สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์

TELEPHONY VOICE INFORM SYSTEM

T043004

ปิยะลักษณ์ วิจักขณา
ภัทรพร อโนดาต
ศุภักษร หทัยศานต์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 43004
วัน, เดือน, ปี 26 มิ.ย. 2545

.b.....
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEPHONY VOICE INFORM SYSTEM

PIYALAK WIJAKANA
PHATARAPHON ANODARD
SUPAKSORN HATAISAN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ TELEPHONY VOICE INFORM SYSTEM	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปิยะลักษณ์ วิจักขณา	41056059
	นางสาวภัทรพร อโนดาต	41056077
	นางสาวศุภักษร หทัยศานต์	41056112
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์	

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2544

คณะกรรมการสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร สุชาติเวชภูมิ	
กรรมการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์	

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพรบูลย์ พันธรักษ์พงษ์)
หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปิยะลักษณ์ วิจักขณา	41056059
	นางสาวภัทรพร อโนดาต	41056077
	นางสาวศุภักษร หทัยศานต์	41056112
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์	
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2544	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์	

บทคัดย่อ

ในแต่ละปีคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการเปิดรับสมัครนักศึกษาใหม่ เพิ่มเติมนอกเหนือจากการสอบของทบวงมหาวิทยาลัย ซึ่งมีการประกาศผลสอบโดยการติดประกาศที่คณะ ซึ่งในแต่ละปี มีจำนวนนักเรียนที่สมัครสอบเป็นจำนวนมาก และหลายคนมีที่พักอาศัยอยู่ห่างไกลจากสถาบัน ไม่สะดวกในการมาดูผลสอบด้วยตนเอง ระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการแจ้งและกระจายข้อมูลแก่บุคคลภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง รวดเร็ว เพื่อประโยชน์ของทางสถาบันในการแจ้งผลสอบแก่นักเรียนผู้มาสอบเข้าเรียนกับทางสถาบันในแต่ละปี

ระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้ จะสามารถแจ้งผลการสอบของนักเรียนแต่ละคนโดยดึงข้อมูลที่อยู่ในรูปของไฟล์ Excel ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อการแจ้งผลการสอบเสร็จสิ้น ระบบจะบันทึกผลการแจ้งผลสอบเอาไว้ และสามารถนำออกมาสรุปในรูปของรายงานให้ผู้ใช้ทราบได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Telephony Voice Inform System	
Students	Miss Piyalak Wijakana	41056059
	Miss Phataraphon Anodard	41056077
	Miss Supaksorn Hataisan	41056112
Degree	Bachelor's Degree of Science	
Department	Mathmatics and Computer Science , Faculty of Science	
Programme	Computer Science	
Academic Year	2001	
Special Project Advisor	Lecturer Weerachai Tunyasit	

ABSTRACT

Each year ,there is an announcing for the result of the entrance examination at Faculty of Science , King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang which separates from the entrance examination of government department of academy.

There are many students , applying for the examination , whose homes are far from the institute ,so it's inconvenient for the students to see the result by themselves.

The special project "Telephony Voice Inform System" has been developed to increase convenience and efficiency of broadcasting data. This project is used to inform the examination result quickly and correctly to the students.

So, the interactive voice inform via telephony will be developed to inform the examination result to the students by getting data from the Excel file. After the informing had finished ,system will save the result of connection and show by reports.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์ อาจารย์ผู้รับผิดชอบปัญหาพิเศษฉบับนี้ที่กรุณาให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ และต้องขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง ของปัญหาพิเศษฉบับนี้

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนด้านกำลังใจและทุนทรัพย์ จนการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี นายเจษฎา ปราณี และนายธีรวัฒน์ อรุโณศรีสกุล ผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในทุกๆด้าน รวมทั้งเพื่อนๆ และน้องๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาพิเศษไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VII
สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....1
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....1
1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....2
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....2

บทที่ 2 การทำงานของระบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 การทำงานของระบบ.....3
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....10
2.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์.....10
2.2.2 มาตรฐานการเชื่อมต่อกับโมเด็ม(RS-232).....16
2.2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส.....20
2.2.4 UART.....23
2.2.5 MODEM.....23
2.2.6 รูปแบบของการสื่อสาร.....26
2.2.7 สัญญาณในการสื่อสาร.....28
2.2.7.1 สัญญาณอนาล็อก.....28
2.2.7.2 สัญญาณดิจิตอล.....28
2.2.8 การ Modulate และ Demodulate.....28
2.2.9 Voice Modem.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2.10 การสุ่มสัญญาณ.....30
2.2.11 การเทียบระดับแรงดัน.....33
2.2.12 วงจรถอดรหัสหมายเลข DTMF.....35
2.2.13 วงจรกรองความถี่และวงจรตรวจจับ (filtering and detector) 36
2.2.14 Telephony Application Programming Interface (TAPI) 37
2.2.14.1 TAPI คืออะไร? 38
2.2.14.2 TAPI ในอนาคต (TAPI into the Future).....39
2.2.14.3 โครงสร้างของ TAPI (The TAPI Architecture) ...40
2.2.14.4 TAPI and the Hidden Window.....41
2.2.14.5 โครงสร้างของ Service Providers.....42
2.2.14.6 Documentation and Development Tools.....42
2.2.14.7 The TAPICOMM Sample.....43
2.2.14.8 Unimodem V.....44
2.2.14.9 Opening a Line and Making a Phone Call.....46
2.2.14.10 Opening One or More Lines.....47
2.2.14.11 Ending a Call And Shutting Down TAPI.....48
2.2.14.12 Using a Modem.....48
2.2.14.13 TAPI Applications.....49
2.2.14.14 TAPI Initialization.....51
2.2.14.15 Session Control.....52
2.2.14.16 Device Control.....52
2.2.14.17 Media Control.....55
2.2.14.18 TAPI Shutdown.....57
2.2.14.19 Basic Telephony Services Reference.....58
2.2.14.20 TAPI Functions.....63
2.2.14.21 Element By Version.....63
2.2.15 การสืบค้นผลสอบจากไฟล์ Microsoft Excel.....63
2.2.16 Component Object Model.....66
2.2.17 แฟ้มข้อมูลเสียง.....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....70

3.1 Context Diagram.....70

3.2 Data Flow Diagram Level 1 71

3.3 Data Flow Diagram Level 2 ของ File Excel Management.....72

3.4 Data Flow Diagram Level 2 ของ Examination Result Informing.....73

3.5 Data Flow Diagram Level 2 ของ Report.....74

บทที่ 4 ประเมินผลและอภิปรายผล.....76

4.1 ลักษณะของระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์.....76

4.2 ข้อกำหนดของการประเมิน.....76

4.3 การอภิปรายผล.....77

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ.....78

ภาคผนวก.....79

บรรณานุกรม.....99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ความถี่สัญญาณแนวตั้งและแนวนอน.....14
2.2 แสดงบิตพาริตี้ของข้อมูล.....22
2.3 แสดงมาตรฐานของโมเด็ม.....25
2.4 TAPI 2 functions (TAPI Initialization).....51
2.5 TAPI 3 interfaces or methods (TAPI Initialization).....52
2.6 TAPI 2 functions (Device Control).....54
2.7 TAPI 3 interfaces or methods (Device Control).....55
2.8 TAPI 2 functions (Media Control).....56
2.9 TAPI 3 interfaces or methods (Media Control).....56
2.10 TAPI 2 functions (TAPI Shutdown).....57
2.11 TAPI 3 interfaces or methods (TAPI Shutdown).....57
2.12 TAPI Initialization and Shutdown 59
2.13 Line Version Negotiation 59
2.14 Line Status and Capabilities.....60
2.15 Addresses 60
2.16 Opening and Closing Line Devices 60
2.17 Address Formats 61
2.18 Call States and Events 61
2.19 Making Calls 61
2.20 Answering Incoming Calls 61
2.21 Toll Saver Support 62
2.22 Toll Saver Support 62
2.23 Call Drop Functions 62
2.24 Call Handle Manipulation 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงแผนผังการทำงานของระบบ....4
2.2 แสดงรายละเอียดย่อยการจัดการไฟล์ข้อมูลผลสอบ....6
2.3 แสดงรายละเอียดย่อยของสเตทของการส่งข้อความต้อนรับ....7
2.4 แสดงรายละเอียดย่อยของสเตทรับสัญญาณปุ่มกดรหัสประจำตัวสอบ....8
2.5 แสดงรายละเอียดย่อยของสเตทแจ้งผลการสอบ....9
2.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์....10
2.7 แสดงสัญญาณพัลส์....13
2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบดีทีเอ็มเอฟแบบเก่า....14
2.9 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่ใช้สร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ....15
2.10 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 ทั้งแบบ DB-9 และ DB-25 ตัวเมีย....17
2.11 แสดงขั้นตอนการทำงานของ RS-232 ผ่านสายโทรศัพท์สาธารณะ....19
2.12 รูปแบบง่ายที่สุดของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส....21
2.13 แสดงขั้นตอนการเปลี่ยนรูปแบบการส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม....24
2.14 สัญญาณรูปไซน์....25
2.15 รูปแบบของการสื่อสาร....27
2.16 แสดงพื้นฐานกระบวนการทำงานของการส่งข้อมูลแบบ PCM....30
2.17 แสดงการสุ่มสัญญาณ....31
2.18 แสดงสเปกตรัมของสัญญาณ....32
2.19 แสดงรายละเอียดและศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการเทียบระดับแรงดัน....34
2.20 แสดงการกำหนดระดับตัดสินของระบบทวนสัญญาณดิจิตอลซึ่งกำหนดย่านแรงดันตัดสินไว้ 2 ย่าน....34
2.21 ความถี่ของระบบ DTMF และผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่....36
2.22 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF....37
2.23 แสดงให้เห็นถึงหน้าจอหลักสำหรับ phone dialer application....39
2.24 The Dialing Properties dialog box....40
2.25 TAPI and applications....41
2.26 แสดงให้เห็นถึงหน้าจอหลักซึ่งถูกแสดงโดย TB14.EXE....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.27 แสดงให้เห็นถึงหน้าจอหลักของ TAPICOMM Sample.....44
2.28 Simplified Unimodem Architechture 45
2.29 TAPI Applications 50
2.30 MSExcel Object Model 63
2.31 MSExcel Object Model (ต่อ).....64
2.32 MSExcel Object Model (ต่อ).....64
2.33 MSExcel Object Model (ต่อ).....65
2.34 แสดงตาราง Excel 65
3.1 แสดง Context Diagram แผนภาพรวมระบบ.....70
3.2 แสดง DFD Level 1.....71
3.3 แสดง DFD Level 2 ของ File excel management ใน Level 1.....72
3.4 แสดง DFD Level 2 ของ Examination result informing ใน Level 1.....73
3.5 แสดง DFD Level 2 ของ Report ใน Level 1.....74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในแต่ละปีคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการเปิดรับสมัครนักศึกษาใหม่ เพิ่มเติมนอกเหนือจากการสอบของทบวงมหาวิทยาลัย ซึ่งมีการประกาศผลสอบโดยการติดประกาศที่คณะ และในปีการศึกษา 2543 ได้มีการนำระบบตอบผลสอบทางโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ มาใช้ โดยพบว่ามีปัญหาในเรื่องของผู้โทรเข้ามาสอบถามผลสอบจากระบบตอบผลสอบทางโทรศัพท์อัตโนมัติเลือกที่จะสอบถามผลสอบจากบุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์ หรือจำนวนของคู่สายโทรศัพท์มีไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้ที่ต้องการทราบผลสอบที่โทรเข้ามาพร้อมๆกัน ทำให้ระบบไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มความสามารถเท่าที่ควร ในการประกาศผลสอบในแต่ละปี มีจำนวนนักศึกษาที่สมัครสอบเป็นจำนวนมาก และหลายคนมีที่พักอาศัยอยู่ห่างไกลจากสถาบัน ไม่สะดวกในการมาดูผลสอบด้วยตนเอง ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาระบบแจ้งผลการสอบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อช่วยประหยัดเวลา และแจ้งผลสอบแก่ผู้สอบได้อย่างทั่วถึง ถูกต้อง รวดเร็ว

1.2.2 เพื่ออำนวยความสะดวก แก่ผู้สอบที่มีภูมิลำเนาไกลจากมหาวิทยาลัย

1.2.3 เพื่อให้ใช้คอมพิวเตอร์แทนเจ้าหน้าที่ในการแจ้งรายละเอียดต่างๆให้แก่ผู้เข้าสอบ

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

สร้างระบบแจ้งข้อมูลผลสอบให้กับทางมหาวิทยาลัยนำมาให้บริการแก่นักเรียนนักศึกษาที่มาสอบได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว โดยพัฒนาโปรแกรมแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ผ่านทางโมเด็ม เพื่อพัฒนาโปรแกรมใช้งานด้านโทรศัพท์ด้วย TAPI และเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Visual C++

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 กรณีไม่มีผู้รับสาย , สายไม่ว่าง หรือไม่เป็นผู้ที่สามารถทราบผลสอบได้ จะทำการโทรกลับไปใหม่ในช่วงเวลาถัดไป ภายในจำนวนไม่เกิน 3 ครั้ง โดยจะทำการโทรไปยังรายการที่ยังไม่ได้โทรก่อน จากนั้นจะเป็นรายการที่โทรไปแล้ว 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 การแจ้งผลสอบจะทำการแจ้งทั้งผู้ที่ผ่านการคัดเลือก และไม่ผ่านการคัดเลือก

1.4.3 ไฟล์ข้อมูลที่นำมาประมวลผลจะเป็นไฟล์ Excel โดยอาจเป็นไฟล์ Excel ที่เป็นรายการผลสอบของผู้สอบทั้งหมด หรือเป็นรายการผลสอบเฉพาะของผู้สอบที่ขอรับบริการแจ้งผลสอบอัตโนมัตินี้

1.4.4 เมื่อโทรศัพท์ไปแจ้งผลสอบจะให้ผู้รับโทรศัพท์กดรหัสประจำตัวสอบเพื่อยืนยันว่าสามารถทราบผลสอบได้

1.4.5 ไฟล์เสียงที่นำมาใช้สามารถบันทึกใหม่ แก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงได้

1.4.6 สามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนหลักของรหัสประจำตัวสอบได้

1.4.7 ผู้ใช้สามารถตั้งค่าเวลาในการรอรับสายได้

1.4.8 ในการโทรไปแจ้งผลสอบสามารถโทรไปได้ทั้งโทรศัพท์มือถือ , โทรศัพท์บ้าน , PCT หรือโทรศัพท์ตู้สาขา (PABX) ได้

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1.5.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานและพื้นฐานการสื่อสารข้อมูล รวมทั้งการสื่อสารข้อมูลทางสายโทรศัพท์ การทำงานของโมเด็มเสียง ศึกษารูปแบบการทำงานของ TAPI

1.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาเพื่อวางแผน

1.5.3 ออกแบบระบบงาน

1.5.4 พัฒนาโปรแกรมตามแผนที่ได้กำหนดไว้

1.5.5 ทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น

1.5.6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows98 , Windows ME

1.6.2 ใช้ Programming language ในตระกูล Visual C++ 6.0 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ

1.6.3 ทำงานบนเครื่อง PC

1.6.4 มี Voice Modem External/Internal อย่างน้อย 1 เครื่อง

1.6.5 มีสายโทรศัพท์ใช้งานอย่างน้อย 1 สาย

1.6.6 มีการติดตั้ง Microsoft Office 97 อยู่ในเครื่อง

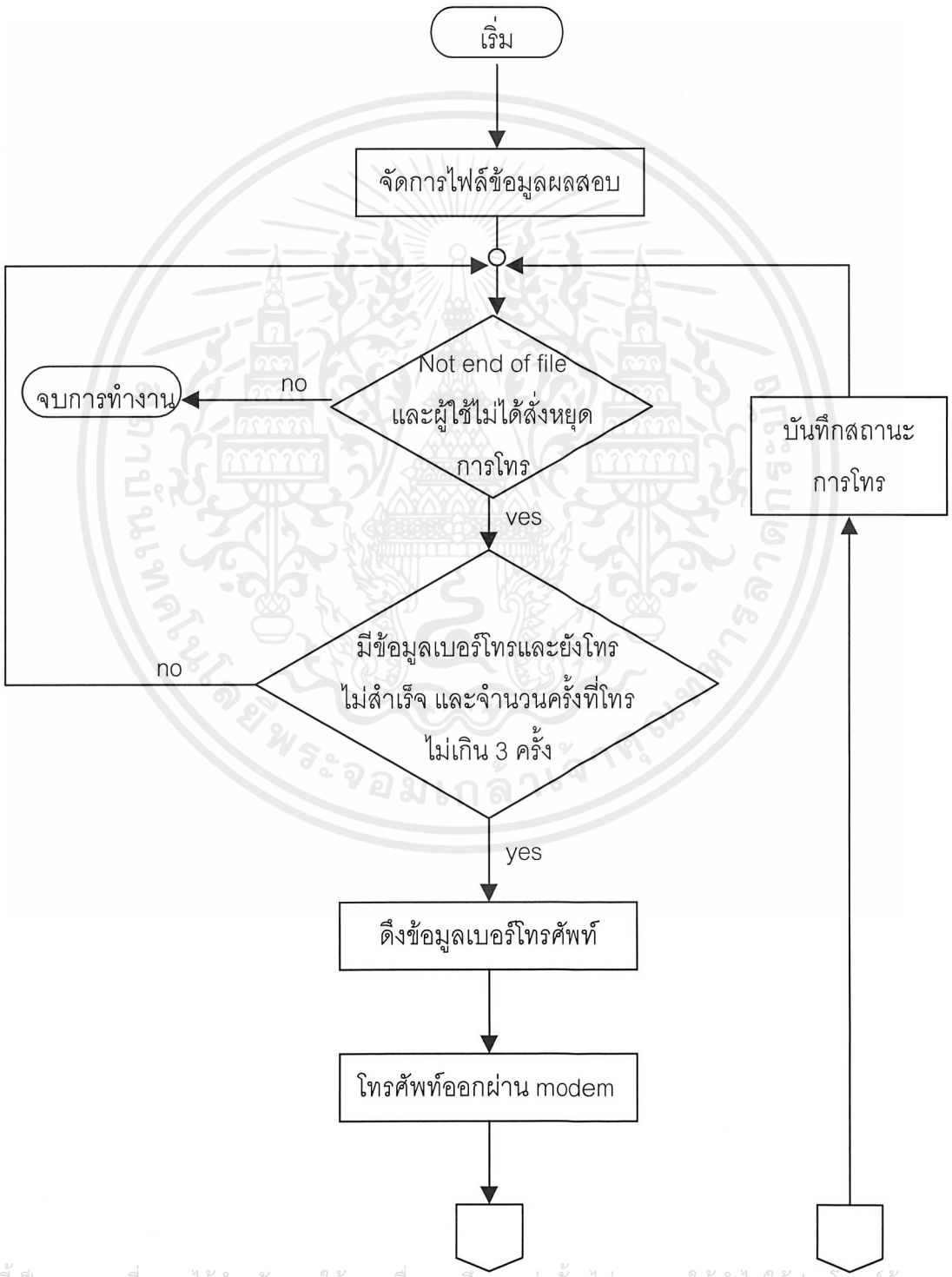
1.6.7 มีโปรแกรมที่ใช้อัดเสียง สำหรับสร้างไฟล์เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

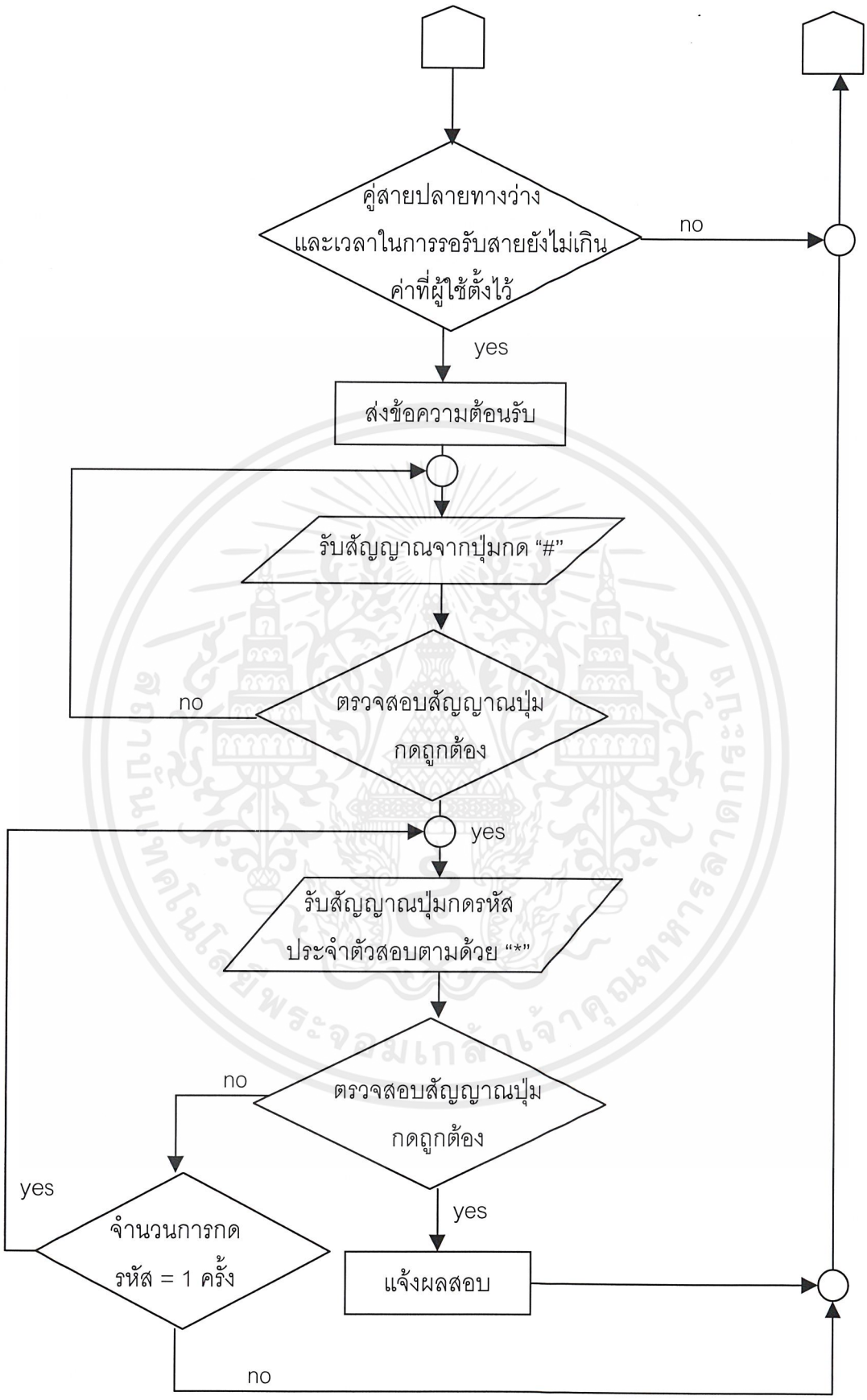
บทที่ 2
การทำงานของระบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทำงานของระบบ

ระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์มีการทำงานโดยรวมตามแผนผังดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงแผนผังการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

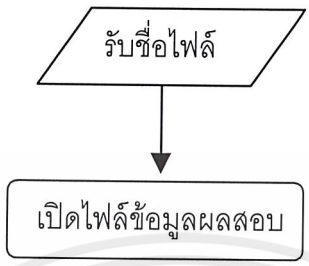
จากรูป 2.1 สามารถอธิบายได้ดังนี้

จัดการไฟล์ข้อมูลผลสอบ	จัดการไฟล์ผลสอบที่ต้องการให้พร้อมในการทำงาน
ดึงข้อมูลเบอร์โทรศัพท์	ดึงข้อมูลเบอร์โทรศัพท์จากไฟล์ Excel เพื่อเตรียมโทรออก
โทรศัพท์ออกผ่านโมเด็ม	ทำการโทรออกไปตามเบอร์โทรศัพท์ที่ได้รับมาจากไฟล์ Excel
ส่งข้อความต้อนรับ	โมเด็มของเครื่องส่งข้อความต้อนรับออกไปทางโทรศัพท์
รับสัญญาณจากปุ่มกด “#”	รอรับสัญญาณปุ่มกด “#” จากผู้ใช้ เพื่อเป็นการยืนยันว่าสามารถรับฟังผลสอบได้
รับสัญญาณปุ่มกดรหัสประจำตัวสอบ	รอรับสัญญาณปุ่มกดรหัสประจำตัวสอบจากผู้ใช้เพื่อเป็นการยืนยันอีกครั้ง
แจ้งผลสอบ	แจ้งผลการสอบทางโทรศัพท์ให้แก่ผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดย่อยลงไปของแต่ละสเตทมีดังนี้

สเตทจัดการไฟล์ข้อมูลผลสอบ :



รูปที่ 2.2 แสดงรายละเอียดย่อยการจัดการไฟล์ข้อมูลผลสอบ

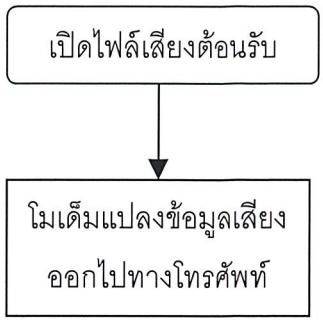
จากรูป 2.2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

รับชื่อไฟล์ ทำการรับชื่อไฟล์ผลสอบจากผู้ใช้

เปิดไฟล์ข้อมูลผลสอบ ทำการเปิดไฟล์ผลสอบเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการโทรออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตทส่งข้อความต้อนรับ :



รูปที่ 2.3 แสดงรายละเอียดย่อยของสเตทของการส่งข้อความต้อนรับ

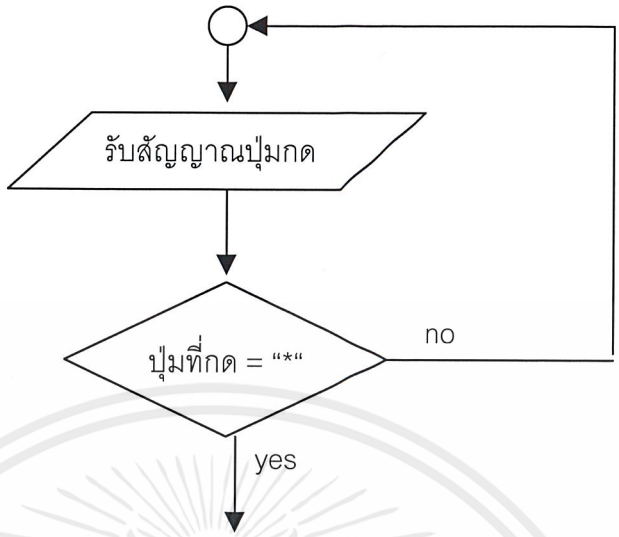
จากรูป 2.3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เปิดไฟล์เสียงต้อนรับ — เมื่อมีผู้รับสายปลายทางแล้ว โปรแกรมก็จะทำการเล่นไฟล์เสียงชนิดเวฟ (wave file) ต้อนรับสู่ระบบ พร้อมทั้งบอกให้ผู้รับสายกดปุ่ม “#” เพื่อยืนยันว่าเป็นผู้ที่สามารถรับฟังผลสอบได้

โมเด็มแปลงข้อมูลเสียงออกไปทางโทรศัพท์ — โมเด็มจะแปลงไฟล์เสียงต้อนรับ ออกไปทางสายโทรศัพท์ถึงผู้รับสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตทรับสัญญาณปุ่มกดรหัสประจำตัวสอบตามด้วย " * " :



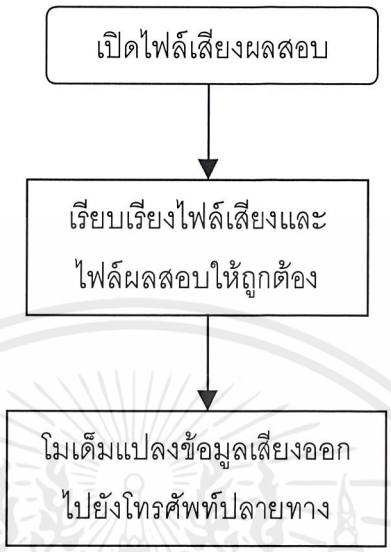
รูปที่ 2.4 แสดงรายละเอียดย่อยของสเตทรับสัญญาณปุ่มกดรหัสประจำตัวสอบ

รูป 2.4 สามารถอธิบายได้ดังนี้

รับสัญญาณปุ่มกด เมื่อผู้รับสายได้ยินเสียงแจ้งให้กดรหัสประจำตัวสอบ ผู้รับสายก็จะทำการกดรหัสจากปุ่มหมายเลขบนโทรศัพท์ตามด้วย "*" จากนั้นระบบจะนำรหัสที่ได้ไปทำการตรวจสอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตทแจ้งผลสอบ :



รูปที่ 2.5 แสดงรายละเอียดย่อยของสเตทแจ้งผลการสอบ

รูป 2.5 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เปิดไฟล์เสียงผลสอบ	เปิดไฟล์เสียงรหัสประจำตัวสอบและผลการสอบ
เรียบเรียงไฟล์เสียงและไฟล์ผลสอบให้ถูกต้อง	นำไฟล์รหัสและผลการสอบมาเรียบเรียงให้ถูกต้องตามลำดับก่อนหลัง
โมเด็มแปลงข้อมูลเสียงออกไปยังโทรศัพท์ปลายทาง	โมเด็มแปลงข้อมูลเสียงที่เรียบเรียงแล้วออกไปทางสายโทรศัพท์ถึงผู้รับสายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

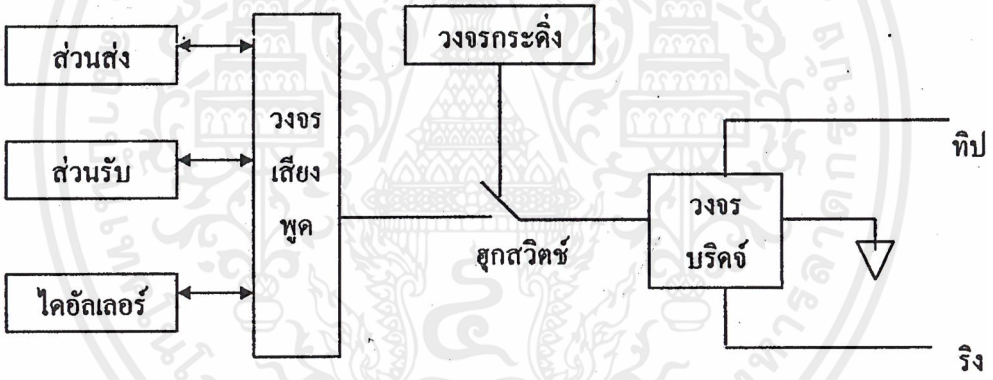
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า(Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งไปในสาย หรือในทำนองกลับกันจะทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่มาตามสายกลับมาเป็นสัญญาณเสียง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่

1) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายโทรศัพท์ เพื่อแจ้งให้ชุมสายทราบว่าผู้ใช้ต้องการติดต่อไปยังชุมสายใด
2) ทำการส่งสัญญาณรหัสที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก
3) ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงที่ตอบรับจากชุมสายโทรศัพท์ ตลอดจนรับสัญญาณเรียก (Ringing Tone) ส่งสัญญาณยกเลิกการใช้งานไปยังชุมสายโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์มีส่วนประกอบที่สำคัญดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

วงจรเครื่องรับโทรศัพท์โทรศัพท์สามารถแยกออกได้เป็น

1.วงจรกระดิ่ง (Ringer) ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณเรียกจากชุมสายโทรศัพท์ แล้วแปลงเป็นสัญญาณเสียงเพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่ามีผู้ต้องการจะติดต่อด้วย โดยเรียกเป็นเสียงกระดิ่งทุกครั้งที่มีการเรียกเข้ามาให้เจ้าของเครื่องทราบ วงจรกระดิ่งอาจใช้กระดิ่งหรือไอซีโทนริงเกอร์ก็ได้ หากใช้กระดิ่งเมื่อมีการเรียกเข้ามา แรงดันไฟสลับประมาณ 105 โวลต์ ถูกส่งเข้ามายังโซลินอยด์ ทำให้โซลินอยด์มีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นเหมือนกระดิ่งทั่วไป หากเป็นระบบไอซีจะมีการนำเอาพัลส์ดังกล่าวเข้าสู่ระบบเร็กติไฟเออร์เพื่อจ่ายให้กับหน่วยผลิตความถี่ และส่งความถี่ออกลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **วงจรปากพูด – หูฟัง**(Transmitter & Receiver) ทำหน้าที่เสมือนวงจรเครื่องรับ และเครื่องส่งเพียงแต่เครื่องรับและเครื่องส่งของระบบจริงๆนั้น การเรียกจากฝ่ายหนึ่งไปยังอีกฝ่ายหนึ่ง สัญญาณเรียกจะถูกส่งผ่านระบบชุมสาย และจากชุมสายจะมีการแยกด้วยระบบมัลติเพล็กซ์ เพื่อแยกคู่สายไปยังหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการติดต่อสายออกไป

โดยตัววงจรปากพูดจะเป็นส่วนส่งเสียงพูดจากของผู้ใช้ไปยังคู่สนทนา โดยใช้ไมโครโฟนแปลงสียงพูดไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าผ่านวงจรเสียงพูดไป ส่วนวงจรหูฟังจะใช้ลำโพงหรือไดอะเฟรมเพื่อแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่มาจากสายโทรศัพท์ให้เป็นเสียง (voice)ตามเดิม

3. **วงจรเข้ารหัสตัวเลขชนิดปุ่มกด** (Dialer) เมื่อต้องการเรียกคู่สายสนทนา ท่านต้องยกหูโทรศัพท์แล้วกดหมายเลขที่ต้องการจากแป้นกด วงจรเข้ารหัสจะเปลี่ยนหมายเลขให้เป็นข้อมูลความถี่คู่ ส่งความถี่ 2 โทน(สูง - ต่ำ) ไปยังระบบชุมสาย แล้วชุมสายจะส่งข้อมูลไปตามเครือข่ายต่อไป

4. **วงจรเสียงพูด** (Speech Network) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากระบบทูไวร์(2-W) เป็นระบบโฟร์ไวร์(4-W) ขยายสัญญาณทั้งด้านรับและด้านส่งควบคุมระดับของไซด์โทน

5. **ฮุกสวิตช์** (Hook Switch) ทำหน้าที่เชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์เข้ากับคู่สาย มี 2 สภาวะ คือสภาวะยกหู(Off Hook) และสภาวะการวางหู(On Hook)

6. **วงจรบริดจ์** (Polar Guard Bridge) ทำหน้าที่ผ่านกระแสไฟตรงจากคู่สายไปเลี้ยงวงจรและป้องกันการกลับขั้วของกระแสไฟ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ผ่านสัญญาณไฟฟ้าทั้งด้านบวกและด้านลบไปในวงจร รวมทั้งเป็นส่วนสร้างกราวด์ให้แก่เครื่องโทรศัพท์

การทำงานภายในเครื่องโทรศัพท์

ภายในโทรศัพท์จะมีวงจรกำเนิดเสียงเรียก(Ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น วงจรนี้จะติดต่ออยู่กับชุมสายโดยตรง และถัดมาจะเป็นวงจร Hook Switch เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ วงจรใน Hook Switch จะถูกเปิดออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรที่อยู่หลัง Hook Switch ทำให้ไม่สามารถติดต่อไปยังชุมสายได้เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น วงจร Hook Switch ก็จะปิดลงทำให้กระแสไหลครบวงจร เข้าเครื่องโทรศัพท์ได้และกระแสยังไหลไปยังชุมสาย ทำให้ที่ชุมสายพร้อมที่จะทำการติต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายจะส่งสัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อด้วยมายังชุมสาย หลังจากชุมสายได้รับหมายเลขแรกแล้ว ทางชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุนอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่าและชุมสาย

1. **สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่าไปยังชุมสาย**

1.1 ON HOOK หมายถึง สภาวะที่ผู้เช่าวางหู ลักษณะของวงจรเป็นเสมือนวงจรเปิดที่มีความต้านทานสูง

1.2 OFF HOOK หมายถึง สภาวะที่ผู้เช่ายกหู สายโทรศัพท์จะมีสภาพเสมือนวงจรปิดที่มีความต้านทานต่ำ

1.3 DIALLING หมายถึง ผู้เช่าทำการหมุนเลขหมาย

2. **สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย**

2.1 Dialling Tone เป็นสัญญาณที่แจ้งให้ผู้เรียกทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายนั้นพร้อมที่จะรับรหัสการหมุนหมายเลข จากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งหมายเลขได้ สัญญาณให้หมุนนี้เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz มอดูเลตด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินสัญญาณนี้เมื่อยกหูโทรศัพท์

2.2 Busy Tone เป็นสัญญาณที่แจ้งให้ทราบว่าอุปกรณ์ทางของชุมสาย หรือโทรศัพท์ปลายทางไม่ว่าง ความถี่ของสัญญาณไซน์ 425 Hz ส่งเป็นช่วง ช่วงละ 0.5 วินาทีหยุด 0.5 วินาที

2.3 Ringer Tone เป็นสัญญาณที่แจ้งให้ผู้ถูกเรียกทราบหลังจากหมุนหมายเลขครบ เพื่อบอกให้ผู้ถูกเรียกทราบว่ามีผู้ต้องการติดต่อ ด้วยความถี่ของสัญญาณไซน์ 425 Hz ส่งเป็นช่วง ส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที

2.4 Ringback Tone เป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังผู้เรียก เพื่อบอกให้ผู้เรียกทราบว่าได้ต่อเส้นทางกับผู้ถูกเรียกเรียบร้อยแล้ว ส่งเป็นช่วง ส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที ปกติจะถูกส่งจากชุมสายมาพร้อมกับสัญญาณเรียก

2.5 Unobtainable Tone เป็นสัญญาณบอกให้ทราบว่า เลขหมายที่เรียกไปเป็นเลขหมายว่าง ยังไม่มีการติดตั้งหรือถูกยกเลิกไป ให้ไปตรวจค้นดูใหม่ในสมุดรายนามผู้ใช้โทรศัพท์ สัญญาณนี้มีความถี่ 400 Hz ส่งอย่างไม่ต่อเนื่อง โดย 3 ชุดแรก ส่ง 0.1 วินาที หยุด 0.1 วินาที ส่วนชุดหลังส่ง 0.3 วินาที หยุด 0.1 วินาที ได้ยินเป็นเสียงสั้น สั้น สั้น ยาว ติดต่อกันไป

การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้นจะทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงถึงค่าของหมายเลขต่างๆ และอีกวิธีหนึ่งก็คือการส่งสัญญาณความถี่ต่างๆกัน โดยค่าของตัวเลขจะถูกแทนด้วยค่าความถี่ 2 ค่าที่มอดูเลตกัน

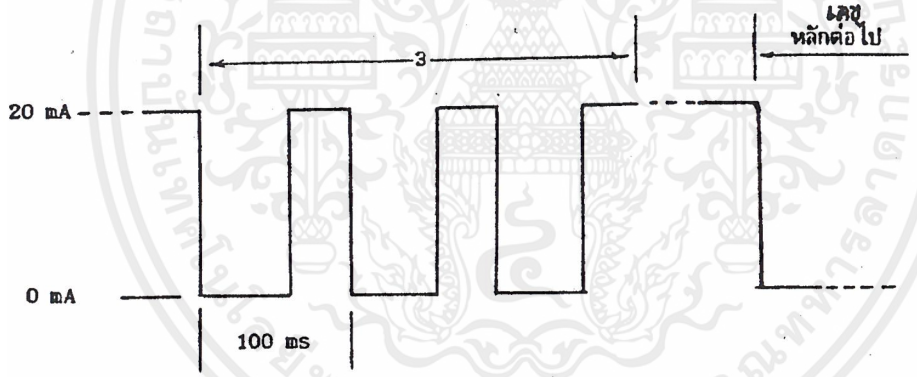
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบบโทรศัพท์แบบหมุน

โทรศัพท์แบบหมุนจะใช้การขัดจังหวะการไหลของกระแส โดยใช้การเปิดปิดสวิตช์ตามหมายเลขที่หมุน อาศัยการหมุนหน้าปัดเพื่อทำการส่งพัลส์ให้สวิตช์ทำงาน เช่น ถ้าหมุนหมายเลข 4 สวิตช์จะถูกทำให้เปิดออก 4 ครั้ง ทำให้เกิดพัลส์ออกไป 4 ลูก เป็นต้น การส่งพัลส์ยังคงใช้อยู่ทั้งระบบ 10 พัลส์/วินาที หรือ 20 พัลส์/วินาที(ในปัจจุบันระบบ 10 พัลส์/วินาที ไม่ได้รับรองในความถูกต้องระหว่างการส่งข้อมูล)

วงจรโทรศัพท์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วมาก ดังนั้นตัวเครื่องโทรศัพท์ก็ได้รับการพัฒนาตามไปด้วย เพื่อให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น จากเดิมที่เป็นแบบหมุนหน้าปัด ก็เปลี่ยนเป็นการกดปุ่มแทน การกดปุ่มก็เพื่อจะส่งความถี่ออกไป การที่เราใช้วิธีนี้ก็เพื่อ

- ลดเวลาในการหมุนหน้าปัดลง
- ส่งเลขหมายได้ง่ายขึ้นเพียงการกดปุ่ม
- มีความผิดพลาดในการส่งเลขหมายน้อยลง
- สามารถที่จะเพิ่มปุ่มอื่นๆนอกจากที่มีอยู่แล้ว เพื่อใช้งานอย่างอื่นได้ด้วย
- ใช้ความถี่ในระดับคลื่นเสียง



รูปที่ 2.7 แสดงสัญญาณพัลส์

2. ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่

ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ หรือ สัญญาณระบบดีทีเอ็มเอฟ (DTMF : Dual Tone Multi-Frequency) เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่ง เป็นสัญญาณพัลส์ การส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการติดต่อด้วย จะใช้การส่งสัญญาณความถี่ 2 ค่าออกไป Modulate กัน ได้ผลลัพธ์เป็นตัวหมายเลขที่กด โดยความถี่จะแยกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่อยู่ในย่านความถี่เสียงพูด คือกลุ่มความถี่สูงกับกลุ่มความถี่ต่ำ กลุ่มความถี่ต่ำได้แก่ ความถี่ 627 Hz, 770 Hz, 852 Hz และ 941Hz ส่วนกลุ่มความถี่สูงได้แก่ ความถี่ 1209 Hz, 1336 Hz , 1477 Hz และ 1633 Hz โดยใช้ระบบคีย์แบบ X-Y Matrix แบ่งโซนออกเป็นกลุ่ม

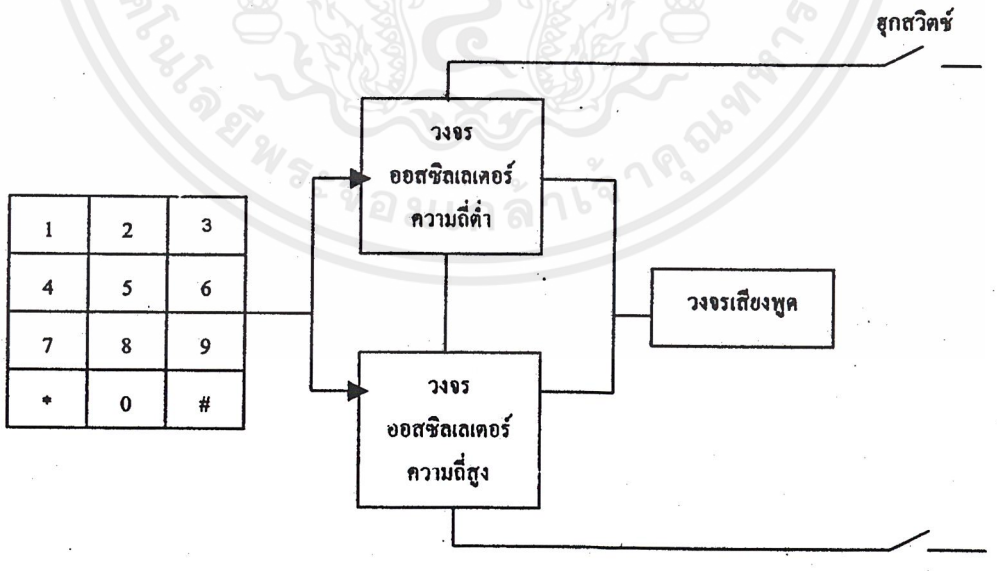
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ทางแนวตั้ง กับกลุ่มความถี่ทางแนวนอน โดยให้แนวนอนเป็นกลุ่มของความถี่ต่ำ และกลุ่มแนวตั้งเป็นกลุ่มของความถี่สูง

ความถี่(Hz)	รหัสหรือหมายเลข			
679	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D
ความถี่(Hz)	1209	1336	1447	1663

ตารางที่ 2.1 ความถี่สัญญาณแนวตั้งและแนวนอน

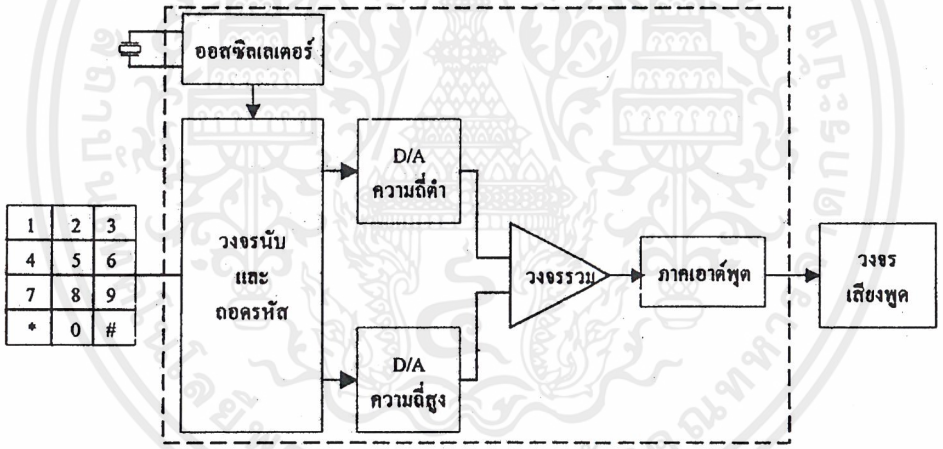
การส่งสัญญาณแบบดีทีเอ็มเอฟ ด้วยการใช้ไอซีสำเร็จรูปในปัจจุบันดูจะเหมาะสมกว่าการนำอุปกรณ์มาต่อกันเพื่อทำการผลิตความถี่ต่างๆ ของหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อ หลักการของไอซีจำพวกนี้คือ การนำความถี่ที่แตกต่างกันสองความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์มามอดูเลตกันแล้วส่งไปยังชุมสายต่อไป



รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบดีทีเอ็มเอฟแบบเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบในรูป 2.8 นี้คงต้องใช้อุปกรณ์พาสซีฟ (passive element) ซึ่งปัญหาที่พบจากการใช้อุปกรณ์เหล่านี้ คือ ความคลาดเคลื่อน เนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ตลอดจนอายุการใช้งาน ทำให้ความถี่ที่ผลิตออกมาเปลี่ยนแปลงไปด้วย ทำให้ชุมสายเกิดการทำงานผิดพลาด ดังนั้นการสร้างไอซีสำเร็จรูปมาใช้งานแทนอุปกรณ์ passive ย่อมที่แก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ในระดับหนึ่ง ในรูปที่ 2.9 เป็นบล็อกไดอะแกรมที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบดีทีเอ็มเอฟ ซึ่งวงจรภายในจะประกอบไปด้วย วงจรนับและถอดรหัส(counter and decoder) ซึ่งจะแยกแยะว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแต่ละแถวหรือแนว เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้ว จะนำค่าในแถวและแนวไปหาจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและวงจรถอดรหัสก็จะออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน หลังจากนั้นก็นำสัญญาณทั้งสอง ไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลไปเป็นอนาลอก(D/A convertor) และนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ(summing amplifier) แล้วจึงถูกส่งผ่านต่อไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด และผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ในที่สุด



รูปที่ 2.9 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่ใช้สร้างสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 มาตรฐานการเชื่อมต่อกับโมเด็ม(RS-232)

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์(Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ –3 ถึง –12V แสดงว่ามีข้อมูล(Mark) และ +3 ถึง +2V แสดงว่าเป็นช่องว่าง(Space)

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล(Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง(Data Circuit Terminating : DCE) ไว้ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะทำผ่านมาตรฐาน RS-232

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

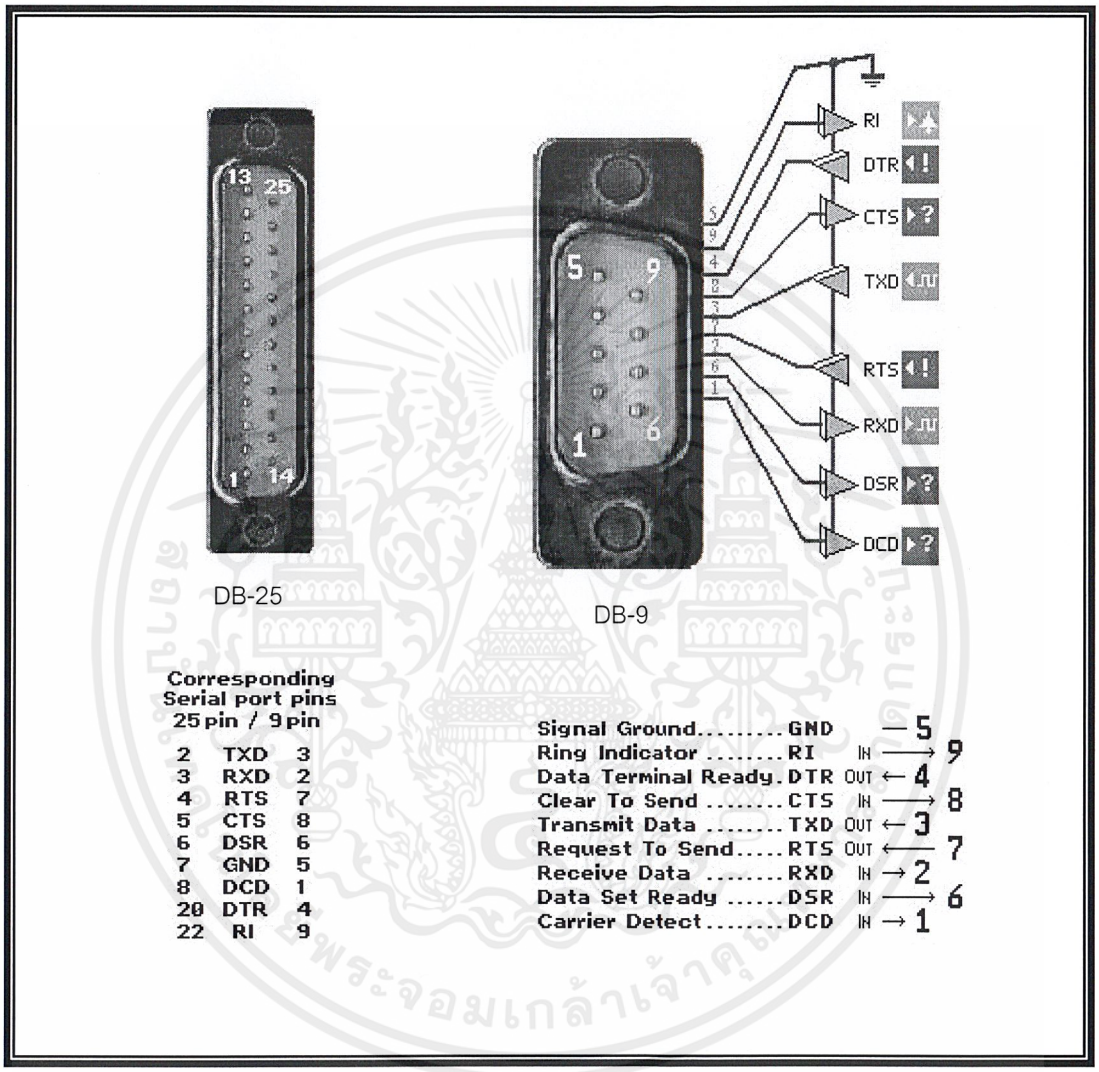
สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์ โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้หรือ DB-9 ตัวผู้ซึ่งเป็นคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้นเช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนักจึงถูกยกเลิกไป



รูปที่ 2.10 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 ทั้งแบบ DB-9 และ DB-25 ตัวเมีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

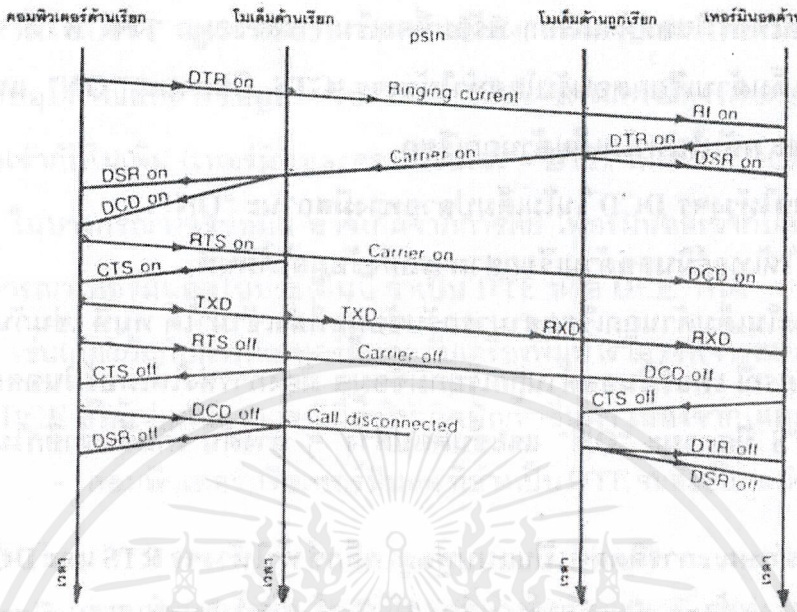
43004

รายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232

1. Data Carrier Detect : DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอคทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก
2. Receive Data : RD **หรือ** RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ (รับข้อมูลมาทีละบิตโดยเป็นลำดับมาจากโมเด็ม) โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจีสเตอร์บัฟเฟอร์
3. Transmitted Data : TD **หรือ** TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ (ส่งข้อมูลทีละบิตโดยเป็นลำดับไปยังโมเด็ม) โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป
4. Data Terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์
5. Signal Ground : GND ขากราวด์ของระบบ
6. Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ส่งสัญญาณบอกว่าโมเด็มพร้อมทำงานแล้ว ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR
7. Request To Send : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญานร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS
8. Clear To Send : CTS ขานี้คอยรับสัญญาณจาก RTS เมื่อรับสัญญาณได้ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงใช้เพื่อถูกตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่
9. Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการทำงานของ RS-232



รูปที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการทำงานของ RS-232 ผ่านสายโทรศัพท์สาธารณะ

อธิบายจากรูป ดังนี้

การติดต่อกันเริ่มจากวงจร DTR ทำงาน (ON) เพื่อแจ้งโมเด็มให้รู้ว่า เทอร์มินอลต้องการติดต่อแบบหมุนหมายเลขผ่าน เน็ตเวิร์คของสายโทรศัพท์สาธารณะ (PSTN)

สำหรับหมายเลขโทรศัพท์ของเทอร์มินอลปลายทาง ที่ต้องการติดต่อด้วยถูกหมุนโดยโมเด็ม โดยหมายเลขอาจเก็บไว้ในโมเด็ม หรือส่งผ่านมาทางสายข้อมูล

เมื่อการเรียก (หรือหมายถึง การขอติดต่อด้วย ได้ยินเป็นสัญญาณ Ringing) ไปถึงเทอร์มินอลที่ถูกเรียก วงจร RI ของโมเด็มปลายทาง มีสถานะเป็น on คือแจ้งให้เทอร์มินอลปลายทางทราบถึงการเรียกเข้ามา

ถ้าเทอร์มินอลด้านถูกเรียกพร้อมที่จะรับข้อมูล วงจร DTR เปลี่ยนสถานะเป็น ON ทำให้โมเด็มปลายทางต่อเข้ากับสายโทรศัพท์สาธารณะที่เรียกมา

โมเด็มด้านถูกเรียก (ปลายทาง) ทำให้วงจร DSR มีสถานะ ON แจ้งให้เทอร์มินอลปลายทางรู้ว่าโมเด็มพร้อมรับข้อมูลแล้ว จากนั้นจะส่งสัญญาณ Carrier กลับไป เทอร์มินอลด้านเรียก (ต้นทาง) แจ้งให้รู้ว่าการเรียกได้ถูกตอบรับแล้ว ซึ่งสัญญาณ Carrier นี้ทำให้วงจร DCD ในโมเด็มด้านเรียกมีสถานะเป็น ON จากนั้นโมเด็มนี้ทำให้วงจร DSR มีสถานะ ON เพื่อแจ้งในเทอร์มินอลด้านเรียกรู้ว่าการต่อสายสื่อสารเกิดขึ้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเทอร์มินอลด้านเรียก พร้อมที่จะเริ่มการส่งข้อมูล วงจร RTS จะมีสถานะ ON และโมเด็มด้านเรียกตอบรับโดยทำให้วงจร CTS มีสถานะ ON และทำการส่งสัญญาณ Carrier กลับไปหาโมเด็มด้านถูกเรียก มีผลทำให้วงจร DCD ในโมเด็มปลายทางมีสถานะเป็น ON ตัวเทอร์มินอลด้านเรียกสามารถส่งข้อมูลได้ทันที และโมเด็มด้านถูกเรียก สามารถรับข้อมูลที่ส่งเข้ามาได้ทันทีเช่นกัน

ในกรณีเทอร์มินอลด้านถูกเรียกมีข้อมูล ต้องการส่งให้เทอร์มินอลด้านเรียก จะทำให้วงจร RTS มีสถานะ ON และขั้นตอนต่างๆข้างต้น เกิดขึ้นซ้ำอีกในทิศทางตรงกันข้าม

ถ้าลักษณะการติดต่อเป็นแบบ Full Duplex ทำให้วงจร RST และ DCD มีสถานะ ON ค้างไว้ตลอดทั้งสองด้านของวงจร และโมเด็มทั้งคู่ทำให้วงจร CTS มีสถานะ ON ตลอดเพื่อให้โมเด็มรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

เมื่อข้อมูลทั้งหมดถูกส่งไปหมดแล้ว เทอร์มินอลด้านเรียกทำให้วงจร RTS กลับมามีสถานะ OFF และโมเด็มด้านเรียกตอบรับด้วยการให้วงจร CTS มีสถานะ OFF ตามไปด้วย ทั้งหมดนี้ทำให้วงจร DCD มีสถานะ OFF เป็นการเลิกต่อสายโทรศัพท์ และให้วงจร DSR มีสถานะ OFF ตามไปด้วย

ที่ปลายทางเมื่อไม่มีสัญญาณ Carrier ส่งเข้ามา โมเด็มด้านถูกเรียกก็หยุดการติดต่อลง

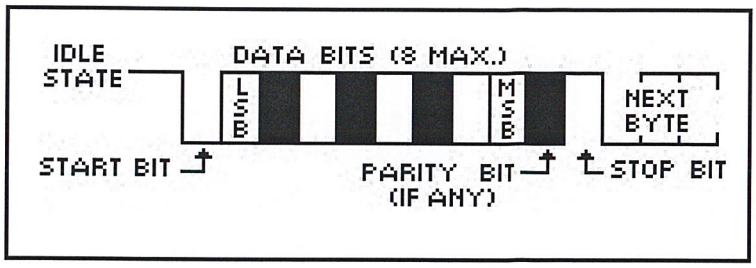
2.2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือการรับส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วยเหมือนกับการรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส แต่จะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูล หรือ บอดเรต (baudrate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second : bps)

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะมีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรม จะมีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity Bit) จะมีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตปิดท้าย (Stop Bit) จะมีขนาด 1,1.5 หรือ 2 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 รูปแบบง่ายที่สุดของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

จากรูป 2.12 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส ซึ่งเมื่อไม่มีข้อมูลที่จะส่ง ขา DATA จะมีสถานะลอจิก " 1 " ซึ่งจะเรียกสถานะนี้ว่า Idle State การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก " 0 " ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต ซึ่งจะเรียกบิตนี้ว่า Start Bit จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มี นัยสำคัญต่ำสุด ก่อน (LSB) ซึ่งข้อมูลในไบต์ที่จะส่งอาจจะมีจำนวนบิต 5,6,7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นจะตามด้วยบิตพาริตี้ ซึ่งใช้เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิต Stop Bit ซึ่งจะให้ขา DATA มีสถานะลอจิก " 1 " อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต,1.5 บิตหรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อุปกรณ์พิเศษที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเรียกว่า Universal Asynchronous Receive/Transmitter หรือ UART อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือ ค่าบอดเรต ซึ่งก็คือค่าจำนวนบิตต่อวินาทีที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูล บอดเรตมาตรฐานที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลสำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้แก่ 110,150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที และมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ ซึ่งการรับส่งแบบอนุกรมโดยไม่ผ่านโมเด็มอาจจะสามารถกำหนดค่าบอดเรตได้สูงถึง 115200 บิตต่อวินาที เนื่องจากบอดเรตคือจำนวนบิตของข้อมูลที่สามารถถ่ายทอดได้ภายใน 1 วินาที ยกตัวอย่าง ข้อมูลอนุกรมถูกส่งในลักษณะ 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย1 บิต ความยาวของข้อมูลที่รับส่งนี้เท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการรับส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที และถ้ามีการใช้พาริตี้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะเหลือเป็น 872 ไบต์ต่อวินาที

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (odd) , แบบคู่(even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้บิตก็ได้ การตรวจสอบพาริตี้เป็นการตรวจสอบจำนวนรวมของบิตที่เป็นลอจิก "1" ภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ว่ามีจำนวนรวมเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ โดยต้องรวมบิตพาริตี้เข้าไปด้วย ยกตัวอย่าง ข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิต และมีค่าเท่ากับ 99 ฐานสิบหก หรือ 10011001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานสอง จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์นี้จะมีจำนวนลอจิก “1” จำนวน 4 ตัวซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นหากทำการกำหนดพาริตี้เป็นคู่ ค่าในพาริตี้บิตต้องมีลอจิกเป็น ”0” แต่ถ้าพาริตี้เป็นคี่ ค่าที่พาริตี้บิตต้องเป็น “1” เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งพาริตี้บิตที่เป็นลอจิก “1” มีจำนวนรวมกันเป็นเลขคี่ ในตาราง 2.2 แสดงตัวอย่างของบิตพาริตี้ในการรับส่งข้อมูลอนุกรม

ข้อมูล	บิตพาริตี้คู่	บิตพาริตี้คี่
00000000	0	1
00000001	1	0
00000010	1	0
00000011	0	1
00000100	1	0
11111110	0	1
11111111	1	0

ตารางที่ 2.2 แสดงบิตพาริตี้ของข้อมูล

บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART ซึ่งทางภาครับจะต้องทำการกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตี้บิตให้ตรงกันว่าจะตรวจสอบพาริตี้คู่หรือคี่ จากนั้นภาครับของ UART จะทำการตรวจสอบพาริตี้ที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือคี่ โดยการนับจำนวนลอจิก “1” ทั้งหมดรวมทั้งพาริตี้บิตด้วย ถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดมาให้ผู้ใช้ได้ทราบ นับเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการถ่ายทอดข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่จะเชื่อถือได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตี้บิตที่เป็น NONE นั้นทั้งภาครับและภาคส่ง จะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

คอมพิวเตอร์ในรุ่น AT เกือบทั้งหมด จะใช้ UART เบอร์ 16450 และ 6550 ส่วนคอมพิวเตอร์รุ่น XT ใช้ UART เบอร์ 8250 UART ชิพเหล่านี้มีระดับแรงดันเป็นแบบ TTL (0 และ +5V) แต่เพื่อให้มีแรงดันเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลทำได้ที่ระยะทางไกลมากขึ้น ระดับแรงดัน TTL จะถูกแปลงเป็นแรงดันที่สูงขึ้น โดยลอจิก ”0” มีระดับแรงดัน +3V ถึง +12V ในขณะที่ลอจิก “1” มีระดับแรงดัน -3V ถึง -12V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 UART

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receive/Transmitter ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วส่งออกไป และทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่นๆให้คอมพิวเตอร์ทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต) , รูปแบบการส่งข้อมูล ,ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี้ , เฟรมข้อมูล , Over Run) เป็นต้น

ภายใน UART ส่วนของวงจรจะสร้างบอดเรตแบบโปรแกรมได้ (programmable buadrate generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-65,535 UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบ half duplex และ full duplex โดยการส่งแบบ half duplex เป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบ full duplex นั้นสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

2.2.5 MODEM

โดยทั่วไปการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์โดยปกติ โดยจะเรียกอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมโยงรับส่งข้อมูลในคอมพิวเตอร์เหล่านี้ว่า อุปกรณ์ Data Terminal Equipment (DTE) อุปกรณ์ DTE ต้นทางจะทำการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ DTE ปลายทางโดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ ทิศทางการรับส่งข้อมูลเป็นไปได้ทั้งจากผู้ส่งไปผู้รับ และผู้รับไปยังผู้ส่ง

การส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับจะเริ่มจากการที่อุปกรณ์ DTE ด้านผู้ส่ง ส่งข้อมูลซึ่งถูกส่งแบบขนานไปให้ Universal Asynchronous Receive Transmitter (UART) ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่เข้ามาแบบขนานให้ออกไปเป็นอนุกรมส่งไปยัง Modem โดย UART จะจัดให้ส่งบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดออกไปก่อน จากนั้นข้อมูลแต่ละบิตจะต้องถูกแปลงให้เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่อยู่ในย่านที่สามารถส่งผ่านสายโทรศัพท์ออกไปได้ก่อนจึงส่งออกไป หน้าที่ในการแปลงบิตข้อมูลเป็นเสียงนี้จะทำโดย Modem ซึ่งคำว่า Modem มาจากการรวมของคำสองคำ คือ Modulation และ Demodulation เข้าด้วยกัน

สำหรับด้านผู้รับสัญญาณเสียงที่ถูกส่งผ่านสายโทรศัพท์จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลแบบอนุกรมโดย Modem จากนั้น UART จะจัดรูปแบบข้อมูลให้เป็นแบบขนานเพื่อส่งให้กับอุปกรณ์ DTE ด้านรับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลงรูปแบบของข้อมูลดิจิตอลที่ต้องการจะส่ง ให้อยู่ในรูปของสัญญาณซึ่งมีความถี่อยู่ในย่าน Bandwidth ของคู่สายโทรศัพท์ให้ได้ การแปลงสัญญาณดังกล่าว คือ Modulation

ส่วนการแปลงรูปสัญญาณดิจิตอลที่ต้องการรับจากสัญญาณพาหะที่ถูก Modulate ซึ่งถูกส่งจาก Modem ต้นทาง คือ Demodulation

รูปที่ 2.13 แสดงขั้นตอนการเปลี่ยนรูปแบบการส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม

สัญญาณที่ทำการส่งจะมีค่าเป็น 0 และ 1 เท่านั้น การส่งตัวเลข และตัวอักษรจะทำได้โดยอาศัยสัญญาณ 2 ค่าดังกล่าว หลายๆตัว ประกอบกัน นั่นคือสร้างเป็นรหัสแล้วนำรหัสหลายๆตัวประกอบกัน นั่นคือสร้างเป็นรหัสแล้วนำรหัสหลายๆตัวมาเชื่อมต่อกัน ก็จะสร้างเป็นข่าวสารขึ้นได้

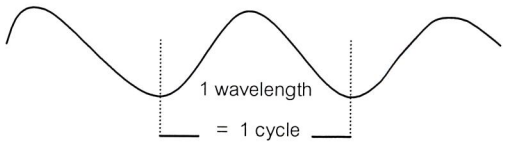
หน่วยพื้นฐานของข่าวสารซึ่งจะเป็น 0 หรือ 1 แต่ละตัวนั้น เรียกว่าบิต (bit) รหัสที่ใช้สัญญาณ 2 ค่าประกอบกันขึ้นเรียกว่า ไบนารีโค้ด (binary code) ไบนารีโค้ดที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลถูกกำหนดเป็นมาตรฐานโดย ISO ประเทศไทยใช้ทั้งรหัส 7 หน่วยและรหัส 8 หน่วย

คำว่ารหัส 7 หน่วยและรหัส 8 หน่วย ในที่นี้หมายถึง รหัสที่ใช้สัญญาณไบนารี 7 บิต และ 8 บิตตามลำดับ นอกจากรหัส 7 หน่วย และรหัส 8 หน่วย แล้ว ยังมีรหัสที่ใช้ในการส่งโทรพิมพ์ ซึ่งมีแบบรหัส 5 หน่วย (ใช้ส่งตัวอักษรอังกฤษ) และรหัส 6 หน่วย (ใช้ส่งตัวอักษรไทย)

ในการใช้วงจรหรือโครงข่ายโทรศัพท์สำหรับการส่งข้อมูลในระบบการสื่อสารข้อมูลนั้น เราจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลให้ไปอยู่ในแบบที่สามารถส่งไปตามสายโทรศัพท์ได้อย่างราบรื่น และเมื่อสัญญาณเดินทางไปถึงจุดรับแล้วก็ทำการเปลี่ยนกลับมาอยู่ในรูปแบบของสัญญาณดิจิตอลดังเดิมเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ปลายหรือเครื่องมือทางดิจิตอลต่างๆ

สัญญาณชนิดหนึ่งที่สามารถส่งไปได้และส่งไปได้ดีในสายโทรศัพท์คือสัญญาณในรูปไซน์ (Sine wave) ดังรูป 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 สัญญาณรูปไซน์

เราสามารถนำเอาสัญญาณไซน์มาใช้เป็นพาหะในการนำเอาสัญญาณดิจิตอลผ่านไปตามสาย กระบวนการในการนำเอาสัญญาณดิจิตอลไปบรรทุกบนสัญญาณพาหะที่เป็นสัญญาณรูปไซน์ เรียกว่า การมอดูเลชั่น สำหรับทางด้านรับนั้นจะทำการแยกสัญญาณดิจิตอลออกจากสัญญาณพาหะเพื่อนำไปใช้งานต่อไป กระบวนการนี้เรียกว่า การดีมอดูเลชั่น สำหรับสัญญาณรูปไซน์ที่ใช้เป็นพาหะนั้นเรียกว่าคลื่นพาหะ (Carrier Wave)

ตามปกติแล้วเพื่อให้ทั้ง 2 ด้านของสายสามารถรับ/ส่ง ซึ่งกันและกันได้ ทั้งสองด้านจึงต่างต้องมีอุปกรณ์สำหรับการมอดูเลชั่นและดีมอดูเลชั่นอยู่ ในทางปฏิบัติได้รวมเอาอุปกรณ์ทั้งสองชนิดเข้าไว้ด้วยกันเรียกว่า โมเด็ม (MODEM: Modulator and Demodulator) สำหรับโมเด็มนี้บางครั้งก็เรียกว่า data set

เครื่องโมเด็มมีการกำหนดมาตรการต่างๆเพื่อให้ใช้ร่วมกันได้ การกำหนดมาตรฐานของโมเด็มที่ใช้ข่ายโทรศัพท์นี้ทาง CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Committee) ได้กำหนดโดยใช้อักษร "V" ระบุตามด้วย ตัวเลขที่บอกเป็นรุ่น เรียกว่า "V series modem"

standard	date	ความเร็วในการรับส่งข้อมูล (bps)	การส่ง (HDX/FDX)	PSTN/ private	โมดูเลชั่น
V.21	1964	200	FDX (FDM)	PSTN	FSK
V.22	1980	1200	FDX (FDM)	PSTN	PSK
V.22 bis	1984	2400	FDX (FDM)	PSTN	QAM
V.23	1964	1200	HDX	PSTN	FSK
V.26	1968	2400	HDX	Private	PSK
V.26 bis	1972	2400	HDX	PSTN	PSK
V.26 ter	1984	2400	FDX (EC)	PSTN	PSK
V.27	1972	4800	HDX	Private	PSK
V.27 bis	1976	4800	HDX	Private	PSK
V.27 ter	1976	4800	HDX	PSTN	PSK
V.29	1976	9600	HDX	Private	QAM
V.32	1984	9600	FDX (EC)	PSTN	QAM
V.32 bis	1991	14400			TCM
V.32 Ter		19200			TCM
V.34 (V.fast)	1994	28800			TCM
V.90	2000	46667			

FDM means Frequency Division Multiplexing
EC means Echo Canceler

ตารางที่ 2.3 แสดงมาตรฐานของโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานโมเด็ม V.92

- Startup time – เวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อลดลง คือ เวลาที่ใช้ในการ Startup จากเดิมประมาณ 20 วินาที สามารถลดลงเหลือประมาณ 5 วินาที (พบว่าส่วนใหญ่จะลดเหลือ 10 วินาที ตัวเลขที่พบต่างกันอาจเป็นได้ว่าบางทีรวมเวลาที่ใช้ในการ Dial ด้วย) การเชื่อมและตัดการติดต่อกับอินเตอร์เน็ตง่ายขึ้นมาก
- V.92 มีวิธีมาตรฐานในการตัดการเชื่อมต่อโมเด็ม กรณีที่เป็นระยะเวลานานเพียงพอแล้วเนื่องจากมีบางคนต้องการติดต่อเข้ามาทางโทรศัพท์แล้วพบว่าสายไม่ว่าง โดยมีลักษณะเป็น "Internet call waiting"
- ค่าความเร็วสูงสุดในการอัพโหลดเพิ่มขึ้นจาก 33.6K เป็น 48K ซึ่งปรับปรุงในเรื่องของ video conferencing และการอัพโหลดทั่วไป

โมเด็มที่ยกตัวอย่างมาข้างบนนี้เป็นโมเด็มที่ใช้กันทั่วๆไปในระบบสายโทรศัพท์สาธารณะ สำหรับความเร็วในการส่งข้อมูลนั้นขึ้นกับคุณภาพของสายส่งในโครงข่ายโทรศัพท์ ระบบโครงข่ายสื่อสารบริการสาธารณะนั้นส่วนมากจะมีข้อจำกัดในด้านความเร็วในการส่งข้อมูลไปบนข่ายสาย ฉะนั้นก่อนการใช้งานควรทำการตรวจสอบกับหน่วยงานที่ให้บริการนั้นๆ ก่อนว่าความเร็วในการส่งข้อมูลที่สามารถใช้ได้นั้นเป็นเท่าใด

หากเราต้องการใช้งานระบบการส่ง 2 ช่องทางแบบ 2 ทิศทางที่สามารถทำงานด้วยความเร็วสูง เราจำเป็นต้องใช้ระบบ 4 สาย ซึ่งก็เป็นการใช้ระบบ 2 สายรวมสองชุดขนานกันนั่นเอง

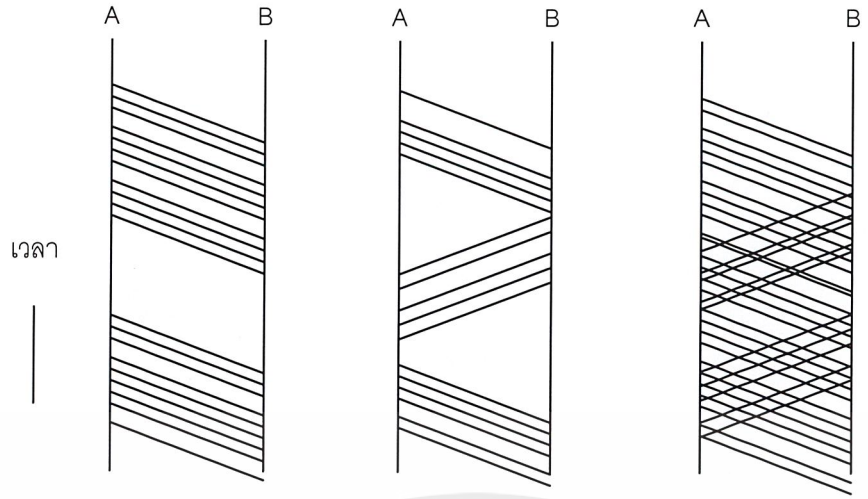
2.2.6 รูปแบบของการสื่อสาร

รูปแบบของการสื่อสารคือ ลักษณะของการติดต่อสื่อสารระหว่าง DTE คู่หนึ่งซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

1. การติดต่อทางเดียว (simplex)
2. การติดต่อกึ่งสองทาง (half-duplex)
3. การติดต่อสองทาง (full-duplex)

รูปแบบของการสื่อสารนี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับส่วนประกอบต่างๆของระบบส่งสัญญาณข้อมูลตั้งแต่ DCE จนถึงอุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูลอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แบบทางเดียว (ข) แบบกึ่งสองทาง (ค) แบบสองทาง

รูปที่ 2.15 รูปแบบของการสื่อสาร

กรณีที่รูปแบบของการสื่อสารเป็นแบบทางเดียว อุปกรณ์ทางด้านส่งจะไม่มีโอกาสรู้ได้ว่าอุปกรณ์ทางด้านรับ รับสัญญาณข้อมูลได้ถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นเพื่อเป็นการประกันความเชื่อถือได้ของระบบ จึงจำเป็นต้องส่งรหัสแก้ไข การผิดพลาดที่ดีๆพ่วงไปด้วย หรือไม่เช่นนั้นก็ส่งสัญญาณข้อมูลชุดเดียวกันซ้ำหลายๆหน ซึ่งวิธีการทั้งสองนี้ล้วนแต่ทำให้ประสิทธิภาพของการใช้ระบบเลวลงอย่างเห็นได้ชัดทั้งสิ้น

กรณีที่รูปแบบของการสื่อสารเป็นแบบกึ่งสองทาง และแบบสองทางนั้น การส่งสัญญาณทำได้ทั้งสองทิศทาง ดังนั้นถ้าแบ่งสัญญาณข้อมูลออกเป็นบล็อกที่มีความยาวพอเหมาะจะสามารถใช้โค้ดตรวจจับการผิดพลาดแบบง่ายๆได้ และเมื่อทางปลายทางพบว่ามีการผิดพลาดเกิดขึ้นก็จะส่งสัญญาณมาบอกทางต้นทางให้ส่งบล็อกของสัญญาณที่ผิดพลาดอีกครั้งหนึ่ง ส่วนระบบสองทางนั้นอุปกรณ์ทางด้านส่งในขณะที่ทำการส่งอยู่จะได้รับข่าวสารจากทางด้านรับเกี่ยวกับบล็อกข้อมูลที่ส่งไปก่อน ซึ่งทำให้การตอบสนองทำได้รวดเร็ว นอกจากนั้นยังสามารถทำการส่งข้อมูลปริมาณมากๆ จากอุปกรณ์ทั้งสองด้านในเวลาเดียวกันได้

เมื่อเลือกวิธีการถ่ายโอนไฟล์ จุดสำคัญจุดหนึ่งคือคอมพิวเตอร์ทั้งคู่สนับสนุนฟูลดูเพล็กซ์ หรือไม่ ถ้าสนับสนุนคอมพิวเตอร์ฝ่ายรับสามารถส่งข่าวสารเกี่ยวกับการรับบล็อกที่สำเร็จ ในขณะที่กำลังรับบล็อกต่อมาได้ ถ้ามีเพียงฮาล์ฟดูเพล็กซ์คอมพิวเตอร์ฝ่ายส่งต้องรอการตอบรับหลังจากส่งแต่ละบล็อก กระบวนการนี้อาจเพิ่มเวลาการส่งเป็นสองเท่าได้อย่างง่ายดาย เพราะว่าการรอคอยการตอบสนองอาจนานกว่าการส่งบล็อกนั้นเสียอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 สัญญาณในการสื่อสาร

2.2.7.1 สัญญาณอนาล็อก

ในกรณีที่ส่งสัญญาณแบบอนาล็อก ข่าวสารเดิมจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะเหมือนเดิม เช่น กรณีของโทรศัพท์ ไมโครโฟนที่มือถือ (handset) จะเปลี่ยนคลื่นเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่สอดคล้องกัน สัญญาณไฟฟ้านี้อาจมีค่าใดๆ ที่อยู่ภายในขีดจำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแอมปลิจูด (Amplitude) ของคลื่นเสียง และสัญญาณนี้จะมีส่วนคล้ายกับคลื่นเสียงเดิม ดังนั้นจึงถูกเรียกว่าสัญญาณอนาล็อก เมื่อสัญญาณนี้ถูกส่งออกไปตลอดสายส่งในทางอุดมคติแล้วมันจะถึงด้านรับในลักษณะที่คงรูปร่างเดิมไว้ แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัตินั้นจะมีสัญญาณอื่นเข้ามารบกวนมากและเกิดการพร่าเพี้ยน (distortion) ซึ่งเป็นผลทำให้คุณภาพของสัญญาณเลวลง และพึงสังเกตว่าในกรณีการส่งแบบอนาล็อกนั้น การรบกวนต่างๆเหล่านี้จะสะสมไปตลอดสายส่ง อุปกรณ์ทวนสัญญาณ (repeater) และอุปกรณ์ปลายทางจะไม่สามารถกำจัดออกไปได้เลย

2.2.7.2 สัญญาณดิจิตอล

เมื่อข่าวสารถูกส่งออกไปในรูปของดิจิตอล จะมีสภาพแตกต่างกับของอนาล็อกเป็นอย่างมาก กล่าวคือจะส่งในรูปของพัลส์ โดยทำให้สัญญาณอนาล็อกสั้นลงและแสดงเป็นสัญญานแบบดิจิตอลซึ่งมีค่าเป็นดิสครีท (discrete) ที่แน่นอนคือ “0” และ “1” ซึ่งแสดงสภาวะของพัลส์ว่า “ไม่มี” และ “มี” ตามลำดับ ที่ด้านส่งสัญญาณทุกตัวจะถูกเปลี่ยนเป็นกลุ่มของรหัสเพื่อถูกส่งออกไป สำหรับที่ด้านรับก็จะ ทำการถอดรหัสเพื่อให้กลับมาเป็นสัญญาณอนาล็อกตามเดิม

จากกระบวนการดังกล่าวข้างต้น สัญญาณดิจิตอลจะมีการลดทอนและการพร่าเพี้ยนเมื่อได้ส่งออกไปตามสายส่งเหมือนกับสัญญาณอนาล็อก อย่างไรก็ตาม ได้กล่าวมาแล้วว่าสัญญาณดิจิตอลจะใช้เป็นค่าดิสครีทที่แน่นอนเท่านั้น ดังนั้นถ้าใช้อุปกรณ์สร้างสัญญาณใหม่ (regenerative repeater) แล้วก็สามารถที่จะแก้ปัญหาเหล่านั้นได้หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือคุณภาพของสัญญาณดิจิตอลในสายส่ง (เกือบจะ) ไม่ขึ้นอยู่กับระยะทางเลย คือมีลักษณะตรงกันข้ามกับการส่งแบบอนาล็อกซึ่งคุณภาพจะเลวลงเมื่อมีระยะทางเพิ่มขึ้น

2.2.8 การ Modulate และ Demodulate

เนื่องจากแบนด์วิธของสายโทรศัพท์มีค่าค่อนข้างแคบ ความถี่ที่ยอมให้ผ่านได้จะอยู่ในช่วง 300 Hz ถึง 3400 Hz สัญญาณที่มีความถี่สูงมากๆ จะไม่สามารถส่งผ่านคู่สายไปได้ และเมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์จะเห็นว่าเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมีระดับแรงดันที่แน่นอน 2 ระดับ การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันในกรณีที่บิตต่อเนื่องกันมีค่าไม่เท่ากันจะเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดความถี่ที่สูงมาก แต่เพียงแค่รูปแบบของรูปคลื่นที่ใช้แทนระดับลอจิกอันเกือบจะเป็นรูปพัลส์ก็ไม่สามารถที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะถูกส่งผ่านไปบนคู่สายโทรศัพท์ได้แล้วดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทำการแปลงรูปแบบของข้อมูลดิจิตอลที่ต้องการจะส่งให้อยู่ในรูปของสัญญาณซึ่งมีความถี่อยู่ในย่านแบนด์วิดธ์ของคู่สายโทรศัพท์ให้ได้ การแปลงสัญญาณดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า การมอดูเลต (Modulation)

การ Modulate เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบบางอย่างของคลื่นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งนิยมเรียกว่าสัญญาณพาหะ (Carrier) ให้เปลี่ยนไปตามรูปแบบของอีกสัญญาณหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า Modulating signal สำหรับในกรณีของการรับส่งข้อมูลดิจิตอลผ่านคู่สายโทรศัพท์ กระบวนการ Modulate จะนำคลื่นสัญญาณพาหะซึ่งเป็นสัญญาณที่อยู่ในช่วงความถี่ 300 Hz ถึง 3400 Hz มาทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบบางอย่างตามข้อมูลไบนารีที่ถูกส่งจากอุปกรณ์ DTE รูปแบบของสัญญาณพาหะที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ก็ได้แก่แอมปลิจูดของสัญญาณ ,ความถี่ของสัญญาณ และ เฟสของสัญญาณ ซึ่งการมอดูเลตแต่ละแบบต่างก็มีการใช้งานใน Modem แต่ละรุ่น

ในส่วนของ Modem ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณทางด้านผู้รับ จะทำหน้าที่ Demodulate หรือแปลงรูปสัญญาณดิจิตอลที่ต้องการรับจากสัญญาณพาหะที่ถูก Modulate ซึ่งถูกส่งจาก Modem ต้นทาง ในส่วนของภาค Demodulate จะประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่สัญญาณ (filter) และวงจรตรวจจับสัญญาณ (detector) ซึ่งใช้ตรวจจับสัญญาณซึ่งถูกส่งมาโดยถูกต้องตรงกับความถี่ส่ง นอกจากนี้ยังมีวงจรกู้สัญญาณทางแอมปลิจูด เฟส และความถี่ วงจรปรับระดับสัญญาณเพื่อแปลงรูปสัญญาณที่ได้รับไม่ว่าจะเป็นการ Modulate แบบใดให้กลับมาอยู่ในรูปของสัญญาณไบนารีพร้อมกับปรับระดับสัญญาณไบนารีเหล่านั้นให้มีระดับความแรงของสัญญาณตามมาตรฐานก่อนที่จะส่งไปยังอุปกรณ์ UART และ DTE ต่อไป

2.2.9 Voice Modem

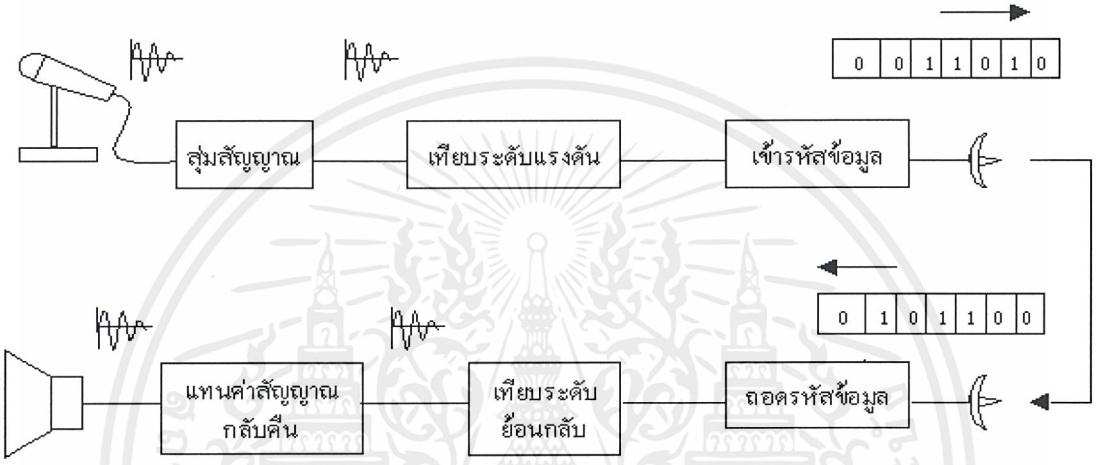
Voice Modem จะมีความสามารถในการ Modulate สัญญาณดิจิตอลเหมือนกับ Modem ปกติทุกประการ แต่ได้เพิ่มความสามารถในการ Modulate สัญญาณในลักษณะที่เป็นข้อมูลเสียงเอาไว้ด้วย ภายใน Modem ชนิดนี้จะเพิ่มวงจรการแปลงข้อมูลเสียงทั้งจากสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ Digital ด้วย โดยการ Modulate จะใช้หลักการของ Pulse Code Modulation (PCM)

พีซีเอ็ม (PCM) เป็นชื่อย่อมาจาก Pulse Code Modulation ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณอนาลอก โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของข้อมูลดิจิตอลที่ถูกเข้ารหัสอยู่ผ่านเครือข่ายสื่อสารระบบดิจิตอล ข้อดีของการส่งข้อมูลในรูปดิจิตอล คือ การป้องกันการรบกวนจากสภาพแวดล้อมดังแสดงในรูปที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณที่มีระดับของแรงดันเพียง 2 สถานะ คือ สูง (high) และต่ำ (low) เท่านั้น และยังสามารถลดปัญหาการผิดเพี้ยนของรูปร่างสัญญาณที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งได้ ทั้งที่เกิดจากการลดทอนสัญญาณตามระยะทางและที่เกิดจากสัญญาณรบกวนซึ่งจะถูกแก้ไขเมื่อถึงเครื่องรับปลายทาง โดยใช้หลักการเปรียบเทียบค่าระดับแรงดันของสัญญาณที่มาถึงปลายทางกับระดับแรงดังเทรชโฮลด์ (threshold voltage) หากแรงดันที่ได้รับมีค่าสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันเทรชโฮลด์ เครื่องรับจะกำหนดให้เป็นลอจิกสูง และในทางตรงข้าม เครื่องรับก็จะกำหนดให้สัญญาณที่ได้รับเป็นลอจิกต่ำ หากมีระดับแรงดันต่ำกว่าแรงดันเทรชโฮลด์

การเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นข้อมูลพีซีเอ็มประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก ๆ คือ การสุ่มสัญญาณ (sampling), การเทียบระดับแรงดัน, และการเข้ารหัสข้อมูล (encoding) หลังจากนั้นจึงทำการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย และเมื่อข้อมูลดังกล่าวถึงปลายทางก็จะผ่านกระบวนการย้อนกลับ คือการถอดรหัสข้อมูล (decoding), การเทียบระดับแรงดันย้อนกลับและการแทนค่าสัญญาณกลับคืน (recovering) ซึ่งกระบวนการทั้งหมดแสดงดังในรูป



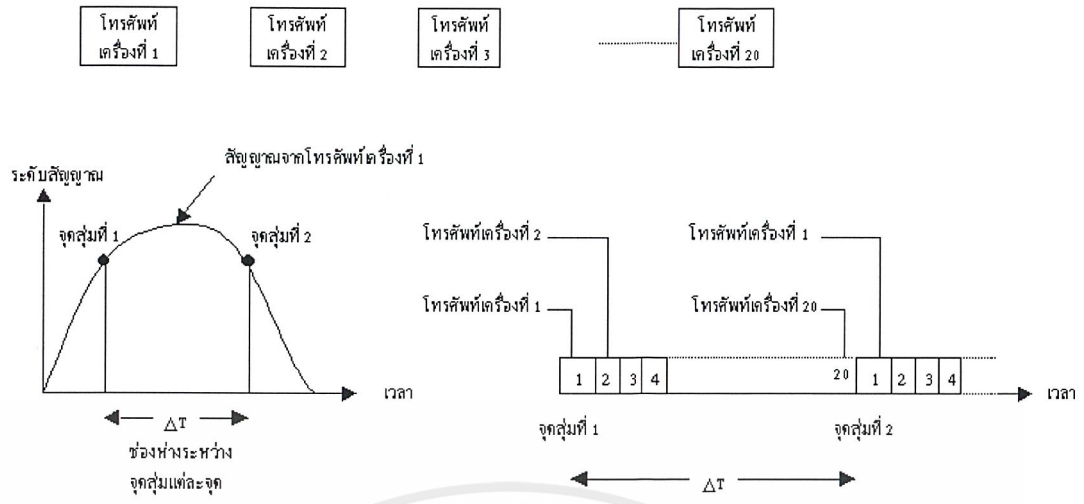
รูปที่ 2.16 แสดงพื้นฐานกระบวนการทำงานของการส่งข้อมูลแบบ PCM

2.2.10 การสุ่มสัญญาณ

การสุ่มสัญญาณเป็นขั้นตอนแรกของการแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล โดยวงจรสุ่มสัญญาณจะตรวจจับขนาดของสัญญาณอนาลอกที่ถูกส่งตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปมักจะวัดขนาดในรูปของแรงดันไฟฟ้า ซึ่งแท้จริงแล้วกระบวนการสุ่มสัญญาณเป็นกระบวนการตรวจวัดค่าแรงดันของสัญญาณที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งมีคาบการตรวจจับคงที่

อัตราหรือความถี่ของการสุ่มสัญญาณเป็นคาบนี้จะกำหนดให้อยู่ในหน่วยของจำนวนจุดสุ่มต่อหนึ่งหน่วยเวลา ยกตัวอย่างเช่น ในระบบโทรศัพท์อัตราการสุ่มดังกล่าวจะมีค่าเป็น 8,000 ครั้งต่อวินาทีหรือ 8 kHzหรืออาจกล่าวได้ว่าคาบของการสุ่ม (ช่วงเวลาระหว่างการสุ่มแต่ละครั้ง) มีค่าเป็น 1/8,000 หรือ 125 ไมโครวินาที สำหรับวิธีในการคำนวณหาค่าอัตราการสุ่มของระบบโทรศัพท์จะแยกอธิบายโดยละเอียดในกรอบแยกที่ 1 โดยเป็นไปตามข้อกำหนดในทฤษฎีของการสุ่มสัญญาณ ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยแชนนอน (Shannon) นักคณิตศาสตร์ชาวสหรัฐอเมริกา กล่าวว่า อัตราการสุ่มจะต้องมีความถี่ไม่น้อยไปกว่า 2 เท่าของความถี่สูงสุดของสัญญาณอนาลอกที่จะทำการส่งนั้น จึงจะสามารถสร้างสัญญาณต้นฉบับกลับคืนจากสัญญาณสุ่มได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

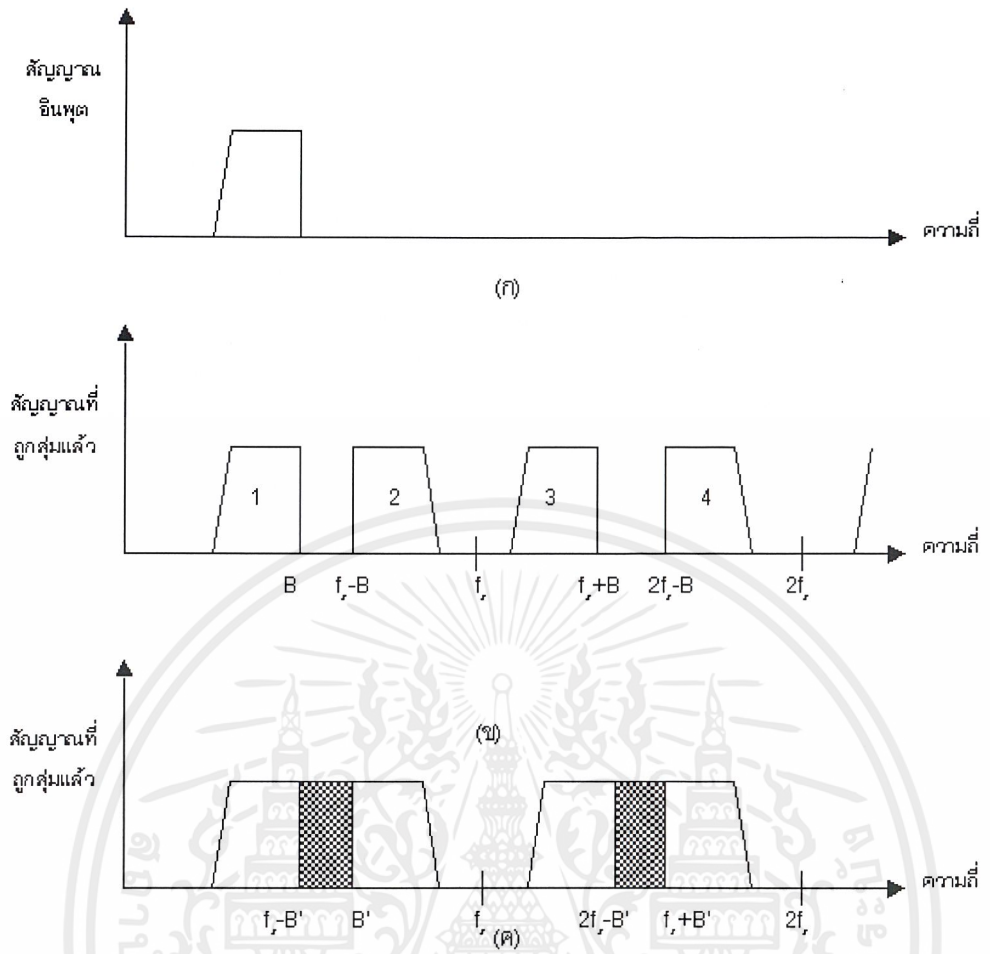


รูปที่ 2.17 แสดงการสุ่มสัญญาณ

ในช่วงคาบเวลาระหว่างการสุ่มแต่ละจุดนั้น เราสามารถนำค่าแรงดันสุ่มของสัญญาณจากหลาย ๆ ช่องสัญญาณ (หลายคู่สาย) มาวางเรียงต่อกันได้ดังในรูปด้านบน โดยเรียกกระบวนการนี้ว่าการมัลติเพล็กซ์ทางเวลา (Time Division Multiplex : TDM) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในระบบพีซีเอ็มทุกระบบ ตัวอย่างเช่น ระบบพีซีเอ็ม 30 ช่องสัญญาณซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนั้น แรงดันสุ่มจากคู่สายจำนวน 30 คู่สายจะถูกนำมาเตรียมพร้อมเพื่อทำการส่งภายในคาบเวลาของการสุ่มเพียง 1 คาบ

สัญญาณที่ผ่านกระบวนการสุ่มแล้ว จะเก็บรูปแบบของสัญญาณต้นฉบับก่อนที่จะถูกสุ่มได้อย่างสมบูรณ์เพียงใด ขึ้นอยู่กับความถี่ที่ใช้ในการสุ่ม ซึ่งจะต้องมีค่าไม่น้อยไปกว่า 2 เท่าของความถี่สูงสุดของสัญญาณต้นฉบับ สมมติว่าความถี่ที่ใช้ในการสุ่มมีค่าเป็น f_s Hz และ ความถี่สูงสุดของสัญญาณต้นฉบับมีค่าเป็น B ซึ่งมีสเปกตรัมของสัญญาณดังในรูป (ก) ตามหลักการทางคณิตศาสตร์ หากนำสัญญาณซึ่งมีแบนด์วิธ B มาสุ่มด้วยสัญญาณซึ่งมีความถี่ f_s จะได้สัญญาณซึ่งมีสเปกตรัมดังในรูป (ข) สัญญาณนี้เองที่จะถูกส่งผ่านเครือข่ายสื่อสารเพื่อไปยังเครื่องรับปลายทาง หากพิจารณาสเปกตรัมของสัญญาณในรูป (ข) จะพบว่ามีส่วนประกอบของสเปกตรัมย่อย ๆ จำนวนมาก สเปกตรัมย่อยชุดแรก (หมายเลข 1) เป็นสเปกตรัมของสัญญาณอยู่ในช่วงความถี่ 0 ถึง B อันเป็นสเปกตรัมของสัญญาณก่อนที่จะถูกสุ่มนั่นเอง สเปกตรัมย่อยหมายเลข 3 มีรูปร่างคล้ายกับสเปกตรัมย่อยหมายเลข 1 แต่ถูกเลื่อนไปด้วยความถี่ f_s สเปกตรัมย่อยหมายเลข 2 มีรูปร่างเหมือนภาพกลับกับสเปกตรัมย่อยหมายเลข 3 โดยมีความถี่ f_s เป็นคล้ายกระจกเงาในการสะท้อน และนอกจากนี้จะพบคู่สเปกตรัมย่อ 4-5, 6-7.... เรื่อยไปจนถึงอนันต์ โดยมีระยะห่างระหว่างกันเท่ากับ f_s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงสเปกตรัมของสัญญาณ

(ก) สเปกตรัมของสัญญาณอะนาลอกก่อนผ่านการสุ่ม

(ข) สเปกตรัมของสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้วโดย $f_s > 2B$

(ค) สเปกตรัมของสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้วโดย $f_s < 2B$

เนื่องจากสเปกตรัมของสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้วประกอบด้วยส่วนประกอบของสัญญาณต้นฉบับในช่วงความถี่ทุก ๆ ค่า f_s ซึ่งไม่มีสเปกตรัมย่อยใดเกิดการทับกันตลอดย่านความถี่ จึงกล่าวได้ว่าสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้ว จะยังคงเก็บรายละเอียดของสัญญาณต้นฉบับไว้ได้ครบถ้วน ตราบใดที่อัตราการสุ่ม f_s มีค่ามากกว่า 2B ซึ่งสามารถใช้วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านดึงสัญญาณต้นฉบับกลับคืนมาได้ที่เครื่องรับปลายทาง

ในทางกลับกัน หากอัตราการสุ่ม f_s มีค่าน้อยกว่า 2B จะเกิดเหตุการณ์ ดังแสดงในรูปที่ (ค) จะพบว่าสเปกตรัมย่อยแต่ละตัวเกิดการซ้อนทับกันเป็นบางส่วน พื้นที่ของการซ้อนทับจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความถี่ f_s ผลที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียข้อมูลของสัญญาณต้นฉบับใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่เกิดการทับกัน ทั้งนี้ เนื่องจากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านที่เครื่องรับปลายทางไม่สามารถแยกสัญญาณที่เกิดการซ้อนทับออกจากกันได้ ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า aliasing distoring

2.2.11 การเทียบระดับแรงดัน

การเทียบระดับแรงดันเป็นกระบวนการในการนำสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้วมาจัดกลุ่มภายในระดับซึ่งแบ่งออกเป็นช่วง ๆ เรียกว่าช่วงควอนไตซ์ (quantizing interval) แต่ละช่วงจะถูกแทนค่าด้วยค่าคงที่มีชื่อเรียกว่า ค่าควอนไตซ์ ซึ่งระดับค่าควอนไตซ์ในสถานีต้นทางและสถานีปลายทางจะเหมือนกันทุกประการ

โดยทั่วไป ขั้นตอนการเทียบระดับแรงดันจะเกี่ยวข้องกับการเข้ารหัสสัญญาณอย่างมาก การจัดระดับควอนไตซ์มีจุดประสงค์หลักเพื่อปรับค่าแรงดันของสัญญาณที่ผ่านกระบวนการสุ่มสัญญาณมาแล้วให้ลงตัวกับค่าแรงดันมาตรฐานจำนวนหนึ่งที่ถูกกำหนดเตรียมไว้โดยต้องตรงกับระดับควอนไตซ์แต่ละค่า เพื่อทำการแปลงเป็นรหัสไบนารีนั่นเอง จากรูปจะแสดงรายละเอียดและศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการเทียบระดับแรงดัน ซึ่งผู้อ่านควรจะทราบความหมายของศัพท์ต่าง ๆ ดังนี้

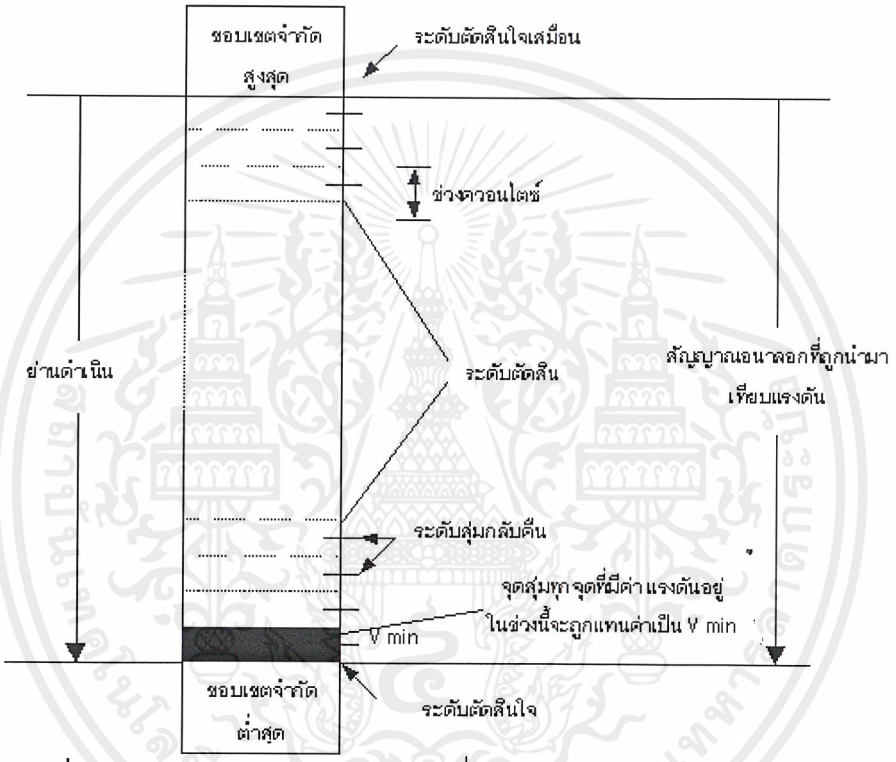
ย่านดำเนินการ เป็นย่านแรงดันซึ่งยอมให้มีการเทียบระดับแรงดันได้ สัญญาณที่ถูกสุ่มซึ่งมีระดับแรงดันอยู่ในย่านดังกล่าวจะสามารถผ่านกระบวนการนี้ไปได้โดยเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งจะกล่าวต่อไป ส่วนสัญญาณที่มีขนาดแรงดันสูงหรือต่ำกว่าย่านดำเนินการจะถูกแทนค่าด้วยระดับตัดสินใจ (จะกล่าวถึงต่อไป) สูงสุดหรือต่ำสุดที่มีได้ ภายในย่านดังกล่าวจะถูกแบ่งออกเป็นช่วงควอนไตซ์จำนวนมาก ในระบบโทรศัพท์ทั่วไป ย่านดำเนินการจะถูกแบ่งออกเป็น 256 ช่วง

ระดับตัดสิน เป็นค่าแรงดันอ้างอิงซึ่งถูกกำหนดโดยขอบเขตรอยต่อของช่วงควอนไตซ์คู่หนึ่งๆ หรือถ้าเป็นในระบบทวนสัญญาณดิจิตอล ค่าดังกล่าวจะเป็นค่าเทรชโฮลด์ระหว่างย่านแรงดัน 2 ย่านดังในรูปที่ 2.18 โดยรูปที่ 2.18 (ก) แสดงถึงพัลส์ที่ไม่ถูกสัญญาณรบกวน แต่เกิดการลดทอนของแรงดันอันเนื่องมาจากการลดทอนตามระยะทางของสายส่ง รูปที่ 2.18 (ข) แสดงถึงพัลส์ซึ่งถูกสัญญาณรบกวนในแง่ของแรงดัน ซึ่งแรงดันในขณะที่ถูกสุ่มสัญญาณมีค่ามากกว่า $V_{max}/2$ สัญญาณทั้งสองกรณีจะถูกป้อนเข้าวงจรทวนสัญญาณ ซึ่งจะทำการสุ่มสัญญาณทุก ๆ ช่วงเวลา Ts โดยกำหนดให้ตรงกับจุดกึ่งกลางของพัลส์ ถ้าระดับแรงดันของสัญญาณ ณ ช่วงการสุ่มมีค่ามากกว่าแรงดันระดับตัดสิน ($V_{max}/2$) วงจรทวนสัญญาณจะถือว่าตรวจพบลอจิก “1” ในทางกลับกัน ถ้าแรงดัน ณ จุดสุ่มมีค่าน้อยกว่าแรงตัดสิน วงจรทวนสัญญาณจะถือว่าตรวจพบลอจิก “0” จากตัวอย่างสัญญาณทั้งสองกรณี เมื่อผ่านเครื่องทวนสัญญาณแล้วจะถูกปรับรูปให้เป็นพัลส์สมบูรณ์แบบดังในรูปที่ 2.18 (ค) ในกรณีดังกล่าวค่าเทรชโฮลด์ซึ่งมีค่า $V_{max}/2$ ก็นับได้ว่าเป็นระดับตัดสินเช่นกัน

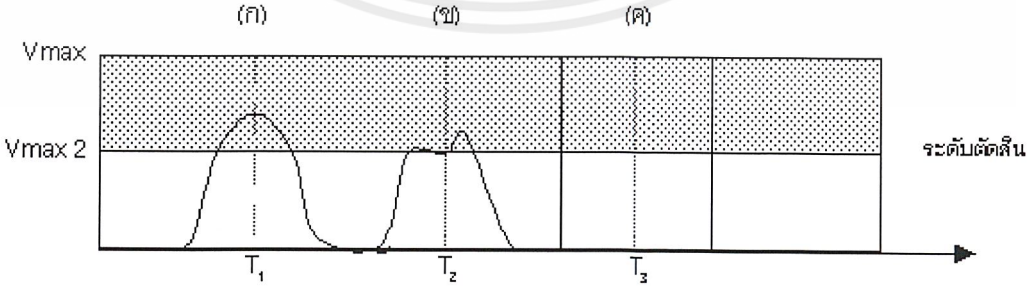
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับตัดสินใจเสมือน เป็นระดับตัดสินใจที่อยู่ ณ ตำแหน่งปลายสุดของผ่านดำเนินการค่าดังกล่าวกำหนดขอบเขตขนาดของสัญญาณซึ่งสามารถผ่านการเทียบระดับไปได้โดยไม่เกิดการขลิบขนาดของสัญญาณ โดยจะเกิดขึ้นเมื่อสัญญาณที่ถูกสุ่มมีระดับเกินกว่าระดับตัดสินใจเสมือน

ระดับสุ่มกลับคืน เป็นระดับควอนไตซ์ซึ่งถูกสร้างขึ้นที่เอาต์พุตของวงจรถอดรหัสของเครื่องปลายทางค่าแรงดันดังกล่าวเกิดจากการป้อนรหัสไบนารีที่ส่งจากสถานีต้นทางไปยังเครื่องรับปลายทาง วงจรถอดรหัสจะทำการแทนค่ารหัสไบนารีซึ่งถูกป้อนเข้ามาด้วยระดับสุ่มกลับคืนแล้วทำการส่งไปเข้าวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเพื่อสร้างสัญญาณต้นฉบับกลับคืนมา



รูปที่ 2.19 แสดงรายละเอียดและศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการเทียบระดับแรงดัน



รูปที่ 2.20 แสดงการกำหนดระดับตัดสินของระบบทวนสัญญาณดิจิตอล
ซึ่งกำหนดย่านแรงดันตัดสินไว้ 2 ย่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) แสดงพัลส์ที่ไม่ถูกสัญญาณรบกวนแต่เกิดการลดทอนสัญญาณอันเกิดจากระยะทางของสายส่ง

ข) แสดงพัลส์ที่ถูกสัญญาณรบกวนในแง่ของแรงดัน

ค) แสดงพัลส์ที่ถูกปรับรูปแล้วเป็นพัลส์ที่สมบูรณ์

เมื่อสัญญาณที่ผ่านกระบวนการสุ่มถูกป้อนเข้าวงจรควอนไตซ์ ระดับแรงดัน ณ จุดสุ่มนั้นจะถูกนำมาจัดเข้าในช่วงควอนไตซ์ที่เหมาะสม สมมติว่าระดับดังกล่าวมีค่าแรงดันในช่วง V_n ถึง V_{n+1} วงจรจะถือว่า ค่าควอนไตซ์ของสัญญาณ ณ จุดนั้นมีค่าเป็นค่าควอนไตซ์ภายในช่วงแรงดันนั้น ไม่ว่าแรงดัน ณ จุดสุ่มใด ๆ ก็ตามที่อยู่ในช่วง V_n ถึง V_{n+1} ก็จะถูกแทนค่าด้วยค่าควอนไตซ์เดียวกัน

การจัดระดับควอนไตซ์ตามที่กล่าวมาเป็นรูปแบบที่ช่วงควอนไตซ์แต่ละช่วงมีค่าเท่ากัน รูปที่ 2.21

แสดงถึงลักษณะการแปลงสัญญาณที่ผ่านกระบวนการสุ่มมาแล้วให้อยู่ในระดับควอนไตซ์ซึ่งแทนค่าด้วยข้อมูลไบนารีขนาด 4 บิต ตามข้อกำหนดพีซีเอ็มของ CCITT และทวีปอเมริกาเหนือ กำหนดให้ขนาดของข้อมูลที่ใช้แทนแต่ละระดับควอนไตซ์มีขนาด 8 บิต โดยที่จำนวนขั้นของระดับควอนไตซ์ให้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การเพิ่มระดับควอนไตซ์ส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวนของบิตที่แทนค่าระดับควอนไตซ์ ซึ่งจะทำให้ความกว้างของพัลส์ของข้อมูลไบนารีที่จะถูกส่งผ่านเครือข่ายแคบลง ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม อันเป็นการลดจำนวนช่องสัญญาณที่จะสามารถส่งแบบมัลติเพล็กซ์ไปพร้อมกันได้

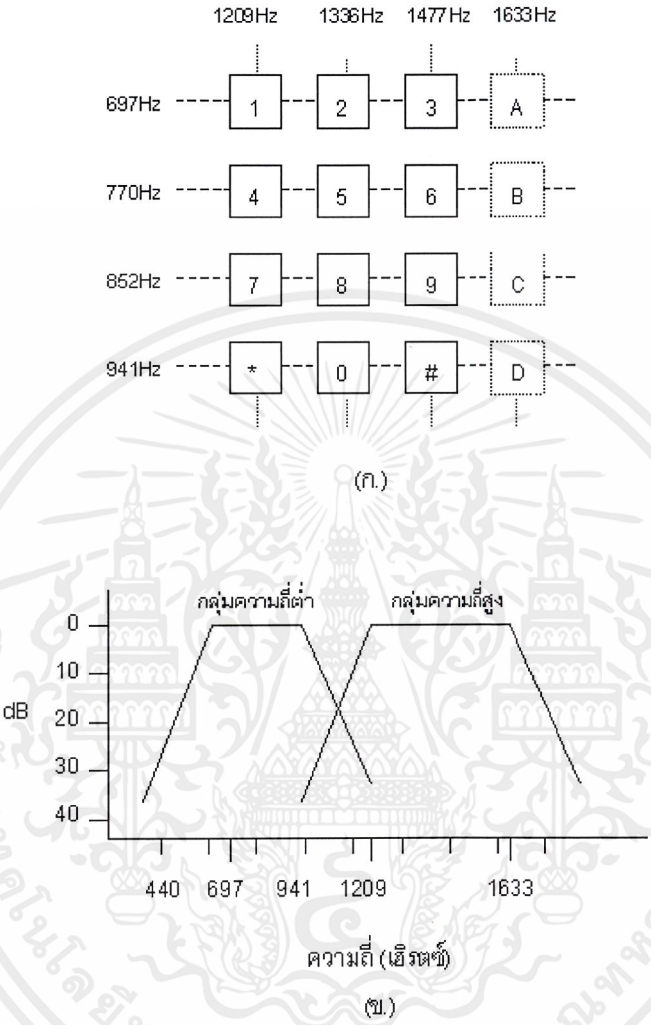
2.2.12 วงจรถอดรหัสหมายเลข DTMF

ภายใน voice modem จะมีวงจรที่ทำหน้าที่ถอดรหัสหมายเลขที่ส่งมาแบบ DTMF (DTMF receiver) เพื่อตรวจสอบการกดปุ่มโทรศัพท์จากผู้ที่โทรศัพท์เข้ามา จะกล่าวถึงที่มาของวงจรดังนี้

ในช่วงแรก ๆ จะใช้วงจรถอดรหัส 1 วงจรต่อ 1 คู่สาย เมื่อมีการขยายการใช้งานโทรศัพท์กันมากขึ้น ชุมสายก็มีขนาดใหญ่ขึ้น ภายในชุมสายจะมีคู่สายภายใต้การควบคุมเป็นจำนวนมาก การใช้งานของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF ซึ่งจะประกอบไปด้วยสัญญาณที่มีความถี่ต่างกัน 2 สัญญาณตามตำแหน่งคอลัมน์และแถวของปุ่มกดหมายเลข และทำการมอดูเลตเข้าด้วยกันก่อนที่จะทำการส่งออกไป อย่างไรก็ตาม มาทบทวนกันอีกสักครั้งเมื่อกดปุ่มหมายเลขใด ๆ ไปแล้วจะมีสัญญาณความถี่ค่าเท่าไรบ้างที่ถูกผลิตออกมา ในรูป (ก) จะเป็นค่าความถี่ต่าง ๆ ในสดมภ์และแถว ซึ่งจะเป็นค่าที่กำหนดไว้เป็นค่ามาตรฐานของระบบการเข้ารหัสแบบ DTMF อยู่แล้วส่วนในรูป (ข) จะเป็นกราฟที่เป็นผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ภายในวงจรถอดรหัส ซึ่งที่ชุมสายหลังจากที่รับสัญญาณ DTMF มาแล้วก็จะนำไปผ่านวงจรกรองความถี่ที่มีผลตอบสนอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรูปนี้ เมื่อสัญญาณ DTMF ผ่านวงจรกรองความถี่มาแล้ว ก็จะได้สัญญาณความถี่ 2 ค่า ซึ่งก็เป็นความถี่เดียวกับความถี่มาตรฐานก่อนที่จะทำการมอดูเลตนั่นเอง



รูปที่ 2.21 ความถี่ของระบบ DTMF และผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่

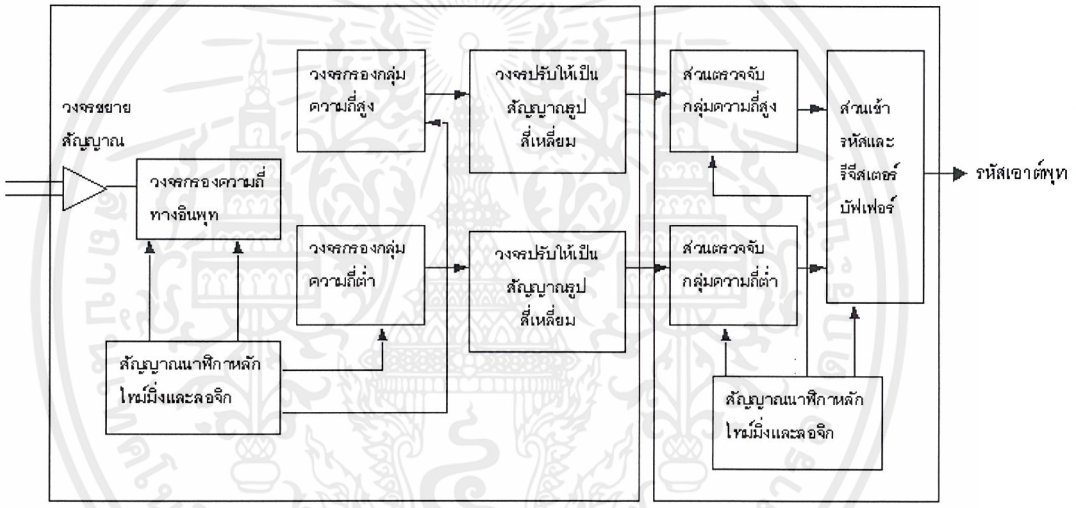
2.2.13 **วงจรกรองความถี่และวงจรตรวจจับ** (filtering and detector)

ในรูป (ข) จะเห็นว่าวงจรกรองความถี่เป็นส่วนสำคัญของวงจรถอดรหัสจากรูปกราฟที่แสดงผลตอบสนองความถี่ วงจรกรองความถี่ชนิดที่ใช้สำหรับการทำงานให้ได้ผลตอบสนองตามรูป (ข) จะต้องใช้เวลากรองความถี่ชนิดแยกย่านความถี่ (bandsplit filter) ดังนั้น สัญญาณ DTMF ที่ผ่านวงจรกรองความถี่ออกมาแล้วก็จะแยกได้เป็นกลุ่มความถี่ที่สูง (high group) กับกลุ่มความถี่ต่ำ (low group) ส่วนสัญญาณความถี่ที่อยู่นอกเหนือย่านนี้ ซึ่งไม่ตรงกับค่าความถี่มาตรฐานหรือมีค่าเบี่ยงเบนเกิน 2 % ก็จะไม่สามารถผ่านวงจรกรองความถี่นี้ไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้น สัญญาณความถี่ที่ผ่านออกมาก็จะถูกนำไปผ่านวงจรตรวจจับ (detector) เพื่อที่จะทำการประมวลต่อไปในรูปด้านล่าง เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรกรองความถี่และวงจรตรวจจับ

สำหรับการทำงานของวงจรตรวจจับความถี่ทั้ง 2 ย่าน ที่ผ่านมาจากวงจรกรองความถี่แล้วก็จะถูกนำไปผ่านวงจรสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (squaring circuits) เพื่อทำให้เป็นสัญญาณในระบบดิจิตอลเสียก่อน จากนั้นวงจรตรวจจับก็จะทำการประมวลผลสัญญาณ ซึ่งก็จะใช้วิธีการนับจำนวนพัลส์ โดยจะทำการนับจำนวนพัลส์ภายใน 1 คาบสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมนั่นเอง วิธีการเช่นนี้จะทำให้วงจรตรวจจับความถี่สามารถหาค่าความถี่ของสัญญาณที่เข้ามาได้ ซึ่งก็จะทำให้ทราบถึงค่าของความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF ได้ และทำการถอดรหัสออกมาเป็นหมายเลขโทรศัพท์ได้ในที่สุด



รูปที่ 2.22 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF

แต่ปัญหาประการสำคัญของผู้ออกแบบวงจรก็คือ การที่มีเสียงพูดเข้ามาในวงจร ซึ่งไม่ใช่ความถี่ DTMF ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัสหมายเลขได้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดระยะเวลาในการประมวลผลแต่ละครั้งไว้ประมาณ 10 มิลลิวินาที ซึ่งถ้าเวลาในการประมวลผลน้อยกว่านี้จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัสได้

2.2.14 Telephony Application Programming Interface (TAPI)

เซตของฟังก์ชันที่ใช้ในการโปรแกรมกลุ่มอุปกรณ์ที่ใช้สายโทรศัพท์ในลักษณะที่อุปกรณ์นั้นเป็นอิสระให้ personal telephony กับผู้ใช้ TAPI นั้นสนับสนุนทั้งการส่งข้อมูลและคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนทนา รวมทั้งอนุญาตให้มีอุปกรณ์ปลายทางที่หลากหลาย นอกจากนี้ยังสนับสนุนประเภทของการเชื่อมต่อที่ซับซ้อนและเทคนิคการจัดการที่ใช้ในการติดต่อ เช่น การประชุมทางโทรศัพท์ , การพักสายโทรศัพท์ และ voice mail TAPI นั้นให้ทุกๆองค์ประกอบในการใช้โทรศัพท์ (จากการโทรออกและพูดคุยธรรมดาไปยัง international e-mail) ถูกควบคุมโดย applications ที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับ the Microsoft Win32 application programming interface (API)

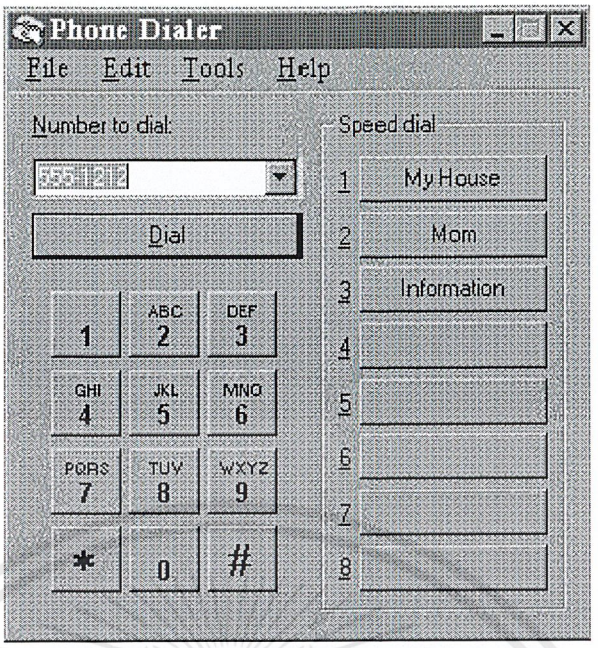
2.2.14.1 TAPI **คืออะไร?**

TAPI คือ application programming interface ตัวหนึ่งที่ถูกใช้ในการติดต่อทางโทรศัพท์ ความสามารถของ TAPI ก็เช่น

- ทำการเชื่อมต่อโดยตรงไปยังเครือข่ายโทรศัพท์
- การโทรออกโดยอัตโนมัติ
- การส่งข้อมูล (files , faxes , electronic mail)
- การเข้าถึงข้อมูล (news , information services)
- การประชุมทางโทรศัพท์
- Voice mail
- การระบุตัวผู้โทรออก
- การควบคุมคอมพิวเตอร์ที่อื่นๆ
- การคิดคำนวณร่วมกันผ่าน telephone lines

Microsoft Windows 95 นั้นมาพร้อมกับ telephony application คือ DIALER.EXE ซึ่งสามารถ dial voice calls เหมือนกับ proxy ที่มี application ในการร้องขอในการโทรศัพท์แบบพื้นฐาน และทำการ log โทรศัพท์นั้นไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงให้เห็นถึงหน้าจอหลักสำหรับ phone dialer application

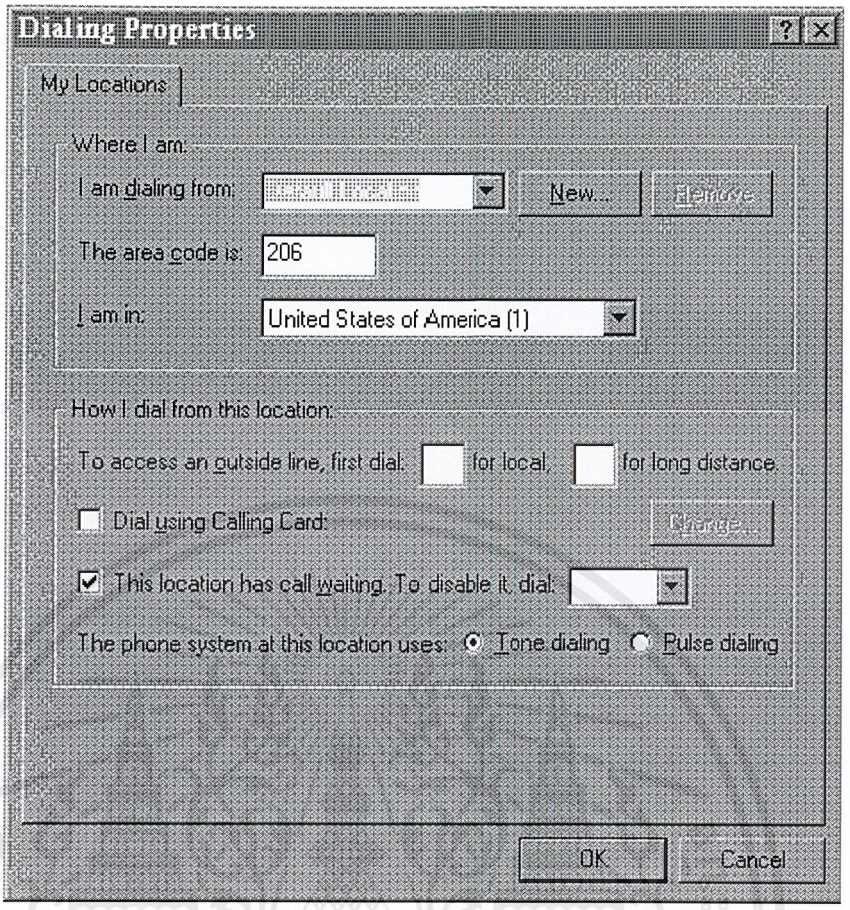
ถ้าเราใช้ DIALER application นี้ เราจะเห็นสิ่งต่างๆที่ application สามารถทำได้ในการให้ผู้ใช้ระบุคุณสมบัติต่างๆในการ dial calls เช่น ตั้งค่าโทรออก , ความเร็วในการโทร และตั้งค่าการ connection DIALER application นี้จะให้ผู้ใช้ตั้งค่าการโทรออกโดยใช้ dialog box ใน รูป 2.24

2.2.14.2 TAPI ในอนาคต (TAPI into the Future)

บทคัดย่อ

The Microsoft Windows Telephony Application Programming Interface (TAPI) ได้หาหนทางสำหรับ application เพื่อสนับสนุนการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ สิ่งนี้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับเราทุกคนที่ต้องการทำให้ application ของเรา online ในบทความนี้แสดงให้เห็นว่า TAPI คืออะไร , application ต่างๆจะติดต่อกับ TAPI อย่างไร,พื้นฐานระบบโทรศัพท์ต่างๆ และที่ๆเราสามารถหาข้อมูลข่าวสารและเครื่องมือที่จะช่วยในการสร้าง telephony application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

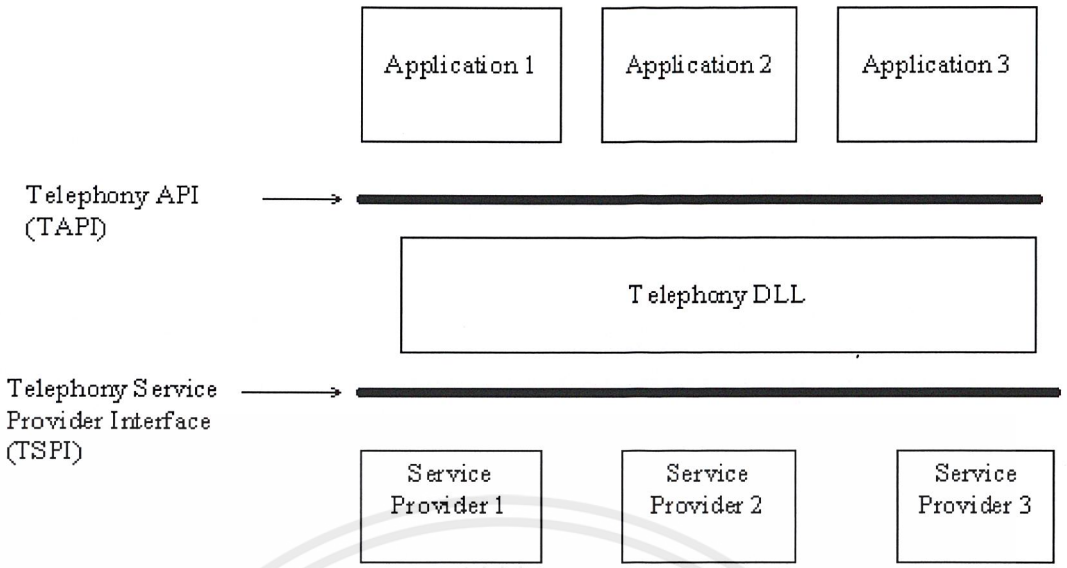


รูปที่ 2.24 The Dialing Properties dialog box

2.2.14.3 **โครงสร้างของ** TAPI (The TAPI Architecture)

TAPI จะจัดการเครือข่ายโทรศัพท์และอุปกรณ์ต่างๆอย่างเป็นอิสระ application ที่ใช้ TAPI จะไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับว่ามันจะถูกต่อเข้ากับอุปกรณ์ใด (มันต้องการแค่ติดต่อกับ API ด้วยตัวของมันเอง) รูป 2.28 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่าง application , TAPI และ telephony Service provider

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 TAPI and applications

จาก รูป 2.25 แสดงให้เห็นว่า application ติดต่อกับ telephony dynamic-link library (Dll) โดย TAPI telephony Dll เป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการ Windows และสนับสนุน TAPI telephony Dll ติดต่อกับ service providers ผ่าน Telephony Service Provider Interface (TSPI) Service providers ก็เหมือนกับ drivers ของ printer ตัวหนึ่ง (มันถูกเขียนโดยบริษัท hardware ที่เกี่ยวกับโทรศัพท์ เพื่อสนับสนุนการทำงานบน Windows)

เกี่ยวกับทางเทคนิค

เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อเราพัฒนา application ที่มี TAPI function เราต้องเข้าใจ 2 สิ่ง เกี่ยวกับว่า TAPI ทำงานอย่างไร ในที่นี้จะลงลึกกว่าที่ได้กล่าวเอาไว้ในตอนต้น

2.2.14.4 TAPI and the Hidden Window

เมื่อ application ของเราสนับสนุน TAPI application ของเราต้องเริ่มต้นการใช้ TAPI โดยใช้ฟังก์ชั่น lineInitialize เมื่อ application ของเราทำการโทรศัพท์ Telephony Dll จะสร้าง hidden window บน application ของเรา hidden window นี้ถูกใช้เหมือนเป็น method ในการส่งการแจ้งเหตุและ message ต่างๆ message เหล่านี้ถูกส่งไปยัง hidden window สำหรับเหตุการณ์ asynchronous ที่แตกต่างกัน , การแจ้งเหตุที่สมบูรณ์ และ message ที่บอกสถานะ (เชื่อมต่ออยู่ , กำลังดำเนินการ , กำลังโทรออก ฯลฯ) ถ้า application ของเราเป็น multithread เราจำเป็นต้องแน่ใจว่า thread ที่ทำ lineInitialize จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องมี message loop และ thread นั้นก็จะต้องให้บริการ message loop นี้ ถ้า thread ไม่ได้ให้บริการ message loop หรือมันไม่มี message loop application ของเราก็จะไม่สามารถรับการแจ้งเหตุ พูดสั้นๆก็คือ application ของเราจะไม่สามารถทำงานได้

2.2.14.5 **โครงสร้างของ** Service Providers

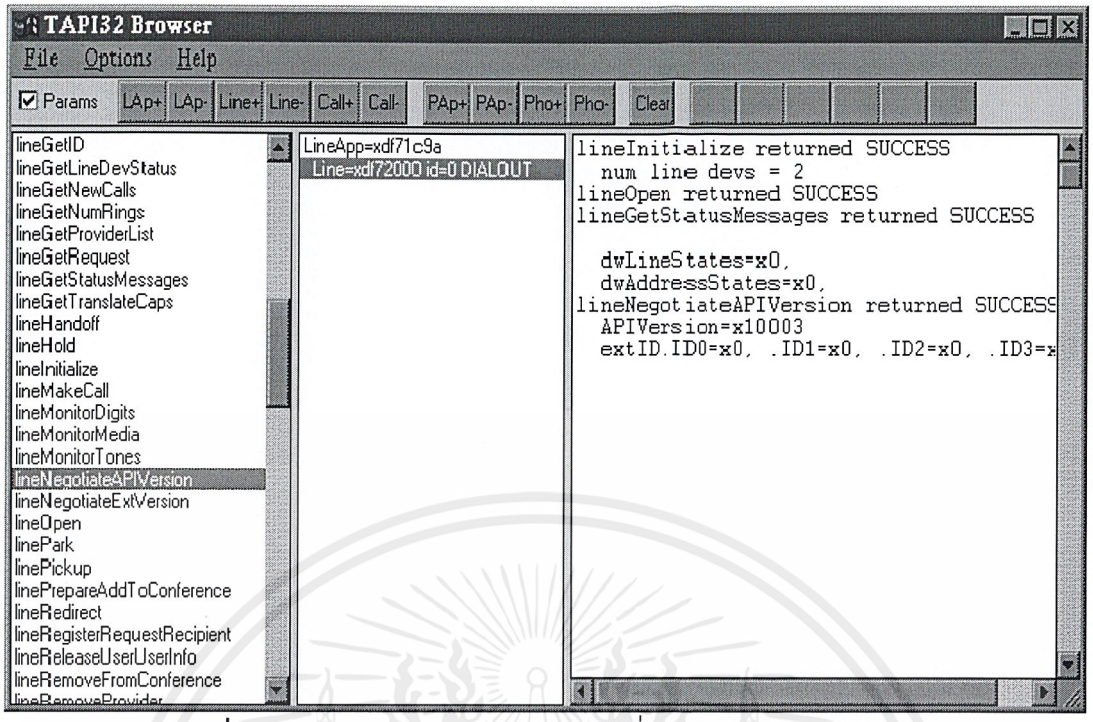
เมื่อเราต้องการต่อโทรศัพท์ใน TAPI ซึ่งมีโครงสร้างต่างๆภายใน เราจำเป็นต้องเช็คจำนวนที่ว่างที่จำเป็นสำหรับโครงสร้างและ re-allocate memory จนกระทั่งเรามี memory block ที่ใหญ่เพียงพอในการเก็บโครงสร้างทั้งหมด เหตุผลที่ต้องทำเช่นนี้ก็คือ แต่ละ service provider (ซึ่งเหมือนกับ driver ของ printer ตัวนึง) จะสนับสนุนความสามารถที่แตกต่างกัน และเก็บข้อมูลที่มีปริมาณแตกต่างกัน ผลก็คือ ถ้าเราเลื่อน pointer ไปยังโครงสร้างที่ใหญ่ไม่พอ และเราไม่ได้เช็คให้แน่ว่า เราได้ allocate ที่ว่างไว้เพียงพอแล้ว (เช็คโดย dwNeededSize และ dwTotalSize สมาชิกของโครงสร้างที่ถูกคืนค่า) application ของเราก็จะไม่สามารถทำงานได้

2.2.14.6 Documentation and Development Tools

Win32 Software Development Kit (SDK) ประกอบด้วย documentation , tools และตัวอย่าง code ที่จะช่วยเราในการเรียนรู้ TAPI document 2 อย่างคือ Microsoft Telephony Programmer's Reference และ Microsoft Telephony Service Provider Interface (TSPI) for Telephony จะเป็นที่อ้างอิงคำแนะนำและการช่วยเหลือต่างๆ programmer's reference จะเป็น document เกี่ยวกับ function ต่างๆ ที่ application ที่ใช้ TAPI นั้นจำเป็นต้องใช้ service provider documentation นั้นมีเพื่อสำหรับนักพัฒนาที่ต้องการเขียน TAPI เอง (พวกบริษัทอุปกรณ์โทรศัพท์)

tools บางอย่างที่มีมาให้ใน Win32 SDK ที่ช่วยนักพัฒนาให้เข้าใจ TAPI และใส่ฟังก์ชัน TAPI เข้าไปใน application TB14.EXE เป็น 32-bit telephony browser ที่เราสามารถใช้การต่อโทรศัพท์โดย TAPI และ COM port ที่แตกต่างกัน เราสามารถทดสอบว่า COM port และ modem ถูกติดตั้งอย่างถูกต้องหรือไม่ (ซึ่งทำให้เราไม่ต้องเสียเวลาในการหาว่าทำไม application ของเราจึงไม่ทำงาน) TB14.EXE ยังทำให้เราเห็นว่าโครงสร้าง TAPI ต่างๆ ต้องการรายละเอียดอะไรบ้าง ซึ่งทำให้เรารู้ว่า application ของเราเรียกใช้ฟังก์ชัน TAPI ต่างๆได้อย่างถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



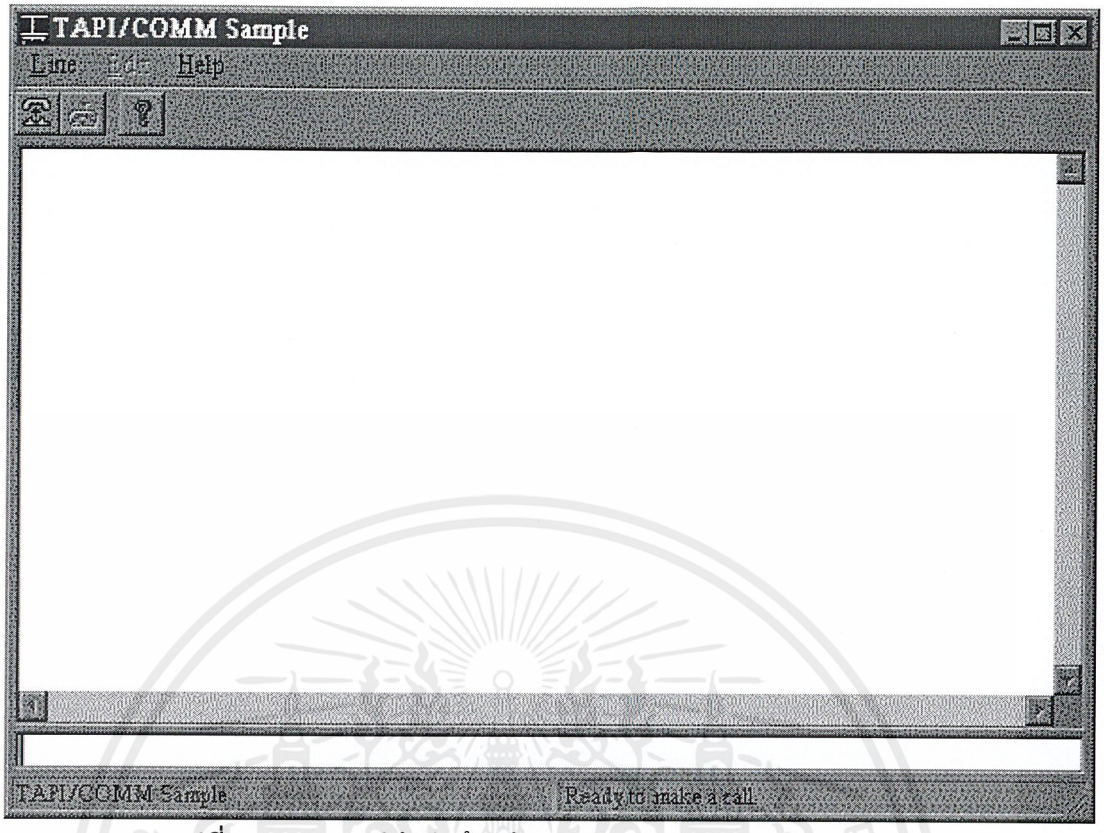
รูปที่ 2.26 แสดงให้เห็นถึงหน้าจอหลักซึ่งถูกแสดงโดย TB14.EXE

tool อื่นๆที่เราสามารถใช้ได้คือ service provider tool คือ ESPEXE.EXE tool นี้เป็น TAPI service provider ที่สนับสนุนการเชื่อมต่อที่เสมือนหลายสายและอุปกรณ์โทรศัพท์ เราสามารถ configure มันได้เพื่อให้ใช้ได้กับ application ของเรา มันไม่ต้องการ hardware ที่พิเศษ และมันยังสนับสนุน Telephony Service Provider Interface (รวมอยู่ใน Windows 95 TAPI extensions) อย่างสมบูรณ์ เราสามารถใช้ tool นี้ใน Windows 3.1 ที่ใช้ TAPI 1.0 และใน Windows 95 ที่ใช้ TAPI 1.1

2.2.14.7 The TAPICOMM Sample

ใน Sample Code tree ของ MSDN Library เราจะพบกับ TAPICOMM sample sample นี้จะสาธิตให้เห็นว่าในการส่งข้อมูลทางโทรศัพท์ทำอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 แสดงให้เห็นถึงหน้าจอหลักของ TAPICOMM Sample

ถ้าเราดูที่ source code ของ sample นี้ เราจะเรียนรู้ถึงการ implement ฟังก์ชันทางโทรศัพท์พื้นฐาน เช่น initialize TAPI ,opening a phone line ,การใช้ความสามารถของ line device , การส่งข้อมูลโดย COMM (Communications) API , closing a line และการ shutting down TAPI

2.2.14.8 Unimodem V

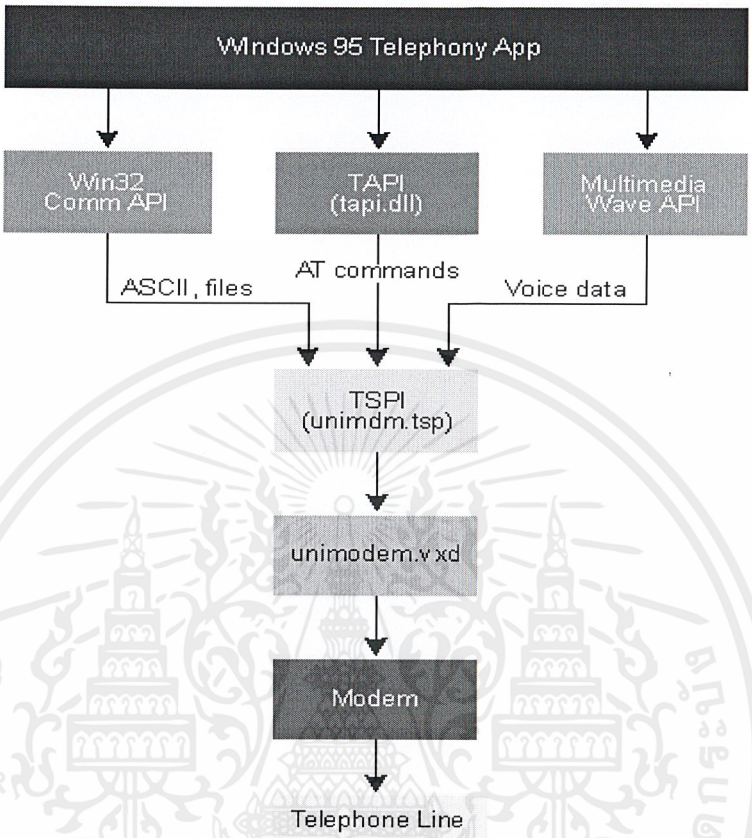
เมื่อเร็วๆนี้ Microsoft ได้ผลิต Unimodem driver ที่ upgrade ขึ้น ซึ่งเป็นมาตรฐานส่วนหนึ่งของ TAPI และ Windows 95 ในการ upgrade นี้ Unimodem V ได้สนับสนุนการทำงานของ voice modems ซึ่งสามารถทำ AT+V , AT#V และ voice command sets อื่นๆ

ในทางปฏิบัติ ไม่มีใครส่ง raw commands เช่น ATDT ไปยัง modem แต่เราจะเรียกใช้ TAPI functions

TAPI เป็นกลุ่มของ Win32 APIs ซึ่งจัดการเกี่ยวกับ phone calls TAPI functions จะส่ง AT (หรือ AT+V) commands ไปยัง modem TAPI APIs จะถูกบรรจุอยู่ใน tapi.dll ซึ่งเรียกอีกอย่างว่า Telephony Service Provider (TSP) API ฟังก์ชันเกี่ยวกับ modem ของ Windows 95 จะถูกบรรจุอยู่ใน TSP และถูกกระทำใน DLL ซึ่งถูกเรียกโดย unimdm.tsp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unimodem จะแปลง TAPI calls ไปเป็น AT หรือ AT+V commands และส่ง commands ไปยัง TAPI unimodem.vxd ซึ่งเป็น virtual device driver ซึ่งใช้ติดต่อกับ modem จริงๆ



รูปที่ 2.28 Simplified Unimodem Architechture

TAPI ไม่ได้เข้าไปยุ่งในส่วนของข้อมูลทางธุรกิจ สิ่งที่มันทำก็คือการจัดการ phone calls เมื่อถึงเวลาที่ต้องส่งข้อมูลบนสายโทรศัพท์ เราต้องร้องขอ API อื่นๆ เช่น Win32 comm API สำหรับการส่งข้อมูล ASCII หรือ binary หรือ multimedia wave API สำหรับการส่งข้อมูลเสียง ฟังก์ชั่นหนึ่งใน TAPI คือ lineGetID ซึ่งคืนค่า device ID สำหรับ wave device ที่เกี่ยวข้องกับ telephone call เราสามารถใช้ ID นี้เหมือน WAVE ID อื่นๆ ในการเล่นหรือบันทึกเสียงไปยังหรือจาก phone line โดยการใช้ multimedia functions มาตรฐานเช่น waveOutOpen และ waveOutWrite แทนที่เสียงจะออกมาทางลำโพงของเครื่องคอมพิวเตอร์ของเรา มันจะออกไปยังสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.14.9 Opening a Line and Making a Phone Call

เมื่อ application มีการเริ่มต้น และเจรจาตกลงตัว API ตัว application จำเป็นต้องตรวจสอบว่าสายว่างหรือไม่ พร้อมที่จะต่อสายออกหรือยัง ตัว application สามารถทำสิ่งนี้โดยการเช็คค่าแล้วใส่ลงในโครงสร้างของ LINEDEVCAPS โดยการเรียกใช้ฟังก์ชัน lineGetDevCaps

การ open a line device เพื่อจุดประสงค์ต่างๆ application จะทำการเรียกฟังก์ชัน lineOpen ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ระบุ line device และคืนค่าการควบคุม line ไปให้ opened line device การควบคุม line นี้จะถูกใช้ในการจัดการต่างๆในภายหลัง ต่อมาเมื่อ application จบการใช้งาน line device มันจะทำการ close ด้วย lineClose

ก่อนจะทำการโทรออก application จำเป็นต้องทำการ open the line ฟังก์ชัน lineOpen ใช้เพื่อเปิดและฟังก์ชัน lineClose ใช้เพื่อปิด TAPI device ที่ระบุ

ฟังก์ชัน lineOpen จะระบุ

- การจัดการลงทะเบียน application ด้วย TAPI
- ค่าที่บ่งชี้ได้ว่า line device ใดที่จะถูกเปิด Windows CE ไม่สนับสนุนค่า LINEMAPPER สำหรับพารามิเตอร์ dwDeviceID
- pointer ที่ชี้ไปยังการควบคุม line ของ opened line deice
- หมายเลข version API ที่สอดคล้องกับการทำงานของ TAPI และ application โดยหมายเลขนี้ได้มาจากการเรียกใช้ฟังก์ชัน lineNegotiateAPIVersion
- หมายเลข version เพิ่มเติมซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของ application และ service provider Window CE ไม่สนับสนุนส่วนเพิ่มเติมของ provider พารามิเตอร์ dwExtVersion ควรจะ set เป็นศูนย์ก่อนเรียก lineOpen
- ข้อมูลของผู้ใช้ที่ถูกส่งกลับไปยัง application พร้อมกับ message ที่สัมพันธ์กันกับ line นี้ หรือกับ addresses หรือ calls บน line นี้ พารามิเตอร์นี้ไม่สามารถอธิบายได้โดย TAPI
- สิทธิพิเศษของ application สำหรับการ call ที่ถูกแจ้งมา พารามิเตอร์นี้ได้จากการรวมกันของค่าคงที่ LINECALLPRIVILEGE

เพื่อทำการโทรออก application ต้องเรียกฟังก์ชัน lineMakeCall ซึ่งใช้โครงสร้าง LINECALLPARAMS TAPI จะส่ง message LINE_CALLSTATE เพื่อบอกถึงความคืบหน้าในการโทร ตัวอย่างเช่น LINE_CALLSTATE จะบอกสถานะของการ connection , dial และการดำเนินการ message ต่างๆขึ้นอยู่กับชนิดของการโทรและบริการที่ใช้ application ไม่ควรถูกออกแบบมาเพื่อสถานะการโทรแบบใดแบบหนึ่ง หรือเป็นพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชัน lineMakeCall มี parameters ดังต่อไปนี้

- การจัดการ open line device ซึ่งเป็นการเริ่มต้นการ call
- pointer ที่ใช้จัดการการ call ซึ่งจะใช้เพื่อระบุการ call เมื่อมีการร้องขอการทำงานทาง telephony บนการ call นี้
- pointer ที่ชี้ไปยัง address จุดหมาย ซึ่งจะต่อจาก area code มาตรฐาน และ format หมายเลขโทรศัพท์
- code ประเทศของการ call
- pointer ที่ชี้ไปยังโครงสร้าง LINECALLPARAMS ด้วยโครงสร้างนี้ทำให้ application สามารถระบุได้ว่าจะสามารถ set up การ call ได้อย่างไร ถ้าค่า NULL ถูกระบุ default 3.1 KHz channel voice call จะถูกติดตั้ง และ origination address บน line นี้ก็จะถูกเลือก โครงสร้างนี้ยังให้ application สามารถที่จะเลือก elements ได้ เช่น โหมดสนับสนุนการ call , อัตราการส่งข้อมูล , expected media และพารามิเตอร์ในการ dialing

หลังจากฟังก์ชัน lineMakeCall ประสบความสำเร็จในการ set up การ call แล้ว ตัว application จะได้รับ message LINE_REPLY callback function ก็จะได้รับ message โดย message LINE_REPLY จะบอกถึงรายละเอียดกับ application เกี่ยวกับการควบคุม call ที่ถูกคืนค่าจาก lineMakeCall ว่ามีผลใช้ได้

เมื่อ application ได้ทำการ open the line เสร็จเรียบร้อยแล้วมันจะได้รับการควบคุม line ทำให้ application สามารถใช้ line นั้น ทำการ call ไปยังสถานที่ต่างๆภายนอกได้

2.2.14.10 Opening One or More Lines

ถ้ามีหลายสาย application พื้นฐานของ Windows CE จะสามารถปิดสายโทรศัพท์ได้ 1 สายหรือมากกว่า เพื่อทำการโทรออกไปข้างนอก ฟังก์ชัน lineGetDevCaps จะทำการสอบถามไปยัง line device ที่ระบุเพื่อตรวจสอบความสามารถของมัน ข้อมูลที่ส่งกลับคืนมาจะใช้ได้กับ line device addresses ทั้งหมด ฟังก์ชันนี้จะเป็นตัวตรวจสอบว่า line supports function ซึ่งใช้ในการ call นั้น มีหรือไม่

application สามารถจะทำการเปิดสายได้ในหลายๆกรณี หรือพูดอีกอย่างได้ว่า application สามารถมีการจัดการได้มากกว่า 1 การจัดการบนสายเส้นเดียวกัน หลังจากสายถูกเลือกแล้ว application จะใช้ฟังก์ชัน lineOpen เพื่อเปิดสายที่ระบุนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.14.11 Ending a Call And Shutting Down TAPI

เมื่อผู้ใช้วางสาย application ควรจะทำการ disconnect และจบการ call ด้วย lineDrop ฟังก์ชัน lineDrop สามารถใช้หยุดความคืบหน้าของการ call ได้

เมื่อ application ได้รับ message LINE_CALLSTATE ที่บอกว่าการ call ได้จบลงแล้ว การควบคุมต่างๆก็ควรจะถูกปล่อยก่อนการจบฟังก์ชัน lineDeallocateCall

การวางสาย

1. เรียกฟังก์ชัน lineDrop
2. คืนหน่วยความจำด้วยฟังก์ชัน lineDeallocateCall

การ deallocate การควบคุม call หมายถึงว่าระบบต้องมีการคืนหน่วยความจำที่มีความสัมพันธ์กับการ call หลังจากการ call นั้นจบลง application ต้องเรียก lineDeallocatedCall เพื่อคืนหน่วยความจำ ท้ายที่สุดการ close line โดย application เรียก lineClose หลังจากสายถูกปิดอย่างสมบูรณ์ การควบคุมต่างๆก็จะใช้ไม่ได้

การ close a line

1. ยกเลิกการ call โดยใช้ lineDrop
2. close the open line โดยใช้ lineClose
3. เริ่มต้นการใช้ตัวแปรอีกครั้ง

ฟังก์ชัน lineShutdown จะทำการ disconnect application จาก TAPI อย่างสมบูรณ์ ถ้า lineShutdown ถูกเรียก เมื่อ TAPI มีสายที่เปิด หรือสายที่ active อยู่ การ call จะถูก close และสายจะถูกปิด

To disconnect TAPI from the application

- เรียก lineShutdown เพื่อ disconnect TAPI จาก application

2.2.14.12 Using a Modem

application ที่อยู่บนพื้นฐานของ Window CE ที่ใช้ modem จะต้องสามารถจัดการการทำงานต่างๆได้ เช่น การหมุนเบอร์โทรออก , initialize the modem , opening the line และ disconnection เมื่อการทำงานนั้นสำเร็จเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ TAPI ในการ connection ที่ใช้ modem

1. เรียก lineInitialize เพื่อ initialize TAPI
2. เรียก lineOpen เพื่อ open the line
3. เรียก lineMakeCall
4. เรียก lineDeallocateCall
5. เรียก lineClose เพื่อ close the line connection
6. เรียก lineShutdown เพื่อจบการทำงาน

ฟังก์ชัน lineInitialize จะคืนค่าเป็นจำนวนของ line devices ที่ใช้ได้ pointer ที่ชี้ไปยัง application callback function ก็จะต้องมีเพื่อที่ว่า TAPI จะได้สามารถคืนค่าได้

เมื่อการ call นั้นถูกติดตั้ง TAPI จะคืนค่า LINE_REPLY message ผ่าน callback function message นี้จะบ่งบอกเพียงแค่การต่อโทรศัพท์ไปยังปลายทางนั้นสำเร็จแล้ว ซึ่งบางทีก็บ่งบอกได้ด้วย dial tone parameters สำหรับฟังก์ชัน lineMakeCall คือ หมายเลขโทรศัพท์ที่จะทำการโทรออก , การจัดการ line device และ parameters อื่นๆ message LINE_CALLSTATE เป็นการบอกถึงสถานะของการต่อโทรศัพท์ เช่น กำลังโทรออก , กำลังดำเนินการ , การโทรกลับไปใหม่ และกำลังเชื่อมต่ออยู่

เมื่อกระบวนการ connection ดำเนินไป TAPI จะคืนค่าชุดของ message LINE_CALLSTATE ผ่าน callback function เพื่อบ่งบอกถึงความก้าวหน้าของการ connection ตัวอย่างเช่น มีสัญญาณให้โทรออกได้ และกำลังเรียกอยู่ เมื่อการ connection นั้นเสร็จสมบูรณ์ TAPI จะคืนค่า message LINECALLSTATE_CONNECTED

ระหว่างที่ข้อมูลถูกส่ง TAPI จะยังคงจัดการการ connection แต่ application จะจัดการการส่งข้อมูลและการรับข้อมูล เมื่อการขนส่งต่างๆเรียบร้อยแล้ว TAPI จะคืนค่า message LINE_CALLSTATE เช่น การบ่งบอกว่าการ connection ไปที่อื่นนั้นได้สิ้นสุดลงแล้ว

2.2.14.13 TAPI Applications

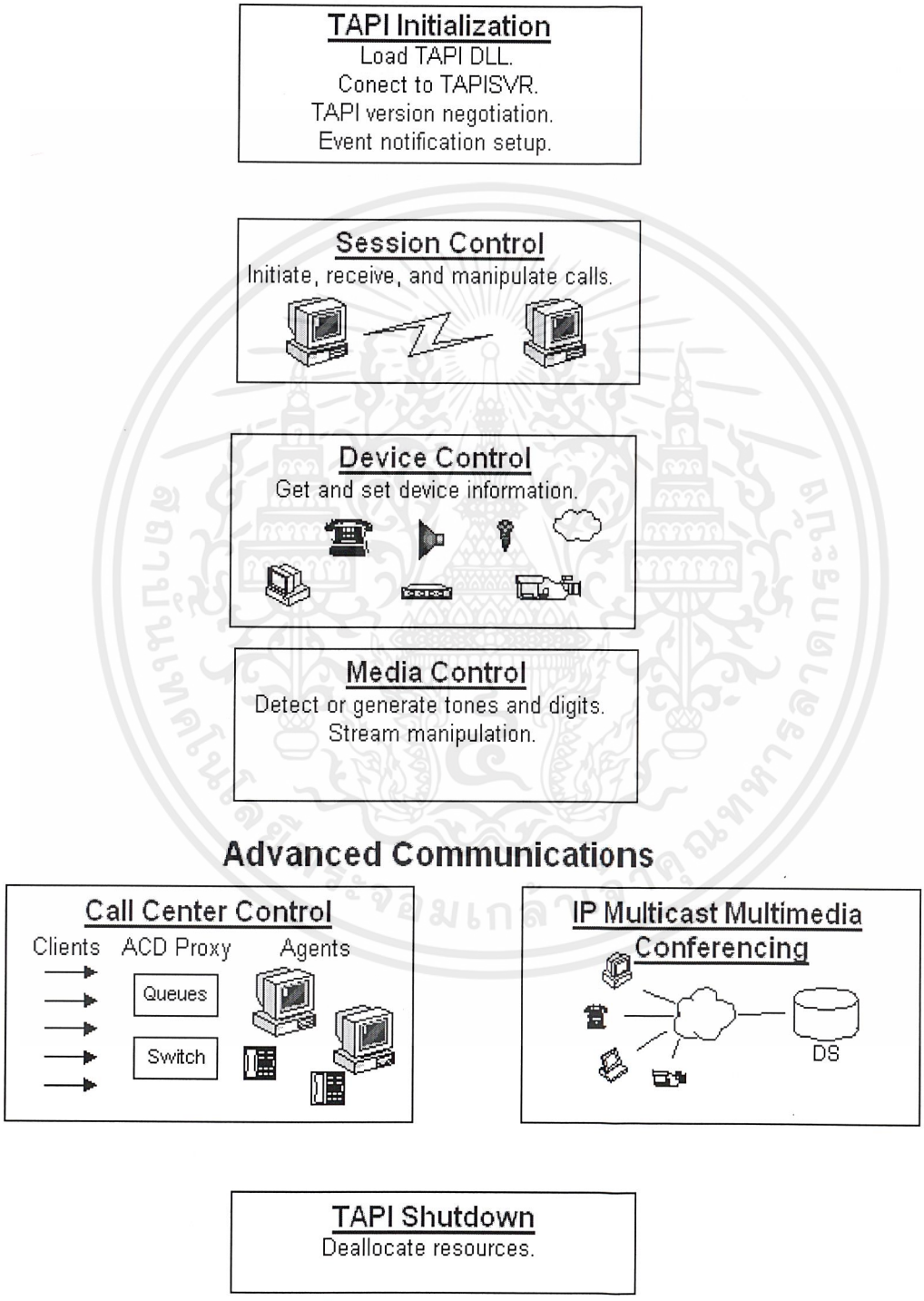
ข้อความต่อจากนี้จะเป็น guidelines ในการใช้ TAPI ในการเขียน end-user application หรือ server communications application ข้อมูลเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับ service provider programmers

สิ่งที่โปรแกรมเมอร์ต้องตัดสินใจเป็นสิ่งแรกในการใช้ TAPI ก็คือระดับของบริการที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น ถ้า application ต้องการให้มี menu หลายแบบซึ่งสามารถทำการโทรออก full TAPI application อาจจะไม่จำเป็น แต่ Assisted Telephony อาจจะช่วยเราในการทำ option นี้ได้ง่ายและเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตัดสินใจที่สำคัญเป็นลำดับที่สองก็คือ ควรจะใช้ TAPI 2 (the C-based API) หรือ TAPI 3 ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ COMM

Diagram ต่อไปนี้จะแสดงให้เห็น building blocks พื้นฐานของ full TAPI application ซึ่งใช้อธิบายได้ทั้ง TAPI 2 และ TAPI 3



รูปที่ 2.29 TAPI Applications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.14.14 TAPI Initialization

การ functioning ที่ถูกต้องของ TAPI components ต้องการการติดตั้ง communications environment บนเครื่องคอมพิวเตอร์

Installation จะถูกกระทำเมื่อ software และ hardware ถูก add ในเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรก

Primary initialization จะสร้าง objects และ communication paths

Version negotiation ทำให้แน่ใจว่า components จะสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้

Resource inventory จะคืนค่าข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้โดย application

Event notification จะระบุว่า TAPI และ service providers จะส่งผลของการกระทำ asynchronous และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะไปยัง application ได้อย่างไร

TAPI 2 functions	Description
LineInitializeEx	ติดตั้ง telephony environment คืนค่าการควบคุม application และจำนวนอุปกรณ์
LineGetDevCaps	คืนค่าความสามารถของอุปกรณ์ เช่น TAPI version หรือ media types ที่ถูกสนับสนุน
LineGetAddressCaps	คืนค่าความสามารถของ address เช่น มีการสนับสนุน call park (หยุดการ call ชั่วขณะ) หรือไม่
LineOpen	แจ้ง TAPI ว่า application จะใช้สาย และใช้อย่างไร
LineGetMessage	คืนค่า TAPI message ถัดไปที่ถูกจัดลำดับเพื่อส่งไปยัง application ซึ่งกำลังใช้ Event Handle notification mechanism

ตารางที่ 2.4 TAPI 2 functions (TAPI Initialization)

TAPI 3 interfaces or methods	Description
ITTAPI::Initialize	ติดตั้ง telephony environment
ITTAPI::EnumerateAddresses	ระบุ addresses ที่ใช้ได้ในปัจจุบัน
ITTAPI::get_Addresses	สร้างกลุ่มของ addresses ที่ใช้ได้ในปัจจุบัน จัดหา Automation client applications เช่น ที่เขียนอยู่ใน Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITTAPIEventNotification::Event	ทำการตอบสนองไปยังการแจ้งเหตุการณ์ที่เป็น asynchronous สิ่งนี้ถูกกระทำโดย application และถูกร้องขอโดย TAPI
ITTAPI::put_EventFilter	Sets the event filter mask ซึ่งจะแจ้ง TAPI ว่าเหตุการณ์ใดที่ application ต้องการ
ITTAPI::RegisterCallNotifications	สั่ง TAPI ให้สามารถรับข้อมูล address และเซตของ media types โดย application incoming sessions
ITMediaSupport	อนุญาตให้ application ใช้ความสามารถในการสนับสนุนทาง media สำหรับ address.

ตารางที่ 2.5 TAPI 3 interfaces or methods (TAPI Initialization)

2.2.14.15 Session Control

session หรือ call เป็นการ connection ระหว่าง 2 addresses หรือมากกว่านั้น การ connection นี้เป็น dynamic และ objects ในการ programming ที่มีความสัมพันธ์กันก็จะต้องถูกสร้างขึ้น , ถูกจัดการ และทิ้งไป แล้วแต่ความจำเป็น ในกรณีที่ง่ายที่สุด มันก็หมายถึงการ make และ disconnect a phone call สำหรับ advanced application session control อาจจะรวมถึงการจัดการในการใช้ multimedia ร่วมกันบน IP network ลงไปถึงระดับของผู้มีส่วนร่วมแต่ละราย

Session control รวมถึง 2 basic areas :

Session Operations เป็นการ controls เช่น initiate , maintain และ terminate a communications session

Session Information จะบรรยายถึงข้อมูลที่สามารถหาได้เกี่ยวกับ communications session

2.2.14.16 Device Control

การควบคุมอุปกรณ์ที่ end-user หรือ ระดับ server application นั้นต้องการเซตของ information พื้นฐานที่เกี่ยวข้องขนาดเล็ก ใน layer service provider abstraction ได้กระทำในส่วนของรายละเอียดของการควบคุมอุปกรณ์ service providers จะรายงานข้อมูลของอุปกรณ์ที่จำเป็นไปยัง application โดยผ่าน TAPI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่สำคัญแบ่งออกเป็นประเภทดังนี้

1. Network : เป็น transport layer สำหรับการติดต่อสื่อสาร
   จากใจความสำคัญของ application ข้อมูลเกี่ยวกับ network ก็จะเป็นลักษณะธรรมดาๆ คือฝังอยู่ใน address type เช่น LINEADDRESSTYPE_PHONENUMBER
2. Line : การ connection ไปยัง network
   concept นี้ถูกใช้อย่างมากภายใน TAPI 2.2 (TAPI/C)
3. Channel : เป็นส่วนย่อยๆของ line
   ความรู้ทางด้าน channels โดยปกติแล้วไม่ใช่สิ่งที่ application ต้องการ เนื่องจาก service provider จะ configure ว่ามันจะปรากฏในรูป address ได้อย่างไร
4. Address : ที่ตั้งทาง network บน network
   แต่ละ line หรือ channel จะมี address 1 address หรือมากกว่านั้น address เป็น concept สำคัญทั้งใน TAPI 3.0 (TAPI/COM) และ TAPI 2.2 (TAPI/C)
5. Terminal : เป็นแหล่งหรือที่มาของ address ที่เฉพาะเจาะจง และ media type

service providers จะทำการรายงานคุณลักษณะของอุปกรณ์ไปยัง TAPI ในลักษณะการตอบสนองไปยังข้อคำถามของ application นอกจากนี้ service providers ยังทำการรายงานเบื้องต้นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของอุปกรณ์อีกด้วย การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ ต่อมาจะถูกรายงานไปยัง application ในรูปของการแจ้งเหตุ ซึ่งถูกร้องขอระหว่างช่วงเริ่มต้น

คุณลักษณะของอุปกรณ์พื้นฐาน คือ

- Device Class
- Device Identifier
- Address Type
- Address Identifier
- Device Events
- Media Type
- Terminal Type

นอกจากนี้ service providers ยังจัดหาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของ address ที่ถูกให้มา เพื่อที่จะได้ทำกระทำการจัดการกระบวนงานต่างๆ

คุณลักษณะบางส่วนอาจมีความสัมพันธ์กับอุปกรณ์ที่แน่นอนถ้ามี service providers สนับสนุน TAPI 2 application จะหาความสามารถได้โดยการใช้ฟังก์ชัน lineGetDevCaps และ lineGetAddressCaps TAPI 3 ใช้ ITAddressCapabilities interface สำหรับจุดประสงค์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAPI 2 จะจัดหาเซตพิเศษของ operations ซึ่ง service provider อาจจะใช้กับ phone devices ความสามารถเพิ่มเติมคือ การระบุ provider และการที่ไม่ถูกดูแลโดยตรงจาก Micorsoft Telephony API

ถัดจากนี้จะเป็นการสรุป TAPI operations ซึ่งจะคอยถามถึงคุณลักษณะของอุปกรณ์จาก service providers และจัดหาข้อมูลเกี่ยวกับสถานะปัจจุบัน

TAPI 2 functions	Description
LineGetDevCaps	ถามถึง line device ที่ระบุ เพื่อคำนวณ telephony capabilities ของ addresses ที่เชื่อมอยู่
LineGetAddressCaps	ถามถึง line device ที่ระบุ เพื่อคำนวณ telephony capabilities ของ addresses ที่ระบุ
LineGetDevConfig	คืนค่าข้อมูลซึ่งเก็บการ configuration ปัจจุบันของอุปกรณ์
LineSetDevConfig	ทำการเก็บข้อมูลการ configuration อุปกรณ์กลับเข้าไปอีกครั้งหนึ่ง
LineConfigDialog	แสดง dialog box ที่อนุญาตให้ผู้ใช้ configure พารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์
lineGetID	คืนค่า device identifier ที่แน่นอน ซึ่งสามารถถูกนำไปใช้ในฟังก์ชั่น TAPI จำนวนมาก หรือใช้กับ API ที่ต่างกัน
LineGetLineDevStatus	ถามอุปกรณ์ถึงสถานะปัจจุบัน เช่น จำนวนของ active calls
LineSetLineDevStatus	Set สถานะอุปกรณ์เช่น การ set ค่าอุปกรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในการบริการ
lineGetIcon	คืนค่า icon ที่ระบุ provider เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้
lineNegotiateExtVersion	อนุญาตให้ application เจรจากับ version เพิ่มเติมเพื่อใช้กับ line device ที่ระบุ
lineDevSpecific	ให้การเข้าถึงลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์
lineDevSpecificFeature	ส่งลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ไปยัง service provider

ตารางที่ 2.6 TAPI 2 functions (Device Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAPI 3 interfaces or methods	Description
ITAddressCapabilities	รับข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของ address
ITAMMediaFormat	Sets และ gets DirectShow™ media format
ITBasicAudioTerminal	Sets และ gets คุณลักษณะของ standard audio terminal เช่น เสียง
ITMediaSupport	รับข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการสนับสนุน media ของ address
ITTerminal	Base interface สำหรับ terminal object , จัดหาข้อมูลเช่น terminal class และ media ที่สนับสนุน
ITTerminalSupport	รับข้อมูลเกี่ยวกับ terminals ที่เชื่อมต่ออยู่ และสร้าง terminals เพิ่มเติม
Provider-Specific Interfaces	สิ่งที่ขึ้นกับ service provider

ตารางที่ 2.7 TAPI 3 interfaces or methods (Device Control)

2.2.14.17 Media Control

media ของ communications session เป็นรูปแบบของข้อมูลที่ถูกส่ง Media controls อนุญาตให้ application จดจำ media types ที่หลากหลาย และทำการปรับลักษณะของ media stream เช่น ปริมาณของการส่งข้อมูลเสียง

ความสามารถในการใช้ media control และ information จะเปลี่ยนแปลงไปตามประเภทของ TAPI application , การสนับสนุน service provider และ local communications environment ข้อความต่อไปนี้จะเป็นการอธิบาย media control โดยทั่วๆ ไป TAPI จะจัดหา framework ที่ยืดหยุ่นสำหรับการทำ controls ดังนั้นความสามารถที่น่าสนใจที่สุดจะถูกระบุให้กับ service provider ที่ถูกให้มา

ภายใต้ telephony ที่ดี application จะมีการควบคุมที่น้อยมากบน media stream ต่อ 1 communications path ที่ถูกติดตั้ง TAPI 2 application จะเข้าถึงบางฟังก์ชันที่อนุญาตให้มันจดจำและส่งผลกลับมาเป็น digits หรือ tones ระหว่างการ' call และมันอาจจะสามารถใช้ wave API เพื่อใช้ควบคุมบน media เพิ่มเติมระหว่าง communications session มิฉะนั้นมันจะไม่มีการเข้าถึง media stream

TAPI 3.0 จะมี Media Service Providers ซึ่งมีการเพิ่มข้อมูลและเพิ่มการ control บน media หรือ communication session จำนวนมาก TAPI 3 application สามารถเข้าถึง media stream ของ session ได้โดยตรง แต่ละ stream จะถูกสร้างขึ้นสำหรับแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

media type ที่รวมอยู่ใน session เช่น voice หรือ video MSPs บางตัวอาจจะทำ substream controls ซึ่งสามารถแบ่ง stream ได้มาก เช่น แบ่งโดยผู้มีส่วนร่วมในกรณีของ IPConf MSP

TAPI 2 functions	Description
lineGatherDigits	เริ่มต้นการรวบรวม digits แบบ buffered บน call ที่ระบุ
LineGenerateDigits	เริ่มต้นการให้กำเนิด digits ที่ระบุ บน call ที่ระบุ ในรูปของ inband tones โดยใช้โหมดการส่งสัญญาณที่ระบุ
LineGenerateTone	สร้าง inband tone ที่ระบุบน call ที่ระบุ
LineMonitorDigits	ทำให้การตรวจพบการได้รับ digits บน call แบบ unbuffered ใช้การได้หรือไม่ได้
LineMonitorMedia	ทำให้การตรวจพบประเภทของ media บน call ที่ระบุ ใช้การได้หรือไม่ได้
LineMonitorTones	ทำให้การตรวจพบ inband tones บน call ใช้การได้หรือไม่ได้
LineSetMediaControl	ทำให้การ control บน media stream ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ line, address หรือ call ที่ระบุ

ตารางที่ 2.8 TAPI 2 functions (Media Control)

TAPI 3 interfaces or methods	Description
ITLegacyCallMediaControl	สนับสนุน legacy applications ซึ่งต้องติดต่อกับอุปกรณ์โดยตรง
ITLegacyWaveSupport	อนุญาตให้ application รู้ว่า terminal ซึ่งถูกสร้างโดย legacy TSP (pre-TAPI 3) สามารถถูกควบคุมโดยใช้ Win32 Wave API หรือไม่
ITStream	อนุญาตให้ application รับค่าข้อมูลบน stream (start, pause , stop the stream) เพื่อเลือกหรือไม่เลือก terminals บน stream และให้มี list ของ terminals ที่ถูกเลือกบน stream
ITStreamControl	อนุญาตให้ application ระบุ , สร้าง หรือ remove media streams

ตารางที่ 2.9 TAPI 3 interfaces or methods (Media Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.14.18 TAPI Shutdown

การ shutdown communication และ application ทั้งหมดอย่างถูกต้อง จำเป็นในการป้องกัน resources จากการที่ยังคงถูกผูกติดกับ calls หรือ application ที่ไม่ต้องการมันอีกต่อไป

TAPI จะจัดหาชุดของฟังก์ชั่นและ methods เพื่อใช้ใน process น่าสังเกตที่ application ต้องคอยรับผิดชอบในการปล่อย allocated memory ให้เป็นอิสระ ไม่ว่าจะเป็นในรูปของโครงสร้างข้อมูล หรือ COM reference

TAPI 2 functions	Description
LineRegisterRequestRecipient	Unregisters application จากการเป็นผู้ควบคุม จัดการ telephony calls.
LineClose	Disconnects application จากการเป็นผู้จัดการในการ call บน line ที่ถูกให้มา
LineShutdown	Shuts down การใช้ line ของ application

ตารางที่ 2.10 TAPI 2 functions (TAPI Shutdown)

TAPI 3 interfaces or methods	Description
ITTAPI::UnregisterNotifications	Removes การลงทะเบียนการแจ้งเหตุต่างๆ ที่กระทำโดย application
ITTAPI::Shutdown	Disconnects application จากการเป็น call manager

ตาราง 2.11 TAPI 3 interfaces or methods (TAPI Shutdown)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.14.19 Basic Telephony Services Reference

Telephony functions พื้นฐานถูกเรียงลำดับโดยลำดับชั้นใน tables ต่อไปนี้ ฟังก์ชันจะถูกบ่งชี้เป็น asynchronous ถ้ามันบ่งชี้ถึงความสำเร็จใน REPLY message ที่ส่งไป application ถ้าฟังก์ชั่นคืนค่าผลลัพธ์ของมันไปยัง application โดยทันทีเสมอๆ ฟังก์ชั่นนี้จะถูกพิจารณาเป็น synchronous

ถัดไปเป็นการจัดกลุ่มตามหน้าที่ของ basic telephony service functions

Address Formats

Addresses

Answering Incoming Calls

Call Drop Functions

Call Handle Manipulation

Call Privilege Control

Call States and Events

Line Status and Capabilities

Line Version Negotiation

Location and Country/Region Information

Making Calls

Opening and Closing Line Devices

Request Recipient Services

TAPI Initialization and Shutdown

Toll Saver Support

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAPI Initialization and Shutdown

lineInitializeEx	เริ่มต้น TAPI line abstraction เพื่อนำมาใช้ โดยการร้องขอ application (Synchronous)
LineShutdown	shuts down การใช้ TAPI's line abstraction ของ application (Synchronous)

ตารางที่ 2.12 TAPI Initialization and Shutdown

Line Version Negotiation

LineNegotiateAPIVersion	อนุญาตให้ application เจรจากับ TAPI version เพื่อใช้งาน (Synchronous)

ตาราง 2.13 Line Version Negotiation

Line Status and Capabilities

LineGetDevCaps	คืนค่าความสามารถของ line device ที่ให้ไป (Synchronous)
LineGetDevConfig	คืนค่า configuration ของ media stream device (Synchronous)
LineGetLineDevStatus	คืนค่าสถานะปัจจุบันของ open line device ที่ระบุ (Synchronous)
LineSetDevConfig	Sets configuration ของ media stream device ที่ระบุ (Synchronous)
LineSetStatusMessages	ระบุการเปลี่ยนแปลงสถานะที่ application ต้องการทราบ (Synchronous)
LineGetStatusMessages	คืนค่า line ปัจจุบันของ application และ set ค่า message ที่บ่งบอกสถานะของ address (Synchronous)
LineGetID	คืนค่า device ID ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ open line ที่ระบุ หรือ address หรือ call (Synchronous)
LineGetIcon	อนุญาตให้ application แสดง icon เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้ (Synchronous)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LineConfigDialog	ให้ provider ของ line device ที่ระบุ แสดง dialog box ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้ configure พารามิเตอร์ต่างๆที่มีความเกี่ยวเนื่องกับ line device (Synchronous)
LineConfigDialogEdit	แสดง dialog box ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงข้อมูลการ configuration สำหรับ line device (Synchronous)

ตารางที่ 2.14 Line Status and Capabilities

Addresses

LineGetAddressCaps	คืนค่า telephony capabilities ของ address (Synchronous)
LineGetAddressStatus	คืนค่าสถานะปัจจุบันของ address ที่ระบุ (Synchronous)
LineGetAddressID	คืนค่า address ID ของ address ที่ระบุ โดยการใช้ format ที่แตกต่างกัน (Synchronous)

ตารางที่ 2.15 Addresses

Opening and Closing Line Devices

lineOpen	Opens line device ที่ระบุเพื่อการ monitoring และ/หรือการควบคุม line ในภายหลัง (Synchronous)
lineClose	Closes opened line device ที่ระบุ (Synchronous)

ตารางที่ 2.16 Opening and Closing Line Devices

Address Formats

lineTranslateAddress	Translates address ระหว่าง address ในรูปของ format ที่ถูกต้องตามบัญญัติกับ format ที่ใช้ในการ dial (Synchronous)
LineSetCurrentLocation	Sets location ซึ่งถูกใช้เป็น context สำหรับ address translation (Synchronous)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LineSetTollList	จัดทำ toll list การโทรทางไกล (Synchronous)
LineGetTranslateCaps	คืนค่า address translation capabilities (Synchronous)

ตารางที่ 2.17 Address Formats

Call States and Events

lineGetCallInfo	คืนค่า fixed information เกี่ยวกับการ call (Synchronous)
lineGetCallStatus	คืนค่าสถานะของ complete call สำหรับ call ที่ระบุ (Synchronous)
lineSetAppSpecific	Sets application-specific field ของ call's information structure (Synchronous)

ตารางที่ 2.18 Call States and Events

Making Calls

lineMakeCall	ทำการโทรออกและคืนค่าการควบคุม call (Asynchronous)
lineDial	Dials (ไปยัง 1 address หรือ มากกว่านั้น) สำหรับ addresses ที่สามารถโทรออกได้ (Asynchronous)

ตารางที่ 2.19 Making Calls

Answering Incoming Calls

lineAnswer	Answers call ที่เข้ามา (Asynchronous)

ตารางที่ 2.20 Answering Incoming Calls

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Toll Saver Support	
lineSetNumRings	ระบุจำนวนของ rings ก่อนที่ call ที่เข้ามาจะถูก answer (Synchronous)
lineGetNumRings	คืนค่าจำนวนที่น้อยที่สุดของ rings ซึ่งถูกร้องขอโดย lineSetNumRings (Synchronous)

ตารางที่ 2.21 Toll Saver Support

Toll Saver Support	
lineSetCallPrivilege	Sets สิทธิพิเศษของ application (Synchronous)

ตารางที่ 2.22 Toll Saver Support

Call Drop Functions	
lineDrop	Disconnects a call หรือล้มเลิก call (Asynchronous)
lineDeallocateCall	Deallocates การควบคุม call ที่ระบุ (Synchronous)

ตารางที่ 2.23 Call Drop Functions

Call Handle Manipulation	
lineHandoff	ห้ามยุ่งกับ call ที่มีเจ้าของ และ/หรือ เปลี่ยนแปลงสิทธิพิเศษของ application ในการ call (Synchronous)
lineGetNewCalls	คืนค่าการควบคุม call เพื่อทำการ call บน line หรือ address ที่ระบุ ซึ่ง application ยังไม่ได้ทำการควบคุม (Synchronous)
lineGetConfRelatedCalls	คืนค่า list ของการควบคุม call ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ conference call เดียวกัน ซึ่งอยู่ในรูปพารามิเตอร์ (Synchronous)

ตารางที่ 2.24 Call Handle Manipulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.14.20 TAPI Functions

Tapi.dll module จะส่ง TAPI functions ซึ่งใช้ในการพัฒนา TAPI client applications เช่น applications ที่ใช้ในการโทรออก TAPI functions และ structures จะถูกอธิบายใน Tapi.h header file

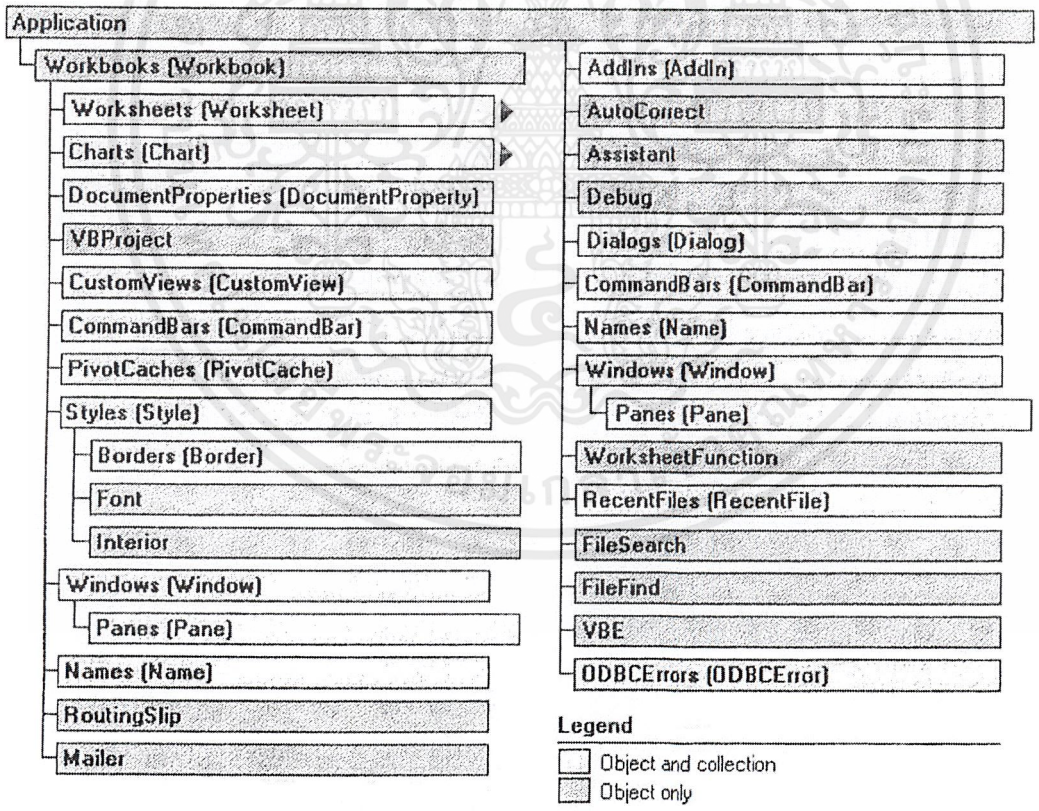
TAPI functions จะถูกระบุเป็น asynchronous ถ้ามันสามารถคืนค่าก่อนการ making a call ไปยัง application callback function นอกเหนือจากนี้มันจะถูกระบุเป็น synchronous

2.2.14.21 Element By Version

ในอดีต ถ้าโปรแกรมเมอร์ TAPI ต้องการรู้ว่า version ไหนของ TAPI สนับสนุนฟังก์ชั่นพิเศษใด ก็จะต้องทำการ search ใน ไฟล์ tapi.h

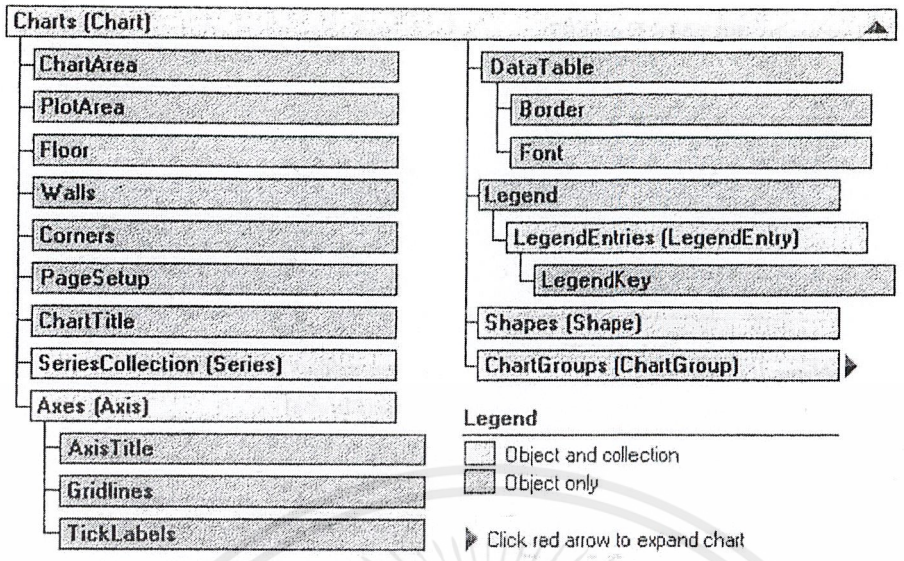
2.2.15 **การสืบค้นผลสอบจากไฟล์** Microsoft Excel

โครงสร้างของโปรแกรม Microsoft Excel มีองค์ประกอบ ดังรูป

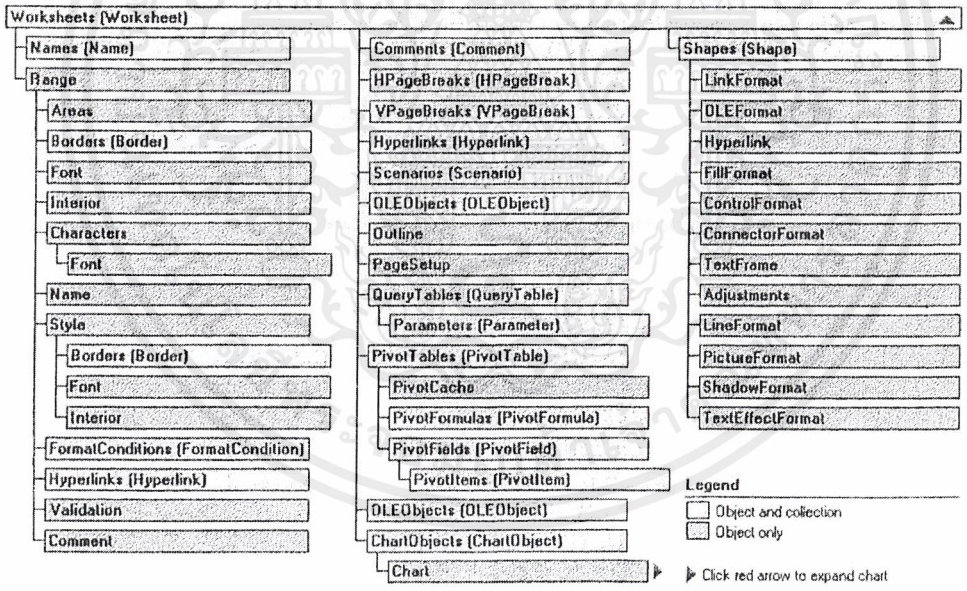


รูปที่ 2.30 Microsoft Excel Object Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

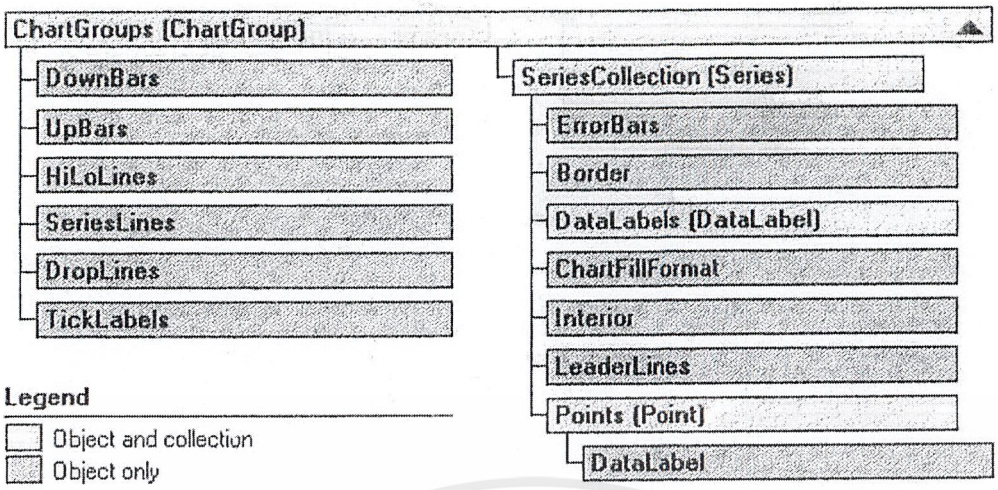


รูปที่ 2.31 Microsoft Excel Object Model (ต่อ)



รูปที่ 2.32 Microsoft Excel Object Model (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 Microsoft Excel Object Model (ต่อ)

แต่ละองค์ประกอบถูกสร้างขึ้นมาโดยใช้หลักการของ Component Object Model ทำให้สามารถนำส่วนต่างๆ มาใช้ใหม่ได้โดยทำการ Instance ชิ้นส่วนนั้นเสมือนกับว่าเป็น Object หนึ่งที่มี method และตัวแปรสมาชิกที่เรียกใช้งานได้ทันทีจากฝั่ง Client หรือ Application ที่เรียกใช้ ดังจะกล่าวต่อไปในเรื่อง Component Object Model

	A	B	C	D	L
6	ลำดับที่	เลขที่สอบ	ชื่อ-นามสกุล		สาขาวิชา
7	1	40013	นางสาวจารุกัญญ์	สมบัตินา	คณิตศาสตร์ประยุกต์
8	2	40019	นางสาวกาญจน์กนก	ใบยา	คณิตศาสตร์ประยุกต์
9	3	40051	นายทัศยุ	จุลสุคนธ์	เคมีอุตสาหกรรม
10	4	40052	นายนิติ	ถนอมศรี	เคมีอุตสาหกรรม
11	5	40053	นายวสุ	จอนสมาน	ฟิสิกส์ประยุกต์
12	6	40054	นายวีรพงษ์	ศิริวิบูลย์	วิทยาการคอมพิวเตอร์
13	7	40091	นางสาวอริณี	ผู้พัฒนพงศ์	สถิติประยุกต์
14	8	40102	นายเอกพล	จงพิศุทธิโสภณ	ฟิสิกส์ประยุกต์
15	9	40120	นางสาวกิรณา	ธรรมสุข	เคมีอุตสาหกรรม
16	10	40127	นางสาวสุภัชยา	บุญประสม	สถิติประยุกต์

รูปที่ 2.34 แสดงตาราง Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.16 Component Object Model

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์มีรูปแบบในการพัฒนาหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันรูปแบบที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันคือ การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบโครงสร้าง (Structure Software Development) เป็นรูปแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ภายใต้หลักการที่มีการแยกส่วนของฟังก์ชันการทำงานและข้อมูล(Data) ออกจากกัน การพัฒนาจะให้ความสำคัญกับฟังก์ชันการทำงานเป็นหลัก มีการแตกฟังก์ชันการทำงานออกเป็นฟังก์ชันย่อย เพื่อลดความซ้ำซ้อนของระบบ และแก้ไขการทำงานเมื่อฟังก์ชันนั้นเมื่อทำงานผิดพลาดได้ง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์รูปแบบนี้ ได้แก่ Data Flow Diagram ,Structure Chart และ Entity Relationship Diagram รูปแบบการพัฒนาอย่างนี้ค่อนข้างดี แต่ก็ยังมีข้อเสียบางประการที่พบ คือ การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ทำได้ลำบากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการ(Requirement) นอกจากนี้ ซอฟต์แวร์ที่มีการพัฒนาขึ้นมาแต่ละครั้ง มักไม่ถูกนำมาใช้ใหม่ในการพัฒนาซอฟต์แวร์อื่น ๆ ถัดไป ซึ่งเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่ากล่าวคือขาดความสามารถในการนำซอฟต์แวร์ที่พัฒนาแล้วกลับมาใช้ใหม่ (Reusability)

การพัฒนาซอฟต์แวร์รูปแบบใหม่ที่ได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบันรูปแบบหนึ่งในอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์คือ การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Component Base (Component Base Development) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์ในแบบเดิม ที่ทำการสร้างการทำงานทุกอย่างเองหมดและรวมกันอยู่เป็นซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ มาเป็นการพัฒนาชิ้นส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่า Component โดยที่Component เหล่านี้นำมาสร้างเป็นซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่อีกทีหนึ่ง

แนวโน้มในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในปัจจุบันApplication ส่วนใหญ่มักถูกออกแบบให้ทำงานร่วมกับ Application ตัวอื่นได้ การที่ Application เหล่านั้นจะสามารถติดต่อกันได้ แน่นอนการติดต่อย่อมต้องเป็นไปในลักษณะของการขอใช้บริการและการให้บริการซึ่งกันและกัน ดังนั้น Applicationที่จะมีความสามารถดังกล่าวได้ จะต้องถูกออกแบบมาเฉพาะตามรูปแบบที่ได้กำหนด คือ COM(Component Object Model) และเรียกชิ้นส่วนซอฟต์แวร์ที่ให้บริการนั้นว่า COM Object

Component Object Model(COM) เป็นสถาปัตยกรรมทางซอฟต์แวร์ชนิดหนึ่งที่ได้นำเอาไบนารีซอฟต์แวร์คอมโพเนนต์(Binary Software Components) มาสร้างเป็น Application และ COM ยังเป็นสถาปัตยกรรมพื้นฐานของไฮเลเวล ซอฟต์แวร์ เซอร์วิส (Higher – level Software Service)เช่นเดียวกับ Object Linking and Embedded(OLE)

อีกนัยหนึ่งคือ COM เป็นสถาปัตยกรรมที่ทำให้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ สามารถติดต่อทำงานร่วมกันได้ โดยใช้มาตราฐานแบบ Binary Object คือวิธีการติดต่อกันจะใช้หลักการทาง Object Oriented แต่ Object ที่ว่านี้จะอยู่ในรูปโปรแกรมที่คอมไพล์แล้วซึ่งอาจจะเป็น DLL หรือโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สามารถทำงานได้โดยตัวเอง เช่น โปรแกรม EXE ก็ได้ด้วยวิธีการนี้โปรแกรมที่ติดต่อกันก็ไม่จำเป็นต้องเขียนด้วยภาษาเดียวกันก็ได้ ผลก็คือผู้พัฒนาซอฟต์แวร์สามารถใช้วิธีการมาตรฐานเพียงอย่างเดียวเท่านั้นในการที่จะทำให้ซอฟต์แวร์ของตนติดต่อทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ของผู้อื่นได้ ไม่จำเป็นต้องทราบว่าซอฟต์แวร์ที่เราจะติดต่อด้วยจะเขียนด้วยภาษาอะไร

1) **ส่วนประกอบของ** COM Object

COM Object ก็มีส่วนประกอบเหมือนกับObject ทั่ว ๆ ไป แต่ว่าในส่วนของฟังก์ชันที่เป็นสมาชิกแล้ว มันจะมีการจัดกลุ่มเอาฟังก์ชันที่มีการทำงานในลักษณะที่เกี่ยวข้องกันไว้ด้วยกันเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมี Function table เฉพาะเป็นของตัวเอง ดังนั้น COM Object จึงมีได้หลาย Function table แต่ละ Function table นี้เราจะเรียกว่าเป็นส่วนของ Interfaceนั่นก็คือมันสามารถมีได้มากกว่า 1 Interface(Multi Interface) ซึ่งต่างจากObject ทั่วไปที่มีได้เพียง 1 Interface (Single Interface) เท่านั้น

2) **คุณสมบัติของ** COM Object

COM Object จะมีคุณสมบัติทุกอย่างเหมือนกับObject ทั่วไป จะแตกต่างกันก็เพียงเรื่องของการสืบทอดคุณลักษณะจากคลาสพ่อซึ่งจะมีแค่เพียงการสืบทอดในส่วนของ Interface เท่านั้น เหตุผลก็คือ Implementation inheritance นั้นอาจทำให้สูญเสียคุณสมบัติ Encapsulation ของคลาสที่เป็นParent ได้

ส่วนในเรื่องของการนำเอาส่วนโปรแกรมที่มีอยู่แล้วกลับมาใช้ใหม่นั้น COM Object อาศัยกลไกที่เรียกว่า Containment และ Aggregation ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไปในหัวข้อเรื่องของการนำCode กลับมาใช้ใหม่

3) Interface

ทุกInterface จะมีชื่อ 2 ชื่อ ชื่อหนึ่งเป็นชื่อทั่วไปที่ใช้เรียกหรืออ้างอิงถึงโดยคนทั่วไป เป็นชื่อตัวอักษรส่วนใหญ่จะให้ขึ้นต้นอักษร I เพื่อสื่อความหมายว่าเป็นชื่อของ Interface โดยปกติชื่อนี้จะไม่มีความเป็นเอกเทศเนื่องจากว่าอาจมีนักพัฒนาบางกลุ่มที่พัฒนา Object ขึ้นมาแล้วมีชื่อInterface ไปตรงกับของคนอื่นได้ทำให้เวลาใช้งานเกิดความไม่สะดวกและอาจเกิดการผิดพลาดขึ้นได้ ตัวอย่างของชื่อทั่วไปนี้ก็เช่น IUnknown ซึ่งเป็นชื่อของ Interfaceหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมากดังจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อส่วนสำคัญของ Interface

ส่วนอีกชื่อหนึ่งเป็นชื่อที่ถูกใช้งานหรืออ้างอิงโดยซอฟต์แวร์ เป็นชื่อที่ซับซ้อนกว่าชื่อทั่วไป แต่จะมีความเป็นเอกเทศคือรับประกันได้ว่าไม่ซ้ำกับชื่อของInterfaceอื่นแน่นอนซึ่งเรามักจะบอกกันว่ามันเป็น Globally Unique Identifier (GUID) ในเชิงของซอฟต์แวร์มันจะถูกเรียกว่า Interface Identifier (IID)โดยจะมีลักษณะเป็นค่าของตัวเลขขนาด16 Byte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำให้ชื่อนี้มีความเป็นเอกเทศได้นั้นต้องอิงกับลักษณะสองประการ คือความเป็นเอกเทศในเรื่องของเวลาและสถานที่ ซึ่งจะใช้เวลา ณ ขณะที่ COM Object นั้นถูกสร้างขึ้นมาในการบ่งบอกถึงความเป็นเอกเทศแต่เท่านี้ยังไม่พอยังต้องรวมกับแอดเดรสของเครื่องที่มันถูกสร้างขึ้นมาด้วย ซึ่งในแต่ละเครื่องก็จะใช้หมายเลขของการ์ด Network เป็นตัวที่จะบ่งบอกถึงความเป็นเอกเทศในเรื่องของสถานที่ได้หรือหากว่าไม่มีการ์ดดังกล่าวก็จะใช้วิธีการสุ่มตัวเลขขึ้นมาแทน ทั้งเวลาและสถานที่ดังกล่าวถูกนำมารวมกันแล้วสร้างให้เป็น IIDขึ้นมา

ในการสร้าง COM Object นั้นสามารถพัฒนาได้โดยใช้ภาษาโปรแกรมใด ๆ ที่เป็นภาษาแบบ Object เช่น C++ หรือ Visual Basic และ Tool อื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งก็จะช่วยให้เราสามารถพัฒนา Object ขึ้นมาได้ง่าย

4) Dispatch Interface

การที่จะให้ทุกๆ Component รู้จัก method ของใน Component จะต้องมี Interface มาตรฐานชุดหนึ่งหนึ่ง Interface นี้จะเรียกว่า Dispatch Interface ภายใน Interface นี้จะมี method มาตรฐานชื่อ Invoke เพื่อทำหน้าที่อ้างถึง method อื่นๆ ใน Interface โดยใช้ ID ของ method (DISPID) แทนการเข้าถึงโดยใช้ pointer ไปยัง method นั้นโดยตรง เมื่อทำการ Instance Interface นี้มาใช้งานฝั่ง Client จะสามารถเรียกใช้ method ใน Interface นี้ได้เหมือนกับเป็น public method ของ object ปกติทั่วไป ดังจะยกตัวอย่างเป็นภาษา Visual Basic ได้ดังนี้

```
Sub SpellCheck()
    Dim Obj As Excel.Application
    Set Obj = CreateObject("Excel.Application")
    Word = InputBox("Enter word")
    If Obj.CheckSpelling(Word) Then  MsgBox("Valid word")
    Else  MsgBox("Word not found")
    End If
End Sub
```

จากตัวอย่างจะมีการประกาศตัวแปรที่เป็น Application Object ของ Excel ด้วยข้อความ Dim Obj As Excel.Application จากนั้นจึงทำการสร้าง Application Object ด้วยคำสั่ง CreateObject("Excel.Application") แล้วกำหนดค่าของ Obj ให้เป็น Application Object ที่สร้างขึ้นมาใหม่นี้ด้วยคำสั่ง Set เมื่อตัวแปร Obj ได้รับการกำหนดค่าเรียบร้อยแล้วจะสามารถใช้งานได้เหมือนกับเป็น Application Object คือจะมีตัวแปรและ method ที่เป็นสมาชิกของ Object ให้เรียกใช้ได้จากฝั่ง Client ในที่นี้คือ โปรแกรมที่เขียนขึ้นจาก Visual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Basic นั่นเอง ถ้าจะมองให้ลึกลงไปในขั้นตอนของการสร้าง Object นั้นจะมีการเรียก CoCreateInstance ซึ่งฟังก์ชันใน COM library ที่ใช้สำหรับสร้าง Instance ของ Component โดยกำหนด CLSID ของ Component ลงไปและ CLSID นี้จะได้มาจากการค้นหาในไฟล์ Registry ของวินโดวส์ ในไฟล์นี้จะมีส่วนหนึ่งที่เก็บชื่อของ Object และค่า CLSID ของ Object นั้นอยู่คู่กัน ส่วนหน้าที่ในการค้นนี้จะตกเป็นของฟังก์ชัน CreateObject ของ Visual Basic

2.2.17 แฟ้มข้อมูลเสียง

ข้อมูลเสียงสำหรับการแจ้งผลสอบทางโทรศัพท์จะเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูลเสียง เมื่อต้องการแจ้งข้อมูลออกทางสายโทรศัพท์โปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลเสียงที่ต้องการแล้วส่งให้โมเด็มแปลงเป็นสัญญาณเสียงออกไปตามสายโทรศัพท์โดยแฟ้มข้อมูลเสียงที่ใช้ในการตอบรับมีดังนี้

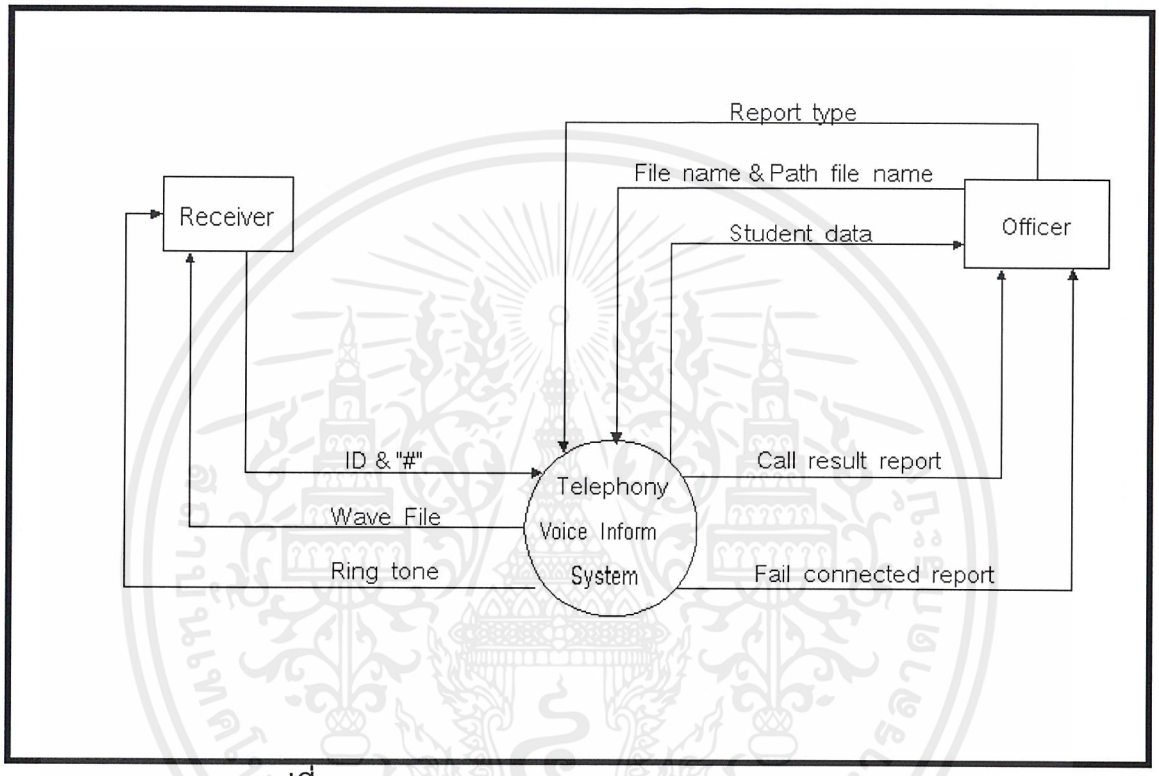
1. แฟ้มข้อมูลเสียงแสดงการต้อนรับผู้สอบถามเข้าสู่ระบบ เช่น “ขอต้อนรับเข้าสู่ระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถ้าท่านเป็นผู้ที่สามารถรับฟังผลสอบได้ กรุณากดเครื่องหมาย “#” หรือวางสายเพื่อยกเลิกการติดต่อ”
2. แฟ้มข้อมูลเสียงแจ้งให้กดรหัสประจำตัวสอบ
3. แฟ้มข้อมูลเสียงตัวเลข 0-9 ใช้ในการทวนรหัสประจำตัวสอบ โดยจะอ่านข้อมูลเสียงตัวเลขขึ้นมาตามรหัสที่ใช้ ข้อมูลเสียงของตัวเลขที่อ่านเข้ามานี้จะอยู่ในลักษณะที่แยกกันเป็นตัวเลขเดี่ยวๆ ดังนั้นจะต้องทำการเรียบเรียงเสียงของตัวเลขเหล่านี้ขึ้นมาใหม่เพื่อให้เป็นรหัสประจำตัวที่ถูกต้องก่อนที่จะส่งไปให้โมเด็มแจ้งออกไปทางสายโทรศัพท์
4. แฟ้มข้อมูลเสียงแจ้งว่ากดรหัสผิดพลาด ให้กดรหัสใหม่
5. แฟ้มข้อมูลเสียงของแต่ละสาขาวิชา เช่น “วิทยาการคอมพิวเตอร์” “คณิตศาสตร์ประยุกต์”เป็นต้นโดยการเลือกแฟ้มข้อมูลเสียงของสาขาวิชาจะเทียบจากชื่อสาขาวิชาที่ค้นได้จากข้อมูลผลสอบของผู้สมัครสอบที่เก็บอยู่ในไฟล์ข้อมูลตามที่กล่าวมาแล้ว
6. แฟ้มข้อมูลเสียงรายละเอียดการรายงานตัว เช่น “หลักฐานที่ต้องนำมา คือ หนึ่ง บัตรประจำตัวสอบ สอง สำเนาทะเบียนบ้าน
7. แฟ้มข้อมูลเสียงการแจ้งผลการสอบ เช่น ในกรณีที่สอบผ่าน “สอบได้สาขาวิชา” ถ้าสอบไม่ผ่าน “สอบไม่ผ่าน”
8. แฟ้มข้อมูลเสียงการออกจากระบบ เช่น “ขอบคุณที่ใช้บริการระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

Data flow Diagram ของโปรแกรม

3.1 Context Diagram



รูปที่ 3.1 แสดง Context Diagram แผนภาพรวมระบบ

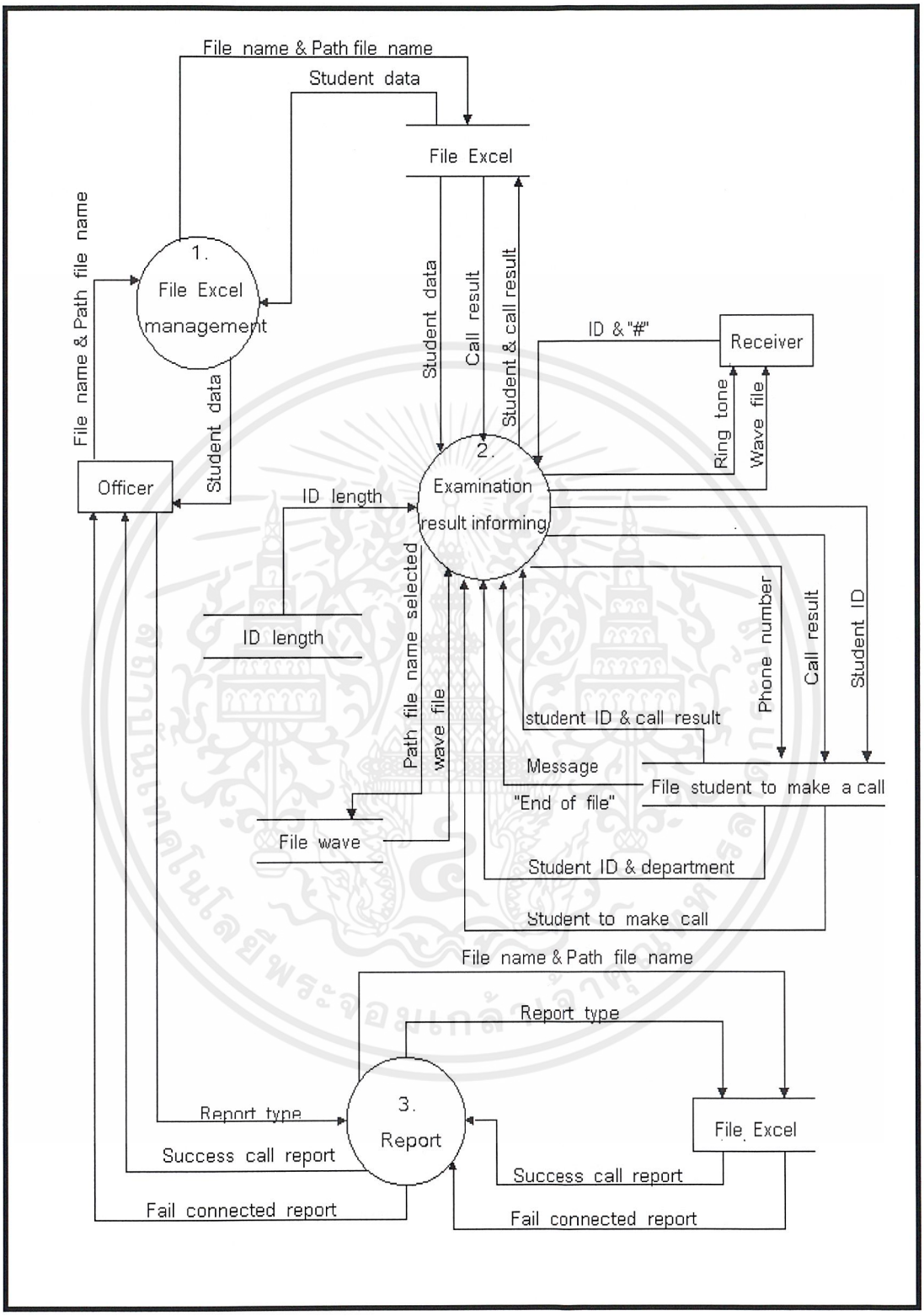
จากรูปที่ 3.1 แสดง Context Diagram ของระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ 2 Entity ภายนอก ดังนี้

1. Officer : Officer หมายถึงผู้ใช้โปรแกรม ซึ่งจะให้ข้อมูลผู้สอบ ระบุชื่อและตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์ผลสอบ (*.xls) และระบุชนิดของการแสดงผลรายงาน เพื่อให้ระบบส่งข้อมูลรายการผลการโทรของผู้สอบที่ทำการโทรสำเร็จแล้ว และรายการค้างโทร

2. Receiver : Receiver หมายถึงผู้รับสายโทรศัพท์ โดยระบบจะส่งสัญญาณ Ring tone ไปทางเครื่องรับโทรศัพท์ จากนั้น Receiver จะให้ข้อมูลกับระบบว่าได้มีผู้รับสายโทรศัพท์แล้ว และให้ข้อมูลรหัสประจำตัวผู้สอบ เพื่อให้ระบบนำข้อมูลที่ได้ไปทำการตรวจสอบ แล้วส่งข้อมูลเสียง (wave file) ผลสอบแจ้งไปยัง Receiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Data Flow Diagram Level 1



รูปที่ 3.2 แสดง DFD Level 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

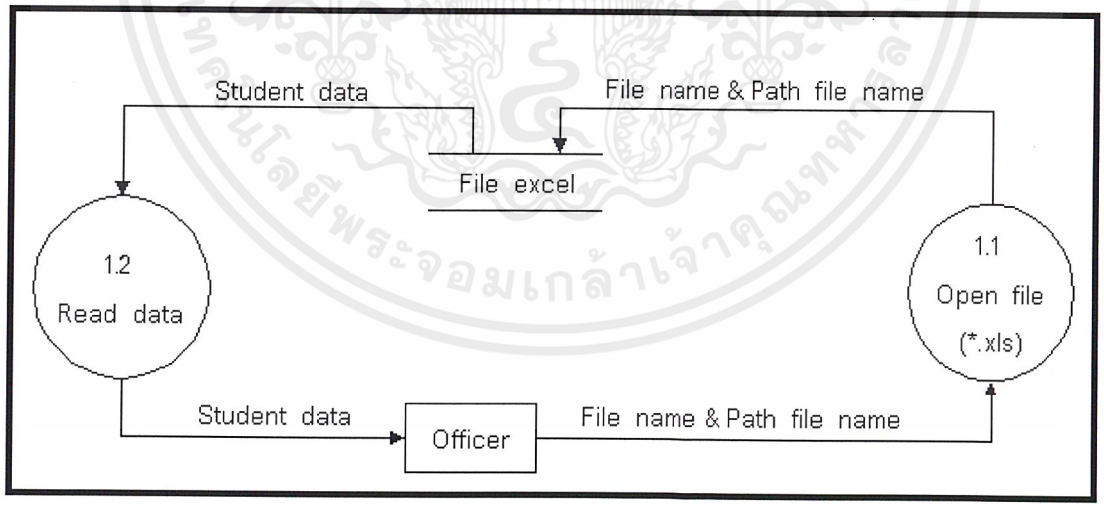
จากรูปที่ 3.2 แสดง DFD ระดับที่ 1 ซึ่งระบบจะแบ่งออกเป็น 3 process

1. File Excel management
2. Examination result informing
3. Report

DFD Level 1 จะเป็นการมองภาพการทำงานของระบบระหว่าง Process ต่างๆ เป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ระบบรับข้อมูลชื่อไฟล์และตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์ Excel ที่จะนำไปใช้ในการโทรแจ้งผลสอบจาก Officer
2. ระบบทำการโทรแจ้งผลสอบโดยใช้ข้อมูลผู้สมัครสอบจากไฟล์ Excel เลือกเฉพาะรายการที่ยังไม่ได้โทร หรือโทรไม่สำเร็จ จากนั้นระบบจะทำการโทรแจ้งผลสอบโดยส่งสัญญาณ Ring tone ไปยัง Receiver แล้วรอรับข้อมูลรหัสผู้สมัครสอบ และข้อมูลเสียงที่ใช้จะนำมาจากไฟล์ Wave
3. หลังการโทรแจ้งผลสอบ ระบบจะทำการส่งข้อมูลผลการโทรไปยังไฟล์ Excel
4. ในส่วนรายงาน ระบบจะรับข้อมูลประเภทรายงานจาก Officer แล้วนำไปค้นหารายการที่ต้องการจากไฟล์ Excel ส่งให้ Officer ต่อไป

3.3 Data Flow Diagram Level 2 ของ File Excel Management



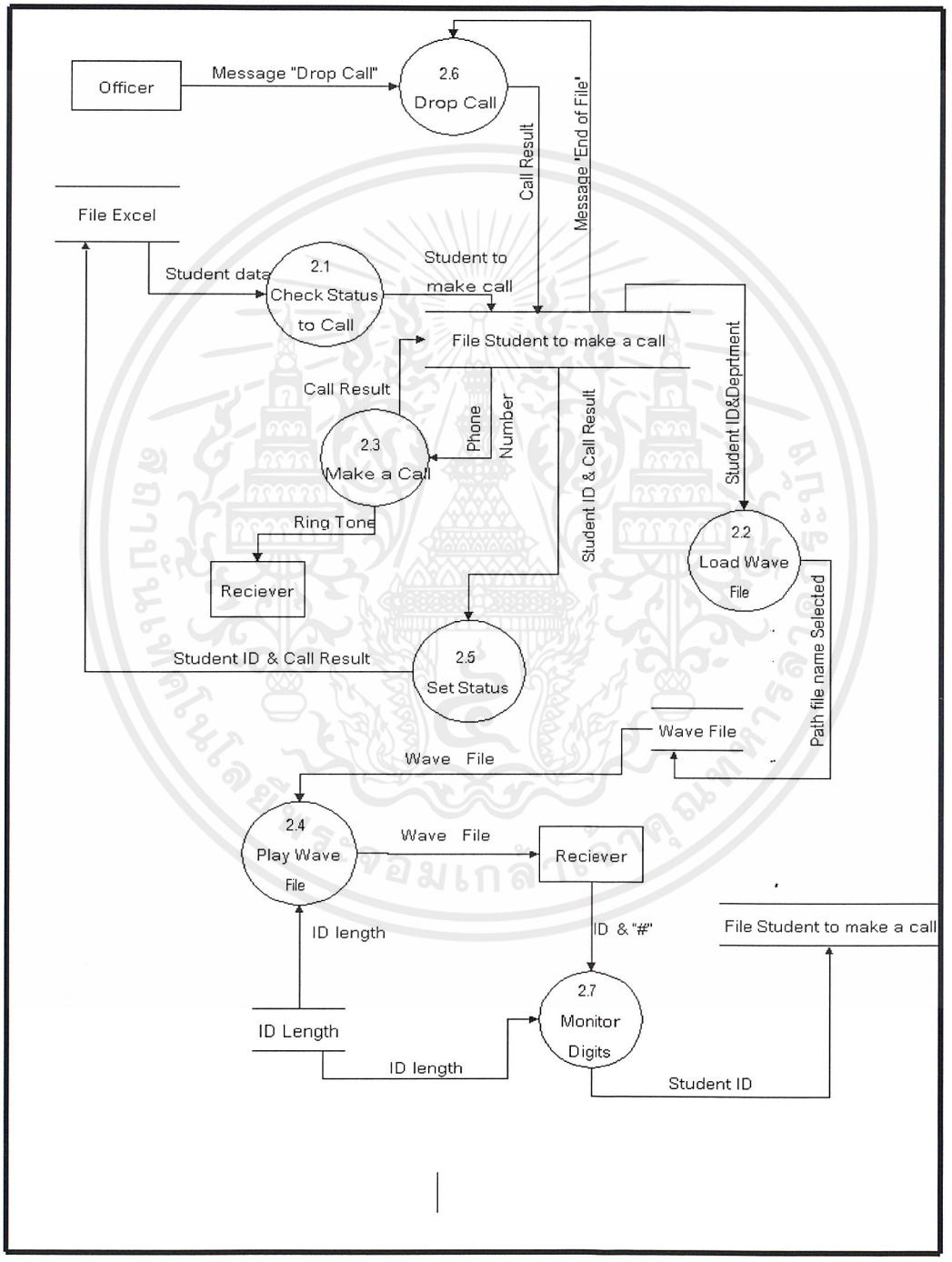
รูปที่ 3.3 แสดง DFD Level 2 ของ File excel management ใน Level 1

จากรูปที่ 3.3 แสดง DFD ระดับที่ 2 ขยายการทำงานของ Process File Excel management ในระดับที่ 1 ซึ่งมีการทำงาน 2 Process Process นี้จัดการเกี่ยวกับระบบไฟล์ Excel มีการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Officer ทำการส่ง File name และ Path file name ไปยังระบบเพื่อทำการเปิดไฟล์ Excel ที่ระบุ
2. Process Read data จะไปดึงข้อมูลผู้สมัครสอบ จากไฟล์ Excel แล้วส่งให้ Officer

3.4 Data Flow Diagram Level 2 ของ Examination Result Informing



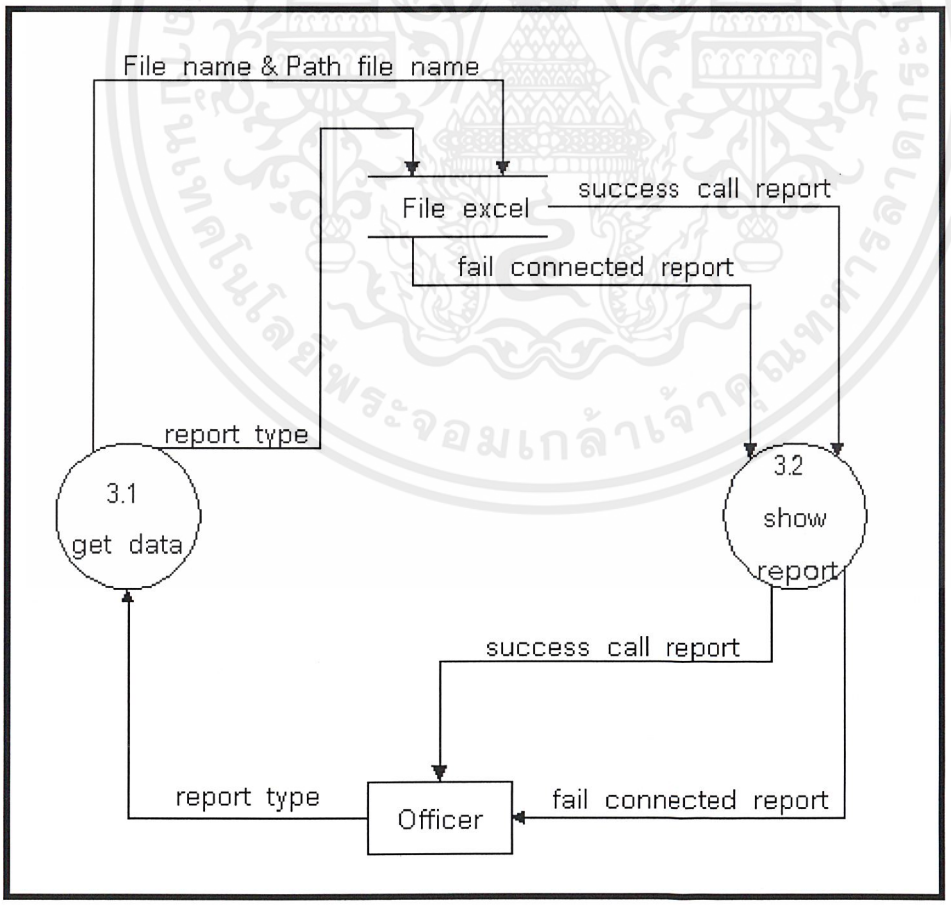
รูปที่ 3.4 แสดง DFD Level 2 ของ Examination result informing ใน Level 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.4 แสดง DFD ระดับที่ 2 ขยายการทำงานของ Process Examination result informing ในระดับที่ 1 ซึ่งมีการทำงาน 7 Process Process นี้จัดการเกี่ยวกับการโทรแจ้งผลสอบ มีการทำงานดังนี้

1. ระบบทำการเช็คผลการโทรออกจากไฟล์ Excel เพื่อหารายการที่ยังไม่ได้โทรและโทรยังไม่สำเร็จ
2. ระบบทำการโทรออกไปยัง Receiver
3. ระบบทำการ Load ไฟล์เสียงที่ต้องใช้ โดยดูข้อมูลจากรายการที่ต้องทำการโทรออก
4. ระบบนำข้อมูลไฟล์เสียงส่งไปยัง Receiver
5. ระบบทำการตรวจสอบการกดปุ่มของ Receiver โดยเช็คความถูกต้องจากรายการที่ต้องทำการโทร
6. เมื่อสิ้นสุดการโทร ระบบทำการวางสายโดยรับคำสั่งจาก Officer หรือเมื่อสิ้นสุดไฟล์ข้อมูล จากนั้นระบบจะส่งข้อมูลผลการโทรออกไปยังไฟล์ Excel

3.5 Data Flow Diagram Level 2 ของ Report



รูปที่ 3.5 แสดง DFD Level 2 ของ Report ใน Level 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 แสดง DFD ระดับที่ 2 ขยายการทำงานของ Process Report ในระดับที่ 1 ซึ่งมีการทำงาน 2 Process Process นี้จัดการเกี่ยวกับการทำรายงาน มีการทำงานดังนี้

1. ระบบทำการดึงข้อมูลไฟล์ Excel โดยรับประเภทของรายงานที่ต้องการจาก Officer
2. ระบบทำการแสดงผลรายงานไปยัง Officer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ประเมินและอภิปรายผล

4.1 ลักษณะของระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์(Telephony Voice Inform System)

การพัฒนาระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการแจ้งผลสอบซึ่งได้รับไฟล์ผลสอบมาจากเจ้าหน้าที่ของคณะวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่จะเป็นผู้เริ่มต้นสั่งการโทรออกไปแจ้งผลกับนักเรียนที่ได้ลงทะเบียนขอรับฟังผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ทางกลุ่มจัดทำได้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Visual C++ มีลักษณะการทำงานดังนี้

- มีระบบการจัดการไฟล์ผลสอบ ในรูปของไฟล์ Excel
- สามารถแจ้งผลสอบผ่านทางสายโทรศัพท์ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อผู้ใช้กดปุ่มเริ่มทำการโทรออก และดึงเบอร์โทรศัพท์มาจากไฟล์ Excel
- บันทึกเสียงและเปลี่ยนเสียงในแต่ละส่วนของการแจ้งผลสอบได้
- สามารถเพิ่มสาขาวิชาได้ตามความเหมาะสม
- สามารถแก้ไขข้อกำหนดระบบได้ เช่น กำหนดความยาวรหัสประจำตัวผู้สอบในแต่ละปี และกำหนดช่วงระยะเวลาการรอรับสายได้
- สามารถบันทึกรายละเอียดการโทรแจ้งผลลงในไฟล์ Excel ได้
- เชื่อมต่อกับ Voice Modem ได้ทันที
- มีระบบข้อความเสียงตอบรับ และ ข้อความเสียงแสดงขั้นตอนการทำงาน
- สามารถใช้ได้กับโทรศัพท์ธรรมดาหรือผ่านตู้สาขา และสามารถโทรแจ้งผลได้กับระบบโทรศัพท์บ้าน, มือถือ, PCT หรือผ่านตู้สาขาได้เช่นกัน
- มีหน้าจอแสดงสถานะของระบบ

4.2 ข้อกำหนดของการประเมิน

ติดตั้งโปรแกรมไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องต้องต่อเข้ากับเครื่อง Voice Modem 1 เครื่องที่มีสายโทรศัพท์ต่ออยู่ด้วย

การประเมิน

การทดสอบการใช้งานของระบบ ทำการทดสอบเมื่อวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2545

1. เริ่มการใช้งานโปรแกรมโดยการระบุไฟล์ผลสอบที่ต้องการแจ้งให้กับโปรแกรม
2. ระบุความยาวของรหัสประจำตัวสอบ และกำหนดระยะเวลาในการรอรับสาย
3. สั่งโทรแจ้งผลสอบไปยังโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โปรแกรมจะรอการรับสายตามเวลาที่กำหนดเอาไว้ในข้อ 2 หากเกินเวลาที่กำหนด ระบบจะวางสายและเริ่มโทรเบอร์ถัดไป
5. เมื่อมีผู้รับสายระบบจะเปิดเสียงต้อนรับและรอรับรหัสประจำตัวสอบ โดยการกดปุ่มโทรศัพท์ตามด้วยเครื่องหมาย '*'
6. เมื่อได้รับรหัสประจำตัวผู้สอบเรียบร้อยแล้ว ระบบจะตรวจสอบความถูกต้องของรหัส โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลรหัสที่มีอยู่ในไฟล์ Excel ที่ได้เลือกไว้ในข้อ 1
7. หากกดรหัสถูกจะมีเสียงทวนเลขหมายที่กดปุ่ม หากกดผิดจะมีเสียงแจ้งให้ทราบว่ากดรหัสผิดให้กดรหัสใหม่อีกครั้ง
8. เมื่อกดรหัสถูกต้องแล้วระบบจะแจ้งผลสอบของนักเรียนตามรหัสประจำตัวสอบนั้น
9. มีการบันทึกสถานะการโทรแจ้งผล
10. มีเสียงข้อความจบการทำงาน
11. โปรแกรมจะเริ่มต้นการโทรแจ้งผลใหม่ในเบอร์ถัดไป จนกระทั่งไม่มีข้อมูลในไฟล์ และไม่มีการกดหยุดแจ้งผลสอบ

4.3 การอภิปรายผล

หลังจากการทดสอบการใช้งานของระบบ พบว่า สามารถใช้งานได้ดี ระบบสามารถโทรออกไปแจ้งผลสอบได้อย่างเรียบร้อย ในส่วนของระบบโทรศัพท์ดำเนินไปอย่างเรียบร้อย แต่มีข้อเสียในเรื่องของเสียงตอบรับที่เบา ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากผ่านตู้สาขา (PABX) และโปรแกรมที่ใช้อัดเสียง ซึ่งคณะจัดทำได้เคยทดลองก่อนหน้านี้โดยใช้โทรศัพท์สายตรง พบว่า ไม่เกิดปัญหานี้

การทดสอบครั้งนี้จะเป็นแนวทางการนำระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ไปใช้เป็นระบบแจ้งผลสอบของคณะได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ ได้ดำเนินตามวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้วางไว้ คือ สามารถทำการโทรแจ้งผลสอบให้แก่ผู้สมัครสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เชื่อมโยงข้อมูลจากรูปแบบไฟล์ข้อมูล Excel มาสู่ระบบโทรศัพท์พื้นฐานได้ในรูปแบบของข้อความเสียง เป็นการพัฒนาระบบสื่อสารด้วยเสียงผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ ซึ่งระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์นี้ช่วยก่อให้เกิดความถูกต้อง รวดเร็วในการแจ้งผลสอบ ก่อให้เกิดความสะดวกแก่ผู้สมัครสอบที่มีภูมิลำเนาอยู่ห่างไกลจากสถาบันและนอกจากนี้ยังช่วยลดจำนวนบุคลากรของทางสถาบันในการคอยแจ้งผลสอบให้กับผู้ที่โทรเข้ามาสอบถามอีกด้วย

อนึ่ง การพัฒนาระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ยังมีข้อเสนอแนะอีกส่วนหนึ่งซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป กล่าวคือ

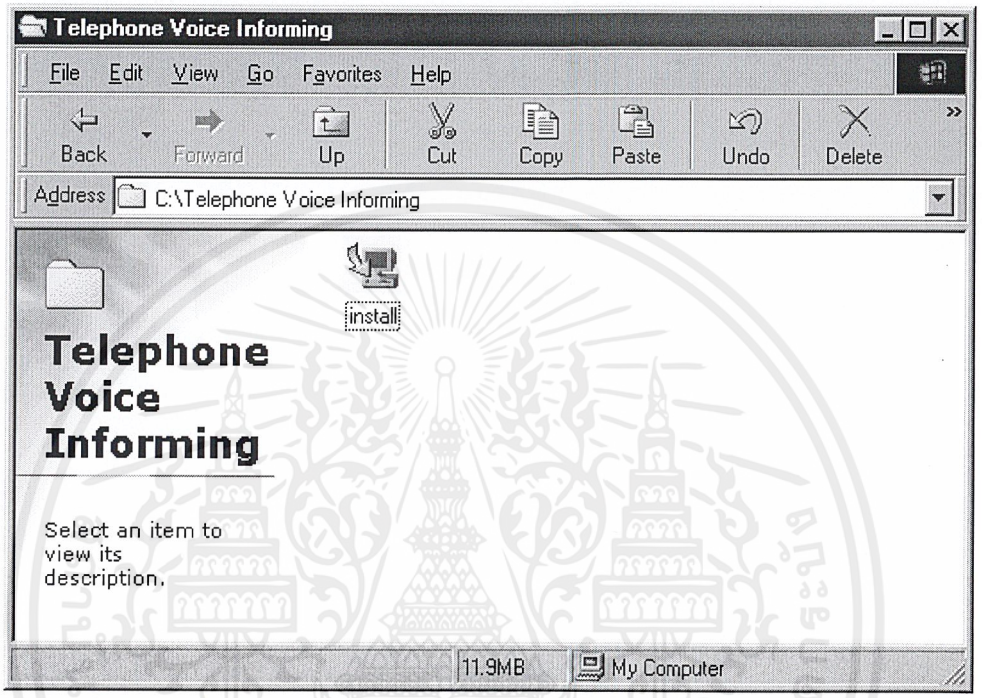
1. โปรแกรมส่วนที่ทำการโทรออกผ่านเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน ใช้ภาษา Visual C++ และฟังก์ชัน TAPI ในการพัฒนา ดังนั้น ควรศึกษาภาษา Visual C++ และฟังก์ชันต่างๆของ TAPI ระยะหนึ่งก่อนเนื่องจากฟังก์ชันการทำงานเกี่ยวกับโทรศัพท์ ต้องมีความเข้าใจในระดับหนึ่ง
2. ระบบทำงานเองอัตโนมัติ (Automatic Alert) เป็นส่วนที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้พัฒนาต่อไป กล่าวคือ หากสามารถทำระบบที่สามารถทำงานด้วยตัวเอง หรือ ตั้งเวลาให้ทำงานตามกำหนดได้ ระบบก็จะมีความสมบูรณ์สูงสุด ในขั้นตอนที่มีความจำเป็นในระบบนี้ คือ
   - สามารถตั้งเวลาการโทรออกโดยอัตโนมัติได้
   - สามารถตั้งเวลาการหยุดโทรออกโดยอัตโนมัติได้
3. การพัฒนาขั้นตอนระบบแจ้งผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งคณะจัดทำมีแนวคิดที่ให้พัฒนาต่อไป คือ
   - พัฒนาระบบข้อความให้สามารถฟังข้อความแบบวนซ้ำข้อความ โดยควบคุมจากปุ่มกดโทรศัพท์
   - พัฒนาระบบคุณภาพเสียงข้อความให้ดีมากยิ่งขึ้น โดยใช้โปรแกรมบันทึกเสียงที่มีคุณภาพ เนื่องจากผลที่ได้จากการทดสอบเสียงที่ได้ยินเบามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

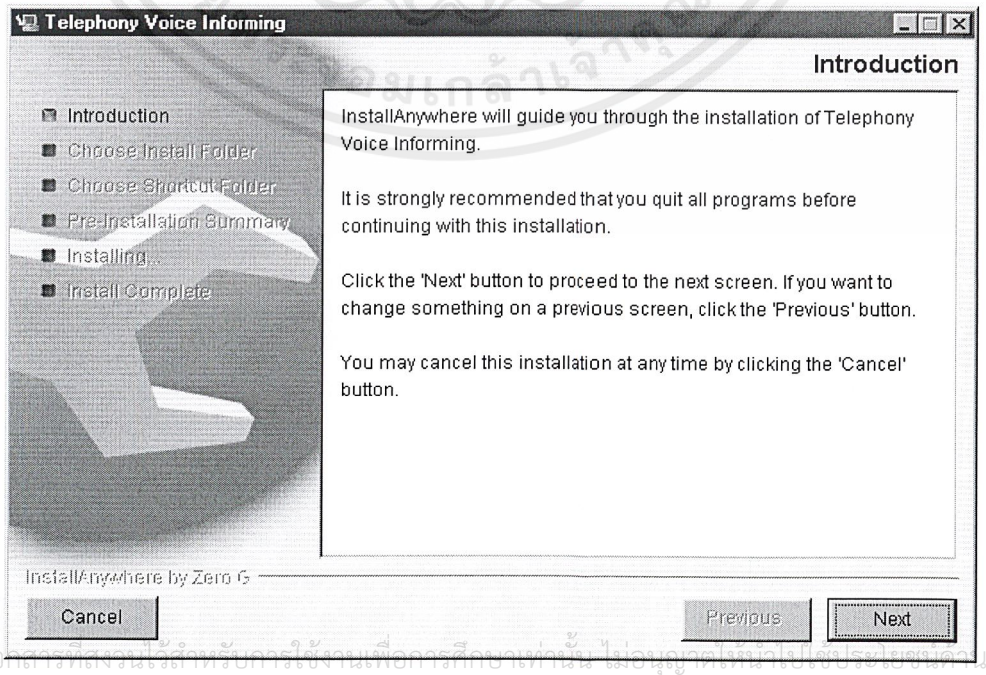
ภาคผนวก
การติดตั้งโปรแกรมและคู่มือการใช้งาน

1. การติดตั้งโปรแกรมลงบนเครื่อง

1.1 Double Click ที่ install ดังรูป

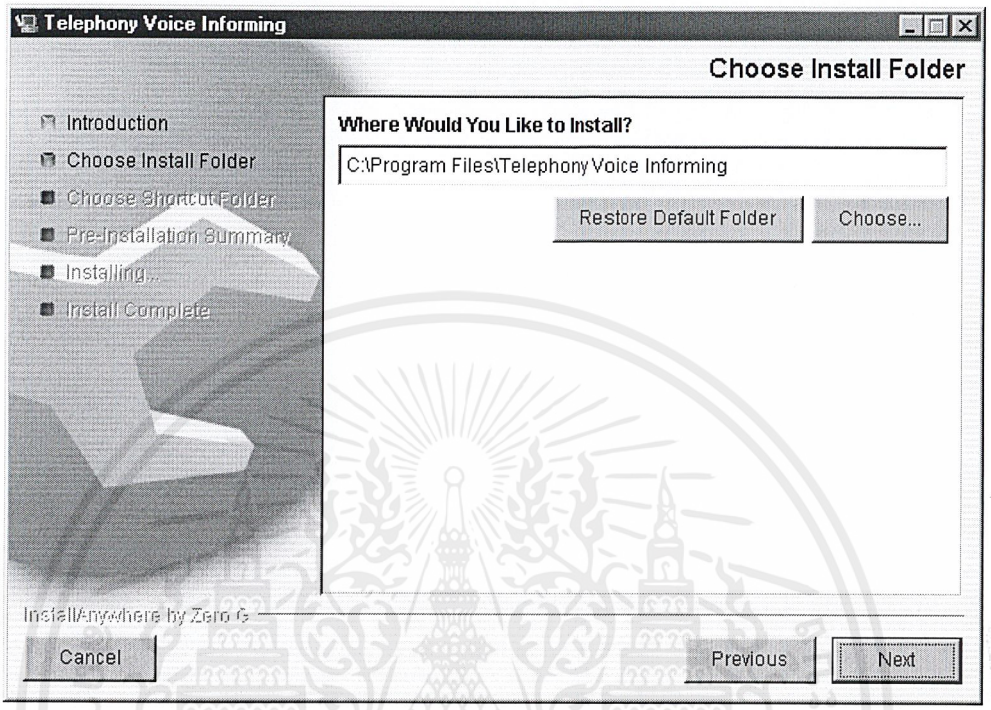


1.2 จากนั้นรอจนปรากฏหน้าจอแสดงขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม ขั้นแรก คือ introduction ให้ทำการ Click ที่ปุ่ม Next ดังรูป

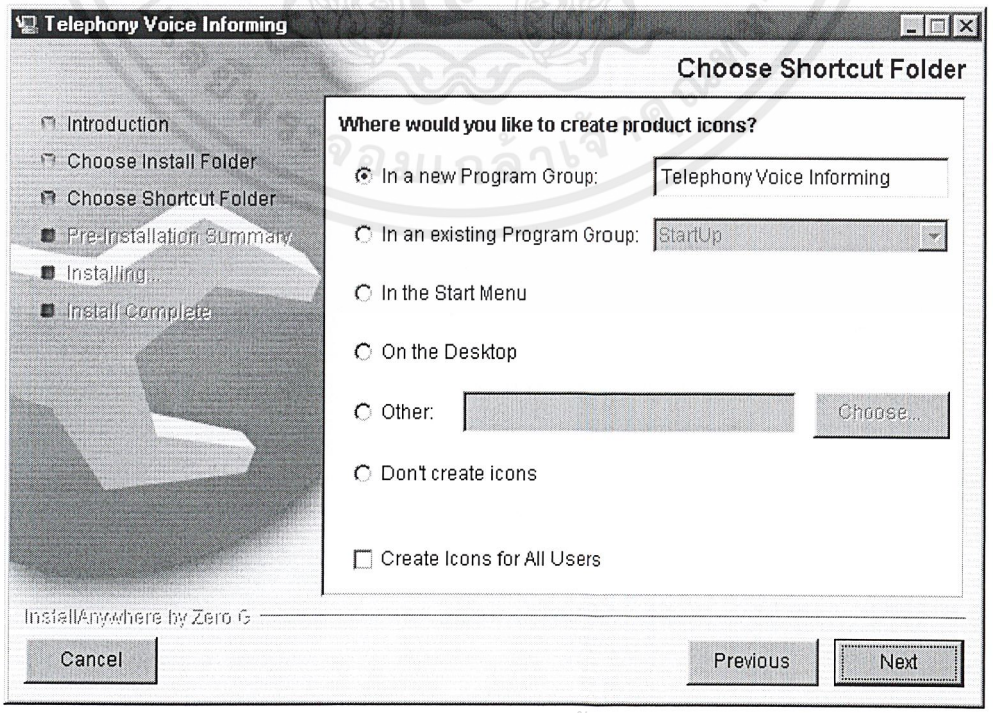


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขั้นต่อมาเป็นการกำหนด Folder ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรมโดยในที่นี้จะกำหนดค่า Default มาให้คือ C:\Program Files\Telephony Voice Informing ให้ผู้ใช้ Click ปุ่ม Next ***ไม่ต้องเปลี่ยน Folder***

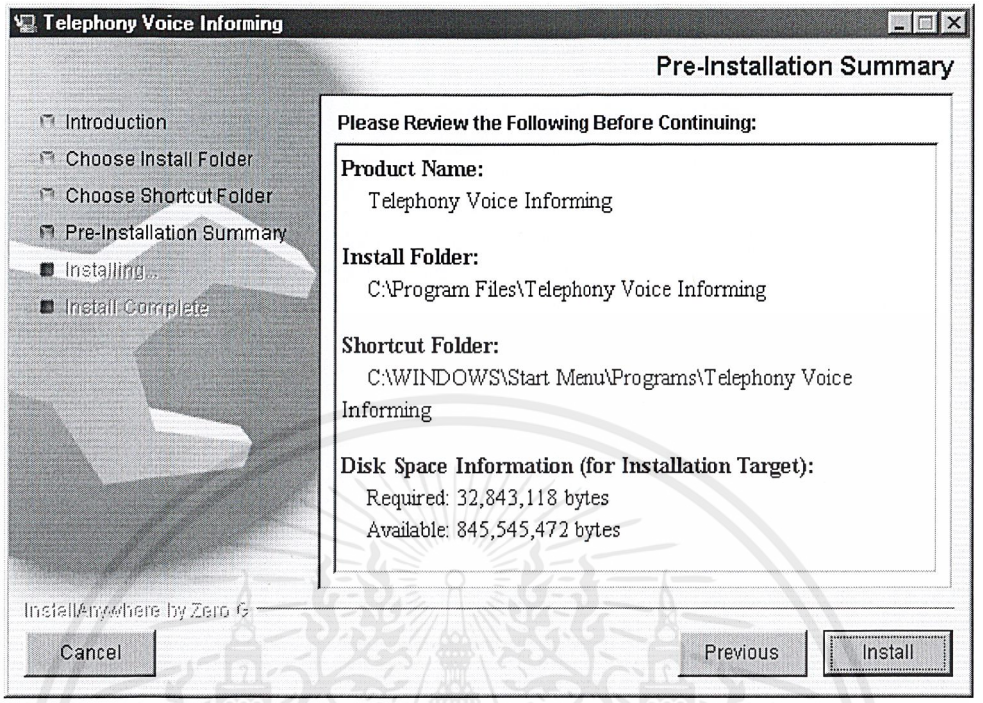


1.4 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้เลือกพื้นที่ที่ต้องการสร้าง Icon ของโปรแกรมเมื่อทำการเลือกเสร็จแล้วให้ Click ปุ่ม Next ดังรูป

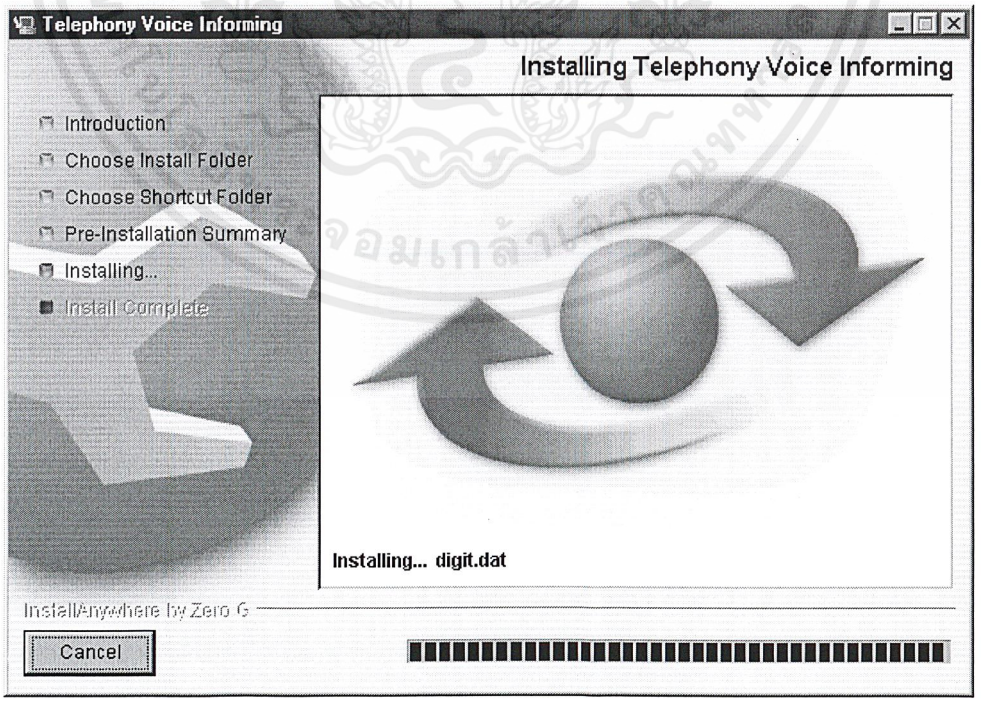


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ในขั้นตอนนี้จะแสดงข้อมูลก่อนทำการติดตั้งให้ผู้ใช้ Click ที่ปุ่ม Install ดังรูป

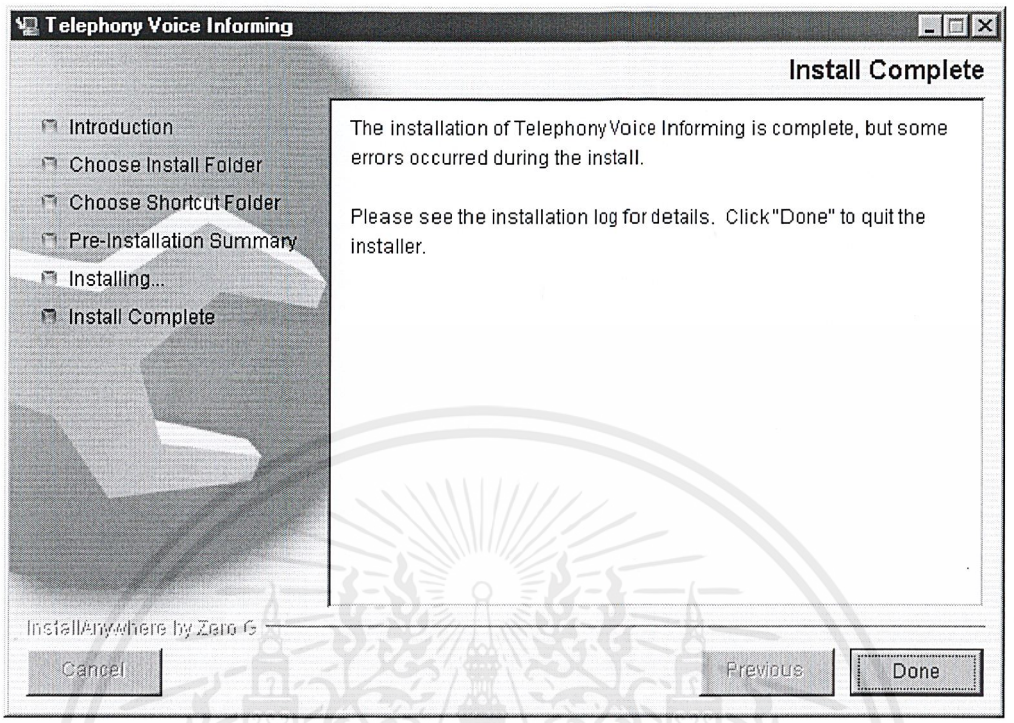


1.6 จะปรากฏหน้าจอแสดงความคืบหน้าของการติดตั้งไฟล์ในขณะนั้น ดังรูป ให้รอจนกระทั่งขึ้นหน้าจอถัดไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 เมื่อปรากฏหน้าจอดังรูป ให้ Click ปุ่ม Done เป็นอันเสร็จการติดตั้งโปรแกรม



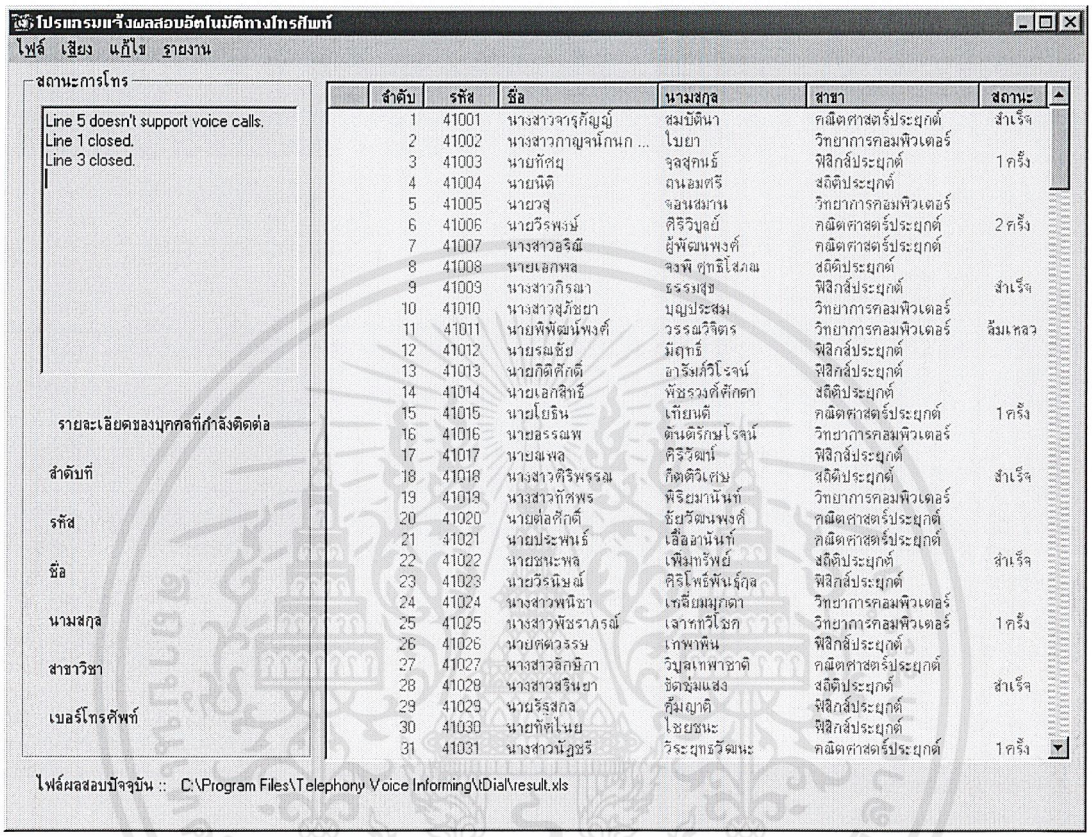
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **คู่มือการใช้งาน**

2.1 เริ่มแรกระบบจะเข้าสู่หน้าจอหลัก ให้ผู้ใช้ Click ปุ่ม "เข้าสู่ระบบ" เพื่อเข้าสู่ระบบ

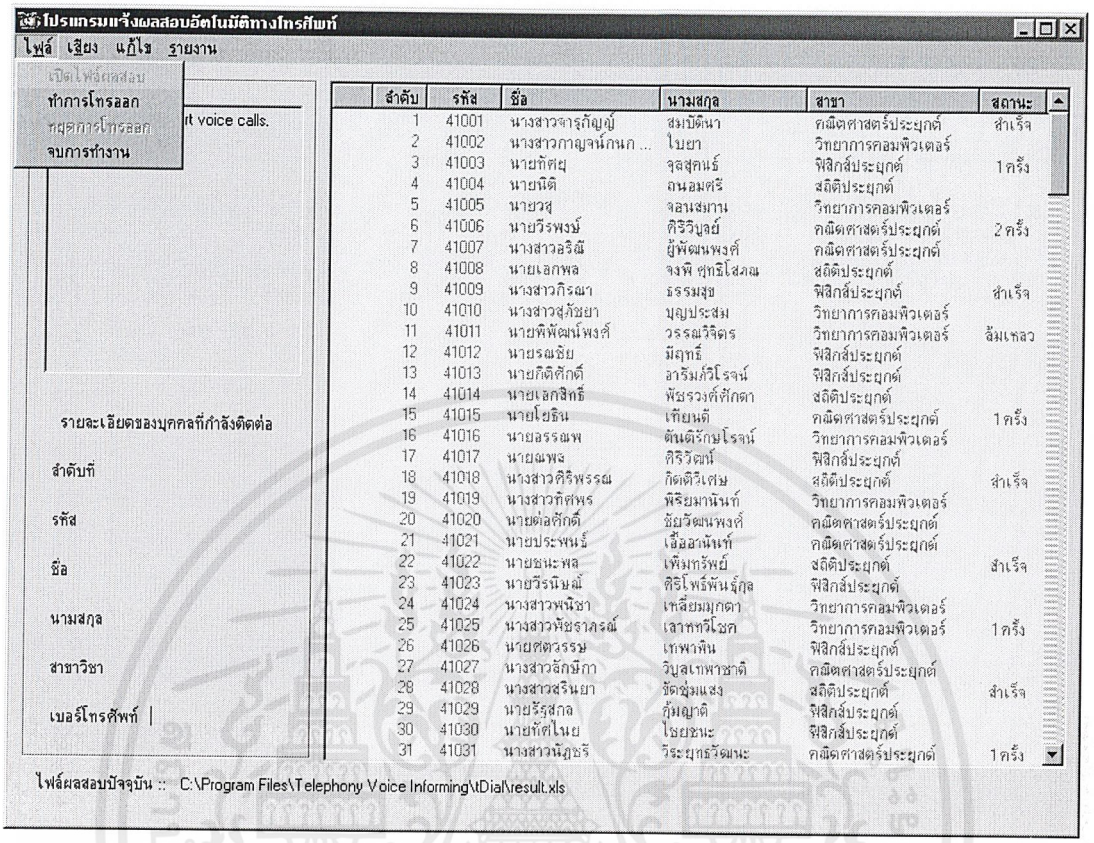
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ถ้าผู้ใช้เข้าสู่ระบบ จะปรากฏหน้าจอดังภาพ สังเกตที่ช่องสถานะการโทร ถ้าไม่มีข้อความใดขึ้น แสดงว่าต่อโมเด็มเรียบร้อยแล้ว ถ้าขึ้นว่า line ใด closed แสดงว่ายังไม่ได้ต่อโมเด็ม ให้ต่อโมเด็มที่ line นั้น ถ้าขึ้นว่า line ใดไม่ support แสดงว่าต่อโมเด็ม line นั้นไม่ได้

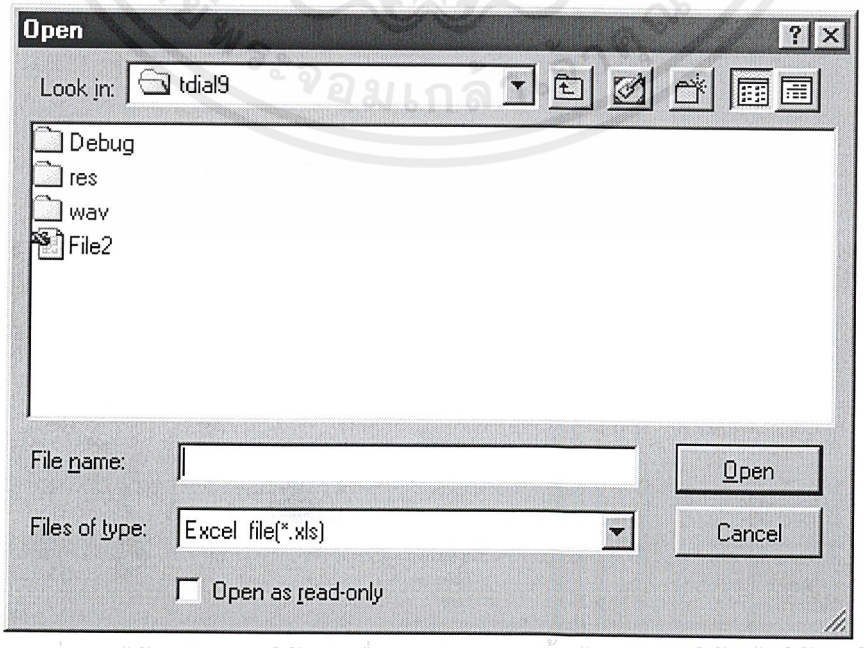


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผู้ใช้ต้องทำการเลือกไฟล์ข้อมูลผลสอบที่ใช้ในการโทรออก โดย Click เมนู "ไฟล์" → "เปิดไฟล์ผลสอบ"

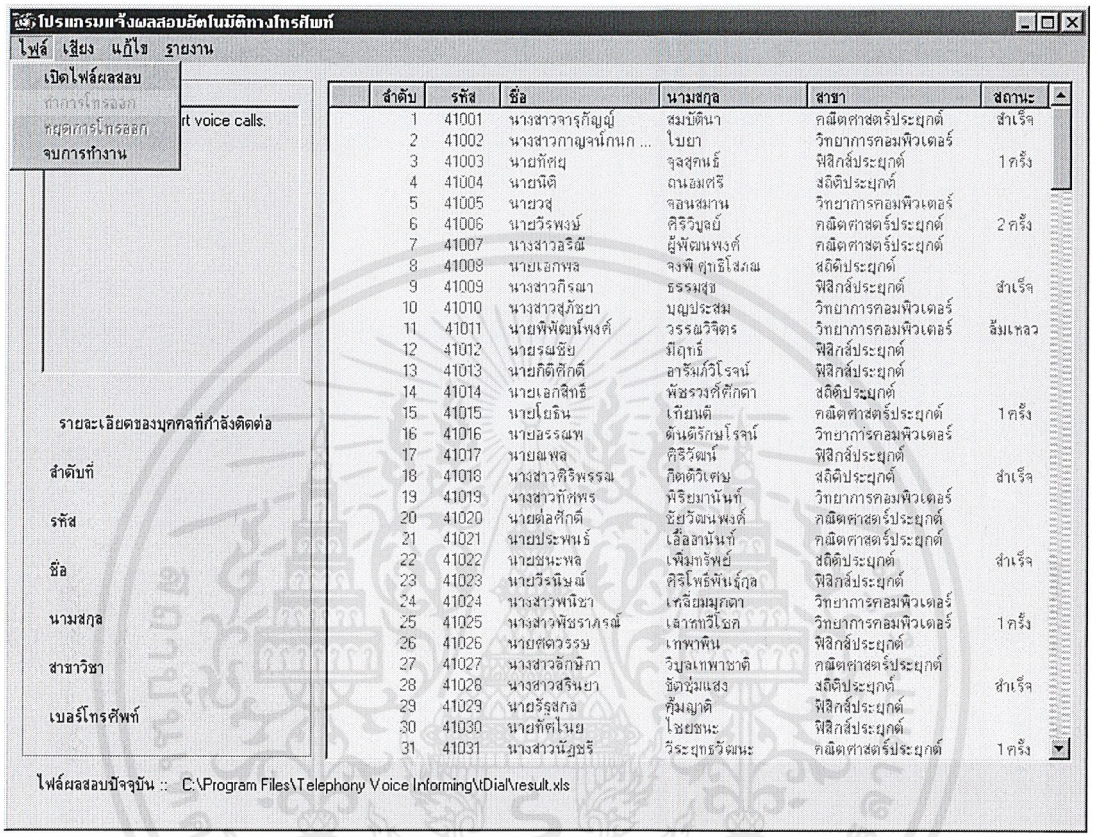


2.4 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังภาพ ให้ผู้ใช้เลือกไฟล์ข้อมูลผลสอบ (ไฟล์ Excel) ที่ต้องการ แล้ว Click ปุ่ม "Open"

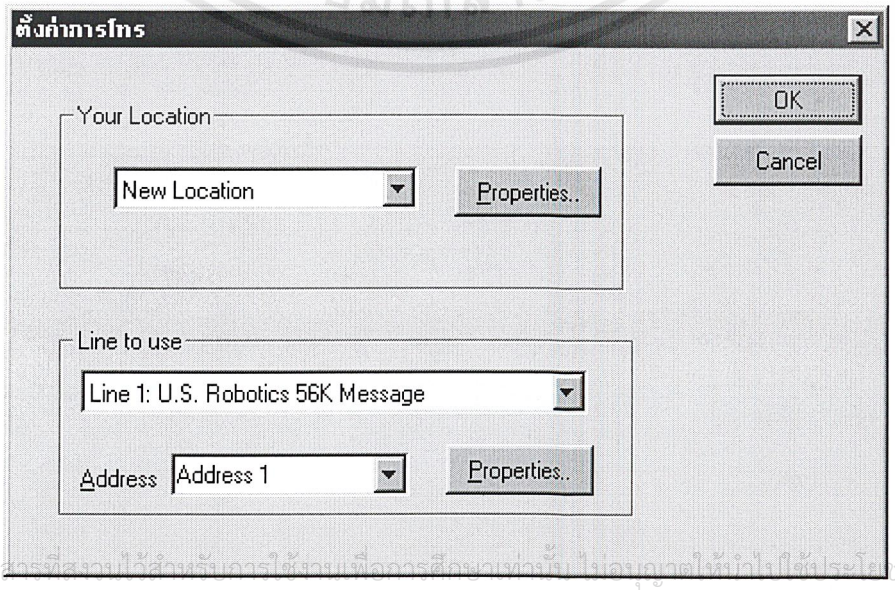


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เมื่อผู้ใช้ทำการเปิดไฟล์ผลสอบแล้วก็สามารถทำการโทรออกได้โดย Click เมนู "ไฟล์" → "ทำการโทรออก" หรือถ้าผู้ใช้ไม่ได้เปิดไฟล์ผลสอบก่อน ระบบจะทำการโทรออกโดยใช้ไฟล์ผลสอบที่เป็น default หรือไฟล์ผลสอบที่ใช้ครั้งหลังสุด ไฟล์ผลสอบที่ใช้จะปรากฏที่ด้านล่างของหน้าจอดังภาพ และที่ด้านขวาของหน้าจอจะแสดงรายการในไฟล์นั้น

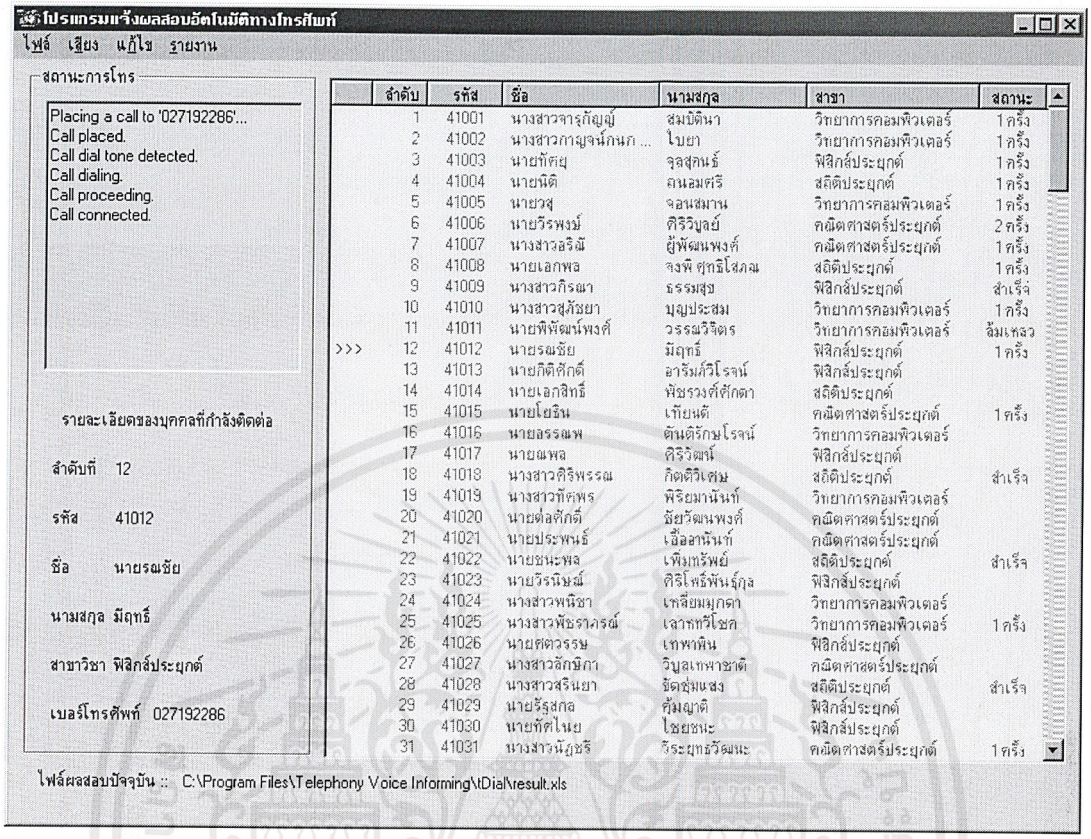


2.6 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังภาพ ในช่อง Line to use ให้ผู้ใช้ทำการเลือกโมเด็มที่ต้องการแล้ว Click ปุ่ม "OK"



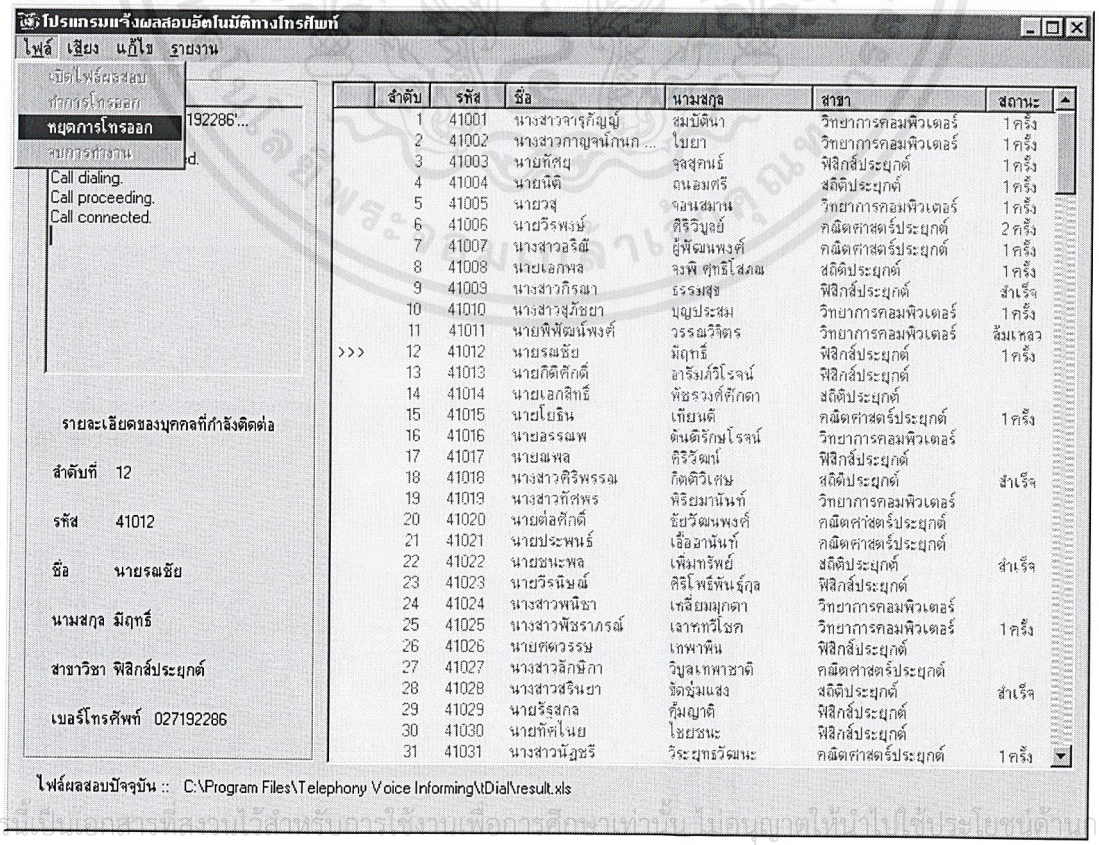
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ระบบจะทำการโทรออกดังภาพ หน้าจอจะแสดงรายละเอียดของบุคคลที่กำลังติดต่อ



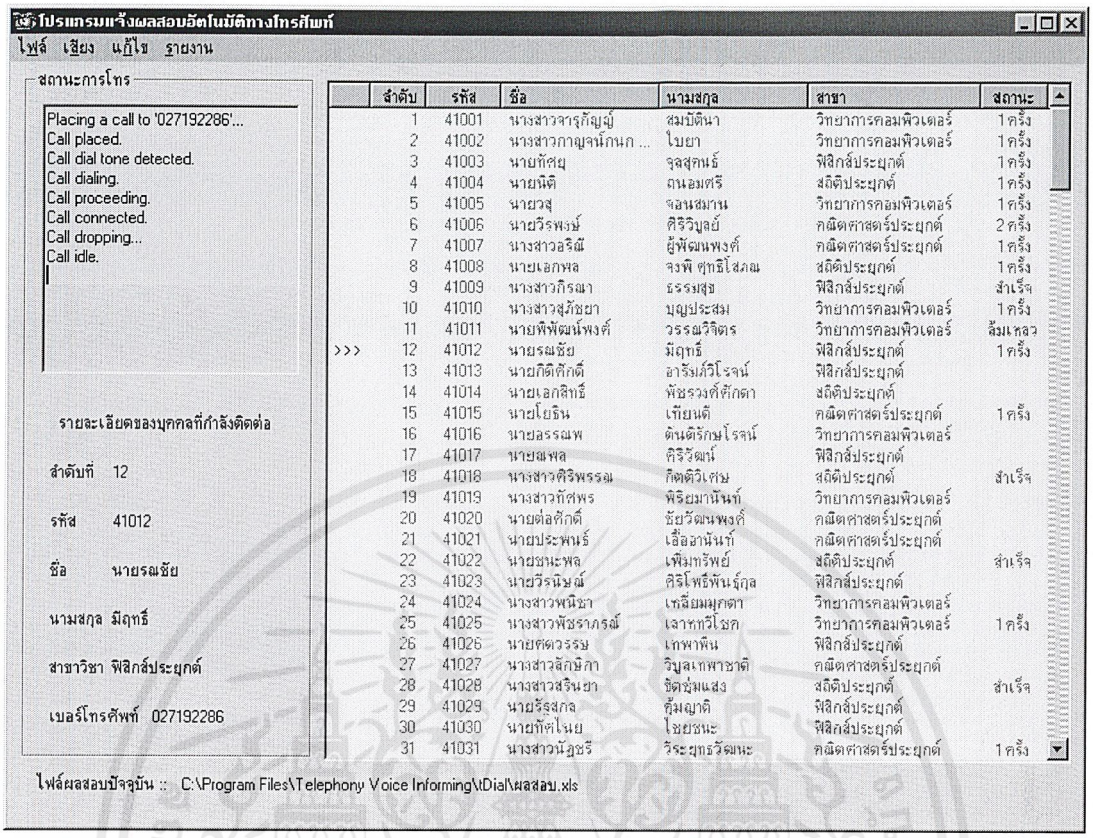
	ลำดับ	รหัส	ชื่อ	นามสกุล	สาขา	สถานะ
	1	41001	นางสาวจารุกัญญ์	สมบัติน่า	วิทยาการคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง
	2	41002	นางสาวกาญจน์กนก ...	ไขยา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง
	3	41003	นายทัศน์	จุลสุกนธ์	ฟิสิกส์ประยุกต์	1 ครั้ง
	4	41004	นายนิติ	ถนอมศรี	สถิติประยุกต์	1 ครั้ง
	5	41005	นายวสุ	จอนสมาน	วิทยาการคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง
	6	41006	นายวีรพงษ์	ศิริวิบูลย์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	2 ครั้ง
	7	41007	นางสาวอริณี	ผู้พัฒนพงศ์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	1 ครั้ง
	8	41008	นายเอกพล	จงพิ ศุทธิโสภณ	สถิติประยุกต์	1 ครั้ง
	9	41009	นางสาวกิรณา	ธรรมสุข	ฟิสิกส์ประยุกต์	สำเร็จ
	10	41010	นางสาวสุภัชยา	บุญประสม	วิทยาการคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง
	11	41011	นายพิพัฒน์พงศ์	วรรณวิจิตร	วิทยาการคอมพิวเตอร์	ล้มเหลว
>>>	12	41012	นายรณชัย	มีฤทธิ์	ฟิสิกส์ประยุกต์	1 ครั้ง
	13	41013	นายกิตติศักดิ์	อารีมล์วิโรจน์	ฟิสิกส์ประยุกต์	
	14	41014	นายเอกสิทธิ์	พัชรวงศ์ศักดา	สถิติประยุกต์	
	15	41015	นายโยธิน	เทียนดี	คณิตศาสตร์ประยุกต์	1 ครั้ง
	16	41016	นายอรรณพ	ต้นตีรักษโรจน์	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
	17	41017	นายณพล	ศิริวัฒน์	ฟิสิกส์ประยุกต์	
	18	41018	นางสาวศิริพรรณ	กิตติวิเศษ	สถิติประยุกต์	สำเร็จ
	19	41019	นางสาวทัศพร	พิริยมานันท์	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
	20	41020	นายต่อศักดิ์	ชัยวัฒนพงศ์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
	21	41021	นายประพนธ์	เอื้ออานันท์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
	22	41022	นายชนะพล	เพิ่มทรัพย์	สถิติประยุกต์	สำเร็จ
	23	41023	นายวีรนิษณ์	ศิริโพธิ์พันธุ์กุล	ฟิสิกส์ประยุกต์	
	24	41024	นางสาวพนิชา	เพลียมมุกดา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
	25	41025	นางสาวพัชราภรณ์	เจาะทวีโชค	วิทยาการคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง
	26	41026	นายศตวรรษ	เทพาพิน	ฟิสิกส์ประยุกต์	
	27	41027	นางสาวลักษิกา	วิบูลเทพาชาติ	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
	28	41028	นางสาวสรินยา	ขัดชุ่มแสง	สถิติประยุกต์	สำเร็จ
	29	41029	นายรัฐสกล	คุ้มญาติ	ฟิสิกส์ประยุกต์	
	30	41030	นายทัศไนย	ไชยชนะ	ฟิสิกส์ประยุกต์	
	31	41031	นางสาวนัฏชรี	วิระยุทธวัฒนะ	คณิตศาสตร์ประยุกต์	1 ครั้ง

2.8 เมื่อผู้ใช้ต้องการหยุดการโทรออก ให้ Click เมนู “ไฟล์” → “หยุดการโทรออก”

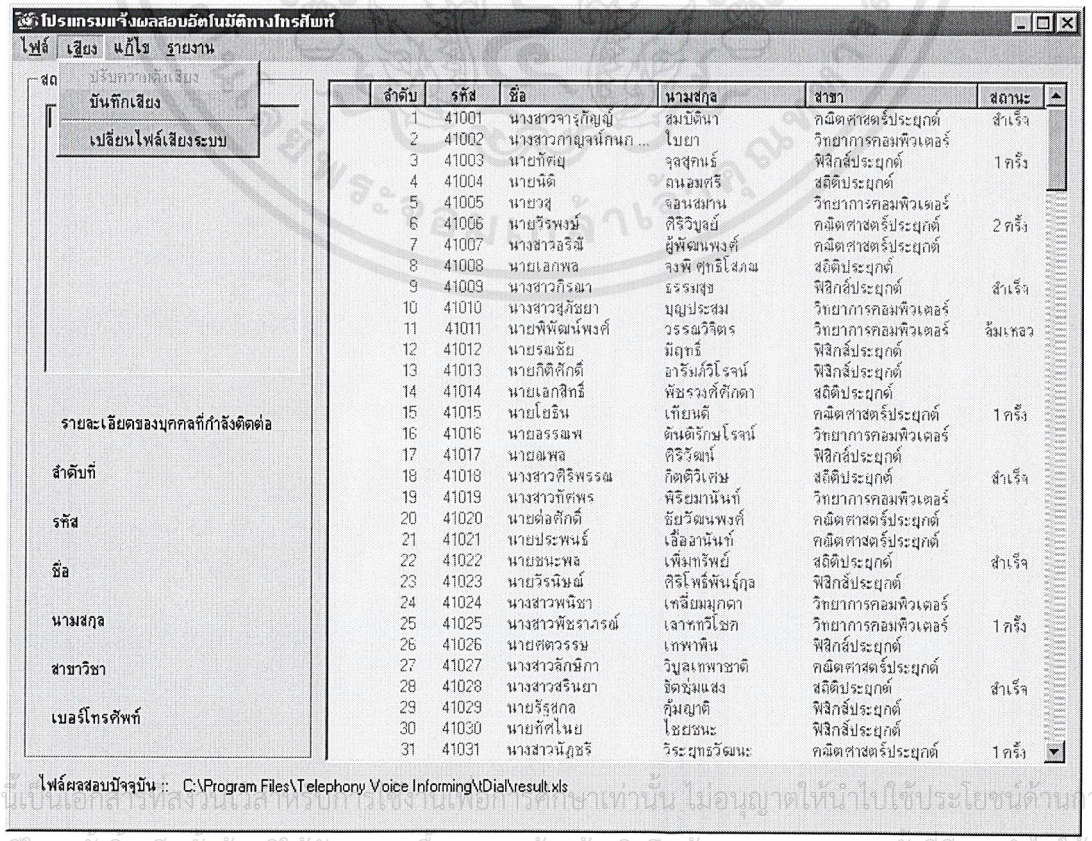


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 จากนั้นระบบจะหยุดการโทรออกดังภาพ

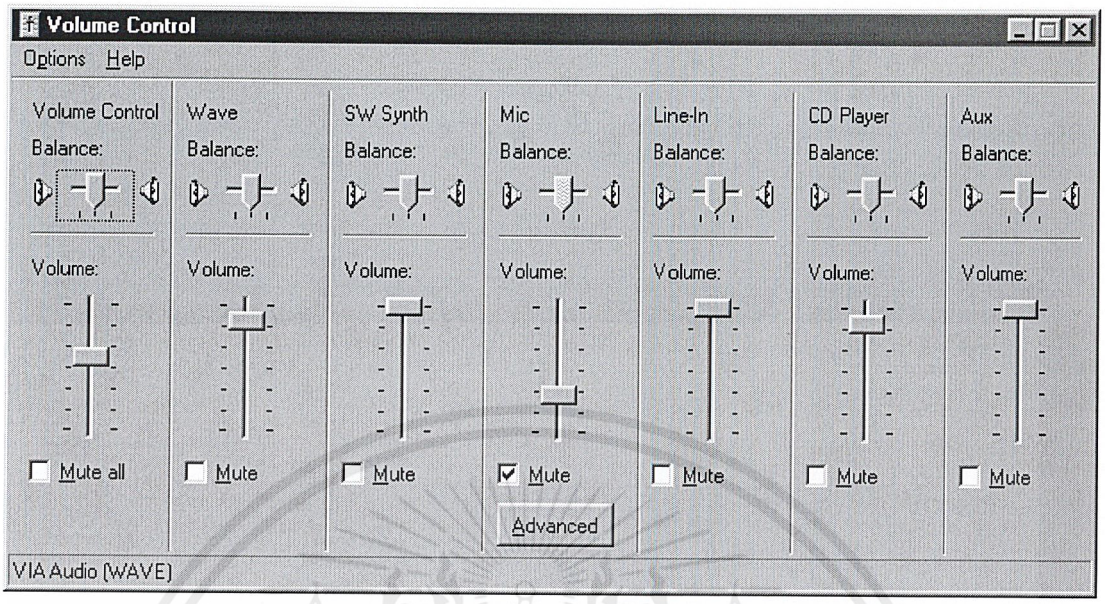


2.10 ในการปรับความดังเสียงที่ใช้ในการโทรแจ้งผลสอบ ให้ผู้ใช้ Click เมนู “เสียง” → “ปรับความดังเสียง”

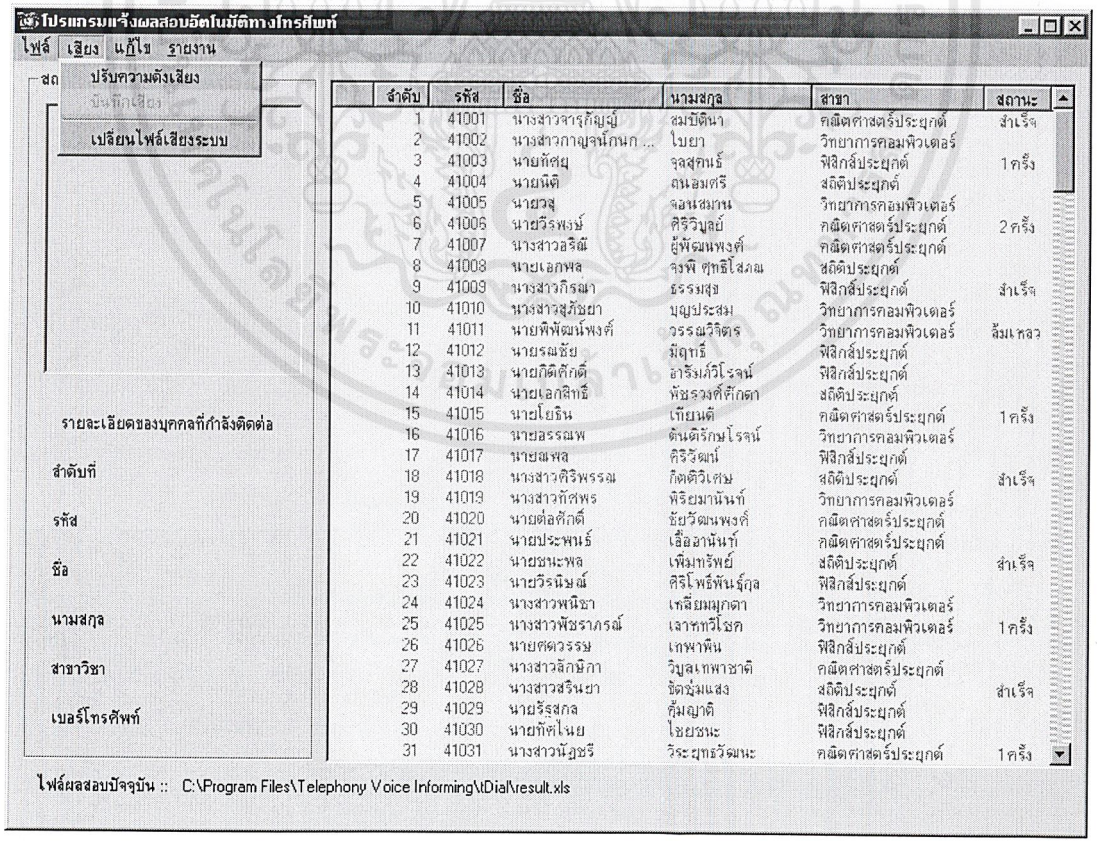


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอปรับความดังเสียงดังภาพ

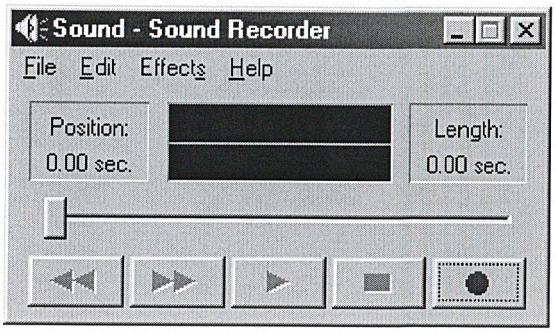


2.12 ในการบันทึกเสียงที่ใช้ในการโทรแจ้งผลสอบ ให้ผู้ใช้ Click เมนู "เสียง" → "บันทึกเสียง"

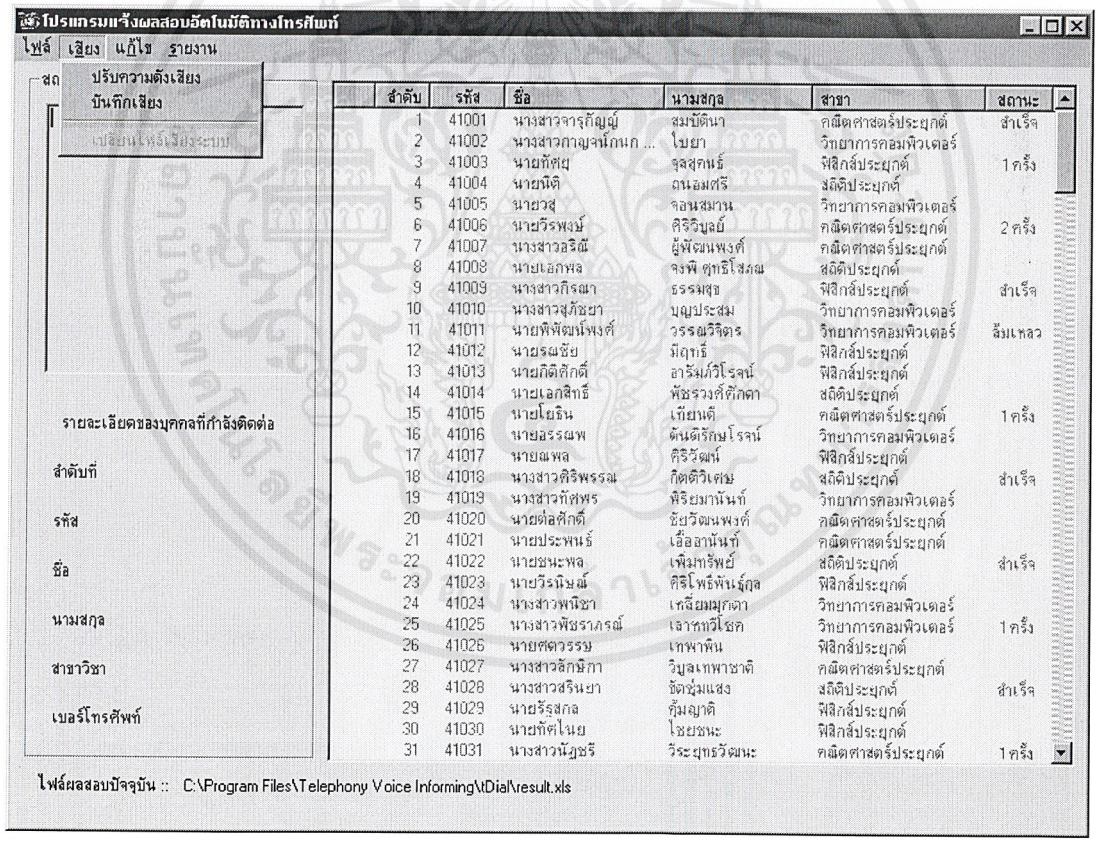


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอบันทึกเสียงดังภาพ



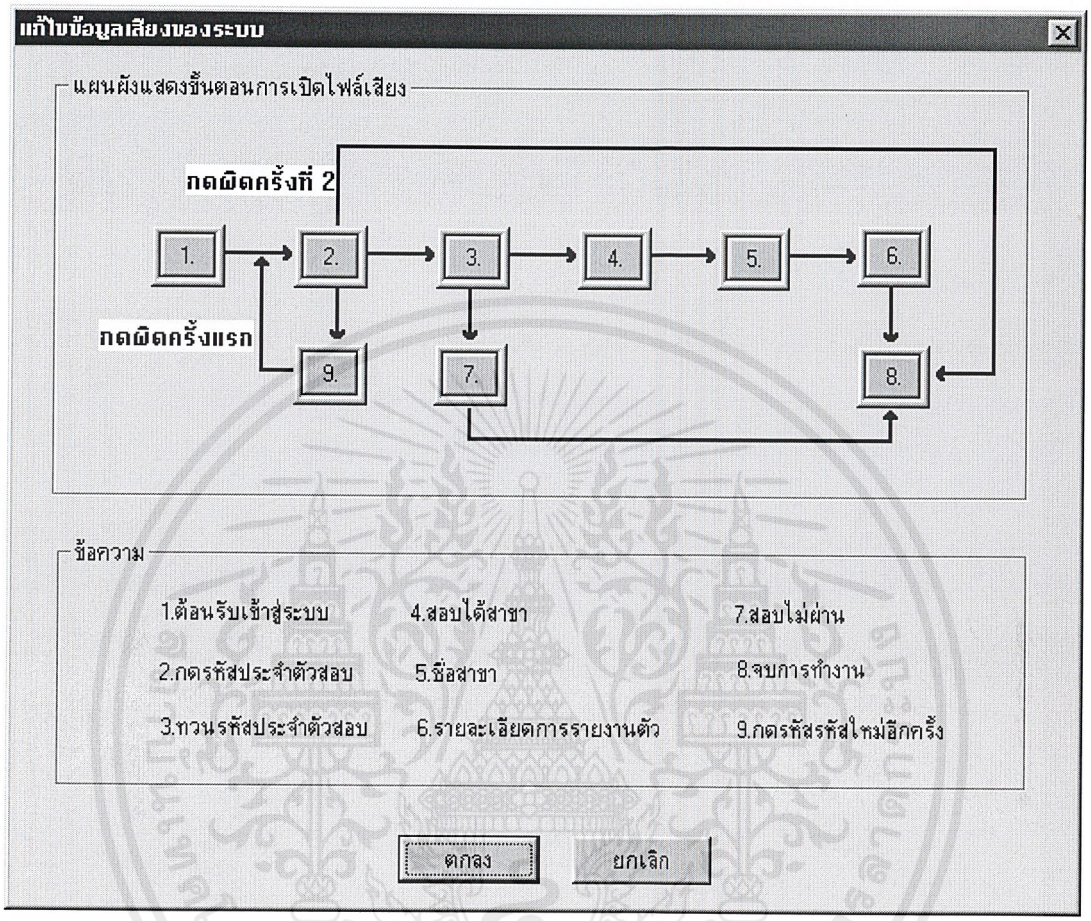
2.14 ในการเปลี่ยนไฟล์เสียงที่ใช้ในการโทรแจ้งผลสอบ ให้ผู้ใช้ Click เมนู “เสียง” → “เปลี่ยนไฟล์เสียงระบบ”



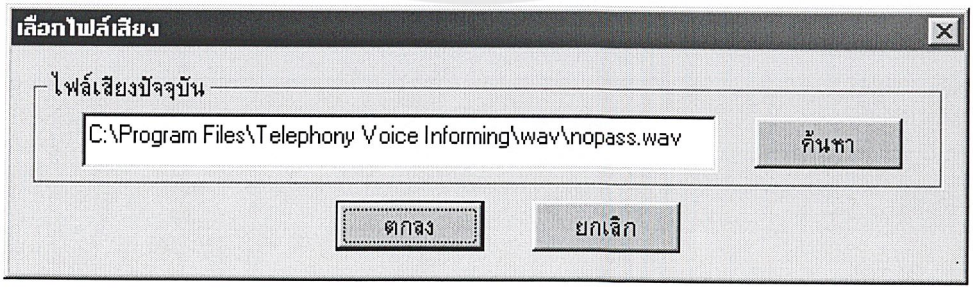
ลำดับ	รหัส	ชื่อ	นามสกุล	สาขา	สถานะ
1	41001	นางสาวจารุภัญญ์	สมบัตินา	คณิตศาสตร์ประยุกต์	สำเร็จ
2	41002	นางสาวกาญจน์กนก ...	ไชยา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
3	41003	นายทัศน์	จุลสุภพร์	ฟิสิกส์ประยุกต์	1 ครั้ง
4	41004	นายนิติ	ถนอมศรี	สถิติประยุกต์	
5	41005	นายวสุ	จอนสมาน	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
6	41006	นายวีรพงษ์	ศิริวิบูลย์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	2 ครั้ง
7	41007	นางสาวอริณี	ผู้พัฒนพงศ์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
8	41008	นายเอกพล	จงพิ ฤทธิโสภณ	สถิติประยุกต์	
9	41009	นางสาวกิรณา	ธรรมสุข	ฟิสิกส์ประยุกต์	สำเร็จ
10	41010	นางสาวสุภัชยา	บุญประสม	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
11	41011	นายพิพัฒน์พงศ์	วรรณวิจิตร	วิทยาการคอมพิวเตอร์	ล้มเหลว
12	41012	นายรณชัย	มีฤทธิ์	ฟิสิกส์ประยุกต์	
13	41013	นายกิตติศักดิ์	อารัมภ์วิโรจน์	ฟิสิกส์ประยุกต์	
14	41014	นายเอกสิทธิ์	พัชรวงศ์ศักดา	สถิติประยุกต์	
15	41015	นายโยธิน	เทียนดี	คณิตศาสตร์ประยุกต์	1 ครั้ง
16	41016	นายอรรณพ	ดันดิรักษโรจน์	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
17	41017	นายณพล	ศิริวัฒน์	ฟิสิกส์ประยุกต์	
18	41018	นางสาวศิริพรรณ	กิตติวิเศษ	สถิติประยุกต์	สำเร็จ
19	41019	นางสาวทัศพร	พิริยมานันท์	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
20	41020	นายต่อศักดิ์	ชัยวัฒนพงศ์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
21	41021	นายประพนธ์	เอื้ออานันท์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
22	41022	นายชนะพล	เพิ่มทรัพย์	สถิติประยุกต์	สำเร็จ
23	41023	นายวีระนิษณ์	ศิริโพธิ์พันธุ์กุล	ฟิสิกส์ประยุกต์	
24	41024	นางสาวพนิชา	เกลี้ยมมุกดา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
25	41025	นางสาวพัชราภรณ์	เจาะทวีโชค	วิทยาการคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง
26	41026	นายศตวรรษ	เทพาพิน	ฟิสิกส์ประยุกต์	
27	41027	นางสาวลักษิกา	วิบูลเทพาชาติ	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
28	41028	นางสาวสรินยา	ชัดชุ่มแสง	สถิติประยุกต์	สำเร็จ
29	41029	นายรัฐสกล	คุ้มญาติ	ฟิสิกส์ประยุกต์	
30	41030	นายทัศไนย	ไชยชนะ	ฟิสิกส์ประยุกต์	
31	41031	นางสาวนัฏชรี	วิระยุทธวัฒนะ	คณิตศาสตร์ประยุกต์	1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอแก้ไขข้อมูลเสียงของระบบดังภาพ ให้ผู้ใช้ Click ปุ่มหมายเลขที่ต้องการเปลี่ยนไฟล์เสียง

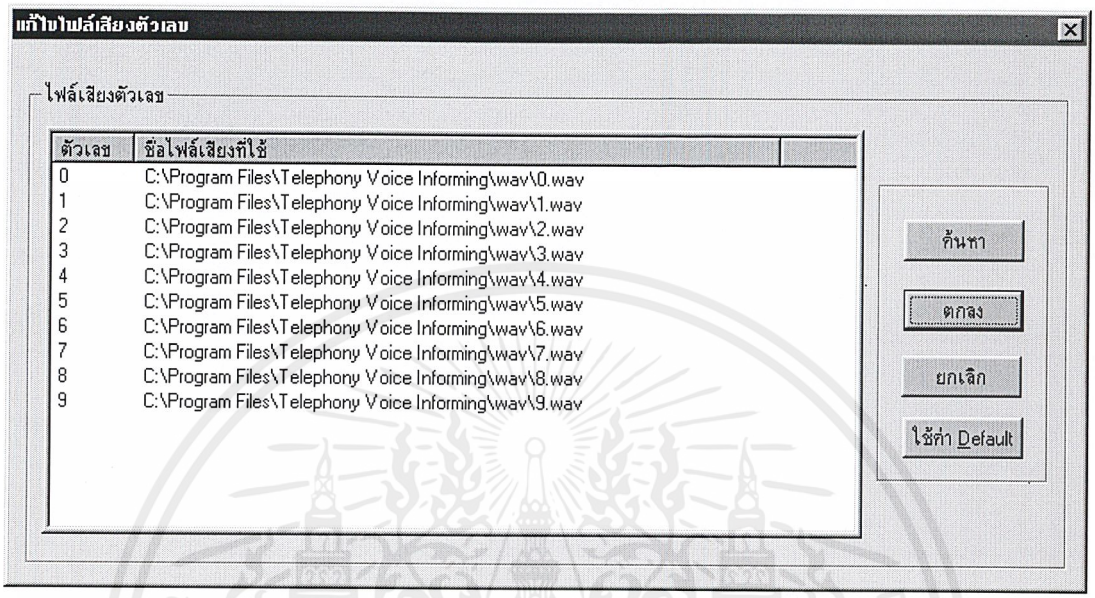


2.16 ถ้าผู้ใช้ Click ปุ่ม 1 หรือ 2 หรือ 4 หรือ 6 หรือ 7 หรือ 8 หรือ 9 จะปรากฏหน้าจอดังภาพ ให้ผู้ใช้ Click ปุ่ม “ค้นหา” เพื่อเลือกไฟล์เสียงที่ต้องการ แล้ว Click ปุ่ม “ตกลง”

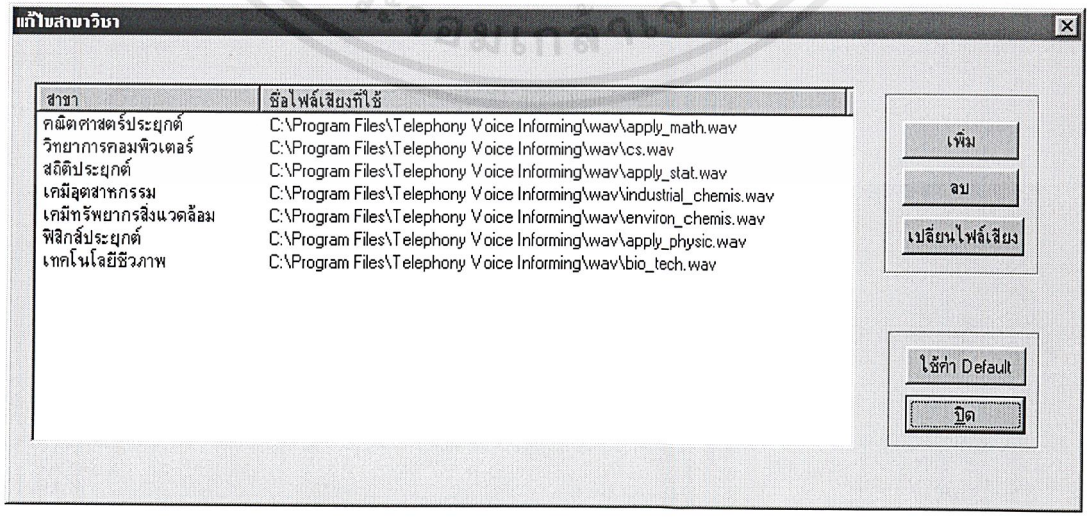


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17 ถ้าผู้ใช้ Click ปุ่ม 3 (ทวนรหัสประจำตัวสอบ) จะปรากฏหน้าจอดังภาพ ให้ผู้ใช้ Click เลือกหมายเลขที่ต้องการเปลี่ยนไฟล์เสียง แล้ว Click ปุ่ม "ค้นหา" เพื่อเลือกไฟล์เสียงที่ต้องการ แล้ว Click ปุ่ม "ตกลง" แต่ถ้าผู้ใช้ต้องการใช้ไฟล์เสียงของระบบ ให้ Click ปุ่ม "ใช้ค่า Default"

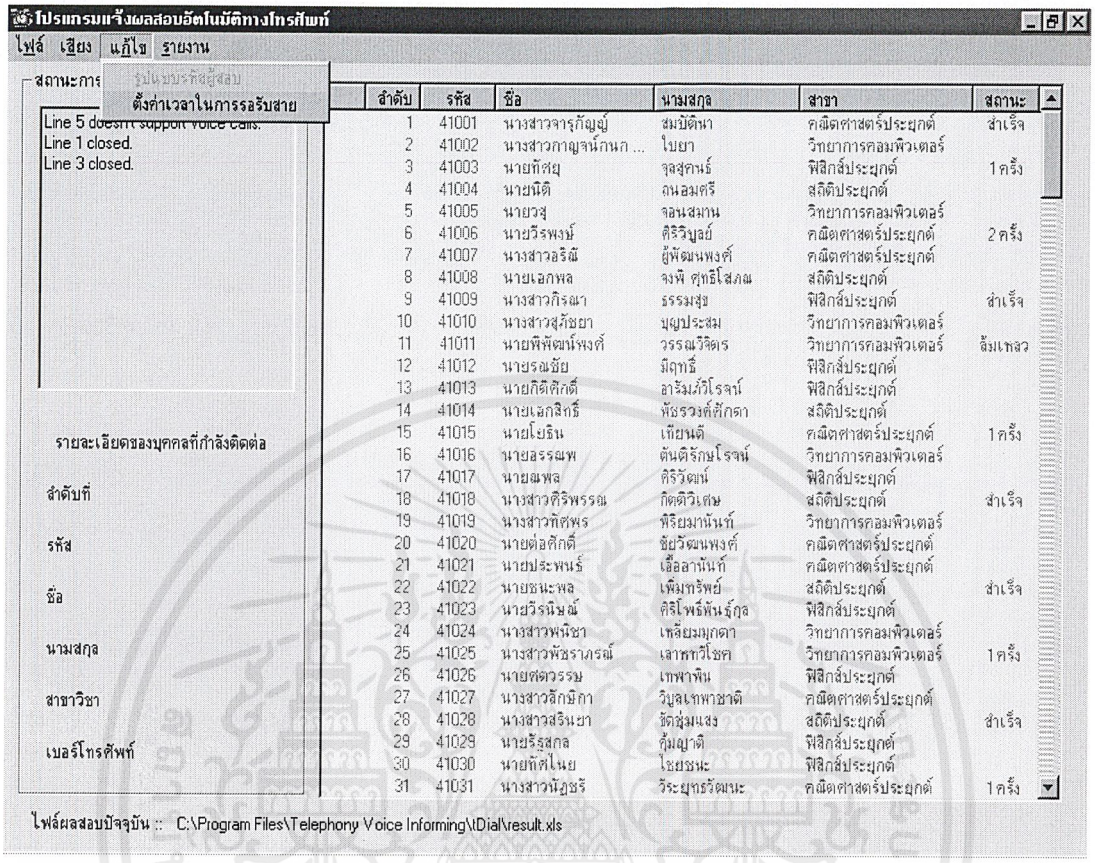


2.18 ถ้าผู้ใช้ Click ปุ่ม 5 (ชื่อสาขา) จะปรากฏหน้าจอดังภาพ ให้ผู้ใช้ Click เลือกสาขาที่ต้องการเปลี่ยนไฟล์เสียง แล้ว Click ปุ่ม "เปลี่ยนไฟล์เสียง" เพื่อเลือกไฟล์เสียงที่ต้องการ แต่ถ้าผู้ใช้ต้องการใช้ไฟล์เสียงของระบบ ให้ Click ปุ่ม "ใช้ค่า Default" นอกจากนี้ถ้าผู้ใช้ต้องการเพิ่ม หรือ ลบ สาขาวิชาก็สามารถทำได้โดย Click ปุ่ม "เพิ่ม" เพื่อเพิ่มสาขาวิชา หรือ Click เลือกสาขาวิชาที่ต้องการแล้ว Click ปุ่ม "ลบ" เพื่อทำการลบสาขาวิชานั้น

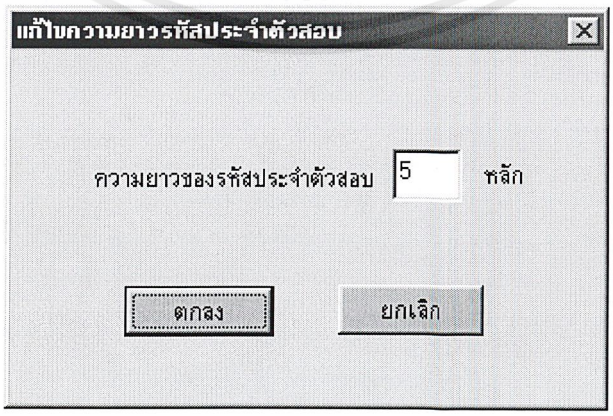


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.19 ในการแก้ไขความยาวรหัสประจำตัวสอบ ให้ผู้ใช้ Click เมนู "แก้ไข" → "รูปแบบรหัสผู้สอบ"

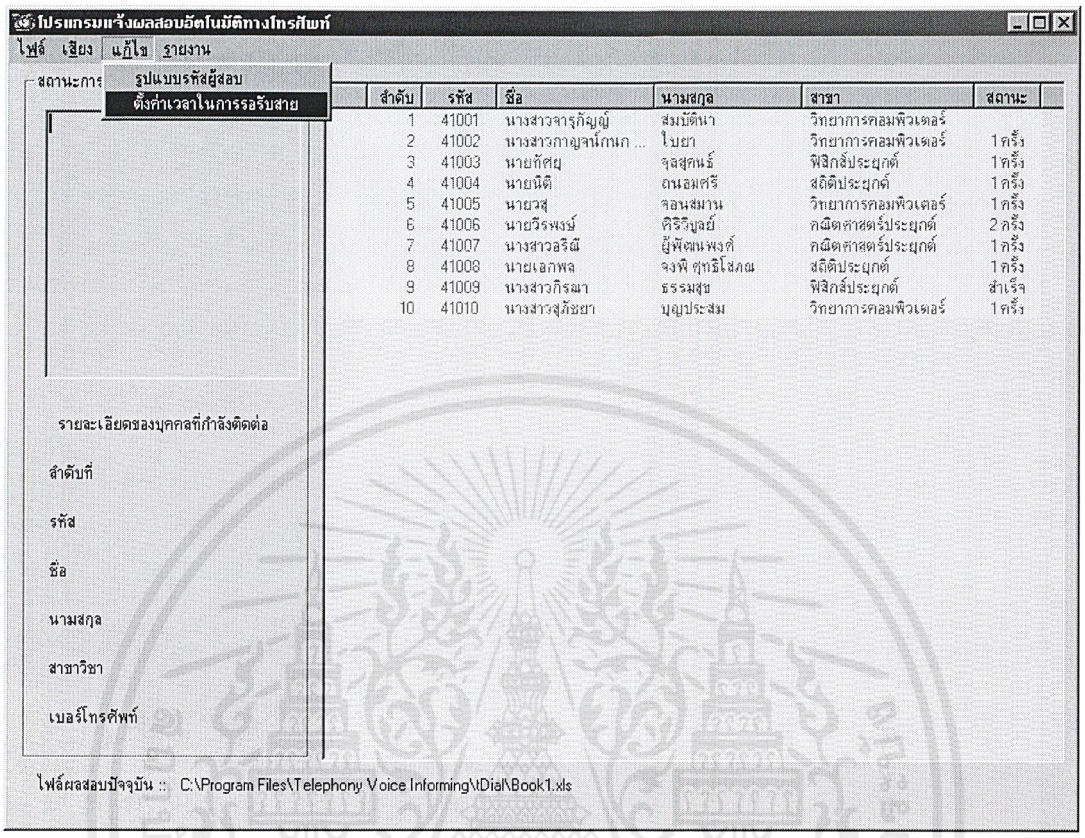


2.20 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังภาพ ให้ผู้ใช้กรอกความยาวรหัสประจำตัวสอบในช่อง แล้ว Click ปุ่ม "ตกลง"

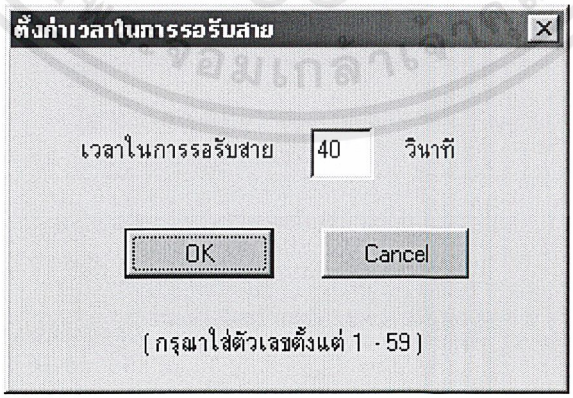


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.21 ในการตั้งค่าเวลาในการรอรับสาย ให้ผู้ใช้ Click เมนู "แก้ไข" → "ตั้งค่าเวลาในการรอรับสาย"

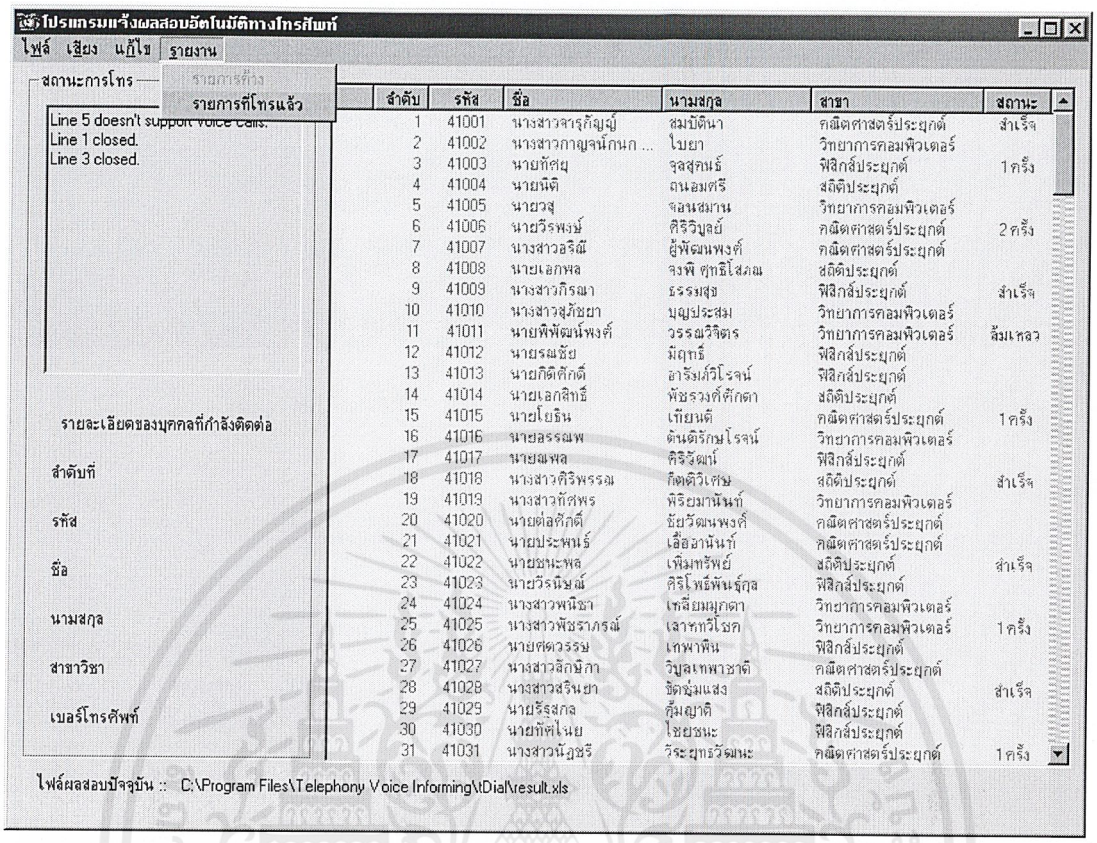


2.22 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังภาพ ให้ผู้ใช้ตั้งค่าเวลาในการรอรับสายเป็นวินาทีในช่องแล้ว Click ปุ่ม "ตกลง" โดยค่าที่ใส่ได้ คือ 1-59

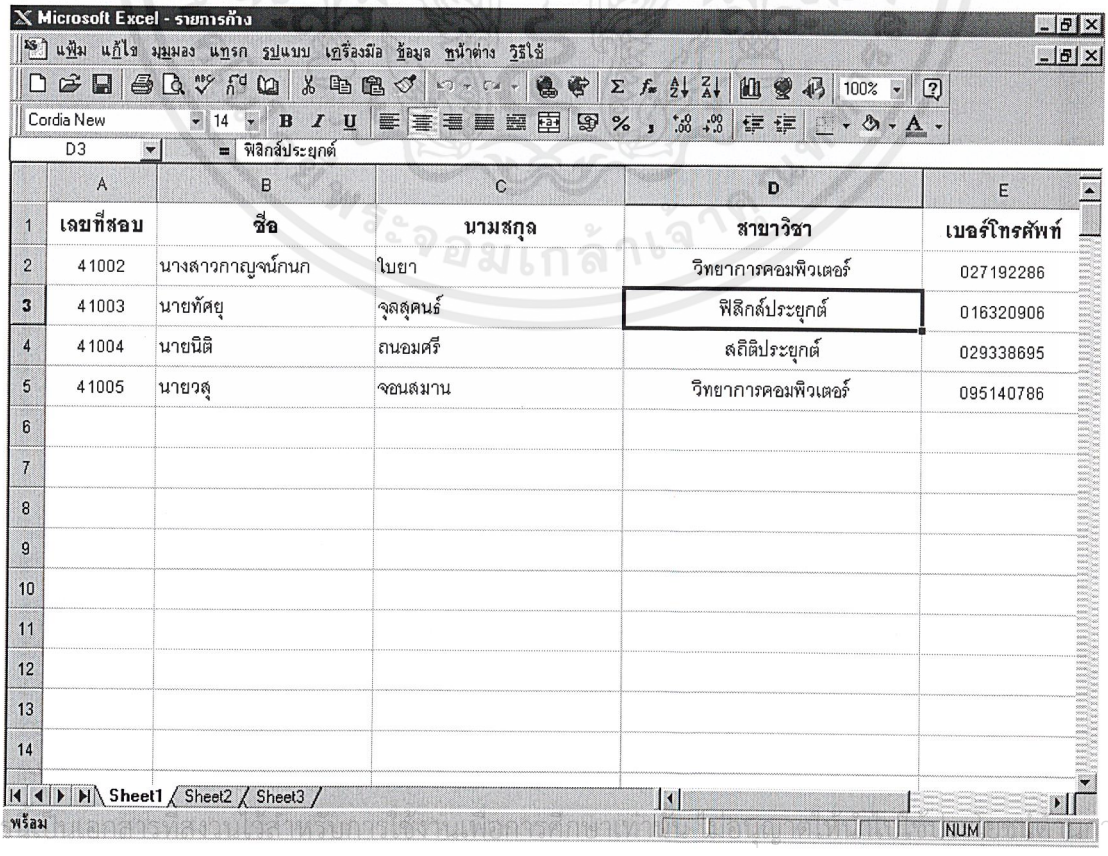


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.23 ในการดูรายงานค้าง ให้ผู้ใช้ Click เมนู “รายงาน” → “รายการค้าง”

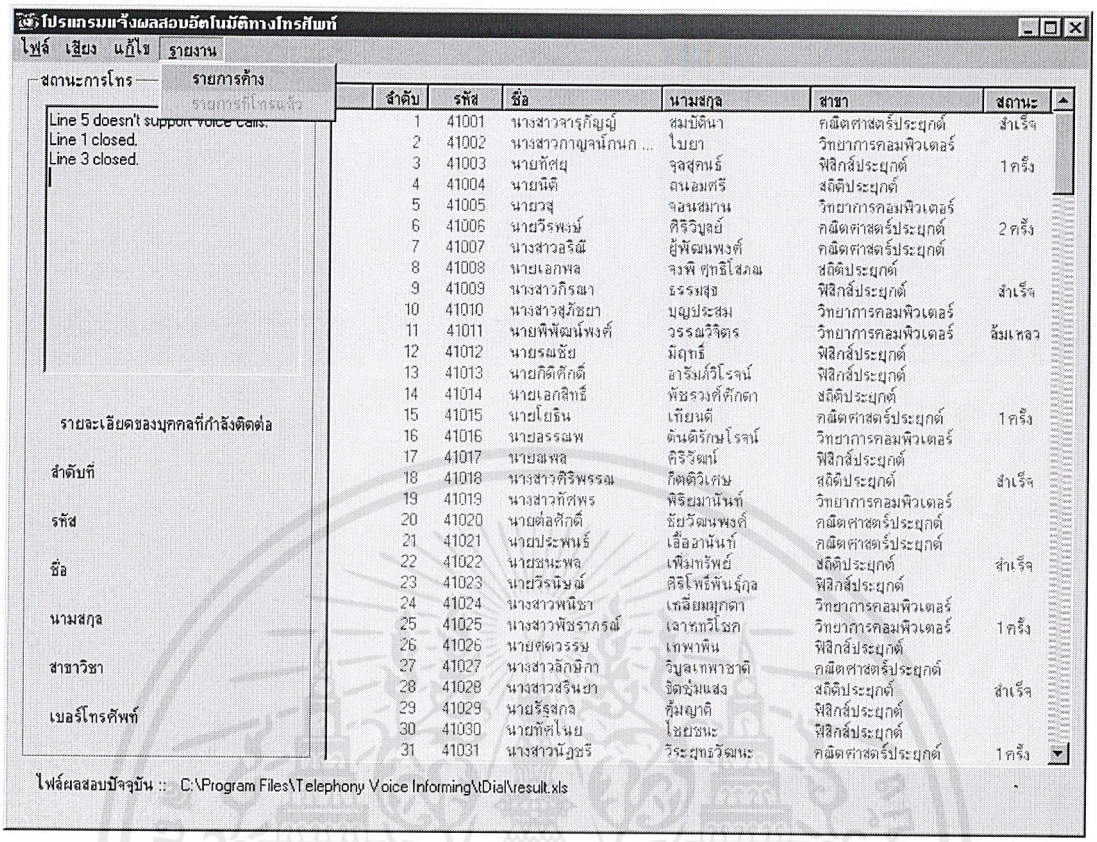


2.24 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอรายงานค้างซึ่งเป็นไฟล์ Excel ดังภาพ



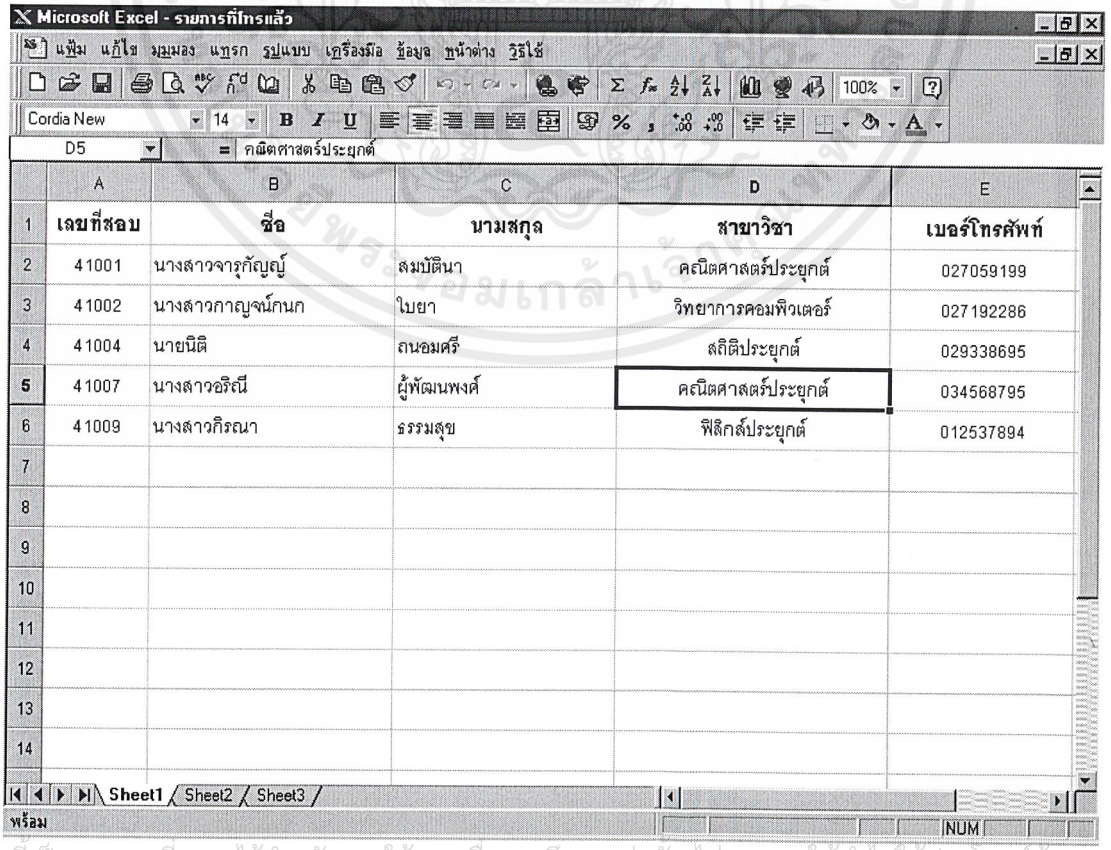
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.25 ในการดูรายงานที่โทรแล้ว ให้ผู้ใช้ Click เมนู “รายงาน” → “รายการที่โทรแล้ว”



ลำดับ	รหัส	ชื่อ	นามสกุล	สาขา	สถานะ
1	41001	นางสาวจารุกัญญ์	สมบัตินา	คณิตศาสตร์ประยุกต์	สำเร็จ
2	41002	นางสาวกาญจน์กนก ...	ใบยา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
3	41003	นายทัศน์	จุลสุคนธ์	ฟิสิกส์ประยุกต์	1 ครั้ง
4	41004	นายนิติ	ถนอมศรี	สถิติประยุกต์	
5	41005	นายวสุ	จอนสมาน	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
6	41006	นายวีรพงษ์	ศิริวิบูลย์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	2 ครั้ง
7	41007	นางสาวอริณี	ผู้พัฒนพงศ์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
8	41008	นายเอกพล	จงพิ ศุทธิโสภณ	สถิติประยุกต์	
9	41009	นางสาวกิรณา	ธรรมสุข	ฟิสิกส์ประยุกต์	สำเร็จ
10	41010	นางสาวสุภัชยา	บุญประสม	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
11	41011	นายพิพัฒน์พงศ์	วรรณวิจิตร	วิทยาการคอมพิวเตอร์	ล้มเหลว
12	41012	นายรมชัย	มีฤทธิ์	ฟิสิกส์ประยุกต์	
13	41013	นายกิติศักดิ์	อารีมล์วิโรจน์	ฟิสิกส์ประยุกต์	
14	41014	นายเอกสิทธิ์	พัชรวงศ์ศักดา	สถิติประยุกต์	
15	41015	นายโยธิน	เทียนดี	คณิตศาสตร์ประยุกต์	1 ครั้ง
16	41016	นายอรรฆพ	ตันติรักษโรจน์	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
17	41017	นายฆพล	ศิริวัฒน์	ฟิสิกส์ประยุกต์	
18	41018	นางสาวศิริพรรณ	กิตติวิเศษ	สถิติประยุกต์	สำเร็จ
19	41019	นางสาวทัศพร	พิริยมานันท์	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
20	41020	นายต่อศักดิ์	ชัยวัฒนพงศ์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
21	41021	นายประพนธ์	เอื้ออำนาท์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
22	41022	นายชนะพล	เพิ่มทรัพย์	สถิติประยุกต์	สำเร็จ
23	41023	นายวิรนิษฌ์	ศิริโพธิ์พันธุ์กุล	ฟิสิกส์ประยุกต์	
24	41024	นางสาวพนิชา	เกลี้ยมมุกดา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
25	41025	นางสาวพัชราภรณ์	เลาหทวิโชก	วิทยาการคอมพิวเตอร์	1 ครั้ง
26	41026	นายศิตวรรษ	เทพาพิน	ฟิสิกส์ประยุกต์	
27	41027	นางสาวลักษิกา	วิบูลเทพาชาติ	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
28	41028	นางสาวสรินฮา	ขัดชุ่มแสง	สถิติประยุกต์	สำเร็จ
29	41029	นายรัฐสกล	ภู่มญาติ	ฟิสิกส์ประยุกต์	
30	41030	นายทัศไนย	ไชยชนะ	ฟิสิกส์ประยุกต์	
31	41031	นางสาวนัฏฐรี	วิระฤทธิวัฒนะ	คณิตศาสตร์ประยุกต์	1 ครั้ง

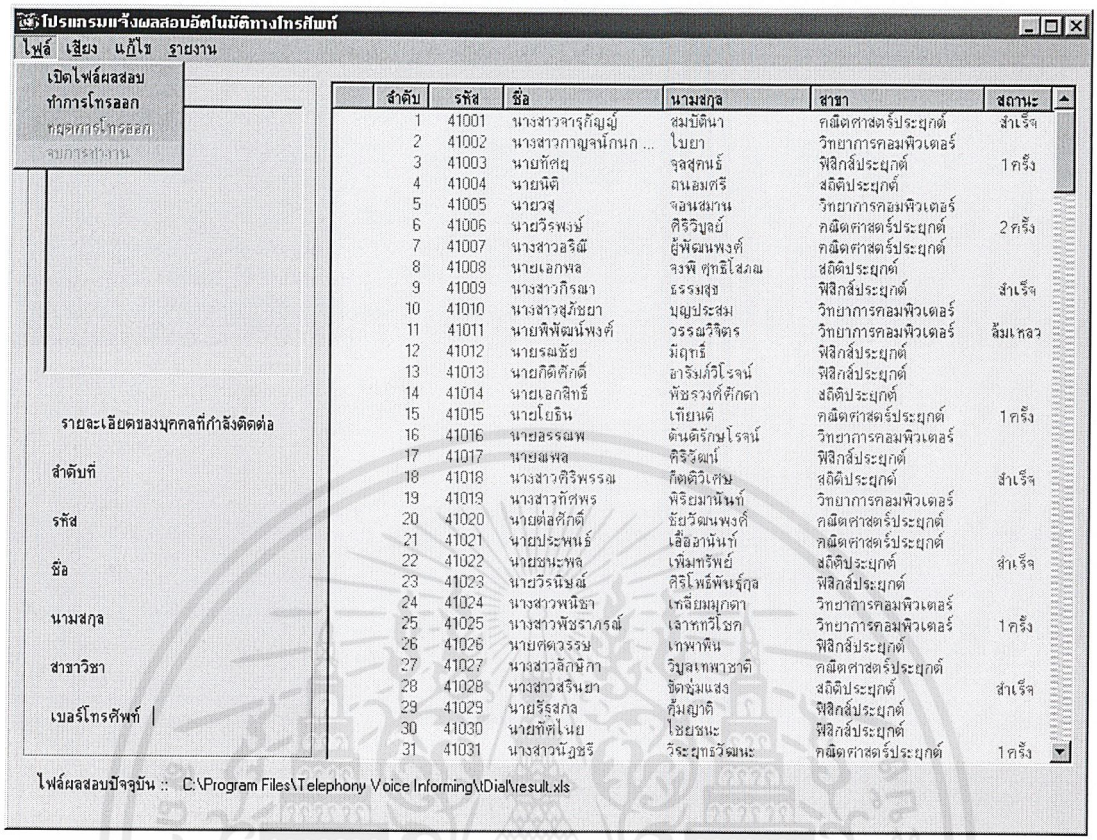
2.26 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอรายงานที่โทรแล้วซึ่งเป็นไฟล์ Excel ดังภาพ



	A	B	C	D	E
1	**เลขที่สอบ**	**ชื่อ**	**นามสกุล**	**สาขาวิชา**	**เบอร์โทรศัพท์**
2	41001	นางสาวจารุกัญญ์	สมบัตินา	คณิตศาสตร์ประยุกต์	027059199
3	41002	นางสาวกาญจน์กนก	ใบยา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	027192286
4	41004	นายนิติ	ถนอมศรี	สถิติประยุกต์	029338695
5	41007	นางสาวอริณี	ผู้พัฒนพงศ์	คณิตศาสตร์ประยุกต์	034568795
6	41009	นางสาวกิรณา	ธรรมสุข	ฟิสิกส์ประยุกต์	012537894
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.27 ในการออกจากระบบให้ผู้ใช้ Click เมนู “ไฟล์” → “จบการทำงาน”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

- ไฟล์ Excel ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูลผลสอบสามารถเป็นได้ทั้งข้อมูลผลสอบของผู้สอบทั้งหมด หรือข้อมูลผลสอบเฉพาะผู้ที่ขอใช้บริการแจ้งผลสอบ โดยต้องมีรูปแบบคอลัมน์ดังนี้

  A → ลำดับที่

  B → รหัสประจำตัวสอบ

  C → ชื่อ

  D → นามสกุล

  E → สาขาวิชาที่สอบได้ (ถ้าสอบไม่ได้ ไม่ต้องกรอก)

  F → เบอร์โทรศัพท์ (ถ้าไม่เป็นผู้ที่ขอรับบริการแจ้งผลสอบอัตโนมัตินี้ ไม่ต้องกรอก)

  → ในกรณีการโทรออกต้องตัดหมายเลขใดก่อน เช่นต้องตัด 9 ให้กรอกข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ดังนี้

  9, + **หมายเลขที่จะโทรออก** เช่น 9,025468512

  → ในกรณีเบอร์ที่จะโทรไปเป็นตู้สาขา หรือ PCT ให้กรอกข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ดังนี้

  หมายเลขที่จะโทรออก + ,,,,,**หมายเลขต่อ** เช่น 025468512,,,,,1

  G → สถานะ (ผู้ใช้ไม่ต้องกรอกข้อมูลในส่วนนี้เลย ระบบจะทำการเซตค่าเองเมื่อมีการโทรแจ้งผลสอบ)

- หลังการใช้งานไฟล์ผลสอบซึ่งเป็นไฟล์ Excel ทุกครั้ง ระบบจะถามผู้ใช้ว่าต้องการ save ไฟล์ผลสอบหรือไม่ **ให้ผู้ใช้ทำการ save ทุกครั้ง** เพื่อเก็บข้อมูลสถานะที่ระบบทำการเซตค่าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นิรุธ อำนวยศิลป์. 2544. **คู่มือการเขียนโปรแกรม** Microsoft Visual C++ Version 6.0. พิมพ์ครั้งที่ 4 . กรุงเทพฯ : ซัคเซส มีเดีย.

ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล. 2544. **คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน** Visual C++ 6.0. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส

พีรภัทร์ สว่างเพียร. 2537. **Splash Screen.** [Online]. Available:http://www.cwinapp.com

Creating Excel with ODBC. [Online]. Available:http://www.codeproject.com

MSDN Library. 2002. **TAPI.** [CD-ROM] :Microsoft Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้