เครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอลผ่านอินเตอร์เน็ต

Digital Answering Machine via Internet

ประโยชน์ คำสวัสดิ์
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทร 0-4422-4394 โทรสาร 0-4422-4220 E-mail: prayoth@ccs.sut.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอลที่สามารถทำงานได้บน 3 โครงข่ายหลัก คือ โครงข่ายระบบโทรศัพท์พื้นฐาน (Public Switched Telephone Networks) โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Phone Networks)และโครงข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet Networks) ผู้ใช้งานสามารถโทรศัพท์เข้าไปทำการฝากหรือตรวจสอบข้อความโดยใช้โทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ เนื่องจากเครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอลนี้ถูกออกแบบให้มีการเชื่อมต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ส่วนบุคคล (Personal Web Server) ที่สนับสนุนโปรโตคอล HTTP (Hypertext Transfer Protocal) ซึ่งถูกเก็บซ่อนอยู่ในโปรโตคอล SSL (Secure Socket Layer) หรือที่เรียกว่า HTTPS ทำให้การตรวจสอบข้อความผ่านอินเตอร์เน็ตมีความปลอดภัยสูงมาก และจากการนำเทคโนโลยีจาวาเซิร์ฟเล็ต (Java Servlet Technology) มาใช้ในการเขียนโปรแกรม ทำให้การตรวจสอบข้อความผ่านอินเตอร์เน็ตได้รับข้อความล่าสุดตลอดเวลาการทำงานของเครื่องตอบรับโทรศัพท์เป็นแบบอัตโนมัติซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม ผลการทดสอบการใช้งานพบว่าเครื่องตอบรับโทรศัพท์ดังกล่าวสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้อย่างถูกต้อง

Abstract

This paper presents a digital answering machine that can function on 3 networks, i.e. Public Switched Telephone Networks, Mobile Phone Networks, and Internet Network. The message of an incoming call via a telephone or mobile one can be left with the machine. Since this machine can be connected to the personal web server that supports the Hypertext Transfer Protocol (HTTP) encapsulated in the SSL (Secure Socket Layer) protocol, called shortly as HTTPS. HTTPS provides high security when it interrogates and transfers voice message via Internet Network. Determining the up-to-date voice message is possible using Java Servlet Technology. The automatic function of the proposed machine is supervised by a microcontroller and the tested results show that it functions properly.

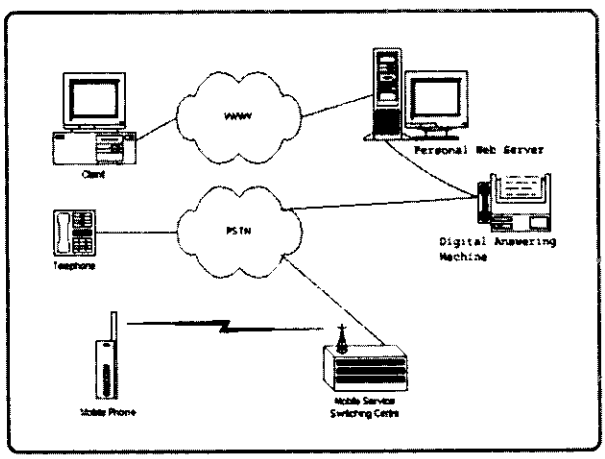
Keywords: Digital Answering Machine, Java Servlet Technology, HTTPS, SSL.

1. บทนำ

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารโดยใช้โทรศัพท์พื้นฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่มีบทบาทสำคัญมาก การพลาดการติดต่อทางโทรศัพท์เพียงครั้งเดียวอาจนำมาซึ่งความสูญเสียเป็นมูลค่ามหาศาลโดยเฉพาะการติดต่อทางธุรกิจ ดังนั้นในแต่ละสำนักงานจะมีเครื่องตอบรับโทรศัพท์ ติดตั้งอยู่ด้วยเสมอ เครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอล [1] [2] นั้นจะติดต่อสื่อสารกันได้เฉพาะโครงข่ายโทรศัพท์ด้วยกันเท่านั้น จึงเกิดปัญหาในกรณีที่จำเป็นต้องเดินทางไปไกลๆ เช่น เมื่อเดินทางไป

ต่างประเทศ หากต้องการจะทราบว่ามีบุคคลใดโทรศัพท์เข้ามายังที่ทำงานและฝากข้อความไว้ ต้องโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศกลับมาที่เครื่องตอบรับโทรศัพท์เพื่อตรวจสอบข้อความซึ่งต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง ปัญหานี้อาจแก้ไขได้หากสามารถทำการตรวจสอบข้อความผ่านเว็บบราวเซอร์ตามอินเตอร์เน็ตคาเฟ่ที่มีอยู่ทั่วไป โครงการวิจัยนี้จึงให้ความสนใจไปที่การออกแบบเครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอลที่สามารถใช้งานได้บน 3 โครงข่ายหลักเพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่นๆ ได้ตลอดเวลาโดยสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยมาก

การประยุกต์ใช้โครงข่ายที่กล่าวถึงแสดงในรูปที่ 1 โดยเครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอลจะเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ ส่วนบุคคลที่สนับสนุนเทคโนโลยีจาวาเซิร์ฟเล็ต ซึ่งสามารถใช้งานได้จริง [3] โดยติดตั้งโปรแกรม PWS4.0 หรือ IIS5.0 พร้อมกับระบบปฏิบัติการ Windows 98 หรือ Windows 2000 ตามลำดับและใช้งานร่วมกับโปรแกรม Jakarta-Tomcat 3.2.3 และ Java 2 SDK 1.3 ซึ่งสามารถทำการดาวน์โหลดได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายจาก http://jakarta.apache.org/downloads/binindex.html และ http://java.sun.com/downloads.html ตามลำดับ เครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอลก็จะเสมือนเป็นตัวเชื่อมโยงโครงข่ายหลักทั้ง 3 โครงข่ายเข้าด้วยกัน



รูปที่ 1 การใช้งานเครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอล

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีจาวาเซิร์ฟเล็ต

Java Servlet หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Servlet เป็นโปรแกรมที่มีการทำงานบนฝั่งเซิฟเวอร์ (Server Side Application) มีหลักการทำงานคล้ายกับ CGI (Common Gateway Interface) แต่ Servlet แต่มีข้อดีกว่า [4] [5] ประการแรก คือ ตัวภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเป็นภาษาจาวา (Java) ซึ่งใช้หลักการโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ซึ่งสามารถลดความซับซ้อนโครงสร้างของโปรแกรมรวมไปถึงอำนวยความสะดวกในการนำส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมที่เขียนไว้แล้วกลับมาใช้ได้อีก นอกจากนี้ จาวายังเป็นภาษาที่ไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์ม (Platform Independent) ซึ่งช่วยให้สามารถทำงานหรือพัฒนาโปรแกรมได้ในทุกระบบปฏิบัติการ ประการที่สอง เซิร์ฟเล็ตมีความเร็วที่เหนือกว่า CGI เพราะเซิร์ฟเล็ตใช้หลักการของเทรด (Thread) โดยจะทำการสร้าง 1 เทรดต่อหนึ่งการร้องขอ (Request) ที่มาจากไคลเอนต์ (Client) ในขณะที่ CGI จะทำการสร้าง 1 กระบวนการ (Process) ต่อหนึ่งการร้องขอ ซึ่งจะทำให้เปลืองทรัพยากรของระบบมากกว่า และในแต่ละกระบวนการมีการทำงานช้ากว่า

ในการที่จะสั่งให้เซิร์ฟเล็ตทำงาน ตัวเว็บเซิร์ฟเวอร์จะไม่สามารถส่งข้อมูลไปให้เซิร์ฟเล็ตได้โดยตรงเหมือนกับ CGI ดังนั้นตัวเว็บเซิร์ฟเวอร์ จะต้องมีส่วนเป็นเสมือนตัวห่อหุ้มเซิร์ฟเล็ตต่าง ๆ ไว้โดยส่วนนี้เรียกว่า เซิร์ฟเล็ตเอนจิน (Servlet Engine) หรือเซิร์ฟเล็ตคอนเทนเนอร์ (Servlet Container) โดยทั่วไปเซิร์ฟเล็ตเอนจินจะเป็นส่วนที่มี Java Virtual Machine (JVM) อยู่ในตัวเองโดยเซิร์ฟเล็ตเอนจินนี้จะมีหน้าที่รับการร้องขอจากเว็บบราวเซอร์แล้วทำการเลือกตัวเซิร์ฟเล็ตขึ้นมาทำการประมวลผลภายใต้ JVM โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของเซิร์ฟเล็ตที่ถูกเลือกจะถูกส่งกลับไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยเว็บเซิร์ฟเวอร์นี้จะส่งผล กลับไปยังเว็บบราวเซอร์ในฝั่งไคลเอนต์อีกทอดหนึ่ง

การส่งผลลัพธ์ต่าง ๆ กลับไปให้ไคลเอนต์นั้น เซิร์ฟเล็ตจะต้องทำการเซ็ต Header เพื่อกำหนดชนิดของ MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions)

ของสายข้อมูล (Stream) ที่ส่งออกไป โดย Header นี้จะเป็นตัวบอกไคลเอนต์ว่าสายข้อมูลที่กำลังจะได้รับเป็นสายข้อมูลชนิดไหน โดยเซิร์ฟเล็ตสามารถส่งสายข้อมูลออกไปได้ 2 แบบ คือ สายข้อมูลเท็กซ์(text stream) และสายข้อมูลไบต์ (byte stream) ในกรณีของงานวิจัยนี้จะมีการส่งสายข้อมูลออกไปเป็นเท็กซ์หรือ HTML (Hyper Text Markup Language) นั่นคือจะมีการสร้างเอกสาร HTML ในขณะที่เซิร์ฟเล็ตทำงาน การตรวจสอบข้อความผ่านอินเตอร์เน็ตจึงได้รับข้อความที่ทันสมัยตลอดเวลา

จะเห็นว่าเซิร์ฟเล็ตเป็นโปรแกรมที่มีการประมวลผลบนเว็บเซิร์ฟเวอร์แล้วส่งข้อมูลผลลัพธ์ไปยังไคลเอนต์โดยเซิร์ฟเล็ตจะทำการสร้างเอกสาร HTML กลับไปให้ไคลเอนต์โดยยึดตามมาตรฐาน HTML และ/หรือ XML (Extensible Markup Language) เป็นหลัก [4] ทำให้เว็บเซิร์ฟเวอร์ใช้งานจากผู้ใช้ได้หลากหลายเพราะไม่อิงกับเครื่องผู้ใช้ และเครื่องไคลเอนต์ที่ใช้ติดต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ก็ไม่จำเป็นต้องมีทรัพยากรของระบบมาก เพราะหน้าที่หลักคือแปล (Render) เอกสาร HTML เพื่อแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์เท่านั้น เทคโนโลยีจาวาเซิร์ฟเล็ตจึงเหมาะกับการใช้งานในโครงการวิจัยนี้

2.2 การบันทึกข้อมูลเสียงแบบดิจิตอล

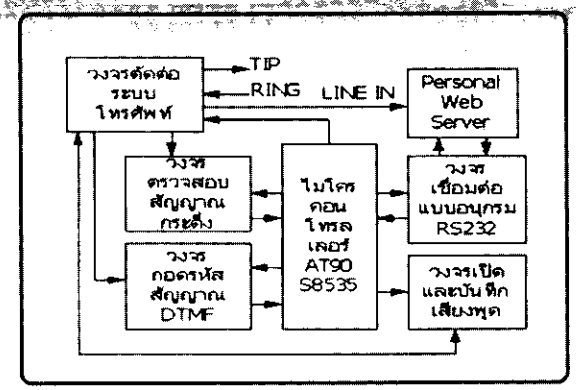
เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติที่มีใช้อยู่ทั่วไปนั้น ส่วนมากมีการจัดเก็บข้อมูลเสียงแบบแอนาลอกซึ่งจัดเก็บโดยการบันทึกลงในเทปคลาสเซ็ท การเปิดฟังข้อความเสียงแต่ละข้อความทำได้ช้าและอายุการใช้งานที่สั้น ข้อจำกัดของเทคโนโลยีแบบเดิมนั้นสามารถแก้ไขด้วยเทคโนโลยีของวงจรรวมที่ทำให้มีไอซีหน่วยความจำความจุสูง ๆ และเหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลแบบดิจิตอล เช่น ไอซี W51300 ไอซีดังกล่าวใช้วิธีการเข้ารหัสข้อมูลแบบดิจิตอลที่เรียกว่า การมอดูเลตแบบเดลตาที่ปรับตัวเองได้ (Adaptive Delta Modulation, ADM) ซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพ ความชัดเจน และขนาดของข้อมูลเสียงได้จากการเปลี่ยนแปลงความถี่ของการชักตัวอย่าง ขนาดของข้อมูลจะลดลงเมื่อความถี่ของการชักตัวอย่างลดลงแต่คุณภาพ ความชัดเจนของเสียงก็จะลดลงด้วย ในการใช้งานจึงต้องเลือกทั้งคุณภาพ ความชัดเจนของเสียงและขนาดของข้อมูลให้เหมาะสม [1] โดยในงานวิจัยนี้ใช้ความถี่ของการชักตัวอย่าง 15 kHz ข้อมูลเสียงแบบดิจิตอลที่ได้จากการเข้ารหัสข้างต้นจะถูกจัดเก็บในไอซี W55F20 ซึ่งเป็นไอซีหน่วยความจำขนาด 2 เมกกะบิต แบบ Flash EEPROM มีอายุการเก็บรักษาข้อมูล 10 ปี

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR

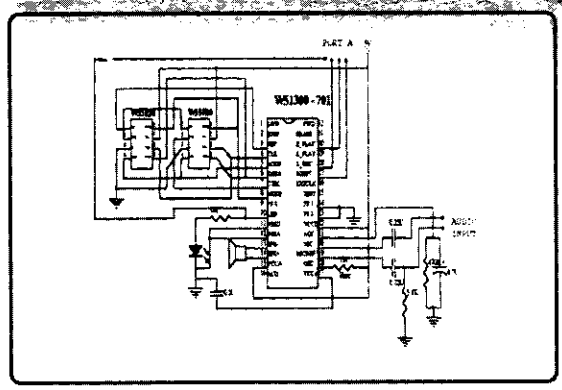
ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแบบ 8 บิตตระกูล AVR เบอร์ AT90S8535 มีโครงสร้างการทำงานและสถาปัตยกรรมแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) ประมวลผลด้วยความเร็ว 1 MIPS (Million Instructions Per Second) มีหน่วยความจำขนาด 8 kB แบบ Flash Memory จึงสามารถทำการเขียนหรือลบข้อมูลในหน่วยความจำได้สะดวก ทำให้การพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงระบบควบคุมทำได้อย่างง่ายและรวดเร็ว ส่วนภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมเป็นภาษาแอสเซมบลีของ AVR

3. หลักการทำงานและการออกแบบระบบ

การทำงานของระบบเป็นแบบอัตโนมัติเมื่อมีโทรศัพท์เรียกเข้ามาระบบจะรอประมาณ 20 วินาทีและเมื่อไม่มีผู้รับสายระบบจะรับสายแทนซึ่งจะมีเสียงคอยแนะนำการใช้งานให้กับผู้ที่โทรศัพท์เข้ามา เช่น การฝากข้อความ การป้อนรหัสผ่าน การตรวจสอบข้อความ และถ้าไม่มีการกดคีย์ใด ๆ ภายใน 20 วินาทีระบบจะวางสายเอง สำหรับการตรวจสอบข้อความสามารถเปิดฟังได้ที่เครื่องโดยตรงหรือทำการตรวจสอบผ่านโทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบผ่านอินเตอร์เน็ตได้อีก หลังการทำงานและการออกแบบระบบจะแยกอธิบายเป็นส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟต์แวร์ ดังนี้



รูปที่ 2 แผนภาพบล็อกของระบบ



รูปที่ 3 วงจรเปิดและบันทึกข้อความเสียงพูด

3.1 การทำงานและการออกแบบฮาร์ดแวร์

จากแผนภาพบล็อกในรูปที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหน้าที่หลักคือ ควบคุมการทำงานของวงจรตัดต่อระบบโทรศัพท์ วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi Frequency type) วงจรเปิดและบันทึกเสียงพูดและวงจรเชื่อมต่อแบบอนุกรมระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์

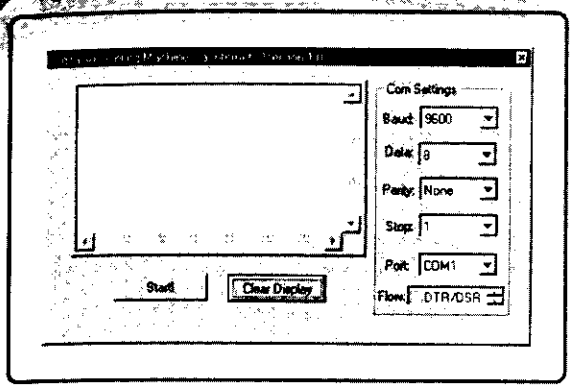
วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการกดคีย์โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐาน 2 ความยาว 4 บิตแล้วส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล ทำให้ทราบว่าผู้ที่โทรศัพท์เข้ามาต้องการรับบริการฝากหรือตรวจสอบข้อความแล้วระบบก็จะให้บริการและคอยส่งเสียงแนะนำการใช้งานตามบริการนั้น ๆ

วงจรเปิดและบันทึกเสียงพูดนั้นใช้ไอซี W51300 เป็นตัวดำเนินการหลักโดยมีการควบคุมการทำงานผ่านพอร์ต A ของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรนี้ทำหน้าที่เปิดเสียงแนะนำการใช้งานและบันทึกข้อความเสียงแบบดิจิตอลเก็บไว้ได้ 4 ข้อความ ซึ่งข้อความส่วนนี้จะถูกเก็บไว้ใช้สำหรับการตรวจสอบข้อความที่ตัวเครื่องโดยตรงและผ่านโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่

สำหรับการเชื่อมต่อกับเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์นั้นใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรมมาตรฐาน RS232 (RS232 Serial Interface) เมื่อมีโทรศัพท์เข้ามาแล้วเครื่องตอบรับโทรศัพท์ถูกเลือกโหมดการทำงานเป็นการฝากข้อความระบบจะมีการบันทึกข้อความไว้ที่เครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ด้วย โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณควบคุมผ่านการเชื่อมต่อดังกล่าวให้เครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ทำการบันทึกข้อความนั้น โดยสัญญาณเสียงแบบแอนาลอกจะป้อนผ่านช่อง LINE IN ของการ์ดเสียงและถูกบันทึกเก็บไว้สำหรับการตรวจสอบข้อความทางผ่านอินเตอร์เน็ตต่อไป

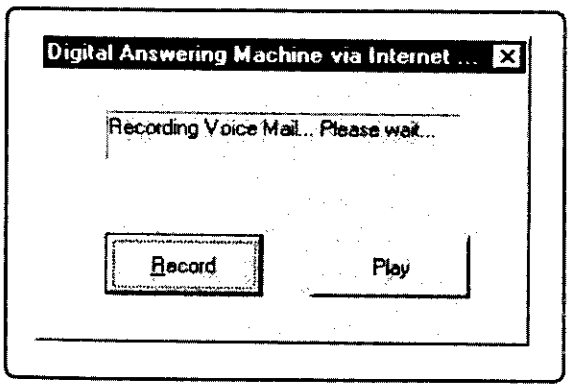
3.2 การทำงานและการออกแบบซอฟต์แวร์

โปรแกรมเชื่อมต่อระหว่างเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์กับเครื่องตอบรับโทรศัพท์ผ่านพอร์ตอนุกรม (Serial Port) มีการโปรแกรมโดยใช้ภาษา Visual C++ 6.0 โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณควบคุมการบันทึกข้อความและจะทำงานตลอดเวลาที่เครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ทำงานเพื่อจะได้ไม่พลาดการติดต่อใด ๆจากการสื่อสารผ่านโครงข่ายโทรศัพท์



รูปที่ 4 โปรแกรมการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรม

สำหรับโปรแกรมที่ทำหน้าที่บันทึกข้อความบนเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์นั้นใช้ภาษา Visual C++ 6.0 ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวจะถูกเรียกใช้งานเมื่อมีการบันทึกข้อความเท่านั้น โดยมีการตั้งเวลาให้โปรแกรมทำการบันทึกข้อความประมาณ 60 วินาที หลังจากนั้นโปรแกรมจะปิดตัวลงเพื่อคืนทรัพยากรให้กับระบบต่อไป การบันทึกข้อความดังกล่าวสามารถบันทึกเก็บไว้บนเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ 20 ข้อความ โดยกำหนดรูปแบบเป็นไฟล์มัลติมีเดียของระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งใช้การเข้ารหัสข้อมูลแบบ PCM (Pulse Code Modulation) มีอัตราการชักตัวอย่าง 8 kHz ใช้จำนวนบิตในการเข้ารหัส 16 บิตและระบบเสียงเป็นแบบโมโน



รูปที่ 5 โปรแกรมบันทึกข้อความบนเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์

งานวิจัยนี้มีการออกแบบให้เว็บเซิร์ฟเวอร์สนับสนุนโปรโตคอล HTTP ซึ่งถูกเก็บซ่อนอยู่ในโปรโตคอล SSL หรือที่เรียกว่า HTTPS ดังนั้นการส่งข้อมูลใด ๆ ก็ตามระหว่างไคลเอนต์กับเซิร์ฟเวอร์จะมีการ Encrypt ข้อมูลก่อนเสมอ ทำให้การส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตมีความปลอดภัยสูงมาก

ในการตรวจสอบข้อความผ่านอินเตอร์เน็ตเครื่องไคลเอนต์ต้องมีโปรแกรมเว็บบราวเซอร์เพื่อใช้ในการติดต่อไปยังโฮมเพจที่สร้างไว้บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้ HTTPS และต้องมีโปรแกรมมัลติมีเดียสำหรับเล่นไฟล์เสียง เช่นโปรแกรม Windows Media Player หรือโปรแกรม Winamp รวมทั้งต้องมีการ์ดเสียงและลำโพงหรือหูฟังอยู่ด้วย

เมื่อโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ติดต่อเข้าไปที่โฮมเพจของเครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอล เพื่อทำการตรวจสอบข้อความ เว็บเซิร์ฟเวอร์จะมีระบบรักษาความปลอดภัย โดยให้ผู้ใช้งานป้อนชื่อและรหัสผ่านก่อน เมื่อข้อมูลถูกต้องจึงจะสามารถตรวจสอบข้อความได้ ในขั้นตอนการตรวจสอบข้อความนั้น เว็บบราวเซอร์จะส่งการร้องขอไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ แล้วที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะมีการทำงานของโปรแกรมที่เขียนโดยใช้จาวาเซิร์ฟเล็ต ซึ่งโปรแกรมจะทำการตรวจนับไฟล์เสียงพร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆของไฟล์เสียงเพื่อใช้แสดงผล เช่น วัน เดือน ปี และเวลาที่ข้อความถูกฝากไว้ ขณะเดียวกันเว็บเซิร์ฟเวอร์ก็จะส่งสายข้อมูลซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการทำงานของโปรแกรมดังกล่าวกลับไปให้ไคลเอนต์เพื่อแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์ ผู้ใช้งานก็จะทราบข้อมูลล่าสุดจากการแสดงผลนี้ และสามารถคลิกบนลิงค์ที่จาวาเซิร์ฟเล็ตสร้างให้เพื่อฟังข้อความได้ทันที จะเห็นว่าเอกสาร HTML ถูกสร้างในขณะที่มีการทำงานของโปรแกรมจาวาเซิร์ฟเล็ต ดังนั้นข้อมูลที่แสดงผลผ่านเว็บบราวเซอร์ออกไปจึงทันสมัยตลอดเวลา ทำให้การตรวจสอบข้อความถูกต้องและทันท่วงที

4. ผลการทดสอบการใช้งาน

ในขั้นต้นได้ทดสอบการบันทึกข้อความเสียงแบบดิจิตอลลงในไอซีหน่วยความจำ W55F20 ขนาด 4 เมกกะบิต โดยกำหนดความถี่ของการชักตัวอย่าง 15 kHz ซึ่งจะได้บิตเรตเท่ากับ 15 kbit/sec ระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลเสียงพูดสามารถคำนวณได้จาก 4 Mbit / 15 kbit/sec เท่ากับ 267 วินาที หรือ 4 นาที 27 วินาที ในการ

ออกแบบกำหนดเวลาการบันทึกข้อความไว้ข้อความละ 60 วินาที จำนวน 4 ข้อความ โดยหน่วยความจำส่วนที่เหลือจะใช้ในการแยกเซกเมนต์ของข้อความ ผลการทดสอบพบว่าสามารถบันทึกข้อความได้ 4 ข้อความตามเวลาที่ออกแบบจริง

ลำดับต่อมาได้ทดสอบการฝากและตรวจสอบข้อความผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ โดยฝากข้อความที่มีความยาว 60 วินาทีแล้ววางสายจำนวน 4 ครั้ง จากนั้นโทรศัพท์เข้ามาตรวจสอบข้อความที่ฝากไว้ครั้งละ 1 ข้อความ เวลาเฉลี่ยในการฝากและตรวจสอบข้อความผ่านโครงข่ายโทรศัพท์แสดงในตารางที่ 1

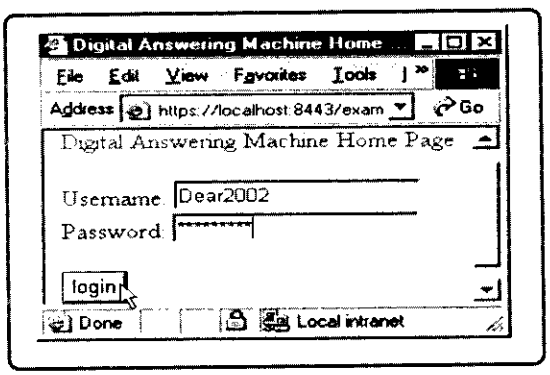
ตารางที่ 1 เวลาเฉลี่ย (วินาที) ที่ใช้ในฝากและตรวจสอบข้อความผ่านโครงข่ายโทรศัพท์

บริการ	โทรศัพท์บ้าน	โทรศัพท์สาธารณะ	โทรศัพท์เคลื่อนที่ (DTAC1800)	โทรศัพท์เคลื่อนที่ (GSM900)
ฝากข้อความ	86.42	85.78	82.36	82.82
เช็คข้อความ	98.11	95.35	85.66	85.54

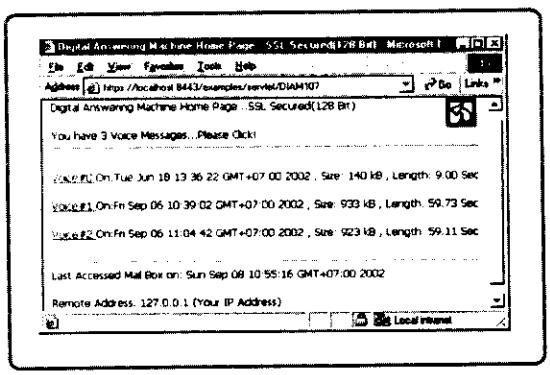
ลำดับสุดท้ายเป็นการทดสอบการตรวจสอบ ข้อความผ่านอินเตอร์เน็ตภายในองค์กร เครื่องเว็บ เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ทดสอบเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 98 SE และติดตั้งโปรแกรม Jakarta-Tomcat 3.2.3 Java 2 SDK 1.3 และ JSSE 1.0.3 โดยเริ่มจากการล็อกอินเข้าโฮมเพจ ตรวจสอบข้อความและการแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์ ซึ่งพิจารณาถึงความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อมูล เช่น วัน เดือน ปี และเวลาในการสร้างไฟล์เสียงโดยเทียบกับ File Properties ในโปรแกรม Windows Explorer และทดสอบการฟังข้อความผ่านโครงข่ายดังกล่าว ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 2 และการแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์แสดงดังในรูปที่ 6 และ7

ตารางที่ 2 ผลการการตรวจสอบข้อความโดยใช้โปรแกรมต่าง ๆกัน

โปรแกรม Web Browser ที่ใช้ทดสอบ	การแสดงผล	ความถูกต้องของข้อมูล	การฟังข้อความเสียง	
			Media Player 6.0	Winamp 2.71
Internet Explorer 6.0	ครบถ้วน	ถูกต้อง	ได้ชัดเจน	ได้ชัดเจน
Opera 6.0	ครบถ้วน	ถูกต้อง	ได้ชัดเจน	ได้ชัดเจน
Netscape 6.0	ครบถ้วน	ถูกต้อง	ได้ชัดเจน	ได้ชัดเจน



รูปที่ 6 การล็อกอินเข้าโฮมเพจเพื่อตรวจสอบข้อความ



รูปที่ 7 การตรวจสอบข้อความโดยใช้ Internet Explorer 6.0

5. สรุป

เครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอล สามารถทำงานได้บน 3 โครงข่ายหลัก ผู้ใช้งานสามารถโทรศัพท์เข้าไปทำการฝากหรือตรวจสอบข้อความโดยใช้โทรศัพท์พื้นฐานหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถฝากข้อความได้สูงสุด 24 ข้อความ เครื่องตอบรับโทรศัพท์ดังกล่าวนี้สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ส่วนบุคคล ทำให้สามารถทำการตรวจสอบข้อความผ่านอินเตอร์เน็ตได้และมีความปลอดภัยของข้อมูลสูงมาก และจากการนำเทคโนโลยีจาวาเซิร์ฟเล็ตมาใช้ในการเขียนโปรแกรมบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ จึงทำให้การตรวจสอบข้อความผ่านอินเตอร์เน็ตได้รับข้อความล่าสุดตลอดเวลาและผลการทดสอบการใช้งานพบว่าเครื่องตอบรับโทรศัพท์ดังกล่าวสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้อย่างถูกต้อง

สำหรับการพัฒนาต่อไปในอนาคต คือ

1. ปรับปรุงการทำงานให้สามารถทำการฝากข้อความจากโฮมเพจบนโครงข่ายอินเตอร์เน็ตมายังเครื่องตอบรับโทรศัพท์แบบดิจิตอล

2. เชื่อมต่อเว็บเซิร์ฟเวอร์ส่วนบุคคลกับฐานข้อมูลภายในองค์กรโดยใช้เทคโนโลยี JDBC (Java Database Connectivity) เพื่อให้สามารถใช้งานฐานข้อมูลดังกล่าวได้ทุกแห่งที่มีอินเตอร์เน็ตใช้งาน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัย รวมทั้ง รศ.น.ท.ดร.สราวุฒิ สุจิตจร และ อ.สมศักดิ์ วาณิชอนันต์ชัย ที่ได้ให้คำแนะนำและมีส่วนช่วยเหลือในการเขียนบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ประกลกฤษ แสงชูวงศ์ สุธี คนกระโทก ทวีศักดิ์ ศรีโปดก "เครื่องตอบรับโทรศัพท์และเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโครงข่ายโทรศัพท์" รายงานโครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 2543, หน้า 29-39.

[2] B. Glassmeyer, E. Melin "Digital Answering Machine" http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/ee476/FinalProjects/

[3] G. Shachor "Tomcat IIS Howto" http://apache.org/

[4] Sun Microsystems "Java Servlet Technology" http://java.sun.com/products/servlet/index.html

[5] A. Patzer et al "Professional Java Server Programming" Wrox Press Ltd, 2000, pp 7-317.

ประวัติผู้เขียนบทความ

ประโยชน์ คำสวัสดิ์ สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าจากโรงเรียนนายเรืออากาศและวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาเดียวกันจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2537 และ 2541 ตามลำดับ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สนใจงานวิจัยเกี่ยวกับ Digital Signal and Image Processing และ Embedded and Real-time Systems.