

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบโทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ตโปรโตคอล (VoIP)¹

VoIP เป็นเทคโนโลยีที่เริ่มมีความนิยมนำมาใช้อย่างแพร่หลายซึ่งสามารถทำการรับ-ส่งสัญญาณเสียงผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ตได้ ซึ่งเทคโนโลยีจะต้องใช้อุปกรณ์ (Hardware) และ โปรแกรม (Software) คอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกัน โดยที่ VoIP จะทำการแปลงเสียง โดยที่จากสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลผ่านอุปกรณ์อย่างเช่นไมโครโฟน และแปลงกลับจากดิจิทัลเป็นอนาล็อกเช่น ลำโพง ส่งกลับไปให้ผู้รับได้ยินข้อความเสียงที่ส่งไปซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีที่ลดค่าใช้จ่ายได้ดี

โทรศัพท์ระบบ VoIP จะใช้มาตรฐานโปรโตคอลที่ต่างจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะใช้โปรโตคอล TCP/IP (Internet Transmission Control Protocol) ในส่วนของระบบโทรศัพท์นั้นจะใช้โปรโตคอลซึ่งมีหลายแบบและหลายมาตรฐานที่นิยมใช้กัน ได้แก่ SIP โปรโตคอล (Session Initiation Protocol) ซึ่งเป็นโปรโตคอลทางด้านมัลติมีเดีย นอกจากจะมีการใช้งานทางด้านโทรศัพท์ร่วมกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เรียกว่า IP-Phone แล้วยังมีอุปกรณ์อื่นๆที่สามารถใช้เครือข่ายร่วมกันได้ ในระบบเครือข่ายสัญญาณของระบบ LAN จะมีช่องรับส่งสัญญาณ Band Width ที่กว้างมากสามารถรองรับโปรโตคอลจำนวนมากๆได้

ข้อดีของการนำเอา VoIP มาใช้งาน

1. สามารถลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสาร กันในระหว่างองค์กรได้เนื่องจากไม่ต้องพึ่งผู้ให้บริการภายนอก
2. ลดค่าใช้จ่ายทางด้าน Hardware เนื่องจาก VoIP สามารถใช้ Soft Phone ที่ติดตั้งลงใน Smart phone หรือ คอมพิวเตอร์สำนักงานได้
3. ลดค่าใช้จ่ายค่าชุมสายโทรศัพท์ภายในสำนักงาน
4. ลดค่าใช้จ่ายค่าออกแบบเดินสายโทรศัพท์

¹กิตติพงษ์ สุวรรณราช. (2551). ออกแบบและติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP-PBX ด้วย

5. ง่ายต่อการปรับเปลี่ยนแก้ไขของผู้ใช้บริการและรองรับการปรับใช้งานในอนาคตได้
6. ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนในระบบเครือข่ายของหน่วยงานเนื่องจาก VoIP มีความสามารถสูงในการติดต่อสื่อสารแต่ลงทุนต่ำกว่าระบบแบบเก่า
7. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเนื่องจากถ้าค่าบริการในการติดต่อสื่อสารลดน้อยลงก็จะทำให้ผู้ใช้งานโทรศัพท์กันมากขึ้นจึงทำให้ได้รับข่าวสารระหว่างสาขากันมากขึ้นเป็นผลให้ประสิทธิภาพงานเพิ่มขึ้นไปด้วย

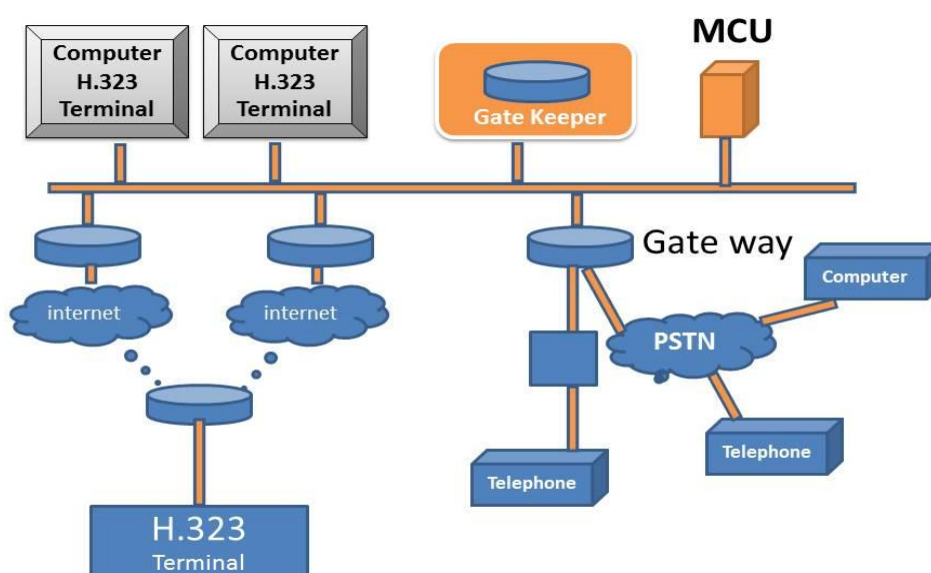
ในเมื่อมีข้อดีก็ต้องมีข้อเสียเช่นเดียวกันได้แก่ การขโมยข้อมูลข่าวสารต่าง หรือ อาจเป็นการดักฟังการแลกเปลี่ยนมาทำลายระบบ Sever ทำให้ใช้งานไม่ได้หรือทำลายฐานข้อมูล เป็นต้น แต่ถึงเหล่าสามารถป้องกันได้จากผู้ดูแลระบบหมั่นดูแลแพคเกจระบบป้องกันต่างๆให้มีประสิทธิภาพและมีการสำรองข้อมูลระบบไว้เป็นระยะ เป็นต้นในการสื่อสารของ VoIP นั้นต้องมีการต่อเข้ากับหลายๆ อุปกรณ์จึงจำเป็นต้องมีสิ่งที่เป็นมาตรฐานกลางที่ให้อุปกรณ์ทุกตัวใช้งานด้วยกันได้อย่างเหมาะสมซึ่งจะมีโปรโตคอลหลักๆ อย่างเช่น H.323 และ SIP เป็นต้น

2.2 มาตรฐานของ H.323²

มาตรฐานของ H.323 เป็นมาตรฐานโปรโตคอลที่ถูกกำหนดโดยองค์กร ITU ซึ่งจะเป็นโปรโตคอลที่ได้รับความนิยมมากในยุคแรกที่มีการเริ่มใช้เครือข่ายของ ISDN (Integrated Services Digital Network) มาตรฐานของ H.323 สามารถรองรับการทำงานได้ทั้ง แบบ Point-to-Point และแบบ Multi – Point – Conference โดยโปรโตคอลแบบ H.323 นั้นจะอ้างอิงและครอบคลุมไปถึง H.225.0/Q.931 H.245 และ H.225.0/RAS เพื่อให้การทำงานของ H.323 สมบูรณ์ โดยอุปกรณ์ที่จำเป็นของ H.323 โปรโตคอลนั้นจะมีอุปกรณ์หลักที่ใช้ทำงาน H.323 Terminal คืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณเสียงหรือภาพได้เช่น คอมพิวเตอร์หรือไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานโปรโตคอลแบบ H.323 ได้ H.323 Gateway เป็นตัวที่ทำหน้าที่ต่อกับเครือข่ายอื่นแต่ในกรณีที่ไม่มีการใช้งานการเชื่อมต่อออกไปยังเครือข่ายภายนอกก็ไม่จำเป็นต้องมี H.323 Gateway โดยการเชื่อมต่อของ H.323 Gateway นั้นจะทำหน้าที่เชื่อมต่อโครงข่ายดังนี้ สร้างการเชื่อมต่อกับระบบ PSTN สร้างการเชื่อมต่อเทอมินอลที่รองรับมาตรฐาน H.320 บนเครือข่าย H.323 Gatekeeper เป็นอีกหนึ่งอุปกรณ์ที่สำคัญมากเนื่องจากจะทำงานเป็นที่คอยดูแลอุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนกับ Gatekeeper โดยจะแบ่งออกเป็นโชนการใช้งานโดย Gatekeeper จะเป็นศูนย์กลางในการทำ AAA (Authentication

²สาธิตพงศ์ พุทธิประเสริฐ สันชัย กมลกิจวงศ์ และสัญญากร. (2556) วุฒิสัททิตถกิจ
โปรโตคอลมาตรฐานสำหรับอินเทอร์เน็ตเทเลโฟนี (internet Telephony Protocol).

Authorization Admission) ของโชนั้นๆที่ Gatekeeper ดูแลอยู่อุปกรณ์สุดท้ายที่ขาดไม่ได้ถ้าต้องการใช้งาน Video Conference แบบหลายๆจุดหรือมากกว่า 3 Terminal ขึ้นไป ข้อเสียมาตรฐานนี้จะไม่ค่อยที่ได้รับความนิยมในการใช้งาน VoIP เนื่องจากจริงๆแล้วมาตรฐานนี้ไม่ได้ออกแบบมาให้รองรับการใช้งานในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การใช้ MCU จะประกอบด้วย MC (Multipoint Controller) และ MP (Multipoint Controller) โดย MC จะเป็นตัวที่คอยจัดส่งสัญญาณและควบคุมมีเดียที่ถูกรับส่งให้กับ Terminal หรืออุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่โดยอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องมีการใช้ช่องสัญญาณ H.245 อยู่โดยเชื่อมต่อกับ MC แบบจุดต่อจุด (Point to Point) โดยที่ MP จะเป็นตัวช่วยผสมสัญญาณและจัดการมีเดียสตรีมโดยจะทำงานภายใต้ MC อีกทีโดยลักษณะการต่อและโครงสร้างของโปรโตคอลแบบ H.323 จะแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 หลักการทำงานของ H.323²

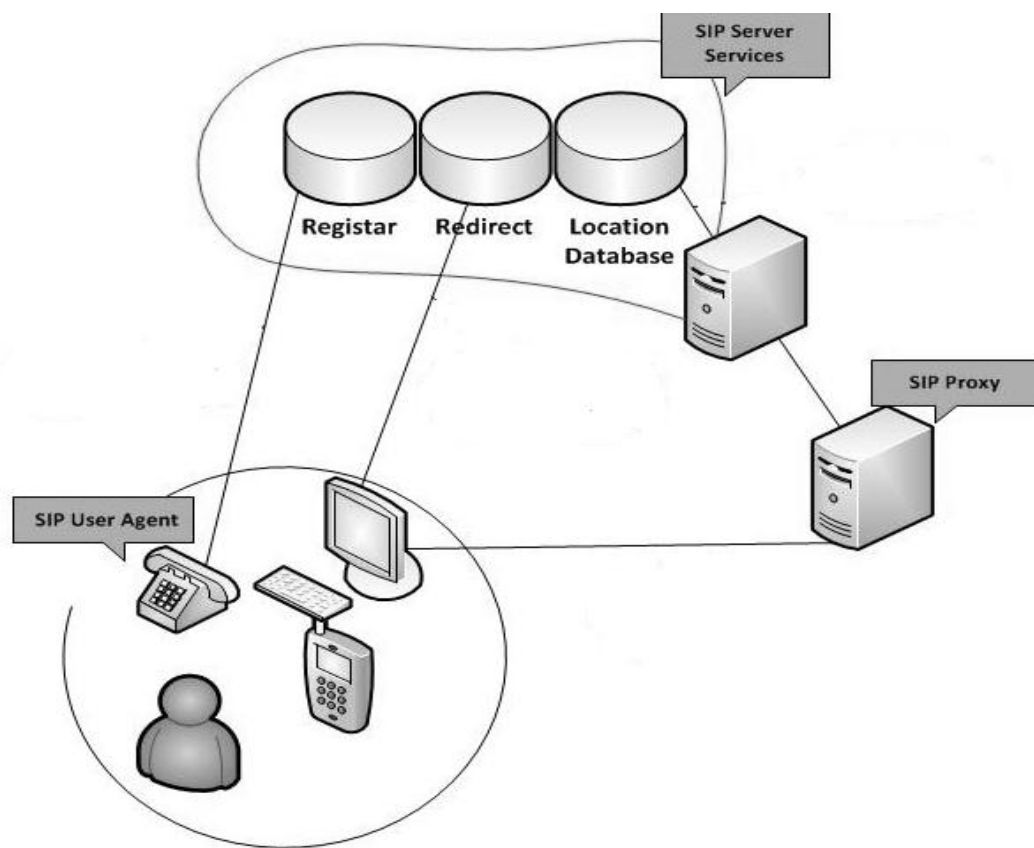
ข้อเสียของระบบแบบ H.323 นั้นการทำงานค่อนข้างช้าเนื่องจากการทำงานของมาตรฐาน H.323 มีความซับซ้อนมาก เมื่อต้องการใช้งานในระบบของเครือข่าย NAT จะต้องใช้ Gate Keeper เพื่อทำงานเป็น Server Proxy ส่งข้อมูลได้อย่างเต็มประสิทธิภาพจึงทำให้ไม่เหมาะกับระบบที่ผู้วิจัยออกแบบมาที่เน้นการทำงานที่รวดเร็วติดตั้งง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อยในการติดตั้งและดำเนินการ

2.3 มาตรฐาน SIP (Session Initiation Protocol)³

มาตรฐานของ SIP เป็นมาตรฐานที่เริ่มได้รับความนิยมขึ้นเรื่อยๆ และมากที่สุดในปัจจุบันซึ่งได้รับการกำหนดมาตรฐานขึ้นโดย IETF (International Engineering Task Force) โปรโตคอล SIP นั้นสามารถปรับแต่งหรือปรับปรุงได้ง่ายกว่า H.323มากการใช้งานพอร์ตของโปรโตคอลแบบ SIP นั้นจะใช้งานได้ทั้ง TCP หรือ UDP โดยลักษณะการทำงานรับส่งข้อมูลของโปรโตคอลนี้จะเป็นลักษณะของ Text based คล้ายกับการทำงานของ HTTP (Hypertext Transfer Protocol) จึงสามารถใช้แฮดเดอร์และกลไกบางอย่างของ HTTP ได้ด้วย ส่วนในฟังก์ชันที่สนับสนุนกับ SIP นั้นได้ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานมัลติมีเดียบนเครือข่าย IP (Internet Protocol) ซึ่งโปรโตคอลนี้มีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่าโปรโตคอลอื่นในแง่ของความสามารถในการยืดหยุ่นปรับใช้งานต่างๆ(Flexibility) และความสามารถของโปรโตคอล SIP จะสามารถสร้าง (Create) ปรับเปลี่ยน (Modify) สิ้นสุด (Terminate) การติดต่อระหว่างจุดต่อจุด (Unicast) หรือแบบกลุ่ม (Multicast) โดย SIP สามารถปรับเปลี่ยนที่อยู่หมายเลขของพอร์ตเพิ่มหมายเลขของผู้ใช้บริการหรือลบหมายเลขของผู้ใช้บริการ ซึ่งการทำงานของ SIP นั้นก็ได้จำกัดแค่โทรศัพท์เท่านั้นส่วน โปรโตคอล SIP นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนประกอบคือ User Agents หรือ UA และอีกส่วนคือ SIP Server โดยลักษณะโครงสร้างของโปรโตคอลแบบ SIP นั้นจะแสดงดังภาพที่

2.2

³บรรจบ สุขประภาภรณ์. (2544). เทคโนโลยีการสื่อสาร โทรศัพท์ด้วยระบบ VoIP.



ภาพที่ 2.2 หลักการทำงานของ SIP

User Agent สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อยคือ

User Agent Client (UAC) ทำหน้าที่เป็นตัวเริ่มขบวนการ โดยส่งการร้องขอไปยังผู้ที่ถูกเรียก ผ่านทาง network server

User Agent Server (UAS) ทำหน้าที่เป็นตัวรับการร้องขอ หรือตอบสนองคำร้องจากผู้ใช้งาน ซึ่งการตอบสนองนั้นอาจจะยอมรับหรือปฏิเสธ การเรียก ก็ได้ในบางกรณีผู้ใช้งานมี Terminal หลายตัว ผู้ใช้งานอาจ Redirect หรือโอนย้ายไปไปยัง UAC ที่ผู้ใช้งานใช้อยู่จริง โดยในส่วนของเซิร์ฟเวอร์ก็จะอัพเดทที่อยู่ใหม่เพื่อโอนย้ายไปยัง UAC ที่ผู้ใช้งานใช้อยู่จริงต่อไป

SIP Server สามารถแบ่งองค์ประกอบได้ดังต่อไปนี้

Proxy Server มีหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลจะรับข้อมูลมาจาก UAS หรือ network server ก็ได้จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะร้องขอไปยังปลายทางตามที่กำหนด พร้อมกับข้อมูลตอบสนองให้กับ UAC หรือ network server ตามที่ร้องขอมา เพื่อได้รับการตอบสนองจากผู้ถูกเรียก UAS ก็จะส่ง Message ตอบสนองกลับไปให้ UAC ซึ่ง Server ชนิดนี้ทำหน้าที่เป็นทั้ง Client และ Server ในกรณีที่ถูกร้องขอจะเป็น Client ส่วนในกรณีที่ส่งข้อมูลตอบสนองจะเป็น Server

Registrar Server จะมีหน้าที่เหมือนเป็นพนักงานลงทะเบียนเพื่อที่จะนำข้อมูลไปใส่ลงใน SIP Server เพื่อที่จะได้ทราบว่าได้ลงทะเบียนของเครื่องลูกนั้นๆ ใช้เบอร์อะไรเพื่อนำไปทำการอัปเดตให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน

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

1. SIP request message เป็นข้อความสำหรับที่จะทำการร้องขอจากเครื่องลูกไปยังเครื่องแม่
2. SIP response message เป็นการส่งข้อความในลักษณะของการตอบรับจากการร้องขอที่ส่ง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกใช้งาน SIP โปรโตคอลเนื่องจากการจัดการของ SIP นั้นมีความเรียบง่ายและไม่ซับซ้อนเท่ากับ H.323 ที่สำคัญอีกหนึ่งอย่างคือโครงสร้างของ H.323 จำเป็นจะต้องลงทุนค่าใช้จ่ายมากกว่าโปรโตคอลแบบ SIP จึงทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจใช้โปรโตคอลนี้

โปรแกรม Asterisk⁴

Asterisk คือ Open-source โปรแกรมที่ใช้เป็นตัวหลักสำหรับทำ IP-PBX หรือชุมสายแบบ IP เนื่องจากตัว Asterisk นั้นทำหน้าที่คล้าย Soft switch ซึ่งทำหน้าที่รับส่งแพ็คเกจโปรแกรม Asterisk มีความสามารถในการบริหารจัดการการเชื่อมต่อของระบบ และยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานได้ง่าย ตัวอย่างความสามารถเด่นๆของ Asterisk คือ เป็น Gateway โดยโปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์พื้นฐานกับระบบโทรศัพท์แบบ VoIP เข้าด้วยกันได้ โปรแกรม Asterisk ยังมีความสามารถทำตัวเป็น Media Server ได้ด้วยในกรณีที่ต้องการประชุมสายทางโทรศัพท์หรือวิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์และรองรับการทำงานแบบ Call Center รวมถึงระบบตอบรับอัตโนมัติ ลักษณะการทำงานที่สำคัญอีกอย่างที่จะต้องการพัฒนาโปรแกรมคือฟังก์ชันที่ใช้ติดต่อกับ Source ภายนอกที่เรียกว่า AGI (Asterisk Gateway Interface) โดย AGI นั้นจะแบ่งออกเป็น 3 หมวดหลัก คือ EAGI (Enhanced Asterisk Gateway Interface) เป็นรูปแบบที่ค่อนข้างจะมีระดับสูงซึ่งใช้จัดการไฟล์เสียงที่ถูกส่งเข้ามาได้ Dead AGI เป็นฟังก์ชันของ AGI ที่จะทำงานเมื่อ

⁴ NirSimionovich. (2552). *Asterisk Gateway Interface 1.4 and 1.6 Programming*

เกิดการวางสายเพื่อให้ระบบทำงานต่อเช่น บันทึกข้อความในการโทร เป็นต้น Fast AGI เป็น AGI ที่ทำงานบน TCP (Transmission Control Protocol) ส่วนระบบปฏิบัติการที่ Asterisk รองรับคือ 32/64 bit Ubuntu, Free BSD, Open BSD, Mac OSX ในด้าน Hardware ที่รองรับนั้น เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (PC) หรือคอมพิวเตอร์ที่สามารถลงระบบปฏิบัติการดังกล่าวไว้ในข้างต้นได้ ลักษณะการตั้งค่าในการทำงานมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ

1. เป็นแบบ .Conf ไฟล์ระบบที่จะดูข้อมูลตามที่เราได้ตั้งค่าไว้ว่าให้ทำงานตามที่ต้องการในรูปแบบนี้เป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน

2. เป็นการสร้างไฟล์การตั้งค่าการทำงานจาก Database เป็นอีกลักษณะของการตั้งค่าที่สามารถทำงานได้เร็วโดยที่เมื่อตั้งค่าใหม่ไม่จำเป็นต้องทำการ Reload Asterisk ใหม่สามารถทำงานได้เลย จากข้อดีของโปรแกรมดังกล่าวจึงเหมาะกับการทำงานวิจัยหรือพัฒนาโปรแกรมสำหรับโครงข่ายโทรศัพท์แบบ IP-PBX

ระบบโทรศัพท์ IP-PBX (Internet Protocol – Private Branch Exchange)³

เป็นระบบที่ไม่จำเป็นต้องมีชุมสายโทรศัพท์และ ไม่ต้องเดินสายเหมือนแบบเดิมแต่ใช้การต่อสายผ่านระบบอินเทอร์เน็ตหรือผ่าน Wireless โดยไม่ต้องต่อสายโทรศัพท์ซึ่งระบบจะใช้งานผ่านทาง Server ส่งไปยังเครือข่ายระบบ LAN (Local Area Network) ในด้านขององค์ประกอบระบบ IP-PBX จำเป็นจะต้องมีอย่างน้อย 3 องค์ประกอบเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ได้แก่

1. คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (IP-PBX Server) ทำหน้าที่บริหารจัดการเครือข่ายซึ่งต้องมีอุปกรณ์เสริมที่สำคัญที่ใช้สำหรับติดต่อกับระบบเครือข่าย LAN โดยต้องมี LAN Card และ FXO Card (Foreign Exchange Office) ลักษณะการติดตั้งภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 การ์ด 4 FXO⁵

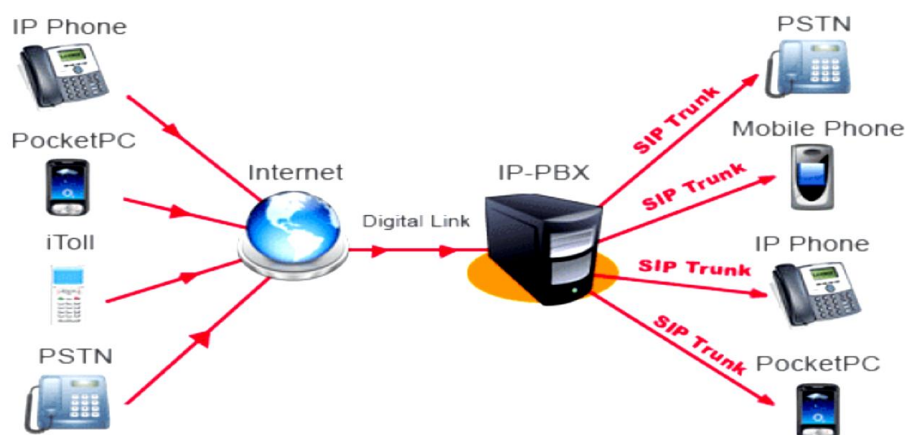
ภาพที่ 2.3 นั้นเป็นการ์ดที่ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกับสายนอกหรือติดต่อกับเครือข่ายอื่นๆ เรียกว่า PSTN (Public Switch Telephone Network) ในกรณีที่ต้องการใช้โครงข่ายที่เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นระบบจำเป็นที่จะต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มจากการ์ด FXO เนื่องจากการ์ด FXO จะใช้ต่อสายตรงกับโทรศัพท์พื้นฐานอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องเพิ่มขึ้นมาคือ GSM gateway เป็นอุปกรณ์ที่จะต่อเชื่อมไปยัง GSM (Global System for Mobile communication) network ลักษณะของอุปกรณ์ดังภาพที่ 2.4 และ โครงสร้างของระบบโครงสร้างของระบบแบบ IP-PBX แสดงดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์ GSM gateway⁶

⁵<http://www.voip4share.com/images/shared/tdm400e-3.jpg> (2556)

⁶<http://www.btcdirect.com.au/images/P/neos3000a-01.gif> (2556)



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของระบบ IP-PBX³

2. เครือข่ายของระบบสาย LAN เป็นไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายของอินเทอร์เน็ตหรือ อินทราเน็ต ก็สามารถใช้งานกับระบบVoIP ได้แต่ถ้ามีความซับซ้อนของ Hub, Router จำเป็น จะต้องเปิดพอร์ตVPN (Virtue Private Network) เพื่อเพิ่มช่องทางของการสื่อสารระบบ IP และ ป้องกันระบบความปลอดภัยให้กับระบบอินเทอร์เน็ต และเครือข่าย

3. เครื่องรับโทรศัพท์ มีให้เลือกได้หลายรูปแบบแต่แบบที่จะสามารถประหยัด ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้งานไม่ว่าจะเป็นค่าเดินสายหรือค่าบริการรายเดือนสำหรับบำรุงรักษาเบอร์ได้นั้น จะเป็นแบบ ใช้หูฟังกับคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็นตั้งโต๊ะหรือคอมพิวเตอร์บุคลิกก็ตาม จะสามารถ ติดตั้งโปรแกรมเพิ่มในคอมพิวเตอร์ได้ง่ายๆ เช่น โปรแกรม X-Lite, C3X เป็นต้น แต่จำเป็นต้องเปิด เครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ตลอดเวลาถ้าต้องการจะรอรับสายตลอดเวลา และยังสามารถใช้โปรแกรม ดังกล่าวลงในโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ Smart Phone หรือ Tablet รุ่นที่มี SIP Protocol ถ้าเป็น โทรศัพท์หรือคอมพิวเตอร์ที่มีการ์ด Wireless Module นั้นสามารถต่อผ่าน WLAN (Wireless Local Area Network) แต่จำเป็นต้องเป็นเครือข่ายเดียวกันกับ Server IP-PBX ลักษณะของ Soft-Phone ที่ สามารถติดตั้งลงทั้งบนคอมพิวเตอร์และสมาร์ตโฟน ตัวอย่างแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 Soft-phone⁷

2.4 งานวิจัย/ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

โครงการลดค่าใช้จ่ายในองค์กรด้วยระบบโทรศัพท์ VoIP (Voice over IP System)⁸ งานวิจัยนี้นำหลักการของ VoIP มาช่วยลดค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์และแก้ปัญหาเรื่องคู่สายในการใช้บริการเนื่องจากหน่วยงานที่ผู้วิจัยโครงการนี้มีความจำเป็นต้องติดต่อสื่อสารกับภายนอกมาก แต่มีข้อจำกัดเรื่องคู่สายที่มีอยู่น้อยและต้องการติดต่อภายในระหว่างหน่วยงานในอยู่บริเวณใกล้เคียง โดยที่มีระบบโครงข่าย IP อยู่แล้วแต่ในเรื่องการใช้งานจะเน้นการใช้งานที่ติดต่อไปยังโทรศัพท์ติดต่อไปยังภายนอก เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ โทรศัพท์ทางไกลระหว่างจังหวัด เป็นต้น โครงการนี้ได้เลือกทดสอบกับผู้ให้บริการ VoIP 4 ราย คือ TOTNetcall, CAT2Call, Skype, Wetolfree แต่ข้อเสียคือเมื่อติดต่อผ่านผู้ให้บริการที่เป็นแบบ VoIP หมายเลขที่จะแสดงที่ปลายทางจะไม่สามารถโทรกลับมาได้ ออกได้ซึ่งแต่ละผู้ให้บริการดังกล่าวจะมีอัตราค่าบริการที่ถูกกว่าระบบเก่าที่ใช้งานอยู่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตามอัตราค่าบริการจะสังเกตได้ว่าโครงการนี้สามารถลด

⁷<http://kontaktplus.net/joomla/images/stories/xliteimage.bmp> (2556).

⁸อมตวิทย์ คำแหง. (2556). การลดค่าใช้จ่ายในองค์กรด้วยระบบโทรศัพท์ VoIP (Voice over IP System).

ค่าใช้จ่ายได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้วิเคราะห์งานวิจัยของโครงการลดค่าใช้จ่ายในองค์กรด้วยระบบโทรศัพท์ VoIP (Voice over IP System)

ข้อดี

1. อัตราค่าบริการของโทรศัพท์ลดลง
2. เพิ่มความสะดวกในการติดต่อภายในหน่วยงาน
3. บุคลากรสามารถใช้โทรศัพท์ที่โต๊ะทำงานได้เลยจึงเพิ่มความสะดวกในการทำงาน

ข้อจำกัด

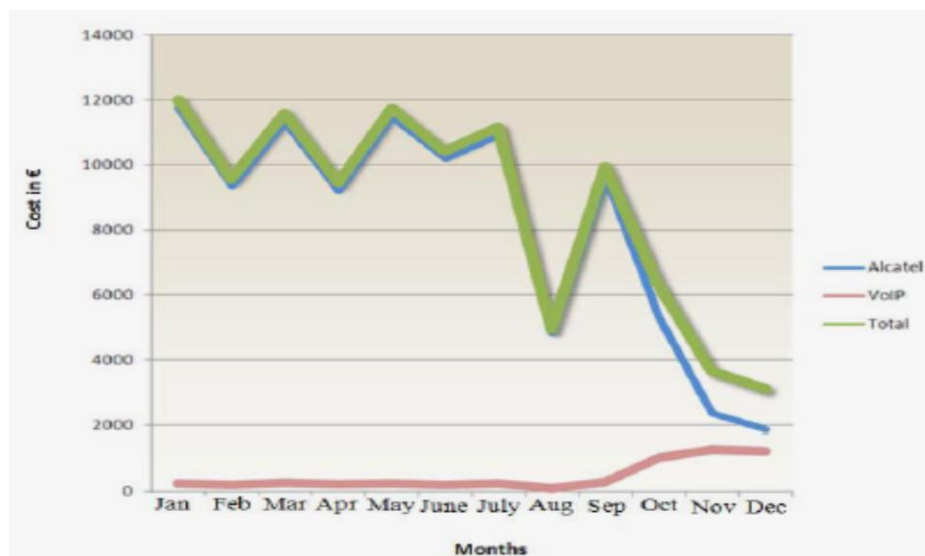
1. เบอร์ที่แสดงปลายทางไม่สามารถโทรกลับได้
2. คุณภาพของอินเทอร์เน็ตไม่คงที่ทำให้เกิดปัญหากับการใช้งาน VoIP
3. ไม่สามารถค้นหาเส้นทางที่มีต้นทุนที่ต่ำที่สุดได้อย่างอัตโนมัติ

งานวิจัย VoIP A Tool For An Effective Voice Communication Cost Reduction⁹

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์การใช้งานของ VoIP มาใช้งานเนื่องจากทางมีระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัย ที่มีอยู่แล้วจึงง่ายต่อการนำ VoIP มาใช้งานโดยเริ่มจากใช้ Software Asterisk ทำเป็นคอมพิวเตอร์ Server เพื่อเป็น Server IP-PBX ซึ่งในงานวิจัยได้ทดลองใช้ควบคู่กับระบบโทรศัพท์ระบบเดิมและทดลองเก็บสถิติค่าใช้จ่ายระหว่างสองระบบเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบตามว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการจะลดค่าใช้จ่ายโดยใช้ VoIP มาเป็นระบบหลักในการติดต่อสื่อสารทั้งภายในและนอกซึ่งจะแสดงให้เห็นตาม ตารางเปรียบเทียบการใช้งาน

ดังภาพที่ 2.7

⁹Tito Carlos S. (2011). *VoIP A Tool For An Effective Voice Communication Cost Reduction* Vieira . Faculty of Engineering of University of Porto.



ภาพที่ 2.7 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการลดค่าใช้จ่ายของระบบVoIP⁹

ข้อดี

1. อัตราค่าบริการในการใช้งานโทรศัพท์ลดลง
2. ลดภาระเรื่องการเดินสายโทรศัพท์ภายในหน่วยงาน

ข้อจำกัด

1. ระบบไม่สามารถหาเส้นทางที่มีต้นทุนต่ำที่สุดได้อย่างอัตโนมัติ

ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

Ucall¹⁰ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายโดยใช้อุปกรณ์ชื่อ Excel TG 1500V ต่อที่ตู้สาขา PABX โดยระบบจะโทรออกไปยังมือถือผ่านตู้สาขา PABX และส่งต่อไปยัง อุปกรณ์เสริมเพื่อโทรผ่านเครือข่ายที่ได้ให้มาจ่ายค่าให้บริการไว้รายเดือน ซึ่งจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากถ้าเทียบกับปกติที่ใช้เพียงแต่โทรศัพท์พื้นฐานโทรออกอย่างเดียว แต่ระบบนี้จะรองรับการใช้งานเพียงแค่ 1 ช่องทางในการโทรออกเท่านั้นซึ่งอาจไม่ครอบคลุมเรื่องค่าใช้จ่ายและไม่สามารถ เปลี่ยนแปลงฐานข้อมูลได้ และในกรณีที่ต้องการใช้มากกว่า 1 สายนั้นระบบก็จะไม่รองรับ ลักษณะการต่อของอุปกรณ์จะเป็นดังภาพที่ 2.8

¹⁰<http://www.ucall.co.th/excel/tg1500v.htm>. (2556).



ภาพที่ 2.8 อุปกรณ์ Ucall

ข้อดี

1. สามารถลดค่าใช้จ่ายการโทรออกจากโทรศัพท์พื้นฐานไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่
2. ผู้ใช้งานได้รับความสะดวกสบายขึ้นเนื่องจากสามารถโทรที่โต๊ะทำงานได้เลยไม่

จำเป็นต้องย้ายไปโทรศัพท์ส่วนกลางที่สามารถโทรออกไปยังโทรศัพท์มือถือได้

ข้อจำกัด

1. โทรออกได้เพียง 1 ช่องทาง
2. ไม่สามารถค้นหาเส้นทางที่มีต้นทุนที่ต่ำที่สุดได้อย่างอัตโนมัติ

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่นำเสนอ

คุณสมบัติ	VoIP A Tool For An Effective Voice Communication Cost Reduction	ผลิตภัณฑ์ที่ เกี่ยวข้อง Ucall	การลดค่าใช้จ่ายใน องค์กรด้วยระบบ โทรศัพท์ VoIP (Voice over IP System)	งานวิจัย ที่ นำเสนอ
1. โทรศัพท์ภายในองค์กรที่อยู่ ภายในเนตเวิร์กเดียวกัน	✓	✓	✓	✓
2. โทรออกไปยังปลายทางภายนอก องค์กร	✓	✓	✓	✓
3. โทรออกไปยังปลายทางที่เป็น โทรศัพท์เคลื่อนที่หรือโทรศัพท์ พื้นฐานได้	✓	✓	✓	✓
4. สามารถตรวจสอบเบอร์ปลายทาง ได้ว่าเป็นของผู้ให้บริการรายใดจาก ฐานข้อมูล				✓
5. เพิ่มความสะดวกสบายให้ผู้ใช้งาน สามารถใช้คอมพิวเตอร์แทน โทรศัพท์ที่โต๊ะทำงานได้	✓	✓	✓	✓
6. สามารถเลือกเส้นที่มีต้นทุนการ โทรต่ำที่สุดได้อย่างอัตโนมัติ				✓

หมายเหตุ. ในปัจจุบันจากการรวบรวมข้อมูลยังไม่พบงานวิจัยหรือผลิตภัณฑ์ใดที่มีความสามารถ
ในการทำ least cost routing ที่สามารถค้นหาเส้นทางที่อัตราค่าโทรต่ำที่สุดได้อย่างอัตโนมัติ