



ปีการศึกษา 2539

การประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่ายระยะไกลความเร็วสูง

โดย

ชื่อนักศึกษา

นายธีรพันธุ์	ปิยะโอสถรรค์	36014193
นางสาวรพีพรรณ	อำพนพันธุ์	36014342
นายฤกษ์วัฒน์	พจน์ทองพูล	36014361

วัน เดือน ปี	-1 ตุลาคม 2539
เลขทะเบียน	038326
เลขเรียกหนังสือ	T.39346 ศ. 605 ๑

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ประทีป บัญญัติสินพรัตน์

อาจารย์บรรจง ปิยธำรง

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539


ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

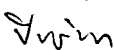
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่ายระยะไกลความเร็วสูง

ผู้จัดทำ

1. นายธีรพันธุ์ ปิยะโถสธรณ์ 36014193
2. นางสาวพิพรรณ อัมพนพันธุ์ 36014342
3. นายฤกษ์วัฒน์ พงษ์ทองกุล 36014361

..........อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รศ. ประทีป บัญญัตินพรัตน์)

..........อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์บรรจง ปิยขำรง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงการการประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่ายระยะไกลความเร็วสูง

นายธีรพันธุ์ ปิยะ โสถสวรรค์

นางสาวรพีพรรณ อัมพนพันธุ์

นายฤกษ์วัฒน์ พจน์ทองพูล

รศ. ประทีป บัญญัติสินพรัตน์ (อาจารย์ที่ปรึกษา)

อาจารย์บรรจง ปิยธำรง (อาจารย์ที่ปรึกษา)

ปีการศึกษา 2539

### บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งระดับแลน (LAN) และแวน (WAN) ให้รองรับกับระบบการประชุมทางไกลผ่านจอภาพโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Desktop Video Conferencing) ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ประเภทมัลติมีเดีย (Multimedia Applications) โดยปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในระบบการประชุมทางไกล และเทคโนโลยีเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ความเร็วสูง โดยเฉพาะระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม (ATM) ซึ่งเป็นเครือข่ายที่มีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการใช้งานกับโปรแกรมประยุกต์ประเภทมัลติมีเดีย นอกจากนี้ยังได้ทำการออกแบบระบบเครือข่ายที่รองรับกับระบบการประชุมทางไกล เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา และยังสามารถทดลองติดตั้งระบบการประชุมทางไกลผ่านจอภาพโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อที่จะเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจจะศึกษาต่อไป

# **High Speed Wan Application**

**Teerapun Piyaosotsan**

**Rapeepun Amponpun**

**Roekwasan Phoththongphun**

**Assoc. Prof. Pratheep Bunyatnopparat (Advisor)**

**Bunjong Piyathumrong (Advisor)**

**1996**

## **Abstract**

The purpose of this project is to study the design of using LAN and WAN. It concentrates on supporting a desktop video conference system which is one of multimedia applications. The content is about technologies in the desktop video conference system and present high speed network technologies. Especially ATM is an appropriate technology for multimedia applications. And the desktop video conference system was installed for supporting the design and for anyone who interest.

# สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบวีดิโอคอนเฟอร์เรนซ์	3
2.1 เทคโนโลยีของระบบวีดิโอคอนเฟอร์เรนซ์	3
2.2 เสียง (Audio)	4
2.2.1 การสุ่มตัวอย่างของเสียง (Audio sampling)	4
2.2.2 การทำควอนไทซิ่งของเสียง (Audio quantizing)	5
2.2.3 เทคนิคการบีบอัดเสียงที่เป็นดิจิทัล (Digital compression)	6
2.2.3.1 มิวลอว์พีซีเอ็ม (Mu-law PCM) และแอลอว์พีซีเอ็ม (A-law PCM)	6
2.2.3.2 เอดิพีซีเอ็ม (ADPCM)	7
2.2.3.3 แอลพีซี (LPC : Linear Predictive Coding) และซีแอลอีพี (CLEP : Code Excited Linear Prediction)	7
2.3 วีดิโอ (Video)	8
2.3.1 ทฤษฎีของสี	9
2.3.2 รูปแบบของวีดิโอ (Video Formants)	9
2.3.3 การส่งวีดิโอ	10
2.4 ช่องทางการสื่อสาร (Communication channels)	10
2.4.1 ช่องทางการสื่อสารแบบเซอร์กิตสวิตซ์ (Circuit-switched)	11
2.4.2 ช่องทางการสื่อสารแบบแพกเก็ตสวิตซ์ (Packet switched)	11
2.4.3 บอร์ดแบน ไอเอสดีเอ็น (Broadband ISDN)	12
2.5 ระบบเคสทอปวีดิโอคอนเฟอร์เรนซ์	12
2.6 รูปแบบของการประชุม (Mode of conferencing)	13
2.6.1 การประชุมแบบพีโอทีแอส (POTS conferencing)	13
2.6.2 การประชุมแบบสวิตซ์ 56 (Switched 56 conferencing)	13
2.6.3 การประชุมแบบไอเอสดีเอ็น (ISDN conferencing)	13
2.6.4 การประชุมแบบแลน (LAN conferencing)	14
2.6.5 การประชุมแบบอินเทอร์เน็ต (Internet conferencing)	14
2.7 มัลติแคสต์แบกโบน (Multicast Back Bone)	15

2.8 มาตรฐานของระบบวีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์	15
2.8.1 มาตรฐาน H.320	15
2.8.2 มาตรฐาน T.120	17
2.9 มาตรฐานเอ็มเป็ก (MPEG)	18
2.9.1 มาตรฐาน MPEG-1	19
2.9.2 มาตรฐาน MPEG-2	19
2.9.3 มาตรฐาน MPEG-3	19
2.9.4 มาตรฐาน MPEG-4	19
บทที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับเครือข่ายประเภทแวน	21
3.1 แพ็คเก็ตแวน (Packet WAN)	21
3.1.1 เอ็กซ์ชี่ตีบห้าแวน (X.25 WAN)	21
3.1.2 อินเทอร์เน็ต โพรโตคอลแวน (Internet Protocol WANs)	22
3.1.3 เอสทีทูเอก โนโลยี (ST-II technology)	22
3.1.4 อาร์เอสวีพี (RSVP)	23
3.2 เซอร์กิตแวน (Circuit WAN)	23
3.2.1 หลักการพื้นฐานของเอสทีเอ็ม (STM Synchronous transfer mode)	24
3.2.2 วิวัฒนาการของเครือข่ายแวนแบบเซอร์กิต (WAN type circuit)	26
3.2.3 การดีเลย์และการเปลี่ยนแปลงดีเลย์ (Delay and delay variance)	27
3.2.4 การมัลติเพลกซ์ในเครือข่ายแบบเซอร์กิต	27
3.2.5 ธุรูปการใช้เซอร์กิตแวนสำหรับระบบมัลติมีเดีย	27
3.3 เครือข่ายประเภทเฟรมรีเลย์แวน (Frame Relay WAN)	28
3.3.1 เวอชวลลิงค์ (The virtual link)	28
3.3.2 ดาตาลิงค์คอนเนคชัน ไอดีไฟเออร์ (Data-Link connection identifier DLCI)	29
3.1 เครือข่ายประเภทเอทีเอ็มแวน (ATM WAN)	29
3.4.1 เฮดเดอร์ของเอทีเอ็ม (ATM Header)	30
3.4.2 เวอร์ชวลพาร์ท และเวอร์ชวลชาแนล	33

3.4.1 โมเดลโปรโตคอลเอทีเอ็ม (ATM Protocol Reference Model)	34
3.4.3.1 ฟิสิกัลเลเยอร์ (Physical Layer)	34
3.4.3.2 ชั้นเอทีเอ็ม (ATM Layer)	35
3.4.3.3 เอทีเอ็มอะแดปต์ชันเลเยอร์ (ATM Adaptaion layer)	35
3.4.4 โซเน็ต (Sonet Synchronous Optical NETwork)	38
3.4.4.1 โครงสร้างของโซเน็ต	38
3.4.4.2 โครงสร้างพื้นฐาน	39
3.4.4.3 ไฮเออราคี	39
3.4.4.4 การทำมัลติเพล็กซ์	39
3.4.4.5 เพโหลคของ STS-1 (Payload)	39
3.4.4.6 เพโหลคของ STS-3C	40
บทที่ 4 การออกแบบเครือข่าย	41
4.1 หลักการออกแบบเครือข่าย	41
4.1.1 กำหนดความต้องการ	41
4.1.2 พิจารณาผลิตภัณฑ์ของแอปพลิเคชันที่ต้องการใช้	41
4.1.3 พิจารณาปัจจัยของเครือข่ายที่รองรับแอปพลิเคชัน	42
4.1.4 พิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี พร้อมออกแบบ โครงสร้างของเครือข่าย คร่าวๆ	44
4.1.5 ออกแบบพร้อมทั้งพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครือข่าย	48
4.1 ออกแบบเครือข่าย	48
4.2.1 กำหนดความต้องการ	48
4.2.2 พิจารณาผลิตภัณฑ์ของแอปพลิเคชันที่ต้องการใช้	48
4.2.3 พิจารณาปัจจัยของเครือข่ายที่รองรับแอปพลิเคชัน	51
4.2.4 พิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี พร้อมออกแบบ โครงสร้างของเครือข่าย คร่าวๆ	51

4.2.5 ออกแบบพร้อมทั้งพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่อง ข่าย	51
บทที่ 5 การติดตั้งระบบวิถีไอคอนเฟอเรนซ์	58
5.1 เครื่องข่ายภายในภาควิชา	58
5.2 การติดตั้งระบบวิถีไอคอนเฟอเรนซ์	59
5.2.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์	60
5.2.2 การติดตั้งซอฟต์แวร์	60
5.3 ผลการทดลองการติดตั้ง	61
5.4 แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องข่ายภายในภาควิชา	61
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์	70
ภาคผนวก ก. ตัวอย่าง Solution ของระบบเครื่องข่าย	71
ภาคผนวก ข. ผลิตภัณฑ์ต่างๆ	85
ภาคผนวก ค. รายการอุปกรณ์	97
ภาคผนวก ง. การติดตั้งเอนฮานซ์-ซียูซีเอ็ม (Enhanced Cu-Seeme)	109
ภาคผนวก จ. ประมวลคำศัพท์	118
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงถึงมาตรฐาน H.320	15
รูปที่ 2.2 แสดงถึงมาตรฐาน T.120	17
รูปที่ 3.1 แสดงเอทีเอ็มเซลล์	29
รูปที่ 3.2 เทคนิคพื้นฐานของเอทีเอ็ม	30
รูปที่ 3.3 เอทีเอ็มเซลล์เสดเคอร์	31
รูปที่ 3.4 แสดง เวอร์ชวลพาร์ท และ เวอร์ชวลชานเนล	31
รูปที่ 3.5 เวอร์ชวลพาร์ทและ point-to-multipoint connection	32
รูปที่ 3.6 B-ISDN reference model	34
รูปที่ 3.7 AAL Structure	36
รูปที่ 3.8 Segmentation and reassembly functions in variable bit rate service	37
รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงระบบเครือข่าย ATM WAN	52
รูปที่ 4.2 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อ ATM Switch เป็นระบบเครือข่าย ATM Back Bone	52
รูปที่ 4.3 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ภายใน Site A	53
รูปที่ 4.4 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ภายใน Site B	53
รูปที่ 4.5 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ภายใน Site C	54
รูปที่ 4.6 แผนภาพโดยรวมของทั้งระบบ	54
รูปที่ 4.7 แผนภาพแสดงตำแหน่งต่างๆ ของอุปกรณ์ภายใน Site A	55
รูปที่ 4.8 แผนภาพแสดงตำแหน่งต่างๆ ของอุปกรณ์ภายใน Site B	56
รูปที่ 4.9 แผนภาพแสดงตำแหน่งต่างๆ ของอุปกรณ์ภายใน Site C	57
รูปที่ 5.1 แสดงเครือข่ายภายในภาควิชาคอมพิวเตอร์	58
รูปที่ 5.2 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 1 FDDI GENERALIZATION	64
รูปที่ 5.3 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 2 LAN SEGMENTING, BY BRIDGES AND ROUTER	64
รูปที่ 5.4 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 1 และ โซลูชันที่ 2	65
รูปที่ 5.5 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 3 DEDICATED ETHERNET, WITH BRIDGES AND ROUTERS	65
รูปที่ 5.6 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 4 LAN FRAME SWITCHING	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
รูปที่ 5.7 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตาม โขงูขันที่ 5 100 BASE T, 100 VG ETHERNET	66
รูปที่ 5.8 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตาม โขงูขันที่ 6 100 Mbps ETHERNET SWITCHING	67
รูปที่ 5.9 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตาม โขงูขันที่ 9 SYNCHRONOUS FDDI	67
รูปที่ 5.10 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตาม โขงูขันที่ 10 FDDI II	68
รูปที่ 5.11 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตาม โขงูขันที่ 11 LAN ATM CELL SWITCHING	68
รูปที่ 5.12 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตาม โขงูขันที่ 12 Hybrid ATM Switching และ Frame Switching	69



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 สรุปการทำงานของเซอร์กิตแวน	28
ตารางที่ 3.2 Payload Type Indicators	32
ตารางที่ 3.3 การบริการใน เอทีเอ็ม	38
ตารางที่ 4.1 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆ ระดับแลน	45
ตารางที่ 4.2 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆ ระดับแพ็คเก็ตแวน	46
ตารางที่ 4.3 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆ ระดับเซอร์กิตแวน	46
ตารางที่ 4.4 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆ ของเอทีเอ็มแวน	47
ตารางที่ 4.5 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆ ระดับของเฟรมรีเลย์และเอสเอ็มดีเอสแวน	47
ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์วีดีโอคอนเฟอเรนซ์แต่ละชนิด	50
ตารางที่ 5.1 แสดงความต้องการของเอนฮานซ์-ซียูซีบี	59
ตารางที่ 5.2 แสดงผลของการใช้เอนฮานซ์ซียูซีบี ผ่านแลนและผ่าน โมเด็ม	61

# บทที่ 1

## บทนำ

ในปัจจุบันนี้การสื่อสารสามารถที่จะตอบสนองความต้องการข่าวสารข้อมูลได้อย่างครบถ้วนคือแสดงได้ทั้งในสื่อของเสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งก็คือการสื่อสารทางด้านมัลติมีเดีย (Multimedia) นั่นเอง และด้วยเหตุที่เป็นการสื่อสารที่แสดงข่าวสารได้ในทุกรูปแบบ โดยเฉพาะภาพเคลื่อนไหว และเสียง ทำให้เป็นตัวกระตุ้นความต้องการใช้งานทางด้านมัลติมีเดียเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ

การสื่อสารด้านมัลติมีเดียมิได้จำกัดเฉพาะการสื่อสารที่เห็นทั่วๆ ไป แต่ยังรวมถึงการสื่อสารภายในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วย และแอปพลิเคชัน (Application) ทางด้านมัลติมีเดียมีความจำเป็นที่จะต้องตอบสนองในลักษณะเรียลไทม์ (Real-Time) เพื่อให้รับข่าวสารได้อย่างถูกต้อง แอปพลิเคชันทางด้านมัลติมีเดียที่มีในปัจจุบัน เช่น วิดีโอคอนเฟอเรนซ์ วิดีโอออนดีมานด์ เป็นต้น ดังนั้นเครือข่ายต้องมีความสามารถที่จะรองรับการตอบสนองความต้องการของแอปพลิเคชันด้านมัลติมีเดียได้อย่างเพียงพอ ฉะนั้นเครือข่ายควรมีลักษณะดังนี้

1. ต้องสามารถตอบสนองการส่งข่าวสารในลักษณะเรียลไทม์ได้
2. สามารถรองรับการสื่อสารข้อมูลเป็นจำนวนมากได้
3. เกิดการตีแย้น้อยที่สุด
4. เกิดความผิดพลาดของข้อมูลในการส่งน้อยที่สุด

เพื่อให้เครือข่ายสามารถรองรับแอปพลิเคชันด้านมัลติมีเดียได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ในปฏิญญาพันธบัตรฉบับนี้ที่เสนอแนวค้ำในการออกแบบเครือข่ายให้เหมาะสมกับแอปพลิเคชัน โดยเฉพาะระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ โดยจะศึกษาการลักษณะการทำงานของระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ เครือข่ายที่รองรับการใช้งานในปัจจุบัน ตัวอย่างของเครือข่ายที่มีการใช้งานจริง การทดลองติดตั้งระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ภายในภาควิชา โดยแบ่งเนื้อหาเป็นบทดังต่อไปนี้

- บทที่ 1 บทนำ
- บทที่ 2 แอปพลิเคชันทางด้านมัลติมีเดีย : เสนอลักษณะการทำงานวิธีการส่งของระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ พร้อมมาตรฐานต่างๆ
- บทที่ 3 ระบบเครือข่าย : เสนอระบบเครือข่ายที่ใช้งาน โดยเฉพาะเครือข่ายที่ใช้ในแวน (WAN) เช่น เอทีเอ็ม (ATM) เฟรมรีเลย์ (Frame relay) เป็นต้น

- บทที่ 4 การออกแบบเครือข่าย : เสนอหลักการออกแบบเครือข่ายสำหรับแอปพลิเคชัน พร้อมตัวอย่างการออกแบบเครือข่ายสำหรับวีดีโอคอนเฟอเรนซ์
- บทที่ 5 การติดตั้งระบบวีดีโอคอนเฟอเรนซ์ : เสนอการทดลองการติดตั้งระบบวีดีโอคอนเฟอเรนซ์ภายในภาควิชา พร้อมเสนอแนะวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในอนาคต
- บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์
- ภาคผนวก : ตัวอย่างของเครือข่ายที่มีใช้อยู่จริงในปัจจุบัน และรายละเอียดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ



## บทที่ 2

### ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบวิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารและโทรคมนาคมนั้นได้ก้าวหน้าไปอย่างมาก การติดต่อกันไม่ว่าจะเป็นการติดต่อทางด้านธุรกิจ หรือทางด้านส่วนตัว ไม่จำเป็นต้องเดินทางไปพบด้วยตัวเองอีกแล้ว เพราะยังมีวิธีอื่นที่สามารถอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารกันมากมาย ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์ หรือ การส่งจดหมาย ซึ่งในปัจจุบันได้พัฒนาจนเป็นจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ใช้บนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดและนิยมใช้ที่สุดในปัจจุบันคือระบบเครือข่ายที่มีชื่อว่า “อินเทอร์เน็ต”

นอกจากการติดต่อสื่อสารที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นการสื่อสารแบบสื่อเดียว (คือ สื่อสารโดยใช้เสียงเพียงอย่างเดียว หรือติดต่อกันโดยใช้ข้อความเพียงอย่างเดียว) ยังมี การติดต่อสื่อสารอีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่าการสื่อสารแบบหลายสื่อ (มัลติมีเดีย Multimedia) คือการติดต่อกันโดยใช้หลายสื่อร่วมกัน เช่น การคุยกันนอกจากจะได้ยินเสียงของคู่สนทนาแล้วยังได้เห็นภาพ และยังสามารถส่งข้อมูลที่ต้องการให้อีกฝ่ายรับทราบไปให้ในเวลาเดียวกัน ตัวอย่างของแอปพลิเคชัน (Application) ประเภทนี้ได้แก่ ระบบการประชุมทางไกลผ่านจอภาพ (วิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ Video Conference) , วิดีโอออนดีมานด์ (Video On Demand) ฯลฯ ซึ่งระบบต่าง ๆ เหล่านี้จะได้อธิบายในรายละเอียด เพื่อที่ว่าจะเป็นความรู้เบื้องต้นในการศึกษาโครงการนี้ต่อไป

#### 2.1 เทคโนโลยีของระบบวิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์

ในส่วนนี้เราจะกล่าวเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในวิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ ปกติแล้วการส่งข้อมูลเสียงและภาพเคลื่อนไหวนั้น เราจะต้องมีการแปลงสัญญาณเสียงและภาพเคลื่อนไหวที่เป็น

อนาลอก ให้เป็นดิจิทัลก่อน แล้วจึงทำการส่งไปตามสายส่ง และในการส่งสัญญาณเสียงและภาพเคลื่อนไหว เราต้องมีการบีบอัดข้อมูลเสียงและภาพเคลื่อนไหวก่อนส่ง เนื่องจากเสียงและภาพเคลื่อนไหวนั้นเป็นข้อมูลจำนวนมาก ทำให้จำเป็นต้องใช้แบนวิดท์ (Bandwidth) จำนวนมากในการส่งและต้องมีลักษณะเรียลไทม์ (Real Time) ด้วยเพื่อให้สื่อสารกันได้สมจริงสมจังเหมือนกับกำลังคุยกันอยู่ตัวต่อตัว ดังนั้นเราจึงจะกล่าวถึงการเข้ารหัส (Encode) และการอัดข้อมูล

(Compression) ของเสียงและภาพเคลื่อนไหว ช่องทางในการสื่อสาร ระบบวีดิโอคอนเฟอเรนซ์ และมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

## 2.2 เสียง (audio)

ความถี่ของคลื่นเสียงนั้น เราวัดในหน่วยของเฮิร์ต (Hertz:Hz) หมายถึง รอบต่อวินาที โดยความถี่ที่มนุษย์ได้ยินนั้นอยู่ในช่วง 20 เฮิร์ตถึง 20 กิโลเฮิร์ต ส่วนเสียงมนุษย์นั้นอยู่ที่ความถี่ 40 เฮิร์ตถึง 4 กิโลเฮิร์ต ซึ่งค่าเหล่านี้คือสิ่งที่เราจะใช้อ้างอิงถึงในการเข้ารหัสของเสียง จากสัญญาณ

อนาลอกเป็นดิจิทัล

ระบบเดสก์ท็อปวีดิโอคอนเฟอเรนซ์ (Desktop Video Conference) ถูกออกแบบมาเพื่อส่งเสียงพูดหรือเสียงที่มีความถี่ในช่วงที่ต่างจากเสียงที่มนุษย์ได้ยินเล็กน้อย โดยเสียงจะถูกส่งผ่านตัวคอนเน็คเตอร์ (Connectors) หลายชนิด เพื่อไปที่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เช่น โฟโนคอนเน็คเตอร์ (Phono connectors) ทั้งแบบ 1/8 นิ้ว มินิโฟโนคอนเน็คเตอร์ (Mini phono connectors), 3/32 นิ้ว ซับมินิโฟโนคอนเน็คเตอร์ (Sub-mini phono connectors) และออคิโออินเตอร์เฟซ (Audio interface) แบบพิน (Pin) ที่มีเทเลโฟนแฮนด์เซต (Telephone handset)

ข้อมูลเสียงแบบดิจิทัลนั้นจะมีการกล่าวถึงพารามิเตอร์ 3 อย่าง คือ

1. อัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling rate) คือ จำนวนตัวอย่างที่ได้ (Sample) ต่อ วินาที
2. จำนวนบิตที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้ง (Bits per sample) คือ จำนวนของบิต ที่ใช้แสดงค่าตัวอย่างแต่ละอันต่อวินาที (ตัวอย่าง 1 อัน ใช้จำนวนบิตเท่าไรต่อวินาที)
3. จำนวนช่องทางในการส่ง (Number of channels) เช่น หนึ่งช่องทางคือโมโน สองช่องทางคือสเตอริโอ

### 2.2.1 การสุ่มตัวอย่างของเสียง (Audio sampling)

สัญญาณเสียงนั้นเป็นสัญญาณประเภทอนาลอก (Analog) ที่มีขนาดต่อเนื่องกันซึ่งเปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นการเข้ารหัสเป็นสัญญาณดิจิทัลนี้ เราต้องวัดค่าขนาดสัญญาณอนาลอก เป็นช่วง ๆ ซึ่งเรียกว่าการสุ่มตัวอย่าง (sampling) และสิ่งที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง คือ ตัวอย่าง ซึ่งก็คือค่า ๆ หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามทฤษฎีของไนควิสต์ (Nyquist) เกี่ยวกับการประมวลผลสัญญาณนั้น ได้กล่าวเกี่ยวกับความถี่ที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างว่า “ความถี่ในการ สุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย ควรเป็น 2 เท่า ของความถี่ที่สูงที่สุดของสัญญาณ ที่เรากำลังจะสุ่มตัวอย่าง”

ข้อดีของทฤษฎีไนควิสต์คือ เมื่อเราใช้ ความถี่ในการสุ่มตัวอย่างเป็น 2 เท่า ของความถี่สัญญาณที่เราจะทำการสุ่มตัวอย่าง เพื่อเปลี่ยนจากสัญญาณอนาลอก เป็นดิจิทัลอนาลอก จะทำให้เราสามารถสร้างสัญญาณที่เสีย (loss) ไประหว่างการส่ง กลับคืนมาได้ อีก และเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด ภาวะอไลซิงคิสทอร์ชัน (aliasing distortion) เราควรนำสัญญาณไปผ่านตัวกรองความถี่เพื่อกรองความถี่สูงเกินไปออก

ตัวอย่าง ของการใช้ทฤษฎีไนควิสต์ เช่น ในการส่งเสียงมนุษย์ ที่ความถี่ 40 เฮิร์ต ถึง 4 กิโลเฮิร์ต นั้น เราความถี่ในการสุ่มตัวอย่างเท่ากับ 8 กิโลเฮิร์ต ( อย่างน้อย 2 เท่าของความถี่ที่สูงที่สุดคือ  $2 \times 4$  กิโลเฮิร์ต) และในการส่งเสียงที่ความถี่ที่มนุษย์ได้ยิน ในช่วง 20 เฮิร์ต ถึง 20 กิโลเฮิร์ต ควรใช้ความถี่ในการ สุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 40 กิโลเฮิร์ต ( $2 \times 20$  กิโลเฮิร์ต) แต่ในทางปฏิบัติส่วนมากใช้ความถี่ในการ สุ่มตัวอย่าง ในช่วง 8 กิโลเฮิร์ต ถึง 48 กิโลเฮิร์ต

### 2.2.2 การทำควอนไทซิงของเสียง (Audio quantizing)

ค่าของตัวอย่างที่ใช้เพื่อแสดงขนาดของสัญญาณนั้นจะถูกวัดในรูปตัวเลขค่าเดียวเป็น ค่า ๆ ไป (discrete) โดยจำนวนของตัวเลขนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ในตัวอย่างหนึ่ง ๆ

สำหรับเสียงแบบดิจิทัล ปกติจะใช้จำนวนบิต 8 ถึง 16 บิตต่อตัวอย่าง (8 บิตนั้นมิได้ 2 ยกกำลัง 8 เท่ากับ 256 ค่า ส่วน 16 บิตมิได้ 2 ยกกำลัง 16 เท่ากับ 65536 ค่า) การทำควอนไทเซชัน หรือ การแทนค่าสัญญาณที่สุ่มตัวอย่างมาได้ด้วยตัวเลขมีข้อเสียคือ สำหรับค่าบางตัว เช่น ค่าอนันต์ เราไม่สามารถนำมาแปลง หรือทำควอนไทเซชัน ออกมาในรูปตัวเลขเดี่ยวได้

การเข้ารหัสแบบพีซีเอ็ม (PCM Pulse code modulation) เป็นวิธีการเข้ารหัสที่มีการกำหนดขนาดช่วงหรือช่องไฟแต่ละช่วงที่ใช้ในการควอนไทเซชันคงที่ (แต่วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่มีมีการบีบอัดข้อมูลก่อนส่ง) อย่างไรก็ตามเราก็ยังมีเทคนิคการเข้ารหัสแบบอื่น ที่มีการบีบอัดข้อมูลก่อนส่ง เช่น มิวลอร์ (Mu-law) และเอลอว์พีซีเอ็ม (A-law-PCM) โดยเทคนิคการเข้ารหัสแบบนี้มีวิธีการ

ควอนไทเซชันที่ต่างออกไป คือใช้ ลอการิทึม (Logarithm) แทนแบบเชิงเส้น (ที่มีการกำหนดช่องไฟคงที่)

### 2.2.3 เทคนิคการบีบอัดเสียงที่เป็นดิจิทัล (Digital compression)

ดังที่กล่าวแล้วว่า ปกติข้อมูลเสียงแบบดิจิทัล ที่ไม่มีการบีบอัดข้อมูลก่อนส่ง จะต้องการแบนด์วิธในการส่งค่อนข้างมาก ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องทำการบีบอัดข้อมูลเสียงก่อนส่ง

เทคนิคที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลเสียงนั้นมีหลายเทคนิค มีบางเทคนิคที่ใช้สำหรับระบบวีดีโอคอนเฟอเรนซ์ บางเทคนิคสามารถทำการบีบอัดและขยายได้แบบเรียลไทม์ทั้งที่เป็นแบบ ซอร์ฟแวร์ และฮาร์ดแวร์ บางเทคนิคออกแบบมาเพื่อเสียงทั่ว ๆ ไป และบางเทคนิคออกแบบมาเพื่อเสียงพูดโดยเฉพาะก็มี

#### 2.2.3.1 มิวลอร์พีซีเอ็ม (Mu-law PCM) และ เอลอร์พีซีเอ็ม (A-law PCM)

การเข้ารหัสแบบ พีซีเอ็ม นั้น แต่ละตัวอย่างจะถูกแทนด้วยรหัส 1 คำ ถ้าเป็นการเข้ารหัสแบบพีซีเอ็มธรรมดา การควอนไทเซชันจะใช้ช่วงหรือช่องไฟที่คงที่เป็นขั้น ๆ ไป แต่ถ้าเป็นการเข้ารหัสแบบมิวลอร์ และเอลอร์พีซีเอ็ม จะมีการใช้ช่องไฟที่ค่างออกไป คือใช้เป็นลอการิทึม ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดจำนวนบิตที่ใช้ต่อขนาดความกว้าง (Range) ที่เท่ากัน การเข้ารหัสแบบมิวลอร์ และเอลอร์พีซีเอ็มใช้จำนวนบิตเท่ากับ 8 บิตซึ่งน้อยกว่า เมื่อเทียบกับแบบ พีซีเอ็มธรรมดาที่ใช้ 14 บิต จึงทำให้การเข้ารหัสแบบมิวลอร์ และเอลอร์พีซีเอ็มสามารถลดขนาดของข้อมูลได้ ในอัตราส่วน 1.75:1 เมื่อเทียบกับข้อมูลเดิม

เนื่องจากการเข้าแบบมิวลอร์และเอลอร์พีซีเอ็มใช้หลักการของลอการิทึม ทำให้ตัวอย่างที่มีขนาดความสูงระดับต่ำ มีความแม่นยำในการแปลงหรือควอนไทเซชัน มากกว่าตัวอย่างที่มีขนาดสูง

การเข้ารหัสแบบมิวลอร์และเอลอร์พีซีเอ็มถูกนิยามไว้ที่ ไอทียู-ที (The International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector ITU-T) ข้อตกลงที่ G.711 ในหัวข้อเรื่อง การเข้ารหัสแบบพีซีเอ็มของความถี่เสียง ซึ่ง G.711 คือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเสียงที่ถูกนิยามใน H.320 (กล่าวคือใช้การเข้ารหัสแบบมิวลอร์และเอลอร์พีซีเอ็ม ใช้ความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง 8 กิโลเฮิร์ต ใช้จำนวนบิตเท่ากับ 8 บิตต่อตัวอย่าง ใช้ช่องทางการส่ง 1 ช่องทาง ต้องการแบนด์วิธในการส่งเท่ากับ 64 กิโลบิต ต่อ วินาที)

การเข้ารหัสแบบมิวลอร์พีซีเอ็มนั้นมีใช้กันทั่วไปในระบบโทรศัพท์แบบดิจิทัลที่ใช้บริการไอเอสดีเอ็น (ISDN Integrated Services Digital Networks) ทั้งในอเมริกาเหนือและญี่ปุ่น ส่วน เอลอร์พีซีเอ็มนั้นมีใช้ในระบบไอเอสดีเอ็นในประเทศต่าง ๆ

### 2.2.3.2 เอดีพีซีเอ็ม (ADPCM)

ปกติแล้วการเข้ารหัสแบบพีซีเอ็ม จะมีการเข้ารหัสแต่ละตัวอย่างแยกกันต่างหาก ทั้งที่จริงแล้ว ตัวอย่างส่วนมากที่อยู่ติดกันมักมีขนาดใกล้เคียงกันหรือคล้ายกัน ดังนั้นวิธีการเข้ารหัสแบบ

เอดีพีซีเอ็ม (Adaptive Differential Pluse Code Modulation) จึงนำเอาผลต่างระหว่าง ตัวอย่าง มาเข้ารหัสแทน (ผลต่าง เป็นที่มาของคำว่า differential และเนื่องจากวิธีการเข้ารหัสแบบเอดีพีซีเอ็ม ได้นำเอาการเข้ารหัสแบบพีซีเอ็มมาปรับปรุง จึงกลายเป็นที่มาของคำว่า adaptive)

เนื่องจาก การเข้ารหัสแบบเอดีพีซีเอ็ม นำเอาผลต่างระหว่างตัวอย่างมาเข้ารหัสแทนที่จะใช้ ตัวอย่างแต่ละอันเข้ารหัส จึงทำให้เป็นการประหยัดจำนวนบิต (เหลือเพียง 4 บิต) ดังนั้นอัตราส่วนในการบีบอัดข้อมูลของเอดีพีซีเอ็ม จึงน้อยกว่ามุลอพีซีเอ็มหรือ เอลอว์พีซีเอ็มในอัตราส่วน 2:1

ระบบเดสทอปวีดีโอคอนเฟอเรนซ์หลายระบบ ใช้การเข้ารหัสแบบเอดีพีซีเอ็ม ทางไอทียู-ที ก็ได้มีการกล่าวถึงเอดีพีซีเอ็ม หลายส่วน (G.721, G.722, G.723, G.726, G.727) แต่วิธีการเข้ารหัสที่ได้กล่าวไว้ โดย H.320 คือ G.722 “การเข้ารหัสเสียงที่ความถี่ 7 กิโลเฮิร์ต โดยใช้แบนด์วิดท์ในการส่ง 64 กิโลบิต ต่อ วินาที” โดยใช้การเข้ารหัสแบบ เอสบี-เอดีพีซีเอ็ม (Sub-Band ADPCM)

G.722 ได้กล่าวว่าใช้อัตราการสุ่มตัวอย่างเท่ากับ 16 กิโลเฮิร์ต โดยใช้จำนวนบิตเท่ากับ 14 บิตต่อตัวอย่าง และใช้การเข้ารหัสแบบ เอสบี-เอดีพีซีเอ็ม ซึ่งการเข้ารหัสวิธีนี้ ความถี่จะถูกแบ่งเป็น 2 ช่วงย่อย (higher และ lower) และแต่ละความถี่ย่อยจะใช้การเข้ารหัสแบบ เอดีพีซีเอ็ม

G.722 มีการทำงาน 3 โหมดคือ 64,56,48 กิโลบิต ต่อ วินาที

### 2.2.3.3 แอลพีซี(LPC Linear Predictive Coding)และซีแอลพีซี(CLEP Code Excited Linear Prediction)

มีการเข้ารหัสบางชนิดที่ออกแบบมาเพื่อเสียงพูดโดยเฉพาะ โดยใช้หลักการของ ต้นแบบเสียงจากการที่เสียงที่เปล่งออกมา มีลักษณะของเสียงเป็นรูปแบบเฉพาะ เราจึงมีการใช้ต้นแบบเสียงแบบหนึ่งแทนเสียงที่เปล่งออกมาแบบหนึ่ง วิธีการเข้ารหัสแบบนี้ให้ผลดีมาก แต่มักใช้ไม่ได้กับข้อมูลประเภทอื่นที่ไม่ใช่เสียง การเข้ารหัสแบบนี้ ได้แก่แอลพีซี และซีแอลพีซี

การเข้ารหัสแบบแอลพีซีจะทำการจับคู่ระหว่างสัญญาณเสียงพูดกับต้นแบบเสียงที่สังเคราะห์ออกมาอย่างง่าย ๆ แล้วก็จะทำการส่งตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดออกไปตามสาย และใช้ตัวเข้ารหัสผลิตเสียงสังเคราะห์ให้เหมือนกับเสียงจริงที่ต้นทาง

มาตรฐานที่ใช้แอลพีซี เช่นใน U.S. Federal Standard 1015 ซึ่งต้องการแบนวิดธ์เท่ากับ 2.4 กิโลบิต ต่อ วินาที จีเอสเอ็ม (GSM Groupe Speciale Mobile) ก็เป็นอีกกลุ่มที่ใช้แอลพีซี แต่มีลักษณะต่างออกไป เรียกอพีอี-แอลพีซี (RPE-LPC Regular Pluse Excited - Linear Predictive Code with a Long Term Predictor Loop)

จีเอสเอ็มเป็นผู้ริเริ่มระบบโทรศัพท์เซลลูลาร์ โดยมีการบีบอัดข้อมูลในอัตรา 160 ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างมี 13 บิต (2080 บิต) ไปเป็น 260 บิต ซึ่งคืออัตราส่วน 8:1 โดยใช้ความถี่ในการ สุ่มตัวอย่าง 8 กิโลเฮิร์ต และต้องการแบนวิดธ์ ในการส่งเท่ากับ 13 กิโลบิตต่อวินาที

การเข้ารหัสแบบซีอีแอลพีมีหลักทำงานเหมือนแอลพีซี ต่างกันก็ตรงที่การเข้ารหัสแบบซีอีแอลพีมีการส่งข้อผิดพลาดที่เกิดจากเสียงจริงกับคั่นแบบ ไปพร้อมกับตัวแปรด้วย ซึ่งจะทำให้ได้คุณภาพเสียงที่ดีกว่าแบบแอลพีซี

มาตรฐานที่ใช้ซีอีแอลพีได้แก่ U.S. Federal Standard 1016 ซึ่งต้องการแบนวิดธ์ ในการส่งเท่ากับ 4.8 กิโลบิตต่อวินาที และ ITU-T Recommendation G.728 (ถูกกำหนดใน H.320 ด้วย) ซึ่งต้องการแบนวิดธ์ในการส่งเท่ากับ 16 กิโลบิตต่อวินาทีเนื่องจากต้องมีการคำนวณและ สาร์ดแวร์ที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า แต่การเข้ารหัสที่ใช้ใน G.728 มีลักษณะต่างจากซีอีแอลพีเล็กน้อย เรียกว่า แอลดี-ซีอีแอลพี ( Low Delay CELP)

## 2.3 วิดีโอ (Video)

วิดีโอคือการแสดงภาพหลาย ๆ ภาพอย่างต่อเนื่องด้วยความเร็วระดับหนึ่ง ทำให้ เหมือนกับว่ามันกำลังเคลื่อนไหว ยกตัวอย่างเช่น ที่สหรัฐอเมริกาหนึ่งถูกฉายด้วยอัตรา 24 ภาพ (หรือ เฟรม) ต่อวินาที ส่วนโทรทัศน์ถูกฉายที่อัตรา 30 เฟรมต่อวินาที (fps)

ระบบเคสทอปวีดีโอคอนเฟอเรนซ์ใช้วิดีโอเป็นอินพุท โดยที่ภาพวิดีโอนี้ได้มาจาก กล้องวีซีอาร์ (VCR) หรืออุปกรณ์วีดีโออื่น ๆ ซึ่งภาพวิดีโอที่ได้เป็นสัญญาณอนาลอก ดังนั้นเราจึง ต้องมีการแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลก่อนที่จะส่งไปที่คอมพิวเตอร์ และเพื่อให้เราเข้าใจการเข้ารหัส เป็น ดิจิตอลมากขึ้น เราจึงทำการศึกษาเกี่ยวกับภาพวิดีโอแบบอนาลอก รวมทั้งทฤษฎีเกี่ยวกับสี เบื้องต้น และรูปแบบการเข้ารหัสของอนาลอก

### 2.3.1 ทฤษฎีของสี

ตาของมนุษย์นั้นมีเซลล์ซึ่งทำหน้าที่รับสี (โคน Cone) อยู่ 3 ชนิด ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องใช้ส่วนประกอบทางคณิตศาสตร์ 3 อย่าง เพื่อแสดงสี 1 สี โดยช่วงทั่ว ๆ ไป จะมี 3 มิติ ซึ่งแต่

ละมิตี หรือแต่ละแกนจะแปลตามองค์ประกอบของสี เรามีช่วงสีต่าง ๆ มากมาย เพื่อใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ และเราจะมีการแปลงจากช่วงสีหนึ่งไปเป็นอีกช่วงสีหนึ่งด้วย

ระบบการเข้ารหัสของสีที่ใช้สำหรับภาพวิดีโอ นั้นได้มาจากช่วงสีอาร์จีบี(RGB)ซึ่งช่วงสีอาร์จีบี คือช่วงสีเพิ่มเติมที่ได้มาจากการผสมแม่สี แดง เขียว และน้ำเงิน ระบบอาร์จีบี นี้สามารถแปลงไปเป็นระบบอื่นได้ ที่มีการใช้เทคนิคการเข้ารหัสของภาพวิดีโอ โดยอาศัยลักษณะของการรับสีของคน

ปกติแล้วข้อมูลของความสว่างกับข้อมูลของสี จะถูกกระทำโดยระบบการมองภาพของมนุษย์ต่างกัน มนุษย์จะไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงหรือความสว่างมากกว่าการเปลี่ยนแปลงของสี ดังนั้นเราจึงมีองค์ประกอบพิเศษที่ใช้แสดงแทนข้อมูลของความสว่าง ซึ่งเราเรียกว่า ลูมิแนนซ์ (Luminance)

### 2.3.2 รูปแบบของวิดีโอ (Video formats)

รูปแบบของวิดีโอที่มีใช้กันทั่ว ๆ ไป มีอยู่ 2 แบบคือ เอ็นทีเอสซี(NTSC- National Television Standards Committee) และ PAL(พีเอแอล-Phase Alteration Line) ซึ่งเราจะอธิบายแต่ละรูปพอสังเขปดังนี้

รูปแบบเอ็นทีเอสซี เป็นรูปแบบที่มีใช้ใน อเมริกา และญี่ปุ่น โดยที่มาตรฐานหรือรูปแบบนี้ได้รับการยอมรับจากเอฟซีซี (FCC Federal Communications Commission) ในปี 1953 รูปแบบ เอ็นทีเอสซี นี้มีความละเอียด 525 เส้นต่อเฟรม และ 60 (จริงๆ 59.94) อินเทอร์เลส (Interlaced) เฟรมต่อวินาที (60 Hz) ด้วยวิธีการอินเทอร์เลสซิง (interlacing) จะประกอบด้วย 2 ฟิวด์ใน 1 เฟรม โดยในฟิวด์แรกจะประกอบด้วยเส้นคู่ของเฟรมเท่านั้น และในฟิวด์ที่สอง จะมีแค่เฉพาะเส้นคี่ของเฟรมทั้งสองฟิวด์จะวิ่งสลับกันทำให้ได้เฟรมที่สมบูรณ์ ในอัตรา 30 เฟรมต่อวินาที แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเห็นทั้ง 525 เส้นของเฟรมจะมีเพียง 483 เส้นต่อเฟรมเท่านั้นที่มีข้อมูลภาพวิดีโอ

รูปแบบพีเอแอล เป็นรูปแบบที่มีใช้ในยุโรปตะวันตก และออสเตรเลีย รูปแบบ พีเอแอล มีความละเอียด 625 เส้นต่อเฟรม และมีอัตราการอินเทอร์เลส 25 เฟรมต่อวินาที

นอกจากนี้ยังมีรูปแบบภาพวิดีโอแบบอื่นอีกที่มีใช้กันใน ฝรั่งเศส รัสเซีย และยุโรปตะวันออก ซึ่งมีชื่อเรียกว่าเอสอีซีเอเอ็ม( SECAM -Sequential Couleur A Memoire หมายถึง Sequential color memory) รูปแบบเอสอีซีเอเอ็ม มีความละเอียดเหมือนรูปแบบพีเอแอล แต่แตกต่างกันตรงวิธีการเข้ารหัส แต่ยังไม่ปรากฏมีใช้ในระบบวิดีโอ

### 2.3.3 การส่งวิดีโอ

ปกติแล้วภาพวิดีโอมักจะถูกส่งในรูปแบบเอ็นทีเอสซี หรือ พีเอเอต โดยผ่านตัวคอนเนคเตอร์ (Connector) แบบไพโน (Prono) หรือ บีเอ็นซี(BNC-Bayonet Non-Continuous) ซึ่งทั้งสองรูปแบบสามารถส่งผ่านคอนเนคเตอร์แบบ แอส-วีดีโอ (S-VDO Y/C หรือ Saparate-VDO) นอกจากนี้เอส-วีดีโอยังให้ภาพที่แหลมคม และสีที่ชัดเจนกว่าด้วย

### 2.4 ช่องทางการสื่อสาร (Communication channels)

เรามีช่องทางการสื่อสารหลายชนิด ที่ใช้ในการส่งข้อมูลของเดสทอปวิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ซึ่งช่องทางการสื่อสารที่ใช้มีทั้งแบบเซอร์กิตสวิทช์ (Circuit-switched) และ แบบแพคเกจสวิทช์ (Packet switched) โดยที่แต่ละแบบมีข้อดี ข้อเสียต่างกันไปตามลักษณะ เมื่อนำมาใช้กับระบบ เดสทอปวิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์

แต่ละชนิดของข้อมูล มีความต้องการบริการต่าง ๆ กัน ข้อมูลบางประเภทไวต่อความหน่วง คือส่งช้าไม่ได้ ข้อมูลบางประเภทไวต่อความน่าเชื่อถือ คือผิดพลาดไม่ได้ ข้อมูลทั่วไป มักไม่ไวต่อความหน่วง แต่จะ ไวต่อความน่าเชื่อถือ ยกตัวอย่างเช่น ไฟล์ข้อมูลที่ส่งผ่านเครือข่าย จะไม่สนใจว่าจะต้องใช้เวลานานขนาดไหนในการส่งให้ถึงจุดหมายปลายทาง แต่จะเน้นว่าข้อมูลที่ส่งไปถึงปลายทางจะต้องถูกต้องไม่มีผิดเพี้ยน ส่วนข้อมูลประเภทเสียงนั้น จะเน้นความไวในการส่งโดยไม่สนใจความถูกต้องของข้อมูลมากนัก ดังนั้นข้อมูลเสียงจึงส่งด้วยอัตราที่คงที่ การส่งภาพนิ่งนั้นเน้นหนักในด้านความถูกต้อง มากกว่าความไวในการส่ง ถ้าข้อมูลของภาพนิ่งที่ส่งผิดพลาดเราจะสังเกตเห็นได้ชัดจากส่วนประกอบภายในภาพ แต่ภาพวิดีโอเน้นในเรื่องความไวในการส่งมากกว่า เพราะถ้าเราส่งช้าจะทำให้เห็นภาพกระตุกเป็นช่วงๆ ไม่ต่อเนื่อง แต่ถ้าข้อมูลที่ส่งผิดพลาด ส่วนของภาพที่ผิดเพี้ยนก็จะถูกแทนที่ด้วยภาพต่อๆมาเรื่อยๆ ทำให้แทบไม่เห็นความผิดพลาด ซึ่งผิดกับภาพนิ่งที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน

อย่างไรก็ตาม ภาพวิดีโอที่มีการบีบอัดข้อมูล โดยใช้เทคนิคอินทราเฟรม (Intraframe การบีบอัดข้อมูลโดยลดความละเอียดภายในภาพ) และอินเตอร์เฟรม (Interframe การบีบอัดข้อมูลโดยลดความซ้ำซ้อนระหว่างเฟรม) นั้นค่อนข้างจะไวต่อความถูกต้อง ทั้งนี้เพราะเมื่อมีการบีบอัดข้อมูล ความซ้ำซ้อนจะถูกขจัดออก ทำให้ข้อมูลบางส่วนหายไปด้วย และข้อมูลที่หายไ้ก็จะเพิ่มมากขึ้น เรื่อย ๆ ดังนั้นความถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการส่งข้อมูล โดยเฉพาะการส่งข้อมูลไปในเครือข่ายที่ไม่ค่อยน่าเชื่อถือ แต่ก็มีเทคนิคในการบีบอัดข้อมูลบางอย่างทดแทนข้อมูลที่หายไป โดยส่งเฟรมที่สมบูรณ์ไปเป็นช่วง ๆ ยกตัวอย่าง เช่น โปรแกรมนิวซีซีเอ็ม (CU-SeeMe) จะถูกออกแบบมาให้ทำงาน กับเครือข่ายที่ไม่น่าเชื่อถือ เช่น อินเตอร์เน็ตดังนั้น นิวซีซีเอ็มจะมีกลไกใน

การทำงาน โดยการส่งข้อมูลภาพใหม่ไปเป็นช่วง ๆ ครอบที่ข้อมูลภาพเก่ายังไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ผู้รับสามารถจะกู้ข้อมูลเก่ากลับได้จากข้อมูลที่หายไป

เคสทอปวีดีโอคอนเฟอเรนซ์มีข้อมูลที่จะต้องส่งทุกประเภท เช่นข้อมูลของเสียงและภาพจะถูกส่งไปให้ผู้ร่วมประชุมแต่ละคน ข้อมูลของในไวท์บอร์ด (Whiteboard) หรือ ข้อมูลของโปรแกรมที่มีการร่วมกันใช้ ข้อมูลบางอย่างต้องการการส่งที่นำเชื่อถือ แต่ข้อมูลบางอย่างต้องการการส่งที่ตรงต่อเวลาหรือความเร็วในการส่ง

#### 2.4.1 ช่องทางการสื่อสารแบบเซอร์กิตสวิทช์ (Circuit-switched)

การสื่อสารแบบเซอร์กิตสวิทช์นี้ คือวิธีการส่งข้อมูลที่เส้นทางการสื่อสารจะถูกสร้างและเปิดเฉพาะในระหว่างการสื่อสารหนึ่ง ๆ โดยปริมาณแบนวิธที่ใช้ จะถูกจองโดยการติดต่อครั้งหนึ่ง ๆ โดยเฉพาะ จนกระทั่งการติดต่อ หรือการสื่อสารสิ้นสุดลงแบนวิธที่จองไว้จึงจะถูกปล่อย และเอาไปใช้โดยการสื่อสารและการติดต่อของคนอื่น ๆ ได้

ข้อดีของการสื่อสารแบบเซอร์กิตสวิทช์สำหรับ ระบบเคสทอปวีดีโอคอนเฟอเรนซ์ คือแบนวิธที่ถูกจองนั้น จะมีให้ใช้ได้ตลอด และช่วงเวลาที่ใช้ในการส่งก็สามารถคาดเดาได้ ส่วนข้อเสียของการสื่อสารแบบเซอร์กิตคือ การสื่อสารจะเป็นแบบจุดต่อจุด ซึ่งเราจะต้องเพิ่มอุปกรณ์เอ็มซียู (Multi-conferencing units MCUs) ที่มีราคาแพง ในการทำการประชุมแบบหลายจุด

#### 2.4.2 ช่องทางการสื่อสารแบบแพกเก็ตสวิทช์ (Packet switched)

การสื่อสารแบบแพกเก็ตสวิทช์ นี้คือวิธีในการส่งข้อมูลวิธีหนึ่ง ซึ่งข้อมูลจะถูกหั่นใส่ในแพกเก็ตสวิทช์ ซึ่งแต่ละแพกเก็ตจะมีหมายเลขประจำตนเองและที่อยู่ปลายทางของผู้รับ รวมทั้งข้อมูลบางส่วนที่ใช้ในการสื่อสาร แพกเก็ตสวิทช์นี้จะถูกส่งแต่ละอันแยกจากกันผ่านระบบเครือข่าย ทั้งนี้ขึ้นกับสถานะของเครือข่ายด้วย โดยแพกเก็ตที่มีจุดหมายปลายทางเดียวกันอาจจะมีเส้นทางการสื่อสารไม่เหมือนกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมว่าในขณะนั้น ๆ เส้นทางไหนที่ดีที่สุดในการส่งข้อมูล ดังนั้นแพกเก็ตแต่ละอันจะถึงปลายทางในเวลาที่ไม่เท่ากัน และใช้เวลาในการเดินทางไม่เท่ากัน รวมทั้งลำดับที่ถึงอาจไม่ถูกต้อง

การสื่อสารแบบแพกเก็ตสวิทช์นี้แบนวิธจะไม่มีการจองล่วงหน้า เหมือนอย่างเซอร์กิตสวิทช์ ซึ่งแบนวิธของแพกเก็ตสวิทช์จะร่วมกันใช้ระหว่างผู้ใช้ทั้งหลายที่อยู่ในเครือข่าย ส่วนข้อดีของการสื่อสารแบบแพกเก็ตสวิทช์ ต่อระบบเคสทอปวีดีโอคอนเฟอเรนซ์นี้ คือความสามารถในการทำการประชุมหลายจุดพร้อมกันได้อย่างง่ายดาย ส่วนข้อเสียคือ ช่วงเวลาที่ไม่อาจคาดคะเนได้ในการส่งข้อมูลแต่ละครั้ง ซึ่งทำให้เกิดความหน่วงหรือความล่าช้าในการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทเสียง และ ภาพวิดีโอแพ็คเกจของภาพวิดีโอที่ส่งมาคิดลำดับมักจะถูกขจัดทิ้ง ส่วนแพ็คเกจของเสียงจะถูกเก็บ ไว้ที่บัฟเฟอร์ที่อยู่ผู้รับ เพื่อทำการเรียงลำดับใหม่ แล้วเล่นอีกครั้งด้วยอัตราที่คงที่ แต่อย่างไรก็ตาม สิ่งเหล่านี้ก็จะทำให้เกิดความหน่วงเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้การสื่อสารแบบลักษณะที่สมจริงเหมือนกำลังคุยกันอยู่ต่อหน้าเป็นไปได้อย่างยาก

#### 2.4.3 บอร์ดแบนไอเอสดีเอ็น (Broadband ISDN)

บอร์ดแบนไอเอสดีเอ็นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในการสื่อสารแบบเซอร์กิตสวิทช์ กับแพ็คเกจสวิทช์ ดังที่ทราบกันมาแล้วว่าบอร์ดแบนไอเอสดีเอ็นใช้ เอทีเอ็ม (ATM Asynchronous transfer mode) เป็นโปรโตคอลในชั้นดาต้าลิงค์ (Data Link Layer) โดยเอทีเอ็มจะทำการรวมข้อดีของเซอร์กิต และแพ็คเกจสวิทช์ไว้ และเอทีเอ็มยังสนับสนุนการส่งข้อมูลในระดับความเร็วต่าง ๆ ด้วย นอกจากนี้ยังทำการรวมสัญญาของข้อมูลประเภทต่าง ๆ ไว้ด้วย และจัดลำดับของบริการแบบต่าง ๆ เนื่องจากความสามารถนี้ ทำให้ระบบเคสทอปวีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ได้รับบริการแบบต่าง ๆ ด้วยข้อมูลหลาย ๆ แบบได้ ดังนั้นเอทีเอ็มจึงเป็นสิ่งที่เราต้องการในอนาคตของการสื่อสาร

#### 2.5 ระบบเคสทอปวีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์

เรามีชนิดหลัก ๆ ของผลิตภัณฑ์ระบบเคสทอปวีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์อยู่ 3 ระบบ คือ ระบบที่ทำงานบนซีพียูอินเทลได้ระบบที่ใช้ ไมโครซอฟท์วินโดวส์ โอบีเอ็มไอเอสทู ระบบที่ทำงานบนเครื่องแมกอินทอส และ ระบบที่ใช้ยูนิกทำงานบนเอ็กซ์วินโดวส์ แต่ที่โชคร้ายคือผลิตภัณฑ์ทั้งหลายนี้ ไม่มีมาตรฐานให้ใช้ร่วมกัน หรือ ติดต่อกันได้ นั่นก็คือ แต่ละบริษัทต่างคนต่างผลิต และมีมาตรฐานของตนต่างหาก

แต่ทุก ๆ ระบบนั้น ต้องการอุปกรณ์ในการจับภาพและเสียงและแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยข้อมูลที่ป้อนเข้ากล้องวิดีโอส่วนมากอยู่ในรูปแบบเอ็นทีเอสซี หรือ ทีเอแอล และระบบส่วนมากมักมีกราฟฟิคช่วยในการทำงาน หรือสร้างการติดต่อเพื่อทำการประชุมกับผู้อื่น ร่วมประชุมคนอื่น ๆ นอกจากนั้น ผลิตภัณฑ์บางราย ยังสามารถบันทึกข้อมูลของผู้ประชุมคนอื่น ๆ ได้ เช่น เบอร์โทรศัพท์ และยังสามารถปรับระดับเสียงที่ใช้ในการประชุมให้ดังขึ้นหรือเบาลงก็ได้ อีกทั้งยังสามารถปรับความชัด ความเข้มของภาพได้อีกด้วย และเท่าที่ทราบมา บางผลิตภัณฑ์ก็สามารถปรับระดับแบนวิดท์ที่ใช้ในการส่งได้อีก เพื่อเป็นการลดความคับคั่งในการสื่อสาร

ลักษณะทั่ว ๆ ไป อีกประการหนึ่งที่มีในระบบเคสทอปวีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ คือ การสามารถใช้โทรศัพท์ร่วมกันได้ ซึ่งลักษณะการใช้งานเหมือนโทรศัพท์ทั่ว ๆ ไป ที่มีในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชุม โดยผู้ร่วมประชุม สามารถวาดภาพ ทำเครื่องหมาย บนไวท์บอร์ดให้ผู้ร่วมประชุมคนอื่น ๆ เห็นได้ นอกจากนั้น บางระบบยังสามารถส่งไฟล์ข้อมูลจากผู้ร่วมประชุมคนหนึ่งไปให้คนอื่น ๆ ได้ อีก รวมทั้งยังมีการใช้โปรแกรมประยุกต์ทั่วไปร่วมกันได้อีก

## 2.6 รูปแบบของการประชุม (Mode of conferencing)

ระบบเดสทอปวีดิโอคอนเฟอเรนซ์ สามารถสื่อสารได้หลายแบบ ซึ่งเราจะอธิบาย แต่ละแบบดังนี้

### 2.6.1 การประชุมแบบพีโอทีเอส (POTS conferencing)

บริการพีโอทีเอส (Plain Old Telephone Service) คือบริการพื้นฐานทางโทรศัพท์ ซึ่งสามารถเข้าใช้เครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะได้ ( public switch telephone network PSTN) ซึ่งบริการนี้ มีให้ใช้แพร่หลาย เพียงแต่เรามีปริมาณแบนวิดท์ที่น้อยมาก (ส่วนมากตามความเร็วโมเด็ม คือ 9.6, 14.4, 28.8 กิโลบิตต่อวินาที) ดังนั้นจึงมีผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับวีดิโอคอนเฟอเรนซ์ไม่กี่ราย ที่สนับสนุนการทำงานที่อัตรานี้ ส่วนมาตรฐานการทำงานที่อัตรานี้คือ H.324 ที่ความเร็ว 28.8 กิโลบิตต่อวินาที

### 2.6.2 การประชุมแบบสวิทช์ 56 (Switched 56 conferencing)

สวิทช์ 56 คือบริการระบบดิจิทัลที่ส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 56 กิโลบิตต่อวินาที บริการสวิทช์ 56 มีลักษณะเหมือนไอเอสดีเอ็น เพียงแต่ว่าช่องทางการสื่อสารมีแบนวิดท์ที่น้อยกว่า ดังนั้นบริการนี้ จะถูกแทนที่ด้วยบริการไอเอสดีเอ็นในไม่ช้า ส่วนผลิตภัณฑ์วีดิโอคอนเฟอเรนซ์ที่ ออกแบบมาให้ใช้บนสวิทช์ 56 นั้น จะสามารถทำงานบนไอเอสดีเอ็นได้ด้วย

### 2.6.3 การประชุมแบบไอเอสดีเอ็น (ISDN conferencing)

ไอเอสดีเอ็น (Integrated Services Digital Network) คือ บริการแบบดิจิทัลซึ่งมีการใช้งานได้ 2 แบบ ได้แก่บิอาร์ไอ (Basic Rate Interface BRI) และพีอาร์ไอ (Primary Rate Interface PRI) บิอาร์ไอนั้นจะมีช่องทางการส่งข้อมูล 2 ช่อง แต่ละช่องมีขนาดแบนวิดท์เท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งเราเรียกว่า บีชันแนล “B-channels” และมีช่องทางการส่งสัญญาณควบคุม 1 ช่อง ซึ่งมีขนาด 16 กิโลบิตต่อวินาที เรียกว่า ดีชันแนล “D-channel” เท่าที่ทราบมา มีผลิตภัณฑ์วีดิโอคอนเฟอเรนซ์มากมาย ที่ใช้บริการ บิอาร์ไอแต่บริการนี้ก็มิมีข้อเสียคือ เครือข่ายไอเอสดีเอ็นยังไม่ มีใช้ทั่ว ๆ ไปทุกจุด เหมือนระบบโทรศัพท์แบบเก่า ส่วนพีอาร์ไอนั้นมีช่องทางการส่งข้อมูลบิชันแนล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนต (B-channel) 23 หรือ 30 ช่อง ซึ่งแต่ละช่องมีความเร็ว 64 กิโลบิตต่อวินาที และดีชันเนล(D-channel) อีก 1 ช่อง ความจุ 64 กิโลบิตต่อวินาที ไอเอสดีเอ็นทีอาร์ไอนี้ ราคาค่อนข้างแพง และยังไม่นิยมนำมาใช้ในระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์

เนื่องจากช่องทางการสื่อสารของ ไอเอสดีเอ็นที คือ 64 กิโลบิตต่อวินาที ดังนั้น ทั้งมาตรฐานและการบีบอัดข้อมูลก็จะคิดที่ 64 กิโลบิตต่อวินาที ก็เลยทำให้ความเร็ว 64 กิโลบิตต่อวินาที เป็นค่าที่มักใช้ทั่วไป ในระบบเดสทอปวิดีโอคอนเฟอเรนซ์

#### 2.6.4 การประชุมแบบแลน (LAN conferencing)

แลนเป็นเครือข่ายที่มีใช้ทั่วไป และเหมาะที่จะทำระบบ เดสทอปวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ที่ชั้นฟิสิคอลลเยอร์ (Physical Layer) แลนแบบอีเทอร์เน็ตจะมีความเร็วที่ 10 เมกกะบิตต่อวินาที ส่วนแลนแบบโทเคนริงจะวิ่งที่ความเร็ว 4 หรือ 16 เมกกะบิตต่อวินาที ข้อแตกต่างอย่างเด่นชัดอีกอย่างหนึ่งของอีเทอร์เน็ต(Ethernet) กับโทเคนริง (Token ring) คือการใช้สายในการส่งข้อมูล อีเทอร์เน็ตนั้นจะใช้วิธีแบบซีเอสเอ็มเอ ซีดี( CSMA/CD)คือผู้ใช้แต่ละคนก่อนที่จะส่งข้อมูลไปในสาย ต้องมีการตรวจสอบก่อนว่า สายว่างหรือเปล่า ถ้าสายว่างก็ส่งข้อมูลได้ ถ้าสายไม่ว่าง ต้องรอนคนอื่นที่ใช้สายอยู่ใช้สายในการส่งข้อมูลจนเสร็จเสียก่อน และเมื่อเกิดการชนของข้อมูลในสาย ผู้ใช้แต่ละคนต้องสามารถตรวจสอบได้ และก็ทำการส่งใหม่ เมื่อสายว่าง ส่วนโทเคนริงนั้น ผู้ใช้แต่ละคนจะส่งข้อมูลได้ ต้องรอให้โทเคน(Token)ผ่านมาหาก่อน และจึงเอาข้อมูลฝากกับโทเคนไป โทเคนก็จะทำการวิ่งไปรอบ ๆ วง คอยรับและส่งข้อมูลให้

นอกจากนี้ ผลกระทบของวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ยังสนับสนุนการทำงานของเน็ตเวิร์คไปโตคอลลหลายชนิด เช่น TCP/IP ,IPX/SPX และแอปเปิลทอล์ค (Appletalk)

#### 2.6.5 การประชุมแบบอินเทอร์เน็ต (Internet conferencing)

อินเทอร์เน็ตทำการเชื่อมต่อแลนหนึ่งเข้ากับแลนหนึ่ง โดยใช้โปรโตคอลที่ชื่อว่า อินเทอร์เน็ตไปโตคอลลในชั้นที่ 2 และใช้โปรโตคอล ทีซีพี(TCP) และ ยูดีพี(UDP) ในชั้นที่ 3 ซึ่งโปรโตคอล ทีซีพีนั้นใช้สำหรับส่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูง และมีกลไกในการแก้ไขข้อผิดพลาดและการเรียงลำดับให้ถูกต้อง ซึ่งก่อให้เกิดเสียวเวลาอย่างมาก ดังนั้นเราจึงใช้โปรโตคอล ยูดีพี ในการส่งข้อมูลของระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ผ่านอินเทอร์เน็ตแทน ส่วนโปรแกรมประยุกต์บางอย่างเช่น ไวท์บอร์ดที่ไม่ต้องการความไวต่อเวลามากนักก็จะใช้โปรโตคอลทีซีพี

## 2.7 มัลติแคสแบกโบน (Multicast Back Bone)

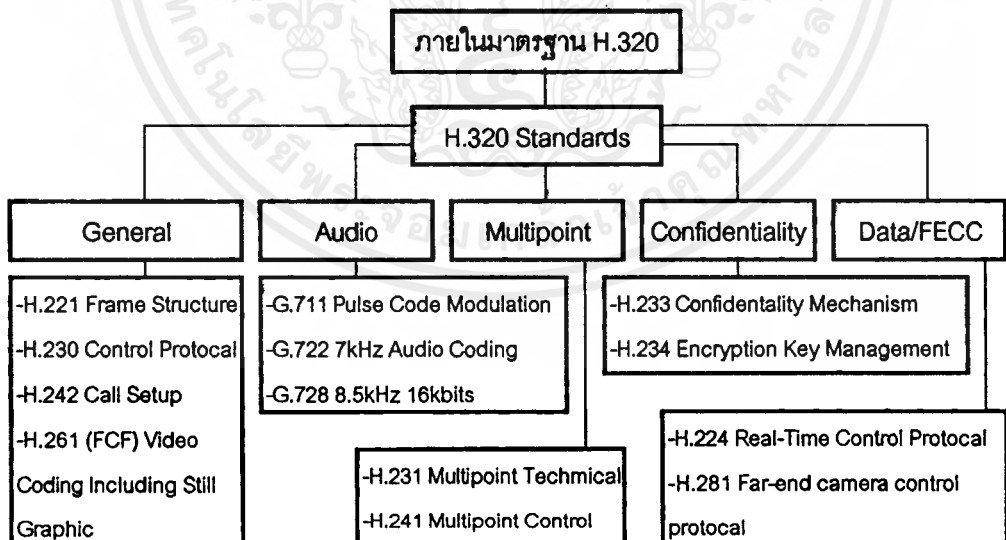
มัลติแคสแบกโบนหรือเอ็มโบนนั้น เป็นเครือข่ายเสมือน เพราะว่ามันอยู่ในส่วนหนึ่งของอินเทอร์เน็ต โดยเราใช้เอ็นโบนในการส่งข้อมูลเช่น เสียง ภาพวิดีโอและข้อมูลอื่น ๆ แบบเรียลไทม์ไปที่สถานีปลายทางหลาย ๆ จุด โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 2.8 มาตรฐานของระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์

กลุ่มไอทียู (ITU The International Telecommunicaitons Union ) ได้กำหนดมาตรฐานของระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ในปี ค.ศ. 1980 ซึ่งมาตรฐานที่กำหนดมี 2 กลุ่มคือ กลุ่ม H.320 และกลุ่ม T.120

### 2.8.1 มาตรฐาน H.320

เป็นมาตรฐานที่ใช้กันในระบบโทรศัพท์แบบเห็นภาพ และระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ ซึ่งได้กล่าวครอบคลุมถึงสิ่งต่าง ๆ เช่น การบีบอัดภาพวิดีโอ และการบีบอัดเสียง การประชุมกันแบบหลายจุด ( Multipoint Videoconferencing ) การเข้ารหัสข้อมูล เป็นต้น มาตรฐาน H.320 นี้ยังสามารถแตกเป็น 5 กลุ่มย่อยดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงถึงมาตรฐาน H.320

1) เจเนอราล (General) เป็นกลุ่มมาตรฐานสำหรับการรับส่งข้อมูลในสาย มี 4 มาตรฐานย่อยดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- H.221 ใช้กำหนดโครงสร้างของเฟรมในการส่งข้อมูลเสียงและภาพสำหรับความเร็ว การส่ง 64 กิโลบิตต่อวินาที ถึงความเร็ว 1920 กิโลบิตต่อวินาที โดยได้แบ่ง ช่องสัญญาณในการส่งเป็นช่องสัญญาณย่อยสำหรับการส่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว ข้อมูล และ สัญญาณควบคุม
- H.230 ควบคุมการซิงโครไนส์ (Synchronous) ของเฟรม และใช้สัญญาณบอกสำหรับ ระบบภาพและเสียง และยังควบคุมข้อมูลที่จะส่งไประหว่างเครื่องเข้ารหัส (Codec) ที่ใช้มาตรฐาน H.320
- H.242 ระบบสำหรับการแสดงถึงการติดต่อสื่อสารแบบจุดต่อจุด (Point to point) ระหว่างเครื่องรับภาพและเสียงปลายทาง โดยการใช้ช่องส่งสัญญาณดิจิทัล ความเร็วไม่เกิน 2 เมกกะบิต
- H.261 เครื่องเข้ารหัสวีดีโอ (Video Codec) สำหรับบริการภาพและเสียงที่ Px64 กิโล บิตต่อวินาที มาตรฐานนี้ได้อธิบายถึงการบีบอัดสัญญาณภาพวีดีโอสำหรับการ ส่งบนระบบดิจิทัล กำหนดช่วงของความเร็วในการส่งที่เหมาะสม และ ได้ถูกออกแบบเพื่อช่วยประกันการเข้ากันได้ระหว่างประเทศที่มีระบบการ แสดงภาพโทรทัศน์แตกต่างกัน สองระบบที่ใช้กันมากคือเอ็นทีเอสซี (the National Television Standards Committee) เป็นระบบที่ใช้กันในอเมริกา เหนือ และ ญี่ปุ่น และพีเอแอล (the Phase Alternation by Line) เป็นระบบที่ใช้ ในยุโรป
- 2) ออดิโอ (Audio) เป็นกลุ่มมาตรฐานที่กำหนดขึ้นโดยซีซีไอทีที (CCITT) ในปี 1990 สำหรับการบีบอัดข้อมูลเสียง
- G.711 อธิบายถึงการบีบอัดสำหรับ 3.5 กิโลเฮิร์ต เสียงคุณภาพต่ำมีจำนวนข้อมูลเท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที
- G.722 เกี่ยวกับการบีบอัดข้อมูลเสียงที่มีคุณภาพสูงขึ้นโดยมีความถี่ 7 กิโลเฮิร์ต
- G.728 กำหนดขึ้นในปี 1992 โดยซีซีไอทีที ซึ่งเป็นมาตรฐานการบีบอัดที่ต้องการอัตราการ ส่งต่ำกว่า 2 มาตรฐานแรกคือต้องการเพียง 16 กิโลบิตต่อวินาที เท่านั้น
- 3) มัลติพอยท์ (Multipoint) กลุ่มมาตรฐานนี้ช่วยสนับสนุนผลิตภัณฑ์เอ็มซียู (MCU Multipoint Control Unit)
- H.231 อธิบายถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครือข่ายสำหรับเอ็มซียู และกำหนดว่าทำ อย่างไรถึงสามารถต่อเชื่อมวีดีโอคอนเฟอเรนซ์มากกว่า 2 จุดขึ้นไป

H.243 เป็นส่วนเพิ่มเติมของมาตรฐาน H.231 ที่กำหนดถึงการสื่อสารกันมากกว่า 2 จุด โดยใช้ช่องสัญญาณดิจิทัลไม่เกิน 2 เมกกะบิตต่อวินาที

4) คอนฟิเดนทอลลิตี (Confidentiality) การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

H.233 เป็นระบบรักษาความปลอดภัยในการส่งข้อมูล เพิ่มขึ้นในปี 1992 และให้ทางเลือก 3 ทางในการเข้ารหัสข้อมูลเมื่อใช้มาตรฐาน H.320 คีเอเอส (DES the Data Encryption Standard) ใช้กันมากในอเมริกา เอฟอีเอเอล (FEAL) ใช้ในญี่ปุ่น และ

บีซีอาร์วายพีที (BCRYPT) ใช้ในอังกฤษ

H.234 มาตรฐานการจัดการคีย์ (Key) ของการเข้ารหัสมีจุดสนใจอยู่ที่ว่าจะส่งคีย์ไปถึงอีกที่ได้อย่างไรจะมีการควบคุมอย่างไร

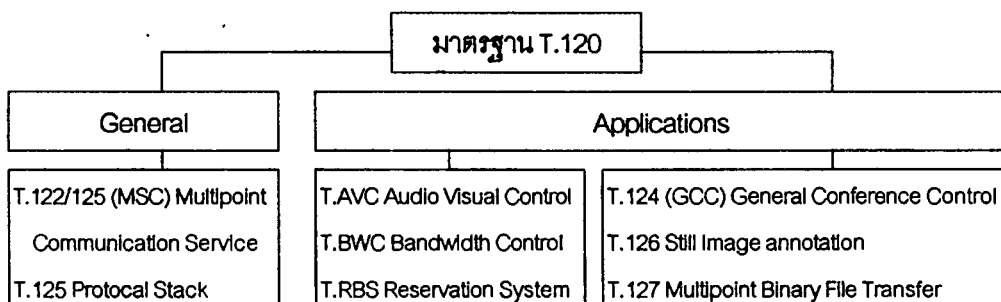
5) คาด้าเอฟอีซีซี (Data/Far-End Camera Control) มาตรฐานนี้กำหนดขึ้นตามความต้องการของผู้ใช้

H.224 เป็นโปรโตคอลควบคุมการทำงานสำหรับโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้มาตรฐาน H.221 โดยออกแบบสำหรับโปรแกรมที่ต้องการการส่งและรับได้ทันที (Low-Delay)

H.281 เป็นมาตรฐานอีกอันสำหรับเอฟอีซีซี

## 2.8.2 มาตรฐาน T.120

มาตรฐานนี้มุ่งหมายไปที่การง่ายในการใช้ของระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ มันรวมไปด้วยหัวข้อที่หลากหลาย รวมทั้ง การบำรุงรักษาระบบ การควบคุมแบนด์วิดท์ การควบคุมภาพและเสียง การส่งไฟล์แบบมัลติพอยท์ ภาพนิ่ง บริการในการสื่อสารแบบมัลติพอยท์ โปรโตคอลในการส่ง เป็นต้น



รูปที่ 2.2 แสดงมาตรฐาน T.120

1) เจเนอราล (General) แบ่งได้เป็นอีก 3 มาตรฐานคือ

T.122/T.125 เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับการบริการการสื่อสารแบบมัลติพอยท์ (Multipoint Communication Services) ในการประชุมกันหลายคน เครื่องปลายทางจะต่อกันแบบลอจิคอล (Logically Linked) กับ โดเมน (Domain)

T.123 ได้กำหนดการต่อสำหรับพับบลิคสวิทซ์เน็ตเวิร์ค (Public Switched Network) โดยใช้ โมเด็ม X.25 แพกเก็ตสวิทซ์เน็ตเวิร์ค ,ไอเอสดีเอ็น และเซอร์กิตสวิทซ์คิจิตอลเน็ตเวิร์ค

2) แอปพลิเคชัน (Application) เป็นมาตรฐานที่รวมมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้ T.AVC สำหรับการควบคุมภาพและเสียง T.BWC สำหรับการควบคุมเบนวิดท์ T.RES สำหรับระบบรักษาความปลอดภัย T.126 สำหรับภานิ่ง T.127 สำหรับการส่งไฟล์แบบมัลติพอยท์ (Mulitpoint Binary file Transfer)

## 2.9 มาตรฐานเอ็มเป็ก (MPEG)

เอ็มเป็ก (MPEG Moving Picture Experts Group ) เป็นกลุ่มที่สร้างมาตรฐานการบีบอัดภาพวีดีโอ และเสียงภายใต้มาตรฐาน ไอเอสโอ (ISO the International Standards Organization)

ข้อแตกต่างระหว่างเอ็มเป็ก และเจเป็ก (JPEG)

1. ทั้ง 2 มาตรฐานมีพื้นฐานการออกแบบให้ใช้กับแอปพลิเคชันแตกต่างกัน
2. เจเป็กให้การสนับสนุนวัตถุประสงค์ต่างๆ ไป เช่น
3. แต่ละรูปที่ทำการบีบอัดคัลเลอร์สเปซ (Color Space) และตารางควันไทเซชัน (Qantizaiton Tables) ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน
4. โหมดเพิ่มเติมในเจเป็กมี 2 โหมด คือโหมดความถูกต้อง 8 และ 12 บิต

ไอเอสโอ (ISO) กำหนดมาตรฐานของการบีบอัดภาพเคลื่อนไหวในหลายเฟส แต่ละเฟสมีเป้าหมายการใช้งานไม่เหมือนกัน แต่ละเฟสตั้งชื่อคือ MPEG-1 MPEG-2 MPEG-3 เป็นต้น



### 2.9.1 มาตรฐานเอ็มเป็กวัน (MPEG-1)

เป็นรุ่นแรกของมาตรฐานเอ็มเป็ก ซึ่งอย่างเป็นทางการคือ การเข้ารหัสภาพวิดีโอและเสียงสำหรับสื่อเก็บดิจิทัลขนาดไม่เกิน 1.5 เมกกะบิต ต่อ วินาที MPEG-1 ได้ถูกกำหนดสำหรับเก็บภาพวิดีโอและเสียงไว้บนซีดีรอม (CD-ROM) นั้นหมายความว่าถ้าขนาดของเสียงต้องการ 200-250 กิโลบิต ต่อ วินาที สำหรับคุณภาพเสียงซีดี เพราะฉะนั้นช่องวิดีโอต้องมีบิตเรท (Bit rate) ไม่เกิน 1.15 - 1.2 เมกกะบิต ต่อ วินาที

เอ็มเป็กวัน(MPEG-1) กำหนดมาตรฐานดังนี้

352 x 240 พิกเซลสำหรับเอ็นทีเอสซี ( NTSC) 352x288 สำหรับ พีเอแอล/เอสอีซีเอเอ็ม (PAL/SECAM) สำหรับสัญญาณลูมิแนนซ์ (Luminance)

สิ่งสำคัญอีกอย่างคือว่าเอ็มเป็กวัน ใช้ Non interlaced scan หรือ โฟกัสซิป แสแกน ซึ่งไม่เหมือนกับการส่งสัญญาณภาพโทรทัศน์ (30 เฟรมต่อวินาที เอ็นทีเอสซี และ 25 เฟรมต่อวินาที พีเอแอล)

### 2.9.2 มาตรฐานเอ็มเป็กทู (MPEG-2)

ซึ่งอย่างเป็นทางการคือ “Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio” วัตถุประสงค์ของเอ็มเป็กทู คือทำให้คุณภาพของภาพดีขึ้น โดยการปรับปรุงบิตเรทสูงสุด 10 เมกกะบิตต่อวินาที ความต้องการจริง ๆ ของเอ็มเป็กทู คือการเก็บและส่งภาพวิดีโอคุณภาพสูงในบิตเรท 4 ถึง 6 เมกกะบิตต่อวินาที

เอ็มเป็กทู ออกแบบเป็นทางแก้ปัญหาของ ITU-R 601 ข้อตกลงที่ว่า 720x480 พิกเซลสำหรับสัญญาณลูมิแนนซ์ และ 360x480 สำหรับคัลเลอร์สเปซ และรองรับเฮชดีทีวี (HDTV)

### 2.9.3 มาตรฐานเอ็มเป็กทรี (MPEG-3)

ออกแบบเพื่อรองรับกับเฮชดีทีวีโดยเฉพาะ แต่อย่างไรก็ตาม การที่เอ็มเป็กทู ได้พัฒนาครอบคลุมสำหรับเฮชดีทีวีด้วยนั้นอาจทำให้ เอ็มเป็กทรี ถูกยกเลิกได้

### 2.9.4 มาตรฐานเอ็มเป็กโฟร์ (MPEG-4)

มีวัตถุประสงค์ต่างออกไปจากมาตรฐานแรก กลางคือมาตรฐานนี้พยายามลดบิตเรทลงให้มากที่สุด ซึ่งอย่างเป็นทางการของมาตรฐานคือ “Very low bit rate Audio-Visual Coding” ซึ่งพัฒนาทำให้บิตเรทต่ำมากคืออยู่ที่ประมาณ 4.8-64 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งเฟรมของมันคล้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการใช้

มาตรฐาน H.261 มาก เป้าหมายของมันอยู่ที่ภาพขนาด 10 เฟรมต่อวินาที ซึ่ง เอ็มเป็กโพร คั้งใจจะให้เป็นมาตรฐานที่ดีที่สุดสำหรับระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ และระบบโทรศัพท์แบบเห็นภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### ความรู้เกี่ยวกับเครือข่ายประเภทแวน(WAN)

เทคโนโลยีเครือข่ายประเภทแวน (WAN) นั้นมีหลายประเภท โดยเราจะทำการศึกษาและแบ่งออกเป็นประเภทหลักๆ ดังนี้

1. เครือข่ายประเภท แพ็คเก็ตแวน (Packet WAN) เป็นเครือข่ายที่ส่งข้อมูลเป็นแพ็คเก็ตแบบต่างๆ ซึ่งได้แก่ เครือข่าย X.25 เครือข่ายอินเทอร์เน็ตโปรโตคอล (IP) และ เครือข่ายประเภทเอสทีทู (ST-II) ซึ่งเครือข่ายแต่ละแบบมีลักษณะและความเหมาะสมกับระบบประชุมทางไกลต่างๆ กัน
2. เครือข่ายประเภท เซอร์กิตแวน (Circuit WAN) เป็นเครือข่ายประเภท คอนเนคชันออเรียนเท็ด (Connection Oriented) ซึ่งเราจะกล่าวถึง เครือข่าย สวิตซ์เทเลโฟน (Switched Telephone) ดิจิตัล เซอร์กิต อนาคต (Leased circuit analog) และดิจิตัล เซอร์กิตดิจิตอล (Leased circuit digital) และเราจะกล่าวถึงลักษณะต่าง ๆ ของเครือข่ายต่อการรองรับระบบประชุมทางไกล
3. เครือข่ายประเภทเฟรมรีเลย์แวน (Frame Relay WAN) เราได้กล่าวถึงหลักการและส่วนประกอบของเฟรมรีเลย์ รวมทั้งลักษณะต่าง ๆ ของเฟรมรีเลย์ว่าเหมาะกับระบบประชุมทางไกลหรือไม่
4. เครือข่ายประเภทเอทีเอ็มแวน (ATM WAN) เราได้กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการอย่างคร่าวๆ ของเครือข่ายเอทีเอ็ม และ โซเน็ต (SONET) ซึ่งเป็นชั้นทรานสปอร์ตของเอทีเอ็ม รวมทั้งประเภทของเอทีเอ็มสวิตซ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

#### 3.1 แพ็คเก็ตแวน (Packet WAN)

แพ็คเก็ตแวน (Packet WAN) นั้นมีหลายแบบ แต่ที่เราจะกล่าวต่อไปนี้เป็นแพ็คเก็ตแวนที่เราจะรู้จักกันดีดังนี้

##### 3.1.1 X.25 แวน (X.25 WAN)

X.25 แวนนั้น เป็นเทคโนโลยีแบบคอนเนคชัน ออเรียนเท็ด (Connection oriented) ซึ่งถูกออกแบบเพื่อแก้ปัญหาเรื่องระบบที่ช้าและคุณภาพต่ำ โดยมีการเพิ่มกลไกเกี่ยวกับการตรวจสอบและกู้ข้อผิดพลาด (Error detection and recovery) ซึ่ง X.25 เป็นเทคโนโลยีที่ไม่รองรับการรับประกันแบบดีเทอร์มินิสติก และสแตติสติกอล (Deterministic and Statistical guarantee) และทำให้ไม่รองรับไอโซโครนิซึม (Isochronism)

X.25 เหมาะกับระบบประชุมทางไกลหรือแปล่ามัน เราพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บิตเรท (Bit rate) ความเร็วของ X.25 สูงสุดกำหนดไว้ที่ 2 เมกะบิตต่อวินาที
- การจองแบนวิธที่ล่วงหน้า (Bandwidth reservation) X.25 สามารถจองแบนวิธที่ล่วงหน้าได้ โดยการลดตัวนับ (Counter) ของแบนวิธ แต่ X.25 ไม่สามารถกำหนด (Allocate) แบนวิธได้
- การมัลติคาส (Multicasting การส่งแบบกระจาย) X.25 นั้นไม่รองรับการการมัลติคาสเลย
- ไอโซโครนิซิมไม่ได้รับการรองรับจาก X.25 เลย

เราสามารถสรุปได้ว่า X.25 นั้นเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแอปพลิเคชัน มัลติมีเดีย (Multimedia applications) ที่ความเร็วต่ำ หรือเป็นประเภทอะซิงโครนัสเท่านั้น

### 3.1.2 อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลแวน (Internet Protocol WANs)

อินเทอร์เน็ตโปรโตคอล (IP) นั้นเป็นเทคโนโลยีแบบคอนเนคชันเลส (Connectionless oriented) และอินเทอร์เน็ตโปรโตคอล นั้นยังไม่รองรับไอโซโครนิซิม ซึ่งหมายความว่า ทั้งบิตเรท และความหน่วงในการส่ง (Transit delay) ไม่ถูกรับรอง (Guarantee) แต่ทั้งนี้ อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลมีข้อดีตรงที่ สามารถรองรับการมัลติคาส ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของเครือข่ายที่รองรับแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์ (Realtime application)

ลักษณะของบริการมัลติคาสของอินเทอร์เน็ตโปรโตคอล (IP multicast service) คือผู้ใช้ (End-system) สามารถเข้าหรือออกจากกลุ่มในเวลาใด ๆ ก็ได้ ดังนั้นจำนวนสมาชิกในกลุ่มจะมีค่าไม่คงที่ และไม่จำเป็นต้องมีศูนย์กลางในการควบคุม และโฮสต์ (Host) แต่ละอันสามารถเป็นสมาชิกได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม

### 3.1.3 เอสทีทูเทคโนโลยี (ST-II technology)

เอสทีทูนั้นมาจากคำว่า "Stream protocol version II" ได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับสายข้อมูลแบบต่อเนื่อง ซึ่งเป็นโปรโตคอลแบบคอนเนคชันออเรียนเท็ด (Connection oriented) และสามารถกำหนดทรัพยากร (Allocated resource) ตามช่องทางที่แน่นอนได้ และนอกจากนี้ยังรองรับการมัลติคาสได้อีก จึงสรุปได้ว่าเอสทีทูนั้นเหมาะกับระบบประชุมทางไกล เพียงแต่ความสามารถในการรองรับไอโซโครนิซิมอาจจะไม่เท่าเครือข่ายแบบเซอร์กิตสวิตซ์

### 3.1.4 อาร์เอสวีพี (RSVP)

อาร์เอสวีพีเป็นโปรโตคอลที่ย่อมาจากคำว่า “Resource Reservation Protocol” ได้ถูกออกแบบมาเพื่อพัฒนาการรองรับแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์โดยเครือข่ายไอพี ซึ่งอาร์เอสวีพีนั้น เป็นโปรโตคอลแบบ คอนเนกชันเลสออเรียนเท็ด และสามารถทำการจองทรัพยากร (Reserve resource) ล่วงหน้าโดยฝ่ายรับได้ ส่วนการรองรับไอโซโครนิซึมนั้นกำลังทำอยู่

## 3.2 เซอร์กิตแวน (Circuit WAN)

### ชนิดต่างของบริการเซอร์กิตแวน (Circuit WAN service)

ในบริการเซอร์กิตแวนทุกชนิด จะมีคุณสมบัติร่วมกันอยู่ คือเป็นคอนเนกชันออเรียนเต็ด ซึ่งในอดีตแบ่งออกเป็น 2 ชนิด .

- ◆ เพอร์มาเนนท์ หรือลีสเซอร์กิต (Permanent or leased circuits) มีการจัดตั้งและกำหนดหน้าที่ต่าง ๆ ของเครือข่ายไว้ก่อนหน้าแล้ว ซึ่งจะทำการหลังจากได้ทำสัญญาตกลงกับลูกค้าเรียบร้อยแล้ว
- ◆ สวิตซ์เซอร์กิต (Switched circuits) มีการเชื่อมต่อแบบคอลบายคอล (Call-by-call) ของผู้ที่สั่งจองไว้ ซึ่งจะมีการเตรียมแอกเซสลิงก์ (Access link) ไว้ระหว่างอุปกรณ์ของผู้สั่งจอง (Subscriber) กับเครือข่าย

ในการแบ่งนี้จะไม่ชัดเจนนักเนื่องจากจะมีการเพิ่มความยืดหยุ่นของเพอร์มาเนนท์เซอร์กิต ให้สามารถใช้เมื่อต้องการ หรืออาจคอยจัดเซตอัพกับส่วนที่เหลือ จึงได้แบ่งบริการในเซอร์กิตแวนอีกเป็น 2 ชนิด คือ

- ◆ อนาลอกเซอร์กิต (Analog Circuit) จะติดตั้งวอยซ์เกรดเซอร์กิต (Voice-grade circuit) เพื่อใช้งานในพีไอที (POT) ดังนั้นขณะที่ทำการสื่อสารข้อมูล สัญญาณจะไม่เป็นสัญญาณดิจิทัล จะมีตัวแปลงเป็นอนาลอกโดยใช้โมเด็ม อนาลอกอาจใช้ในเพอร์มาเนนท์ ลีสเซอร์กิต หรือสวิตซ์เซอร์กิตก็ได้ โทรศัพท์จะถูกแทนด้วยโมเด็ม ส่วนเครือข่ายนั้นจะแยกไม่ออกว่าที่ส่งไปเป็นข้อมูลหรือเป็นเสียง
- ◆ ดิจิตอลเซอร์กิต (Digital circuit) ในหลาย ๆ เมืองอนาลอกเซอร์กิตถูกแทนด้วยดิจิทัลเทคโนโลยี ซึ่งสามารถให้บริการทั้งข้อมูลและ เสียง ได้ดิจิทัลเซอร์กิต มีใช้ทั้งใน เพอร์

มาเนนท์เซอร์กิต (Digital leased line เช่น T1/E1) และสวิตช์เซอร์กิต (เช่น ไอเอสดี เอ็น และสวิตช์ 56)

ในมุมมองของผู้ใช้นั้นจะพบข้อแตกต่างระหว่างอนาล็อกเซอร์กิต กับดิจิทัลเซอร์กิตดังนี้

- ในดิจิทัลเซอร์กิตจะส่งแบบ ซิงโครนัส (Synchronous) ดังนั้นมันอาจไม่สามารถส่งข้อมูลที่ต้องการส่งได้จริง เมื่อมันต้องการส่ง
- ในอนาล็อกเซอร์กิตสามารถส่งในความเร็วที่ต้องการได้ แต่จะดีที่สุดในที่ 30 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งในดิจิทัลเซอร์กิตความเร็วอย่างน้อยที่ 56 กิโลบิตต่อวินาทีในราคาพอ ๆ กัน

### 3.2.1 หลักการพื้นฐานของเอสทีเอ็ม (STM Synchronous transfer mode)

#### 1) ซิงโครนัสทรานสเฟอร์โหมด (Synchronous Transfer Mode)

แนวคิดพื้นฐานของเอสทีเอ็ม นั้นคือมันจะอาศัยการรวมหลาย ๆ เซอร์กิตบน ทรานสมิSSION (Transmission link และ switch) โดยใช้เวลาแบ่งเวลาแบบซิงโครนัส เพื่อจะทำการมัลติเพลกซ์ เวลาจะถูกแบ่งเป็นช่วงเวลาที่เรียกว่าบักเก็ต (Bucket) ที่มัลติเพลกซ์ลิงค์ (Multiplexed link) จะมีจำนวนช่วงเวลาคงที่ (Time Slots) และเรียงกันไปคล้ายกับขบวนรถไฟ (Train) ซึ่งจะวนซ้ำ ๆ กันในทุก ๆ 125 ไมโครวินาที

เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นมากขึ้น ในหลาย ๆ เทรน (Train) อาจใช้หลักพีเรียด (Period) นั้นจำนวนไทม์สล็อตต่อเทรน (Time slots ต่อ Train) คูณจำนวนเทรนต่อพีเรียด (Train ต่อ Period) จะได้จำนวนเซอร์กิตที่ถูกมัลติเพลกซ์ และจำนวนบิตต่อไทม์สล็อต (Bit ต่อ Time slot) เป็นความเร็วของเซอร์กิตทั้งหมด ซึ่งบางทีจะเรียกว่าวิธีนี้ว่าเพียวเซอร์กิตสวิตช์ (Pure circuit switching) ในหลักที่เซอร์กิตถูกจองมากกว่า 1 ไทม์สล็อต

#### 2) การให้ไทม์สล็อตสำหรับทราฟฟิกที่กำลังใช้อยู่ (Time Slot are allocated regardless of the actual traffic)

การให้แบบนี้เรียกว่า บริการดิดิเคตแบนวิดธ์ (Dedicated bandwidth service) คือใน 1 ไทม์สล็อตใด ๆ เวลาของไทม์สล็อตจะถูกจองให้เซอร์กิต และมันจะยังคงถูกใช้ไม่ว่าจะไม่มี การส่งข้อมูลในขณะนั้น ทำให้มีผลตามมา 2 ประการคือ

- บางส่วนของแบนวิดธ์ที่ใช้งานได้อาจจะไม่ได้ใช้ ในกรณีบริการใด ๆ ที่ลูกค้าซื้อมา เพื่อประสงค์ในการทำงาน ซึ่งไม่ว่าเป็นจำเป็นต้องใช้ตลอดเวลา

- ไม่สามารถใช้เกินความเร็วของเซอร์กิตได้ การเข้าข้อมูลในสาย ไม่สามารถใช้เกินความเร็วของเซอร์กิตนั้นได้

### 3) การจัดลำดับชั้นทางดิจิทัล (Digital hierarchies)

ไทม์ดิวิชันมัลติเพลกซ์ (Time division multiplexing) เป็นวิธีที่ใช้ในระบบเซอร์กิตในการบอกความเร็ว ซึ่งระบบจะทำในลักษณะวนไปวนมาในการส่ง ผลของการส่งในลักษณะต่อเนื่องและรวมกันไป เรียกว่าดิจิทัลทรานสปอร์ตไฮเอราคี (Digital transmission hierarchy)

การพัฒนาโครงสร้างของการส่งข้อมูลแบบดิจิทัล (Digital transmission) โดยเจ้าหน้าที่ด้านการสื่อสาร ซึ่งทำใน 2 ชั้นที่ต่อเนื่องกัน ดังนี้

1. ทำในพื้นฐานของจำนวนเท่าของช่องสัญญาณ 64 กิโลบิตต่อวินาที ที่เราเรียกว่าพีดีเอส (Plesiochronous digital hierarchy PDH)
2. เป็นรุ่นที่พัฒนาถัดมา เรียกว่าเอสดีเอส (Synchronous digital hierarchy SDH) โดย ไอทียู-ทีเอส (ITU-TS) และได้มีแยกไปพัฒนาโดย US T1S1 standard committee ภายใต้ชื่อว่า โซเน็ต (Synchronous optical network (SONET) hierarchy)

#### ◆ อัตราส่งของพีดีเอส (Common plesiochronous hierarchy bit rate)

พีดีเอส ถูกกำหนดในมาตรฐาน G.703 โดยไอทียู (ITU) ซึ่งมีชนิดของบิตเรท ที่จะใช้ในการสร้างเพอร์มาเนนท์ หรือสวิตซ์เซอร์กิต

- DS-0 : 64 กิโลบิตต่อวินาที
- T-1 (DS-1 : Digital Signal 1) : 1.544 เมกกะบิตต่อวินาที
- T-3 (DS-3 : Digital Signal 3) : 44.736 เมกกะบิตต่อวินาที
- E-1 : 2.048 เมกกะบิตต่อวินาที
- E-3 : 34.368 เมกกะบิตต่อวินาที

#### ◆ คอมมอน ซิงโครนัส ไฮเอราคี บิตเรท (Common synchronous hierarchy bit rate)

ซิงโครนัสไฮเอราคี (Synchronous hierarchy) ถูกกำหนดในมาตรฐาน G.709 โดย ไอทียู และ US T1S1 committee และใช้จำนวนเท่าของความเร็ว (Quantum speed) ที่เรียกว่าในศัพท์ของ โซเน็ต ว่า STS-1

- STS-1 : 51.84 เมกกะบิตต่อวินาที
- STS-3c (SONET), STM-1 (SDH) : 155.52 เมกกะบิตต่อวินาที
- STS-12 (SONET), STM-4 (SDH) : 622.080 เมกกะบิตต่อวินาที

### 3.2.2 วัฒนาการของเครือข่ายแวนแบบเซอร์กิต (WAN type circuit)

- ◆ อนาล็อกเลาส์ (Analog leased:dedicated) หรือสวิตซ์เซอร์กิต ความเร็วของเซอร์กิตขึ้นอยู่กับ การจัดการคุณภาพของเสียง บนเส้นทางที่ใช้ ปกติความเร็วจะอยู่ในช่วง 1.2 ถึง 3 กิโลบิตต่อวินาที
- ◆ ลีสดิจิทัลเซอร์กิต (Leased:dedicated digital circuits) ความเร็วจะต่างกันในแต่ละเมือง โดยความเร็วต่ำสุด 56 หรือ 64 กิโลบิตต่อวินาที สูงสุด 34 เมกกะบิตต่อวินาที ในยุโรป 44 เมกกะบิตต่อวินาที ในอเมริกา และบางที่อาจใช้ 140 เมกกะบิตต่อวินาที ในการพิเศษ อัตราความเร็วมีให้เลือกในวงจำกัด คือ 56, 64, 128, 258, 512, 768, 1024, 1544, 1920, 2048, 8096, 34368 และ 447316 กิโลบิตต่อวินาที
- ◆ สวิตซ์ดิจิทัลเซอร์กิต (Switched digital circuits)

เอ็น-ไอเอสดีเอ็น (N-ISDN) จัดการสวิตซ์เซอร์กิตที่ 64 กิโลบิตต่อวินาที ในอเมริกา ส่วนสวิตซ์ 56 ยังมีใช้อยู่เหมือนกันในบางพื้นที่ ส่วนในบางพื้นที่อาจไม่ใช้มาตรฐานของบริการสวิตซ์ที่มีอยู่ในช่วงอัตราเร็วสูงเอ็น-ไอเอสดีเอ็นมีใช้ในหลายโหมด

- เบสิกเรตอินเทอร์เฟซ (Basic Rate Interface BRI) ใช้ 2 ช่องสัญญาณของสวิตซ์ 64 กิโลบิตต่อวินาที (B channel) และ 1 ช่องสัญญาณเพิ่มพิเศษ 64 กิโลบิตต่อวินาที (D channel) รวมเป็น 144 กิโลบิตต่อวินาที
- พรีอาร์ไอ (Primary Rate Interface PRI) ใช้ ช่องสัญญาณ 30 B กับ 2 D (64 กิโลบิตต่อวินาที) รวมทั้งหมดเป็น 2.048 เมกกะบิตต่อวินาที (E1)
- Q.931 ใช้ในอเมริกา โดยใช้ช่องสัญญาณ 23 B กับ 1 D (64กิโลบิตต่อวินาที) รวมเป็น 1.544 เมกกะบิตต่อวินาที (T1) ซึ่ง 8 กิโลบิตต่อวินาที พิเศษสำหรับการทำซิงโครนัส

ปกติการให้บริการไอเอสดีเอ็น (ISDN switch service) จะขึ้นอยู่กับขอใช้ของแต่ละบุคคล แต่ทางไอทียู-ทีเอส ได้ตั้งแบบของการรวมเซอร์กิตแบบ DS-0 สำหรับผู้เช่า โดยเรียก H0 สำหรับ 6 DS-0 (384 กิโลบิตต่อวินาที) H11 สำหรับ 24 DS-0 (1536 กิโลบิตต่อวินาที) H12 สำหรับ 30 DS-0 (1.920 เมกกะบิตต่อวินาที) ซึ่งทั้ง H11 และ H12 ใช้เป็น PRI

◆ การจำลองการทำงานของเซอร์กิตโดยใช้เอทีเอ็ม (ATM emulated circuit)

เครือข่ายเอทีเอ็มสามารถจำลองการให้เหมือนเป็นเซอร์กิตที่ได้กล่าวมา มาจำลองการทำงานเป็นแบบซิงโครนัสได้

### 3.2.3 การดีเลย์และความคลาดเคลื่อนของดีเลย์ (Delay and delay variance)

ทรานซิท ดีเลย์ (Transit delay) ในเครือข่ายแบบเซอร์กิตเป็นลักษณะที่สำคัญยิ่งสำหรับการใช้งานด้านมัลติมีเดียที่ต้องการส่งแบบเรียลไทม์

ตัวอุปกรณ์ทีดีเอ็ม (TDM) หรือซิงโครนัสสวิทช์ (Synchronous switch) นั้นดีเลย์ไม่ควรมากกว่า 450 ไมโครวินาที โดยในการเชื่อมต่อระหว่างคู่ของทีดีเอ็ม หรือคู่ของซิงโครนัสสวิทช์นั้น ดีเลย์จะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับในหน่วยของมิลลิวินาที ดังนั้นในระยะที่มากกว่า 200 กิโลเมตร ดีเลย์จะเพิ่มขึ้นทุก 5 ไมโครวินาที

แต่ในความเป็นจริง การการส่งจะมีดีเลย์มากกว่านี้เนื่องมาจากเหตุผล 2 ประการ คือ

1. ในระบบทีดีเอ็ม หรือสวิทช์ที่ใช้อยู่ จะมี ดีเลย์ประมาณ 1 มิลลิวินาที
2. เป็นกรณีที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากในเส้นทางนั้นอาจมีทีดีเอ็ม หรือสวิทช์อยู่เป็นจำนวนมาก

### 3.2.4 การมัลติแคสในเครือข่ายแบบเซอร์กิต

เป็นการยากที่เครือข่ายแบบเซอร์กิตในเวลานี้จะสามารทำการมัลติแคสได้ แต่ในซิงโครนัสสวิทช์นั้นไม่มีระบบป้องกันการส่งข้อมูลซ้ำซ้อน ดังนั้นอาจที่จะนำข้อมูลที่เข้ามาคัดลอกไปยังเส้นทางสายอื่น ๆ ได้ ส่วนโครงสร้างจริง ๆ นั้นไม่สนับสนุนการทำมัลติแคส

### 3.2.5 สรุป การใช้เซอร์กิตแวนสำหรับระบบมัลติมีเดีย

เซอร์กิตแวนเป็นเทคโนโลยีที่ใช้อัตราการส่งข้อมูลคงที่ ซึ่งในงานบางด้าน เช่น การส่งเสียงเพลงจากซีดีที่ไม่มีการบีบอัดข้อมูล (Uncompressed CD-quality) การประชุมทางไกล ไม่สามารถทำงานเซอร์กิตดังกล่าวข้างได้

Circuit WAN services	Access speed Kbps (0)	Isochronism	การันตี Bandwidth	Stream multicasting
Switched telephone	1-20	ใช่	Dedicated	ไม่ใช่
Leased circuit analog	1-10	ใช่	Dedicated	ไม่ใช่
Leased circuit digital	64-45000 (1)	ใช่	Dedicated	ไม่ใช่
ISDN	64-1920 (2)	ใช่	Dedicated	ไม่ใช่
Other circuit-switched services	56,1536, 2048	ใช่	Dedicated	ไม่ใช่

ตารางที่ 3.1 สรุปการทำงานของเซอร์กิตแวน

(1) ในบางเมือง ที่มี เอสดีเอช/โซเน็ต (SDH/SONET) รองรับ

(2) สำหรับ บีอาร์ไอ(BRI) ทั่วไป 2 ช่องสัญญาณสามารถรวมเป็น 128 กิโลบิตต่อวินาที ได้

### 3.3 เครือข่ายประเภทเฟรมรีเลย์แวน (Frame Relay WAN)

เฟรมรีเลย์ให้การสื่อสารแบบเรียลไทม์ (Real Time) ระหว่างผู้ใช้ปลายทางโดยให้บริการเหมือนกับการติดต่อเข้าไปยังเครือข่ายพับบลิก (Public) และไพรเวท (Private) เครือข่ายเฟรมรีเลย์ส่งเฟรมจากต้นทางไปถึงปลายทางโดยไม่มีโหนด (Node) ขึ้นกลางที่จะทำการรวมและกระจายแพคเกจ (Packet) เฟรมรีเลย์ต้องใช้โปรโตคอลคงจะกล่าวถึงต่อไป

เฟรมรีเลย์ออกแบบมาสำหรับการส่งข้อมูลจำนวนมากด้วยความเร็วสูง ไม่ใช่เทคโนโลยีสตอร์แอนด์ฟอร์เวิร์ดแต่เป็นวิธีการสื่อสารแบบ 2 ทาง (Bidirectional conversational method) เฟรมรีเลย์โดยทั่วไปอยู่ที่โอเอสไอ (OSI) ชั้น 1 และ 2 แต่อย่างไรก็ตาม มาตรฐานก็ยังได้กำหนดถึง การเชื่อมต่อกับ โปรโตคอลชั้นที่สูงกว่าเพื่อที่จะให้เข้ามาใช้เฟรมรีเลย์ได้

#### 3.3.1 เวชวลลิงค์ (The virtual link)

หลักสำคัญพื้นฐานของเฟรมรีเลย์คือการคอกับแบบเวชวล (Virtual connection) คือการคอกแบบไดนามิก (Dynamic link) และทำตัวเหมือนท่อให้ข้อมูลเคลื่อนผ่าน การเชื่อมต่อเป็นแบบถาวร

คอนเนกชันแมปปีงเทเบิล (Connection Mapping Table) เป็นหัวใจของเฟรมรีเลย์ การคอนเนกชันเป็นแบบไดนามิก และขึ้นอยู่กับความต้องการจากข้อมูลที่เข้ามา คอนเนกชันแมปปีงเทเบิลจะทำการจัดการจับคู่ผู้ส่งและผู้รับ (route) หรือเวชวลคอนเนกชัน

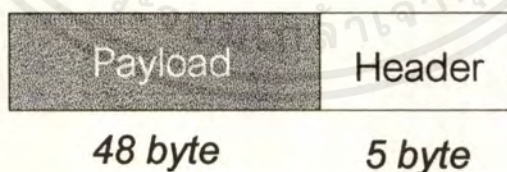
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 คาตาลิงค์คอนเนคชันไอเดนติไฟเออร์ (Data-Link connection identifier DLCI)

เฟรมจากโฮสต์ 1 ส่งผ่านพีวีซี (PVC Permanent virtual circuit) A1 ได้บรรจุดีแอลซีไอ (DLCI) ซึ่งมันได้กำหนดโลคอลแอดเดรส (Local Address) ในเฟรมรีเลย์ ดีแอลซีไอแอดเดรสตรงกับในการอ้างถึงส่วนของการเชื่อมต่อ (particular link) มันได้อธิบายถึงเฟรมและชนิดของมัน หมายความว่าหมายเลขดีแอลซีไอเดียวกันสามารถถูกใช้ได้ที่ทั้ง 2 ฝั่งของเน็ตเวิร์คเฟรมรีเลย์ที่แต่ละโฮสต์ต่อผ่านกันธรรมดา

### 3.4 เครือข่ายประเภทเอทีเอ็มแวน (ATM WAN)

เอทีเอ็มเป็นเทคนิคพื้นฐานมาจากแพ็กเก็ตสวิตช์ และการมัลติเพล็กซ์แบบ เอทีดี (Asynchronous Time Division ATD) รวมกัน เมื่อผู้ใช้ต้องการข่าวสารซึ่งอาจอยู่ในรูปของ เสียง คำ อักษร ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว เครื่องปลายทางจะเปลี่ยนข่าวสารเหล่านี้ ให้อยู่ในรูปของข้อมูลดิจิทัล ซึ่งต้องการความเร็วในการส่งไม่เท่ากัน เช่น เสียงสามารถส่งได้ที่ความเร็ว 32-64 กิโลบิตต่อวินาที ส่วนภาพเคลื่อนไหวนั้นอาจจะต้องการความเร็วถึง 40 เมกกะบิตต่อวินาที แทนที่จะส่งข้อมูลดิจิทัลนี้ออกไปอย่างต่อเนื่องเหมือนการส่งในเซอร์กิตสวิตช์ เครื่องปลายทางจะตัดข่าวสารดิจิทัลเหล่านี้เป็นส่วนย่อย ๆ แล้วสร้างเป็นแพ็กเก็ตขึ้นมาโดย เติมข้อมูลที่ใช้ควบคุมการส่งเข้าไปยังข้อมูลดิจิทัลแต่ละชิ้น แพ็กเก็ตที่สร้างขึ้นมานี้ต่างกับแพ็กเก็ตทั่ว ๆ ไป เพราะมีขนาดเล็กและมีความยาวคงที่ เราจึงเรียกว่า เซลล์ (Cell) มีข้อดีก็คือ ทำให้การจัดการบัพเฟอร์และการสวิตช์ไม่ยุ่งยาก

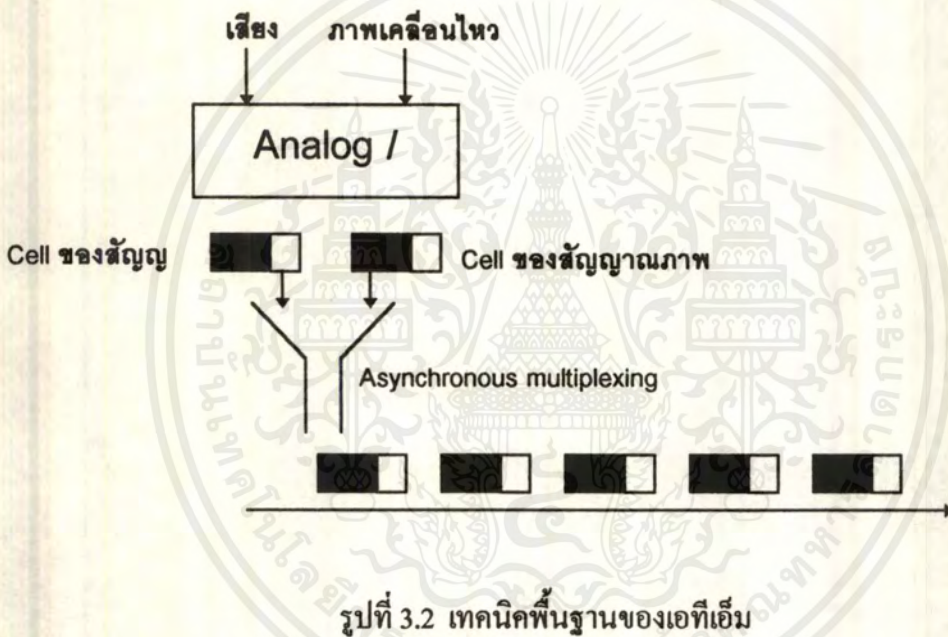


รูปที่ 3.1 แสดงเอทีเอ็มเซลล์

CCITT ได้กำหนดความยาวของเซลล์เป็นมาตรฐานคือ 53 ไบต์ โดยแบ่งเป็นส่วนที่ใช้บรรจุข้อมูลดิจิทัล (เพย์โหลด) ของผู้ใช้อยาว 48 ไบต์ และส่วนหัว (Header) ที่บรรจุข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการส่งอีก 5 ไบต์ ความยาวของเพย์โหลด 48 ไบต์นี้เป็นการพบกันครั้งทางระหว่างแนวความคิดที่ต้องการเพย์โหลดสั้นเช่น 32 ไบต์ เพื่อลดปัญหาของดีเลย์ในกรณีที่ใช้ส่งสัญญาณเสียงกับความพยายามเพิ่มประสิทธิภาพโดยให้เพย์โหลดยาว 64 ไบต์

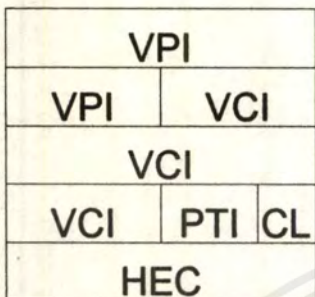
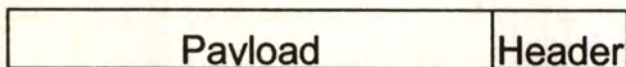
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของการสื่อสารแบบหลายสื่อที่มีการส่งข้อมูลหลาย ๆ รูปแบบพร้อม ๆ กันนั้น เครื่องปลายจะสร้างเซลล์ของข่าวสารแต่ละชนิดส่งออกไป ในลักษณะของการมัลติเพล็กซ์แบบ เอทีดี (Asynchronous Time Division) ซึ่งจะแบ่งเวลาในการสื่อสารออกเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงนานพอที่จะส่งเซลล์ได้ 1 เซลล์ เครื่องปลายทางจะจัดสรรจำนวนช่วงเวลาที่ใช้ส่งเซลล์ให้ข่าวสารแต่ละชนิดแตกต่างกันไปตามความเร็วที่จำเป็นต่อข่าวสารแต่ละชนิด ซึ่งแตกต่างกับการมัลติเพล็กซ์แบบ เอสทีดี (Synchronous Time Division) ซึ่งมีการจัดสรรช่วงเวลาให้การส่งข่าวสารแต่ละชนิดเท่ากัน

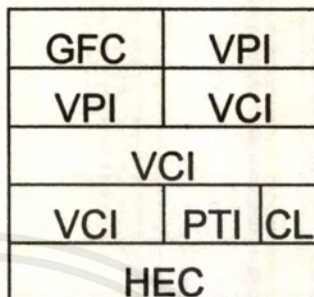


#### 3.4.1 เซลล์หัวของเอทีเอ็ม (ATM Header)

ในการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับเซลล์ นอกจากจะมีการกำหนดความยาวของเซลล์ เซลล์หัว และ เพย์โหลดแล้ว ยังมีการกำหนดโครงสร้างของเซลล์ไว้ด้วย หน้าที่หลักของเซลล์หัวคือ บอกให้โหนดในโครงข่ายเอทีเอ็มรู้ว่าเมื่อรับเซลล์นั้นเข้ามาแล้วจะต้องส่งเซลล์ต่อไปที่ โหนดใด โหนด สามารถเลือกเส้นทางที่เซลล์จะผ่าน โดยดูจากค่าเวอร์ชวลพาร์ต และเวอร์ชวลชานแนล (VCI/VPI) ในโครงข่ายเอทีเอ็ม



Cell header at



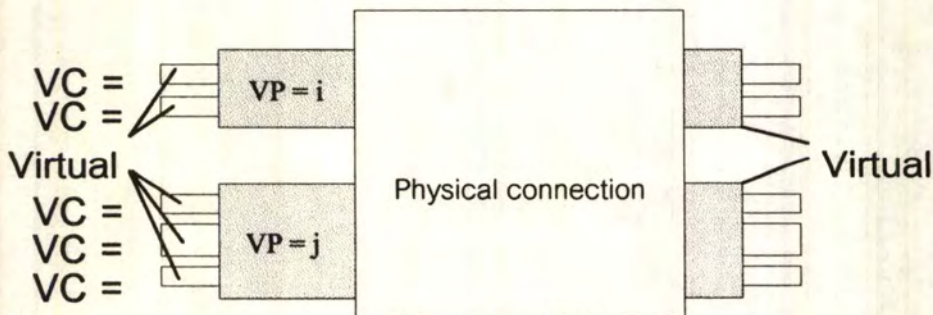
Cell header at

รูปที่ 3.3 เอทีเอ็มเซลล์เฮดเดอร์

ขบวนการของ เซลล์เฮดเดอร์ จะแตกต่างกัน 2 แบบ คือ เซลล์เฮดเดอร์ ที่ใช้สำหรับผู้ใช้ (User network interface : UNI) และ เซลล์เฮดเดอร์ ที่ใช้ในโครงข่าย (Network node interface : NNI)

◆ จีเอฟซี (Generic flow control:GFC) ประกอบด้วย 4 บิต ใช้ดำเนินการควบคุมการไหลของข้อมูลที่ อุปกรณ์ของผู้ใช้ไปยังโครงข่าย จีเอฟซีจะไม่สามารถควบคุมการไหลของข้อมูลในทิศทางอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น จากโครงข่ายไปยังผู้ใช้นั้น ส่วนของจีเอฟซี จะไม่ได้ใช้ในโครงข่าย จึงนำส่วนนี้ใช้เป็นเวอร์ชอลพาร์ทเพื่อเพิ่มความสามารถของการเลือกเส้นทาง (Path-Identifiation)

◆ วีซีไอ (Virtual channel identifier:VCI) ประกอบด้วย 16 บิต เป็นช่องสัญญาณเสมือน ซึ่งแต่ละช่องสัญญาณแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น เวอร์ชวลชาแนลแต่ละช่องจะมีความเร็วในการส่งไม่เท่ากัน และมีหมายเลข (VCI) ต่างกัน



รูปที่ 3.4 แสดง เวอร์ชวลพาร์ท และ เวอร์ชวลชาแนล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◆ วีพีไอ (Virtual path identifier:VPI) ประกอบด้วย 8 หรือ 12 บิต กลุ่มของเวอร์ชวลชาแนลที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันรวมกันเป็นเส้นทางเสมือน ซึ่งบนฟิสิกคอลลิงค์ใด ๆ อาจจะมีหลาย ๆ เวอร์ชวลพาร์ท และในแต่ละเวอร์ชวลพาร์ทก็อาจจะมีหลาย ๆ เวอร์ชวลชาแนลก็ได้ดังรูปที่ 3.4

◆ พีทีไอ (Payload Type Identifier:PTI) ประกอบด้วยบิต ซึ่งมีความหมายตามค่าต่าง ๆ ดัง

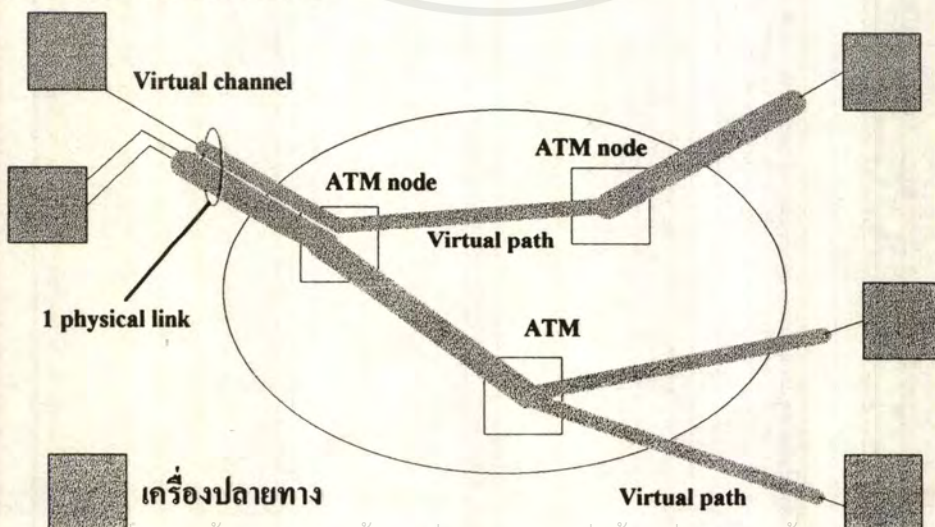
ตาราง

PTI coding	Meaning
000	User data cell, congestion not experienced, SDN type = 0
001	User data cell, congestion not experienced, SDU type = 1
010	User data cell, congestion experienced, SDU type = 0
011	User data cell, congestion experienced, SDU type = 1
100	Segment OAM flow-related cell
101	End-to-end OAM flow-relate cell
110	Resource management cell
111	Reserved

ตารางที่ 3.2 Payload Type Indicators

◆ ซีแอลพี (Cell Loss Priority:CLP) ประกอบด้วย 1 บิต ใช้สำหรับพิจารณาความสำคัญของข้อมูล และลำดับก่อนหลังในการตัดข้อมูลทิ้ง เนื่องจากการมัลติเพล็กซ์แบบสแตติค (Statistical) ทำให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดการสูญเสียเซลล์ขึ้นได้ในบี-ไอเอสดีเอ็น เซลล์ที่ซีแอลพีไม่เซตค่า แสดงว่าความสำคัญสูง และจะไม่ถูกตัดทิ้งไปไม่ว่าจะเกิดอะไรขึ้นก็ตาม

◆ เฮดอีซี (Header Error Control:HEC) ประกอบด้วย 8 บิต ใช้สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในส่วนของเฮดเดอร์



### 3.4.2 เวอร์ชวลพาร์ท และเวอร์ชวลชาแนล

สมมุติว่ามีโทรศัพท์แบบเห็นภาพ 2 เครื่องต่อถึงกันอยู่ด้วยฟิสิกคอลลิงค์อันหนึ่ง เนื่องจาก โทรศัพท์แบบเห็นภาพ นี้ จะต้องส่งทั้งภาพและเสียงไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่าบน ฟิสิกคอลลิงค์เดียวนี้ เสมือนกับว่ามีช่องสัญญาณอยู่ถึง 2 ช่อง ช่องหนึ่งใช้ส่งสัญญาณเสียง อีกช่องหนึ่งใช้ส่งสัญญาณภาพ

ช่องสัญญาณเหล่านี้เรียกว่าช่องสัญญาณเสมือนเวอร์ชวลชาแนลแต่ละช่องจะส่งสัญญาณแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น เวอร์ชวลชาแนลแต่ละช่องจะมีความเร็วในการส่งไม่เท่ากันและมีหมายเลขวีซีไอ (Virtual Channel Identifier, VCI) ต่างกัน ถ้ามีการติดต่อกันระหว่างเครื่องปลายทางหลาย ๆ คู่บน ฟิสิกคอลลิงค์เดียวกัน ก็จะมี เวอร์ชวลชาแนลหลายๆ ช่องบนฟิสิกคอลลิงค์นั้น ในกรณีที่ต้องมีการอ้างอิงถึงแต่ละ เวอร์ชวลชาแนลอาจเกิดความสับสนขึ้น ดังนั้นเราจะจัดเวอร์ชวลชาแนลทั้งหมดระหว่างเครื่องปลายทางแต่ละคู่ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยเรียกกลุ่มดังกล่าวนี้ว่าเส้นทางเสมือน (Virtual Path) และกำหนดเลขที่ให้เวอร์ชวลพาร์ท (Virtual Path Identifier, VPI) ด้วย จึงสรุปได้ว่าบน ฟิสิกคอลลิงค์ใด ๆ อาจจะมีหลาย ๆ เวอร์ชวลพาร์ท และในแต่ละ เวอร์ชวลพาร์ทก็อาจจะมีหลาย ๆ เวอร์ชวลชาแนลและการอ้างอิงถึง เวอร์ชวลชาแนลใด ๆ ก็จะต้องบอกทั้งค่าวีซีไอ และวีพีไอ

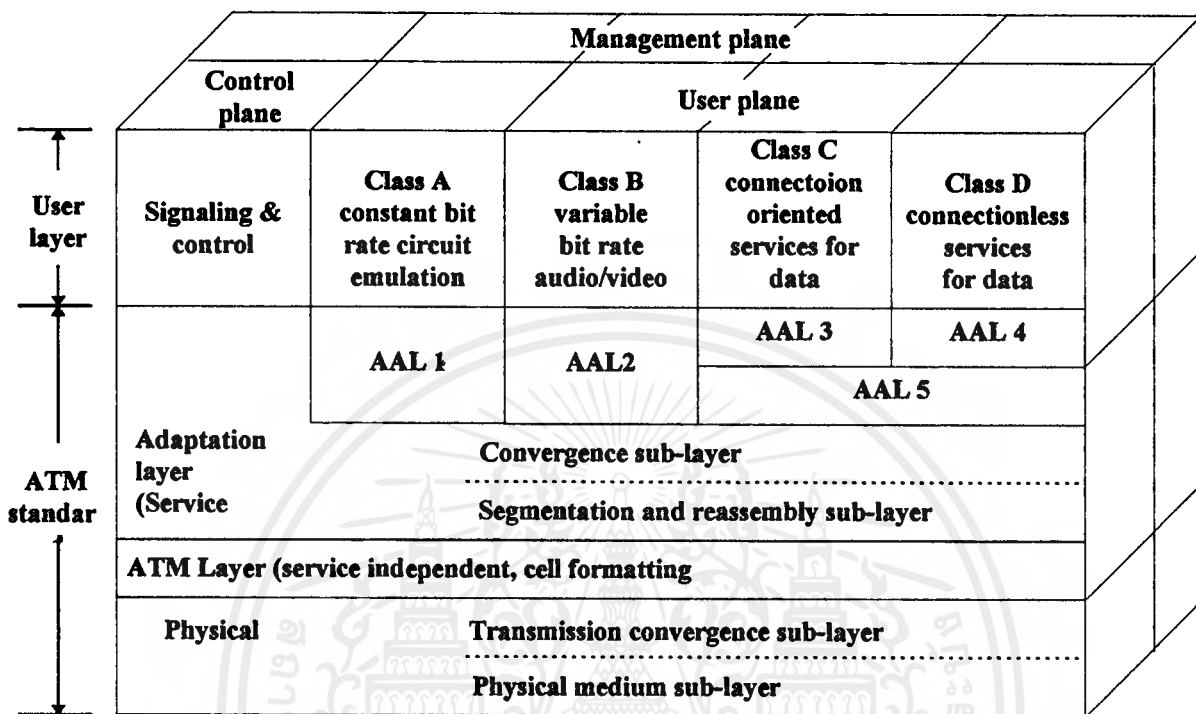
ในโครงข่ายเอทีเอ็มมีการติดต่อบetweenเครื่องปลายทางคู่หนึ่งอาจจำเป็นต้องผ่านฟิสิกคอลลิงค์หลาย ๆ ลิงค์ และในแต่ละลิงค์ อาจจะมีหลาย ๆ เวอร์ชวลพาร์ทที่มีเส้นทางและปลายทางต่าง ๆ กันไป ดังรูปที่ 3.5 ในรูปที่นี้แสดงการต่อ เวอร์ชวลพาร์ทจากจุดเดียวไปหลายจุด (point-to-multipointing)

จะเห็นได้ว่า เวอร์ชวลพาร์ทที่ใช้ในการติดต่อบetweenเครื่องปลายทางคู่หนึ่ง ๆ ในโครงข่ายเอทีเอ็ม จะประกอบด้วยเวอร์ชวลพาร์ทย่อย ๆ ตั้งแต่ 2 ช่วงขึ้นไปมาต่อกัน เช่น เวอร์ชวลพาร์ทระหว่างเครื่องปลายทางกับเอทีเอ็ม โหนด. หรือเวอร์ชวลพาร์ทระหว่างเอทีเอ็ม โหนด ด้วยกันเองโดยเวอร์ชวลพาร์ทในแต่ละช่วงนั้นอาจจะมีวีพีไอต่างกัน

ในการทำงานเดียวกัน เวอร์ชวลชาแนลที่อยู่ต่างช่วงกันก็อาจจะมีวีซีไอต่างกัน ด้วยเหตุนี้เองเอทีเอ็ม โหนด จึงอาจจะทำหน้าที่เป็นพาร์ทสวิตช์ (Path switch) หรือชาแนลสวิตช์ (Channel switch) ก็ได้ อุปกรณ์ที่จัดเป็นพาร์ทสวิตช์ได้แก่เอทีเอ็มครอสคอนเน็ค (ATM Cross-connect) และเอทีเอ็มมัลติเพลกซ์ (ATM Multiplexer)

ส่วนอุปกรณ์ที่จัดเป็นชาแนลสวิตช์ได้แก่ ซุมสายเอทีเอ็ม และเอทีเอ็มคอนเซนเทรเตอร์ (ATM Concentrator)

### 3.4.3 โมเดลโปรโตคอลเอทีเอ็ม (ATM Protocol Reference Model)



รูปที่ 3.6 B-ISDN reference model

ชั้นโปรโตคอลของเอทีเอ็ม ถูกนิยามโดย CCITT ดังแสดงในรูปที่ 3.6 อแดปชันเลเยอร์ (Adaptation layer) เป็นบริการเฉพาะที่ระดับชั้นสูง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การบริการที่มีค่าบิตเรทคงที่ (CBR) และค่าบิตเรทไม่คงที่ (VBR) นั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชั้นย่อย คือ ชั้นย่อยคอนเวอร์เจน (Convergence) และเอสเออาร์ (Segmentation and reassembly SAR) ฟังก์ชันในชั้นที่เหนือขึ้นไปแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ บริการซิกเนลลิ่ง (Signalling) คอนเนคชันเลส (Connectionless) และคอนเนคชันโอเรียนเต็ด (Connection-oriented)

#### 3.4.3.1 ฟิสิกัลเลเยอร์ (Physical Layer)

ฟิสิกัลเลเยอร์จะทำหน้าที่ส่งผ่านเอทีเอ็มเซลล์ระหว่างปลายทางทั้งสอง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 ชั้นย่อยคือ

- ◆ ฟิเอ็มดี (Physical media dependent sublayer PMD) จัดการเกี่ยวกับความสามารถในการส่งบิต รวมถึงการสร้างและตอบรับ รูปแบบของสัญญาณที่เหมาะสมกับตัวกลาง

◆ ทีซี (Transmission convergence sublayer TC) จะทำการสร้างและตรวจสอบเฮดอีซี จัดรูปเฟรมกับเซลล์ และทำการเข้ารหัส ซึ่งทีซีจะรับเซลล์จาก ชั้นของเอทีเอ็มเปลี่ยนไปเป็นรูปแบบของทีเอ็มดี

#### 3.4.3.2 ชั้นเอทีเอ็ม (ATM Layer)

ชั้นเอทีเอ็มทำหน้าที่หลักคือการสร้าง เซลล์ เฮดเคอร์ และนำ เฮดเคอร์ จากเซลล์ที่รับเข้ามา ไปประมวลผล การประมวลผล เฮดเคอร์นี้จะทำในเครื่องปลายทางของผู้ใช้ หรือในโหนด ที่เซลล์ต้องผ่าน ชั้นตอนหนึ่งในการประมวลผล เฮดเคอร์ คือการอ่านค่า VCI/VPI ของเซลล์ และระหว่างส่งเซลล์ออกไปทางใดแล้ว จึงกำหนด VCI/VPI ใหม่สำหรับ เฮดเคอร์ ใหม่ของเซลล์นั้น นอกจากนี้ เอทีเอ็มเลเยอร์นี้ยังทำหน้าที่รวมเซลล์ที่มีค่า VPI เดียวกัน (แต่ VCI ต่างกัน) ส่งออกไปในเส้นทางเดียวกัน และแยกเซลล์ใน VPI เดียวกันออกตามค่า VCI ข้อสังเกตประการหนึ่งเกี่ยวกับ เอทีเอ็มเลเยอร์นี้คือ ไม่มีการทำการควบคุมความผิดพลาด (Error control) และควบคุมการไหลของข้อมูล (Flow control)

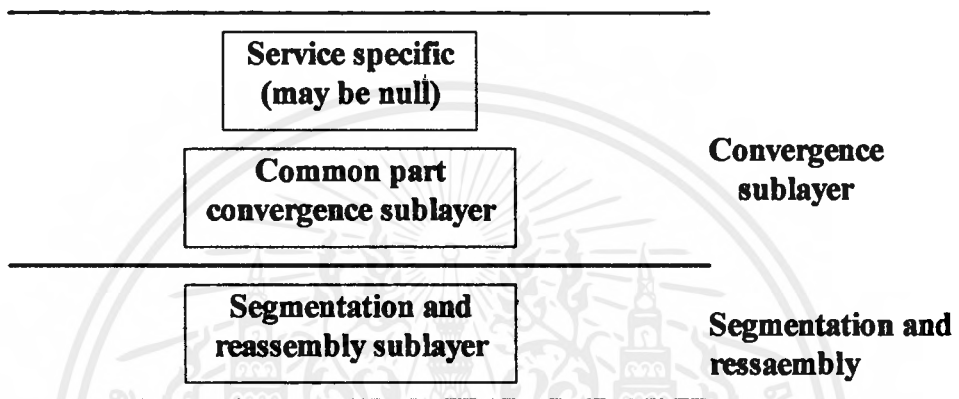
#### 3.4.3.3 เอทีเอ็มอแดปชันเลเยอร์ (ATM Adaptation layer)

เอทีเอ็มอแดปชันเลเยอร์จะจัดการเกี่ยวกับฟังก์ชันของเซลล์ เฮดเคอร์ ซึ่งไม่ได้พิจารณาถึงโครงสร้างหน่วยข้อมูล และอัตราการส่งบิตของการใช้งาน เอทีเอ็ม มีความยืดหยุ่นและง่ายในการจัดการ โดยที่ความต้องการการบริการต่าง ๆ จะมีการกำหนดคุณภาพการบริการของการใช้งานใน B-ISDN ลักษณะพิเศษที่น่าสนใจใน เอทีเอ็มอแดปชันเลเยอร์ได้แก่

- ◆ ไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับ ความถี่นาฬิกา (Clock) ในการบริการ
- ◆ ไม่มีการตรวจจับ เซลล์ที่เดินทางไปจุดปลายทาง ที่ไม่ได้กำหนด (Misinserted cells)
- ◆ ไม่มีการตรวจจับเซลล์ที่สูญเสีย
- ◆ ไม่มีวิธีที่จะตัดสินใจ และจัดการค่าดีเลย์ (Cell delay variation)
- ◆ ไม่รู้รายละเอียดของ ข้อมูลที่ผู้ใช้ส่ง

เหตุผลสำคัญที่ไม่ได้จัดการกับฟังก์ชันเหล่านี้ใน เอทีเอ็มเลเยอร์เนื่องมาจากการใช้งานของ B-ISDN ไม่ต้องการฟังก์ชันเหล่านี้ทั้งหมดในการสื่อสาร ชนิดโคชชนิดหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่นข้อมูล ไม่ต้องการรายละเอียดของความถี่นาฬิกาในการบริการ ขณะที่บริการเสียงไม่ต้องการทราบรายละเอียด ข้อมูลของผู้ใช้ ฟังก์ชันที่ต้องการสำหรับการบริการต่างๆ สามารถแบ่งออกเป็นคลาส (class) ย่อย ๆ หน้าที่หลักของเอเอแอล (AAL) คือ จะจัดการตามฟังก์ชันของแต่ละคลาสการบริการ ตามความต้องการคุณภาพของการบริการ

เอเอแอลรองรับฟังก์ชันของชั้นที่สูงกว่า และรองรับการเชื่อมต่อระหว่างเอทีเอ็ม และไม่ใช่เอทีเอ็ม ข้อมูลที่เอเอแอลได้รับมาจากชั้นที่สูงกว่าจะถูกคัดและแบ่งออก แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของเซลล์ และเซลล์ที่เอเอแอลได้รับมาจากเอทีเอ็มเลเยอร์จะถูกรวมกลับไปอยู่ในรูปแบบของข้อมูล

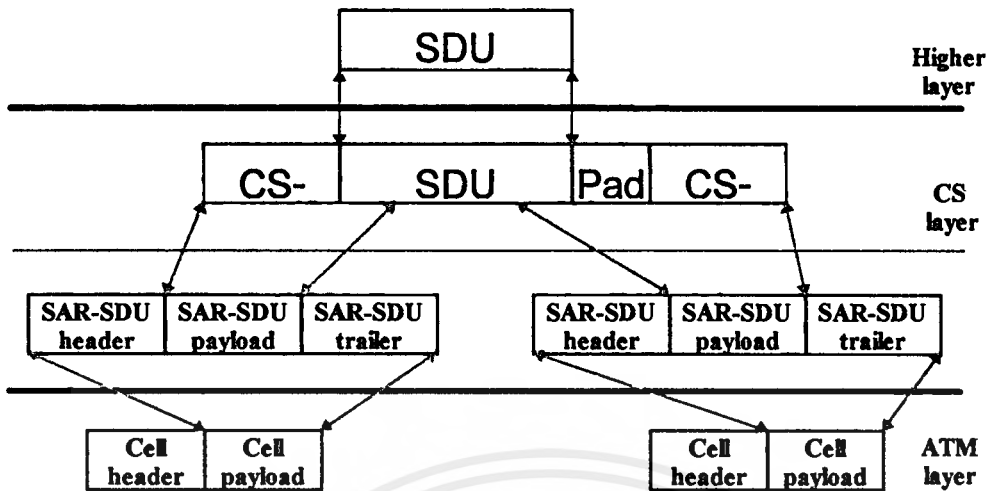


รูปที่ 3.7 AAL Structure

เอเอแอลประกอบด้วย 2 ชั้น ดังรูปที่ 3.7 คือเอสเออาร์ (Segmentation and reassembly SAR) และซีเอส (Convergence sublayer CS)

พิจารณาทางด้านส่งชั้นของเอสเออาร์เมื่อได้รับซีเอส (CS Physical data unit CS-PDU) แล้วทำการแบ่งข้อมูลออก และทำการเพิ่มส่วน เอสเออาร์ส่วนหัวและหางเข้าไป (Header/Trailer) ไปในพิดิยู (PDU) สุดท้ายแล้วเพย์โหลดจะถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบเอทีเอ็มเซลล์ (48 ไบต์) ทางด้านรับ ชั้นเอสเออาร์จะทำการสร้าง CS-PDU ขึ้นมาใหม่จากเอทีเอ็มเซลล์ที่ได้รับมา แล้วส่งไปยังซีเอส

ชั้นซีเอสแบ่งออกเป็นซีพีซีเอส (Common part CS CPCS) และเอสเอสซีเอส (Service specific SC SCS) ซีพีซีเอสจะจัดการเกี่ยวฟังก์ชันทั่วไป เช่น การมัลติเพล็กซ์และการตรวจจับการสูญเสียของเซลล์ เอสเอสซีเอสต้องการสำหรับผู้ใช้ในคลาสที่ต่างกัน สำหรับการบริการที่ไม่ต้องการฟังก์ชันพิเศษ เอสเอสซีเอสจึงไม่มีความจำเป็นอาจถูกตัดทิ้งได้



รูปที่ 3.8 Segmentation and reassembly functions in variable bit rate service

ส่วนหัวของเฮสเออาร์ของการบริการแบบวีบีอาร์ ถูกประกอบขึ้นเพื่อแสดงส่วนของ CS-PDU ที่ถูกแบ่งว่า เป็นส่วนเริ่มต้น ตอนกลาง หรือสุดท้าย 1 ส่วนของ PDU ที่ถูกแบ่งจะมีขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับเซลล์เพย์โหลด ยิ่งกว่านั้นการบริการ VBR จำเป็นต้องมีการป้องกันเพย์โหลดของเซลล์ ต่อการเกิดความผิดพลาด (Bit error CRC (cyclic redundancy check) field) ถูกรวมในส่วนหางของเฮสเออาร์เพื่อป้องกันเกิดการผิดพลาด เมื่อมีการตรวจจับได้ CS จะถูกบอกเกี่ยวกับความผิดพลาด และมีการกระทำตามวิธีที่เหมาะสมสำหรับข้อกำหนดของการบริการ

การแบ่งชนิดการบริการ B-ISDN ตามข้อกำหนดข้างบนนี้สามารถแบ่งได้ 8 คลาสต่าง ๆ กัน แต่ได้กำหนดนิยามไว้ 4 คลาส คือ

- ◆ คลาส A ค่าบิตเรทคงที่ มีการติดตั้งการเชื่อมต่อและต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างต้นทางและปลายทาง การบริการของ คลาส นี้ ยกตัวอย่าง ได้แก่ 64 กิโลบิตต่อวินาที เสียงและภาพที่มีค่า บิตเรท คงที่ เป็นต้น
- ◆ คลาส B ค่าบิตเรทคงที่ มีการติดตั้งการเชื่อมต่อ และต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างผู้ใช้ ตัวอย่างการบริการ ได้แก่ ภาพที่ บิตเรท ไม่คงที่ เป็นต้น
- ◆ คลาส C ค่าบิตเรทไม่คงที่ มีการเชื่อมต่อและไม่ต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างผู้ใช้ ตัวอย่างการบริการ ได้แก่ การส่งข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อ
- ◆ คลาส D ค่าบิตเรทไม่คงที่ ไม่มีการเชื่อมต่อ และไม่ต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างผู้ใช้ ตัวอย่างการบริการ ได้แก่ การส่งข้อมูลที่ไม่มีการเชื่อมต่อ (LAN, WAN)

Service Classes	Class A	Class B	Class C	Class D
Timing relation between source and destination	Required	Required	Not Required	Not Required
Bit Rate	Constant	Variable	Variable	Variable
Connection mode	Connection Oriented	Connection Oriented	Connection Oriented	Connectionless

ตารางที่ 3.3 การบริการใน เอทีเอ็ม

### 3.4.4 โซเน็ต (Sonet Synchronous Optical NETWORK )

เป็นข้อกำหนดของเบลคอค (Bellcore) สำหรับมาตรฐานเอสดีเอส (SDH Synchronous Digital Hierarchy) โดยซีซีไอทีทีในยุโรปและเอเชีย โซเน็ตประกอบด้วยวิธีการที่จะใช้ส่งข้อมูลในไฟเบอร์ออปติคระหว่างประเทศความเร็วสูง มาตรฐานการส่งแบบมัลติเฟสสำหรับติดต่อระหว่าง PTTs IXCs และ LECs มาตรฐานของโซเน็ต ได้ถูกแบ่งเป็น 3 เฟส แต่ละเฟสจะแสดงถึงระดับของการควบคุม การดำเนินงาน การบำรุงรักษา

- เฟสที่ 1 ถูกรับรองโดยซีซีไอทีที ในปี 1998 ได้กำหนดอัตราการส่ง และวิธีการส่ง รูปแบบและการติดต่อ โดยใช้แสง เฟสนี้ได้กำหนดขั้นต้นเกี่ยวกับรายละเอียดของฮาร์ดแวร์สำหรับการส่งข้อมูลแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point) เฟส 1 ได้กำหนดมาตรฐานของช่องการส่งข้อมูล ( DCC, Data Communicaitons Channels ) ด้วยฟังก์ชันพื้นฐาน
- เฟสที่ 2 สร้างครอบคลุมถึง การเชื่อมต่อกันได้ของหลายเวเนเตอร์ และการจัดการ และยังกำหนดถึงไอเอไอ (IAO intaoffice optical interface ) ซึ่งอนุญาตให้เครื่องมือเชื่อมต่อเข้าสู่สำนักงานส่วนกลางได้
- เฟสที่ 3 ได้กำหนดครอบคลุมถึงเฟสที่ 2 และได้ให้ความต้องการของ OAM&P ทั้งหมด สำหรับการเชื่อมต่อกันของหลายเวเนเตอร์ เพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเน็ตเวิร์ค การตรวจดูประสิทธิภาพ และฟังก์ชันควบคุม

#### 3.4.4.1 โครงสร้างของโซเน็ต

โครงสร้างสัญญาณแสง (Optical Carrier OC-N ) ได้อิงตามโครงสร้างที่ตายตัวและไฮเออราคี (Hierarchy) ระดับของ OC-N เหล่านี้จะถูกมันติเพรช เป็นความเร็วในการส่งที่สูงขึ้นโดยที่ช่วงอยู่ในช่วงจิกกะบิต และให้ทางเลือกสำหรับการมันติเพรช T1 และ T3 โซเน็ตแก้ปัญหามากมายของปัญหาการจัดการเน็ตเวิร์คที่เกี่ยวกับการส่งแบบ T3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.4.2 โครงสร้างพื้นฐาน

โครงสร้างแรกของ โซเน็ต นั้นสร้างจาก STS-1 ( Synchronous Transport Signal Level-1 ) ส่งผ่านสัญญาณ OC-N บนไฟเบอร์ออปติกสายของบิตของ STS-1 มีขนาด 51.48 เมกกาบิตต่อวินาที ที่เกิดจากการรวมกัน เมื่อแปลงจากสัญญาณไฟฟ้า เป็นไฟเบอร์ออปติกเรียกว่า OC-1 (Optical caier 1) และถูกบีบอัดในการส่งเป็น 810 ไบต์ต่อเฟรมที่อัตราส่ง 8000 ครั้งต่อวินาที ช่วงความเร็วของ โซเน็ต จาก 51.840 เมกกาบิตต่อวินาที (OC-1) - 4.976 จิกกาบิตต่อวินาที (OC-96) สัญญาณอื่นๆ ที่ความเร็วต่ำกว่า OC-1 จะถูกมัลติเพลกซ์เป็นช่องสัญญาณ OC-1

### 3.4.4.3 ไฮเออราคี (Hierarchy)

จากตารางจะแสดงถึง ไฮเออราคีของโซเน็ต

OC level	Bit Rate (Mbps)	DS0s	DS1s	DS3s
1	51.84	672	28	1
3	155.52	2016	84	3
6	311.04	4032	168	6
9	466.56	6048	252	9
12	622.08	8064	336	12
18	933.12	12096	504	18
24	1244.16	16128	672	24
36	1866.24	24192	1008	36
48	2488.32	32256	1344	48

### 3.4.4.4 การทำมัลติเพลกซ์

โซเน็ต ได้ให้การทำมัลติเพลกซ์โดยตรงกับทั้ง ความเร็ว และ สัญญาณ อซิงโครนัส และซิงโครนัส เข้าไปใน STS-N เพย์โหลดเรียกว่าทิวทารี (Tibutary)

### 3.4.4.5 เพย์โหลดของ STS-1 (Payload)

ในสหรัฐอเมริกา โซเน็ตเฟรมมีขนาด 52.84 เมกาบิตต่อวินาที (STS-1) สัญญาณที่มีอัตราส่งสูงกว่านี้เกิดขึ้นจากการมัลติเพลกซ์ของสัญญาณพื้นฐานนี้ โซเน็ตใช้เฮกเตอร์ 4 กลอดัม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3 ทรานสปอร์ท และ 1 พาร์ท) จาก 90 คอลัมเฟรม เหลือ 86 คอลัมของเพย์โหลดคูณด้วย 9 ได้ส่วนของเพย์โหลด 774 ไบท์ แต่โชคไม่ดีมาตรฐานการตกลงมีเทคนิคบางอย่างทำให้ที่เหลือไม่ได้ใช้เป็นเพย์โหลดทั้งหมด

ในการใช้งานกับ DS1 คอลัม 30 และ 59 ในเพย์โหลดถูกแบ่งเป็น ฟิกสตัฟ (Fixed Stuff) และไม่สามารถใช้สำหรับบรรจุข้อมูล คอลัมเหล่านี้ถูกทิ้งไว้สำหรับแมป (Mapping) DS1 เข้าไปในเพย์โหลด DS1 ใช้ 84 คอลัมกับอีก 2 คอลัมที่เหลือนั่นคือ 30 และ 59 จะถูกกำหนดโดยการเติมด้วย 0 เมื่อเซตใช้ STS-1 คอลัมนี้จะถูกใช้อยู่ เพย์โหลด 756 ไบท์จะเก็บ 14.3 เอทีเอ็ม เซลต่อเฟรม เซลจะถูกจัดเรียงจากซ้ายไปขวา และจากบนลงล่าง (เว้นคอลัมพิเศษ) และใส่อย่างสมบูรณ์ในฟิลเพย์โหลดที่ใช้ได้ อนุญาตให้เซลเริ่มที่เฟรมหนึ่งและจบที่อีกเฟรมหนึ่งได้ ดังนั้น 51.84 เมกาไบท์ต่อวินาที (STS-1) จึงบรรจุได้ 14.3 เซล

#### 3.4.4.6 เพย์โหลดของ STS-3C

ความเร็วจุดไปของเอทีเอ็มคือ 155.52 เมกาบิตต่อวินาที มี 2 ทางที่จะได้ความเร็ว 155 เมกาบิตต่อวินาทีคือใช้ 3 STS-1 ทำมัลติเพลกซ์กันทำให้มีความเร็ว 155 (STS-3) หรือใช้ STS-3c ตรง ๆ มันแตกต่างกันเล็กน้อย STS-3 มีโอเวอร์เฮดเป็น 3 เท่าของ STS-1 เกิดจากการทำ ไบท์อินเทอร์ลีฟมัลติเพลกซ์ (Byte Interleaved Multiplex Process) มีข้อเสียคือโอเวอร์เฮดจะมากเป็น 3 เท่าของ STS-1

ในการกลับกัน STS-3c ออกแบบมาให้เพย์โหลดมีขนาดใหญ่ขึ้น มันใช้สำหรับใส่เพย์โหลดที่มีขนาดมากกว่า DS3 (45 เมกาบิตต่อวินาที) อาจเป็นเอฟดีดีโอ หรือเอทีเอ็ม เพราะว่า STS-3c ถูกสร้างขึ้นโดยตรงไม่ได้มาจากการมัลติเพลกซ์ จึงมีโอเวอร์เฮด 1 คอลัมแทนที่จะเป็น 3 อย่าง STS-3 เพย์โหลดจึงใหญ่กว่า STS-3 18 ไบท์ และ STS-3c ยังไม่มีฟิกสตัฟคอลัม (Fixed Stuff Column) เพราะฉะนั้น 2430 ไบท์จึงใช้ได้ 2340 ไบท์ รับเฟรมของเอทีเอ็มถึง 44.2 เซลต่อเฟรม

## บทที่ 4

### การออกแบบเครือข่าย

การออกแบบเครือข่ายในบทนี้ จะกล่าวถึงหลักการออกแบบ และตัวอย่างการออกแบบเครือข่ายเพื่อรองรับแอปพลิเคชันที่ต้องการงาน โดยเฉพาะแอปพลิเคชันทางด้านมัลติมีเดีย ดังเช่น เคสทอปวีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ (ระบบการประชุมทางไกลทางเครื่องคอมพิวเตอร์), วิดีโอออนไลน์ یمانค์ เป็นต้น

#### 4.1 หลักการออกแบบเครือข่าย

ในการออกแบบเครือข่ายเพื่อรองรับแอปพลิเคชันนั้น เป็นการออกแบบในอีกรูปแบบหนึ่งที่จะเริ่มการออกแบบจากความต้องการใช้การใช้งานทางด้านแอปพลิเคชันใดแอปพลิเคชันหนึ่ง หรือหลายแอปพลิเคชัน จากนั้นจึงออกแบบโครงสร้างและเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งการออกแบบนี้เป็นการออกแบบเครือข่ายจากเริ่มต้น คือ ยังออกแบบจากระบบที่ไม่มีเครือข่ายเดิมรองรับอยู่ โดยสรุปขั้นตอนการออกแบบได้ดังนี้

1. กำหนดความต้องการ (Requirement)
2. พิจารณาผลิตภัณฑ์ของแอปพลิเคชันที่ต้องการใช้(Software).
3. พิจารณาปัจจัยของเครือข่ายที่รองรับแอปพลิเคชัน(Criteria)
4. พิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี พร้อมออกแบบโครงสร้างของเครือข่ายคร่าวๆ
5. ออกแบบพร้อมทั้งพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครือข่าย โดยในขั้นตอนต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

##### 4.1.1 กำหนดความต้องการ

ในขั้นตอนนี้เป็นการค้นหาและกำหนดความต้องการของผู้ใช้ว่ามีความต้องการใช้งานแอปพลิเคชันในด้านใด มีจำนวนผู้ใช้เท่าใด แบ่งเป็นกี่เซกเมนต์กี่สแตจชัน มีผู้ใช้ส่วนใดมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด

##### 4.1.2 พิจารณาผลิตภัณฑ์ของแอปพลิเคชันที่ต้องการใช้

เนื่องจากการออกแบบเครือข่ายนี้ เน้นถึงเครือข่ายที่รองรับแอปพลิเคชันที่ต้องการใช้งานเป็นสำคัญ ในขั้นนี้จึงเป็นการพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับแอปพลิเคชันที่ต้องการใช้งาน เช่นแอปพลิเคชันทางด้านวีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ อาจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ของคอมเพรสชันแลป (Compression Lab Inc : CLI ) เป็นต้น

#### 4.1.3 พิจารณาปัจจัยของเครือข่ายที่รองรับแอปพลิเคชัน

จากความต้องการและผลิตภัณฑ์ของแอปพลิเคชันที่ได้กำหนดไว้ จะนำไปใช้ในการพิจารณาถึงลักษณะเครือข่าย

เนื่องจากระบบการประชุมทางไกล (วิดีโอคอนเฟอเรนซ์) มีลักษณะดังนี้

- ต้องการการส่งแบบเรียลไทม์ (Real time) ของสื่อข้อมูลที่ต่อเนื่อง ( เช่น ภาพวิดีโอ และ เสียง)
- ปริมาณข้อมูลที่แลกเปลี่ยนกันมาก หรือค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเข้ารหัสของสื่อข้อมูลที่ต่อเนื่อง
- เป็นแอปพลิเคชันประเภท คิสทรีบิว ออเรียนเท็ด( Distribution oriented) โดยเฉพาะเมื่อรองรับบริการผู้ใช้(User) ประเภทถาวร

เนื่องจากลักษณะเหล่านี้ ทำให้เราเลือกหลักเกณฑ์(Criteria)เกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครือข่าย 4 ข้อดังนี้

1. ทROUGHPUT (Throughput)
2. ทรานซิท ดีเลย์ (Transit delay)
3. ความคลาดเคลื่อนของความหน่วง (Delay variation)
4. อัตราความผิดพลาด (Error rate)

นอกจากนี้เรายังมีตัวแปรอีก 3 ตัว เกี่ยวกับการรองรับการส่งแบบเรียลไทม์ (Real time) ของสื่อที่ต่อเนื่องกัน (Continuous media)

5. การประกาศจากหนึ่งคนไปที่กลุ่มและจากหนึ่งคนไปที่ทุกคน (Multicasting and Broadcasting capabilities)
6. ไอโซโครนิซึม (Isochronism)
7. คุณภาพของการบริการ (Quality of Service)

**ทROUGHPUT (Throughput) หรือ บิทเรท(Bit Rate)** คือจำนวนของตำแหน่งฐานสองที่เครือข่ายสามารถรับและส่งต่อช่วงเวลาหนึ่งๆ ระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ปลายทาง (End-system) 2 เครื่อง ซึ่งต่างจากความเร็วที่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ปลายทาง (End-system) ต่อเข้ากับเครือข่าย

ทROUGHPUT(throughput) หรือ บิทเรท(bit rate) บางครั้งเราก็เรียกว่า ความเร็วข้อมูล(data rate) หรือ ความเร็วในการส่ง (transfer rate) นอกจากนี้ ยังสามารถเรียกว่าแบนวิธท์ (bandwidth) ได้ อีก แต่จริงๆ แล้ว แบนวิธท์ คือ ช่วงความถี่ของสื่อที่ใช้ส่ง

ความเร็วบิต (Bit rate) นั้นมีทั้งแบบคงที่เมื่อแปรตามเวลา (Constant Bit Rate - CBR) หรือ แบบที่ไม่คงที่ที่เรียกว่า (Variable Bit Rate -VBR) และคุณสมบัติของสายข้อมูลที่มีค่า VBR มากหรือน้อยกว่าปกติ เรียกว่า เบอสตินเนส (Burstiness)

ทรานซิส ดีเลย์ (Transit delay) คือเวลาที่เสียไประหว่างที่ปล่อยบิตแรก ของบล็อกรับข้อมูลจากด้านผู้ส่ง จนกระทั่งรับข้อมูลบิตแรกจากด้านผู้รับ ซึ่งความหน่วงจากบล็อกรับ ของข้อมูลในการส่งข้ามเครือข่ายนั้น เราเรียกว่า ลาทენซี (Latency) ได้ด้วย

ส่วนความหน่วงจากปลายทางด้านหนึ่ง ไปอีกด้านหนึ่งนั้น (End-to-End Delay) คือ ผลรวมของ

- เวลาที่ใช้ในการรอที่จะใช้สื่อกลาง หรือ รอเครือข่ายให้พร้อมที่เราจะใช้งาน (Access Delay)
- เวลาที่ใช้ในการส่งแต่ละบิตของบล็อกรับแบบอนุกรม (Block Transmission Delay)
- และ ทรานซิส ดีเลย์ (Transit delay) ดังที่ได้นิยามแล้ว

ความคลาดเคลื่อนของความหน่วง (Delay Variation) คือความคลาดเคลื่อนของความหน่วง ที่คำนวณได้จากความแตกต่างของทรานซิส ดีเลย์ (Transit delay) ที่ยาวที่สุด และสั้นที่สุด ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งความคลาดเคลื่อนของความหน่วง (Delay Variation) เป็นลักษณะที่สำคัญของเครือข่ายที่รองรับสายข้อมูลประเภทที่ขึ้นกับเวลา

ส่วนคำว่า จิตเตอร์ (Jitter) คือ ความคลาดเคลื่อนของความหน่วงที่เกิดจากอุปสรรค ในการส่งเท่านั้น อย่างไรก็ตาม บางครั้งเราก็อาจเรียกความคลาดเคลื่อนของความหน่วงในการส่ง (Transmission Delay Variation) ว่า จิตเตอร์ (Jitter) เช่นกัน และเพื่อเป็นการแยกแยะ เราจะเรียก จิตเตอร์ ที่เกิดจากอุปสรรคว่า จิตเตอร์ทางกายภาพ (Physical Jitter) ซึ่งทุกเครือข่ายจะมี จิตเตอร์ทางกายภาพ อยู่ เพียงแต่จำนวนเล็กน้อย

ในเครือข่ายประเภทวงจร (Circuit Network) หรือบริการอย่างเช่น ไอเอสดีเอ็น (ISDN) หรือ วงจรที่มีการเช่า (Leased circuit) นั้น มีความคลาดเคลื่อนของความหน่วง (Delay Variation) เฉพาะจิตเตอร์ทางกายภาพ (Physical Jitter) เท่านั้น

ส่วนในเครือข่ายแพ็คเกจแบบแบน เช่น อีเทอร์เน็ต (Ethernet) , โทเคนริง (Token Ring), เอฟดีดีไอ (FDDI) นั้น ก็มีจิตเตอร์ทางกายภาพ (Physical Jitter) และ เวลาในการเข้าถึงสื่อกลาง (Medium Access Time) เท่านั้น ที่เป็นความคลาดเคลื่อนของความหน่วง (Delay Variation)

ส่วนในแพ็คเกจแบบแวน (WAN) เช่น X.25, ไอพี (IP), เฟรมรีเลย์ (Frame Relay) มีความคลาดเคลื่อนของความหน่วง (Delay Variation) คือ จิตเตอร์ทางกายภาพ และเวลาในการรอการควบคุมในการไหลของข้อมูล (Flow Control Waiting Time) และ ความหน่วงของสวิทช์แบบ เก็บและส่งต่อไปข้างหน้า (Store-and-Forward Switching Delay)

**ไอโซโครนิซึม (Isochronism)** คือ การการันตี (Guaranteed) บิตเรท และความหน่วงจิตเตอร์ (Jitter) และต้องการจิตเตอร์ค่าน้อยๆ

**อัตราความผิดพลาด (Error Rate)** มักเกิดจาก การแทน,เสีย,จำลอง ข้อมูล และการส่งข้อมูลผิดพลาด และเมตริกซ์ที่ใช้ในการวัดอัตราความผิดพลาด คือ อัตราความผิดพลาดของบิต (Bit Error Rate-BER),อัตราความผิดพลาดของแพ็คเกจหรือเซลล์(Packet or Cell Error Rate - PER,CER)

**การประกาศจากหนึ่งไปหลายคน (Multicasting)** คือความสามารถของเครือข่าย (network) ในการอัดสำเนา (ที่จุดนั้นๆ ภายใน) ของข้อมูลที่ส่งมาจากต้นทาง ข้อมูลที่ถูกอัดสำเนาจะถูกส่งไปที่ผู้รับปลายทาง ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มการประกาศ ทั้งนี้เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงหรือลดจำนวนเซกเมนต์ของเครือข่าย (segments of network) ที่ข้อมูลจะต้องถูกส่งผ่าน

**คุณภาพของการบริการ (Quality of service)** คือ แนวความคิดที่มาจากข้อความที่ว่า ไม่ทุกแอปพลิเคชัน ที่ต้องการประสิทธิภาพจากเครือข่ายเท่ากันในการที่จะทำแอปพลิเคชันนั้นๆ ดังนั้นแอปพลิเคชัน ควรจะบอกถึงความต้องการของคนว่าต้องการทรัพยากรแบบไหน จำนวนเท่าใดกับเครือข่าย ก่อนที่จะเริ่มทำการสื่อสารข้อมูลกัน

แต่ทั้งนี้ เครือข่ายสามารถปฏิเสธการติดต่อที่ขอได้ ถ้าคุณภาพของความต้องการไม่เหมาะสม โดยใช้วิธีการจองทรัพยากร (resource) ล่วงหน้า และตัดสินใจว่าการติดต่อควรเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งเรียกว่าการควบคุมการติดต่อ (Connection Admission Control) การการันตี (guarantees) เครือข่ายนั้น อาจโดยวิธีการกำหนด (Deterministic) เช่น จำนวนบิตเรท (bit rate) ที่น้อยที่สุด และความหน่วงที่แน่นอน หรือ อาจรับประกันโดยวิธีการทางตัวเลข (Statistical) คือ ค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาหนึ่งๆ

คุณภาพของการบริการ(Quality of service) นั้นเป็นแนวความคิดที่ค่อนข้างยุ่งยาก ซับซ้อน และมีหลายความหมาย ทั้งนี้ขึ้นกับมุมมองแต่ละคน การสร้างการติดต่อเสมือนของเอทีเอ็ม(Virtual connection of ATM) ก็อาศัยแนวความคิดนี้

#### 4.1.4 พิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี พร้อมออกแบบโครงสร้างของเครือข่ายคร่าวๆ

เมื่อทราบลักษณะของเครือข่ายแล้ว ก็พิจารณาเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเครือข่ายนั้นๆ พ้อออกแบบโครงสร้างคร่าวๆ ของเครือข่าย

โดยอันดับแรก เราจะพิจารณาถึงรูปแบบต่างๆของเครือข่ายระดับแลน(LAN) ดังตาราง รูปที่ 4.1 ต่อไปนี้

packet LAN technologies	Access Speed (Mbps)	Isochronism	Bandwidth guarantees	Stream multicasting
<b>Ethernet</b> standard	10	No	No	Yes
switched	10	Yes/no (2)	Yes/no (2)	Yes (2)
switched	100	Yes/no (2)	Yes/no (2)	Yes (2)
100-Base T	100	No	No	Yes
100-VGAnyLAN	100	Approached	Allocated	Yes
Isochronous	10+6	Yes (1)	Dedicated	Yes/no
<b>Token Ring</b> Priority	4,16	Approached	Allocated	Yes
<b>FDDI</b> Standard	100	No	No	Yes
Synchronous	100	Approached	Allocated	Yes
<b>FDDI-II</b>	100	Yes	Dedicated	Yes
<b>ATM LAN</b>	34-622	Yes	Dedicated/ allocated	Yes/no (3)

(1) ไม่ บนอีเทอร์เน็ต ใช้บนไอเอสดีเอ็น(ISDN)

(2) ขึ้นกับคุณสมบัติของสวิทช์

(3) ใช่ ที่ระดับสวิทช์ ไม่ใช่ ที่ระดับเครือข่าย(Network level)

ตารางที่ 4.1 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆ ระดับแลน

ส่วนในระดับแวน เราก็ได้เปรียบเทียบเทคโนโลยีของแวนแบบต่างๆ ดังนี้

1. เทคโนโลยีของแวนแบบแพ็คเก็ตเก็จ(Packet-WAN) แสดงดังตารางที่ 4.2
2. เทคโนโลยีของแวนแบบเซอร์กิตท์(Circuit-WAN) แสดงดังตารางที่ 4.3
3. เทคโนโลยีของแวนแบบเอทีเอ็ม(ATM WAN) แสดงดังตารางที่ 4.4
4. เทคโนโลยีของแวนแบบเฟรมรีเลย์และเอสเอ็มดีเอส (Frame Relay and SMDS WAN) แสดงดังตารางที่ 4.5

Packet WAN technologies	Access speed (Mbps)	Isochronism	Bandwidth guarantees	Stream multicasting
X.25	0.001-2	No	No (1)	No
IP Standard	0.001-100	No	No	Yes
With RSVP	0.001-100	Approached	Reserved (2)	Yes
ST-II	0.06-2 (3)	Approached	Reserved/ allocated (4)	Yes

(1) แม้ว่า แนวความคิดนี้ ยังไม่ถูกนำไปใช้งานจริง

(2) มีวิธีการจองทรัพยากร(Resource) ถ่วงน้ำหนักหลายแบบ

(3) ตัวเลขที่แสดงนี้ ยังไม่ใช่ค่าจำกัดของเทคโนโลยี

(4) ขึ้นอยู่กับการอิมพลิเมนต์(Implement)

ตารางที่ 4.2 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆของแพ็คเกจ WAN(Packet WAN)

Circuit WAN services	Access speed (Kbps)	Isochronism	Bandwidth guaranteed	Stream Multicasting
Switched telephone	1-20	Yes	Dedicated	No
Leased circuit analog	1-10	Yes	Dedicated	No
Leased circuit digital	64-45000 (1)	Yes	Dedicated	No
ISDN	64-1920 (2)	Yes	Dedicated	No
Other circuit-switched services	56,12- 536,2048	Yes	Dedicated	No

(1) ในบางประเทศ ที่มีเอสดีเอช/ไอเน็ต รองรับ

(2) โดยใช้บีอาร์ไอ(BRI) 2 ชั้นแเนลรวมกันเป็น 128 กิโลบิตต่อวินาที

ตารางที่ 4.3 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆของเซอร์กิต WAN(Circuit WAN)

<b>ATM WAN services</b>	<b>Access speed (Mbps) (0)</b>	<b>Isochronism</b>	<b>Bandwidth guarantees</b>	<b>Stream multicasting</b>
<b>Circuit emulation service</b>	0.064-45 (1)	Yes	Dedicated	No
<b>Class B service</b>	0.064-45 (1)	Yes	Yes	No (2)
<b>Class C service</b>	0.064-45 (1)	No	On demand	No (2)
<b>Connectionless service</b>	1-34 (1)	No	Mean bit rate (3)	Yes (3)

(0) ค่าแอกเซส สปีด ของแต่ละคอนเนคชัน

(1) ขึ้นกับการอิมพลีเมนต์ และบริการ PNOs ที่รองรับจริงๆ

(2) เป็นไปได้ที่ระดับสวิตช์

(3) เมื่อใช้ เอสเอ็มดีเอส(SMDS)

ตารางที่ 4.4 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆของเอทีเอ็มแวน(ATM WAN)

<b>Frame Relay and SMDS WAN services</b>	<b>Access speed (Mbps)</b>	<b>Isochronism</b>	<b>Bandwidth guarantees</b>	<b>Stream multicasting</b>
<b>Frame Relay service</b>	0.064-2 (1)	No (1)	Reserved (2)	No (3)
<b>Hybrid Frame Relay and synchronous multiplexing</b>	0.064-2 (1)	Yes/no (4)	Yes/no (4)	No (2)
<b>SMDS</b>	1-34			Yes

(1) ขึ้นกับการอิมพลีเมนต์ และบริการ PNOs ที่รองรับจริงๆ

(2) ขึ้นกับการอิมพลีเมนต์

(3) ถูกกำหนดโดยสมาคม

(4) มีไอโซโครนิซึม(Isochronism) บนชิงโครนีส TDM ชั้นเนล

ตารางที่ 4.5 แสดงเทคโนโลยีและตัวแปรต่างๆของเฟรมรีเลย์และเอสเอ็มดีเอสแวน

(Frame Relay and SMDS WAN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.5 ออกแบบพร้อมทั้งพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครือข่าย

เมื่อได้ออกแบบเครือข่ายคร่าวๆ แล้วก็พิจารณาเลือกอุปกรณ์ของเครือข่ายที่จะมาใช้งานว่าควรใช้ผลิตภัณฑ์ของบริษัทใด พร้อมกำหนดกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ และแสดงรายละเอียดต่างๆ ของเครือข่าย

## 4.2 ออกแบบเครือข่าย

เมื่อได้ศึกษาถึงวิธีและขั้นตอนในการออกแบบเครือข่ายเพื่อรองรับแอปพลิเคชัน ค่อยไปเป็นตัวอย่างของการออกแบบเครือข่ายโดยวิธีที่กล่าวมาแล้ว เพื่อให้สามารถรองรับแอปพลิเคชันทางด้านวิดิโอคอนเฟอเรนซ์ได้อย่างเหมาะสม

และเพื่อให้สามารถมองเห็นภาพพจน์ ในการออกแบบได้อย่างชัดเจน จึงได้ยกตัวอย่างโจทย์ขึ้นมา 1 ตัวอย่าง คือ

“ บริษัทแห่งหนึ่งมีสาขาใหญ่ และสาขาย่อยรวมกัน 3 อาคาร โดยทางบริษัทต้องการเชื่อมโยงอาคารทั้ง 3 เข้าด้วยกัน เพื่อทำระบบวิดิโอคอนเฟอเรนซ์ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งแต่ละอาคารนั้นมีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลประมาณ 40-60 เครื่อง และแต่ละอาคารแบ่งย่อยออกเป็น 5 แผนกย่อย ”

จากโจทย์เราจะเริ่มออกแบบเครือข่ายตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 4.2.1 กำหนดความต้องการ

จากโจทย์ที่กำหนดให้ นั้น ทำให้เราได้ความต้องการ (สมมุติ) จากผู้ใช้งาน ดังนี้

- ใช้ระบบวิดิโอคอนเฟอเรนซ์ที่สามารถใช้ได้ตลอดเวลา และแวน
- มีจำนวนเสตชันทั้งหมดประมาณ 200 เครื่อง
- สามารถคอนเฟอเรนซ์ได้ทุกเวลาที่ต้องการ
- มีซอฟต์แวร์อื่นๆ สนับสนุนการทำงานในระหว่างการประชุม
- สามารถรับรองการทำงานโดยไม่การความผิดพลาด

### 4.2.2 พิจารณาผลิตภัณฑ์ของแอปพลิเคชันที่ต้องการใช้

เนื่องจากระบบเคสทอปวิดิโอคอนเฟอเรนซ์ เป็นระบบที่ต้องมีการสื่อสารโดยใช้ข้อมูลจำนวนมาก และเน้นความสำคัญในเรื่องเรียลไทม์ของภาพและเสียง ซึ่งจะเป็นส่วนที่ชี้ให้ทราบลักษณะที่พึงจะเป็นของเครือข่าย ส่วนการที่จะพิจารณาว่าควรเลือกผลิตภัณฑ์ใดนั้น ขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย โดยอาจพิจารณาจากปัจจัยเหล่านี้

- อัตราการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว (ภาพวิดีโอ) ก็เฟรมต่อวินาที
 

โดยอัตราการแสดงผลภาพในโหมดเอฟซีไอเอฟ (FCIF) ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 15 เฟรมต่อวินาที และอัตราการแสดงผลภาพในโหมดคิวซีไอเอฟ (QCIF) ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 30 เฟรมต่อวินาที
- แบนวิคร์ที่ใช้ต่อประชุมระหว่างคู่ๆ หนึ่ง
 

เนื่องจากแบนวิคร์ที่ใช้ในการประชุมจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ ผลิตภัณฑ์นั้นใช้ในการส่งข่าวสาร ทั้งของภาพเคลื่อนไหว เสียง และ ข้อมูล ดังนั้นแบนวิคร์เลือกควรใช้แบนวิคร์ต่ำ (เมื่อให้ปัจจัยอื่นๆ เหมือนกัน)
- ความสามารถในการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายใดๆ
 

พิจารณาความสามารถในการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายที่สามารถรองรับเครือข่ายชนิดใดบาง เช่น แลน แวน ไอเอสดีแอน อื่นๆ ซึ่งควรที่จะสามารถเชื่อมต่อเข้าได้กับหลายๆ เครือข่าย เพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนาในอนาคต
- คุณภาพของภาพและเสียง
 

คุณภาพของภาพและเสียงเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากมนุษย์มีประสาทสัมผัสต่อสิ่งเหล่านี้มาก
- ความสามารถในการทำการประชุมเป็นกลุ่มได้
 

การประชุมเป็นกลุ่ม เป็นคุณสมบัติที่สำคัญซึ่งต่อการประชุมอีกประการหนึ่ง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ควรสามารถทำการประชุมเป็นกลุ่มได้ และสามารถทำการประชุมร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อีกด้วย
- มาตรฐานของระบบที่ใช้งาน
 

เนื่องจากมาตรฐานเป็นส่วนที่ช่วยบอกให้ทราบระบบของผลิตภัณฑ์นั้นๆ และควรเข้ากันได้เมื่อร่วมใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ หากผลิตภัณฑ์ไม่ใช้มาตรฐานหรือไม่สนับสนุนมาตรฐาน อาจไม่สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ได้
- ซอฟต์แวร์สนับสนุนการทำงานในระบบเคสทอปวีดีโอคอนเฟอเรนซ์
 

การประชุมทางไกลนั้น นอกจากจะให้ภาพและเสียงแล้วควรมีความสามารถอื่น เช่น การส่งไฟล์ การส่งภาพนิ่ง การเขียนตอบโต้กัน ซึ่งจะทำการประชุมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และควรมีฟังก์ชันสนับสนุนในการดูแลรักษาการทำงานให้เป็นไปอย่างสมบูรณ์

● ราคา

ราคาเป็นส่วนสำคัญมากในการพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ ดังนั้นควรนำราคา มาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อให้เกิดความประหยัดที่เหมาะสมกับคุณภาพของราคา จากปัจจัยดังกล่าว ได้เสนอผลิตภัณฑ์ทางด้านเคสทอปวีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์บาง ผลิตภัณฑ์ โดยในที่นี้จะไม่พิจารณาทำราคาของอุปกรณ์ดังตารางที่ 5.6 ข้างล่าง

ปัจจัยในการพิจารณา	CLI	Picturetel Live 50/100	Picturetel Live Manager	Intel Proshare	Enchance CuSeeme
เอฟซีไอเอฟ (FCIF)	22	22	@	@	@
แบนวิธ (Kbps)	56-348	56-348	@	200-400	80
แลน	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ได้	ได้
ISDN	ได้	ได้	ได้	ได้	ไม่ได้
TCP/IP	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ได้	ได้
H.261	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่
G.711,G.728,G.722	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่
H.320	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่
การประชุมเป็นกลุ่ม	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้
White Board	มี	มี	มี	มี	มี
File transfer	มี	มี	มี	มี	มี
Chat	มี	มี	มี	มี	มี

@ หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 5.6 การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์วีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์แต่ละชนิด

เมื่อพิจารณาคูสมบัติของแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเห็นว่าจะมีความใกล้เคียงกันอยู่ ซึ่งในที่จะเลือกผลิตภัณฑ์ของพิคเจอร์เทล โลฟี่แมนเนเจอร์ (PictureTel LiveManager) เนื่องจากสามารถใช้เครือข่ายทั้งในแลน เพื่อประชุมในองค์กรทั้งเป็นกลุ่มและระหว่างเครื่อง 2 เครื่อง หรือเครือข่ายแวน ภายนอกซึ่งอาจเป็นการประชุมกับผลิตภัณฑ์อื่น (ที่สนับสนุนมาตรฐาน H.320) อีกทั้ง บริษัทพิคเจอร์เทลยังเป็นบริษัทที่มีการให้บริการทางด้านระบบการประชุมทางไกลอย่างครบวงจร และมี ส่วนแบ่งตลาดที่จัดอยู่ในแนวหน้า ทำให้สามารถมั่นใจถึงคุณภาพได้

#### 4.1.3 พิจารณาปัจจัยต่างๆของเครือข่ายที่รองรับระบบประชุมทางไกล โดยเราพิจารณาปัจจัยดังต่อไปนี้

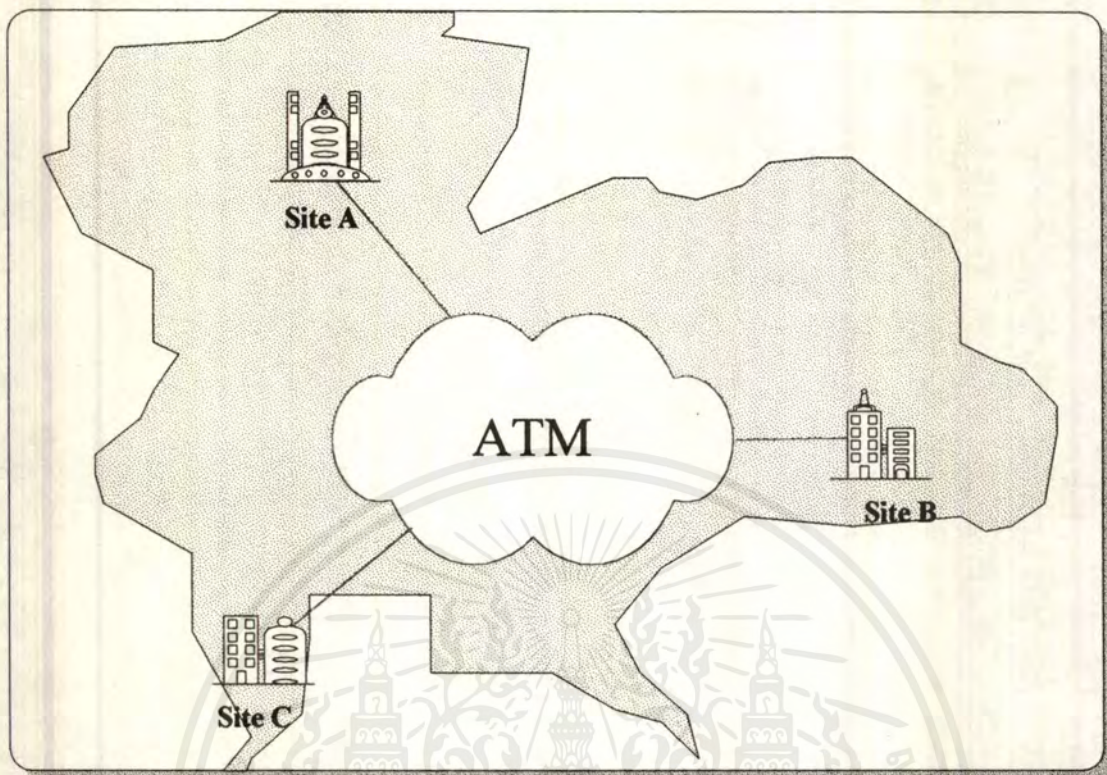
- แอสเซส สปีด (Access Speed) ควรมีจำนวนมาก เพื่อรองรับระบบประชุมทางไกล เพราะระบบประชุมทางไกลเป็นระบบที่มีการส่งข้อมูลทั้งภาพ,เสียง และ ภาพ วิดีโอจำนวนมาก
- ทรานสิต ดีเลย์ (Transit delay) หรือ ลาทেনซี(Latency) ควรมีค่าน้อย เพื่อให้เป็นการส่งข้อมูลแบบ เรียลไทม์(realtime)
- ความคลาดเคลื่อนของ ดีเลย์(Delay Variance) ควรมีค่าน้อย เพราะต้องการการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ ที่มีบิตเรตคงที่(constant bit rate)
- ควรรองรับ ไอโซโครนิซึม(Isochronism) คือบิตเรตและจิดเตอร์ควรถูกรับประกัน และ จิดเตอร์ต้องมีค่าน้อย
- การใช้ทรัพยากรร่วมกัน ควรจะกำหนด(Allocated) หรือ เฉลิมเขต(Dedicated) ก่อน เพื่อจะได้ไม่เกิดการแย่งกันของทรัพยากรระหว่างที่มีการติดต่อ
- อัตราความผิดพลาด(Error rate) ควรจะมีค่าน้อย
- ควรรองรับการมัลติแคสต์(Multicasting)
- สามารถรองรับคุณภาพการบริการได้หลายๆแบบ(Quality of Service)

#### 4.2.4 พิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี พร้อมออกแบบ โครงสร้างของเครือข่ายคร่าวๆ

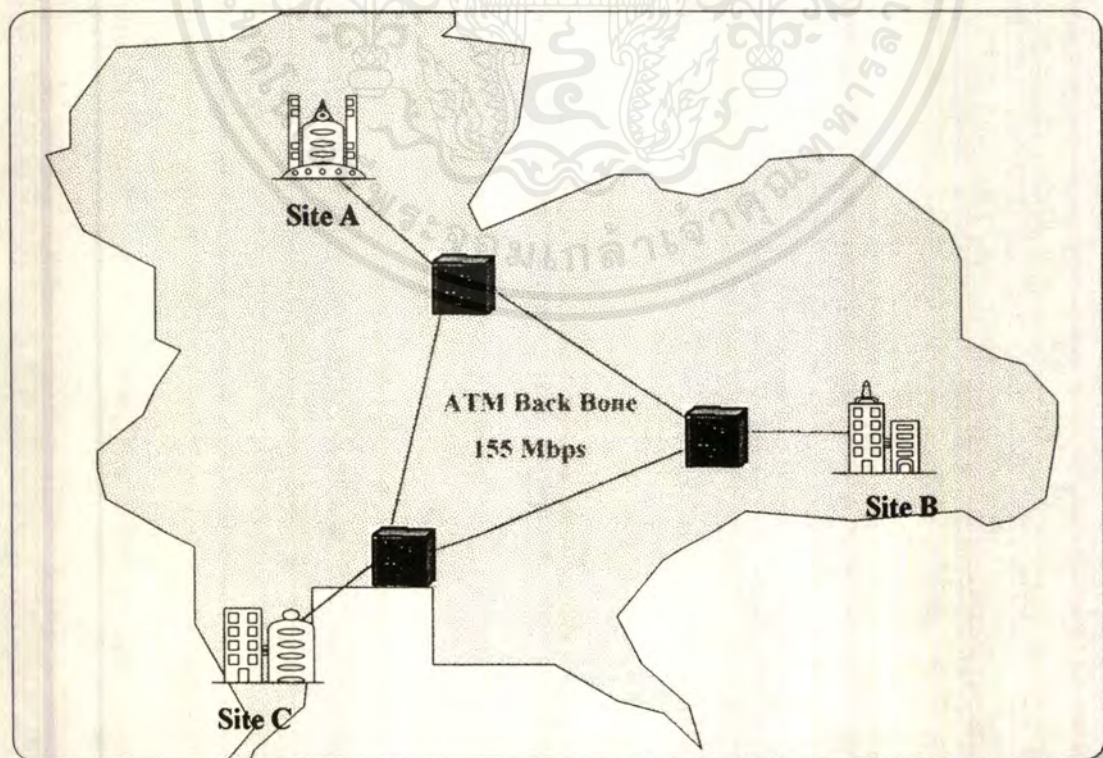
จากปัจจัยต่างๆ ดังข้อ 3 ที่กล่าวมา และจากตารางที่ 4.1-4.5 เมื่อพิจารณาคุณสมบัติต่างๆ แล้ว จะพบว่าเทคโนโลยีเอทีเอ็ม เหมาะสมที่สุดรองรับแอปพลิเคชันของระบบการประทางไกล ดังนั้นจึงได้การออกแบบ ดังรูปที่ 4.1, 4.2

#### 4.2.5 ออกแบบพร้อมทั้งพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครือข่าย

เราเลือกผลิตภัณฑ์ของบริษัท FORE ในการออกแบบ เพราะเนื่องจากความน่าเชื่อถือ ทั้งนี้เพราะบริษัท FORE ได้ถูกกคท.ในเรื่อง เอทีเอ็มมาตั้งแต่ต้น โดยมีเครือข่ายดังแสดงในรูป 4.3 ถึง รูปที่ 4.9 และลักษณะของผลิตภัณฑ์ดังตารางรายการอุปกรณ์ที่ภาคผนวก ค.

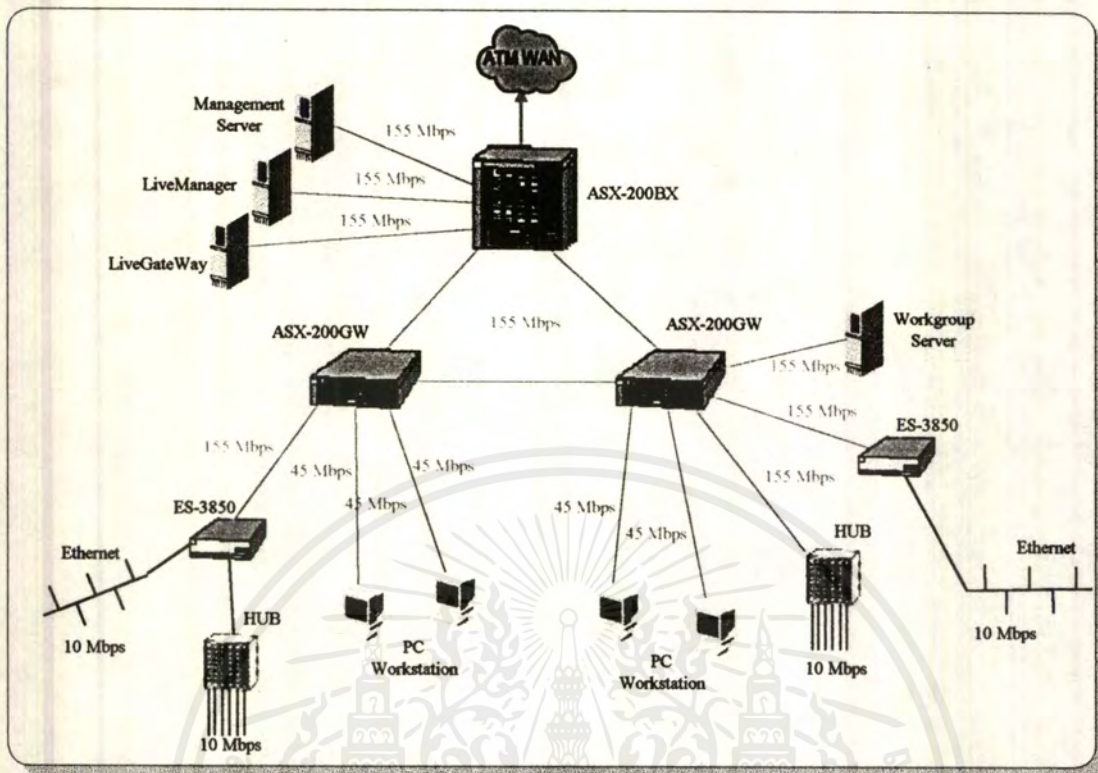


รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงระบบเครือข่าย ATM WAN

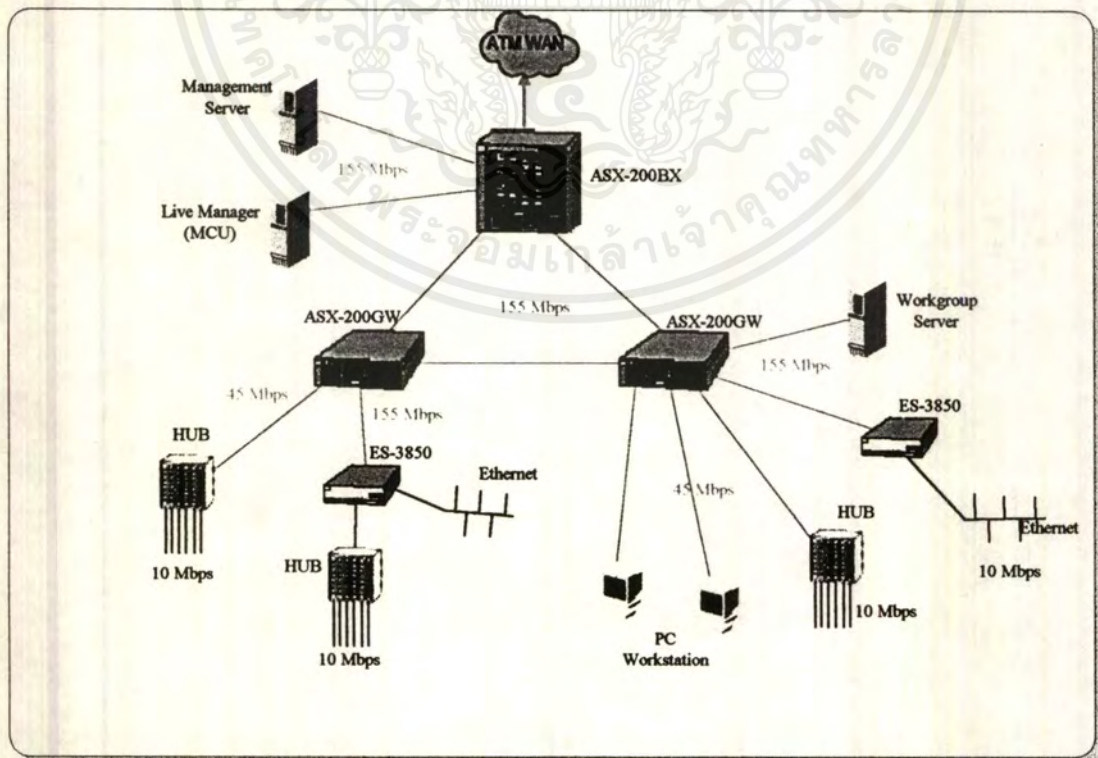


รูปที่ 4.2 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อ ATM Switch เป็นระบบ เครือข่าย ATM WAN Back Bone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

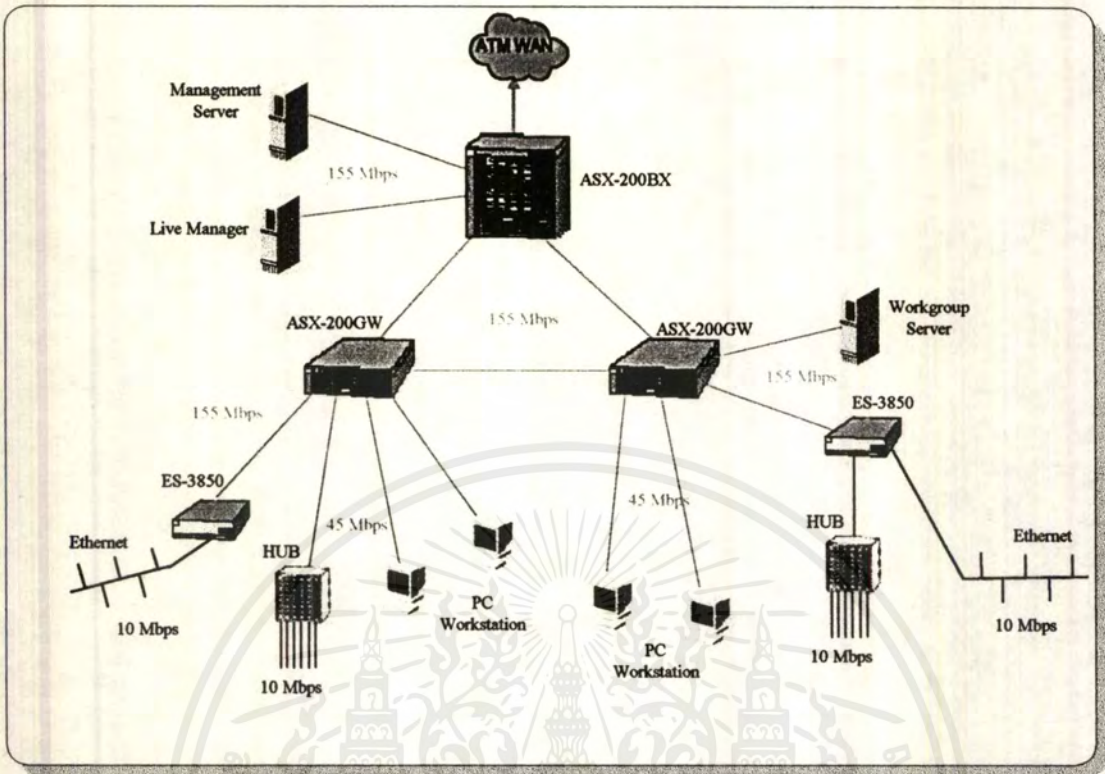


รูปที่ 4.3 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ภายใน Site A

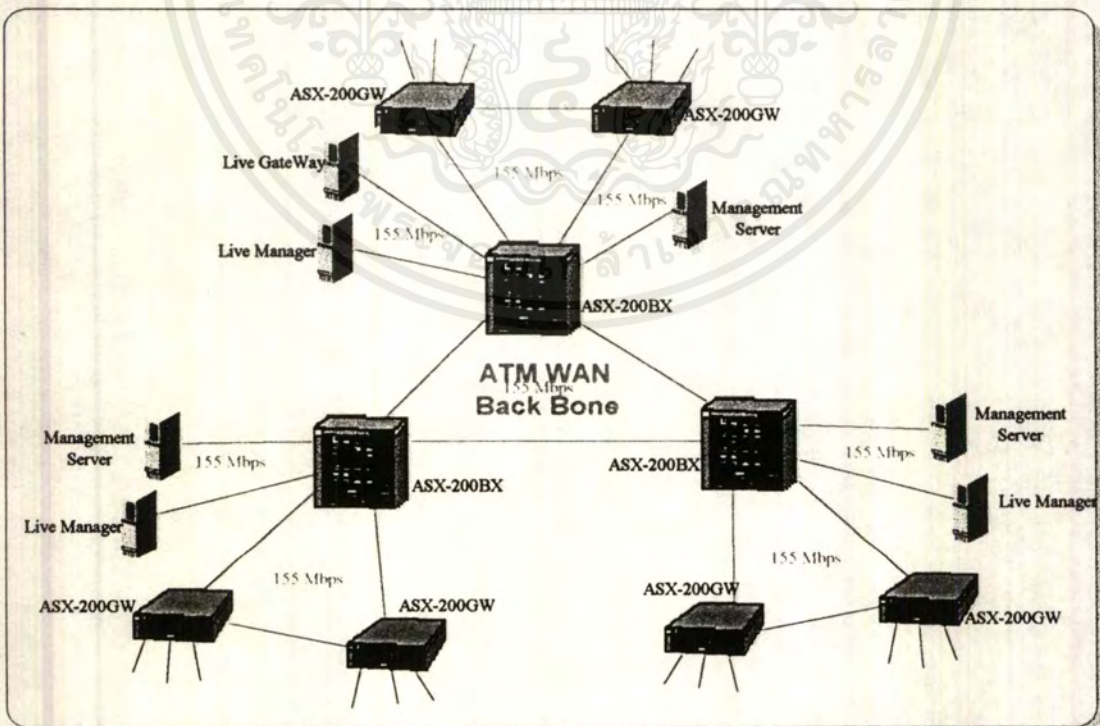


รูปที่ 4.4 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ภายใน Site B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

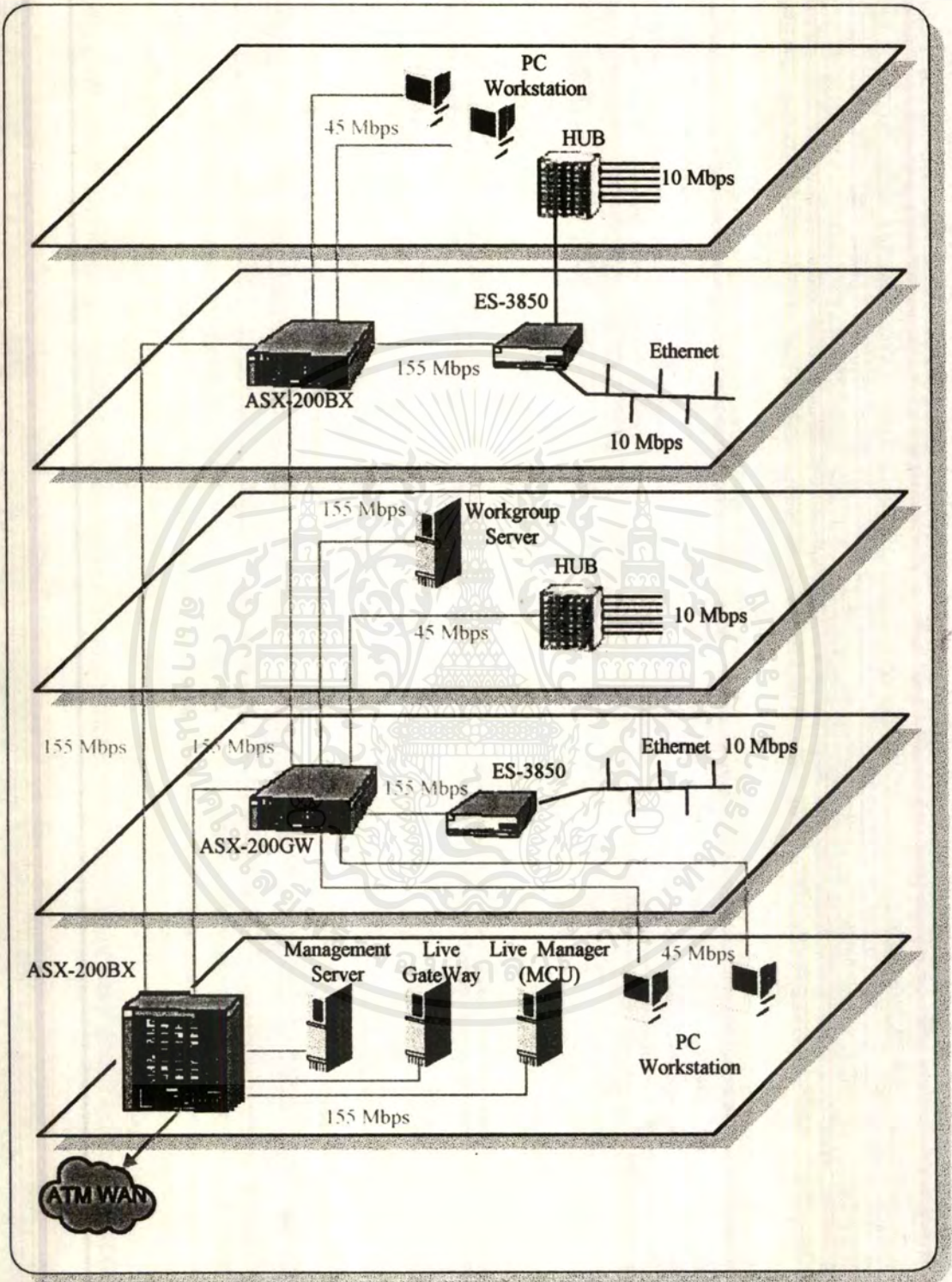


รูป 4.5 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ภายใน Site C



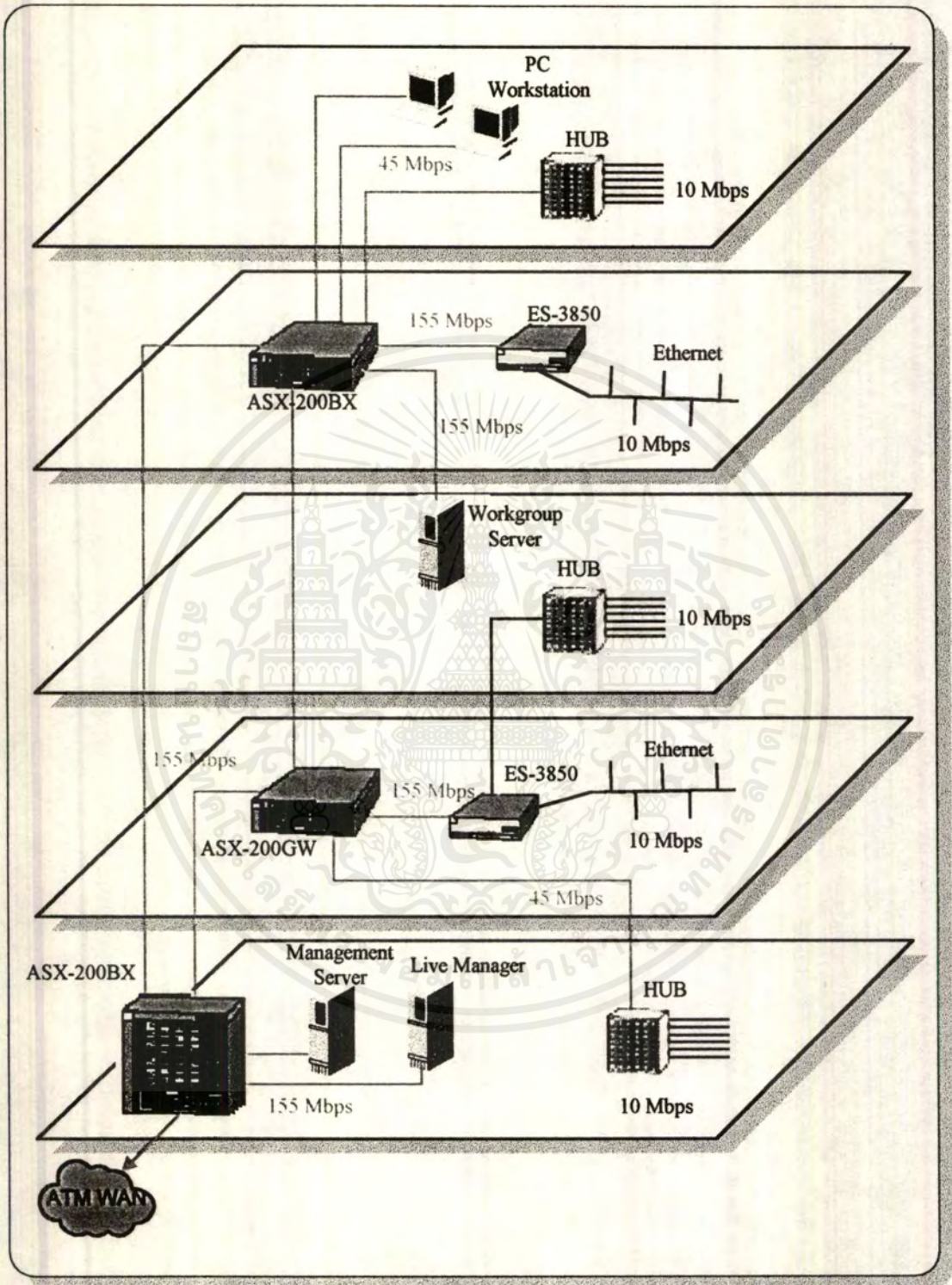
รูปที่ 4.6 แผนภาพโดยรวมของทั้งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



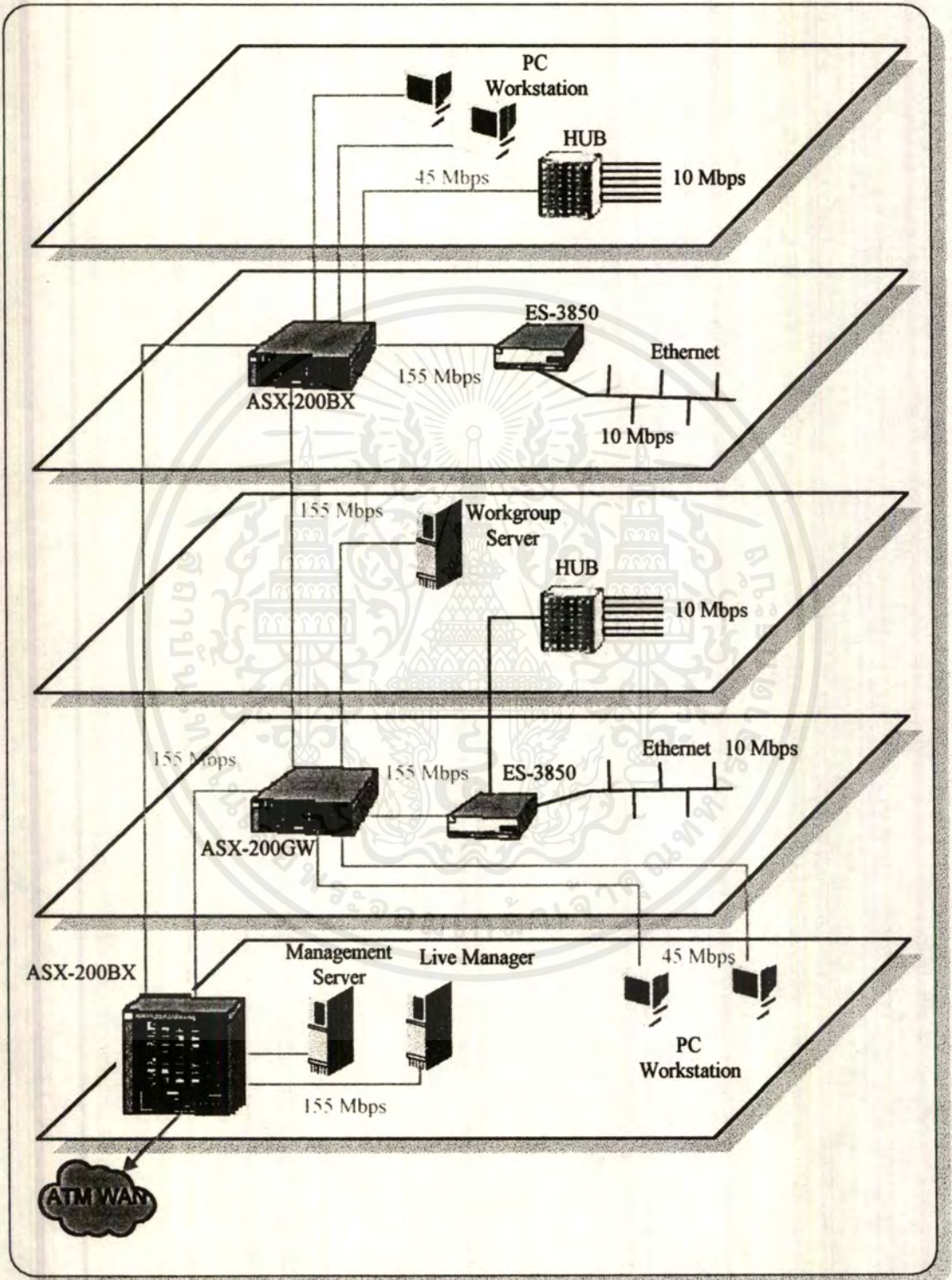
รูปที่ 4.7 แผนภาพแสดงตำแหน่งต่างๆ ของอุปกรณ์ภายใน Site A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แผนภาพแสดงตำแหน่งต่างๆ ของอุปกรณ์ภายใน Site B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แผนภาพแสดงตำแหน่งต่างๆ ของอุปกรณ์ภายใน Site C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

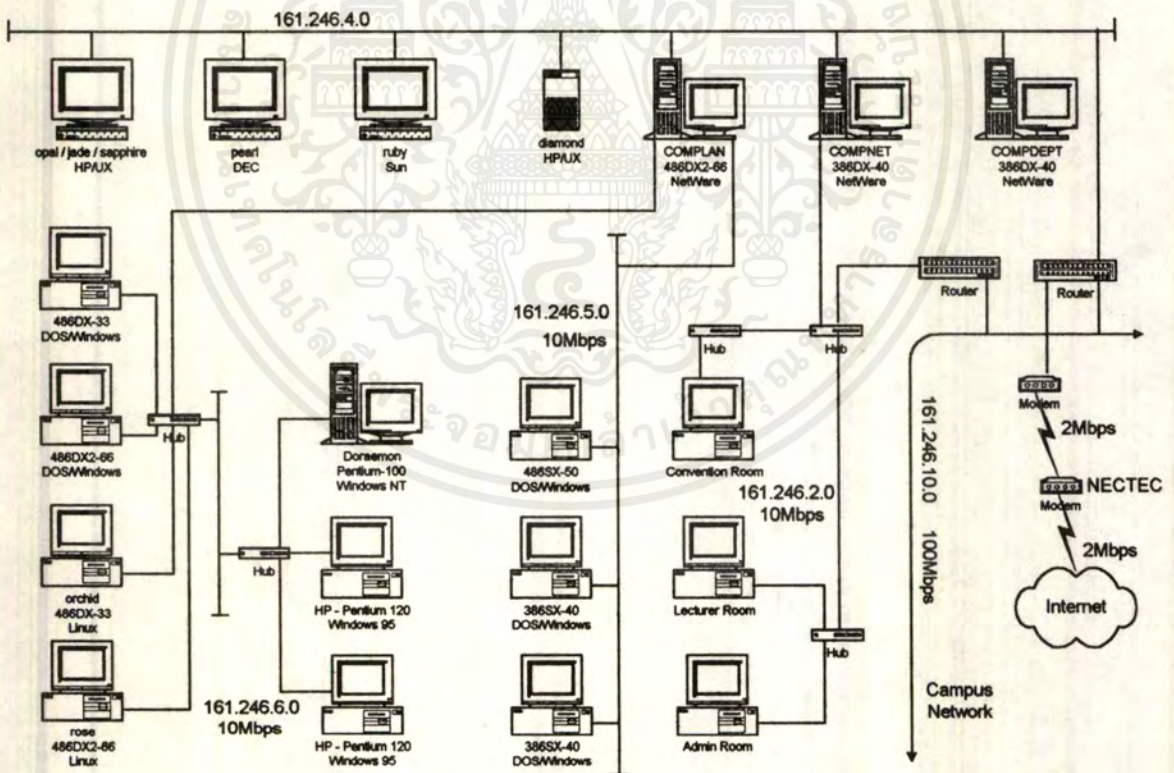
## บทที่ 5

### การติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

การติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในที่นี้ เป็นการทดลองติดตั้งอุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ขึ้นภายในภาควิชาคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาการทำงาน และคุณภาพของแอปพลิเคชันทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน พร้อมเป็นหนทางในการพัฒนาการติดตั้งระบบเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ขึ้นในอนาคตของภาควิชา

#### 5.1 เครือข่ายภายในภาควิชา

เครือข่ายภายในภาควิชาคอมพิวเตอร์นั้น เป็นเครือข่ายที่มีโครงสร้างเป็นอีเทอร์เน็ตความเร็ว 10 เมกะบิต/วินาที โดยมีลักษณะการเชื่อมต่อดังรูป 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงเครือข่ายภายในภาควิชาคอมพิวเตอร์

ลักษณะของเครือข่ายเป็นส่วนสำคัญ ที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อแอปพลิเคชันที่ทำงานบนเครือข่ายนั้นๆ โดยเฉพาะแอปพลิเคชันด้านเดสทอปวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ ซึ่งเป็นระบบที่มีความต้องการแบนวิธสูง ทำงานในลักษณะเรียลไทม์ ซึ่งจะกล่าวถึงผลกระทบต่อเมื่อมีการติดตั้งระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ ในช่วงต่อไป

## 5.2 การติดตั้งระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์

การติดตั้งระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์นี้ ใช้ซอฟต์แวร์เอนฮานซ์-ซียูซีเอ็ม (Enhance Cu-Seeme) สำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยจัดการการประชุมทางไกลบนเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี โดยซียูซีเอ็ม (เอนฮานซ์-ซียูซีเอ็ม) ที่ใช้มีความต้องการดังตารางที่

### 5.1

ฝ่ายรับ	ฝ่ายส่ง
<ul style="list-style-type: none"> <li>• คีเอกซ์/66 (486 DX/66) หรือสูงกว่า</li> <li>• วินโดวส์ 95, วินโดวส์ 3.1, วินโดวส์ เอ็นที</li> <li>• การ์ด 256 ที (8 บิต) ด้วยความละเอียด 640x480 หรือสูงกว่า</li> <li>• เซาวด์การ์ด 8 บิต พร้อมไมโครโฟนและลำโพง</li> <li>• แรม 12 เมกกะไบต์เป็นอย่างต่ำ</li> <li>• เครือข่ายไอพี (IP network connection)</li> <li>• วินโดวส์ซอกเกต ทีซีพี/ไอพี หรือ พีพีพี (Windows Sockets compliant TCP/IP or PPP)</li> <li>• แบนวิธที่ 28.8 กิโลบิต/วินาที หรือสูงกว่า</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486 คีเอกซ์/66 (486 DX/66) หรือสูงกว่า</li> <li>• วินโดวส์ 95, วินโดวส์ 3.1, วินโดวส์ เอ็นที</li> <li>• การ์ด 256 ที (8 บิต) ด้วยความละเอียด 640x480 หรือสูงกว่า</li> <li>• เซาวด์การ์ด 8 บิต พร้อมไมโครโฟนและลำโพง</li> <li>• วิดีโอแคปเจอร์ (Video capture) พร้อมกล่อง</li> <li>• แรม 12 เมกกะไบต์เป็นอย่างต่ำ</li> <li>• เครือข่ายไอพี (IP network connection)</li> <li>• วินโดวส์ซอกเกต ทีซีพี/ไอพี หรือ พีพีพี (Windows Sockets compliant TCP/IP or PPP)</li> <li>• แบนวิธที่ 28.8 กิโลบิต/วินาที หรือสูงกว่า</li> </ul>

ตาราง 5.1 แสดงความต้องการของเอนฮานซ์-ซียูซีเอ็ม

โดยในการติดตั้งซียูซีมีนั้นติดตั้งโดยใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. เครื่องเซพพี-เพนเทียม 120 (HP-Pentium 120)
2. แรม 32 เมกกะไบท์
3. ฮาร์ดดิสก์ 16 บีท
4. กล้องควิกซ์แคม (Quick Cam)
5. วินโดว์ 95
6. อีเทอร์เน็ตแลน

ขั้นตอนในการติดตั้งระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์แบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ ติดตั้งฮาร์ดแวร์ และติดตั้งซอฟต์แวร์

#### 5.2.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์

เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ที่เครื่องที่มีฮาร์ดดิสก์ และต่อแลนอยู่แล้ว หากเพียงอุปกรณ์ด้านภาพเคลื่อนไหว ซึ่งในที่นี้ใช้กล้องควิกซ์แคม ที่มีคุณสมบัติในชนิดที่ไม่จำเป็นต้องใช้วิดีโอแคปเจอร์การ์ด (Video Capture Card) ใช้เพียงการต่อเข้าทางพอร์ทขานานของเครื่องคอมพิวเตอร์ และใช้ไฟจากคีย์บอร์ด

#### 5.2.2 การติดตั้งซอฟต์แวร์

แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

- ติดตั้งไดรเวอร์สำหรับกล้องควิกซ์แคม

หลังจากติดตั้งกล้องควิกซ์แคมเรียบร้อยแล้ว ให้ลงไดรเวอร์ที่มาพร้อมการกล้องควิกซ์แคม เพื่อให้สามารถกล้องสามารถทำงานได้ ซึ่งจะมีการติดตั้งโปรแกรมสำหรับ การจับเคลื่อนไหวและโปรแกรมการบันทึกภาพไหวอีกด้วย

- ติดตั้งซอฟต์แวร์เอนฮานซ์-ซียูซีมี

เมื่อลงไดรเวอร์สำหรับกล้องเรียบร้อยแล้ว ให้ลงเอนฮานซ์-ซียูซีมีซึ่งให้ตอบคำถามตามที่โปรแกรมถามมา ซึ่งจะมีการเช็คการทำงานของกล้อง และการทำงานของฮาร์ดดิสก์ด้วย

เมื่อทำทุกขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถเรียกใช้งานเอนฮานซ์ซียูซีมีได้ โดยตัวซอฟต์แวร์นี้จะมีการตรวจสอบระบบเสมอว่ามีการติดตั้งอุปกรณ์จับภาพเคลื่อนไหวไว้หรือไม่ หลังจากการตรวจสอบ ก็สามารถทำการการประชุมทางไกลได้เลยเพียงเลือกแอสเครตที่ต้องการเท่านั้น และในระบบการทำการประชุมของเอนฮานซ์-ซียูซีมี ทำได้ใน 2 ลักษณะคือ

- การประชุมค้ำจุด-ต่อ-จุด (point-to-point) คือ เป็นการทำการประชุมระหว่างเครื่อง 2 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การประชุมเป็นกลุ่ม คือการประชุมมากกว่า 2 เครื่องขึ้นไป โดยวิธีการประชุมเป็นกลุ่มมี 2 วิธี คือ ประชุมผ่านรีเฟลคเตอร์ (Reflector) และประชุมโดยใช้ทำการมัลติแคสต์ (Multicast)

โดยสามารถดูรายละเอียดการติดตั้งได้ที่ภาคผนวก ค.

### 5.3 ผลการทดลองการติดตั้ง

จากการติดตั้งแอปพลิเคชันทางด้านวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ซียูซีบี ซึ่งจะทำให้การทดลองโดยการประชุมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง ส่วนการทำการทดลองจะทำในเครือข่ายของภาคซึ่งเป็นอีเทอร์เน็ตแลน 10 เมกกะบิตดั่งที่กล่าวมาแล้ว และทดลองผ่านโมเด็มด้วยติดเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้โปรโตคอลพีพีพี

คุณลักษณะต่างๆ	อีเทอร์เน็ตแลน	โมเด็ม
อัตราการแสดงภาพ (เฟรม/วินาที)	5 - 8	0 - 4
อัตราการสูญเสีย (lose)	ต่ำ	สูง
คุณภาพของภาพ	ดี	แย่ - พอใช้
คุณภาพของเสียง	ดี	แย่ - พอใช้
การใช้งานการเขียนตอบได้ (Chat)	ดี	ดี
การใช้กระดานบอร์ด (White board)	ดี	แย่

ตารางที่ 5.2 แสดงผลของการใช้เอนฮานซ์-ซียูซีบี ผ่านแลน และผ่าน โมเด็ม

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การประชุมภายในเครือข่ายนับว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่จะเห็นสังเกตที่ว่าอัตราของการแสดงภาพยังค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีไว้ที่แบนวิดธ์รองรับไม่เพียงพออย่างเดียว แต่ยังเกิดจากอุปกรณ์กล้องควิกซ์แคมซึ่งเป็นกล้องวิดีโอ ที่อัตราความเร็วในการแสดงผลจะขึ้นอยู่กับพอร์ทขานานของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ทำให้อัตราเฟรมต่อวินาทีค่อนข้างต่ำ ฉะนั้นสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวโดยใช้วิดีโอแคพเจอร์การ์ดซึ่งจะให้เคลื่อนไหวที่เร็วกว่า

### 5.4 แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายภายในภาควิชา

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้งานระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ภายในภาคน่าจะเพียงพอ แต่หากมีสแตชันที่ใช้วิดีโอคอนเฟอเรนซ์ จะทำให้ปริมาณความคับคั่งในเครือข่ายสูงมากขึ้น อีกทั้งยังมีแอปพลิเคชันอื่นๆ อีกที่ใช้แบนวิดธ์ร่วมกันภายในเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในลำดับต่อไปจะเสนอแนวทาง 12 แบบ ในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายภายในภาคให้สูงขึ้น เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานด้านระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

1. แทนแลนเดิมที่ใช้อยู่ด้วยเอฟดีดีไอ (FDDI) เนื่องจากให้ความเร็วที่สูงกว่า (FDDI GENERALIZATION)

โดยจากเครือข่ายของภาคเดิมในรูปแบบที่ 5.1 จะถูกพัฒนาเป็นดังรูปที่ 5.2

2. ให้ใช้อีเทอร์เน็ต (Ethernet) กับโทเคนริง (Token Ring) เดิมต่อไปแต่ละจำนวนสถานีต่อเซกเมนต์ลง (Station / Segment) เพิ่มจำนวนเซกเมนต์ย่อยขึ้น ในการติดต่อระหว่างเซกเมนต์ให้ทำการติดต่อโดยใช้สตอร์แอนด์ฟอร์เวิร์ดบ็อกซ์ (Store & Forward Box - Bridge or Router) (LAN SEGMENTING, BY BRIDGES AND ROUTER)

จากโซลูชันที่ 2 นี้ทำให้สามารถลดสถานะที่เกิดการคอขวด (Bottle neck) ได้ ดังในภาพที่ 5.3 และสามารถใช้โซลูชันที่ 1 และ 2 รวมกันได้ ดังภาพที่ 5.4

3. ลดจำนวนสถานีต่อเซกเมนต์ลงโดยใช้ 1 เซกเมนต์ต่อ 1 สถานี ทำการอินเตอร์คอนเนกชันระหว่างเซกเมนต์ โดยใช้สตอร์แอนด์ฟอร์เวิร์ดบ็อกซ์ (วิธีนี้สิ้นเปลืองมาก เหมาะกับผู้บริหารที่ต้องใช้ความเร็วสูงมาก ๆ) (DEDECATED ETHERNET, WITH BRIDGES AND ROUTERS)

โซลูชันที่ 3 จะพิจารณาความสำคัญของสถานีที่มีความสำคัญๆ สำหรับการใช้งานจริง ดังภาพที่ 5.5

4. ทำทั้งแบบข้อ 2 และ 3 แต่การทำอินเตอร์คอนเนกชันระหว่างเซกเมนต์ให้ใช้แลนเฟรมสวิตซิ่ง (LAN frame switching) แทนเครือข่ายเดิม (LAN FRAME SWITCHING)

เป็นการเปลี่ยนจากการใช้ฮับ (Hub) เดิม เป็นแลนเฟรมสวิตซิ่งที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า ดังรูปที่ 5.6 ซึ่งอาจใช้โซลูชันที่ 2 และ 3 รวมกันด้วย

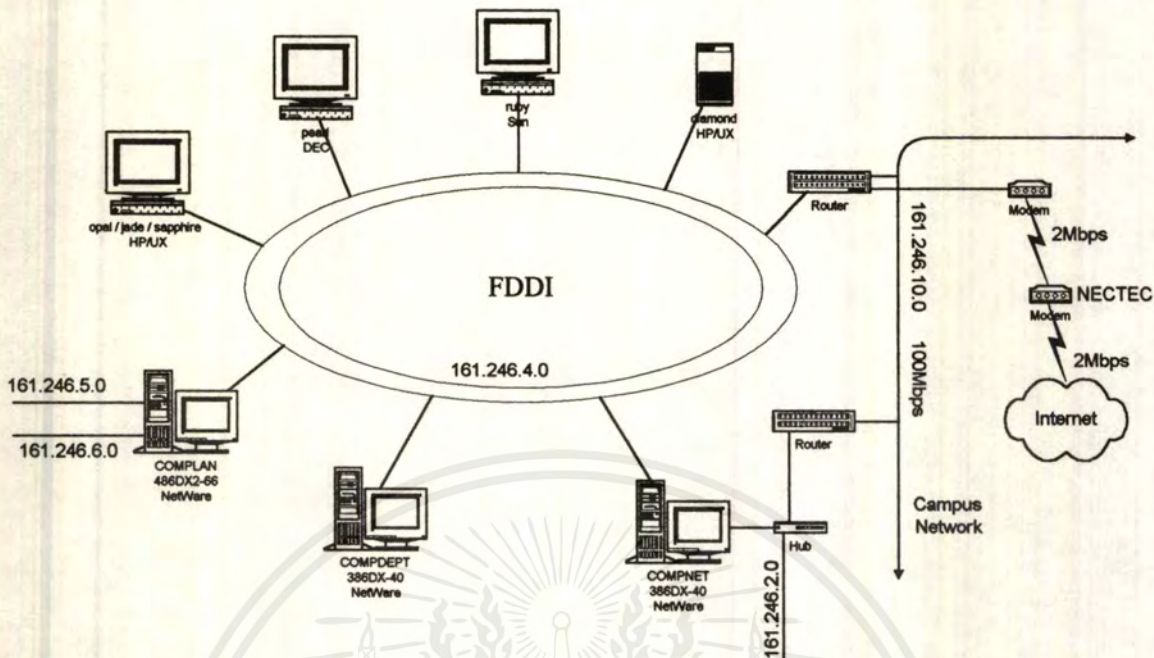
5. เปลี่ยนอีเทอร์เน็ตเป็นฟาสต์อีเทอร์เน็ต (Fast Ethernet) หรือ 100 เมสทที (100 Base T) หรือ 100 วิจีเออนี อีเทอร์เน็ต (100 VG Any Ethernet)

เปลี่ยนเครือข่ายของภาคจากเดิมที่เป็นอีเทอร์เน็ต เป็นฟาสต์อีเทอร์เน็ตหรือ 100 วิจีเออนีอีเทอร์เน็ต ดังรูปที่ 5.7

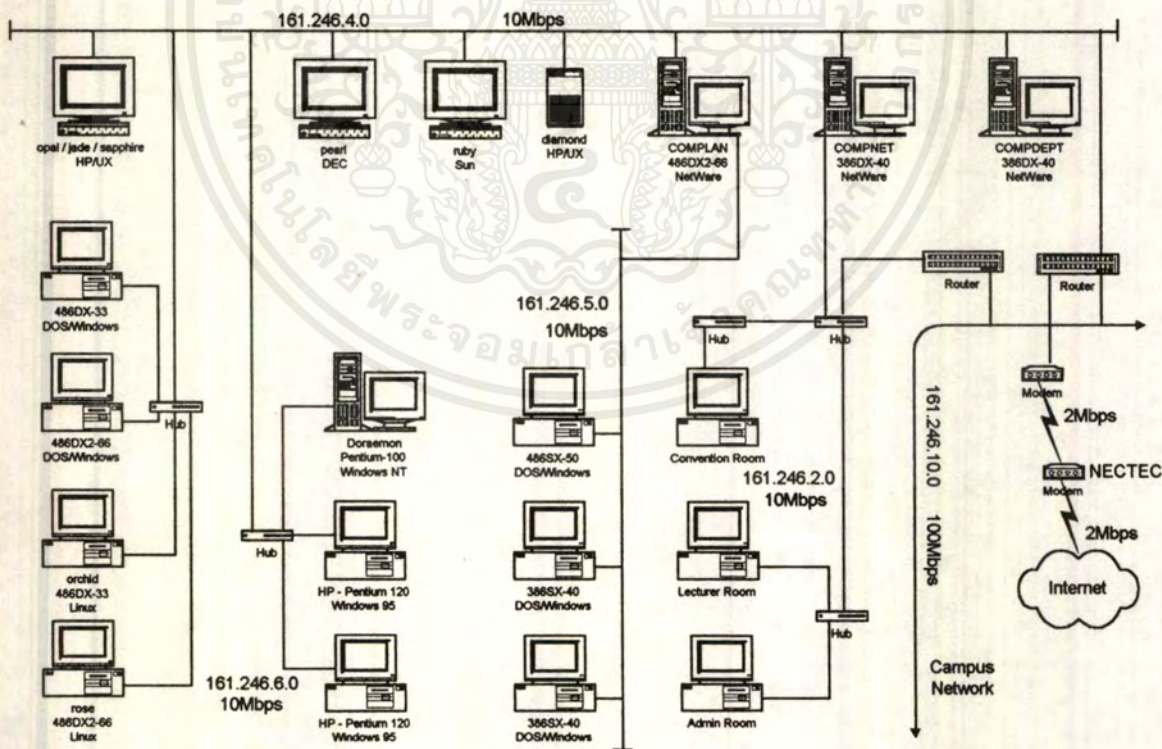
6. ทำดังเช่นข้อ 5 แต่การทำอินเตอร์คอนเนกชันระหว่างเซกเมนต์ให้ใช้อีเทอร์เน็ตสวิตซิ่งที่มีความเร็ว 100 เมกกะบิท (100 Mbp ETHERNET SWITCHING)

เปลี่ยนการในฮับที่เชื่อมในแต่ละเซกเมนต์ให้เป็น อีเทอร์เน็ตสวิตซ์ที่ใช้ความเร็ว 100 เมกกะบิต ดังรูปที่ 5.8

7. ใช้อีเทอร์เน็ตวงเคม เพียงแต่เพิ่ม 96x64 กิโลบิต/วินาที เข้าไปในอีเทอร์เน็ตเคม จะได้ความแต่ละสแตชันเป็น 16 เมกกะบิต/วินาที เพื่อใช้สำหรับการทำวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ (ISOCRONOUS ETHERNET)
8. ใช้โทเคนริงธรรมดาโดยเพิ่มเทคนิคในการสงวนริสอร์ซ (Resorce) ไว้ หรือมีการใช้ไอโซโครนัส (Isochronous) ที่ดีขึ้น เช่นใช้ไพรออริตีโทเคนริง (Priority Token Ring)
9. ใช้เอฟดีดีไอเคมโดยเพิ่มเทคนิคการสงวนริสอร์ซ เพื่อให้เป็นการลดเวลาในการเข้าถึงมีเดียม (Medium) ลง เรียกว่าซิงโครนัสเอฟดีดีไอ ดังรูปที่ 5.9
10. ใช้เอฟดีดีไอแต่ปรับปรุงเป็นเอฟดีดีไอทู (FDDI-II) ดังรูปที่ 5.10
11. เปลี่ยนจากการใช้เทคโนโลยีแบบแชร์มีเดียม (Share Medium) เป็นแบบสวิตซ์แทน โดยการส่งข้อมูลใช้เซล (Cell) ที่มีขนาดคงที่แทนเฟรม กล่าวคือใช้แลนเอทีเอ็มเซลสวิตซ์ซิง (LAN ATM Cell Switching)  
โดยเทคโนโลยีของเอทีเอ็ม ซึ่งสามารถทำงานในเครือข่ายแลนได้ แทนเครือข่ายเคม ดังรูปที่ 5.11
12. ให้ใช้เทคโนโลยีเอทีเอ็มควบคู่ไปกับแลนเคมที่มีอยู่แล้ว กล่าวคือทำการผสมเอทีเอ็ม สวิตซ์ด้วยแลนเฟรมสวิตซ์ ซึ่งสวิตซ์อื่นในอันหนึ่งต่อเชื่อมเข้ากับสแตชันโดยตรงผ่าน  
คิเคตอีเทอร์เน็ตเซกเมนต์ (Dedicate Ethernet Segment) หรือผ่านสแตชัน 2 ถึง 3 สแตชันเพื่อใช้ในการแชร์ (Share) อีเทอร์เน็ต โดยเฉพาะ (Hybrid LAN ATM Switching และ Frame Switching) ดังรูปที่ 5.12



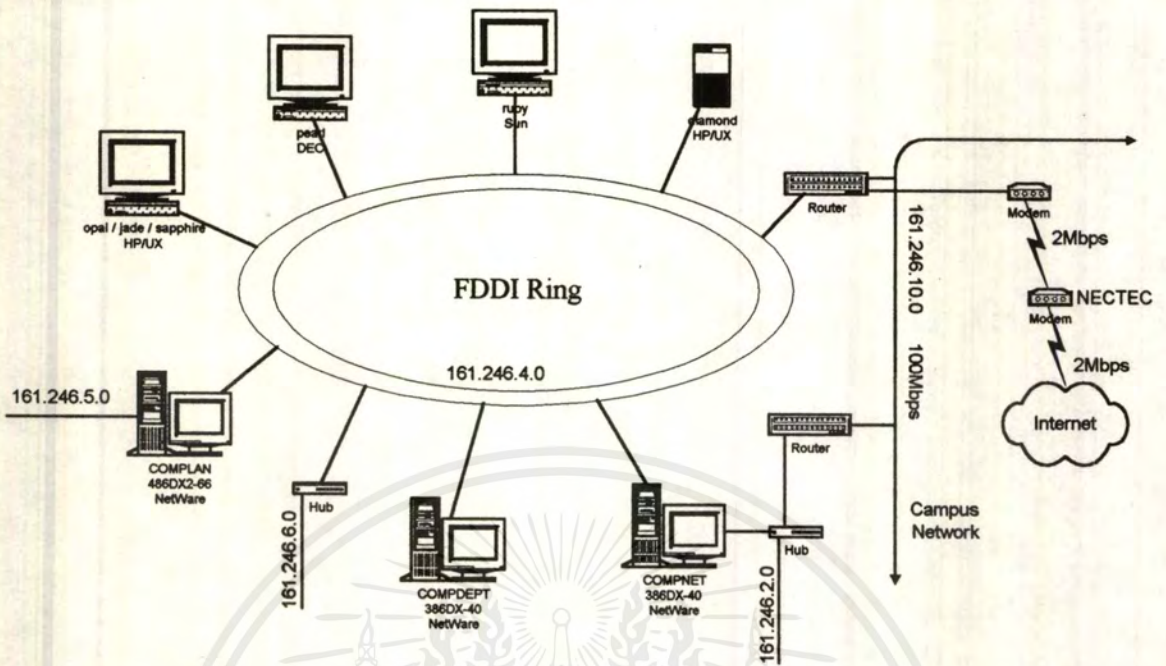
รูปที่ 5.2 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 1 FDDI GENERALIZATION



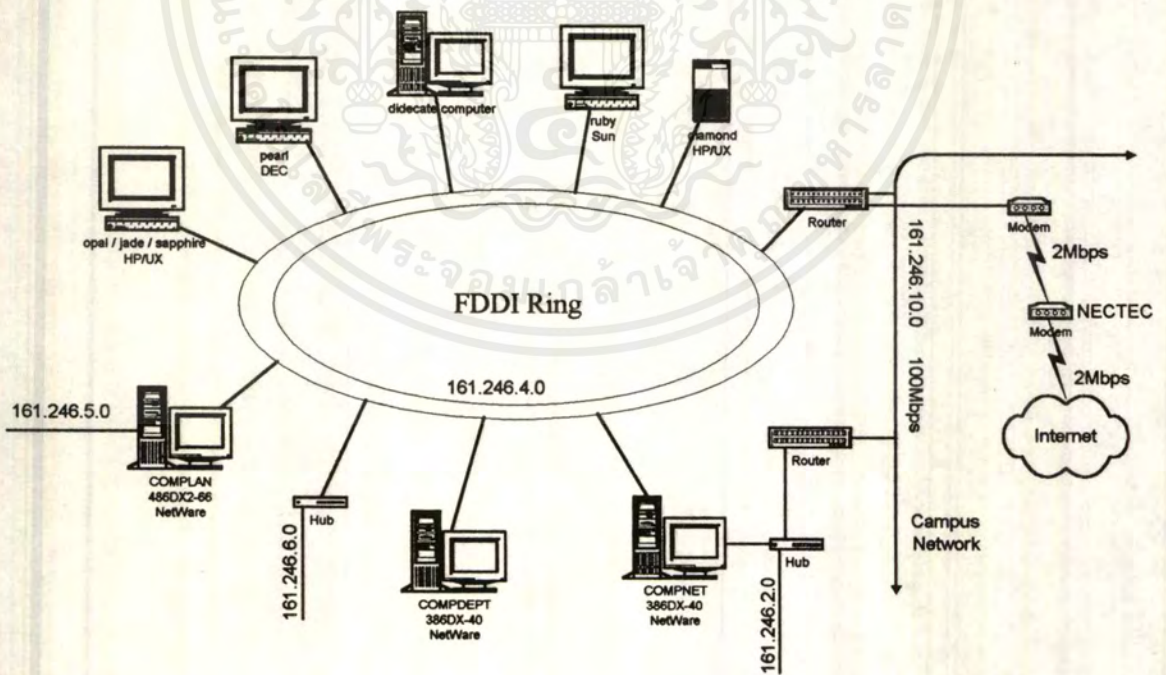
รูปที่ 5.3 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 2

LAN SEGMENTING, BY BRIDGES AND ROUTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



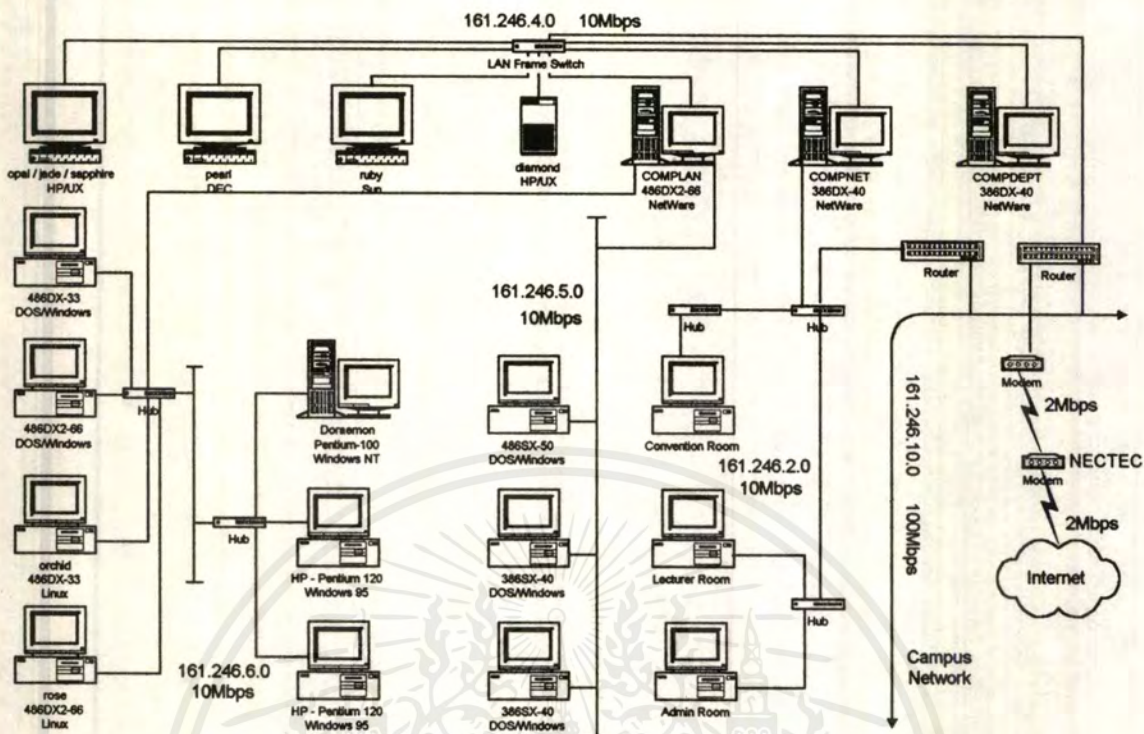
รูปที่ 5.4 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 1 และ โซลูชันที่ 2



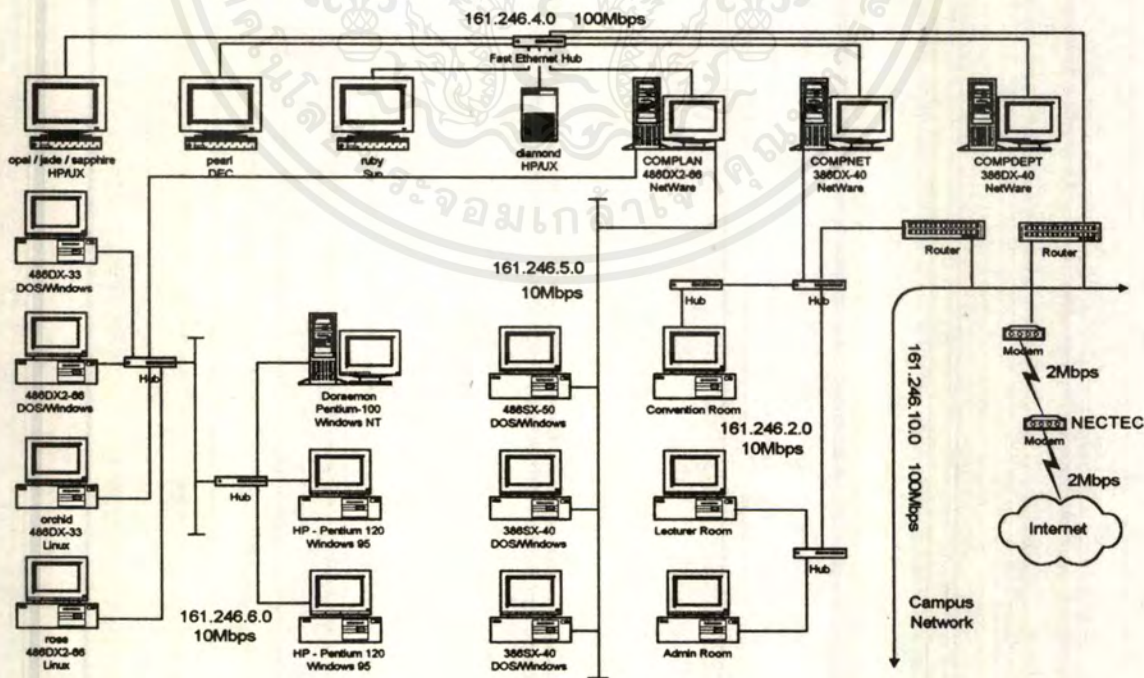
รูปที่ 5.5 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 3

(DEDECATED ETHERNET, WITH BRIDGES AND ROUTERS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

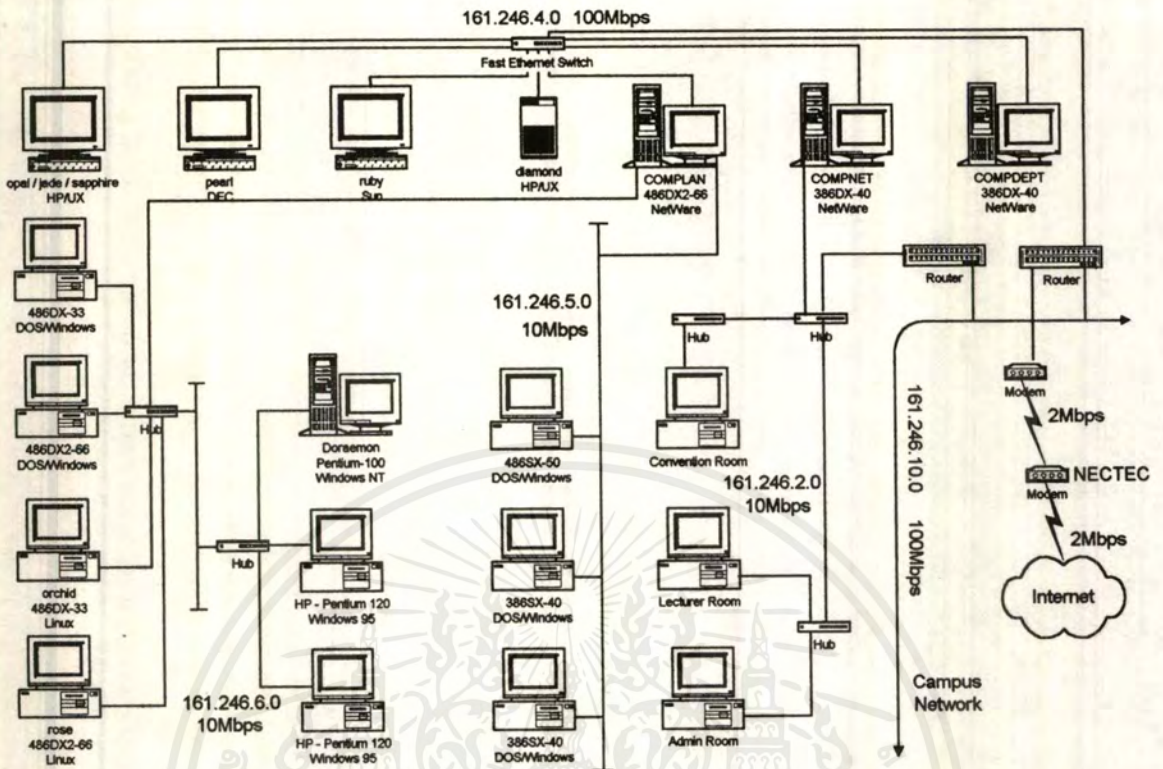


รูปที่ 5.6 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 4 LAN FRAME SWITCHING

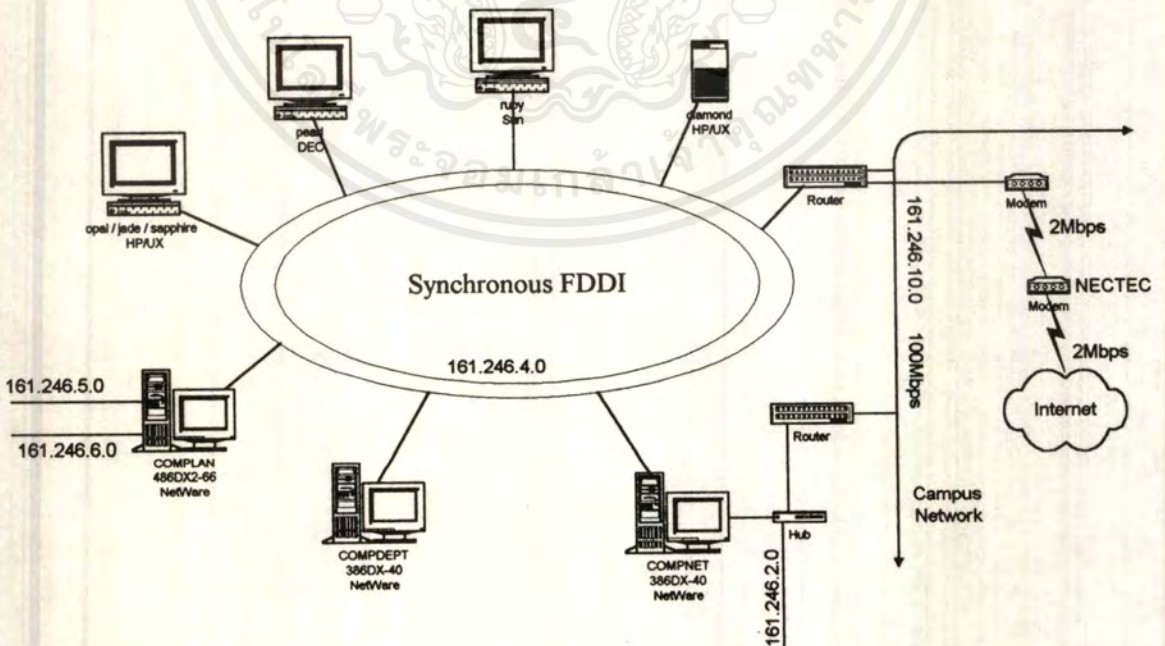


รูปที่ 5.7 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 5 100 BASE T, 100 VG ETHERNET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

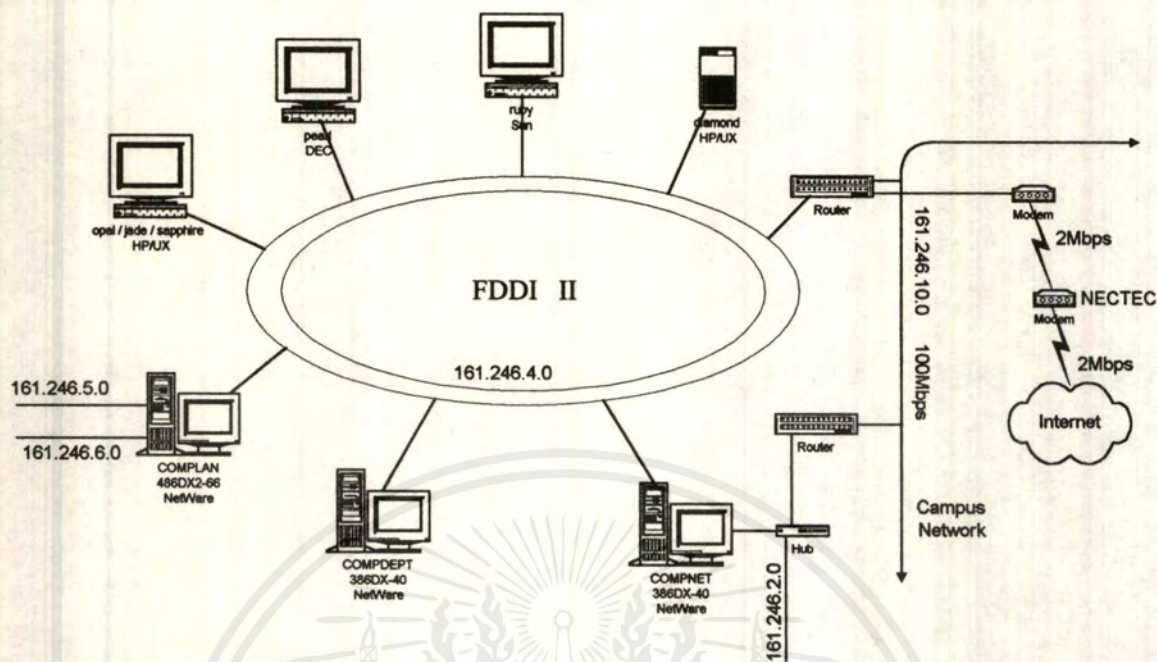


รูปที่ 5.8 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 6 100 Mbp ETHERNET SWITCHING

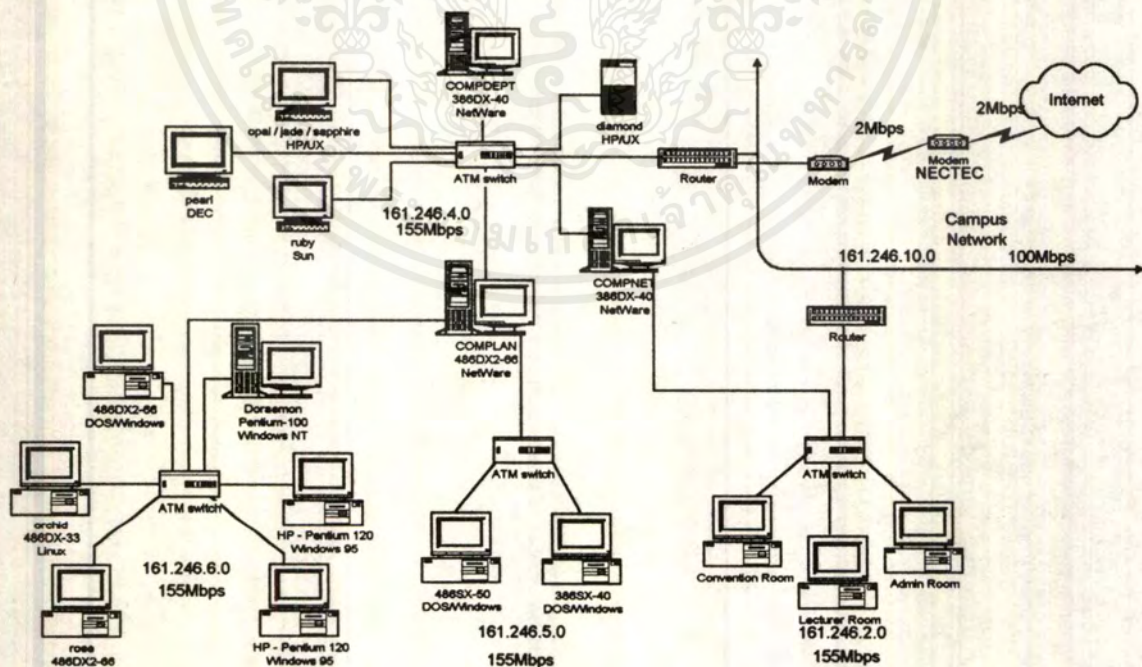


รูปที่ 5.9 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 9 SYNCHRONOUS FDDI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

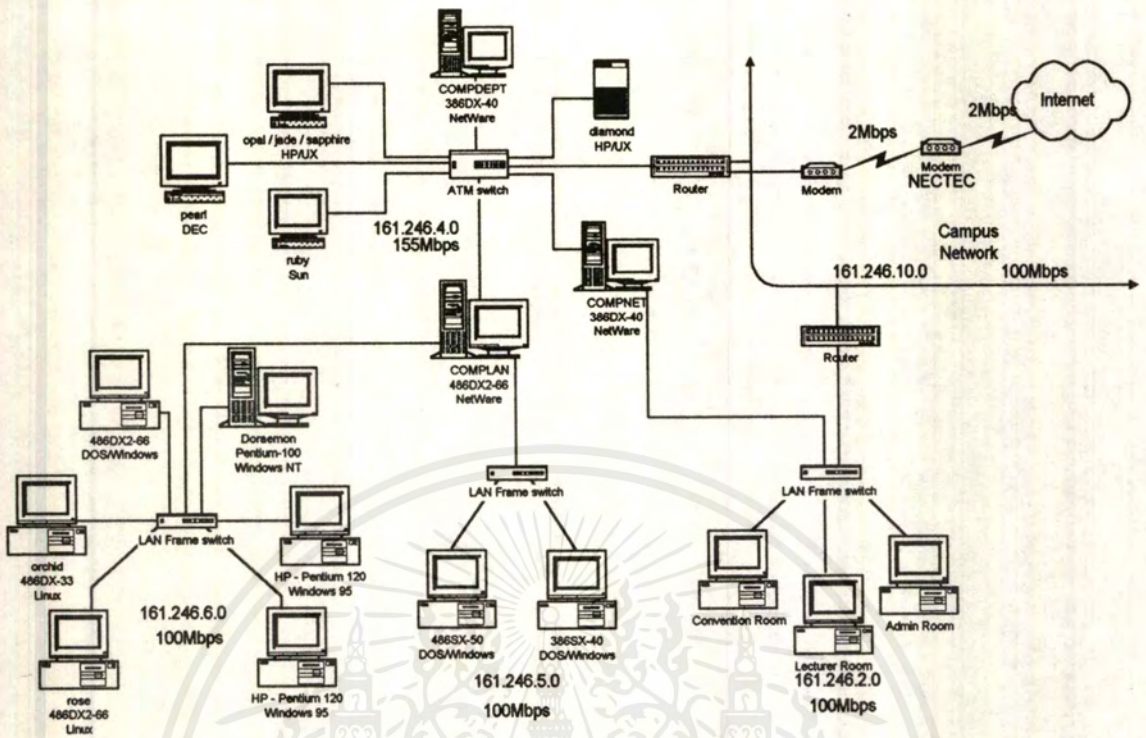


รูปที่ 5.10 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 10 FDDI II



รูปที่ 5.11 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 11 LAN ATM CELL SWITCHING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 แสดงการพัฒนาเครือข่ายตามโซลูชันที่ 12  
Hybrid LAN ATM Switching และ Frame Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### สรุป และวิจารณ์

ปริญญาโทฉบับนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบระบบเครือข่าย ทั้งแบบแลนและแวน เพื่อรองรับระบบประชุมทางไกลแบบเดสทอป โดยเน้นแอปพลิเคชันเป็นหลักในการออกแบบ นอกจากนี้ยังได้ทำการทดลองติดตั้งระบบประชุมทางไกลแบบเดสทอป เพื่อให้ใช้งานจริงภายในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ในการออกแบบเครือข่ายที่รองรับระบบประชุมทางไกลนั้น ดังที่กล่าวข้างต้นจะเห็นว่าเทคโนโลยีเอทีเอ็มเป็นเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมที่สุด (โดยไม่คำนึงถึงราคา) ในการรองรับระบบเดสทอป ประชุมทางไกลทั้งในระดับแลนและแวน ดังจะเห็นได้จากการออกแบบระดับแวนของเราได้ใช้เทคโนโลยีเอทีเอ็มของบริษัทโฟร์เป็นหลัก แต่ในการทดลองติดตั้งระบบประชุมทางไกลแบบเดสทอปภายในภาควิชานั้น การเลือกใช้อุปกรณ์เอทีเอ็ม เป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำได้ เพราะอุปกรณ์มีราคาสูง และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ได้มีอยู่อย่างจำกัด ฉะนั้นในการออกแบบในการใช้งานจริงนอกจากจะคำนึงถึงประสิทธิภาพในการทำงานแล้ว ราคาของอุปกรณ์ก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องพิจารณา เพราะฉะนั้นการเลี่ยงไปใช้เทคโนโลยีอื่นๆ ที่มีราคาถูก และมีประสิทธิภาพพอใช้ได้ก็จำเป็นที่จะต้องทำในการออกแบบ ดังจะเห็นได้จากการออกแบบในหลายๆ แนวทางที่ได้ทำไว้ในบทที่ 5 ซึ่งทุกๆ แนวทางสามารถทำได้ แต่การจะเลือกใช้เทคโนโลยีใดนั้น ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในหลายๆ ด้าน ทั้งทางด้านประสิทธิภาพ ราคา ความง่ายในการติดตั้งและปรับเปลี่ยน และความเห็นชอบจากผู้บริหารในหน่วยงานนั้นๆ

## ภาคผนวก ก.

### ตัวอย่าง Solution ของระบบเครือข่าย

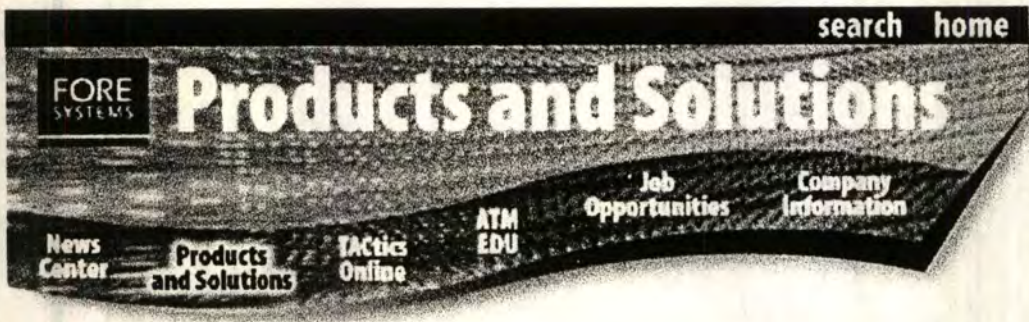
ในส่วนนี้เป็น ส่วนที่เสริมขึ้นเพื่อแสดงตัวอย่าง solution ของระบบเครือข่ายที่มีใช้งานในปัจจุบันจริงๆ ซึ่งจะแสดงลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในเครือข่าย เหตุผลของการเลือกใช้เทคโนโลยีของ solution นั้นๆ ซึ่งในการเน้นเทคโนโลยี ATM เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่มีประสิทธิภาพสูง และจาก solution ต่างๆ เหล่านี้จะมีประโยชน์ เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการออกแบบระบบเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ในที่นี้จะใช้ตัวอย่าง solution ของบริษัท FORE system ซึ่งเป็นบริษัทหนึ่งซึ่งได้ทำงานทางด้านนี้มาเป็นเวลานาน โดยเฉพาะเทคโนโลยี ATM ซึ่งตัวอย่าง solution ที่แสดงนั้น มีทั้งในระดับ WAN และ ระดับ LAN และประการสำคัญก็คือระบบเครือข่ายที่ใช้เป็นตัวอย่างนี้ เป็น solution ที่มีการใช้งานจริง ภายใต้การนำอุปกรณ์ของบริษัท FORE system เป็นอุปกรณ์ในการทำงานของเครือข่าย โดยอุปกรณ์ที่ใช้นั้นจะเน้นไปทางด้าน ATM switch

โดยในตัวอย่าง Solution ที่จะนำเสนอมีดังต่อไปนี้

1. ระบบเครือข่าย WAN
  - 1.1 Canada's Highway 407
  - 1.2 Monterey Bay Aquarium
2. ระบบเครือข่าย LAN
  - 2.1 Donaldson Lufkin & Jenrette
  - 2.2 ESRF (European Synchrotron Radiation Facility)
  - 2.3 Westinghouse

รายละเอียดตัวอย่าง solution ของบริษัท FORE system ทั้ง 4 แบบจากเครือข่าย WAN และ เครือข่าย LAN นั้นจะแสดงในส่วนถัดไปจากนี้



## ATM Networking Solutions for ... Highway 407

*FORE ATM provides higher reliability for the infrastructure*

### **FORE ATM Speeds Traffic on Highway 407 Near Toronto**

Asynchronous Transfer Mode (ATM) products from FORE Systems have made it possible for Canada's Highway 407 to institute the world's first Electronic Toll Collection (ETC) system for billing, planning and other management functions.

Running 69 km through Ontario, Canada's most populous province, Highway 407 serves the congested Toronto metropolitan area as the first public/private partnership highway project in the area's history. To ease congestion caused by an estimated 55,000 daily users, and reduce pollution at the road's 28 interchanges, the highway relies on an ATM-based system that eliminates toll collection booths by utilizing broadcast transponders and video imaging to record highway usage by individual vehicles. The data gathered by the system is relayed to central toll transaction processors, which forward pertinent information to a revenue management system (RMS) that calculates, creates and distributes bills to drivers' homes, posts revenues to accounts and manages other related transactions.

### **Why ATM Technology?**

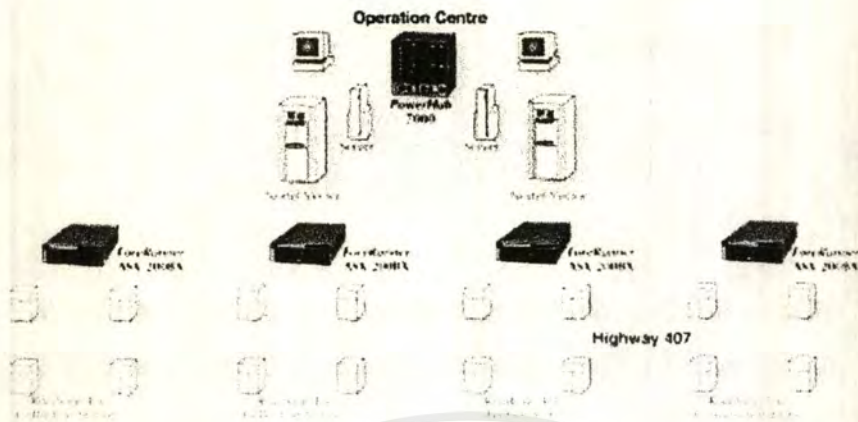
*FORE ATM products have enabled implementation of the world's first Electronic Toll Collection system on Canada's Highway 407 near Toronto, easing congestion and reducing pollution at the road's 28 interchanges.*

In planning the tollway's communications system, the project design team looked for a networking technology that could effectively transmit both data and digital images. The system also demanded an architecture that would work effectively for both wide and local area networks. Other requirements for the networking technology included speed, reliability, scalability, and cost effectiveness. Ethernet, SONET and FDDI technologies were considered, but they were ultimately rejected in favor of ATM technology, which met all of the projects' requirements.

ATM's ability to contain bandwidth costs was a key reason it was selected as the networking technology for the Highway 407 project. "ATM consolidates both data and digital images on one network, which reduces bandwidth costs significantly," explained Dave Lester, senior designer of systems engineering, Bell Canada, and a member of the network design team for Highway 407.

ATM enables high-speed file transfers, improving the performance efficiency of the ETC servers. In addition, ATM is a connection technology that supports Switched Virtual Circuits (SVCs), providing transparent fault isolation and simplified operation and management.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The FORE ATM communications system for the Highway 407 project features both wide and local area components. ForeThought internetworking software provides end-to-end network management across the ATM network, which features ForeRunner ASX-200BX ATM switches located at 28 Electronic Collection interchanges. The ATM switches at these interchanges transmit video images and data to the system's operation centre, which features servers, PowerHub LAN switches and Vector ATM switches. FORE ATM NICs are in the servers as well as the Roadside Toll Collection units.

#### Why FORE?

The highway's ETC system is enabled by FORE's high-performance ATM products, including ForeRunner ATM switches and adapters, FORE ATM Network Interface Cards (NICs), PowerHub LAN switches, and ForeThought internetworking software.

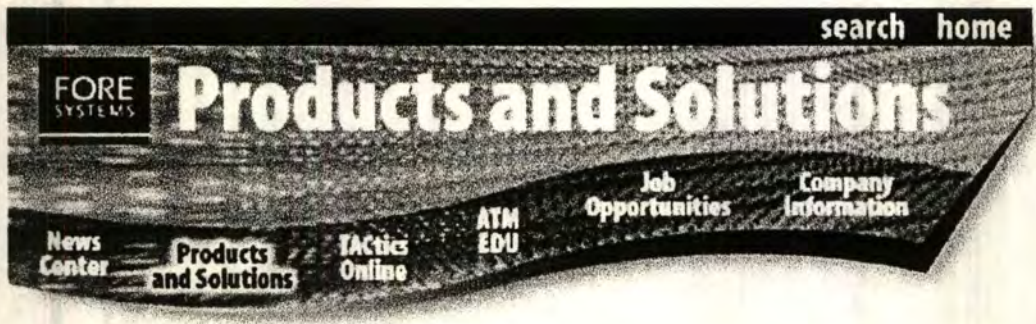
Lester said, "FORE's ability to provide an end-to-end networking solution was the key reason that FORE was selected as the ATM technology supplier for the Highway 407 project." QNX Software Systems, a ForeThought Partner, also participated by providing the network's real-time, ForeThought-enabled operating system, as well as software drivers for the ATM adapter cards.

Another reason FORE ATM was selected for the highway's communications system was because an ATM network featuring ForeThought internetworking software provides a unique architecture that delivers low latency and guaranteed Quality of Service (QoS).

FORE ATM provides higher reliability for the infrastructure by supporting path diversity through automatic alternate rerouting, load sharing and IP multicast capabilities. IP multicast is a key feature of ForeThought software, enabling video images and data transmissions to be sent to both the primary and backup servers simultaneously. This reduces bandwidth costs and promotes efficient server utilization.

Another benefit of the FORE ATM design, noted Lester, is that it can be easily expanded to accommodate future growth. "FORE ATM will let us grow the Electronic Toll Collection network, as needed, and much more easily than we would be able to with other networking technologies," said Lester. He added that the network currently operates at a rate of 155 Mbps, but the data rate on the WAN can be increased to 622 Mbps simply by adding an expansion module in each ForeRunner ATM switch.

This "future-proofing" capability is important because, while Highway 407 is designed to handle an initial 55,000 vehicles a day on its six lanes, it has the capacity to expand up to ten lanes-and the Electronic Toll Collection network must be able to handle the additional traffic. Thanks to FORE ATM products, it is already designed and ready for such an increase.



## ATM Solutions for... Monterey Bay Aquarium

*"FORE's the ATM market leader, with best-of-breed products, so it seemed to be a natural choice for this system."*

### Getting in the Swim with a FORE ATM WAN

Asynchronous Transfer Mode (ATM) products from FORE Systems make undersea exploration and research come to life in an innovative science program shown simultaneously at two facilities the Monterey Bay Aquarium and the Tech Museum of Innovation in San Jose 90 miles apart in California.

The aquarium and its sister institution, the Monterey Bay Aquarium Research Institute (MBARI), conduct scientific research into aquatic life deep off the California coast. The aquarium hosts three million visitors a year, including 70,000 children participating in free school programs.

One of the aquarium's most popular features, "Live from Monterey Canyon," lets visitors to the aquarium and the Tech Museum of Innovation simultaneously view life forms and conditions in the 10,000 foot deep Monterey Canyon in the Pacific Ocean.

### Exploring the Sea Depths

*High-quality, real-time video images of ocean life are transmitted over a FORE ATM wide area network connecting the Monterey Bay Aquarium and the Tech Museum of Innovation, 90 miles away in San Jose, CA.*

From a research vessel, MBARI scientists control a submersible, remotely operated vehicle (ROV), which explores the ocean canyon to a depth of 6,000 feet. Tethered to the ship by a fiber optic cable, the ROV is equipped with lights and a video camera for remotely navigating the vessel and for transmitting a video signal that allows researchers and visitors to the aquarium and museum alike to view marine life in the canyon.

During dives, live video from the ROV is sent via the fiber optic tether to the surface ship and transmitted ship-to-shore as a microwave signal. At the aquarium, the video is projected onto a large screen in the auditorium. A presenter from the aquarium staff explains the video images, answers questions, and forwards queries to scientists on the ship.

At the same time, video of both the presenter and the underwater images are sent over the ATM network from Monterey Bay Aquarium to the museum in San Jose.

Viewers in the auditorium in San Jose watch a picture-in-picture television monitor that shows both the presenter in Monterey and the underwater images. They can also ask questions of the presenter, via a two-way audio link carried over the ATM network.

### Why ATM Technology?

"We wanted to give a sense of immediacy by allowing a viewer in San Jose to pose a question to the presenter in Monterey," explained Mike McCann, UNIX system administrator at Monterey Bay Aquarium Research Institute. "ATM technology lets us do that on a wide area network."

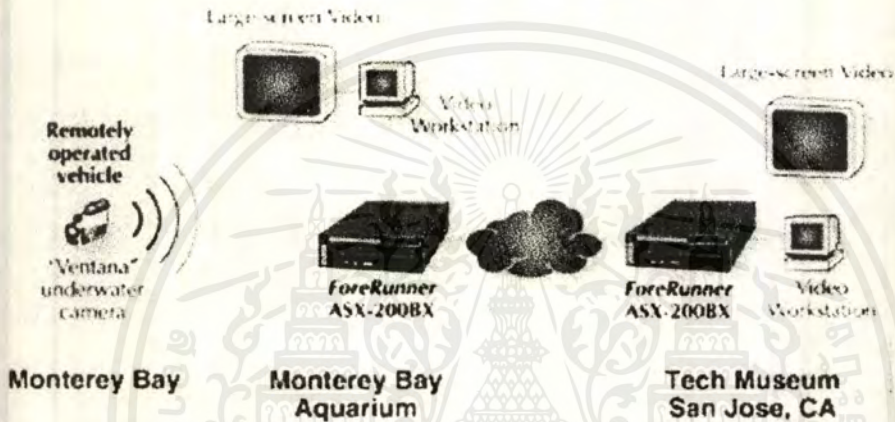
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

McCann noted that ATM was the only networking technology that would support the high-quality video transmissions needed to let the viewers focus on the images on the screen. The true-to-life images help museum visitors appreciate the diversity and texture of aquatic life deep below the ocean's surface demonstrating how useful ATM technology can be in promoting both education and scientific research.

"The presenter at the Aquarium plays either live video from the ROV or video laser disk images captured previously, and sends them across the ATM link to the Tech Museum in San Jose," explained McCann.

"With ATM, there's no degradation of video quality. We have allocation on the circuit of 12 Mbps for the large frame-rate video, so it appears on the screen as virtually a normal, television broadcast in full-color."

Networked video quality is full resolution (640-by-480 pixel NTSC) running at 30 frames per second in 24-bit true color. Audio is 16-bit, CD-quality and is fully synchronized with the video.



FORE's ForeRunner ATM switches are at the heart of the wide area network (WAN) connecting Monterey Bay Aquarium and the Tech Museum of Innovation 90 miles away in San Jose.

The FORE ATM network transfers video signals from Monterey Bay Aquarium to local access provider Pacific Bell's central office switch in Monterey. Because Sprint provides long-distance service to Monterey Bay Aquarium, the video signals are transmitted from Monterey to Sprint's regional switching center at Rialto, in southern California. From there, the ATM video signal is transmitted to Palo Alto, where the Tech Museum's Pacific Bell local service center is located; and, finally, from Palo Alto to San Jose.

A ForeRunner ATM switch is at each of the six locations to enable transmission of the high-quality, real-time video signals. FORE's ForeRunner SBA-200 adapter cards are installed in Sun workstations at the Monterey Bay Aquarium and the Tech Museum. Classical IP is the network protocol.

### Why FORE ATM?

"With ATM, there's no degradation of video quality."

"It works," McCann said of the ForeRunner ATM switches and SBA-200 adapter cards in the network. "FORE's the ATM market leader, with best-of-breed products, so it seemed to be a natural choice for this system."

While MBARI's network managers were impressed by FORE's state-of-the-art ATM switches and adapters, FORE's responsiveness, value-added service and support also distinguished FORE from other vendors.

"There were a lot of components to the network itself," said McCann. "But the install happened pretty quickly, in about a month or so."

Since the ATM network installation was completed in early 1995, the FORE ATM video network has been accommodating the interests of scientific researchers and casual visitors alike.

In the future, the FORE ATM network connecting the Monterey Bay Aquarium and the Tech Museum of Innovation will be extended to California schools to promote the study of science. An Internet connection is also planned, so "Live from Monterey Canyon" can be shared with schools and museums anywhere in the world.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับผูกมัดให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

© 1997 by FORE Systems. All rights reserved.

Contact FORE

Feedback

Powered by  
  
 Network Appliance

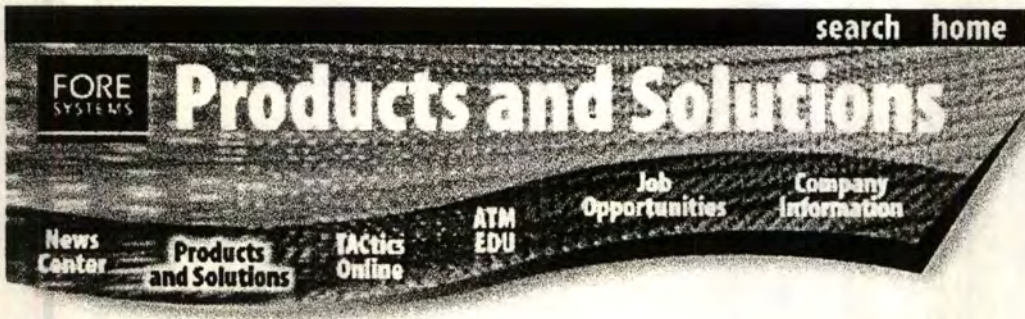


This document contains the following shortcuts:

Shortcut text	Internet address
<no text>	<a href="http://www.netapp.com/">http://www.netapp.com/</a>
NetGuide Gold Site	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ATM Networking Solutions for ... Donaldson, Lufkin & Jenrette, Inc.

*Using FORE's adapters and switches, data throughput at the server was over 100 Mbps!*

### **ATM Gives DLJ a 100+ Mbps PC Network**

On Wall Street, time is money. Transactions must be processed quickly, and growing firms cannot afford to be limited by their data communications networks.

To accommodate its own rapid growth, Donaldson, Lufkin, & Jenrette, Inc. (DLJ), a major Wall Street firm known as a pioneer in the institutional equities business, turned to FORE Systems, the pioneer in ATM technology. The result? DLJ became one of the first Wall Street firms to use ATM for live trading via desktop PCs-and, in the process, the company streamlined performance, reduced costs and expanded its network capacity to accommodate future growth.

The search for an ATM solution began with DLJ's rapidly growing repurchase (repo) group, which buys and sells U.S. Government securities in the Taxable Fixed Income market.

The firm established its original network to support the repo group in 1989. Over the next few years, the system evolved into a two-segment FDDI network of 35 IBM PS/2 PCs (clients) running DOS. The network's server at the time was an IBM PS/2 with NetWare v3.11. Application software included four custom-designed, real-time trading systems. Data stored on the server combined repo pricing and analytics with deal capture, position keeping, and trade matching applications.

### **Transaction Volume Grows**

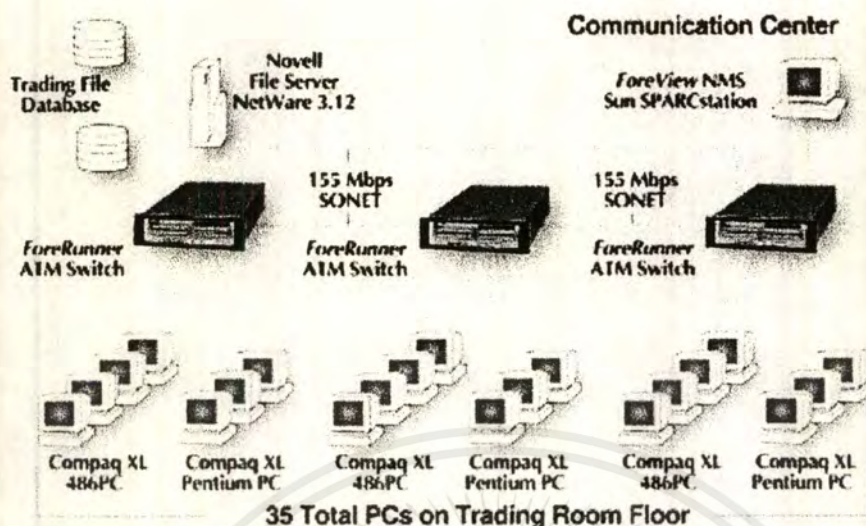
*Donaldson Lufkin & Jenrette worked closely with FORE Systems to design and install a high-speed ATM network that helped the firm reduce costs and improve productivity.*

However, business at the repo trading desk rapidly outgrew even the expanded network's capacity to handle traffic. And, as traffic grew on the Local Area Network (LAN), users began to notice slower response times-which, in turn, hampered traders' productivity.

This dilemma prompted DLJ to seek solutions that would speed the network's response times to allow faster, more efficient trading. Essentially, DLJ wanted a fast, reliable infrastructure that would meet its current needs and position the firm for future growth.

DLJ's search for a new network infrastructure took on new urgency in April, 1994, when the Federal Reserve began charging a fee to trading firms for what is known in the financial industry as a daylight overdraft. In other words, when a deal is completed, the money must change hands as soon as possible. If it doesn't, the Federal Reserve Bank imposes a fee-by the minute. These charges can mount quickly, potentially costing a firm millions of dollars.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FORE's ForeRunner ESA-200PC ATM adapter cards were installed in the server and in each client. Multimode fiber optic cable was used to link these to ASX-200 ATM switches. The 486-based PCs were connected via 100 Mbps TAXI links and the Pentium-based PCs with 155 Mbps SONET links. The ATM network is managed from a Sun SPARCstation running FORE's ForeView network management software.

### ATM From FORE Measures Up

Now DLJ has all the capacity it needs-and more. Its business plans no longer revolve around what the network will allow.

After examining proposals from several vendors, DLJ installed a network of ForeRunner ATM switches and ATM adapters from FORE Systems. The new network promised to satisfy all of DLJ's requirements for a fast, reliable system that could be expanded as required. However, as one of the first major trading firms to use ATM, DLJ took extra care to scrutinize the ATM network's performance.

Soon after installation, DLJ conducted its initial evaluation, using Novell's Perform3 benchmark tests. Workstations running Perform3 software were connected to the server via FORE's ForeRunner ASX-200 ATM switch. All workstations accessed the server simultaneously, and the actual data throughput-excluding cell and protocol overhead-was measured at the server. Using FORE's adapters and switches, data throughput at the server was over 100 Mbps!

Another benefit of the new network was a 50 percent reduction in the time required to process tri-party trades. Before ATM, it took 0.33 seconds per transaction to process them. That was reduced to 0.16 seconds per transaction, with a target of 0.05 seconds.

FORE's non-blocking switch architecture and wider selection of high-speed interfaces were also key factors in DLJ's evaluation. Furthermore, the switch's integrated processor eliminated the need for a separate, dedicated workstation to perform switch processing.

### Complete ATM Solution

In planning the network, DLJ wanted a single company to provide all the ATM network components-from device drivers to ATM adapter cards to ATM switches. Only FORE actually designs, manufactures, installs, and maintains all of these components.

Just as significantly, ATM technology offers DLJ several important advantages:

- An ATM network doesn't share the transmission media among clients (PCs). Each has a direct connection to the ATM switch.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- The connections operate at higher data rates than other technologies-as high as 155 Mbps.
- ATM provides a smooth migration to higher speeds-enabling the network to accommodate future growth.

Now, DLJ has all the capacity it needs' and more. Its business plans no longer revolve around what the network will allow. The ATM network has proven its worth by helping DLJ reduce costs, improve productivity and, perhaps most importantly, focus on the firm's core business rather than on the network itself.

© 1997 by FORE Systems. All rights reserved.

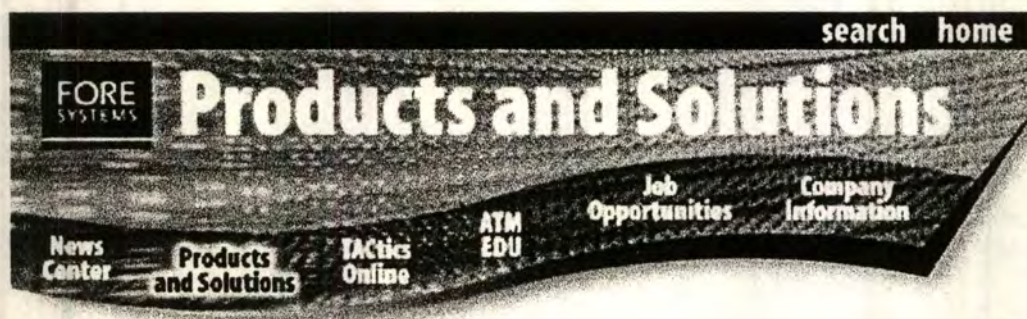
Contact FORE

Feedback



This document contains the following shortcuts:

Shortcut text	Internet address
<no text>	<a href="http://www.netapp.com/">http://www.netapp.com/</a>
NetGuide Gold Site	



## ATM Networking Solutions for ... European Synchrotron Radiation Facility

*This is not just an ATM pilot site. Other than required, periodic maintenance, this is a 24 hour-a-day network. And it's expected to be available all the time.*

The European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) is an academic and industrial research institute located in Grenoble, France, and jointly funded by 12 European countries. Synchrotron radiation technology has a wide variety of practical applications from the treatment of brain tumors to the production of a super-powerful microscope and the testing of microelectronic components.

The ESRF produces billions of bytes (i.e., gigabytes) of raw data to be shared among ESRF scientists and technicians. Expectations are that this volume will increase ten-fold over the next three-to-four years. A TCP/IP-based Ethernet network, already established, is clearly insufficient to cope with this level of traffic volume.

Another limitation is distance. Existing technologies simply could not scale to the distances between ESRF network nodes and fiber optic cable is clearly essential. For example, high performance parallel interfaces (HiPPI) used to interconnect a cluster of servers have a range of 25 meters. Switched Ethernet, while supporting the distance requirement, did not have the needed bandwidth.

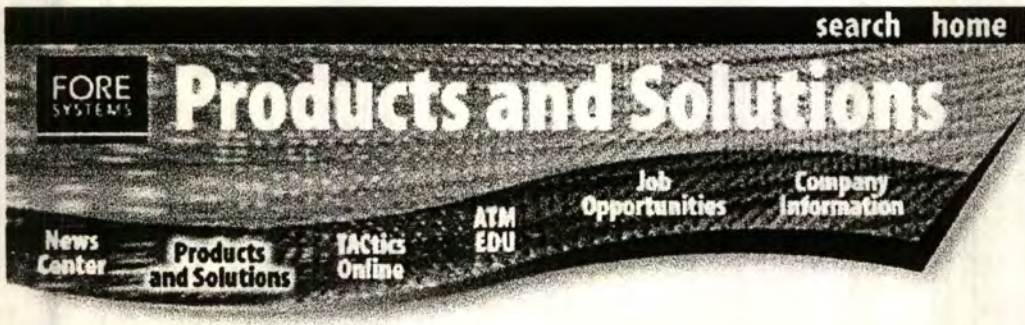
### ATM Delivers-Today

*At ESRF, the latest in ATM networking technology is used to support the NICE Project. A research program that develops practical applications for synchrotron radiation. This technology can be used in a wide variety of fields including physics, chemistry, biology, materials science environmental science, and medicine.*

ATM is the one technology that met all ESRF's network requirements. It supports the full range of information types (voice, video, and data), network types (LAN and WAN), and predictable performance at high volumes of traffic. And FORE Systems was the only vendor that could deliver an ATM solution in the desired time. FORE's ATM solution was the only one that could provide ATM adapters for every type of end user workstation on the ESRF network.

In early 1995, more workstations running at 155 Mbps were added to the network, using Category 5 copper wiring. No difference in performance (i.e., between the copper wire and fiber optic media) was reported by users. And the cabling costs were greatly reduced.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ATM Solutions for... Westinghouse Electric Corporation

*The ATM network is more responsive, has more capacity and costs less than the supercomputer Westinghouse used previously.*

### **Westinghouse Replaces Supercomputer with ATM Network**

Asynchronous Transfer Mode (ATM) products from FORE Systems are enhancing the performance and lowering the cost of computing for Westinghouse Electric Corporation's Nuclear Technology Division. Based in Monroeville, PA, the division provides engineering services for the design and maintenance of nuclear power systems.

Until 1994, the division used a supercomputer to process computationally intense tasks. However, after examining ways to improve productivity and reduce costs, Westinghouse managers decided to replace the supercomputer with an ATM-based distributed network of workstations.

### **Why ATM?**

#### **Superior Bandwidth.**

*Westinghouse's Nuclear Technology Division installed a high-performance network featuring ATM switches from FORE Systems. Westinghouse selected ATM after determining it was the only technology that could handle all the data traffic generated by the division's batch computing tasks for engineering applications.*

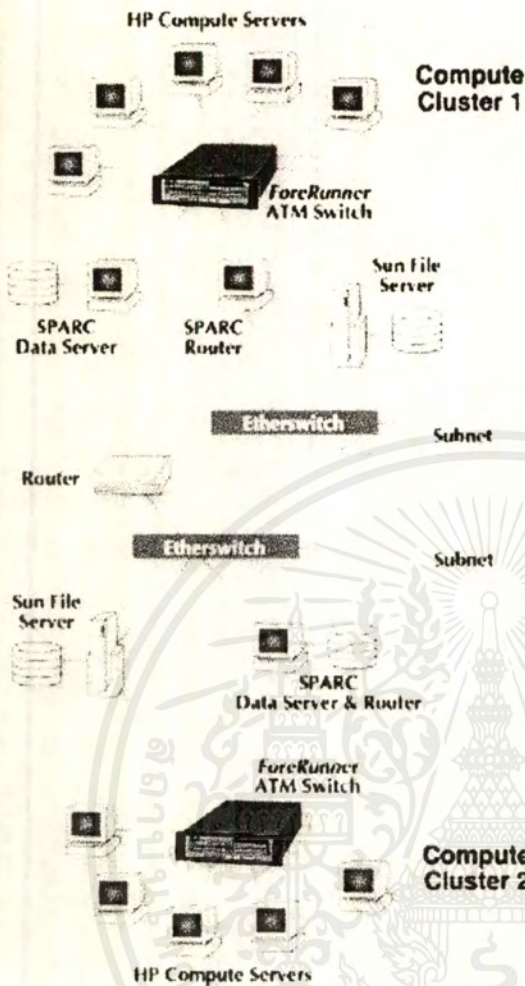
Westinghouse determined that only an ATM-based computer architecture would support the Nuclear Technology Division's high-bandwidth file transfers.

The network's compute servers execute engineering batch code that runs for up to ten hours. As each program begins, it downloads files from the network's file servers. These files are typically on the order of tens of megabytes in length. When the program finishes, it generates even larger data files, on the order of hundreds of megabytes long.

The result is voluminous data traffic that needs a network capable of supporting high average bandwidths, as well as occasional usage peaks. Each job's base load is around 10 megabits per second (Mbps), with peak loads of 40-60 Mbps, and 16 or more jobs may be executing at once.

The traffic load is clearly beyond the capability of a 10 Mbps Ethernet LAN, and even FDDI, which operates at 100 Mbps. These types of networks are too slow because they require machines on the system to share bandwidth with one another. Only ATM can deliver the necessary bandwidth to each machine. "Without ATM, we wouldn't have been able to move all that data around," said Gary Ellis, who played a key role in the ATM selection process when he was manager of engineering information technology at Westinghouse's Energy Systems Business Unit (ESBU). "The network is more responsive and has more capacity. And it costs less."

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



*Compute clusters featuring ForeRunner ATM switches are at the heart of the computer system architecture at Westinghouse's Nuclear Technology Division.*

*The ForeRunner ATM switches are connected to HP and Sun workstations, forming a seamless distributed network, or LAN backbone, for workgroup access. The HP workstations (HP 735s) act as compute servers for program applications, while the Sun workstations (SPARC 10s and 690s) act as file and data servers. The Sun workstations also function as routers, linking Westinghouse's Ethernet LANs to the ATM network via Ethernet switches.*

### **Why FORE? Leading-Edge ATM Products & Value-Added Service**

Once the decision to adopt ATM was made, the next step was to select a network vendor. Westinghouse wanted to work with an ATM vendor that would supply not only state-of-the-art ATM products but also provide ongoing technical expertise, service and support.

"We were looking for a network vendor who said, 'We'll put the switch in, and we'll do whatever it takes to be sure it runs,'" Ellis noted. "FORE was willing to do that."

FORE proved its readiness from the start. The initial switch installation began on the Sunday after Christmas, and FORE engineers worked around the clock to have the network operational within two days.

### **Increased Productivity**

From the start, Westinghouse's ATM network provided better performance than the old supercomputer. Westinghouse measures its computer systems' productivity in compute resource units

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

### ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของแต่ละบริษัทนั้นจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันก็ตาม เช่น ผลิตภัณฑ์ประเภทระบบการประชุมทางไกล ของต่างผู้ผลิต ย่อมให้คุณภาพในการแสดงภาพ เสียง และความสามารถอื่นที่ต่างกัน หรือ อุปกรณ์ LAN switch สำหรับผู้ผลิตแต่ละผู้ผลิตก็ไม่เหมือน หรือแม้แต่ในผู้ผลิตรายเดียวกัน ผลิตภัณฑ์รุ่นต่างๆ กัน ก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป

ดังนั้นในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ใดๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการออกแบบเครือข่าย ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทการออกแบบเครือข่าย และอีกสิ่งหนึ่งที่เป็นปัจจัยในการเลือกในผลิตภัณฑ์ใดๆ ก็คือ บริษัทของผู้ผลิต เนื่องจากในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ของหลายต่อหลายผู้ผลิต ซึ่งอาจมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นนอกเหนือจากการพิจารณาคุณสมบัติต่างๆ อาจต้องพิจารณาบริษัทผู้ผลิตเป็นสำคัญอีกด้วย

ดังนั้นในภาคผนวกส่วนนี้ จะนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่างๆ มาเสนอพร้อมคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ดังต่อไปนี้

#### 1. ระบบการประชุมทางไกล

##### 1.1 PictureTel LiveManager (PictureTel)

##### 1.2 CLI Desktop Video (CLI)

#### 2. อุปกรณ์ทางเครือข่าย

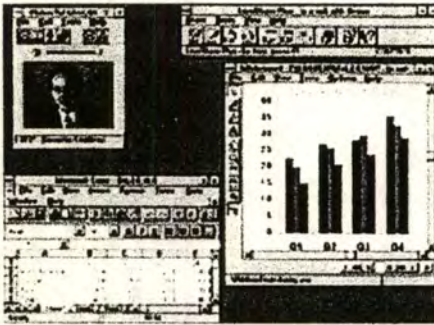
##### 2.1 ForeRunner ATM Switch (FORE system)

##### 2.2 PowerHub LAN Switches for ATM (FORE system)

##### 2.3 ForeRunner ATM Adapter Cards (FORE system)

โดยรายละเอียดคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ แสดงดังต่อไปนี้





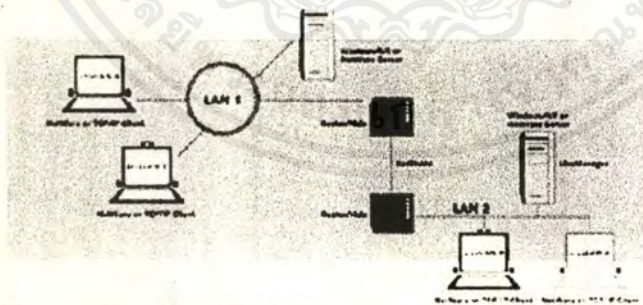
LiveLAN is a LAN-based videoconferencing client for your Windows 95 desktop PC. By camera, video and audio capture capability, speakers and a microphone, you will have the videoconferencing communications on the LAN. LiveLAN will support the Internet Engineering Task Forces (IETF) Resource Reservation Protocol (RSVP) which makes it possible for application to reserve bandwidth through network routers.

## LIVEMANAGER FOR CONFERENCE MANAGEMENT

Required for LiveLAN and LiveGateway operation, LiveManager allows network manager the use of video and audio based upon individual network configurations and capacities. LiveManager ensures your network will continue to run smoothly by providing a mechanism to regulate the number of simultaneous calls. It also automatically facilitates LiveLAN calls through routers, lets you create a global network-wide phone book, and monitors LiveLAN calls on your network.

LiveManager consists of two software components: a client component called "LiveManager Console" that resides on a Windows client PC, and a server component that is loaded on a NetWare or Windows NT server. From this console, the network manager monitors and controls the use of LiveLAN throughout the network. And only one LiveManager is needed per corporate network.

### LiveLAN/LiveManager Deployment Example



You can install an unlimited number of LiveLAN units on any combination of IPX or IP networks. Only one LiveManager is required to manage and control the bandwidth allocated for videoconferencing.

## LIVEGATEWAY FOR WAN ACCESS

LiveGateway is a PC server add-on kit that provides LiveLAN clients access to H.320-cc systems and other LiveLAN clients across an ISDN WAN. LiveGateway includes a board server application installed on the server and a LiveGateway Console integrated within a network management application through LiveManager via SNMP. Through this Console, a LAN administrator can test, tr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and configure the ISDN network characteristics of the LiveGateway(s) installed through network.

## PRODUCT SPECIFICATIONS CLICK HERE



PictureTel

[Company](#) [News](#) [Products](#) [Services](#) [Applications](#) [PUG](#) [Contact](#) [Search](#) [E-mail](#)

Copyright © 1996 *PictureTel Corporation*. All rights reserved. *Trademarks and disclaimer.*  
Developed and hosted by *Onward Technologies, Inc.*

This document contains the following shortcuts:

Shortcut text	Internet address
<no text>	<a href="http://www.picturetel.com/livelans.htm">http://www.picturetel.com/livelans.htm</a>
<no text>	<a href="http://www.picturetel.com/cgi-bin/fax.pl/3031">http://www.picturetel.com/cgi-bin/fax.pl/3031</a>
<no text>	<a href="http://www.picturetel.com/products.htm">http://www.picturetel.com/products.htm</a>
<no text>	<a href="http://www.picturetel.com/field3.htm">http://www.picturetel.com/field3.htm</a>
PictureTel	<a href="http://www.picturetel.com/default.htm">http://www.picturetel.com/default.htm</a>
Company	<a href="http://www.picturetel.com/coinfo.htm">http://www.picturetel.com/coinfo.htm</a>
News	<a href="http://www.picturetel.com/press.htm">http://www.picturetel.com/press.htm</a>
Products	<a href="http://www.picturetel.com/products.htm">http://www.picturetel.com/products.htm</a>
Services	<a href="http://www.picturetel.com/ESD/default.htm">http://www.picturetel.com/ESD/default.htm</a>
Applications	<a href="http://www.picturetel.com/apps/default.htm">http://www.picturetel.com/apps/default.htm</a>
PUG	<a href="http://www.picturetel.com/pugnews.htm">http://www.picturetel.com/pugnews.htm</a>
Contact	<a href="http://www.picturetel.com/contact.htm">http://www.picturetel.com/contact.htm</a>
Search	<a href="http://www.picturetel.com/search.htm">http://www.picturetel.com/search.htm</a>
E-mail	<a href="mailto:webmaster@pictel.com">mailto:webmaster@pictel.com</a>
PictureTel Corporation	<a href="http://www.picturetel.com/default.htm">http://www.picturetel.com/default.htm</a>
Trademarks and disclaimer	<a href="http://www.picturetel.com/copyrite.htm">http://www.picturetel.com/copyrite.htm</a>
Onward Technologies, Inc.	

# PictureTel **PRODUCT SPECIFICATION**

## **PICTURETEL LIVELAN, LIVEMANAGER & LIVEGATEWAY FOR YOUR LAN/INTRANET**

### Installation Tips

First, install LiveManager and LiveGateway onto your NetWare IPX server or Windows NT IP server or workstation. Then install LiveLAN and its audio and video multimedia peripherals onto your Windows 95 Pentium PCs.

LiveLAN ships bundled with all the audio and video peripherals needed to equip on PC client with audio, and data conferencing. The LiveLAN package includes LiveLAN software and documentation, an audio and video capture card (single 16-bit ISA/EISA slot, no interrupts, no DMAs required), a color video camera, speakers, and a microphone.

### LiveLAN PC and Network Stack Requirements

- Intel Pentium Class PC with Microsoft Windows 95
  - 16MB RAM
  - 15MB of available hard disk space
  - 16-bit (64K) or higher color driver
  - 1.44 MB 3.5 inch floppy disk drive
  - One free 16-bit ISA/EISA slot for bundled video and audio capture card
  - LiveManager 2.0 installed and operational on the network
  - A network interface card
  - One of the following network stacks:
    - Novell NetWare 3.11 or later IPX client stack
    - Microsoft's Windows 95 IPX/SPX-compatible Protocol
    - FTP Software's OnNet 1.2 or later TCP/IP stack\*
- \*The next release of LiveLAN will add support for WinSock 2, thus providing support for any WinSock 2 IP stack

Table 1: LiveLAN's Audio Transmission Modes

Algorithm	Transmission Bandwidth	Audio Bandwidth
Wideband	128 kbps/user	7 kHz
Narrowband	64 kbps/user	3.5 kHz

\*Audio algorithm is user selectable.

Table 2: LiveLAN's Video Transmission Modes

Resolution*	Transmission Bandwidth*	Frame Rate(FPS)
80x60(QCIF)	48 to 64 kbps/user	10-20**
160x120 (QCIF)	48 to 96 kbps/user	7.5-15**
H.261	64 to 96 kbps/user	7.5-15**

\*Resolution & transmission bandwidth preferences are user selectable

\*\*Video frame rate is dependent on CPU speed

### LiveManager Hardware and Software Requirements

#### For NetWare Networks:

- Client component: Install on any Windows client PC running Novell NetWare 3.11 or later IPX client
- Server component: Load the NLM on a Novell NetWare 3.11 or later IPX server

#### For Windows NT Networks:

- Client component: Install on any Windows client PC running a WinSock-compliant TCP/IP stack
- Server component: Load to a Windows NT 3.51 or later TCP/IP server or workstation

### LiveGateway Hardware and Software Requirements

- 486/66 or faster PC with a minimum of 16MB of RAM
- 19MB of available hard disk space

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- One free full-length 16-bit ISA/EISA slot
- An ISDN BRI line
- An NT1 network device with a power supply, unless you are connected to a digital PBX
- LiveManager 2.0 installed and operational on the network
- One of the following Network Operating Systems:
  - Novell NetWare 3.11 or later IPX server (4.0 or later if installing more than one LiveGateway)
  - Windows NT 3.51 or later TCP/IP server or workstation



U.S. ISO 9002:EN 29002  
REGISTERED FIRM

[Back to product page](#)



PictureTel

[Company](#) [News](#) [Products](#) [Services](#) [Applications](#) [PUG](#) [Contact](#) [Search](#) [E-mail](#)

*Copyright © 1996 PictureTel Corporation. All rights reserved. Trademarks and disclaimer.  
Developed and hosted by Onward Technologies, Inc.*

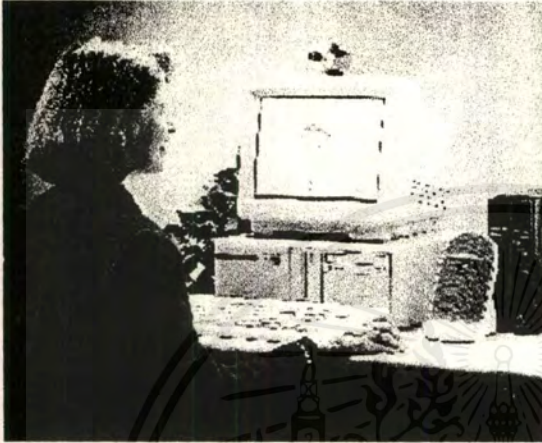
This document contains the following shortcuts:

Shortcut text	Internet address
Back to product page	<a href="http://www.picturetel.com/livelanp.htm">http://www.picturetel.com/livelanp.htm</a>
PictureTel	<a href="http://www.picturetel.com/default.htm">http://www.picturetel.com/default.htm</a>
Company	<a href="http://www.picturetel.com/coinfo.htm">http://www.picturetel.com/coinfo.htm</a>
News	<a href="http://www.picturetel.com/press.htm">http://www.picturetel.com/press.htm</a>
Products	<a href="http://www.picturetel.com/products.htm">http://www.picturetel.com/products.htm</a>
Services	<a href="http://www.picturetel.com/ESD/default.htm">http://www.picturetel.com/ESD/default.htm</a>
Applications	<a href="http://www.picturetel.com/apps/default.htm">http://www.picturetel.com/apps/default.htm</a>
PUG	<a href="http://www.picturetel.com/pugnews.htm">http://www.picturetel.com/pugnews.htm</a>
Contact	<a href="http://www.picturetel.com/contact.htm">http://www.picturetel.com/contact.htm</a>
Search	<a href="http://www.picturetel.com/search.htm">http://www.picturetel.com/search.htm</a>
E-mail	<a href="mailto:webmaster@pictel.com">mailto:webmaster@pictel.com</a>
PictureTel Corporation	<a href="http://www.picturetel.com/default.htm">http://www.picturetel.com/default.htm</a>
Trademarks and disclaimer	<a href="http://www.picturetel.com/copyrite.htm">http://www.picturetel.com/copyrite.htm</a>
Onward Technologies, Inc.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# Desktop Video



## HIGHLIGHTS

- Standards-based platform
- Industry-leading 22 fps FCIF video
- Breakthrough performance
- World-class national and international service

*CLI desktop Video products provide superior performance with clear video, industry-leading collaboration software and flexible connectivity.*

High-Performance

PC Videoconferencing

CLI Desktop Video

## BOTH EASY-TO-INSTALL SYSTEMS INCLUDE:

- Single board codec with ISDN interface
- Video camera
- Telephone handset and earpiece
- CLI Desktop Video software
- Easy-to-follow installation and user guides
- On-site installation and 24-hour telephone support

The CLI Desktop Video product line is an excellent way to bring the power of personal, face-to-face communications to your PC. By delivering the most flexible, high-performance PC videoconferencing solution available, CLI is the clear choice in desktop solutions.

CLI Desktop Video products provide the flexibility and quality important in effective implementation of desktop videoconferencing. Both models allow you to connect point-to-point or through a multipoint bridge to any standards-based video-conference, anywhere. CLI also provides integrated industry-leading data collaboration software to best fit your needs.

CLI Desktop Video products also raise the video performance to 22 fps FCIF video resolution. Compare that with 15 fps for the other products available on the market today and the net result is that you will not find better performance for your desktop.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**CLI Desktop Video SPECIFICATIONS**

**Video**

Video Compression	H.261 (Px64)
Transmitted Resolution	FCIF (352 x 288) resolution video at up to 22 frames per second QCIF (176 x 144) Resolution video at up to 30 frames per second
VGA Resolution	ALL VGA resolutions with 64,000 colors or higher
Video Input	Dual NTSC or PAL composite video
Special Features	Scaleable video-in-a-window size, Picture-in-Picture, Self-view
Software-Controlled Features	Video sources selection Video frame grabber

**Audio**

Audio Compression	G.711 A-law/u-law 56 kbps with response from 50 Hz to 3.6 KHz G.728 16 kbps with response from 50 Hz to 3.6 KHz
Audio I/O Options Available	Telephone handset and earpiece included Telephone headset Speakerphone Line level output
Software-Controlled Features	Volume and mute

**Data**

- Data channel rates up to 64 kbps
- ISO-compliant JPEG for color or gray-scale still Images
- ITU/TSS G3 & G4 for black and white Images
- Support for LSD/HSD

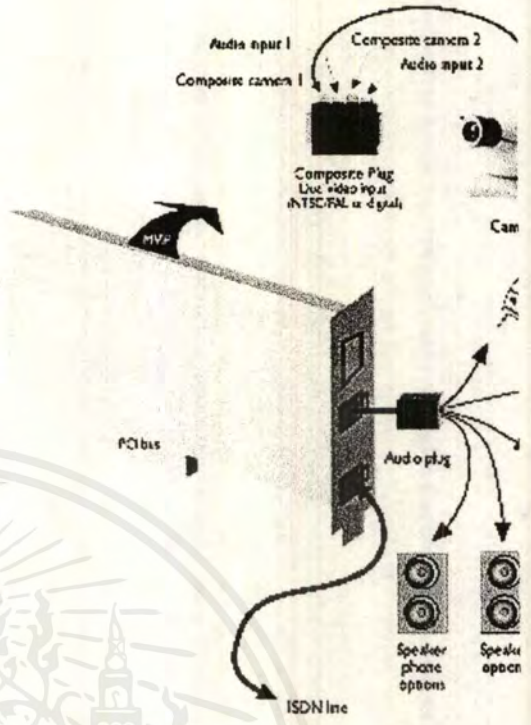
**Connections**

- Software-controlled audio and video inputs
- 2 composite video inputs
- 2 line level audio inputs
- RJ45 connector for audio options
- RJ45 connector for ISDN line
- MVIP connector for communications boards
- Intel-compliant PCI bus/motherboard interface

**Communications and Protocols**

- Single BRI (2B+D) interface on codec board
- Three BRI (2B+D) interface through IMUX board
- Support for data rates from 56 kbps to 384 kbps
- Support for Euro-ISDN, all US, and most international ISDN switch variants
- ITU/TSS H.320 compatible

QCIF



**Optional Communications Boards Via MVIP (200 only)**

- 3 x BRI (384 kbps) ISDN, with bonding (requ software upgrade)

**Collaborative Software and Functions**

- File transfer
- Shared interactive whiteboard
- JPEG still image compression
- G3, G4 document compression
- Support for Intel ProShare Premier<sup>®</sup>
- Support for Databeam FarSite<sup>®</sup> (available late

**Other Features**

- On-screen dial pad
- On-screen phonebook
- Auto answer
- Windows 3.1 and Windows '95 support
- Multipoint conference capable

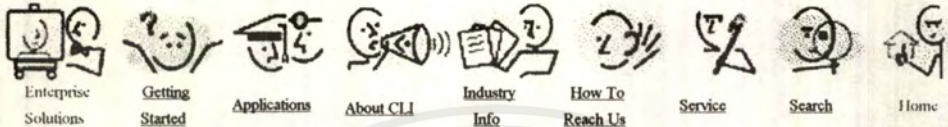
**Feature Summary**

	<b>Model 1000</b>	<b>Mc</b>
Video	Standard	E
Frames per second (max)		

FCIF

	15	22
Data transfer rate	56-128	56-384
Camera/ear piece/handset	Standard	Standard
Headset/speaker phone	Optional	Optional
Data collaboration software	Optional	Optional

All specification subject to change without notice.



© Copyright 1996 Compression Labs, Inc. All rights reserved  
 Last Modified: December 9, 1996

Produced for CLI by:  
 Merlin Media, Inc.

This document contains the following shortcuts:

Shortcut text	Internet address
<no text>	<a href="http://www.clix.com/images/menubar.map">http://www.clix.com/images/menubar.map</a>
Enterprise Solutions	<a href="http://www.clix.com/solutions">http://www.clix.com/solutions</a>
Getting Started	<a href="http://www.clix.com/gettingstarted">http://www.clix.com/gettingstarted</a>
Applications	<a href="http://www.clix.com/applications">http://www.clix.com/applications</a>
About CLI	<a href="http://www.clix.com/about">http://www.clix.com/about</a>
Industry Info	<a href="http://www.clix.com/industry">http://www.clix.com/industry</a>
How To Reach Us	<a href="http://www.clix.com/contact">http://www.clix.com/contact</a>
Service	<a href="http://www.clix.com/service">http://www.clix.com/service</a>
Search	<a href="http://www.clix.com/search">http://www.clix.com/search</a>
Home	<a href="http://www.clix.com/">http://www.clix.com/</a>
Compression Labs, Inc.	
Merlin Media, Inc.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ES - 3850

### ATM Ethernet Work group Switch

#### Technical Specifications

LAN: 16 Ethernet (IEEE 802.3) 10BaseT ports

ATM: One SONET OC-3c or SDH STS-1 155 Mbps

(UNI 3.0) multimode SC connectors

Bridging: IEEE-compliant learning bridge

802.1d Spanning Tree Protocol

MAC Address: Up to 8096 entries

Virtual LANs: Up to 16

SVCs: Up to 1024

Processor: Intel RISC i960 @ 33 MHz

Flash: 2 Mbytes

DRAM: 8 Mbytes

Power: Autoranging 110-220 VAC

6.0 amps @ +5 VDC

Mechanical: Height: 1U (1.7", 43 mm)

Width: 17.3" (440 mm)

Depth: 10.2" (260 mm)

Weight: 4.4 lbs (2.0 kg)

Certifications: Safety: UL1950 (UL)

CS22.2 (CUL)

EN60950 (TUV)

Emissions: EN55022 Class B

Immunity Class B

FCC Part 15,

Subpart J, Class A

'CE' Mark

Humidity: 5% to 96%

(non-condensing)

Operating Temp.: 0°C to 43°C

(32°F to 109°F)

#### Ordering Information:

ES - 3850

(Includes switch, user manual, *ForeView* Device Manager, power cords,

console cable, and rackmount hardware.)

#### Value-added Network Management:

Console management (RJ45); Integrated with *ForeView*; Port mirroring

on the 16th port for attaching sniffers or RMON devices.

Support for the following MIBs: MIB II (RFC 1213), Ethernet MIB (RFC 1398), Bridge MIB (RFC 1286), ATOM MIB (RFC 1695) AND OC-3c MIB (RFC 1595).

FORE Systems also provides a complete line of ATM networking products, including ATM switches, adapters and LAN access switches. Contact FORE Systems for more details.

174 Thorn Hill Road

Warrendale, PA 15086-7586

Phone: 412-772-6600

Product Information:

Phone: 1-888-404-0444

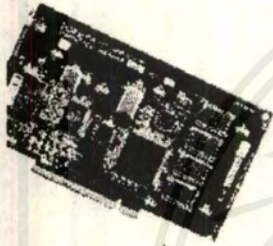
Fax: 412-635-3625

Internet: [info@fore.com](mailto:info@fore.com)

or <http://www.fore.com>

At the Fore front of  
ATM Networking

# ForeRunner™



## 25 MBPS AND 155 MBPS PCI BUS ATM ADAPTER FOR PC CLASS SYSTEMS

### TECHNICAL SPECIFICATIONS

**Operating System**  
 Windows 95 & NT  
 Windows NT 3.51 & 4.0  
 NetWare 3.12 & 4.1  
 OS/2 Warp Connect 3.5

**Module Types**  
 Any full-featured Peripheral Component Interconnect (PCI) specification PC or Server

**Processor Support**  
 80386/486 and Pentium, Motorola PowerPC, DEC Alpha, NEC RISC Server

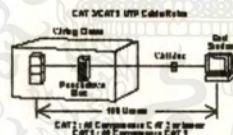
### Hardware

**Architecture**  
 32-bit 133MHz PCI bus interface NIC with on-board DMA, PCI bus chip and data buffer

**AAI Support**  
 Provides support for VAGS, AA-54 and LAME and iRaid 2.0.0 formats

**Compliance**  
 ATM cell processing per ANSI T.31 & ITU-T G.9831  
 ITU-T G.9831-ATM Forum User's Group specification and PCI 2.0.0.1 specification

**Cabling**  
 25Mbps: 100 ohm Category 3 twisted pair, 4 UTP cable, 100 meters max.  
 155Mbps: Category 67-11 twisted pair, 100 meters max.  
 100 ohm Category 3 UTP or Category 4 screened UTP cable, 100 meters max.



**Connectors**  
 25 Mbps: RJ-45/54 Category 3 or Category 4 UTP  
 155 Mbps: SMD multi-level 15-pin RJ-45 box category 3

### Ordering Information

Model Description  
 440750 25Mbps PCI Category 3 UTP with NetWare NT Ware 95 & OS/2 drivers  
 440751 155Mbps PCI Category 3 PHA with NetWare NT Ware 95 & OS/2 drivers  
 440752 155Mbps PCI Fibre Channel with NetWare NT Ware 95 & OS/2 drivers

### Warranty Information

COPE Systems Ltd warrants each of its products for COPE Systems software for a 30 day warranty. For more detailed support please contact us on:

### Form Factor

Single slot PCI bus full card

### Memory

1.5MB RAM on board

### DMA Support

32 bit burst mode, bus master scatter gather DMA support. Supports block transfers up to 16 words. Full 32 bit data path

### SOFTWARE

NDP 3.0  
 QoS Server  
 Switched Virtual Circuits (SVCS) signaling protocol via UNI 3.0  
 Support up to 4 096 Virtual Circuit Identifiers (VCIs)

### LAN Emulation

MS-Forum LAN 3.0 specification Ethernet support

### GENERAL

#### Board Dimensions

H: 114.295mm (4.500")  
 W: 92.700mm (3.650")  
 D: 11.430mm (.450")

#### Power Requirements

2 Amps maximum @ 5V  
 1.0 amp @ 3.3V  
 1.0 amp @ 5.1V

#### Operating Temperatures

0°C to 55°C with 10% relative humidity  
 0°C to 40°C Ambient  
 40°C and 40°C storage

#### Operating Humidity

10% to 90% non-condensing @ 40°C

#### Compliance

CE Marking  
 FCC Part 15 Class B for All Interference Types Class 2, Class 3  
 European Safety Standard EN60950  
 European Emission Standard EN30222  
 European Immunity Standard EN50131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

รายการอุปกรณ์ระบบของ Site A

รายการ	อุปกรณ์	ผู้ผลิต	จำนวน
1	<b>ATM Switch</b> <b>1.1 ASX-200BX</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 to 24 port</li> <li>• Switch Transit Delay &lt; 10 microseconds</li> <li>• Network Modules:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>NM-DS1 : 1.5 Mbps</li> <li>NM-E1 : 2 Mbps</li> <li>NM-J2 : 6 Mbps</li> <li>NM-E3 : 34 Mbps</li> <li>NM-DS3 : 45 Mbps</li> <li>NM-TAXI : 100 Mbps</li> <li>NM-155 : 155 Mbps</li> <li>NM-655 : 622 Mbps</li> </ul> </li> </ul>	Fore System	1
	<b>1.2 ASX-200WG</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 to 24 port</li> <li>• Switch Transit Delay &lt; 10 microseconds</li> <li>• Network Modules:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>NM-25 : 25.6 Mbps</li> <li>NM-TAXI : 100 Mbps</li> <li>NM-155 : 155 Mbps</li> <li>NM-655 : 622 Mbps</li> </ul> </li> </ul>	Fore System	2
2	<b>LAN Access device</b> <b>2.1 ES-3850 (ATM Ethernet Workgroup Switch)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LAN : 16 Ethernet (IEEE 802.3) 10BaseT port</li> <li>• ATM : One SONET OC-3c or</li> </ul> <b>SDH STS-1 155 Mbps</b>	Fore System	2



รายการ	อุปกรณ์	ผู้ผลิต	จำนวน
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Channel tracing of virtual circuits</li> <li>Graphical display of link errors and host</li> <li>◆ utilization statistics at the link, path, or channel level</li> <li>◆ Logging of statistics for import into spreadsheets and databases</li> <li>◆ On-line help facility</li> </ul> <p>5.2 MCU</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PictureTel LiveManager               <ul style="list-style-type: none"> <li>• manager use of video and audio</li> <li>• conferece depend network capability</li> </ul> </li> <li>• Picture Tel LiveGateWay               <ul style="list-style-type: none"> <li>• ISDN interface</li> <li>• H.320 compliand</li> <li>• managed through LiveManager via SNMP</li> </ul> </li> </ul> <p>5.3 Workgroup Server</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PC               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intel Pentium-166</li> <li>• Ram 64 Mbytes</li> <li>• 3 PCI, 3 ISA</li> <li>• HDD 2GB</li> <li>• CD-ROM</li> <li>• FDD 3.25"</li> <li>• Monitor 15"</li> </ul> </li> </ul>		<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
6	<p>Workstation</p> <p>6.1 PC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intel Pentium-166</li> <li>• Ram 32 Mbytes</li> <li>• 3 PCI, 3 ISA</li> </ul>		44 - 64

รายการ	อุปกรณ์	ผู้ผลิต	จำนวน
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HDD 1GB</li> <li>• CD-ROM</li> <li>• FDD 3.25" 1.44</li> <li>• Monitor 15"</li> </ul>		
7	<p>Desktop Videoconferencing System</p> <p>7.1 Pictoretel LiveLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Videoconferencing board (Video/Audio Board with ISDN BRI)</li> <li>• Color Camera</li> <li>• Headset</li> <li>• Conference Control Software</li> <li>• Supports the H.320</li> <li>• Supports Windows 3.11, Windows 95</li> <li>• LiveShare Plus Data Collaboration Software               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application Sharing</li> <li>• Shared Whiteboard</li> <li>• File Transfer</li> <li>• Clipboard Linking</li> <li>• Messaging</li> <li>• Remote Control</li> </ul> </li> <li>• Transmission Speeds               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 56 - 128Kbps Standard</li> <li>• Up to 384Kbps Optional</li> </ul> </li> </ul>	Pictoretel	
8	<p>OS</p> <p>8.1 Windows NT4</p> <p>8.2 Windows 95</p> <p>8.3 SunOS 4.1.3 Solaris 2.4</p>	<p>Microsoft</p> <p>Microsoft</p> <p>SUN</p>	



รายการ	อุปกรณ์	ผู้ผลิต	จำนวน
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Channel tracing of virtual circuits</li> <li>Graphical display of link errors and host</li> <li>◆ utilization statistics at the link, path, or channel level</li> <li>◆ Logging of statistics for import into spreadsheets and databases</li> <li>◆ On-line help facility</li> </ul> <p>5.2 MCU</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PictureTel Live Manager <ul style="list-style-type: none"> <li>● manager use of video and audio</li> <li>● conferecne depend network capability</li> </ul> </li> </ul> <p>5.3 Workgroup Server</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PC <ul style="list-style-type: none"> <li>● Intel Pentium-166</li> <li>● Ram 64 Mbytes</li> <li>● 3 PCI, 3 ISA</li> <li>● HDD 2GB</li> <li>● CD-ROM</li> <li>● FDD 3.25"</li> <li>● Monitor 15"</li> </ul> </li> </ul>	<p>Picturatel</p>	<p>I</p> <p>I</p>
6	<p>Workstation</p> <p>6.1 PC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Intel Pentium-166</li> <li>● Ram 32 Mbytes</li> <li>● 3 PCI, 3 ISA</li> <li>● HDD 1GB</li> <li>● CD-ROM</li> <li>● FDD 3.25" 1.44</li> <li>● Monitor 15"</li> </ul>		44 - 64

รายการ	อุปกรณ์	ผู้ผลิต	จำนวน
3	<p>HUB</p> <p>3.1 PH4006-00 (Power HUB 4000 Switch)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Switch logic and 12 Ethernets plus one ATM uplink at 155 Mbps (OC-3c) with multimode fiber</li> </ul>	Fore System	2
4	<p>Network Card</p> <p>4.1 ATM Card</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4402551 (Fore Runner LE family)</li> <li>155 Mbps PCI, Category 5, RJ45</li> <li>NetWare, NT, Win 95 &amp; OS/2 driver</li> </ul> <p>4.2 Ethernet Card</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ciso</li> </ul>	Fore System	4  40 - 60
5	<p>Server</p> <p>5.1 Network Management Server</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware <ul style="list-style-type: none"> <li>SUN SPARC Station 5 Model 110 <ul style="list-style-type: none"> <li>Processor 110 MHz Micro SPARC II</li> <li>Graphic TurboGX Accelerated Graphic</li> <li>Monitor 17" Color Monitor</li> <li>Mem 32 Mbytes</li> <li>H/D 644 Mbyte</li> <li>CD-ROM</li> <li>4mm tape 5 GB</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Software <ul style="list-style-type: none"> <li>ForeView Netork <ul style="list-style-type: none"> <li>Automatic discovery and mapping of the network</li> <li>Color status of all switches, links, hosts</li> <li>complete inventory management</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	Sun  Fore System	1  1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	อุปกรณ์	ผู้ผลิต	จำนวน
7	<p>Desktop Videoconferencing System</p> <p>7.1 Pictoretel LLiveLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Videoconferencing board (Video/Audio Board with ISDN BRI)</li> <li>• Color Camera</li> <li>• Headset</li> <li>• Conference Control Software</li> <li>• Supports the H.320</li> <li>• Supports Windows 3.11, Windows 95</li> <li>• LiveShare Plus Data Collaboration Software               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application Sharing</li> <li>• Shared Whiteboard</li> <li>• File Transfer</li> <li>• Clipboard Linking</li> <li>• Messaging</li> <li>• Remote Control</li> </ul> </li> <li>• Transmission Speeds               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 56 - 128Kbps Standard</li> <li>• Up to 384Kbps Optional</li> </ul> </li> </ul>	Pictoretel	
8	<p>OS</p> <p>8.1 Windows NT4</p> <p>8.2 Windows 95</p> <p>8.3 SunOS 4.1.3 Solaris 2.4</p>	<p>Microsoft</p> <p>Microsoft</p> <p>SUN</p>	

### รายการอุปกรณ์ระบบของ Site C

รายการ	อุปกรณ์	ผู้ผลิต	จำนวน
1	<b>ATM Switch</b> 1.1 ASX-200BX <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 to 24 port</li> <li>• Switch Transit Delay &lt; 10 microseconds</li> <li>• Network Modules:               <ul style="list-style-type: none"> <li>NM-DS1 : 1.5 Mbps</li> <li>NM-E1 : 2 Mbps</li> <li>NM-J2 : 6 Mbps</li> <li>NM-E3 : 34 Mbps</li> <li>NM-DS3 : 45 Mbps</li> <li>NM-TAXI : 100 Mbps</li> <li>NM-155 : 155 Mbps</li> <li>NM-655 : 622 Mbps</li> </ul> </li> </ul>	Fore System	1
	1.2 ASX-200WG <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 to 24 port</li> <li>• Switch Transit Delay &lt; 10 microseconds</li> <li>• Network Modules:               <ul style="list-style-type: none"> <li>NM-25 : 25.6 Mbps</li> <li>NM-TAXI : 100 Mbps</li> <li>NM-155 : 155 Mbps</li> <li>NM-655 : 622 Mbps</li> </ul> </li> </ul>	Fore System	2
2	<b>LAN Access device</b> 2.1 ES-3850 (ATM Ethernet Workgroup Switch) <ul style="list-style-type: none"> <li>• LAN : 16 Ethernet (IEEE 802.3) 10BaseT port</li> <li>• ATM : One SONET OC-3c or SDH STS-1 155 Mbps</li> </ul>	Fore System	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รายการ	อุปกรณ์	ผู้ผลิต	จำนวน
7	<p>Desktop Videoconferencing System</p> <p>7.1 Pictoretel LiveLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Videoconferencing board (Video/Audio Board with ISDN BRI)</li> <li>• Color Camera</li> <li>• Headset</li> <li>• Conference Control Software</li> <li>• Supports the H.320</li> <li>• Supports Windows 3.11, Windows 95</li> <li>• LiveShare Plus Data Collaboration Software               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application Sharing</li> <li>• Shared Whiteboard</li> <li>• File Transfer</li> <li>• Clipboard Linking</li> <li>• Messaging</li> <li>• Remote Control</li> </ul> </li> <li>• Transmission Speeds               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 56 - 128Kbps Standard</li> <li>• Up to 384Kbps Optional</li> </ul> </li> </ul>	Pictoretel	
8	<p>OS</p> <p>8.1 Windows NT4</p> <p>8.2 Windows 95</p> <p>8.3 SunOS 4.1.3 Solaris 2.4</p>	<p>Microsoft</p> <p>Microsoft</p> <p>SUN</p>	

**ภาคผนวก ง.**  
**การติดตั้งเอนฮานซ์-ซียูซีเอ็ม**

เอนฮานซ์-ซียูซีเอ็ม (Enhanced Cu-seeme) เป็นซอฟต์แวร์วิดีโอคอนเฟอเรนซ์ที่ใช้ในเครือข่าย IP (IP Network) หรือ ที่ใช้ในเครือข่าย Internet โดยขั้นตอนในการติดตั้งดังนี้

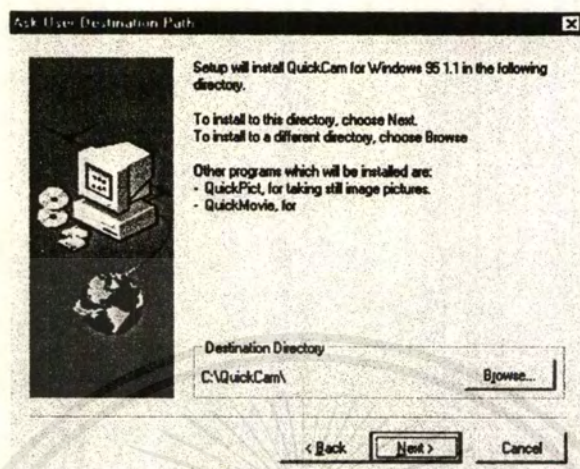
1. เครื่องที่ทำการติดตั้งควรมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ฝ่ายรับ	ฝ่ายส่ง
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 486 DX/66 หรือสูงกว่า</li> <li>● Windows 95, Windows 3.1, Windows NT</li> <li>● การ์ด 256 สี (8 บิต) ด้วยความละเอียด 640x480 หรือสูงกว่า</li> <li>● Sound card 8 bit พร้อมไมโครโฟนและลำโพง</li> <li>● RAM 12 Mbps เป็นอย่างต่ำ</li> <li>● IP network connection</li> <li>● Windows Sockets compliant TCP/IP or PPP</li> <li>● แบนวิดธ์ที่ 28.8 kbps หรือสูงกว่า</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 486 DX/66 หรือสูงกว่า</li> <li>● Windows 95, Windows 3.1, Windows NT</li> <li>● การ์ด 256 สี (8 บิต) ด้วยความละเอียด 640x480 หรือสูงกว่า</li> <li>● Sound card 8 bit พร้อมไมโครโฟนและลำโพง</li> <li>● Video capture พร้อมกล้อง</li> <li>● RAM 12 Mbps เป็นอย่างต่ำ</li> <li>● IP network connection</li> <li>● Windows Sockets compliant TCP/IP or PPP</li> <li>● แบนวิดธ์ที่ 28.8 kbps หรือสูงกว่า</li> </ul>

2. ติดตั้งกล้อง และ Sound Card

โดย Sound Card สามารถใช้ Sound Card ที่ใช้บนวินโดวส์ได้ เช่น Sound Blaster 16 ส่วนกล้องนั้น หากใช้กล้อง QuickCam ซึ่งเป็นกล้องที่ไม่จำเป็นต้องใช้ Video capture card จะมีขั้นตอนในการติดตั้งดังนี้

- ทำตามขั้นตอนที่ปรากฏตามหน้าจอ ที่ปรากฏขึ้นบนจอภาพ



- เมื่อทำตามขั้นตอนเสร็จแล้วก็สามารถใช้งาน QuickCam ได้ พร้อมกับติดตั้งโปรแกรม QuickMovie, QuickPict ให้ด้วย

### 3. ติดตั้ง Enhanced Cu-seeme

โดยสามารถ download โปรแกรม Enhanced Cu-seeme (Demo version) ได้ที่

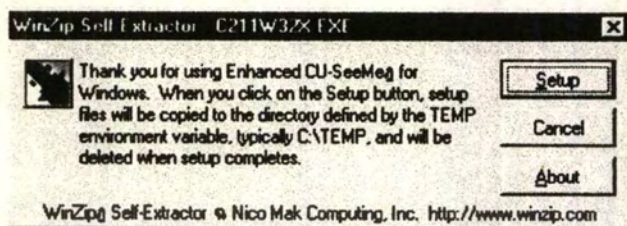
“ <http://www.wpine.com> ”

ซึ่งในที่นี้ใช้ Enhanced Cu-seeme version 2.11 (c211w32.exe) โดยมีขั้นตอนในการติดตั้ง

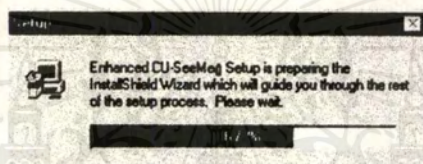
ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Run โปรแกรม c211w32.exe



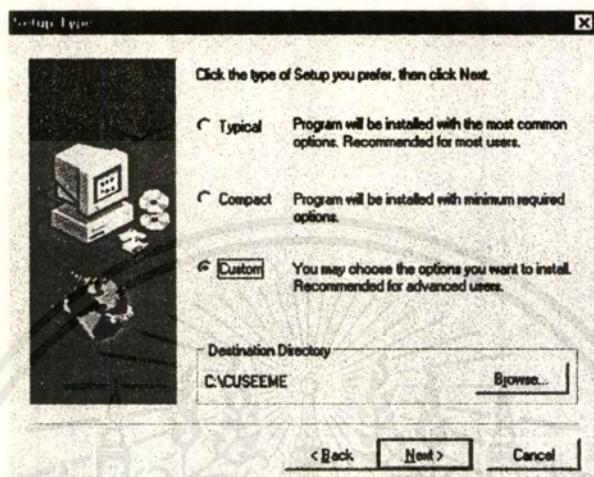
- click Setup เพื่อเริ่มการติดตั้ง



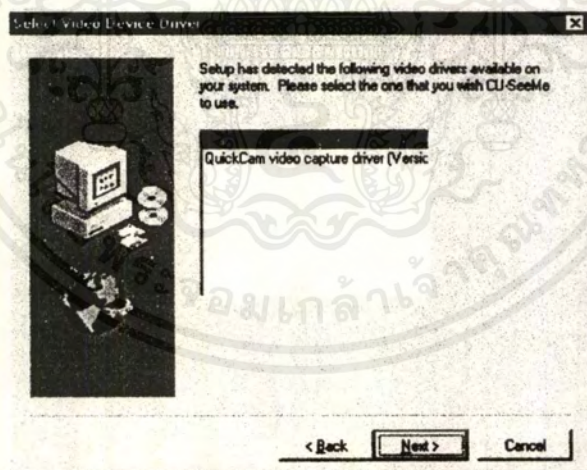
- ทำตามขั้นตอนที่ปรากฏบนหน้าจอ พร้อมกรอกข้อมูลต่างๆ

เมื่อกรอกข้อมูลต่างๆ เรียบร้อยให้ click Next เพื่อทำการ Install โปรแกรม Enhanced Cu-SeeMe ต่อไป

- เลือกชนิดในการติดตั้ง และกำหนด Directory ที่ต้องการใช้เก็บโปรแกรม Enhanced Cu-Seeme

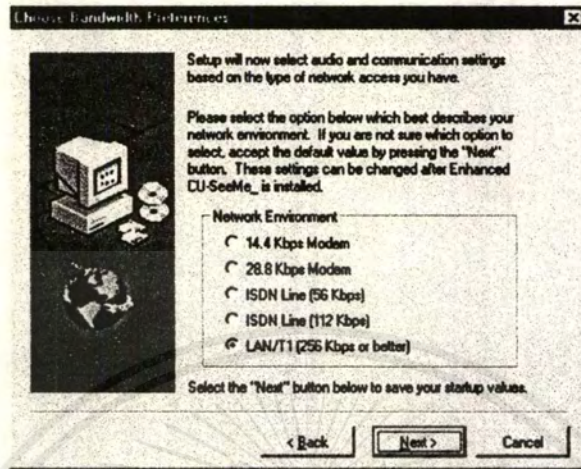


- เลือก Video Device Driver ตามชนิดที่ติดตั้งไว้



โดยใช้ที่นี่เป็น Driver ของ QuickCam ที่ทำการติดตั้งไว้ก่อนหน้านี ตามขั้นตอนที่กล่าวไว้ในเรื่องการติดตั้งกล้อง และ Sound Card

- เลือกเครือข่ายที่ใช้งาน ซึ่งในที่นี้ใช้เครือข่าย LAN



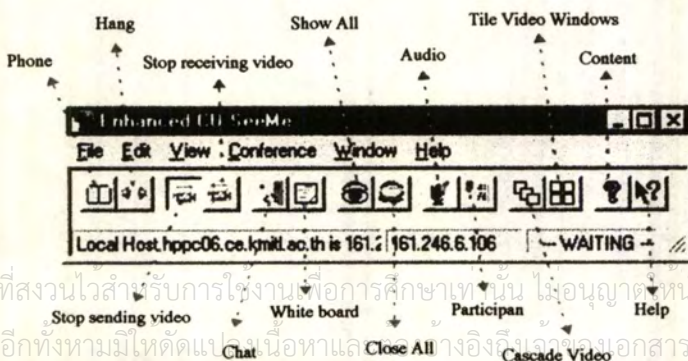
- เมื่อลงเสร็จ สามารถใช้งาน Enhanced Cu-seeme ได้ทันที

4. การใช้งาน Enhanced Cu-seeme

เมื่อ Install Enhanced Cu-seeme เรียบร้อย ให้เรียก Enhanced CU-SeeMe for Windows เพื่อเริ่มการทำงาน



โดยการทำงานต่างๆ ของ Enhanced Cu-seeme มีดังต่อไปนี้



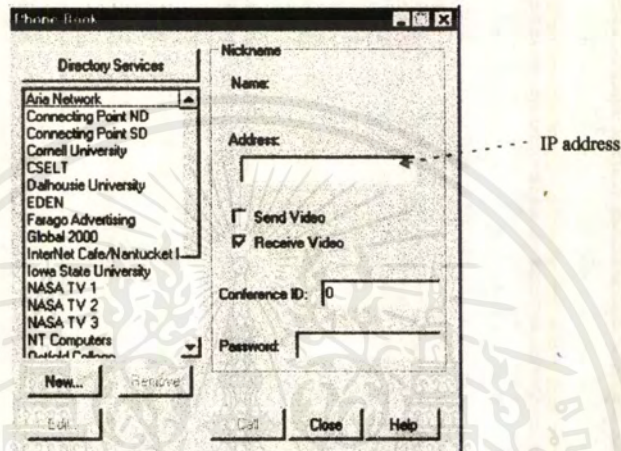
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. การทำ Conference โดยใช้ Enhanced Cu-Seeme

การ Conference ใน Enhanced Cu-seeme ทำได้หลายวิธี ดังนี้

### 5.1 Conference แบบ point-to-point หรือ แบบเป็นกลุ่มชนิด connect เข้า reflector

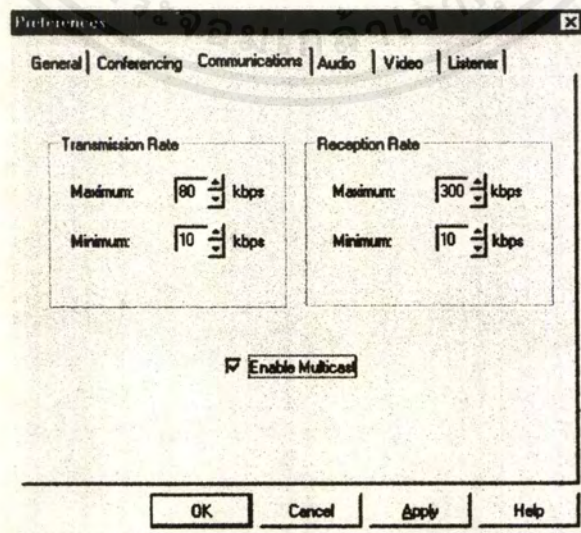
ทำการ Conference ได้โดย connect ผ่านการใช้ IP address ของคู่ conference หรือของ reflector site จาก Phone Book ดังรูป



### 5.2 Conference โดยใช้การฟังก์ชันการ Multicast ของ Enhanced Cu-seeme

- Enable Multicast

ซึ่งต้อง Enable ให้สามารถใช้งาน Multicast ได้ก่อน โดยเลือก “Preferences” จาก “Edit” แล้ว เปลี่ยนไปที่ “Communications” พร้อมเลือก “Enable Multicast”



- Create Multicast Conference

จากนั้นทำการเซตกลุ่มของ Multicast ได้โดยเลือก “Create Multicast Conference...” จาก “Conference” ซึ่งจะ ได้ดังรูป

- Join Multicast Conference

เมื่อ Create Multicast เรียบร้อยแล้ว Client อื่นๆ สามารถที่จะ Conference เข้าได้ โดย เลือก “Join Multicast Conference...” จาก “Conference”

โดยสามารถเลือกกลุ่มที่ต้องการจะทำการ Conference ด้วย ซึ่งจากวิธีนี้จะสามารถ Conference แบบกลุ่ม ได้สูงสุดกลุ่มละ 8 คน

ในการ Conference แบบอาศัยการ Multicast นั้น สามารถเลือกขอบข่ายของการทำ Multicast ได้ แต่เนื่องจากเทคโนโลยีของการ Multicast เป็นเรื่องใหม่ ดังนั้น Network interface card, TCP/IP stacks ตลอดจน Routers จะต้องสามารถสนับสนุนการทำ Multicast ด้วย



## ภาคผนวก จ. ประมวลคำศัพท์

คำศัพท์	ความหมาย
H.320	เป็นมาตรฐานที่ใช้ในระบบ videoconferencing
PAL (Phase Alteration Line)	เป็นรูปแบบหนึ่งของ video ซึ่งใช้ความละเอียด 625 เส้นต่อเฟรม และใช้ความถี่ 50 Hz
T.120	เป็นมาตรฐานที่ใช้ในระบบ videoconferencing
คอมมิวนิเคชัน แชลแนล (Communication channel)	หมายถึง ช่องทางการสื่อสาร
จิทเตอร์ (Jitter)	คือ delay variation ที่เกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่ง
ซียู-ซีเอ็ม (cu-seeme)	เป็น software ที่ใช้เป็นระบบ videoconferencing
ซีอีแอลพี (CELP)	เป็นการเข้ารหัสที่มีหลักการเหมือน LPC แต่ CELP มีการใช้ error ที่เกิดจากเสียงจริงกับต้นแบบไปพร้อมกับตัวแปรด้วย
แซมปลิง เรท (Sampling rate)	อัตราจำนวน sample ต่อวินาที
ดีเลย์ วาริเอชัน (Delay Variation)	คือ ค่าที่ได้จาก การนำ transit delay ที่มากที่สุดลบด้วย transit delay ที่น้อยที่สุด ในช่วงเวลาหนึ่ง
ทรานส์มิท ดีเลย์ (Transit delay)	คือ ช่วงเวลาที่เสียไป ตั้งแต่เริ่มส่ง bit แรกของข้อมูล จากด้านผู้ส่ง จนกระทั่ง bit แรกของ block ข้อมูลถึงผู้รับ
ทราฟฟิค (Throughput)	คือจำนวนของ bit ที่เครือข่ายสามารถรับและส่งในช่วงเวลาหนึ่งๆ ระหว่าง 2 เครื่อง
แบนด์วิดท์ (Bandwidth)	คือช่วงความถี่ของสื่อที่ใช้ส่ง
พีซีเอ็ม (PCM)	เป็นการเข้ารหัสที่แต่ละ sample ถูกแทนด้วยรหัส 1 word โดยที่มี space คงที่
พีโอที (POTs : Plain Old Telephone Service)	คือ บริการพื้นฐานทางโทรศัพท์ ซึ่งสามารถเข้าใช้ เครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะได้
มัลติแคสต์ (Multicast)	คือ การส่งข้อมูลจากจุดหนึ่งไป ยังหลายๆ จุด ของเครือข่าย

คำศัพท์	ความหมาย
มิวลธ พีซีเอ็ม (mu-law PCM)	เป็นการเข้ารหัส PCM ที่ใช้ space เป็น Logarithm เพื่อเป็นการประหยัดจำนวน bit
สวิทช์ 56 (Switch 56)	บริการระบบ digital ที่ส่งข้อมูลที่ความเร็ว kbps
ออดิโอ ควอนไทซิง (audio quantizing)	การแปลงสัญญาณเสียงให้อยู่ในรูป discrete number แล้วแทนค่า discrete number ด้วย bit ที่ใช้ต่อ sample หนึ่งๆ (ดู PCM)
ออดิโอ แซมปลิง (audio sampling)	การวัดค่าขนาดสัญญาณเสียงที่เป็น analog เป็นช่วงๆ ค่าที่ได้แต่ละอันเรียกว่า sample
อินเตอร์เฟรม (interframe)	การบีบอัดข้อมูลโดยลดความซ้ำซ้อนระหว่างเฟรม
อินทราเฟรม (intraframe)	เป็นการบีบอัดข้อมูลโดยลดช่วงว่างภายในเฟรม
เอดีพีซีเอ็ม (ADPCM)	การเข้ารหัสแบบ PCM แต่มีการเข้ารหัสแต่ละ sample แยกกันต่างหาก โดยนำเอาผลต่างระหว่าง sample มาเข้ารหัส (ดู PCM)
เอ็นทีเอสซี (NTSC : National Television standards commitee)	เป็น format หนึ่งของ video ที่ใช้ความละเอียด 525 เส้นต่อเฟรม และใช้ความถี่ 50 Hz
เอ็มซียู (MCU : Mutli-conferencing Units)	อุปกรณ์ที่ช่วยในการทำ conference มากกว่า 2 จุดขึ้นไป
เอ็มโบน (Mbone : Multicast BackBone)	เป็นเครือข่ายเสมือนใช้ในการส่งข้อมูล ภาพ เสียง แบบ real-time ไปที่ปลายทางหลายๆ จุด โดยทางเครือข่าย internet
เอ็มเพ็ก (MPeg : Moving Picture Expert Group)	เป็นมาตรฐานการบีบอัดภาพ video และเสียงภายใต้มาตรฐาน ISO
แอลพีซี (LPC)	เป็นเทคนิคการเข้ารหัสโดยใช้การจับคู่ระหว่างสัญญาณเสียงพูดกับต้นแบบเสียงที่สังเคราะห์อย่างง่าย
ไอโซโครนิซึม (Isochronism)	คือ คุณสมบัติที่มีการการันตี bit rate และ jitter ต้องมีค่าน้อย
ไอทียู (ITU : The International Telecommunication Union)	เป็นกลุ่มที่ออกแบบมาตรฐานต่างๆ ทางด้านการสื่อสาร
ไอเอสดีเอ็น (ISDN : Integrated Services Digital Network)	เป็นบริการแบบ digital ที่มีความเร็วเป็นเท่าของ 64 kbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ประทีป บรรณัฐสินทรัพย์ และอาจารย์บรรจง ปิยธำรง ที่ช่วยในให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำ ในการทำงาน รวมทั้งการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น

ขอขอบคุณบิดา-มารดา ที่ช่วยให้กำลังใจในการทำงาน พร้อมออกค่าใช้จ่ายต่างๆ

ขอขอบคุณดีเล็ก (ชาญชัย 4D) ที่ให้บริการเพลงต่างๆ ให้ฟังในขณะทำงาน

ขอขอบคุณอี๊ด ที่เผื่อแผ่กระดาษ A4 ให้ยามขาดสน

ขอขอบคุณเหมียวที่ช่วยจับน้กรูรูกิจชาวลอสแอนเจลิสไว้คอนเฟอร์เรนท์ตอน Present

ขอขอบคุณเพื่อนทุกๆ คน ที่ให้ความช่วยเหลือ

ขอขอบคุณทางภาควิชาที่ให้บริการเครื่องคอมพิวเตอร์ในการทำงาน

ขอขอบคุณสมาชิกในกลุ่มที่ให้ความร่วมมือในการทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

### ก. เอกสารอ้างอิงที่เป็นหนังสือภาษาอังกฤษ

1. Frangois Fluebiger, “Understanding Networked Multimedia Application and Technology”, PRANTICE HALL
2. Walter J. Goralski, Jay Ranade, Series Advisor, “Introduction to ATM Networking”, McGRAW-HILL INTERNATIONAL

### ข. เอกสารอ้างอิงจาก Internet

1. บริษัท FORE SYSTEM (<http://www.fore.com>)
2. บริษัท New Bridge (<http://www.newbridge.com>)
3. บริษัท Cisco (<http://www.cisco.com>)
4. บริษัท 3com (<http://www.3com.com>)
5. บริษัท BayNetworks (<http://www.baynetworks.com>)
6. บริษัท IBM (<http://www.networking.ibm.com>)
7. บริษัท Intel (<http://www.intel.com>)
8. บริษัท Picturitel (<http://www.picturitel.com>)
9. บริษัท CLI (<http://www.clix.com>)
10. บริษัท DEC (<http://www.dec.com>)
11. CadLab (<http://erc.www.ecn.purdue.edu/ccm/information/research/projects/videoconf>)
12. LEIGH ANNE RETTINGER, “DESKTOP VIDEOCONFERENCING: TECHNOLOGY AND USE FOR REMOTE SEMINAR DELIVERY”