

ระบบส่งไฟล์เอกสารทางโทรสารและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ตามความต้องการ ด้วยระบบตอบรับอัตโนมัติผ่าน VoIP

On-Demand Document File Sending System via Facimile and E-mail Using VoIP Automatic Answering System

วราพล เหมพัฒนา* ธัญญ์ จารุวิทย์โกวิท

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต กรุงเทพมหานคร

* E-mail: north.var@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาระบบส่งไฟล์เอกสารทางโทรสารและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ตามความต้องการ ด้วยระบบตอบรับอัตโนมัติผ่าน VoIP เนื่องจากระบบการส่งเอกสารทั้งสองแบบเป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะมีความสะดวก รวดเร็วและประหยัด อย่างไรก็ตามการส่งเอกสารทั้งสองวิธีต่างก็มีข้อจำกัดในการใช้งาน สำหรับการส่งเอกสารผ่านโทรสารนั้นมีข้อจำกัดที่ว่าทั้งต้นทางและปลายทางจำเป็นต้องมีเครื่องโทรสาร และผู้ส่งเอกสารต้นทางจำเป็นต้องอยู่ที่เครื่องโทรสารเสมอ สำหรับการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์นั้น เมื่อผู้ใช้งานต้องการไฟล์เอกสารที่อยู่ในระบบภายในองค์กรแต่ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวได้ ก็จำเป็นต้องมีผู้ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์และแนบไฟล์ดังกล่าวให้ ทำให้ขาดความสะดวกในการใช้งาน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาระบบการส่งโทรสารและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ให้โดยอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยี Voice over Internet Protocol (VoIP) และระบบตอบรับอัตโนมัติ (Interactive Voice Response) ด้วยระบบที่พัฒนาขึ้นมาซึ่งผู้ใช้งานสามารถโทรศัพท์ไปยังระบบและสั่งการผ่านระบบตอบรับอัตโนมัติให้ระบบส่งไฟล์เอกสารที่ต้องการซึ่งอยู่ในระบบภายในองค์กรไปยังเครื่องโทรสารหรือที่อยู่ของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างอัตโนมัติ โดยระบบจะสอบถามให้ผู้ใช้งานระบุไฟล์เอกสารที่ต้องการและรูปแบบที่ต้องการให้ส่งไฟล์เอกสารดังกล่าว (โทรสาร หรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์) จากการทดสอบการทำงานพบว่าระบบสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: โทรสาร จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โทรศัพท์ไอพี

บทนำ

ปัจจุบันหากกล่าวถึงการรับ-ส่งข้อมูลข่าวสาร หรือเอกสารต่าง ๆ มักจะหมายถึงการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และการส่งโทรสารเป็นหลัก เนื่องจากความสะดวกสบายในการใช้งาน ความรวดเร็วและถูกต้องของข้อมูลที่รับ-ส่ง อย่างไรก็ตามวิธีการส่งเอกสารทั้งสองนั้นต่างก็มีข้อจำกัดคือ ผู้ส่งเอกสารจำเป็นต้องอยู่หน้าเครื่องโทรสาร (ในกรณีที่ส่งเอกสารผ่านทางโทรสาร) หรืออยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ (ในกรณีที่ส่งเอกสารผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์) ดังนั้นในกรณีที่ผู้ที่ต้องการใช้งานอยู่นอกสถานที่ทำงาน และไม่สามารถเชื่อมต่อเข้ามาในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของที่ทำงานผ่านวงจรเสมือนส่วนตัว (Virtual Private Network) ได้ นอกจากนั้นถ้าไม่มีเพื่อนร่วมงานที่สามารถเข้าถึงไฟล์ข้อมูลหรือไฟล์ข้อมูลที่ต้องการมีข้อมูลที่เป็นความลับก็จะไม่สามารถส่งไฟล์ข้อมูลดังกล่าวให้ได้ว่า จะผ่านทางเครื่องโทรสารหรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยได้ออกแบบและพัฒนาระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการส่งไฟล์เอกสารที่อยู่ในระบบเครือข่ายให้กับผู้ใช้งานที่อยู่นอกสถานที่ทำงาน โดยผู้ใช้งานสามารถโทรศัพท์เข้ามาในระบบ และสามารถโต้ตอบกับระบบ IVR เพื่อเลือกไฟล์เอกสารที่ต้องการ หลังจากนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกวิธีการที่จะให้ระบบส่งไฟล์เอกสารดังกล่าวให้ โดยสามารถเลือกได้ 2 วิธี ได้แก่ ให้ระบบส่งไฟล์เอกสารให้ทางเครื่องโทรสาร (ในกรณีที่ผู้ใช้งานอยู่ในสถานที่ที่มีเครื่องโทรสาร) หรือให้ระบบส่งไฟล์เอกสารให้ทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (ในกรณีที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้) หลังจากนั้นระบบจะส่งไฟล์เอกสารที่ต้องการให้โดยอัตโนมัติ

ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

เทคโนโลยี VoIP [1] เป็นเทคโนโลยีสื่อสารด้วยเสียงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยระบบจะแปลงสัญญาณเสียง

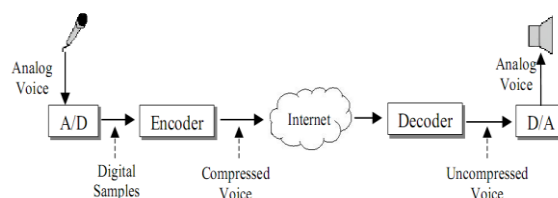
มาเป็นสัญญาณดิจิทัล จากนั้นจะนำข้อมูลเสียงมาบีบอัด บรรจุลงเป็นแพ็คเกจ และส่งไปยังเราเตอร์หรือ VoIP Gateway ซึ่งเป็นตัวถอดรหัสผ่านอุปกรณ์ PBX (Private Branch eXchange) จากนั้นจะส่งออกไปบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้กับผู้รับปลายทาง เมื่อแพ็คเกจไปถึงปลายทาง ข้อมูลจะถูกแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสัญญาณเสียงอีกครั้ง สำหรับมาตรฐานที่มีการใช้งานในระดับ Enterprise ของเทคโนโลยี VoIP นั้นโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 มาตรฐาน [2] คือ มาตรฐาน H. 323 และมาตรฐาน SIP (Session Initiation Protocol) งานวิจัยนี้เลือกใช้ SIP มาใช้ในการพัฒนาระบบ เนื่องจากเป็นมาตรฐานที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน และมีความซับซ้อนในการทำงานต่ำ โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบให้ใช้งานบนระบบเครือข่าย IP ทั้งระบบ LAN และ WAN

Asterisk [3] เป็นโปรแกรมระบบเปิด (open source) ทำหน้าที่เป็น IP-PBX และ Hybrid PBX ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์แบบ VoIP และระบบ PSTN ได้ โดย Asterisk สามารถทำงานได้หลายระบบปฏิบัติการ ตัวอย่างเช่น Linux, OpenBSD, FreeBSD, MAC OS X, Sun Solaris เป็นต้น และรวมคุณลักษณะการทำงานเกือบทั้งหมดของตู้สาขาโทรศัพท์ไว้ด้วย นอกจากนี้ Asterisk ยังสามารถทำงานกับระบบตอบรับอัตโนมัติ (Interactive Voice Response – IVR) ทำให้ระบบสามารถสื่อสารความต้องการของผู้ใช้งานได้ ส่วนของ AGI (Asterisk Gateway Interface) [4] เป็นส่วนติดต่อกับ Asterisk ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มฟังก์ชันการทำงานให้กับ Asterisk ได้ โดย AGI จะมีลักษณะการทำงานเป็นแบบสคริปต์ สามารถเขียนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น Perl, PHP, C, Pascal, JAVA, .Net เป็นต้น Asterisk Manager API เป็นคำสั่ง API ทำงานติดต่อกับ Asterisk ผ่านทาง Socket เพื่อควบคุมการทำงาน และอ่านสถานะของ PBX ผ่านโปรโตคอล TCP/IP ได้ ทำให้เราสามารถเพิ่มฟังก์ชันการทำงานตามต้องการได้ในการควบคุมการทำงานของ Asterisk เช่น ระบบตอบรับอัตโนมัติ (Automated Attendant), Text-to-Speech, Fax Transmit and Receive เป็นต้น

Interactive Voice Response (IVR) [5] หรือที่นิยมเรียกกันทั่วไปว่า ระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ ระบบนี้จะเป็นลักษณะของการโต้ตอบข้อมูลด้วยเสียงระหว่างผู้ใช้บริการกับระบบโทรศัพท์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการค้นหาข้อมูลตัวเลขหรือข้อความในฐานข้อมูลมาแสดง โดยผู้ใช้บริการจะต้องกดแป้นตัวเลขบนเครื่องโทรศัพท์ เพื่อเลือกรายการที่ต้องการ ระบบจะได้รับข้อมูลดังกล่าวผ่านระบบ DTMF (Dual-tone multi-frequency) และจะแปลงสัญญาณเป็นข้อมูลขาเข้า (Input) เพื่อนำไปค้นหาในฐานข้อมูล (Database) เมื่อได้ผลลัพธ์ที่ต้องการแล้วระบบจะแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบด้วยเสียงพูด

ประโยชน์หลักของ IVR จะช่วยลดปริมาณงานที่ Agent ได้รับ หรือเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของระบบ Contact Center โดยทั้งหมดนี้จัดเป็นระบบบริการลูกค้าแบบอัตโนมัติ

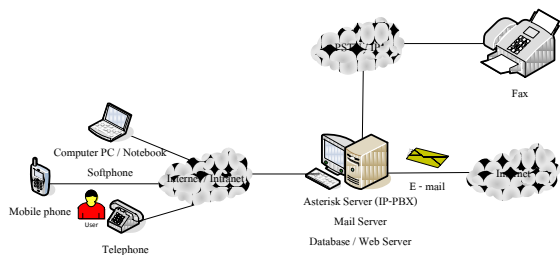
การสื่อสารแบบดิจิทัล [6] หลักการพื้นฐานของการสื่อสารเสียงที่จะกล่าวถึงในงานวิจัยหมายถึงการบันทึกเสียงบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการแปลงสัญญาณเสียงจากอนาล็อก (Analog) ให้เป็นดิจิทัล (Digital) ในการส่งเสียงพูดบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้ส่งจะต้องเปลี่ยนสัญญาณเสียงจากไมโครโฟนที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอนาล็อกให้เป็นดิจิทัลเสียก่อน โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (Analog to Digital Converter, A/D) ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยปกติแล้วเสียงพูดของมนุษย์จะมีความถี่ไม่เกิน 4 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz) ดังนั้นอัตราการสุ่ม (Sampling Rate) ตามทฤษฎีของไนควิสต์ก็จะมีค่าเท่ากับ 8 กิโลเฮิร์ตซ์ (2 เท่าของความถี่สูงสุด) ซึ่งในระบบโทรศัพท์สาธารณะ (Public Switched Telephone Network, PSTN) ก็ใช้อัตราการสุ่มตัวอย่างเท่ากับค่านี้เช่นกัน โดยในระบบโทรศัพท์ PSTN นั้นใช้วิธีการที่เรียกว่า Pulse Code Modulation (PCM) ในการแปลงระดับสัญญาณเสียงแบบอนาล็อกให้กลายเป็นค่าดิจิทัลที่เรียกว่า ค่าตัวอย่าง (Sample) โดยในกรณีที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสื่อสารเสียงนั้นหน้าที่นี้เป็นของการ์ดเสียง เมื่อได้ข้อมูลเสียงในรูปแบบของดิจิทัลแล้วก็สามารถส่งข้อมูลเสียงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้กับผู้รับได้ แต่เพื่อไม่ให้ปริมาณข้อมูลเสียงที่ส่งผ่านเครือข่ายมีมากเกินไปจึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลเสียงเสียก่อน (Audio Compression) โดยผู้ส่งจะใช้ตัวเข้ารหัส (Encoder) ที่มีวิธีการเข้ารหัสตามมาตรฐานการบีบอัดที่เลือกใช้ส่วนทางฝั่งของผู้รับก็จะต้องนำแพ็คเกจเสียงที่ได้รับมาถอดรหัส จากนั้นก็แปลงสัญญาณเสียงจากดิจิทัลให้กลายเป็นอนาล็อกและส่งสัญญาณเสียงไปเล่น (Play) ออกทางลำโพง



รูปที่ 1 การส่งเสียงพูดในรูปแบบดิจิทัลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การออกแบบและพัฒนาระบบ

รูปแบบการทำงานของระบบที่พัฒนา แสดงในรูปที่ 2

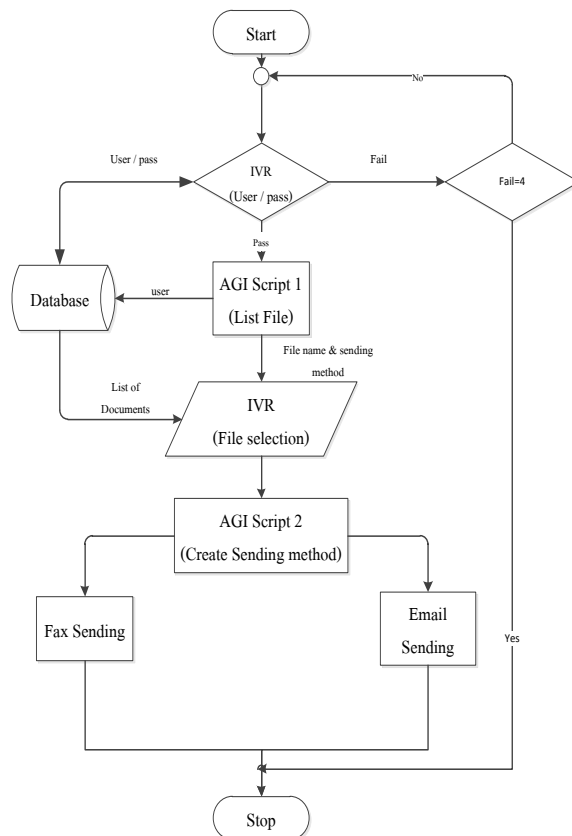


รูปที่ 2 แสดงการเชื่อมต่อของระบบที่พัฒนา

จากรูปที่ 2 องค์ประกอบหลักของระบบที่ออกแบบได้แก่

- เครื่องแม่ข่าย Asterisk ทำหน้าที่เป็น IP-PBX ให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์แบบ VoIP แบบอนาล็อกและแบบดิจิทัลได้
- เครื่องแม่ข่ายจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail server) ทำหน้าที่ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไปยังที่อยู่จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้งาน
- ระบบฐานข้อมูล ทำหน้าที่จัดเก็บไฟล์เอกสารต่างๆ ของผู้ใช้งาน
- เครื่องโทรสารปลายทาง ทำหน้าที่รับเอกสารที่ได้ส่งมาจากระบบ
- เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง ทำหน้าที่รับ และเปิดอ่านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์และไฟล์แนบที่ได้รับ

ระบบส่งไฟล์เอกสารทางโทรสารและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ตามความต้องการ ด้วยระบบตอบรับอัตโนมัติผ่าน VoIP เป็นระบบที่พัฒนาขึ้น มีขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงแผนภาพการทำงานของระบบที่พัฒนา

จากแผนภาพการทำงานของระบบในรูปที่ 3 สามารถอธิบายหลักการทำงานของระบบได้ดังนี้

- ระบบทำการตรวจสอบชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านแล้วจะทำงานในขั้นตอนถัดไป
- เมื่อผ่านการใส่ชื่อและรหัสผ่านแล้ว AGI Script 1 มีการทำงานดังนี้
 - ส่งชื่อผู้ใช้งานที่ได้ผ่านการตรวจสอบแล้วไปยังฐานข้อมูล
 - สร้าง dial plan แบบ dynamic แล้วส่งผลลัพธ์ต่อไปยังขั้นตอนต่อไป เหตุผลที่ต้องใช้ dial plan แบบ dynamic ในงานวิจัยนี้เนื่องจากจำนวนไฟล์เอกสารของผู้ใช้งานแต่ละคนไม่เท่ากัน ทำให้ไม่สามารถระบุจำนวนที่แน่นอนของไฟล์เอกสารใน dial plan ได้ดังแสดงในรูปที่ 4

```
<?php
require('connect.php');
$exten = $_REQUEST['exten'];
$sql = 'SELECT * FROM asterisk WHERE
exten='.$exten;
$obj = mysql_query($sql);
$i=0;
while($result=mysql_fetch_array($obj)){
    $sqlDial = 'INSERT INTO extensions';
    $sqlDial .= ' VALUES
($i,'fax','_XXX',$i,'Background',$exten.'-s[$i].wav)';
    $objDial = mysql_query($sqlDial);
}
    $sqlDial = 'INSERT INTO extensions';
    $sqlDial .= ' VALUES
($i,"fax","_XXX",$i,"waitExten","20")';
    $objDial = mysql_query($sqlDial);
mysql_close();
?>
```

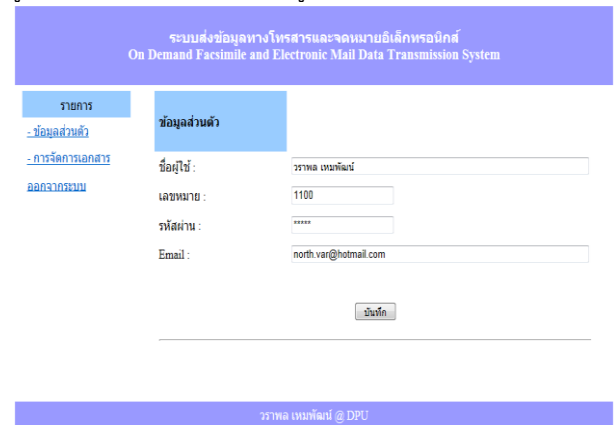
รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างชุดคำสั่ง สำหรับสร้าง dynamic dial plan

- ระบบจะอ่านชื่อไฟล์ให้ผู้ใช้ฟังเพื่อเลือกไฟล์เอกสาร
- ผู้ใช้เลือกไฟล์เอกสารที่ต้องการ
- AGI Script 2 จะให้ผู้ใช้เลือกวิธีการส่งไฟล์เอกสารระหว่างโทรสาร หรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทของไฟล์เอกสารที่ส่งได้มี 2 แบบ คือ .doc และ .pdf
 - สำหรับการส่งโทรสาร ระบบจะแปลงไฟล์เอกสารรูปแบบ .doc เป็น pdf โดยใช้ cups-pdf และแปลงไฟล์เอกสารจาก .pdf ให้เป็นรูปแบบ .tiff โดยใช้ imagemagick มีขั้นตอนดังนี้
 1. ถ้ารับไฟล์เอกสารเป็น .doc ก็จะแปลงไฟล์เอกสารเป็น.pdf แล้วแปลงเป็นไฟล์ .tif เก็บไว้
 2. ถ้ารับไฟล์เอกสารเป็น .pdf ก็จะแปลงไฟล์เอกสารเป็น.tif เก็บไว้
 3. แล้วจึงส่งออกทางโทรสาร
 - สำหรับการส่งทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจะส่งไฟล์ในรูปแบบที่ได้บันทึกไว้ในระบบแนบไปกับจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ตามที่อยู่ที่ได้ลงทะเบียนไว้กับระบบ
- ระบบจะส่งเอกสารที่เลือกไปยังปลายทางตามวิธีที่เลือกไว้

ส่วนการใช้งานผ่านเว็บไซต์ของระบบ

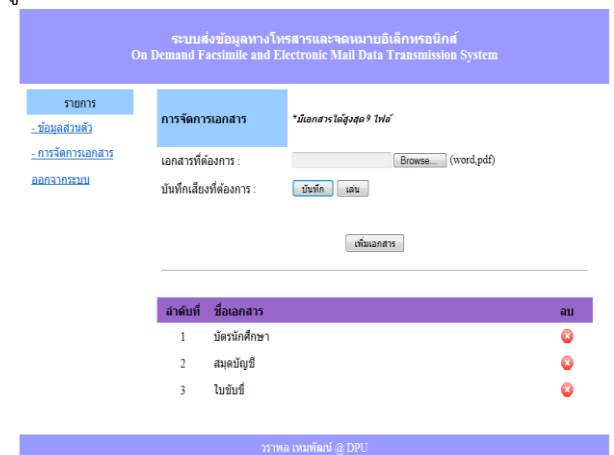
เป็นส่วนที่ใช้ติดต่อกับระบบผ่านหน้าเว็บไซต์ผู้ใช้สามารถเข้ามาใช้งานระบบจากคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบเครือข่ายของระบบฯ โดยในส่วนนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

- ส่วนของการจัดการข้อมูลผู้ใช้งานในระบบ สามารถแก้ไข ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และที่อยู่จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้งานในระบบได้ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงแผนภาพการทำงานในส่วนของการจัดการข้อมูลผู้ใช้งานในระบบ

- ส่วนของการจัดการเอกสาร สามารถเพิ่ม ลบ ไฟล์เอกสาร และบันทึกข้อความเสียง ทดลองฟังได้ และสามารถตรวจสอบสถานะของไฟล์เอกสารที่อยู่ในระบบได้ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงแผนภาพการทำงานในส่วนของการจัดการเอกสาร

ส่วนของการใช้งานผ่านอุปกรณ์ VoIP และ Softphone

เป็นส่วนที่ใช้ติดต่อกับระบบผ่านทางอุปกรณ์ VoIP และ Softphone โดยระบบจะทำงานในลักษณะของ IVR ตอบโต้กับผู้ใช้ ซึ่งจะสามารถเลือกไฟล์เอกสารจากข้อความเสียงได้ด้วยวิธีการโทรเข้ามาในระบบแล้วทำรายการตาม IVR ของระบบ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ผู้ใช้โทรศัพท์เข้ามาในระบบ ระบบจะรับสายและโต้ตอบกับผู้ใช้ด้วย IVR

2. ผู้ใช้งานใส่ชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่าน หลังจากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบความถูกต้องกับระบบ ถ้ารหัสผ่านไม่ถูกต้องระบบจะย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 1 ถ้าผู้ใช้งานใส่รหัสผ่านผิด 3 ครั้งระบบจะวางสายโดยอัตโนมัติ
3. ระบบจะอ่านชื่อไฟล์เอกสารที่อยู่ในระบบผู้ใช้งานสามารถเลือกไฟล์เอกสารที่ต้องการได้ผ่านระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency)
4. ระบบจะให้ผู้ใช้งานเลือกวิธีการส่งไฟล์เอกสารโดยผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ 2 วิธี
 - 4.1 ส่งผ่านเครื่องโทรสาร ในกรณีนี้ระบบจะสอบถามหมายเลขโทรสารปลายทางจากผู้ใช้งาน
 - 4.2 ส่งไฟล์เอกสารไปยังจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ในกรณีนี้ระบบจะส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์พร้อมแนบไฟล์เอกสารไปยังที่อยู่จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้งานเองตามที่ได้ลงทะเบียนไว้กับระบบ
5. ระบบส่งไฟล์เอกสารตามที่ผู้ใช้งานเลือก

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้ทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาทั้งในส่วนที่ให้ระบบส่งไฟล์เอกสารทางเครื่องโทรสาร และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยได้ทำการทดสอบระบบตามฟังก์ชันการทำงานต่างๆของระบบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การทดสอบใช้ระบบผ่านหน้าเว็บไซต์ และการทดสอบระบบผ่านโทรศัพท์ไอพีด้วยระบบตอบรับอัตโนมัติ

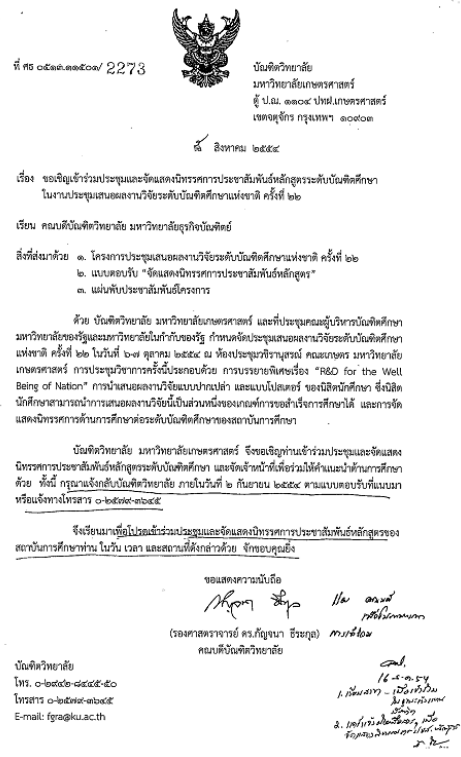
การทดสอบที่ 1 การใช้งานระบบผ่านหน้าเว็บไซต์เพื่อจัดการไฟล์เอกสาร

ได้ทดสอบใช้งานในส่วนของเว็บไซต์ของระบบโดยการทดสอบได้ให้ผู้ใช้งานแต่ละคนทดสอบใช้งานระบบผ่านเว็บไซต์พร้อมกัน บนคอมพิวเตอร์พีซี และคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กได้ผลดังนี้

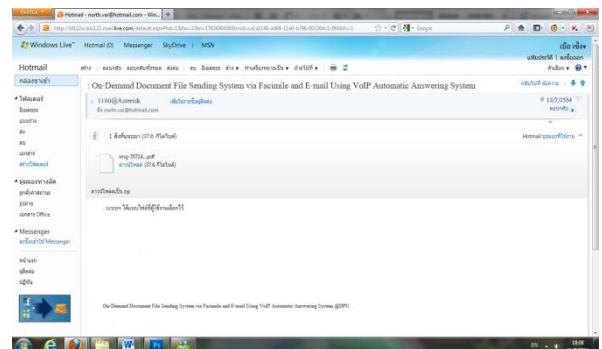
1. ทดสอบการแก้ไขที่อยู่จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้งาน ระบบสามารถทำตามข้อกำหนด และสามารถแสดงผลได้ถูกต้อง
2. ทดสอบการเพิ่ม ลบ ไฟล์เอกสารของผู้ใช้งาน ระบบสามารถทำตามข้อกำหนด และสามารถแสดงผลได้ถูกต้อง
3. ทดสอบการฝากข้อความเสียงในระบบเพื่อแนบกับไฟล์เอกสาร จากการทดสอบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง มีรายละเอียดดังนี้
 - การเพิ่มข้อความเสียงนั้น ผู้ใช้งานจะบันทึกเสียงของตนเองผ่านหน้าเว็บของระบบ หลังจากการเพิ่มข้อความเสียงแล้วผู้ใช้งานสามารถฟัง และแก้ไขก่อนการบันทึกได้

การทดสอบที่ 2 การใช้งานระบบผ่านโทรศัพท์ไอพีด้วยระบบตอบรับอัตโนมัติ เพื่อให้ระบบส่งโทรสารหรือส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

ได้ทดสอบการใช้งานในส่วนนี้ได้กำหนดให้ผู้ใช้งานใช้โทรศัพท์ไอพีที่เป็น Softphone บนเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 2 เครื่อง และใช้งานผ่านโทรศัพท์ จำนวน 2 เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยให้ผู้ใช้งานโทรเข้าไปในระบบ และทำงานตามระบบ ตอบรับอัตโนมัติตามฟังก์ชันต่าง ๆ โดยให้ผู้ใช้งานฟังรายชื่อไฟล์เอกสารจากระบบตอบรับอัตโนมัติ และเลือกรูปแบบการส่งไฟล์เอกสาร ตัวอย่างผลการรับเอกสารในรูปแบบของโทรสาร และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์แสดงอยู่ในรูปที่ 7 และ 8 ตามลำดับ



รูปที่ 7 แสดงในส่วนของโทรสารที่ได้รับจากระบบ



รูปที่ 8 แสดงในส่วนของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับจากระบบ

อย่างไรก็ตาม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการใช้งานเชิงสถิติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบการส่งไฟล์เอกสารผ่านโทรสาร และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทละ 30 ครั้ง โดยมีประเภทของไฟล์เอกสาร 2 แบบ คือ ไฟล์เอกสาร .doc มีจำนวน 1 หน้า ขนาดไฟล์ 40 กิโลไบต์ , 3 หน้า ขนาดไฟล์ 88 กิโลไบต์ และ 5 หน้า ขนาดไฟล์ 351 กิโลไบต์ ไฟล์เอกสาร .pdf มีจำนวน 1 หน้า ขนาดไฟล์ 68 กิโลไบต์ , 3 หน้า ขนาดไฟล์ 116 กิโลไบต์ และ 5 หน้า ขนาดไฟล์ 372 กิโลไบต์ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางได้ผลการทดสอบโดยรวมได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการทดสอบการส่งไฟล์เอกสารไปยังเครื่องโทรสาร

ไฟล์เอกสาร .doc	ไฟล์เอกสาร .pdf	จำนวนครั้งที่รับโทรสารไม่ได้	รวมจำนวนครั้งที่ทดสอบ	ความถูกต้องคิดเป็น %
15	15	0	30	100 %

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการทดสอบการส่งไฟล์เอกสารไปยังจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

ไฟล์เอกสาร .doc	ไฟล์เอกสาร .pdf	จำนวนครั้งที่รับโทรสารไม่ได้	รวมจำนวนครั้งที่ทดสอบ	ความถูกต้องคิดเป็น %
15	15	0	30	100 %

จากผลการทดสอบข้างต้น สามารถสรุปผลการทดสอบโดยรวมของระบบได้ผลดังนี้

- ระบบสามารถอ่านรายชื่อไฟล์เอกสารในฐานข้อมูลของผู้ใช้งานแต่ละคนได้ถูกต้อง
- ระบบจะให้กำหนดรูปแบบของการส่งไฟล์เอกสาร โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ 2 แบบ คือ แบบส่งโทรสาร และแบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องทั้งสองกรณี

เพื่อตรวจสอบความพึงพอใจในการใช้งานต่อระบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบการใช้งานจากผู้ใช้งานทั้งสิ้น 30 คน ผู้ใช้งานทดสอบการส่งไฟล์เอกสารผ่านโทรสาร และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยส่วนการใช้งานผ่านหน้าเว็บไซต์ ของระบบและส่วนของการใช้งานผ่านอุปกรณ์ VoIP และ Softphone ผลที่ได้ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 3 ตารางแสดงความพึงพอใจในการใช้งานผ่านหน้าเว็บไซต์ และส่วนของการใช้งานผ่านอุปกรณ์ VoIP และ Softphone

รายการ	ความพึงพอใจ (คิดเป็นร้อยละ)		
	ดี	ปานกลาง	ควรปรับปรุง
การใช้งานเพิ่ม/ลบ/ปรับปรุง ข้อมูล	83	10	7

รูปแบบ ความเหมาะสม ฟังก์ชันต่างๆ และง่ายต่อการใช้งานผ่านหน้าเว็บไซต์	80	20	0
รูปแบบ ความเหมาะสม ฟังก์ชันต่างๆ ความชัดเจนและง่ายต่อการใช้งานผ่าน VoIP	87	10	3
ความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูล	87	13	0
ความปลอดภัยของข้อมูลในการใช้งาน	83	10	7
ความสะดวก รวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล	83	17	0
ระบบช่วยทำให้การทำงาน สะดวก รวดเร็วขึ้น	93	7	0
สรุปความพึงพอใจโดยรวม คิดเป็นร้อยละ	85	12	2

จากผลข้างต้นพบว่าผู้ทดสอบใช้งานระบบส่งไฟล์เอกสารทางโทรสารและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ตามความต้องการ ด้วยระบบตอบรับอัตโนมัติผ่าน VoIP ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจด้านต่างๆ เฉลี่ยอยู่ในระดับดี

สรุปผลการศึกษาวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบส่งไฟล์เอกสารทางโทรสารและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ตามความต้องการ ด้วยระบบตอบรับอัตโนมัติผ่าน VoIP เป็นการนำเทคโนโลยี VoIP มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบส่งโทรสาร และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ Asterisk มาเป็นศูนย์กลางในการติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านทางระบบตอบรับอัตโนมัติ ระบบจะติดต่อไปยังฐานข้อมูลในองค์กร เมื่อผู้ใช้งานระบุไฟล์เอกสารที่ต้องการแล้วระบบจะส่งไฟล์เอกสารนั้นไปยังเครื่องโทรสาร หรือที่อยู่จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้งานได้ จากการทดสอบการทำงานของระบบ พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามขอบเขตที่กำหนดไว้ ช่วยเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ที่ต้องการใช้งานไฟล์เอกสารได้เป็นอย่างดี

ถึงแม้ว่างานวิจัยนี้จะสามารถจัดทำได้ตามขอบเขตที่ได้เสนอไว้ แต่ควรมีการพัฒนาให้ระบบให้ครอบคลุมการใช้งานดังนี้

1. ควรมีการพัฒนาให้ระบบสามารถรองรับประเภทของไฟล์เอกสารเพิ่มมากขึ้น คือ *.docx, *.ppt, *.pptx, *.xls, *.xlsx

2. เพื่อความสะดวกในการใช้งาน อาจจะต้อง ผนวกระบบที่พัฒนากับระบบแปลงเสียงเป็นข้อความ โดยเมื่อผู้ใช้งานพูดชื่อไฟล์ที่ต้องการ ระบบจะแปลงเป็นข้อความเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับไฟล์ที่มีอยู่ในระบบได้อย่าง real time ทำให้ไม่จำเป็นต้องอัดเสียงชื่อไฟล์นั้นในระบบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] เทคโนโลยี VoIP. <http://www.buycoms.com/upload/coverstory/105/index.html> สืบค้น 9 กันยายน พ.ศ. 2554
- [2] Voice over IP (VoIP) KSC Newsletter Vol.11 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. <http://www.dpu.ac.th/compcntre/page.php?id=2327> สืบค้น 9 กันยายน พ.ศ. 2554
- [3] Asterisk. <http://www.freebsd.sru.ac.th/index.php/asterisk/79-what-is-asterisk> สืบค้น 9 กันยายน พ.ศ. 2554
- [4] ระบบตรวจสอบและรายงานสภาพเว็บไซต์ผ่าน IVR โครงการวิจัยของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. อนุวัฒน์ สมบุญ, บุญชัย งามวงศ์วัฒนา (2552)
- [5] Interactive Voice Response (IVR). <http://sasdkmitl08.blogspot.com/2008/06/interactive-voice-response-ivr.html> สืบค้น 9 กันยายน พ.ศ. 2554
- [6] การสื่อสารแบบดิจิทัล. http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2733/7/272255_ch2.pdf สืบค้น 9 กันยายน พ.ศ. 2554