

ระบบบริการโทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ตแบบจ่ายล่วงหน้า

PREPAID VoIP PHONE SYSTEM

โดย



ยี่ห้อยี่ห้อ
ยี่ห้อ
ยี่ห้อ



H004793

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ฤกษ์ ประดิษฐ์ทัศนีย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

๒๖
๒/๓๒/๖
๒๕๕๐

เลขหมู่.....

04793

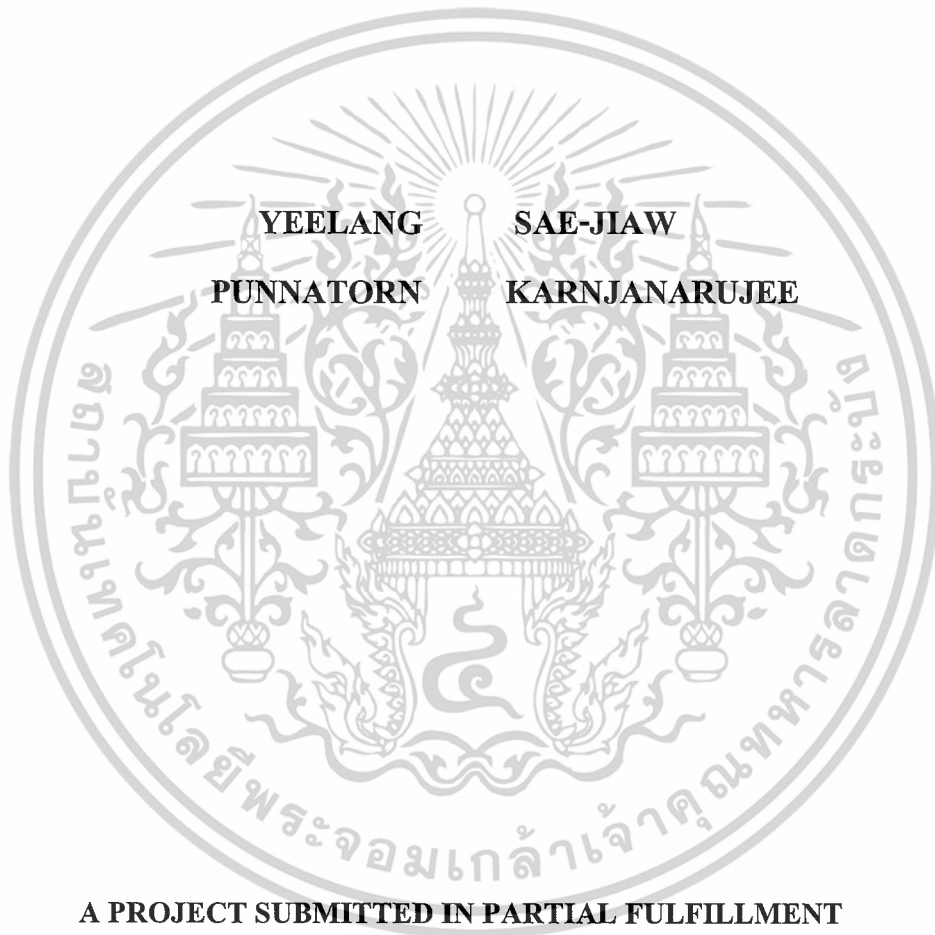
เอกสารนี้เป็นของห้องสมุดฯ ใช้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

วันที่.....ปี.....เดือน.....ปี.....

ฉบับนี้ให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.11975713

PREPAID VoIP PHONE SYSTEM



**A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2/2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2008

FACULTY ON INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2550
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบบริการโทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ตแบบจ่ายล่วงหน้า
Prepaid VoIP Phone System

ผู้จัดทำ

1. นางสาวยี่หลง แซ่เจียว รหัสประจำตัว 47070113
2. นางสาวปิ่นฉัตร กาญจนรุจี รหัสประจำตัว 47070116

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ถกัทธ์ ประดิษฐ์ทัศนีย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	ระบบบริการโทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ตแบบจ่ายล่วงหน้า
นักศึกษา	นางสาวยี่หลาง แซ่เจี๊ยะ 47070113
	นางสาวปิ่นฉัตร กาญจนรุจี 47070116
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ลภัส ประดิษฐ์ทัศนีย์

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการพัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นที่นิยมในการนำไปใช้งานในปัจจุบันซึ่งหลักการในการทำงานนั้นจะเป็นการติดต่อสื่อสารผ่านทางซีพ โพร โทคอล นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเซิร์ฟเวอร์ขึ้นมาโดยจะทำหน้าที่เป็นพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ซึ่งจะคอยทำหน้าที่ในการนำข้อมูลจากต้นทางไปส่งยังปลายทางได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งยังมีการพัฒนาระบบคำนวณค่าใช้จ่ายบริการในการโทรเพิ่มเข้าไปในตัวเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้เซิร์ฟเวอร์มีความสามารถการให้บริการที่หลากหลายขึ้น โดยการคำนวณจะมีการอ้างอิงถึงรูปแบบการกำหนดราคาค่าบริการในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะของการเติมเงินเข้าไปในบัญชีเพื่อใช้เป็นค่าบริการในการโทรและจะไม่สามารถโทรออกได้ถ้าไม่มีเงินอยู่ในบัญชี ความสามารถอีกด้านหนึ่งที่ได้มีการพัฒนาเพิ่มเข้าไปในเซิร์ฟเวอร์ก็คือ ความสามารถในการจัดการเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโปรโมชันของลูกค้า หรือโปรโมชันที่มีการให้บริการอยู่รวมไปถึงการปรับปรุงโปรโมชันต่างๆที่มีให้บริการ เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้งานของลูกค้า ซึ่งในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ได้มีการกล่าวถึงทฤษฎีที่นำมาใช้วิธีการพัฒนา เพื่อที่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจต่อไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Prepaid VoIP Phone System
Student	Miss Yeelang Sae-Jiaw 47070113 Miss Punnatorn Karnjanarujee 47070116
Degree	Bachelor of Science
Programme	Information Technology
Academic Year	2007
Advisor	Mr.Lapas Pradittasanee

ABSTRACT

This project proposes developing of soft phone application is today's popular application. The principle is operated by using SIP protocol for communication. Besides is developing a server act as a proxy server and responsible for proxy request from source to destination correctly. In addition, coupled calculate cost to the server for adding more function to the server. Calculation of cost is referring from current price settings used in nowadays. Apply prepaid account to the user. Making a call is requiring money from the prepaid account. Server's functions are management of user rate plan or promotion for flexibility and usability. This project presents the related theories apply in development of this project and be useful for interested persons.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา อ.ลภัส ประดิษฐ์ทัศนีย์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะ ช่วยแก้ปัญหา ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. จันท์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์, รศ.ดร. โชติพัชร ภรณ์วลัย และ ผศ. อัครินทร์ คุณกิตติ กรรมการสอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนชี้แนะ จนในที่สุดทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้



ยี่หลาง แซ่เจียว
ปิ่นฉัตร กาญจนรุจี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ.....	I
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญรูป.....	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการ.....	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.5 ขั้นตอนของการศึกษา.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยี VoIP.....	3
2.1.1 ลักษณะการใช้งาน VoIP.....	3
2.1.1.1 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ไปยัง คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล.....	3
2.1.1.2 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ไปยัง โทรศัพท์พื้นฐาน.....	3
2.1.1.3 โทรศัพท์กับโทรศัพท์.....	4
2.1.2 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยี VoIP.....	4
2.1.2.1 Conversion to PCM.....	4
2.1.2.2 Removal of Echo.....	4
2.1.2.3 Framing.....	5
2.1.2.4 Packetisation.....	5
2.1.2.5 Address and Delivery.....	5
2.1.2.6 Conversion to Analog.....	6
2.1.2.7 Error Correction.....	6
2.1.3 ข้อดีของการนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งาน.....	6
2.1.3.1 Cost Savings.....	6
2.1.3.2 Increase Productivity.....	7
2.1.3.3 Improved Level of Services.....	7

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.1.3.4 Reduce Operating Expenses.....	7
2.1.4 ข้อเสียของการนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งาน	7
2.1.4.1 Cost Savings.....	7
2.1.4.2 No Standard Supported	7
2.1.4.3 Device isn't applicable.....	8
2.2 Session Initiation Protocol.....	8
2.2.1 ความสามารถต่างๆในการทำงานของ SIP	8
2.2.2 ส่วนประกอบของซิป	9
2.2.2.1 SIP Clients.....	10
2.2.2.2 SIP Servers.....	10
2.2.3 การทำงานของซิป	11
2.2.4 การใช้พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์	12
2.2.5 การใช้รีไทร์เซิร์ฟเวอร์.....	13
2.2.6 The Registration Process.....	14
2.2.7 The Invitation Process.....	14
2.2.8 SIP Function.....	15
2.2.9 SIP URI.....	16
2.2.10 SIP Messages and Methods	16
2.3 Session-Related Functions.....	19
2.4 Nonsession-Related Functions	33
2.5 Postpaid Versus Prepaid	42
2.5.1 สถาปัตยกรรมแบบ โปสเพด.....	43
2.5.2 สถาปัตยกรรมแบบพรีเพด.....	44
2.6 Call Detail Records (CDR), Rating and Billing	46
2.6.1 CDR collection.....	47
2.6.2 CDR mediation	48
2.6.3 Rating.....	49
2.7 สถาปัตยกรรมของ MjSip	50

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7.1 สถาปัตยกรรมเลเยอร์และ APIs.....	50
2.7.1.1 Transport Layer.....	51
2.7.1.2 Transaction Layer	51
2.7.1.3 Dialog Layer	51
2.7.1.4 Call Control Layer	51
2.7.2 คลาสและเมธอดต่างๆ ที่สำคัญ	52
2.7.2.1 Class UserAgent.....	52
2.7.2.2 Class SipProvider.....	52
2.7.2.3 Class Transaction	53
2.7.2.4 Class Dialog	54
2.7.2.5 Class Call	55
2.7.3 เหตุผลที่ทำการเลือก MjSip มาพัฒนา SIP แอปพลิเคชัน	55
2.8 ภาษาจาวา (Java)	56
2.8.1 ความเป็นมาของภาษาจาวา (Java).....	56
2.8.2 ลักษณะที่โดดเด่นของจาวา (Java).....	57
2.8.3 Java Class Libraries	57
2.8.4 Java Platform	58
2.8.4.1 Java 2 Platform, Standard Edition (J2SE).....	58
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน	
3.1 ลักษณะระบบงาน	59
3.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ.....	59
3.2.1 Functional Requirements	59
3.2.2 Non-Functional Requirements	59
3.3 การออกแบบระบบงานโดยใช้แบบจำลองยูเอ็มแอล.....	60
3.3.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use – Case Diagram).....	60
3.3.2 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram).....	66
3.3.3 คลาสไดอะแกรม (Class Diagram).....	68
3.3.4 ซีควเอนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram)	87

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 การออกแบบระบบระบบคำนวณค่าใช้บริการ	88
3.4.1 โปรแกรมสำหรับพีพีพี.....	88
3.4.2 แบบจำลองอี-อาร์ (Entity Relationship Model)	90
3.4.3 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)	90
บทที่ 4 การพัฒนาระบบ	
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	93
4.1.1 ฮาร์ดแวร์.....	93
4.1.2 ซอฟต์แวร์.....	93
4.2 หน้าจอในการใช้งานระบบ	93
4.2.1 หน้าจอส่วนของแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์.....	93
4.2.1.1 แท็บ Dial	94
4.2.1.2 แท็บ Calls History	96
4.2.1.3 แท็บ Contacts	96
4.2.1.4 เมนูแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้	97
4.2.2 หน้าจอส่วนของเซิร์ฟเวอร์	98
4.2.2.1 แท็บ Active Connection	98
4.2.2.2 แท็บ Query Users	99
4.2.2.3 แท็บ Query Calls	101
4.2.2.4 แท็บ Query Charged	104
4.2.2.4 แท็บ Promotion Management	107
บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 สรุปผลการพัฒนา	111
5.2 ปัญหา ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ.....	112
บรรณานุกรม.....	113

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างของการเสนอ SDP	22
2.2 แสดงตัวอย่างของการเสนอ SDP เมื่อมีคนปฏิบัติเสรีวีดีโอมีเดียเซสชั่น	23
3.1 คำอธิบายยูสเคสล็อกอิน.....	61
3.2 คำอธิบายยูสเคสสร้างการเชื่อมต่อ	62
3.3 คำอธิบายยูสเคสการเชื่อมต่อแบบรีไคเร็ค.....	63
3.4 คำอธิบายยูสเคสการเชื่อมต่อแบบพรอกซี	64
3.5 คำอธิบายยูสเคสยกเลิกการเชื่อมต่อ	65
3.6 คำอธิบายยูสเคสคำนวณค่าใช้จ่าย	65
3.7 คำอธิบายยูสเคสการเชื่อมต่อ.....	66
3.8 แสดงตารางข้อมูลของฐานข้อมูล.....	90
3.9 แสดงข้อมูลของตาราง USER	91
3.10 แสดงข้อมูลของตาราง CALL_RECORD	91
3.11 แสดงข้อมูลของตาราง PROMOTION.....	92

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะการใช้งาน VoIP แบบ PC to PC.....	3
2.2 แสดงลักษณะการใช้งาน VoIP แบบ PC to Phone.....	4
2.3 แสดงขั้นตอน Conversion to PCM.....	4
2.4 แสดงขั้นตอนการแปลงสัญญาณ.....	4
2.5 แสดงขั้นตอนการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณสะท้อนออก.....	5
2.6 แสดงขั้นตอนการจัดแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปของเฟรม.....	5
2.7 แสดงขั้นตอนการแปลงเฟรมของสัญญาณให้มาอยู่ในรูปของแพ็คเกจ.....	5
2.8 แสดงขั้นตอนการใส่ค่าเลขที่อยู่ไอพีปลายทาง.....	6
2.9 แสดงขั้นตอนการแปลงสัญญาณดิจิทัลพีซีเอ็มให้กลับมาเป็นสัญญาณรูปแบบปกติ.....	6
2.10 แสดงสถาปัตยกรรมของเครือข่ายแบบซิป.....	10
2.11 แสดงการติดต่อ โดยการส่งการร้องขอแบบซิปผ่านพรอกซีเซิร์ฟเวอร์.....	12
2.12 แสดงการติดต่อ โดยการส่งการตอบสนองแบบซิปผ่านพรอกซีเซิร์ฟเวอร์.....	12
2.13 แสดงเซสชันในการติดต่อโดยใช้เรียลไทม์ทรานเฟอร์โพรโทคอล.....	13
2.14 แสดงการติดต่อ โดยการส่งการร้องขอแบบซิปผ่านรีไคเร็คเซิร์ฟเวอร์.....	13
2.15 แสดงเซสชันในการติดต่อโดยใช้เรียลไทม์ทรานเฟอร์โพรโทคอล.....	14
2.16 แสดงการสร้างการเชื่อมต่อที่สำเร็จ โดยการ ใช้ INVITE.....	20
2.17 แสดงการตั้งค่าการโทรระหว่างยูสเซอร์เอเจนต์ทั้ง 2 โดยใช้ Media description.....	24
2.18 แสดงการยกเลิกโดยใช้ CANCEL.....	26
2.19 แสดง Mid-Call Signaling โดยใช้ INFO.....	27
2.20 แสดงตัวอย่างการใช้ REFER.....	29
2.21 แสดงเงื่อนไขในการเริ่มต้นการโทรโดยใช้ UPDATE และ PRACK.....	31
2.22 แสดงการเคลื่อนย้ายตำแหน่งโดยใช้ REGISTER.....	33
2.23 แสดงการโทรกลับโดยอัตโนมัติโดยใช้ SUBSCRIBE และ NOTIFY.....	37
2.24 แสดงการกระจายข้อมูลออกไป.....	39
2.25 แสดงการยืนยันตัวตนระหว่าง พรอกซีและยูสเซอร์โดยใช้ SIP Digest.....	40
2.26 แสดงสถาปัตยกรรมแบบโปสเพต.....	43
2.27 แสดงสถาปัตยกรรมแบบพรีเพต.....	44
2.28 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายบริการโดยคำนึงถึงขนาดของข้อมูลแบบพรีเพต.....	45

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 แสดงให้เห็นภาพรวมของอินเทอร์เฟซของพีริเพด	45
2.30 แสดงสถาปัตยกรรมเลเยอร์และ APIs	50
2.31 แสดงรูปแบบของ Non-Invite Transaction Client และ Transaction Server	54
2.32 แสดงรูปแบบของ Invite Transaction Client และ Transaction Server	54
2.33 แสดงรูปแบบของ Invite Dialog	55
3.1 แสดงยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ของระบบทั้งหมด	60
3.2 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคสล็อกอิน	66
3.3 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคสร่างการเชื่อมต่อ	67
3.4 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคสยกเลิกการเชื่อมต่อ	67
3.5 แสดงคลาสไดอะแกรม (Class Diagram) ของระบบทั้งหมด	68
3.6 แสดงคลาส Login	68
3.7 แสดงคลาส User	69
3.8 แสดงอินเทอร์เฟซ AuthenticationServer	69
3.9 แสดงคลาส AuthenticationServerImpl	69
3.10 แสดงอินเทอร์เฟซ AuthenticationService	70
3.11 แสดงคลาส AuthenticationServiceImpl	70
3.12 แสดงคลาส Call	71
3.13 แสดงอินเทอร์เฟซ CallListener	71
3.14 แสดงคลาส CallListenerAdapter	72
3.15 แสดงอินเทอร์เฟซ CallLogger	72
3.16 แสดงคลาส CallLoggerImpl	72
3.17 แสดงอินเทอร์เฟซ Configurable	73
3.18 แสดงอินเทอร์เฟซ ExtendedCallListener	73
3.19 แสดงอินเทอร์เฟซ InviteDialogListener	73
3.20 แสดงคลาส JMFAudioLauncher	74
3.21 แสดงอินเทอร์เฟซ LocationService	74
3.22 แสดงคลาส LocationServiceImpl	74
3.23 แสดงคลาส Log	75

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.24 แสดงอินเตอร์เฟซ MediaLauncher	75
3.25 แสดงคลาส ServerEngine	75
3.26 แสดงคลาส Registrar	76
3.27 แสดงคลาส Proxy	77
3.28 แสดงคลาส Redirect	78
3.29 แสดงอินเตอร์เฟซ RegisterAgentListener	78
3.30 แสดงคลาส RegisterAgent	79
3.31 แสดงอินเตอร์เฟซ Repository	79
3.32 แสดงอินเตอร์เฟซ UserAgentListener	79
3.33 แสดงคลาส UserAgent	80
3.34 แสดงคลาส UserAgentProfile	81
3.35 แสดงคลาส ServerProfile	82
3.36 แสดงอินเตอร์เฟซ TopServerListener	82
3.37 แสดงอินเตอร์เฟซ TransportListener	83
3.38 แสดงอินเตอร์เฟซ SipProviderListener	83
3.39 แสดงคลาส SipProvider	84
3.40 แสดงคลาส CallRecord	85
3.41 แสดงคลาส Calculate	85
3.42 แสดงคลาส DBUpdate	85
3.43 แสดงคลาส GUIUserAgent	86
3.44 ซีควเอนซ์ไดอะแกรมของการเข้าสู่ระบบ	86
3.45 ซีควเอนซ์ไดอะแกรมของการสร้างการเชื่อมต่อ	87
3.46 แสดงผังงานการคำนวณค่าใช้จ่ายบริการ	89
3.47 แผนภาพแสดงแบบจำลองอี-อาร์ของระบบคำนวณค่าใช้จ่ายบริการ	90
4.1 แสดงหน้าจอการล็อกอินเข้าสู่ระบบ	94
4.2 แสดงหน้าจอของระบบหลังจากทำการล็อกอินถูกต้อง	94
4.3 แสดงหน้าจอปกติขณะยังไม่มีการทำงาน	95
4.4 แสดงหน้าจอที่มีการแสดงสถานะ RINGING	95

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 แสดงหน้าจอที่มีการแสดงสถานะ ON CALL	95
4.6 แสดงหน้าจอที่มีการแสดงสถานะ HANGUP	96
4.7 แสดงหน้าจอในแท็บ Calls History	96
4.8 แสดงข้อมูลในแท็บ Contacts	96
4.9 แสดงถึงวิธีการเข้าไปแก้ไขข้อมูลส่วนตัว	97
4.10 แสดงหน้าตาที่ใช้ในการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว	97
4.11 แสดงหน้าตาที่ใช้ในการแก้ไขว่าการแก้ไขสำเร็จแล้ว	98
4.12 แสดงข้อมูลในแท็บ Action Connections	98
4.13 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ทั้งหมด	99
4.14 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่มียอดเงินน้อยกว่าเงิน ใจที่ต้องการ	99
4.15 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่มียอดเงินมากกว่าเงิน ใจที่ต้องการ	100
4.16 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่ไอดีตรงกับที่ต้องการ	100
4.17 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่ชื่อ-นามสกุลตรงกับที่ต้องการ	100
4.18 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่มีประเภทของโปร โมชั่นตรงกับที่ต้องการ	101
4.19 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่มียูอาร์แอลตรงกับที่ต้องการ	101
4.20 แสดงข้อมูลของการ โทรที่มีอยู่ในปีที่ต้องการ	102
4.21 แสดงข้อมูลของการ โทรที่มีอยู่ในช่วงเวลาที่ต้องการ	102
4.22 แสดงข้อมูลของการ โทรที่มีอยู่ในเดือนที่ต้องการ	102
4.23 แสดงข้อมูลของการ โทรที่มีอยู่ในวันที่ต้องการ	103
4.24 แสดงข้อมูลของการ โทรที่มีอยู่ในยูอาร์แอลของฝั่งผู้โทร	103
4.25 แสดงข้อมูลของการ โทรที่มีอยู่ในยูอาร์แอลของฝั่งผู้รับ	104
4.26 แสดงข้อมูลค่าใช้บริการของยูสเซอร์ที่มากกว่าเงิน ใจที่ต้องการ	104
4.27 แสดงข้อมูลค่าใช้บริการของยูสเซอร์ที่น้อยกว่าเงิน ใจที่ต้องการ	105
4.28 แสดงข้อมูลค่าใช้บริการทั้งหมดที่มีอยู่ในยูอาร์แอลของฝั่งผู้โทร	105
4.29 แสดงข้อมูลค่าใช้บริการทั้งหมดที่มีอยู่ในคอลไอดีที่ต้องการ	106
4.30 แสดงข้อมูลค่าใช้บริการทั้งหมดของยูสเซอร์	106
4.31 แสดงรายละเอียดของโปร โมชั่นที่ได้ทำการเลือก	107
4.32 แสดงการกรอกรายละเอียดของโปร โมชั่นที่ต้องการเพิ่ม	107

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.33 แสดงการเพิ่มโปรโมชันตามที่เราต้องการ	108
4.34 แสดงการใส่ค่าต่างๆลงไปในโปรโมชันที่ต้องการอัปเดต.....	108
4.35 แสดงการอัปเดตลงไปในโปรโมชันที่ต้องการ	109
4.36 แสดงข้อมูลที่มีอยู่ก่อนที่จะทำการลบ	109
4.37 แสดงผลที่ได้จากการกดปุ่ม “Clear”	110



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการขยายตัวของระบบเครือข่ายสัญญาณข้อมูลหรือ Data Network มีอัตราการเติบโตที่รวดเร็วกว่าการขยายตัวของเครือข่ายสัญญาณเสียงค่อนข้างมาก จึงทำให้มีการนำเทคโนโลยีที่สามารถนำสัญญาณเสียงเหล่านั้นมารวมอยู่บนระบบเครือข่ายของสัญญาณข้อมูลและมีการรับ-ส่งสัญญาณทั้งคู่ได้ในเวลาเดียวกัน เพื่อเป็นการสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่งเทคโนโลยีที่กล่าวถึงก็คือ เทคโนโลยี Voice over IP หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า VoIP

ด้วยเหตุนี้ทางผู้จัดทำจึงมีความต้องการที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยี Voice over IP ถึงลักษณะการทำงานต่างๆ เพื่อที่จะนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปทำการพัฒนาหรือศึกษาในโอกาสต่อไป ทางผู้จัดทำจึงได้จัดทำโครงการนี้ขึ้นมา โดยโครงการนี้จะเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นมา เป็นแอปพลิเคชันที่เรียกว่าซอฟต์แวร์โฟน (Softphone) ซึ่งจะสามารถใช้ในการโทรศัพท์คุยกันได้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการนี้มีความมุ่งหวังเพื่อศึกษาเทคโนโลยี VoIP และศึกษาการทำงานของโปรโตคอลซีพเพื่อที่จะนำมาพัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์โฟนที่สามารถติดต่อสื่อสารกันผ่านระบบเครือข่ายได้ ซึ่งแอปพลิเคชันที่ทำการพัฒนาขึ้นมาสามารถติดต่อสื่อสารผ่านทางเทคโนโลยี VoIP และมีระบบที่สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้โทรศัพท์ผ่านทางเทคโนโลยี VoIP ด้วย

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการ

1. ศึกษาการทำงานของโทรศัพท์ผ่านเทคโนโลยี VoIP และเทคโนโลยีต่างๆที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์โฟนรวมถึงการรักษาความปลอดภัยในการใช้งาน และระบบคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้งานแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์โฟน
2. วิเคราะห์การทำงานของโทรศัพท์ที่ใช้งานผ่านเทคโนโลยี VoIP เพื่อที่จะนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์โฟน
3. ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ โดยในการออกแบบจะคำนึงถึงความสะดวกและความง่ายในการใช้งาน
4. พัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์โฟน โดยในการทำงานของแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์โฟนจะประกอบด้วย การคำนวณค่าใช้จ่ายในการใช้งานแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์โฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ และทำการปรับปรุง แก้ไข ข้อผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้น
6. สรุปผลการใช้งานของแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์และจัดทำเอกสารประกอบโครงการ

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. แอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยใช้เทคโนโลยี VoIP
2. สามารถทำการติดต่อระหว่างไคลเอนท์ได้ ผ่านทางเซิร์ฟเวอร์
3. พัฒนาระบบการคำนวณค่าใช้บริการในการใช้โทรศัพท์ผ่านเทคโนโลยี VoIP

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

บทที่ 1: เมื่อศึกษาภาพรวมของโครงการในบทที่ 1 นี้แล้ว จะมีรายละเอียดของการศึกษาในแต่ละบทดังนี้

บทที่ 2: ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์และระบบการคำนวณค่าใช้บริการในการใช้งานแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ โดยจะกล่าวถึงความรู้เบื้องต้นที่ใช้ในการทำโครงการ รวมไปถึงเครื่องมือ และภาษาคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการพัฒนา

บทที่ 3: ขั้นตอนในการพัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์

บทที่ 4: กระบวนการทดสอบซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นและผลการทดสอบซอฟต์แวร์

บทที่ 5: สรุปผลของโครงการ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่สามารถนำมาใช้ติดต่อสื่อสารโดยใช้เทคโนโลยี VoIP ได้จริง
2. ได้พัฒนาโปรแกรมติดต่อสื่อสารด้วยเสียงโดยใช้โปรโตคอลซีพผ่านซีพเซิร์ฟเวอร์
3. แอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่มีระบบการคำนวณค่าใช้บริการที่มีประสิทธิภาพ ถูกต้องแม่นยำ สามารถปรับใช้ตามความต้องการได้
4. ผู้พัฒนาระบบงานสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับระบบงานอื่นที่มีความเกี่ยวข้องหรือคล้ายคลึงกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยี VoIP

Voice over IP (VoIP) คือการนำสัญญาณเสียงมาผสมรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สามารถส่งผ่านไปบนระบบเครือข่ายได้ด้วยโพรโทคอลที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ อินเทอร์เน็ต โพรโทคอล (Internet Protocol) ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายแบบ แพ็คเก็ต-สวิตซ์ ไอพี โพรโทคอล (packet-switched IP network) โดยข้อมูลนี้จะถูกส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสามารถสนทนาระหว่างกันได้ รวมถึงการสนทนากับโทรศัพท์พื้นฐานได้อีกด้วย โดยไม่เสียค่าบริการหรืออาจเสียค่าบริการที่น้อยมาก ทำให้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของการใช้โทรศัพท์ที่ได้รับความนิยมมากขึ้นด้วย อีกทั้งยังช่วยให้สามารถใช้โครงข่ายที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ต่อมามีการพัฒนาคุณภาพของการบริการให้ดีขึ้นเรื่อยๆ จนสามารถเทียบเท่าระบบโทรศัพท์พื้นฐาน

2.1.1 ลักษณะการใช้งาน VoIP สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะคือ

2.1.1.1 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ไปยัง คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC to PC)

พีซี (Personal Computer) มีการติดตั้งแผ่นวงจรเสียง (Sound card) และไมโครโฟนที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายไอพี โดยการประยุกต์ใช้พีซี และ IP-enabled telephones สามารถสื่อสารกันได้แบบจุดต่อจุด หรือ แบบจุดต่อหลายจุดได้ โดยอาศัยซอฟต์แวร์ทางด้าน IP telephony



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะการใช้งาน VoIP แบบ PC to PC

2.1.1.2 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ไปยัง โทรศัพท์พื้นฐาน (PC to Phone)

เป็นการเชื่อมเครือข่ายโทรศัพท์เข้ากับเครือข่ายไอพี โดยอาศัยวอยซ์ทรัังก์ (Voice trunks) ที่สนับสนุนวอยซ์แพคเกจ (Voice packet) ทำให้สามารถใช้พีซีติดต่อกับโทรศัพท์ระบบปกติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการใช้งาน VoIP แบบ PC to Phone

2.1.1.3 โทรศัพท์กับโทรศัพท์ (Telephony)

เป็นการใช้โทรศัพท์ธรรมดา ติดต่อกับโทรศัพท์ธรรมดา แต่ในกรณีนี้จริงๆแล้วจะประกอบด้วยขั้นตอนการส่งเสียงบนเครือข่ายแพ็คเกจประเภทต่างๆซึ่งทั้งหมดจะติดต่อกันระหว่างชุมสายโทรศัพท์ (PSTN) ซึ่งการติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ หรือการใช้โทรศัพท์ร่วมกับเครือข่ายข้อมูลจำเป็นต้องใช้เกตเวย์

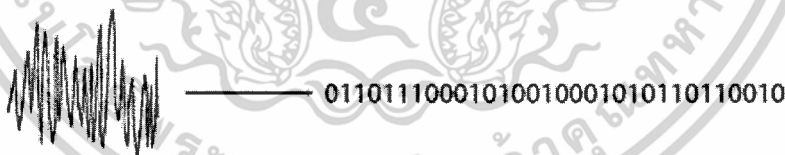


รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอน Conversion to PCM

2.1.2 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยี VoIP มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

2.1.2.1 Conversion to PCM (Pulse Code Modulation)

เป็นขั้นตอนแรกโดยจะเป็นการแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้ไปอยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลหรือที่เรียกว่า PCM



PCM (Pulse Code Modulation)

รูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนการแปลงสัญญาณ

2.1.2.2 Removal of Echo

ในขั้นตอนนี้จะมีการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณสะท้อนออกซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดย DSP (Digital Signal Processors)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0110111000101001000101011011001001101001001011

Removal of Echo

รูปที่ 2.5 แสดงขั้นตอนการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณสะท้อนออก

2.1.2.3 Framing

หลังจากที่ทำการตัดสัญญาณสะท้อนออกไปในกระบวนการที่ 2 แล้ว ส่วนของสัญญาณที่เหลือนั้นก็จะถูกแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปของเฟรมซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดยรูปแบบการบีบอัดที่เรียกว่า โคเด็ค (CODEC) หลังจากกระบวนการนี้แล้วเฟรมของสัญญาณเสียงจะถูกสร้างขึ้น

0110111000101001000101011011001001101001001

Framing Process

รูปที่ 2.6 แสดงขั้นตอนการจัดแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปของเฟรม

2.1.2.4 Packetisation

ในกระบวนการนี้จะเป็นการแปลงเฟรมของสัญญาณให้มาอยู่ในรูปของแพ็คเกจซึ่งจะมีการเพิ่มส่วนหัวเข้าไปในแพ็คเกจ โดยในส่วนหัวนั้น ก็จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เรียกว่า Sequence Number และ Time Stamp หลังจากนั้นแพ็คเกจนี้จะถูกส่งต่อไปที่ Host Processor

0110111000101001000101011011001001101001001

Packetisation Process

รูปที่ 2.7 แสดงขั้นตอนการแปลงเฟรมของสัญญาณให้มาอยู่ในรูปของแพ็คเกจ

2.1.2.5 Address and Delivery

หลังจากที่ได้แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของแพ็คเกจแล้ว ในขั้นตอนนี้ข้อมูลนั้นจะถูกนำมา วิเคราะห์ และมีการใส่ค่าเลขที่อยู่ไอพีของปลายทางลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IP UDP RTP 0110111000101001000101011011001001101001001

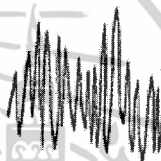
Address and Delivery

รูปที่ 2.8 แสดงขั้นตอนการใส่ค่าเลขที่อยู่ไอพีปลายทาง

2.1.2.6 Conversion to Analog

หลังจากที่ได้ทำการใส่ค่าของเลขที่อยู่ไอพีปลายทางไปในส่วนหัวของ แพคเกจ แล้ว เมื่อ แพคเกจเหล่านั้นไปถึงด้านปลายทาง ข้อมูล ส่วนหัว เหล่านี้จะถูกแยกออกเพื่อให้เหลือแค่ วยอซ์เฟรม (Voice Frame) เท่านั้น หลังจากนั้นก็จะทำการแปลงสัญญาณ ดิจิทัล พีซีเอ็ม (Digital PCM) ให้กลับมาเป็นสัญญาณรูปแบบแอนะล็อกที่เป็นสัญญาณเสียงเพื่อที่จะให้ทางด้านปลายทาง ได้ยิน

011011100010100100010101101



Conversion to Analog

รูปที่ 2.9 แสดงขั้นตอนการแปลงสัญญาณดิจิทัลพีซีเอ็มให้กลับมาเป็นสัญญาณรูปแบบปกติ

2.1.2.7 Error Correction

กระบวนการนี้จะเป็นการใช้กระบวนการที่ใช้ในการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดซึ่ง อาจจะเกิดขึ้น ระหว่างการส่งสัญญาณและนำมาซึ่งความผิดพลาดหรือความเสียหายของสัญญาณจน ทำให้เราไม่สามารถทำการสื่อสารอย่างถูกต้องได้

2.1.3 ข้อดีของการนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งาน

2.1.3.1 Cost Savings

การนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งานนั้น เราสามารถนำมาประยุกต์ในงาน ได้กับระบบ เครือข่ายการสื่อสารข้อมูลที่เรามีอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์เราเตอร์ หรือสวิตช์ ก็ตาม ทำให้เราสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ เนื่องจากเราสามารถนำอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมมาใช้งานได้ และถ้าหากเรามีการนำเทคโนโลยี VoIP มาประยุกต์ใช้งานในลักษณะการสื่อสารระยะทางไกล เช่น ต่างจังหวัด หรือต่างประเทศ เป็นต้น ก็จะทำให้เราสามารถประหยัดค่าบริการทางไกลของระบบโทรศัพท์แบบปกติได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 Increase Productivity

การนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งานนั้น จะทำให้เราสามารถนำอุปกรณ์ที่เรามีการใช้งานอยู่แล้ว เช่น อุปกรณ์เราเตอร์, สวิตช์หรือแม่ข่ายตู้พีเอบีเอกซ์ (PABX) ก็ตาม ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เพิ่มขึ้นจากที่เป็นอยู่เดิม ซึ่งถือเป็นการนำอุปกรณ์เดิมมาใช้ประโยชน์ให้สูงสุดด้วย

2.1.3.3 Improved Level of Services

สำหรับองค์กรที่นำเทคโนโลยี VoIP ไปใช้งานเพื่อเป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างสาขาที่อยู่ในระยะทางไกลกันนั้น จะทำให้องค์กรได้ประโยชน์ในแง่ของข้อมูลข่าวสารต่างๆ ระหว่างองค์กรมากยิ่งขึ้นเนื่องจากการสื่อสารแลกเปลี่ยนข่าวสารกันระหว่างสาขาขององค์กรมากยิ่งขึ้น โดยที่ไม่ต้องกังวลในเรื่องของค่าใช้จ่ายของการสื่อสารทางไกลอีกต่อไป ทำให้แต่ละสาขาได้รับข่าวสารข้อมูลล่าสุดขององค์กรอย่างทันทั่วถึง และไม่ต้องมีการรอ ซึ่งอาจนำมาซึ่งการล่าช้าในการปฏิบัติงานและการบริการ

2.1.3.4 Reduce Operating Expenses

การนำ VoIP มาใช้งานนั้น ทำให้เราสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ได้อย่างที่เราอาจจะไม่รู้ตัวด้วย ไม่ว่าจะเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านค่าบริการโทรศัพท์ทางไกล ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่เรามีการนำเทคโนโลยี VoIP นี้มาใช้งาน หรือรวมทั้งการที่เราสามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านบุคลากรที่จะมาดูแลในเรื่องของการให้บริการทางโทรศัพท์ได้อีกด้วย เพราะเราสามารถใช้แค่คนคนเดียวเพื่อให้บริการลูกค้าผ่านระบบโทรศัพท์กลางขององค์กรและเชื่อมต่อไปยังสาขาต่างๆ ด้วยเทคโนโลยี VoIP

2.1.4 ข้อเสียของการนำเทคโนโลยี VoIP มาใช้งาน

2.1.4.1 Cost Savings

Voice Over IP สามารถเติบโตได้เนื่องจากอัตราของราคาที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับโครงข่ายโทรศัพท์ ดังนั้น หากโครงข่ายโทรศัพท์ ลดราคาลงมาก็ทำให้ VoIP ไม่ได้เปรียบอีกต่อไป

2.1.4.2 No Standard Supported

ปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน ซึ่งทำให้มีปัญหาในการพัฒนา ที่แม้ว่าการลงทุนหลักของ VoIP จะรวมอยู่ในโครงสร้างของระบบการสื่อสารในปัจจุบันแล้ว แต่ VoIP ก็ยังคงมีราคาที่สูงอยู่ ซึ่งก็คือค่าใช้จ่ายในพอร์ตของไอพีซึ่งควรจะลดลง อย่างน้อยให้ได้ใกล้เคียงกับโครงข่ายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.3 Device isn't applicable

การขาดมาตรฐานของอุปกรณ์โครงข่าย ทำให้การเจริญเติบโตไม่เร็วเท่าที่ควร เพราะไม่อาจตัดสินใจได้ว่า จะเลือกอุปกรณ์ของค่ายใด ในเร็วๆ นี้ คงจะมีความก้าวหน้ามากขึ้น

2.2 Session Initiation Protocol (SIP)

ซิปเป็นมาตรฐานของ IETF สำหรับการประชุมแบบมัลติมีเดียผ่านทางอินเทอร์เน็ต โพรโทคอล ซิป (Internet Protocol SIP) เป็น ASCII-based และ Application-layer control protocol (อ้างอิงจาก RFC 2543) ซึ่งสามารถใช้ในการสร้าง, การบำรุงรักษา และ การสิ้นสุด การติดต่อ ระหว่าง จุดปลาย (Endpoints) สองจุดหรือมากกว่าก็ได้ ซึ่งซิปถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการกำหนดฟังก์ชันของ สัญญาณ (Signaling) และ การบริหารจัดการช่วงเวลา (Session Management) ภายใน Packet telephony network เช่นเดียวกับ VoIP โพรโทคอลอื่นๆ โดยในซิปจะมีการให้สัญญาณ เพื่อเป็นการ อนุญาตให้ข้อมูลเกี่ยวกับการติดต่อสามารถที่จะส่งข้ามระหว่างเครือข่ายได้ การบริหารจัดการ ช่วงเวลา (Session Management) มีการจัดเตรียมความสามารถในการควบคุมคุณลักษณะต่างๆ ของ การติดต่อแบบ end-to-end (end-to-end call)

2.2.1 ความสามารถต่างๆในการทำงานของซิป

- ซิปสนับสนุนเรื่องการระบุตำแหน่ง (Address resolution), Name mapping และ Call redirection จึงทำให้ซิปสามารถทำการระบุตำแหน่งของ โหนดปลายทาง (Target end point) ได้ อย่างถูกต้อง
 - ซิปมีความสามารถในการที่จะทราบได้ว่าที่ โหนดปลายทางมีความสามารถทางด้านสื่อ (media) อย่างไรบ้าง โดยการที่จะทราบได้นั้นจะต้องอาศัย Session Description Protocol (SDP) นอกจากนี้ซิปยังทำการกำหนด ระดับขั้นต่ำ (Lowest level) ของบริการโดยทั่วไปที่จะสามารถ เกิดขึ้นระหว่างโหนดเพื่อที่จะทำให้สามารถทราบได้ว่าแต่ละโหนดมีความสามารถที่จะทำรับ บริการใดได้บ้าง
 - ซิปมีความสามารถที่จะทำการตรวจสอบได้ว่า โหนดปลายทาง (target end point) ยังมีความสามารถที่จะทำการติดต่อไปหาได้หรือไม่ หากการโทรมีความไม่สมบูรณ์เนื่องจาก ไม่สามารถติดต่อโหนดปลายทางได้ในขณะนั้น ซิป จะมีความสามารถที่จะระบุถึงสาเหตุที่ไม่สามารถ ติดต่อกับปลายทางได้ว่าเกิดจากสาเหตุใด โดยสาเหตุอาจเป็น ผู้รับปลายทาง ยังมีการใช้สายอยู่ หรือ ไม่รับสายในขณะที่เสียงโทรศัพท์ดังเป็นเวลานาน ซึ่งเมื่อทราบถึงสาเหตุ ซิป จะมีข้อความ ตอบกลับเพื่อบอกว่า เหตุใดถึงไม่สามารถติดต่อกับ โหนดปลายทางได้
 - ซิป มีการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างโหนดต้นทางและโหนดปลายทาง เมื่อการโทรนั้น สามารถโทรได้สำเร็จ ซิปจะสร้างเซสชันระหว่างโหนดปลายทางทั้งสองเพื่อใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดต่อสื่อสารกัน นอกจากนี้ซิปยังให้การสนับสนุนให้สามารถทำการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของสื่อ หรืออาจเป็นการเพิ่มคู่สนทนา เพื่อที่จะทำให้เกิดการประชุมทางโทรศัพท์ (conference) หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเข้ารหัส ถอดรหัส (codec) สัญญาณเสียงได้ ซึ่งการประชุมทางโทรศัพท์ (Conference) ประกอบไปด้วย ผู้ใช้ 2 คนหรือมากกว่า 2 และสามารถสร้างการเชื่อมต่อโดยใช้การแพร่สัญญาณเฉพาะกลุ่ม (Multicast) หรือ Multiple unicast session ก็ได้

- ซิป มีการสนับสนุนในการทำการโอนสาย โดยจะทำการสร้างเซสชันระหว่างโหนดต้นทางและโหนดที่จะทำการโอนสายไป นอกจากนั้นซิปจะทำการสิ้นสุดเซสชันระหว่างโหนดต้นทางและปลายทางในตอนแรก ก็จะถือว่าทำการโอนสายได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเสร็จสิ้นการคุยกันซิปจะทำหน้าที่สิ้นสุดทุกๆ เซสชันระหว่างทุกๆ โหนด

2.2.2 ส่วนประกอบของซิป

ซิป เป็น peer-to-peer โพรโทคอลซึ่งโหนดในระดับเดียวกัน (Peers) ในเซสชันหนึ่งๆ หมายถึงยูสเซอร์เอเจนต์ (User Agents :UAs) โดย ยูสเซอร์เอเจนต์ มีบทบาท 2 บทบาท ได้แก่

- User agent client (UAC) เป็นไคลเอนแอปพลิเคชัน ที่เป็นผู้เริ่มต้นสร้างการร้องขอซิป
- User agent server (UAS) เป็นเซิร์ฟเวอร์แอปพลิเคชัน ที่ใช้ติดต่อกับยูสเซอร์ เมื่อได้รับการร้องขอซิปและทำการตอบสนองกลับไปเป็นตัวแทนของยูสเซอร์

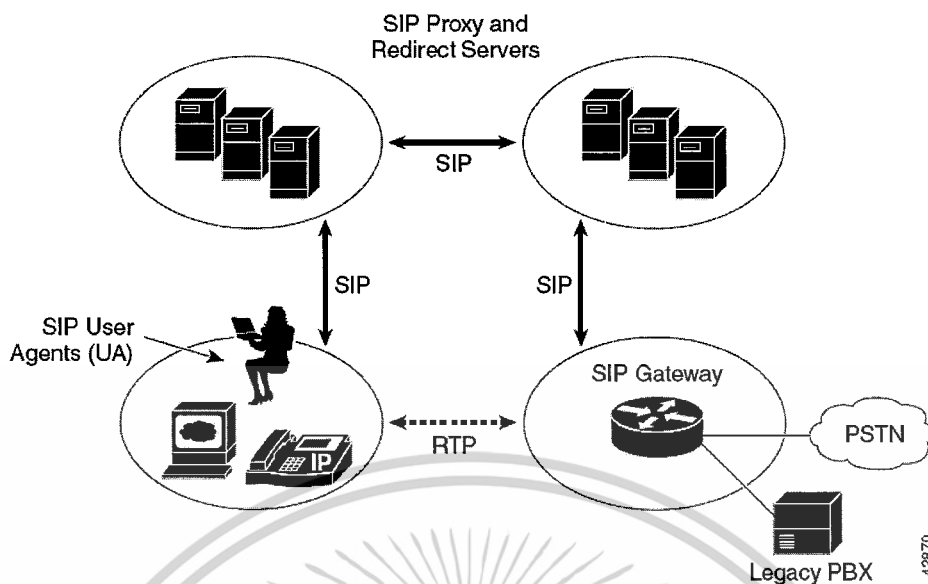
โดยทั่วไปแล้ว โหนด ซิป มีความสามารถเป็นได้ทั้งสองบทบาท โดยในแต่ละรายการการเปลี่ยนแปลงจะเป็นได้แค่บทบาทใดบทบาทหนึ่งเท่านั้น ซึ่งการที่โหนดจะเป็น UAC หรือ UAS นั้น ก็จะขึ้นอยู่กับกับว่า ยูสเซอร์เอเจนต์ โหนดไหนเป็นโหนดที่ทำการเริ่มต้นการติดต่อ จากทัศนคติทางสถาปัตยกรรม ส่วนประกอบที่เป็นรูปธรรมของเครือข่ายแบบซิปนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องลูกข่าย และเครื่องแม่ข่าย (clients and servers²)

¹ ความหมายของคำว่า "conference" หมายถึงการเชื่อมต่อ session (or call) ระหว่าง สองหรือ

มากกว่า 2 โหนด (end point) ในเอกสารฉบับนี้ ความหมายของ conference และ call มีความหมายเดียวกัน

² นอกจากนั้น SIP server สามารถทำงานร่วมกับ application services ต่างๆ เช่น Lightweight

Directory Access Protocol (LDAP) servers, location servers, RADIUS server, หรือ application application services ต่างๆ เหล่านี้ได้จัดเตรียม back-end services อาทิ directory, authentication, and billing services.



รูปที่ 2.10 แสดงสถาปัตยกรรมของเครือข่ายแบบซิป

2.2.2.1 SIP Clients

ซิปไคลเอนประกอบด้วย

- โทรศัพท์ (Phones) สามารถเป็นได้ทั้ง UAS หรือ UAC Softphones (พีซี ที่มีความสามารถของโทรศัพท์ในตัว) และ Cisco SIP IP Phones สามารถสร้าง การร้องขอซิป และตอบสนองต่อ การร้องขอ ได้
- เกตเวย์ได้จัดเตรียมบริการไว้มากมาย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะมีฟังก์ชันการแปลงระหว่าง โหนดประชุมสาย และเครื่องปลายทาง (Terminal) ประเภทอื่นๆ ซึ่งฟังก์ชันนี้ ได้รวมการแปลงระหว่างรูปแบบการส่ง และระหว่าง ลำดับขั้นตอนของการติดต่อสื่อสาร (Communications procedures) นอกจากนั้นเกตเวย์ยังแปลงระหว่างการเข้ารหัสถอดรหัสข้อมูลเสียงและวีดิโอรวมทั้ง ทำการติดตั้งการโทร และ สิ้นทั้งแบบแลน (LAN) และเครือข่ายแบบ Switched-circuit

2.2.2.2 SIP Servers

ซิปเซิร์ฟเวอร์ประกอบด้วย

- พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ คือ อุปกรณ์ที่ตั้งอยู่ตรงกลางมีหน้าที่รับการร้องขอซิป จากไคลเอนและทำการส่งผ่านการร้องขอต่อไป กล่าวคือเป็นตัวแทนของไคลเอนนั้นๆ ซึ่งโดยพื้นฐานแล้ว เมื่อ พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ ได้รับซิปแมชเชจแล้วก็จะทำการส่งผ่านซิปแมชเชจ ต่อไปยังซิปเซิร์ฟเวอร์ ตัวต่อไป ซึ่งพรอกซีเซิร์ฟเวอร์มีฟังก์ชันในการทำงานต่างๆ อาทิเช่น authentication, authorization, network access control, routing, reliable request retransmission, and security.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รีไคเร็คเซิร์ฟเวอร์ มีหน้าที่จัดเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเชื่อมต่อถัดไป (next hop) หรือช่วงเชื่อมต่อที่ควรจะได้รับแมชเชจ ให้กับ โคลเอนและจากนั้น โคลเอนจะทำการติดต่อกับยูสเซอร์เอเจนต์เซิร์ฟเวอร์ (UAS) โดยตรง

- รีจิสตร้าส์ เซิร์ฟเวอร์ (Registrar server) จะคอยประมวลผล การร้องขอจากUAC เพื่อทำการลงทะเบียน (Register) ตำแหน่งปัจจุบันของโคลเอนนั้นๆ ซึ่งรีจิสตร้าส์ เซิร์ฟเวอร์ ส่วนใหญ่จะตั้งอยู่กับ รีไคเร็ค เซิร์ฟเวอร์ หรือ พรอกซีเซิร์ฟเวอร์

2.2.3 การทำงานของซิป

ซิป เป็นโพรโทคอลที่ไม่ซับซ้อน ถือเป็น ASCII-based protocol ซึ่งจะใช้ การร้องขอ และการตอบสนอง ในการสร้างการติดต่อการสื่อสารระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ในเครือข่าย โดยสามารถที่จะสร้างการประชุมระหว่าง 2 โหนด หรือมากกว่า 2 โหนดก็ได้

ยูสเซอร์ ในเครือข่ายซิปจะระบุโดยใช้ซิปแอดเดรสที่มีความเฉพาะตัว (Unique SIP address) ซึ่งซิปแอดเดรส (SIP address) จะมีลักษณะเช่นเดียวกับอีเมลแอดเดรส (e-mail address) คือ SIP: userID@gateway.com โดยยูสเซอร์ไอดี สามารถเป็นได้ทั้งชื่อของผู้ใช้หรือที่อยู่ E.164 ก็ได้ ซึ่งยูสเซอร์จะต้องทำการลงทะเบียนกับรีจิสตร้าส์ เซิร์ฟเวอร์ก่อน โดยใช้ ซิปแอดเดรสของแต่ละยูสเซอร์จากนั้น รีจิสตร้าส์ เซิร์ฟเวอร์จะทำการจัดเตรียมข้อมูลซิปแอดเดรสเหล่านี้ให้กับ โลเคชั่นเซิร์ฟเวอร์ (Location server) ตามแต่ละ การร้องขอ เมื่อยูสเซอร์ทำการเริ่มต้นการโทร การร้องขอของซิปจะถูกส่งไปยังซิปเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งอาจเป็น พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ หรือ รีไคเร็ค เซิร์ฟเวอร์ก็ได้ โดยใน การร้องขอของซิป จะมีการระบุที่อยู่ของผู้โทรต้นทางและที่อยู่ของปลายทางเอาไว้ โดยที่อยู่ของผู้โทรต้นทางจะระบุอยู่ในส่วนของฟิวด์ฟรอม (From) ในส่วนของส่วนหัว และที่อยู่ของปลายทางจะระบุอยู่ในส่วนของฟิวด์ทู (To) ในส่วนของส่วนหัว

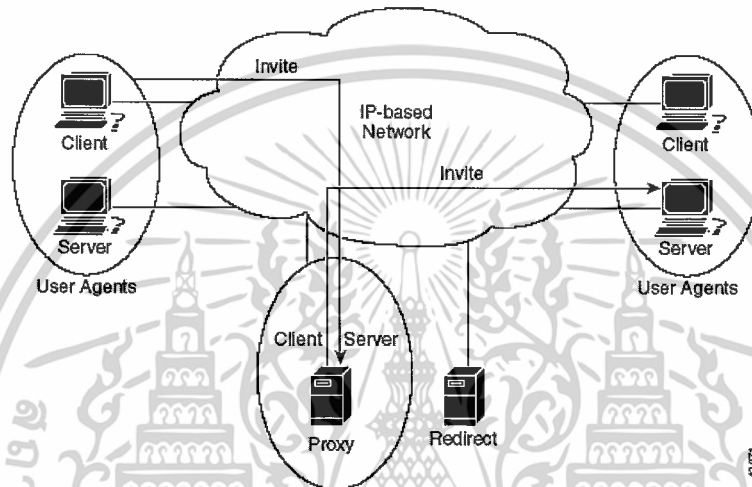
ผู้ใช้นั้นปลายแบบซิป (SIP end user) อาจมีการเคลื่อนย้ายระหว่างระบบการติดต่อ (end system) ได้ ซึ่งหาก ผู้ใช้นั้นปลาย ทำการเคลื่อนย้ายระบบการติดต่อแล้ว ผู้ใช้นั้นปลาย จะต้องทำการลงทะเบียนกับซิปเซิร์ฟเวอร์ แบบไดนามิกซ์ (Dynamic) กล่าวคือ ไม่ว่าผู้ใช้นั้นปลาย (End user) จะอยู่ที่ตำแหน่งใดก็ตาม ผู้ใช้นั้นปลายสามารถที่จะลงทะเบียนได้ ซึ่งจะส่งผลให้โลเคชั่นเซิร์ฟเวอร์ สามารถใช้โพรโทคอลในการระบุตำแหน่งที่ตั้งของ ผู้ใช้นั้นปลายได้มากกว่า 1 โพรโทคอล เนื่องจากผู้ใช้นั้นปลายสามารถถือถิ่นได้จากที่ต่างๆ ซึ่งจะทำให้ ผู้ใช้นั้นปลายสามารถมีที่อยู่ได้มากกว่า 1 ที่อยู่ โดยตัวอย่างของโพรโทคอลที่โลเคชั่นเซิร์ฟเวอร์ ใช้ได้แก่ Finger, Rwhois, LDAP

ในการระบุตำแหน่งของ พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ และ รีไคเร็คเซิร์ฟเวอร์ มีความแตกต่างกันดังนี้ คือ ถ้ามีการร้องขอผ่านทางซิปพรอกซีเซิร์ฟเวอร์แล้ว พรอกซีเซิร์ฟเวอร์จะทำการทดลองติดต่อแต่ละที่อยู่ จนกระทั่งสามารถระบุตำแหน่งที่แท้จริงของผู้ใช้นั้นปลายได้ แต่ถ้ามีการร้องขอผ่านทาง

ซีพีรีไคเร็คเซิร์ฟเวอร์แล้ว รีไคเร็คเซิร์ฟเวอร์จะส่งต่อที่อยู่ทั้งหมดไปให้กับ ผู้โทรต้นทาง ในฟิลด์ Contact ในส่วนหัว ของแมชเซจการตอบสนอง (Response message)

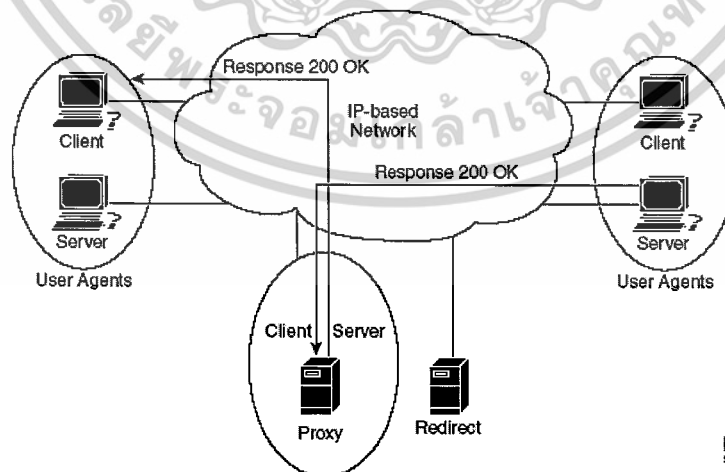
2.2.4 การใช้พรอกซีเซิร์ฟเวอร์

ถ้าเป็นการใช้พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ ยูสเซอร์เอเจนต์ ต้นทางจะทำการส่ง INVITE ไปยังพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นพรอกซีเซิร์ฟเวอร์จะกำหนดเส้นทางที่ต้องส่งต่อไป แล้วส่งต่อ การร้องขอ นั้นไปยังผู้รับปลายทาง ดังรูป



รูปที่ 2.11 แสดงการติดต่อ โดยการส่งการร้องขอแบบซิปผ่านพรอกซีเซิร์ฟเวอร์

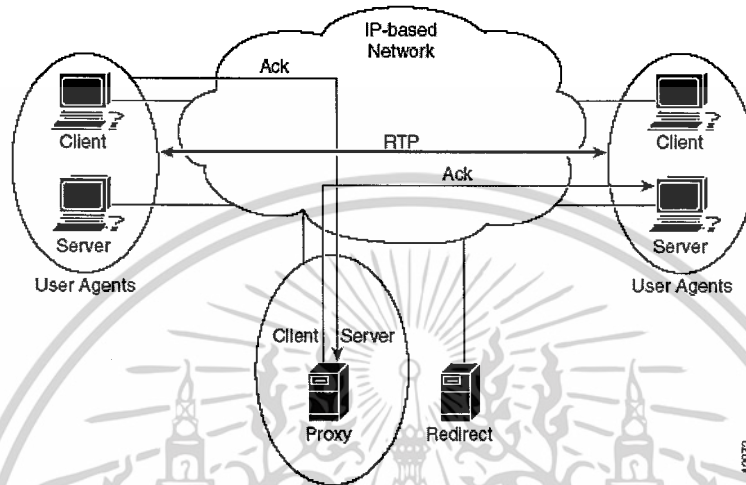
เมื่อปลายทางทำการตอบสนองกลับมาถึง พรอกซีเซิร์ฟเวอร์แล้ว พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ก็จะส่งต่อ การตอบสนองนั้นกลับไปยังผู้โทรต้นทาง ดังรูป



รูปที่ 2.12 แสดงการติดต่อ โดยการส่งการตอบสนองแบบซิปผ่านพรอกซีเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

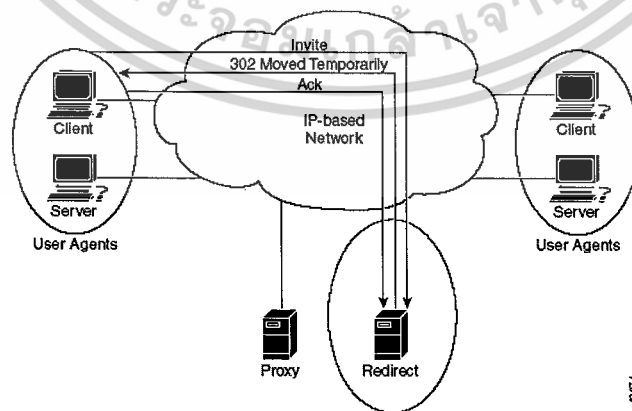
หลังจากที่พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ทำการส่งต่อการตอบรับ (Acknowledgements) ไปยังต้นทางและปลายทางแล้ว เซสชันจะถูกสร้างขึ้นระหว่างต้นทางและปลายทาง จากนั้นจึงกลายเป็น เรียลไทม์ทรานเฟอร์โปรโตคอล (Real-time Transfer Protocol: RTP) ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางและปลายทาง ดังรูป



รูปที่ 2.13 แสดงเซสชันในการติดต่อโดยใช้เรียลไทม์ทรานเฟอร์โปรโตคอล

2.2.5 การใช้รีไคเร็กเซิร์ฟเวอร์

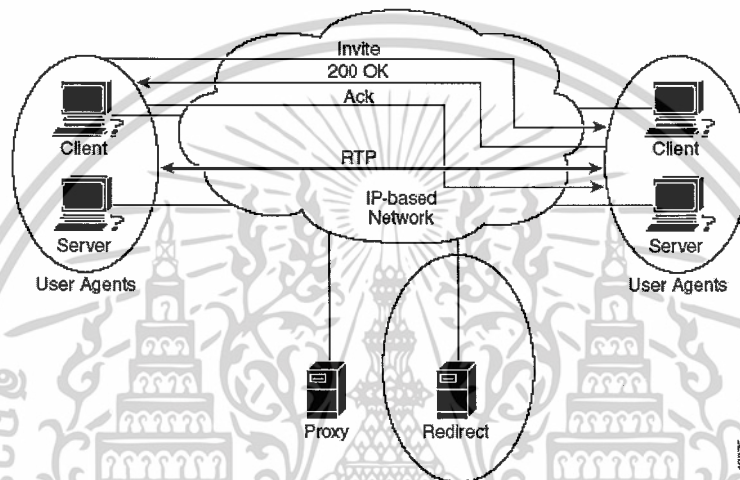
ถ้าเป็นการใช้รีไคเร็กเซิร์ฟเวอร์ ยูสเซอร์เอเจนต์ต้นทางจะทำการส่ง INVITE ไปยังรีไคเร็กเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นรีไคเร็กเซิร์ฟเวอร์จะทำการติดต่อไปยังโหนดเซิร์ฟเวอร์เพื่อหาข้อมูลของตำแหน่งและเส้นทางของยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทาง เมื่อได้ข้อมูลแล้วรีไคเร็กเซิร์ฟเวอร์ จะส่งข้อมูลดังกล่าวกลับไปยังต้นทาง และหลังจากที่ยูสเซอร์เอเจนต์ต้นทางได้รับข้อมูลแล้ว ก็จะส่งการตอบรับกลับไปบอกรีไคเร็กเซิร์ฟเวอร์ ดังรูป



รูปที่ 2.14 แสดงการติดต่อ โดยการส่งการร้องขอแบบชีพผ่านรีไคเร็กเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้น ยูสเซอร์เอเจนต์ต้นทางจะทำการส่งการร้องขอไปยังอุปกรณ์ที่ตรงตามข้อมูลที่ได้จากรีไดเรกชันเฟวอร์ (Redirection information) ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลของยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทางโดยตรงหรืออาจจะเป็นข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์ ที่จะส่งต่อการร้องขอนี้ไปยังยูสเซอร์เอเจนต์ ปลายทางตัวจริงก็ได้ เมื่อการร้องขอส่งไปถึงยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทางแล้ว ยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทางก็จะส่งการตอบสนองกลับมา จากนั้นต้นทางจะส่งการตอบรับของการตอบสนองนั้นกลับไป หลังจากนั้นก็จะเป็นการใช้เรียลไทม์ทรานเฟอร์โพรโทคอล ในการติดต่อสื่อสารระหว่างยูสเซอร์เอเจนต์ต้นทางและ ยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทาง ดังรูป



รูปที่ 2.15 แสดงเซสชันในการติดต่อโดยใช้เรียลไทม์ทรานเฟอร์โพรโทคอล

2.2.6 The Registration Process

การลงทะเบียนเกิดขึ้นเมื่อไคลเอนต้องการที่จะบอกตำแหน่งของตัวเองให้กับพรอกซีเซิร์ฟเวอร์หรือรีไดเรกชันเซิร์ฟเวอร์ ในกระบวนการลงทะเบียนนั้นไคลเอนจะส่งการร้องขอ REGISTER ไปยังพรอกซีเซิร์ฟเวอร์หรือรีไดเรกชันเซิร์ฟเวอร์ โดยได้รวมเลขที่อยู่ต่างๆ (ที่จะสามารถติดต่อสื่อสารได้) เข้าไว้ในข้อความของการร้องขอ (Request message)

2.2.7 The Invitation Process

การโทรศัพท์ไปหาเกิดขึ้นเมื่อมีผู้ใช้ขยับปลายหนึ่ง (ยูสเซอร์ A) ต้องการโทรไปยัง ผู้ใช้ขยับปลายอื่น (ยูสเซอร์ B) เพื่อให้มีส่วนร่วมในการโทรศัพท์ ซึ่งในกระบวนการนี้ ยูสเซอร์ A จะส่ง INVITE ไปยัง ยูสเซอร์ B เพื่อให้เข้าร่วมการประชุมสายโทรศัพท์หรือสร้างการสนทนากันระหว่างทั้ง 2 ฝ่าย ถ้ายูสเซอร์ B ต้องการเข้าร่วมการสนทนา ยูสเซอร์ B จะส่งการตอบสนองที่แสดงการตอบรับ (SIP 2xx) ถ้าไม่ตอบรับยูสเซอร์ B ก็จะส่งการตอบสนองที่เป็น Failure response (SIP 4xx) กลับไป เมื่อ ยูสเซอร์ A ได้รับการตอบสนองแล้ว ก็จะส่งการตอบรับ (Acknowledges) ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตอบสนองนั้นๆ ด้วย เมชเชจ ACK ถ้ายูสเซอร์ A ต้องการที่จะยกเลิกการประชุมสายโทรศัพท์นั้น ก็จะส่งเมชเชจ BYE แทนที่เมชเชจ ACK

2.2.8 SIP Function

- Address Resolution

แอดเดรสโซลูชัน (Address resolution) เป็นหนึ่งในฟังก์ชันที่มีความสำคัญมากของโพรโทคอลลชีฟ (SIP) ซึ่งกระบวนการแอดเดรสโซลูชันนี้จะเริ่มต้นด้วยยูอาร์ไอและสิ้นสุดด้วย username@IP address (username@x.x.x.x) โดยจะมีการจับคู่จากชื่อทั่วไป ไปเป็น userจริงๆ@host (username@y.y.y.y) ซึ่งถือว่าเป็นการอิมพลิเมนต์ที่มีประสิทธิภาพในหลายรูปแบบ ทั้งด้านการสนับสนุนการเคลื่อนที่ (Mobility), สนับสนุนการใช้งานในหลายๆรูปแบบ (Portability) รวมไปถึงเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติอีกด้วย โดยแอดเดรสโซลูชัน สามารถกระทำได้ที่ตัวยูสเซอร์เอเจนต์ (User Agent) เองหรือ เซิร์ฟเวอร์ (Server) ก็ได้

กระบวนการ แอดเดรสโซลูชัน ประกอบด้วยหลายขั้นตอนดังต่อไปนี้

- DNS NAPTR(Naming Authority Pointer) lookup
ในการระบุ Transport protocol (UDP, TCP, SCTP) ซึ่งระบุอยู่ใน RFC 3263
- DNS SRV(Service Record) lookup
ในการระบุ Server host name และ port number ซึ่งระบุอยู่ใน RFC 3263
- DNS A lookup
ในการระบุ IP Address ของ host
- ENUM lookup
ในการใช้ที่เป็นการใช้โทรศัพท์บ้าน
- Location service lookup
เมื่อมีข้อมูลผ่านเส้นทางที่ผ่าน พรอกซี เซิร์ฟเวอร์ ในส่วนโดเมนของเซิร์ฟเวอร์ซึ่งจะระบุอยู่ใน RFC 3263

อาจเป็นไปได้ที่ซีฟ ยูสเซอร์เอเจนต์ อาจจะมีการเข้าใช้โลเคชันเซอร์วิสลูคอัพ (Location service lookup) ซึ่งการลูคอัพนั้น มักจะทำโดยพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ (Proxy Server) หรือรีไดเร็กต์เซิร์ฟเวอร์ (Redirect Server) โดยทำในนามของยูสเซอร์เอเจนต์

โดยทั่วไปแล้ว กระบวนการแอดเดรสโซลูชันจะมีการทำงานหลายขั้นตอน และมีจุดรับข้อความแบบหลายจุดซึ่งจะอนุญาตให้ยูสเซอร์เอเจนต์และพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ ทำการประมวลผลการร้องขอผ่านเส้นทางต่างๆ แบบ Hop-by-Hop โดยในแต่ละช่วงเชื่อมต่อ (Hop) แต่ละพรอกซีเซิร์ฟเวอร์จะทำการค้นหาดีเอ็นเอส (Domain Name Service) หรือ ตารางแสดงการจัดเส้นทาง (Routing table) แล้วส่งต่อการร้องขอไปยังช่วงเชื่อมต่อถัดไป ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่า การค้นหา

เส้นทางของการตอบสนอง (Response) ในซิปโพรโทคอลนั้นจะไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแอดเดรสโซลูชัน เพราะการตอบสนองทุกอันจะถูกส่งกลับ โดยจะใช้เส้นทางเดียวกับเส้นทางที่การร้องขอใช้ ซึ่งวิธีการนี้จะใช้งานได้โดยจะต้องใช้ฟิลด์ Via Header เป็นเหมือนโซ่ในการเชื่อมต่อข้อความของการร้องขอนั้น

2.2.9 SIP URI

SIP URIs มีลักษณะคล้ายกับเลขที่อยู่ของไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail address) โดยภายในซิปแมชเชจจะมีฟิลด์ที่แสดงถึง ผู้เริ่มทำการส่ง (Originator) คือ ฟิลด์ From และ ผู้รับคนสุดท้าย (Final recipient) คือ ฟิลด์ To นอกจากนี้ ซิปยังมีส่วนหัวใหม่ๆ เช่น ปลายทางปัจจุบัน (Request-URI), Intended recipient (To) และ Direct route address (Contact) ซึ่งเมื่อมีการใช้งานกับการเชื่อมโยงหลายมิติของซิป (Hyperlink SIP) ยูอาร์ไอจะแสดงถึงการใช้เมธอด INVITE โดยตัวอย่างของ ซิปยูอาร์ไอไฮเปอร์ลิงก์ คือ sip: firstname.lastname@example.com หรืออาจจะเป็นการโทรไปยังตู้ไปรษณีย์เสียง (Voice mailbox) ตัวอย่างเช่น

sip: +1-214-555-1212@gateway.com :user = phone

จะแสดงถึงการอ้างอิงตำแหน่งปลายทางในการโทรศัพท์จากอินเทอร์เน็ตไปยังหมายเลขโทรศัพท์โดย +1-214-555-1212 จะเป็นหมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง ซึ่งผ่านทางเกตเวย์ ที่มีชื่อโดเมน (Domain name) เป็น gateway.com ในส่วนของ tag user = phone จะเป็นตัวที่บอกว่า หมายเลขโทรศัพท์ที่อยู่ในส่วนของชื่อผู้ใช้ของยูอาร์ไอหมายเลขนี้ไม่ได้เป็นแค่ชื่อที่เป็นตัวเลขในส่วนของแม่ข่าย (Host) ของยูอาร์ไอเท่านั้น แต่หมายเลขนี้คือหมายเลขโทรศัพท์จริงๆของผู้ใช้ซึ่งประโยชน์ของซิปยูอาร์ไอคือสนับสนุนการเคลื่อนย้าย (Mobility)

2.2.10 SIP Messages and Methods

ทุกๆซิปแมชเชจที่มีการร้องขอจากเซิร์ฟเวอร์และไคลเอน หรือการที่ตอบสนองแต่ละการร้องขอก็ตาม รูปแบบของแมชเชจจะเป็นไปตามข้อกำหนดของ RFC 822 “Standard for the format of ARPA internet text messages”. ซึ่งทุก ๆ แมชเชจมีรูปแบบทั่วไปคือ

- A start line
- One or more header fields
- An empty line
- A message body (optional)

แต่ละบรรทัดจะต้องสิ้นสุดด้วย Carriage return-line feed (CRLF)

Requests

ซิปมีรูปแบบการร้องขออยู่ 6 ประเภท

1. INVITE ใช้เมื่อไคลเอนต้องการสร้างเซสชันเพื่อติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ACK ใช้เมื่อไคลเอนได้รับการตอบกลับจาก INVITE ภายในเวลาที่กำหนด
3. BYE ใช้เมื่อต้องการสิ้นสุดการเชื่อมต่อซึ่งต้นทางและปลายทางสามารถส่งได้เหมือนกัน
4. CANCEL ใช้เพื่อยุติการค้นหา แต่ไม่สามารถใช้ยกเลิกสายที่รับแล้วได้
5. OPTIONS ใช้ตรวจสอบคุณสมบัติของเซิร์ฟเวอร์
6. REGISTER ลงทะเบียนกับ ซิพเซิร์ฟเวอร์ โดยการระบุที่อยู่ของข้อมูลในฟิลด์ทู (To) ของส่วนหัวซึ่งเกตเวย์จะไม่สนับสนุนประเภทนี้

Responses

1xx Informational Messages ข้อมูลการตอบกลับ

- 100 Trying คือ กำลังพยายาม
- 180 Ringing คือ กำลังเรียก (ring)
- 181 Call is being forwarded คือ กำลังฟอร์เวิร์ด
- 182 Queued คือ กำลังเข้าคิว
- 183 Session progress คือ ความคืบหน้าของเซสชัน

2xx Successful Responses ได้รับการตอบกลับ

- 200 OK
- 202 ตกลง

3xx Redirection Responses

- 300 Multiple choices คือ มีหลายตัวเลือก
- 301 Moved permanently คือ ย้ายเป็นการถาวร
- 302 Moved temporarily คือ ย้ายเป็นการชั่วคราว
- 305 Use proxy คือ การใช้พรอกซี่
- 380 Alternative service คือ บริการเสริม

4xx Request Failure Responses การตอบกลับล้มเหลว

- 400 Bad request คือ คำสั่งการร้องขอไม่ถูกต้อง
- 401 Unauthorized คือ ไม่ได้รับสิทธิ ใช้กับการลงทะเบียนเท่านั้น ส่วนพรอกซี่จะใช้ 407
- 402 Payment required คือ ต้องจ่ายเงิน (สงวนไว้ใช้ในอนาคต)
- 403 Forbidden คือ ไม่ได้รับอนุญาต
- 404 Not found คือ ไม่พบ, ไม่มีผู้ใช้ชื่อนี้
- 405 Method not allowed คือ ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีนี้
- 406 Not acceptable คือ ไม่สามารถรับได้

- 407 Proxy authentication required คือ ไม่ได้รับสิทธิจากพรอกซี
- 408 Request timeout คือ หมดเวลา ไม่สามารถค้นหาผู้ใช้ได้ในเวลาที่กำหนด
- 409 Conflict
- 410 Gone คือ ไม่สามารถติดต่อผู้ใช้ได้ ณ เวลานี้
- 411 Length required
- 413 Request entity too large คือ คำสั่งการร้องขอยาวเกินไป
- 414 Request-URI too long Request คือ ยูอาร์ไอยาวเกินไป
- 415 Unsupported media
- 416 คือ ไม่สนับสนุนยูอาร์ไอแบบนี้
- 420 Bad extension Server คือ ไม่เข้าใจโปรโทคอลชนิดที่ส่งมา
- 421 คือ ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม
- 423 คือ ช่วงเวลาน้อยเกินไป
- 479 คือ ไม่สามารถใช้ยูอาร์ไอนี้ได้
- 480 Temporarily unavailable คือ ปิดบริการชั่วคราว
- 481 Call leg/transaction does not exist คือ ติดต่อไม่ได้
- 482 Loop detected คือ เกิดการวนลูป
- 483 Too many hops คือ เชื่อมต่อมากเกินไป
- 484 Address incomplete Address คือ ไม่ถูกต้อง
- 485 Ambiguous คือ เกิดความสับสน
- 486 Busy here คือ สายไม่ว่าง
- 487 คือ การยุติการร้องขอ
- 488 คือ การไม่ได้รับ
- 489 คือ เหตุการณ์ไม่ถูกต้อง
- 491 คือ การยุติการร้องขอ
- 493 คือ ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถถอดรหัส S/MIME ได้
- 494 คือ ต้องการความปลอดภัย

5xx Server Failure Responses server มีปัญหา

- 500 Server internal error server คือ มีปัญหาภายใน
- 501 Not implemented คือ ยังไม่เปิดใช้วิธีนี้
- 502 Bad gateway Gateway คือ เกิดเวย์ไม่ถูกต้อง
- 503 Service unavailable คือ ไม่สามารถให้บริการได้
- 504 Gateway timeout คือ หมดเวลาติดต่อเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 505 Version not supported Server คือ ไม่สนับสนุน โพรโทคอลซีพรีนนี้
- 513 คือ ข้อความยาวเกินไป

6xx Global Failure Responses ความล้มเหลว

- 600 Busy everywhere คือ มีการยุ่งตลอดเวลา
- 603 Decline คือ ไม่รับ
- 604 Does not exist anywhere คือ ปลายทางไม่ได้อยู่ภายในเครือข่าย
- 606 Not acceptable คือ การไม่ยอมรับ

อื่นๆ เช่น

- INFO ส่งข้อมูลโดยไม่แก้ไขสถานะของเซสชัน (Session State)
- REFER ใช้กับคอลทรานเฟอร์ (call transfer)
- MESSAGE คือ ข้อความที่ต้องการส่ง
- UPDATE ส่งข้อมูลเพื่อแก้ไขสถานะของเซสชัน แต่ไม่เปลี่ยนสถานะการทำงาน

2.3 Session-Related Functions

ซีพฟังก์ชัน (SIP function) ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการตั้งค่าเกี่ยวกับเซสชัน หรือเกี่ยวกับสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างที่เซสชันทำการ เริ่มต้น (Establish) เรียบร้อยแล้ว แม้ว่า ซีพแอปพลิเคชันบางตัวจะไม่ได้มีการนำฟังก์ชันประเภทนี้ไปอิมพลีเมนต์เลยก็ตาม แต่ซีพแอปพลิเคชันบางตัวที่มีประโยชน์ จะมีการใช้ฟังก์ชันที่มีประสิทธิภาพเหล่านี้

- Session Setup

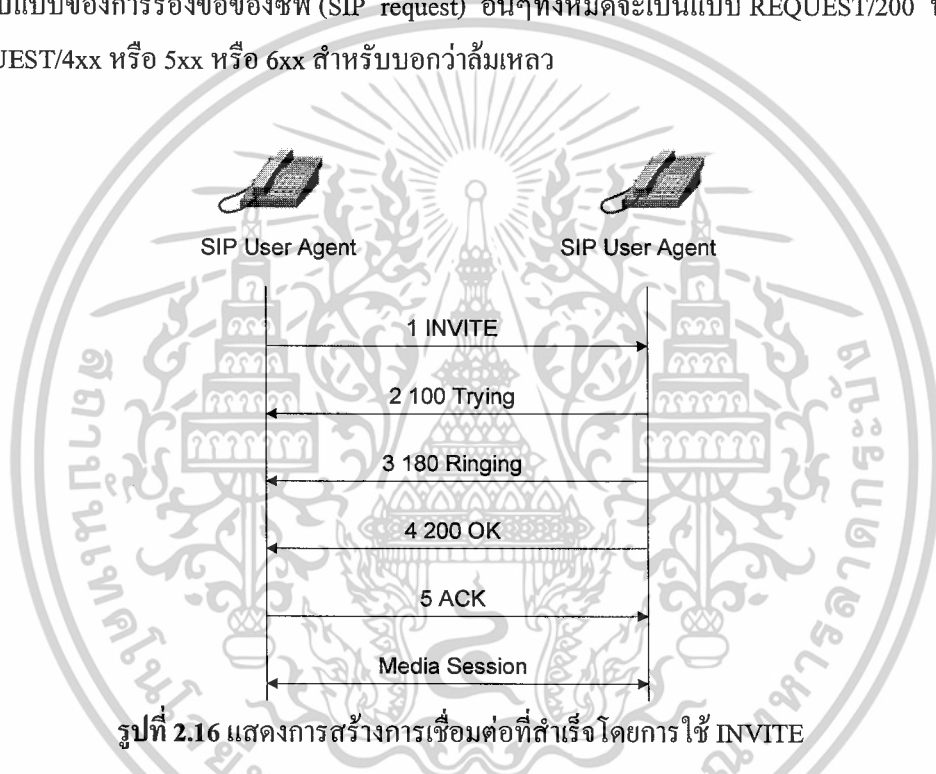
ตามที่ชื่อของซีพโพรโทคอลได้มีการบ่งบอกถึง การตั้งค่าของเซสชันเป็นฟังก์ชันหลักของ ซีพ ซึ่งถือว่าเป็นโพรโทคอลที่สุภาพ กล่าวคือ ซีพมีการใช้ INVITE ในการร้องขอเพื่อการตั้งค่าเซสชันระหว่าง ยูสเซอร์เอเจนต์ 2 ตัว ซึ่ง INVITE แมชเชจ ประกอบด้วยส่วนบอดี (Body) ที่จะอธิบายถึงประเภทของเซสชันที่ ยูสเซอร์เอเจนต์ต้องการทำการสร้างการเชื่อมต่อ

ซีพยูสเซอร์เอเจนต์ไคลเอนท์ (SIP user agent client) มีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับฟิลด์ทู (TO) และฟรอม (FROM) พร้อมกับป้ายระบุพารามิเตอร์และหมายเลขที่ระบุอยู่ที่ส่วนหัว (Call-ID header) ด้วย นอกจากนี้ที่จุดเริ่มต้นของเซสชันในแต่ละยูสเซอร์เอเจนต์ที่ทำการสร้างร้องขอขึ้นมา จะมีการเพิ่มป้ายระบุ (Tag) ลงไปในฟิลด์ทู ที่อยู่ในส่วนหัว ซึ่งการรวมกันของ To tag, FROM tag และ Call-ID จะใช้ในการระบุถึงเซสชัน เป็นหนึ่งเดียว (Unique) ได้ ทำให้ข้อมูลตรงนี้เมื่อนำไปรวมกับข้อมูลทางค่านิเดียม (Media) ก็จะสามารถแสดงถึงสถานะของการโทร "call state" ของ ยูสเซอร์เอเจนต์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากมีเหตุการณ์ที่ผู้เซอร์เอเจนต์มีปัญหา หรือมีการรีบูทข้อมูล สถานะต่างๆจะต้องมีการกู้คืน (Recover) ได้ เพื่อให้สามารถคุยสายต่อได้ มิฉะนั้นจะต้องทำการเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า ในสถาปัตยกรรมของอินเทอร์เน็ตนั้น สถานะการโทรสามารถทำการบำรุงรักษา (Maintain) ได้ในจุดปลายที่เป็นซีพ (SIP Endpoint) โดยปราศจากการเก็บสถานะการโทรไว้ในเซิร์ฟเวอร์ แต่ถ้าหากมีความจำเป็นก็อาจจะมีการเก็บเอาไว้ในซีพ พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ก็ได้

การตั้งค่าซีพเซสชัน จะเป็นการใช้วิธี Three-way handshake ซึ่ง INVITE/200/ACK ใช้เพื่อบอกว่าสำเร็จ และ INVITE/4xx หรือ 5xx หรือ 6xx/ACK ใช้เพื่อบอกว่าล้มเหลว ซึ่ง INVITE จะเป็นเพียงเมธอดที่ใช้ในซีพเพื่อใช้ในการทำ Three-way handshake รวมไปถึงการใช้ ACK ร่วมด้วย โดยรูปแบบของการร้องขอของซีพ (SIP request) อื่นๆทั้งหมดจะเป็นแบบ REQUEST/200 หรือ REQUEST/4xx หรือ 5xx หรือ 6xx สำหรับบอกว่าล้มเหลว



รูปที่ 2.16 แสดงการสร้างการเชื่อมต่อที่สำเร็จ โดยการใช้ INVITE

จากรูป 2.16 เป็นรูปที่แสดงการตั้งค่าเซสชันที่สำเร็จ ระหว่างซีพโฟน (SIP phone) 2 ตัว ซึ่งประกอบไปด้วย INVITE, 100Trying, 180Ringing และการตอบสนองอันสุดท้ายคือ 200OK ตามด้วย ACK เป็นอันสุดท้าย 1xx response สามารถส่งมาได้มากกว่า 1 ครั้ง จนกว่าจะได้รับการตอบสนองอันสุดท้าย

เมื่อทำการสร้างการเชื่อมต่อสำเร็จ มีเดียเซสชันจะทำการดำเนินต่อไปโดยไม่มีขีดจำกัด โดยปราศจากการทำการแลกเปลี่ยนเมสเสจที่เกี่ยวข้องกับการให้สัญญาณของซีพ (SIP signaling) อีก แต่อาจจะมีการใช้เครื่องจับเวลาเพื่อยกเลิกเซสชันได้ หากเซสชันนั้นๆมีเวลาที่ยาวนานจนเกินไป

Three-way handshake อนุญาตให้มีการทำ Forking ได้ ซึ่งเป็นการค้นหาตำแหน่งปลายทางแบบขนาน คือ ค้นหาหลายทิศทางพร้อมๆกัน ซึ่งจะกระทำโดยพร็อกซี และก็จะทำให้สามารถรับการตอบสนองกลับมาจากหลายทิศทางนี้ด้วยเช่นกัน

- Media Negotiation

Media Negotiation เป็นส่วนหนึ่งของลำดับของ INVITE/200/ACK ซึ่งใช้ในการสร้าง ชิพเซสชัน ระหว่าง 2 จุดปลาย ส่วนชิพโพรโทคอลเองนั้นจะไม่ได้จัดเตรียมการทำ Media Negotiation แต่สามารถให้มีการทำ Media Negotiation ได้ระหว่าง ยูสเซอร์เอเจนต์โดยใช้ Session Description Protocol (SDP) ซึ่ง SDP ไม่ใช่โพรโทคอลที่แท้จริง แต่ค่อนข้างจะเป็นภาษาที่ใช้ในการอธิบาย ซึ่งใช้พื้นฐานของเท็กซ์ ซึ่งระบุใน RFC 2327 ว่าจะต้องมีฟิลด์จำนวนหนึ่งที่จะต้องมี และต้องมีฟิลด์ที่เป็นอ็อปชันนอล (Optional) ด้วย โดยบางฟิลด์ที่จะต้องมียาจจะรวมอยู่ใน SIP message body แต่ไม่ได้มีการนำไปใช้

SDP ถูกพัฒนาขึ้นมาในเฟรมเวิร์ก (Framework) ของสถาปัตยกรรม Internet Multimedia ซึ่งคล้ายๆกับ “TV Guide” สำหรับใช้ใน Multicast Multimedia Session ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยความสามารถบางอย่างของชิพก็ไม่ได้มีการนำไปใช้งานในชิพแอปพลิเคชัน

Negotiation เป็น Offer answer model ซึ่งระบุใน RFC 3264 ซึ่งยูสเซอร์เอเจนต์ 1 ตัว สามารถเสนอประเภทของมีเดียได้มากกว่า 1 ประเภทและยูสเซอร์เอเจนต์อีกตัวอาจจะยอมรับ หรือปฏิเสธได้ จากรูปที่ 2.16 โดยปกติแล้วการเสนอ (Offer) จะถูกส่งโดยฝั่งผู้โทร (caller) ซึ่งจะระบุอยู่ใน INVITE และการตอบสนองที่อยู่ใน 200OK คือจะเป็นคำตอบว่า ตกลงหรือปฏิเสธ อย่างไรก็ตามฝั่งผู้โทรสามารถอนุญาตให้ฝั่งผู้รับ (Callee) ทำการเลือกประเภทของมีเดีย โดยฝั่งผู้โทรจะไม่ส่ง SDP ใน INVITE กรณีนี้ฝั่งผู้รับ จะทำการเสนอผ่านทาง 200OK หรือในการตอบสนองก่อนหน้านี้ก็ได้ และฝั่งผู้โทรจะสามารถทำการตอบสนองเพื่อบอกตกลงหรือปฏิเสธก็ได้ โดยใน ACK และ SDP body จะเพิ่มลงไปในส่วนหัวของชิพเมสเซจ (SIP header) ซึ่ง ยูสเซอร์เอเจนต์จะระบุประเภทของมีเดีย, โคเด็ค (codec), เลขที่อยู่ไอพี และ หมายเลขพอร์ต เพื่อใช้ในการส่งชุดข้อมูลมีเดีย (media stream) นอกจากนั้นยังสามารถระบุโคเด็คได้ตามประเภทของมีเดีย ซึ่งเมื่อโคเด็คที่ได้ถูกเสนอไปถูกยอมรับแล้วยูสเซอร์เอเจนต์จะต้องทำการเตรียมที่จะรับมีเดียที่ใช้โคเด็คนั้นๆ สำหรับเซสชันนั้นๆ

ตัวอย่างของการเสนอ SDP แสดงใน ตารางที่ 2.1 จะประกอบไปด้วย ส่วนของมีเดีย 2 บรรทัด ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้ 1 คือส่วนของเสียง และอีก 1 คือส่วนของวิดีโอ แต่ละบรรทัดมีโคเด็ค 2 แบบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะสนับสนุน โดยยูสเซอร์เอเจนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของการเสนอ SDP

LINE	DESCRIPTION
v=0	Version –Current version number of SDP (0)-not used by SIP.
o=usera 2890844526 2890844526 IN IP4 client.example.com	Origin-Only the version (2890844526) is used by SIP.
s=Subject	Subject.
C=IN IP4 128.2.3.1	Connection-network(IN for Internet), address type (IP4 for IP version 4) and address (128.2.3.1).
t=0	Time-start and stop time-not used by SIP.
m=video 51372 RTP/AVP 34 98	Media-Media type(video), port number(51372), type(RTP/AVP Profile), and number(Profiles 34 or 98).
a=rtpmap :34 H263/90000	Attributrtpmap lists attributes of RTP/AVP video profile34, including codec(H.263) and sampling rate (90000Hz).
a=rtpmap : 98 H264/90000	Attribute-rtpmap lists attributes of RTP/AVP video profile 98(dynamic payload) including codec (H.264) and sampling rate(90000 Hz).
m=audio 4006 RTP/AVP 0 97	Media-Second media type(audio), port number(4006), type(RTP/AVP Profile), and number (Profile 0 or 97).
a=rtpmap : 0 PCMU/8000	Attribute-rtpmap lists attributes of RTP/AVP audio profile 0, including codec(PCMU-PCM μ - Law) and sampling rate (8000 Hz).
a=rtpmap : 97 iLBC/8000	Attribute-rtpmap lists attributes of RTP/AVP audio profile 97(dynamic payload) including codec (iLBC) and sampling rate (8000 Hz).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตอบสนองของการเสนอดังกล่าว หากมีคนปฏิเสธวีดีโอมีเดียเซสชัน (Video media session) จะมีการกำหนดหมายเลขพอร์ตให้มีค่าเป็นศูนย์ และยอมรับเซสชันที่เกี่ยวกับทางเสียง โดยเลือกโคเด็ค iLBC และทำการกำหนดหมายเลขพอร์ตให้เป็นเลขที่ไม่ใช่ค่าศูนย์ดังจะแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่างของการเสนอ SDP เมื่อมีคนปฏิเสธวีดีโอมีเดียเซสชัน

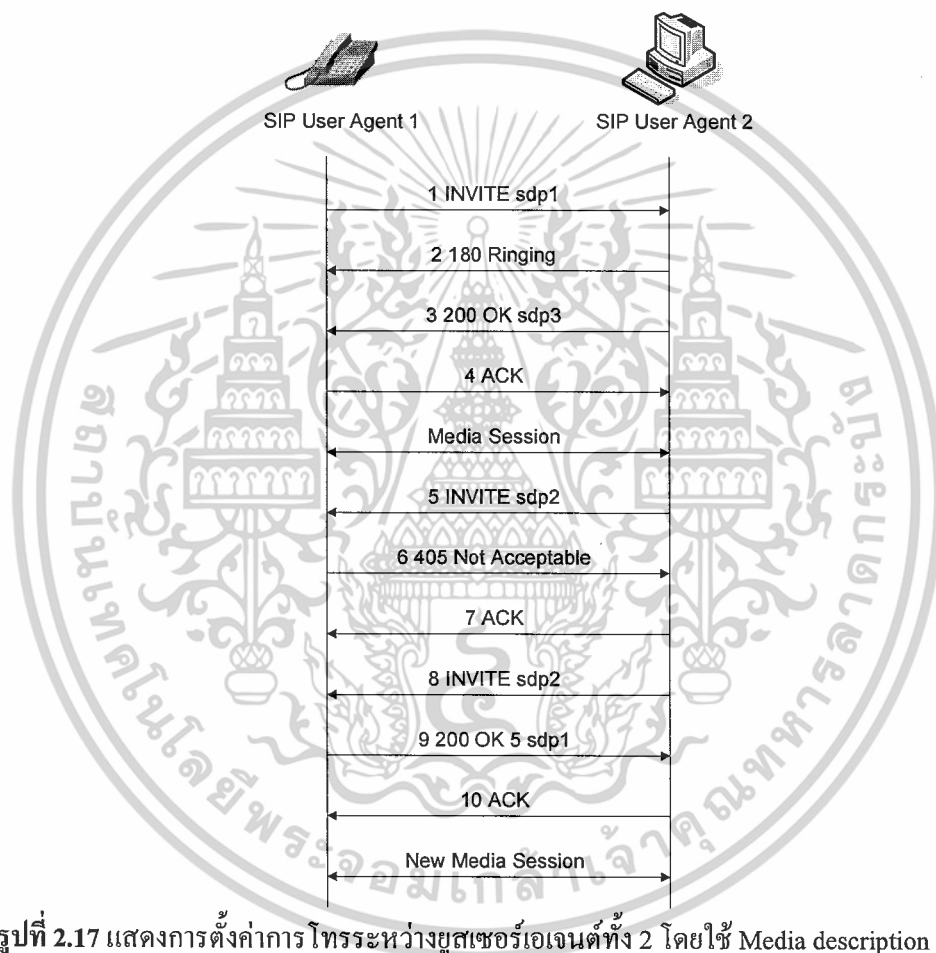
LINE	DESCRIPTION
v=0	Version –Current version number of SDP (0)-not used by SIP.
o=userb 2890844342 2890844543 IN IP4 client.example.net	Origin-Not used by SIP.
s=-	Subject.
C=IN IP4 16.22.3.1	Connection-network(IN for Internet), address type (IP4 for IP version 4) and address (16.22.3.1).
t=0 0	Time-start and stop time-not used by SIP.
m=video 0 RTP/AVP 34 98	Media-Media type (video), port number is set zero, which indicates that the video session has been declined.
m=audio 6002 RTP/AVP 97	Media- Media type (audio), port number(6002), type(RTP/AVP Profile), and number (Profile 4).By specifying a nonzero port number,the audio session has been accepted.
a=rtpmap : 97 iLBC/8000	Attribute-rtpmap lists attributes of RTP/AVP audio profile 97, including codec (iLBC) and sampling rate (8000 Hz).

การเจรจาต่อรอง (Negotiation) ในภายหลันั้นสามารถทำได้ หลังจากที่ทำการสร้างเซสชันเรียบร้อยแล้ว โดยทำการ re-INVITE ซึ่งการส่ง re-INVITE จะไม่ส่งผลให้มีเดียเซสชันที่เกิดขึ้นมีการล้มเหลวไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Session Modification

เมื่อมีการสร้างเซสชันเรียบร้อยแล้ว โดยการใช้อำนาจของ INVITE/200/ACK เราสามารถเปลี่ยนแปลงลำดับนั้นๆเป็นลำดับอื่นๆได้ ซึ่งจะเรียกว่าการ re-INVITE และ re-INVITE จะสามารถส่งได้ก็ต่อเมื่อ INVITE แรกมีการส่ง ACK เรียบร้อยแล้ว โดยการส่ง re-INVITE ก็จะเป็นการที่ส่ง SDP ไปแทนที่ SDP ที่ส่งจาก INVITE แรกที่ได้ทำการส่งไปก่อนหน้านี้แล้ว ซึ่งจะถือว่าทำการส่ง re-INVITE สำเร็จ แต่หากการส่ง re-INVITE ไม่สำเร็จ ก็จะมีการใช้ SDP แรกต่อไปจนกว่าจะมีการส่ง BYE เกิดขึ้น



รูปที่ 2.17 แสดงการตั้งค่าการโทรระหว่างยูสเซอร์เอเจนต์ทั้ง 2 โดยใช้ Media description

จากรูปที่ 2.17 เป็นรูปที่แสดงการตั้งค่าการโทรระหว่าง ยูสเซอร์เอเจนต์ทั้ง 2 โดยใช้ media description 'sdp1' ซึ่งจะบรรจุอยู่ใน INVITE แรก และมีการตอบสนอง '200OK' ตอบกลับมาเรียบร้อยแล้ว จากนั้นฝั่งผู้รับต้องการเปลี่ยนแปลงเซสชันพารามิเตอร์ โดยจะทำการส่ง INVITE พร้อมกับส่วนของแมชเชจ 'sdp2' อย่างไรก็ตามหากฝั่งผู้โทรทำการปฏิเสธ INVITE ดังกล่าว ก็จะทำการปฏิเสธด้วยการตอบสนอง "405 Not Acceptable" และมีเดียเซสชันยังคงดำเนินต่อไปโดยไม่มีเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์เริ่มต้น จากนั้นฝั่งผู้รับจะพยายามส่ง re-INVITE อีกครั้งหนึ่ง และหากผลที่ได้คือ สำเร็จ ก็จะทำให้มีเดียเซสชันเดิมถูกยกเลิก และเริ่มใช้ sdp2 แทนที่ sdp1

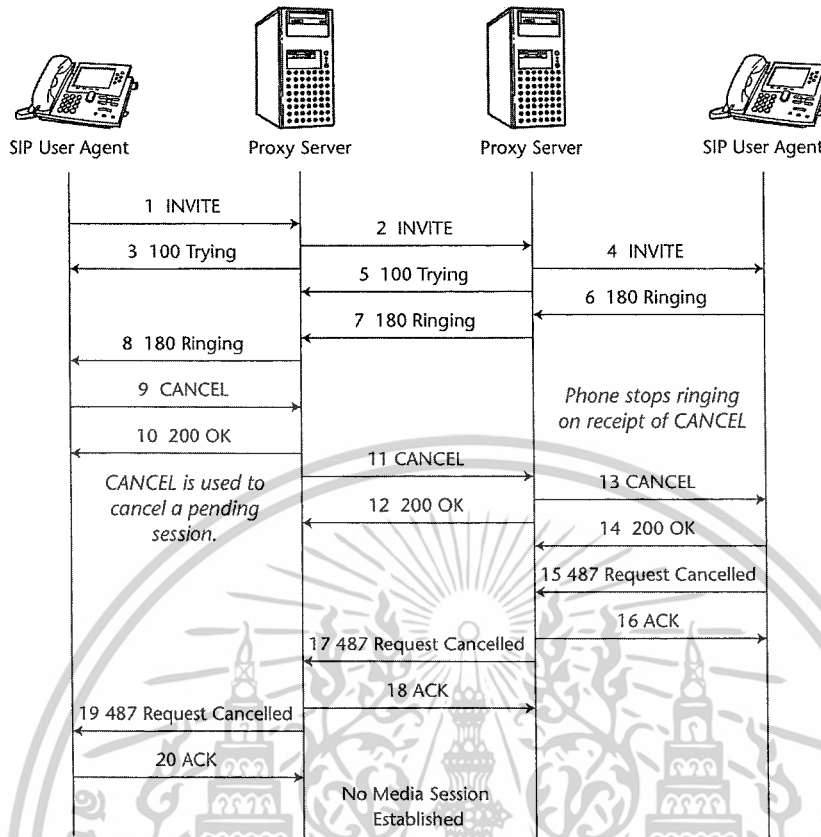
การ re-INVITE นั้น อาจจะทำให้คุณลักษณะเฉพาะของมีเดียต่างๆ รวมทั้งประเภทของเซสชัน โทเค็ตที่ใช้มีการเปลี่ยนแปลงได้ หรือแม้แต่เลขที่อยู่ไอพีของต้นทางและหมายเลขพอร์ตก็อาจจะได้รับผลกระทบด้วยเช่นกัน

- Session Termination and Cancellation

การสิ้นสุดเซสชัน (Session termination) และการยกเลิกเซสชัน (Cancellation) เป็นการดำเนินการที่อยู่ในชิพ แต่มักจะเกิดความสับสนของการดำเนินการทั้ง 2 แบบนี้ ซึ่งการสิ้นสุดเซสชันจะเกิดขึ้นเมื่อยูสเซอร์เอเจนต์คนใดคนหนึ่งทำการส่ง BYE ออกมาหลังจากที่มีการส่งมีเดียเซสชันแล้ว ส่วนการยกเลิกเซสชันจะเกิดขึ้นเมื่อ ยูสเซอร์เอเจนต์คนหนึ่งมีความต้องการที่จะสิ้นสุดการโทร ก่อนที่จะทำการตั้งค่าการโทรเสร็จสมบูรณ์ หรือ ก่อนที่การโทรกำลังจะเสร็จสมบูรณ์ หมายความว่า หลังจากที่ ยูสเซอร์เอเจนต์คนหนึ่ง ทำการส่ง INVITE ออกไป แต่ยังไม่ได้รับการตอบสนองอันสุดท้าย (2xx,3xx,4xx,5xx หรือ 6xx) ก็มีการส่งการร้องขอ CANCEL ออกไป ซึ่งในการส่งการร้องขอ CANCEL นั้นสามารถส่งได้จากพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการยกเลิกในกรณีที่มีการ Forking หรือทำ Parallel search

ขณะที่ INVITE และ BYE เป็นเมธอดแบบ end-to-end CANCEL จะเป็นตัวอย่างของการร้องขอในชิพ ที่เป็นการร้องขอแบบ hop-by-hop ซึ่งเมื่อ พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ ได้รับการร้องขอ CANCEL แล้ว พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ จะทำการตอบกลับด้วย '200OK' จากนั้น เซิร์ฟเวอร์จึงทำการส่งต่อ CANCEL ไปยัง ยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทาง

เมื่อยูสเซอร์เอเจนต์ได้รับ CANCEL แล้ว จะทำการตอบกลับมาด้วย 200OK และถ้ายังไม่ได้รับการตอบสนองสุดท้าย (Final response) ก็จะมีการส่ง response '481 Transaction Unknown' แต่ถ้ามีการส่งการตอบสนองสุดท้ายออกไปเรียบร้อยแล้ว กรณีนี้จะมีลักษณะตรงกับสถานะการณ์ของการแข่งขัน เพราะทั้ง CANCEL และการตอบสนองสุดท้ายจะถูกส่งออกไปและยังอยู่ในสาย ซึ่งภาวะนี้ยูสเซอร์เอเจนต์อาจต้องส่ง BYE เพื่อทำการ CANCEL การโทร ดังรูป

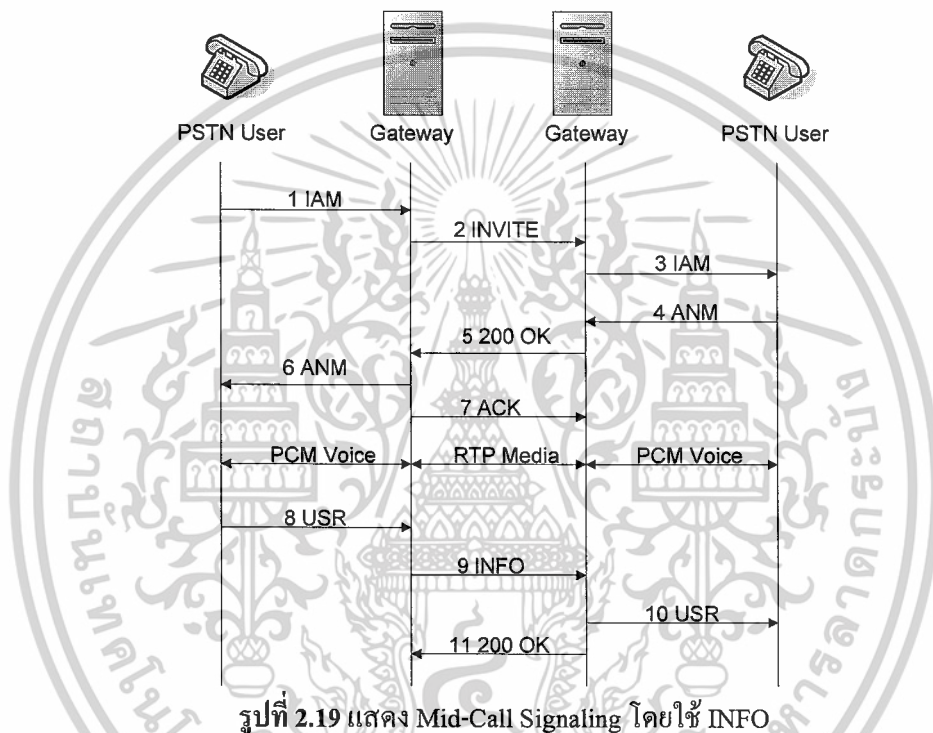


รูปที่ 2.18 แสดงการยกเลิกโดยใช้ CANCEL

จากรูปที่ 2.18 ยูสเซอร์เอเจนต์ทำการส่ง INVITE แล้วส่ง CANCEL ตามมา INVITE จะถูกส่งผ่านต่อไปยัง พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ 2 ตัว เพื่อให้ส่งไปถึงยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทาง ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าการร้องขอ CANCEL นั้นจะถูกส่งไปยังพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ตัวแรก ซึ่งพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ตัวนี้ก็จะทำการส่ง 200 OK กลับมาทันที จากนั้น CANCEL จะถูกส่งต่อไปยังพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ตัวที่ 2 ซึ่งก็จะส่ง 200 OK กลับมาให้พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ตัวแรก พร้อมทั้งทำการส่งต่อ CANCEL ไปให้กับยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทางโดยทันทีเช่นกัน ซึ่งท้ายที่สุดแล้วยูสเซอร์เอเจนต์จะทำการส่ง 200OK เพื่อตอบรับการได้รับ CANCEL และส่ง 487 Request Cancelled ตอบกลับไปยัง INVITE ที่ส่งมา และเมื่อพรอกซีตัวที่ 2 ได้รับก็จะทำการส่ง ACK กลับไป แล้วส่งต่อไปให้พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ตัวที่ 1 เมื่อถึงขั้นตอนนี้ ก็จะทำให้รู้ว่าการยกเลิกเซสชันที่ยังค้างอยู่นั้นเป็นที่สำเร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะเป็นการทำให้ทรานแซกชัน ทั้ง 2 ได้สมบูรณ์ ได้แก่ CANCEL/200 และ INVITE/487/ACK

- Mid-Call Signaling

Mid-Call Signaling เป็นการแลกเปลี่ยนข้อความสัญญาณ (signaling message) ระหว่าง ยูสเซอร์เอเจนต์ 2 คน และไม่มี การเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของเซสชันใดๆเลย ในการทำ mid-call signaling ซึ่งจะต้องมีการส่ง re-INVITE มิฉะนั้นแล้วจะต้องใช้เมธอด SIP INFO ในการส่งข้อมูลระหว่างยูสเซอร์เอเจนต์ทั้ง 2 ตัว โดยข้อมูลนั้นจะถูกใส่ลงในส่วนของข้อมูลในแมชเชจของ INFO ตัวอย่างเช่น ข้อมูลของ mid-call signaling จะอยู่ในแมชเชจ ISDN USR(User to User Message) ซึ่งสามารถส่งได้โดยใช้เมธอด INFO และทำการห่อหุ้ม ISDN User Part (ISUP)



จากรูปที่ 2.19 SIP-to-ISUP mapping นั้นจะถูกกระทำที่เกตเวย์ทั้งสองตัวโดยแมชเชจที่ใช้ได้แก่

- IAM (Initial Address Message)
- ANM (Answer message)
- USR (User to user message)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

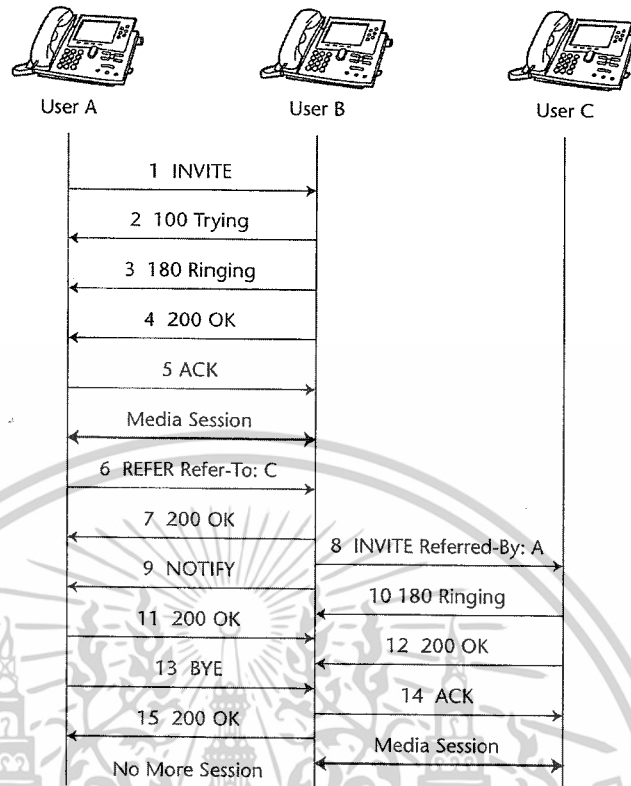
- Call Control

สถาปัตยกรรมของ ซิป จะเป็นการสื่อสารรูปแบบของ peer-to-peer ชนิดหนึ่ง และเป็นการควบคุมแบบ end-to-end อีกด้วย ตัวอย่างเช่น ในการยกเลิกการติดต่อพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ไม่ได้เป็นฝ่ายเริ่มส่งการร้องขอ BYE แต่จะเป็นทางฝั่งยูสเซอร์เอเจนต์เท่านั้นที่จะทำการเริ่มส่งการร้องขอ BYE ได้

อย่างไรก็ตามความสามารถของส่วนภายนอก (Third party) ในการควบคุมการโทรระหว่าง 2 ฝั่งมีประโยชน์มากในการนำบริการต่างๆที่หลากหลายไปให้บริการ เช่น SIP URI embedded อยู่ในเว็บเพจ ซึ่งเมื่อทำการคลิกแล้ว จะทำให้ซิปโฟนสามารถโทรออกไปยังยูอาร์ไอนั้นๆได้ หรือ Third party call control สามารถใช้ในการใช้งานบน web call center ได้ ซึ่งมีประโยชน์ในแง่สำหรับการจัดการส่วนของการโทร ไปยังศูนย์บริการลูกค้า ซึ่งเมื่อตัวควบคุมรับสายแล้วก็จะทำการส่งต่อไปยังพนักงานรับโทรศัพท์ที่เหมาะสมโดยจะพิจารณาจากหลายๆ องค์ประกอบ เช่น หมายเลขโทรศัพท์ที่โทรเข้ามายังพนักงานรับโทรศัพท์ที่ว่างอยู่ในช่วงเวลาของวัน รวมไปถึงองค์ประกอบอื่นๆด้วย

ในการอิมพลีเมนต์ Third party call control จะมีด้วยกัน 2 วิธี คือ

1. เมื่อตัวควบคุมได้รับการร้องขอซิป INVITE แล้วก็จะทำการตกลงรับสายนั้นๆ จากนั้นจะทำการส่งต่อ INVITE ไปยังตัวควบคุมภายนอก ซึ่งจะยังอยู่ในเส้นทางของสัญญาณ แล้วทำการสลับ SDP จากขาหนึ่ง ไปยังอีกขาหนึ่ง และยังคงทำการซ่อนการควบคุมอยู่
2. ใช้วิธีส่งเมธอด REFER ในการเริ่มการควบคุมจากภายนอก ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.20 A และ B ทำการสร้างเซสชัน จากนั้น A จะทำการส่งต่อให้ B เริ่ม เซสชันกับ C โดยใช้การร้องขอ REFER จากนั้น A จะสิ้นสุดเซสชัน กับ B ขณะเดียวกันกับการที่เริ่มสร้างเซสชันใหม่กับ C



รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างการใช้ REFER

จากรูปที่ 2.20 จะเห็นว่าการร้องขอ REFER ในเมสเซจ 6 มีรูปแบบดังนี้

REFER sip:userb@there.com SIP/2.0

Via: SIP/2.0/TCP pc.there.com:5060; branch=z0hG4bK765d

To: User B <sip:userb@there.com>

From: User A <sip:usera@there.com>

Call-ID: a5-32-43-12-77@4.3.2.1

CSeq: 2 REFER

Refer-To: <sip:UserC@anywhere.com>

Referred-By: <sip:usera@there.com>

Content-Length: 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผลของ INVITE แมชเชจในแมชเชจ 8 จะมีรูปแบบดังนี้

```
INVITE sip:UserC@anywhere.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060
To: <sip:UserC@anywhere.com>
From: User B <sip:userb@there.com>
Call-ID: 383874109476@there.com
CSeq: 67 INVITE
Contact: sip:userb@there.com
Referred-By: <sip:usera@there.com>
Content-Length: ...
```

ส่วนฟิลด์ Refer-To ในส่วนหัว (header) ที่อยู่ในเมธอด REFER จะประกอบด้วย ยูอาร์ไอ ที่ A ต้องการจะทำการอ้างอิงถึง (Referring) ในขณะที่ฟิลด์ Referred-By จะเป็นตัวอธิบายว่า A เป็นผู้ทำการอ้างอิง (Referrer) และส่งต่อไปยัง C ใน INVITE ดังนั้น C จะรู้ว่า B ได้ถูกอ้างอิงโดย A ตั้งแต่การเริ่มต้นเซสชันแล้ว

- Preconditions for Call Setup

ชิพได้มีการเพิ่มเงื่อนไขต่างๆก่อนที่จะทำการติดตั้งการโทร Quality of service (QoS) ได้รับการสนับสนุนให้มีในส่วนของเนตเวิร์กเลเยอร์ (IP layer 3) และ ดาต้าลิงค์ เลเยอร์ (IP layer 2) ซึ่ง QoS ในไอพีเน็ตเวิร์กนั้น เป็นอิสระจากแอปพลิเคชันและเครือข่ายต่างๆ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องระมัดระวังในเรื่องของคุณสมบัติเฉพาะต่างๆของแอปพลิเคชัน (SIP is orthogonal to QoS)

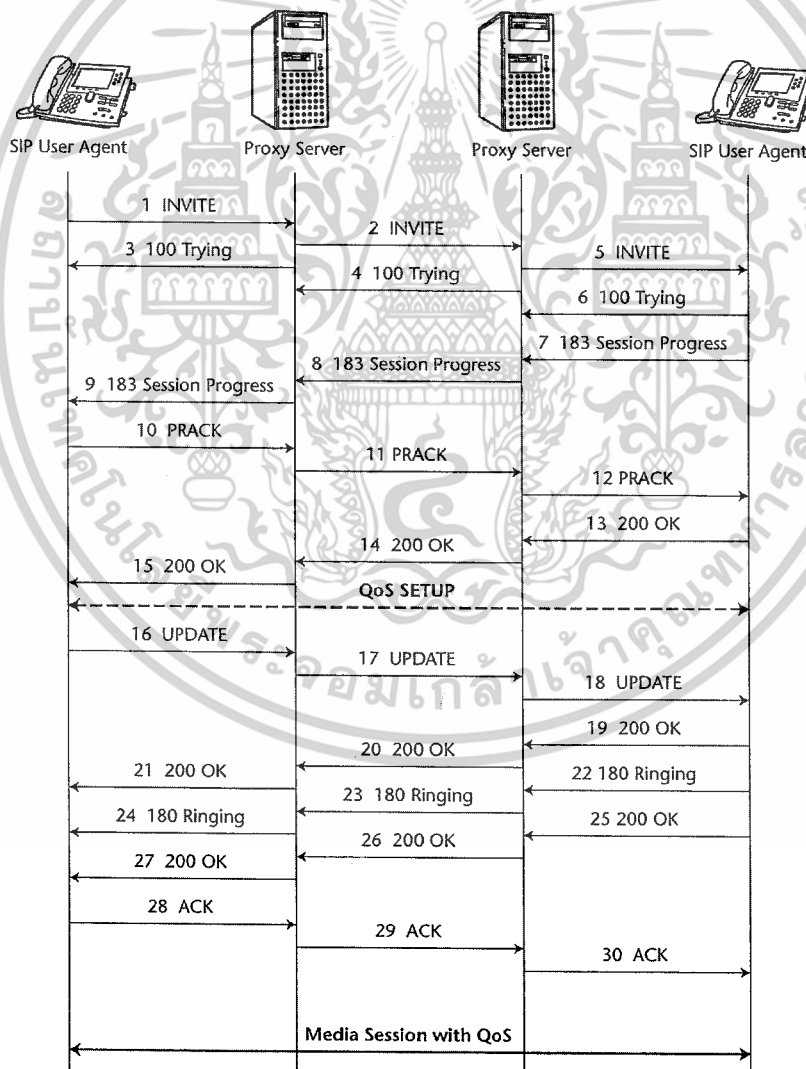
การที่จะทำให้แอปพลิเคชันประเภทโทรศัพท์ทำการค้าต่างๆมีระดับที่สูงพร้อมทั้ง QoS นั้น จะต้องได้รับการสนับสนุนจากทรัพยากรทางด้านเน็ตเวิร์กที่เพียงพอ เช่น การให้สิทธิพิเศษกับการไหลของมีเดียต่างๆในเครือข่าย ซึ่งจะมีอัตราอยู่ที่ 100kb/s กล่าวคือ ในเวลา 30 นาที ด้วยระยะทาง 5000 กิโลเมตร ในการยืนยันตัวตนนั้นจะต้องการทรัพยากรทางเน็ตเวิร์กที่เพียงพอสำหรับการเริ่มเซสชันชิพ (SIP-initiated session) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนที่ซับซ้อนในการยืนยันตัวตน (Authentication), การอนุญาต (Authorization) และการทำทางการบัญชี (Accounting) ซึ่งทั้ง 3 อย่างนี้สามารถเรียกได้ว่าเป็น AAA ดังนั้นกรณีที่ไม่มีความซับซ้อนใดๆนั้น จะสามารถมองข้าม QoS ไปเลยก็ได้

ชิพสามารถให้ยูสเซอร์เอเจนต์ทำการสร้างเซสชันได้โดยการแลกเปลี่ยนข้อความ INVITE/200/ACK กัน แต่อย่างไรก็ตามเพื่อที่จะให้มีการสร้างไอพีเซสชัน ที่ประกอบด้วย QoS นั้น จะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อความที่มีความซับซ้อนมากกว่านั้น ซึ่ง The Integrated Services QoS Protocol ในที่นี้จะไปไปตามสมมติฐานที่ว่า เป็น Resource Reservation Protocol (RSVP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามวิธีที่อธิบายสำหรับโพรโทคอลซิพนั้นสามารถทำงานร่วมกับวิธีของ QoS อื่นๆได้ด้วย เช่น การกำหนดประเภทของบริการ (Type of Service bits: TOS) ในส่วนหัวของไอพี (IP Header)

วิธีในการทำ QoS แบบง่ายจะเป็นวิธีแรกที่ทำการสร้างเซสชันระหว่างยูสเซอร์เอเจนต์ซึ่งจะเรียกว่า Best Effort จากนั้นจึงใช้วิธีการส่ง re-INVITE เพื่อทำการติดตั้งด้วยเซสชันแบบ QoS อย่างไรก็ตามเนื่องจากการส่งข้อความในซิพนั้นเป็นอิสระโดยสมบูรณ์จากมีเดีย นั่นก็คือการเริ่มต้นเซสชันอย่างสมบูรณ์ ในกรณีที่เซสชันเกิดการล้มเหลวนั้นเป็นเพราะขาดแบนด์วิดในการส่งมีเดียไปมา จึงได้มีการคิดวิธีในการเลียนแบบวิธีการของซุมสายโทรศัพท์ ซึ่งโทรศัพท์ปลายทางนั้นจะไม่ได้ หากไม่มีทรัพยากรเพียงพอที่ให้การโทรเกิดได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งวิธีที่จะอธิบายต่อไปนี้พัฒนาขึ้นโดย Packet Cable consortium for the voice over cable modem project ดังรูปที่ 2.21 จะแสดงการไหลของข้อมูลในการโทร (call flow) ของวิธีนี้



รูปที่ 2.21 แสดงเงื่อนไขในการเริ่มต้นการโทรโดยใช้ UPDATE และ PRACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Call flow วิธีนี้มีการนำส่วนเพิ่มเติม (Extensions) ของซิปมาใช้ด้วยกัน 3 วิธี คือ

1. Early Media จะมีการอนุญาตให้แสดงส่วนของ SDP ใน 183 Session Progress response ได้ ซึ่งจะทำให้มีการทำแฮนด์เชค (Handshake) ในส่วนของ SDP ระหว่างยูสเซอร์เอเจนต์เพื่อใช้ในการสร้าง QoS ก่อนที่จะมีการรับสาย
2. Reliable Provisional Responses จะมีการอนุญาตให้การตอบสนองสามารถสูญหายไปได้ เช่น 183 สามารถตรวจหา (Detect) และการส่งซ้ำ (Retransmit) ได้ ซึ่งการได้รับการตอบสนองหมายเลข 183 นั้นเป็นการบ่งบอกโดย PRACK (Provisional Response ACKnowledgement)
3. เมธอด COMET (preC Onditions MET) จะเป็นการอนุญาตให้ยูสเซอร์เอเจนต์เซิร์ฟเวอร์ (UAS) แสดงเงื่อนไขก่อนของ QoS (QoS precondition) และมีการเตือนไปยังยูสเซอร์และจะมีการส่งการตอบสนองที่ 180 Ringing จากนั้นการโทรจะเป็นไปตามขั้นตอนปกติ หากมีความต้องการในการใช้ QoS นั้นจะมีการแสดงในบรรทัดสุดท้ายของ SDP ในการร้องขอเริ่มต้น (Initial request) โดยจะแสดงคุณลักษณะ qos: mandatory ดังตัวอย่างในแมชเชจ INVITE นี้

INVITE sip:userb@anywhere.com SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060;branch=z0hG4bK765d

To: <sip:userb@there.com>

From: User A <sip:usera@there.com>

Call-ID: 5448kew113981304oierk

Max-Forwards: 0

CSeq: 1 INVITE

Contact: sip:usera@there.com

Content-Length: ...

v=0

c=IN IP4 100.101.102.103

m=audio 47172 RTP/AVP 0

a=rtpmap:0 PCMU/8000

a=qos:mandatory

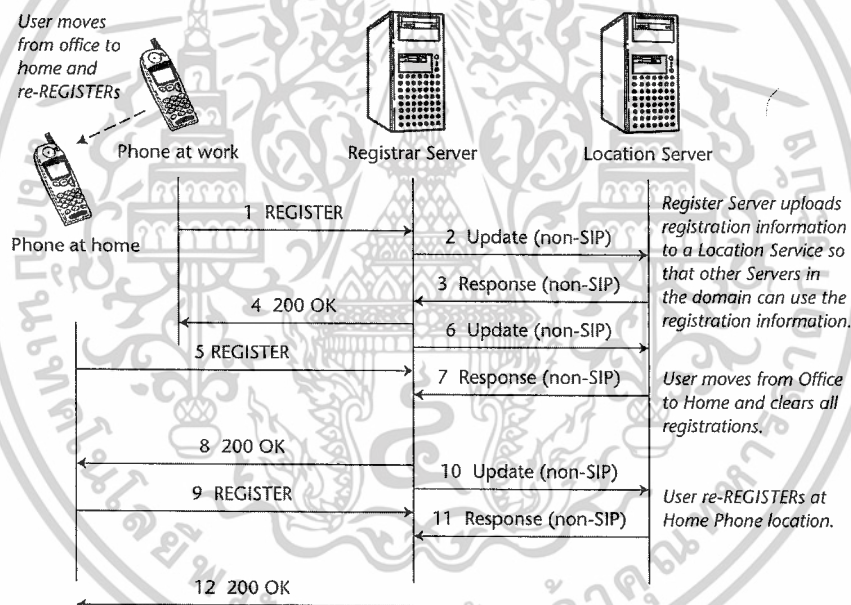
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Nonsession-Related Functions

- Mobility

ฟังก์ชันในการลงทะเบียนของซิป มีความใกล้เคียงกับการลงทะเบียนในโทรศัพท์มือถือมาก โดยในข้อความที่ใช้ในการลงทะเบียนนั้นผู้ใช้จะต้องทำการส่งยูอาร์ไอไปบอกกับพรอกซีเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้ในการรับสาย ซึ่งตัวยูอาร์ไอนี้เองจะใช้สำหรับการสนับสนุนส่วนของการเคลื่อนย้าย ซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่มีประโยชน์มากของซิปและเป็นหนึ่งในข้อดีหลายๆอย่างที่มีการกล่าวถึงเกี่ยวกับโพรโทคอลนี้ซึ่งเหนือกว่าโพรโทคอลอื่นๆ และยังถูกใช้ในการทำการควบคุมการโทร (Call-control) อีกด้วย

การร้องขอ REGISTER ของซิปยังถูกใช้เพื่อให้ฟังก์ชันนี้สามารถใช้งานได้ ในข้อความร้องขอจะประกอบด้วยฟิลด์ควบคุม (Control) ที่อยู่ในส่วนหัว ซึ่งจะใช้ยูอาร์ไอในการลงทะเบียน เช่น การลงทะเบียน (Registration) ของยูสเซอร์เอเจนต์ที่เสร็จสมบูรณ์ แสดงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 แสดงการเคลื่อนย้ายตำแหน่งโดยการใช้ REGISTER

โดยเริ่มแรกผู้ใช้จะทำการลงทะเบียนที่สำนักงานก่อน โดยการส่งแพคเกจ REGISTER ไปยังเซิร์ฟเวอร์ที่คอยทำการลงทะเบียน (Registrar server) แล้วเซิร์ฟเวอร์ที่คอยทำการลงทะเบียนจะทำการอัปเดตเรคคอร์ดของผู้ใช้ในพื้นที่ให้บริการ (Location service) และจากนั้นจะทำการส่ง 200 OK กลับไปในการตอบรับการยืนยันการลงทะเบียน ในวันต่อมาผู้ใช้ได้ทำการยกเลิกการลงทะเบียนที่สำนักงาน แล้วมาทำการลงทะเบียนที่บ้านแทน จะสังเกตเห็นว่าโพรโทคอลมักจะอัปเดตข้อมูลการลงทะเบียนไปยังพื้นที่ให้บริการ หรือฐานข้อมูลอื่นๆที่ไม่ใช่สายเรียกเข้า (SIP

incoming calls) ไปยังยูอาร์ไอของผู้ใช้นั้นๆ ซึ่งจะถูกกำหนดไปยังเส้นทางที่ไปยังเลขที่อยู่ไอพีของ
 ซิฟโฟนที่บ้าน นอกจากนั้นยังเห็นว่าโทรศัพท์บ้านนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นซิฟโฟน เพื่อให้มีความสามารถ
 ในการเคลื่อนย้ายได้และผู้ใช้ยังสามารถทำการลงทะเบียนโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN phone) ได้โดย
 ใช้การเข้าถึงเว็บ (Web access), ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) หรือมีการโปรแกรมการ
 ลงทะเบียนเป็นช่วงเวลา ยูสเซอร์เอเจนต์สามารถกำหนดให้ทำการลงทะเบียนได้โดยอัตโนมัติ
 ในช่วงของการเริ่มต้น ณ ช่วงเวลาที่กำหนด หรือเมื่อใดก็ตามที่ผู้ใช้คนใหม่มีการเข้าใช้งานจาก
 อุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งการลงทะเบียนจะไม่มีกำหนดแค่ยูอาร์ไอเพียงอันเดียว แต่สามารถใช้ยูอาร์ไอ
 หลายๆตัวได้ เช่น ใช้ในการแสดงรายการบริการต่างๆที่หลากหลาย ได้แก่ ซิฟโฟน, ซุมสายโทรศัพท์,
 ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ดังตัวอย่าง ในการพิจารณาแมชเชจ REGISTER ดังต่อไปนี้

SIP client to Registrar

REGISTER sip:registrar.here.com SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP 4.3.2.1:5060;branch=z0hG4bK87ds

To: User A <sip:usera@here.com>

From: User A <sip:usera@here.com>;tag=34323k112d

Call-ID: a5324131277gfhd43gsfg3awrsad

Max-Forwards: 70

CSeq: 16 REGISTER

Contact: sip:usera@4.3.2.1;class=personal

Contact: tel:+1-314-555-1212

Contact: mailto:usera@here.com

Content-Length: 0

Registrar to SIP client

SIP/2.0 200 OK

Via: SIP/2.0/UDP 4.3.2.1:5060;branch=z0hG4bK87ds

To: User A <sip:usera@here.com>;tag=9128394

From: User A <sip:usera@here.com>;tag=34323k112d

Call-ID: a5324131277gfhd43gsfg3awrsad

CSeq: 16 REGISTER

Contact: sip:usera@4.3.2.1;class=personal

Contact: tel:+1-314-555-1212

Contact: mailto:usera@here.com

Content-Length: 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

200 OK ของ REGISTER echoes Contact ยูอาร์ไอทั้ง 3 อันมีเพื่อบอกว่า การลงทะเบียนเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งในกรณีนี้หากมีการสอบถาม (Query) ไปยังพื้นที่ให้บริการ สำหรับซิปยูอาร์ไอนี้ (sip:usera@here.com) ก็จะมีการส่งยูอาร์ไอที่ใช้ในการติดต่อกลับไปตามที่ทั้งสามได้ลงทะเบียนไว้แล้ว ซึ่งยูอาร์ไอตัวแรกคือซิปยูอาร์ไอที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับยูสเซอร์ A ยูอาร์ไอตัวที่สองคือตัวที่เป็นตัวแทน (Represent) เบอร์โทรศัพท์ของยูสเซอร์ A ซึ่งสามารถใช้ติดต่อกับยูสเซอร์ A ผ่านทางชุมสายโทรศัพท์หรือผ่านทางซิปโดยใช้เกตเวย์ และยูอาร์ไอตัวสุดท้ายคือไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ของยูสเซอร์ A ซึ่งซิปยูอาร์ไอในตัวอย่างนี้อาจจะประกอบด้วยพารามิเตอร์เพิ่มเติมที่ไม่ได้แสดงให้เห็นในที่นี้ เช่น รายชื่อที่มีการกำหนดไว้ใน Caller Preferences document ซึ่งจะเป็นการอนุญาตให้ยูสเซอร์เอเจนต์กำหนดข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของอุปกรณ์ซึ่งระบุโดยยูอาร์ไอ เช่น ยูอาร์ไอตัวแรกถูกกำหนดเป็น ยูอาร์ไอส่วนบุคคล ตัวที่สองคือไปรษณีย์เสียง (Voicemail) ตัวที่สามใช้ในการติดต่อธุรกิจ และตัวที่สี่ใช้ในโทรศัพท์มือถือ

โดยปกติแล้วซิปเซิร์ฟเวอร์จะมีการประมวลผลรายการของยูอาร์ไอ โดยจะพยายามติดต่อกับ ยูอาร์ไอแรกก่อน แล้วตามด้วยอันที่ 2 และอันต่อไปตามลำดับ ในลักษณะของการค้นหาแบบเรียงลำดับ ส่วน Reject-Contact header ก็มีลักษณะการทำงานในทางเดียวกัน แต่ได้รับผลในทางกลับกัน ด้วยวิธีนี้ซิปอนุญาตให้ระดับความพอใจของยูสเซอร์ (User preference) ได้รับการบรรจุไว้ในข้อความร้องขอ เช่น การร้องขอซิป ที่ถูกส่งไปยังยูอาร์ไอของยูสเซอร์สามารถกำหนดเส้นทางไปยังอุปกรณ์ใดๆก็ตาม ซึ่งจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ผู้ใช้ทำการลงทะเบียน, ลักษณะของการใช้งาน (Feature) หรือ สคริป (Script) ใดๆก็ตามที่ถูก Activate SIP request ที่ประกอบด้วยส่วนหัวของ Reject-Contact ซึ่งสามารถทำการส่งเพื่อนที่จะบอกว่า ผู้ที่ทำการร้องขอไม่ต้องการที่จะติดต่อสื่อสารผ่านทางไปรษณีย์เสียง

เมื่อซิปแมชเชนถูกประมวลผลโดยเซิร์ฟเวอร์แล้ว จะถูกส่งต่อหรือทำการร้องขอแบบรีไคเร็ค (Redirect request) นั่นก็จะขึ้นอยู่กับเซิร์ฟเวอร์ ไม่ว่าจะใช้วิธีการค้นหาปลายทางแบบอนุกรม (serial) หรือขนาน (parallel) ก็ตาม อย่างไรก็ตามการใช้ส่วนหัวของ Reject-Contact นั้น จะอนุญาตให้ผู้ร้องขอสามารถทำการเพิ่มอินพุตเข้าไปได้ เช่น การร้องขอที่ประกอบด้วย Request-Disposition: proxy, sequential แสดงให้เห็นว่าผู้ร้องขอต้องการให้การร้องขอถูกส่งต่อแทนที่การรีไคเร็ค และให้เป็นการค้นหาแบบ Serial Caller preference document จะเป็นสิ่งที่อธิบายถึงทางเลือกทั้งหมด แต่ถ้าพรอกซี เซิร์ฟเวอร์ไม่มีการอิมพลิเมนต์ลักษณะของการใช้งานที่เฉพาะเจาะจง ก็อาจมีการละเลยส่วนหัวของบางประเภทไปก็ได้ ซึ่งการใช้ Caller preference จะมีการกำหนดส่วนหัวของ Contact และจะมีประโยชน์ในการใช้ ซิป, ซีจีไอ (CGI) และ ซีจีไอสคริป (CPL script) สำหรับการสร้างบริการในโพรโทคอลซิป ส่วนการใช้ Requires: prefs header จะอนุญาตให้ยูสเซอร์เอเจนต์มีการสนับสนุนการกำหนดการลงทะเบียนของฝั่งผู้โทร (Registrar caller preference) และกระทำตามที่ได้กำหนดไว้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Message Transport

เมรอดแมชเชจโดยทั่วไปแล้วจะมีการส่งส่วนของข้อมูลไปยังปลายทางที่อยู่ภายในหรือภายนอกเซสชันที่ได้ทำการเริ่มการติดต่อไว้แล้ว เช่น พิจารณาการส่งแมชเชจเริ่มต้น ซึ่งมีการใช้ชีพ ดังนี้

MESSAGE im:userb@there.com SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP pc.here:5060;branch=z0hG4bK343g

To: User B <im:userb@here.com>

From: User A <im:usera@here.com>;tag=4541232ds

Max-Forwards: 70

Call-ID: a532431277432513

CSeq: 15 MESSAGE

Content-Type: text/plain

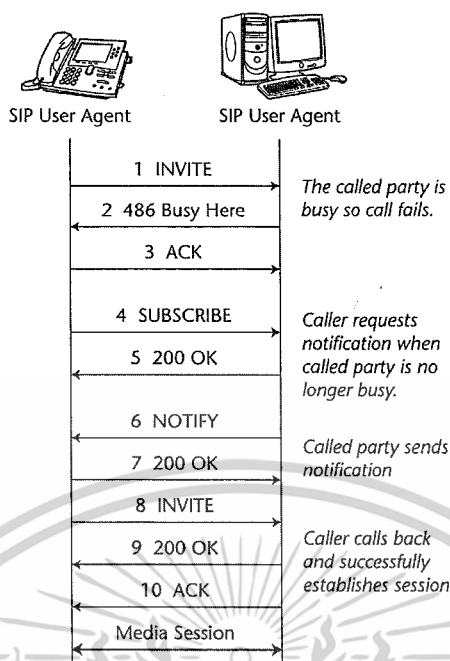
Content-Length: 15

Hi, how are you?

สังเกตเห็นว่ายูอาร์ไอคังตัวอย่างนั้นคือ ไอเอ็ม ยูอาร์ไอ (IM URI) จะมาแทนที่ชีพยูอาร์ไอ ซึ่งเมื่อยูสเซอร์ B ได้รับข้อความก็จะทำการส่งการร้องขอ 200 OK กลับไป ซึ่งจะต่างจากเมรอด INFO ที่จะสามารถส่งได้ก็ต่อเมื่อมีการสร้างเซสชันระหว่างเอเจนต์ทั้งคู่เรียบร้อยแล้ว และการร้องขอนั้นจะถูกส่งเมื่อไรก็ได้เนื่องจากชีพสนับสนุนการมีอยู่ ณ ปัจจุบัน และการส่งสารทันที (Instant message) รวมทั้งชีพแมชเชจคังตัวอย่าง โดยเมรอดอื่นๆที่ชีพมีการสนับสนุนการติดต่อสื่อสารโดยทันที (Instant communication) ได้แก่ Event subscription และ Notification for presence

- Event Subscription and Notification

ชีพสนับสนุนความสามารถในการร้องขอ และได้รับการแจ้งเตือนต่างๆหากมีเหตุการณ์บางชนิดเกิดขึ้น โดยใช้การร้องขอประเภท SUBSCRIBE และ NOTIFY เช่น การทำงานของการโทรกลับแบบอัตโนมัติ (Automatic callback) ของระบบโทรศัพท์ สามารถที่จะใช้ได้เมื่อสายของปลายทางไม่ว่าง และ ต้นทางต้องการ ได้รับการแจ้งเมื่อปลายทางสามารถติดต่อได้แล้วโดยเร็วที่สุด ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 แสดงการโทรกลับโดยอัตโนมัติโดยใช้ SUBSCRIBE และ NOTIFY

จากยูสเซอร์ A ส่งการร้องขอ INVITE และได้รับการตอบสนอง 486 Busy Here จากยูสเซอร์ B จากนั้น ยูสเซอร์ A ได้ทำการส่งการร้องขอ SUBSCRIBE ไปยังยูสเซอร์ B เพื่อต้องการให้มีการแจ้งบอกเมื่อยูสเซอร์ B ว่างและพร้อมที่จะสร้างเซสชัน ซึ่งเมื่อยูสเซอร์ B ทำการส่งการร้องขอ NOTIFY มา ก็แสดงว่า ขณะนี้ยูสเซอร์ B ว่างแล้ว จึงจะมีการเริ่มสร้างเซสชันโดยทันที

Subscription request มีรูปแบบดังนี้

SUBSCRIBE sip:userb@there.com SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP 4.3.2.1:5060;branch=z0hG4bK343d

To: User B <sip:userb@there.com>

From: User A <sip:usera@here.com>;tag=h34s341

Max-Forwards: 70

Call-ID: a5f2d43127767eh54wfd

CSeq: 23 SUBSCRIBE

Contact: sip:usera@client.there.com

Event: dialog

Expires: 60

Content-Length: 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notification request มีรูปแบบดังนี้

NOTIFY sip:usera@there.com SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP pc.here.com:5060;branch=z0hG4bK343d

To: User A <sip:usera@there.com>;tag=9839421323

From: User B <sip:userb@here.com>;tag=h34s341

Max-Forwards: 70

Call-ID: a5f2d43127767eh54wfd

Subscription-State: active;expires=55

CSeq: 5 NOTIFY

Event: dialog

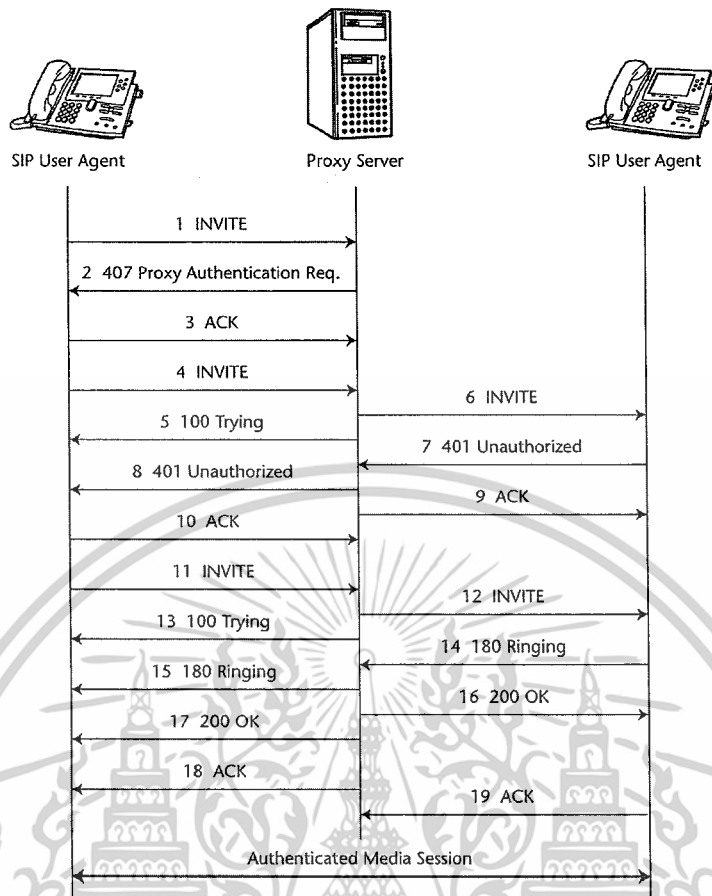
Content-Length: ...

Event header จะเป็นส่วนที่แสดงว่ามี Event notification ใดบ้างที่มีการร้องขอ ถ้าผู้สเซอร์เอเจนต์ของผู้สเซอร์ B ไม่ต้องการที่จะให้มีการทำ Event notification ก็จะมีการส่งการตอบสนอง 603 Decline กลับไป

เครือข่ายบริการ (Service network) นั้นสามารถสร้างได้โดยปราศจากเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้ SUBSCRIBE และ NOTIFY นอกจากนี้ยังสนับสนุนวิธีที่เซิร์ฟเวอร์คอยให้บริการต่างๆอยู่เป็นหลัก (Server-base) โดยจะใช้เมธอด PUBLISH

- Presence Publication

เมธอด PUBLISH ของซิป อนุญาตให้ผู้สเซอร์เอเจนต์ทำการ โอนย้าย (Publish) หรือ อัปเดต ข้อมูลปัจจุบันไปที่เซิร์ฟเวอร์ที่ยังรันอยู่ได้โดยเซิร์ฟเวอร์นี้จะมีความสามารถในการกระจายข้อมูลนี้ออกไปได้ ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 แสดงการกระจายข้อมูลออกไป

- Authentication Challenges

ชีพสนับสนุนวิธีการยืนยันตัวตนอยู่ 2 ประเภท คือ

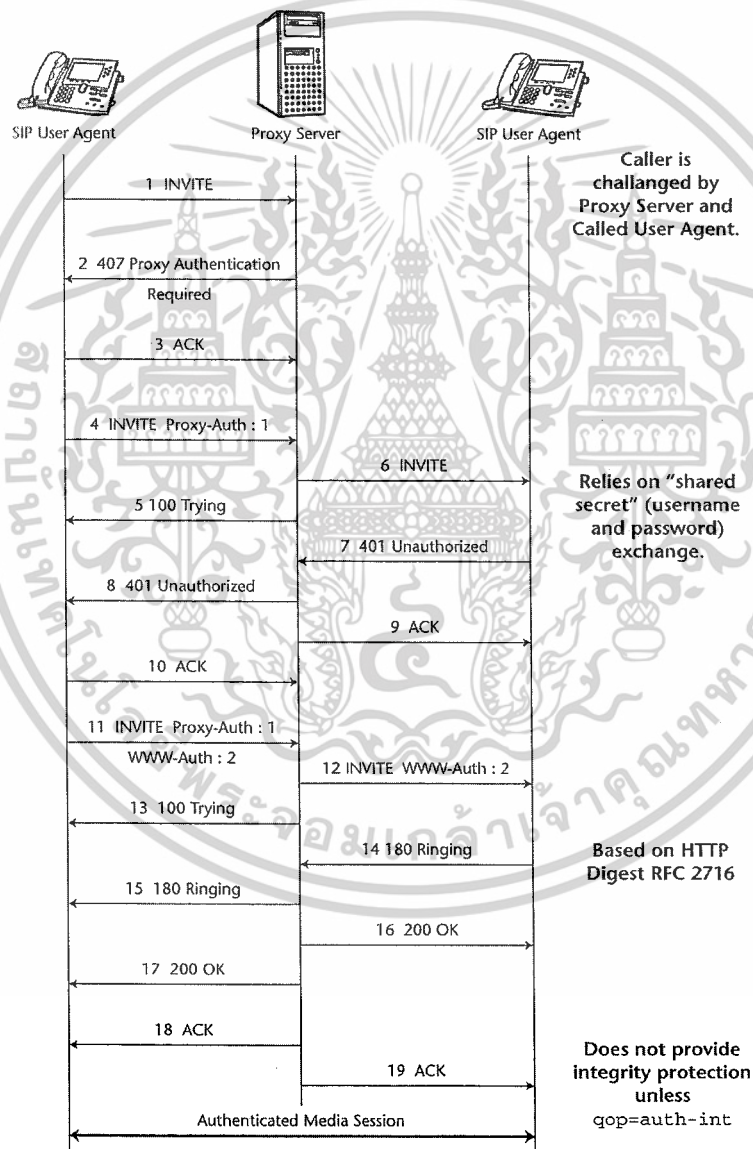
- User agent to user agent
- User agent to server

แต่ปัจจุบันยังไม่สนับสนุนการยืนยันตัวตนแบบ Server to Server แม้ว่าจะสามารถทำได้โดยใช้วิธีที่ไม่ใช่ โพรโทคอลซิป (non-SIP) เช่น IP Sec

ชีพสนับสนุนวิธีการยืนยันตัวตนที่หลากหลายโดยมีการเลียนแบบ เอชทีทีพี (HyperText Transport Protocol) คือ SIP Digest authentication เป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมากที่สุด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ challenge/response และ shared secret ระหว่างยูสเซอร์เอเจนต์ที่ทำการร้องขอและพรอกซีหรือยูสเซอร์เอเจนต์ที่ต้องการให้มีการยืนยันตัวตน โดยปกติแล้ว shared secret จะมีการใช้ชื่อผู้ใช้ (Username) และ รหัสผ่าน (Password) ที่ถูกเข้ารหัสเรียบร้อยแล้ว โดยทั่วไปการแลกเปลี่ยนข้อความในการยืนยันตัวตนผ่านโพรโทคอลซิประหว่าง ยูสเซอร์เอเจนต์นั้นจะมีรูปแบบคือ INVITE/401 Authentication Required/ACK ซึ่งยูสเซอร์เอเจนต์จะรู้ว่าเป็นการร้องขอที่ต้องให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยืนยันตัวตน ซึ่งจะมีการส่ง INVITE ตัวใหม่ซึ่งประกอบด้วยส่วนหัวของ Authorization อีกครั้งหนึ่ง หากในข้อความนั้นประกอบด้วยส่วนที่รองรับ (Credential) ได้ว่า ถูกต้องกระบวนการโทรจะเป็นไปตามปกติ แต่หากไม่ปกติแล้วจะได้รับการตอบสนองหมายเลข 401 อีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ ก็สามารถร้องขอให้มีการยืนยันตัวตนได้ โดยใช้ 407 Proxy Authentication Required response แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานให้เกิดการทำกรยืนยันตัวตนระหว่าง พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ 2 ตัวในโพรโทคอลซิปจึงทำให้มีการใช้ IPSec เพื่อให้พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์สามารถสร้างเซสชันที่มีความปลอดภัยได้ ตัวอย่างของการแลกเปลี่ยน SIP digest authentication แสดงดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 แสดงการยืนยันตัวตนระหว่าง พร็อกซีและยูสเซอร์โดยการใช้ SIP Digest

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มแรกมีการส่ง INVITE ที่ไม่มีส่วนที่รับรอง (Credential) จากนั้นก็จะได้รับ 407 Proxy Authorizatin Required response จาก พรอกซี เซิร์ฟเวอร์ และหลังจากที่มีการส่ง ACK กลับไปให้ พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ แล้วยูสเซอร์เอเจนต์ก็จะส่ง INVITE ที่ประกอบด้วยส่วนหัวของ Authorization อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านที่ถูกเข้ารหัสแล้ว จากนั้นเมื่อพรอกซีเซิร์ฟเวอร์ ได้รับสิ่งที่รับรองได้แล้ว ก็จะส่งการตอบสนอง 100 Trying และส่งต่อการร้องขอนั้นไปยัง ยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทาง เมื่อยูสเซอร์เอเจนต์ได้รับแล้วก็จะส่งการตอบสนอง 401 Unauthorized เพื่อให้มีการยืนยันตัวตนที่ตัวยูสเซอร์เอเจนต์เองด้วย ซึ่งการตอบสนองนั้นจะถูกส่งต่อกลับไปให้ยูสเซอร์เอเจนต์ต้นทาง ยูสเซอร์เอเจนต์จึงส่ง INVITE ที่ถูกต้องซึ่งประกอบด้วย Proxy-Authorization พร้อมกับส่วนที่รับรองสำหรับ พรอกซีเซิร์ฟเวอร์ และส่วนหัวของ Authorization พร้อมกับส่วนที่รับรองสำหรับยูสเซอร์เอเจนต์ปลายทาง ซึ่งรายละเอียดในเมสเซจที่ 11 จะประกอบด้วยส่วนที่รับรองทั้ง 2 ประเภท แสดงดังต่อไปนี้

```
INVITE sip:userb@anywhere.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 4.3.2.1
To: User B <sip:userb@there.com>
From: User A <sip:usera@there.com>
Call-ID: a5-32-43-12-77@4.3.2.1
CSeq: 3 INVITE
Proxy-Authorization: Digest username="usera",
realm="SIP Telephone Company",
nonce="814f12cec4341a34e6e5a35549",
opaque="", uri="sip:proxy.sip.com",
response="6131d1854834593984587ecc"
Authorization: Digest username="A", realm="userb",
nonce="e288df84f1cec4341ade6e5a359", opaque="",
uri="sip:userb@there.com", response="1d1950cd833064324a787ecc"
Contact: sip:usera@there.com
Content-Length: ...
```

ด้วยวิธีนี้ ซิพจะสนับสนุนการยืนยันตัวตนทั้งบนตัวเซิร์ฟเวอร์และยูสเซอร์เอเจนต์

- Extensibility

โพรโทคอลซิพ ถูกออกแบบให้มีความสามารถในการเพิ่มขยายต่อได้ กล่าวคือโพรโทคอลถูกออกแบบให้ยูสเซอร์เอเจนต์สามารถอิมพลิเมนต์การเพิ่มต่อขยายได้โดยการใช้เฮดเดอร์ใหม่ และ

Message body โดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้เซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ใกล้เคียง เช่น พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ โดยปกติแล้ว พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ จะส่งต่อข้อความร้องขอที่ไม่รู้จักและไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าและอนุญาตให้ผู้ที่ทำการร้องขอบอกเครือข่ายและยูสเซอร์เอเจนต์อื่นๆ ว่าสนับสนุนส่วนเพิ่มต่อขยายหรือลักษณะของการใช้งานอะไรบ้าง นอกจากนี้ยังอนุญาตให้มีทางเลือกให้ว่าจะใช้งานลักษณะของการใช้งานนั้นๆ หรือไม่ หากว่ามีความจำเป็นที่จะต้องให้ลักษณะของการใช้งานนั้นถูกใช้งาน ก็จะต้องมี Require header ซึ่งถูกรวมอยู่ในการร้องขอ ส่วนยูสเซอร์เอเจนต์ที่ได้รับการร้องขอจะต้องทำการส่งค่าผิดพลาดกลับไป แต่หากไม่รู้จักและไม่สามารถสนับสนุนลักษณะของการใช้งานดังกล่าวได้ ก็จะมีส่วนหัวประเภทหนึ่งที่ชื่อ Proxy-Require ซึ่งมีการแสดงรายการของลักษณะของการใช้งานต่างๆ ที่พร็อกซีเซิร์ฟเวอร์ ทุกตัวที่อยู่ในเส้นทาง (path) จะต้องสนับสนุน อย่างไรก็ตามไม่มีการแนะนำให้ใช้ส่วนหัวดังกล่าว เนื่องจากการมีลักษณะของการใช้งานที่มากเกินไปจะทำให้การโทรล้มเหลวได้ และเกิดปัญหาในเรื่องของ การทำงานร่วมกันในด้านต่างๆ

ซีพียูเซอร์เอเจนต์ควรจะมีการแสดงให้รู้ว่ามิเมธอดหรือลักษณะของการใช้งานใดบ้างที่มีการสนับสนุน โดยใช้ฟิลด์เหล่านี้ ใส่ไว้ในส่วนหัว ได้แก่ Allow, Supported, Allow-Events และ Accept-Content

2.5 Postpaid Versus Prepaid

การคำนวณค่าใช้จ่ายบริการแบบ โปสเพดและพรีเพด เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การคำนวณค่าใช้จ่ายแบบออฟไลน์ และ ออนไลน์ ซึ่งมีการให้คำจำกัดความไว้ดังนี้

โปสเพด คือ การที่สมาชิกหรือลูกค้าที่ได้มีการบริโภค ทรัพยากร, บริการ หรือข้อมูลต่างๆ แล้ว มีการชำระค่าใช้บริการ ในภายหลัง โดยทั่วไปแล้วลูกค้าจะได้รับใบแจ้งหนี้ทุก 1 หรือ 2 เดือน ซึ่งวิธีการชำระค่าใช้บริการวิธีนี้จะแสดงให้เห็นว่า บริษัทให้ความสำคัญไว้ใจกับลูกค้าว่า ลูกค้าจะชำระค่าใช้บริการที่ตัวเองได้บริโภคหรือใช้บริการไปแล้วแก่บริษัท

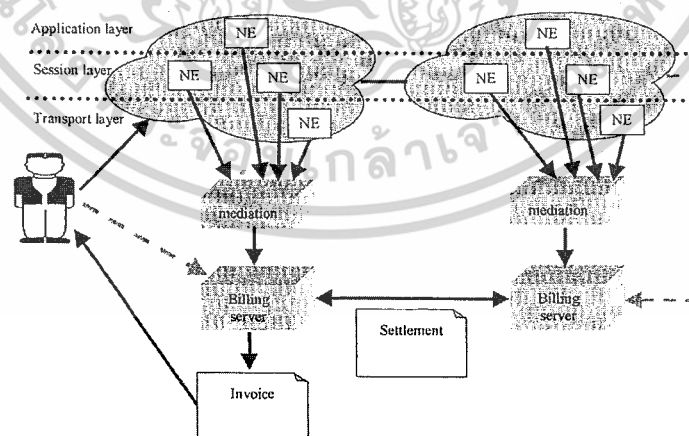
พรีเพด จะมีลักษณะตรงกันข้ามกับ โปสเพด คือ ลูกค้าจะต้องเติมเงินเข้าบัญชีของลูกค้าก่อนใช้งาน เมื่อลูกค้ามีการใช้งานเงินในบัญชีจะถูกหักออกไป และเมื่อเงินในบัญชีลดลงจนถึงระดับหนึ่งก็จะมีการแจ้งให้ลูกค้าทำการเติมเงินใหม่ โดยปกติแล้ว ลูกค้าที่ใช้บริการแบบโปสเพด นั้นจะต้องมีการสมัครสมาชิกและมีการพิสูจน์ตัวตนจากบริษัทก่อนแล้ว แต่พรีเพด ไม่จำเป็นต้องทำในลักษณะเช่นนี้ ด้วยเหตุผลนี้เอง จึงทำให้บริการแบบ พรีเพด เป็นที่นิยมมากกว่า นอกจากนี้ยังเปรียบเหมือนเป็นการช้อนตัวตนที่แท้จริงของตนเองอีกด้วย

วิธีการคำนวณค่าใช้จ่ายบริการทั้งสองแบบก็มีทั้ง ข้อดีและข้อเสีย แตกต่างกันไป คือ โปสเพด จะใช้งานง่าย เนื่องจากไม่ต้องคอยเติมเงินเข้าบัญชีอยู่บ่อยๆ แต่อย่างไรก็ตามพรีเพดก็เป็นที่นิยมในหมู่วัยรุ่น เนื่องจากสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายได้ง่าย แต่ในส่วนของโปสเพดนั้นยังมีการเก็บ

ค่าธรรมเนียมเพิ่มเติมอีก ซึ่งต่างจากฟรีเฟดที่ไม่ต้องจ่าย นอกจากนี้ฟรีเฟดยังเหมาะสมกับผู้ที่มียรายได้น้อย และยังช่วยให้หลีกเลี่ยงการจ่ายค่าธรรมเนียมเพิ่มเติมได้อีกด้วย

2.5.1 สถาปัตยกรรมแบบโพสต์เพด (Postpaid Architecture)

จากรูปที่ 2.26 จะเป็นรูปที่แสดงถึงมุมมองของสถาปัตยกรรมแบบโพสต์เพด เมื่อลูกค้ามีการใช้บริการของพ่อค้าปลีก ก็จะส่งผลให้มีการทำงานร่วมกันของส่วนต่างๆ ในเครือข่าย เพื่อให้ทำงานตามฟังก์ชันที่ถูกร้องขอมา ซึ่งส่วนต่างๆ ในเครือข่ายเหล่านี้จะแพร่กระจายอยู่บนเลเยอร์ต่างๆ ในสถาปัตยกรรมและสามารถตั้งอยู่ในบริเวณของพ่อค้าปลีกหรือบริเวณอื่นๆ แต่ไม่จำเป็นที่ทุกส่วนต่างๆ ในเครือข่ายจะต้องเกี่ยวข้องกับกระบวนการคำนวณค่าใช้บริการ โดยส่วนต่างๆ ในเครือข่าย ที่อยู่ในเซสชันเลเยอร์ จะรู้เกี่ยวกับพารามิเตอร์ของ QoS และ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อแบบ user-to-user ส่วนข้อมูลในการคำนวณค่าใช้บริการ โดยคำนึงถึงจำนวนข้อมูลที่ใช้ จะรู้เฉพาะส่วนต่างๆ ในเครือข่าย ที่อยู่ในแอปพลิเคชันเลเยอร์และ แอคชันเลเยอร์ หมายความว่า ข้อมูลที่จะใช้ในการคำนวณค่าใช้บริการจะอยู่กระจายตามส่วนต่างๆ ในเครือข่าย และจะไม่มีส่วนใดในเครือข่ายที่เก็บข้อมูลทุกชนิดอยู่ในที่ๆ เดียว กล่าวคือ นอกจากข้อมูลที่มีการกระจายกันอยู่ในเลเยอร์ต่างๆ ในเครือข่ายนั้นๆ แล้ว ยังมีการกระจายอยู่ต่างเครือข่ายกันอีกด้วย เพื่อให้สามารถคำนวณค่าใช้บริการได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับส่วนต่างๆ ในเครือข่ายที่จะส่งข้อมูลที่เก็บอยู่ที่ตัวมันเอง ไปให้อุปกรณ์ที่อยู่ตรงกลางในเครือข่ายของตนเอง โดยประเภทของ ส่วนต่างๆ ในเครือข่ายจะต้องการอุปกรณ์ที่อยู่ตรงกลางเพื่อที่จะสนับสนุนประเภทของอินเทอร์เน็ตที่ต่างกัน ซึ่งในการทำงานของอุปกรณ์ที่อยู่ตรงกลาง เช่น Aggregation correlation และ Normalization จะมีการกำหนดให้มีอินเทอร์เน็ตเดียวกันที่ทำการส่งไปยังบิลลิงเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งข้อมูลที่ส่งไปให้บิลลิงเซิร์ฟเวอร์ จะเรียกว่า Call data record หรือ Charging data record (CDR)



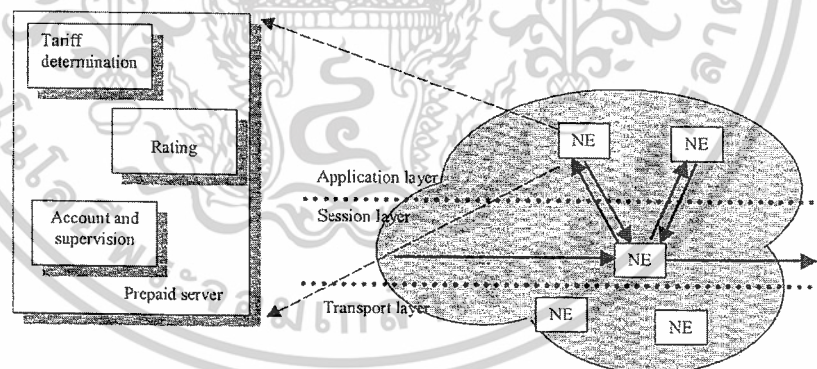
รูปที่ 2.26 แสดงสถาปัตยกรรมแบบโพสต์เพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลในส่วนต่างๆ ในเครือข่าย ที่อยู่นอกขอบเขตของพ่อค้าปลีก จะต้องส่ง ไปให้ Interbilling server ซึ่งเมื่ออยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้รับ บิลลิงเซิร์ฟเวอร์ จะทำการสร้างข้อมูลที่จะใช้ในการทำใบแจ้งหนี้ลูกค้า เส้นประในรูปที่ 2.26 ระหว่าง ลูกค้าและบิลลิงเซิร์ฟเวอร์ แสดงให้เห็น ภาพความเป็นไปได้ของ การชำระค่าใช้บริการของลูกค้าแบบออฟไลน์

2.5.2 สถาปัตยกรรมแบบพรีเพด (Prepaid Architecture)

เป็นทางเลือกที่สามารถป้องกันการใช้เกินเครดิตหรือเกินบัญชีได้ จึงส่งผลให้ พรีเพด จำเป็นต้องมีการตรวจสอบยอดเงินคงเหลือในบัญชีแบบเรียลไทม์ หมายความว่าบัญชีจะถูกหักเงินทันทีที่มีการใช้งาน ไม่ใช่ตอนจบเซสชัน ดังนั้นจะต้องมีศูนย์กลางที่จะคอยตรวจสอบบัญชี พรีเพดและ ข้อมูลทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าบริการ ซึ่งถ้าเรามองไปยังสถาปัตยกรรมของ โปสเพดในรูปที่ 2.26 จะเห็นว่า ข้อมูลของกระบวนการคำนวณค่าบริการ จะอยู่ที่บิลลิง เซิร์ฟเวอร์ อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลต่างๆจะถูกส่งไปให้บิลลิงเซิร์ฟเวอร์ ณ ตอนจบ เซสชันและในระหว่างช่วงที่ยังไม่จบเซสชัน หรือเมื่อมีเหตุการณ์สำคัญเกิดขึ้น การเก็บบัญชีของ แบบพรีเพดที่บิลลิงเซิร์ฟเวอร์ หรือหลังบิลลิงเซิร์ฟเวอร์จะทำให้มีความเสี่ยงที่จะใช้เงินเกินเครดิต กล่าวคือ เราต้องการสถาปัตยกรรมที่มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าบริการทุกอย่าง ที่สามารถ นำไปใช้ได้ทันทีที่เป็นศูนย์กลาง ซึ่งสามารถใช้งาน ได้พร้อมๆกันซึ่งวิธีที่จะแก้ปัญหานี้ก็คือ การ เลือกใช้ 3GPP แล้วจำกัดพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการคำนวณค่าบริการ ซึ่งสามารถหาได้จาก Normal signaling

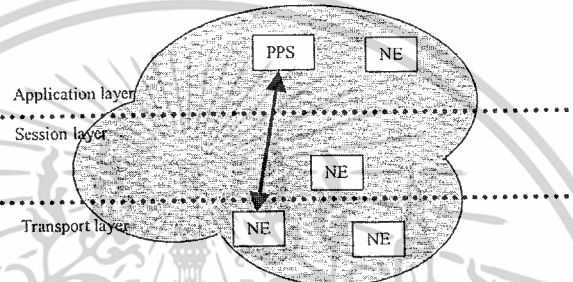


รูปที่ 2.27 แสดงสถาปัตยกรรมแบบพรีเพด

จากสถาปัตยกรรมลักษณะนี้ ในส่วนของการจัดการกับบัญชีต่างๆ จะทำให้ส่วนต่างๆ ใน เครือข่ายที่แอปพลิเคชันเลเยอร์ในส่วนของเครือข่ายของลูกค้าเอง ซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณ ทุกอย่างจะถูกส่งในลักษณะเป็นวงจร ผ่านพรีเพดเซิร์ฟเวอร์ (Prepaid Server: PPS) ถ้าหากเงินใน

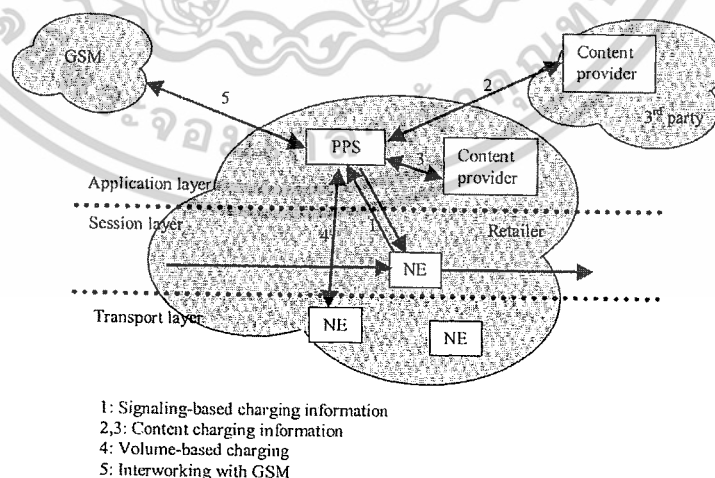
บัญชีของลูกค้าไม่พอในการใช้บริการ ก็จะมีการยกเลิกเซสชัน ซึ่งจะส่งโดยพีเรียดเซิร์ฟเวอร์ไปยังเซสชันเลเยอร์

จุดอ่อนของสถาปัตยกรรมพีเรียดคือ ไม่สามารถให้การคำนวณค่าใช้บริการโดยคำนึงจากขนาดของข้อมูลได้ ซึ่งโดยปกติแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขนาดนั้น จะรู้ได้เฉพาะ ทรานสปอร์ตเลเยอร์เท่านั้น และไม่สามารถมองเห็นได้ในเมซเซจที่ส่งสัญญาณหากัน (Signaling message) การที่ทรานสปอร์ตเลเยอร์จะรายงานไปให้กับพีเรียดเซิร์ฟเวอร์นั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากการอนุญาตให้ส่งข้อมูลการตรวจสอบเครดิต จะทำให้เกิดโหลดที่สูงในส่วนต่างๆในเครือข่ายได้ เพราะฉะนั้นการติดตั้งและการตรวจสอบขนาดจะทำให้เกิดเป็นข้อเสียขึ้นได้ ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 แสดงการคำนวณค่าใช้บริการ โดยคำนึงถึงขนาดของข้อมูลแบบพีเรียด

ข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณค่าใช้บริการแบบที่คำนึงถึงจำนวนข้อมูล ไม่ได้มีการแสดงในเมซเซจที่ส่งสัญญาณหากันที่ส่งไปยังพีเรียดเซิร์ฟเวอร์เช่นกัน ดังนั้นจึงต้องมีอินเตอร์เฟซแยกต่างหากระหว่าง พีเรียดเซิร์ฟเวอร์กับเซิร์ฟเวอร์ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบเครดิต รวมทั้งข้อมูลการคิดค่าใช้บริการสำหรับข้อมูลอีกด้วย



รูปที่ 2.29 แสดงให้เห็นภาพรวมของอินเตอร์เฟซของพีเรียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.29 แสดงให้เห็นภาพรวมของอินเทอร์เน็ตเฟสต่างๆ ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งมีอินเทอร์เน็ตที่เพิ่มเติมเข้ามาในช่วงของระยะเริ่มต้นของเครือข่ายแบบ 3G คือ จีเอสเอ็ม โดเมน (GSM domain) บริการของ 3G จึงยังไม่มีที่ทุกหนทุกแห่ง กล่าวคือ 3G ครอบคลุมเพียงแค่ประมาณเกาะเล็กๆเท่านั้น เมื่อลูกค้าออกนอกบริเวณที่ไม่มีสัญญาณ 3G แล้วก็จะเปลี่ยนไปใช้ 2G หรืออื่นๆ ซึ่งการเปลี่ยนเครือข่าย ระหว่างสองโดเมนเป็นสิ่งที่ไม่ควรให้เกิดขึ้น เพราะจะส่งผลให้สัญญาณของเสียงขาดไปได้ ส่วนการที่มี 2 บัญชีคือ ทั้ง 2G และ 3G นั้นจะทำให้มีความซับซ้อนยุ่งเหยิงเมื่อมีการย้ายจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง และการมีสองบัญชี จะทำให้ลูกค้ามีภาระมากขึ้นในการที่จะต้องคอยตรวจสอบยอดเงินคงเหลือในบัญชีทั้งสอง ซึ่งอินเทอร์เน็ตระหว่างพีเรียดเซอร์ฟเวอร์ของ 3G โดเมน กับ 2G โดเมน นั้นอนุญาตให้มีเพียงบัญชีเดียวเท่านั้น โดยข้อมูลของบัญชีจะเก็บใน 3G โดเมน เมื่อไรก็ตามที่มีการเติมเงินเข้าบัญชีในขณะที่อยู่ใน 2G โดเมน ในส่วนการควบคุมการเงินของเซิร์ฟเวอร์ (Cost control server) ใน 2G โดเมนจะไม่มีหน้าที่รับผิดชอบในการที่ลูกค้าได้เติมเงินแต่จะทำการแจ้งให้ไปยังส่วนการควบคุมการเงินของเซิร์ฟเวอร์ใน 3G โดเมนแทน

2.6 Call Detail Records (CDR), Rating and Billing

Call detail record คือ การจัดเก็บข้อมูลการโทรของโทรศัพท์ในระบบโดยละเอียด ซึ่ง Call Detail Record รู้จักกันในนาม Statin Message Detail Record (SMDR) โดยภายในจะมีการเก็บข้อมูลเป็นไฟล์ข้อมูลที่จะบันทึกเกี่ยวกับการโทรแบบ Single call หรือ เซลล์ CDR ไม่มีรูปแบบที่ตายตัว (fixed) เนื่องจากจะขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการและบางโปรแกรมก็มีความสามารถให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าต่างๆเองได้ด้วย

ในช่วงแรกๆ CDR เป็นผลที่ได้ออกมาจากซีเรียลพอร์ตของอุปกรณ์โทรคมนาคม เช่น RS-232-C ซึ่งในยุคเริ่มแรกจะเก็บในรูปแบบของสื่อสมัยก่อนที่เรียกว่า shipping paper tape แต่ปัจจุบัน CDR เก็บอยู่ในรูปแบบของไฟล์ ในรูปแบบของแถบแม่เหล็ก (magnetic tape) ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากซอฟต์แวร์ Call Accounting โดยใช้วิธีการหยั่งสัญญาณ (Polling) หรือ เอฟทีพี (File Transfer Protocol) และข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปตรวจสอบ, ทำการปรับรูปแบบของข้อมูล และนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการรวมกันเพื่อการประมวลผลแบบอื่นๆต่อไป การทำสิ่งเหล่านี้จะมีซอฟต์แวร์ที่คอยทำการสร้างและจัดการกับ CDR ซึ่งเครื่องมือนี้รู้จักกันในชื่อว่า Automatic Message Accounting (AMA) เครื่องมือส่วนใหญ่ในปัจจุบันนี้จะเป็นตู้สาขา (Private Branch Exchange) หรือ ซอฟต์แวร์สวิตช์ (softswitch) ซึ่งจะใช้สัญญาณลักษณะจุลภาคในการแบ่งส่วนของข้อมูลที่จะทำการเก็บลงฐานข้อมูล และกระบวนการต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะเรียกว่า Mediation ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนมากและข้อมูลเหล่านี้อาจทำให้บริษัทที่ให้บริการโทรศัพท์เกิดการสูญเสียรายได้ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดต่างๆได้และในเวลาเดียวกันขนาดของ CDR ที่ถูกนำไปประมวลผลนั้นก็มีความมหาศาลด้วยจึงเป็นเรื่องยากที่จะสามารถเข้าใจในกระบวนการนี้ได้ นอกจากนี้ CDR เป็นสิ่งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเสนอถึงรายได้ของบริษัทที่ให้บริการ โทรศัพท์อีกด้วย โดยบริษัทที่ให้บริการ โทรศัพท์ที่มีขนาดใหญ่ นั้นจะมีการนำกระบวนการ Mediation ไปทำงานบนสาร์คว์แวร์ที่มีการทำงานแบบขนานขนาดใหญ่, มีประสิทธิภาพมากและยังทนต่อความผิดพลาดอีกด้วย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า CDR เป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งในการทำงาน

ในเครือข่ายโทรศัพท์ธรรมดา ระบบที่ทำการสร้าง CDR จะมีชื่อเรียกว่า Network Element ส่วนระบบที่ประมวลผล CDR จะมีชื่อเรียกว่า Operations Support System (OSS) ซึ่งทั้ง 2 อุปกรณ์นี้เป็นอุปกรณ์ที่แยกออกจากกัน โดยการทำงานคือ CDR จะมีการเก็บเป็น Network Element จากนั้นจะทำการส่งต่อไปให้กับส่วนของ Operations Support System ซึ่งการทำงานแบบนี้จะเรียกว่า CDR Collection หรือ Simple Call Collection

ในการทำงานของ VoIP และซอฟต์แวร์ CDR ส่วนใหญ่จะถูกสร้างขึ้นและถูกประมวลผลบนระบบเดียวกัน โดยกระบวนการที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกระบวนการ Mediation จะมีความซับซ้อนที่น้อยกว่า แม้ว่าแหล่งกำเนิดของ CDR นั้นมีความหลากหลายตามลักษณะภูมิศาสตร์, ความเร็วของเครือข่ายสวิตซ์ (fast packet switched networks), การอำนวยความสะดวกในเรื่องของการแชร์ไฟล์ และทรัพยากรข้อมูลซึ่งมีอยู่ทั่วทุกหนแห่ง นอกจากนี้ Mediation และบิลลิ่ง (Billing) ยังคงมีความท้าทายน้อยกว่าในการใช้บริการ โทรศัพท์ทั่วไปอีกด้วย

เมื่อมีการเก็บข้อมูลของ CDR, การตรวจสอบความถูกต้องของ CDR และปรับข้อมูลเหล่านี้ให้เป็นมาตรฐานและรวบรวมข้อมูลเป็นหนึ่งเดียวแล้ว ข้อมูลเหล่านี้ก็จะถูกนำไปคำนวณออกมาเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการโทรในแต่ละครั้ง โดยจะมีการอ้างอิงถึงรายละเอียดต่างๆที่อยู่ภายในเรคคอร์ด CDR ที่อาจจะเป็น แถวเดียวหรือหลายๆแถว ซึ่งกระบวนการนี้เรารู้จักกันในชื่อว่า Rating (การกำหนดอัตรา) โดยจะทำให้เสร็จสมบูรณ์ได้โดยการใช้เรตติ้งเอนจิน (Rating engine) ซึ่ง เรตติ้งเอนจินนี้อาจจะเป็นส่วนหนึ่งของระบบบิลลิ่งหรืออาจจะเป็นกระบวนการเบื้องต้นซึ่งอยู่ด้านนอกของระบบบิลลิ่ง และในบางครั้งระบบบิลลิ่งจะทำการเพิ่มค่าใช้จ่ายเมื่อสิ้นสุดการทำการกำหนดอัตรา ในส่วนของแต่ละบัญชี เพื่อที่จะนำไปคิดยอดรวมและสร้างใบแจ้งการชำระค่าใช้บริการออกมา ซึ่งขั้นตอนสุดท้ายของ CDR จะจบลงที่การออกใบแจ้งชำระค่าใช้บริการออกมาได้

2.6.1 CDR collection

CDR collection เป็นการเก็บข้อมูลลงในตัวบันทึกความจำในรูปแบบของ Call Detail Records โดยอาศัยจากโครงสร้างพื้นฐานของเครือข่าย VoIP

ระบบ CDR collection จะคำนวณระยะเวลาการโทรจากแต่ละ INVITE และ BYE เมซเซจที่สร้างขึ้นโดยซิปพรอกซี (SIP proxy) ในขณะที่ยังมีการรับประกันได้ว่า CDR collection จะได้รับ BYE เมซเซจอย่างแน่นอน ดังนั้นจึงมีวิธีการที่จะรับประกันดังนี้

- ทำการจับคู่ข้อมูลจากซีพพรอกซีกับข้อมูลการโทรจากเกตเวย์ของโครงข่ายโทรศัพท์สาธารณะ(ในกรณีที่มีการโทรออกไปยังชุมสายโทรศัพท์)
- ทำการจับคู่ข้อมูลจาก SBC (Session Border Controller) สำหรับ IP call (VoIP) โดยขณะที่ SBC ยังคงอยู่ในเส้นทางของสื่อกลางนั้นซึ่งจะทำให้สามารถระบุความถูกต้องของข้อมูลที่มีการรับส่งกันล่าสุด

2.6.2 CDR mediation

CDR mediation เป็นกระบวนการที่อยู่ตรงกลางของการทำบิลลิ่ง ซึ่งจะทำการหลังจากที่ทำการรวบรวม CDR collection เสร็จสิ้นแล้ว ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการที่จะมั่นใจได้ว่าการโทรทั้งหมดจะต้องได้รับการชำระเงินจากบุคคลที่เป็นผู้ที่ทำการโทรจริงๆ และมีการจัดการค่าธรรมเนียมอย่างเป็นธรรม

CDR mediation ประกอบไปด้วยหลายๆกระบวนการที่เป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการจัดเตรียม VoIP Call Detail Record สำหรับการบิลลิ่งโดยจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- Normalization

เป็นกระบวนการที่ทำให้ข้อมูลทุกส่วนเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยการทำการแก้ไขหรือปรับปรุงข้อมูลที่ไม่จำเป็น, ไม่สอดคล้อง กับรูปแบบของ CDR ต่างๆออกไป เพื่อให้เป็นไปตามแผนการของการปรับตัวเลขให้สอดคล้องกันโดยใช้อุปกรณ์ประเภทสวิตช์ซิง (switching) เช่น

Caller ID normalization

SIP caller ID “blue” < sip:999560003@ag-projects.com:user=phone>

จะถูกปรับไปเป็น

sip:999560003@ag-projects.com

ซึ่งสอดคล้องกันกับข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลของผู้ให้บริการ โทรศัพท์

Destination normalization

0235468104@gateway.com เป็นปลายทางสำหรับการ โทรซึ่งเป็นปลายทางที่อยู่ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งอาจจะมีการลบเลขศูนย์ที่อยู่ในตำแหน่งแรกออกไปและทำการแทนที่ด้วยตัวเลข 0031 ซึ่งหลังจากที่ทำ Destination normalization แล้วจะเปลี่ยนเป็น 0031235468104@gateway.com ซึ่ง 0031 นั้นจะสอดคล้องกับอัตราค่าใช้บริการ โทรศัพท์ และจะถูกนำไปใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการโทร ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ ตารางอัตราค่าใช้บริการที่ปลายทางในการโทรระหว่างประเทศ (00 + Country code + Subscriber number)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Disconnection Code normalization

ตัวอย่าง: Cisco release codes มีการเก็บในลักษณะเลขฐาน 16 ซึ่งสอดคล้องกับ Q931

ISDN release codes ซึ่งกำหนดโดย ITU

2.6.3 Rating

เรตติ้ง (Rating) เป็นกระบวนการที่มีการกำหนดราคาของการโทรทุกครั้งอยู่บนพื้นฐานของตารางการเรตติ้ง ซึ่งการเรตติ้งอาจมีการปรับใช้ที่แตกต่างกันออกไปตามการจราจรของการโทรแบบ ชุมสายโทรศัพท์ (PSTN) มากกว่า เอ็นจีเอ็น (NGN) โดยพีเอสทีเอ็น เรตติ้ง (PSTN rating) อาจจะขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

- ช่วงเวลาของวัน
- วันธรรมดาของสัปดาห์
- วันหยุด เสาร์-อาทิตย์ ของสัปดาห์
- ระยะเวลาในการโทร
- หมายเลขปลายทาง เช่น รหัสประเทศ หรือรหัสโทรศัพท์เคลื่อนที่
- ประเภทของการใช้บริการ
- การจราจรของเครือข่าย

วิธีการโทรศัพท์ที่มีอัตราค่าธรรมเนียมที่หลากหลาย โดยจะขึ้นอยู่กับ ช่วงเวลาของวัน (ช่วงชั่วโมงที่มีการใช้งานโทรศัพท์สูงสุด) เอนจินเรตติ้ง (Engine rating) ควรที่จะสามารถแบ่งระยะเวลาการโทรโดยแยกตามอัตราค่าบริการที่สอดคล้องกัน

ตัวอย่าง: ระยะเวลาการโทร 41 วินาที ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือก่อนและหลังเที่ยงคืน

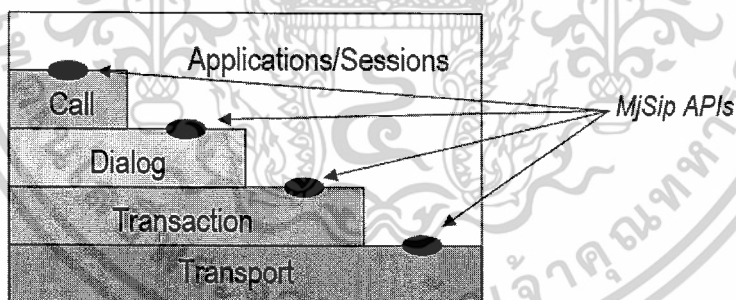
```
ConnectFee: 0.0454
--
Span: 1
Duration: 11 s
Traffic: 208178 bytes
Appl: Audio
Dest: 31620 Nederland mobiel
Cust: default
Profile: 421 for weekday
Rate: 422 for 19-24h
DurationRate: 0.2040 / 60 s
TrafficRate: 0.0000
ApplRate: 0.0000
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Price: 0.0374
 --
 Span: 2
 Duration: 30 s
 Traffic: 208178 bytes
 Appl: Audio
 Dest: 31620 Nederland mobiel
 Cust: default
 Profile: 421 for weekday
Rate: 422 for 0-8h
 DurationRate: 0.2040 / 60 s
 TrafficRate: 0.0000
 ApplRate: 0.0000
 Price: 0.102

2.7 สถาปัตยกรรมของ MjSip

จากข้อกำหนดของสถาปัตยกรรมของ SIP ใน RFC 3261 คือ โครงสร้างหลักของ MjSip มีการแบ่งออกเป็น 3 เลเยอร์ ได้แก่ Transport, Transaction และ Dialog และมีเลเยอร์บนสุดเพิ่มเติมเข้ามาคือ Call Control และ Application level ดังรูป



รูปที่ 2.30 แสดงสถาปัตยกรรมเลเยอร์และ APIs

2.7.1 สถาปัตยกรรมเลเยอร์และ APIs

2.7.1.1 Transport Layer

Transport เลเยอร์ เป็นเลเยอร์ที่อยู่ชั้นล่างสุด โดยชั้นนี้จะเตรียมการขนส่ง SIP message ที่ใช้ในการส่ง SipProvider ซึ่งเป็นออปเจ็กของ MjSip ที่มีหน้าที่ในการบริการการขนส่งให้กับเลเยอร์ชั้นบนทั้งหมด นอกจากนี้ยังรับผิดชอบในการรับและส่ง SIP message ผ่านเลเยอร์ที่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าด้วย แต่จะมีโปรโตคอล Transport ที่แตกต่างกัน รวมไปถึงการแบ่ง message ที่เข้ามา ไปยังเอนติตี้ของเลเยอร์บนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งทุกๆ SIP element ควรจะใช้ API ของ SipProvider เมื่อมีความต้องการที่จะเข้าถึงบริการ Transport ของ MjSip

2.7.1.2 Transaction Layer

ทรานแซกชันเลเยอร์ เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของซิป กล่าวคือทรานแซกชัน คือการร้องขอและการตอบสนอง ข้อความที่ถูกส่งโดยไคลเอน จะเรียกว่าทรานแซกชันไคลเอน (Transaction client) ซึ่งจะคู่กันกับ ข้อความที่ถูกส่งกลับมาโดยเซิร์ฟเวอร์ จะเรียกว่า ทรานแซกชันเซิร์ฟเวอร์ (Transaction server) โดยเลเยอร์นี้มีหน้าที่คอยจัดการ การส่งข้อความเข้าไปกับเลเยอร์ที่อยู่บนเลเยอร์นี้, ทำหน้าที่จับคู่การร้องขอให้ตรงกับกาตอบสนองที่ต้องการ รวมไปถึงการจัดการเกี่ยวกับเวลาในการรอ (Timeout) โดยการรับและส่งข้อความของ ทรานแซกชันเลเยอร์จะทำการรับและส่งผ่านทาง ทรานสปอร์ตเลเยอร์ (Transport layer)ซึ่งในการทำงานของ ยูสเซอร์เอเจนต์ไคลเอนนั้นจะเกิดขึ้นในลักษณะเป็นชุดของทรานแซกชัน ซึ่งยูสเซอร์เอเจนต์ ควรที่จะใช้ ทรานแซกชันเลเยอร์เพื่อทำหน้าที่เป็น stateful proxies แต่ถ้าเป็น stateless proxies นั้นจะไม่มีการใช้ทรานแซกชันเลเยอร์ ซึ่งชนิดของ ทรานแซกชัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. two-way transactions
2. three-way transactions

2.7.1.3 Dialog Layer

ไดอะล็อกเลเยอร์จะมีการผูกติดกับ ทรานแซกชัน ต่างๆ ซึ่งอยู่ภายในเซสชันเดียวกัน โดยไดอะล็อก มีความสัมพันธ์แบบ peer-to-peer ระหว่าง ยูสเซอร์เอเจนต์ 2 ฟังก์ที่กำลังติดต่อกันอยู่ ซึ่งไดอะล็อกจะช่วยทำให้แมชเชจต่างๆ มีลำดับและเส้นทางของการร้องขอที่ต้องการระหว่าง ยูสเซอร์เอเจนต์ ซึ่งตามข้อกำหนดของมาตรฐาน RFC 3261 นั้น เมธอด INVITE จะทำการสร้างไดอะล็อกขึ้นมา (เรียกว่า Invite dialog) ซึ่งมีการนำไปใช้งานได้โดยใช้คลาส InviteDialog ของ MjSip นอกจากนี้ที่จะทำงานตามเมธอด INVITEแล้ว ยังมีการจัดการตามเมธอด CANCEL ด้วย

2.7.1.4 Call Control Layer

คอลคอนโทรลเลเยอร์ เป็นส่วนที่ช่วยทำให้ซิปคอลสามารถทำงานได้จริงอย่างครบถ้วนโดยการใช้ คอล เอพีไอ เนื่องจาก คอล เอพีไอ สนับสนุนอินเตอร์เฟสที่ใช้งานง่ายในการจัดการ ซิปคอลขาเข้า และ ซิปคอลขาออก

MjSip ได้มีการเตรียมเอพีไอสำหรับการเข้าถึงซิปเลเยอร์ทั้ง 4 เลเยอร์ โดยในการใช้งานสามารถนำ เอพีไอไปใช้งานตาม 4 เลเยอร์ข้างต้นได้ ตามลำดับ

1. คลาส Call หรือ ExtendedCall

2. คลาส InviteDialog

3. คลาส ClientTransaction, ServerTransaction, InviteClientTransaction และ InviteServerTransaction

4. คลาส SipProvider

นอกจากนั้น MjSip ยังได้เตรียมเอพีไอสำหรับการจัดการเกี่ยวกับ SIP message, SDP syntax และ Encoding ซึ่งอยู่ในคลาสต่างๆ เหล่านี้

- คลาส Message MessageFactory
- คลาส Header MultipleHeader FromHeader ToHeader ViaHeader และอื่นๆ
- คลาส SessionDescription Timer

2.7.2 คลาสและเมธอดต่างๆ ที่สำคัญ

2.7.2.1 Class UserAgent

เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็น ยูสเซอร์เอเจนต์ ตามรูปแบบของซิปโดยสามารถเป็นได้ทั้ง User Agent Client (UAC) และ User Agent Server (UAS) อีกทั้งยังมีการรวมแอปพลิเคชันเสียงและภาพเคลื่อนไหว เข้าไว้ภายใน แต่ก็ยังสามารถใช้มีเดีย แอปพลิเคชันภายนอกตัวอื่นๆ ได้นอกจากนั้นยังสามารถทำให้ทำการโทรได้เนื่องจาก มีการอิมพลิเมนต์คลาส CallListener และ คลาส ExtendedCallListener

เมธอดที่สำคัญได้แก่

- accept() คือ การรับสายที่โทรเข้ามา
- hangup() คือ การวางสายที่กำลังสนทนาอยู่
- call() คือ โทรไปยังปลายทาง จะทำหน้าที่เป็น UAC
- listen() คือ รอรับสาย จะทำหน้าที่เป็น UAS
- onCallIncoming() คือ การจัดการเมื่อมีสายเข้า

2.7.2.2 Class SipProvider

เป็นคลาสที่มีหน้าที่คอยรับและส่งซิปแมชเชจ โดยจะมีการรับข้อความมาจากเลเยอร์บนและส่งต่อไปยังซิป เอนติตี้ ที่อยู่ในช่วงเชื่อมต่อถัดไปผ่านทางซ็อกเก็ต socket (TCP หรือ UDP) นอกจากนี้ยังมีการรับซิปแมชเชจมาจากเนตเวิร์คผ่านทาง TCP/UDP เลเยอร์จากนั้นจะทำการแบ่งและส่งต่อไปยังเอนติตี้บนอย่างถูกต้องเหมาะสม ได้แก่ Transaction entity, Dialog entity หรือ application entity

เมื่อ SipProvider ได้รับข้อความใหม่เข้ามาจากเอนติตี้ด้านบน SipProvider จะทำการตัดสินใจว่าจะเลือกส่งต่อไปยังซิปเอนติตี้ในโหนดใดเป็น โหนดถัดไปโดยพิจารณาเลือกที่ทรานส

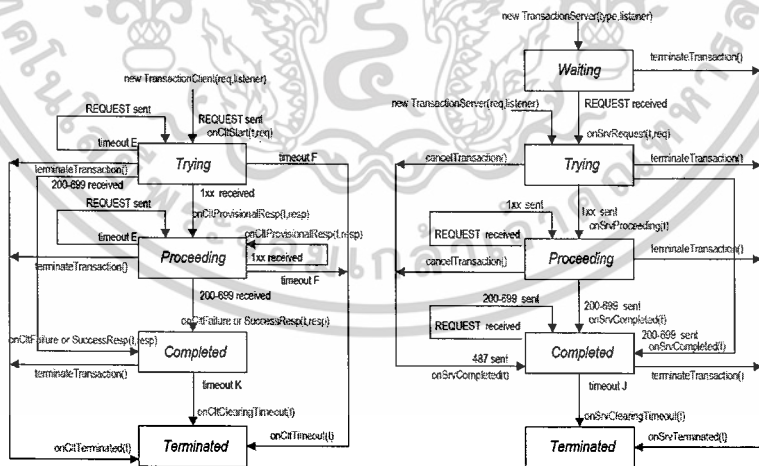
ปอตโปรโตคอลที่เหมาะสม จากนั้นทำการส่งต่อข้อความนั้นออกไป ในกรณีของ SIP request, SipProvider จะพิจารณาว่าจะส่งไปให้โหนดถัดไปเป็นโหนดไหนนั้น จะขึ้นอยู่กับฟิลด์ To, Route, Contact ที่อยู่ใน Header ของ Message และขึ้นอยู่กับค่าการปรับแต่ง outbound-proxy ที่อยู่เฉพาะที่ ส่วนในกรณีของ SIP response นั้น จะพิจารณาจากฟิลด์ Via sent-by, received, rport ที่อยู่ใน Header ของ Message

เมื่อ SipProvider ได้รับข้อความใหม่เข้ามาจากเลเยอร์ที่ต่ำกว่า SipProvider จะตัดสินใจเลือกส่งต่อไปยัง entity ด้านบนอย่างเหมาะสม โดยจะพิจารณาจาก transaction-id, dialog-id และชนิดของข้อความที่ลงทะเบียนไว้กับ SipProvider listener ที่คู่กันกับ entity ด้านบน เมธอดที่สำคัญได้แก่

- addSipProviderListener()
มีการเพิ่ม Listener เพื่อใช้ในการจับ message ทุกประเภทที่เข้ามา
- onIncomingConnection()
การจัดวิธีการเมื่อมี Connection เข้ามา
- onReceivedMessage()
การจัดวิธีการเมื่อมี SIP message ใหม่เข้ามา

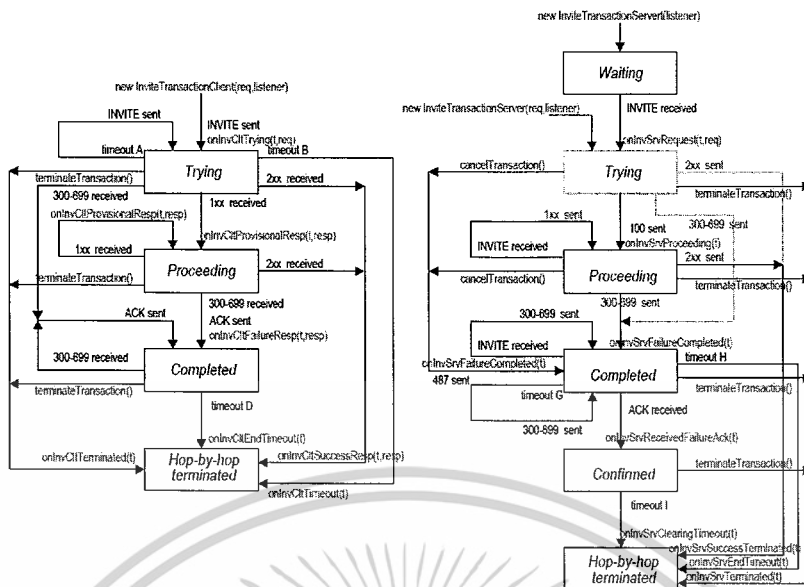
2.7.2.3 Class Transaction

คลาสนี้มีการนำไปใช้งานต่างๆ ได้แก่ ClientTransaction, ServerTransaction, InviteClientTransaction และ InviteServerTransaction ซึ่งจะแสดงในรูปแบบของ state machine ดังรูป



รูปที่ 2.31 แสดงรูปแบบของ Non-Invite Transaction Client และ Transaction Server

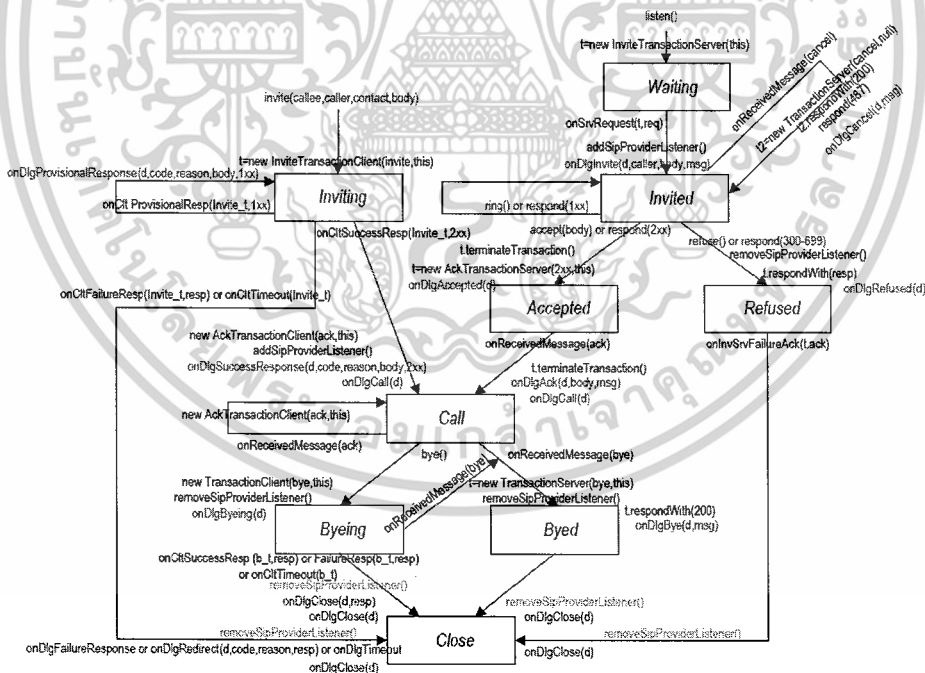
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 แสดงรูปแบบของ Invite Transaction Client และ Transaction Server

2.7.2.4 Class Dialog

มีการนำคลาส InviteDialog ไปใช้งาน ซึ่งจะแสดงในรูปของ state machine ดังรูป



รูปที่ 2.33 แสดงรูปแบบของ Invite Dialog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.5 Class Call

เป็นคลาสที่ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการโทรในรูปแบบของ SIP call ทั้งสายโทรเข้า และสายโทรออกซึ่งมีเมธอดที่สำคัญได้แก่

- accept()
- hangup()
- call()
- bye()
- hangup()
- cancel()

2.7.3 เหตุผลที่ทำการเลือก MjSip มาพัฒนา SIP แอปพลิเคชัน

- MjSip เป็นไลบรารีที่มีการสนับสนุนในการพัฒนาโดยใช้ภาษาจาวา ส่งผลให้หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาสำเร็จแล้ว จะสามารถนำไปใช้บนแพลตฟอร์มใดๆ ก็ได้ นอกจากนี้ผู้พัฒนามีความเห็นว่าภาษาจาวาเป็นภาษาที่ใช้ทำงานง่าย และผู้พัฒนามีความชำนาญทางด้านภาษาจาวามากกว่าภาษาอื่นๆ จึงทำให้ใช้เวลาในการเรียนรู้เพื่อนำมาพัฒนาน้อยกว่าการเรียนรู้ภาษาอื่นๆ
- ด้วยคุณลักษณะสำคัญของ MjSip มีความน่าสนใจ จึงทำให้เป็นเหตุผลที่ทำให้เลือกใช้ MjSip
- เนื่องจากในการนำ MjSip ไปใช้งานนั้นสามารถทำได้ง่าย
- เนื่องจากมีเอกสารอ้างอิงที่ได้อธิบายถึงรายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานของ MjSip ว่ามีการทำงานอย่างไร รวมไปถึงการอธิบายถึงวิธีการนำ MjSip มาใช้ในการพัฒนาเป็น SIP แอปพลิเคชัน ว่ามีวิธีการอย่างไร
- MjSip เป็นไลบรารีที่ค่อนข้างจะมีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับในการใช้งาน เนื่องจากในปัจจุบันนี้มี คณะวิศวกรรมสารสนเทศของมหาวิทยาลัย Parma และ มหาวิทยาลัย Roma นำ MjSip ไปใช้ในการวิจัย นอกจากนี้ MjSip กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์โดยบริษัท PointerCom อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ภาษาจาวา (Java)

2.8.1 ความเป็นมาของภาษาจาวา (Java)

Java ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Sun Microsystems ซึ่งมีความเป็นมาเริ่มจากในช่วงปี 1990s บริษัท Sun Microsystems ได้สร้างโปรแกรมภาษาขึ้นมาใหม่ชื่อว่า “Oak” เป็นชื่อภายในที่ถูกนำไปใช้โดยสินค้าอื่นของ Sun แล้ว ดังนั้นชื่อจึงไม่เหมาะสมเท่าที่ควร หลังจากนั้นอีกไม่กี่ปีต่อมา Sun ก็มีความพร้อมที่จะผลักดันให้ Oak ถูกนำมาใช้ในธุรกิจอย่างจริงจังเสียที แต่ชื่อ “Oak” ยังไม่ผ่านการพิจารณา และเมื่อเสนอชื่ออื่นๆขึ้นมาก็ยังไม่ผ่าน จนกระทั่ง มีผู้เสนอชื่อ จาวา (Java) ซึ่งทุกคนเห็นพ้องต้องกัน และตั้งแต่นั้นมา Java ก็ถูกนำมาใช้เป็นที่ชื่อของภาษาโปรแกรม ภาษาแบบใหม่ในทันที โดยอีกความหมายหนึ่งก็เป็นชื่อของกาแฟชนิดหนึ่งหรือเป็นชื่อของเกาะ “ชวา” ก็ได้ ก่อนที่จะมาเป็น Java นั้น Oak เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการทำงานร่วมกับระบบต่างๆ ในเครื่องใช้ไฟฟ้าของผู้บริโภคทั่วไปโดยจะใช้ทำงานในส่วนที่เป็นลักษณะการทำงานเฉพาะตลอดเวลาที่มีการพัฒนา มีสิ่งที่จะต้องเพิ่มเติมจากคุณลักษณะอื่นๆ ของแอปพลิเคชัน ที่สร้างขึ้นในขณะนั้น ได้แก่ ต้องการรูปแบบใหม่ๆ ของ ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) ต้องการขั้นตอนการวางเครือข่ายที่ง่ายขึ้น และต้องการให้ระบบการเขียน โปรแกรมสามารถสนับสนุนการพัฒนาระบบได้ดียิ่งขึ้น

ในช่วงแรก Java สนับสนุนการทำงานเฉพาะเว็บเบราว์เซอร์ที่เรียกว่า “Hotjava” เท่านั้น มีรูปแบบการทำงานคือ ใช้การฝังตัว (Embedded) ของโปรแกรม จาวา (Java) ในรูปแบบของ แอปเพลต (Applet) ไปกับเว็บเบราว์เซอร์ของ Microsoft และ Netscape ตั้งแต่นั้นมา Java จึงได้รับความนิยมอย่างสูง และถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในทางการค้า โดยผู้พัฒนา และหน่วยงานต่างๆ จนมาถึงในปี 1998 Sun ได้ออก JDK รูปแบบใหม่ เรียกว่า Java 2 Platform และใช้ชื่อที่เป็นทางการของ Java รูปแบบใหม่นี้ว่า “Java 2 SDK, Standard Edition (J2SDK)” สำหรับการพัฒนาจาวา (Java) ต่อๆไป จะเป็นการพัฒนาบน J2SDK นี้ ให้มีรูปแบบการทำงานที่ดีขึ้น

2.8.2 ลักษณะที่โดดเด่นของจาวา (Java)

ลักษณะที่โดดเด่นของ จาวา (Java) คือเป็นภาษาที่ได้รับความนิยมอย่างมาก โดยใช้ระยะเวลาเพียงไม่นานเมื่อเทียบกับภาษาอื่นที่ใช้ ทั้งที่ จาวา (Java) ไม่ได้เป็นภาษาที่สมบูรณ์แบบนัก แต่เนื่องจากโครงสร้างของจาวา (Java) สามารถรองรับการทำงานกับการพัฒนาในอนาคตได้หลากหลาย บวกกับแนวคิดและวิธีที่ใช้สร้าง โปรแกรมของ จาวา (Java) เอง รวมถึงคุณสมบัติอื่นๆ ที่สนับสนุน ได้แก่

ผู้ที่เคยใช้โปรแกรมที่ได้รับความนิยมอื่นๆมาก่อน เช่น C, C++ และ Smalltalk สามารถใช้โปรแกรม จาวา (Java) ได้อย่างคุ้นเคย เนื่องจาก จาวา (Java) ได้ดึงเอาคุณสมบัติที่ดีของภาษาเหล่านี้มาปรับปรุงให้ใช้งานได้ง่าย และมีประสิทธิภาพมากขึ้นมีการทำงานที่ติดต่อกับเว็บเพจอย่างใกล้ชิด

จึงทำให้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากสามารถรองรับการทำงานกับภาษาโปรแกรมอื่นๆในอนาคตได้ทุกภาษาจาวา (Java) ใช้หลักการของ Object Orientation ซึ่งเป็นรูปแบบภาษาการเขียนโปรแกรมแบบใหม่ที่มีข้อดีมากมาย

เขียนโปรแกรมน้อยลงเนื่องจาก จาวา (Java) สนับสนุนคุณสมบัติของการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) ทำให้แอปพลิเคชัน ที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก และสามารถนำไปใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันอื่นๆได้อย่างเหมาะสม ภาษาจาวา (Java) เป็นภาษาที่ใช้งานได้ฟรี และไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆเขียนโปรแกรมเพียงครั้งเดียวสามารถนำไปใช้ได้ทุกระบบปฏิบัติการ(platform)

2.8.3 Java Class Libraries

โปรแกรม จาวา (Java) ประกอบขึ้นด้วยส่วนต่างๆ ที่เรียกว่า “คลาส (Class)” ภายในคลาสประกอบด้วยส่วนการทำงานที่เรียกว่า “เมธอด (Method)” ซึ่งจะทำหน้าที่แสดงผลของการทำงานและส่งข้อมูลกลับมาเมื่อทำงานนั้นๆเสร็จ ในการสร้างโปรแกรมจะใช้วิธีเขียนคลาสแยกออกเป็น 1 ไฟล์ต่างหาก หรือเขียนทุกคลาสอยู่ในไฟล์เดียวกันก็ได้ แต่โปรแกรมเมอร์ส่วนใหญ่นิยมเขียนให้ทุกคลาสเก็บอยู่ในไฟล์เดียวกัน เพื่อความสะดวกในการคอมไพล์ และทดสอบ โปรแกรม นอกจากนี้ จาวา (Java) ยังมีคลาสต่างๆ ให้โปรแกรมสามารถเรียกใช้งานได้ทันที ไม่จำเป็นต้องเขียนเอง โดยคลาสเหล่านี้จะถูกจัดเป็นกลุ่มๆ ภายใน Java Class Libraries ซึ่งกลุ่มของ Class Libraries เหล่านี้เราจะเรียกว่า “Java APIs (Application Programming Interfaces)”

2.8.4 Java Platform

Platform คือ สภาพแวดล้อมการทำงานบน ฮาร์ดแวร์และระบบปฏิบัติการ (Operating System) ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของแอปพลิเคชัน โดย Platform ที่รู้จักกันดี ได้แก่ Window 2000, Linux, Solaris และ MacOs Platform ซึ่ง Platform ต่างๆเหล่านี้เป็นการทำงานร่วมกันของทั้งฮาร์ดแวร์และระบบปฏิบัติการ แต่ Platform ของ จาวา (Java) นั้นจะไม่ขึ้นอยู่กับทั้งฮาร์ดแวร์และระบบปฏิบัติการเลย ทำให้โปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษาจาวา (Java) สามารถทำงานอยู่บน Platform อื่นๆได้

Platform ของ จาวา มี 2 ส่วน ได้แก่

- Java Programming Interface (API)
- Java Virtual Machine (JVM)

Platform ของ จาวา ยึดหลักการทำงานในส่วนของ Network และแนวความคิดที่ว่าซอฟต์แวร์โดยทั่วไปควรจะทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่าง Platform กัน ได้เป็นสำคัญ จึงทำให้โปรแกรมที่ถูกเขียนด้วยภาษา จาวา สามารถทำงานได้แม้จะทำงาน (Run) บนระบบที่ต่าง Platform กันก็ตาม ส่วนสิ่งที่ทำให้ จาวา มีความสามารถเช่นนี้ก็คือ JVM กล่าวคือ แต่ละ Platform จะมี JVM สำหรับ Platform นั้นๆอยู่แล้ว เมื่อโปรแกรมถูกเขียนขึ้นมาและผ่านการคอมไพล์ แล้วนำไป RUN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Interpret) บนเครื่องที่ติดตั้ง JVM อยู่ ก็จะสามารถใช้งาน โปรแกรม จาวา ได้นั้นเอง สำหรับ Platform ต่างๆในภาษา จาวา มีดังนี้

- Java 2 Platform, Standard Edition (J2SE)
- Java 2 Platform, Enterprise Edition (J2EE)
- Java 2 Platform, Micro Edition (J2ME)

ซึ่ง Java Platform ที่เป็นพื้นฐานของการสร้างโปรแกรม จาวา ก็คือ J2SE

2.8.4.1 Java 2 Platform, Standard Edition (J2SE)

J2SE Platform คือ เครื่องมือมาตรฐานเริ่มต้นสำหรับ โปรแกรมเมอร์ที่ทำงานในฝั่ง Client มีมาพร้อมกับชุดติดตั้งของ J2SDK โดย J2SE นี้ถูกสร้างขึ้นมาจากพื้นฐานของการทำงานที่สำคัญในแง่ของความเร็ว ความปลอดภัย และมีหน้าที่เตรียมเครื่องมือสำหรับจัดการหน้าที่ต่างๆ ให้เหมาะสมในส่วนที่เป็นโปรแกรมในฝั่งของ Client สำหรับผู้ใช้ทั่วไป นอกจากนี้ J2SE ยังช่วยให้การใช้งานแอปพลิเคชันบนเว็บเพจ เมื่อมีการร้องขอจากผู้ใช้ทำได้ง่าย และรวดเร็วอีกด้วย



บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบงาน

3.1 ลักษณะระบบงาน

เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่มีระบบคำนวณค่าใช้บริการในรูปแบบพีริเพด ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานรวมถึงการโทรต่างๆไว้ที่ฐานข้อมูล โดยจะมีเซิร์ฟเวอร์คอยทำหน้าที่จัดการในส่วนงานต่างๆ ซึ่งในระบบงานนี้สามารถแยกการทำงานได้ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นส่วนของแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้งานจะต้องทำการติดตั้ง และในการใช้งานนั้น ผู้ใช้งานจะต้องทำการล็อกอินก่อนการเข้าใช้งานนอกจากนี้จะต้องทำการเติมเงินเข้าไปในบัญชีด้วยจึงจะสามารถใช้บริการจากแอปพลิเคชันได้

2. ส่วนของเซิร์ฟเวอร์จะเป็นส่วนที่คอยจัดการในส่วนของการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งได้แก่ การโทร, การคำนวณค่าใช้บริการ, การจัดการต่างๆเกี่ยวกับฐานข้อมูล รวมถึงการจัดการเกี่ยวกับโปรโมชั่นในการโทรของผู้ใช้งานด้วย

3.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

3.2.1 Functional Requirements

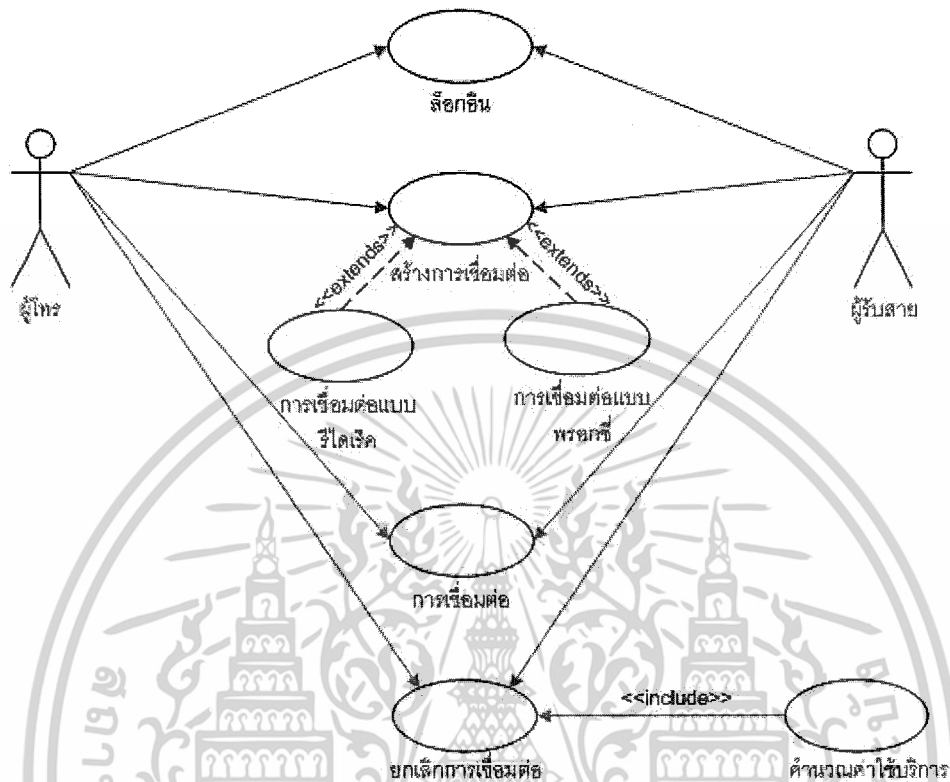
- ผู้ใช้สามารถล็อกอินผ่านไอพีได้
- เมื่อผู้ใช้ทำการล็อกอินแล้วผู้ใช้สามารถติดต่อกับผ่านเทคโนโลยี VoIP ได้
- โปรแกรมสามารถทำการคำนวณค่าใช้บริการได้

3.2.2 Non-functional Requirements

- ใช้โปรโตคอลซีพีในการเชื่อมต่อ

3.3 การออกแบบระบบงานโดยใช้แบบจำลองยูเอ็มแอล

3.3.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use – Case Diagram)



รูปที่ 3.1 แสดงยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ของระบบทั้งหมด

จากรูปที่ 3.1 แอคเตอร์ของระบบบริการ โทรศัพท์และค่านวนค่าใช้จ่ายบริการประกอบด้วย

- ผู้โทร หมายถึง ผู้ที่ทำการเริ่มการติดต่อ
- ผู้รับสาย หมายถึง ผู้ที่รับการเชื่อมต่อ

และยูสเคสประกอบด้วย

- ล็อกอิน
- สร้างการเชื่อมต่อ
- การเชื่อมต่อแบบวีดิโอ
- การเชื่อมต่อแบบพรอกซี
- การเชื่อมต่อ
- ยกเลิกการเชื่อมต่อ
- ค่านวนค่าใช้จ่ายบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 คำอธิบายยูสเคสล็อกอิน

Use Case Name: ล็อกอิน	ID: 01
Brief Description: ตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึงของผู้ใช้แต่ละคน	
Primary Actor: ผู้ใช้งานโปรแกรม	
Stakeholder: -	
Relationship: -	
Precondition: โปรแกรมมีการกำหนดสิทธิ์ในการใช้งานของผู้ใช้แต่ละคน	
Basic Flows: <ol style="list-style-type: none"> 1. โปรแกรมแสดงช่องให้ผู้ใส่กรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน 2. ผู้ใช้ทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน 3. โปรแกรมทำการรับข้อมูล 4. โปรแกรมทำการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าถึงของผู้ใช้ 5. โปรแกรมทำการแสดงหน้าจอหลัก 	
Alternative Flows: <ol style="list-style-type: none"> 4a. หากโปรแกรมไม่พบชื่อผู้ใช้หรือผู้ใช้กรอกรหัสผ่านผิด โปรแกรมจะแจ้งให้ทราบและให้ผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลใหม่ 4b. หากโปรแกรมพบว่าผู้ใช้นั้นมีสิทธิ์ โปรแกรมจะทำการแจ้งสถานะของผู้ใช้ไปยังเซิร์ฟเวอร์ว่าผู้ใช้อยู่ในสถานะพร้อมใช้งาน 	
Post condition: ตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าถึงของผู้ใช้ได้สำเร็จ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 คำอธิบายยูสเคสสร้างการเชื่อมต่อ

Use Case Name: สร้างการเชื่อมต่อ	ID: 02
Brief Description: สร้างการเชื่อมต่อ	
Primary Actor: ผู้ใช้งาน โปรแกรม	
Stakeholder: -	
Relationship: Extends: ยูสเคสการเชื่อมต่อวีโดเร็ค Extends: ยูสเคสการเชื่อมต่อแบบพรอกซี	
Precondition: ผู้ใช้จะต้องทำการล็อกอิน	
Basic Flows: <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้ทำการป้อนแอดเดรสปลายทางที่ต้องการติดต่อและทำการกดปุ่ม Call 2. โปรแกรมทำการรับแอดเดรสปลายทาง 3. โปรแกรมทำการสร้างการเชื่อมต่อไปยังปลายทาง 4. ปลายทางทำการตอบรับการสร้างการเชื่อมต่อกลับมายังต้นทาง 	
Alternative Flows: 3a. หากโปรแกรมทำการเชื่อมต่อไม่สำเร็จเนื่องจากไม่สามารถทำการติดต่อไปยังปลายทางได้โปรแกรมจะทำการแจ้งผลให้ผู้ใช้งานทราบ	
Post condition: โปรแกรมสามารถสร้างการเชื่อมต่อสำเร็จ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 คำอธิบายยูสเคสการเชื่อมต่อแบบรีไคเร็ค

Use Case Name: การเชื่อมต่อแบบรีไคเร็ค	ID: 03
Brief Description: สร้างการเชื่อมต่อแบบรีไคเร็ค	
Primary Actor: ผู้ใช้งานโปรแกรม	
Stakeholder: -	
Relationship: -	
Precondition: ผู้ใช้จะต้องทำการล็อกอิน	
Basic Flows: <ol style="list-style-type: none"> 1. เมื่อโปรแกรมได้รับแอดเดรสปลายทางแล้วเซิร์ฟเวอร์จะทำการหาว่าตำแหน่งของแอดเดรสดังกล่าวมีตำแหน่งใดบ้าง 2. เมื่อได้ตำแหน่งทั้งหมดเซิร์ฟเวอร์จะทำการส่งข้อมูลตำแหน่งของปลายทางไปยังโปรแกรม 3. โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อไปยังแอดเดรสปลายทาง 4. ปลายทางทำการตอบรับการสร้างการเชื่อมต่อกลับมายังต้นทาง 	
Alternative Flows: 3a. หากโปรแกรมทำการเชื่อมต่อไม่สำเร็จเนื่องจากไม่สามารถทำการติดต่อไปยังปลายทางได้โปรแกรมจะทำการแจ้งผลให้ผู้ใช้งานทราบ	
Post condition: โปรแกรมสามารถสร้างการเชื่อมต่อสำเร็จ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 คำอธิบายยูสเคสการเชื่อมต่อแบบพรอกซี

Use Case Name: การเชื่อมต่อแบบพรอกซี	ID: 04
Brief Description: สร้างการเชื่อมต่อแบบพรอกซี	
Primary Actor: ผู้ใช้งาน โปรแกรม	
Stakeholder: -	
Relationship: -	
Precondition: ผู้ใช้จะต้องทำการล็อกอิน	
Basic Flows: <ol style="list-style-type: none"> 1. เมื่อโปรแกรมได้รับแอดเดรสปลายทางแล้วเซิร์ฟเวอร์จะทำการหาว่าตำแหน่งของแอดเดรสดังกล่าวอยู่ที่ใด 2. เมื่อทราบตำแหน่ง เซิร์ฟเวอร์จะทำการติดต่อไปยังแอดเดรสปลายทาง 3. ปลายทางทำการตอบรับการสร้างการเชื่อมต่อกลับมายังเซิร์ฟเวอร์ 4. เซิร์ฟเวอร์ทำการตอบรับการสร้างการเชื่อมต่อที่ได้จากปลายทางกลับมายังต้นทาง 	
Alternative Flows: 2a. หากโปรแกรมทำการเชื่อมต่อไม่สำเร็จเนื่องจากไม่สามารถทำการติดต่อไปยังปลายทางได้โปรแกรมจะทำการแจ้งผลให้ผู้ใช้นั้นทางทราบ	
Post condition: โปรแกรมสามารถสร้างการเชื่อมต่อสำเร็จ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 คำอธิบายยูสเคสยกเลิกการเชื่อมต่อ

Use Case Name: ยกเลิกการเชื่อมต่อ	ID: 05
Brief Description: การยกเลิกการเชื่อมต่อ	
Primary Actor: ผู้ใช้งานโปรแกรม	
Stakeholder: -	
Relationship: -	
Precondition: -	
Basic Flows: 1. เมื่อผู้ใช้ทำการกดปุ่ม Hang up 2. โปรแกรมจะทำการยกเลิกการเชื่อมต่อกับปลายทาง	
Alternative Flows: -	
Post condition: -	

ตารางที่ 3.6 คำอธิบายยูสเคสคำนวณค่าใช้บริการ

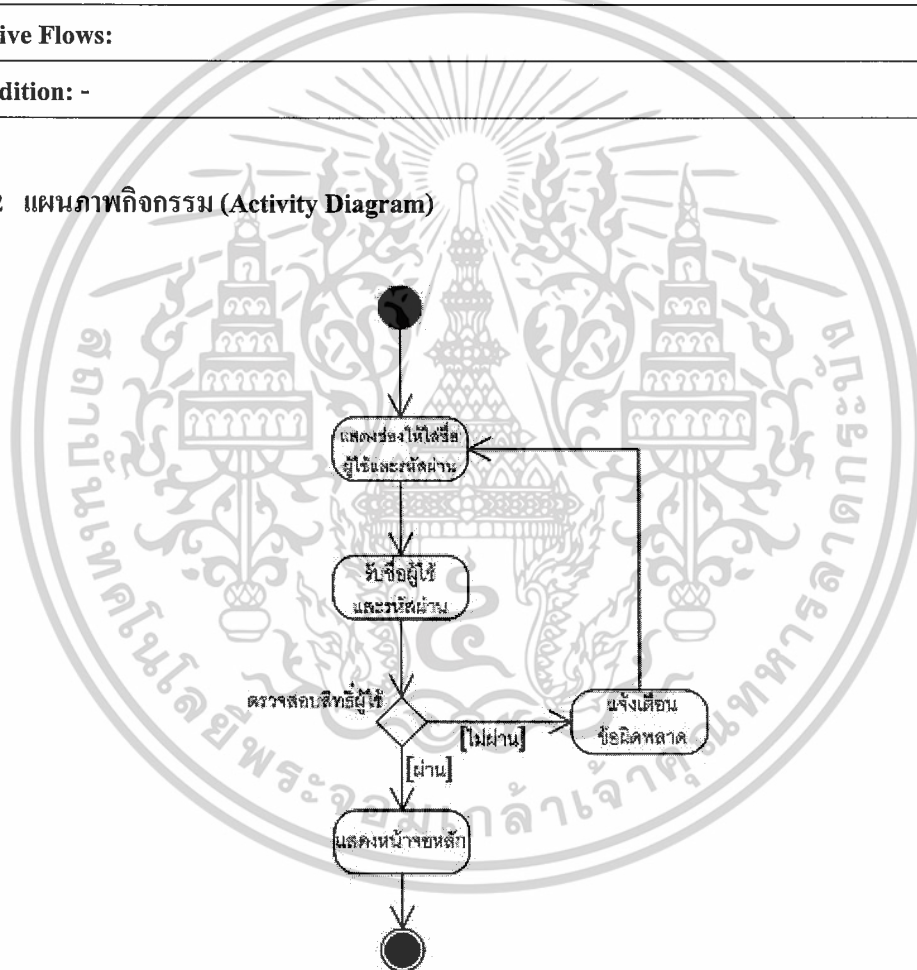
Use Case Name: คำนวณค่าใช้บริการ	ID: 06
Brief Description: การคำนวณค่านวนค่าใช้บริการในการใช้โทรศัพท์	
Primary Actor: -	
Stakeholder: ผู้ใช้งานโปรแกรม	
Relationship: Include: ยูสเคสยกเลิกการเชื่อมต่อ	
Precondition: ต้องมีการยกเลิกการเชื่อมต่อเกิดขึ้นก่อน	
Basic Flows: 1. การเชื่อมต่อถูกยกเลิก 2. โปรแกรมจะทำการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้สายของการโทรครั้งนั้นๆ 3. โปรแกรมนำข้อมูลของระยะเวลาที่ใช้สายและรูปแบบของโปรโมชันที่มีการใช้งานมาคำนวณค่าใช้บริการโทรศัพท์ 4. โปรแกรมนำผลค่าใช้บริการที่ได้จากการคำนวณมาเก็บลงฐานข้อมูล	
Alternative Flows: -	
Post condition: -	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 คำอธิบายยูสเคสการเชื่อมต่อ

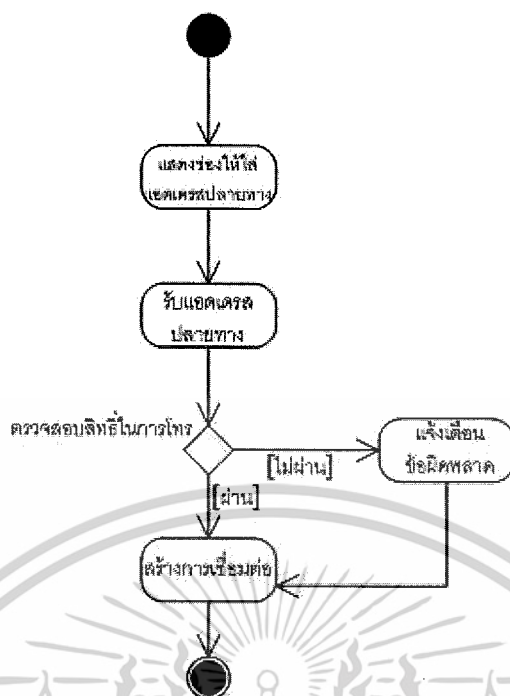
Use Case Name: การเชื่อมต่อ	ID: 07
Brief Description: การส่งข้อมูลเสียงระหว่างต้นทางกับปลายทาง	
Primary Actor: ผู้ใช้งานโปรแกรม	
Stakeholder: -	
Relationship: -	
Precondition: ต้องมีการเชื่อมต่อระหว่างต้นทางกับปลายทางสำเร็จ	
Basic Flows: 1. โปรแกรมรับข้อมูลเสียงจากผู้ใช้งานเข้ามา 2. โปรแกรมทำการส่งข้อมูลเสียงไปยังปลายทาง	
Alternative Flows:	
Post condition: -	

3.3.2 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)



รูปที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคสสื่ออกอิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



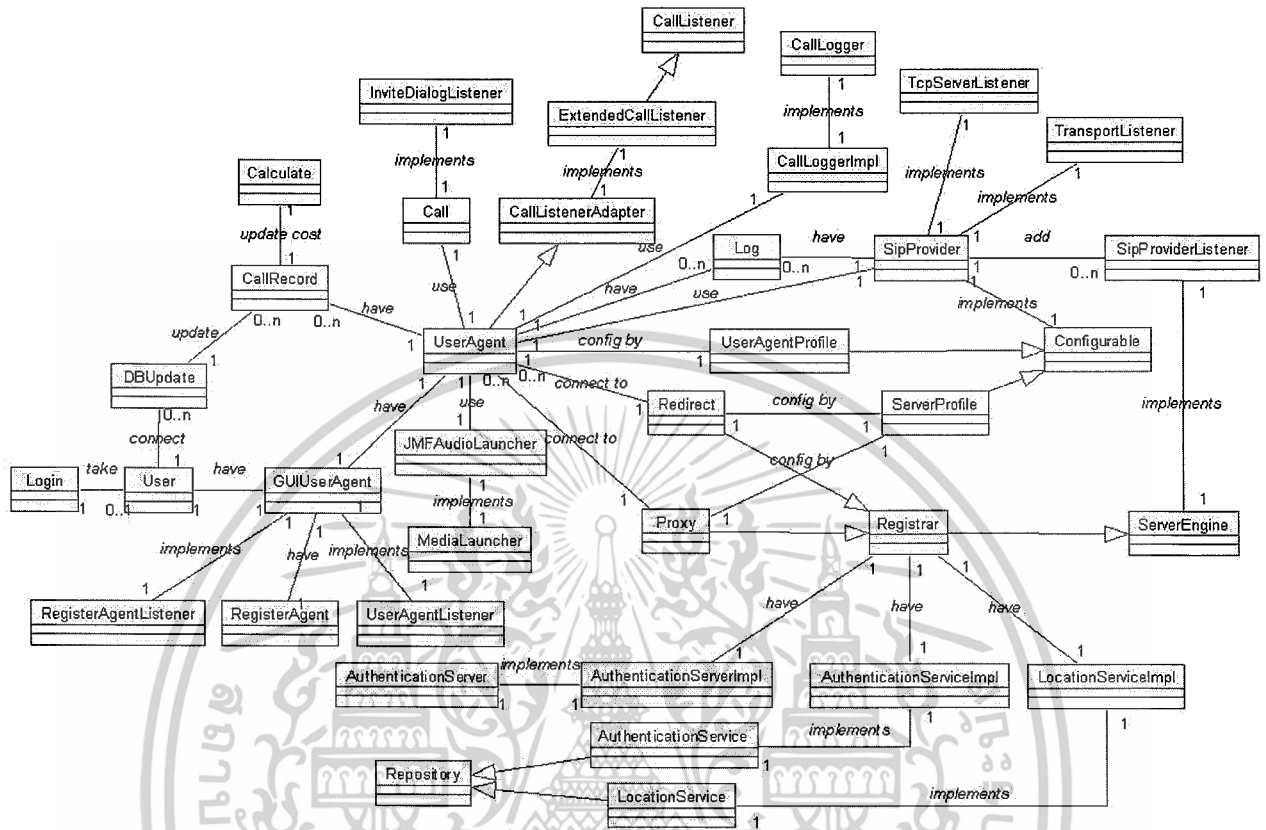
รูปที่ 3.3 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคสสร้างการเชื่อมต่อ



รูปที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคสยกเลิกการเชื่อมต่อ

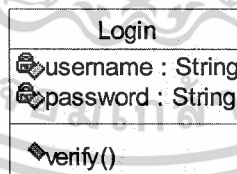
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 คลาสไดอะแกรม (Class Diagram)



รูปที่ 3.5 แสดงคลาสไดอะแกรม (Class Diagram) ของระบบทั้งหมด

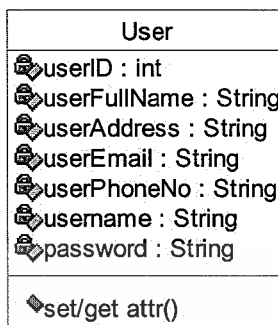
- Login เป็นคลาสที่เกี่ยวกับการเข้าสู่ระบบและสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูล



รูปที่ 3.6 แสดงคลาส Login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- User เป็นคลาสที่เก็บข้อมูลของผู้ใช้



รูปที่ 3.7 แสดงคลาส User

- AuthenticationServer เป็นอินเทอร์เฟซเพื่อใช้ในการยืนยัน SIP request โดย SIP Server



รูปที่ 3.8 แสดงอินเทอร์เฟซ AuthenticationServer

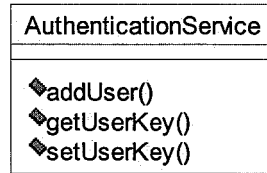
- AuthenticationServerImpl เป็นคลาสที่อิมพลีเมนต์อินเทอร์เฟซ AuthenticationServer เพื่อใช้ในการยืนยันตัวตน



รูปที่ 3.9 แสดงคลาส AuthenticationServerImpl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- AuthenticationService เป็นอินเทอร์เฟซเพื่อใช้ในการเข้าถึง Repository



รูปที่ 3.10 แสดงอินเทอร์เฟซ AuthenticationService

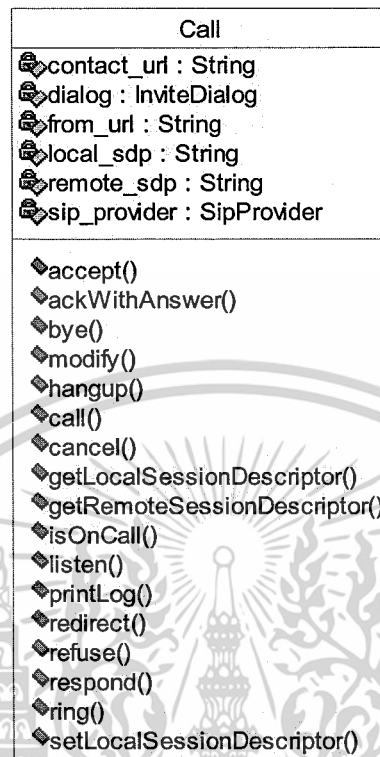
- AuthenticationServiceImpl เป็นคลาสที่ใช้ในการสร้างและจัดการ Repository



รูปที่ 3.11 แสดงคลาส AuthenticationServiceImpl

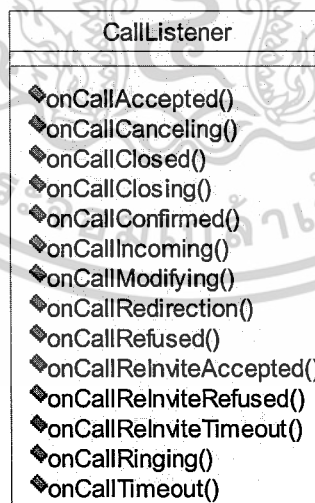
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Call เป็นคลาสที่จัดการการโทรเข้าและการโทรออก



รูปที่ 3.12 แสดงคลาส Call

- CallListener เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้จัดการเกี่ยวกับ SIP call



รูปที่ 3.13 แสดงอินเทอร์เฟซ CallListener

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- CallListenerAdapter เป็นคลาสใช้ในการจัดการเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโทร

CallListenerAdapter
◆onCallAccepted()
◆onCallCanceling()
◆onCallClosed()
◆onCallClosing()
◆onCallConfirmed()
◆onCallIncoming()
◆onCallModifying()
◆onCallRedirection()
◆onCallRefused()
◆onCallRelinviteAccepted()
◆onCallRelinviteRefused()
◆onCallRelinviteTimeout()
◆onCallRinging()
◆onCallTimeout()
◆onCallTransfer()
◆onCallTransferAccepted()
◆onCallTransferFailure()
◆onCallTransferRefused()
◆onCallTransferSuccess()

รูปที่ 3.14 แสดงคลาส CallListenerAdapter

- CallLogger เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้การเก็บข้อมูลของการโทร

CallLogger
◆update()

รูปที่ 3.15 แสดงอินเทอร์เฟซ CallLogger

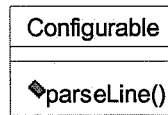
- CallLoggerImpl เป็นคลาสที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลของการโทรที่เกิดขึ้นทั้งหมด

CallLoggerImpl
◆update()

รูปที่ 3.16 แสดงคลาส CallLoggerImpl

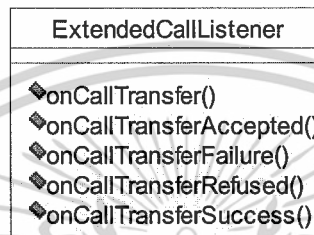
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Configurable เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้สำหรับปรับแต่งเท็กซ์ไฟล์



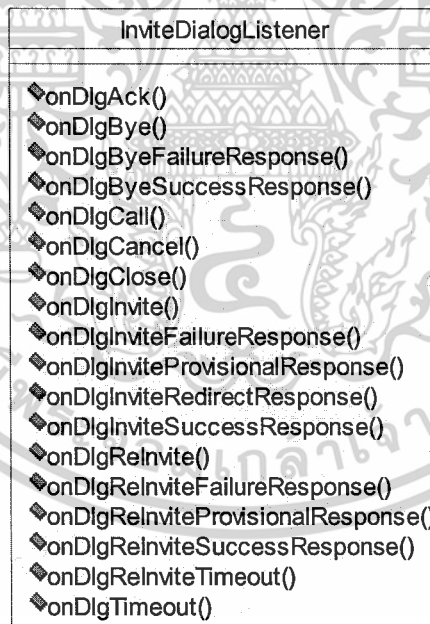
รูปที่ 3.17 แสดงอินเทอร์เฟซ Configurable

- ExtendedCallListener เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้จัดการเกี่ยวกับ SIP call และการโอนสาย



รูปที่ 3.18 แสดงอินเทอร์เฟซ ExtendedCallListener

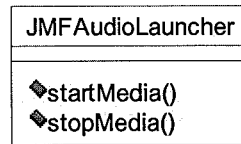
- InviteDialogListener เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้จัดการเหตุการณ์เกี่ยวกับ InviteDialog



รูปที่ 3.19 แสดงอินเทอร์เฟซ InviteDialogListener

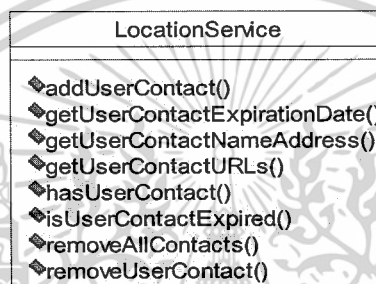
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- JMFAudioLauncher เป็นคลาสที่จัดการสื่อเสียง



รูปที่ 3.20 แสดงคลาส JMFAudioLauncher

- LocationService เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้ในการเข้าถึง Repository ซึ่งถูกใช้งานโดย Registrar Server



รูปที่ 3.21 แสดงอินเทอร์เฟซ LocationService

- LocationServiceImpl เป็นคลาสที่ใช้ในการสร้างและจัดการ location service



รูปที่ 3.22 แสดงคลาส LocationServiceImpl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Log เป็นคลาสที่เก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น message เหตุการณ์ โดยเก็บลงไฟล์

Log
MAX_SIZE : Long
close()
flush()
init()
print()
print()
printException()
printException()
println()
println()
printPacketTimestamp()

รูปที่ 3.23 แสดงคลาส Log

- MediaLauncher เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้จัดการสื่อเสียง

MediaLauncher
startMedia()
stopMedia()

รูปที่ 3.24 แสดงอินเทอร์เฟซ MediaLauncher

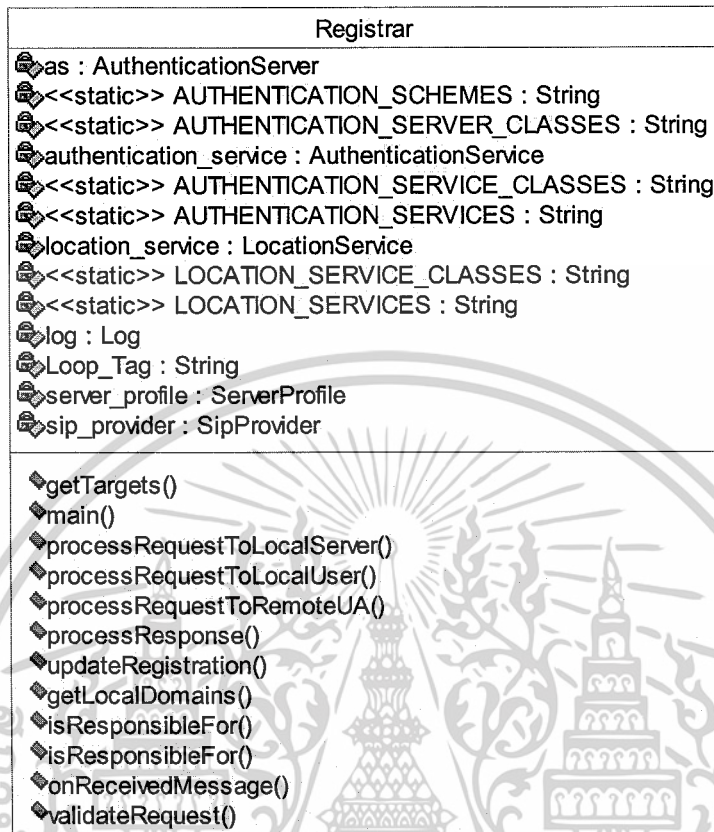
- ServerEngine เป็น abstract คลาสที่เป็นได้ทั้ง Proxy Server หรือ Redirect Server

ServerEngine
log : Log
Loop_Tag : String
server_profile : ServerProfile
sip_provider : SipProvider
getLocalDomains()
isResponsibleFor()
isResponsibleFor()
onReceivedMessage()
processRequestToLocalServer()
processRequestToLocalUser()
processRequestToRemoteUA()
processResponse()
validateRequest()

รูปที่ 3.25 แสดงคลาส ServerEngine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Registrar เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็น Registrar Server



รูปที่ 3.26 แสดงคลาส Registrar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

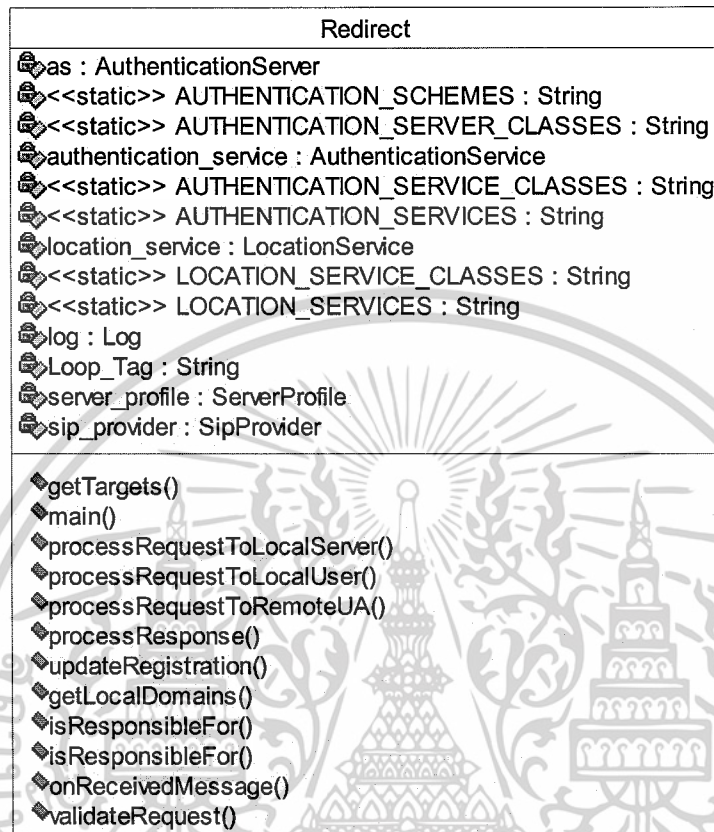
- Proxy เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็น Proxy Server และสามารถเป็น Registrar Server ได้ด้วย



รูปที่ 3.27 แสดงคลาส Proxy

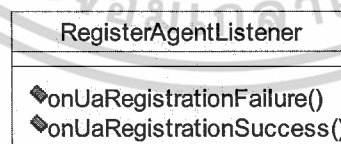
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Redirect เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็น Redirect Server และสามารถเป็น Registrar Server ได้ด้วย



รูปที่ 3.28 แสดงคลาส Redirect

- RegisterAgentListener เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้สำหรับรับฟังเหตุการณ์ของ RegisterAgent



รูปที่ 3.29 แสดงอินเทอร์เฟซ RegisterAgentListener

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RegisterAgent เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็น Register Agent

RegisterAgent
<ul style="list-style-type: none"> ◆halt() ◆isRegistering() ◆loopRegister() ◆loopRegister() ◆onTransFailureResponse() ◆onTransProvisionalResponse() ◆onTransSuccessResponse() ◆onTransTimeout() ◆register() ◆register() ◆run() ◆unregister() ◆unregisterall()

รูปที่ 3.30 แสดงคลาส RegisterAgent

- Repository เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้เป็นคลังข้อมูล

Repository
<ul style="list-style-type: none"> ◆addUser() ◆getUsers() ◆hasUser() ◆removeAllUsers() ◆removeUser() ◆size() ◆sync() ◆toString()

รูปที่ 3.31 แสดงอินเทอร์เฟซ Repository

- UserAgentListener เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้สำหรับรับฟังเหตุการณ์ของ User Agent

UserAgentListener
<ul style="list-style-type: none"> ◆onUaCallAccepted() ◆onUaCallCancelled() ◆onUaCallClosed() ◆onUaCallFailed() ◆onUaCallIncoming() ◆onUaCallRinging() ◆onUaCallTrasferred()

รูปที่ 3.32 แสดงอินเทอร์เฟซ UserAgentListener

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- UserAgent เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็น User Agent

UserAgent
<ul style="list-style-type: none"> ◆ audio_app : MediaLauncher ◆ call : Call ◆ listener : UserAgentListener ◆ local_session : String ◆ sip_provider : SipProvider ◆ user_profile : UserAgentProfile
<ul style="list-style-type: none"> ◆ accept() ◆ addMediaDescriptor() ◆ call() ◆ changeStatus() ◆ closeMediaApplication() ◆ getSessionDescriptor() ◆ getStatus() ◆ hangup() ◆ initSessionDescriptor() ◆ launchMediaApplication() ◆ listen() ◆ onCallAccepted() ◆ onCallCanceling() ◆ onCallClosed() ◆ onCallClosing() ◆ onCallConfirmed() ◆ onCallIncoming() ◆ onCallModifying() ◆ onCallRedirection() ◆ onCallRefused() ◆ onCallReInviteAccepted() ◆ onCallReInviteRefused() ◆ onCallRinging() ◆ onCallTimeout() ◆ onCallTransfer() ◆ onCallTransferAccepted() ◆ onCallTransferFailure() ◆ onCallTransferRefused() ◆ onCallTransferSuccess() ◆ redirect() ◆ setAcceptTime() ◆ setAudio() ◆ setHangupTime() ◆ setNoOfferMode() ◆ setReceiveOnlyMode() ◆ setRecvFile() ◆ setRedirection() ◆ setSendFile() ◆ setSessionDescriptor() ◆ statusIs() ◆ setSendOnlyMode() ◆ setSendToneMode()

รูปที่ 3.33 แสดงคลาส UserAgent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

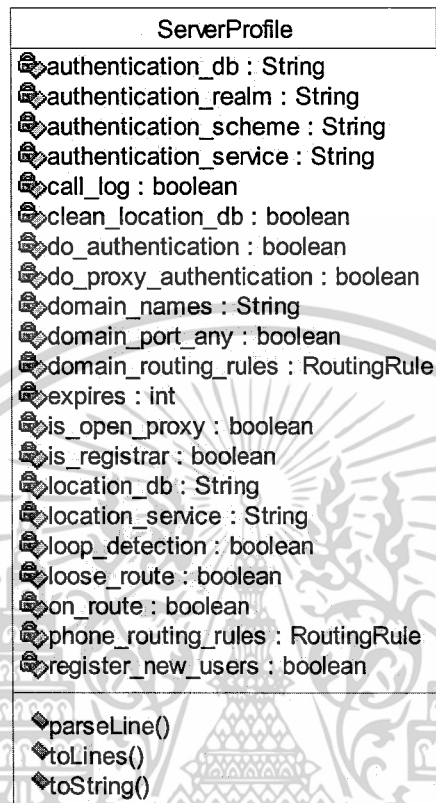
- UserAgentProfile เป็นคลาสที่ใช้ปรับแต่งคุณสมบัติของ User Agent

UserAgentProfile
accept_time : int
audio : MediaLauncher
audio_avp : int
audio_codec : String
audio_frame_size : int
audio_port : int
audio_sample_rate : int
audio_sample_size : int
bin_rat : String
bin_vic : String
call_to : String
contact_url : String
contacts_file : String
do_register : boolean
do_unregister : boolean
do_unregister_all : boolean
expires : int
from_url : String
hangup_time : int
keepalive_time : Long
no_offer : boolean
no_prompt : boolean
passwd : String
re_invite_time : int
realm : String
recv_file : String
recv_only : boolean
redirect_to : String
send_file : String
send_only : boolean
send_tone : boolean
transfer_time : int
transfer_to : String
ua_jar : String
use_jmf : boolean
use_rat : boolean
use_vic : boolean
username : String
initContactAddress()
parseLine()
toLines()

รูปที่ 3.34 แสดงคลาส UserAgentProfile

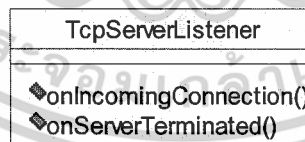
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ServerProfile เป็นคลาสที่ใช้ปรับแต่งคุณสมบัติของ Server



รูปที่ 3.35 แสดงคลาส ServerProfile

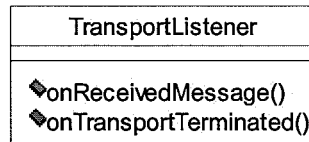
- TcpServerListener เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้สำหรับรับฟังเหตุการณ์ของ SipProvider



รูปที่ 3.36 แสดงอินเทอร์เฟซ TcpServerListener

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- TransportListener เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้สำหรับรับฟังเหตุการณ์ของ SipProvider



รูปที่ 3.37 แสดงอินเทอร์เฟซ TransportListener

- SipProviderListener เป็นอินเทอร์เฟซที่ใช้สำหรับรับฟังเหตุการณ์ของ SipProvider



รูปที่ 3.38 แสดงอินเทอร์เฟซ SipProviderListener



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

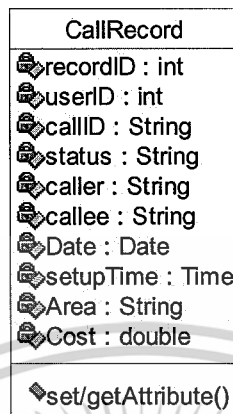
- SipProvider เป็นคลาสที่ทำหน้าที่รับและส่ง SIP message โดยมีการรับข้อความมาจากเลเยอร์บนและส่งต่อให้กับ SIP entity ที่อยู่ hop ถัดไปผ่านทาง socket (TCP หรือ UDP)



รูปที่ 3.39 แสดงคลาส SipProvider

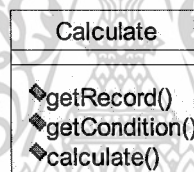
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- CallRecord เป็นคลาสที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการโทร



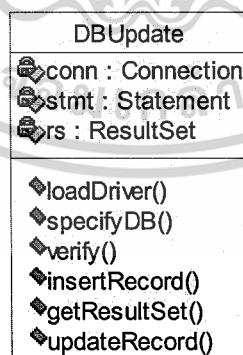
รูปที่ 3.40 แสดงคลาส CallRecord

- Calculate เป็นคลาสที่ใช้เพื่อการคำนวณค่าใช้บริการโทรศัพท์



รูปที่ 3.41 แสดงคลาส Calculate

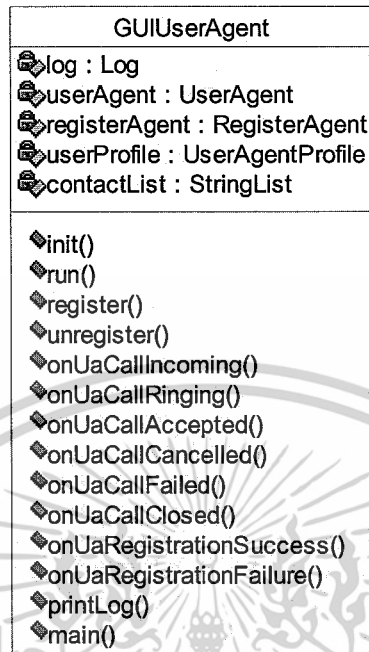
- DBUpdate เป็นคลาสที่ใช้ในการจัดการข้อมูลการโทรที่อยู่ในฐานข้อมูล



รูปที่ 3.42 แสดงคลาส DBUpdate

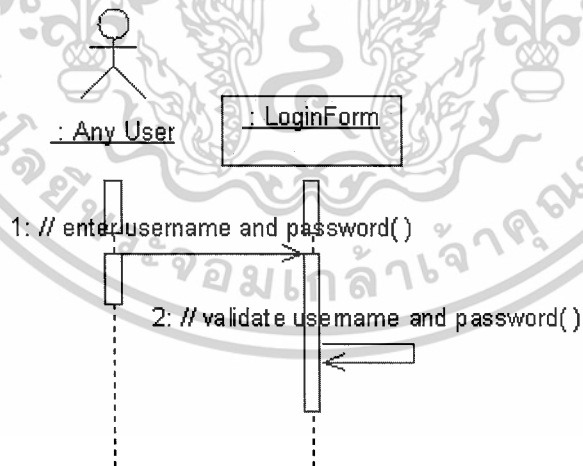
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- GUIUserAgent เป็นคลาสที่ติดต่อกับผู้ใช้งานและใช้งานโปรแกรม



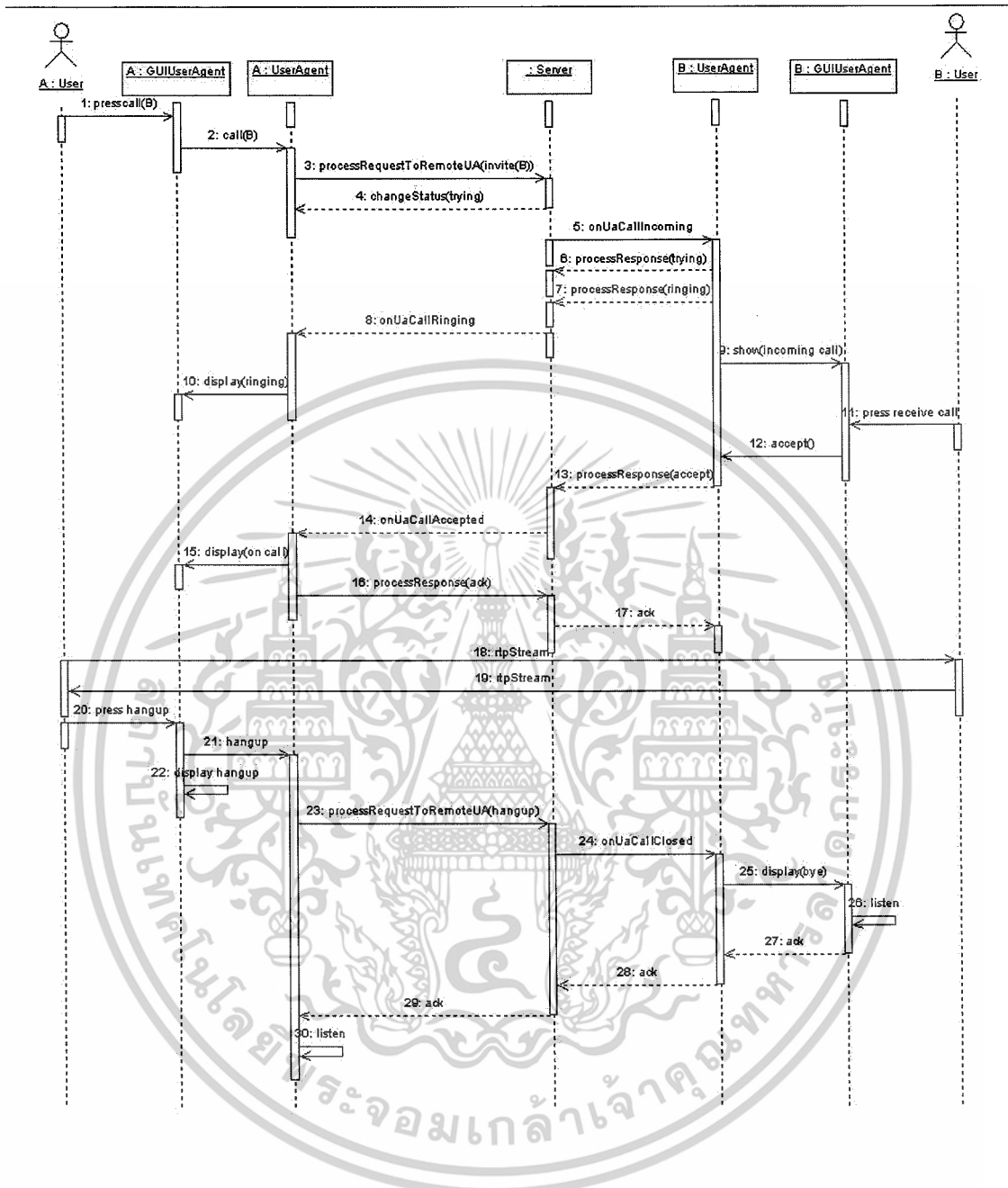
รูปที่ 3.43 แสดงคลาส GUIUserAgent

3.3.4 ซีเควนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram)



รูปที่ 3.44 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของการเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.45 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของการสร้างการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบระบบค่านวนค่าใช้บริการ

3.4.1 โปรโมชั่นสำหรับฟรีเทค

ในระบบค่านวนค่าใช้บริการที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาี้ มีการกำหนดโปรโมชันที่ใช้ในการโทร 2 รูปแบบโดยมีการอิงกับโปรโมชันของโทรศัพท์มือถือที่มีการใช้อย่างแพร่หลายทั่วไป

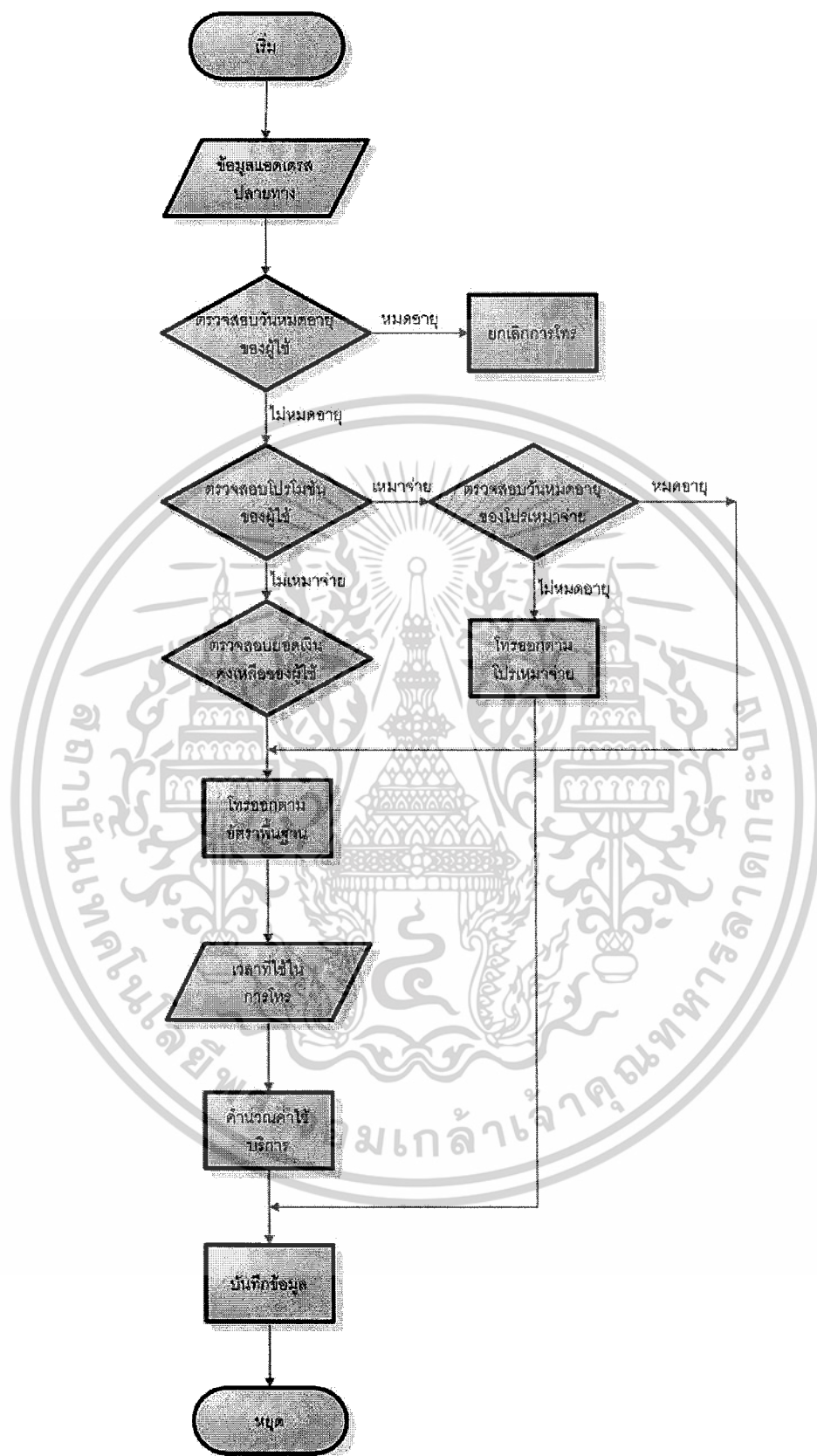
1. นาทีละ 0.25 สตางค์ ตลอด 24 ชั่วโมง โดยจะมีการให้ระยะเวลาการใช้งานจำนวน 365 วัน
2. โทรไม่อั้น 99 บาท ซึ่งจะสามารถโทรได้ 30 วัน หากหมดระยะเวลา 30 วันแล้ว จะมีการปรับอัตราค่าบริการเป็นนาทีละ 1 บาท

โดยโปรโมชันแรกจะเป็นโปรโมชันพื้นฐาน ส่วนโปรโมชันที่ 2 เป็นโปรโมชันเสริมที่ผู้ใช้งานอาจจะสมัครเพื่อใช้งานหรือไม่ก็ได้ แต่หากหมดอายุจากการใช้งานโปรโมชัน 2 แล้วยังไม่มีการต่ออายุในส่วนของโปรโมชันที่ 2 ก็จะกลับมาคิดค่าบริการตามโปรโมชันพื้นฐานโดยอัตโนมัติ

หลักการค่านวนค่าใช้บริการตามโปรโมชันที่มีทั้งหมด สามารถแสดงได้ดังผังงาน (Flowchart) นี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

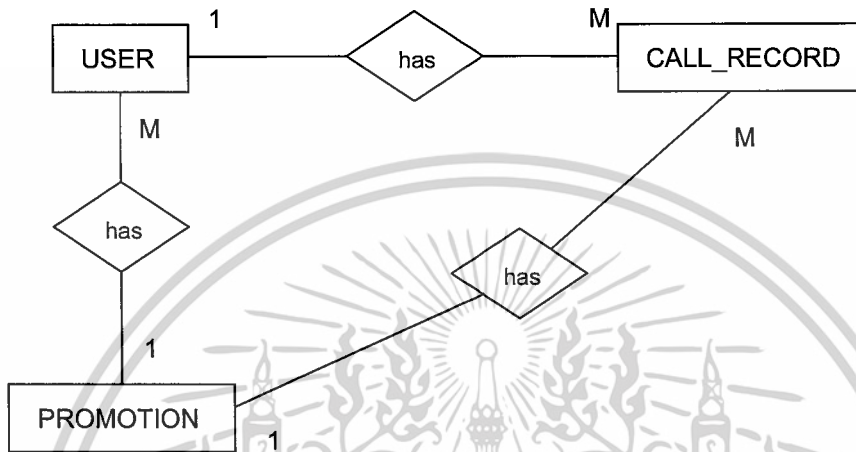


รูปที่ 3.46 แสดงผังงานการคำนวณค่าใช้จ่ายบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 แบบจำลองอีอาร์ (Entity Relationship Model) ของระบบคำนวณค่าใช้บริการโทรศัพท์

จากการวิเคราะห์และออกแบบทำให้สามารถออกแบบฐานข้อมูลได้ ซึ่งฐานข้อมูลที่ได้ ออกมานั้นจะประกอบด้วยเอนทิตีและความสัมพันธ์ของแต่ละเอนทิตี ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.47 แผนภาพแสดงแบบจำลองอีอาร์ของระบบคำนวณค่าใช้บริการ

3.4.3 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

ในระบบฐานข้อมูลของระบบคำนวณค่าใช้บริการประกอบด้วยตารางข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 3.8 แสดงตารางข้อมูลของฐานข้อมูล

ชื่อตาราง	คำอธิบาย
USER	ตารางข้อมูลลูกค้า
CALL_RECORD	ตารางข้อมูลการโทรของลูกค้า
PROMOTION	ตารางข้อมูลประเภทโปรโมชั่นการโทร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 แสดงข้อมูลของตาราง USER

ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	คีย์	ตารางอ้างอิง FK
User_Id	รหัสลูกค้า	Number	13		
User_Name	ชื่อลูกค้า	Text	45		
User_Addr	ที่อยู่ของลูกค้า	Text	100		
User_Url	SIP URL ของลูกค้า	Text	50	PK	
User_Email	E-mail Address ของลูกค้า	Text	30		
User_Tel	เบอร์โทรศัพท์ของลูกค้า	Text	10		
User_Friend	URL ของเพื่อนสนิทลูกค้า	Text	45		
Promo_Type	ประเภทของโปรโมชั่นที่ลูกค้าเลือก	Number	1		
Promo_Expired	วันหมดอายุโปรโมชั่น	Text	11		
User_Balance	จำนวนเงินคงเหลือของลูกค้า	Number	6		
Credit_Expired	วันหมดอายุของยอดเงิน	Text	11		
Password	รหัสเข้าใช้งาน	Text	45		

ตารางที่ 3.10 แสดงข้อมูลของตาราง CALL_RECORD

ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	คีย์	ตารางอ้างอิง FK
Call_Id	รหัสการโทร	Text	12	PK	
Caller_Url	SIP URL ของผู้โทร	Text	50		
Callee_Url	SIP URL ของปลายทาง	Text	50		
Time	เวลาที่เริ่มโทร	Text	8		
Date	วันที่โทร	Text	11		
Duration	ระยะเวลาทั้งหมดที่โทร	Number	5		
Charged_Amount	ค่าโทร	Number	6		
Promo_Type	ประเภทของโปรโมชั่นที่ลูกค้าเลือก	Number	1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 แสดงข้อมูลของตาราง PROMOTION

ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	ความยาว	คีย์	ตารางอ้างอิง FK
Promo_Type	ประเภทของโปรโมชั่นที่ลูกค้าเลือก	Number	1	PK	
Rate	อัตราค่าบริการต่อนาที	Number	3		
Fee	ค่าบริการ	Number	5		
Duration	ระยะเวลาใช้สิทธิ์	Number	5		
Expire_Date	วันหมดอายุโปรโมชั่น	Text	11		
Promo_Name	ชื่อของโปรโมชั่น	Text	50		
Free	ตรวจสอบว่าเป็นhem่าจ่ายหรือไม่	Boolean	-		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การพัฒนาระบบ

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

4.1.1 ฮาร์ดแวร์

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาและทดสอบระบบ มีคุณสมบัติดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit): Pentium4 3.0GHz
- หน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่ม (RAM: Random Access Memory): 512 MB
- จานบันทึกแบบแข็ง (Hard Disk): 80GB
- ซีดีรอมไดรฟ์ 52X (CD-ROM Drive 52X)
- จอมอนิเตอร์
- Cisco Router 2500 series

4.1.2 ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาและทดสอบระบบ มีดังนี้

- ระบบปฏิบัติการ (Operation System): Microsoft Windows XP Professional
- ภาษาโปรแกรม (Programming Language): JAVA
- ฐานข้อมูล (Database): MySQL
- ซิฟไลบรารี (SIP Library): MjSip

เครื่องมือ

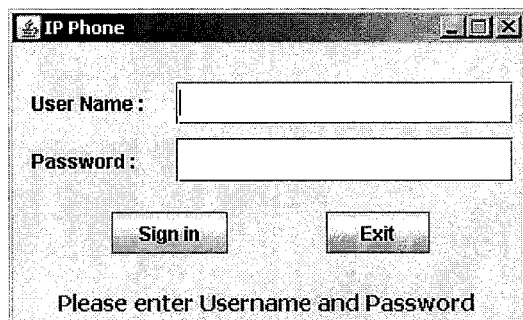
- Netbeans IDE v.6.0

4.2 หน้าจอในการใช้งานระบบ

หน้าจอของระบบบริการโทรศัพท์และคำนวณค่าใช้จ่ายบริการจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.2.1 หน้าจอส่วนของแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ จะมีหน้าจอใช้งาน ดังนี้

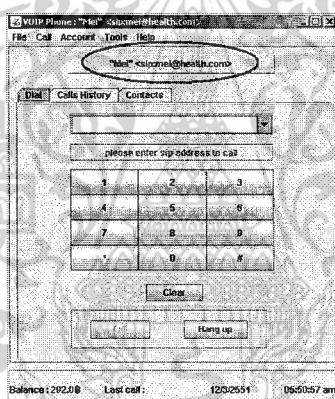
เมื่อผู้ใช้ต้องการจะเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้จะสามารถเข้าใช้งานได้ โดยผู้ใช้จะต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบก่อน ดังรูป 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอการล็อกอินเข้าสู่ระบบ

ในกรณีที่ผู้ใช้ใส่ชื่อผู้ใช้ (username) หรือรหัสผ่าน (password) ไม่ถูกต้อง ระบบจะให้ผู้ใช้ทำการล็อกอินใหม่

เมื่อผู้ใช้ทำการใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านถูกต้อง ระบบก็แสดงหน้าต่างแรกของระบบ ซึ่งจะมีชื่อและชิพแอดเดรสของผู้ใช้งานแสดงอยู่ด้านบน ดังรูป 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอของระบบหลังจากทำการล็อกอินถูกต้อง

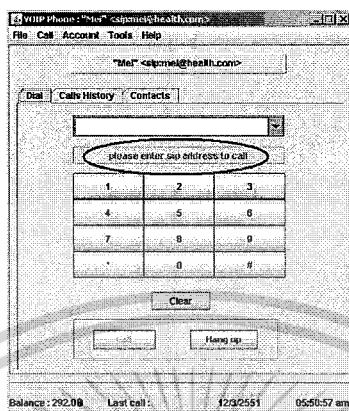
ในหน้าจอหลักนี้จะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆในการทำงาน ดังนี้

- แท็บ Dial
- แท็บ Calls History
- แท็บ Contacts
- เมนูการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้

4.2.1.1 แท็บ Dial คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการโทรออกต่างๆ ซึ่งในแท็บนี้จะประกอบไปด้วยปุ่มของหมายเลขต่างๆ, ปุ่มรับสาย (Call), ปุ่มวางสาย (Hang up) นอกจากนี้ยังมีเท็กซ์ฟิลด์เพื่อเอาไว้ให้ผู้ใช้ทำการกรอกแอดเดรสที่ต้องการจะโทรออก และแถบที่อยู่ด้านล่างที่เท็กซ์ฟิลด์จะคอยแสดงสถานะของการทำงานขณะนั้นๆ

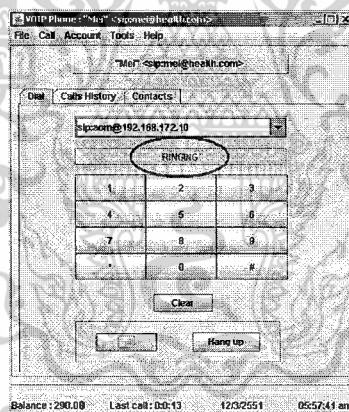
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในหน้าหลักจะมีสถานะปกติก็จะมีข้อความแสดงว่า “please enter sip address to call” ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอปกติขณะยังไม่มีการทำงาน

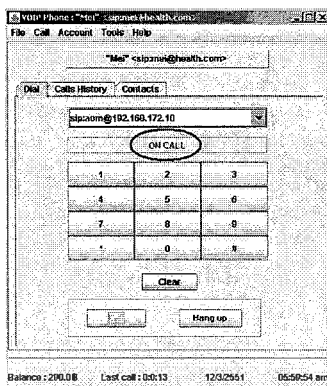
- เมื่อทำการกรอกแอดเดรสที่ต้องการติดต่อไปแล้ว จากนั้นกดปุ่ม Call ก็จะมีการแสดงสถานะเป็น RINGING ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอที่มีการแสดงสถานะ RINGING

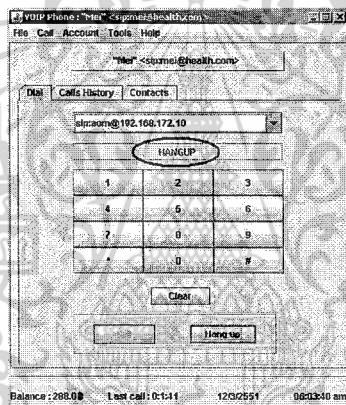
- เมื่อฝั่งปลายทางทำการรับสายที่มีการติดต่อไปก็จะส่งผลให้สถานะเปลี่ยนเป็น ON CALL ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



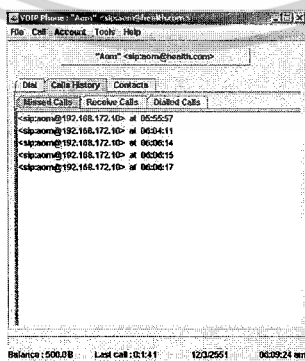
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอที่มีการแสดงสถานะ ON CALL

- เมื่อมีการสิ้นสุดการสนทนาหรือสิ้นสุดการเชื่อมต่อ สถานะก็จะเปลี่ยนเป็น HANGUP ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอที่มีการแสดงสถานะ HANGUP

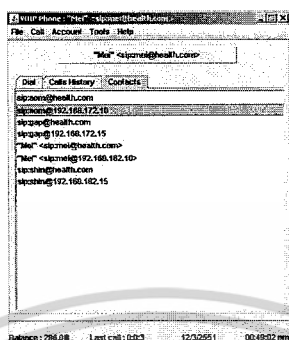
4.2.1.2 แท็บ Calls History คือ ส่วนที่แสดงถึงประวัติที่เกี่ยวข้องการ โทรซึ่งจะมีทั้ง MissedCalls, ReceiveCalls และ DialedCalls ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอในแท็บ Calls History

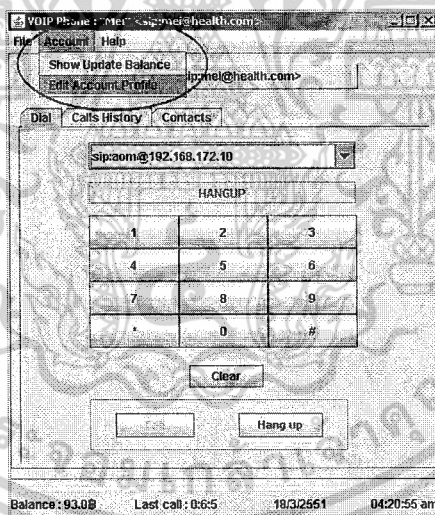
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 แท็บ Contacts คือ ส่วนที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับรายชื่อและแอดเดรสที่ผู้ใช้งานบันทึกเอาไว้เพื่อความสะดวกและไม่ต้องจดจำเมื่อถึงเวลาที่ต้องการจะติดต่อ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอในแท็บ Contacts

4.2.1.4 เมนูแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ คือ ส่วนที่ผู้ใช้งานจะสามารถเข้ามาแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ โดย ผู้ใช้สามารถทำการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้โดยผ่านเมนู Edit Account Profile ที่อยู่ในเมนู Account ดังรูป 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงถึงวิธีการเข้าไปแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อเข้ามาจะพบกับหน้าต่างที่ใช้ในการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว ดังรูป 4.10

รูปที่ 4.10 แสดงหน้าต่างที่ใช้ในการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

- ผู้ใช้งานสามารถทำการแก้ไขได้ โดยด้านล่างจะมีบอกถึงสถานะว่ามีความถูกต้องหรือไม่ซึ่งเมื่อผู้ใช้ทำการแก้ไขเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีการแจ้งสถานะออกมาด้านล่างว่ามีความถูกต้อง ดังรูป 4.11

รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างที่ใช้ในการแก้ไขว่าการแก้ไขสำเร็จแล้ว

4.2.2 หน้าจอส่วนของเซิร์ฟเวอร์ จะมีหน้าจอใช้งาน ดังนี้

เมื่อมีการเปิดหน้าต่างในส่วนของเซิร์ฟเวอร์ขึ้นมานั้นก็เห็นได้ว่ามีแท็บข้อมูลอยู่ 5 แท็บด้วยกัน ดังนี้

- แท็บ Active Connection
- แท็บ Query Users
- แท็บ Query Calls

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แท็บ Query Charged
- แท็บ Promotion Management

4.2.2.1 แท็บ Active Connection คือ ส่วนที่บอกว่าขณะเวลานั้นๆ มีใครที่กำลังทำการติดต่อหากันผ่านซอฟต์แวร์โฟนนี้อยู่บ้าง ดังรูปที่ 4.12

Call ID	Caller	Callee	Date	Start Time
523997036243	sip.mei@health.com	sip:aom@192.168.172.10	12-Mar-2008	03:44:50

รูปที่ 4.12 แสดงข้อมูลในแท็บ Action Connections

4.2.2.2 แท็บ Query Users คือ ส่วนที่สามารถทำการเรียกดูข้อมูลของยูสเซอร์ที่มีการใช้งานอยู่ในซอฟต์แวร์โฟนได้ โดยจะสามารถทำการเรียกดูจากหมวดหมู่ต่างๆ ได้ หลายหมวดหมู่ ดังนี้

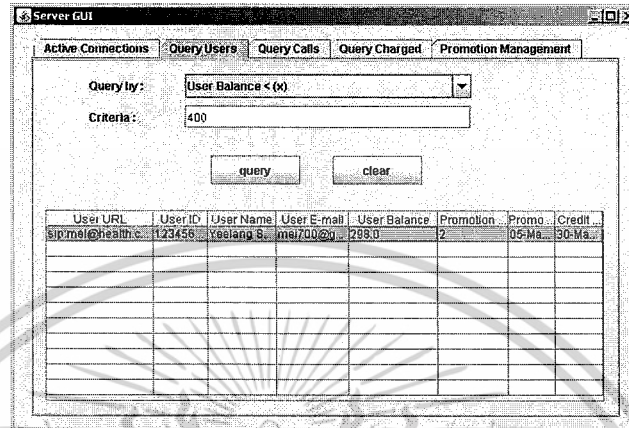
- Query All Users คือ การเรียกดูข้อมูลของยูสเซอร์ทั้งหมดที่มีอยู่ ดังรูปที่ 4.13

User URL	User ID	User Name	User E-mail	User Bal.	Promoto.	Promo Ex.	Credit Exp.
sip:aom@health.c...	12345678..	Punnalom...	aomcouc...	500.0	1	31-Dec-2...	30-Mar-2...
sip:gap@health.c...	12345678..	Gap	gap@hot...	700.0	2	31-Mar-2...	31-Mar-2...
sip:mei@health.c...	12345678..	Yeelang S...	mei700@...	298.0	2	05-Mar-2...	30-Mar-2...
sip:shin@health.c...	12345678..	Shin	shin_armu...	600.0	1	31-Mar-2...	30-Mar-2...

รูปที่ 4.13 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ทั้งหมด

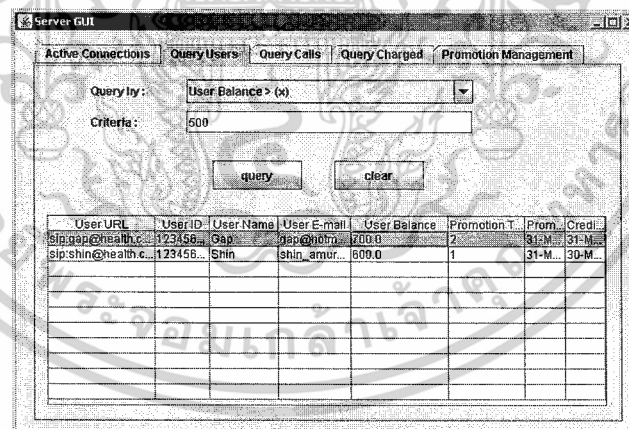
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Query Balance Under X คือ การเรียกดูข้อมูลของยูสเซอร์โดยกำหนดเงื่อนไขว่าจะเลือกเฉพาะยูสเซอร์ที่มียอดเงินคงเหลือต่ำกว่าเงื่อนไขที่ต้องการดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่มียอดเงินน้อยกว่าเงื่อนไขที่ต้องการ

- Query Balance Upper X คือ การเรียกดูข้อมูลของยูสเซอร์โดยกำหนดเงื่อนไขว่าจะเลือกเฉพาะยูสเซอร์ที่มียอดเงินคงเหลือสูงกว่าเงื่อนไขที่ต้องการดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่มียอดเงินมากกว่าเงื่อนไขที่ต้องการ

- Query UserID คือ การเรียกดูข้อมูลของยูสเซอร์ โดยเลือกจาก UserID ที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User URL	UserID	User Name	User E-mail	User Bal.	Promotio.	Promo.	Credit
s/paom@health...	1234567890116	Punnator...	aomcouch...	500.0	1	31-Dec	30-Mar

รูปที่ 4.16 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่ไอดีตรงกับที่ต้องการ

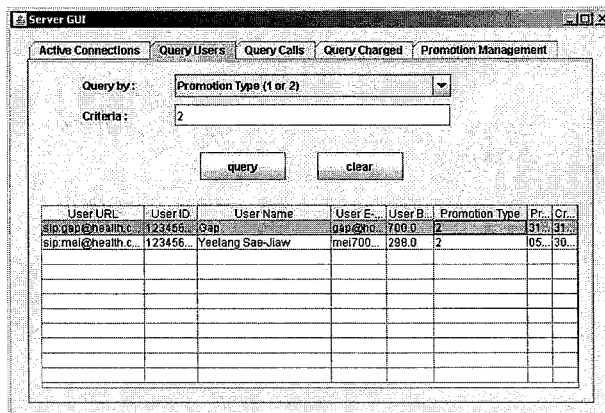
- Query User Name คือ การเรียกดูข้อมูลของยูสเซอร์โดยเลือกจากชื่อ-นามสกุลของยูสเซอร์ ดังรูปที่ 4.17

User URL	UserID	User Name	User E-mail	User B.	Promotio.	Promo.	Credit
s/paom@health...	123456...	Punnatorn Kamlanaruee...	aomcouch...	500.0	1	31-Dec	30-Mar

รูปที่ 4.17 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่ชื่อ-นามสกุลตรงกับที่ต้องการ

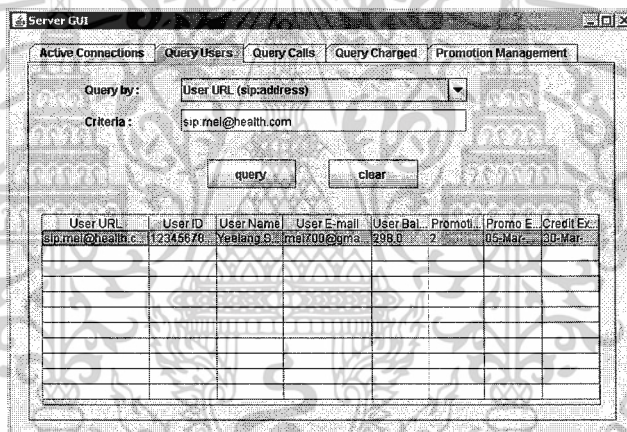
- Query User Promotion Type คือ การเรียกดูข้อมูลของยูสเซอร์โดยเลือกจากชนิดของโปร โมชั่นที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่มีประเภทของโปรโมชันตรงกับที่ต้องการ

- Query User URL คือ การเรียกดูข้อมูลของยูสเซอร์โดยเลือกจาก URL ของยูสเซอร์ที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงข้อมูลของยูสเซอร์ที่มียูอาร์แอลตรงกับที่ต้องการ

4.2.2.3 แท็บ Query Calls คือ ส่วนที่สามารถทำการเรียกดูข้อมูลของการโทรที่เกิดการใช้งานขึ้นในซอฟต์แวร์ โดยจะสามารถทำการเรียกดูจากหมวดหมู่ต่างๆ ได้ หลายหมวดหมู่ ดังนี้

- Query Year คือ การเรียกดูข้อมูลของการโทรทั้งหมดที่มีอยู่ในปีที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Record counts = 11

Call ID	Caller	Callee	Start Time	Duration	Date
082638940954	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	22:27:56	00:01:03	11-Mar-2008
086299498464	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:37:41	00:00:01	11-Mar-2008
081805476934	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:35:03	00:00:01	11-Mar-2008
089912129493	sip:shin@health.c...	sip:aom@192...	03:40:02	00:02:13	10-Mar-2008
089123181901	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	00:36:42	00:05:16	11-Mar-2008
185644539935	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	01:46:33	00:00:01	12-Mar-2008
206762665556	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:15:48	00:01:20	11-Mar-2008
211898102957	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	00:36:42	00:01:05	11-Mar-2008
397064356456	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:23:00	00:01:21	11-Mar-2008
499720813585	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	00:36:42	00:00:20	11-Mar-2008
494689063721	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	05:01:08	00:01:06	11-Mar-2008

รูปที่ 4.20 แสดงข้อมูลของการโทรที่มีอยู่ในปีที่ต้องการ

- Query Interval Hour คือ การเรียกดูข้อมูลของการโทรตามช่วงของเวลาที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.21

Record counts = 6

Call ID	Caller	Callee	Start Time	Duration	Date
086299498464	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:37:41	00:00:01	11-Mar-2008
081805476934	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:35:03	00:00:01	11-Mar-2008
089912129493	sip:shin@health.c...	sip:aom@192...	03:40:02	00:02:13	10-Mar-2008
185644539935	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	01:46:33	00:00:01	12-Mar-2008
206762665556	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:15:48	00:01:20	11-Mar-2008
397064356456	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:23:00	00:01:21	11-Mar-2008

รูปที่ 4.21 แสดงข้อมูลของการโทรที่มีอยู่ในช่วงเวลาที่ต้องการ

- Query Month คือ การเรียกดูข้อมูลของการโทรทั้งหมดที่มีอยู่ในเดือนที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Server GUI

Active Connections Query Users Query Calls Query Charged Promotion Management

Query by: Month (MMM)

Criteria: Mar

query clear

Record counts = 11

Call ID	Caller	Called	Start Time	Duration	Date
062638840954	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	22:27:56	00:01:03	11-Mar-2008
095299496464	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:57:41	00:00:01	11-Mar-2008
091805476934	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:35:03	00:00:01	11-Mar-2008
098912129493	sip:shin@health.c...	sip:aom@192...	03:40:02	00:02:13	10-Mar-2008
099123181901	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	00:36:42	00:05:16	11-Mar-2008
185644539935	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	01:48:33	00:00:01	12-Mar-2008
206762665556	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:15:48	00:01:20	11-Mar-2008
211898102957	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	00:36:42	00:01:05	11-Mar-2008
397064356456	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	04:23:00	00:01:21	11-Mar-2008
469720813565	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	00:36:42	00:00:20	11-Mar-2008
494698063721	sip:mel@health.c...	sip:aom@192...	05:01:09	00:01:06	11-Mar-2008

รูปที่ 4.22 แสดงข้อมูลของการโทรที่มีอยู่ในเดือนที่ต้องการ

- Query Date คือ การเรียกดูข้อมูลของการโทรทั้งหมดที่มีอยู่ในวันที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.23

Server GUI

Active Connections Query Users Query Calls Query Charged Promotion Management

Query by: Date (DD-MM-YYYY)

Criteria: 10-Mar-2008

query clear

Record counts = 1

Call ID	Caller	Called	Start Time	Duration	Date
098912129493	sip:shin@health.c...	sip:aom@192...	03:40:02	00:02:13	10-Mar-2008

รูปที่ 4.23 แสดงข้อมูลของการโทรที่มีอยู่ในวันที่ต้องการ

- Query Caller URL คือ การเรียกดูข้อมูลของการโทรทั้งหมดที่มีอยู่จาก URL ของฝั่งผู้โทร ดังรูปที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Record counts = 10

Call ID	Caller	Callee	Start Time	Duration	Date
082638840954	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	22:27:56	00:01:03	11-Mar-2008
08299496464	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	04:37:41	00:00:01	11-Mar-2008
091805476934	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	04:35:03	00:00:01	11-Mar-2008
099123181901	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	00:36:42	00:05:16	11-Mar-2008
185644539935	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	01:46:33	00:00:01	12-Mar-2008
208762865556	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	04:15:48	00:01:20	11-Mar-2008
211898102957	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	00:36:42	00:01:05	11-Mar-2008
397064356456	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	04:23:00	00:01:21	11-Mar-2008
489720813585	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	00:36:42	00:00:20	11-Mar-2008
494698083721	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	05:01:09	00:01:06	11-Mar-2008

รูปที่ 4.24 แสดงข้อมูลของการโทรที่มีอยู่ในยูอาร์แอลของฝั่งผู้โทร

- Query Callee URL คือ การเรียกดูข้อมูลของการโทรทั้งหมดที่มีอยู่จาก URL ของฝั่งผู้รับ ดังรูปที่ 4.25

Record counts = 11

Call ID	Caller	Callee	Start Time	Duration	Date
082638840954	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	22:27:56	00:01:03	11-Mar-2008
08299496464	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	04:37:41	00:00:01	11-Mar-2008
091805476934	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	04:35:03	00:00:01	11-Mar-2008
099123181901	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	00:36:42	00:05:16	11-Mar-2008
185644539935	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	01:46:33	00:00:01	12-Mar-2008
208762865556	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	04:15:48	00:01:20	11-Mar-2008
211898102957	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	00:36:42	00:01:05	11-Mar-2008
397064356456	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	04:23:00	00:01:21	11-Mar-2008
489720813585	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	00:36:42	00:00:20	11-Mar-2008
494698083721	sip:mel@health.com	sip:aom@192.168.172.10	05:01:09	00:01:06	11-Mar-2008

รูปที่ 4.25 แสดงข้อมูลของการโทรที่มีอยู่ในยูอาร์แอลของฝั่งผู้รับ

4.2.2.4 แท็บ Query Charged คือ ส่วนที่สามารถทำการเรียกดูข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าบริการในการโทรที่เกิดขึ้นในซอฟต์แวร์ โดยจะสามารถทำการเรียกดูจากหมวดหมู่ต่างๆ ได้หลายหมวดหมู่ ดังนี้

- Query Charge Amount Upper X คือ การเรียกดูข้อมูลค่าใช้จ่ายบริการของยูสเซอร์ที่มีค่ามากกว่าเงื่อนไขที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Server GUI

Active Connections Query Users Query Calls Query Charged Promotion Management

Query by: Charge Amount > (x)

Criteria: 3

query clear

Call ID	Caller	Callee	Start Time	Duration	Date	Charge Amo..
082639840954	slp.mei@health.com	slp.aom@...	22:27:56	00:01:03	11-Mar-2008	10.0
086299496464	slp.mei@health.com	slp.aom@...	04:37:41	00:00:01	11-Mar-2008	5.0
091805476934	slp.mei@health.com	slp.aom@...	04:35:03	00:00:01	11-Mar-2008	5.0
185644539935	slp.mei@health.com	slp.aom@...	01:46:33	00:00:01	12-Mar-2008	5.0
206762665556	slp.mei@health.com	slp.aom@...	04:15:48	00:01:20	11-Mar-2008	10.0
397064356456	slp.mei@health.com	slp.aom@...	04:23:00	00:01:21	11-Mar-2008	10.0
494698063721	slp.mei@health.com	slp.aom@...	05:01:09	00:01:06	11-Mar-2008	10.0

รูปที่ 4.26 แสดงข้อมูลค่าใช้บริการของยูสเซอร์ที่มากกว่าเงินไขที่ต้องการ

- Query Charge Amount Under คือ การเรียกดูข้อมูลค่าใช้บริการของยูสเซอร์ที่มีค่าน้อยกว่าเงินไขที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.27

Server GUI

Active Connections Query Users Query Calls Query Charged Promotion Management

Query by: Charge Amount < (x)

Criteria: 3

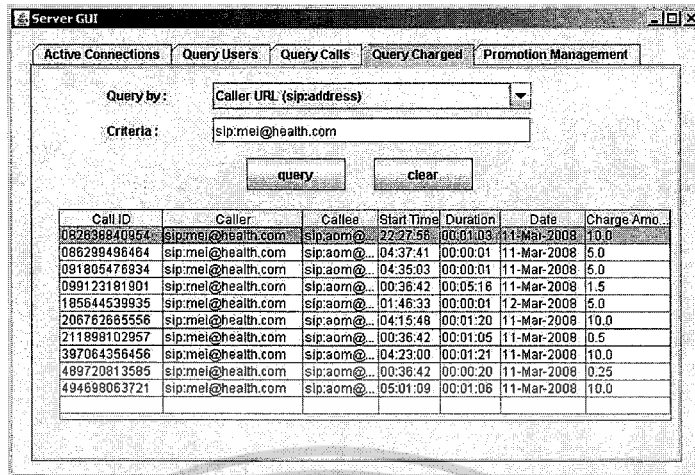
query clear

Call ID	Caller	Callee	Start Time	Duration	Date	Charge Amo..
098912129493	slp.shin@health.com	slp.aom@...	03:40:02	00:02:13	10-Mar-2008	0.0
099123181901	slp.mei@health.com	slp.aom@...	00:36:42	00:05:16	11-Mar-2008	1.5
211898102957	slp.mei@health.com	slp.aom@...	00:36:42	00:01:05	11-Mar-2008	0.5
489720813585	slp.mei@health.com	slp.aom@...	00:36:42	00:00:20	11-Mar-2008	0.25

รูปที่ 4.27 แสดงข้อมูลค่าใช้บริการของยูสเซอร์ที่น้อยกว่าเงินไขที่ต้องการ

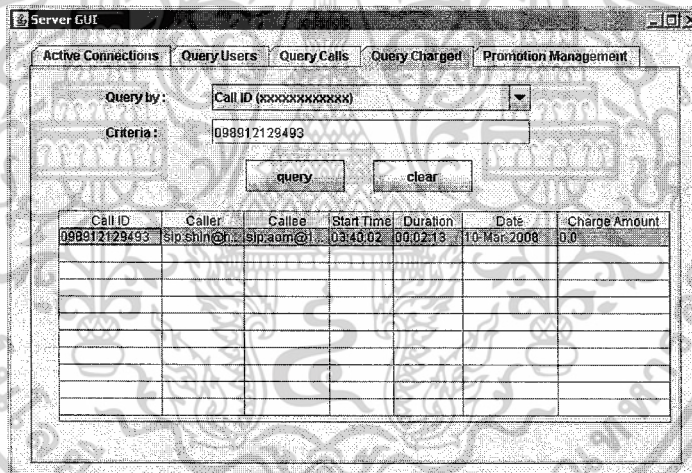
- Query Caller URL คือ การเรียกดูข้อมูลค่าใช้บริการทั้งหมดที่มีอยู่ใน URL ของฝั่งผู้โทร ดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 แสดงข้อมูลค่าใช้บริการทั้งหมดที่มีอยู่ในยูอาร์แอลของฝั่งผู้โทร

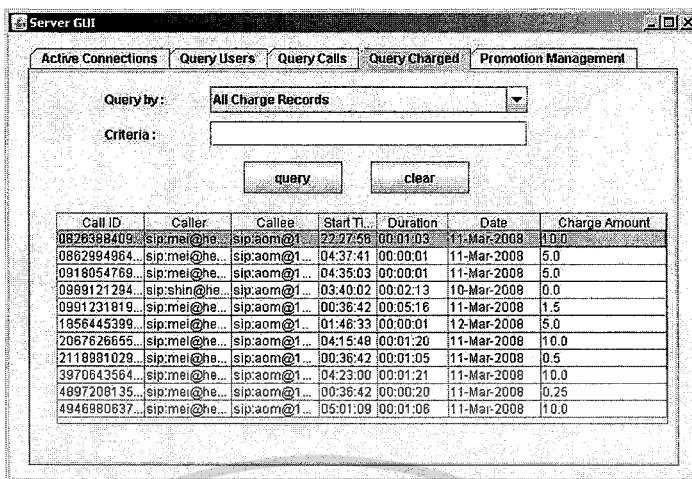
- Query Call ID คือ การเรียกดูข้อมูลค่าใช้บริการทั้งหมดที่มีอยู่ใน call ID ที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 แสดงข้อมูลค่าใช้บริการทั้งหมดที่มีอยู่ในคอลไอดีที่ต้องการ

- Query All charge records คือ การเรียกดูข้อมูลค่าใช้บริการทั้งหมดของยูสเซอร์ ดังรูปที่ 4.30

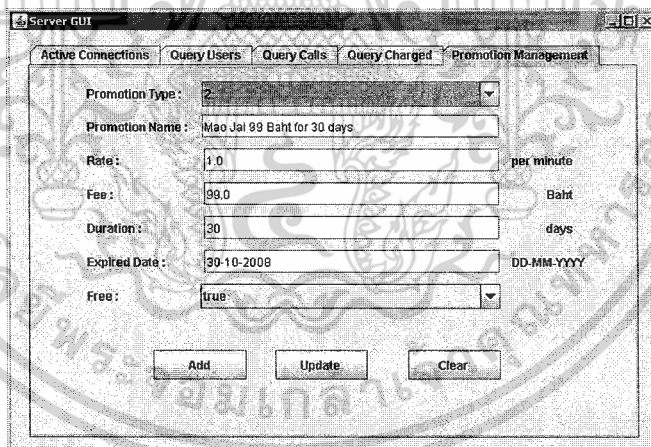
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 แสดงข้อมูลค่าใช้จ่ายบริการทั้งหมดของยูสเซอร์

4.2.2.4 แท็บ **Promotion Management** คือ ส่วนที่สามารถทำการเรียกดูข้อมูลของโปรโมชั่น รวมไปถึงการจัดการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโปรโมชั่นที่มีใช้ในซอฟต์แวร์ โดยจะสามารถทำการจัดการได้หลายอย่าง ดังนี้

- การเรียกดูโปรโมชั่นทำได้โดยการเลือกมาที่แท็บ Promotion Management แล้วเลือกโปรโมชั่นที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 แสดงรายละเอียดของโปรโมชั่นที่ได้ทำการเลือก

- การเพิ่ม (ADD) โปรโมชั่นเข้าไปสามารถทำได้โดยเราจะต้องทำการเลือกไปที่แท็บ Promotion Management จากนั้นทำการกรอกข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของโปรโมชั่นนั้นๆ ลงไป ดังรูปที่ 4.32 เมื่อกรอกรายละเอียดเรียบร้อยแล้วทำการกดปุ่ม “Add” จากนั้นเซิร์ฟเวอร์ก็จะทำการเพิ่มโปรโมชั่นที่เราต้องการลงไป ดังรูปที่ 4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Server GUI

Active Connections Query Users Query Calls Query Charged Promotion Management

Promotion Type: 1

Promotion Name: Rang Rang Promotion

Rate: 0.20 per minute

Fee: 30 Baht

Duration: 30 days

Expired Date: 31-07-2008 DD-MM-YYYY

Free: false

Add Update Clear

รูปที่ 4.32 แสดงการกรอกรายละเอียดของโปรโมชั่นที่ต้องการเพิ่ม

Server GUI

Active Connections Query Users Query Calls Query Charged Promotion Management

Promotion Type: 6

Promotion Name: Rang Rang Promotion

Rate: 0.2 per minute

Fee: 30.0 Baht

Duration: 30 days

Expired Date: 31-07-2008 DD-MM-YYYY

Free: false

Add Update Clear

รูปที่ 4.33 แสดงการเพิ่มโปรโมชั่นตามที่เรากำลังต้องการ

- การอัปเดต (Update) โพรโมชัน ทำได้โดยจะต้องทำการเลือกไปที่แท็บ Promotion Management จากนั้นทำการเลือกโปรโมชั่นที่ต้องการจะอัปเดต จากนั้นทำการใส่ค่าต่างๆที่เราต้องการอัปเดตลงไป ดังรูปที่ 4.34 ซึ่งอัปเดตจากรูปที่ 4.33 เมื่อทำการใส่ค่าต่างๆเรียบร้อยแล้วก็ทำการกดที่ปุ่ม “Update” ก็จะทำให้ข้อมูลมีการอัปเดตเข้าไปยังโปรโมชั่นที่เลือกไว้ ดังรูปที่ 4.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Server GUI

Active Connections Query Users Query Calls Query Charged Promotion Management

Promotion Type : 6

Promotion Name : Rang Rang Promotion

Rate : 1 per minute

Fee : 0 Baht

Duration : 60 days

Expired Date : 31-07-2008 DD-MM-YYYY

Free : false

Add Update Clear

รูปที่ 4.34 แสดงการใส่ค่าต่างๆลงไปโปรโมชันที่ต้องการอัปเดต

Server GUI

Active Connections Query Users Query Calls Query Charged Promotion Management

Promotion Type : 6

Promotion Name : Rang Rang Promotion

Rate : 1.0 per minute

Fee : 0.0 Baht

Duration : 60 days

Expired Date : 31-07-2008 DD-MM-YYYY

Free : false

Add Update Clear

รูปที่ 4.35 แสดงการอัปเดตลงไปโปรโมชันที่ต้องการ

- การลบข้อมูลที่แสดงอยู่ออกไป (Clear) ทำได้โดยการเลือกไปที่แท็บ Promotion Management จากนั้นทำการกดไปที่ปุ่ม "Clear" ก็จะทำให้ข้อมูลที่แสดงอยู่หายไป ดังรูปที่ 4.36 กลายเป็น รูปที่ 4.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.36 แสดงข้อมูลที่มีอยู่ก่อนที่จะทำการลบ

รูปที่ 4.37 แสดงผลที่ได้จากการกดปุ่ม "Clear"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการพัฒนา

การพัฒนาแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่มีระบบคำนวณค่าใช้บริการในรูปแบบปริมาตรนั้น ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ รวมไปถึงแอปพลิเคชันที่มีลักษณะคล้ายกับแอปพลิเคชันที่จะทำการพัฒนาเพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์และออกแบบระบบออกมาโดยนำภาษายูเอ็มแอลมาใช้ในการแสดงภาพรวมของระบบ ซึ่งแผนภาพที่นำมาใช้ได้แก่ ยูสเคสไดอะแกรม, แอคทิวิตีไดอะแกรม, คลาสไดอะแกรม, ซีควเอนซ์ไดอะแกรม รวมไปถึงผังการทำงาน (Flowchart) นอกจากนี้ยังมีการนำอี-อาร์โมเดลมาใช้ในการออกแบบฐานข้อมูลด้วย

โดยแอปพลิเคชันที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาสามารถทำการติดต่อสื่อสารกันได้ และมีระบบคำนวณค่าใช้บริการที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งของการโทร ซึ่งได้ผลออกมาเป็นที่น่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพ เมื่อทำการวิเคราะห์ส่วนต่างๆเรียบร้อยแล้วก็ได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นมาโดยทำการพัฒนาซอฟต์แวร์และ พัฒนาเซิร์ฟเวอร์ขึ้นมา ซึ่งมีความสามารถในการทำงาน ดังนี้

- ซอฟต์แวร์มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารผ่านเซิร์ฟเวอร์ได้
- สามารถทำการพัฒนาเซิร์ฟเวอร์ที่มีความสามารถในการคำนวณค่าใช้บริการแบบปริมาตรออกมาได้ และยังสามารถในการเรียกดูข้อมูลต่างๆได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำการจัดการกับโปรโมชันต่างๆได้

5.2 ปัญหา ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบอาศัยเวลามากเนื่องจากขาดความเข้าใจและใช้เวลาในการศึกษานาน นอกจากนี้ยังใช้เวลามากในการศึกษาและพัฒนาเซิร์ฟเวอร์ เนื่องจากมีการทดสอบระหว่างการทำงานไปด้วย และในส่วนของการทำงานคำนวณค่าใช้บริการอาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้เนื่องจากปัญหาทางด้านเวลาของทั้ง 2 ฝ่ายที่ยังไม่ค่อยตรงกัน จึงมีข้อเสนอแนะเป็นแนวทางเพื่อผู้ที่ต้องการนำไปพัฒนาต่อ คือ ในการพัฒนาต่อควรทำการแก้ไขในส่วนของการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ทั้ง 2 ด้าน คือควรมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางระหว่างเซิร์ฟเวอร์ของทั้ง 2 ด้าน เพื่อให้เซิร์ฟเวอร์สามารถไปดึงข้อมูลที่ต้องการใช้งานได้ ซึ่งก็จะทำให้เซิร์ฟเวอร์ทั้ง 2 ด้านมีข้อมูลที่อัปเดตเหมือนกัน และควรทำการพัฒนาต่อในส่วนของการสิ้นสุดการเชื่อมต่อเมื่อเงินในบัญชีไม่พอที่จะโทร

บรรณานุกรม

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และกิตติพงษ์ กลมกล่อม. 2548. **คัมภีร์การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML**. กรุงเทพฯ : เคทีพี.

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และจำลอง ครุอุตสาหะ. 2544. **คัมภีร์ระบบฐานข้อมูล**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : เคทีพี.

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และพนิดา พานิชกุล. 2546. **คัมภีร์การวิเคราะห์และออกแบบระบบ**. กรุงเทพฯ : เคทีพี.

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และณัฐดนัย สุขรัตน์. 2546. **คัมภีร์ JAVA เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : เคทีพี

Call Detail Record [online]

Available: <http://www.voip-info.org/wiki/view/CDR>,

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

Call Detail Record Collection [online]

Available: http://www.voip-info.org/wiki/view/CDR_collection,

<http://www.telsoft-solutions.com/cdr-collection.html>

Call Detail Record Mediation [online]

Available: <http://www.voip-info.org/wiki/view/CDR+mediation>

Freddy Ghys, Marcel Mampaey, Michel Smouts and Arto Vaaraniemi, **3G Multimedia Network Services, Accounting and User Profiles**. Boston, London: Artech House, 2003.

Henry Sinnreich and Alan B. Johnston, **Internet Communications Using SIP**. Boulevard, Indianapolis: Wiley Publishing, 2006.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวี่หลาง แซ่เจียว
วัน เดือน ปีเกิด 5 กันยายน 2528 ที่เชียงราย
ที่อยู่ 807/254 หมู่บ้านภูมริน หมู่ 8 ถ.พหลโยธิน ต.คูคต
อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12130 โทร.089-136-0669
ประวัติการศึกษา 2550 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล นางสาวปิ่นฉัตร กาญจนรจี
วัน เดือน ปีเกิด 11 มิถุนายน 2528 ที่กรุงเทพฯ
ที่อยู่ 61/47 หมู่บ้านไทยธานี หมู่ 19 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง
อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทร.081-363-7202
ประวัติการศึกษา 2550 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้