดีที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองชนิด

ILBC มีค่า MOS อยู่ในระดับพอใช้(จากตารางที่ 5.1 และ 5.2)และจากการทดลองที่ได้นำ ILBC ไปใช้นั้น พบว่ามีเสียงแทรกและความล่าช้าของเสียงมาก ทำให้ได้ยินเสียงของคู่สนทนาไม่ชัดเจน ไม่สามารถโต้ตอบกันได้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 |
| บัพเฟอร์ Jitter | | |
| • jb_max | 80 | 360 |
| • jb_init | 40 | 40 |
| • jb_min_pre | 20 | 60 |
| • jb_max_pre | 80 | 240 |

การกำหนดค่าดังการทดลองครั้งที่ 1 ยังมีเสียงสะท้อนอยู่ และไม่ได้ทำให้เสียงสะท้อนน้อยลงจึงทำการเปลี่ยนค่าให้เท่ากับการทดลองครั้งที่ 2 ผลคือมีเสียงสะท้อนน้อยลง และสามารถคุยโต้ตอบได้ดีขึ้น

ค่าพารามิเตอร์แต่ละค่ามีรายละเอียดดังนี้

ptime คือ ค่าดีฟอลท์ของptime codec

quality คือ การกำหนดขนาดของการสุ่มตัวอย่าง(resampling)

ec_tail_len คือ พารามิเตอร์ที่ตัดเสียงสะท้อนในหน่วย 1/1000 วินาที

jb_min_pre คือ ค่าความล่าช้าต่ำสุดที่จะไปดึงข้อมูลจากบัฟเฟอร์มาก่อนในหน่วย 1/1000 วินาที

jb_max_pre คือ ค่าความล่าช้ามากที่สุดที่จะไปดึงข้อมูลจากบัพเฟอร์มาก่อนในหน่วย 1/1000 วินาที

*jb_init* คือ ค่าเริ่มต้นในการดึงข้อมูลมาจากบัพเฟอร์จิตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6
# สรุปผลการทดลองและการแก้ปัญหา

## 6.1 สรุปผลการทดลอง

แอพพลิเคชันที่ทำการพัฒนาสามารถทำได้ตามความต้องการของผู้จัดทำโครงงานดังนี้คือ สามารถสนทนากันระหว่างพีดีเอได้ สามารถเพิ่มและลบรายชื่อคู่สนทนา สามารถทำการลงทะเบียนกับซิพเซิร์ฟเวอร์ได้ สามารถแสดงรายชื่อคู่สนทนาที่ออนไลน์และออฟไลน์ได้ สามารถยกเลิกการเชื่อมต่อ และแอพพลิเคชันมีการใช้งานได้ง่าย

## 6.2 ปัญหา อุปสรรค และวิธีแก้ไข

ปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างทำโครงงาน 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีนักพัฒนาโปรแกรมจำนวนน้อยที่เข้ามาทดลองทำงานกับระบบปฏิบัติการวินโดว์โมบายล์ 5 บนอุปกรณ์ผู้ช่วยดิจิตอลส่วนตัว( PDA ) อีกทั้งรายละเอียดของ PJSIP API เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด จึงทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ

## 6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


สุเมธ เอียดเกลี้ยง,สุริยัน ศรีมาตย์. 2548. "โปรแกรมสนทนาด้วยเสียงผ่านเครือข่าย." ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต 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-GSM

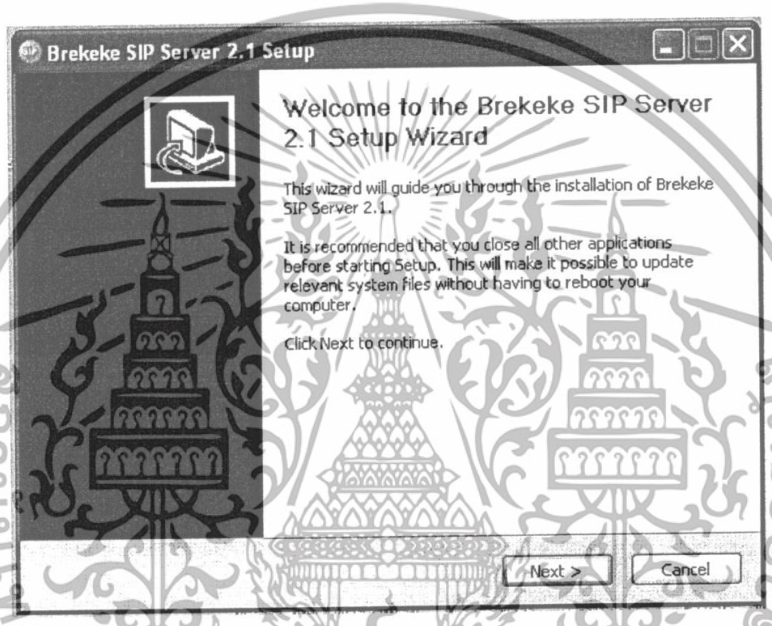


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

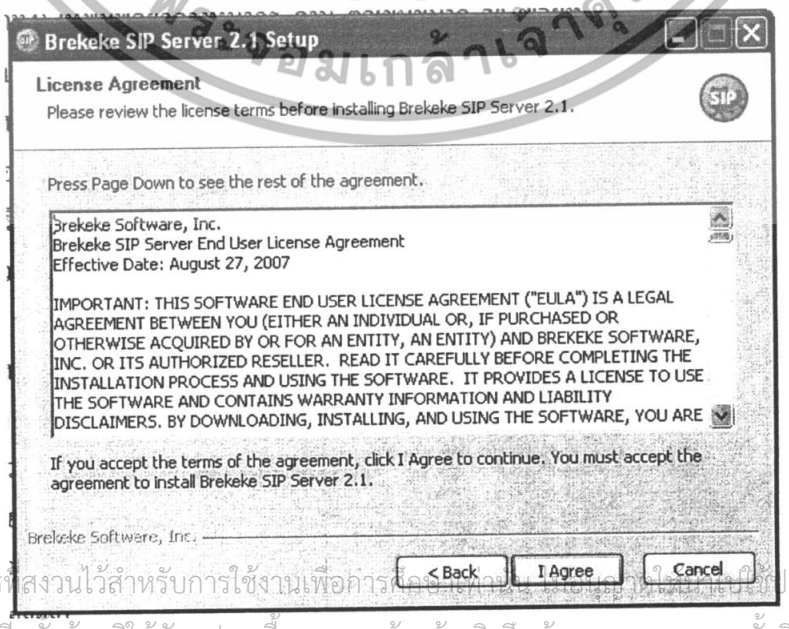
# ภาคผนวก

## การติดตั้งซิพเซิร์ฟเวอร์ (SIP Server)

1. รันโปรแกรมที่ดาวโหลดมาจาก www.brekeke.com
2. เริ่มการติดตั้ง Brekeke SIP server ให้คลิกปุ่ม Next

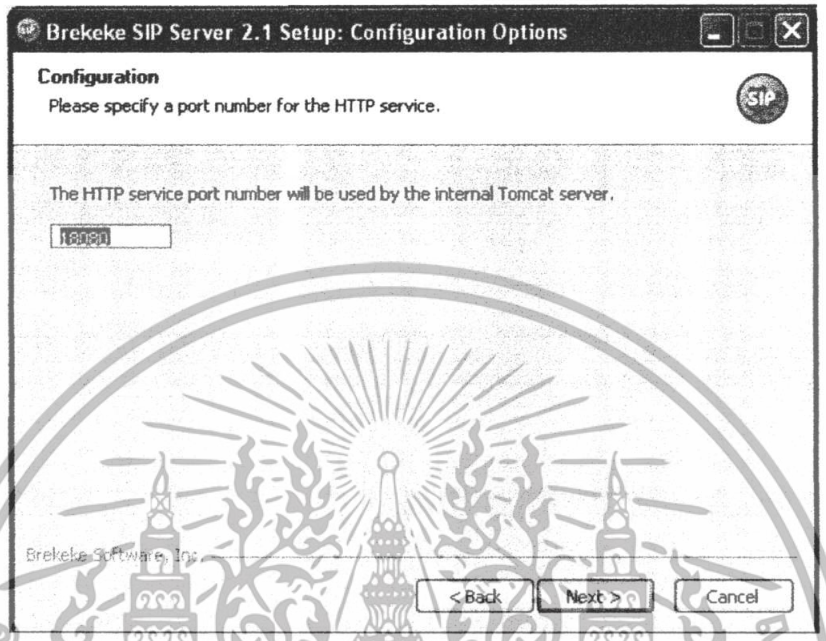



3. กดปุ่ม I Agree เพื่อยอมรับไลเซน (License)

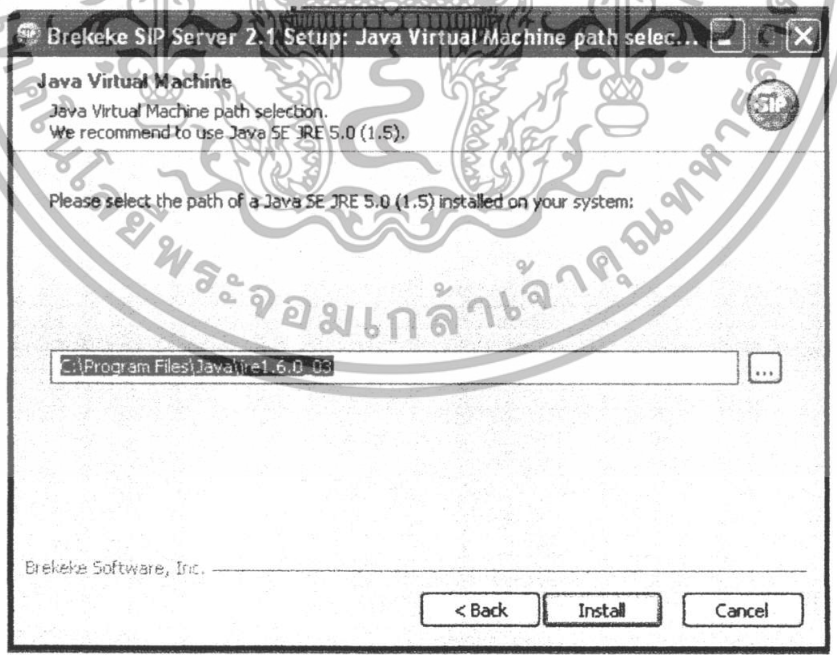



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระบุพอร์ตบริการเอชทีทีพี(HTTP) ให้ใช้ค่าดีฟอลท์ที่กำหนดมาให้คือ 18080 จากนั้นกดปุ่ม Next




5. เลือกไดเรคทอรี่ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม

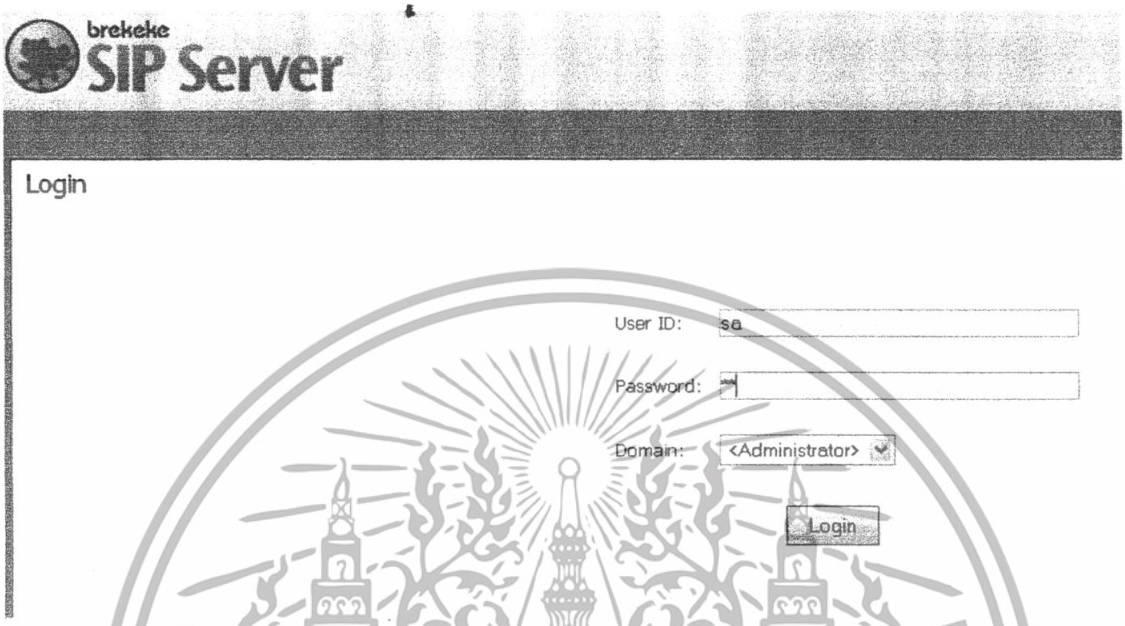



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม เมื่อกดปุ่ม Finish จะปรากฏหน้าจอคอมมานด์เพื่อแสดงว่าซิพเซิร์ฟเวอร์ได้เริ่มทำงานแล้วดังรูปที่ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

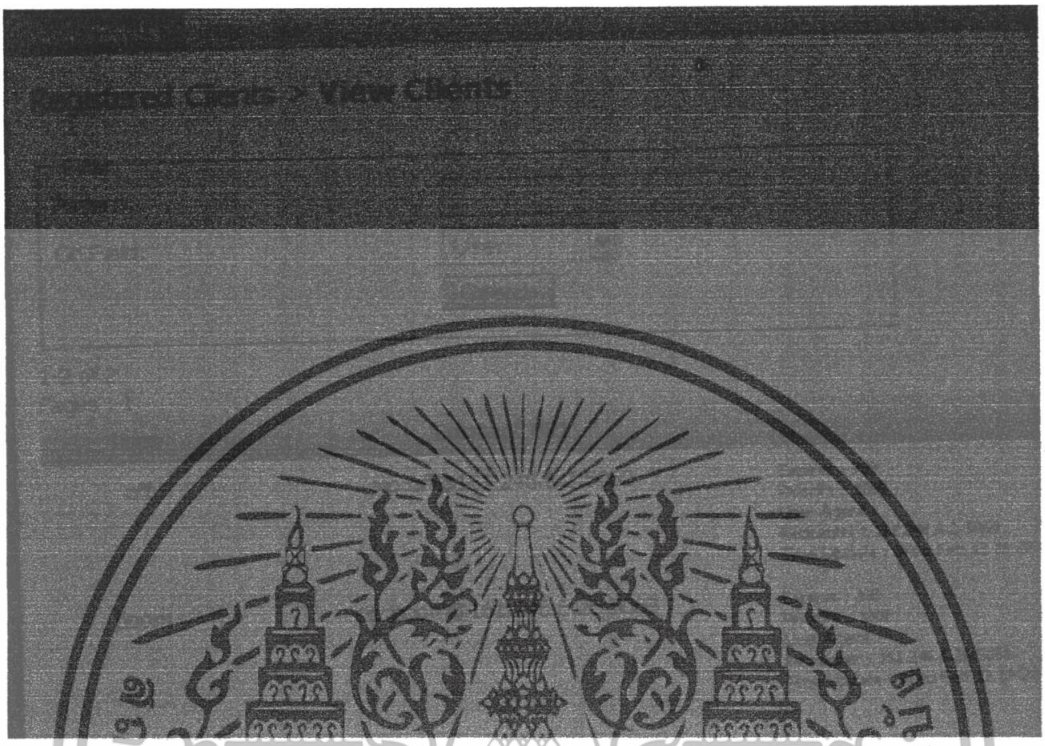
7. รันโปรแกรมที่ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว จะแสดงหน้าจอให้ล็อกอิน ซึ่งจะมีค่ายูสเซอร์ไอดี(User ID) และพาสเวิร์ด(Password) ให้เป็นค่าดีฟอลท์ จึงสามารถกดปุ่มล็อกอินได้




8. หน้า User Authentication สำหรับจัดการ User

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. รูปภาพหน้าจอเมื่อทำการ Login จาก PDA รายชื่อจะขึ้นในแท็บ Registerd Clients




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้