การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเฝ้าติดตามสถานะและแก้ไขปัญหาขณะถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม

นางสาว อรวรรณ พรพิรุณโรจน์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545
ISBN 974-17-1907-8
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE FOR TRACKING STATUS AND PROBLEM SOLVING OF FILE TRANSFER VIA MODEM

Miss Orawan Pualpiroonroaj

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Computer Science
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2545

ISBN 974-17-1907-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเฝ้าติดตามสถานะและแก้ไขปัญหาขณะถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม
โดย	นางสาว อรวรรณ พรพิรุณโรจน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สาธิต วงศ์ประทีป)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ชัย พงศ์พันธุ์ภาณี)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อรวรรณ พรพิรุณโรจน์ : การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเฝ้าติดตามสถานะและแก้ไขปัญหาขณะถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม. (DEVELOPMENT OF A SOFTWARE FOR TRACKING STATUS AND PROBLEM SOLVING OF FILE TRANSFER VIA MODEM) อ. ที่ปรึกษา : อ. ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์, 102 หน้า. ISBN 974-17-1907-8.

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเฝ้าติดตามสถานะและแก้ไขปัญหาขณะถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม โดยใช้เครื่องมือในการสร้างซอฟต์แวร์ชื่อวิชวลเบสิก ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ซึ่งประกอบด้วย 4 โมดูลคือ การถ่ายโอนแฟ้มและตรวจสอบสถานะการถ่ายโอนแฟ้มโดยใช้โพรโทคอลเอฟทีพี, การตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มได้แก่ การทดสอบการทำงานทางฮาร์ดแวร์ของโมเด็ม การทดสอบชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็มและการทดสอบรับส่งข้อมูลแบบวกกลับ, การควบคุมการทำงานของโมเด็มผ่านซอฟต์แวร์สื่อสาร Dial-up connection, การจัดเก็บข้อมูลสมุดที่อยู่และข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าติดตามสถานะ

ผลการวิจัยโดยทดสอบเข้าใช้บริการถ่ายโอนแฟ้มจากผู้ให้บริการพบว่า สามารถแก้ไขปัญหาขณะถ่ายโอนแฟ้มโดยไม่ต้องเริ่มส่งข้อมูลใหม่ทั้งหมดแต่สามารถส่งต่อจากส่วนเดิมได้เฉพาะผู้ใช้ที่ให้ใช้บริการและทำได้เฉพาะในส่วนของการบรรจุลง ส่วนการทดสอบทางฮาร์ดแวร์กับโมเด็ม 4 ชนิด สามารถทดสอบการทำงานทางฮาร์ดแวร์และหาค่าของชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็มที่ทดสอบได้และการทดสอบรับส่งข้อมูลแบบวกกลับหาได้ในรูปของอัตราความผิดพลาดของบิต ส่วนข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าติดตามสถานะได้แก่ ค่าปริมาณงานที่รับส่งขณะนั้น อัตราถ่ายโอนข้อมูล เวลาโดยประมาณและเวลาถ่ายโอนข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	ลายมือชื่อนิสิต.....….....
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2545	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....….....

C4271501021 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: PUBLIC SWITCHED TELEPHONE NETWORK / FILE TRANSFER / PROTOCOL / MODEM / SERIAL COMMUNICATION

ORAWAN PUALPIROONROAJ : DEVELOPMENT OF A SOFTWARE FOR TRACKING STATUS AND PROBLEM SOLVING OF FILE TRANSFER VIA MODEM. THESIS ADVISOR : MR CHAISIRI PANTITANONTA, 102 pp. ISBN 974-17-1907-8.

The purpose of this study was to design and develop software for track status and problem solving of file transfer via modem, The software was design with Visula Basic under Windows operating system. It was consist of 4 modules : file transfer and tracking status via modem, medem's hardware testing, the set of AT command of modem testing, loopback testing of data transfer, automatic dialing to handle by dial-up connection, address book and tracking status database.

The result of study, when test file transfer on the file transfer service provider can be solve connection loss during download file by resume. In case test with 4 types of modem, are that all of modem can achieve hardware testing and find the sets of AT command. And, loopback testing of data transfer, can achieve in form of bit error rate. And, the result of tracking status of file transfer can achieve throuput, transfer rate, estimate time and transfer time.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department	Computer Engineering	Student's signature.....
Field of study	Computer Science	Advisor's signature.....
Academic year	2545	Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์ ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำแนะนำและผลักดันจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การอุปการะ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
3. การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ 33
4. ขั้นตอนการทดสอบ 55
5. ผลการทดสอบ 58
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 82

รายการอ้างอิง 84

ภาคผนวก 86

ก. การใช้งานซอฟต์แวร์ 87

ข. พจนานุกรมข้อมูล 95

ค. ชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม 99

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 102

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงโพรโทคอลมาตรฐานบางส่วนในอินเทอร์เน็ต	9
ตารางที่ 2.2	แสดงรูปแบบของเฟรมพีพีพี	10
ตารางที่ 2.3	แสดงรูปแบบของบล็อกการถ่ายโอนแฟ้มแบบ Xmodem	21
ตารางที่ 2.4	แสดงรูปแบบของบล็อกการถ่ายโอนแฟ้มแบบ Xmodem-CRC	22
ตารางที่ 2.5	แสดงรูปแบบของบล็อกการถ่ายโอนแฟ้มแบบ Kermit	23
ตารางที่ 2.6	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของมาตรฐานอาร์เอส 232C	28
ตารางที่ 2.7	แสดงรายละเอียดของขาตามมาตรฐานอาร์เอส 232C	29
ตารางที่ 5.1	แสดงค่าอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการของแฟ้มข้อมูลประเภท .ZIP	60
ตารางที่ 5.2	แสดงค่าอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการของแฟ้มข้อมูลประเภท .EXE	62
ตารางที่ 5.3	แสดงค่าอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการของแฟ้มข้อมูลประเภท .PDF	65
ตารางที่ 5.4	แสดงค่าอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการของแฟ้มข้อมูลประเภท .PPT	67
ตารางที่ 5.5	แสดงค่าอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการของแฟ้มข้อมูลประเภท .DOC	69
ตารางที่ 5.6	แสดงค่าอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการของแฟ้มข้อมูลประเภท .MDB	72
ตารางที่ 5.7	แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นแฟ้มข้อมูลประเภทต่างๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลและไม่ใช้การบีบอัดข้อมูล	74
ตารางที่ 5.8	แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภทต่างๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลและไม่ใช้การบีบอัดข้อมูล	75
ตารางที่ 5.9	แสดงผลที่ได้จากการตรวจสอบสถานะการทำงานของแต่ละโมเด็มในแต่ละช่วง	77
ตารางที่ 5.10	แสดงผลที่ได้จากการทดสอบช่วงที่ 3 การตรวจสอบทำงานของโมเด็ม	77
ตารางที่ 5.11	แสดงค่า BER ของการทดสอบสัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิตอลแบบวกกลับ	77

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 5.12 แสดงผลการทำงานของชุดคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม (Basic AT Command) 78

ตารางที่ 5.13 แสดงผลการทำงานของชุดคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม (Extended AT Command) 79

ตารางที่ ข1. แสดงข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ ข้อมูลบัญชีผู้ใช้ 95

ตารางที่ ข2. แสดงข้อมูลชุดคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม 95

ตารางที่ ข3. แสดงข้อมูลผลการทำงานของคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม 96

ตารางที่ ข4. แสดงข้อมูลผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งผ่านสายสัญญาณโทรศัพท์ที่ต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม 96

ตารางที่ ข5. แสดงข้อมูลชุดคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม 96

ตารางที่ ข6. แสดงข้อมูลผลการทำงานของคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม 97

ตารางที่ ข7. แสดงข้อมูลการถ่ายโอนแฟ้ม 97

ตารางที่ ข8. แสดงข้อมูลผลการตรวจสอบหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่มของโมเด็ม 98

ตารางที่ ค1. แสดงรายละเอียดของชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็มแบบพื้นฐาน 99

ตารางที่ ค2. แสดงรายละเอียดของชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็มแบบเพิ่มเติม 100

ตารางที่ ค3. แสดงรายละเอียดของค่า Result Code 101

ตารางที่ ค4. แสดงรายละเอียดของค่า S Register Control Parameters 101

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 2.1 แบบอ้างอิงทีซีพี/ไอพี 7
รูปที่ 2.2 โพรโทคอลแสตค 7
รูปที่ 2.3 การห่อหุ้มข้อมูลตามลำดับโพรโทคอลแสตค 8
รูปที่ 2.4 เอฟทีพีไคลเอ็นต์-เซอร์ฟเวอร์ 11
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแบบจำลองไคลเอ็นต์-เซอร์ฟเวอร์ในทีซีพี/ไอพี 12
รูปที่ 2.6 แสดง Win32 Internet และโอเอสไอโมเดล 13
รูปที่ 2.7 แสดงการเชื่อมต่อของเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ 16
รูปที่ 2.8 แสดงการเชื่อมต่อของโมเด็ม 17
รูปที่ 3.1 แสดงเมนูย่อยของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม 42
รูปที่ 3.2 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.1.1 การเชื่อมต่อไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Connect) 43
รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.1.2 การเพิ่มข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Add) 43
รูปที่ 3.4 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.1.3 การแก้ไขข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Edit) 44
รูปที่ 3.5 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.1.4 การลบข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Delete) 44
รูปที่ 3.6 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.2 ยกเลิกการเชื่อมต่อไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Disconnect) 45
รูปที่ 3.7 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.1 การถ่ายโอนแฟ้มที่อยู่ในคิวถ่ายโอนแฟ้ม (Transfer Queue) 45
รูปที่ 3.8 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.4 เพิ่มชื่อดาวโหลดแฟ้มไว้ในคิว (Add Download File to Queue) 46
รูปที่ 3.9 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.5 เพิ่มชื่ออัพโหลดแฟ้มไว้ในคิวถ่ายโอนแฟ้ม (Add Upload File to Queue) 46
รูปที่ 3.10 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.2 การลบทีละแฟ้มที่อยู่ในคิวถ่ายโอนแฟ้ม (Remove File From Queue) 47

ภาพประกอบที่ หน้า

รูปที่ 3.11 แสดงการทำงานเมนูย่อย 3.3 ลบแฟ้มทั้งหมดที่อยู่ในคิว (Remove All From Queue) 47

รูปที่ 3.12 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.7 การเรียกดูข้อมูลแฟ้มในโฟล์เดอร์ปัจจุบันจากเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Refresh) 48

รูปที่ 3.13 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.8 การสร้างโฟลเดอร์เก็บไว้ที่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (New Folder) 48

รูปที่ 3.14 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.9 การลบแฟ้มที่อยู่บนเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Delete File) 49

รูปที่ 3.15 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 4.1.1.2 การตรวจจับสัญญาณกริ่ง (Ring Detection) 49

รูปที่ 3.16 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 4.1.1.3 การตรวจสอบการตัดสัญญาณโทรศัพท์ (Telephone Line Relay) 50

รูปที่ 3.17 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 4.1.1.4 ตรวจสอบการวงจรต่อออกโทรศัพท์ของโมเด็ม (Telephone Dialer) 50

รูปที่ 3.18 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 4.1.1.5 ตรวจสอบการทำงานหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่มของโมเด็ม (RAM) 51

รูปที่ 3.19 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 4.1.1.6 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งผ่านสายโทรศัพท์ (Cable) 51

รูปที่ 3.20 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 4.1.2.2 และ 4.1.2.3 การตรวจสอบความถูกของสัญญาณดิจิตอลและสัญญาณแอนะล็อกแบบวกกลับ (Loopback) 52

รูปที่ 3.21 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 4.1.3.2 และ 4.1.3.3 การตรวจสอบชุดคำสั่งพื้นฐานและเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม (AT Command) 52

รูปที่ 4.1 แสดงการทดสอบการเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม 55

รูปที่ 4.2 แสดงการทดสอบการเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้มโดยใช้คอมพิวเตอร์ชุดเดียวกับจำลองเป็นทั้งเอฟทีพีไคลเอ็นต์และเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ 56

รูปที่ 4.3 แสดงการตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มในแต่ละช่วง 56

รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงแฟ้มประเภท .ZIP ขนาด 5936884 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เทอร์เน็ท 60

รูปที่ 5.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงแฟ้มประเภท .EXE ขนาด

ภาพประกอบที่ หน้า

2662032 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เทอร์เน็ท 63

รูปที่ 5.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงแฟ้มประเภท .PDF ขนาด 1299384 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เทอร์เน็ท 65

รูปที่ 5.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงแฟ้มประเภท .PPT ขนาด 3415552 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เทอร์เน็ท 67

รูปที่ 5.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงแฟ้มประเภท .DOC ขนาด 5475328 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เทอร์เน็ท 70

รูปที่ 5.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงแฟ้มประเภท .MDB ขนาด 5936884 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เทอร์เน็ท 72

รูปที่ 5.7 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นของแฟ้มข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลและไม่ใช้การบีบอัดข้อมูลในการอัพโหลดแฟ้ม 74

รูปที่ 5.8 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการบรรจุลงของแฟ้มข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลและไม่ใช้การบีบอัดข้อมูลในการอัพโหลดแฟ้ม 76

รูปที่ ก1. หน้าจอแสดงรายการหลักของซอฟต์แวร์ 88

รูปที่ ก2. หน้าจอแสดงเมนูชุดคำสั่งเกี่ยวกับการถ่ายโอนแฟ้ม 89

รูปที่ ก3. แสดงหน้าจอการเชื่อมต่อไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ 89

รูปที่ ก4. แสดงหน้าจอเอฟทีพีดาวน์โหล 90

รูปที่ ก5. แสดงหน้าจอเอฟทีพีรีซูมดาวน์โหลด 90

รูปที่ ก6. แสดงหน้าจอตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มในส่วนการทดสอบโมเด็ม ... 91

รูปที่ ก7. แสดงหน้าจอตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มในส่วนการทดสอบแบบวกกลับ 91

รูปที่ ก8. แสดงหน้าจอตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มในส่วนการทดสอบชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม 92

รูปที่ ก9. แสดงหน้าจอสมุดที่อยู่ 92

รูปที่ ก10. แสดงหน้าจอเพิ่มข้อมูลสมุดที่อยู่ 93

รูปที่ ก11. แสดงหน้าจอเพิ่มแก้ไขมูลสมุดที่อยู่ 93

รูปที่ ก12. แสดงหน้าจอกำหนดขนาดบล็อกเพื่อทดสอบการรับส่งแฟ้ม 94

รูปที่ ก13. แสดงหน้าจอดูข้อมูลผลการตรวจสอบการทำงานของชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม และ ข้อมูลการถ่ายโอนแฟ้ม 94

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จะพบว่ามุ่งเน้นไปทางด้านการสื่อสารข้อมูล และการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลก็เป็นความต้องการหลักอย่างหนึ่งในการใช้งานระบบเครือข่ายต่าง ๆ ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้น มีรูปแบบหนึ่งของการเชื่อมต่อที่สะดวกและเป็นที่นิยมคือ แบบจุดต่อจุด (Point-to-Point) ที่ใช้เชื่อมต่อการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication) หรือใช้เครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ (PSTN: Public Switched Telephone Network) ผ่านโมเด็ม (Modem)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีความต้องการเข้าใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มากขึ้นของผู้ใช้จากที่บ้าน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นเช่น ค่าบริการโทรศัพท์ ค่าชั่วโมงอินเทอร์เน็ต เป็นต้น แต่พบว่าผู้ใช้อินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่ประสบปัญหาในระหว่างการถ่ายโอนแฟ้มถูกตัดขาดการเชื่อมต่อโดยอัตโนมัติเมื่ออินเทอร์เน็ตหมดชั่วโมงให้บริการ ทำให้การถ่ายโอนแฟ้มไม่สมบูรณ์ และจากการศึกษางานวิจัยของนายณรงค์ศักดิ์ พิมพ์พรรณชาติ โดยในส่วนการทดสอบ การทำงานของโพรโทคอลที่ใช้ได้แก่ มาตรฐาน V.34, V.32bis, V.32, V.22bis, V.22, V.21 และการถ่ายโอนแฟ้มโดยผลการทดสอบหาได้ในรูปของค่าปริมาณงานของแต่ละโพรโทคอล ในแต่ละการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล ทั้งการบรรจุขึ้นและการบรรจุลง พบว่าสามารถเป็นแนวทางในการวิจัยเพิ่มเติม

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษารูปแบบการทำงานและคุณสมบัติต่าง ๆ ของการถ่ายโอนแฟ้มและพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเฝ้าติดตามสถานะการทำงานและแก้ไขปัญหาการเชื่อมต่อถูกตัดขาดระหว่างการถ่ายโอนแฟ้ม โดยทำการเชื่อมต่อให้อัตโนมัติและไม่ต้องเริ่มถ่ายโอนแฟ้มใหม่ทั้งหมดแต่สามารถถ่ายโอนแฟ้มต่อจากส่วนเดิมเฉพาะผู้ใช้ที่ให้ใช้บริการและทำได้ในส่วนของการบรรจุลง รวมถึงบันทึกข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าติดตามสถานะคือ ค่าปริมาณงานที่รับส่งขณะนั้น อัตราถ่ายโอน (Transfer Rate) เวลาโดยประมาณ (Estimate Time) และเวลาถ่ายโอน (Transfer Time) ข้อมูล รวมถึงการตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายโอนแฟ้ม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาซอฟต์แวร์เฝ้าติดตามสถานะและแก้ไขปัญหาการเชื่อมต่อถูกตัดขาดขณะถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็มเพื่อการถ่ายโอนแฟ้มให้สมบูรณ์

ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ มีขอบเขตความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่นำมาใช้กับงานวิจัยเป็นอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ซีพียูเพ็นเทียมขึ้นไป มีหน่วยความจำหลักอย่างน้อย 64 เมกะไบต์ จานบันทึกแบบแข็งความจุไม่น้อยกว่า 40 เมกะไบต์ พร้อมจอภาพแสดงผลวีจีเอ ทำงานในระบบปฏิบัติการ วินโดวส์รุ่น 95 หรือวินโดวส์รุ่น 98 หรือวินโดวส์เอ็มอี หรือวินโดวส์เอ็กพี สำหรับภาษาไทย ซอฟต์แวร์สื่อสารที่ใช้ร่วมในงานวิจัยนี้เป็นอย่างน้อยคือ Dial-Up Connection บนวินโดวส์รุ่น 95 หรือวินโดวส์รุ่น 98 หรือวินโดวส์เอ็มอี หรือ วินโดวส์เอ็กพี สำหรับภาษาไทย
2. โมเด็มมาตรฐานซีซีไอทีที (CCITT) V.92 หรือต่ำกว่า
3. สายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ฯ ชนิด 2 สาย (2 wire)

ขอบเขตการทำงานของซอฟต์แวร์

1. ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดยใช้ภาษาวิชวลเบสิก รุ่น 6.0 สำหรับวินโดวส์
2. ฐานข้อมูลที่ใช้พัฒนาเป็นไมโครซอฟต์แอกเซส รุ่น 2000
3. ซอฟต์แวร์ประกอบด้วยโมดูลหลัก ๆ ดังนี้

3.1 โมดูลถ่ายโอนแฟ้มและตรวจสอบสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม โพรโทคอล ที่ใช้คือ เอฟทีพี ในส่วนการถ่ายโอนแฟ้มสามารถถ่ายโอนแฟ้มต่อจากส่วนเดิมโดยไม่ต้องเริ่มส่งใหม่ทั้งหมด กำหนดการถ่ายโอนอัตโนมัติได้ ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์อัตโนมัติ (Auto-Turn off computer) เมื่อการถ่ายโอนเสร็จสิ้นและสถานะที่ได้คือ ปริมาณงานที่รับส่งขณะนั้น อัตราถ่ายโอนข้อมูล เวลาประมาณ และเวลาถ่ายโอนข้อมูล

3.2 โมดูลตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มได้แก่ การทดสอบการทำงานทางฮาร์ดแวร์ของโมเด็ม การทดสอบชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม การทดสอบรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์แบบวกกลับ

3.3 โมดูลควบคุมการทำงานของโมเด็ม ผ่านซอฟต์แวร์สื่อสารของวินโดวส์ (Dial-up connection) สามารถต่อโทรศัพท์อีกครั้งได้อัตโนมัติ (Redial) ตามจำนวนครั้งที่กำหนด หลังจากการหมุนโทรศัพท์ในครั้งแรกพบว่าสายไม่ว่าง กำหนดให้โมเด็มต่อเลขหมายอัตโนมัติ (Auto-dialing modem) เมื่อการถ่ายโอนแฟ้มยังไม่เสร็จสิ้นและสายถูกตัดขาด

3.4 โมดูลจัดเก็บข้อมูลสมุดที่อยู่ ข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าติดตามสถานะ รวมถึงบันทึกผลการตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม ค่าของชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยแก้ไขปัญหาการการถ่ายโอนแฟ้มให้สมบูรณ์ เมื่อถูกตัดขาดการเชื่อมต่อระหว่างการถ่ายโอนแฟ้ม โดยไม่ต้องเริ่มถ่ายโอนแฟ้มใหม่ทั้งหมด แต่สามารถถ่ายโอนแฟ้มต่อจากส่วนเดิมได้เฉพาะผู้ใช้ ที่ให้ใช้บริการถ่ายโอนแฟ้มและเฉพาะในส่วนของการบรรจุลง กำหนดให้โมเด็มต่อเลขหมายอัตโนมัติแล้วสถาปนาการเชื่อมต่ออัตโนมัติ และถ่ายโอนแฟ้มอัตโนมัติเมื่อการถ่ายโอนแฟ้มยังไม่เสร็จสิ้น รวมถึงปิดเครื่องคอมพิวเตอร์อัตโมมัติเมื่อการถ่ายโอนแฟ้มเสร็จสิ้น ส่งผลให้การถ่ายโอนแฟ้มมีประสิทธิภาพ

2. ข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้มทำให้ทราบถึง ค่าปริมาณงานขณะนั้น อัตราถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล เวลาประมาณและเวลาที่ใช้ในการถ่ายโอนแฟ้ม ซึ่งค่าที่ได้ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และกำหนดช่วงเวลาที่คาดว่า มีผู้เข้าใช้บริการไม่มาก เพื่อเข้าใช้บริการถ่ายโอนแฟ้มในช่วงเวลาดังกล่าว

3. ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการถ่ายโอนแฟ้มยังช่วยในการวิเคราะห์ว่า แฟ้มแต่ละประเภทควรนำการบีบอัดข้อมูลมาใช้ด้วยหรือไม่ เพื่อให้ได้ปริมาณงานการถ่ายโอนแฟ้มสูงสุด

4. ข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าติดตามสถานะการทำงานของโมเด็มเพื่อเป็นแนวทางในการนำคุณสมบัติเฉพาะของโมเด็มแต่ละชนิดมาใช้งาน ซึ่งการทำงานในส่วนฮาร์ดแวร์ของโมเด็มที่ถูกต้องเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้การถ่ายโอนข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาโพรโทคอลการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ด้วยโมเด็ม
2. ศึกษาโพรโทคอลซึ่งเป็นมาตรฐานในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยโมเด็มเช่น สลิป พีพีพี และ เอฟทีพี
3. ศึกษาหลักการทำงานของโมเด็ม ชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม (AT Command) และโพรโทคอลที่เป็นมาตรฐานของโมเด็ม
4. ศึกษาหลักการทำงานและคุณสมบัติของซอฟต์แวร์สื่อสารที่ใช้ในการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลด้วยโมเด็ม
5. วิเคราะห์ ออกแบบซอฟต์แวร์และพัฒนาซอฟต์แวร์
6. ทดสอบและแก้ไข
7. จัดทำวิทยานิพนธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

1. อินเทอร์เน็ต

1.1 ความสำคัญ

อินเทอร์เน็ตเป็นทั้ง เครือข่ายของคอมพิวเตอร์และเครือข่ายของเครือข่าย เพราะอินเทอร์เน็ตเป็นสังคมเครือข่ายขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยเครือข่ายย่อยเป็นจำนวนมากต่อเชื่อมกันด้วยทีซีพี/ไอพี ทั่วโลกให้ความสำคัญกับ เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) หรือเรียกโดยย่อว่า ไอที ซึ่งหมายถึงความรู้ในวิธีการประมวลผล จัดเก็บ รวบรวม เรียกใช้ และนำเสนอข้อมูลด้วยอุปกรณ์ประมวลผล เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้สำหรับงานไอทีคือ คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สื่อสารโทรคมนาคม ตลอดจนโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารไม่ว่าจะเป็นระบบโทรศัพท์ดาวเทียม หรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์

อินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับไอที หากเราจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลข่าวสารในการทำงานประจำวัน อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางให้เข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้ในเวลาอันรวดเร็ว เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลแหล่งใหญ่ที่สุดของโลกและเป็นที่รวมทั้งบริการและเครื่องมือสืบค้นข้อมูลหลายประเภท จนกล่าวได้ว่าอินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทั้งระดับบุคคลและองค์กร จึงเป็นแรงผลักดันให้เกิดการสร้างเครือข่ายและระบบบริการข้อมูลเฉพาะภายในองค์กรที่เรียกว่า อินทราเน็ต (Intranets)

1.2 บริการในอินเทอร์เน็ต

ความมุ่งหวังของการใช้งานเครือข่ายคือให้ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ผู้ใช้อินเทอร์เน็ต สามารถเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมเพื่อขอใช้บริการได้ตามต้องการ ประเภทของบริการในอินเทอร์เน็ตสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1.2.1 ไปรษณีอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics mail) หรือ E-mail

1.2.2 ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์บนเครื่องอื่น

1.2.3 ถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล

การถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลหรือเอฟทีพี (FTP) เป็นบริการสำคัญอีกประเภทหนึ่งที่มีในอินเทอร์เน็ต เครือข่ายหลายแห่งเปิดบริการให้ผู้ใช้ภายนอกสามารถถ่ายโอนข้อมูลโดยไม่คิดมูลค่า แฟ้มที่ถ่ายโอนได้มีหลากหลายเช่น ข้อมูลทั่วไป, ข่าวประจำวัน, บทความ, รวมทั้งโปรแกรมในระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ พีซี หรือแมคอินทอช ซึ่งงานวิจัยนี้สนใจศึกษาการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลซึ่งเป็นบริการประเภทหนึ่งบนอินเทอร์ที่มีความสำคัญ

1.2.4 สนทนาทางเครือข่าย

1.2.5 จดหมายข่าวจดหมายเวียน

1.2.6 บริการสืบค้นข้อมูล

1.2.7 กระดานข่าว

2. สถาปัตยกรรมทีซีพี/ไอพี

2.1 <u>แบบอ้างอิงทีซีพี/ไอพี</u>

ระบบการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อน การใช้แบบอ้างอิงที่แบ่งระบบออกเป็นส่วนย่อยจะช่วยลดความซับซ้อนและสร้างความเข้าใจได้ง่ายกว่า เครือข่ายคอมพิวเตอร์มีแบบอ้างอิงที่ใช้เป็นมาตรฐานคือ แบบอ้างอิงโอเอสไอ (OSI : Open System Interconnection Reference Model) ในขณะที่ทีซีพี/ไอพี เป็นโพรโทคอลที่กำเนิดก่อนโอเอสไอและมีแบบอ้างอิงเฉพาะตามรูปที่ 2.1 แบบอ้างอิงทีซีพี/ไอพีมีระดับชั้นดังต่อไปนี้

ฟิสิคัล กำหนดคุณสมบัติฮาร์ดแวร์เช่นคุณสมบัติทางกล (หัวต่อม ชนิดสายสื่อสาร) และคุณสมบัติทางไฟฟ้า (ลักษณะสัญญาณ อัตราเร็ว) กำหนดวิธีการถ่ายโอนข้อมูลในระดับบิต ตัวอย่างของการเชื่อมต่อที่ตรงกับชั้นฟิสิคัลได้แก่ RS-232 และ X.21

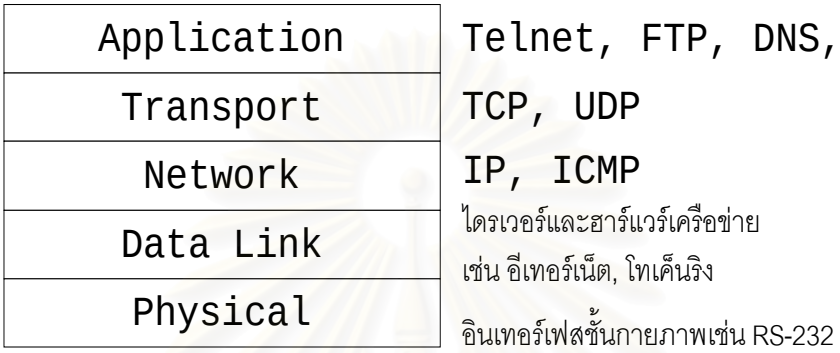
ดาต้าลิงค์ ประกอบด้วยซอฟต์แวร์ (ดีไวซ์ไดรเวอร์) และการ์ดเครือข่ายซึ่งรองรับการทำงานด้านฮาร์ดแวร์และการเชื่อมโยงเข้ากับสายสื่อสาร ตัวอย่างของฮาร์ดแวร์ในชั้นนี้ได้แก่ อีเทอร์เน็ตและโทเค็นริง เป็นต้น

เน็ตเวอร์ค ทำหน้าที่เลือกเส้นทางระหว่างสถานีต้นทางและปลายทาง ตัวอย่างโพรโทคอลในชั้นนี้ได้แก่ ไอพี

ทรานสปอร์ต ทำหน้าที่เตรียมการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างสถานีต้นทางและปลายทาง โดยการสถาปนาการเชื่อมต่อและรักษาสภาพการเชื่อมต่อนั้นไว้ ตลอดจนยกเลิกการ

เชื่อมต่อเมื่อสิ้นสุดกระบวนการ นอกจากนี้ยังรับประกันความถูกต้องของข้อมูลที่จัดส่ง ทีซีพี/ไอพีมีโพรโทคอลในชั้นนี้คือ ทีซีพีและยูดีพี

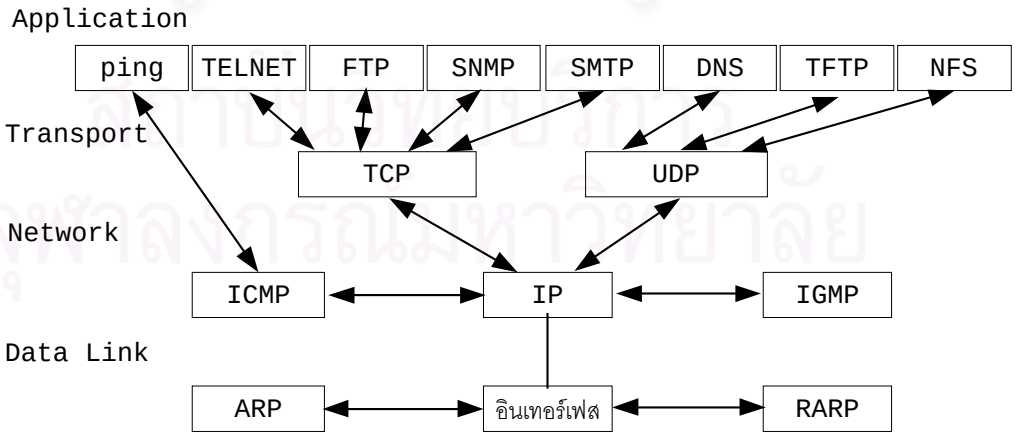
แอพพลิเคชัน กำหนดการทำงานของโพรโทคอลประยุกต์ โพรโทคอลในชั้นนี้ได้แก่ เอฟทีพี (FTP) เอสเอ็มทีพี (SMTP) หรือ เทลเน็ต (TELNET) เป็นต้น



รูปที่ 2.1 แบบอ้างอิงทีซีพี/ไอพี

2.2 โพรโทคอลแสตค

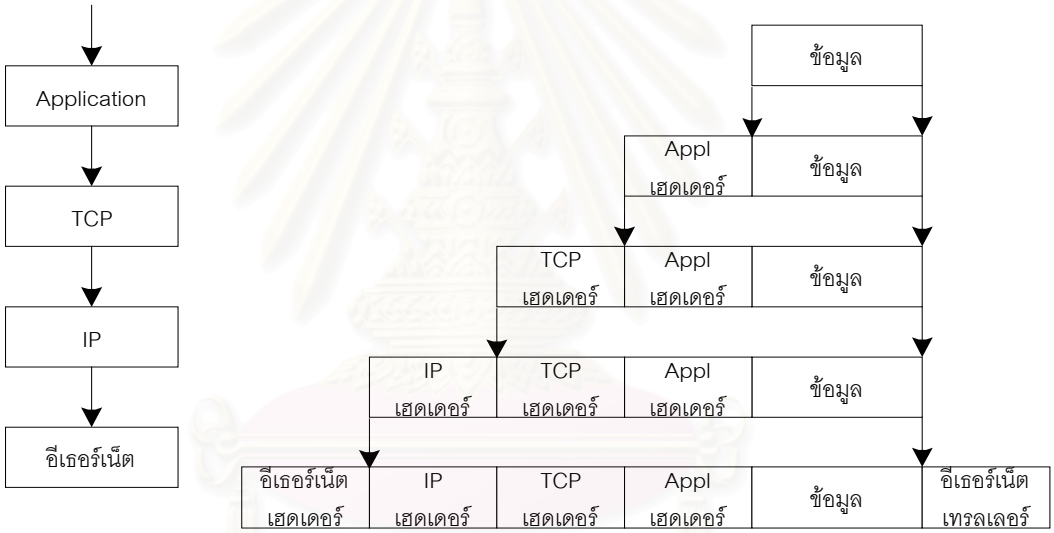
การทำงานตามโปรแกรมประยุกต์หนึ่งมักไม่ได้ใช้โพรโทคอลพร้อมกันทั้งหมด แต่จะใช้เพียงโพรโทคอลที่สัมพันธ์กันในแต่ละระดับชั้นของแบบอ้างอิง และเรียกเฉพาะส่วนที่สัมพันธ์กันนี้ว่า โพรโทคอลแสตค (Protocol Stack) ตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โพรโทคอลแสตค

โพรโทคอลไอพีในระดับชั้นเน็ตเวอร์คเป็นแกนสำคัญในโพรโทคอลแสตคเนื่องจากทั้งทีซีพีและยูดีพีต้องใช้บริการผ่านไอพีเพื่อเลือกเส้นทางส่งแพ็กเก็ต ในชั้นเน็ตเวอร์มีโพรโทคอลไอซีเอ็มพี สนับสนุนการทำงานของไอพีเพื่อทำหน้าทีรายงานข้อผิดปกติที่เกิดจากการส่งแพ็กเก็ต และไอจีเอ็มที่ทำหน้าที่ดูแลการจัดกลุ่มโฮสต์ในเครือข่ายแบบมัลติคาสต์ ชั้นทรานสพอร์ตมีสองโปรโคตคอลสำคัญคือทีซีพีและยูดีพี แต่ละแอพพลิเคชันจะเลือกใช้ทีซีพีหรือยูดีพีตามลักษณะงาน

โพรโทคอลระดับล่างถัดจากไอพีได้แก่ โพรโทคอลระดับดาต้าลิงค์ ซึ่งกำหนดการทำงานตามเทคโนโลยีเครือข่ายที่ใช้งานเช่น ซีเอสเอ็มเอ/ซีดี (CSMA/CD) ตามมาตรฐานอีเทอร์เน็ต ในชั้นนี้โพรโทคอลในชุดของทีซีพี/ไอพีทำหน้าที่สนับสนุนการทำงานอยู่สองโพรโทคอลคือ เออาร์พีและอาร์เออาร์พี ทั้งสองโพรโทคอลทำหน้าที่แปลงค่าระหว่างไอพีแอสเดรสกับฮาร์แวร์



รูป 2.3 การห่อหุ้มข้อมูลตามลำดับโพรโทคอลแสตค

2.3 โพรโทคอลย่อยในโพรโทคอลทีซีพี/ไอพี

ทีซีพี/ไอพีประกอบด้วยโพรโทคอลย่อยจำนวนมาก ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนหนึ่งของโพรโทคอลมาตรฐานในอินเทอร์เน็ต ในที่นี้จะแนะนำเฉพาะโพรโทคอลที่สำคัญโดยสรุปดังนี้

2.3.1 ไอพี

ไอพีเป็นโพรโทคอลแกนของทีซีพี/ไอพี ไอพีทำหน้าที่กำหนดรูปแบบของแอดเดรสประจำเครื่อง เพื่อใช้ในการลำเลียงข้อมูลจากเครื่องต้นทางไปยังเครื่องปลายทาง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เลือกเส้นทางส่งข้อมูล ตลอดจนแบ่งขนาดข้อมูลให้เหมาะกับฮาร์ดแวร์ระดับล่าง

ตาราง 2.1 แสดงโพรโทคอลมาตรฐานบางส่วนในอินเทอร์เน็ต

โพรโทคอล	**ชื่อ**	RFC	STD
IP	**Internet Protocol**	**791**	**5**
ICMP	Internet Control Message Protocol	792	5
IGMP	Internet Group Multicast Protocol	1112	5
UDP	User Datagram Protocol	768	6
TCP	**Trasmission Control Protocol**	**793**	**7**
TELNET	Telnet Protocol	854, 855	8
FTP	**File Transfer Protocol**	**959**	**9**
MAIL	Format of Electronic Mail Messages	822	11
SNMP	Simple Network Management Protocol	1157	15
TFTP	Trivial File Transfer Protocol	1350	33
TP-TCP	ISO Transport Service on top of the TCP	1006	35
PPP	**Point-to-Point Protocol (PPP)**	**1661**	**51**
PPP-HDLC	PPP in HDLC Framing	1662	51

2.3.2 ทีซีพี

ทีซีพีทำหน้าที่นำส่งข้อมูลโดยรับประกันความน่าเชื่อถือ ทีซีพีด้านส่งต้องส่งแพ็กเก็ตซ้ำใหม่หากแพ็กเก็ตสูญหาย ทีซีพีด้านรับมีหน้าที่จัดแพ็กเก็ตให้ถูกตามลำดับและกำจัดแพ็กเก็ตซ้ำซ้อน ทีซีพีเป็นโพรโทคอลแบบ “Connection Oriented” คือต้องสถาปนาการเชื่อมต่อระหว่างสถานีปลางทางและต้นทางก่อนการส่งข้อมูล ทีซีพีต้นทางจัดแบบข้อมูลเพื่อส่งให้ไอพีดำเนินการ ทีซีพีปลายทางเมื่อรับแพ็กเก็ตจากไอพีก็จะส่งต่อให้โพรโทคอลประยุกต์ โพรโทคอลประยุกต์ที่ใช้บริการผ่านทีซีพี ได้แก่ เทลเน็ต เอสเอ็มทีพี หรือเอฟทีพี

2.3.3 ไอซีเอ็มพี

ไอซีเอ็มพีเป็นโพรโทคอลซึ่งใช้รายงานสถานะความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเช่น ในกรณีที่เราเตอร์ไม่สามารถนำข้อมูลส่งไปถึงปลายทางได้ เราเตอร์จะใช้ไอซีเอ็มพีแจ้งสาเหตุของปัญหากลับไปยังฝ่ายส่ง

2.3.4 เอฟทีพี

เอฟทีพีให้บริการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลเช่น การสำเนาแฟ้มข้อมูล ลบแฟ้ม สร้างไดเร็กทอรี หรือลบไดเร็กทอรี เป็นต้น

2.3.5 พีพีพี

พีพีพีเป็นโพรโทคอลเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดรองรับการสื่อสารอนุกรมทั้งแบบ อะซิงโครนัสและซิงโครนัสโดยทำงานร่วมกับไอพี มีกลไกตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อกำหนดค่าไอพีแอสเดรสระหว่างสถานีต้นทางและสถานีปลายทาง โดยไม่ต้องกำหนดค่าเอง รองรับการทำงานกับโพรโทคอลในชั้นเครือข่ายได้หลายโพรโทคอล เช่น ไอพีเอ็กซ์ ไอพีเฟรม พีพีพี มีโครงสร้างพื้นฐานดังแสดงในตาราง 2.2

ตาราง 2.2 แสดงรูปแบบของเฟรมพีพีพี

ฟิลด์	ขนาด (ไบต์)	ความหมาย
Flag	1	เป็นส่วนนำและส่วนปิดท้ายเฟรมมีค่าเป็น 01111110 เสมอ
Address	1	เป็นแอสเดรสปลายทางซึ่งมีค่าเป็น 11111111 ทำหน้าที่เสมือนเป็นบรอดคาสต์แอสเดรส ปกติไม่จำเป็นสำหรับการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด แต่กำหนดให้มีเพื่อเป็นมาตรฐาน
Control	1	เป็นฟิลด์กำหนดรูปแบบของเฟรมแบบ “unnumbered” หมายถึง พีพีพีไม่มีการกำหนดหมายเลขเฟรมให้เพื่อใช้ในการรับประกันความน่าเชื่อถือและไม่มีการยืนยันการตอบรับในชั้นเชื่อมต่อข้อมูล มีค่าเป็น 00000011 เสมอ
Protocol	2	ทำหน้าที่กำหนดโพรโทคอลระดับบน ฟิลด์นี้สามารถลดขนาดเป็น 1 ไบต์ ได้โดยปรับตั้งเมื่อเริ่มต้นทำงาน
Payload		บรรจุข้อมูลที่ต้องการสื่อสาร ปรับเปลี่ยนขนาดได้แต่ขนาดปกติคือ 1500 ไบต์
Checksum	2	บรรจุค่าผลรวมตรวจสอบเฟรมขนาดปกติ 2 ไบต์แต่ขยายขนาดได้เป็น 4 ไบต์

2.3.6 สลิป

ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย Rick Adam ในราวปี ค.ศ. 1984 สลิปเป็นโพรโทคอลการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด รองรับการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส ไม่มีกลไกรองรับความผิดพลาดของข้อมูล ไม่มีกลไกตรวจสอบแอสเดรสของอีกด้านหนึ่งที่ไม่ได้อยู่ในเครือข่ายเดียวกัน เฟรมของสลิปไม่สามารถทำงานแบบมัลติโพรโทคอลในเวลาเดียวกันได้

2.3.7 เทลเน็ต

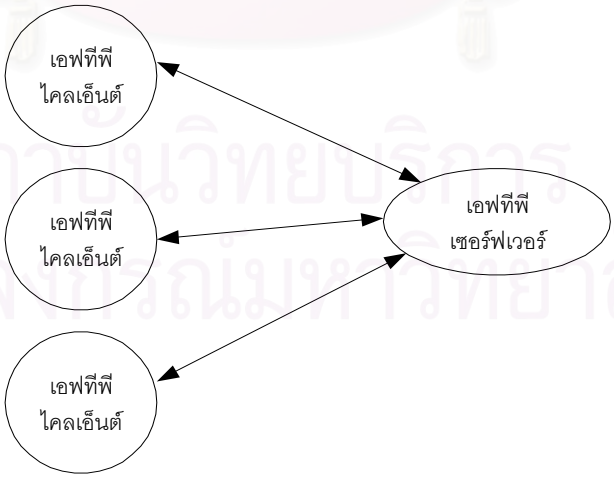
เทลเน็ตเป็นโพรโทคอลสำหรับขอใช้โฮสต์ระยะไกลหรือเรียกว่า รีโมตล็อกอิน (Remote Login) เทลเน็ตให้บริการเข้าใช้คอมพิวเตอร์ในเครือข่ายโดยเสมือนกับว่ากำลังทำงานอยู่ที่เทอร์มินัลของคอมพิวเตอร์เครื่องนั้น เทลเน็ตเซอร์ฟเวอร์ที่คอมพิวเตอร์ปลายทางจะขอรับการขอบริการจากเทลเน็ตไคลเอ็นต์ ผู้ขอใช้เทลเน็ตต้องมีบัญชีประจำเครื่องที่ให้บริการเทลเน็ต

2.4 ทีซีพี/ไอพี ไคลเอ็น-เซอร์ฟเวอร์

ทีซีพี/ไอพีอาศัยการทำงานแบบไคลเอ็นต์-เซอร์ฟเวอร์ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ

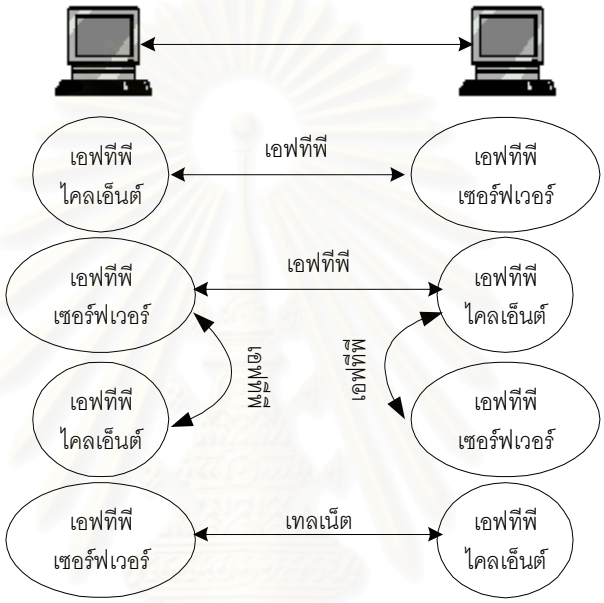
1. โปรเซสไคลเอ็น ซึ่งทำหน้าที่ขอบริการ
2. โปรเซสเซอร์ฟเวอร์ ซึ่งทำหน้าที่ให้บริการ
3. โพรโทคอลที่ใช้สื่อสารระหว่างไคลเอ็นต์และเซอร์ฟเวอร์

รูปที่ 2.4 แสดงการเชื่อมโยงระหว่างไคลเอ็นต์ 3 โปรเซส ซึ่งขอบริการถ่ายโอนแฟ้มจากเซอร์ฟเวอร์ผ่านเอฟทีพี โปรเซสไคลเอ็นและเซอร์ฟเวอร์ไม่จำเป็นต้องอยู่บนต่างเครื่องกัน เนื่องจากระบบปฏิบัติการส่วนใหญ่ที่ใช้ทีซีพี/ไอพี มักทำงานแบบผู้ใช้หลายคนและพร้อมกันหลายงาน แต่ละไคลเอ็นต์จึงอาจเป็นโปรเซสของผู้ใช้ต่างบุคคลที่ทำงานภายในเครื่องเดียวกัน และขอบริการไปยังเซอร์ฟเวอร์ต่างเครื่องเดียวกันกับไคลเอ็นต์ก็ได้



รูปที่ 2.4 เอฟทีพีไคลเอ็นต์-เซอร์ฟเวอร์

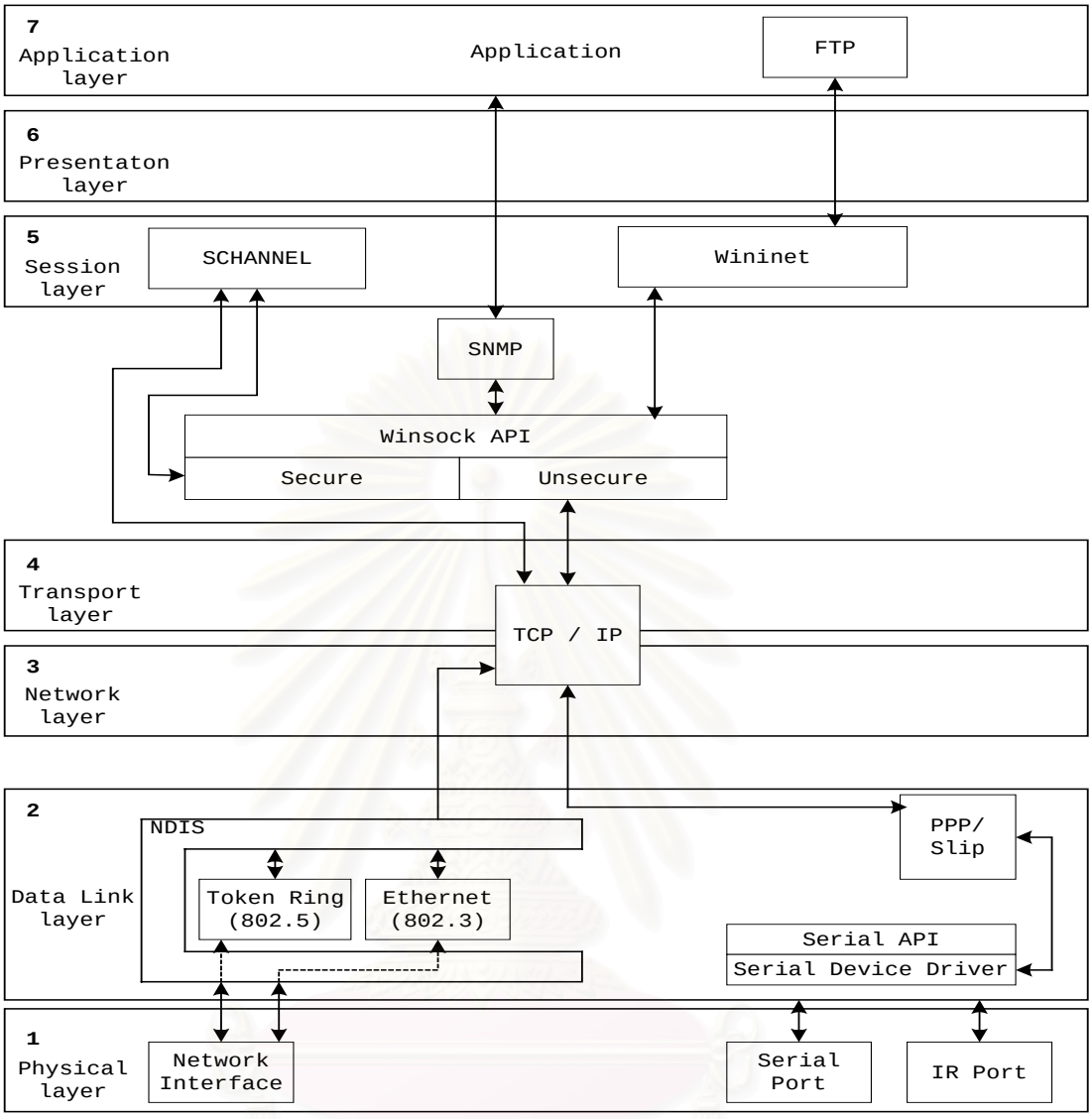
แบบจำลองไคลเอ็นต์-เซอร์ฟเวอร์ ในทีซีพี/ไอพี นี้แตกต่างไปจากหลักการไคลเอ็นต์-เซอร์ฟเวอร์ ในบางระบบปฏิบัติการเครือข่ายซึ่งกำหนดหน้าที่ในการทำงานของคอมพิวเตอร์อย่างเจาะจงว่าเครื่องใดเป็นเซอร์ฟเวอร์ และ เครื่องใดเป็นไคลเอ็นต์โดยสลับหน้าที่กันไม่ได้ ในขณะที่คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องตามแบบของทีซีพี/ไอพี สามารถทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นต์เพื่อขอบริการจากเครื่องอื่น หรือทำหน้าที่เป็นเซอร์ฟเวอร์เพื่อให้บริการเครื่องอื่นได้พร้อมๆ กัน ดังรูป 2.5



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแบบจำลองไคลเอ็นต์-เซอร์ฟเวอร์ในทีซีพี/ไอพี

การพัฒนาซอฟต์แวร์ในงานวิจัยนี้ใช้ WinInet (Win32 Internet) API (Application Programming Interface) โดยแสดง WinIntet และตัวแบบอ้างอิงโอเอสไอ ดังภาพที่ 2.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.6 แสดง Win32 Internet และตัวแบบอ้างอิงโอเอสไอ

3. ประเภทของแฟ้มข้อมูลชนิดต่างๆ

รูปแบบของแฟ้มขึ้นอยู่กับลักษณะต่างของแฟ้มข้อมูลดังต่อไปนี้

1. รูปแบบข้อมูลภายในที่เป็นตัวกำหนดชนิดของแฟ้มไม่ว่าจะเป็น แฟ้มข้อความโปรแกรมที่รันได้ แฟ้มข้อมูลภาพ แฟ้มข้อมูลเสียง หรืออื่นๆ

2. ชนิดของซอฟต์แวร์สำหรับการอาร์ไคฟ์หรือบีบอัด (Archive / Compression) ใช้จัดเก็บแฟ้มรวมกันเป็นชุดเดียว ในการส่งข้อมูลส่วนใหญ่มักมีการเก็บหรือเรียกอีกอย่างว่าอาร์ไคฟ์ (Archive) และบีบอัดเพื่อให้แฟ้มนั้นง่ายต่อการส่งเป็นกลุ่ม และยังช่วยลดเวลาในการส่งแฟ้มด้วย ชนิดของการเก็บแฟ้มนี้มีได้มากมายที่รู้จักกัน เช่น PKZIP, tar, Stuffit

3. วิธีเข้ารหัสที่ใช้กับแฟ้มเพื่อให้แฟ้มนั้นสามารถส่งผ่านระบบเครือข่ายได้โดยปลายทางได้รับข้อมูลเหมือนกับแฟ้มต้นทางที่ส่งมา วิธีที่ใช้กันมาก เช่น uuencode ใช้บนระบบยูนิกซ์, BinHex ใช้กับแมคอินทอช และ Base64 เป็นมาตรฐานสำหรับการส่งแบบ MIME

ลักษณะทั้งสามของแฟ้มที่กล่าวมาคือ รูปแบบข้อมูลภายใน ชนิดของการเก็บและบีบอัดและวิธีเข้ารหัส เป็นตัวกำหนดนามสกุลของแฟ้มและเป็นวิธีที่ใช้บอกชนิดของแฟ้มในระบบปฏิบัติการต่างๆ เช่น .EXE, .ZIP หมายถึงแฟ้มที่เก็บโดยใช้รูปแบบของ PKZIP, .sit หมายถึงแฟ้มที่เก็บโดยใช้รูปแบบ Stuffit ของแมคอินทอช .tar หมายถึงแฟ้มที่ใช้รูปแบบ tar ของระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ และวิธีการเข้ารหัสมักแสดงด้วยนามสกุลเช่นกัน .uue หมายถึงแฟ้มที่เข้ารหัสโดยใช้ uuencode และ .hqx หมายถึงแฟ้มที่เข้ารหัสโดยใช้ BinHex

4. ระบบโทรศัพท์

4.1 <u>ความเป็นมาและลักษณะทั่วไป</u>

ในปี พ.ศ. 2419 Alexander Gramham Bell ได้ประดิษฐ์โทรศัพท์ขึ้นและให้บริการครั้งแรกเป็นระบบที่ใช้พนักงานต่อ (Manual Telephone System) โดยมีเพียง 21 หมายเลข ซึ่งต่อมาได้พัฒนาระบบโทรศัพท์เป็น ระบบแบตเตอรี่ร่วม (Common Battery Telephone System) และในปี พ.ศ. 2433 Almon B. Strowger ได้พัฒนา ระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ เรียกว่าระบบทีละขั้น (step by step) และในปี พ.ศ. 2503 ได้มีการนำสารกึ่งตัวนำมา ประยุกต์ใช้ในระบบโทรศัพท์ และในปี พ.ศ. 2513 ได้นำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ควบคุมการทำงานของระบบโทรศัพท์ด้วยซอฟต์แวร์ เรียกว่าระบบแอสพีซี (Stored Program Control , SPC) ซึ่งใช้เทคนิคการกล้ำสัญญาณแบบรหัสพัลส์หลายทางแบ่งตามเวลา (Time Division Multiplex Pulse Code Modulation,TDM-PCM) ดังนั้นสัญญาณที่ส่งผ่านระหว่างชุมสายจะเป็นสัญญาณดิจิตอล (digital) ซึ่งถูกแปลงจากสัญญาณเสียงที่เป็นสัญญาณแอนะล็อก (analog) มาเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยชุมสายระบบเอสพีซีเพื่อให้ได้จำนวนช่องสัญญาณมากขึ้น และป้องกันการรบกวนได้ดีกว่าการส่งสัญญาณแอนะล็อกระหว่างชุมสายแบบเดิม

4.2 <u>โครงสร้างพื้นฐานของชุมสายโทรศัพท์ระบบแอสพีซีแบบดิจิตอล</u>

ใช้คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานทำให้ปรับเปลี่ยนการทำงานได้โดยการแก้ไขเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

1. ระบบย่อยการสลับแบบดิจิตอล (Digital Switching Subsystem) เป็นส่วนการสลับ (switching) ที่ใช้ต่อวงจรของผู้เช่า โดยสัญญาณจากเครื่องรับโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการจะถูกแปลงจากสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยการเข้ารหัสและถอดรหัส (Codec) ที่วงจรข่ายการสลับแบบดิจิตอล (Digital Switching Network) แล้วจึงส่งไปยังชุมสายปลายทาง ซึ่งจะแปลงสัญญาณแอนะล็อกกลับไปเป็นสัญญาณดิจิตอล ที่แอนะล็อกทรังค์ (Analog Trunk) โดยการเข้ารหัสและถอดรหัส

2. ระบบย่อยรับเข้าและส่งออก (Input/Output Subsystem) ประกอบด้วยส่วนการรับข้อมูลเข้าและแสดงผลข้อมูล ได้แก่ เครื่องโทรพิมพ์ (Teletype Writer,TT) เพื่อป้อนคำสั่งเข้าสู่ระบบแถบบันทึกแม่เหล็กแบบกล่อง (Cartridge Magnetic Tape) เพื่อเก็บข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำหลักใช้สำรองในกรณีเกิดการขัดข้อง ของหน่วยความจำหลัก แถบบันทึกแม่เหล็ก (Magnetic Tape) ใช้เก็บข้อมูลการใช้โทรศัพท์ของผู้ใช้บริการ เพื่อนำมาคิดค่าบริการ

3. ระบบย่อยประมวลผลกลาง (Central Processor Subsystem) เป็นส่วนควบคุมการทำงานของระบบย่อยการสลับแบบดิจิตอลและระบบย่อยรับเข้าและส่งออก (Input/Output Subsystem) ซึ่งประกอบด้วย ส่วนควบคุมกลาง (Central Control,CC) และหน่วยความจำหลัก (Main Memory,MM) โดยส่วนควบคุมกลางจะอ่านโปรแกรมและข้อมูลจากหน่วยความจำหลักเพื่อมาใช้ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ

ระบบชุมสายโทรศัพท์ระบบแอสพีซี สามารถนำมาใช้งานเป็น

1. เครื่องชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange)
2. เครื่องชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange)
3. เครื่องชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)
4. เครื่องชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกลต่างประเทศ (International Exchange)
5. เครื่องชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Exchange)

4.3 <u>เครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ</u>

ระบบโทรศัพท์ของประเทศไทยซึ่งให้บริการโดยองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยเป็นเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ (PSTN : Public Switched Telephone Network) ซึ่งให้บริการทั้งในเขตท้องถิ่นและทางไกล Martin 1990 แบ่งระบบเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะออกได้เป็น 4 ส่วน คือ

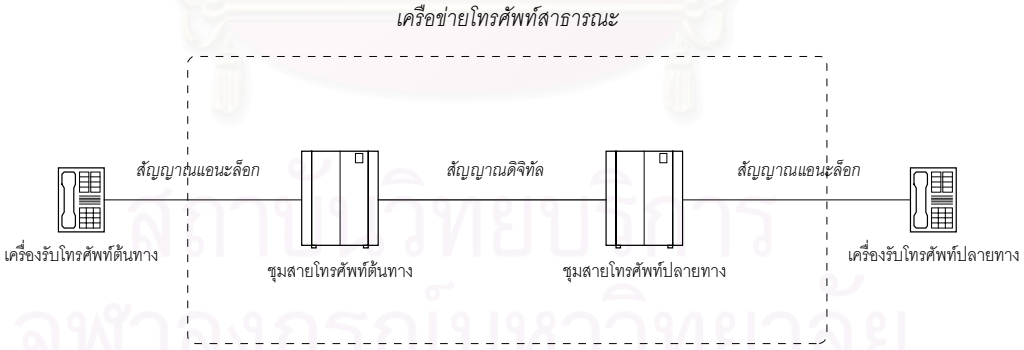
1. เครื่องมือ (Instruments) คืออุปกรณ์ในส่วนของผู้ใช้บริการ ได้แก่เครื่องรับโทรศัพท์ เครื่องโทรสาร เป็นต้น

2. วงวนเฉพาะที่ (Local loops) คือสายนำสัญญาณที่ต่อเครื่องมือเข้ากับอุปกรณ์การสลับที่ชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งมักจะใช้สายนำสัญญาณชนิด 2 เส้น

3. อุปกรณ์การสลับ (Switching facilities) คืออุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อสัญญาณของผู้ใช้บริการเพื่อทำให้เกิดการสื่อสารขึ้น ซึ่งอุปกรณ์นี้จะอยู่ในชุมสายโทรศัพท์

4. วงจรทรังค์ (Trunk circuits) คืออุปกรณ์เพื่อใช้จัดการข้อมูลของชุมสายโทรศัพท์ในการรับส่งข้อมูลระหว่างชุมสาย ซึ่งอุปกรณ์นี้จะอยู่ในชุมสายโทรศัพท์

การทำงานของเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ เริ่มเมื่อเครื่องรับโทรศัพท์ต้นทางถูกยกหูขึ้น ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณพร้อมหมุน (Dial Tone) เพื่อบอกว่าสามารถหมุนหรือกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อได้ เมื่อเครื่องรับโทรศัพท์ต้นทางกดหมายเลขโทรศัพท์ ชุมสายโทรศัพท์จะติดต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ปลายทาง ตามหมายเลขที่ถูกกดหากเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางถูกยกหูขึ้นหรือกำลังใช้อยู่ ชุมสายโทรศัพท์ปลายทาง จะแจ้งกลับมายังชุมสายโทรศัพท์ต้นทาง เพื่อส่งสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy) กลับไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ต้นทาง แต่ในกรณีที่เครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางไม่ถูกยกหูขึ้นหรือถูกใช้อยู่ ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางจะทำการส่งสัญญาณเสียงกริ่ง (Ring) ไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางในขณะเดียวกันชุมสายโทรศัพท์ต้นทางจะส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ring-Back) กลับไปที่เครื่องรับโทรศัพท์ต้นทางเพื่อแสดงสถานะของการเรียกอีกฝ่ายหนึ่ง และเมื่อเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางถูกยกหูขึ้น การเชื่อมต่อจึงเกิดขึ้นทำให้สามารถสนทนากันได้



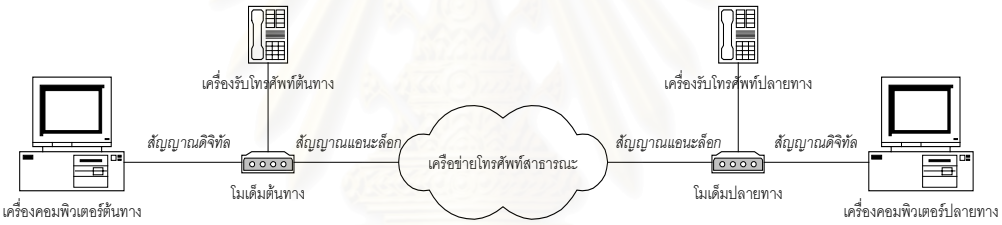
รูปที่ 2.7 แสดงการเชื่อมต่อของเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ

ลักษณะสัญญาณของเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะในขณะที่สนทนานั้น เริ่มจากเครื่องรับโทรศัพท์รับส่งเสียงสนทนาซึ่งเป็นสัญญาณแอนะล็อกไปยังชุมสายต้นทางจากนั้นชุมสายต้นทางจะแปลงสัญญาณแอนะล็อกที่ได้ไปเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อให้ได้ช่องของสัญญาณ (Bandwidth) มากขึ้นระหว่างชุมสายทั้งสองแล้วส่งไปยังชุมสายปลายทางจากนั้นชุมสายปลายทาง

จะแปลงสัญญาณดิจิตอลไปเป็นสัญญาณแอนะล็อกและส่งไปตามสายโทรศัพท์ไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทาง ดังแสดงในรูปที่ 2.7

5. โมเด็ม

5.1 โมเด็ม (modem ย่อมาจาก modulator-demodulator) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทางไปเป็นสัญญาณแอนะล็อกเรียกว่า การกล้ำสัญญาณ (modulation) เพื่อส่งผ่านสัญญาณแอนะล็อกนั้นไปตามสายโทรศัพท์ของระบบโทรศัพท์และเมื่อถึงปลายทางจะแปลงสัญญาณแอนะล็อกที่รับมากลับไปเป็นสัญญาณดิจิตอลเรียกว่าการแยกสัญญาณ (demodulation) เพื่อส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงการเชื่อมต่อของโมเด็ม

ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์รับส่งต้นทางและปลายทางหรืออุปกรณ์ดีทีอี (DTE : Data Terminal Equipment) ในระบบที่ศึกษานี้คือเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทางกับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลหรืออุปกรณ์ดีซีอี (DCE : Data Circuit terminating Equipment) ในระบบที่ศึกษานี้คือ โมเด็มต้นทางซึ่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์ดีซีอีและอุปกรณ์ดีทีอีเรียกว่า การต่อประสาน (Interface) ซึ่งจำเป็นต้องมีมาตรฐานรองรับ ซึ่งมีอยู่หลายมาตรฐานเช่น มาตรฐานการต่อประสานแบบอนุกรมชนิดอาร์เอส 232 (RS-232) ชนิดอาร์เอส 422 (RS-422) ชนิดอาร์เอส 449 (RS-449) เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้คือ มาตรฐานการต่อประสานแบบอนุกรมชนิดอาร์เอส 232 ซึ่งถูกเสนอครั้งแรกในปี พ.ศ. 2505 ซึ่งรวมเอามาตรฐานขององค์การสหภาพโทรคมนาคมอุตสาหกรรมระหว่างประเทศหรือซีซีไอทีที (CCITT ย่อมาจาก Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique) แบบ V.24 และ มาตรฐานซีซีไอทีที แบบ V.28 เข้าด้วยกัน

5.2 โครงสร้างภายในของโมเด็ม

โดยยกตัวอย่างโมเด็มตระกูล Bell 103 ซึ่งโครงสร้างภายในโมเด็ม เริ่มจากจุดต่อคู่สายโทรศัพท์ซึ่งเป็นแบบ 2 สาย จะถูกนำมาเชื่อมต่อกับขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลง ซึ่งทำหน้าที่แมตชิ่งอิมพีแดนซ์ของคู่สาย (โดยทั่วไปประมาณ 600 โอห์ม) กับอิมพีแดนซ์ภายในวงจรโมเด็ม สำหรับขดลวดด้านทุติยภูมิจะเชื่อมต่อกับอินพุตของวงจรภาครับและเอาต์พุตของวงจรภาคส่งภายในโมเด็ม โดยมีวงจรกรองสัญญาณเฉพาะย่านความถี่ (band pass filter) ติดตั้งอยู่ในส่วนหน้าของวงจรภาครับ และที่จุดเอาต์พุตของวงจรภาคส่งเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้สัญญาณที่ถูกส่งออกจากวงจรภาคส่งไปรบกวนวงจรภาครับ นอกจากนี้วงจรกรองสัญญาณของภาครับ ยังทำหน้าที่กรองสัญญาณรบกวนต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นผ่านมาทางคู่สายโทรศัพท์ด้วย

ในส่วนของวงจรภาครับประกอบด้วย วงจรจำกัดแรงดัน (limitor) ทำหน้าที่จำกัดแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณที่ผ่านเข้ามาทางหม้อแปลงไม่ให้มีค่าสูงมากเกินไป จนทำให้วงจรภายในโมเด็มเกิดความเสียหาย สำหรับวงจรตรวจจับการหน่วง (delay detector) ทำหน้าที่หน่วงสัญญาณที่ได้รับจากวงจรจำกัดแรงดัน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณพาหะ ซึ่งถูกส่งมาจากวงจรตรวจจับสัญญาณพาหะ (carrier detector) ผลจากการเปรียบเทียบจะถูกส่งผ่านต่อไปยังวงจรตัดยอดคลื่น (slicer) ซึ่งทำหน้าที่ตัดยอดคลื่นทั้งด้านบนและด้านล่างของสัญญาณที่ได้รับ รวมถึงทำหน้าที่แปลงค่าสัญญาณไปเป็นข้อมูลไบนารีซึ่งมีการแทนค่า สัญญาณ “1” และ “0” ด้วยระดับแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมโดยสัญญาณไบนารีจะถูกส่งต่อไปยังอุปกรณ์ UART และคอมพิวเตอร์ต่อไป สัญญาณดังกล่าวถูกเรียกว่า REC DIGITAL DATA และสำหรับสัญญาณ CARRIER DETECT เป็นสัญญาณไบนารีซึ่งจะมีค่าเป็น “1” เมื่อวงจรตรวจจับสัญญาณพาหะตรวจพบสัญญาณพาหะบนคู่สายโทรศัพท์

ในส่วนของวงจรภาคส่งสัญญาณไบนารีที่ได้รับจากอุปกรณ์ UART หรือเรียกว่า XMIT DIGITAL DATA จะถูกส่งไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์แบบเอฟเอสเค ซึ่งทำหน้าที่กล้ำสัญญาณที่ได้กับความถี่พาหะก่อนส่งต่อไปยังวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ เพื่อกรองสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นจากวงจรออสซิลเลเตอร์ออกไป จากนั้นจึงส่งสัญญาณที่ผ่านการกล้ำสัญญาณแล้วไปยังหม้อแปลงและคู่สายโทรศัพท์ต่อไป

การออกแบบโมเด็มตามโครงสร้างดังกล่าว ใช้อุปกรณ์พาสซีฟ (passive) และอุปกรณ์แอคตีฟ (active) ต่างๆ มาประกอบกัน ซึ่งแต่ละส่วนส่งผลให้อุปกรณ์โมเด็มในยุคแรก ๆ มีขนาดใหญ่มากไม่สะดวกในการติดตั้งและบางครั้งจะก่อให้เกิดความร้อนเมื่อใช้งานโมเด็มเป็น

เวลานาน ในระยะต่อมาเมื่อเทคโนโลยีทางด้านเซมิคอนดักเตอร์ (semiconductor) มีความก้าวหน้ามากขึ้นจึงได้มีการรวมวงจรส่วนต่างๆ ลงบนไอซี (IC : Integrated Circuit) เพียงไม่กี่ตัว ทำให้การออกแบบสร้างโมเด็มเป็นไปได้ง่ายขึ้นใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น ทำให้โมเด็มในยุคต่อมาจึงมีขนาดเล็กลงมากและยังมีความสามารถพิเศษเพิ่มขึ้นอีกหลายประการดังนี้

อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงมาก โดยเทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถทำให้โมเด็มรับส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราเร็วสูงสุดถึง 56,000 บิตต่อวินาที สามารถหมุนเลขหมายโทรศัพท์ได้โดยการโปรแกรมภายในตัวโมเด็มเอง ไม่จำเป็นต้องใช้ซอฟต์แวร์สั่งการ นอกจากนั้นยังสามารถรับสายเรียกเข้าได้เองโดยอัตโนมัติ สนับสนุนการรับส่งโทรสาร สามารถปรับอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้กระบวนการตรวจสอบอัตราเร็วกับโมเด็มปลายทาง

5.3 <u>กระบวนการทำงานของโมเด็ม</u>

ในส่วนของโมเด็มที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณทางด้านผู้รับ จะทำหน้าที่กล้ำสัญญาณหรือแปลงรูปสัญญาณดิจิตอลที่ต้องการรับจากสัญญาณพาหะที่ถูกกล้ำสัญญาณ ซึ่งถูกส่งจากโมเด็มต้นทางในส่วนของภาคแยกสัญญาณ จะประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่สัญญาณ (filter) และวงจรตรวจจับสัญญาณ (detector) ซึ่งใช้ตรวจจับสัญญาณซึ่งถูกส่งมาว่าถูกต้องตรงกับความถี่ที่ส่งหรือไม่ และวงจรแยกสัญญาณทางแอมปลิจูด เฟสและความถี่และวงจรปรับระดับสัญญาณเพื่อแปลงรูปสัญญาณที่ได้รับ ไม่ว่าจะเป็นการกล้ำสัญญาณแบบใดให้กลับมาอยู่ในรูปของสัญญาณไบนารีเหล่านั้น ให้มีระดับความแรงของสัญญาณตามมาตรฐานก่อนที่จะส่งไปยังอุปกรณ์ UART และอุปกรณ์ดีทีอีต่อไปโดยระดับสัญญาณที่ใช้ทั้งด้านโมเด็มต้นทางและด้านโมเด็มปลายทาง ซึ่งกำหนดให้ระดับความแรงของสัญญาณความถี่ที่ใช้ส่งจะแรงกว่าความถี่ที่ใช้รับเสมอ เนื่องจากสัญญาณที่ได้อาจเกิดการลดทอนของความแรงสัญญาทำให้ระดับสัญญาณที่ได้รับลดลงเมื่อเทียบกับสัญญาณที่ถูกส่งจากต้นทาง

ในโมเด็มระยะแรกที่รับส่งข้อมูลด้วยความเร็วต่ำ จะเป็นโมเด็มแบบสื่อสารทางเดียว (Simplex) เป็นโมเด็มที่ใช้สำหรับรับหรือส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว และโมเด็มแบบสื่อสารสองทางแบบครึ่งอัตรา (Half Duplex) เป็นโมเด็มที่สามารถรับหรือส่งได้โดยต้องไม่ใช้เวลาพร้อมกันในการรับหรือส่งโดยในย่านความถี่เสียงจะมีการกำหนดความถี่กึ่งกลางไว้ที่ 1,170 เฮิรตซ์ สำหรับการแทนค่าข้อมูลไบนารีที่เป็น “1” จะใช้การส่งความถี่ 1,270 เฮิรตซ์และสำหรับข้อมูลที่มีค่าเป็น “0” จะส่งความถี่เป็น 1,070 เฮิรตซ์ ดังนั้นสัญญาณที่ปรากฏขึ้นบนคู่สายโทรศัพท์ในกรณีจาก

โมเด็มซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่งจะเป็นสัญญาณที่มีค่าความถี่ 1,070 เฮิรตซ์ และ 1,270 เฮิรตซ์ ขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์ดีทีอี ว่าเป็น “0” หรือ “1”

สำหรับกรณีของโมเด็มแบบสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตรา (Full Duplex) เป็นโมเด็มที่สามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมๆ กัน รูปแบบของการใช้งานความถี่สำหรับการกล้ำสัญญาณจะแบ่งย่านความถี่เสียงออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งส่วนล่างใช้รับส่งข้อมูลในทิศทางหนึ่งและส่วนบนใช้รับส่งข้อมูลในทิศทางกลับกัน สำหรับย่านความถี่ส่วนล่างมีการกำหนดความถี่กลางไว้ที่ 1,170 เฮิตรซ์ การแทนค่าข้อมูลไบนารีที่มีค่าเป็น “0” จะใช้ความถี่ 1,070 เฮิรตซ์ และการแทนค่าข้อมูลไบนารีที่มีค่าเป็น “1” จะใช้ความถี่ 1,270 เฮิรตซ์ ส่วนย่านความถี่ส่วนบนจะแทนด้วยค่าความถี่ 2,025 เฮิรตซ์ และ 2,225 เฮิรตซ์ สำหรับค่าข้อมูลไบนารีเป็น “0” และ “1” ตามลำดับ โดยการกำหนดใช้งานความถี่ดังกล่าวได้มีการใช้งานจริงในมาตรฐานโมเด็มตระกูล Bell 103 ซึ่งกำหนดขึ้นโดยห้องปฏิบัติการเบลล์ และได้เป็นหนึ่งในมาตรฐานโมเด็มของประเทศสหรัฐอเมริกา

รูปแบบอีกรูปแบบหนึ่งเป็นการใช้งานความถี่สำหรับรับและส่งตามมาตรฐาน ยุโรป ซึ่งความถี่สำหรับใช้ส่งจากโมเด็มต้นทางและรับโดยโมเด็มปลายทางมีค่าเป็น 1,180 เฮิรตซ์ และ 980 เฮิรตซ์ สำหรับ ข้อมูลไบนารี “0” และ “1” ตามลำดับ และความถี่สำหรับใช้ส่งจากโมเด็มปลายทางและรับโดยโมเด็มต้นทาง มีค่าเป็น 1,850 เฮิรตซ์ และ 1,650 เฮิรตซ์

ตัวอย่างการทำงานของโมเด็มอีกมาตรฐานหนึ่งคือโมเด็มมาตรฐาน Bell 202 ซึ่งได้รับการออกแบบให้ส่งหรือรับข้อมูลได้ในทิศทางเดียวด้วยอัตราเร็วของการรับส่งข้อมูล 1,200 บิตต่อวินาที เนื่องจากอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลซึ่งสูงกว่าโมเด็มตระกูล 103 ทำให้ต้องมีการกำหนดความถี่ใช้งานใหม่ โดยระยะห่างของ ความถี่ที่ใช้แทนสัญญาณไบนารี “1” และความถี่ที่ใช้แทนสัญญาณไบนารี “0” จะถูกแยกให้อยู่ห่างจากกัน มากขึ้นเมื่อเทียบกับโมเด็มตระกูล Bell 103 ซึ่งกำหนดความถี่กลางไว้ที่ 1,700 เฮิรตซ์ และใช้ความถี่ 1,200 เฮิรตซ์ และ 2,200 เฮิรตซ์ สำหรับแทนสัญญาณไบนารี “0” และ “1” ตามลำดับ การออกแบบดังกล่าวทำให้ไม่มีย่านความถี่กว้างเพียงพอที่จะใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลในทิศทางกลับกันจึงทำให้โมเด็มแบบ Bell 202 ทำงานได้เฉพาะในการสื่อสารสองทางแบบครึ่งอัตรา แต่ได้มีการกำหนดค่าความถี่ 387 เฮิรตซ์ สำหรับใช้ เป็นช่องสัญญาณย้อนกลับ (reverse direction) ซึ่งช่องสัญญาณดังกล่าวจะใช้สำหรับให้โมเด็มปลายทางส่งสัญญาณตอบกลับมายังโมเด็มต้นทาง ทั้งนี้เพื่อเป็นการแจ้งให้โมเด็มต้นทางทราบอยู่ตลอดเวลาว่าการเชื่อม ต่อระหว่างโมเด็มทั้งสองยังคงอยู่ตลอดเวลา

5.4 รูปแบบการส่งข้อมูลของโมเด็ม

ในการสื่อสารข้อมูลบิต (bits) ถูกใช้อ้างอิงแทนแรงดันไฟฟ้าที่มีแรงดันเป็นตัวกำหนดค่าของบิต เช่น หนึ่งหรือศูนย์ ในการส่งบิตข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นต้องมีสายไฟเชื่อมโยงระหว่างจุดที่ต้องการส่งข้อมูลโดยมีรูปแบบการส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel Transfer) รูปแบบการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transfer) ในระบบที่ศึกษานี้ คือ การส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยโมเด็ม การส่งข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการส่งข้อมูลทีละบิตโดยใช้สายไฟสองเส้นในการส่งข้อมูลและข้อมูลจะถูกรวมเข้าเป็นไบต์ใหม่ การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย แต่ก็ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงเพราะการส่งข้อมูลต้องใช้เวลานานขึ้นอย่างน้อยแปดเท่าของการส่งข้อมูลแบบขนาน แต่ความเร็วที่ลดลงไปนี้ไม่ถือว่าเป็นขีดจำกัดที่สำคัญมากสำหรับการใช้งานทั่วไป เพราะความเร็วของโมเด็มจะถูกจำกัดโดยขีดจำกัดของความถี่ของสายโทรศัพท์ ดังนั้น ข้อเสียจากความเร็วที่ลดลงไปไม่อาจเทียบได้กับผลพวงที่ได้จากคุณภาพการส่งและระยะทางการส่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้น

5.5 โพรโทคอลที่กำหนดเป็นมาตรฐานของการรับส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม

5.5.1 Xmodem เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการถ่ายโอนแฟ้มถูกออกแบบและพัฒนาโดย Ward Christensen ในปี ค.ศ. 1977 เพื่อใช้ในการถ่ายโอนแฟ้มระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งในครั้งนั้นใช้ระบบปฏิบัติการ CP/M โดย Xmodem เป็นโพรโทคอลถ่ายโอนแฟ้มที่เรียบง่าย ไม่ซับซ้อนและมีการตรวจวัดข้อผิดพลาดในระหว่างการถ่ายโอนโดยการใช้ผลรวมตรวจสอบ (checksum) โดยข้อมูลที่จะส่งโดย Xmodem จะแบ่งออกเป็นบล็อกแต่ละบล็อกประกอบด้วยอักขระ Start-of -Header (SOH , ASCII 01H) หมายเลขบล็อก 1 ไบต์ คอมพลีเมนต์ของหนึ่งของหมายเลขบล็อก ข้อมูล 128 ไบต์ และผลรวมตรวจสอบ 1 ไบต์ ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงที่ 2.3 แสดงรูปแบบของบล็อกการถ่ายโอนแฟ้มแบบ Xmodem

ออฟเซต	ความหมาย
0	SOH (Start-of-header , ASCII 01H)
1	หมายเลขบล็อก เริ่มจาก 01H แต่จะกลับเป็น 0 หลังจาก FFH
2	คอมพลีเมนต์ของหนึ่งของหมายเลขของบล็อก (255-หมายเลขของบล็อก)
3 - 130	ข้อมูล 128 ไบต์
131	ผลรวมตรวจสอบ เฉพาะข้อมูล

ลักษณะการทำงานของ Xmodem โดยเมื่อคอมพิวเตอร์ต้นทางจะส่งข้อมูลได้จะต้องรับอักขระ NAK (negative acknowledgment,ASCII 15H) จากเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทาง ซึ่งโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ปลายทางหรือฝ่ายรับจะส่ง NAK ให้เมื่อเริ่มทำการส่ง จากนั้นคอมพิวเตอร์ต้นทางหรือฝ่ายส่ง จะส่งข้อมูลทีละบล็อก เมื่อผู้รับได้รับและตรวจสอบหมายเลขบล็อกและรายงานข้อผิดพลาดจากผลรวมตรวจวัด ถ้าหากผลรวมตรวจวัดถูกต้องทางผู้รับจะส่ง ACK (acknowledgment,ASCII 06H) กลับไปเพื่อผู้ส่งจะได้ส่งบล็อกต่อไป แต่หากผู้รับตรวจสอบบล็อกแล้วพบข้อผิดพลาดจะส่ง NAK เพื่อให้ผู้ส่งส่งบล็อกนั้นซ้ำอีกครั้ง และเมื่อสิ้นสุดของการถ่ายโอนแฟ้ม ผู้ส่งจะส่ง EOT (End-of-transmission, ASCII 04H) ผู้รับจะส่ง ACK ตอบยืนยันสิ้นสุดการถ่ายโอน Xmodem จัดเป็นมาตรฐานในการรับส่งแฟ้มในยุคแรก ๆ ก่อนที่จะมีการพัฒนาในรูปแบบอื่น

5.5.2 Xmodem-CRC ถูกพัฒนามาจาก Xmodem โดยจะตรวจความถูกต้องของแฟ้มโดยใช้วิธีการตรวจสอบด้วยส่วนซ้ำซ้อนหรือซีอาร์ซี (CRC ย่อมาจาก Cyclic Redundancy Check) แทนการใช้ผลรวมตรวจสอบใน Xmodem แบบเดิม ซึ่งผู้รับจะส่งอักขระ C (ASCII 43H) แทน NAK ในการร้องขอให้เริ่มส่งแต่หากไม่มีการตอบสนองหลังจากส่งอักขระ C ผู้รับจะเปลี่ยนมาส่ง NAK แทน และถ่ายโอนด้วย Xmodem แทน รูปแบบของบล็อกของ Xmodem-CRC ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงที่ 2.4 รูปแบบของบล็อกการถ่ายโอนแฟ้มแบบ Xmodem-CRC

ออฟเซต	ความหมาย
0	SOH (Start-of-header , ASCII 01H)
1	หมายเลขบล็อก เริ่มจาก 01H แต่จะกลับเป็น 0 หลังจาก FFH
2	คอมพลีเมนต์ของหนึ่งของหมายเลขของบล็อก (255-หมายเลขของบล็อก)
3 - 130	ข้อมูล 128 ไบต์
132	ไบต์บนของ ซีอาร์ซี
133	ไบต์ล่างของ ซีอาร์ซี

5.5.3 Xmodem-1K เป็น Xmodem-CRC ที่เปลี่ยนการแบ่งส่วนของแฟ้มออกจาก 128 ไบต์ มาเป็น 1024 ไบต์ ซึ่งจะทำให้การรับส่งแฟ้มได้เร็วขึ้น นั่นคือจะตรวจสอบความถูกต้องทุก ๆ 1024 ไบต์ ซึ่งจะใช้ได้ดีกับ สายโทรศัพท์ที่มีการรบกวนต่ำ

5.5.4 Ymodem ถูกออกแบบโดย Chuck Forsberg ที่ Omen Technology ในปี ค.ศ. 1981 ซึ่งพัฒนา มาจาก Xmodem โดยเพิ่มคุณสมบัติการถ่ายโอนแฟ้มแบบกลุ่ม (batch) ทำให้ส่งแฟ้มได้มากกว่า 1 แฟ้ม ในการถ่ายโอนแต่ละครั้งและคุณสมบัติการถ่ายโอนชื่อแฟ้มและข้อมูลของแฟ้มได้แก่ ขนาด วันที่และเวลาที่ แฟ้มถูกสร้างขึ้นหรือถูกแก้ไข ซึ่งแฟ้มจะถูกแบ่งออกเป็นข้อมูล 1024 ไบต์ในแต่ละบล็อกที่ส่ง และหากมีข้อมูลผิดพลาดจากการถ่ายโอน จะปรับการส่งข้อมูลลงมาเป็น 128 ไบต์ในแต่ละบล็อก

5.5.5 Ymodem-G เป็น Ymodem ที่ตัดส่วนของการตอบรับของแต่ละบล็อกที่จะส่งบล็อกต่อไป คือฝ่ายรับจะไม่ส่ง ACK สำหรับบล็อกที่ถูกต้อง ดังนั้นฝ่ายส่งจึงส่งบล็อกต่อไปได้โดยไม่ต้องรอ ACK จากฝ่ายรับ ทำให้ได้ความเร็วในการถ่ายโอนแฟ้มมากขึ้น มักใช้ในสายโทรศัพท์ที่มีการรบกวนต่ำมาก

5.5.6 Zmodem ได้เพิ่มคุณสมบัติที่สำคัญจาก Ymodem คือ ความสามารถในการกู้คืนข้อมูลส่วนย่อยที่ผิดพลาดระหว่างการถ่ายโอนแฟ้ม และสามารถถ่ายโอนแฟ้มต่อจากส่วนเดิมที่ผิดพลาด โดยไม่ต้องเริ่มส่งใหม่ทุกครั้ง อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบสถานะและปรับปรุงการทำงานโดยอัตโนมัติซึ่งนิยม ใช้มากในโมเด็มที่มีความเร็วสูง

5.5.7 Kermit ออกแบบโดย Frank DaCruz ที่มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1981 เพื่อใช้ในการรับส่งแฟ้มตั้งแต่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจนถึงเครื่องเมนเฟรม โดยแบ่งส่วนของแฟ้มออกเป็น ส่วนๆ ละ 94 ไบต์ ทำให้ความเร็วไม่มากเท่าที่ควร แต่สามารถถ่ายโอนแฟ้มได้กับระบบคอมพิวเตอร์ทุกประเภท เนื่องจากมีคุณสมบัติการแปลงข้อมูล 8 บิตเป็น 7 บิต เพื่อใช้ได้กับระบบคอมพิวเตอร์บางประเภท เช่น เครื่องเมนเฟรมที่ใช้ข้อมูล 7 บิต รูปแบบของบล็อกของการถ่ายโอนไฟต์แบบ Kermit ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.5 แสดงรูปแบบของบล็อกการถ่ายโอนแฟ้มแบบ Kermit

ออฟเซต	ค่าที่เก็บ	ความหมาย
0	MARK	กำหนดจุดเริ่มต้นบล็อก ปกติใช้ #A
1	LEN	จำนวนอักขระ ASCII
2	SEQ	หมายเลขลำดับ
3	TYPE	ชนิดของบล็อก
4 ...	DATA	ส่วนข้อมูลของบล็อก
[end]	CHECK	ผลรวมตรวจสอบ

5.6 การใช้งานและชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม

การใช้งานและสั่งการให้โมเด็มทำงานจะใช้ชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม (AT Commands Set) ที่พัฒนาโดย เฮยล์ คอมมูนิเคชั่น (Hayes Communication) ถูกใช้ในโมเด็มสมัยแรก ๆ ซึ่งเป็นชุดคำสั่ง มาตรฐานแบบพื้นฐาน (Basic AT Commands Set) โดยทุกคำสั่งจะขึ้นต้นด้วยคำว่า AT แล้วตามด้วยสัญลักษณ์ แทนคำสั่งนั้นๆ ต่อมามีการพัฒนาให้ใช้ได้กับโมเด็มรุ่นใหม่เป็นชุดคำสั่งควบคุมการทำงานแบบเพิ่มเติม (Extend AT Commands Set) ซึ่งผู้ผลิตโมเด็มต่างก็ใช้ คำสั่งที่แตกต่างกันไป

ตัวอย่างชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็มแบบพื้นฐาน

ATDT123 เป็นคำสั่งให้โมเด็ม ทำการต่อโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มไปยังหมายเลข 123

ATL1 เป็นคำสั่งให้โมเด็ม ตั้งค่าความดังของลำโพงไว้ที่ระดับ 1

ATZ เป็นคำสั่งให้โมเด็ม ทำการตั้งใหม่ (Reset) ตัวเอง

5.7 โพรโทคอลที่กำหนดเป็นมาตรฐานของโมเด็ม

5.7.1 CCITT V.92 โดยส่งข้อมูลแบบประสานเวลา (Synchronous) ชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตรา สามารถรับส่งข้อมูลได้ถึง 56000 บิตต่อวินาที โดยใช้การกล้ำสัญญาณแบบคิวเอเอ็ม สามารถรับสายเรียกซ้อนได้

5.7.2 CCITT V.90 โดยส่งข้อมูลแบบประสานเวลา (Synchronous) ชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตรา สามารถรับส่งข้อมูลได้ถึง 56000 บิตต่อวินาที โดยใช้การกล้ำสัญญาณแบบคิวเอเอ็ม

5.7.3 CCITT V.34 โดยส่งข้อมูลแบบประสานเวลา (Synchronous) ชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตรา สามารถรับส่งข้อมูลได้ถึง 28800 บิตต่อวินาที โดยใช้การกล้ำสัญญาณแบบคิวเอเอ็ม

5.7.4 CCITT V.32 bis โดยส่งข้อมูลแบบประสานเวลา ชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตรา สามารถรับส่งข้อมูลได้ถึง 14400 บิตต่อวินาที โดยการกล้ำสัญญาณแบบคิวเอเอ็ม

5.7.5 CCITT V.32 โดยส่งข้อมูลแบบประสานเวลาหรือแบบไม่ประสานเวลา ชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตรา สามารถรับส่งข้อมูลได้ถึง 9600 บิตต่อวินาที โดยการกล้ำสัญญาณแบบคิวเอเอ็ม

5.7.6 CCITT V.22 bis โดยส่งข้อมูลแบบประสานเวลาหรือแบบไม่ประสานเวลาชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตราสามารถรับส่งข้อมูลได้ถึง 2400 บิตต่อวินาที โดยการกล้ำสัญญาณแบบคิวเอเอ็ม ซึ่งพัฒนามาจาก CCITT V.22

5.7.7 CCITT V.22 โดยส่งข้อมูลแบบไม่ประสานเวลา ชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตรา สามารถรับส่งข้อมูลได้ 1200 บิตต่อวินาทีโดยใช้การกล้ำสัญญาณแบบพีเอสเค

5.7.8 CCITT V.21 โดยส่งข้อมูลแบบไม่ประสานเวลา ชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตราสามารถรับส่งข้อมูลได้ 300 บิตต่อวินาที โดยใช้การกล้ำสัญญาณแบบพีเอสเค

5.7.9 Bell System 212 พัฒนาโดยเอทีแอนด์ที (AT&T) ส่งข้อมูลแบบไม่ประสานเวลา ชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตรา สามารถรับส่งข้อมูลได้ 1200 บิตต่อวินาที โดยการกล้ำสัญญาณแบบ พีเอสเค ใช้ในโมเด็มสมัยแรก ๆ

5.7.10 Bell System 103 พัฒนาโดยเอทีแอนด์ที ส่งข้อมูลแบบไม่ประสานเวลา ชนิดการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตรา สามารถรับส่งข้อมูลได้ 300 บิตต่อวินาที โดยการกล้ำสัญญาณแบบเอฟเอสเคใช้ในโมเด็ม สมัยแรกๆ

5.8 <u>โพรโทคอลที่กำหนดเป็นมาตรฐานในการตรวจวัดความถูกต้องและแก้ไขข้อผิดพลาด (Error Detection and Correction)</u>

5.8.1 CCITT V.42 เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในระหว่างการรับส่ง ซึ่งใช้กับโมเด็มความเร็วสูง (high speed modem คือโมเด็มที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลตั้งแต่ 9600 บิตต่อวินาทีขึ้นไป)

5.8.2 MNP1-4 พัฒนาโดยไมโครคอม เน็ตเวิรค์ โพรโทคอล (Microcom Networking Protocol) โดยมาตรฐานต่างๆ ตั้งแต่ 1-4 จะบ่งบอกถึงลักษณะของการตรวจวัดความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ เช่นเป็นแบบไม่ประสานเวลาหรือแบบประสานเวลาและการสื่อสารสองทางแบบเต็มอัตราหรือการสื่อสารสองทางแบบครึ่งอัตรา

5.9 <u>โพรโทคอลที่กำหนดเป็นมาตรฐานในการบีบอัดและขยายข้อมูลระหว่างการรับส่งข้อมูล (Compression and Decompression)</u>

5.9.1 MNP-5 เป็นมาตรฐานซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย ไมโครคอม เน็ตเวิรค์ โพรโทคอล ซึ่งมีอัตราการบีบอัดและขยายข้อมูลเป็น 2 : 1

5.9.2 V.42 bis เป็นมาตรฐานซีซีไอทีที มีอัตราการบีบอัดและขยายข้อมูล เป็น 4 : 1 โดยใช้มากในโมเด็มความเร็วสูง ซึ่งโพรโทคอลบีบอัดและขยายข้อมูล จะใช้ร่วมกับโพรโทคอลตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ในระหว่างการรับส่งข้อมูล

6. การกล้ำสัญญาณ (Modulation)

การกล้ำสัญญาณเป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบบางอย่างของคลื่นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่าสัญญาณพาหะ (carrier) ให้เปลี่ยนไปตามรูปแบบของอีกสัญญาณหนึ่งซึ่งเรียกว่า Modulating signal สำหรับในกรณีของการรับส่งข้อมูลดิจิตอลผ่านคู่สายโทรศัพท์ กระบวนการกล้ำสัญญาณจะเป็นการนำคลื่นสัญญาณพาหะซึ่งเป็นสัญญาณรูปไซน์ (sine wave) ที่มีความถี่อยู่ในช่วง 300 เฮิรตซ์ถึง 3,400 เฮิรตซ์ มาทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบบางอย่างตามข้อมูลดิจิตอลที่ถูกส่งจากอุปกรณ์ดีทีอี รูปแบบของสัญญาณพาหะ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้แก่ แอมปลิจูดของสัญญาณ, ความถี่ของสัญญาณ และเฟสของสัญญาณ ซึ่งการกล้ำ สัญญาณแต่ละแบบต่างก็มีการใช้งานในโมเด็มแต่ละรุ่นแตกต่างกัน

รูปแบบของการกล้ำสัญญาณมี 3 รูปแบบ คือ

1. การกล้ำสัญญาณแบบเชิงขนาด (Amplitude Modulation) หรือเรียกว่าเอเอสเค (ASK : Amplitude Shift Keying) เป็นการรวมสัญญาณข้อมูลกับคลื่นพาหะ โดยการเปลี่ยนขนาดของคลื่นพาหะไปตามรูปแบบของสัญญาณข้อมูล โดยแอมปลิจูดของสัญญาณพาหะมีค่าเป็น “0” เมื่อสัญญาณดิจิตอลมีค่าเป็น “0” และเริ่มมีสัญญาณพาหะเมื่อสัญญาณดิจิตอลมีค่าเป็น “1” แต่ความถี่ของคลื่นพาหะยังคงเดิม ซึ่งเป็นลักษณะการกล้ำ สัญญาณในยุคแรก ซึ่งระบบไม่มีความซับซ้อน แต่ประสิทธิภาพในการทำงานไม่ดี และถูกรบกวนได้ง่าย

2. การกล้ำสัญญาณแบบเชิงความถี่ (Frequency Modulation)หรือเอฟเอสเค (FSK : Frequency Shift Keying) เป็นการรวมสัญญาณข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะโดยการเปลี่ยน

ความถี่ของคลื่นพาหะไปตามรูปแบบของสัญญาณข้อมูล โดยความถี่ของสัญญาณพาหะจะต่ำลงกว่าปกติเมื่อสัญญาณดิจิตอลมีค่าเป็น “0” และจะมีความถี่ปกติเมื่อสัญญาณดิจิตอลมีค่าเป็น “1” โดยขนาดของคลื่นพาหะยังคงเดิม ซึ่งการกล้ำสัญญาณนี้ให้คุณภาพของสัญญาณดีกว่าการกล้ำสัญญาณแบบเชิงขนาดแต่ระบบจะซับซ้อนมากกว่าและมีการต้านทานต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า (ประสิทธิ์ 2539)

3. การกล้ำสัญญาณแบบเชิงเฟส (Phase Modulation) หรือพีเอสเค (PSK : Phase Shift Keying) เป็นการกล้ำสัญญาณโดยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณข้อมูลจะมีผลให้เฟสของคลื่นพาหะเปลี่ยนไปโดยเฟสของสัญญาณจะถูกเลื่อนไปทุกครั้งที่ตรงกับบิตข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 และจะไม่มีการเลื่อนเฟสเมื่อตรงบิตที่มีค่าเป็น 0 การวัดเฟสของสัญญาณจะกระทำโดยเทียบกับเฟสของคลื่นที่แทนบิตก่อนหน้าบิตที่ต้องการจะตรวจวัดซึ่งสามารถพัฒนาให้มีรูปแบบการเปลี่ยนเฟสได้หลายรูปแบบ (Multiphase PSK) เพื่อให้มีความเร็วของการรับส่งข้อมูลสูงขึ้นซึ่งตัวอย่างของการกล้ำสัญญาณแบบเชิงเฟส เช่น พีเอสเคแบบ 4 เฟส (QPSK : Quadrature PSK) ใช้การเปลี่ยนเฟส 4 เฟส ให้ผลกับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณข้อมูล 4 แบบ นั่นคือใน 1 ลูกคลื่นของสัญญาณพาหะสามารถส่งสัญญาณข้อมูลไปได้ 4 แบบ ทำให้มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้มากขึ้น

นอกจากนี้ยังมีการกล้ำสัญญาณแบบผสม คือทั้งเชิงขนาดและเฟสรวมกันทำให้ได้รูปแบบของข้อมูลมากขึ้นเช่น การรวมกันระหว่างพีเอสเคแบบ 8 เฟส กับเอเอสเคทำให้ได้ลักษณะของคลื่นพาหะที่กล้ำสัญญาณแล้วเป็น 16 แบบ เรียกการกล้ำสัญญาณชนิดนี้ว่าเป็นแบบคิวเอเอ็ม (QAM : Quadrature Amplitude Modulation) ใช้มากในโมเด็มความเร็วสูงในปัจจุบัน

7. การต่อประสานแบบอนุกรมชนิดอาร์เอส 232

การต่อประสานแบบอนุกรมชนิดอาร์เอส 232 เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ดีทีอีกับอุปกรณ์ดีซีอี เพื่อใช้ในการส่งถ่ายข้อมูลไบนารี (binary) แบบอนุกรม (serial) โดยที่มาตรฐานอาร์เอส 232 เป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นมาโดยสมาคมอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (EIA : Electronic Industries Association) คำว่า RS ย่อมาจาก Recommended Standard แล้วตามด้วยเลข 3 ตัวและปิดท้ายด้วย A,B,C และ D ซึ่งแสดงถึงรุ่นที่ได้รับการพัฒนาของมาตร

ฐานอาร์เอส 232 นี้ จะเทียบเท่ากับมาตรฐานขององค์การสหภาพโทรคมนาคมอุตสาหกรรมระหว่างประเทศ หรือ ซีซีไอทีที V.24

คุณสมบัติทางกลของมาตรฐานอาร์เอส 232 ได้กำหนดให้ใช้เต้าเสียบที่มีขนาด 25 เข็ม แต่ละเข็มจะมี สายนำสัญญาณต่ออยู่ 1 เส้น ทำให้ต้องใช้สายนำสัญญาณจำนวน 25 เส้น ที่มีลักษณะเป็นสายแพ (pair wire) ซึ่งรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.7

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของมาตรฐานอาร์เอส 232 ที่ใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณดิจิตอล แรงดันไฟบวกในช่วง +3 ถึง +25 โวลต์ แทนบิต 0 หรือ on และใช้แรงดันไฟลบในช่วง -3 ถึง -25 โวลต์ แทนบิต 1 หรือ off ส่วนแรงดันไฟฟ้าในช่วง -3 ถึง +3 โวลต์ นั้นเป็นช่วงที่เปลี่ยนแปลงและไม่มีเสถียรภาพ ซึ่งรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.6

ความเร็วสูงสุดในการส่งข้อมูลของมาตรฐานอาร์เอส 232 คือ 20 กิโลบิตต่อวินาที โดยสายใช้สายนำสัญญาณยาว 15 เมตร ดังนั้นหากต้องการรับส่งข้อมูลได้มากกว่า 20 กิโลบิตต่อวินาที ต้องใช้สายนำสัญญาณที่สั้นกว่า 15 เมตร และหากสายนำสัญญาณยาวกว่า 15 เมตร ทำให้รับส่งข้อมูลได้น้อย กว่า 20 กิโลบิตต่อ วินาที ในปัจจุบันผู้ผลิตสายนำสัญญาณได้ผลิตสายนำสัญญาณที่มีคุณสมบัติสูงกว่ามาตรฐาน อาร์เอส 232 โดยการชีลด์ (shield) เพื่อลดสัญญาณรบกวนและลดความต้านทานของตัวนำไฟฟ้าของสายนำสัญญาณทำให้ สามารถรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงกว่า 20 กิโลบิตต่อวินาที โดยที่สายนำสัญญาณยาว 15 เมตร

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของมาตรฐานอาร์เอส 232C

Characteristics	EIA RS-232C
Form of operation	Single-ended
Max. cable length	15 m
Max. data rate	20 kBd
Driver output voltage , open circuit	±25 V (max.)
Driver output voltage , loaded output	±5 to ±15 V (min.)
Driver output voltage , power off	Ro = 300 Ω (min.)
Driver output short circuit current I	±500 mA (max.)
Receiver input resistance Rin	3 to 7 kΩ
Receiver input threshold	-3 to +3 V (max.)
Receiver input voltage	+25 to +25 V (max.)
Interconnecting cable type	Twisted-pair wire or flat cable conductor pair
Conductor size:	
Copper Wire (solid or standed)	24 AWG or larger
Other (per conductor)	C 10 Ω / 100 m
Capacitance:	
Mutual Pair	C 66 pF/m
Stray	C 130 pF/m
Pair-to-pair crosstalk (balanced) attenuation at 150 KHz	A 60 dB

ตารางที่ 2.7 แสดงรายละเอียดของขาตามมาตรฐานอาร์เอส 232C

หมายเลขขา	ชื่อย่อใน RS-232	ชื่อวงจร	ทิศทาง	ชนิดสัญญาณ
1	AA	Earth	-	-
2	BA	Transmitted data (TXD)	DTE -> DCE	ข้อมูล
3	BB	Received data (RXD)	DCE -> DTE	ข้อมูล
4	CA	Request to send(RTS)	DTE -> DCE	ควบคุม
5	CB	Clear to send(CTS)	DCE -> DTE	ควบคุม
6	CC	Data set ready (DSR)	DCE -> DTE	ควบคุม
7	AB	Signal earth return	DCE -> DTE	ควบคุม
8	CF	Received line signal detector (DCD)	DCE -> DTE	ควบคุม
12	SCF	Secondary received line signal detector	DCE -> DTE	ควบคุม
13	SCB	Secondary clear to send	DCE -> DTE	ควบคุม
14	SBA	Secondary transmitted data	DTE -> DCE	ข้อมูล
15	DB	Transmitter signal timing	DCE -> DTE	เวลา
16	SSB	Secondary received data	DCE -> DTE	ข้อมูล
17	DD	Received signal timing	DCE -> DTE	เวลา
19	SCA	Secondary request to send	DTE -> DCE	ควบคุม
20	CD	Data terminal ready (DTR)	DTE -> DCE	ควบคุม
21	CG	Signal quality detector	DCE -> DTE	ควบคุม
22	CE	Ring indicator (RI)	DCE -> DTE	ควบคุม
23	CH	Data signal rate detector	DTE -> DCE	ควบคุม
24	DA	Transmitted signal timing	DTE -> DCE	เวลา
25	CI	Data signal rate selected	DCE -> DTE	ควบคุม

8. การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ดีทีอี กับอุปกรณ์ดีซีอี

อุปกรณ์ดีทีอีต้นทางหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทาง ส่งข้อมูลซึ่งเป็นแบบขนาน (parallel) และถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมโดยวงจรภาคส่งของอุปกรณ์ที่มีชื่อว่า UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) เพื่อทำให้สามารถส่งข้อมูลไปบนคู่สายเพียงคู่เดียวได้ ทั้งนี้รูปแบบการส่งข้อมูลโดยอุปกรณ์ UART จะจัดให้ส่งบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดออกไปก่อนและอุปกรณ์ดีซีอีต้นทางหรือโมเด็มต้นทางจะแปลงข้อมูลแบบอนุกรมที่ได้ให้เป็นสัญญาณเสียงซึ่งมีความถี่อยู่ในย่านที่สามารถส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์ได้ทางด้านปลายทางสัญญาณเสียงที่ถูกส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลแบบอนุกรมโดยอุปกรณ์ดีซีอีปลายทางหรือโมเด็มปลายทางแล้วส่งให้อุปกรณ์ดีทีอีปลายทางหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางซึ่งอุปกรณ์ UART จะจัดรูปแบบข้อมูลให้เป็นแบบขนานเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ต่อไป เนื่องจากข้อมูลที่ถูกส่งผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปนั้นเป็นข้อมูลที่ประกอบไปด้วยอักขระและตัวเลขรวมไปถึงสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งถูกจัดเก็บในรูปของกลุ่มตัวเลขฐานสองเช่น ในกรณีของรหัสแบบแอสกี (ASCII : American Standard Code for Information Interchange) โดยตัวอักขระ A จะถูกแทน ด้วยข้อมูลแบบไบนารี 1000001 หรือ 41 ฐาน 16 นอกจากในส่วนของข้อมูลแล้ว ยังมีการเพิ่มบิตควบคุมลง ไปอีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบการรับส่งข้อมูล

ข้อมูลแบบอนุกรมที่ถูกส่งอยู่ระหว่างอุปกรณ์ UART และโมเด็มเป็นแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) จะมีการแทนค่าข้อมูลด้วยระดับสัญญาณ 2 ค่าซึ่งสัญญาณที่ใช้อาจเป็นแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าแล้วแต่กรณีโดยทั่วไปจะเรียกจุดที่มีการปรากฏของระดับสัญญาณว่า mark และเรียกจุดที่ไม่มีสัญญาณปรากฏว่า space ในช่วงที่ไม่มีการส่งข้อมูลใด ๆ ซึ่งเรียกว่าช่วง idle อุปกรณ์ UART และโมเด็มจะส่งสัญญาณ mark อยู่ตลอดเวลาทั้งนี้ เพื่อเป็นการยืนยันว่าการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองยังคงเกิดขึ้นอยู่ สัญญาณ mark จะใช้แทนข้อมูลที่มีค่าลอจิกเป็น “1” และสัญญาณ space ใช้แทนข้อมูลที่มีค่าลอจิกเป็น “0”

ในการรับส่งข้อมูลแบบไม่ประสานเวลานอกจากจะมีส่วนของข้อมูลที่ต้องการจะส่งแล้วยังประกอบด้วยส่วนของข้อมูลที่ใช้เป็นสัญญาณฐานเวลาอ้างอิงอีกด้วย เริ่มจากก่อนที่จะมีการส่งข้อมูลแทนอักขระใด ๆ จะต้องมีบิตเริ่ม (start bit) ซึ่งแทนด้วยสัญญาณ space จำนวน 1 บิต และหลังจุดสิ้นสุดข้อมูลจะมีบิตหยุด (stop bit) แทนด้วยสัญญาณ mark โดยมีความยาวได้ตั้งแต่ 1 ถึง 2 บิต ขึ้นอยู่กับรูปแบบของรหัสที่ใช้แทนค่า อักขระต่าง ๆ ทั้งนี้บิตเริ่มจะถูกใช้เพื่อแจ้งว่าเริ่มมีการส่งอักขระแล้วส่วนบิตหยุดจะใช้แจ้งให้วงจรภาครับเข้าสู่สภาวะเตรียมตรวจจับสัญญาณเริ่มต้นของชุดข้อมูลชุดต่อไป สำหรับในส่วนของบิตข้อมูลซึ่งแทนค่าอักขระที่ต้องการจะส่งนั้น มีความยาวอยู่ในช่วง 5 ถึง 8 บิต แล้วแต่ว่าจะแทนค่าอักขระนั้นด้วยรหัสชนิดใด

การส่งอักขระจากอุปกรณ์ UART ไปยังโมเด็ม สามารถใช้รูปแบบการเข้ารหัสได้ 2 ชนิดคือ การเข้ารหัสอักขระตามมาตรฐานซีซีไอทีทีหมายเลข 2 ซึ่งแทนด้วยข้อมูลไบนารีขนาด 5 บิต และบิตหยุดยาว 1.5 บิต และการเข้ารหัสอักขระตามมาตรฐานแอสกี ซึ่งแทนด้วยข้อมูลไบนารีขนาด 7 บิต และบิตหยุดยาว 2 บิต โดยการเข้ารหัสจะมีการเพิ่มบิตภาวะ (parity bit) ทำหน้าที่ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่เกิดขึ้นระหว่างการรับส่งมีขนาด 1 บิตลงตามหลังกลุ่มบิตข้อมูล สำหรับค่าของบิตภาวะนั้นจะกำหนดได้ 2 รูปแบบคือ บิตภาวะคู่ (Even parity bit) หรือบิตภาวะคี่ (Odd parity bit) สำหรับการจัดบิตภาวะคู่ บิตภาวะจะมีค่าเป็น “1” ถ้าจำนวนบิตข้อมูลทั้ง 7 บิตมีบิตที่มีค่า “1” เป็นจำนวนคี่ และมีค่าเป็น “0” ถ้ามีจำนวนบิตข้อมูลที่มีค่าเป็น “1” เป็นจำนวนคู่ สำหรับการจัดบิตภาวะคี่จะเป็นในลักษณะตรงข้ามกัน

การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ดีทีอีของการสื่อสารแบบไม่ประสานเวลา คือการสื่อสารที่ไม่มีการส่งสัญญาณควบคุมฐานเวลาในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับในลักษณะบิตต่อบิต การควบคุมฐานเวลาจะใช้เพียงบิตเริ่มเป็นตัวกำหนดในการควบคุมจังหวะในการรับส่งข้อมูลที่เหลือ (กลุ่มบิตข้อมูล, บิตภาวะและบิตหยุด) ซึ่งเป็นการควบคุมฐานเวลาใน

ลักษณะอักขระต่ออักขระ โดยที่อุปกรณ์ภาครับจะสร้างสัญญาณฐานเวลาขึ้นเองทันทีที่ตรวจพบบิตเริ่ม โดยจะไม่ขึ้นกับฐานเวลาของบิตที่เหลือตามมาอีกต่อไปจนกว่าจะตรวจพบบิตเริ่มของกลุ่มข้อมูลถัดไป ทั้งนี้จะเห็นว่าโอกาสที่ฐานเวลาของกลุ่มข้อมูลที่ส่งจากภาคส่งและฐานเวลาที่ภาครับสร้างขึ้นเองอาจมีการคลาดเคลื่อนกันได้ ซึ่งความคลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นได้ตราบใดที่ไม่มากเกินกว่าที่ภาครับจะทำการตรวจจับข้อมูลได้อย่างถูกต้อง กระบวนการทำงานการสื่อสารแบบไม่ประสานเวลาของอุปกรณ์ภาครับฐานเวลาของข้อมูลที่ถูกส่งออกจากภาคส่งอาจมีความเบี่ยงเบนคลาดเคลื่อนจากฐานเวลาที่ถูกสร้างขึ้นโดยวงจรภาครับการตรวจจับข้อมูลของภาครับก็ยังเป็นไปได้อย่างถูกต้อง ซึ่งอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เริ่มจากวงจรสุ่มสัญญาณของอุปกรณ์ภาครับตรวจพบจุดเริ่มต้นของบิตเริ่ม วงจรกำเนิดฐานเวลาของอุปกรณ์ภาครับ จะเริ่มทำการสั่งให้วงจรสุ่มสัญญาณเริ่มสุ่มค่าสัญญาณที่จุดประมาณกึ่งกลางของพัลส์แต่ละลูกที่ถูกส่งจากอุปกรณ์ต้นทาง หากข้อมูลที่อ่านยังคงเป็นสัญญาณ space วงจรภาครับจะถือว่าบิตดังกล่าวเป็นบิตเริ่มจริงและวงจรสุ่มสัญญาณก็จะทำการสุ่มสัญญาณต่อไปด้วยคาบเวลาที่เท่ากับคาบของสัญญาณอินพุตโดยประมาณการสุ่มสัญญาณจะเกิดขึ้นต่อไปจนได้ค่าของบิตข้อมูลทั้ง 7 บิต และบิตภาวะจนถึงค่าของบิตหยุด หลังจากนั้นจะตรวจพบบิตเริ่มของข้อมูลชุดต่อไป ซึ่งวงจรกำเนิดฐานเวลาของภาครับจะเริ่มกำหนดฐานเวลาขึ้นใหม่และการสุ่มค่าข้อมูลแต่ละบิตก็จะเกิดขึ้นใหม่เช่นนี้เรื่อยไป

9. การรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์

Martin 1988 กล่าวว่า ระบบของคู่สายโทรศัพท์ออกแบบมาเพื่อรองรับสัญญาณที่มีความถี่ในช่วงเสียงคนพูดคือ ในช่วงประมาณ 300 เฮิรตซ์ (hertz) ถึง 3400 เฮิรตซ์ หรือมีความกว้างแถบความถี่ประมาณ 4 กิโลเฮิรตซ์ สัญญาณที่มีความถี่สูงมาก ๆ จะไม่สามารถส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์ได้แต่รูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์นั้นเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมีระดับแรงดันที่แน่นอน 2 ระดับ การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันในกรณีที่บิตที่ต่อเนื่องกันมีค่าไม่เท่ากันจะเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณที่เร็วมากขึ้นทำให้ความถี่ที่ได้สูงมากขึ้น แต่เนื่องจากความกว้างแถบความถี่ของสายโทรศัพท์มีค่าประมาณ 4 กิโลเฮิรตซ์ ทำให้เมื่อแปลงข้อมูลดิจิตอลเป็นแอนะล็อกแล้วส่งผ่านสายโทรศัพท์ จะรับส่งข้อมูลดิจิตอลได้ไม่เกิน 9600 บิตต่อวินาที (bit per second) ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทำการแปลงรูปแบบของข้อมูลดิจิตอลที่ต้องการจะส่งให้อยู่ในรูปของสัญญาณซึ่งมีความถี่อยู่ในย่านความกว้างแถบความถี่ของคู่สายโทรศัพท์ จึงได้มีการพัฒนาโพรโทคอลหรือรูปแบบของการกล้ำสัญญาณที่จะส่งข้อมูลได้ปริมาณมากขึ้นในเวลาและความกว้างแถบความถี่ที่จำกัดของสายโทรศัพท์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การพัฒนาซอฟแวร์เพื่อทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ (Development of a Software for Testing Data Transfer Via Telephone Line) (ณรงค์ศักดิ์ 2540)

การวิจัยนี้ เป็นการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ของโมเด็ม ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบใน 4 รูปแบบดังนี้

1. การทดสอบการทำงานทางฮาร์ดแวร์ของโมเด็ม
2. การทดสอบชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม
3. การทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์แบบวนกลับ
4. การทดสอบการทำงานของโพรโทคอลและการถ่ายโอนแฟ้มโดยการหาค่าปริมาณงานของแต่ละโพรโทคอลในแต่ละการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลทั้การบรรจุขึ้นและการบรรจุลง

- โพรโทคอลที่ใช้ได้แก่มาตรฐาน V.34, V.32bis, V.32, V.22bis, V.22 และ V.21
- รูปแบบการถ่ายโอนแฟ้มที่ใช้ได้แก่ Xmodem, Xmodem-CRC, Xmodem-1K, Ymodem, Ymodem-G, Zmodem และ Kermit ทดสอบโดยการหาค่าปริมาณงาน

2. การออกแบบและพัฒนาข่ายงานไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม (Design and Development of a Microcomputer Network Via a Serial Port) (นุชิต 2539)

จุดมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์นี้ เพื่อนำเสนอการออกแบบและพัฒนาข่ายงานไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232C โดยใช้สาย คู่บิตเกลียวต่อเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ผู้ใช้ กับเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้บริการ ในลักษณะข่ายงานแบบดาว ระบบพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีและภาษาซี ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS DOS บนเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่รุ่น 80386 ขึ้นไป โดยต่อเครื่องผู้ใช้และเครื่องบริการให้มากที่สุด ซอฟต์แวร์จัดการการสื่อสารข้อมูลได้ถูกออกแบบไว้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน OSI 4 ระดับ ได้แก่

- การใช้ Socket ควบคุมการรับส่งข้อมูลในระดับกายภาพ
- การกำหนดโพรโทคอลควบคุมการรับส่งที่ดัดแปลงมาจากโพรโทคอล Xmode ในระดับเชื่อมโยงข้อมูล
- การกำหนดรหัสประจำตัวผู้ใช้ รหัสผ่านสำหรับควบคุมการเข้าออกระบบในระดับการติดต่อการใช้เทคนิคของโปรแกรมขับอุปกรณ์สำหรับการจำลองจานบันทึกข้อมูลการใช้เทคนิคการเก็บพักสำหรับการพิมพ์แฟ้มที่เครื่องบริการในระดับประยุกต์

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์

การออกแบบซอฟต์แวร์

สามารถแบ่งการทำงานของซอฟต์แวร์ออกเป็นโมดูลหลัก ได้ดังนี้

1. โมดูลถ่ายโอนแฟ้มและตรวจสอบสถานะการถ่านโอนแฟ้ม

    1.1 ถ่ายโอนแฟ้มที่อยู่ในคิว (Transfer Queue)

    1.2 ถ่ายโอนแฟ้มอัตโนมัติ (Automatic Transfer)

    1.3 ลบทีละแฟ้มคิวในคิวถ่ายโอนแฟ้ม (Remove File From Queue)

    1.4 ลบแฟ้มคิวทั้งหมดในคิวถ่ายโอนแฟ้ม (Remove All File From Queue)

    1.5 เพิ่มแฟ้มคิวที่ต้องการการบรรจุลงไว้ในคิว (Add Download File to Queue)

    1.6 เพิ่มแฟ้มคิวที่ต้องการการบรรจุขึ้นไว้ในคิว (Add Upload File to Queue)

    1.7 หยุดถ่ายโอนแฟ้ม (Stop)

    1.8 สืบค้นข้อมูลแฟ้มในไดเร็กทอรีปัจจุบันของเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ใหม่(Refresh)

    1.9 สร้างไดเร็กทอรีบนเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (New Folder)

    1.10 ลบแฟ้มบนเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Delete File)

    1.11 เปลี่ยนชื่อแฟ้มบนเอฟทีพีเซอร์เวอร์ (Remane File)

    1.12 ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อถ่ายโอนแฟ้มเสร็จ(Turn off Commputer When Done)

    1.13 กำหนดขนาดของบล็อก (File Transfer Configuration)

2. โมดูลตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม

ในการถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็มจะทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงสุดนั้นขึ้นกับปัจจัยหลายอย่างเช่น การติดตั้งค่าต่างๆ ให้กับโมเด็มผ่านทางชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม โพรโทคอลในการรับส่งข้อมูล รวมถึงการทำงานในส่วนของโมเด็มต้องถูกต้องด้วย ซึ่งการตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม มีดังนี้

2.1 การตรวจสอบการทำงานของโมเด็ม

2.1.1 การตรวจสอบการตรวจจับสัญญาณกริ่ง (Ring Detection Test) เป็นการตรวจสอบความสามารถในการตรวจจับสัญญาณเสียงกริ่งจากสายสัญญาณโทรศัพท์ของโมเด็ม

2.1.2 การตรวจสอบการสับเปลี่ยนสายสัญญาณโทรศัพท์ (Telephone Line Relay Test) เป็นการทดสอบตัดสัญญาณโทรศัพท์ที่เครื่องรับโทรศัพท์ ในระหว่างที่โมเด็มเริ่มทำงานจนสิ้นสุดการทำงาน แล้วจึงต่อสัญญาณโทรศัพท์กลับคืนไปยังเครื่องรับโทรศัพท์

2.1.3 การตรวจสอบการหมุนโทรศัพท์ (Telephone Dialer Test) เป็นการตรวจสอบความสามารถต่อออกโทรศัพท์ ของวงจรต่อออกโทรศัพท์ของโมเด็ม

2.1.4 การตรวจสอบหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่ม (Ram Test) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่มของโมเด็ม

2.1.5 การตรวจสอบสายสัญญาณ (Cable Test) โดยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งผ่านสายสัญญาณโทรศัพท์ที่ต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์กับโมเด็ม

2.2 การทดสอบแบบวกกลับ

การถ่ายโอนแฟ้มนั้นต้องรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ ดังนั้นจึงมีการทดสอบความถูกต้องของข้อมูลในขณะผ่านสายโทรศัพท์ โดยการทดสอบแบบวกกลับ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการรับส่งข้อมูล โดยการตรวจสอบสำหรับงานวิจัยนี้ ซึ่งสนใจการถ่ายโอนแฟ้มโดยใช้โพรโทคอลเอฟทีพี จะทำการตรวจสอบเฉพาะในส่วนของโมเด็มต้นทาง (Local) ดังนี้

2.2.1 การตรวจสอบสัญญาณดิจิตอลแบบวกกลับของต้นทาง (Local Digital Loopback Test) การตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณดิจิตอลที่มาจากคอมพิวเตอร์

2.2.2 การตรวจสอบสัญญาณแอนะล็อกแบบวกกลับของต้นทาง (Local Analog Loopback Test) เป็นการตรวจสอบความถูกต้อของสัญญาณแอนะล็อกที่ได้จากการแปลงของโมเด็ม

2.3 การตรวจสอบชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม (AT Command Test) เป็นการตรวจสอบชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของแต่ละโมเด็มได้อย่างถูกต้อง ดังนี้

2.3.1 ชุดคำสั่งพื้นฐาน (Basic AT Command Test)

2.3.2 ชุดคำสั่งเพิ่มเติม (Extended AT Command Test)

3. <u>โมดูลควบคุมการทำงานของโมเด็ม</u>

ควบคุมการทำงานของโมเด็มผ่านทางซอฟต์แวร์สื่อสารของวินโดวส์ (Dial-up connection) โดยการใช้แอพพลิเคชันโปรแกรมมิ่งอินเทอร์เฟต ควบคุมการทำงานของโมเด็มดังนี้

3.1 หมุนโทรศัพท์และสร้างการเชื่อมต่อ (Connect) ไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์

3.2 ยกเลิกการเชื่อมต่อ (Disconnect) ไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์

3.3 หมุนโทรศัพท์อิตโมมัติ (Redial If Disconnect) เมื่อการถ่ายโอนแฟ้มยังไม่เสร็จสิ้นและสายถูกตัดขาด กำหนดให้หมุนโทรศัพท์อัตโนมัติ (Auto-Redial) ตามจำนวนครั้งที่กำหนดเมื่อการหมุนโทรศัพท์ในครั้งแรกพบว่าสายไม่ว่าง

3.4 ตัดการเชื่อมต่อโทรศัพท์เมื่อการถ่ายโอนแฟ้มเสร็จสิ้น (Hang Up When Done)

4. ฐานข้อมูลจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

4.1 ข้อมูลสมุดที่อยู่ (Address books) บันทึกและจัดเก็บข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์เพื่อเข้าใช้บริการเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์

4.2 เก็บผลการทำงานของชุดคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็มและชุดคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม (AT Command Logs)

4.3 เก็บข้อมูลการถ่ายโอนแฟ้ม สถานะการถ่ายโอนแฟ้ม (File Transfer Logs)

การเขียนซอฟต์แวร์โดยใช้ภาษาวิชวลเบสิกบนวินโดวส์

การเขียนซอฟต์แวร์นี้ใช้ภาษาวิชวลเบสิก เพื่อสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์โดยอาศัย WinInet (Win32 Internet) API (Application Programming Interface) ซึ่งเป็นแอพพลิเคชั่นโปรแกรมมิ่งอินเทอร์เฟสที่ใช้ติดต่อและเข้าถึงโพรโทคอลมาตรฐานเอฟทีพีในระดับสูง (High-Level Interface), FtpTree OLE Control module ซึ่งเป็นคอลโทรลของ บริษัท ไรโน ซอฟต์แวร์ อิท (Rhino Software, Inc) ซึ่งเป็นแชร์แวร์เวอร์ชั่นใช้ติดต่อและเข้าถึงโพรโทคอลมาตรฐานเอฟทีพี, MSComm Serial Communication Control ซึ่งเป็นคอลโทรลของซอฟต์แวร์วิชวลเบสิกที่ใช้ติดต่อและจัดการควบคุมโมเด็มผ่านทางช่องทางสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Port)

1. ชุดคำสั่งของ WinInet API ที่นำมาใช้ติดต่อกับโพรโทคอล เอฟทีพี ได้แก่

- InternetOpen คำสั่งกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับโปรแกรมที่เรียกใช้คำสั่ง Win32 Internet
- InternetConnect คำสั่งเปิดเซ็สชันเอฟทีพี
- InternetFineNextFile คำสั่งค้นหาแฟ้มหรือไดเร็กทอรีต่อจากการทำงานของคำสั่ง FtpFindFirstFile แฟ้มหรือไดเร็กทอรีที่ค้นหาพบถูกคืนค่าเก็บในโครงสร้างข้อมูล WIN32_FIND_DATA

- InternetReadFile คำสั่งอ่านข้อมูลจากแฟ้มที่เปิดไว้ด้วยคำสั่ง FtpOpenFile
- InternetWriteFile คำสั่งเขียนข้อมูลไปยังแฟ้มที่เปิดไว้ด้วย FtpOpenFile
- InternetCloseHandle คำสั่งยกเลิกการควบคุมการเชื่อมต่อ
- InternetGetLastResponseInfo คำสั่งค้นคืนข้อมูลจากการทำงานของคำสั่งต่างๆ ของ Win32 Internet
- FtpOpenFile คำสั่งเปิดหรือเข้าถึงแฟ้มบนเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์ก่อนที่จะใช้คำสั่ง InternetReadFile หรือ InternetWriteFile
- FtpFineFirstFile คำสั่งค้นหาแฟ้มหรือไดเร็กทอรีของเซ็สชันเอฟทีพี แฟ้มหรือไดเร็กทอรีที่ค้นหาพบถูกคืนค่าเก็บในโครงสร้างข้อมูล WIN32_FIND_DATA
- FtpGetFile คำสั่งค้นคืนข้อมูลแฟ้มโดยอ่านแฟ้มจากเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์และจัดเก็บแฟ้มที่อ่านนั้นที่คอมพิวเตอร์ต้นทาง
- FtpPutFile คำสั่งอ่านแฟ้มจากคอมพิวเตอร์ต้นทางและจัดเก็บแฟ้มที่อ่านนั้นบนเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์
- FtpRenameFile คำสั่งแก้ไขชื่อแฟ้มบนเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์
- FtpDeleteFile คำสั่งลบแฟ้มบนเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์
- FtpCreateDirectory คำสั่งสร้างไดเร็กทอรีบนเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์
- FtpRemoveDirectory คำสั่งลบไดเร็กทอรีบนเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์
- FtpSetCurrentDirectory คำสั่งย้ายการทำงานไปยังไดเร็กทอรีต่างบนเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์
- FtpGetCurrentDirectory คำสั่งค้นคืนข้อมูลไดเร็กทอรีปัจจุบันของเอฟทีพีเซ็สชันนั้น

โดยที่สถานะต่างๆ ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ตอบกลับมา ดังนี้

```
FTP_RESPONSE_RESTART_MARKER_REPLY = 110
FTP_RESPONSE_SERVICE_READY_IN_MINUTES = 120
FTP_RESPONSE_DATA_CONNECTION_ALREADY_OPEN = 125
FTP_RESPONSE_FILE_STATUS_OK = 150
FTP_RESPONSE_COMMAND_OK = 200
FTP_RESPONSE_COMMAND_NOT_IMPLEMENTED_SUPERFLUOUS_AT_THIS_SITE = 202
FTP_RESPONSE_SYSTEM_STATUS_OR_SYSTEM_HELP_REPLY = 211
FTP_RESPONSE_DIRECTORY_STATUS = 212
FTP_RESPONSE_FILE_STATUS = 213
FTP_RESPONSE_HELP_MESSAGE = 214
FTP_RESPONSE_NAME_SYSTEM_TYPE = 215
FTP_RESPONSE_SERVICE_READY_FOR_NEW_USER = 220
FTP_RESPONSE_SERVICE_CLOSING_CONTROL_CONNECTION = 221
```

FTP_RESPONSE_DATA_CONNECTION_OPEN = 225
FTP_RESPONSE_CLOSING_DATA_CONNECTION = 226
FTP_RESPONSE_ENTERING_PASSIVE_MODE = 227
FTP_RESPONSE_USER_LOGGED_IN = 230
FTP_RESPONSE_REQUESTED_FILE_ACTION_OK_COMPLETED = 250
FTP_RESPONSE_PATHNAME_CREATED = 257
FTP_RESPONSE_USER_NAME_OK_NEED_PASSWORD = 331
FTP_RESPONSE_NEED_ACCOUNT_FOR_LOGIN = 332
FTP_RESPONSE_REQUESTED_FILE_ACTION_PENDING_FURTHER_INFO = 350
FTP_RESPONSE_SERVICE_NOT_AVAILABLE_CLOSING_CONTROL_CONNECTION = 421
FTP_RESPONSE_CANNOT_OPEN_DATA_CONNECTION = 425
FTP_RESPONSE_CONNECTION_CLOSED_TRANSFER_ABORTED = 426
FTP_RESPONSE_REQUESTED_FILE_ACTION_NOT_TAKEN = 450
FTP_RESPONSE_REQUESTED_ACTION_ABORTED = 451
FTP_RESPONSE_REQUESTED_ACTION_NOT_TAKEN = 452
FTP_RESPONSE_SYNTAX_ERROR_COMMAND_UNRECOGNIZED = 500
FTP_RESPONSE_SYNTAX_ERROR_IN_PARAMETERS_OR_ARGUMENTS = 501
FTP_RESPONSE_COMMAND_NOT_IMPLEMENTED = 502
FTP_RESPONSE_BAD_SEQUENCE_OF_COMMANDS = 503
FTP_RESPONSE_COMMAND_NOT_IMPLEMENTED_FOR_THAT_PARAMETER = 504
FTP_RESPONSE_NOT_LOGGED_IN = 530
FTP_RESPONSE_NEED_ACCOUNT_FOR_STORING_FILES = 532
FTP_RESPONSE_REQUESTED_ACTION_NOT_TAKEN_FILE_UNAVAILABLE = 550
FTP_RESPONSE_REQUESTED_ACTION_ABORTED_PAGE_TYPE_UNKNOWN = 551
FTP_RESPONSE_REQUESTED_FILE_ACTION_ABORTED_EXCEEDED_STORAGE_ALLOCATION = 552
FTP_RESPONSE_REQUESTED_ACTION_NOT_TAKEN_FILE_NAME_NOT_ALLOWED = 553

2. ชุดคำสั่งของ FtpTree OLE Control module ที่นำมาใช้ติดต่อกับโพรโทคอลเอฟทีพีเพื่อทำการบรรจุลง (Download) แฟ้มจากเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ แบบต่อเนื่องกรณีเกิดข้อผิดพลาดระหว่างถ่ายโอนไฟโดยไม่ต้องเริ่มส่งใหม่ทุกครั้ง โดยสามารถรับข้อมูลต่อจากส่วนเดิมและไม่ต้องเริ่มต้นส่งใหม่ทั้งหมด

3. ชุดคำสั่งของ MSComm Serial Communication Control นำมาใช้ติดต่อและควบคุมการทำงานกับโมเด็ม

การพัฒนาซอฟต์แวร์

การพัฒนาซอฟต์แวร์ ใช้ภาษาวิชอลเบสิกสำหรับวินโดวส์ รุ่น 6.0 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถในการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อใช้งานภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ซึ่งซอฟต์แวร์ที่พัฒนานี้จะเป็นซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) เพื่อติดต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม (เอฟทีพีโพรโทคอล) โดยการทำงานของแต่ละเมนู ดังภาพที่ 3.1 ดังนี้

1. เมนู File แบ่งออกเป็นเมนูย่อยดังนี้

1.1 เมนู Connect ซึ่งเก็บอยู่ในแฟ้ม frmConnect.frm เชื่อมต่อเข้าเพื่อขอใช้บริการถ่ายโอนแฟ้มจากเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ ซึ่งจะทำงานเมื่อคลิกที่ปุ่มต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 ปุ่ม Connect ทำการเชื่อมต่อเข้าเพื่อขอใช้บริการถ่ายโอนแฟ้มจากเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2

1.1.2 ปุ่ม ADD ทำการเปิดแฟ้ม frmAdd.frm ให้บันทึกเพิ่มข้อมูลที่อยู่ของเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ ข้อมูลผู้ใช้ รหัสผ่าน รูปแบบการถ่ายโอนแฟ้ม และรูปแบบการเชื่อมต่อ โดยเลือกกดที่ปุ่ม SAVE แล้ว Close เมื่อสิ้นสุดการเพิ่มข้อมูล มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.3

1.1.3 ปุ่ม Edit ทำการเปิดแฟ้ม frmEdit.frm ให้แก้ไขข้อมูลที่อยู่ของเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ ข้อมูลผู้ใช้ รหัสผ่าน รูปแบบการถ่ายโอนแฟ้ม และรูปแบบการเชื่อมต่อ โดยเลือกกดที่ปุ่ม SAVE แล้ว Close เมื่อสิ้นสุดการแก้ไขข้อมูล มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4

1.1.4 ปุ่ม Delete ทำการลบข้อมูลที่อยู่ของเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ ข้อมูลผู้ใช้ รหัสผ่าน รูปแบบการถ่ายโอนแฟ้ม และรูปแบบการเชื่อมต่อ มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.5

1.2 เมนู Disconnect เพื่อยกเลิกการเชื่อมต่อไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.6

2. เมนู FTP Download ทำการบรรจุลงแฟ้มต่อจากส่วนเดิมโดยไม่ต้องเริ่มการบรรจุลงแฟ้มใหม่เมื่อการเชื่อมต่อถูกตัดขาด

3. เมนู Command แบ่งออกเป็นเมนูย่อยดังนี้

3.1 เมนู Transfer Queue ทำการถ่ายโอนแฟ้มที่อยู่ในคิวทั้งการบรรจุลงและการบรรจุขึ้น และบอกถึงสถานะของแฟ้มที่กำลังถ่ายโอนคือ อัตราถ่ายโอนแฟ้มขณะนั้น ขนาดของแฟ้มที่ถ่ายโอนไปแล้วขณะนั้น มีเป็นหน่วยกิโลบิตต่อวินาทีและเป็นเปอร์เซ็นต์การถ่ายโอนแฟ้มขณะนั้น เวลาที่ใช้ไปในการถ่ายโอนแฟ้มขณะนั้น เวลาโดยประมาณที่ใช้ในการถ่ายโอนแฟ้มขณะนั้น จำนวนแฟ้มทั้งหมดในคิว ขนาดของแฟ้มทั้งหมดในคิว ผังการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.7

3.2 เมนู Add Download File to Queue ทำการเพิ่มแฟ้มคิวที่ต้องการบรรจุลงไว้ในคิวถ่ายโอนแฟ้ม มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.8

3.3 เมนู Add Upload File to Queue ทำการเพิ่มแฟ้มคิวที่ต้องการบรรจุขึ้นไว้ในคิวถ่ายโอนแฟ้ม มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.9

3.4 เมนู Remove File From Queue ทำการลบแฟ้มคิวจากคิวถ่ายโอนแฟ้ม มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.10

3.5 เมนู Remove All Form Queue ทำการลบแฟ้มคิวทั้งหมดในคิวถ่ายโอนแฟ้ม มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.11

3.6 เมนู Stop ทำการหยุดการถ่ายโอนและยกเลิกการเชื่อมต่อไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์

3.7 เมนู Refresh ทำการสืบค้นข้อมูลแฟ้มในไดเร็กทอรีปัจจุบันจากเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์มาแสดงผลที่เอฟทีพีไคลเอ็นต์ใหม่ มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.12

3.8 เมนู New Folder ทำการสร้างไดเร็กทอรีใหม่ไว้ที่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.13

3.9 เมนู Delete File ทำการลบแฟ้มที่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.14

3.10 เมนู Rename File ทำการเปลี่ยนชื่อแฟ้มที่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์

4. เมนู Option แบ่งออกเป็นเมนูย่อยดังนี้

4.1 เมนู Atomatic Transfer ทำการถ่ายโอนแฟ้มอัตโนมัติ

4.2 เมนู FTP Dialer ทำการหมุนโทรศัพท์อัตโนมัติ

4.3 เมนู Re-Dial If Disconnect หมุนโทรศัพท์ใหม่อัตโนมัติเมื่อสายหลุด

4.4 เมนู Hang Up When Done ตัดการต่อโทรศัพท์เมื่อถ่ายโอนแฟ้มเสร็จสิ้น

4.5 เมนู Turn off Computer When Done ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อถ่ายโอนแฟ้มเสร็จสิ้น

5. เมนู Tool แบ่งออกเป็นเมนูย่อยดังนี้

5.1 เมนู Modem Status

5.1.1 เมนู Modem Test ซึ่งเก็บอยู่ในแฟ้ม frmModem.frm ทำการทดสอบการทำงานของโมเด็ม ซึ่งจะทำงานเมื่อคลิกที่ปุ่มต่าง ๆ ดังนี้

5.1.1.1 ปุ่ม Open Port ทำการตรวจสอบส่วนของการเชื่อมต่อกับโมเด็มโดยการเปิดพอร์ตที่ต่อกับโมเด็ม

5.1.1.2 ปุ่ม Ring Detection ทำการตรวจสอบความสามารถในการตรวจจับสัญญาณเสียงกริ่งจากสายสัญญาณโทรศัพท์ของโมเด็ม โดยการต่อสัญญาณโทรศัพท์มายังหมายเลขที่ใช้กับโมเด็มที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.15

5.1.1.3 ปุ่ม Telephone Line Relay ทำการตรวจสอบโดยสับเปลี่ยนสายสัญญาณโทรศัพท์ โดยสั่งผ่านชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.16

5.1.1.4 ปุ่ม Telephone Dialer ทำการตรวจสอบความสามารถต่อออกโทรศัพท์ไปยังหมายเลขที่กำหนดได้ของวงจรต่อออกโทรศัพท์ของโมเด็ม โดยการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ของโมเด็มผ่านทางชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.17

5.1.1.5 ปุ่ม RAM ทำการตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่มของโมเด็มผ่านทางชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.18

5.1.1.6 ปุ่ม Cable ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งผ่านสายสัญญาณโทรศัพท์ที่ต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็มผ่านทางชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.19

5.1.2 เมนู Loopback Test ซึ่งเก็บอยู่ในแฟ้ม frmLoopback.frm ทำการทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์แบบวกกลับในแต่ละช่วงของโมเด็มต้นทางผ่านชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม ซึ่งจะทำงานเมื่อคลิกที่ปุ่มต่าง ๆ ดังนี้

5.1.2.1 ปุ่ม Open Port ทำการตรวจสอบส่วนของการเชื่อมต่อกับโมเด็มโดยการเปิดพอร์ตที่ต่อกับโมเด็ม

5.1.2.2 ปุ่ม Digital ทำการตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณดิจิตอลแบบวกกลับของโมเด็มต้นทางโดยการส่งข้อมูลตัวเลขสุ่มและรับข้อมูลกลับมาเปรียบเทียบ ซึ่งสามารถกำหนดจำนวนตัวเลขสุ่มที่รับส่งได้ มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.20

5.1.2.3 ปุ่ม Analog ทำการตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณแอนะล็อกแบบวกกลับของโมเด็มต้นทาง โดยใช้ชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็มให้โมเด็มอยู่ในโหมดของการทดสอบสัญญาณแอนะล็อกแบบวกกลับ จากนั้นส่งข้อมูลตัวเลขสุ่มและรับข้อมูลกลับมาเปรียบเทียบ ซึ่งสามารถกำหนดจำนวนตัวเลขสุ่มที่รับส่งได้ มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.20

5.1.3 เมนู AT Command Test ซึ่งเก็บอยู่ในแฟ้ม frmATComm.frm ทำการตรวจสอบชุดคำสั่งที่สามารถใช้ควบคุมการทำงานของแต่ละโมเด็มได้อย่างถูกต้อง โดยชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็มแบ่งเป็น ชุดคำสั่งพื้นฐานและชุดคำสั่งเพิ่มเติม ซึ่งจะทำงานเมื่อคลิกที่ปุ่มต่าง ๆ ดังนี้

5.1.3.1 ปุ่ม Open Port ทำการตรวจสอบส่วนของการเชื่อมต่อกับโมเด็มโดยการเปิดพอร์ตที่ต่อกับโมเด็ม

5.1.3.2 ปุ่ม Basic AT Command Test ทำการตรวจสอบชุดคำสั่งพื้นฐานที่ใช้ควบคุมการทำงานของโมเด็มได้ โดยอ่านชุดคำสั่งจากตารางชื่อ AT_Commands และเก็บผลที่ได้ไว้ในตาราง ATComm_Logs ซึ่งเก็บในฐานข้อมูลชื่อ Data.mdb มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.21

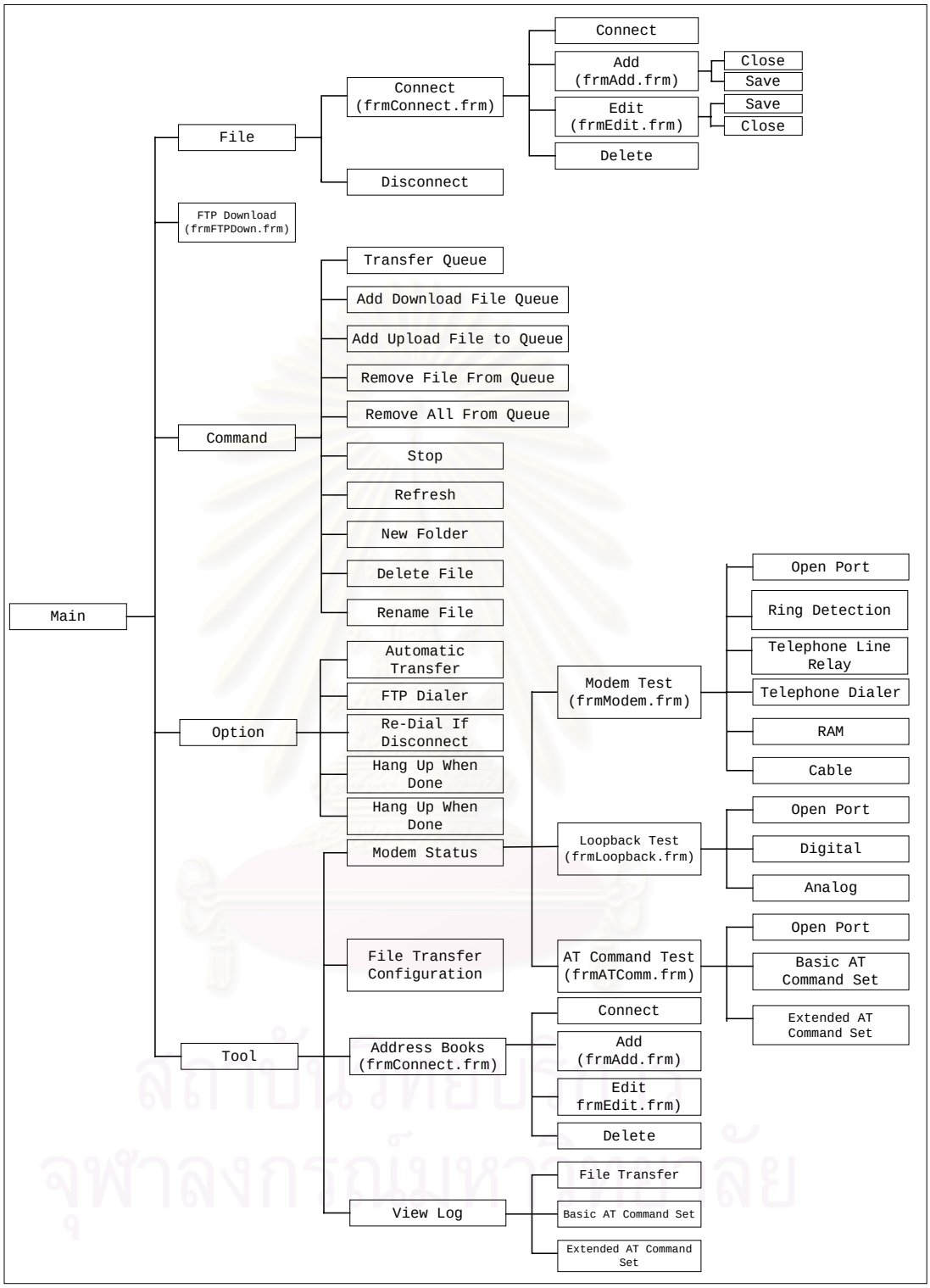
5.1.3.3 ปุ่ม Extended AT Command Test ทำการตรวจสอบชุดคำสั่งเพิ่มเติมที่ควบคุมการทำงานของโมเด็มได้ โดยอ่านชุดคำสั่งจากตารางชื่อ EAT_Commands และเก็บผลที่ได้ไว้ในตาราง EATComm_Logs ซึ่งเก็บในฐานข้อมูลชื่อ Data.mdb มีผังการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.21

5.3 เมนู File Transfer Configuration กำหนดขนาดของบล็อกเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของถ่ายโอนแฟ้มเมื่อกำหนดขนาดต่างๆ ของบล็อก

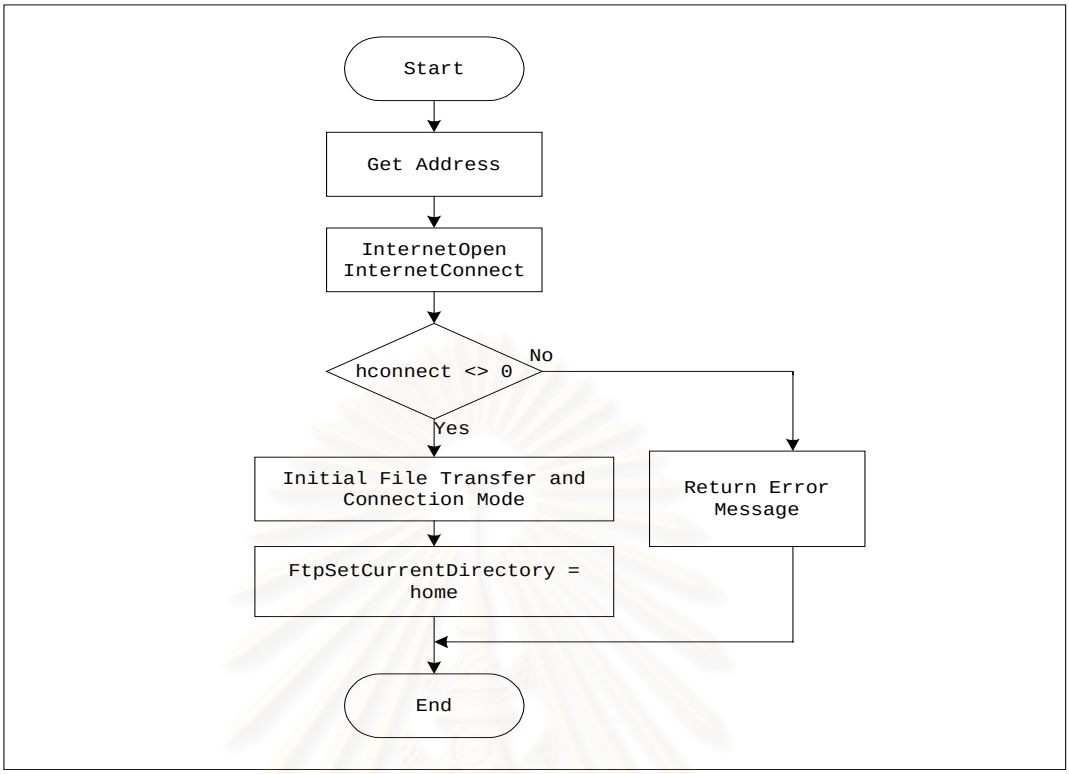
5.4 เมนู Address Books ซึ่งเก็บอยู่ในแฟ้ม frmConnect.frm เป็นแฟ้มเดียวกันกับเมนูในข้อ 1.1 เมนู Connect ซึ่งได้อธิบายหน้าที่การทำงานไว้แล้ว

5.5 เมนู View Logs ทำการเรียกดูข้อมูลสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม ผลการตรวจสอบชุดคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม และผลการตรวจสอบชุดคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม

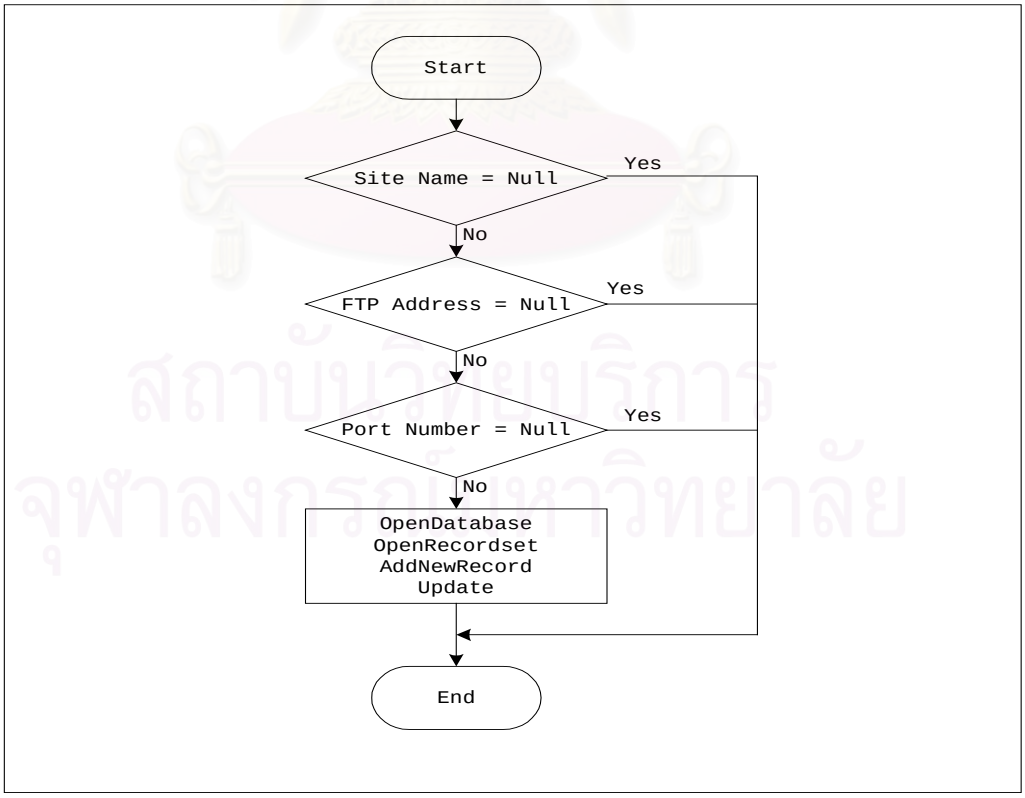
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



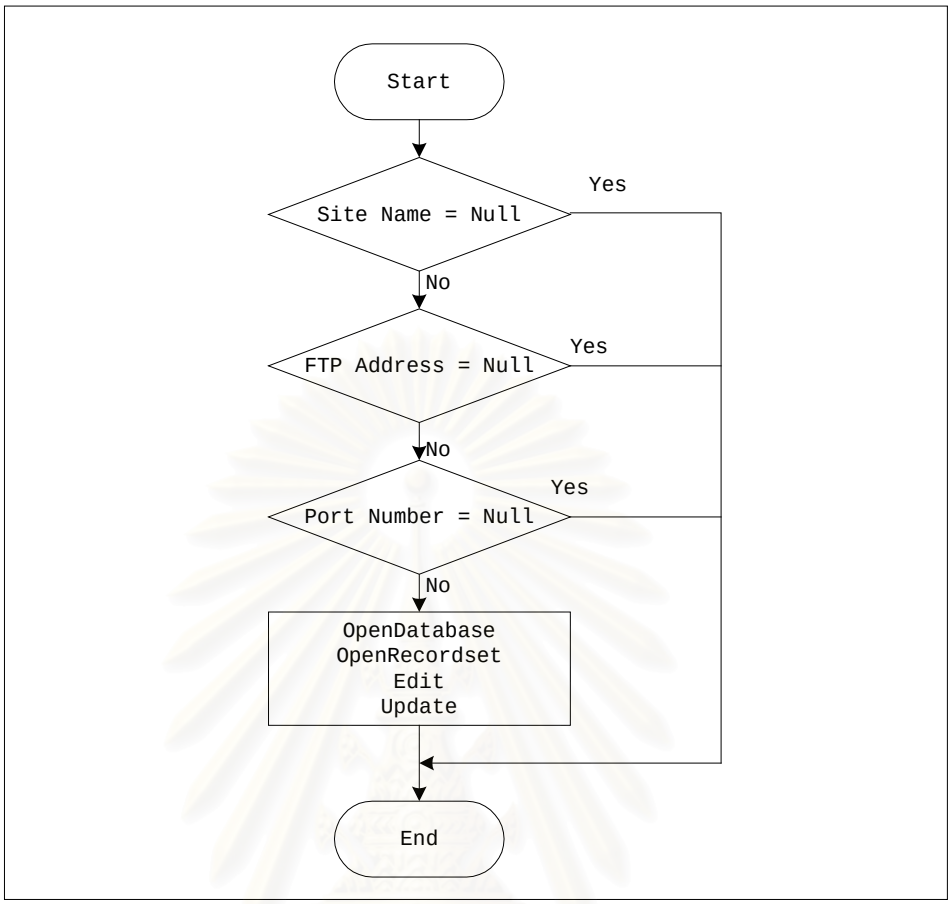
รูปที่ 3.1 แสดงเมนูย่อยของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม



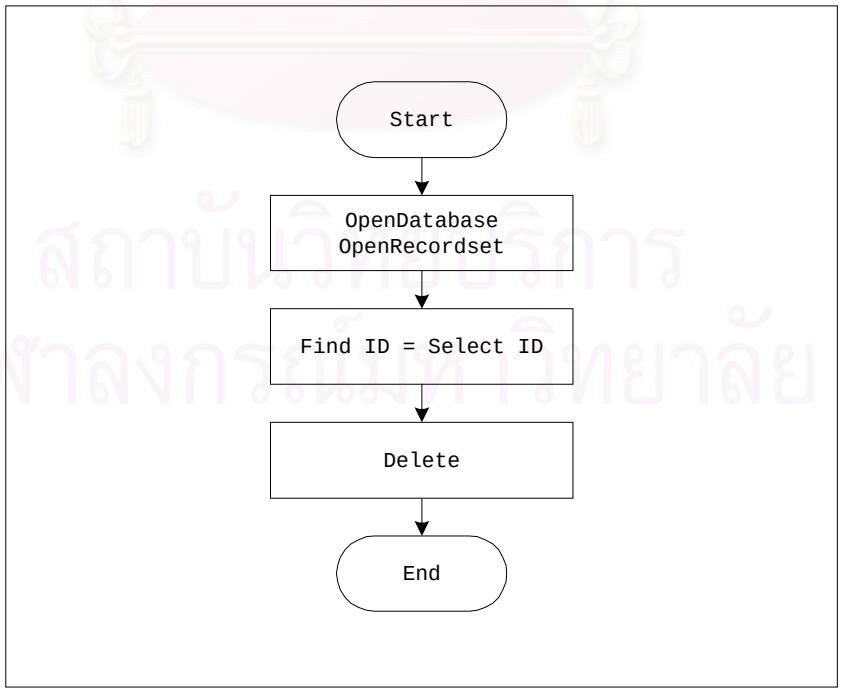
รูปที่ 3.2 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.1.1 การเชื่อมต่อไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Connect)



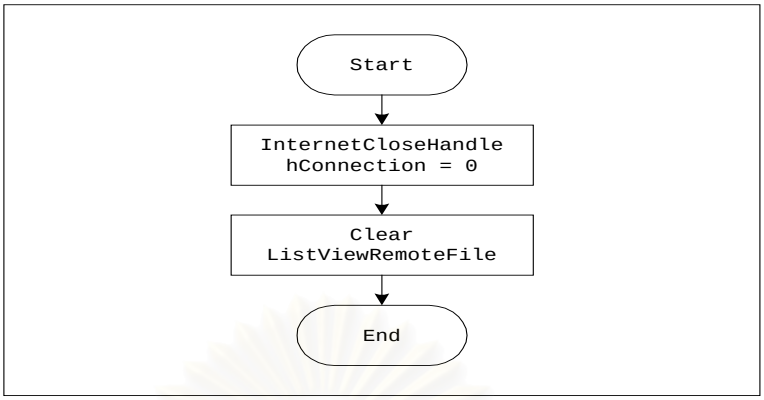
รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.1.2 การเพิ่มข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Add)



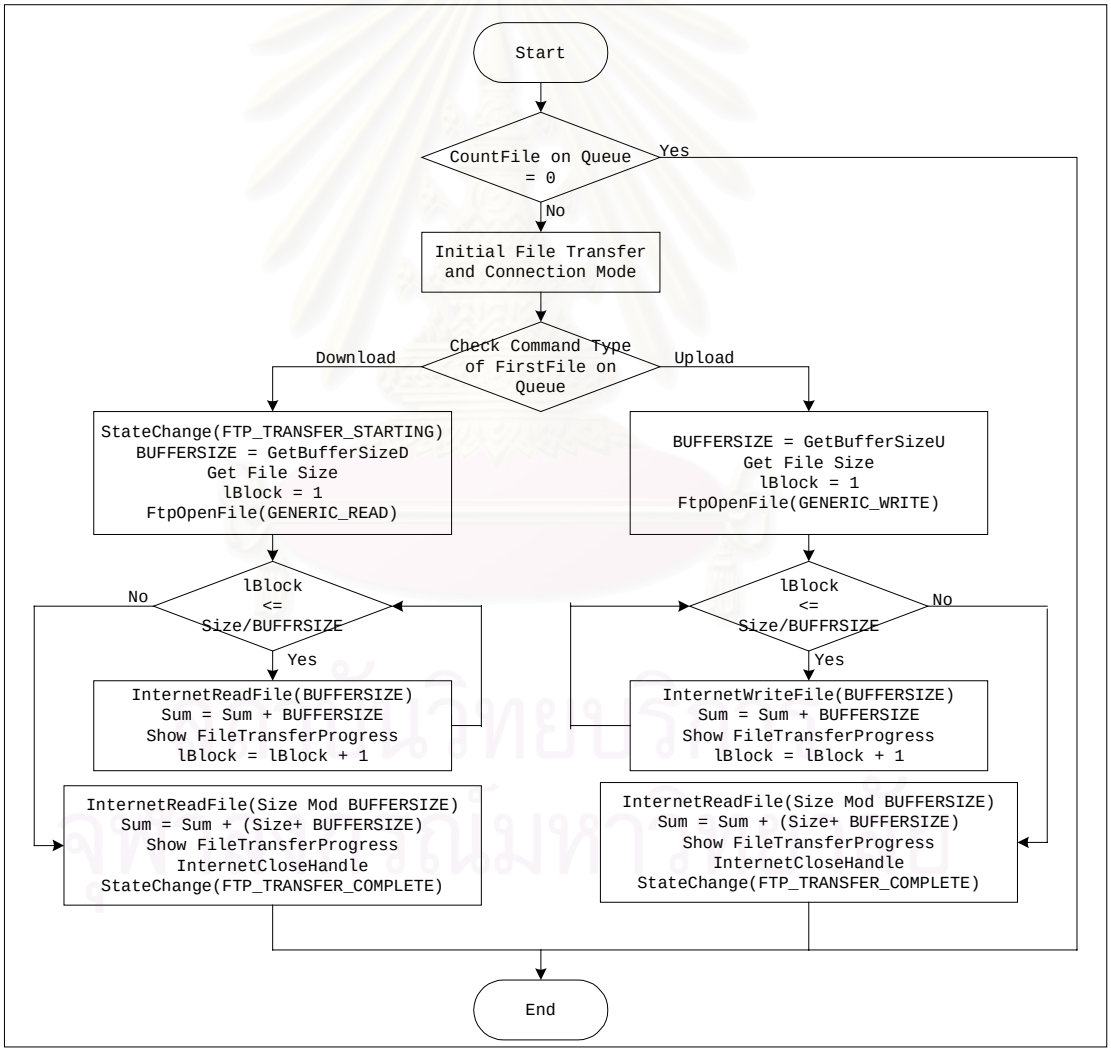
รูปที่ 3.4 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.1.3 การแก้ไขข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Edit)



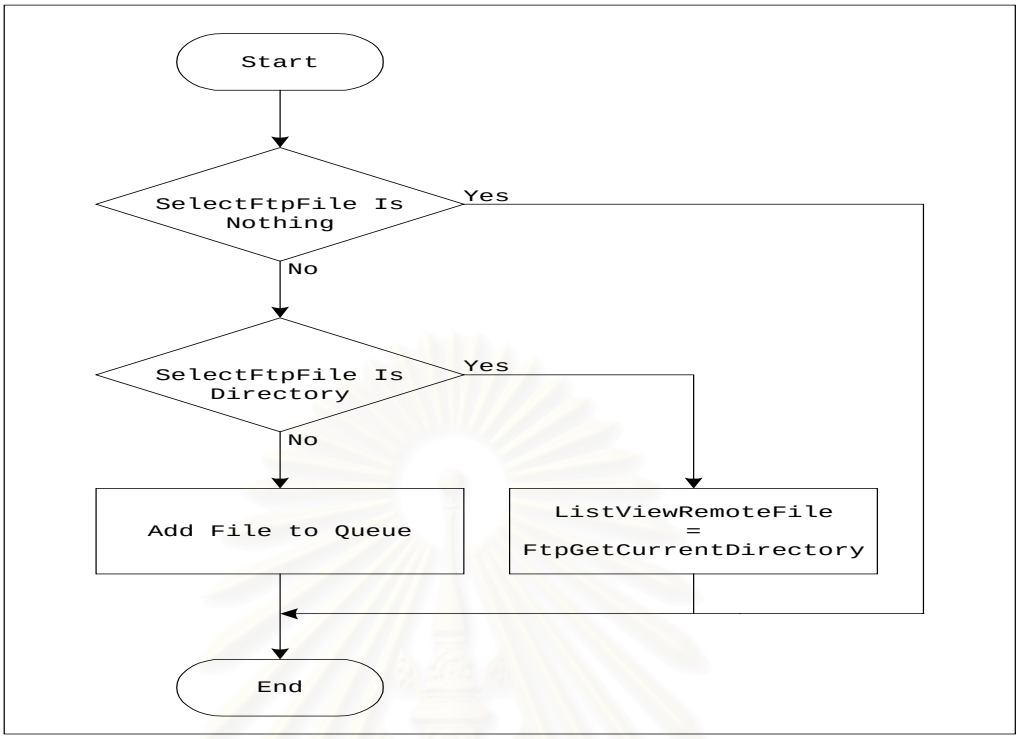
รูปที่ 3.5 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.1.4 การลบข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Delete)



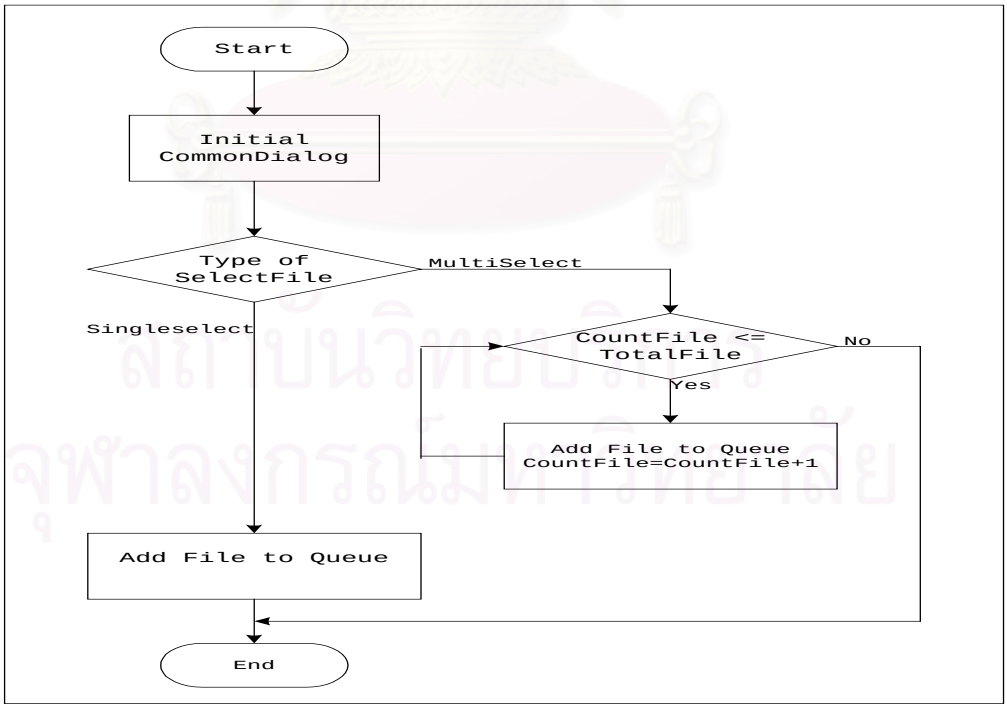
รูปที่ 3.6 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 1.2 ยกเลิกการเชื่อมต่อ (Disconnect)



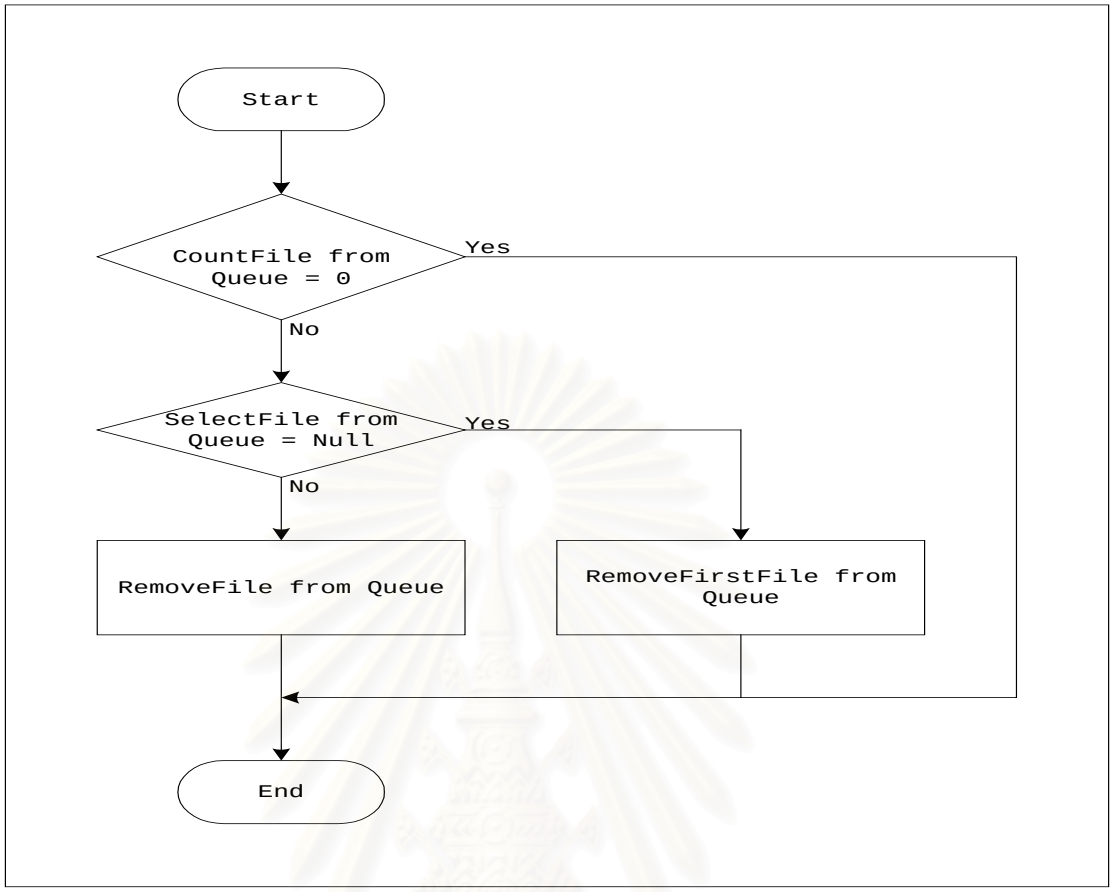
รูปที่ 3.7 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.1 การถ่ายโอนแฟ้มที่อยู่ในคิวถ่ายโอนแฟ้ม (Transfer Queue)



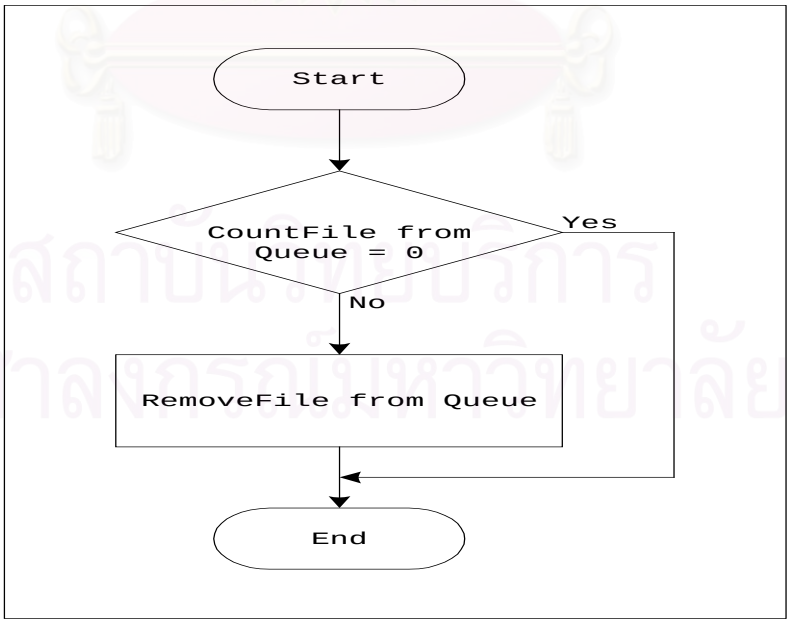
รูปที่ 3.8 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.2 เพิ่มแฟ้มคิวการบรรจุลงในคิวถ่ายโอนแฟ้ม (Add Download File to Queue)



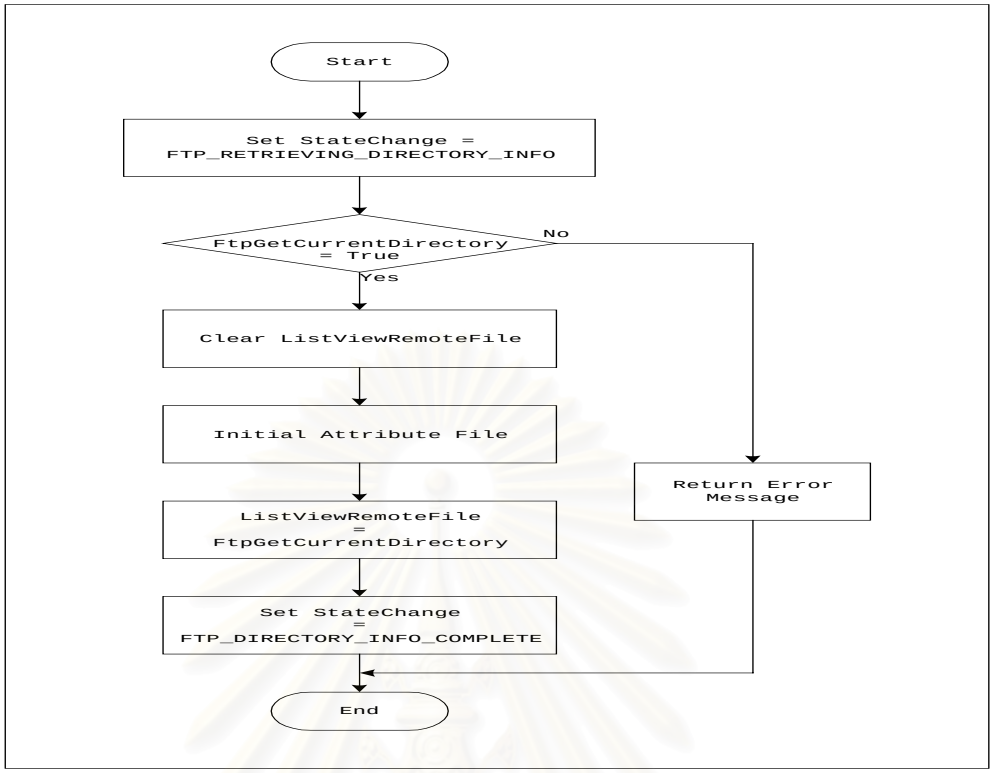
รูปที่ 3.9 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.3 เพิ่มแฟ้มคิวการบรรจุขึ้นในคิวถ่ายโอนแฟ้ม (Add Upload File to Queue)



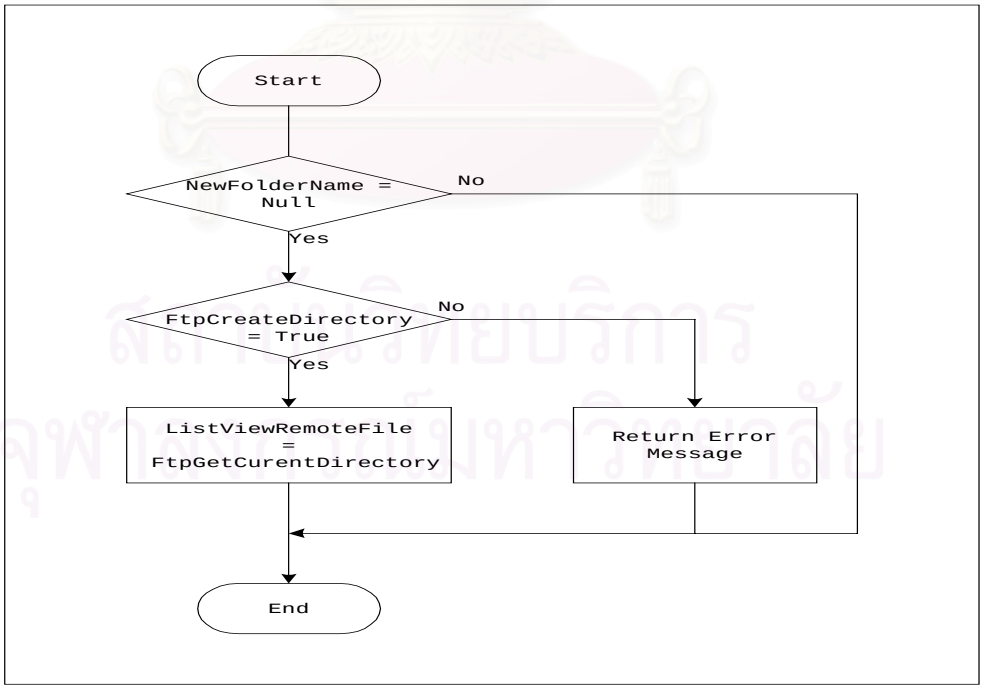
รูปที่ 3.10 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.4 การลบทีละแฟ้มคิวในคิว (Remove File From Queue)



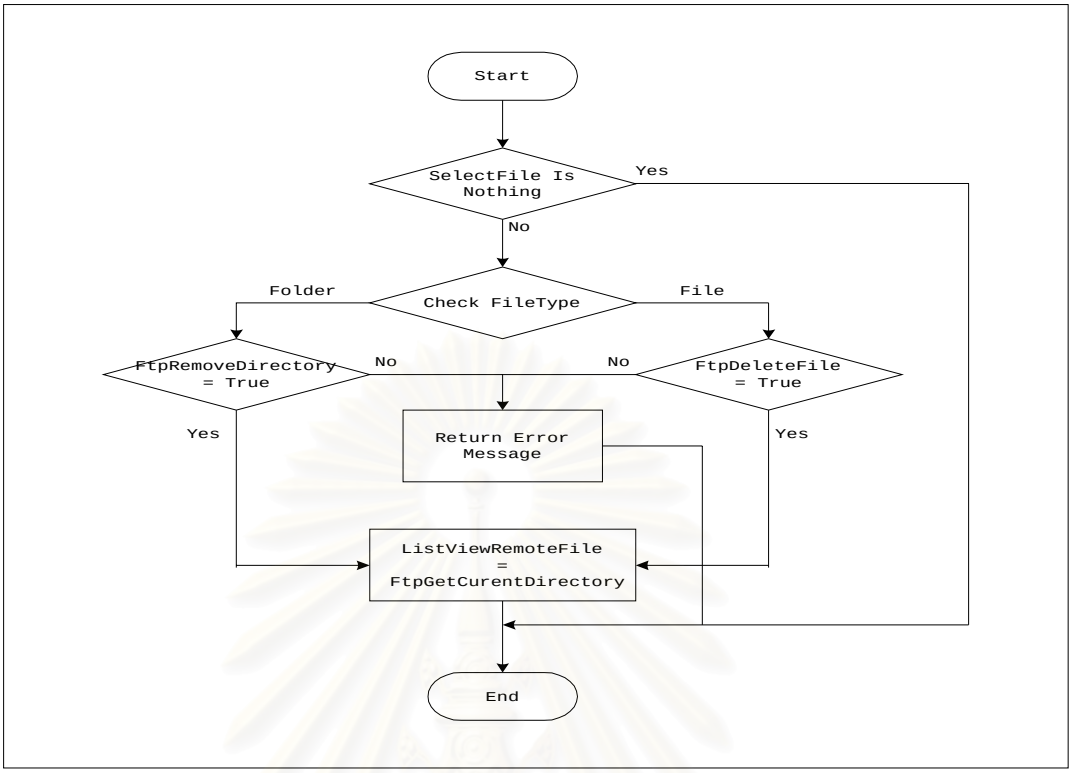
รูปที่ 3.11 แสดงการทำงานเมนูย่อย 3.5 ลบแฟ้มคิวทั้งหมดในคิว (Remove All From Queue)



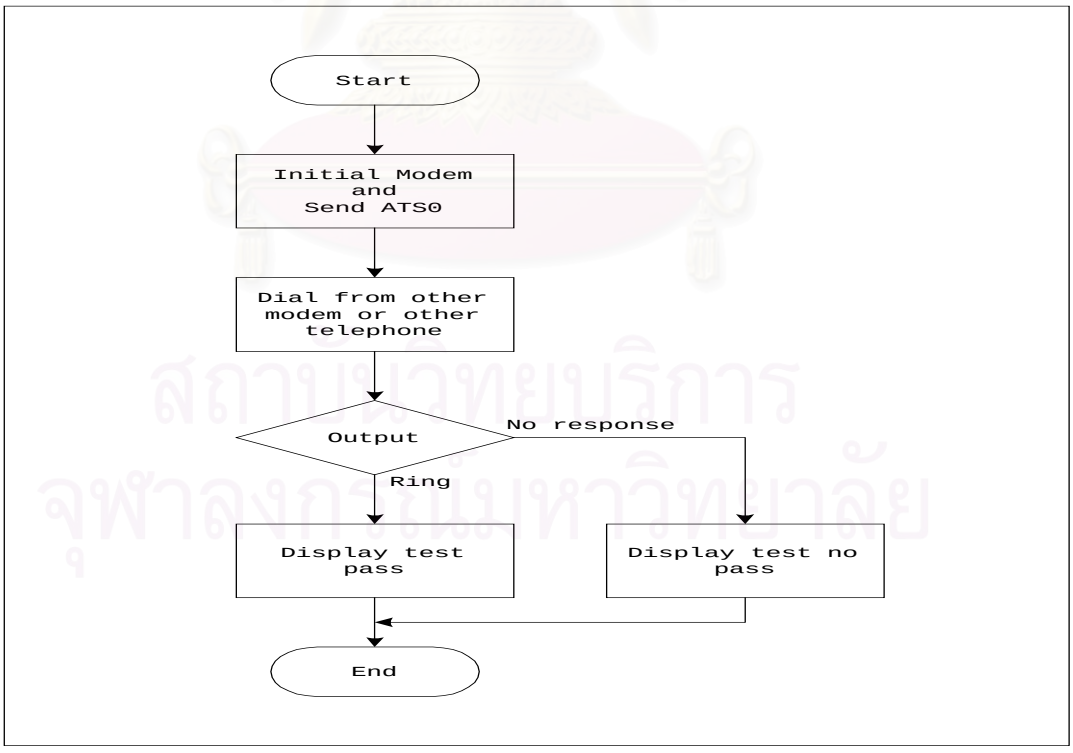
รูปที่ 3.12 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.7 สืบค้นข้อมูลแฟ้มในไดเร็กทอรีปัจจุบันจากเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Refresh)



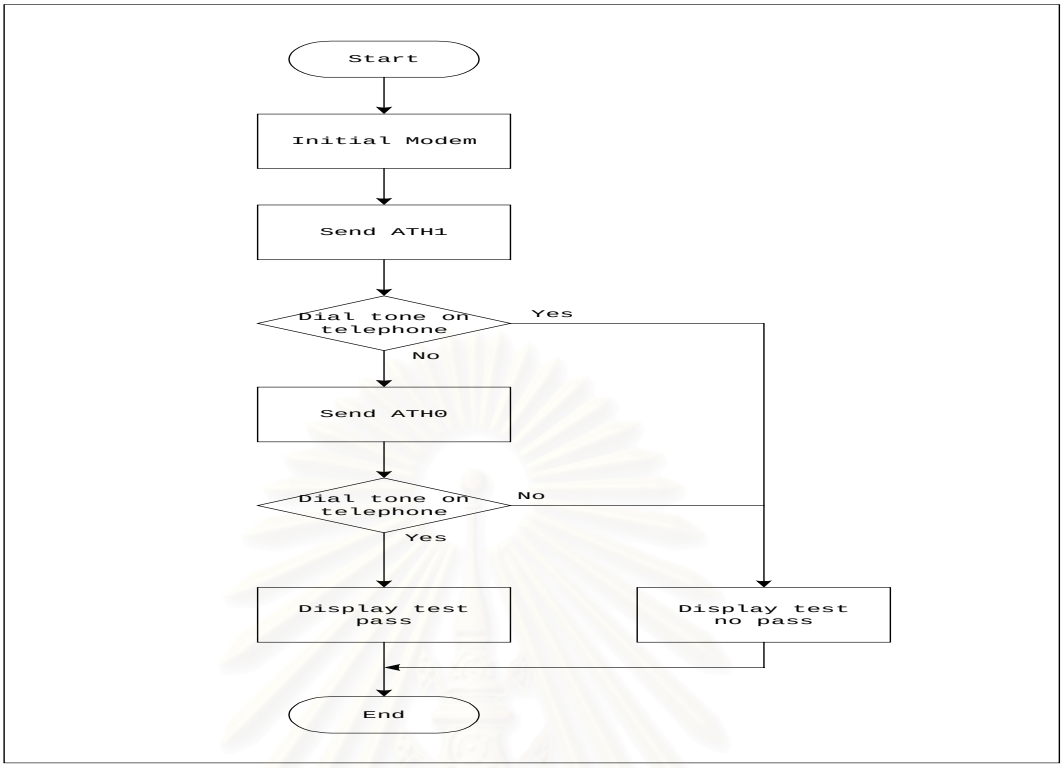
รูปที่ 3.13 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.8 การสร้างไดเร็กทอรีเก็บไว้ที่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (New Folder)



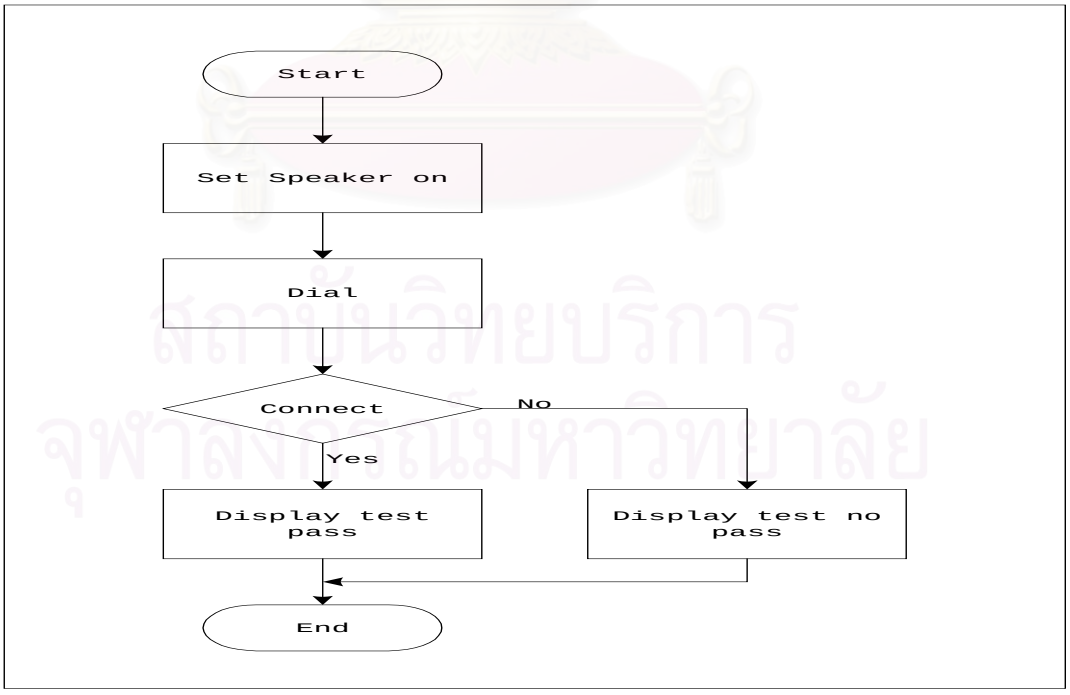
รูปที่ 3.14 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 3.9 การลบแฟ้มที่อยู่บนเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ (Delete File)



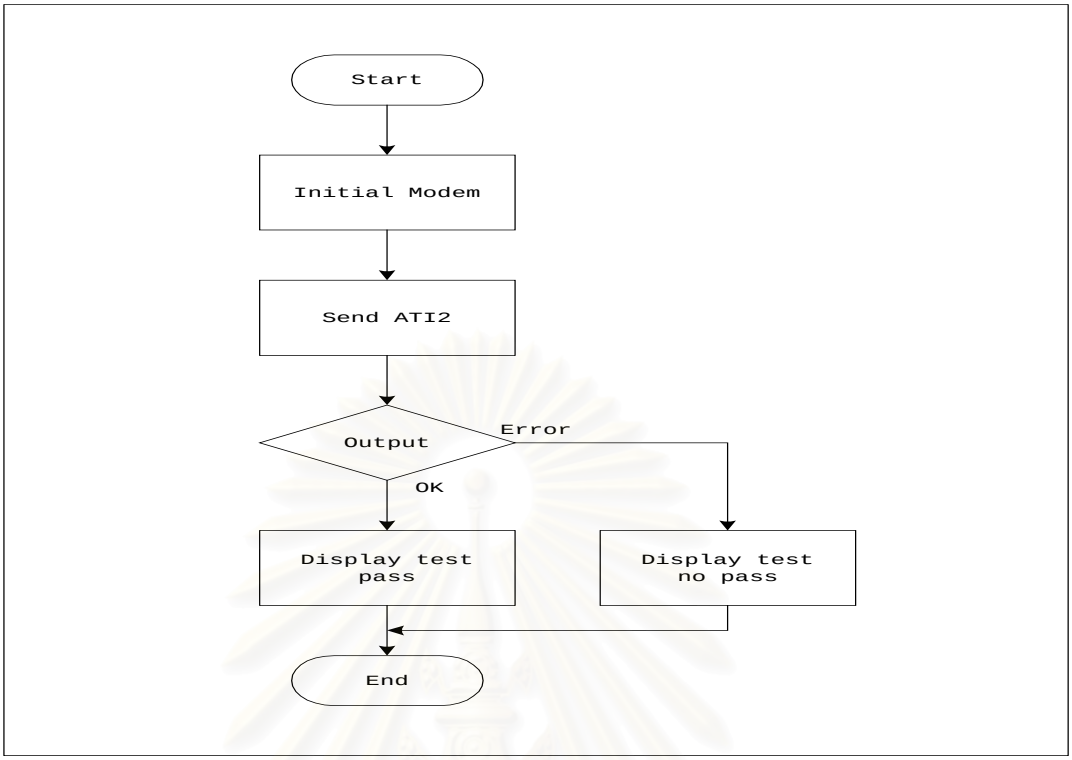
รูปที่ 3.15 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 5.1.1.2 การตรวจจับสัญญาณกริ่ง (Ring Detection)



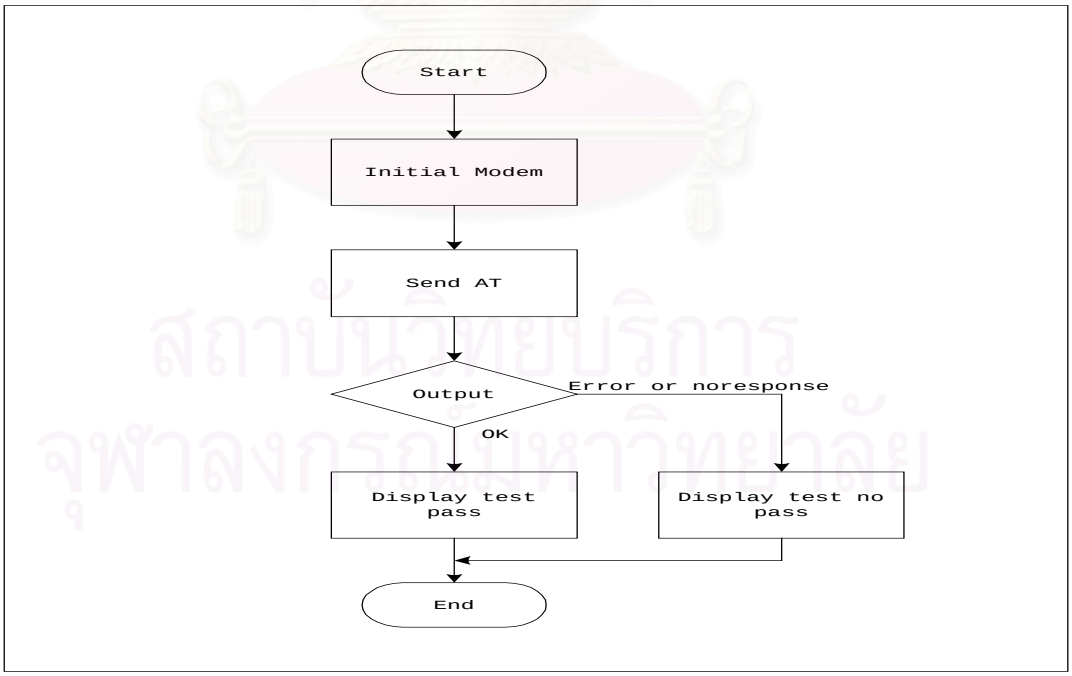
รูปที่ 3.16 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 5.1.1.3 การตรวจสอบการตัดสัญญาณโทรศัพท์ (Telephone Line Relay)



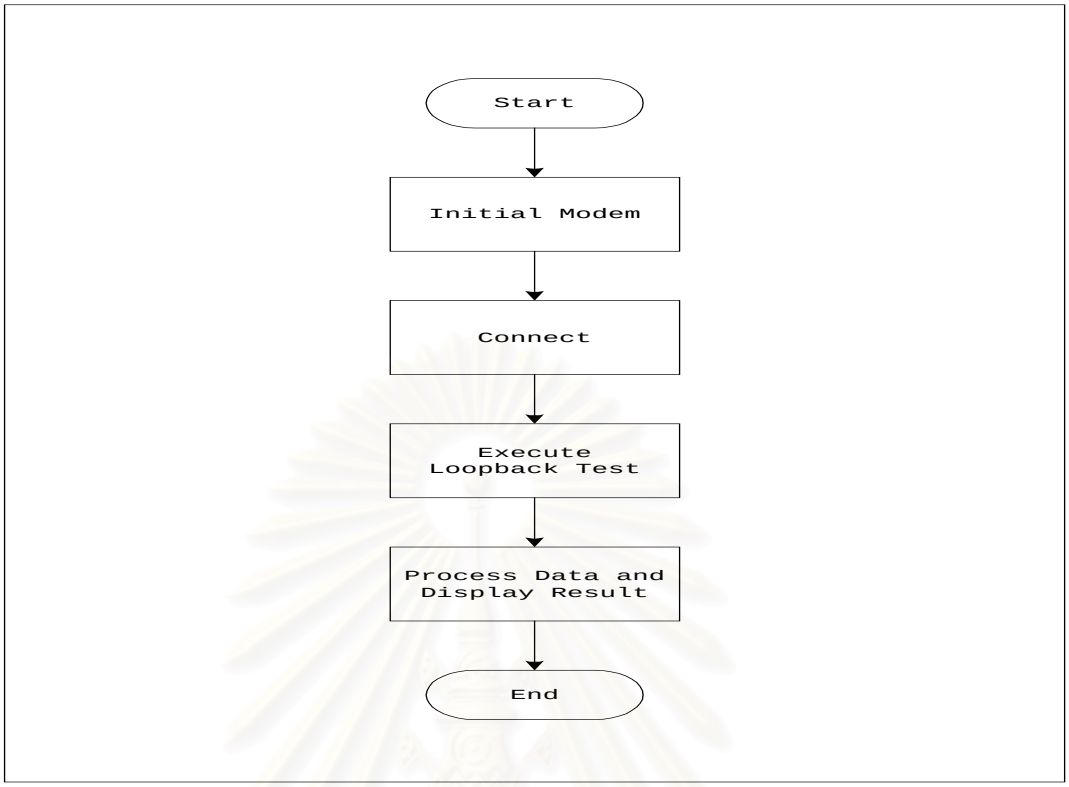
รูปที่ 3.17 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 5.1.1.4 ตรวจสอบการวงจรต่อออกโทรศัพท์ของโมเด็ม (Telephone Dialer)



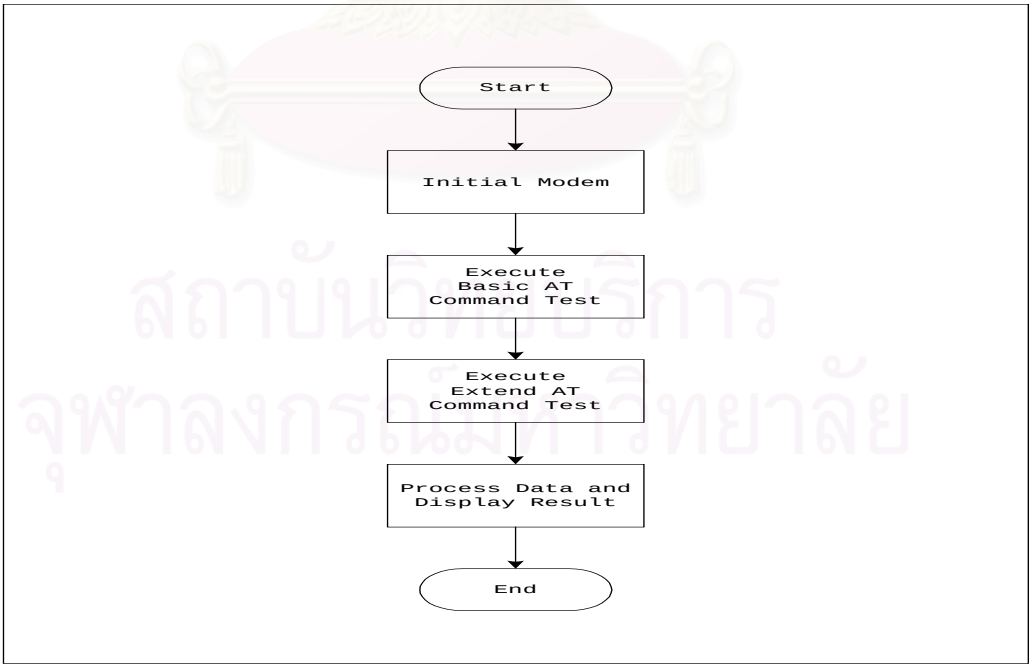
รูปที่ 3.18 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 5.1.1.5 ตรวจสอบการทำงานหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่มของโมเด็ม (RAM)



รูปที่ 3.19 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 5.1.1.6 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งผ่านสายโทรศัพท์ (Cable)



รูปที่ 3.20 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 5.1.2.2 และ 5.1.2.3 การตรวจสอบความถูกของสัญญาณดิจิตอลและสัญญาณแอนะล็อกแบบวกกลับ (Loopback)



รูปที่ 3.21 แสดงการทำงานของเมนูย่อย 5.1.3.2 และ 5.1.3.3 การตรวจสอบชุดคำสั่งพื้นฐานและเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม (AT Command)

การวิเคราะห์ข้อมูล

อัตราถ่ายโอนข้อมูล (Transfer Rate) ค่าอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล คือปริมาณข้อมูลที่รับส่งได้ ซึ่งหมายถึงปริมาณข้อมูลที่แท้จริง มีหน่วยเป็นบิตหรือมีหน่วยเป็นอักขระ (หรือมีหน่วยเป็นไบต์) โดยไม่ถือเอาข้อมูลควบคุมที่รับส่งผ่านอุปกรณ์สื่อสารในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นวินาที หาได้จาก

$$R = (8L / T_b) / 1000$$

โดย R เท่ากับ อัตราถ่ายโอนข้อมูล มีหน่วยเป็น กิโลบิตต่อวินาที (Kbps)

L เท่ากับ จำนวนไบต์ (Bytes) ทั้งหมดของแฟ้มที่รับหรือส่ง

T_b เท่ากับ เวลาที่ใช้ในบล็อกทั้งหมดของแฟ้มที่รับหรือส่ง โดยค่า T_b หาได้จาก

T_b เท่ากับ $\sum_{i=1}^{n} T_{bi}$ โดย n คือ จำนวนบล็อกทั้งหมดของแฟ้ม

จำนวนบล็อกในการถ่ายโอนของแต่ละแฟ้ม (Number of Block) คือจำนวนบล็อกต่อหนึ่งแฟ้มที่ต้องการรับหรือส่ง เนื่องจากในการรับหรือส่งแต่ละแฟ้มจะทำการแบ่งขนาดของข้อมูลออกเป็นบล็อก เพื่อทำการรับหรือส่งข้อมูลไปทีละบล็อก โดยจำนวนบล็อกของแต่ละแฟ้ม ในงานวิจัยนี้ หาได้จาก (ส่วนเศษของบล็อกจะทำการส่งเศษของบล็อกไปเป็นลำดับสุดท้าย)

$$N_b = \frac{L}{B}$$

โดย N_b เท่ากับ จำนวนบล็อกทั้งหมดของแฟ้ม

L เท่ากับ จำนวนไบต์ (Bytes) ทั้งหมดของแฟ้มที่รับหรือส่ง

B เท่ากับ ขนาดของบล็อกหรือขนาดของบัฟเฟอร์ มีหน่วยเป็นไบต์

ปริมาณข้อมูลที่รับหรือส่งได้คิดเป็นร้อยละ (Percent of File Transfered) คือปริมาณข้อมูลที่รับหรือส่งได้ต่อปริมาณข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการส่งหรือรับโดยคิดเป็นร้อยละ หาได้จาก

$$Q = \frac{L_T}{L} * 100$$

โดย Q เท่ากับ ปริมาณข้อมูลที่ได้รับหรือได้ส่งได้คิดเป็นร้อยละ (Percent)

L เท่ากับ จำนวนไบต์ (Bytes) ทั้งหมดของแฟ้มที่รับหรือส่ง

L_T เท่ากับ จำนวนไบต์ที่รับหรือส่งไปแล้ว มีหน่วยเป็นไบต์

เวลาประมาณในการรับส่งข้อมูล (Estimated Time) คือค่าประมาณของเวลาที่ใช้ในการรับหรือส่งแฟ้มข้อมูล หาได้จาก

$$T_e = (8L / 1000) / R$$

โดย T_e เท่ากับ ค่าประมาณการของเวลาที่ใช้ในการรับหรือส่งแฟ้มข้อมูล

L เท่ากับ จำนวนไบต์ (Bytes) ทั้งหมดของแฟ้มที่รับหรือส่ง

R เท่ากับ อัตราถ่ายโอนข้อมูล มีหน่วยเป็น กิโลบิตต่อวินาที (Kbps)

เวลาในการรับหรือส่งข้อมูลที่ค้างรับหรือส่งอยู่ (Time Left) คือเวลาในการรับหรือส่งข้อมูลส่วนที่ยังรอการรับหรือส่งอยู่ หาได้จาก

$$T_l \quad (8 (L – L_T) / 1000) / R$$

โดย T_l เท่ากับ ค่าเวลาในการรับหรือส่งข้อมูลที่ค้างรับหรือส่ง

L เท่ากับ จำนวนไบต์ (Bytes) ทั้งหมดของแฟ้มที่รับหรือส่ง

L_T เท่ากับ จำนวนไบต์ทั้งหมดของแฟ้มที่รับหรือส่งไปแล้ว มีหน่วยเป็นไบต์

R เท่ากับ อัตราถ่ายโอนข้อมูล มีหน่วยเป็น กิโลบิตต่อวินาที (Kbps)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ขั้นตอนการทดสอบ

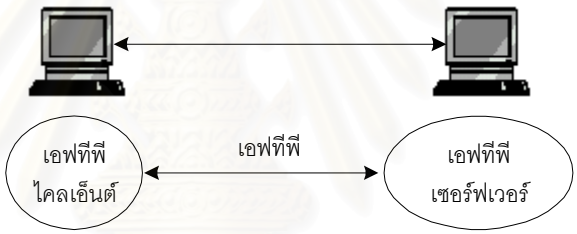
ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบการถ่ายโอนแฟ้ม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. การทดสอบซอฟต์แวร์เฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม

การทดสอบเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม โดยการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการทดสอบเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้มในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจริงและการทดสอบเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้มในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่จำลองขึ้นดังนี้

1.1 การทดสอบการเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้มในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังรูปที่ 4.1 ดังนี้

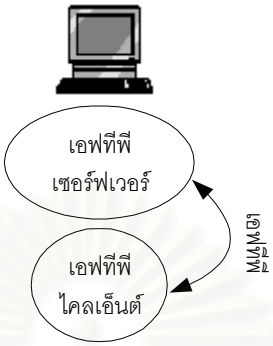


รูปที่ 4.1 แสดงการทดสอบการเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม

1.1.1 การทดสอบถ่ายโอนแฟ้มไปยังผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้มที่กำหนดไว้ คือ การบรรจุลงและการบรรจุขึ้น การบรรจุลงแฟ้มข้อมูลและการบรรจุขึ้นแฟ้มข้อมูลโดยกำหนดขนาดของบล็อกต่าง ๆ กัน

1.1.2 การทดสอบถ่ายโอนแฟ้มไปยังผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้มที่กำหนด คือ ftp.microsoft.com โดยถ่ายโอนแฟ้มในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต เพื่อเปรียบเทียบและหาค่าอัตราถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล

1.2 การทดสอบการเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม โดยจำลองการทำงานเป็นทั้งเอฟทีพีไคลเอ็นต์และเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์เดียวกัน ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการทดสอบการเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้มโดยจำลองเป็นทั้งเอฟทีพีไคลเอ็นต์และเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์

2. การตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม ซึ่งเป็นการทดสอบอุปกรณ์ต้นทางในส่วนของฮาร์ดแวร์คือ คอมพิวเตอร์และโมเด็มต้นทาง แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังรูปที่ 4.1 คือ

รูปที่ 4.3 แสดงการตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มในแต่ละช่วง

2.1 การทดสอบช่วงที่ 1 ทดสอบคอมพิวเตอร์ ได้แก่

2.1.1 สามารถสั่งซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มต้นทาง (เอฟทีพีไคลเอ็นต์) ทำงานได้เพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มต้นทาง

2.1.2 สามารถติดตั้งโมเด็มเข้ากับช่องสื่อสารแบบอนุกรมของคอมพิวเตอร์ต้นทางได้ (Modem Setting)

2.2 การทดสอบช่วงที่ 2 ทดสอบการต่อประสานแบบอนุกรมชนิดอาร์เอส 232 ของคอมพิวเตอร์ต้นทาง โดยการตรวจสอบสัญญาณดิจิตอลแบบวกกลับของต้นทาง การทำงานในเมนู 5.1.2.2 ของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม

2.3 การทดสอบช่วงที่ 3 การตรวจสอบการทำงานของโมเด็ม ได้แก่

2.3.1 การตรวจสอบการตรวจจับสัญญาณกริ่ง (Ring Detection Test) จากสายสัญญาณโทรศัพท์ของโมเด็ม การทำงานในเมนู 5.1.1.2 ของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม

2.3.2 การตรวจสอบการสับเปลี่ยนสายสัญญาณโทรศัพท์ การทำงานในเมนู 5.1.1.3 ของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม

2.3.3 การตรวจสอบการหมุนโทรศัพท์ ของวงจรต่อออกโทรศัพท์ของโมเด็ม การทำงานในเมนู 5.1.1.4 ของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม

2.3.4 การตรวจสอบหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่มของโมเด็ม การทำงานในเมนู 5.1.1.5 ของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม

2.3.5 การตรวจสอบสายสัญญาณที่ต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม การทำงานในเมนู 5.1.1.6 ของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม

2.3.6 การตรวจสอบสัญญาณแอนะล็อกแบบวกกลับ การทำงานในเมนู 4.1.2.3 ของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม

2.3.7 การตรวจสอบชุดคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็มและชุดคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม การทำงานในเมนู 5.1.3.2 และ 5.1.3.3 ของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มผ่านโมเด็ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการทดสอบ

ขอบเขตของการทดสอบ

1. คอมพิวเตอร์ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลซีพียูรุ่นอินเทล เพนเทียมโฟร์ (INTEL PENTIUM 4) ความถี่สัญญาณนาฬิกา 1.6 จิกกะเฮิร์ต มีหน่วยความจำ 128 เมกะไบต์ จอภาพแสดงผลวีจีเอ ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์มิลลิเนียมสำหรับภาษาไทย

2. โมเด็มมาตรฐานซีซีไอทีที V.92 และโมเด็มที่ต้องการทดสอบจำนวน 4 ตัว

3. สายโทรศัพท์ชนิด 2 สาย (2 wire)

ผลการทดสอบซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้ม ในขั้นตอนการทดสอบที่ 1.1.1

เอฟที่พีเซอร์เฟอร์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

1. student.netserv.chula.ac.th
2. ftp.microsoft.com รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous
3. ftp.compaq.com รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous
4. ftp.gnu.org รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous
5. ftp.novell.com รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous
6. ftp.sunet.se รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous
7. ftp.symantec.com รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous
8. ftp.hq.nasa.gov รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous
9. ftp.iclnet.org รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous
10. ftp.idsoftware.com รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous

จากผลการทดสอบซอฟต์ในส่วนของการถ่ายโอนแฟ้มในขั้นตอนการทดสอบที่ 1.1.1 ให้ผลการทดสอบดังนี้

1. ผลการทดสอบถ่ายโอนแฟ้มโดยใช้โพรโทคอลเอฟทีพี พบว่าสามารถทำการบรรจุลงและรีซูมการบรรจุลงของแฟ้มข้อมูลได้ ส่วนการบรรจุขึ้นแฟ้มข้อมูลสามารถทำได้เฉพาะเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ที่มีบัญชีให้ใช้งานได้คือ student.netserv.chula.ac.th และการรีซูมบรรจุขึ้นไม่สามารถทำได้เนื่องจากงานวิจัยนี้มีของเขตการทำงานในส่วนของเอฟทีพีไคลเอ็นต์

2. ผลการทดสอบการบรรจุลงแฟ้มโดยกำหนดขนาดของบล็อกต่าง ๆ กัน คือ 512 ไบต์, 1024 ไบต์, 2048 ไบต์ และ 4096 ไบต์ โดยกำหนดจำนวนครั้งในการบรรจุลงแฟ้มจากแต่ละผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม 200 ครั้ง โดยแบ่งทดสอบกับขนาดของบล็อกต่าง ๆ กันละจำนวน 50 ครั้ง พบว่าสามารถบรรจุลงแฟ้มได้สมบูรณ์

3. ผลการทดสอบการบรรจุขึ้นแฟ้มโดยกำหนดขนาดของบล็อกต่าง ๆ กันคือ 512 ไบต์, 1024 ไบต์, 2048 ไบต์ และ 4096 ไบต์ โดยกำหนดจำนวนครั้งในการบรรจุขึ้นแฟ้มไปยังบริการถ่ายโอนแฟ้มของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 200 ครั้ง โดยแบ่งทดสอบกับขนาดของบล็อกต่าง ๆ กันละจำนวน 50 ครั้ง พบว่าสามารถบรรจุขึ้นแฟ้มได้สมบูรณ์

ผลการทดสอบซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้ม ในขั้นตอนการทดสอบที่ 1.1.2

เอฟทีพีเซอฟเวอร์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

1. student.netserv.chula.ac.th
2. ftp.microsoft.com รหัสผู้ใช้: anonymous รหัสผ่าน: anonymous

ผู้ให้บริการอินเทอร์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

1. เครือข่ายให้บริการอินเทอร์เน็ตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
2. ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต บริษัท ล็อกอินโฟร์ จำกัด (มหาชน)
3. ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต อินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ จำกัด (มหาชน)
4. ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต บริษัท รอยเนท จำกัด (มหาชน)

ช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบ แบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลาดังนี้

1. ช่วงเวลาที่ 1 ตั้งแต่เวลา 8.00 – 11.00 น.
2. ช่วงเวลาที่ 2 ตั้งแต่เวลา 13.00 – 16.00 น.
3. ช่วงเวลาที่ 3 ตั้งแต่เวลา 19.00 – 22.00 น.
4. ช่วงเวลาที่ 4 ตั้งแต่เวลา 0.00 – 3.00 น.

ประเภทของแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

1. แฟ้มข้อมูลนามสกุล .ZIP ขนาด 5936884 ไบต์
2. แฟ้มข้อมูลนามสกุล .EXE ขนาด 2662032 ไบต์
3. แฟ้มข้อมูลนามสกุล .PDF ขนาด 1299384 ไบต์
4. แฟ้มข้อมูลนามสกุล .DOC ขนาด 5475328 ไบต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

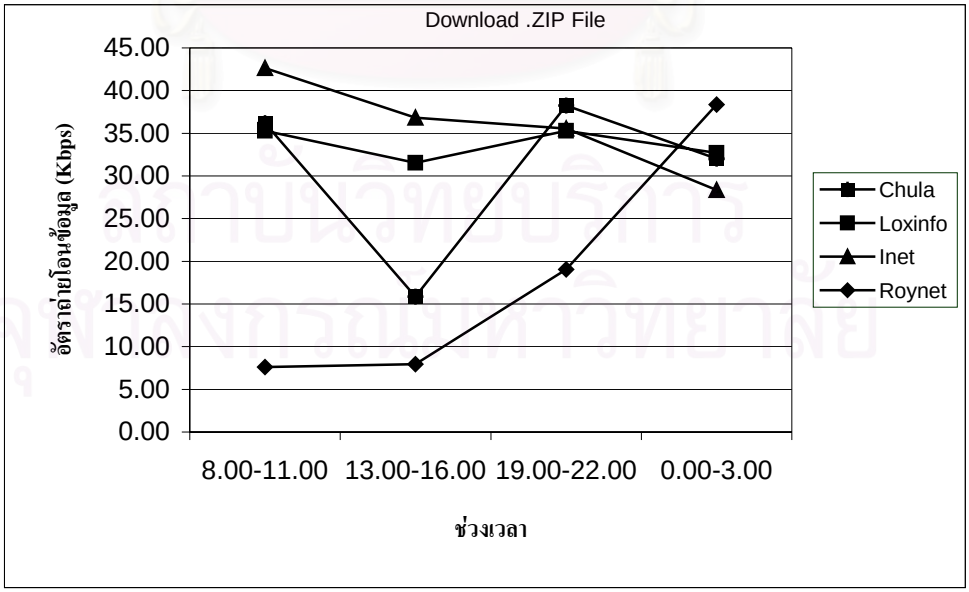
5. แฟ้มข้อมูลนามสกุล .PPT ขนาด 3415552 ไบต์
6. แฟ้มข้อมูลนามสกุล .MDB ขนาด 1404928 ไบต์

จากผลการทดสอบซอฟต์แวร์ในส่วนของการถ่ายโอนแฟ้ม ในขั้นตอนการทดสอบที่ 1.1.2 ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 5.1 ถึง 5.8 และนำผลการทดสอบดังกล่าวมาแสดงในรูปของกราฟ ดังรูปที่ 5.1 ถึง 5.8

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูล มีหน่วยเป็นกิโลบิตต่อวินาที (Kbps) ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการ ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .ZIP ขนาด 5936884 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com

ISP	ช่วงเวลา				Average.
	8.00-11.00	13.00-16.00	19.00-22.00	0.00-3.00	
Chula	36.19	15.86	38.25	32.04	**30.59**
Loxinfo	35.30	31.54	35.30	32.70	**33.71**
Inet	42.64	36.82	35.55	28.35	**35.84**
Roynet	7.63	7.94	19.04	38.38	**18.25**
Average.	**30.44**	**23.04**	**32.035**	**32.8675**	

จากตารางที่ 5.1 นำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงของแฟ้มประเภท .ZIP ขนาด 5936884 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

จากการผลทดสอบในตารางที่ 5.1 ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .ZIP ขนาด 5936884 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ทำการวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบอัตราการรับส่งข้อมูล ได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาในแง่ของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต และ แต่ละช่วงเวลา

1.1 การปฏิบัติงานกับจุฬาเน็ทในช่วงเวลา 13.00 - 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของจุฬาเน็ท เท่ากับ ((30.59 - 15.86) / 30.59) * 100 เท่ากับ 48%

1.2 การปฏิบัติงานกับล็อกอินโฟร์เน็ทในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของล็อกอินโฟร์เน็ท เท่ากับ ((33.71 – 31.54) / 33.71) * 100 เท่ากับ 6.44%

1.3 การปฏิบัติงานกับอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ในช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ เท่ากับ ((35.84 – 28.35) / 35.84) * 100 เท่ากับ 20.90%

1.4 การปฏิบัติงานกับรอยเนท ในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. และ 13.00 – 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของรอยเนท เท่ากับ ((18.25 – 7.63) / 18.25) * 100 เท่ากับ 58.19% และ ((18.25 - 7.94) / 18.25) * 100 เท่ากับ 56.49% ตามลำดับ

2. เมื่อพิจารณาในแง่ของในแต่ละช่วงเวลา และ แต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

2.1 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 8.00 – 11.00 เท่ากับ ((30.44 - 7.63) / 30.44) * 100 เท่ากับ 74.93%

2.2 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. เท่ากับ ((23.04 – 7.94) / 23.04) * 100 เท่ากับ 65.54%

2.3 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. เท่ากับ ((32.04 – 19.04) / 32.04) * 100 เท่ากับ 40.57%

2.4 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. กับอินเทอร์เน็ทไทยแลนด์ มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 0.00 - 3.00 น. เท่ากับ ((32.87 – 28.35) / 32.87) * 100 เท่ากับ 13.75%

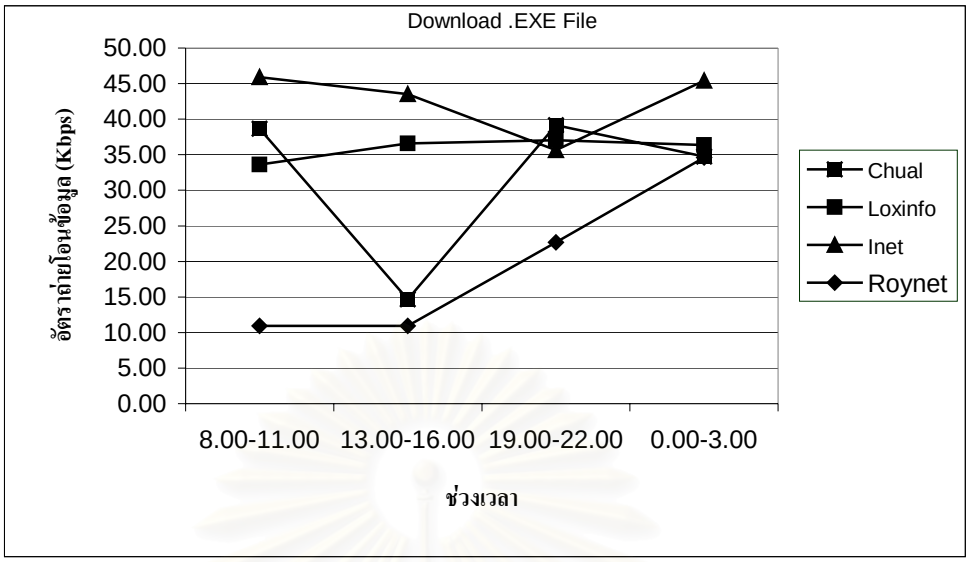
3. เมื่อพิจารณาในแง่ของช่วงเวลา การปฏิบัติงานในช่วงเวลาที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้อัตราถ่ายโอนข้อมูลแตกต่างกัน จะเห็นว่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลจะเพิ่มและลดในแต่ละช่วงเวลาไปในแนวทางเดียวกัน

4. เมื่อพิจารณาในแง่ของระหว่างผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยแตกต่างกันคือ (จุฬาเน็ต, รอยเนท), (ล็อกอินโฟร์เน็ท, รอยเนท), (อินเทอร์เน็ตไทยแลนด์, รอยเนท) โดยที่รอยเนทที่ค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ ((35.84 – 18.25) / 35.84) *100 เท่ากับ 49%

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูล มีหน่วยเป็นกิโลบิตต่อวินาที (Kbps) ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการ ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .EXE ขนาด 2662032 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com

ISP	ช่วงเวลา				Average.
	8.00-11.00	13.00-16.00	19.00-22.00	0.00-3.00	
Chula	38.65	14.67	39.16	34.76	**31.81**
Loxinfo	33.63	36.57	37.03	36.35	**35.90**
Inet	45.92	43.54	35.66	45.43	**42.64**
Roynet	10.92	10.92	22.70	34.62	**19.79**
Average.	**32.28**	**26.43**	**33.64**	**37.79**	

จากตารางที่ 5.2 นำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงแฟ้มประเภท .EXE ขนาด 2662032 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

จากการผลทดสอบในตารางที่ 5.2 ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .EXE ขนาด 2662032 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนข้อมูล ได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาในแง่ของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต และ แต่ละช่วงเวลา

1.1 การปฏิบัติงานกับจุฬาเน็ทในช่วงเวลา 13.00 - 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของจุฬาเน็ท เท่ากับ ((31.81 – 14.67) / 31.81) * 100 เท่ากับ 53.88%

1.2 การปฏิบัติงานกับล็อกอินโฟร์เน็ทในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของล็อกอินโฟร์เน็ท เท่ากับ ((35.90 – 33.63) / 35.90) * 100 เท่ากับ 6.32%

1.3 การปฏิบัติงานกับอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ เท่ากับ ((42.64 – 35.66) / 42.64) * 100 เท่ากับ 16.37%

1.4 การปฏิบัติงานกับรอยเนท ในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. และ 13.00 – 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของรอยเนท เท่ากับ ((19.79 – 10.92) / 19.79) * 100 เท่ากับ 44.82%

2. เมื่อพิจารณาในแง่ของในแต่ละช่วงเวลา และ แต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

2.1 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราการรับส่งข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 8.00 – 11.00 เท่ากับ ((32.28 – 10.92) / 32.28) * 100 เท่ากับ 66.17%

2.2 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. เท่ากับ ((26.43 – 10.92) / 26.43) * 100 เท่ากับ 58.68%

2.3 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. เท่ากับ ((33.64 – 22.70) / 33.64) * 100 เท่ากับ 32.52%

2.4 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. เท่ากับ ((37.79 – 34.62) / 37.79) * 100 เท่ากับ 8.39%

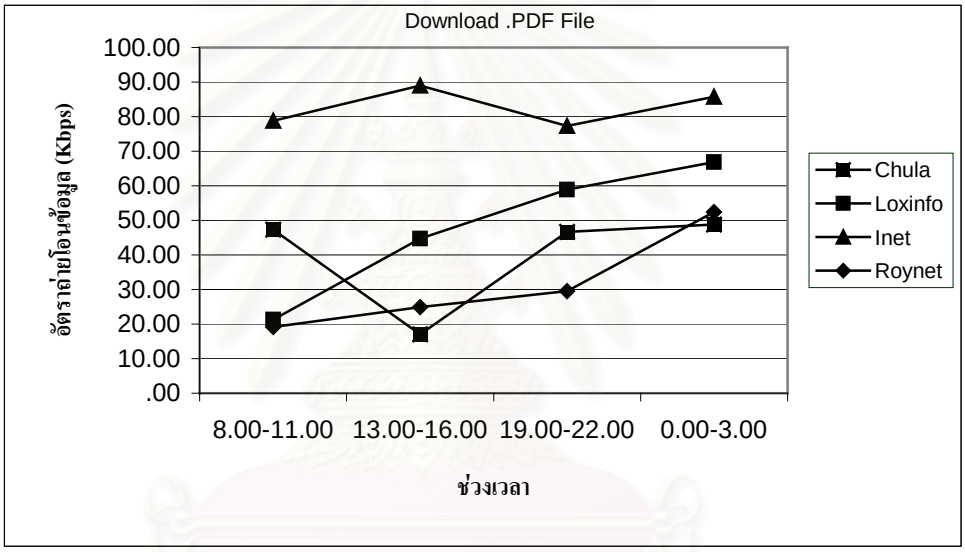
3. เมื่อพิจารณาในแง่ของช่วงเวลา การปฏิบัติงานในช่วงเวลาที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้อัตราถ่ายโอนข้อมูลแตกต่างกัน จะเห็นว่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลจะเพิ่มและลดในแต่ละช่วงเวลาไปในแนวทางเดียวกัน

4. เมื่อพิจารณาในแง่ของระหว่างผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยแตกต่างกันคือ (จุฬาเน็ต, รอยเนท), (ล็อกอินโฟร์เน็ท, รอยเนท), (อินเทอร์เน็ตไทยแลนด์, รอยเนท) โดยที่รอยเนทที่ค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ ((42.64 – 19.79) / 42.64) *100 เท่ากับ 53.59%

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูล มีหน่วยเป็นกิโลบิตต่อวินาที (Kbps) ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการ ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .PDF ขนาด1299384 ไบต์จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com

ISP	ช่วงเวลา				Average
	8.00-11.00	13.00-16.00	19.00-22.00	0.00-3.00	
Chula	47.28	17.08	46.70	48.82	**39.97**
Loxinfo	21.26	44.74	58.93	66.86	**47.95**
Inet	78.81	89.00	77.28	85.72	**82.70**
Roynet	19.14	24.91	29.56	52.42	**31.51**
Average	**41.62**	**43.93**	**53.12**	**63.46**	

จากตารางที่ 5.3 นำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงของแฟ้มประเภท .PDF ขนาด 1299384 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

จากการผลทดสอบในตารางที่ 5.3 ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .PDF ขนาด 1299384 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ในการบรรจุลงแฟ้มประเภท .PDF จะพบว่าอัตราถ่ายโอนในการบรรจุลงแฟ้ม (Download Speed) มีค่าสูงกว่าอัตราการเร็วรับส่งข้อมูลด้วยโมเด็มผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ (Line Speed) เนื่องจากโมเด็มรองรับมาตรฐานหรือโพรโทคอลบีบอัดและขยายข้อมูล (Compression and Decompression) ระหว่างการรับส่งข้อมูล โดยมาตรฐาน MNP-5 มีอัตราการบีบอัดและขยายข้อมูลเป็น 2 : 1 และมาตรฐาน V.42 bis มีอัตราการบีบอัดและขยายข้อมูลเป็น 4 : 1 ซึ่งโพรโทคอลบีบอัดและขยายข้อมูลจะใช้ร่วมกับโพรโทคอลตรวจสอบความถูกต้องของ

ข้อมูลในระหว่างการรับส่งข้อมูล และทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการรับส่งข้อมูลได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาในแง่ของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต และ แต่ละช่วงเวลา

1.1 การปฏิบัติงานกับจุฬาเน็ทในช่วงเวลา 13.00 - 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของจุฬาเน็ท เท่ากับ ((39.97 – 17.08) / 39.97) * 100 เท่ากับ 57.27%

1.2 การปฏิบัติงานกับล็อกอินโฟร์เน็ทในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของล็อกอินโฟร์เน็ท เท่ากับ ((47.95 – 21.26) / 47.95) * 100 เท่ากับ 55.66%

1.3 การปฏิบัติงานกับอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ เท่ากับ ((82.70 – 72.28) / 82.70) * 100 เท่ากับ 6.55%

1.4 การปฏิบัติงานกับรอยเนท ในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของรอยเนท เท่ากับ ((31.51 – 19.14) / 31.51) * 100 เท่ากับ 39.26%

2. เมื่อพิจารณาในแง่ของในแต่ละช่วงเวลา และ แต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

2.1 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 8.00 – 11.00 เท่ากับ ((41.62 – 19.14) / 41.62) * 100 เท่ากับ 54.01%

2.2 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. กับจุฬาเน็ท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. เท่ากับ ((43.93 – 43.93) / 17.08) * 100 เท่ากับ 61.12%

2.3 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. เท่ากับ ((53.12 – 22.70) / 53.12) * 100 เท่ากับ 44.35%

2.4 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. กับจุฬาเน็ท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. เท่ากับ ((63.46 – 48.82) / 63.46) * 100 เท่ากับ 23.07%

3. เมื่อพิจารณาในแง่ของช่วงเวลา การปฏิบัติงานในช่วงเวลาที่แตกต่างกันมีผล

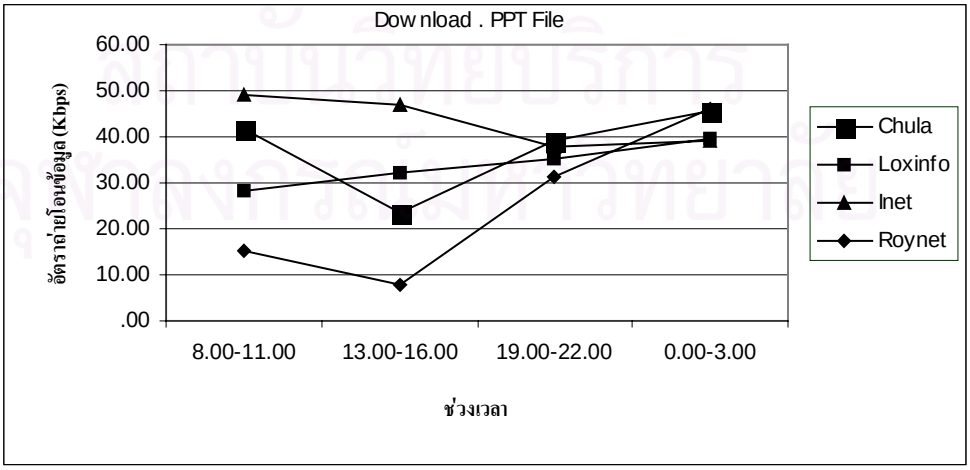
ทำให้อัตราถ่ายโอนข้อมูลแตกต่างกัน นั่นคือการปฏิบัติงานในช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยสูงสุด 63.64 กิโลบิตต่อวินาที

4. เมื่อพิจารณาในแง่ของระหว่างผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยแตกต่างกันคือ (จุฬาเน็ต, รอยเนท), (ล็อกอินโฟร์เน็ท, รอยเนท), (อินเทอร์เน็ตไทยแลนด์, รอยเนท) โดยที่รอยเนทที่ค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ ((82.70 – 31.51) / 82.70) *100 เท่ากับ 61.90%

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูล มีหน่วยเป็นกิโลบิตต่อวินาที (Kbps) ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการ ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .PPT ขนาด 3415552 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com

ISP	ช่วงเวลา				Average
	8.00-11.00	13.00-16.00	19.00-22.00	0.00-3.00	
Chula	41.53	23.62	39.17	45.63	**37.49**
Loxinfo	28.45	32.06	35.27	39.70	**33.87**
Inet	49.31	47.13	37.76	38.94	**43.29**
Roynet	15.03	7.85	31.18	46.21	**25.07**
Average	**33.58**	**27.67**	**35.85**	**42.62**	

จากตารางที่ 5.4 นำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงของแฟ้มประเภท .PPT ขนาด 3415552 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

จากการผลทดสอบในตารางที่ 5.4 ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .PPT ขนาด 3415552 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนข้อมูล ได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาในแง่ของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต และ แต่ละช่วงเวลา

1.1 การปฏิบัติงานกับจุฬาเน็ทในช่วงเวลา 13.00 - 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของจุฬาเน็ท เท่ากับ ((37.49 – 23.62) / 37.49) * 100 เท่ากับ 37.00%

1.2 การปฏิบัติงานกับล็อกอินโฟร์เน็ทในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของล็อกอินโฟร์เน็ท เท่ากับ ((33.87 – 28.45) / 33.87) * 100 เท่ากับ 16.00%

1.3 การปฏิบัติงานกับอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ เท่ากับ ((43.29 – 37.76) / 43.29) * 100 เท่ากับ 12.77%

1.4 การปฏิบัติงานกับรอยเนท ในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของรอยเนท เท่ากับ ((25.07 – 7.85) / 25.07) * 100 เท่ากับ 68.69%

2. เมื่อพิจารณาในแง่ของในแต่ละช่วงเวลา และ แต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

2.1 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 8.00 – 11.00 เท่ากับ ((33.58 – 15.03) / 33.58) * 100 เท่ากับ 55.24%

2.2 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. เท่ากับ ((27.67 – 7.85) / 27.67) * 100 เท่ากับ 71.63%

2.3 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. เท่ากับ ((35.85 – 31.18) / 35.85) * 100 เท่ากับ 13.03%

2.4 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. กับอินเทอร์เน็ทไทยแลนด์ มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. เท่ากับ ((42.62 – 38.94) / 42.62) * 100 เท่ากับ 8.63%

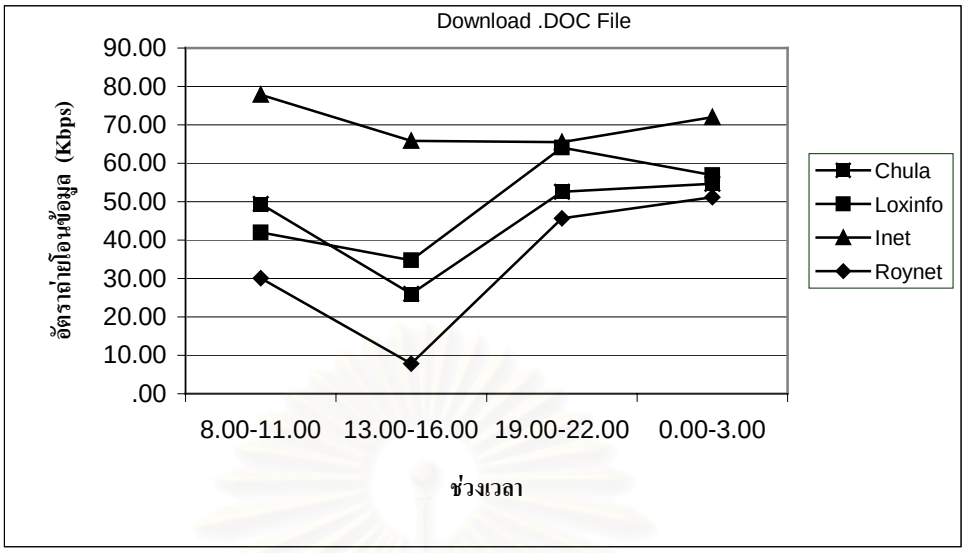
3. เมื่อพิจารณาในแง่ของช่วงเวลา การปฏิบัติงานในช่วงเวลาที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้อัตราถ่ายโอนข้อมูลแตกต่างกัน จะเห็นว่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลจะเพิ่มและลดในแต่ละช่วงเวลาไปในแนวทางเดียวกัน

4. เมื่อพิจารณาในแง่ของระหว่างผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยแตกต่างกันคือ (จุฬาเน็ต, รอยเนท), (ล็อกอินโฟร์เน็ท, รอยเนท), (อินเทอร์เน็ตไทยแลนด์, รอยเนท) โดยที่รอยเนทที่ค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ ((43.29 – 25.07) / 43.29) *100 เท่ากับ 42.09%

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูล มีหน่วยเป็นกิโลบิตต่อวินาที (Kbps) ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการ ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .DOC ขนาด 5475328 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com

ISP	ช่วงเวลา				Average
	8.00-11.00	13.00-16.00	19.00-22.00	0.00-3.00	
Chula	49.42	25.99	52.56	54.65	**45.66**
Loxinfo	42.02	34.71	64.05	56.94	**49.43**
Inet	77.87	65.87	65.54	72.03	**70.33**
Roynet	30.05	7.81	45.65	51.16	**33.67**
Average	**49.84**	**33.60**	**56.95**	**58.70**	

จากตารางที่ 5.5 นำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงข้องมูลประเภท .DOC ขนาด 5475328 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

จากการผลทดสอบในตารางที่ 5.5 ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท.DOC ขนาด 5475328 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ในการบรรจุลงแฟ้มประเภท .DOC จะพบว่าอัตราถ่ายโอนในการบรรจุลงแฟ้ม (Download Speed) มีค่าสูงกว่าอัตราการเร็วรับส่งข้อมูลด้วยโมเด็มผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ (Line Speed) เนื่องจากโมเด็มรองรับมาตรฐานหรือโพรโทคอลบีบอัดและขยายข้อมูล (Compression and Decompression) ระหว่างการรับส่งข้อมูล โดยมาตรฐาน MNP-5 มีอัตราการบีบอัดและขยายข้อมูลเป็น 2 : 1 และมาตรฐาน V.42 bis มีอัตราการบีบอัดและขยายข้อมูลเป็น 4 : 1 ซึ่งโพรโทคอลบีบอัดและขยายข้อมูลจะใช้ร่วมกับโพรโทคอลตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในระหว่างการรับส่งข้อมูล และทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนข้อมูลได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาในแง่ของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต และ แต่ละช่วงเวลา

1.1 การปฏิบัติงานกับจุฬาเน็ทในช่วงเวลา 13.00 - 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของจุฬาเน็ท เท่ากับ ((45.66 – 25.99) / 45.66) * 100 เท่ากับ 43.08%

1.2 การปฏิบัติงานกับล็อกอินโฟร์เน็ทในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของล็อกอินโฟร์เน็ท เท่ากับ ((49.43 - 34.71) / 49.43) * 100 เท่ากับ 29.78%

1.3 การปฏิบัติงานกับอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ เท่ากับ ((70.33 – 65.54) / 70.33) * 100 เท่ากับ 6.81%

1.4 การปฏิบัติงานกับรอยเนท ในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของรอยเนท เท่ากับ ((33.67 – 7.81) / 33.67) * 100 เท่ากับ 76.80%

2. เมื่อพิจารณาในแง่ของในแต่ละช่วงเวลา และ แต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

2.1 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 8.00 – 11.00 เท่ากับ ((49.84 – 30.05) / 49.84) * 100 เท่ากับ 39.71%

2.2 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. เท่ากับ ((33.60 – 7.81) / 33.60) * 100 เท่ากับ 76.76%

2.3 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. เท่ากับ ((56.95 – 45.65) / 56.95) * 100 เท่ากับ 19.84%

2.4 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. กับรอยเทน มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. เท่ากับ ((58.70 – 51.16) / 58.70) * 100 เท่ากับ 12.84%

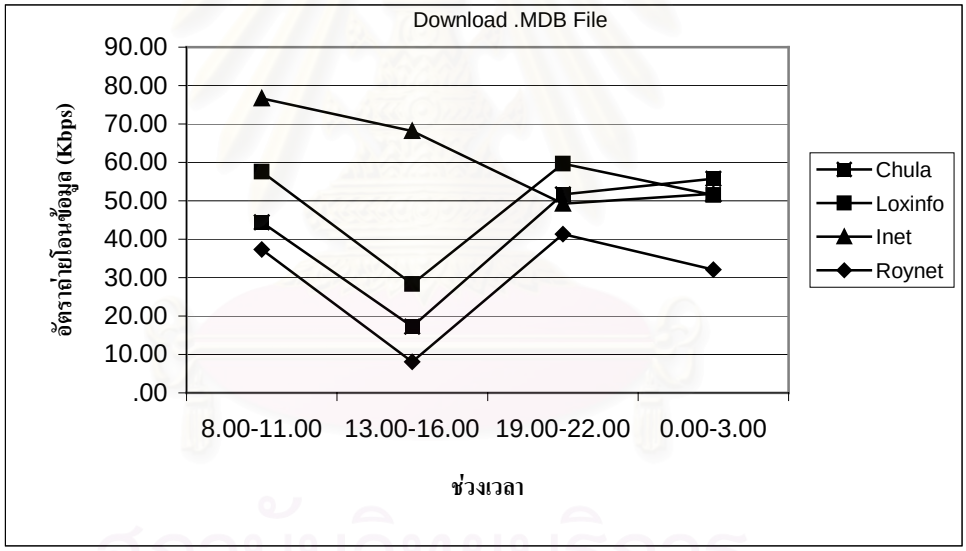
3. เมื่อพิจารณาในแง่ของช่วงเวลา การปฏิบัติงานในช่วงเวลาที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้อัตราถ่ายโอนข้อมูลแตกต่างกัน จะเห็นว่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลจะเพิ่มและลดในแต่ละช่วงเวลาไปในแนวทางเดียวกัน

4. เมื่อพิจารณาในแง่ของระหว่างผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยแตกต่างกันคือ (จุฬาเน็ต, รอยเนท), (ล็อกอินโฟร์เน็ท, รอยเนท), (อินเทอร์เน็ตไทยแลนด์, รอยเนท) โดยที่รอยเนทที่ค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ ((70.33 – 33.67) / 70.33) *100 เท่ากับ 52.13%

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูล มีหน่วยเป็นกิโลบิตต่อวินาที (Kbps) ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการ ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .MDB ขนาด 1404928 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com

ISP	ช่วงเวลา				Average
	8.00-11.00	13.00-16.00	19.00-22.00	0.00-3.00	
Chula	44.39	17.27	51.67	55.78	**42.28**
Loxinfo	57.55	28.32	59.65	51.54	**49.27**
Inet	76.70	68.13	49.21	51.86	**61.48**
Roynet	37.33	8.11	41.35	32.11	**29.73**
Average	**53.99**	**30.46**	**50.47**	**47.82**	

จากตารางที่ 5.6 นำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนการบรรจุลงของแฟ้มข้อมูลประเภท .MDB ขนาด 1404928 ไบต์ ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

จากการผลทดสอบในตารางที่ 5.6 ทำการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภท .MDB ขนาด 1404928 ไบต์ จากผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ftp.microsoft.com ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ในการบรรจุลงแฟ้มประเภท .MDB จะพบว่าอัตราถ่ายโอนในการบรรจุลงแฟ้ม (Download Speed) มีค่าสูงกว่าอัตราการเร็วรับส่งข้อมูลด้วยโมเด็มผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ (Line Speed) เนื่องจากโมเด็มรองรับมาตรฐานหรือโพรโทคอลบีบอัดและขยายข้อมูล (Compression and Decompression) ระหว่างการรับส่งข้อมูล โดยมาตรฐาน MNP-5 มีอัตรา

การบีบอัดและขยายข้อมูลเป็น 2 : 1 และมาตรฐาน V.42 bis มีอัตราการบีบอัดและขยายข้อมูลเป็น 4 : 1 ซึ่งโพรโทคอลบีบอัดและขยายข้อมูลจะใช้ร่วมกับโพรโทคอลตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในระหว่างการรับส่งข้อมูล และทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบอัตราถ่ายโอนข้อมูลได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาในแง่ของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต และ แต่ละช่วงเวลา

1.1 การปฏิบัติงานกับจุฬาเน็ทในช่วงเวลา 13.00 - 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของจุฬาเน็ท เท่ากับ ((42.28 – 17.27) / 42.28) * 100 เท่ากับ 59.15%

1.2 การปฏิบัติงานกับล็อกอินโฟร์เน็ทในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของล็อกอินโฟร์เน็ท เท่ากับ ((49.27 – 28.32) / 49.27) * 100 เท่ากับ 42.52%

1.3 การปฏิบัติงานกับอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของอินเทอร์เน็ตไทยแลนด์ เท่ากับ ((61.48 – 49.21) / 61.48) * 100 เท่ากับ 19.96%

1.4 การปฏิบัติงานกับรอยเนท ในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของรอยเนท เท่ากับ ((29.73 – 8.11) / 29.73) * 100 เท่ากับ 72.75%

2. เมื่อพิจารณาในแง่ของในแต่ละช่วงเวลา และ แต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

2.1 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 8.00 – 11.00 เท่ากับ ((53.99 – 37.33) / 53.99) * 100 เท่ากับ 30.86%

2.2 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 13.00 – 16.00 น. เท่ากับ ((30.46 – 8.11) / 30.46) * 100 เท่ากับ 73.37%

2.3 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. เท่ากับ ((50.47 – 41.35) / 50.47) * 100 เท่ากับ 18.07%

2.4 การปฏิบัติงานในช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. กับรอยเนท มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยของช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น. เท่ากับ ((47.82 – 32.11) / 47.82) * 100 เท่ากับ 32.85%

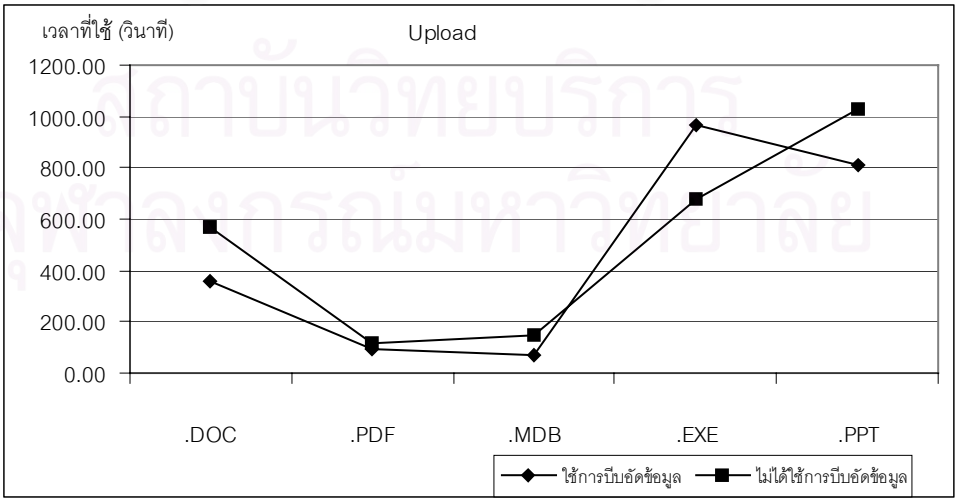
3. เมื่อพิจารณาในแง่ของช่วงเวลา การปฏิบัติงานในช่วงเวลาที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้อัตราถ่ายโอนข้อมูลแตกต่างกัน จะเห็นว่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลจะเพิ่มและลดในแต่ละช่วงเวลาไปในแนวทางเดียวกัน

4. เมื่อพิจารณาในแง่ของระหว่างผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่มีอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยแตกต่างกันคือ (จุฬาเน็ต, รอยเนท), (ล็อกอินโฟร์เน็ท, รอยเนท), (อินเทอร์เน็ตไทยแลนด์, รอยเนท) โดยที่รอยเนทที่ค่าอัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยต่ำกว่า อัตราถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ ((61.48 – 29.73) / 61.48) *100 เท่ากับ 51.64%

ตารางที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นแฟ้มข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลและไม่ใช้การบีบอัดข้อมูลในการบรรจุขึ้นแฟ้มไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ของจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย student.netserv.chula.ac.th ในช่วงเวลา 19.00 - 22.00 น.

ชื่อแฟ้ม	ขนาดแฟ้ม (ไบต์)	ประเภทแฟ้ม	เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูล (วินาที)	เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลเมื่อไม่ใช้การบีบอัดข้อมูล (วินาที)	เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลลดลงเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูล
DNS White Paper.doc	5475328	.DOC	354.73	571.82	38%
webpage_.pdf	1299384	.PDF	93.86	115.40	19%
StudentAdmin.mdb	1413120	.MDB	66.54	145.45	54%
FPSE2k_W2K_x86_en.EXE	2662032	.EXE	968.09	674.79	-43%
4-412_Seim.ppt	3415552	.PPT	808.77	1029.21	21%

จากตารางที่ 5.7 นำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นของแฟ้มข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลและไม่ใช้การบีบอัดข้อมูล

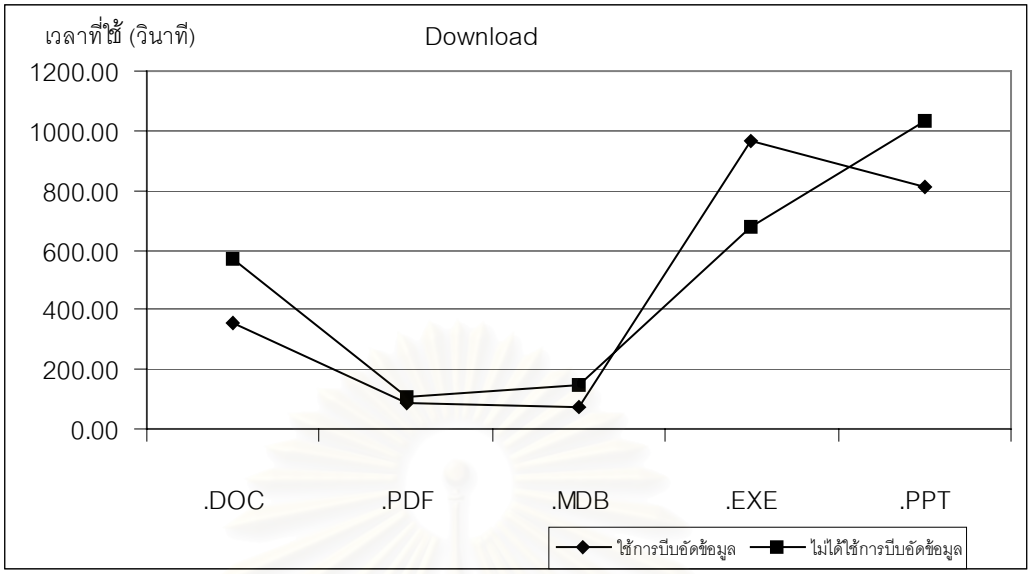
จากการผลทดสอบในตารางที่ 5.7 ทำการบรรจุขึ้นแฟ้มข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลด้วยโปรแกรม WinZip รุ่น 8.0 และไม่ใช้การบีบอัดข้อมูลในการบรรจุขึ้นแฟ้มไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ของจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย student.netserv.chula.ac.th ในช่วงเวลา 19.00 - 22.00 น. ทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นข้อมูลเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูล และ เวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นข้อมูลเมื่อไม่ใช้การบีบอัดข้อมูล พบว่าเมื่อการบรรจุขึ้นข้อมูลเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูลด้วยโปรแกรม WinZip กับแฟ้มประเภท .DOC, .PDF, .MDB และ .PPT เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลลดลง 38%, 19%, 54% และ 21% ตามลำดับ ส่วนแฟ้มประเภท .EXE พบว่าการบรรจุขึ้นข้อมูลเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูลด้วยโปรแกรม WinZip เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลเพิ่มขึ้น 43%

ตารางที่ 5.8 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลและไม่ใช้การบีบอัดข้อมูลในการบรรจุลงแฟ้มไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ของจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย student.netserv.chula.ac.th ในช่วงเวลา 19.00 - 22.00 น.

ชื่อแฟ้ม	ขนาดแฟ้ม (ไบต์)	ประเภทแฟ้ม	เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูล (วินาที)	เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลเมื่อไม่ใช้การบีบอัดข้อมูล (วินาที)	เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลลดลงเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูล
DNS White Paper.doc	5475328	.DOC	354.73	571.82	38%
webpage_.pdf	1299384	.PDF	84.36	109.58	23%
StudentAdmin.mdb	1413120	.MDB	72.12	149.89	52%
FPSE2k_W2K_x86_en.EXE	2662032	.EXE	926.00	674.79	-37%
4-412_Seim.ppt	3415552	.PPT	808.77	1029.21	21%

จากตารางที่ 5.8 นำมาแสดงเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 5.8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.8 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการบรรจุลงกับแฟ้มข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูล และไม่ใช้การบีบอัดข้อมูลในการบรรจุลงแฟ้ม

จากการผลทดสอบในตารางที่ 5.7 ทำการบรรจุขึ้นแฟ้มข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลด้วยโปรแกรม WinZip รุ่น 8.0 และไม่ใช้การบีบอัดข้อมูลในการบรรจุขึ้นแฟ้มไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ของจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย student.netserv.chula.ac.th ในช่วงเวลา 19.00 - 22.00 น. ทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูล และ เวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นเมื่อไม่ใช้การบีบอัดข้อมูล พบว่าการบรรจุขึ้นเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูลด้วยโปรแกรม WinZip กับแฟ้มประเภท .DOC, .PDF, .MDB และ .PPT เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลลดลง 38%, 19%, 54% และ 21% ตามลำดับ ส่วนแฟ้มประเภท .EXE พบว่าการบรรจุขึ้นเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูลด้วยโปรแกรม WinZip เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลเพิ่มขึ้น 43%

ผลการทดสอบการตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม ในขั้นตอนการทดสอบที่ 2 โมเด็มที่นำมาตรวจสอบได้แก่

1. เป็นโมเด็มติดตั้งภายใน ชิปเซ็ท NetoDragon 56K Voice Modem V.92
2. เป็นโมเด็มติดตั้งภายใน ชิปเซ็ท Conexant 56K ยี่ห้อ Tornado V.92
3. เป็นโมเด็มติดตั้งภายนอก SmartSCM ยี่ห้อ Lemel Data/Fax/Voice V.90

4. เป็นโมเด็มติดตั้งภายนอก USRibotics รุ่น Sporter Voice 56K Faxmodem with Personal Voice Mail V.90

จากการทดสอบซอฟต์แวร์ในส่วนของโมดูลการตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม ให้ผลการทดสอบดังตารางที่ 5.9 ถึง 5.13

ตารางที่ 5.9 แสดงผลที่ได้จากการตรวจสอบสถานะการทำงานของแต่ละโมเด็มในแต่ละช่วง

การทดสอบช่วงที่	โมเด็มที่ 1	โมเด็มที่ 2	โมเด็มที่ 3	โมเด็มที่ 4
1	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3	ผ่าน**	ผ่าน**	ผ่าน*	ผ่าน**

ผ่าน* = การทดสอบสัญญาณแอนะล็อกวกกลับไม่สามารถทำได้เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติของการทดสอบนี้

ผาน** = การทดสอบสัญญาณแอนะล็อกวกกลับและการตรวจจับสัญญากริ่งไม่สามารถทำได้เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติของการทดสอบนี้

ตารางที่ 5.10 แสดงผลที่ได้จากการทดสอบช่วงที่ 3 การตรวจสอบทำงานของโมเด็ม

ชนิดของการทดสอบ	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ทดสอบผ่าน			
		โมเด็มที่ 1	โมเด็มที่ 2	โมเด็มที่ 3	โมเด็มที่ 4
1. การตรวจสอบการตรวจจับสัญญาณกริ่ง	50	50*	50*	50*	50*
2. การตรวจสอบการสับเปลี่ยนสายสัญญาณโทรศัพท์	50	50	50	50	50
3. การตรวจสอบการหมุนโทรศัพท์	50	50	50	50	50
4. การตรวจสอบหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่ม	50	50	50	50	50
5. การตรวจสอบสายสัญญาณ	50	50	50	50	50
6. การตรวจสอบสัญญาณดิจิตอลแบบวกกลับ	50	1000	1000	1000	1000
7. การตรวจสอบสัญญาณแอนะล็อกแบบวกกลับ	50	N/A	1000	N/A	N/A

N/A = ไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติของการทดสอบนี้

ตารางที่ 5.11 แสดงค่า BER การทดสอบสัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิตอลแบบวกกลับ

BER	โมเด็มที่ 1	โมเด็มที่ 2	โมเด็มที่ 3	โมเด็มที่ 4
สัญญาณดิจิตอล	0	0	0	0
สัญญาณแอนะล็อก	N/A	0	N/A	N/A

ตารางที่ 5.12 แสดงผลการทำงานของชุดคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม (Basic AT Command)

Basic	โมเด็มที่ 1	โมเด็มที่ 2	โมเด็มที่ 3	โมเด็มที่ 4
ATB0	OK	ERROR	OK	ATB0OK
ATB1	ERROR	ERROR	OK	OK
ATC0	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
ATC1	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
ATF0	ERROR	ERROR	ERROR	OK
ATH1	OK	OK	NOPASS	OK
ATH0	OK	OK	NOPASS	OK
ATI0	OK	56000OK	56000	5601
ATI1	NetoDragon56KVoiceModem	255OK	042	OK
	NetoDragonVer2.92.05P2OK			
ATI2	NetoDragonVer2.92.05P2MV(CID)OK	OKOK	OK	OK
ATL0	OK	OK	OK	OK
ATL1	OK	OK	OK	OK
ATL2	OK	OK	OK	OK
ATL3	OK	OK	OK	OK
ATM0	OK	OK	OK	OK
ATM1	OK	OK	OK	OK
ATM2	OK	OK	OK	OK
ATM3	OK	OK	OK	OK
ATN0	OK	OK	ERROR	ERROR
ATN1	OK	OK	OK	ERROR
ATN2	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
ATN3	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
ATN4	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
ATN5	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
ATQ0	OK	OK	OK	OK
ATQ1	OK	NOPASS	NOPASS	NOPASS
ATQ2	ERROR	ERROR	ERROR	OK
ATV0	NOPASS	NOPASS	NOPASS	NOPASS
ATV1	OK	OK	OK	OK
ATW0	ERROR	OK	OK	ERROR
ATW1	ERROR	OK	OK	ERROR
ATW2	ERROR	OK	OK	ERROR
ATX0	OK	OK	OK	OK
ATX1	OK	OK	OK	OK
ATX2	OK	OK	OK	OK
ATX3	OK	OK	OK	OK
ATX4	OK	OK	OK	OK
ATY0	OK	ERROR	ERROR	OK
ATY1	OK	ERROR	ERROR	OK
ATZ0	OK	OK	OK	OK

ตารางที่ 5.13 แสดงผลการทำงานของชุดคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม (Extended AT Command)

Extended	โมเด็มที่ 1	โมเด็มที่ 2	โมเด็มที่ 3	โมเด็มที่ 4
AT&C0	OK	OK	OK	AT&C0OK
AT&C1	OK	OK	OK	OK
AT&D0	OK	OK	OK	OK
AT&D1	OK	OK	OK	OK
AT&D2	OK	OK	OK	OK
AT&D3	OK	ERROR	OK	OK
AT&D4	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
AT&G0	ERROR	OK	OK	OK
AT&G1	ERROR	OK	OK	OK
AT&G2	ERROR	OK	OK	OK
AT&J0	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
AT&J1	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
AT&M0	ERROR	OK	OK	OK
AT&M1	ERROR	OK	ERROR	ERROR
AT&M2	ERROR	OK	ERROR	ERROR
AT&M3	ERROR	OK	ERROR	ERROR
AT&R0	OK	OK	OK	ERROR
AT&R1	OK	OK	OK	OK
AT&S0	OK	ERROR	OK	OK
AT&S1	OK	ERROR	OK	OK
AT&W0	OK	OK	OK	OK
AT&W1	OK	ERROR	OK	OK
AT&X0	ERROR	ERROR	OK	ERROR
AT&X1	ERROR	ERROR	OK	ERROR
AT&X2	ERROR	ERROR	OK	ERROR
AT&Z0	ERROR	ERROR	OK	ERROR
AT&Z1	ERROR	ERROR	OK	ERROR
AT&A0	OK	ERROR	ERROR	OK
AT&A1	OK	ERROR	ERROR	OK
AT&B0	ERROR	ERROR	ERROR	OK
AT&B1	ERROR	ERROR	ERROR	OK
AT&K0	OK	OK	OK	OK
AT&K1	OK	ERROR	ERROR	OK
AT&K2	OK	ERROR	ERROR	OK
AT&K3	OK	OK	OK	OK
AT&K4	ERROR	OK	OK	ERROR
AT&K5	ERROR	OK	OK	ERROR
AT&L0	ERROR	ERROR	OK	ERROR
AT&L1	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
AT&O0	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
AT&O1	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
AT&O2	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
AT&O3	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
AT&O4	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR
AT&U0	ERROR	ERROR	ERROR	OK
AT&U1	ERROR	ERROR	ERROR	OK

วิเคราะห์ผลการทดสอบ

1. ผลของการทดสอบการถ่ายโอนแฟ้มโดยเข้าใช้บริการจากแต่ละผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้ม ซึ่งให้บริการถ่ายโอนแฟ้มแก่ผู้ใช้ภายนอกโดยไม่มีการคิดมูลค่า พบว่าสามารถแก้ไขปัญหาการเชื่อมต่อถูกตัดขาดระหว่างถ่ายโอนแฟ้มโดยไม่ต้องเริ่มส่งข้อมูลใหม่ทั้งหมดแต่สามารถส่งต่อจากส่วนเดิมที่ผิดพลาดได้นั้นทำได้สำหรับผู้ใช้ที่ให้ใช้บริการถ่ายโอนแฟ้มและทำได้เฉพาะในส่วนของบรรจุลง

2. การกำหนดให้เชื่อมต่อโทรศัพท์อัตโนมัติและถ่ายโอนแฟ้มอัตโนมัติเมื่อการถ่ายโอนแฟ้มยังไม่เสร็จสิ้น รวมถึงปิดเครื่องคอมพิวเตอร์อัตโมมัติเมื่อการถ่ายโอนแฟ้มเสร็จสิ้นส่งผลให้การถ่ายโอนแฟ้มมีประสิทธิภาพ

3. ผลการทดสอบการบรรจุลงไปยังผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้มของแฟ้มข้อมูลแต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต พบว่าการปฏิบัติงานในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตมีความแตกต่างของอัตราถ่ายโอนในการบรรจุลงและการปฏิบัติงานกับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต มีความแตกต่างของอัตราถ่ายโอนในการบรรจุลง

4. จากการผลทดสอบการบรรจุขึ้นและการบรรจุลงแฟ้มข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยใช้การบีบอัดข้อมูลด้วยโปรแกรม WinZip รุ่น 8.0 และไม่ใช้การบีบอัดข้อมูลในการบรรจุขึ้นไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ของจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย student.netserv.chula.ac.th ในช่วงเวลา 19.00 - 22.00 น. ทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นและการบรรจุลงเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูล และ เวลาที่ใช้ในการบรรจุขึ้นและการบรรจุลงเมื่อไม่ใช้การบีบอัดข้อมูล พบว่าการบรรจุขึ้นและการบรรจุลงเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูลด้วยโปรแกรม WinZip กับแฟ้มประเภท .DOC, .PDF, .MDB และ .PPT เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลลดลง ส่วนแฟ้มประเภท .EXE พบว่าการบรรจุขึ้นและการบรรจุลงข้อมูลเมื่อใช้การบีบอัดข้อมูลด้วยโปรแกรม WinZip ไม่ได้ทำให้เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลลดลง

5. ในการบรรจุลงของแฟ้มประเภท .DOC, .MDB และ .PDF จะพบว่าอัตราถ่ายโอนในการบรรจุลงแฟ้ม (Download Speed) มีค่าสูงกว่าอัตราการเร็วรับส่งข้อมูลด้วยโมเด็มผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ (Line Speed) เนื่องจากโมเด็มรองรับมาตรฐานหรือโพรโทคอลบีบอัดและขยายข้อมูล (Compression and Decompression) ระหว่างการรับส่งข้อมูล โดยมาตรฐาน MNP-5 มีอัตราการบีบอัดและขยายข้อมูลเป็น 2 : 1 และมาตรฐาน V.42 bis มีอัตราการบีบอัดและขยายข้อ

มูลเป็น 4 : 1 ซึ่งโพรโทคอลบีบอัดและขยายข้อมูลจะใช้ร่วมกับโพรโทคอลตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในระหว่างการรับส่งข้อมูล และทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการรับส่งข้อมูลได้ดังนี้

6. ข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้มทำให้ทราบถึง ค่าปริมาณงานขณะนั้น อัตราถ่ายโอนข้อมูล เวลาประมาณและเวลาที่ใช้ในการถ่ายโอนแฟ้ม ซึ่งค่าที่ได้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และกำหนดช่วงเวลาที่คาดว่ามีผู้เข้าใช้บริการไม่มากเพื่อเข้าใช้บริการถ่ายโอนแฟ้มในช่วงเวลาดังกล่าว

7. จากผลการตรวจสอบสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม พบว่าการเพิ่มขนาดของบัฟเฟอร์ (Buffer) หรือขนาดของบล็อก (Block) โดยขนาดต่างๆ ที่เพิ่มได้แก่ 512 ไบต์, 1 กิโลไบต์, 2 กิโลไบต์และ 4 กิโลไบต์ ไม่ให้ผลต่างของค่าปริมาณงานและอัตราถ่ายโอนข้อมูล เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มี ISP ที่รองรับมาตรฐาน V.92 เนื่องจากมีระบบอื่นรองรับเช่น ISDN, ADSL และขีดจำกัดของอัตราถ่ายโอนข้อมูลของโมเด็มผ่านเครือข่ายโทรศัพท์

8. ผลการตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม ในแต่ละช่วงอุปกรณ์พบว่าโมเด็มผ่านการทดสอบ ยกเว้นการทดสอบการตรวจจับสัญญาณกริ่ง ซึ่งโมเด็มทั้ง 4 ไม่ผ่านการทดสอบเนื่องจากไม่มีคุณสมบัติของการทดสอบนี้ และการทดสอบการรับส่งสัญญาณแอนะล็อกในโมเด็มที่ 1, 3 และ 4 ไม่สามารถทดสอบได้เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติของการทดสอบนี้เช่นกัน

9. ค่า BER ของการทดสอบสัญญาณดิจิตอลแบบวกกลับที่ได้มีค่าเป็นศูนย์ และค่า BER ของการทดสอบสัญญาณแอนะล็อกแบบวกกลับในโมเด็มที่ 2 มีค่าเป็นศูนย์ ส่วนโมเด็มที่ 1, 3 และ 4 ไม่สามารถทดสอบได้เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติของการทดสอบนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาและออกแบบซอฟต์แวร์ช่วยแก้ปัญหาการถูกตัดขาดการเชื่อมต่อระหว่างการถ่ายโอนแฟ้มโดยไม่ต้องเริ่มส่งข้อมูลใหม่ทั้งหมดแต่สามารถส่งต่อจากส่วนเดิมได้เฉพาะผู้ใช้ที่ให้ใช้บริการถ่ายโอนแฟ้มและเฉพาะในส่วนของการดาวน์โหลด รวมถึงการกำหนดให้เชื่อมต่อโทรศัพท์อัตโนมัติและถ่ายโอนแฟ้มอัตโนมัติเมื่อการถ่ายโอนแฟ้มยังไม่เสร็จสิ้น รวมถึงปิดเครื่องคอมพิวเตอร์อัตโนมัติเมื่อการถ่ายโอนเสร็จสิ้น ส่งผลให้การถ่ายโอนแฟ้มมีประสิทธิภาพ

ในส่วนข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าติดตามสถานะการถ่ายโอนแฟ้มทำให้ทราบถึง ค่าปริมาณงานขณะนั้น อัตราถ่ายโอนข้อมูล ประมาณเวลาและเวลาที่ใช้ในการถ่ายโอนแฟ้ม ซึ่งค่าที่ได้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์และกำหนดช่วงเวลาที่คาดว่ามีผู้เข้าใช้บริการไม่มากเพื่อเข้าใช้บริการถ่ายโอนแฟ้ม และเลือกใช้การบีบอัดข้อมูลเข้าช่วยในการถ่ายโอนกับแฟ้มข้อมูลบางประเภทเท่านั้น

สำหรับข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าติดตามสถานะการทำงานของโมเด็มเพื่อเป็นแนวทางในการนำคุณสมบติเฉพาะของโมเด็มแต่ละชนิดมาใช้งาน ซึ่งการทำงานในส่วนฮาร์ดแวร์ของโมเด็มที่ถูกต้องเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้การถ่ายโอนข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเฝ้าติดตามสถานะและช่วยแก้ปัญหาในการถ่ายโอนแฟ้ม มีปัญหาที่ต้องคำนึงถึง เช่น

1. เพื่อความถูกต้องในการเปรียบเทียบผลของการทดสอบ จำเป็นต้องมีชุดทดสอบจำนวนมากขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ยังจำกัดในเรื่องของความหลากหลายของผู้ให้บริการถ่ายโอนแฟ้มที่ให้บริการทั้งการอัพโหลดและดาวน์โหลด

2. โมเด็มแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งหากใช้คุณสมบัติเฉพาะของโมเด็มแต่ละชนิด โดยอาศัยคู่มือประกอบการใช้งานของโมเด็ม จะช่วยในงานวิจัยมาก

ในงานวิจัยนี้ พบว่าสามารถเป็นแนวทางในการวิจัยเพิ่มเติมดังนี้คือ

1. พัฒนาและออกแบบซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มติดตามสถานะและแก้ไขปัญหาขณะถ่ายโอนแฟ้มเพื่อรองรับการทำงานกับโพรโทคอลอื่นๆ เพิ่ม เช่น กอฟเฟอร์ (Gopher) และเอชทีทีพี (HTTP) และในส่วนของการควบคุมการทำงานของโมเด็มนั้นพัฒนาให้รองรับกับการทำงานร่วมกับมาตรฐาน V.92 เช่น สามารถรับสายเรียกซ้อนได้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการถ่ายโอนแฟ้มเมื่อช่องทางการสื่อสารต้องรับส่งข้อมูลหลายประเภทในเวลาเดียวกัน

2. พัฒนาและออกแบบซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้มติดตามสถานะและแก้ไขปัญหาขณะถ่ายโอนแฟ้มระหว่างอุปกรณ์สื่อสาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กำธร ไวทยกุล. Asynchronous Transfermode. วารสารทางวิชาการสื่อสารโทรคมนาคม Wireless Communications Journal ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 (เดือนตุลาคม 2536) : 97

จีรศักดิ์ เหลืองอุไร. คัมภีร์การใช้งานการสื่อสารอนุกรมบน PC. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2539.

ณรงค์ศักดิ์ พิมพ์พรรณชาติ. การพัฒนาซอฟแวร์เพื่อทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

นุชิต พัฒนวรพันธ์. การออกแบบและพัฒนาข่ายงานไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

บัณฑิต พฤกษาเมธานนท์. เทคนิคพื้นฐานสำหรับบริการโทรศัพท์และโทรคมนาคมสมัยใหม่. วารสารทางวิชาการสื่อสารโทรคมนาคม Wireless Communications Journal ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (เดือนมิถุนายน 2536) : 9

ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ. การสื่อสารโทรคมนาคม : ภาคพื้นดิน. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2539

ฟรีด เลส. (สุรชัย เพิ่มสินทวี, แปล). นำทางสู่การใช้งานการสื่อสารข้อมูลด้วยระบบโมเด็ม. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2539.

เหรียญชัย เรียววิไลสุข. เราจะควบคุม กำกับ ดูแล กิจการโทรคมนาคมอย่างไร. วารสารทางวิชาการสื่อสารโทรคมนาคม Wireless Communications Journal ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 (เดือนตุลาคม 2536) : 165

ภาษาอังกฤษ

Gilbert, Held. Practical Network Design Techniques. England : John Wiley & Sons Ltd., 1991

Grier, Richard. Visual Basic Programmer's Guide to Serial Communications. Seattle : Mabry Publishing, 1997

Microsoft Corporation. MSDN Library Visual Studio 6.0. : Microsoft Corporation, 1998.

Microsoft Corporation. Microsoft System Journal Augest 1996(MSDN Library Visual Studio 6.0) : Microsoft Corporation Microsoft Corporation, Copyright 1995-1999

Miller, Michael A. Introduction to digital and data communications. West Publishing Company, 1997.

Nelson, Mark. Serial Communications Developer's Guide. 2nd Edition. United States of America : An Imprint of IDG Books Worldwide, Inc., 2000.

Stallings, William. Data and computer communications. Sixth Edition. NewJersey : Prentice Hall, 1997.

Tanenbaum, Andrew S.. Computer network. . Third Edition. NewJersey : Prentice Hall, 1981.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

การใช้งานซอฟต์แวร์

การติดตั้งซอฟต์แวร์

1. สำเนาแฟ้มชื่อ FTPViaModem.EXE เก็บไว้ในไดเร็กทอรีใดๆ ที่ต้องการ

2. แฟ้มฐานข้อมูลใช้สำหรับเก็บข้อมูลสมุดที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ ชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม ผลการตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม ข้อมูลการถ่ายโอนแฟ้ม และสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม ซึ่งจะต้องเก็บไว้ในไดเร็กทอรีเดียวกับแฟ้ม FTPViaModem.EXE คือ แฟ้ม DATA.MDB

3. สำเนาไดเร็กทอรีชื่อ Download สำหรับเก็บแฟ้มที่ได้จากการดาวส์โหลด เก็บไว้ในไดเร็กทอรีเดียวกับแฟ้ม FTPViaModem.EXE

4. สำเนาแฟ้ม FtpTree.OCX เป็นคอนโทรล จัดการการดาวส์โหลดแฟ้มโดยไม่ต้องเริ่มต้นส่งข้อมูลใหม่โดยส่งต่อจากส่วนเดิม ให้เก็บไว้ในไดเร็กทอรี \WINDOWS\SYSTEM

5. สำเนาแฟ้มต่างๆ ต่อไปนี้เก็บไว้ในไดเร็กทอรี \WINDOWS\SYSTEM ได้แก่ MSCOMCTL32.OCX และ MSCOMM32.OCX

6. กรณีใช้ระบบปฏิบัติการต่ำกว่าวินโดวส์มิลิเนียม ให้ทำการติดตั้งโปรแกรม MDAC รุ่น 2.5 (Microsoft Data Access Component)

การใช้งานซอฟต์แวร์

1. รันโปรแกรม FTPViaModem.EXE ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยสร้างเป็นไอคอน (icon) ซึ่งจะได้หน้าจอรายการหลักของซอฟต์แวร์ ดังรูป ก1.

2. เลือกรายการย่อยต่างๆ จากเมนูหรือจากไอคอนบาร์ (icon bar) ดังรูป ก2. โดยคลิกเมาส์ที่ปุ่มต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 เมนูแฟ้มเพื่อเชื่อมต่อและยกเลิกการเชื่อมต่อ

2.2 เมนูทรรศนะ (View) เลือกรูปแบบการแสดงแฟ้มข้อมูล

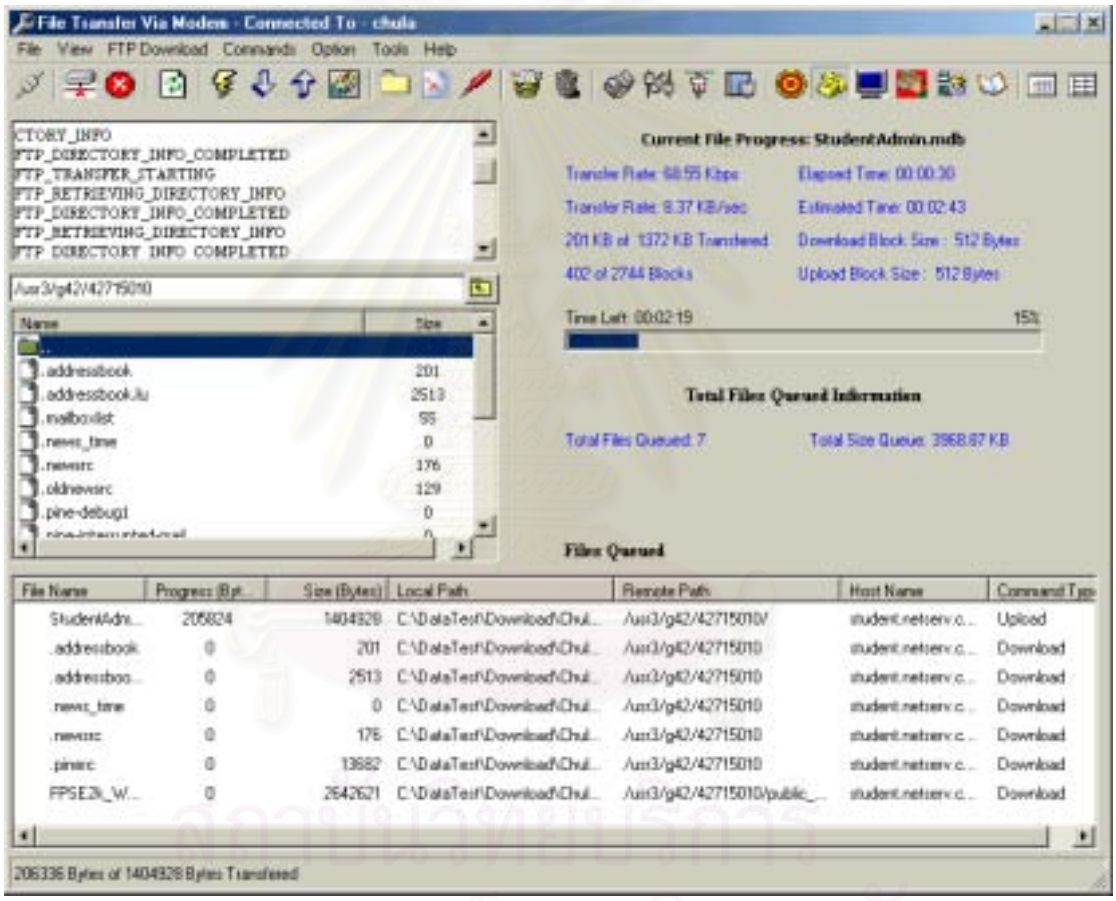
2.3 เมนูเอฟทีพีดาวส์โหลดสำหรับดาวส์โหลดแบบสามารถดาวส์โหลดต่อจากส่วนเดิมได้กรณีการเชื่อมต่อถูกตัดขาดระหว่างการถ่ายโอนแฟ้ม

2.4 เมนูคอมมานจะเป็นคำสั่งสำหรับถ่ายโอนแฟ้มที่อยู่ในคิวทั้งการดาวส์โหลดและการอัพโหลด การเพิ่มแฟ้มและลบแฟ้มออกจากคิวถ่ายโอนแฟ้ม การสร้างไดเร็กทอรี การลบแฟ้ม และการเปลี่ยนชื่อแฟ้ม

2.5 เมนูออ็ปชัน เพื่อกำหนดการหมุนโทรศัพท์และการถ่ายโอนแฟ้มอัตโนมัติ การตัดสายโทรศัพท์และการปิดเครื่องอัตโนมัติเมื่อการถ่านโอนแฟ้มเสร็จสิ้น

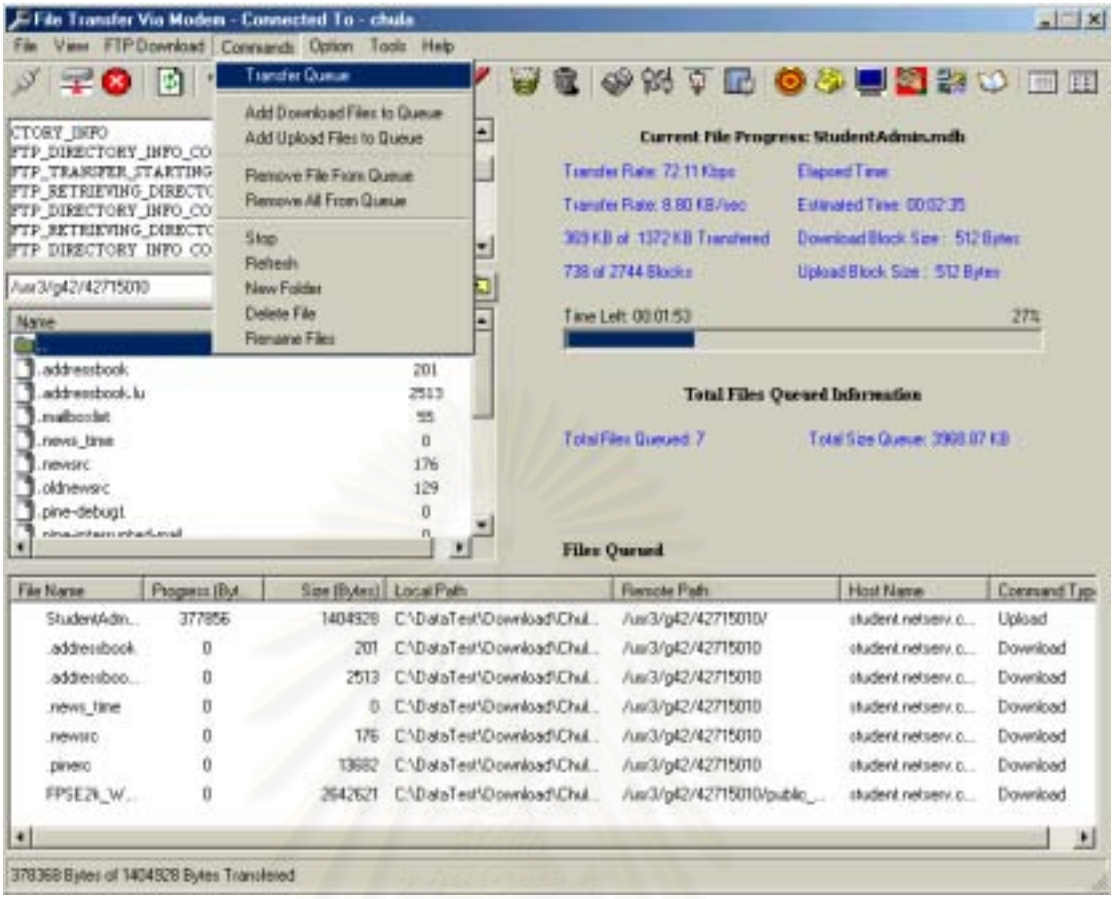
2.6 เมนูทูลเป็นเมนูตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม สมุดโทรศัพท์ และส่วนเรียกดูข้อมูลสถานะการถ่ายโอนแฟ้ม ค่าที่ได้จากตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็ม

ตัวอย่างหน้าจอของซอฟต์แวร์

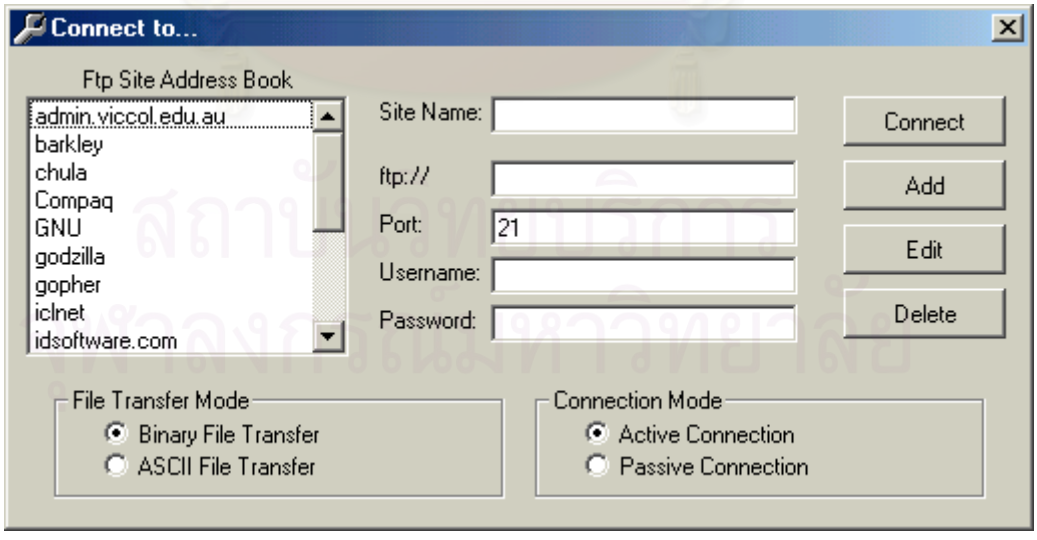


รูปที่ ก1. หน้าจอแสดงรายการหลักของซอฟต์แวร์

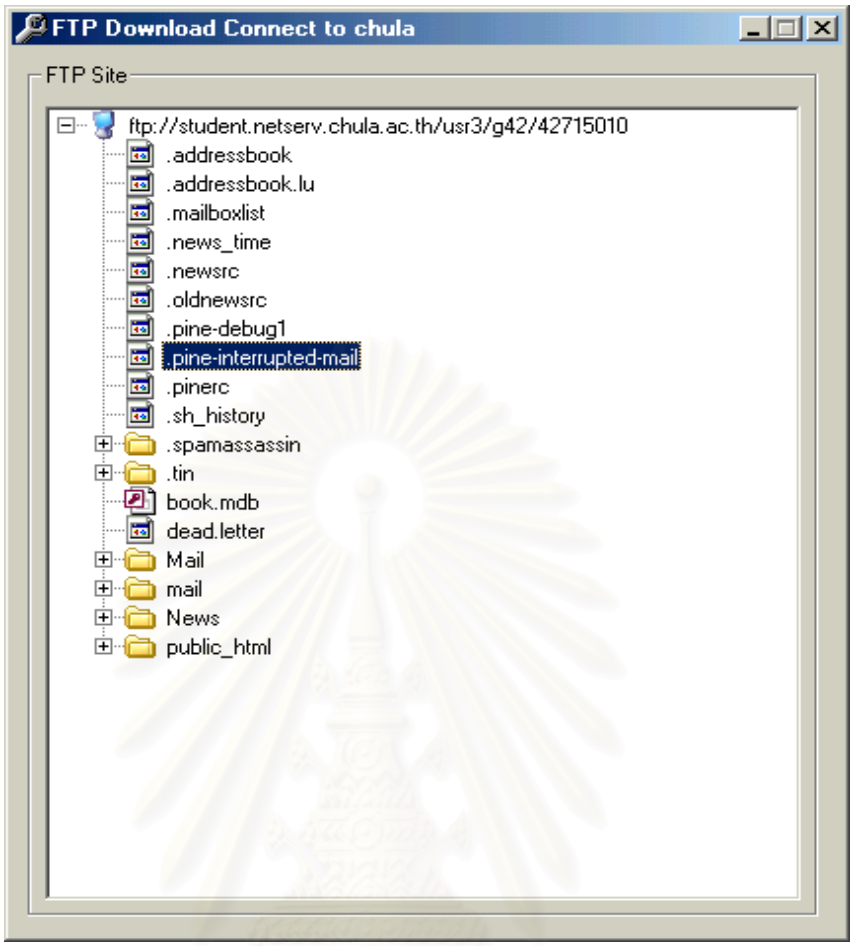
โดยคลิกเมาส์เลือกรายการตามที่ต้องการ ซึ่งแบ่งเป็น 4 โมดูลย่อยของซอฟต์แวร์ถ่ายโอนแฟ้ม



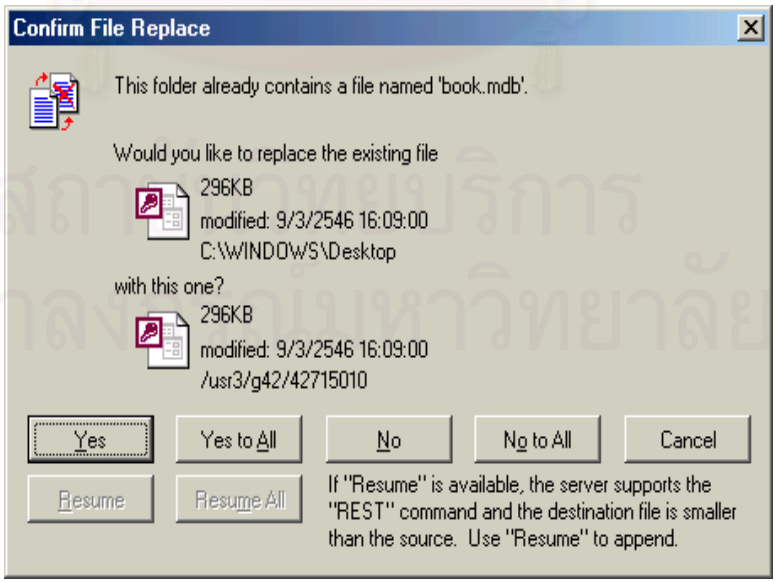
รูปที่ ก2.หน้าจอแสดงเมนูชุดคำสั่งเกี่ยวกับการถ่ายโอนแฟ้ม



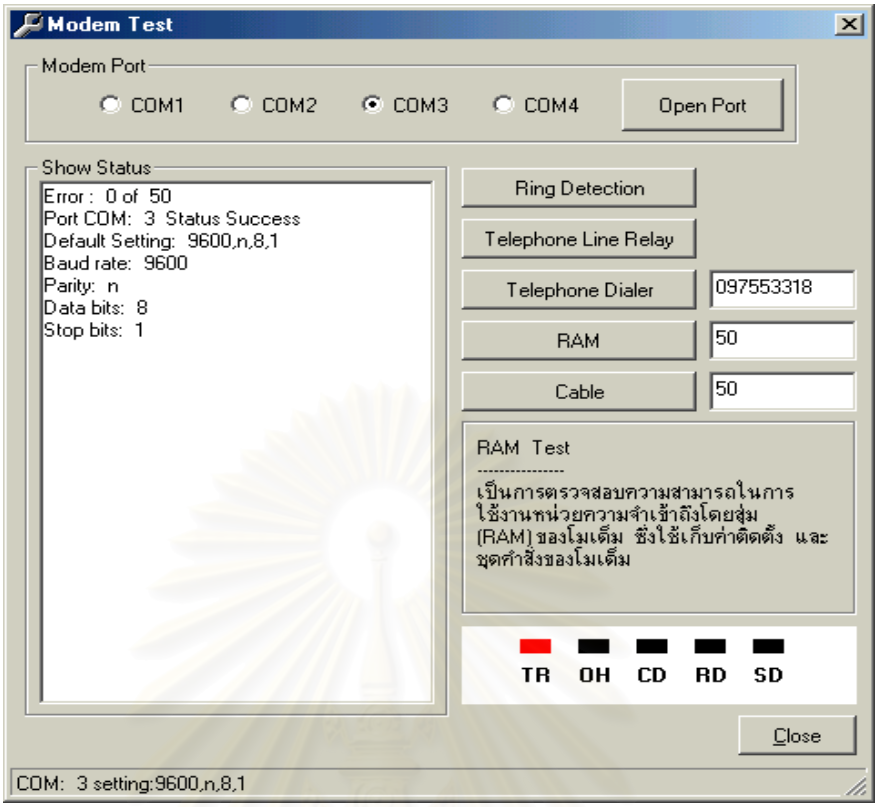
รูปที่ ก3. แสดงหน้าจอการเชื่อมต่อไปยังเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์



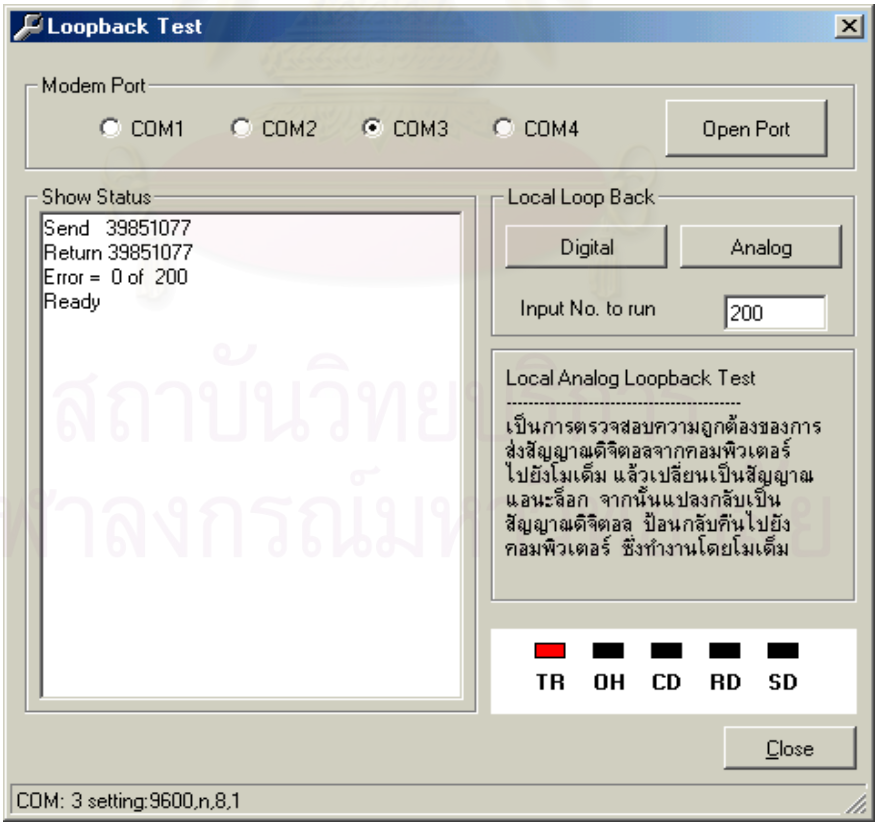
รูปที่ ก4. แสดงหน้าจอการบรรจุลง



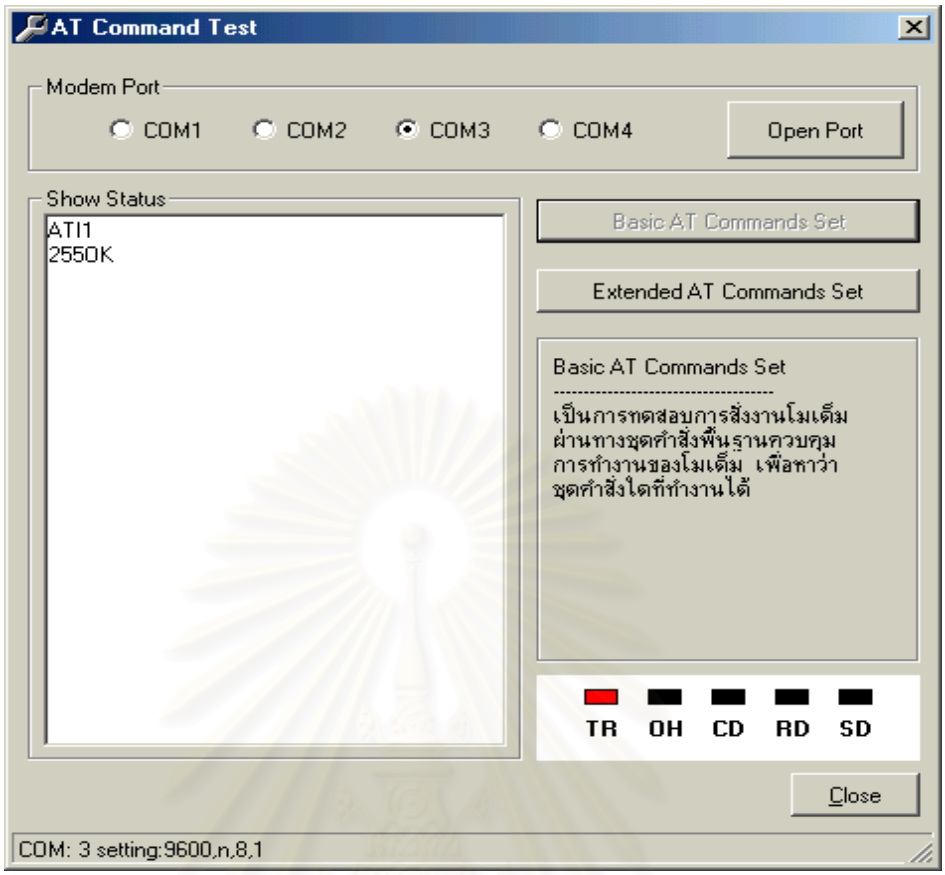
รูปที่ ก5. แสดงหน้าจอการรีซูมของการบรรจุลง



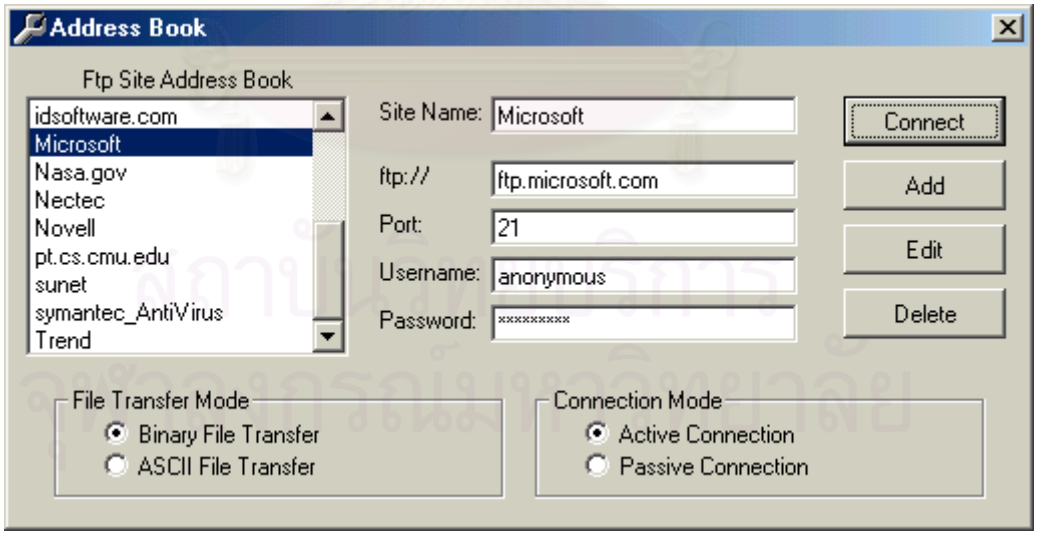
รูปที่ ก6. แสดงหน้าจอตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มในส่วนการทดสอบโมเด็ม



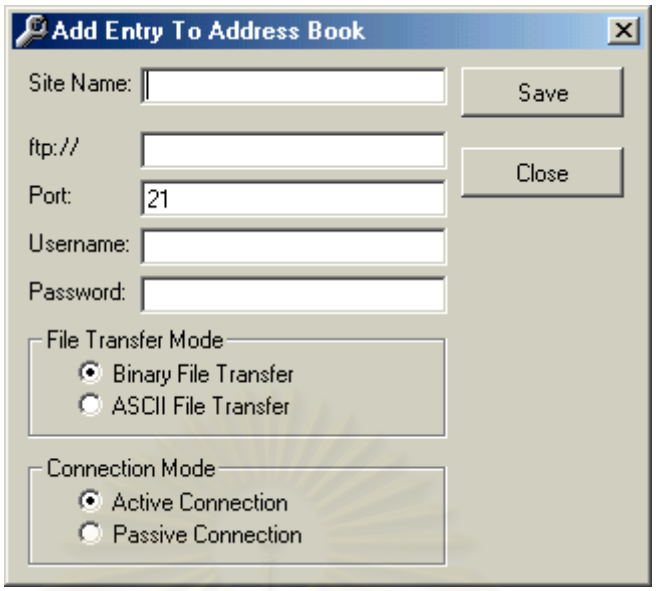
รูปที่ ก7. แสดงหน้าจอตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มในส่วนการทดสอบแบบวกกลับ



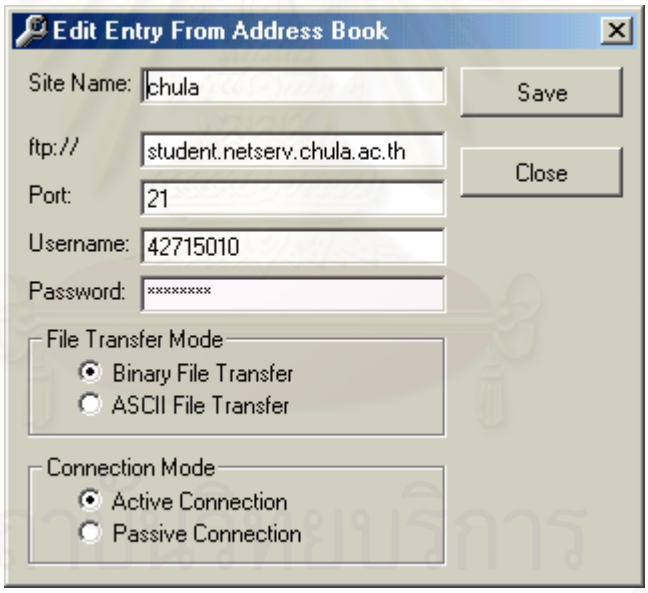
รูปที่ ก8. แสดงหน้าจอตรวจสอบสถานะการทำงานของโมเด็มในส่วนการทดสอบชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม



รูปที่ ก9. แสดงหน้าจอสมุดที่อยู่

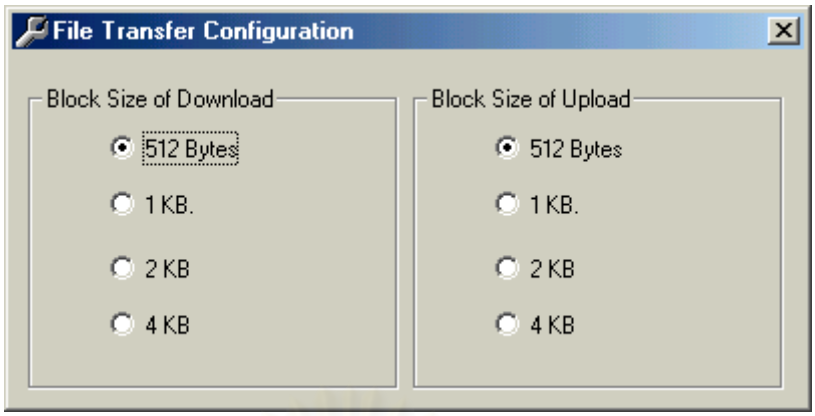


รูปที่ ก10. แสดงหน้าจอเพิ่มข้อมูลสมุดที่อยู่

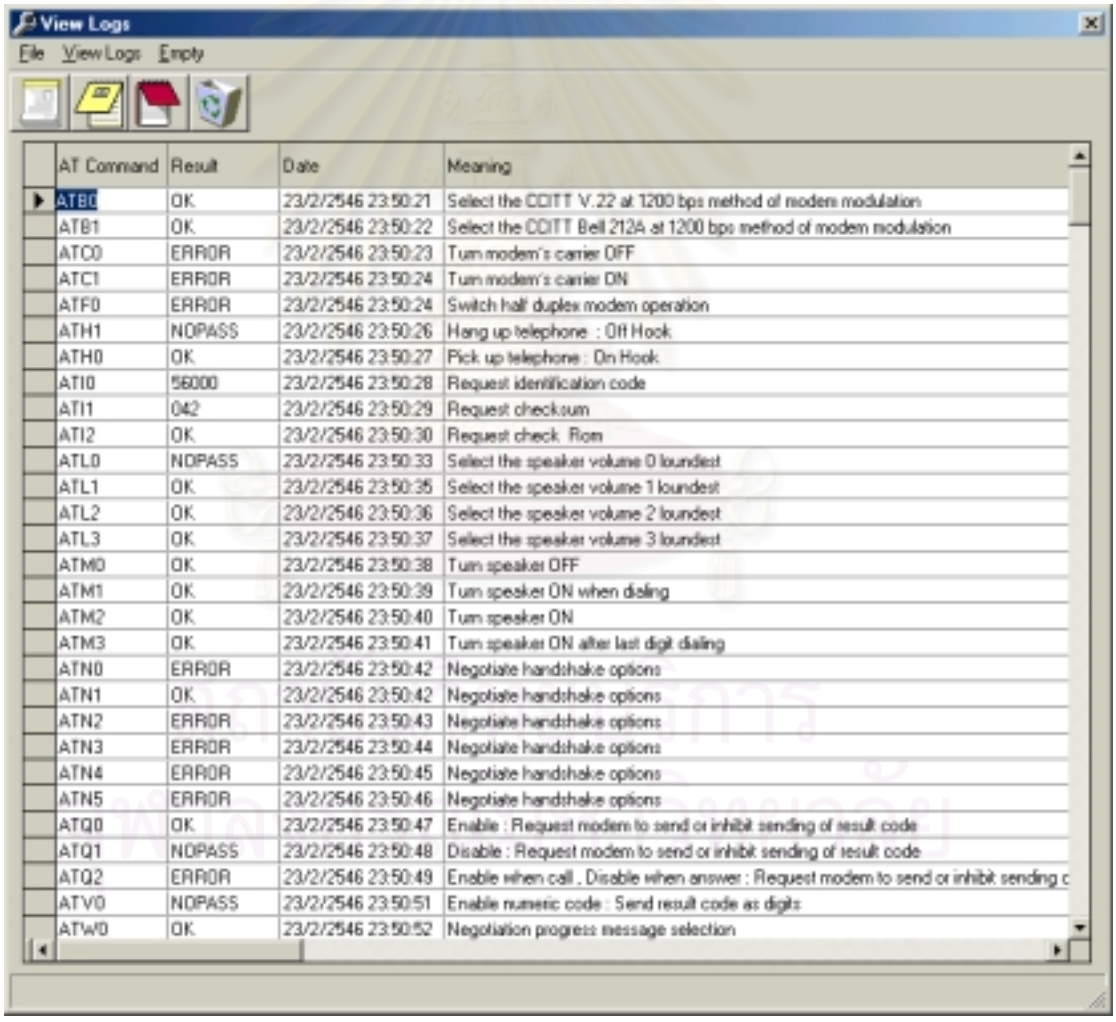


รูปที่ ก11. แสดงหน้าจอเพิ่มแก้ไขมูลสมุดที่อยู่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก12. แสดงหน้าจอกำหนดขนาดบล็อกเพื่อทดสอบการรับส่งแฟ้ม



รูปที่ ก13. แสดงหน้าจอดู แสดงข้อมูลผลการตรวจสอบการทำงานของชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม และ ข้อมูลการถ่ายโอนแฟ้ม

ภาคผนวก ข.

พจนานุกรมข้อมูล

ตารางที่ ข1. แสดงข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์ ข้อมูลบัญชีผู้ใช้

1. ADDRESS_BOOKS

	Field Name	Descrtiption	Field Type	Site	Type
1.1	ID	รหัสอ้างอิงข้อมูลที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์	Long Integer	4	<PK>
1.2	SiteName	ชื่อเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์	Text	50	
1.3	FTP	ที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์สำหรับเข้าใช้บริการ	Text	50	
1.4	Port	พอร์ตสื่อสารมาตรฐานของโพรโทคอลเอฟทีพี คือ พอร์ตหมายเลข 21	Text	50	
1.5	UserName	รหัสผู้ใช้ ที่ได้สิทธิเข้าใช้บริการเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์	Text	50	
1.6	PassWord	รหัสผ่าน ที่ได้สิทธิเข้าใช้บริการเอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์	Text	50	
1.7	Transfer	รูปแบบการถ่ายโอนแฟ้ม 1=Binary File Transfer, 2=ASCII File Transfer	Text	1	
1.8	Connect	รูปแบบการสถปนาการเชื่อมต่อ 1=Active Connection, 2=Passive Connection	Text	1	

ตารางที่ ข2. แสดงข้อมูลชุดคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม

2. AT_COMMANDS

	Field Name	Descrtiption	Field Type	Site	Type
2.1	ID	รัหสอ้างอิงคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Long Integer	4	<PK>
2.2	AT_Command	คำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Text	4	
2.3	Meaning	ความหมายของคำสั่ง	Text	100	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข3. แสดงข้อมูลผลการทำงานของคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม

3. ATComm_Logs

	Field Name	Descrtiption	Field Type	Site	Type
3.1	AT_Command	คำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Text	4	
3.2	ATResult	ผลการทำงานของคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Text	50	
3.3	ATResult_Date	วันที่-เวลา บันทึกผลการทำงานของคำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Date/Time	8	

ตารางที่ ข4. แสดงข้อมูลผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งผ่านสายสัญญาณโทรศัพท์ที่ต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม

4. Cable_Logs

	Field Name	Descrtiption	Field Type	Site	Type
4.1	TestNum	ครั้งที่ทำการตรวจสอบ	Long Integer	4	
4.2	ComPort	หมายเลขคอมพอร์ต	Text	1	
4.3	DataTest	จำนวนตัวเลขที่ใช้ในการทดสอบ	Integer	2	
4.4	Result	ผลการตรวจสอบ	Text	50	
4.5	Date	เวลา-วันที่ทำการตรวจสอบ	Date/Time	8	
4.6	ElapsedTime	เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ	Date/Time	8	

ตารางที่ ข5. แสดงข้อมูลชุดคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม

5. EAT_COMMANDS

	Field Name	Descrtiption	Field Type	Site	Type
5.1	ID	รหัสอ้างอิงคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Long Integer	4	<PK>
5.2	EAT_Command	คำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Text	5	
5.3	Meaning	ความหมายของคำสั่ง	Text	100	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข6. แสดงข้อมูลผลการทำงานของคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม

6. EATComm_Logs

	Field Name	Descrtiption	Field Type	Site	Type
6.1	EAT_Command	คำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Text	4	
6.2	EATResult	ผลการทำงานของคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Text	50	
6.3	EATResult_Date	วันที่-เวลา บันทึกผลการทำงานของคำสั่งเพิ่มเติมควบคุมการทำงานของโมเด็ม	Date/Time	8	

ตารางที่ ข7. แสดงข้อมูลการถ่ายโอนแฟ้ม

7. FTP_Logs

	Field Name	Descrtiption	Field Type	Site	Type
7.1	LocalPath	ชื่อแฟ้มและโฟลเดอร์ที่จัดเก็บแฟ้มที่คอมพิวเตอร์ต้นทาง	Text	100	
7.2	RemotePath	ชื่อแฟ้มและโฟลเดอร์ที่จัดเก็บแฟ้มที่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์	Text	100	
7.3	HostName	ที่อยู่เอฟทีพีเซอร์ฟเวอร์	Text	50	
7.4	FileSize	ขนาดของแฟ้ม	Long Integer	4	
7.5	TransferSize	ขนาดของแฟ้มที่ถ่ายโอนได้	Long Integer	4	
7.6	CommandType	ประเภทคำสั่งของการถ่ายโอนคือ Download หรือ Upload	Text	10	
7.7	StartDate	เวลา-วันที่ เริ่มการถ่ายโอนแฟ้ม	Date/Time	8	
7.8	EndDate	เวลา-วันที่ สิ้นสุดการถ่ายโอนแฟ้ม	Date/Time	8	
7.9	EstimatedTime	ประมาณการเวลาที่จะใช้ในการถ่ายโอนแฟ้ม	Date/Time	8	
7.10	TransferRate	อัตราการรับส่งข้อมูล	Long Integer	4	
7.11	BlockSize	ขนาดของบล็อก(บัฟเฟอร์) หน่วยเป็นไบต์	Single	4	

ตารางที่ ข8. แสดงข้อมูลผลการตรวจสอบหน่วยความจำเข้าถึงโดยสุ่มของโมเด็ม

8. RAM_Logs

	Field Name	Descrtiption	Field Type	Site	Type
8.1	TestNum	ครั้งที่ทำการตรวจสอบ	Long Integer	4	
8.2	ComPort	หมายเลขคอมพอร์ต	Text	1	
8.3	DataTest	จำนวนตัวเลขที่ใช้ในการทดสอบ	Integer	2	
8.4	Result	ผลการตรวจสอบ	Text	50	
8.5	Date	เวลา-วันที่ทำการตรวจสอบ	Date/Time	8	
8.6	ElapsedTime	เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ	Date/Time	8	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็ม

ตารางที่ ค1. แสดงรายละเอียดของชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็มแบบพื้นฐาน

Command	Meaning
A/	Repeat last command
ATA	Answer call
ATBn	Select the method of modem modulation 0 = CCITT V.22 at 1200 bps 1 = Bell 212A at 1200 bps
ATCn	Turn modem's carrier on 0 = Turn carrier OFF 1 = Turn carrier ON
ATDn	Dial a telephone number
ATEn	Enable or inhibit echo of charecters of the screen 0 = Echo is OFF 1 = Echo is ON
ATFn	Switch between half and full duplex modem operation 0 = Half duplex 1 = Full duplex
ATHn	Hang up telephone or pick up telephone 0 = On Hook 1 = Off Hook
ATIn	Request identification code or request check sum 0 = Identication 1 = Checksum 2 = Check Rom
ATMn	Turn speaker off or on 0 = OFF 1 = ON when dialing 2 = ON 3 = ON after last digit dialing
ATLn	Select the speaker volume (0 - 3 loundest)
ATNn	Negotiate handshake options
ATOn	Place modem on-line 0 = Off Hook in the same mode 1 = Off Hook in initiate sequence
ATP	Pulse dial
ATQn	Request modem to send or inhibit sending of result code 0 = Enable 1 = Disable 2 = Enable when call , Disable when answer
ATR	Change modem mode to originate-only
ATSn=x	Set modem register values
ATT	Touchtone dial
ATVn	Send result code as digits or words 0 = Enable numeric code 1 = Enable verbal description code
ATWn	Negotiation progress message selection
ATXn	Use basic or extended result code set
ATYn	Enable or inhibit long space disconnect 0 = not respond break signal 1 = disconnect when receive break signal
ATZn	Reset the modem
+++	Escape command

ตารางที่ ค2. แสดงรายละเอียดของชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมเด็มแบบเพิ่มเติม

Command	Meaning
AT&A0	Connect as answering modem when auto-answering
AT&A1	Connect as originating modem when auto-answering
AT&B0	Disable V.32/V.32bis automatic retrain
AT&B1	Enable V.32/V.32bis automatic retrain
AT&F	Recall factory default configuration
AT&K0	Disable slow control
AT&K1	Enable RTS/CTS flow control
AT&K2	Enable XON/XOFF flow control
AT&K3	Enable RTS/CTS flow control using DC1 and DC3 charecters
AT&K4	Enable XON/XOFF flow control using DC1 and DC3 charecters
AT&K5	Enable transparent XON/XOFF flow control
AT&L0	Select dial line operation
AT&L1	Select leased line operation
AT&O0	move to PAD command state (PAD=Packet Assembler-Disassembler)
AT&O1	move to PAD command state channel 1
AT&O2	move to PAD command state channel 2
AT&O3	move to PAD command state channel 3
AT&O4	move to PAD command state channel 4
AT&U0	Enable trellis coding
AT&U1	Disable trellis coding
AT&V	View configuration profiles
AT&C0	Assume data carrier always present
AT&C1	Track presence of data carrier
AT&D0	Ignore DTR signal
AT&D1	Assume command state when ON-to-OFF transition of DTR occurs
AT&D2	Hang up and assume command state when ON-to-OFF of DTR occurs
AT&D3	Reset when an ON-to-OFF transition of DTR occurs
AT&D4	Reset an Enter low power mode DTR is low
AT&G0	No guard tone
AT&G1	550 Hz guard tone
AT&G2	1800 Hz guard tone
AT&J0	RJ-11/RJ41s/RJ-45s telco jack
AT&J1	RJ-12/RJ-13 telco jack
AT&M0	Asychronous mode
AT&M1	Sychronous mode 1
AT&M2	Sychronous mode 2
AT&M3	Sychronous mode 3
AT&R0	Track CTS according to RTS
AT&R1	Ignore RTS ; always assume presence of CTS
AT&S0	Assume presence of DSR signal
AT&S1	Track presence of DSR signal
AT&T0	Terminate test in progress
AT&T1	Initiate local analog loopback
AT&T3	Initiate local digital loobback
AT&T4	Grant request from remote modem for RDL
AT&T5	Deny request from remote modem for RDL
AT&T6	Initiate remote digital loopback
AT&T7	Initiate remote digital loopback with self-test
AT&T8	Initiate local analog loopback with self-test
AT&W0	Save storable parameters of active configuration as profile 0
AT&W1	Save storable parameters of active configuration as profile 1
AT&X0	Modem provides transmit clock signal
AT&X1	Data terminal provides transmit clock signal
AT&X2	Receive carrier provides transmit clock signal
AT&Z	Store telephone numbers

ตารางที่ ค3. แสดงรายละเอียดของค่า Result Code

Digit code	Word code	Digit code	Word Code
0	OK	63	CONNECT 26400
1	CONNECT	64	CONNECT 28800
2	RING	17	CONNECT 38400
3	NO CARRIER	18	CONNECT 57600
4	ERROR	19	CONNECT 115200
5	CONNECT 1200	40	CARRIER 300
6	NO DIAL TONE	46	CARRIER 1200
7	BUSY	47	CARRIER 2400
8	NO ANSWER	48	CARRIER 4800
9	CONNECT 600	49	CARRIER 7200
10	CONNECT 2400	50	CARRIER 9600
11	CONNECT 4800	51	CARRIER 12000
12	CONNECT 9600	52	CARRIER 14400
13	CONNECT 7200	53	CARRIER 16800
14	CONNECT 12000	54	CARRIER 19200
15	CONNECT 14400	55	CARRIER 21600
59	CONNECT 16800	56	CARRIER 24000
16	CONNECT 19200	57	CARRIER 26400
61	CONNECT 21600	58	CARRIER 28800
62	CONNECT 24000		

ตารางที่ ค4. แสดงรายละเอียดของค่า S Register Control Parameters

Register	Function	Default values	Range
S0	Ring to answer on	0	0-255
S1	Count number of rings	0	0-255
S2	Escape code charecters	ASCII 43	0-127
S3	Carriage return charecters	ASCII 13	0-127
S4	Line feed charecters	ASCII 10	0-127
S5	Backspace charecters	ASCII 8	0-127
S6	Dial tone wait time in seconds	2	2-255
S7	Carrier wait time in seconds	30	1-255
S8	Pause time caused by comma in seconds	2	0-255
S9	Carrier detect response time in units of 1/10 seconds	6	1-255
S10	Time deley between loss of carrier and hang up in units of 1/10 seconds	7	1-255
S11	Touch-tone duration and spacing time in 1/1000 seconds	70	50-255
S12	Escape sequence guard time in units of 20/1000 seconds	50	0-255

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอรวรรณ พรพิรุณโรจน์ เกิดวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2516 จังหวัดหนองคาย สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีบริหารธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยโยนก ในปี พ.ศ. 2539 และเข้าทำงานในตำแหน่ง Database Administrator บริษัท สหวิริยา โอเอ จำกัด (มหาชน) สำนักงานใหญ่ ในปี พ.ศ. 2539, ตำแหน่งเจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) สำนักงานใหญ่ ในปี พ.ศ. 2541, ตำแหน่งนักวิเคราะห์ระบบ ศูนย์ซื้อขายตราสารหนี้ ในปี พ.ศ. 2543, ตำแหน่งนักวิเคราะห์ระบบ บริษัท ไอทีวี จำกัด (มหาชน) ในปี พ.ศ. 2544 และปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้จัดการ บริษัท ดาต้าเน็ท คอมพิวเตอร์ เชียงราย จำกัด

ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2542

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย