แนวทางการพัฒนาเพื่อการจัดการช่วงกว้างของแบนด์วิธโดยใช้ระบบเครือข่าย ATM

THE MANAGEMENT OF THE BANDWIDTH BY USING ATM NETWORK SYSTEM

เชื้อชาย เนตรบุตร

CHUACHAI NETBUT

T032890

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

ISBN 974-622-410-7

เลขหมู่..................................
เลขทะเบียน...32890...
วัน, เดือน, ปี...14 มี.ย. 2542...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE MANAGEMENT OF THE BANDWIDTH BY USING ATM NETWORK SYSTEM

CHUACHAI NETBUT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MATER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

ISBN 974-622-410-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 1999

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการพัฒนาเพื่อการจัดการช่วงกว้างของแบนด์วิธ โดยใช้ระบบเครือข่าย ATM
นักศึกษา	นายเชื้อชาย เนตรบุตร
รหัสประจำตัว	37061165
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2542
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ

บทคัดย่อ

ATM เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในเน็ตเวิร์กเพื่อให้สามารถรองรับได้ทั้งการสื่อสารของเสียง ข้อมูล ภาพเคลื่อนไหว และมัลติมีเดีย ซึ่งจัดเป็นรูปแบบการติดต่อสื่อสารข้อมูลชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับบริการสื่อสารร่วมระบบดิจิตอลชนิดแถบกว้าง (B-ISDN) ซึ่งสามารถนำมาออปติไมซ์ช่วงกว้างของแบนวิดท์รวมให้มากขึ้นโดยใช้ระบบการจัดการโครงข่าย ATM ทั้งในโครงข่ายระบบ LAN และ WAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The management of the bandwidth by using ATM network system
Student	Chuachai Netbut
Student ID.	37061165
Degree	Master of Engineering
Programme	Electrical Engineering
Year	1999
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Kobchai Dejhan

ABSTRACT

ATM (Asynchronous Transfer Mode) is a network protocol that can support multimedia communication of audio, video and data. It is one of the protocol which is used to control the sharing of communication service in B-ISDN (Broadband Integrated Service Digital Networking). The total bandwidth usage can be optimized using an ATM Network Management System both in LAN (Local Area Network) and WAN (Wide Area Network).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เพราะได้รับความกรุณาจาก อาจารย์รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์จนทำให้ผู้วิจัยเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ บุพการี น้องชายและเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจสนับสนุนจนผู้วิจัยเกิดความานะจนสามารถเขียนวิทยานิพนธ์ได้ลุล่วง

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยและภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมของสถาบันที่ได้เอื้ออำนวยการเขียนวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอน

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังว่าวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อยในการทำวิจัยและนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไป

เชื้อชาย เนตรบุตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ....II
กิตติกรรมประกาศ....III
สารบัญ....IV
สารบัญตาราง....VIII
สารบัญภาพ....IX
บทที่ 1 ประวัติและความเป็นมาของระบบเครือข่าย ATM....1
1.1 บทนำ....1
1.2 มาตราฐานของ ATM....2
1.3 ประโยชน์ทั่วไปของระบบเครือข่าย ATM....3
1.4 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์....3
1.5 หลักการใหม่ในวิทยานิพนธ์....4
บทที่ 2 เทคโนโลยี ATM....5
2.1 ขบวนการโปรโตคอล....5
2.2 การกำหนดชั้นของแบบจำลอง OSI....7
2.2.1 รายละเอียดของชั้นใน ATM....8
2.2.1.1 Physical Layer....8
2.2.1.2 Data Link Layer....10
2.2.1.3 Network Layer....12
2.2.1.4 Transport Layer....12
2.2.1.5 Session Layer....14
2.2.1.6 Presentation Layer....14
2.2.1.7 Application Layer....15
2.3 ระบบเครือข่าย ATM ที่เป็นการบริการ....16
2.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเครือข่าย ATM กับ Frame Relay เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน....22
2.3.2 คุณสมบัติของการบริการแบบ Frame Relay....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ระบบเครือข่าย ATM กับเอนเตอร์ไพร์ส LAN Backbone....26

3.1 ATM LAN Campus....26

3.2 ระบบเครือข่ายสวิทช์ ATM ระดับ Enterprise....26

3.3 สวิทช์สำหรับระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN....28

3.3.1 วิวัฒนาการของ Router, Bridges และ Hubs....30

3.3.2 ATM Router....30

3.3.3 ATM Hubs....31

3.3.4 อุปกรณ์เครือข่าย ATM ท้องถิ่นประเภทอื่น ๆ....31

3.3.4.1 ATM Multiplexer/Concentrators....32

3.3.4.2 อุปกรณ์ ATM Bridging....32

3.3.4.3 ATM CSU/DSUs....33

3.3.4.4 LAN Enterprise และ Backbone Switch....33

3.4 การเปรียบเทียบเชิงเทคโนโลยี....34

บทที่ 4 ความสามารถของ ATM....36

4.1 บทนำ....36

4.2 การทำงานกับ ISDN ชนิดแถบความถี่แคบ (Narrowband ISDN)....36

4.3 การใช้เสียงและโทรศัพท์กับ ATM....37

4.4 เครือข่ายจำลอง และ Circuit Emulation Services....38

4.5 เครือข่ายมัลติมีเดีย เสียง/ภาพ (Audio/Visual multimedia services)....39

4.5.1 สัญญาณภาพที่ต้องการในเครือข่าย....40

4.5.2 มาตราฐานการเข้าสัญญาณภาพด้วย ATM....40

4.5.3 คุณสมบัติวีดีโอออนดีมานบนมาตรฐาน ATM Forum....41

4.5.4 Internetworking, Access และ Trucking....41

บทที่ 5 การทดสอบเครือข่าย ATM เพื่อการออปติไมซ์ช่วงกว้างของแบนด์วิธ....45

5.1 ข้อมูลทั่วไป....45

5.2 หลักการบริหารโครงข่าย ATM ด้วยระบบการจัดการเครือข่าย ATM....45

5.2.1 การใช้ซอฟท์แวร์สำหรับการจัดการระบบเครือข่าย ATM....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2.1.1 การแก้ปัญหา Virtual Paths (VPs) เช่นเดียวกับ Virtual Circuits (VCs)....................46
5.2.1.2 การสามารถจัดการอุปกรณ์ทุกชนิดในเครือข่าย ATM..........46
5.2.1.3 การปรับปรุงคุณภาพของ Quality of Service (QOS)..........47
5.2.1.4 การเคลื่อนย้ายภาพเสมือนในกลุ่มของ Virtual LANs กับ VLAN Manager....................47
5.2.2 ระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating)....................47
5.2.3 การวางระบบอุปกรณ์แอคตีป (Active Device Management)...............47
5.2.4 การวางระบบสายสัญญาณระบบเครือข่าย (Cabling Management System)....................48
5.2.5 การประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่าย ATM (Application layer Management)....................48
5.3 การทดสอบระบบเครือข่าย ATM กับระบบจัดการเครือข่าย (ATM Network Management System) กับ ATM Switch แต่ละประเภท....................48
5.4 ผลการทดสอบในสภาวะต่าง ๆ 51
5.4.1 การทดสอบ Throughput ที่ 4470 Byte Frame Traffic และที่ 1500 Byte Frame Traffic....................51
5.4.2 วัตถุประสงค์ของการทดสอบในข้อที่ 5.4.1....................54
5.4.3 การทดสอบเปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณ Throughput....................54
5.4.4 วัตถุประสงค์และผลการทดสอบของการออปติไมซ์ของหัวข้อ 5.4.3......57
บทที่ 6 รูปแบบการนำมาประยุกต์ใช้งาน....................59
6.1 บทนำ....................59
6.2 ข้อควรทราบในการเลือกอุปกรณ์เครือข่าย ATM ทั้งในการออปติไมซ์และการใช้งานปกติ....................59
6.2.1 สวิทช์ ATM ที่สามารถออปติไมซ์ ได้....................59
6.2.2 การเลือก ATM NIC....................62
6.2.2.1 โครงสร้างของบัสและการรองรับสื่อกลาง....................62
6.2.2.2 คุณสมบัติของ ATM NIC และ PCI Bus....................63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.2.2.3 NIC รองรับระบบปฏิบัติการ....................................63
6.3 ATM เน็ทเวิร์คอะแด็ปเตอร์กับการออปติไมซ์..63
6.4 ตัวอย่างของฮาร์แวร์และซอฟท์แวร์ ATM NIC ในการออปติไมซ์คุณลักษณะ
ซอฟท์แวร์..65
6.5 เครือข่าย ATM กับ มัลติมีเดีย...67
6.5.1 ความต้องการความหน่วงเวลาและภาพกระตุกสำหรับภาพวีดีโอชั้นสูง....67
6.5.2 ความกว้างของแบนด์วิธ์และ Traffic แบบ burst 69
เอกสารอ้างอิง...70
ภาคผนวก...71
ภาคผนวก ก...72
ภาคผนวก ข...74
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์..75
ประวัติผู้เขียน...76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ความยาวของเซลล์และความสามารถในการสร้างแบนด์วิธ์......................................2
2.1 แสดงระดับของการบริการต่าง ๆ ของ ATM พร้อมทั้งการรับประกันคุณภาพในตัวแปร ที่ต่างกัน...17
2.2 แสดงสภาวะที่เหมาะสมของระดับการบริการใน ATM Forum สำหรับการใช้งานที่แตก ต่างกัน...18
3.1 แสดง Enterprise และ LAN/Campus Backbone Switch ที่สำรวจผลการทำงานพร้อมทั้งแสดง ประสิทธิ์ภาพเครือข่าย...33
3.2 การเปรียบเทียบเชิงเทคโนโลยีต่าง ๆ ของ LAN...34
3.3 แสดงคุณลักษณะต่าง ๆ เปรียบเทียบกันระหว่าง FDDI, Switch 100 MBPS Ethernet, 1 GBPS Ethernet, ATM..35
4.1 แสดงความต้องการช่วงกว้างของแถบแบนด์วิธ์สำหรบภาพวีดีโอที่ต้องการคุณลักษณะการบีบ อัดข้อมูล...40
4.2 สรุปคุณลักษณะของ ATM DXI Mode...44
5.1 ค่าเฉลี่ย Latency, Delay สำหรับ Two-way Video/Voice Applications..........................48
5.2 การออปติไมซ์และแสดงการสูญหายของเซลล์..58
6.1 แสดงชนิดการต่อเชื่อมของ ATM card..61
6.2 แสดงการทำงานเวิรคกรุ๊ปสวิทช์...67
6.3 ระยะเวลาเฉลี่ยของการหน่วงเวลาและการกระตุกของการสื่อสารสองทาง.......................68
6.4 ความต้องการช่วงกว้างของแบนด์วิธ์สำหรับภาพวีดีโอที่ถูกบีบอัด...............................69
6.5 ความต้องการแบนด์วิธ์ในประยุกต์อื่น ๆ..69
6.6 แสดงภาพเคลื่อนไหวซึ่งเป็น Transmission Burstness..69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 รูปแบบของเซลล์ ATM....................1

1.2 ผลของขนาดของเซลล์บนการหน่วยเวลาของการส่งผ่านข้อมูล....................2

2.1 แสดง ATM Protocol (B-ISDN Protocol)....................5

2.2 แสดงชั้นต่าง ๆ ของ OSI Mode....................6

2.3 สถาปัตยากรรมของแบบจำลอง OSI....................8

2.4 ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง OSI....................9

2.5 ก) เส้นทางสมมุติ ข) เส้นทางจริงในการติดต่อของแบบจำลอง....................11

2.6 การติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการ A และ B ในแบบจำลอง OSI....................11

2.7 การติดต่อระหว่าง Network Layer, Transport Layer และ Session Layer....................13

2.8 การติดต่อระหว่าง Transport Layer, Session Layer และ Presentation Layer....................14

2.9 แสดง Traffic ระบบเครือข่าย ATM เทียบกับระบบเครือข่ายประเภทอื่น ๆ....................17

2.10 ตัวอย่างการเชื่อมต่อของ LANE....................20

2.11 แสดง ATM Service ในเชิง Internetworking....................21

2.12 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกายภาพของ Access และ Trucking....................21

2.13 การเชื่อมโยงโดยการกำหนด DLCI ในแต่ละ Logical Channel Number (DLCI)....................22

2.14 แสดง Frame Relay over ATM....................24

2.15 การใช้ Plane Layer Protocol สำหรับระบบ LAN และ Internetworking....................24

2.16 แสดงการประยุกต์การใช้ IP over ATM กับ Router Interconnection ของ Logically Independent Subnets....................24

2.17 ส่วนประกอบของ MPOA Networks....................25

3.1 แสดงหน้าที่หลักของสวิทช์ประเภทระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN ในระบบ Enterprise....................26

3.2 แสดงระบบเครือข่ายประเภท ATM Enterprise Switch....................27

3.3 ATM LAN หรือ Campus Backbone Switch....................28

3.4 แสดง Bridges และ Router ซึ่งรองรับ OSI Protocol Layer....................30

3.5 การประยุกต์ใช้ของ ATM Router....................31

3.6 แสดงหน้าที่ รูปแบบ การเชื่อมต่อของ ATM Hubs....................32

3.7 ก) ATM Multiplexes ข) Bridges ค) CSD/DSUs....................32

4.1 โปรโตคอล ATM ที่รองรับ เสียง กลุ่มข้อมูล ภาพ และข้อมูล WAN....................36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.2 การทำงานร่วมกันระหว่าง B-ISDN/N-ISDN โดยใช้มาตราฐาน I.580......37

4.3 ตัวอย่างของการเชื่อมโยงโปรโตคอลแบบ I.580 Interworking Function (IWF)......37

4.4 แสดงสายผ่านเครือข่าย Narrowband ผ่านทางเครือข่าย ATM......38

4.5 แสดงแบบจำลองของ Circuit Emulation Service......39

4.6 ตัวอย่างและหน้าที่ของ Structured-Mode CES Internetworking......39

4.7 แสดงการต่อเชื่อมของวีดีโอออนดีมานด์......41

4.8 แสดงทางตรรกะของ Access, Internetworking และ Trucking......42

4.9 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกายภาพของ Access และ Trucking......42

4.10 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Frame Relay/ATM Status Signaling......42

4.11 แสดงรูปแบบระบบเครือข่ายของ FR/ATM-Based Enterprise......43

4.12 แสดงการเชื่อมต่อ ATM DXI......43

5.1 Virtual Path Circuit Trucking: Multiple VCs......46

5.2 VP Switch (VP: Virtual Path)......47

5.3 รูปแบบการเชื่อมต่อพื้นฐานที่ใช้ทดสอบ......51

5.4 การทดสอบ Throughput ที่ 4470 Byte Frame traffic......51

5.5 การทดสอบ Throughput ที่ 1500 Byte Frame traffic......52

5.6 การทดสอบที่ 4470 ไบต์ ที่ความเร็ว 125 MBPS......52

5.7 การทดสอบที่ 1500 ไบต์ ที่ความเร็ว 128 MBPS......53

5.8 การทดสอบของการออปติไมซ์ของเปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณ Throughput ที่ 4470 ไบต์ ที่ความเร็ว 130 MBPS......54

5.9 การทดสอบของการออปติไมซ์ของเปอร์เซนต์การลดลงของปริมาณ Throughput ที่ 1500 ไบต์ ที่ความเร็ว 130 MBPS......55

5.10 การลดลงของ Traffic ต่อแหล่งกำเนิดของ Traffic เป็นลักษณะเส้นโค้ง ณ ที่เฟรม 1500 ไบต์ และ Traffic เป็นแบบ Burst......55

5.11 การลดลงของ Traffic ต่อแหล่งกำเนิดของ Traffic เป็นลักษณะเส้นโค้ง ณ ที่เฟรม 1500 ไบต์ และ Traffic เป็นแบบ Uniform......56

5.12 การลดลงของ Traffic ต่อแหล่งกำเนิดของ Traffic เป็นลักษณะเส้นโค้ง ณ ที่เฟรม 4470ไบต์ และ Traffic เป็นแบบ Burst......56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

5.13 การลดลงของ Traffic ต่อแหล่งกำเนิดของ Traffic เป็นลักษณะเส้นโค้ง ณ ที่เฟรม 4470ไบต์ และ Traffic เป็นแบบ Uniform.....57

6.1 แสดงความต้องการประสิทธิภาพของการบริการเชิงมัลติมีเดีย.....68

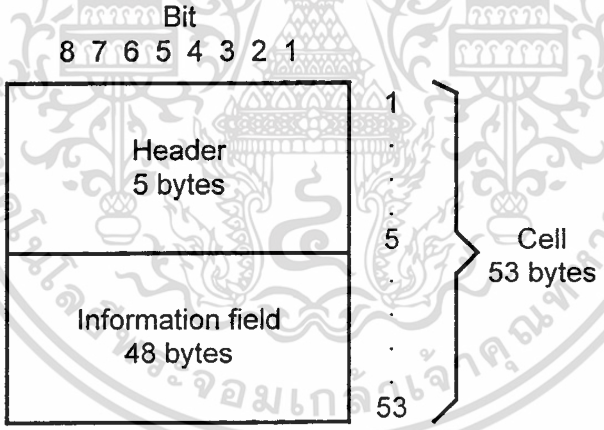
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

ประวัติและความเป็นมาของระบบเครือข่าย ATM

1.1 บทนำ

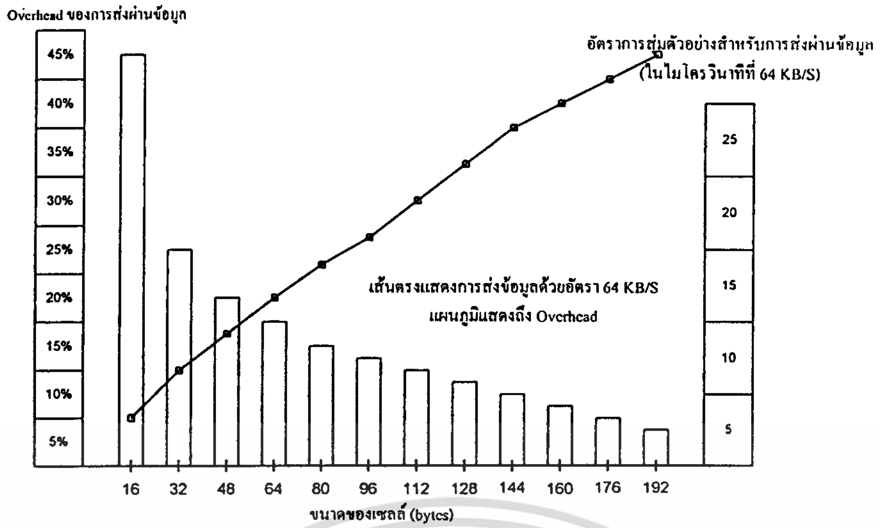
ระบบเครือข่าย ATM (Asynchronous Transfer Mode)[1-3, 8] เริ่มมาจาก CCITT (The Consultation Committee International Telephone and Telegraph) ในต้นปี ค.ศ. 1980 CCITT ได้พัฒนามาตรฐาน ATM เป็นเครือข่าย Broadband ISDN (B-ISDN)[1,3] จุดมุ่งหมายสำคัญอันหนึ่งก็คือกำหนดเทคโนโลยีซึ่งจะยอมให้การสื่อสารทุกชนิดรองรับได้ในการส่งผ่านแต่ละครั้ง ซึ่งถึงแม้นว่า ATM จะเป็นรูปแบบหนึ่งของการรับส่งสัญญาณที่มีพื้นฐานมาจาก packet switching [1-3] ซึ่งใช้พื้นฐานของ Asynchronous Time Division Multiplex ซึ่งใช้ packets ที่มีความยาวของข้อมูลคงที่ ซึ่ง packet ของข้อมูลเหล่านี้ถูกเรียกว่า เซลล์ (Cell) และมีความยาว 53 ไบต์ ดังรายละเอียดแสดงในรูปที่ 1.1 และตารางที่ 1.1 เป็นการแสดงการคำนวณการส่งเซลล์ในเพรมที่ความเร็ว 2 MB/s (EI)



รูปที่ 1.1 รูปแบบของเซลล์ ATM

อย่างไรก็ตามความยาว 53 ไบต์ สำหรับเซลเป็นการตกลงกันระหว่างผลของการส่งถ่ายข้อมูลแบบดิจิตอลและอนาล็อก ซึ่งจะส่งผลให้ใน 1 วินาที จะส่งผ่านข้อมูลได้ 64 กิโลบิต ดังจะเห็นได้ในรูปที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 ผลของขนาดของเซลล์บนการหน่วยเวลาของการส่งผ่านข้อมูล

ตารางที่ 1.1 ความยาวของเซลล์และความสามารถในการสร้างแบนด์วิธ์

ความยาวของเซลล์	Overhead (bytes)	Cell Overhead (%)	ความสามารถในการสร้างแบนด์วิธ์
10	4	40	56, 3
16	4	25	70, 3
24	4	16, 6	78, 1
32	5	15, 6	79, 1
53	5	9, 4	84, 8
64	5	7, 8	86, 4

1.2 มาตรฐานของ ATM

ระบบเครือข่าย ATM ถูกกำหนดมาตรฐานโดยองค์กรที่มีชื่อว่า ATM Forums ซึ่งก่อตั้งขึ้นเมื่อปี 1991 โดย CISCO, Northern Telecom; US Sprint, Net/Adaptive ซึ่งปัจจุบัน ATM แบ่งออกเป็น 9 กลุ่มคือ

1 ATM Signaling
2 Broadband Intercarrier Interface (B-ICI)
3 Network Local Management
4 Physical Layer Working Group
5 Network Management
6 Service aspects of ATM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 LAN emulation

8 Private Network-to-Network Interface (NNI)

นอกจากนี้ระบบเครือข่าย ATM ยังยึดถือตามมาตรฐานอื่น ๆ อีกได้แก่ CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Committee) ETSI (European Telecommunications Standards Institute)

1.3 ประโยชน์ทั่วไปของระบบเครือข่าย ATM

ถ้าในระบบเครือข่าย ATM มีการออปติไมซ์รวมถึงการจัดการที่ดีจะส่งผลดังต่อไปนี้

1 การประยุกต์ใช้งานกับการให้แบนด์วิธ์ที่สูงคงที่

2 การประยุกต์ใช้งานกับชนิดเป็นเวลาปัจจุบัน (real-time)

3 สามารถกำหนดอัตราการส่งบิตคงที่

4 การประยุกต์ใช้งานแบบชนิดเวลาช่วงวิกฤต (time-critical)

1.4 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เนื่องจากในระบบธุรกิจปัจจุบันที่มีการปรับปรุงแนวทางในการดำเนินธุรกิจให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด รวมทั้งต้องมีการวางแผนเพื่อรองรับฐานตลาดใหม่ โดยเฉพาะธุรกิจในองค์การใหญ่ ๆ ที่มีระบบเครือข่าย ATM หรือใกล้จะต้องการระบบเครือข่ายความเร็วสูง เช่น หน่วยงานในภาครัฐบาล รัฐวิสาหกิจ ธุรกิจเกี่ยวกับการเงินการธนาคาร การประกันภัย การประกันชีวิต น้ำมันและปิโตรเคมี เป็นต้น ดังนั้นต้องมีแผนแม่บทสำคัญในการจัดการเครือข่าย ATM เนื่องจากช่วงกว้างของแบนด์วิธ์ของระบบเครือข่ายเป็นหัวใจสำคัญของประสิทธิภาพในระบบเครือข่ายต่าง ๆ โดยเฉพาะโครงข่ายระบบ ATM ซึ่งมีการรองรับการใช้งานได้หลากหลาย ดังนั้นการจัดการระบบเครือข่าย ATM โดยใช้ระบบการจัดการเครือข่าย ATM จึงมีความสำคัญมากโดยองค์ประกอบสำคัญของระบบจัดการเครือข่าย ATM ได้แก่

1 ระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operation System)

2 การวางระบบอุปกรณ์แอคตีป (Active Device Management)

3 การวางระบบสายสัญญาณระบบเครือข่าย (Cabling Management System)

4 การประยุกต์ใช้ที่วิ่งอยู่บนระบบเครือข่าย ATM (Application Layer Management)

5 ซอฟท์แวร์สำหรับการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network Management Software)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 จากองค์ประกอบสำคัญดังกล่าวข้างต้นจำเป็นจะต้องมีผู้ดูแลระบบเครือข่าย (Network Admin) ไว้คอยควบคุมดูแลตลอดจนจัดการเครือข่าย ATM นี้อย่างใกล้ชิดเพื่อให้ตอบสนองวัตถุประสงค์ได้ที่สภาวะการต่าง ๆ กันได้ดี

อนึ่งการใช้ประโยชน์ของระบบเครือข่าย ATM จะมากน้อยนั้นขึ้นกับปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือองค์ประกอบหลัก (Infrastructure) ของแต่ละสภาพแวดล้อมซึ่งก็ขึ้นอยู่กับแต่ละประเทศว่าจะมีโครงสร้างหลัก ๆ เป็นอย่างไร นอกจากนี้การออปติไมซ์ของระบบเครือข่าย ATM นั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ การเข้าใจถึงการใช้งานที่ต้องการประเภทของ traffic (เช่น เสียง วีดีโอ ข้อมูล) ปริมาณของ traffic โดยรวม (หน่วย MBPS) และจำนวนการเชื่อมต่อต่อ site ความต้องการคุณภาพของการให้บริการ (QOS) อาทิเช่น อัตราการสูญเสีย (loss) อัตราการหน่วง (delay) หรือแม้นแต่การกระตุก (jitter) นอกจากนี้ซอฟท์แวร์ปฏิบัติการระบบเครือข่ายหรือซอฟแวร์จัดการระบบเครือข่ายก็มีผลเช่นเดียวกัน

1.5 หลักการใหม่ในวิทยานิพนธ์

เนื่องจากการออปติไมซ์ ATM มีอยู่หลายวิธีและแต่ละวิธีก็มีความเหมาะสมอยู่ขึ้นอยู่กับแต่ละสภาวะของเครือข่าย ATM ที่มีอยู่แต่เดิมซึ่งโดยมากหลักการที่นำเสนอจะเน้นผลการทดสอบที่แสดงถึงอัตราการสูญเสียของเซลล์โดยสวิทช์ทุกประเภทซึ่งอัตราการสูญเสียจริง ๆ แปรผกผันโดยตรงกับตัวสวิทช์ ATM และกับอัตราการเกิด traffic ที่ต่างกัน (ทั้ง traffic ชนิด Uniform และ Burst) โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญของการทดสอบโดยใช้หลักการใหม่คือ

1 ตรวจสอบผลของอัตราส่งผ่านของเซลล์และอัตราสูญเสียของเซลล์ข้ามสวิทช์ภายใต้การทดสอบ

2 ตรวจสอบผลของ traffic ช่วงที่เป็น Uniform และ Burst ที่แสดงให้เห็นถึง traffic ของข้อมูลต่อ throughput (MBPS)

3 ตรวจสอบว่าสวิทช์ ATM สามารถรองรับ traffic ได้แค่ไหนและจะมีความสามารถในการสวิทช์ (switching performance) ได้มากน้อยแค่ไหนในระบบเครือข่าย ATM วงหนึ่ง ๆ (ATM segment) โดยปราศจากการสูญเสียของเซลล์หรือมีการลดลงของอัตราการส่งผ่าน (throughput) ซึ่งจะมีผลต่อการออปติไมซ์ช่วงกว้างรวมของแบนด์วิธ์ (Total Bandwidth) โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

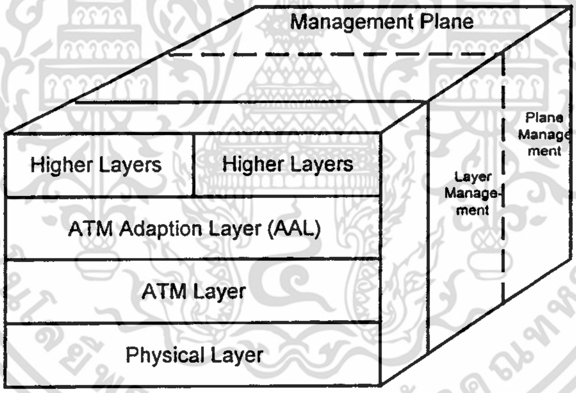
บทที่ 2

เทคโนโลยี ATM

2.1 ขบวนการโปรโตรคอล

ATM จะมีรูปแบบการจัดรูปแบบที่อ้างอิงถึง OSI model ดังรูปที่ 2.1 โดยมี 7 ชั้น (Laycr) โดยจะมีแกนหลักอยู่ 3 แกนคือ

1. User Plane
2. Control Plane สำหรับทำหน้าที่สร้าง ปล่อย และดูแลการเชื่อมกันของข้อมูลโดยใช้การกำหนดเส้นทางเสมือน (Virtual Path Identifier; VPI) หรือการกำหนดวงจรเสมือน (Virtual Circuit Identifier; VCI)
3. Management Plane สำหรับทำหน้าที่จัดการ แกนหลักและแต่ละระดับชั้นซึ่งรวมถึงการจัดการและบำรุงรักษาข้อมูลให้ครบถ้วน (OAM)

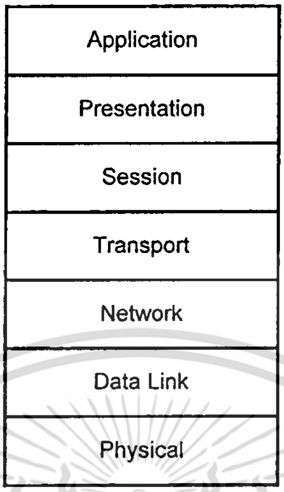


รูปที่ 2.1 แสดง ATM Protocol (B-ISDN Protocol)

OSI (Open System Interconnection) เป็นชุดมาตรฐานในการสื่อสาร ซึ่งทำให้สิ่งแวดล้อมเหมาะสมในการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างชุดทำงาน 2 ชุด OSI จะทำงานทั้งในเครือข่ายสาธารณะและเครือข่ายส่วนตัวและเป็นโครงสร้างในการบริการต่าง ๆ ผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ทั้งหมดพยายามที่จะรับมาตราฐาน OSI มาใช้ไม่ว่ารูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง วิธีการที่ผู้ผลิตต่าง ๆ ตอบสนองต่อมาตรฐาน OSI เป็นเครื่องแสดงถึงความสามารถของ OSI ที่จะเป็นมาตรฐานเชื่อมระหว่างผู้ผลิตเครือข่ายอิสระต่าง ๆ ได้อย่างดีขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ขึ้นอยู่กับการสร้างและการออกแบบระบบการสื่อสารออกเป็นชั้นต่าง ๆ แนวความคิดของการกำหนดชั้นนี้เป็นพื้นฐานของคุณสมบัติทางด้านสถาปัตยกรรม (Architecture) ในคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ แบบจำลอง OSI แบ่งออกเป็น 7 ชั้น (Layer) ดังแสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามสิ่งที่ไม่เหมือนกันของเครือข่ายคือขีดความสามารถในการทำงานชั้นต่าง ๆ ที่แตกต่างออกไปของคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดจากผู้ผลิต



รูปที่ 2.2 แสดงชั้นต่าง ๆ ของ OSI Mode

อนึ่งการเริ่มต้นในการทำมาตรฐานนี้เริ่มจากองค์กร International Standard Organization (ISO) ได้มีการประชุม ณ กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เพื่อพัฒนามาตรฐาน สำหรับการเชื่อมโยงของเครือข่ายที่ต่างกันและได้กำหนดคณะอนุกรรมการย่อยคือ Subcommittee Number 16 (SC 16) ทำหน้าที่พิจารณาการสร้างและกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับ OSI ใน พ.ศ. 2521

ถ้าพิจารณาถึงความหมายของ OSI จะได้ใจความจากศัพท์แต่ละตัวเช่น Open หมายถึงการเปิดกว้าง System หมายถึงระบบจะหมายถึงระบบคอมพิวเตอร์และ Interconnection ที่หมายถึงการเชื่อมโยงภายใน เพราะฉะนั้นคำว่า OSI คือ มาตรฐานตัวหนึ่งที่ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารกับระบบคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารกับระบบคอมพิวเตอร์อีกระบบหนึ่ง โดยที่ระบบนั้นอาจจะเหมือนกันหรือต่างกัน ตราบใดที่มีมาตรฐานตัวเดียวกันคือ OSI ระหว่างการะประชุมช่วงแรกของคณะอนุกรรมการ SC16 ในเดือนมีตาคม พ.ศ. 2521 ที่ประชุมได้ตกลงถึงโครงสร้างชั้นต่าง ๆ (Layer Architecture) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นของมาตรฐาน OSI ที่ประชุมได้ให้ความสำคัญสูงสุดแก่การพัฒนาแบบจำลองและโครงสร้าง ซึ่งจำเป็นอย่างมากในการพัฒนามาตรฐานต่อไป ในช่วงของการพัฒนาประมาณ 1 ปี 6 เดือน การพัฒนาแบบจำลองอ้างอิง (Reference Model) ของ OSI ได้เสร็จสิ้นลงและได้ส่งให้คณะอนุกรรมการ TC 97 ด้วยคำแนะนำ (Recommendation) เพื่อที่จะเริ่มโครงการพัฒนาชุดมาตรฐานของโปรโตคอล (Protocol) สำหรับ OSI ที่ใช้ในองค์กร OSI แบบจำลองอ้างอิงของ OSI เป็นที่ยอมรับของคณะกรรมการ CCITT ให้ใช้ได้ในโครงข่ายบริการข้อมูลสาธารณะ (Public Data Service Network) ในปี พ.ศ. 2523 คณะอนุกรรมการ SC 16 ได้รับของแบบจำลองอ้างอิงของ OSI ที่พัฒนาขึ้นเป็น Draft Proposal (DP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นมาตรฐานสากล หลังจากที่ได้มีการพิจารณาต่อไปอีก แบบจำลองอ้างอิงของ OSI ก็ได้รับการสนับสนุนให้เป็น Draft International Standard (DIS) ในปี พ.ศ. 2525 หลังจากการแก้ไขแล้วแบบจำลองอ้างอิงได้รับการยอมรับให้เป็นมาตรฐานสากล (ISO 7498) ในปี พ.ศ. 2526

2.2 การกำหนดชั้นของแบบจำลอง OSI

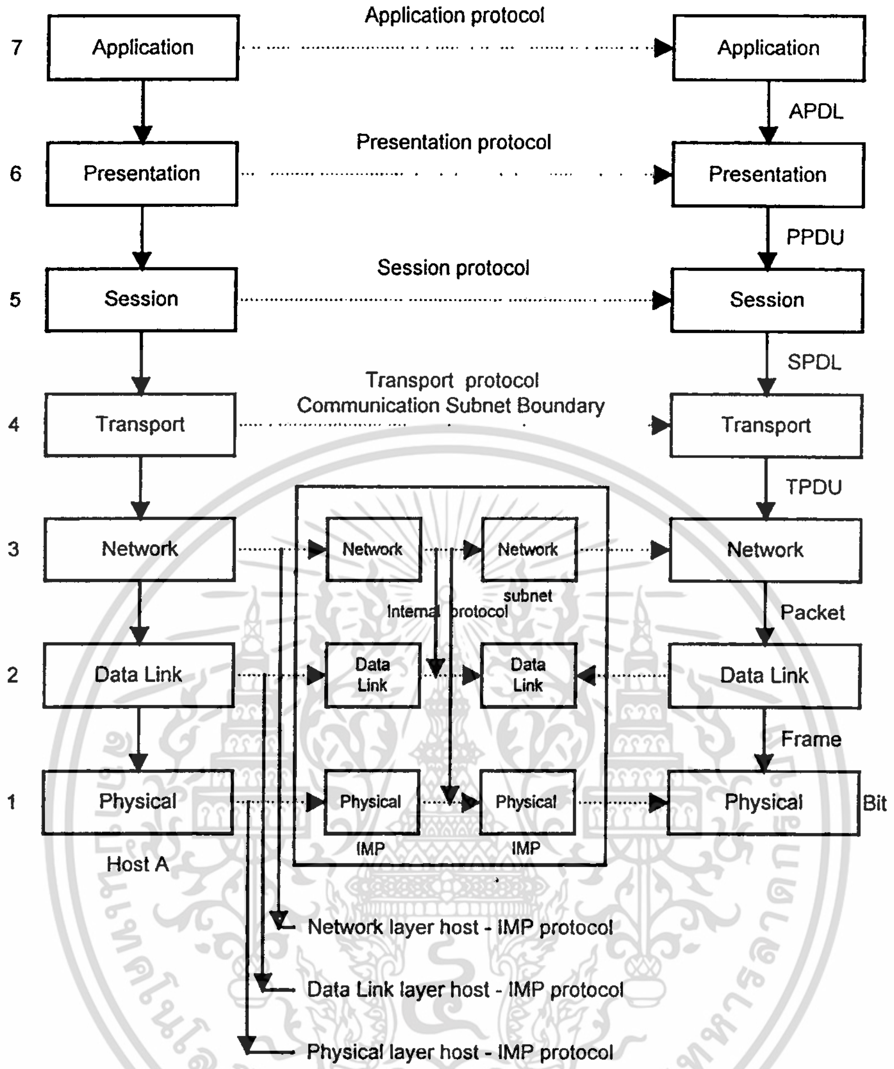
สำหรับหลักการพื้นฐานที่ ISO ยึดถือและปฏิบัติตามจะได้มาซึ่งแบบจำลอง OSI ที่มี 7 ชั้น มีดังต่อไปนี้คือ

1. สร้างชั้นที่แยกจากกันสำหรับการทำงานที่ต่างกัน
2. รวมหลักการทำงานที่เหมือนกันไว้ในชั้นเดียวกัน (เช่น อุปกรณ์ระดับสวิทช์ ATM สวิทช์ LAN Bridge จัดอยู่ในชั้นที่ 2 เพราะมีรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลเป็นแบบเดียวกัน)
3. สร้างชั้นให้น้อยเพื่อมีหลักการทำงานที่กำหนดอย่างเหมาะสม
4. สร้างขอบเขต (Boundary) ณ ตำแหน่งที่ให้บริการเล็ก ๆ และจำนวนของการติดต่อระหว่างขอบเขตต่ำที่สุด
5. เลือกขอบเขต ณ ตำแหน่งที่มีประสบการณ์ว่าเคยทำงานสำเร็จ
6. สร้างชั้นให้มีหลักการทำงานภายในง่าย ๆ เพื่อที่จะเปลี่ยนแปลง เมื่อเทคโนโลยีเปลี่ยนไปโดยที่การบริการจากชั้นใกล้เคียงคงเดิม
7. สร้างขอบเขต ณ ตำแหน่งที่อาจจะเป็นประโยชน์ในการเชื่อมต่อกับมาตรฐานต่าง ๆ
8. สร้างชั้น ณ ตำแหน่งที่จำเป็นในการจัดการกับข้อมูลต่าง ๆ
9. สร้างขอบเขตของแต่ละชั้นด้วยขอบเขตของชั้นที่ติดกันเช่น ชั้นที่สูงกว่าและชั้นที่ต่ำกว่าเท่านั้น
10. ยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงภายในชั้นโดยไม่กระทบกระเทือนชั้นอื่น ๆ

รูปที่ 2.3 แสดงสถาปัตยกรรมของแบบจำลอง OSI และ รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการใช้แบบจำลอง OSI ในการส่งผ่านข้อมูล (Data) โดยใช้เครือข่ายเริ่มจากข้อมูลถูกป้องจากผู้ใช้บริการเข้าไปยัง Application Layer (ชั้นที่ 7) จาก Application Layer ก็อาจมีส่วนที่เป็นข้อมูลสำหรับการควบคุมบางอย่างเพิ่มเติมเข้าไปยังข้อมูลเดิมเรียกว่าส่วนหัว (Header) แล้วจึงส่งผ่านต่อลงไปยัง Presentation Layer เมื่อ Presentation Layer ได้รับข้อมูลก็อาจจะแปลงรูป ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน เช่น แปลงข้อมูลตัวหนังสือให้อยู่ในรูปของ ASCII code เป็นต้น และอาจเพิ่มเติมส่วนหัวเข้าไปด้วยแล้วจึงส่งต่อให้ Session Layer

นอกจากนี้ส่วนของ Presentation Layer อาจจะประกอบด้วยบางสิ่งบางอย่างซึ่งในที่นี้หมายถึงข้อมูลที่ผู้ใช้บริการส่งมารวมกับส่วนหัวที่ Application Layer เพิ่มเติมเข้ามาโดยส่วนของ Presentation Layer จะมองข้อมูลที่ส่งมานี้พร้อมกันเป็นเนื้อเดียวกันเหมือนข้อมูลธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ... ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



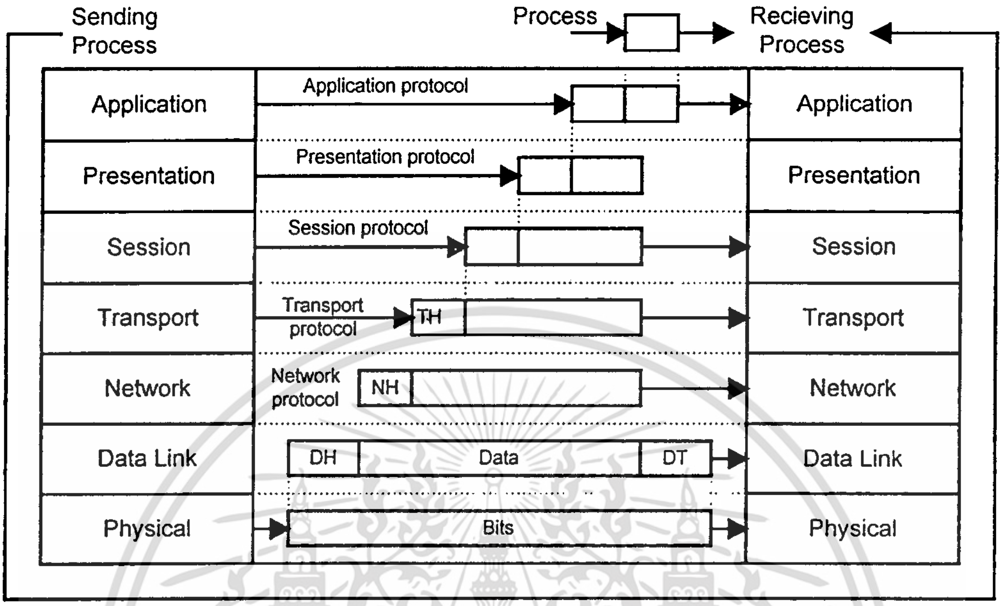
รูปที่ 2.3 สถาปัตยกรรมของแบบจำลอง OSI

ในทำนองเดียวกันชั้นทางด้านบนของข้อมูลก็จะถูกส่งผ่านต่อเนื่องลงมาเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึง Physical Layer ซึ่งเป็นชั้นที่จะกระทำให้เกิดการส่งผ่านที่แท้จริงเพื่อส่งผ่านไปถึงเครื่องอุปกรณ์ด้านรับแล้ว ข้อมูลก็จะถูกส่งผ่านย้อนทางขึ้นไปยังด้านบนและก็จะกระทำการในกระบวนการย้อนกลับที่เครื่องรับด้านส่ง จนกระทั่งถึง Application Layer ข้อมูลที่ Application Layer รับเป็นข้อมูลต้นแบบเหมือนกับที่ผู้ใช้บริการส่ง

จากแนวคิดนี้แม้นว่าการส่งผ่านข้อมูลในความจริงจะเป็นในความจริงจะเป็นในแนวตั้งลงมาและเมื่อถึงอุปกรณ์ด้านรับแล้วก็ส่งย้อนไปแนวตั้งขึ้นไป แต่ก็สามารถเปรียบได้ว่าแต่ละชั้นที่อยู่ในระดับเดียวกันรับส่งข้อมูลได้โดยตรงในแนวนอนโดยแนวคิดนี้เป็นแนวคิดหลักและเป็นจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสงค์ในการที่จะทำให้การประยุกต์ใช้ชั้นในระดับเดียวกับเครื่องอุปกรณ์ตัวอื่น โดยไม่ต้องสนใจเลยว่าในความเป็นจริงข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปอย่างไร



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง OSI

2.2.1 รายละเอียดของชั้นใน ATM

2.2.1.1 Physical Layer

เกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารได้ระดับเบื้องต้นที่เรียกว่า Raw Bit commit จุดประสงค์หลักในการออกแบบจำลองถึงคุณภาพและหน้าที่หลัก ๆ คือ เมื่อผู้ส่งบิตมีค่าเป็น "1" ออกไป ทางด้านผู้รับจะได้รับค่าเป็นบิตที่มีค่าเป็น "I" เช่นเดียวกัน ไม่ใช่เป็น "U" ในทางกลับกันถ้าผู้ส่งบิต "U" ออกไป ผู้รับก็จะรับค่าได้เป็นบิต "U" เหมือนกัน จากความต้องการดังกล่าวนี้จึงมีคำถามเช่น ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเท่าใด ในการแทนสัญลักษณ์ของบิต "I" และบิต "0" ช่วงเวลาในการส่งบิตที่มีอยู่ติดกันควรจะห่างกันได้น้อยที่สุดเท่าไร เป็นไปได้ไหมว่าที่จะส่งสัญญาณใน 2 ทิศทางในช่องสัญญาณเดียวกัน ในเวลาเดียวกันการเริ่มต้นในการเชื่อมต่อและการเลิกติดต่อเป็นอย่างไร จำนวนของเข็ม (Pin) และหน้าที่แต่ละเข็มในการเชื่อมต่อเป็นต้น

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดจะเห็นได้ว่าการออกแบบ Physical Layer นี้เป็นเรื่องใหญ่ และสำคัญมากจะต้องเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในหลาย ๆ ด้านเช่น ทางไฟฟ้าและทางกล เป็นต้น ตลอดจนขั้นตอนต่าง ๆ ในการเชื่อมต่อ (Interface)

ตัวอย่างของ Physical layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบบเคเบิล (Cabling System)
2. Pins assignments สำหรับการต่อ
3. Encode ของค่า 0 และ 1
4. EIA-RS-232-C, CCITT V.24/V.25
5. EIA RS 422/449, CCITT V.10
6. IEEE 802.3 – Ethernet/Fast Ethernet
7. IEEE 802.5 Token Ring

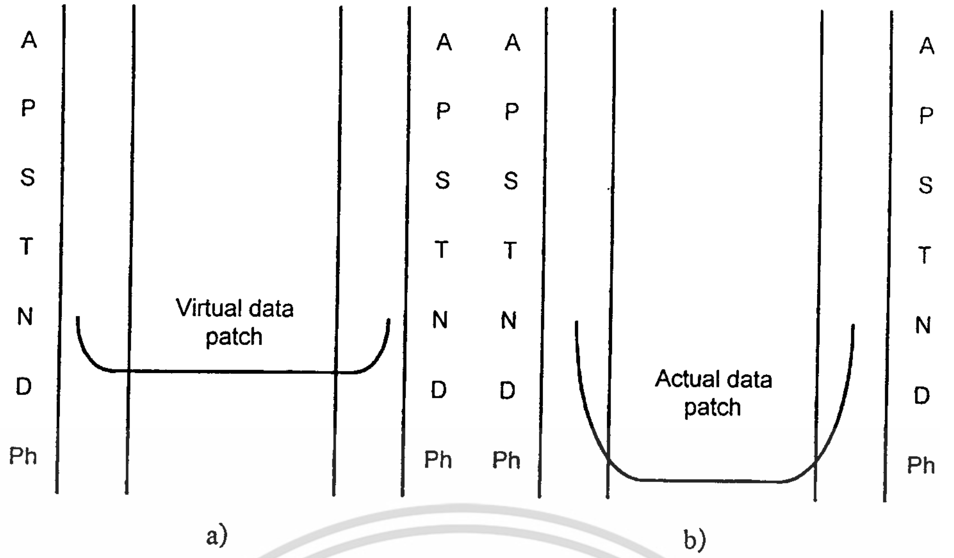
2.2.1.2 Data Link Layer

หน้าที่หลักของชั้นนี้คือการจัดส่งข้อมูลผ่านไปยัง Physical Layer รวมทั้งจัดการเกี่ยวกับการตรวจหาที่ผิดและแก้ไข (Error Detecting และ Error Correcting) กล่าวคือเมื่อดูแลชั้นเหนือ Data Link Layer ขึ้นไปอีกหนึ่งชั้นได้แก่ Network Layer ส่วนของ Network Layer ของเครื่องอุปกรณ์นั้นมีการส่งผ่านในแบบที่ถูกต้องสมบูรณ์ ไม่มีข้อผิดพลาดเลย ซึ่งก็เป็นหน้าที่ของชั้นที่จะต้องบริการต่อ Network Layer รูปที่ 2.5 และ 2.6 แสดงการติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการในการติดต่อแบบจำลอง OSI ที่เกี่ยวข้องกับ Physical Layer, Data Link Layer และ Network Layer ISO ได้เสนอแนวทางปฏิบัติหลักเพื่อที่จะให้ภารกิจอันนี้ของ Data Link Layer สำเร็จลุล่วงไปได้ไว้ดังนี้คือเมื่อ Data Link Layer ได้รับข้อมูลที่ส่งผ่านมาจาก Network Layer แล้ว ก็จะดำเนินการแบ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับมาเป็นเฟรม (frame)

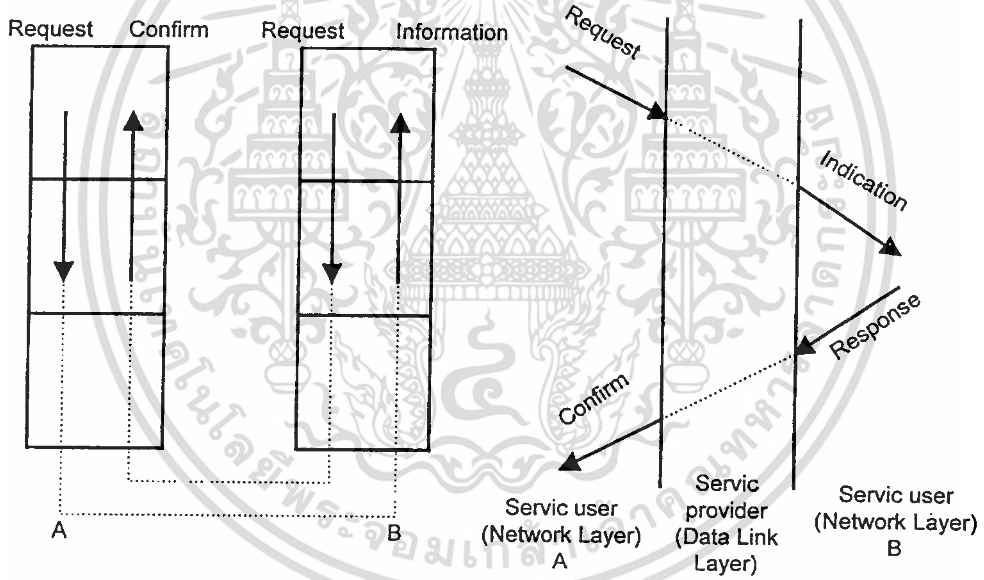
โดยที่แต่ละเฟรมประกอบด้วยจำนวน ข้อมูล ที่คงที่จำนวนหนึ่ง จากนั้นจึงทำการส่งผ่านไปที่ Data Link Layer ของเครื่องอุปกรณ์ด้านรับ ด้านรับนั้นเมื่อได้รับเฟรมแล้วก็จะทำการส่งเฟรมของข้อมูลที่เรียกว่า Acknowledgement Frame กลับไปยังเครื่องอุปกรณ์ด้านส่ง เนื่องจาก Physical Layer ส่งผ่านข้อมูลในลักษณะ Raw Bit จึงส่งไปทีละบิต โดยไม่สนใจว่าแต่ละบิตที่เรียงต่อกันจะประกอบเป็นเฟรมหรือไม่ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของ Data Link Layer ที่ต้องกำหนดขอบเขตและขนาดของเฟรมและอาจจะทำได้โดยการแทรกบิตพิเศษนี้ไว้ที่ต้นเฟรมและท้ายเฟรม

กรณีที่สัญญาณรบกวน (Noise) มีมากจะทำให้ข้อมูลในเฟรมต่าง ๆ ผิดจากความเป็นจริง ซึ่งก็เป็นหน้าที่ของ Date Link Layer อีกเช่นกันที่จะต้องทำการส่งข้อมูลในเฟรมนั้น ๆ ออกไปใหม่ หรือในกรณีที่ Acknowledgement Frame ที่เครื่องอุปกรณ์ด้านรับส่งมาบอกเครื่องอุปกรณ์ด้านส่งว่าได้รับเฟรมแล้ว เกิดถูกรบกวนโดยสัญญาณรบกวนจนด้านส่งไม่สามารถตรวจจับ Acknowledgement Frame นี้ได้ ทางด้านส่งก็จะทำการส่งเฟรมที่มีปัญหานี้ออกไปใหม่โดยเรียกเฟรมที่ส่งเข้าออกไปใหม่นี้ว่า Duplicate Frame

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ก) เส้นทางสมมุติ ข) เส้นทางจริงในการติดต่อของแบบจำลอง



รูปที่ 2.6 การติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการ A และ B ในแบบจำลอง OSI

หน้าที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของชั้นคือการควบคุมการไหล (Flow) ของข้อมูลให้เหมาะสมกับสภาวะของเครื่องอุปกรณ์ด้านส่งและด้านรับเช่น ในกรณีที่ด้านรับสามารถรับข้อมูลได้ในอัตราที่ต่ำกว่าตัวส่งสามารถส่งได้ ปัญหาเช่นนี้ก็อาจแก้ไขได้โดยด้านส่งจะต้องคอยตรวจสอบ Buffer Space หรือที่ว่างที่ด้านรับสามารถรับข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ได้ว่ามีขนาดเท่าใดในขณะนั้น แล้วจึงทำการจัดส่งข้อมูลไปยังด้านส่งให้เหมาะสมกับขนาดของ Buffer Space ที่มีอยู่โดยปกติแล้วเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติ ส่วนของการตรวจสอบการไหลและข้อผิดพลาดที่กล่าวมาแล้วนั้นนิยมที่จะรวมเข้าด้วยกันเป็นหน่วย (Unit) หนึ่งใน Data Link layer สิ่งที่รองรับชั้นนี้ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. HDLC สำหรับการเชื่อมต่อเชิงอนุกรม
2. IEEE 802.2 LLC กับ type I, II specific MAC สำหรับ 802.x media
3. Ethernet Switch
4. Token ring switch
5. FDDI
6. X-25
7. Frame relay
8. Bridging
9. ATM Switch

2.2.1.3 Network Layer

มีหน้าที่หลักที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการทำงานของ subnet ซึ่งจุดใหญ่ในการออกแบบก็คือจากด้านส่งไปยังด้านรับ โดยการจัดเส้นทางนี้อาจจะถูกกำหนดออกมาตายตัวในลักษณะ static เลย ระหว่าง IMP (Interface Massage processors) ตัวหนึ่งกับ IMP อีกตัวหนึ่งนั้น ถ้าจะทำการติดต่อสื่อสารกันนั้นจะต้องผ่านส่วนข้อมูลไปยัง IMP อื่นใด ก่อนที่จะถึง IMP ปลายทางหรืออาจจะเป็นลักษณะ Dynamic ซึ่งทำการติดต่อระหว่าง IMP คู่หนึ่งแพ็กเกตของข้อมูลจะถูกส่งไปในเส้นทางที่แตกต่างกันเพื่อลดปัญหา ในเรื่องภาระของเส้นทางใน Network ซึ่งเป็นลักษณะเช่นเดียวกันกับการจราจร (traffic) ถ้าในเส้นทางหนึ่งมีรถยนต์วิ่งอยู่มากมาย รถอาจติด (อุปมาว่ารถยนต์เป็นแพ็กเกตและถนนเป็นเส้นทางของการติดต่อสื่อสาร) เราอาจจะขับรถไปใส่เส้นทางอื่น ซึ่งสามารถไปถึงจุดหมายปลายทางได้เหมือนกัน ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาได้ ถึงแม้นว่าระยะทางจะไกลมากขึ้นก็ตาม

นอกจากหน้าที่ดังกล่าวแล้ว ในการใช้งานจริงสำหรับให้บริการต่อสาธารณะก็อาจกำหนดให้ Network Layer นี้ทำการตรวจนับปริมาณของข้อมูลที่ผู้ใช้บริการส่งออกไปยังผู้รับ โดยอาจนับที่จำนวนของแพ็กเกต นอกจากนั้นก็นำมาคิดเป็นอัตราค่าบริการทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงอัตราการส่งข้อมูลโดยที่อัตราการส่งข้อมูลที่สูงจะต้องเสียค่าบริการที่มากกว่าอัตราการส่งข้อมูลที่ต่ำกว่า

สำหรับเครือข่ายที่เป็นแบบกระจาย (Broadcast) นั้น ปัญหาในเรื่องของการจัดเส้นทางจะไม่มี เนื่องจากเส้นทางในการส่งผ่านนั้นมีเพียงอยู่หนึ่งเดียว ดังนั้นเครือข่ายแบบนี้อาจจะไม่มี Network Layer นี้ก็ได้

2.2.1.4 Transport Layer

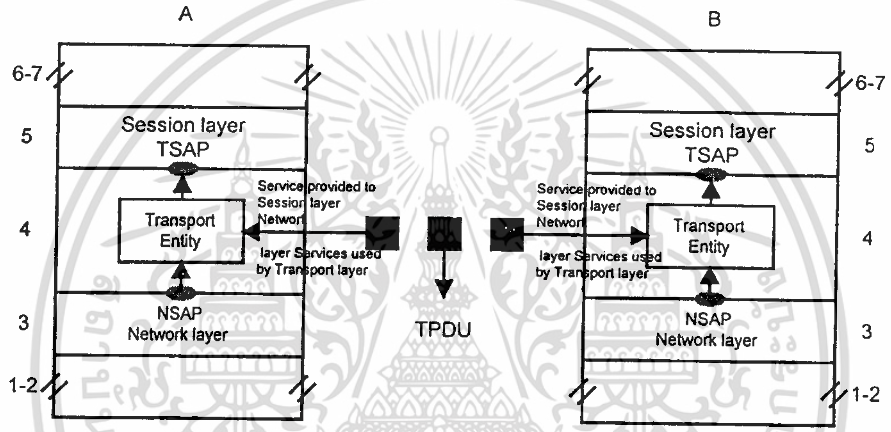
หน้าที่หลักของ Transport Layer คือการรับข้อมูลจาก Session Layer จากนั้นทำการแยก (spilt) ข้อมูลออกเป็นหน่วยต่าง ๆ เหล่านี้ต่อลงไปยัง Network Layer และจะต้องกระทำการอันจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่แน่ใจว่าหน่วยต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องไปถึงจุดปลายทางอย่างถูกต้องตามลำดับ นอกจากนั้น การกระทำดังกล่าวต้องทำอย่างมีประสิทธิภาพและจะต้องทำให้ Session Layer ที่อยู่เหนือขึ้นไปอยู่ในสภาพที่ไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

การติดต่อระหว่าง Network Layer Transport Layer และ Session Layer ดังรูปที่ 2.7 สำหรับชั้นนี้จะรองรับโปรโตคอลต่าง ๆ ได้แก่

1. IP-Internet Protocol
2. IPX-Internet Packet Exchange
3. X.25
4. CLNP-Connectionless Network Protocol



รูปที่ 2.7 การติดต่อระหว่าง Network Layer, Transport Layer และ Session Layer

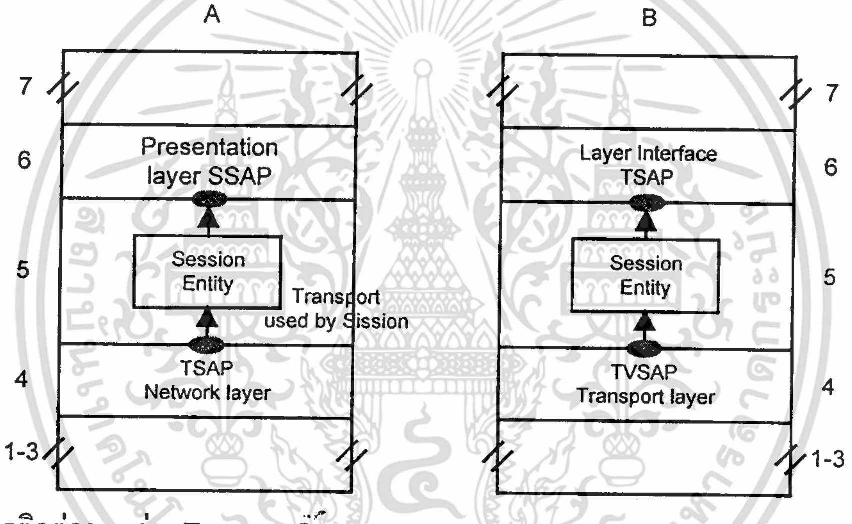
ในสภาวะปกตินั้น Transport Layer จะทำหน้าที่คอยสร้างเส้นทางในการติดต่อสื่อสารตามที่ Session Layer ร้องขอมา (ต้องการส่งผ่านข้อมูล) เมื่อ Transport Layer รองรับโปรโตคอล TCP/NCP, SPX และ TP4 โดยต้องการให้การไหลของข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วก็อาจจะสร้างเส้นทางขึ้นมาหลาย ๆ เส้นทาง แต่ละหน่วยแยกทางกันไปโดยแต่ละหน่วยจะไปในเส้นทางไหนนั้นเป็นหน้าที่ของ Network Layer ที่จะคอยจัดการ แต่ถ้าสร้างเส้นทางขึ้นมาหลาย ๆ เส้นทางนี้เป็นไปได้ยากหรือไม่คุ้มค่า Data Link Layer ก็อาจจะทำการสร้างเส้นทางขึ้นมาหลาย ๆ เส้นทางนี้เป็นไป ได้ยากหรือไม่คุ้มค่า Data Link Layer ก็อาจจะทำการสร้างเส้นทางขึ้นมาเพียงเส้นทางเดียวแล้วทำการส่งผ่านข้อมูลในแต่ละหน่วยในแบบมัลติพลักซ์ (Multiplex) เช่น TDM และ FDM เป็นต้น Transport layer นั้นจะต้องกำหนดชนิดของการบริการนั้นเกิดผลอย่างเต็มที่ให้ดีที่สุดชนิดของการเชื่อมต่อของ transport ที่นิยมใช้กันมากคือแบบ Error Free Point-to-Point Channel ซึ่งจะทำการส่งผ่านข้อมูลเรียงตามลำดับและทำการกระจายข้อมูลเหล่านี้ออกไปยังปลายทาง ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งก็ได้ โดยที่ชนิดต่าง ๆ ของการบริการนั้นจะถูกกำหนดขึ้นหรือการเชื่อมต่อต่าง ๆ ได้ถูกกำหนดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาชั้นในชั้นนี้จะเรียกว่า True-Source-to-Destination Layer หรือ End-to-End Layer โปรโตคอลจะทำหน้าที่เสมือนว่าเชื่อมต่อระหว่างชั้นของเครื่องอุปกรณ์ด้วยกันโดยตรง

2.2.1.5 Session Layer

ชั้นนี้จะทำหน้าที่ในการสร้าง Session ระหว่างผู้ใช้บริการที่อยู่คนละเครื่องอุปกรณ์กันให้เกิดการติดต่อสื่อสารขึ้นได้ ความหมายของ Session ในที่นี้ก็คือการที่จะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นลำดับตามมาดังตัวอย่างเช่นในระบบโทรศัพท์ หน้าที่ในการบริการต่อผู้เรียกโดยส่งสัญญาณไปยังผู้รับ จนผู้รับรับโทรศัพท์ขึ้นมาและทำให้การสนทนาเริ่มต้นขึ้นได้หน้าที่ดังกล่าวเป็นของ Session Layer แต่หน้าที่ในการที่จะส่งผ่านสัญญาณแต่ละคำพูดจากฝ่ายหนึ่งไปยังอีกฝ่ายหนึ่งนั้นเป็นหน้าที่ของ Transport Layer เป็นต้น



รูปที่ 2.8 การติดต่อระหว่าง Transport Layer, Session Layer และ Presentation Layer

บริการอีกอย่างหนึ่งที่มีความเกี่ยวเนื่องกับชั้นนี้ก็คือการที่จะไม่อนุญาตให้เครื่องอุปกรณ์ทั้ง 2 ด้านที่ติดต่อสื่อสารกันอยู่นั้นทำสิ่งที่เหมือนกัน ในเวลาเดียวกันได้ นอกจากนี้หน้าที่อีกอย่างหนึ่งคือการ Synchronize เครื่องอุปกรณ์

2.2.1.6 Presentation Layer

การติดต่อระหว่าง Transport Layer, Session Layer และ Presentation Layer ได้แสดงในรูปที่ 2.8 มีหน้าที่เกี่ยวกับ syntax และรูปแบบต่าง ๆ ของข่าวสารที่ถูกส่งจากเครื่องอุปกรณ์ออกไป เช่น การเข้ารหัสข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เข้าใจทั้งผู้รับและผู้ส่ง ตัวอย่างเช่น เมื่อชั้นนี้รับข้อความจาก Application Layer ซึ่งเป็นตัวอักษรมาแล้วก็จะต้องมาทำการเข้ารหัสอักขระ (Character) แต่ละตัวในตัวอักษรให้อยู่ในรูปแบบที่เมื่อทางผู้รับรับแล้วสามารถแปลงกลับเป็นข้อความที่ถูกต้องเหมือนเดิม เช่นการเข้ารหัสให้อยู่ในรูปแบบของ ASCII และ EBCDIC จุดประสงค์ใหญ่ของหน้าที่นั้นคือเพื่อทำให้เครื่องอุปกรณ์ต่างยี่ห้อและใช้รหัสที่ต่างกันสามารถส่งผ่านข้อมูลกันได้ นอกจากนี้แล้ว

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Presentation Layer ก็อาจทำหน้าที่อย่างอื่นเช่นการอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กลงเพื่อลดขนาดข้อมูลให้การส่งผ่านเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2.1.7 Application Layer

เป็นชั้นที่มีโปรโตคอลหลายแบบเนื่องจากชั้นนี้เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้บริการ สมมุติว่าในเครือข่ายมี terminal มากมายหลายแบบและมีซอฟต์แวร์อยู่ตัวหนึ่งที่คอยทำหน้าที่เป็นตัวแก้ไขที่เทอร์มินัล ในลักษณะเช่นนี้ก็จะเกิดปัญหาขึ้นทางด้านการแสดงผลต่าง ๆ ที่เทอร์มินัล เนื่องจากเป็นเทอร์มินัลคนละชนิดกัน วิธีหนึ่งที่จะแก้ปัญหานี้คือ การนิยามสิ่งที่เรียกว่า Network Virtual Terminal ขึ้นมาโดยใช้ตัวแก้ไขทำการติดต่อกับเทอร์มินัลแบบนี้แทนที่จะเป็นตัวเทอร์มินัลจริง จากนั้นจึงเป็นหน้าที่ของซอฟต์แวร์ที่เทอร์มินัลที่จะต้องทำการจำลองรูปแบบต่าง ๆ จาก Virtual Terminal ไปยังเทอร์มินัลของตัวเองให้เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ถ้าตัวแก้ไขทำการเคลื่อน Cursor ให้ไปอยู่มุมบนซ้ายของจอของ Virtual Terminal Software จะเป็นซอฟต์แวร์เฉพาะของเทอร์มินัลแต่ละแบบและซอฟต์แวร์ที่ว่านี้ก็จะทำหน้าที่ภายใต้ Application Layer

หน้าที่อื่น ๆ ของ Application Layer เช่น File Transfer, Electronic Mail, R Entry และ Directory Lookup เป็นต้น สำหรับการบริการทั่วไปและการบริการเพื่อจุดประสงค์พิเศษบางอย่าง

หน้าที่หลักของแต่ละชั้นในแบบจำลอง OSI คือการให้บริการแก่ชั้นที่อยู่เหนือชั้นถัดไป ในหัวข้อนี้จะมาพิจารณาถึงรายละเอียดขั้นตอนต่าง ๆ ของบริการที่มีต่อกัน

สำหรับจุดหมายปลายทางของแบบจำลอง OSI จะมีองค์ประกอบที่เป็นแบบ Active Element ซึ่งหมายถึงองค์ประกอบที่สามารถแสดงพฤติกรรมหรือกระทำการอะไรบางอย่างออกมาได้ โดยที่ Active Element ในแบบจำลอง OSI เรียกว่า Entities ในที่นี้สามารถเป็นได้ทั้ง Software Entities หรือ Hardware Entities ก็ได้ (เช่น I/O chip) สำหรับ Entities คู่หนึ่งในชั้นเดียวกัน แต่คนละอุปกรณ์ภายในเครือข่ายเดียวกันเรียกว่า Peer Entities และชื่อของ Entities นี้ก็จะเรียกตามชื่อของชั้นที่มีอยู่เช่น Entities ในชั้นที่เรียกว่า Presentation Entities

จากที่กล่าวมาสมมุติว่าพิจารณาที่ชั้น n ใด ๆ ของเครือข่ายแล้วบอกว่าชั้น n นี้คอยให้บริการต่อชั้นที่อยู่เหนือถัดขึ้นไป ซึ่งก็คือชั้น n+1 การให้บริการนี้จะกระทำโดย Entities ที่อยู่ในชั้น n นั่นเองโดยเรียกชั้น n+1 ว่า Service User และชั้น n ว่า Service Provider นอกจากนี้ การที่ชั้น n จะให้บริการต่อชั้น n+1 ได้อาจจะต้องได้รับการบริการจากชั้น n+1 อีกที่หนึ่ง จึงทำให้การบริการต่อชั้น n+1 นั้นสำเร็จลงได้ตามรูปแบบนี้ การให้บริการและการรับบริการก็จะต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องตามลำดับชั้นของชั้นเรียงกันไป จึงจะทำให้ภาระทั้งหมดของเครือข่ายเป็นไปอย่างสมบูรณ์

การที่ชั้น n+1 จะร้องขอบริการจากชั้น n ได้นั้นชั้น n+1 จะต้องเรียกร้องไปยังจุด ๆ หนึ่ง ซึ่งแบบจำลอง OSI เรียกจุดดังกล่าวว่า SAP (Service Access Points) โดยจุด SAP ที่ว่านี้จะวางตัวอยู่ในตรงบริเวณรอยต่อที่มีเชื่อมต่อระหว่างชั้น n+1 และชั้น n โดย SAP ที่ว่านี้อาจมีมากกว่า 1 จุดก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ แต่ต้องมีตำแหน่งที่ชัดเจนแน่นอน เพื่อที่เมื่อชั้น n+1 ต้องขอบริการประเภทใดจากชั้น n ก็สามารถเรียกร้องไป SAP ที่จุดซึ่งจัดไว้สำหรับการให้บริการได้อย่างถูกต้อง การที่จะให้ชั้นทั้งสองสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันได้นี้ ชั้นทั้งสองจะต้องปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ที่เกี่ยวกับการเชื่อมต่อ คือเมื่อเริ่มมีการเชื่อมต่อ Entity ของชั้น n+1 ก็จะส่งหน่วยที่เรียกว่า IDU (Interface Data Unit) ไปยัง Entity ของชั้น n โดยผ่านทาง SAP

IDU ประกอบด้วย SDU (Service Data Unit) และ ICI (Interface Control Information) SDU เป็นส่วนของข้อมูลที่ใช้ส่งผ่านเครือข่ายไปยัง Peer Entity (Entity ของชั้น n+1) ในเครื่องอุปกรณ์ปลายทางและ ICU เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการควบคุมต่าง ๆ (เช่นจำนวนไบต์ของ SDU) ที่ชั้น n+1 ส่งให้ชั้น n เพื่อช่วยให้ชั้น n กระทำการต่าง ๆ ได้สะดวกขึ้น

เมื่อชั้น n ได้รับ SDU แล้วก็ทำการแบ่ง SDU นี้ออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เช่นแพ็กเกจ จากนั้นก็เพิ่มเติม Header เข้าไปในแต่ละหน่วยย่อยนั้น Header ที่เติมนี้เป็น Header ที่บอกถึงลำดับต่าง ๆ ของหน่วยย่อยและเรียกแต่ละหน่วยย่อยที่รวมกับ Header นี้ว่า PDU (Protocol Data Unit) แล้วจึงทำการส่ง PDU แต่ละหน่วยออกไปโดย PDU นี้ถูกใช้งานโดย Peer Entity (Entity ในชั้น n ของเครื่องอุปกรณ์ปลายทาง) เพื่อที่จะได้กระทำการให้สอดคล้องกับ Peer Protocol (Protocol ระหว่าง Entity ของชั้น n ระหว่างเครื่องอุปกรณ์ 2 ตัว)

2.3 ระบบเครือข่าย ATM ที่เป็นการบริการ

ระบบเครือข่าย ATM ที่เป็นการบริการและศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการสื่อสารเชิงโทรคมนาคม

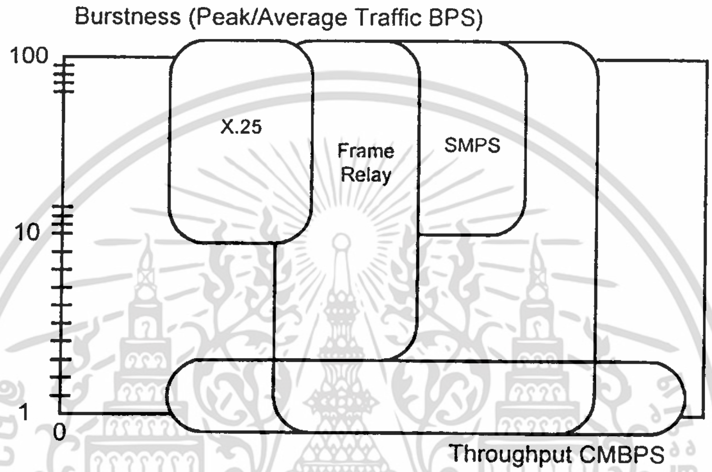
1. Constant Bit Rate (CBR)
2. Variable Bit Rate (VBR) ทั้งแบบเวลาที่เป็นปัจจุบัน (real-time) และไม่ใช่เป็นเวลาปัจจุบัน (non real-time)
3. Unspecified Bit Rate (UBR)
4. Available Bit Rate (ABR)

ซึ่งแต่ละเซลล์ ATM จะส่งเข้าไปในระบบเครือข่ายที่ประกอบด้วย ATM address ซึ่งระบบเครือข่ายจะใช้ส่งเซลล์อย่างเป็นลำดับต่อเส้นทางเสมือน (Virtual Connection) จากแหล่งกำเนิดถึงจุดปลายทางหนึ่งที่หรือมากกว่านั้นในการเชื่อมต่อ ระบบเครือข่าย ATM จะมี 2 แนวทางสำหรับการค้นพบของ VC, VP (Virtual Permanent) และตัวสวิทช์ ซึ่งโดยปกติจะยึดถือในฐานะเป็น PVCs และ SVCs

ATM จะให้มาตรฐานที่มั่นคงในฐานะเป็นระบบเครือข่ายเดียวที่มีแนวทางครบวงจร โดยใช้ระดับชั้นการพัฒนาล้ำยุคของ ATM (ATM Adaptation Layer; AAL) switching ซึ่ง AAL จะให้บริการวงจรเฉพาะ (circuit emulation) ซึ่งมีการขนส่งและวงจรเชิงสื่อสารทางไกล (WAN) พร้อมทั้งบริการเชิง packet อาทิเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เสียง
- Packet data (SMDS, IP, FR)
- Video
- Imaging
- Circuit emulation
- LAN extension และ emulation



รูปที่ 2.9 แสดง Traffic ระบบเครือข่าย ATM เทียบกับระบบเครือข่ายประเภทอื่น ๆ

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับของการบริการต่าง ๆ ของ ATM พร้อมทั้งการรับประกันคุณภาพในตัวแปรที่ต่างกัน

ระดับของการบริการ	ข้อมูลละเอียดเชิง traffic	การรับประกันเชิงต่าง ๆ			Feedback Control
		Loss (CLR)	Delay Variance (CDV)	Bandwidth	
CBR	PCR	Yes	Yes	Yes	No
rt-VBR	PCR, SCR, MBS	Yes	Yes	Yes	No
nrt-VBR	PCR, SCR, MBS	Yes	No	Yes	No
ABR	PCR, MCR และพารามิเตอร์ที่แสดงผล	Yes	No	Yes	Yes
UBR	PCR	No	No	No	No

หมายเหตุ : PCR = อัตราการส่งแบนด์วิธ์ที่มากที่สุด (Maximum Transmit-Rate Bandwidth)

MCR = อัตราความเร็วเซลที่น้อยที่สุด (Minimum Cell Rate)

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ... นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงสภาวะที่เหมาะสมของระดับการบริการใน ATM Forum สำหรับการใช้งานที่แตกต่างกัน

การประยุกต์ใช้งาน	CBR	rt-VBR	nrt-VBR	ABR	UBR
1. ข้อมูลที่สำคัญเร่งด่วนมาก	ดี	พอใช้	ดีที่สุด	พอใช้	ไม่
2. ระบบเครือข่าย LAN	พอใช้	พอใช้	ดี	ดีที่สุด	ดี
3. การสื่อสารระยะไกล (WAN)	พอใช้	พอใช้	ดี	ดีที่สุด	ดี
4. Circuit emulation	ดีที่สุด	ดี	ไม่	ไม่	ไม่
5. Telephony, Video conference	ดีที่สุด	TBD	TBD	ไม่	ไม่
6. Compressed Audio	พอใช้	ดีที่สุด	ดี	ดี	พอใช้
7. Vidio Distribution	ดีที่สุด	ดี	พอใช้	ไม่	ไม่
8. Interactive multimedia	ดีที่สุด	ดีที่สุด	ดี	ดี	พอใช้

หมายเหตุ : TBD = ต้องตรวจสอบ

อนึ่งมีศัพท์เทคนิคอื่น ๆ ที่มักใช้ในการบริการเชิงระบบเครือข่าย ATM เช่น

1. LAN Emulation (LANE) สำหรับรองรับการเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่าย LAN เหนือระบบเครือข่ายแกนหลัก (Backbone) ATM ปัจจุบันข้อมูลทั้งหมดส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบน IEEE 802.3 (Ethernet) และ IEEE 802.5 (Token ring) และสุดท้ายผู้ใช้จะยังคงใช้ Application บนระบบ LAN อยู่ซึ่ง LANE เป็น ATM service ที่สามารถรองรับโดยซอฟต์แวร์ LANE จะให้ชั้น MAC ซึ่งในที่สุดจะเปลี่ยนแปลงไปเป็น ATM
2. LAN Emulation Client (LEC) ที่จบการทำงานของระบบหรือ Bridge วิ่ง LANE
3. LAN Emulation Server (LES) มีข้อมูลสำหรับการลงทะเบียนและตรวจสอบแก้ไข MAC Address
4. Broadcast และ Unknown server (BUS) จะส่งข้อมูลแบบกระจาย (Broadcast) ไปที่ MAC Address, Multicast traffic และเริ่มส่งเฟรมก่อนแก้ไข address
5. LAN Emulation Configuration Server (LECS) จะกำหนด LECs แต่ละอันระบบเครือข่าย LAN ที่ถูกจัดการแล้ว
6. LAN Emulation User-to-Network Interface (LUNI)
7. Multi-Protocol over ATM (MPOA) จะพัฒนาโปรโตคอลและกลไกในการข้ามชั้น 3 ต่อการทำงานเหนือระบบเครือข่าย ATM ซึ่งจะทำให้รองรับ ATM hosts และ hosts สามารถติดต่อกับระบบเครือข่ายที่มีอยู่และระหว่าง LANE
8. VTOA (Voice and Telephony over ATM) ใช้สำหรับข้อมูลประเภท Trucking สำหรับการบริการแบบ Narrowband

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มีลิขสิทธิ์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปจะกล่าวถึงศัพท์เฉพาะบางคำว่ามีคำเต็มอย่างไรบ้าง

- เครือข่าย ATM ไร้สาย (Wireless ATM; WATM)
- การส่งข้อมูลเชิงกว้างเชิงวิเคราะห์เฉพาะที่ (Residential Broadband; RBB)
- สิ่งต่อเชื่อมที่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูล (Data Exchange Interface; DXI)
- สิ่งต่อเชื่อมที่เป็นผู้ใช้ระบบเครือข่าย (User-Network Interface; UNI)
- สิ่งต่อเชื่อมที่มีการจัดการรวมภายใน (Integrated Local Management Interface; ILMI)

ซึ่งจะมีตารางแสดงในแต่ละระดับคือ

1. ระดับ Physical Layer

ก. สารบัญเชิงการต่อเชื่อม (Interface index)

ข. ที่อยู่ของการต่อเชื่อม (Interface address)

ค. ชนิดของการส่งผ่าน (Transmission type)

ง. สถานะการปฏิบัติการชนิดของสื่อกลาง (Media type Operational status)

2. ระดับ ATM Layer

ก.จำนวนสูงสุดของ VPCs

ข. จำนวนสูงสุดของ VCCs

ค. ความกว้าง address ของ VPI/VCI

ง. จำนวนของการเชื่อมต่อใน VPCs

จ. จำนวนของการเชื่อมต่อใน VCCs

ฉ. ชนิดของพอร์ต (Port type)

3. ระดับ ATM Layer Statistics

ก. การได้รับตัวเซลล์ ATM

ข. การส่งเซลล์ ATM

ค. เซลล์ ATM ตัวที่ตกอยู่ในด้านที่ได้รับสัญญาณ

4. ระดับการเชื่อมต่อของ VP

ก. VPI

ข. Shaping Traffic Description

ค. Policing Traffic Descriptor

ง. สถานะในระหว่างการปฏิบัติการ

จ. ระดับของ QOS

5. ระดับการเชื่อมต่อเชิง VC

ก. VP/VCI

ข. Shaping Traffic Descriptor

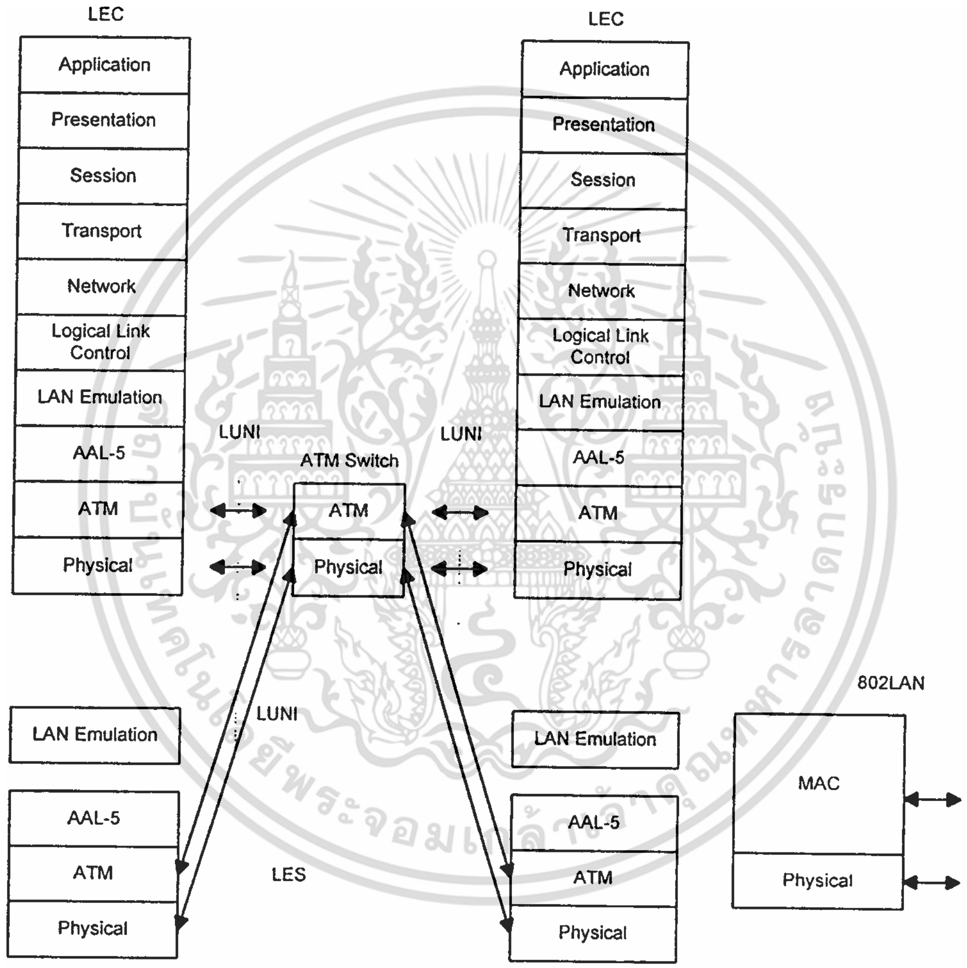
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. รายละเอียดของนโยบายการส่งข้อมูล (Policing Traffic Descriptor)

ง. สถานะในระหว่างการปฏิบัติการ

จ. ระดับของ QOS

- การต่อเชื่อมจุดส่วนตัวเฉพาะของเครือข่าย (Private Network-Node Interface; P-NNI)
- การจัดการส่งผ่านข้อมูล (Traffic Management; TM)
- ระบบสวิทช์ซิ่งแพร่กระจาย (Broadband Switching System; BSS)



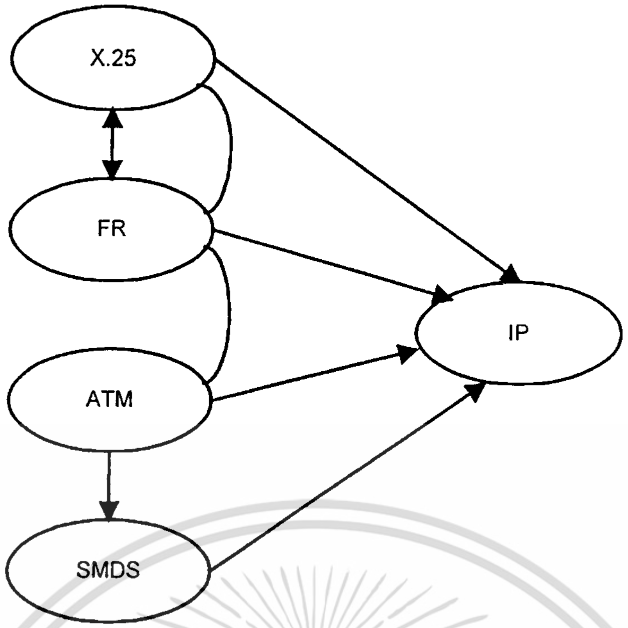
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการเชื่อมต่อของ LANE

ในแง่ของ ATM Services อื่นที่ใช้ในเชิง LAN หรือ WAN ยังมีอีกได้แก่

1. Internetworking, Access และ Trucking

ไม่ว่าจะเป็น WAN protocols ประเภท X.25, Frame Relay, ATM, SMDS (Switched Multimegabit Data Service) รูปที่ 2.11 แสดง Service เชิง Internetworking และ Access/Trucking

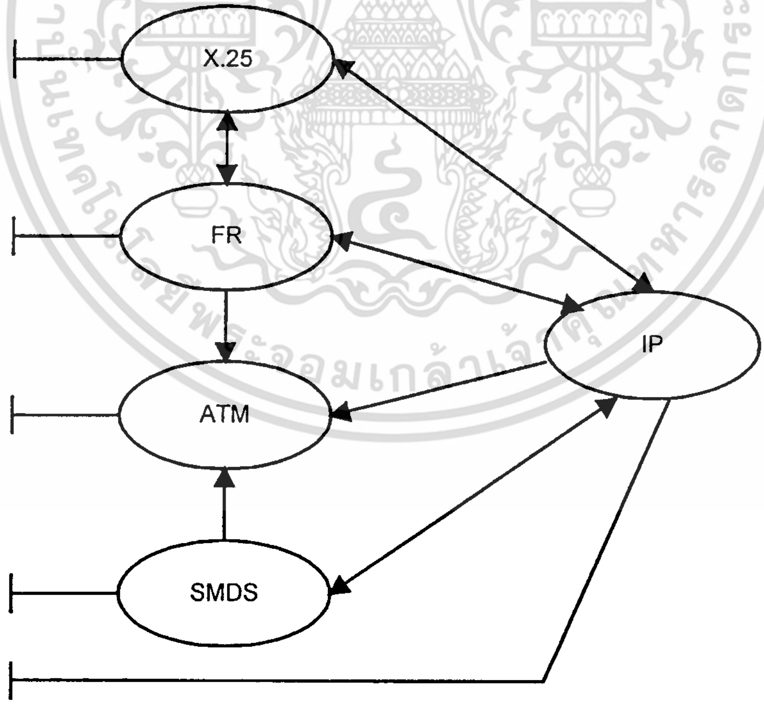
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดง ATM Service ในเชิง Internetworking

A ⟶B เป็นโลจิกซึ่ง Access จาก A ไป B

A ∩B A และ B เป็นการบริการเชิง Internetworking



รูปที่ 2.12 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกายภาพของ Access และ Trucking

⊢ A Physical Access to A

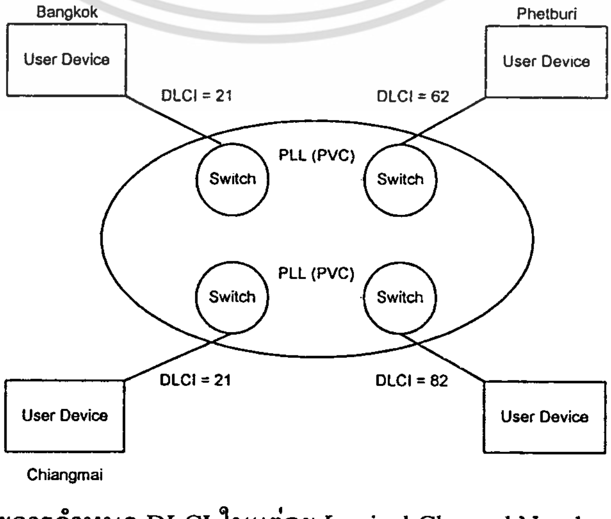
A⟶B A มี trunk เหนือ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเครือข่าย ATM กับ Frame Relay เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน

Frame Relay เป็นรูปแบบโปรโตคอลนำมาซึ่งความสามารถในการสื่อสารข้อมูลในรูปแบบของ Packet Switching ซึ่งใช้ในการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ผู้ใช้ (User devices) ต่าง ๆ เช่น Routing Bridges และ Hosts เป็นต้น โดยทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่าย (Network Equipment) เช่น Switching Nodes โดยเชื่อมต่อ (Interface) ไปยัง Fame Relay Network เอง อนึ่งมันสามารถใช้งานในรูปแบบการบริการเชิง Switch Packet ของข้อมูลด้วยความเร็วสูงมาก ๆ (High Speed Packet Switching) และด้วยคุณสมบัตินี้จึงสามารถนำมาใช้สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างกัน (Interconnection) ของอุปกรณ์ (Devices) ต่าง ๆ ที่ต้องการส่งผ่าน (Throughput) ด้วยความเร็วสูงภายในระยะเวลาสั้น เช่นการส่งผ่านข้อมูลในระบบเครือข่ายบริการท้องถิ่น (Local Area Network) โดยลักษณะเฉพาะตัว Fame Relay เป็นโปรโตคอลที่มีลักษณะเป็นการส่งผ่านกระแสของข้อมูลที่ทำเป็นเส้นทางได้มากกว่า (More Stream-Lined Protocol) มีคุณสมบัติในการใช้งานสูงและมีอุปกรณ์ใช้งานมาก ซึ่งทำให้เหมาะสมในการนำโปรโตคอลนี้มาใช้งานสำหรับการเชื่อมโยงที่ใช้ความเร็วสูง (High Speed Links)

ในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และอุปกรณ์เครือข่าย (Network Equipment) นั้น Fame Relay เป็นโปรโตคอลที่จะจัดการในเรื่องของการนำพา (Means) ที่เกี่ยวข้องกับสถิติในการแบ่งเป็นช่องทางการสื่อสารข้อมูล (Logical Data Communication) หลาย ๆ ช่องทางบนการเชื่อมโยงทางกายภาพเพียงหนึ่งเดียว การเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้ถูกกำหนดโดยสิ่งที่บอกด้านหน้าซึ่งถูกเรียกว่า Data Link Communication Identifiers (DLCI) และติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในวงจรเชื่อมโยงแบบถาวร Permanent Virtual Circuits (PVC) หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Permanent Logical Links (PLL) DLCI จะใช้ในการกำหนดการเชื่อมโยงไปยังด้านปลายทาง แต่แท้จริงแล้วเป็นการกำหนดการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และจุดของเครือข่ายที่อยู่ใกล้เคียง (Local network access node) ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การเชื่อมโยงโดยการกำหนด DLCI ในแต่ละ Logical Channel Number (DLCI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.13 จะมีการสมมุติวงจรเชื่อมโยงแบบถาวร 2 วงจร (2 Permanent Virtual Circuits) โดยวงจรแรกจะเชื่อมโยงระหว่างกรุงเทพฯและเพชรบุรีและอีกวงจรจะเชื่อมโยงระหว่างเชียงใหม่และพิษณุโลก อาจจะอ้างถึง PVC ที่ใช้เชื่อมโยงกับเพชรบุรี โดยใช้ DLCI = 21 ในขณะที่เพชรบุรีจะอ้างถึง PVC เดียวกันนี้ด้วย DLCI = 82 ในทำนองเดียวกันเชียงใหม่จะอ้างถึง PVC ที่เชื่อมโยงกับพิษณุโลก โดยใช้ DLCI = 21 ด้วยเครือข่ายสามารถใช้กลไกภายในของตัวเอง (Internal Proprietary Mechanisms) ในการรักษา PVC ทั้งสองนี้ไว้โดยใช้ขบวนการที่เรียกว่า LMI (Local Management Interface)

คุณสมบัติที่สำคัญอื่น ๆ ของ Frame Relay คือสามารถใช้ประโยชน์อย่างก้าวหน้าในเทคโนโลยี Wide Area Network (WAN) โดยเฉพาะระบบเครือข่าย ATM ทางไกล (ATM WAN) ซึ่งแต่ก่อนนั้น WAN protocol เช่น X.25 ได้ถูกนำมาพัฒนาและใช้อย่างแพร่หลาย เมื่อระบบการสื่อสารแบบอนาลอกได้รับความนิยมสูงสุดซึ่งระบบการสื่อสารแบบอนาลอกนี้มีความน่าเชื่อถือน้อยกว่าการสื่อสารแบบดิจิตอลที่มีอยู่ในทุกวันนี้และในระดับขั้นตอนการเชื่อมโยง (Links) แล้ว ระดับการเชื่อมโยงข้อมูล (Data-Link Protocol) เป็นที่รู้กันว่ามีกลไกในการแก้ไขข้อผิดพลาด (Error Correction Algorithms) ส่วนอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากนี้จะถูกปรับปรุงที่ในระดับสูงขึ้นไป (Higher Protocol Layer) Frame Relay มักใช้กลไกของ Cyclic Redundancy Check (CRC) Algorithm สำหรับการตรวจจับ (Detection) ข้อมูลที่ผิดพลาด (Corrupted bit) ดังนั้นข้อมูลที่ผิดพลาดสมารถถูกติดทิ้งได้ แต่จะไม่รวมเอากลไกของโปรโตคอลในการแก้ไข (Correcting) ข้อมูลที่ผิดพลาด (Error) แม้ว่า Frame Relay ไม่ได้มีวิธีการควบคุมการไหลของข้อมูล (Flow Control) โดยชัดเจนแน่นอนแต่จะมีกลไกในการแสดงถึงการเกิดความแออัดคับคั่ง (Congestion) ที่ถูกเตรียมการไว้ โดยให้เครือข่ายส่งสัญญาณบอกไปยังอุปกรณ์ผู้ใช้ (User Device) ซึ่งทำให้เครือข่ายต้นกำเนิด (Network Resources) ถูกระงับการส่งข้อมูลในระหว่างเกิด Congestion โดยที่การแสดงดังกล่าวนี้สามารถกระทำที่ระดับชั้นที่สูงของโปรโตคอลซึ่ง Flow Control เป็นที่ต้องการ

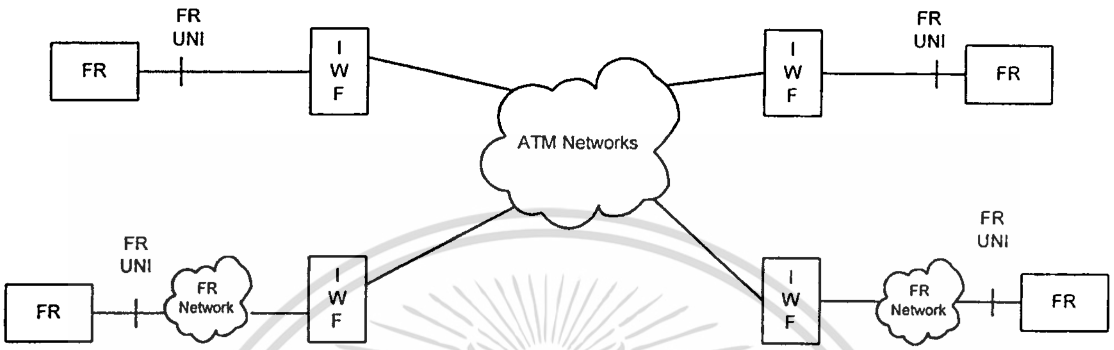
2.3.2 คุณสมบัติของการบริการแบบ Frame Relay

1. การส่งผ่าน Frame อย่างโปร่งใส (Transport Frames Transparently) เพียงแต่ DLCI, Congestion bits FCS ถูกปรับปรุงในเครือข่ายซึ่งสอดคล้องกับเครือข่าย ATM
2. ตรวจสอบการส่งผ่านข้อมูล (Data Transmission) รูปแบบของเฟรมและการจัดการเกี่ยวกับความผิดพลาดเช่น เฟรมที่ไม่มีการระบุของ DLCI
3. รักษาไว้ซึ่งลำดับในการส่งผ่านของเฟรมต่าง ๆ เช่นเดียวกับ ATM
4. ไม่ต้องให้เครือข่ายรับรู้และการส่งกลับอีกครั้ง (Retransmit) ในปัจจุบันมาตราฐานของ Frame Relay จะถูกกำหนด Address ของวงจรเสมือนถาวร (PVC) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและการกำหนดรูปแบบ ในเครือข่าย Frame Relay ส่วนในการกำหนดวงจรให้

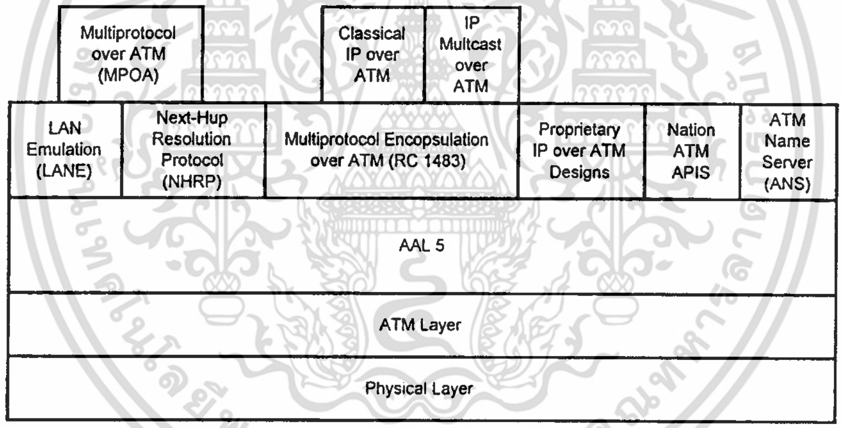
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแบบ Switched Virtual Circuits (SVC) มีแนวโน้มในการนำมาเกี่ยวข้องกันด้วยในอนาคต

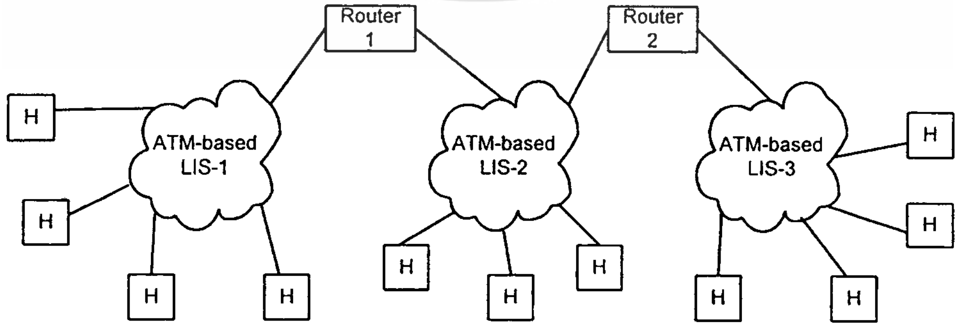
แต่ละเครือข่าย Frame Relay ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเครือข่าย ATM ได้ดังรูปที่ 2.14 และรูปที่ 2.15 เป็นการแสดง Internetworking ที่ใช้ระบบ ATM



รูปที่ 2.14 แสดง Frame Relay over ATM

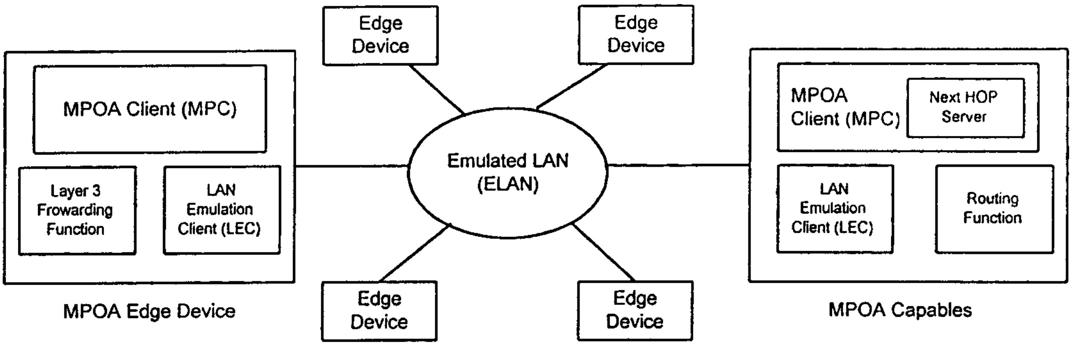


รูปที่ 2.15 การใช้ Plane Layer Protocol สำหรับระบบ LAN และ Internetworking



รูปที่ 2.16 แสดงการประยุกต์การใช้ IP over ATM กับ Router Interconnection ของเครือข่ายย่อยอิสระเชิงตรรกะ (Logically Independent Subnets)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ส่วนประกอบของ MPOA Networks

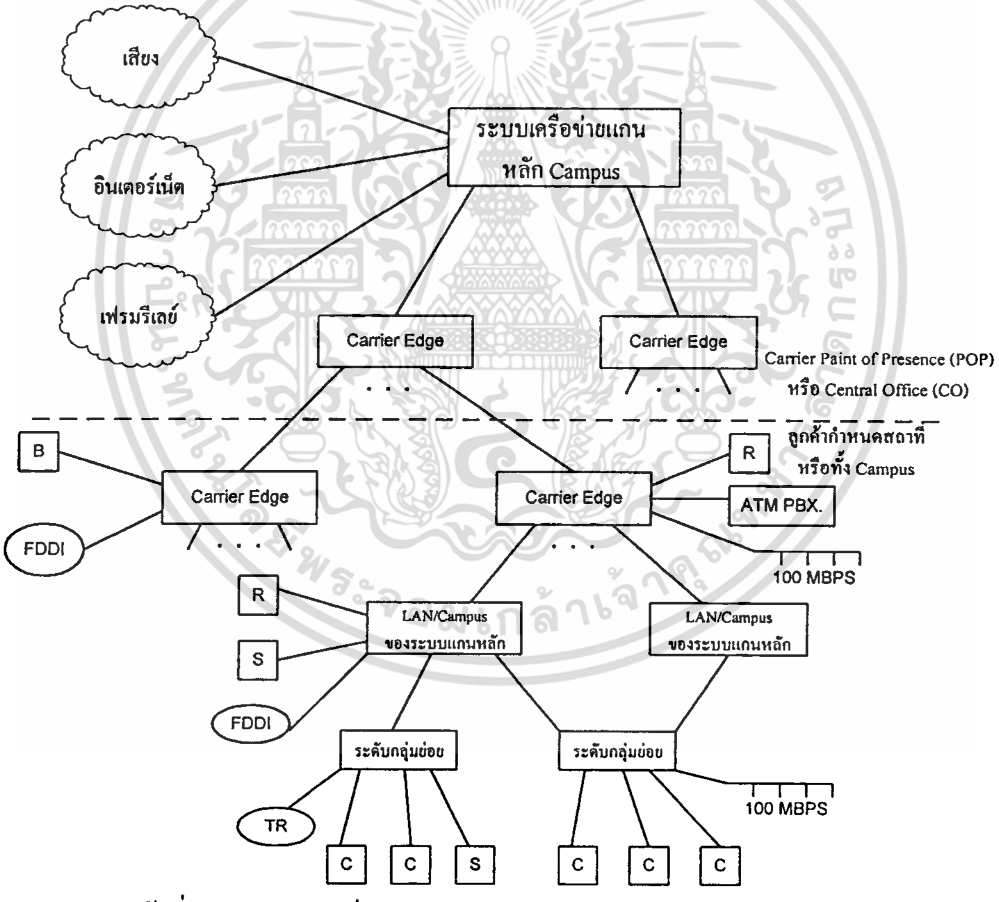
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระบบเครือข่าย ATM กับเอนเตอร์ไพร์ส LAN Backbone

3.1 ATM LAN Campus

ในบทนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบระหว่างสวิทช์ ATM กับอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ในระบบเครือข่ายแกนหลักเอนเตอร์ไพร์ส (Enterprise) LAN โดยกำหนดนิยามของระบบทั้งหมดและระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN ในระดับของสวิทช์ต่อไป จะนำไปสู่อุปกรณ์หลายชนิดที่ได้พบในระบบทั้งหมดและระบบเครือข่าย LAN ซึ่งประกอบไปด้วยสวิทช์ ATM และการเชื่อมต่อรวมทั้ง router, switches, hubs และระบบ รายละเอียดการวิเคราะห์ของผู้ผลิตดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงหน้าที่หลักของสวิทช์ประเภทระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN ในระบบ Enterprise

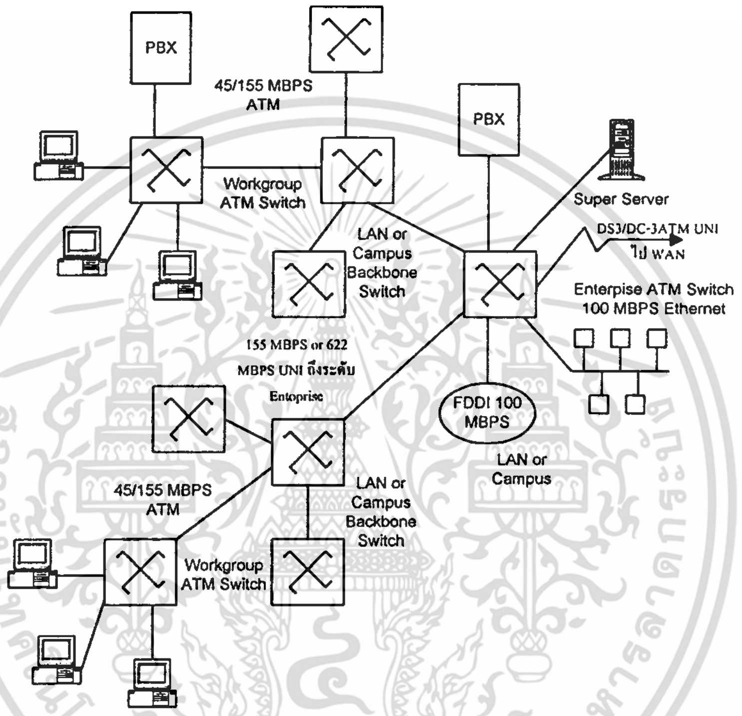
3.2 ระบบเครือข่ายสวิทช์ ATM ระดับ Enterprise

Enterprise ATM Switch จะรองรับมาตราฐานดังนี้

1. ระบบเครือข่ายภายใน (Local Networking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. LAN Emulation
3. จำนวนระดับชั้นมาก ๆ ของ Quality of Service (QOS) และการจัดการการส่งข้อมูล (Traffic Management)
4. พื้นฐานของการเชื่อมต่อแบบ UNI
5. การเชื่อมต่อแบบสื่อสารระยะทางไกล (WAN Connectivity)
6. การรองรับ ABR



รูปที่ 3.2 แสดงระบบเครือข่ายประเภท ATM Enterprise Switch

สำหรับสวิทช์ ATM แบบ Enterprise จะสามารถรองรับการเชื่อมต่อได้ทั้งแบบ LAN Backbone และ สวิทช์ ATM แบบ workgroup เช่นเดียวกับระบบเครือข่าย LAN ที่มีความเร็วสูง อาทิเช่น FDDI และ Fast Ethernet 100MBPS สวิทช์ชนิด Enterprise จะใช้เมื่อมีความต้องการสวิทช์ขนาดใหญ่ซึ่งสามารถรองรับการเชื่อมต่อมากหลายแบบกว่าสวิทช์ ATM ทั่ว ๆ ไป อาทิเช่น ระบบ LAN หลาย Topology เช่น Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet/MAN (เช่น FDDI และ DQDB), SNA/X.25/serial devices และอุปกรณ์ที่รองรับพวกเสียง (เช่น PBX) กลุ่มนี้จะแตกต่างจากระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN Campus Switch โดย WAN ความเร็วสูงข้ามพอร์ต บางชนิดจะมีคุณสมบัติในการเปลี่ยนโปรโตคอล LANE และระบบเครือข่ายเสมือนได้ สวิทช์ Enterprise จะใช้ความจุของจำนวนพอร์ตน้อยกว่า LAN Backbone Switch แต่พวกนี้จะแข่งกันให้พอร์ตที่มีความเร็วสูงกว่าสำหรับการเชื่อมต่อ LAN Backbone Switch หลาย ๆ รูปแบบและการเชื่อมต่อแบบ WAN ที่

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วระดับ DS3 และ OC-N ตามรูปแบบแล้วอุปกรณ์เหล่านี้จะมีช่วงความสามารถในการสวิทช์ตั้งแต่ 5 GBPS ถึง 10 GBPS และถูกออกแบบต่างกันสำหรับความต้องการในการใช้ประโยชน์ของลูกค้าต่างกัน (ตรงข้ามกับ Central Office (CO)) อุปกรณ์ ATM ทั้งหมดทั้งสวิทช์ ATM, router, hubs และ bridges ซึ่งมีหน้าที่สำคัญมากใน ATM network ทุก ๆ อุปกรณ์จะยกตัวอย่างอุปกรณ์เพื่อให้เห็นภาพพจน์ที่มากขึ้น

อุปกรณ์ระบบเครือข่าย ATM ยี่ห้อ Fore System

ATM Switch : รุ่น ASX-200 WG

ATM Access: FORE's Fowergub 7000

ATM MUX CODEC: Cell Path 300, 90 Enterprise switch ATM NIC Card

จะเห็นว่าอุปกรณ์ของ Fore จะมีครบทุกชนิดตั้งแต่ ATM switch จนถึง ATM NIC Care

โดยทั่วไป Enterprise switch จะใช้ไฟกระแสสลับหรือกระแสตรง (AC หรือ DC) และหลายยี่ห้อใช้ได้ทั้งเป็น ATM switch/ATM access รวมถึงมี Redundant Switch Engine หรือ Redundant Load Sharing Power Supply ให้เลือก

อนึ่ง ATM switch มักจะเป็นประเภท Modular คือประกอบไปด้วยกล่อง Chassis ซึ่งมี Backplane และหรือ Power Supply แล้วค่อยมี Module ของสวิทช์บรรจุอยู่ภายใน Chassis นั้นอีกทีหนึ่ง

3.3 สวิทช์สำหรับระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN

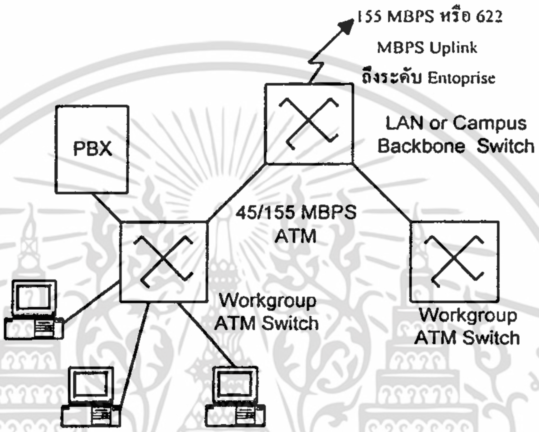
โดยทั่วไป LAN Backbone Switch จะรองรับคุณลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมต่อระดับ Workgroup switch
2. เครือข่ายภายใน
3. การเชื่อมต่อระบบ LAN แบบพื้นฐาน
4. LAN Emulation
5. การรองรับ ABR
6. การจัดการการส่งผ่านระดับข้อมูลที่สำคัญมาก (Data-Oriented Traffic Management)
7. การเชื่อมต่อแบบ SVC

ATM LAN หรือ Campus Backbone switch จะให้การเชื่อมต่อโดยตรงกับ ATM Workgroup switch ด้วยการเชื่อมต่อแบบ Up-link ที่ความเร็ว 155 MBPS เป็นอย่างน้อยจนกระทั่งถึง 622 MBPS ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งมีการเชื่อมต่อสำหรับอุปกรณ์ภายในที่ความเร็วระดับ ATM Backbone ภายในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่กว้างใหญ่ซึ่งจะเรียกว่า Campus Environment LAN/Campus เครือข่ายแกนหลักนี้จะให้การส่งผ่านโดยเฉลี่ยไปยัง 1 หรือ Up-link ที่มากกว่าต่อ

เอกสารนี้เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Enterprise switch และถ้ามีการเชื่อมต่อภายในเท่านั้น ดังนั้น Enterprise switch จะมีที่เชื่อมต่อแบบ WAN LAN switch โดยทั่วไปจะใช้ไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (เช่น outlet ที่ติดกำแพง) และสร้างพอร์ตที่มีจำนวนน้อยกว่าและการใช้วิธีการสร้างกระแสไฟฟ้าโดยมีลักษณะเป็น Modular หรือ Stackable อุปกรณ์เหล่านี้โดยปกติจะถูกใช้ในอุปกรณ์แผงพักวงจรสายเคเบิล (wiring closet) ใน Main Distribution Frame (MDF) หรือในศูนย์รวมข้อมูลส่วนกลางลางสถานภาพคุณลักษณะ redundant จำเป็น โดยเฉพาะในตัว Processor modules และ Power Supply สำหรับจุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความสามารถในการสวิทช์ (Switch Capacity) ตั้งแต่ 1 ถึง 5 GBPS



รูปที่ 3.3 ATM LAN หรือ Campus Backbone Switch

จริง ๆ แล้วอาจสรุปได้ว่า ATM Enterprise และ LAN Backbone Device ด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

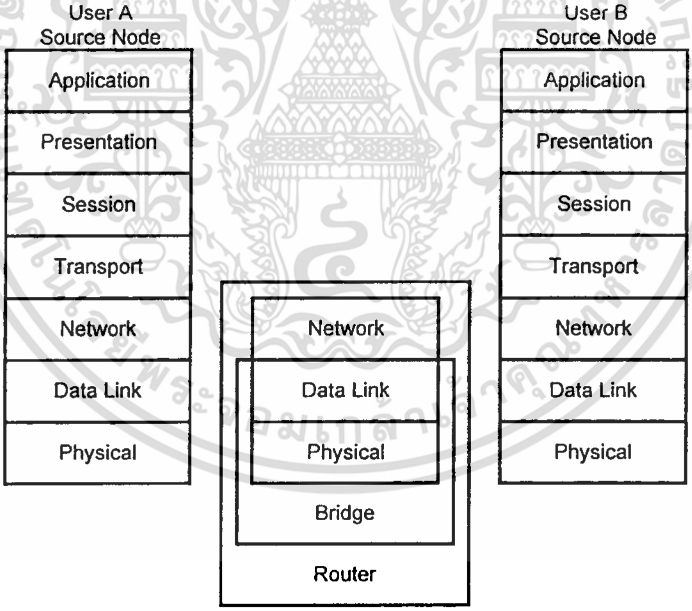
- Routers
- Hubs
- Bridges
- Service Access multiplexer
- CSU/DSU
- ATM Switch
- ATM Access
- ATM NIC card
- ATM Network Management System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 วิวัฒนาการของ Router, Bridges และ Hubs

บางทีปัจจัยที่ส่งผลสำคัญมากที่สุดของ Router, Bridge และ Hubs ก็คือระบบเครือข่าย LAN เนื่องจากเทคโนโลยีและโปรโตคอลที่เหมาะสมจึงมีการค้นพบวิธีการสื่อสารระหว่าง Topology ที่ต่าง ๆ กัน เช่น Ethernet กับ Ethernet หรือ Token ring กับ Token ring ตอนแรก Bridges และ Router ถูกออกแบบมาให้สื่อสารกันระหว่าง LAN ด้วยกันเองเท่านั้น แต่ต่อมาได้มีการพัฒนาให้เพิ่มความสามารถของ processor ได้ทั้งความเร็วและเทคนิคต่าง ๆ ได้ดี (อาทิเช่น RISC processor และ ASIC) และ ASIC processor พวกนี้ถูกออกแบบมาเพื่อลดค่าใช้และทำให้อุปกรณ์สามารถรองรับได้ทั้งเครือข่ายประเภท LAN และ WAN ที่ความเร็วระดับต่าง ๆ กันโดยขึ้นกับ Modem ชนิดอนาล็อกซึ่งมีความเร็วไปถึงระดับ Megabit เหนือ ATM และ SONET

หน้าที่ที่ให้โดย Router, Bridges และ Hubs สามารถแยกจากกันหรือรวมด้วยกันในอุปกรณ์ชิ้นเดียวกัน อุปกรณ์แต่ละประเภทจะรองรับโปรโตคอลที่สำคัญใน OSI Model เป็นระดับขั้นต่างกันไป (Level support) สำหรับอุปกรณ์ประเภท Bridge จะรองรับ layer 1 และ 2 ขณะที่ Router และ Hub รองรับ layer 1, 2 และ 3 ดังรูปที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ต่อ OSI Reference Model (OSIRM) layer สำหรับทั้ง Bridges และ Router



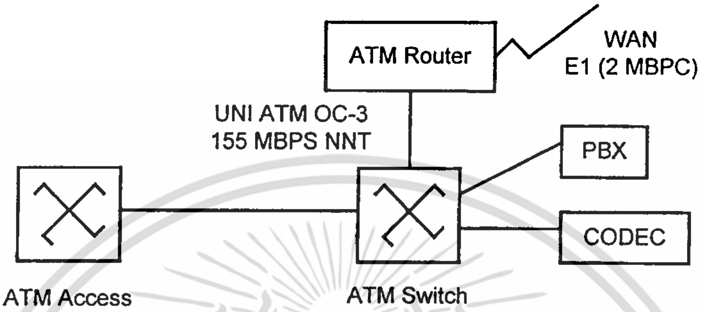
รูปที่ 3.4 แสดง Bridges และ Router ซึ่งรองรับ OSI Protocol Layer

3.3.2 ATM Router

ปัจจุบัน Router ระดับสูงสามารถส่งข้อมูลประเภท IP Packets ได้มากกว่า 1 ล้าน IP Packet ต่อวินาที และสามารถทำหน้าที่หาเส้นทาง (Route) ได้มากกว่ากิกะบิต่อวินาที ระบบแกนหลัก LAN ส่วนมากจะมี Router ที่สามารถรองรับ LAN Emulation เช่นเดียวกับ ATM UNI และ ATM NNI ปัจจุบัน ATM Router ดูเหมือนว่าจะสามารถสร้าง Packet และดำเนินการด้วยตัวของมันเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงระบบเครือข่าย ATM ทำบนช่องสำหรับต่อเชื่อม ดังนั้นความสามารถของ ATM Router จะรับโปรโตคอลจำนวนมากมายและไม่ก็หาเส้นทางของมันไปยังพอร์ทที่ไม่ใช้ ATM หรือส่งพวกมันไปที่ ATM พอร์ท สำหรับการเปลี่ยนแปลงจาก packet ไปยังเซลล์ ATM สำหรับการส่งเหนือสวิทช์ ATM ตัวอย่างของ Router กับคุณสมบัติ ATM อาทิเช่นอุปกรณ์เครือข่ายยี่ห้อ Cisco รุ่น Cisco 7000, อุปกรณ์ 3COM รุ่น Oncore และแม้นกระทั่ง Nortel Networks รุ่น BCN Router



รูปที่ 3.5 การประยุกต์ใช้ของ ATM Router

3.3.3 ATM Hubs

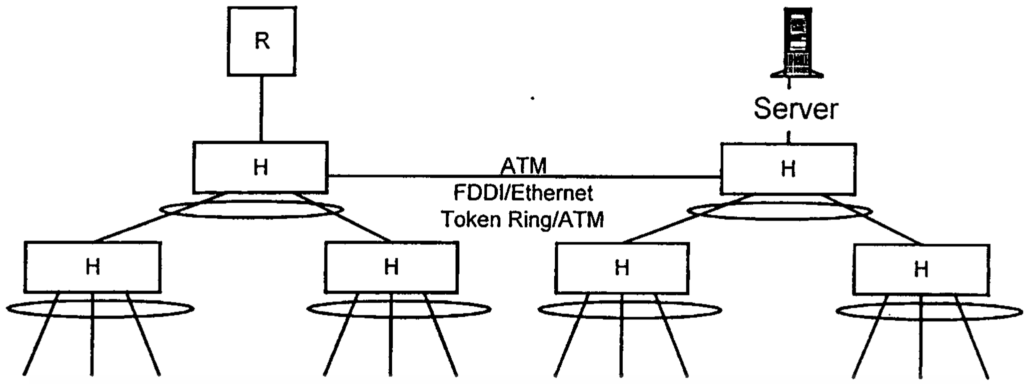
จากรูปที่ 3.6 เป็นการเชื่อมโยงสายเคเบิล การแบ่งเครือข่ายเป็นแต่ละวงและหน้าที่การจัดการระบบเครือข่ายโดยรูปแบบเดียวของ ATM Hubs โดยปกติระบบเครือข่าย Topology แบบ Ethernet หรือ Token Ring มีการเชื่อมโยงสายแบบตีเกลียว (Twisted pair) สำหรับในกรณี FDDI หรือ ATM สายตัวเกลียวไปยังแต่ละลูกข่ายวิ่งไปยัง Hubs โดยปกติจะอยู่ในช่องของการเดินสาย Hub จะยอมให้จัดการเพื่อที่กำหนดผู้ใช้แต่ละเครื่องไปยังที่หมาย (เช่นวงเครือข่าย Ethernet) ปรากฏเป็นวงรีดังรูปที่ 3.6 ระหว่างเครือข่ายต้องการคำสั่งการจัดการ Hubs ระดับลงมาจะไม่สามารถจัดการระบบเครือข่ายได้ (Non-Intelligent Hub)

สำหรับ Hub ที่สามารถจัดการได้ (Intelligent Hub) จะสามารถใช้เป็นศูนย์รวมในการกระจายสัญญาณไปยังลูกข่ายแบบ Star โดยตรงโดยเฉพาะเครือข่ายประเภท ATM (ใช้ ATM Concentrator) FDDI Concentrator ซึ่งอาจจะมีการเชื่อมต่อสายสัญญาณโดยใช้สายทองแดง (Copper Wire) หรือสายใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) ก็ได้

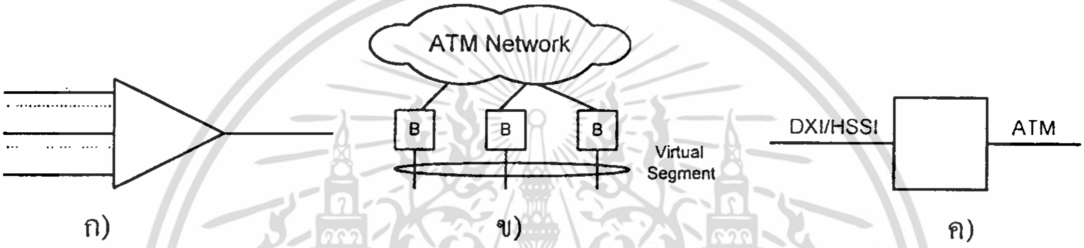
3.3.4 อุปกรณ์เครือข่าย ATM ท้องถิ่นประเภทอื่น ๆ

1. ATM Multiplexes/Concentrators
2. อุปกรณ์ ATM Bridging
3. ATM CSU/DSUs (ATM Channel Service Units/Digital Service Units)
4. LAN Enterprise และการศึกษาสวิทช์ระดับแกนหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงหน้าที่ รูปแบบ การเชื่อมต่อของ ATM Hubs



รูปที่ 3.7 ก) ATM Multiplexes ข) Bridges ค) CSD/DSUs

3.3.4.1 ATM Multiplexer/Concentrators

Multiplexes หรือ คอนเซนเทรเตอร์ ใช้ข่อต่อ ATM หลายช่องเป็นข้อมูลเข้าและ concentrate ช่องต่อไว้ในช่วงต่อ ATM เพียงช่องเดียว อุปกรณ์สลับสัญญาณ (switch) สามารถแสดงการ Multiplexes ได้เหมือนกันอย่างไรก็ตาม Multiplexer โดยปกติจะแพงน้อยกว่าสวิทช์ เพราะว่าพวกมันมีคุณสมบัติน้อยกว่า ATM Multiplexer มีหลายยี่ห้อ เช่น ADC Kentrox. Fujitsu. Hitachi และ Sahar Networks ATM Access Concentrator (เช่นพวกยี่ห้อเหล่านี้จาก Yuric System/NetEdge) ได้พบว่าเป็นธุรกิจที่ประสบความสำเร็จมากเช่นเดียวกับความต้องการทางเลือกที่มากขึ้นของผู้ใช้ เพื่อที่จะสามารถส่งสัญญาณไปยัง ATM Pubic Services ในอนาคต

3.3.4.2 อุปกรณ์ ATM Bridging

อุปกรณ์ Bridge สามารถจับโปรโตคอลเช่น Ethernet และจัดสร้างหน้าที่ Bridge ของการจับโปรโตคอลเหล่านี้รวมทั้งมีการเรียนรู้ด้วนตัวเองและสร้างเส้นทางได้ด้วยตัวเอง ยี่ห้อ ATM Bridge เช่น New Bridge 36150 และ Cisco Light Stream 1010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.3 ATM CSU/DSUs

ATM CSU/DSUs จะเปลี่ยนช่องสัญญาณจาก HSSI DTE/DCF กระทำขึ้นไปที่ 50 MBPS ใช้เทคนิคขั้นพื้นฐานของเฟรมในโปรโตคอลของ ATM DXI ต่อ ATM UNI ATM CSU DSU มีผู้ผลิตมากได้แก่ ADC Kentrox และ Digital Link

3.3.4.4 LAN Enterprise และ Backbone Switch

สำหรับการเรียนรู้จากตารางที่ 3.1 แสดงผลสรุปจำนวนระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN/Campus พร้อมทั้งผลของการสำรวจทั้งหมดในหลาย ๆ ยี่ห้อ

ตารางที่ 3.1 แสดง Enterprise และ LAN/Campus Backbone Switch ที่สำรวจผลการทำงานพร้อมทั้งแสดงประสิทธิ์ภาพเครือข่าย

ชื่อบริษัทผู้ผลิต	ชื่อผลิตภัณฑ์	WG	LB	E	CE	CB	Switch Fabric/Capacity
Nortel Networks	System 5000		Y	Y			3.2 GBPS
Cabletron	Smartcell 2X-250			Y			2.5 GBPS
Cisco	Lightstrean 1010	Y	Y	Y			5 GBPS
Fore Systems	ASX-200 BX	Y		Y			2.5 GBPS
Fore Systems	Power Hub 7000			Y			3.2 GBPS Shared Mem.
Fore Systems	Cell Path 90			Y			2 GBPS
Fore Systems	ASX-200WG			Y			2.5 GBPS Non-blocking
Fujitsu	Astral Switch EA1550		Y	Y			10 GBPS
General Data Comm.	Apex Strobos			Y	Y	Y	Up to 25.6 GBPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเปรียบเทียบเชิงเทคโนโลยี

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบเชิงเทคโนโลยีต่าง ๆ ของ LAN

Technology	ข้อดี	ข้อเสีย
10 MBPS Switched	ง่าย ถูก และสามารถขยายความเร็วได้ถึง 100 MBPS ง่ายในการจัดการ	มีพื้นฐานจากการชนกัน ข้อมูลขยายลำบาก ไม่มี QOS ระยะทางจำกัด
100 MBPS Ethernet Switched	สามารถขยายได้ง่าย มีการป้องกันให้คงอุปกรณ์ในระยะยาว (Investment Protection) ทั้ง NIC, สายสัญญาณ	ระยะทางจำกัด
100 MBPS Ethernet	ไม่แพง ง่าย ความเร็วมากกว่า 10 MBPS ง่ายต่อการจัดการ	มีพื้นฐานจากการชนกันข้อมูล ระยะทางจำกัด ไม่มี QOS
FDDI	เป็นระบบเครือข่ายที่มีเส้นทางการส่งสัญญาณ สำรองการใช้งานได้ (Fault Tolerant)	แพงไม่มีการ Upgrade ไม่มี QOS
Gigabit, Ethernet	ความเร็วเพิ่มขึ้นได้ถึง 1 GBPS ง่าย ราคาจะลดลงในอนาคตแน่นอน	แพง ระยะทางจำกัด
ATM 25 ; 155-622 MBPS	End-to-End, QOS ระยะทางไม่จำกัด ขยายได้ถึงความเร็ว OC-48	แพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงคุณลักษณะต่าง ๆ เปรียบเทียบกันระหว่าง FDDI, Switch 100 MBPS Ethernet, 1 GBPS Ethernet, ATM

คุณลักษณะ	FDDI	Switch 100 MBPS Ethernet	1 GBPS Ethernet	ATM
1. การส่งผ่านข้อมูล (Throughput)	100 MBS	100 MBPS	1000 MBPS	25 ถึง 622 MBPS
2. การพัฒนา	น้อยมาก	มี	มี	มีมาที่สุด
3. การสำรองแบนด์วิธ์	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี
4. การรองรับ Synchronous	ไม่	มี	ไม่	มี
5. มีการจัดการในระดับของ traffic ได้	ไม่	มีใน IEEE 802.IP	IEEE 802.IP	มี
6. การลงทุน	สูง	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
7. ใช้สายสัญญาณที่คงมีอยู่แล้ว	ไม่ได้	ใช้ได้	ไม่ได้	ใช้ได้
8. ขยายความเร็วได้	ไม่	ใช่	ไม่	ใช่
9. ขยายขีดความสามารถไปในการสื่อสารทางไกล (WAN)	ไม่	ไม่	ไม่	ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ความสามารถของ ATM

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความสามารถของ ATM ซึ่งสามารถรองรับได้ทั้งเสียง ภาพ และข้อมูล WAN โดยเฉพาะ frame relay (FR) และ SMDS ดังรูปที่ 4.1 เช่นการทำงานระหว่างการทำงานของ frame relay กับ ATM การใช้ frame relay กับ ATM และขั้นตอนทางตรรกะวิทยากับ SMDS โดยผ่านทาง ATM และพูดถึงขั้นตอนการลดความเร็ว โปรโตคอล ATM แบบเฟรมพื้นฐาน เรียกว่า ATM Data Exchange Interface และ UNI แบบเฟรมพื้นฐาน (Frame-based UNI: FUNI)

<table>
<tr><td>Circuit Emulation Service (CES)</td><td>เสียงและการใช้โทรศัพท์เหนือ ATM</td><td>การเข้าถึงระบบ ATM ต่อ SMDS</td><td>Frame Relay Internet working</td><td>Frame Relay Service</td><td>วีดีอีออนดีมานด์ (VOD)</td><td>เฟรมเบส UNI (FUNI)</td></tr>
<tr><td colspan="2">AAL1</td><td>AAL 3/4</td><td>FR-SSCS</td><td colspan="3">AAL 5</td></tr>
<tr><td colspan="7">ATM Layer</td></tr>
<tr><td colspan="7">Physical Layer</td></tr>
</table>

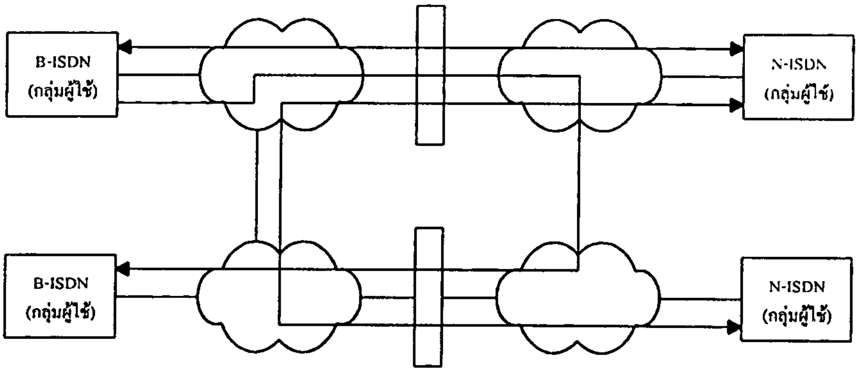
รูปที่ 4.1 โปรโตคอล ATM ที่รองรับ เสียง กลุ่มข้อมูล ภาพ และข้อมูล WAN

4.2 การทำงานกับ ISDN ชนิดแถบความถี่แคบ (Narrowband ISDN)

ATM ในยุคแรกที่ถูกคิดค้นขึ้นมาใน ITU-T คือ Narrowband Integrated Services Digital Network หรือ N-ISDN ดังนั้นมาตรฐานสากลต่าง ๆ เหล่านี้จึงต้องสามารถนำ Broadband ISDN หรือ B-ISDN ที่เกิดในอนาคตมาทำงานร่วมกับ N-ISDN ที่มีอยู่เดิมแล้วได้ ซึ่งนี้ก็เป็นเหตุทางธุรกิจที่ดีอีกด้วย เช่นเครือข่ายสมัยใหม่ที่ต้องใช้ B-ISDN จำเป็นต้องสามารถใช้บริการของ N-ISDN แบบเก่าได้ด้วย

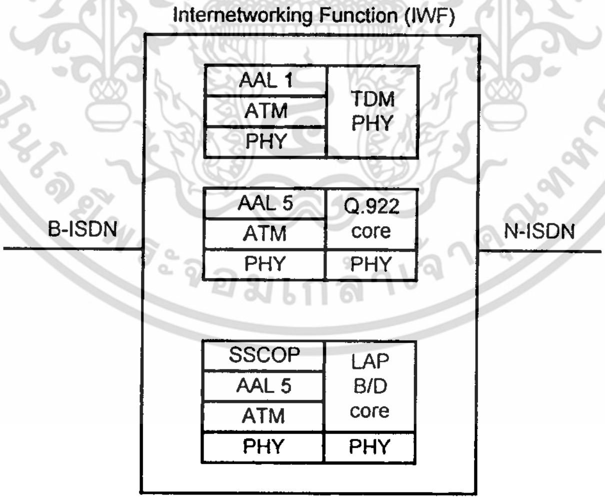
Q.2931 คือโปรโตคอลทางสัญญาณที่จำเป็นในการทำงานร่วมกันระหว่างเครือข่าย B-ISDN และ N-ISDN I.580 จะแสดงให้เห็นภาพรวม ๆ ของการทำงานระหว่างเครือข่ายทั้ง 2 อย่างนี้ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การทำงานร่วมกันระหว่าง B-ISDN/N-ISDN โดยใช้มาตรฐาน I.580

I.580 เป็นการทำงานร่วมกันและเชื่อมโยงกันระหว่างบริการ N-ISDN และ B-ISDN ทั้งกรณีผู้ใช้ คนหนึ่งกับผู้ใช้อีกคนหนึ่งหรือผู้ใช้หลายคนกับผู้ในหนึ่งคน ความเชื่อมดยงกันมีความจำเป็นต้องใช้ AAL2 สำหรับโหมดแบบวงจรตามวิธีการทำงานร่วมกัน (Interworking Function, IWF) และใช้ AAL สำหรับโหมดเฟรมและ FR-SSCS รวมทั้ง AAL5 ก็ถูกใช้ในโหมด packet ตาม IWF ดังรูปที่ 4.3 Q.922 ของ ITU-T ก็เป็นโปรโตคอล Frame relay ประเภทหนึ่ง มาตรฐานต่าง ๆ จำนวนมากสามารถทำการปฏิบัติตามหน้าที่เหล่านี้ ถึงแม้ว่ามาตรฐานเหล่านี้จะไม่สมบูรณ์ แต่ก็สามารถเพิ่มรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อให้การดำเนินการสำเร็จได้



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างของการเชื่อมโยงโปรโตคอลแบบ I.580 Interworking Function (IWF)

4.3 การใช้เสียงและโทรศัพท์กับ ATM

จุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งของ ATM คือการเพิ่มมาตรฐานของเสียง ธุรกิจด้านบริการอัตโนมัติใหญ่ ๆ มีความจำเป็นต้องส่งผ่านสัญญาณเสียงด้วย ATM ทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูปที่ 4.4 เครือข่ายบริการชนิดแถบความถี่แคบโดยการต่อเชื่อม ATM ด้วย IWF หลาย ๆ ตัว กับผู้ใช้ที่ด้านปลายทาง ซึ่งเป็นผลมาจากระบบ TDM ทำให้ไม่จำเป็นต้องลงทุนอุปกรณ์เพิ่มเติมอีก IWF จะใช้วงจรทางกายภาพ DSI/EI กับสัญญาณ N-ISDN ตัวเลขโรมันในรูปแสดงเครือข่ายแถบความถี่แคบผ่านทางเครือข่าย ATM

I สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแบบส่วนตัว-ส่วนตัว (private) ผ่านเครือข่าย ATM ส่วนตัว

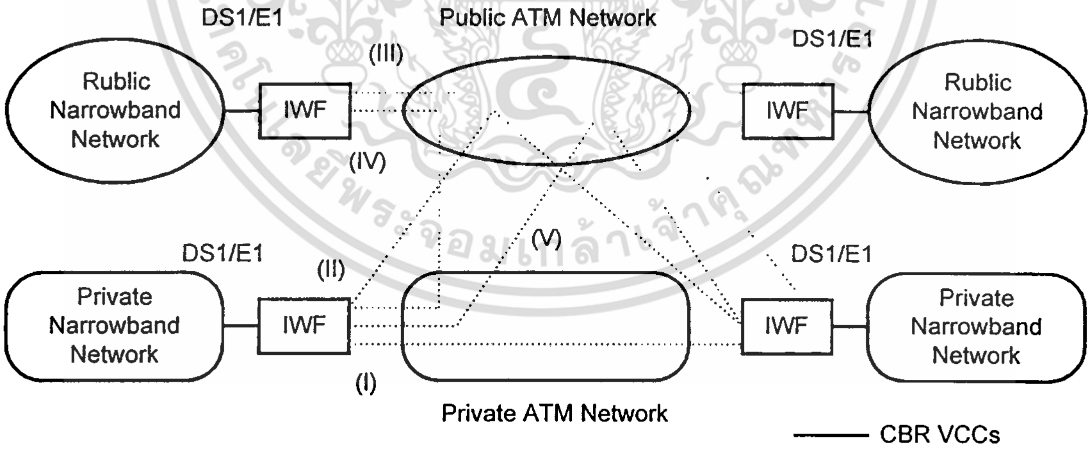
II สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแคบแบบส่วนตัว-ส่วนตัว (private) ผ่านเครือข่าย ATM สาธารณะ

III สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแบบสาธารณะ-สาธารณะ (public) ผ่านเครือข่าย ATM สาธารณะ

IV สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแบบส่วนตัว-สาธารณะผ่านเครือข่าย ATM ส่วนตัวและสาธารณะ

V สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแบบส่วนตัว-ส่วนตัวผ่านเครือข่าย ATM ส่วนตัวและสาธารณะ

VI สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแบบสาธารณะ-ส่วนตัวผ่านเครือข่าย ATM สาธารณะ



รูปที่ 4.4 แสดงสายผ่านเครือข่าย Narrowband ผ่านทางเครือข่าย ATM

4.4 เครือข่ายจำลอง และ Circuit Emulation Services

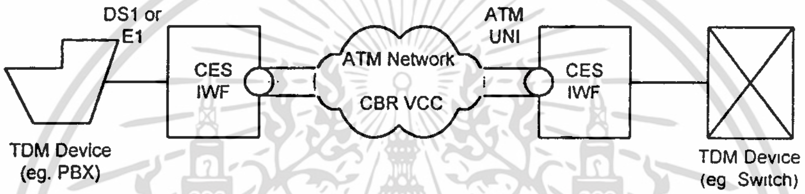
เครือข่าย ATM ประเภท Circuit Emulation Services (CES) หมายถึงระบบ ATM พื้นฐานโดยจำลองแบบจาก AAL1 เป็นเครือข่าย ATM ซึ่งใช้การส่ง TDM แบบเข้าจังหวะ (Synchronous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

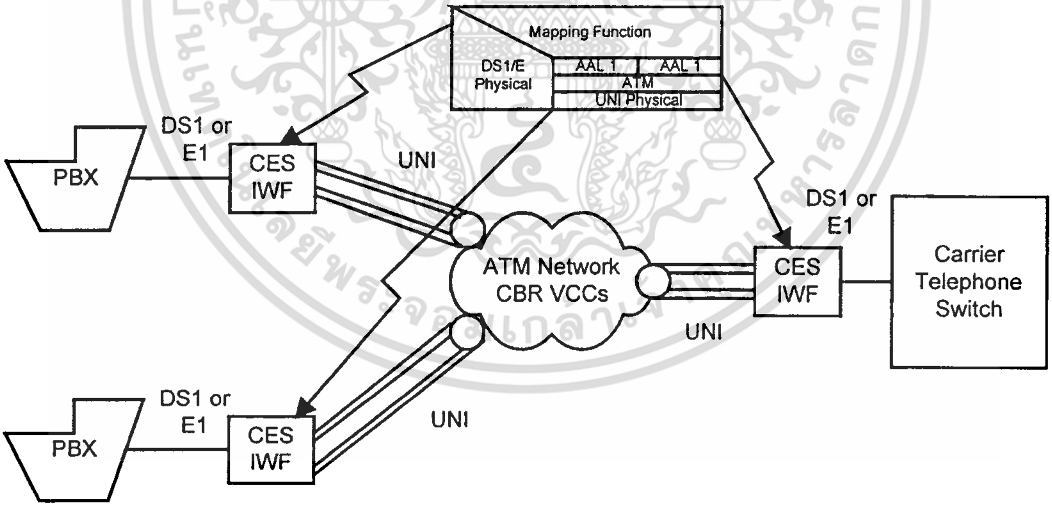
TDM circuits) รวมทั้งแบบไม่เข้าจังหวะ (Asynchronous) CES เป็นการจำลองแบบมาจากวงจร 2 ชนิดคือ

1. DS1/E1 โหมด Structured, NX64 KBPS
2. DS1/E2 โหมด Unstructured 1.544/2.048 MBPS

ดังรูปที่ 4.5 เป็นการแสดงแบบจำลองของ CES ที่ปลายสายแต่ละข้างเป็นอุปกรณ์ TDM ซึ่งประกอบด้วยตู้ PBX ตัวมัลติเพล็กซ์ (Multiplexes) T1 หรือ ตัวเชื่อม CSU/DSU และ CES IWF ซึ่งใช้มาตรฐาน DS1 หรือ E1 เครือข่าย ATM ประเภท CES แบบอัตราบิตคงที่ (Constant Bit Rate; CBR) และการเชื่อมต่อแบบเสมือน (Virtual Channel Connection; VCC) แล้วจึงเชื่อมต่อกับ CES IWF ตัวแปรที่สำคัญของเครือข่ายจำลองคือ ATM VCC และ SVC



รูปที่ 4.5 แสดงแบบจำลองของ Circuit Emulation Service



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างและหน้าที่ของ Structured-Mode CES Internetworking

4.5 เครือข่ายมัลติมีเดีย เสียง/ภาพ (Audio/Visual multimedia services)

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง Audio/Visual Multimedia services (AMS) ซึ่งเนื้อหาคือมาตรฐานการเข้าสัญญาณภาพและสัญญาณภาพที่ต้องการในเครือข่าย ATM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 สัญญาณภาพที่ต้องการในเครือข่าย

รายงานนี้ทำนายอนาคตอีก 5-15 ปี ว่าจะมีถึง 60 ล้านครอบครัวที่นำ ATM มาใช้และจะมีความต้องการปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัดในครอบครัวที่มีเด็กอายุ 10-18 ปี พนักงานออฟฟิศ ผู้ใช้ระบบโทรคมนาคมและผู้ใช้ World Wide Web ซึ่งมีจำนวนถึง 19 ล้านครอบครัว

4.5.2 มาตรฐานการเข้าสัญญาณภาพด้วย ATM

วีดีโอแบบ High-end มีดีเลย์ควบคุมแถบแบนด์วิธ์ให้เหมาะสม ซึ่งดีเลย์นี้จะอยู่ที่ปลายทั้ง 2 ข้างเพื่อควบคุมสัญญาณภายใน (Latency) และภาพสั่น (jitter) ในการสื่อสารข้อมูลระดับสูง การมี latency และ jitter ที่พอประมาณเป็นกุญแจสำคัญของสวิทช์ ATM และการนำมาใช้ในการออกแบบระบบเครือข่ายจึงได้มีเครื่องมือเกี่ยวกับสวิทช์เพิ่มขึ้นอีกสำหรับการเข้าสัญญาณภาพโดย ATM

- การสูญเสียเซลล์ในเครือข่ายอยู่ในอัตราหนึ่งในพันล้าน
- ความเปลี่ยนแปลงของเซลล์ดีเลย์ต่อหนึ่งส่วนพันวินาที

มีการพัฒนา ATM เป็นแบบอัตราการเปลี่ยนแปลงบิตตามเวลาจริงซึ่งใช้สัญญาณภาพแบบ MPEG และ MPEG2 ตารางที่ 4.1 แสดงแถบ แบนด์วิธ์ และอัตราการอัด (Compression ratio) สำหรับการเข้าสัญญาณภาพแบบ compression

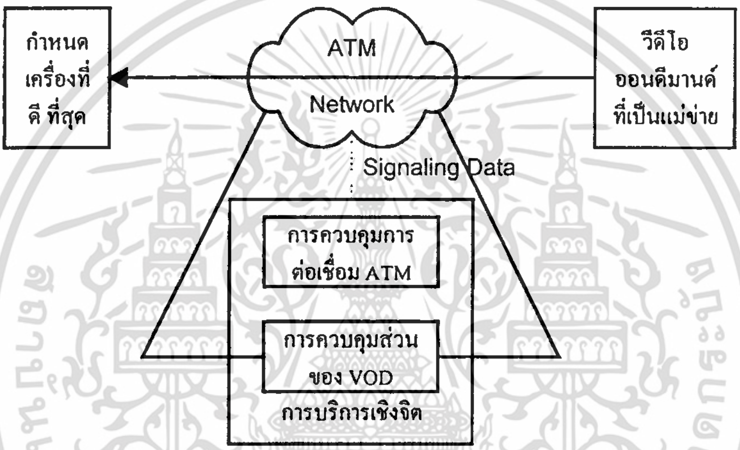
ตารางที่ 4.1 แสดงความต้องการช่วงกว้างของแถบแบนด์วิธ์สำหรบภาพวีดีโอที่ต้องการคุณลักษณะการบีบอัดข้อมูล

มาตรฐาน/รูปแบบ	แบนด์วิธ์	อัตราการบีบข้อมูล
1. JPEG แบบเคลื่อนไหว	10-20 MBPS	7-27:1
2. MPEG-1	1.2-2.0 MBPS	100:1
3. H.261	64 KBPS-2 MBPS	24:1
4. DVI	1.2-1.5 MBPS	160:1
5. CDI	1.2-1.5 MBPS	100:1
6. MPEG-2	4-60 MBPS ±	30-100:1
7. CCIR 723	32-45 MBPS	3-5:1
8. CCIR 601/D1	140-270 MBPS	อ้างอิง 1:1
9. US Commercial Systems	45 MBPS	3-5:1
10. Vender methods	0.1-1.5 MBPS	100:1
11. Software compression	1-2 MBPS	6:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 คุณสมบัติวีดีโอออนดีมานด์บนมาตรฐาน ATM Forum

มาตรฐาน ATM Forum ซึ่งเป็นคุณสมบัติของการบริการเชิงมัลติมีเดียเชิงเสียง VOD version 1.0 ซึ่งได้กำหนดให้ภาพ เสียง ข้อมูล วิ่งได้บนระบบเครือข่าย ATM จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นรูปภาพอ้างอิงของตัวลูกข่าย (อาทิเช่นกล่องของ set-top) ตัวแม่ข่าย ระบบเครือข่าย ATM และการบริการเชิงตรรกวิทยาเพื่อจะควบคุมเส้นทางการต่อเชื่อมและในแง่ของ VOD ระบบเครือข่าย ATM อาจจะเป็น HFC (Hybrid Fiber/Coaxes), ADSL, XDSL หรือระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสงชนิดดิจิตอล ผู้ใช้ควรจะสร้างการเชื่อมต่อของ ATM เพื่อที่จะดูวีดีโอ 1 ระบบโดยเฉพาะ ผู้ใช้มักจะมีวิธีการควบคุมระดับเรื่อง VOD อาทิเช่นปุ่มควบคุมที่เรียกว่า pause, fast-forward และ rewind เหมือนกันกับตัวบันทึกวีดีโอคาสเซ็ททุกวันนี้ (VCRs)



รูปที่ 4.7 แสดงการต่อเชื่อมของวีดีโอออนดีมานด์

4.5.4 Internetworking, Access และ Trucking

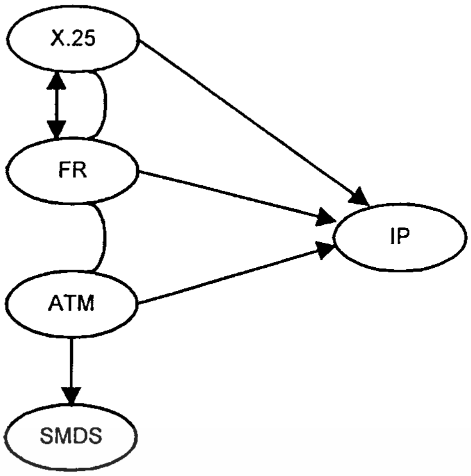
ดังรูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของเครือข่าย ATM กับเฟรมรีเลย์, X.25, SMDS ต่อเครือข่าย TCP/IP

อนึ่งในแง่ของ Switch Multimegabit Data Service (SMDS) ต่อเครือข่าย ATM จะเป็นการสร้างเครือข่ายให้มีคุณสมบัติในการทำ Bridging หลาย ๆ ครั้งเป็นช่วงเวลาหนึ่ง ๆ จนกระทั่งเครือข่าย ATM นั้นเสถียร

หน้าที่หลาย ๆ หน้าที่ซึ่ง SMDS/ATM IWF จะกระทำคือ

1. เปลี่ยนแปลงระหว่าง SIP_L3 และ SIP_CLS PDU นำไปสู่ AAL 3/4 หรือ AAL5
2. เปลี่ยนแปลงระหว่าง 802.6 layer 2 PDUs (slots) และไม่ ATM AAL 3/4 หรือก็ AAL5 SAR
3. ส่งสัญญาณ Multiplex ของ 802.6 Multiplex Ids (MIDs) ไปยัง ATM VCC เดียว ๆ

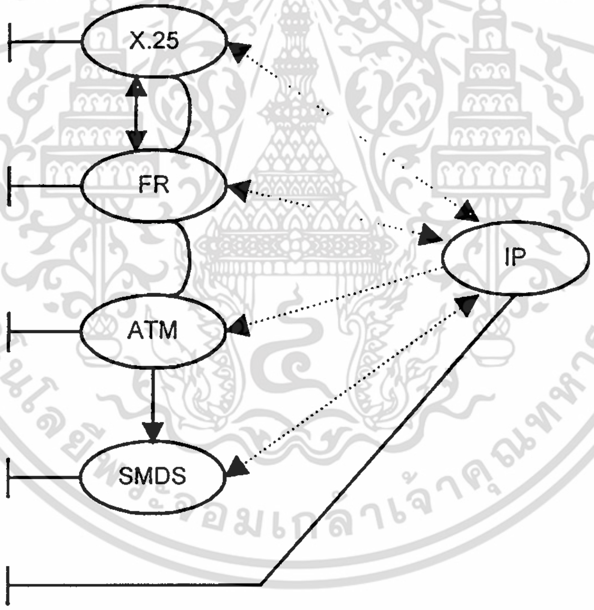
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงทางตรรกะของ Access, Internetworking และ Trucking

A ⟶B เป็นโลจิกซึ่ง Access จาก A ไป B

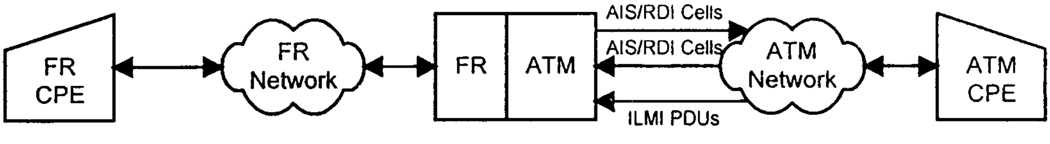
A ⌒B A และ B เป็นการบริการเชิง Internetworking



รูปที่ 4.9 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกายภาพของ Access และ Trucking

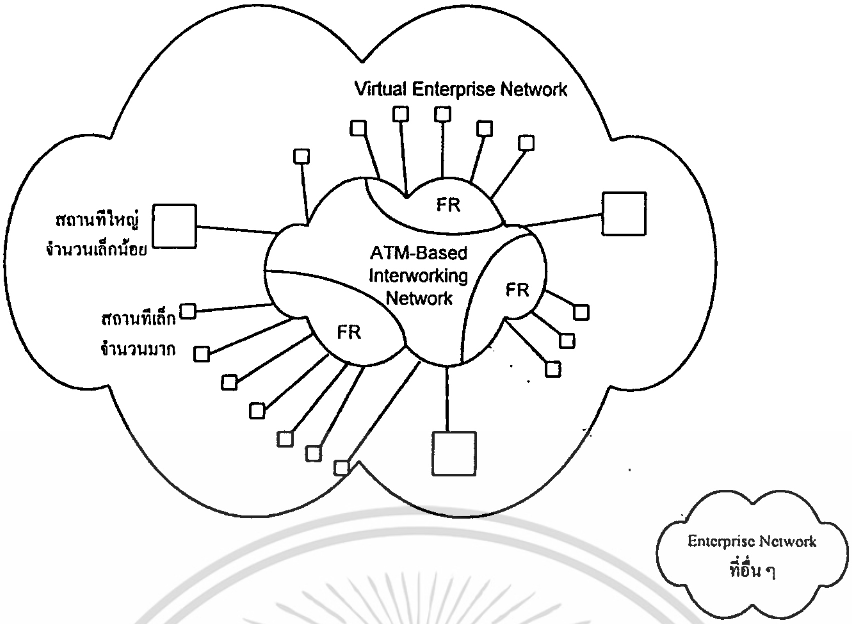
⊢A Physical Access to A

A⟶B A มี trunk เหนือ B



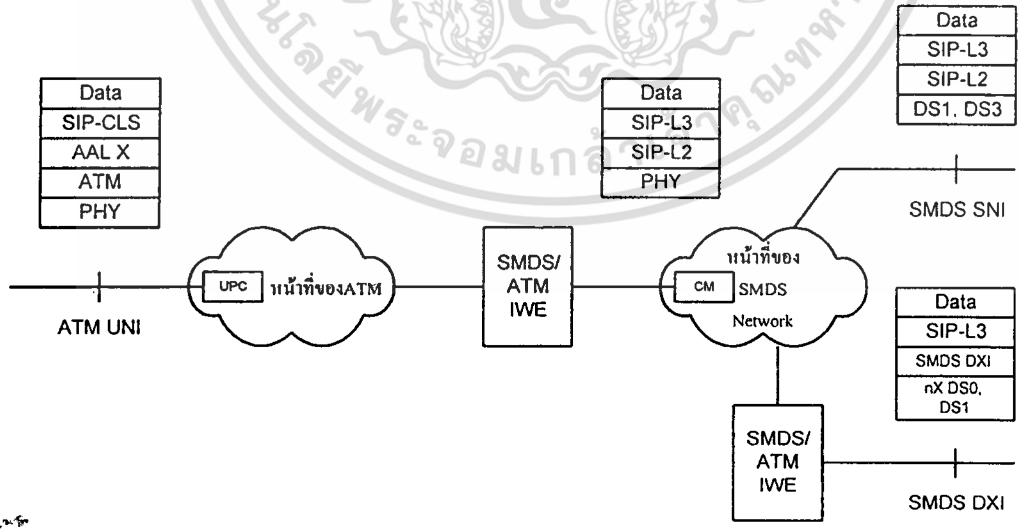
รูปที่ 4.10 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Frame Relay/ATM Status Signaling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงรูปแบบระบบเครือข่ายของ FR/ATM-Based Enterprise

แต่จากทั้งหมดถ้าต้องการความสามารถของ ATM เหนือ การสื่อสารทางไกล แต่ไม่สามารถใช้ความเร็วระดับ DS3 หรือ OC-3 ได้ ดังนั้นต้องใช้มาตรฐาน ATM Forum ที่เรียกว่า ATM Data Exchange Interface (ATM DXI) ซึ่งสามารถรองรับความเร็วระดับ V.35, RS449 หรือ HSSI DTE-DCE ที่ความเร็วจนถึงระดับ 50 MBPS ATM DXI จะเป็นลักษณะ DTE เช่นอุปกรณ์ Router และ DCE ซึ่งเรียกว่า ATM CSU/DSU



UPC = Usage Parameter Control AALX = AAL 3/4 หรือ AAL 5 CM = SMDS Access Class Credit Manager

รูปที่ 4.12 แสดงการเชื่อมต่อ ATM DXI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 สรุปคุณลักษณะของ ATM DXI Mode

คุณลักษณะ	Mode 1a	Mode 1b	Mode 2
จำนวนสูงสุดของ VCCs	1023	1023	16, 777, 215
AAL 5 support			
AAL ¾ support			
จำนวนสูงสุดของ VCCs			
AAL 5 support	9232	9232	65, 535
AAL ¾ support	N/A	9, 224	65, 535
Bits ใน FCS	16	16	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดสอบเครือข่าย ATM เพื่อการออปติไมซ์ช่วงกว้างของแบนด์วิธ์

5.1 ข้อมูลทั่วไป

เนื่องจากช่วงกว้างของแบนด์วิธ์ของระบบเครือข่ายเป็นหัวใจสำคัญของประสิทธิภาพในระบบเครือข่ายต่าง ๆ โดยเฉพาะโครงข่ายระบบ ATM ซึ่งมีการรองรับการใช้งานได้หลากหลาย ดังนั้นการจัดการระบบเครือข่าย ATM โดยใช้ระบบการจัดการเครือข่าย ATM (ATM Network Management System) จึงมีความสำคัญมากโดยองค์ประกอบสำคัญของระบบจัดการเครือข่าย ATM ได้แก่

1. ซอฟท์แวร์สำหรับการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network Management Software)
2. ระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operation System)
3. การวางระบบอุปกรณ์แอคตีป (Active Device Management)
4. การวางระบบสายสัญญาณระบบเครือข่าย (Cabling Management System)
5. การประยุกต์ใช้ที่วิ่งอยู่บนระบบเครือข่าย ATM (Application Layer Management)

จากองค์ประกอบสำคัญดังกล่าวข้างต้นจำเป็นจะต้องมี Network Administer ไว้คอยควบคุมดูแลตลอดจนจัดการเครือข่าย ATM นี้อย่างใกล้ชิด เพื่อให้ตอบสนองวัตถุประสงค์ได้ที่สภาวะการต่าง ๆ กันได้ดี

5.2 หลักการบริหารโครงข่าย ATM ด้วยระบบการจัดการเครือข่าย ATM

5.2.1 การใช้ซอฟท์แวร์สำหรับการจัดการระบบเครือข่าย ATM

เป็นการจัดการตัวเครือข่าย ATM ทั้งสวิทช์ ATM และ สวิทช์ Access ทั้งใน LAN และ WAN โดยสามารถจัดการได้ทั้ง

1. ATM Switch
2. ATM Access Switch
3. Access Device
4. ATM network adapter

ซึ่งสามารถบริหารเป็น graphics-based, discover, configure, monitor, analyze และ trouble-shoot

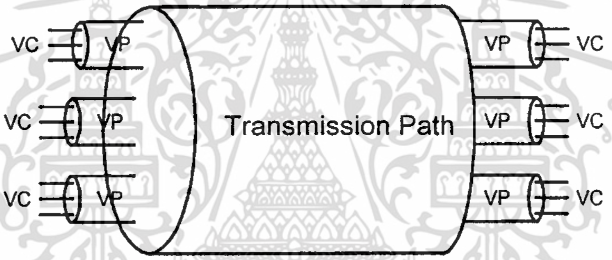
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหลักการของการวิเคราะห์โครงข่ายดังกล่าวเป็นดังต่อไปนี้

1. แก้ปัญหา Virtual Paths (VPs) เช่นเดียวกับ Virtual Circuits (VCs)
2. สามารถจัดการ ATM Switch, ATM Access Switch และ Service provider จากการใช้งานเดียวกัน
3. ปรับปรุงคุณภาพของ Quality of Services (QOS)
4. เคลื่อนย้าย Drop ไฟล์ กลุ่มของ Virtual LANs กับ VLAN Manager

5.2.1.1 การแก้ปัญหา Virtual Paths (VPs) เช่นเดียวกับ Virtual Circuits (VCs)

เนื่องจากตามมาตรฐานของ UNI จะสร้าง Virtual Circuit ซึ่งหมายถึง VCs จะถูกกำหนดโดยค่า ๆ หนึ่งซึ่งเป็นค่ากำหนดหลักสำหรับทุก ๆ วงจรข้ามมาตรฐาน UNI มีอีกกลุ่มปฏิบัติการคือ VPs ซึ่ง Virtual circuits กำหนดไว้จำนวนมากที่มีค่าของ VCs ต่างกัน แต่ค่า VPs เหมือนกัน



รูปที่ 5.1 Virtual Path Circuit Trucking: Multiple VCs [1]

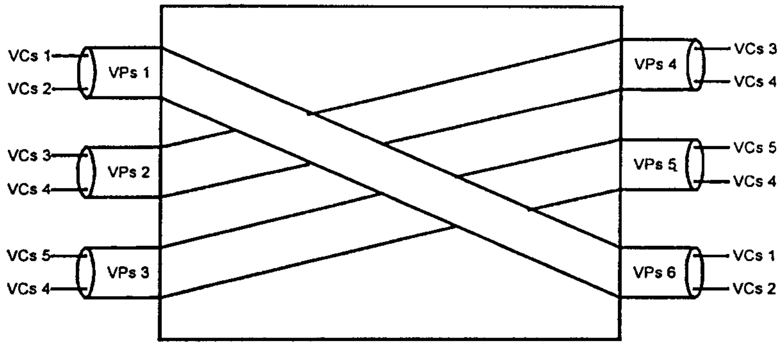
Switch จะทำการสวิทช์ทุก ๆ เซลล์ด้วยค่า VPs เดียวกันระหว่างการเชื่อมโยงเดียวกัน และไม่เปลี่ยนค่า VCs ซึ่งจากหลักการดังกล่าว ATM network จะรองรับการวิเคราะห์เหล่านี้ ซึ่งเป็นพื้นฐานโดยง่ายและสามารถวัด bandwidth ได้สูงมาก

5.2.1.2 การสามารถจัดการอุปกรณ์ทุกชนิดในเครือข่าย ATM

ด้วยวิธีการเดียวกันซึ่งใช้ Centralized Hardware Inventory และ Software Management ซึ่งจาก inventory ของข้อมูลทางด้านระบบจัดการจะให้ User กับรายละเอียดบัญชีขององค์ประกอบระบบเครือข่ายทั้งหมดรวมทั้งตัวสวิทช์ adapters และ อุปกรณ์ LAN access ข้อมูล Inventory เต็มรูปแบบรวมทั้งชนิดของอุปกรณ์ ซีเรียลนัมเบอร์ Network address ชื่อของ hade ซอฟแวร์ และอาร์ดแวร์ เวอร์ชั่น

ซอฟแวร์บริการเครือข่ายจะช่วยทำให้วิธีการของการ upgrade และ download ง่ายขึ้น ซึ่งองค์ประกอบของคุณลักษณะนี้จะทำการ upgrade software remote ในกลุ่มของเครือข่าย ATM ทั้งหมดข้ามทุก ๆ สวิทช์ทันทีหรือเพื่อจะเลือกหนึ่งหรืออุปกรณ์มากกว่านั้น ณ เวลาหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 VP Switch (VP: Virtual Path)

5.2.1.3 การปรับปรุงคุณภาพของ Quality of Service (QOS)

ซึ่งจะมีผลทำให้ utilization ของระบบเครือข่าย ATM ซึ่งชั้นมากโดยซอฟแวร์บริหารเครือข่ายจะไปช่วยกำหนด time slot ของ cell ที่จะส่งไปมา (Full Duplex) ของอุปกรณ์ทุกชนิดในเครือข่าย ATM ซึ่งผลก็คืออาจจะเพิ่ม Feature หลัก ๆ ได้ในแง่ของอุปกรณ์ ATM switch กับ switch ซึ่งก็คือ Port Trucking feature (IEEE 802.1Q) ซึ่งจะเป็นผลให้ QOS สูงขึ้นนั่นเอง

5.2.1.4 การเคลื่อนย้ายภาพเสมือนในกลุ่มของ Virtual LANs กับ VLAN Manager

ซึ่งจะทำให้การจัดการในลักษณะ GUI (Graphic User Interface) สามารถบริหาร ATM และ 802 VLANs ในการใช้งานเดียว สิ่งนี้จะทำให้ User สามารถ access status เป็นลักษณะ real time สำหรับ 802-style VLANs, ATM VLANs และ hybrid VLANs (ตัวอย่างของ 802-style VLANs คือแผนภาพ Spanning ATM backbone โดยใช้ LANE) การสร้าง VLAN ใหม่เป็นวิธีการที่ง่ายสำหรับการใช้ feature แต่อุปกรณ์หลัก ATM (เช่น LECS, LES, BUS) ซึ่งต้องตรงกับแผนภูมิรูปภาพกับ VLAN อันใหม่ที่ง่ายและเร็ว

5.2.2 ระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating)

จะมีผลต่อระบบจัดการเครือข่าย ATM ค่อนข้างมาก ซึ่งหลักการก็คือ User ต้องเลือก NOS ให้ได้ตามความถนัดและต้องจัดการเกี่ยวกับ OS ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ระบบ UNIX ผู้ใช้ต้องมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Network administration และ ควรเตรียมพร้อมสำหรับ Node Manager ไม่ว่าจะเป็น HP-Openview/ Sunnet Mgr. ซึ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยเพิ่มประโยชน์ของเครือข่าย ATM ได้มากกว่า 10%

5.2.3 การวางระบบอุปกรณ์แอคตีป (Active Device Management)

อยู่ที่การเลือกสรรอุปกรณ์หลัก ๆ ได้แก่ ATM Switch ต้องมี throughput ที่สูง (ประมาณ 200 KBPS) อาจจะมีคุณลักษณะพิเศษต่าง ๆ เพื่อให้การ Optimize เป็นไปได้มากที่สุดเช่น มีคุณลักษณะของ Layer 3 switch, มี Routing ที่ wire speed ทุก port, มี backplane throughput ไม่น้อยกว่า 5 GBPS มีการใช้ชิฟหรือ Processor ประเภท ASIC processor, มีคุณลักษณะรองรับทั้ง LANE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sower, LANE Client, BUS และ MPOA (ถ้ามี) นอกจากนี้ควรจะรองรับ SNMP, MIB I, MIB II, Virtual LANs ทั้ง Layer ที่ 1, 2, 3 อนึ่งตัว ATM Access Switch ควรจะรองรับ Switch fabric ได้ไม่น้อยกว่า 1 GBPS และมีคุณสมบัติรองรับ SNMP, MIB

5.2.4 การวางระบบสายสัญญาณระบบเครือข่าย (Cabling Management System)

การเชื่อมสายสัญญาณทั้งในแนวดิ่ง (Vertical Backbone) และในแนวราบ (Horizontal Backbone) มีผลในแง่การกระจายสัญญาณของเครือข่าย ATM จะสามารถจัดสรรช่วงกว้างของแบนด์วิธเช่น จากสวิทช์ ATM ตัวที่ 1 ไปหาตัวที่ N เป็นแบบลูกโซ่จะมีผลทำให้แบนด์วิธของเครือข่าย ATM ลดลง ซึ่งในกรณีนี้การแก้ไขก็คือต้องเพิ่มตัว ATM Access เข้าไปคั่นระหว่าง Node เพื่อให้เกิด Flow Control feature ได้ดียิ่งขึ้น แต่ถ้าวางสวิทช์ ATM ตัวที่ 1 แล้วกระจายเข้าสู่สวิทช์ ATM ตัวที่ N โดยใช้ลักษณะแบบ Collapsed Backbone Architecture จะมีผลในแง่การจัดสรรแบนด์วิธจะได้ลักษณะเต็มแบบเฉพาะเจาะจง (Dedicated Bandwidth) ซึ่งจะมีผลดีในแง่การออปติไมซ์ให้ได้ค่าที่มากที่สุด

5.2.5 การประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่าย ATM (Application layer Management)

โดยทั่วไปการสื่อสารสองทาง (Two-way Communication) ต้องการกระบวนการในการควบคุมระยะเวลาการหน่วง (Latency time) (ตัวอย่างเช่น MPEG มี Latency time ได้ไม่เกิน 11 มิลลิวินาที สำหรับ two-way communication)

ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ย Latency, Delay สำหรับ Two-way Video/Voice Applications

Application Type	Application	Average Delay Tolerance (msec)	Average Jitter Tolerance (msec)
Low end	64-KBPS Video Conferencing	300	130
	16-KBPS Compressed voice	30	130
High end	1.5-MBPS MPEG NTSC video	5	6.5
	256-KBPS MPEG Voice	7	9.1
Extremely high end	20-MBPS HDTV video	0.8	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การทดสอบระบบเครือข่าย ATM กับระบบจัดการเครือข่าย (ATM Network Management System) กับ ATM Switch แต่ละประเภท

ผลการทดสอบต่อไปนี้จะแสดงถึงอัตราการสูญเสียของเซลล์โดยสวิทช์ทุกประเภทซึ่งอัตราการสูญเสียจริง ๆ แปรผันโดยตรงกับตัวสวิทช์ ATM และกับอัตราการเกิด traffic ที่ต่างกัน (ทั้งแบบ Uniform และ Burst)

- การทดสอบตัวอย่างของระบบ ATM Network 3 segment ซึ่งมีสภาวะที่ต่างกัน ซึ่งจะแสดงถึงการออปติไมซ์ระบบเครือข่าย ATM ที่ใช้ระบบการจัดการเครือข่าย ATM ที่อยู่ในสภาวะต่าง ๆ ได้แก่

<u>ATM Network Segment A</u>

ATM Switch: CISCO

Switch Fabric: 5 GBPS

ATM Services:

- Permanent Virtual Connection (PVC)
- Switched Virtual Connection (SVC)
- Bandwidth reservation
- Voice over ATM (Circuit Emulation)
- SMDS access over ATM
- ATM Cell Relay Services (CRS)
- Virtual Path หรือ Virtual Channel Connection (VPC หรือ VCC)
- Point-to-Point หรือ Point-to-Multipoint
- ATM UNI 4.0 nX1-5, 45, 155 และ 622 MBPS
- LANE Support (include LEC, LECS, BUS, LES)
- QOS and MPOA (near future)

ATM Network Management: CISCOWORK, ATM DIRECTOR on HP/Openviews NT Platform

Switching Architecture: Non-blocking shared memory Layer 3 Switching Support such as Tag Switching, IP Switch, Multiprotocol Labels Switch (MPLS)

<u>ATM Network Segment B</u>

ATM Switch: Fore Systems

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switch Fabric: 2.5 GBPS

ATM Services:

- Permanent Virtual Connection (PVC)
- Switched Virtual Connection (SVC)
- Bandwidth reservation
- ATM Cell Relay Services (CRS)
- Virtual Path หรือ Virtual Channel Connection (VPC หรือ VCC)
- Point-to-Point หรือ Point-to-Multipoint
- ATM UNI 4.0 nX1-5, 45, 155 และ 622 MBPS
- LANE Support (include LEC, LECS, BUS, LES)
- QOS and MPOA (near future)

ATM Network Management: FOREVIEW HP/OV

Architecture: Non-blocking TDM bus Layer 3 Switch Support such as Multiprotocol Labels Switch (MPLS)

ATM Network Segment C

ATM Switch: NORTEL Network

Switch Fabric: 3.3 GBPS

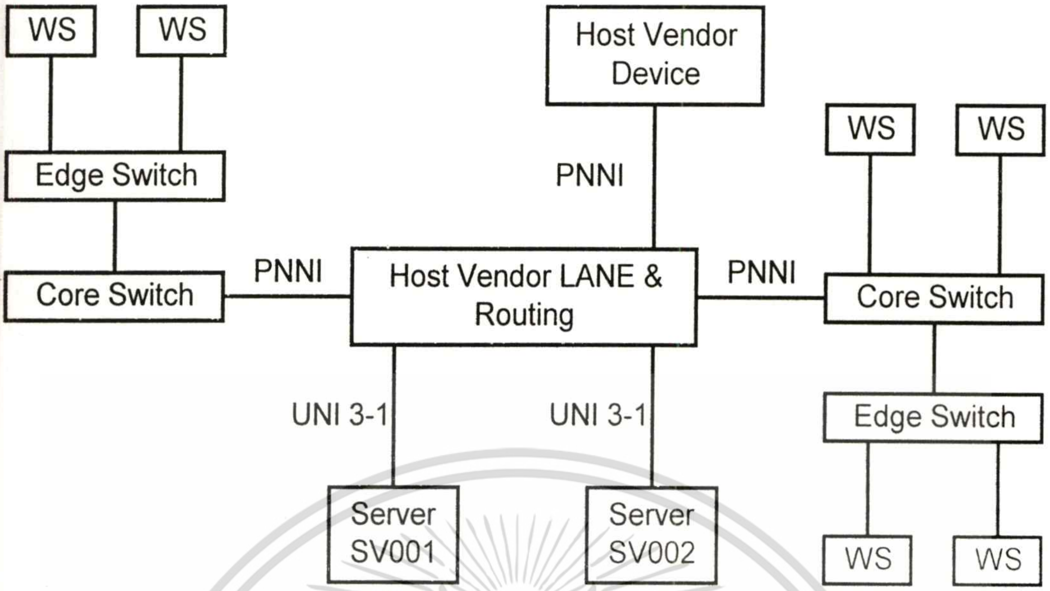
ATM Services:

- Permanent Virtual Connection (PVC)
- Switched Virtual Connection (SVC)
- Bandwidth reservation
- Virtual Path หรือ Virtual Channel Connection (VPC หรือ VCC)
- Point-to-Point หรือ Point-to-Multipoint
- ATM UNI 4.0 nX1-5, 45, 155 และ 622 MBPS
- LANE Support (include LEC, LECS, BUS, LES)
- QOS Support

ATM Network Management: Optivity on HP/OV

Architecture: Non-blocking TDM and shared memory

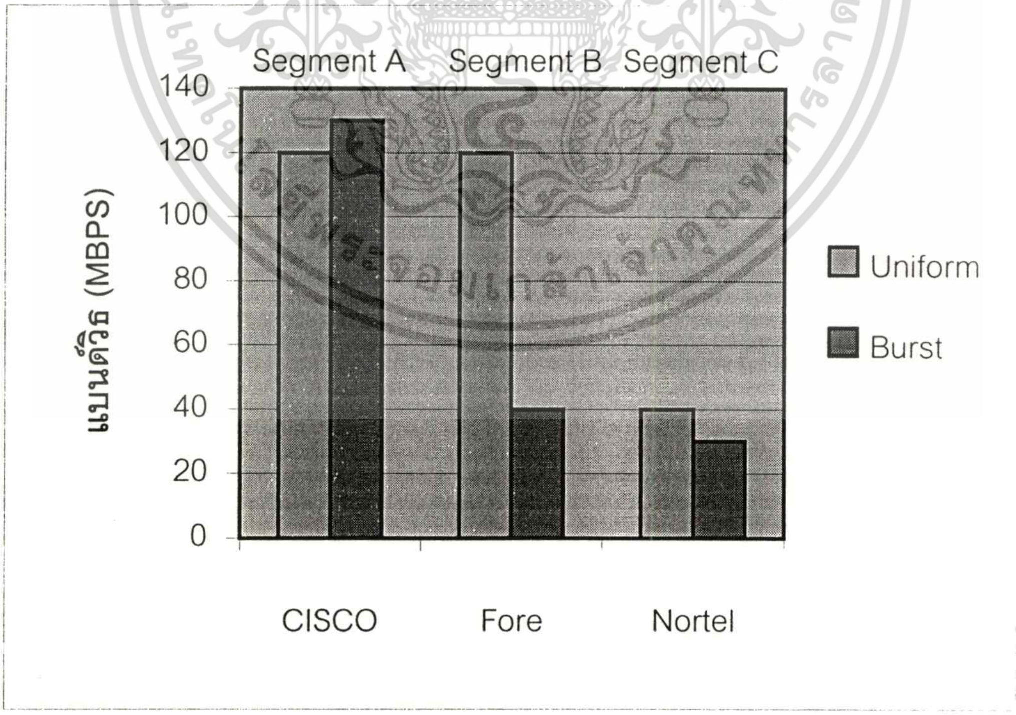
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 รูปแบบการเชื่อมต่อพื้นฐานที่ใช้ทดสอบ

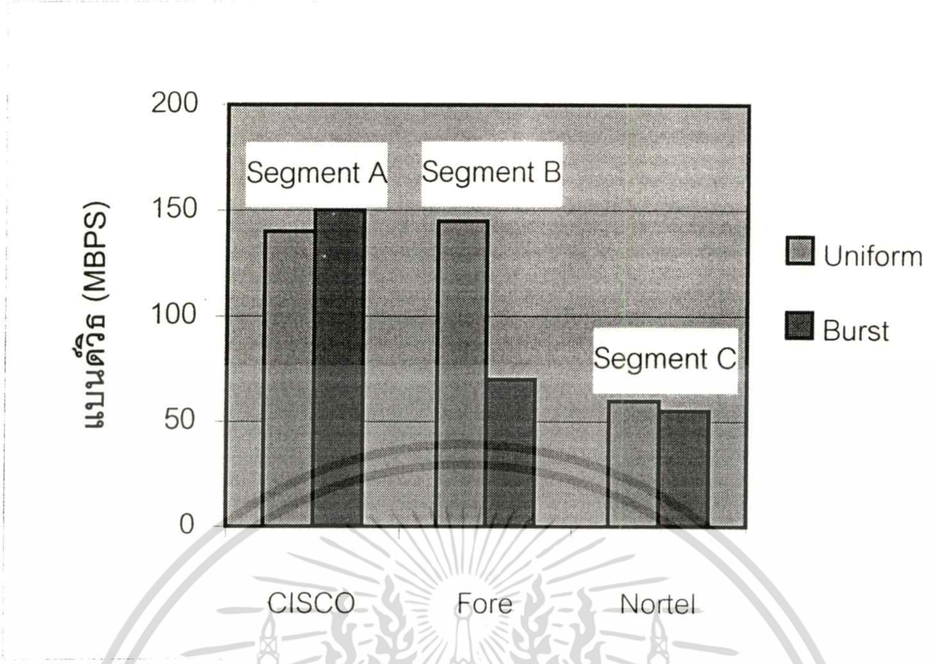
5.4 ผลการทดสอบในสภาวะต่าง ๆ

5.4.1 การทดสอบ Throughput ที่ 4470 Byte Frame Traffic และที่ 1500 Byte Frame Traffic

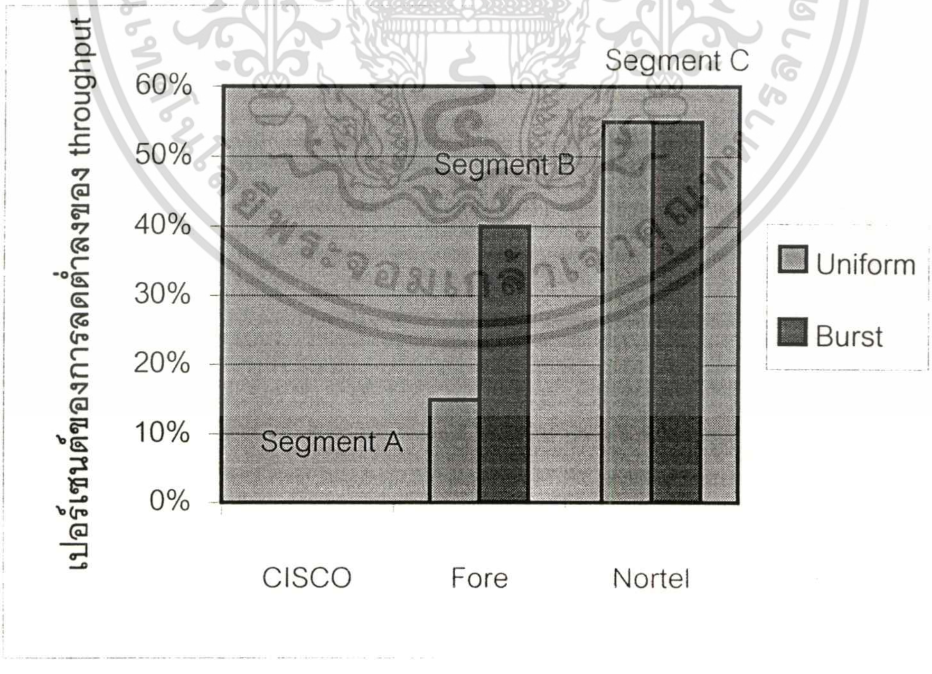


รูปที่ 5.4 การทดสอบ Throughput ที่ 4470 Byte Frame traffic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

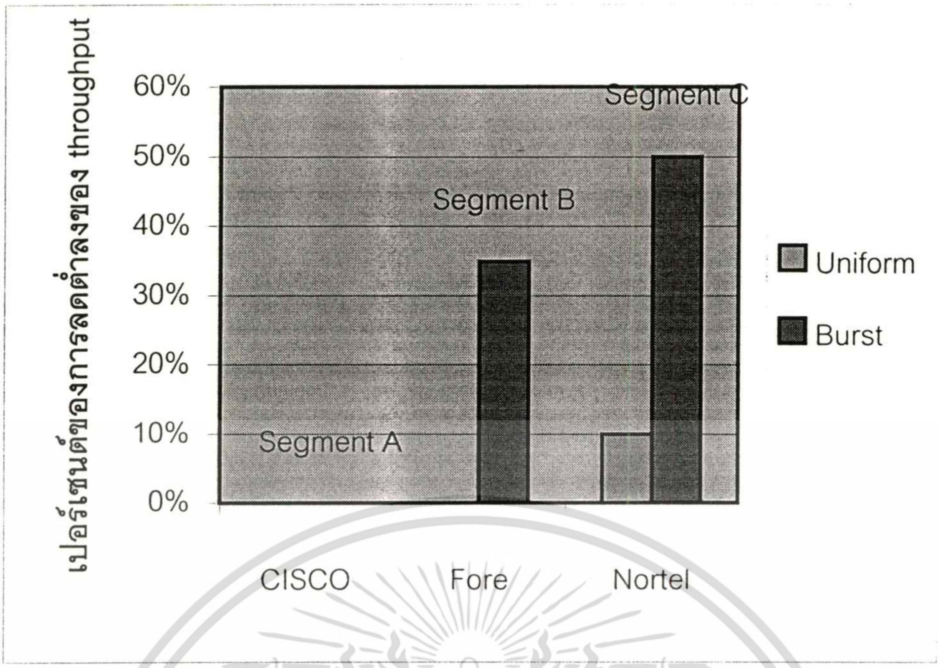


รูปที่ 5.5 การทดสอบ Throughput ที่ 1500 Byte Frame traffic



รูปที่ 5.6 การทดสอบที่ 4470 ไบต์ ที่ความเร็ว 125 MBPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 การทดสอบที่ 1500 ไบต์ ที่ความเร็ว 128 MBPS

การออปติไมซ์ที่ช่วงกว้างของแบนด์วิธ 125 ถึง 128 เมกกะบิตต่อวินาที จะเห็นว่าระบบเครือข่าย ATM segment A ยี่ห้อ CISCO จะแสดงให้เห็นถึงไม่มี Throughput ที่ลดลงไม่ว่าในช่วง traffic burst หรือ Uniform ส่วน Segment B แสดงให้เห็นว่ามีการลดลงอย่างเห็นได้ชัดสำหรับในช่วง burst traffic ขณะที่ Nortel Network แสดงให้เห็นการลดลงอย่างเด่นชัดแตกต่างทั้งยี่ห้อ Fore และ CISCO สำหรับ traffic ทั้ง Uniform และ Burst

5.4.2 วัตถุประสงค์ของการทดสอบในข้อที่ 5.4.1

1. ตรวจสอบผลของอัตราส่งผ่านของ cell และอัตราการสูญเสียของเซลล์ข้ามสวิทช์ภายใต้การทดสอบในสภาวะแวดล้อมต่างกัน ซึ่งจะเห็นว่าสวิทช์ ATM Segment A ซึ่งมี Switch Fabric ถึง 5 GBPS และมี ATM Switch Architecture เป็นแบบ Non-Blocking Shared Memory พร้อมทั้งมี ATM Features อื่น ๆ ที่แตกต่างจาก Segment B และ C ได้แก่ IP over ATM, Voice over ATM และมี Layer 3 Switching ในแง่ของการสนับสนุน Tag Switching อีกทั้งยังมี ATM Network Management ยี่ห้อของมันเอง ภายใต้ HP Openviews จะมีผลต่อการออปติไมซ์ระบบเครือข่าย ATM ได้อีกปัจจัยหนึ่ง

2. ตรวจสอบผลของ traffic ช่วงที่เป็น Uniform และ Burst ที่แสดงให้เห็นถึง traffic ของข้อมูลต่อ throughput

3. ตรวจสอบว่าสวิทช์ ATM สามารถรองรับ traffic ได้แค่ไหนและจะมีความสามารถในการสวิทช์ (switched performance) ได้มากน้อยแค่ไหนในแต่ละ ATM Segment โดยปราศจากมี

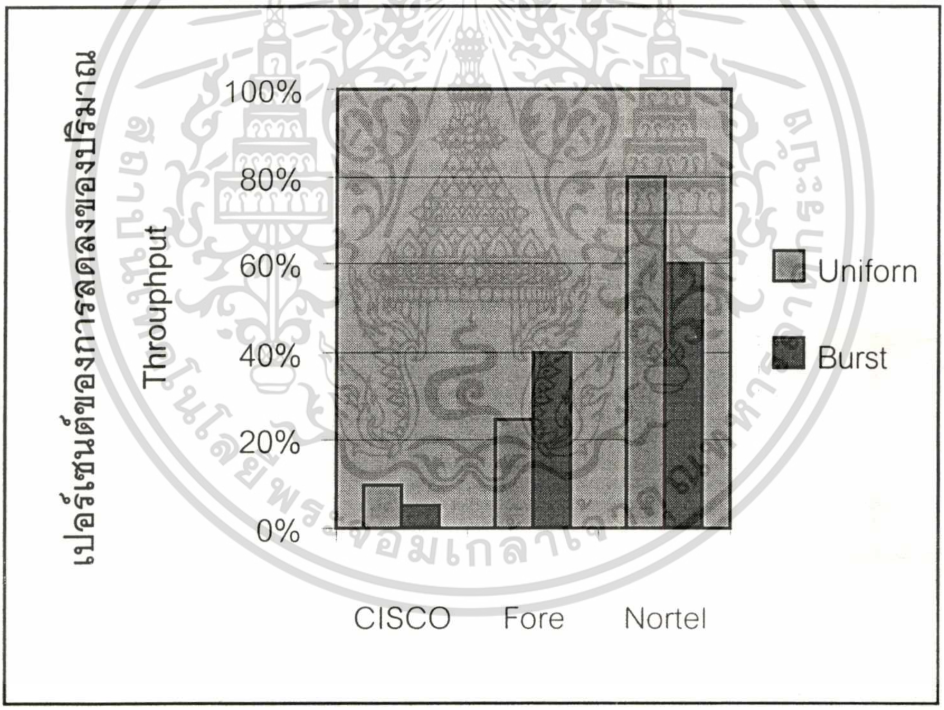
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียของเซลล์หรือมีการลดลงของ throughput ซึ่งจะมีผลต่อการออปติไมซ์ช่วงกว้างรวมของแบนด์วิธโดยตรง

ตัวอย่างเช่น ถ้าเฟรมของข้อมูล 1500 ไบต์ ถูกแบ่งเครือข่าย (Segmentation) ไปเป็นเซลล์ (48 ไบต์ของแต่ละข้อมูล) เซลล์ 32 เซลล์จะต้องการที่จะส่งข้อมูล 1500 ไบต์ ถ้าเพียงแต่มีเซลล์เพียงเซลล์เดียวที่ถูกทำให้สูญเสียไประหว่างการส่งสัญญาณ ตัวรับสัญญาณจะไม่สามารถรับ เฟรมได้ และทั้ง 32 เซลล์จะต้องถูกส่งสัญญาณอีกครั้งหนึ่ง

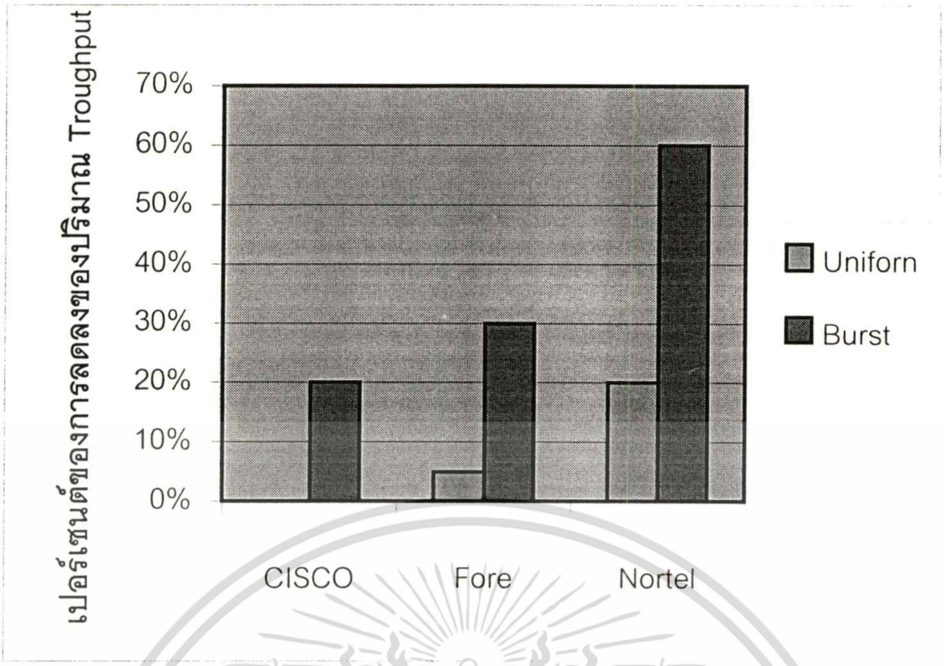
การรับส่งข้อมูลจะมากอย่างเด่นชัดและ LAN emulation server จะมีจำนวนมากซึ่งตัวลูกข่ายจำนวนมากจะติดต่อกับแม่ข่ายเพียงตัวเดียว ถ้าจำนวนผู้ใช้มากทั้งหมดจะเข้าสู่การใช้ตัวแม่ข่ายร่วมกันมากโดยจะไม่เอาผู้ใช้จำนวนมากซึ่งจะเกินจำนวนความจุของ วงเครือข่าย ATM 1 วง

5.4.3 การทดสอบเปอร์เซนต์การลดลงของปริมาณ Throughput

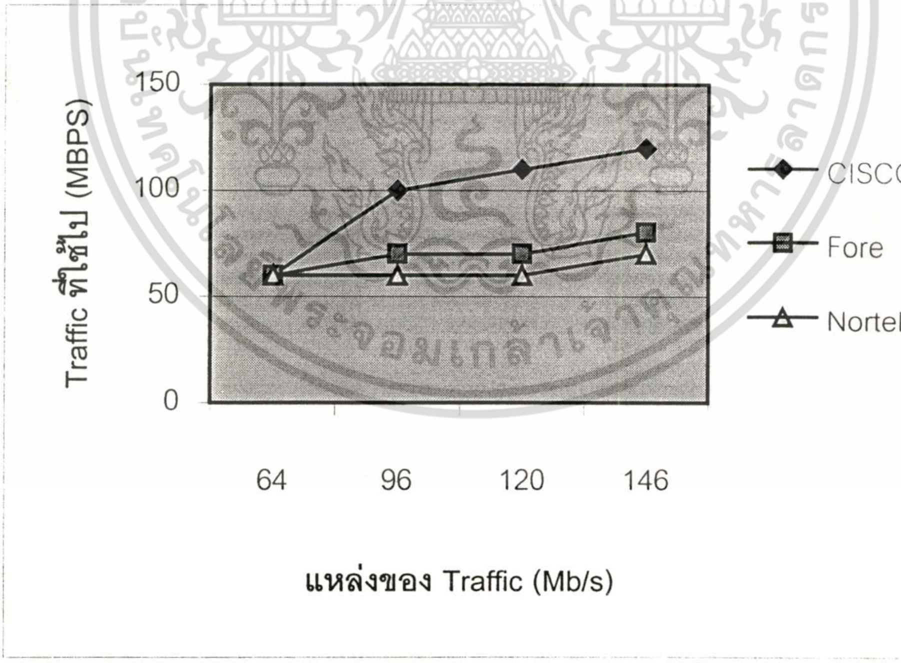


รูปที่ 5.8 การทดสอบของการออปติไมซ์ของเปอร์เซนต์การลดลงของปริมาณ Throughput ที่ 4470 ไบต์ ที่ความเร็ว 130 MBPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

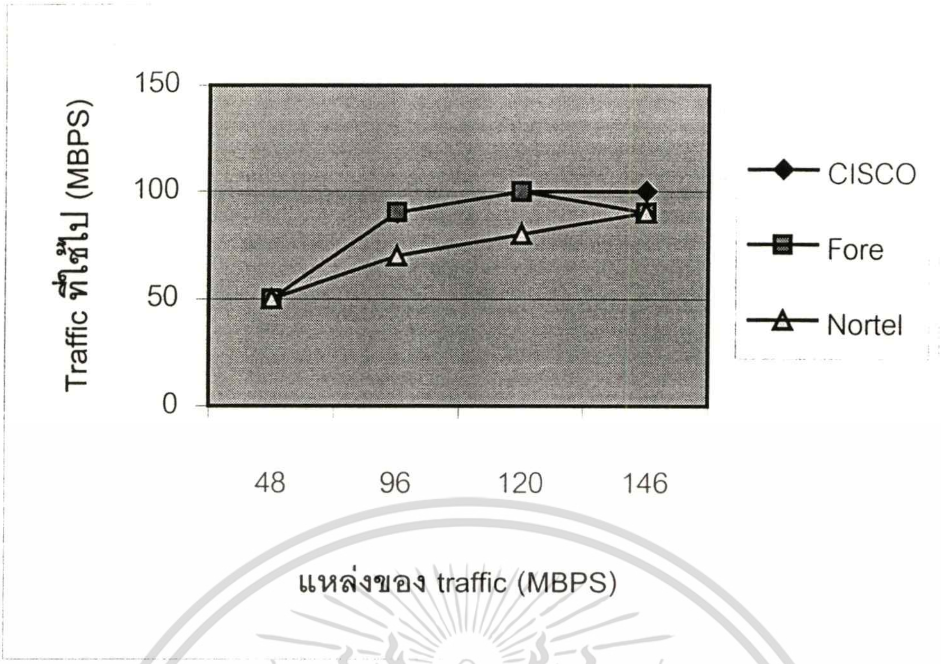


รูปที่ 5.9 การทดสอบของการออปติไมซ์ของเปอร์เซนต์การลดลงของปริมาณ Throughput ที่ 1500 ไบต์ ที่ความเร็ว 130 MBPS

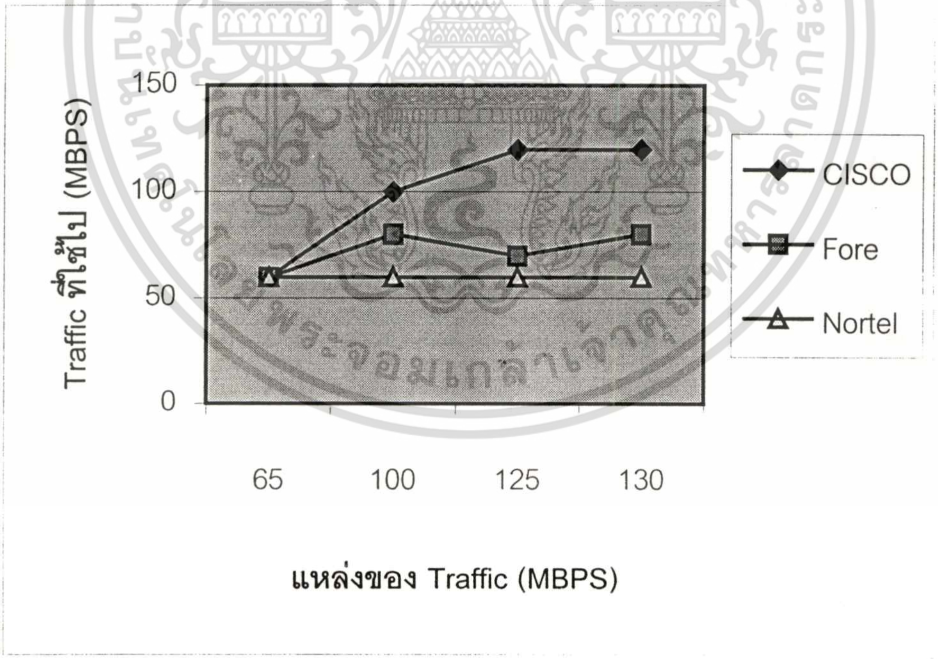


รูปที่ 5.10 การลดลงของ Traffic ต่อแหล่งกำเนิดของ Traffic เป็นลักษณะเส้นโค้ง ณ ที่เฟรม 1500 ไบต์ และ Traffic เป็นแบบ Burst

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

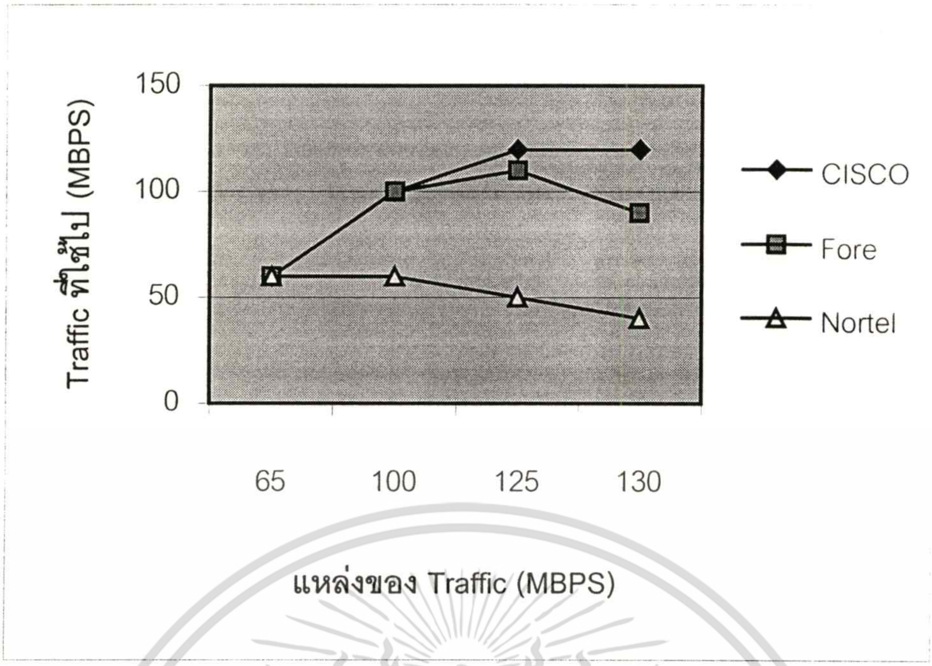


รูปที่ 5.11 การลดลงของ Traffic ต่อแหล่งกำเนิดของ Traffic เป็นลักษณะเส้นโค้ง ณ ที่เฟรม 1500 ไบต์ และ Traffic เป็นแบบ Uniform



รูปที่ 5.12 การลดลงของ Traffic ต่อแหล่งกำเนิดของ Traffic เป็นลักษณะเส้นโค้ง ณ ที่เฟรม 4470 ไบต์ และ Traffic เป็นแบบ Burst

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.13 การลดลงของ Traffic ต่อแหล่งกำเนิดของ Traffic เป็นลักษณะเส้นโค้ง ณ ที่เฟรม 4470 ไบต์ และ Traffic เป็นแบบ Uniform

5.4.4 วัตถุประสงค์และผลการทดสอบของการออปติไมซ์ของหัวข้อ 5.4.3

สำหรับที่ 1500 ไบต์ CISCO สามารถรักษาระดับปริมาณ Throughput ได้ค่อนข้างคงที่ ณ ความเร็ว 130 MBPS ใน Traffic แบบ uniform และสำหรับ Frame ที่ 4,470 ไบต์ สำหรับ Traffic แบบ burst เกือบที่จะคงปริมาณ Throughput ที่ความเร็ว 130 MBPS ได้ (ถือว่ามีการเปลี่ยนแปลงบ้างแต่น้อยมาก) ส่วนยี่ห้อ Fore Systems สามารถทำได้ดีเช่นเดียวกับ CISCO ที่ Traffic แบบ uniform คือสามารถรักษาระดับปริมาณ Throughput ไว้ค่อนข้างคงที่ ที่ความเร็ว 130 MBPS

แต่ Fore Systems และ Nortel Networks จะมีการเปลี่ยนแปลงระดับปริมาณ Throughput ณ ความเร็ว 130 MBPS ซึ่งลดลงมากสำหรับ Traffic แบบ burst

สำหรับ Traffic แบบ uniform จะพบว่าทั้ง Fore Systems และ CISCO จะมีระดับ Throughput ไม่ลดลงจนกระทั่งที่ความเร็ว 140 MBPS ขณะที่ Nortel Networks จะลดระดับ Throughput ที่ระดับความเร็ว 109 MBPS สำหรับอัตราของแหล่งกำเนิด Traffic ที่ 128 MBPS แต่ในขณะที่ Traffic แบบ burst ทั้ง Fore Systems และ Nortel Networks จะลดลงระดับ Throughput อย่างชัดเจนหลังจากอัตราความเร็วของแหล่งกำเนิดที่ 96 MBPS แต่ CISCO ยังคงรักษาระดับ Throughput ได้ถึง 144 MBPS แต่จะลดระดับ Throughput ลงเล็กน้อยที่ความเร็ว 146 MBPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.12 และ 5.13 แสดงการแปรผันโดยตรงเป็นช่วงกว้าง Throughput ต่อสวิทช์ทั้ง 3 ตัวซึ่ง Fore Systems และ Nortel Networks จะจะลดระดับ Throughput ลงอย่างรวดเร็วจาก 100 MBPS สำหรับเฟรมที่ 4470 ไบต์ ใน Traffic แบบ burst

สำหรับ Traffic แบบ uniform ยี่ห้อ Fore Systems จะมี Throughput ที่มากกว่า Traffic แบบ burst แต่ Nortel Networks จะมี throughput ลดลงอย่างรวดเร็วใน Traffic แบบ burst

ตารางที่ 5.2 เป็นการสรุปผลการทดสอบว่าระบบเครือข่ายทั้ง 3 วง จะมีการออปติไมซ์ให้ดีที่สุดควรจะมีเฟรมไบต์เท่าไร เพื่อให้เกิด Throughput สูงสุด ซึ่งจะเห็นว่าจะมีการสูญเสียเซลล์เกิดขึ้นและการออปติไมซ์ที่มีกลวิธีซึ่งมีผลต่อการวัด Throughput สำหรับเฟรมที่ 4470 ไบต์ ใน Traffic แบบ burst ในทำนองเดียวกันผลการทดสอบจะสามารถนำไปใช้อ้างอิงยังการออปติไมซ์ในเครือข่าย ATM ที่มีอยู่แล้วได้จริงโดยอาจใช้คุณสมบัติข้างต้นไปปรับปรุงเพื่อประโยชน์ของการออปติไมซ์ได้ต่อไป

จะเห็นว่าความผิดพลาดของเฟรมจำนวนมากจะเป็นยี่ห้อ Fore Systems และ Nortel Networks และแม้นการสูญเสียจำนวนมากของเฟรมที่ครบแล้ว (คอลัมน์ที่ 3) ภายในสวิทช์ ที่อัตราความเร็วต่ำเช่นที่ 45 MBPS ยี่ห้อ Fore Systems และ Nortel Networks จะสูญเสียเฟรมและเซลล์ไปจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น ที่ 64 MBPS ยี่ห้อ Nortel Networks จะมีอัตราสูญเสียถึง 70000 เฟรม และอัตรา Throughput เหลือความเร็วเพียง 8 MBPS ขณะที่ความเร็ว 96 MBPS ยี่ห้อ Fore Systems จะมีอัตราสูญเสียถึง 10000 เฟรม ด้วยอัตรา Throughput ที่ความเร็ว 16 MBPS

ตารางที่ 5.2 การออปติไมซ์และแสดงการสูญหายของเซลล์

ATM SWITCH	อัตราความเร็วของแหล่งกำเนิด (MBPS)	การสูญเสียของเฟรมในสวิทช์ (MBPS)	การผิดพลาดของเฟรม				อัตราการส่ง (MBPS)
			การผิดพลาด CRC	การผิดพลาดการปิดกันเซลล์	ค่าผิดพลาดรวม	การสูญเสีย (MBPS)	
CISCO	130	7.6	7248	19415	26663	0.4	122
FORE	130	46.6	77598	44779	122377	4.4	79
NORTEL	130	68.1	137274	54580	191854	6.9	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

รูปแบบการนำมาประยุกต์ใช้งาน

6.1 บทนำ

การออปติไมซ์เครือข่าย ATM ด้วยวิธีต่าง ๆ จะพบว่าทุกองค์ประกอบของระบบเครือข่าย ATM ไม่ว่าจะเป็นสวิทช์ ATM, ATM Access, ATM Workgroup, ATM Network Management, ATM NIC card ซึ่งจากองค์ประกอบดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้งานได้กับระบบเครือข่าย ATM ที่มีอยู่เดิม ซึ่งผู้ต้องการระบบเครือข่ายความเร็วสูงหรือผู้ที่ต้องการทำระบบเครือข่าย ATM ใหม่

6.2 ข้อควรทราบในการเลือกอุปกรณ์เครือข่าย ATM ทั้งในการออปติไมซ์และการใช้งานปกติ

6.2.1 สวิทช์ ATM ที่สามารถออปติไมซ์ได้

สำหรับอุปกรณ์สวิทช์ ATM ควรคำนึงถึงปัจจัยประกอบดังนี้

1. เป็นลักษณะโมดูลาริตี้ (Modularity) คือสามารถเพิ่มขยายจำนวนพอร์ตของอุปกรณ์สลับช่องทางได้โดยเพิ่ม I/O card เข้าไป
2. ง่ายในการบำรุงรักษาซึ่งวัด Traffic ต่าง ๆ ได้โดยอาศัยพอร์ตของสวิทช์ที่ยังไม่ใช้งานก็ได้
3. มีความคล่องตัวสูง (Availability)
4. สามารถขยายได้ทั้งจำนวนพอร์ตและอุปกรณ์ประกอบ
5. สะดวกสบายในการใช้งานและติดตั้งได้ง่าย
6. เป็นอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนด้วยวงจรภายในทำให้มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงเซลล์ได้มาก

อย่างไรก็ตามอาจแบ่งเป็นหัวข้อหลัก ๆ ในการออปติไมซ์ ATM พร้อมทั้งหลักขั้นต้นในการเลือกดังนี้

1. ชื่อของผลิตภัณฑ์ โรงงานผู้ผลิตพร้อมทั้งประเภทของสวิทช์ได้แก่
   1.1 ชื่อและที่อยู่พร้อมทั้งที่อยู่ของเวบ เพจ และจุดเด่น
   1.2 จุดเริ่มต้นของการติดต่อสำหรับความต้องการต่อสาธารณะรวมถึงตำแหน่งของบุคคลและเบอร์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ข้อมูลของเซลล์ผู้ขาย รวมทั้งรายงานประจำปี จำนวนลูกค้าที่ใช้ระบบเครือข่าย ATM ประเภทสวิทช์ที่ได้ขายไป จำนวนพอร์ตของ ATM ที่ได้ขายไป และราคาสูงสุดและต่ำสุดรวมทั้งแผนภาพด้วย

2. ไฟที่ใช้กับสวิทช์ ATM ว่าเป็นประเภทไฟฟ้ากระแสสลับหรือไฟฟ้ากระแสตรงหรือทั้งคู่
3. ราคาของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดรวมทั้งลักษณะการเชื่อมต่อ
4. สถาปัตยกรรมของสวิทช์และปริมาณความจุของบัส
5. จำนวนรวมของความเร็วพอร์ตสูงสุด (เป็น GBPS) ทั้งระบบเครือข่ายระยะใกล้ (LAN) และระยะไกล (WAN)
6. จำนวนเปอร์เซ็นต์การสกัดกั้นที่ความเร็วสูงต่อ GR-110 (เป็นมาตรฐานของ Bellcore's) ซึ่งการสกัดกั้น (Blocking) หรือไม่สกัดกั้น (Non-blocking) ถูกเปรียบเทียบต่อความจุของบัส (เป็น GBPS) สวิทช์บางตัวเป็นการสื่อสารทางเดียว (Half-duplex) หรือสื่อสารสองทาง (Full-duplex)
7. ความสามารถในการเชื่อมต่อแบบจุดต่อหลายจุด (Point-to-Multipoint)
8. Policing ที่ PCR (Peak Cell Rate) และ SCR (Sustainable Cell Rate)
9. รองรับ CAC (Connection Admission Control)
10. รองรับ Packet Discard ตั้งแบบ ERD (Early Packet Discard) และแบบ PPD (Partial Packet Discard)
11. สามารถวัดประสิทธิภาพของ OAM (Operation, Administration และ Maintenance) ต่อมาตรฐาน ITU-T's I.610
12. รองรับโปรโตคอลและมาตรฐานหลักของอุปกรณ์ ATM (ATM Device)
13. รองรับ VPI/VCI บน UNI/NNI
14. มีระยะการหน่วงเวลาสั้นซึ่งคุณสมบัตินี้ขึ้นอยู่กับ Switching Architecture โดยตรง
15. รองรับ VPC และ VCC
16. มีคุณสมบัติในการรองรับปัจจัยหลัก (Redundancy) ทั้งระดับ Node, Card, Module และ ระดับพอร์ต
17. ลักษณะของเน็คเวิร์ดอแดปเตอร์การ์ดบนมาตรฐาน UNI ต้องรองรับมาตรฐานดังตารางที่ 6.1
18. ประเภทของสวิทช์ได้แก่ fabric, bus หรือไม่ใช่ทั้งคู่
19. Buffer ซึ่งหมายถึงจำนวนรวมของข้อมูลเข้า สวิทช์ภายใน (fabric) และความจริงของข้อมูลนำออกซึ่งตำแหน่งระบุสำหรับเซลล์ต่อพอร์ตซึ่งบัฟเฟอร์มีความจุมากอาจหมายถึงมี Throughput ดีกว่า สำหรับโปรโตคอลเช่น TCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 แสดงชนิดการต่อเชื่อมของ ATM card

ATM UNI Interfaces	Non-ATM Interfaces
NXDS1 IMA	Ethernet
DS3	100-MBPS Ethernet
OC3	FDDI
OC12	4-MBPS Token Ring
OC48	16-MBPS Token Ring
Cell-based Clear Channel TC	FR nXDSO
E1	FR DS1
E3	FR > DS1
E4	SMDS DS1
STM-1	SMDS DS3
STM-4	SMDS DXI nXDSO
J1	SMDS DXI DS1
J2 (6-312 MBPS)	HDLC V.35
25 – MBPS UTP	HDLC HSSI
51.84 – MBPS UTP	
155 – MBPS UTP	
155 – MBPS MMF	

20. Congestion control และ ABR ได้แก่ EFCI (Explicit Forward Congestion Identification), ER (Explicit Rate) และ VS/VD (Virtual Source/Virtual Destination)
21. รองรับมาตรฐาน CLP (Cell Loss Probability)
22. รองรับมาตรฐาน ATM Forum หลัก ๆ คือบน Version 3.0, 3.1 และ 4.0 สำหรับ UNI point-to-point SVC และ point-to-multipoint SVC
23. รองรับ ITU-T ทั้งใน Q.93B และ Q.9231
24. รองรับ LAN Emulation ใน LANE 1.0 และ RFC1483
25. รองรับคุณลักษณะ Virtual LAN
26. รองรับ Classical IP บน ATM
27. รองรับ Multiprotocol บน ATM
28. รองรับโปรโตคอลแบบ Next-Hop Resolution

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับสวิทช์ ATM ยี่ห้ออื่นได้ดี

30. รองรับมาตรฐานระบบการจัดการเครือข่ายดังนี้

ก. ATM Forum ILMI ทั้งเวอร์ชัน 3.0, 3.1 และ 4.0

ข. ILMI Address Registration

ค. RFC 1695 (Atoning)

ง. Per Port/VC Statistics

จ. OAM Cell VPC/VCC AIS/RDI และ Loop Back

ฉ. ATM Forum NMI/F

ช. การเชื่อมต่อ PVC อัตโนมัติและการซ่อมบำรุง

ซ. ระบบการจัดการเครือข่ายต้องมีการสนับสนุนที่ดีพอ

6.2.2 การเลือก ATM NIC

นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงอุปกรณ์ ATM ในระดับเวิร์กกรุปและระดับ Users (Desktop) ซึ่งอาจจะกล่าวไปถึงอะแด้ปเตอร์การ์ดบนเครื่อง ATM ทั้งความเร็วเริ่มต้นที่ 25 MBPS, 51 MBPS, 155 MBPS ในการออปติไมซ์นั้นควรใช้ปัจจัยที่ยึดหลักของการรับประกันช่วงกว้างของแบนด์วิธ์และการรองรับคุณภาพที่หลากหลายของ QOS ให้ได้มีประสิทธิ์ภาพที่ดี

อนึ่งมีหลักการออปติไมซ์ ATM NIC ดังนี้

ก. ชนิดของบัสและการรองรับสื่อกลาง

ข. การรองรับระบบปฏิบัติการ

ค. อัตราการส่งผ่านข้อมูล (MPBS)

ง. คุณสมบัติและหน้าที่หลัก

จ. การรองรับการต่อเชื่อมกับตัวสวิทช์ ATM

ฉ. ประสิทธิภาพ

ช. ง่ายต่อการใช้และติดตั้ง

ซ. คุณภาพของเอกสารและการรองรับเทคนิค

ฌ. ราคา

6.2.2.1 โครงสร้างของบัสและการรองรับสื่อกลาง

ชนิดของบัสที่เครื่องลูกข่ายและตัวแม่ข่ายใช้จะมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. S-bus
2. สถาปัตยกรรมแบบ Micro Channel (MCA)
3. มีแบบ ISA (EISA) ให้เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. NuBus (Apple)
5. Turbo Channel
6. GI032 และ GI064
7. มี PCI bus (Peripheral Computer Interface)
8. มี Future Bus

6.2.2.2 คุณสมบัติของ ATM NIC และ PCI Bus

ส่วนมากเครื่องระดับเวิร์กสเตชันที่เป็น ATM NIC แบบ PCI Bus ซึ่งความเร็วการ์ดที่สายสัญญาณรองรับหรือต้องการจะมีดังนี้

1. 25 MBPS เหนือ STP, UTP-3, 4 หรือ 5
2. 51 MBPS
3. 155 MBPS เหนือ UTP-5, MMF หรือ SMF

ซึ่งสื่อกลาง (สายสัญญาณ) ซึ่งรองรับจะมีดังนี้

1. Unshielded Twisted Pair (UTP) 3 หรือ 5
2. Shielded Twisted Pair (STP)
3. Single หรือ Multimode Fiber (SMF หรือ MMF)

6.2.2.3 NIC รองรับระบบปฏิบัติการ

ATM NIC จะรองรับปฏิบัติการดังนี้

1. Sun Solaris 2.3, 2.4, X86
2. Sun OS V.4.X หรือสูงกว่า (V.4.1.3)
3. DOS
4. MacOS 7.5
5. NetWare 3.12 หรือ 4.X
6. IBM OS-2
7. IBM AIX 3.2X
8. HPUX/DEC UNIX/LIUNX/IRIX5.X
9. Windows 3.x, 95, workgroups 3.11, NT

6.3 ATM เน็ทเวิร์คอะแด็ปเตอร์กับการออปติไมซ์

สิ่งที่เราควรคำนึงในการออปติไมซ์เครือข่าย ATM ในหลักใหญ่ ๆ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปริมาณการส่งผ่านข้อมูล (Throughput) ซึ่งในที่นี้มีความเร็ว 3 ระดับได้แก่ 25, 51 และ 155 MPBS ซึ่งการออปติไมซ์เพื่อให้ได้คุณภาพของแบนด์วิธที่ดีก็ขึ้นอยู่กับการใช้งานร่วมกับ Central Processor Chip ของตัวลูกข่ายที่มีความเร็วและสมรรถนะสูงเพื่อที่การ process เซลล์ของ ATM จะมีผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครือข่าย ATM นอกจากนั้น ATM NIC บนบอร์ดของเครื่องจะช่วยลดปริมาณความจุของหน่วยประมวลผลในตัวลูกข่ายโดยทั้งนี้ขึ้นกับการประยุกต์ใช้งานและชั้นของโปรโตคอลชั้นสูง ๆ ด้วย
2. การสามารถรองรับคุณลักษณะต่าง ๆ และหน้าที่หลัก ๆ คือ
   ก. แสดงมาตรฐานการรองรับชั้นของโปรโตคอลขั้นสูงได้ดี ได้แก่ มาตรฐาน ATM Forum UNI เวอร์ชั่น 3.0, 3.1, 4.0 มาตรฐาน LAN Emulation และ IETF ซึ่งเป็น Classical IP over ATM
   ข. รองรับมาตรฐานใหม่ได้แก่ MPOA, Next-Hop Resolution protocol (NHRP) และ IP Multicast over ATM
   ค. มี on-board processor
   ง. มีจำนวน Emulated LAN ที่รองรับได้จำนวนเท่าใด
   จ. รองรับ Classical IP
3. สามารถใช้งานได้ดีกับสวิทช์ ATM ที่มีอยู่
4. ประสิทธิภาพของ ATM NIC รวมทั้งการเข้ากันได้ดีของตัวฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ ATM NIC
5. ใช้งานและติดตั้งง่าย
6. โดยข้อนี้มีสิ่งที่ควรคำนึงคือ Drivers เป็นมาตรฐานหรือความทันสมัยของมันหรือมีเวอร์ชั่นล่าสุดของระบบปฏิบัติการที่สนับสนุนหรือ Drivers Updated กับหน่วยความจำประเภท Flash หรือมีฮาร์ดแวร์ที่เปลี่ยนแปลงความต้องการ
7. เอกสารและการรองรับทางเทคนิค
8. การจัดการทั้ง SNMP และ RMON, MIB
9. ATM NIC ที่มีประสิทธิภาพมีคุณลักษณะคือจะมีโปรเซสเซอร์เป็นแบบ ASICซึ่งรองรับ PCI bus เวอร์ชั่น 2.1 ให้ประสิทธิภาพในการแบ่งเครือข่ายและ SAR engine รองรับถึง 1024 Open VCs และ 25 MBPS หน้าที่หลักของชั้นทางกายภาพ นอกจากนี้คุณลักษณะให้ Image Distribution, Multimedia และให้ AAL5 SAR และ Direct Memory Access สำหรับบัสที่ทรงประสิทธิภาพและให้ CPU ที่ดีมี Buffer memory บนบอร์ดที่ดีนอกจากนี้มี Traffic Shaping ข้าม Multiple Rate queues เพื่อที่จะมั่นใจการรองรับ Traffic Contracts

อนึ่งจะกล่าวถึงสภาวะแวดล้อมของการออปติไมซ์บน ATM NIC ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ตัวอย่างของฮาร์แวร์และซอฟต์แวร์ ATM NIC ในการออปติไมซ์คุณลักษณะซอฟต์แวร์

เวอร์ชั่นของระบบปฏิบัติการต้องรองรับ

ก. Windows NT 3.51, 4.0 และ Windows 95

ข. Netware 4.1x, Netware Client 32

ค. Sun OS 4.1.3-U1, 4.1.4 (155 SBus Only)

ง. Solaris 2..4, 2.5.1 (155 SBus Only)

UNI เวอร์ชั่น :

ก. UNI 3.0, 3.1, 4.0 และ ILMI

LAN Emulation:

ก. Ethernet LANE Multiple Clients, LECS Autodiscovery

RFC 1577 Classical IP over ATM:

ก. SVC และ PVC, Multiple Clients

ข. ATMARP Server (155 SBUS)

RFC 1483:

ก. 802.3 Bridged PDU PVCs

Traffic Management:

ก. Configurable Peak Cell Rate per PVC/ELAN/LIS

คุณสมบัติอื่น ๆ

ก. Configurable MTU Size

ข. ECM remote management tool

ค. LANE services. Software development kit available

คุณลักษณะของฮาร์ดแวร์

จากปัจจัยหลัก

ก. Half-size card (not SBUS)/Single-slot adapter

ลักษณะของหน่วยความจำที่ต้องการ (สำหรับ ENI-155 เท่านั้น)

ก. 32-บิต EISA bus

ข. 33-MHz PCI bus version 2.1

ค. Bus Master capability with DMA Bursting ถึง 64 ไบต์

การเชื่อมต่อของ Bus (สำหรับ SBus เท่านั้น)

ก. 32-bit, 16-25-MHz SBus Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. Bus Master Capability with DMA Bursting ถึง 64 ไบต์ AAL และ ATM Supports

ค. Custom ASIC implements full AAL5 adaptation

ง. 1024 VCI address range

Physical Layer:

ก. ATM Forum 25 MBPS (ENI-25p)

ข. 155.52 MBPS, Configurable for SONET, SDH (ENI-155&SBus)

Visual Indicators :

ก. LED แสดงสถานะภาพของ Network

Cabling:

ก. UTP-3-4-5 (ENI-25p)

ข. Multimode Fiber (MMF) หรือ UTP Cat 5 (ENI-155&SBus)

Connectors (ENI-25p)

ก. Eight-contact, shielded RJ-45

Connectors (ENI-155&SBus)

ก. MMF-SC Style Optical Interface

ข. UTP-5-Eight-contact, shielded RJ-45

Board Specifications (ENI-25p)

ก. Dimensions: 3.9" x 5.375"

ข. Weight: 3 oz

Board Specifications (ENI-155)

ก. Dimensions: PCI:4.2x6.875 EISA: 50x6.875

ข. Weight: 4 oz

Board Specifications (SBus)

ก. Dimensions : 3.3"x 5.776"

ข. Weight: 4 oz

Power Requirements (ENI-25p):

ก. 1 Amax @ + 5V ±5%

Power Requirements (155 Sbus)

ก. 1.5 max @ + 5V ±5%

ข. 0.2 A max @ + 12V ±5%

Operating Temperatures:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. 0 °C ถึง 70 °C

Nonoperation Storage Temperatures:

ก. -10 °C ถึง 85 °C

Relative Humidity:

ก. Operating : 10% ถึง 90% (noncondensings) Compliance and Certification

ข. FCC Class B EN55022, EN500 82, EN55022 (ENI-155 เท่านั้น)

ค. EN 50082-1 (ENI-155 เท่านั้น) VCCI-2, CE, UL1950, CSA, EN60950

ง. FCC Class B (ENI 155s-MF)

จ. FCC Class A (ENI 155s-U5)

ฉ. EN55022, EN50082-1, VCCI-2

ช. CE UL 1950, CSA, EN60950 (Sbus) Warranty

ซ. 1 year port และ labor สำหรับ Hardward, software update via Web site

ผลการทดสอบการทำงานของเวิร์คกรุปสวิทช์ตารางต่อไปนี้แสดงผลรวมของ workgroup switch ว่ามีความสามารถในการส่งผ่านข้อมูลได้มากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 6.2 แสดงการทำงานเวิรคกรุ๊ปสวิทช์

ชื่อบริษัท	ชื่อรุ่น	W G	L B	E	CE	CB	สวิทช์ฟาบริค (GBPS)
3COM	Core Builder 7000		Y				5 GBPS matrix
Bay Network	Centiuson 100	Y	Y				3.2 GBPS
Fore Systems, Inc.	ES-3810	Y					640 MBPS
Fore Systems, Inc.	PH600	Y					1.6 GBPS shared memory
New Bridge	Vivid Workgroup Switch	Y	Y				1.6 GBPS

6.5 เครือข่าย ATM กับ มัลติมีเดีย

6.5.1 ความต้องการความหน่วงเวลาและภาพกระตุกสำหรับภาพวีดีโอชั้นสูง

โดยปกติการสื่อสารสองทางต้องการระยะหน่วงเวลามากกว่าการสื่อสารทางเดียว เช่น MPEG สามารถใช้เวลา 11 ไมโครวินาทีสำหรับการหน่วงเวลาดังนั้นเครือข่าย ATM จึงต้องใช้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

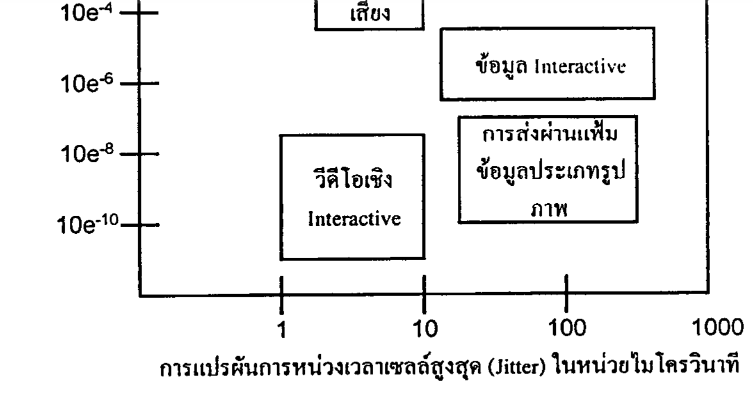
สื่อสารสองทางเพื่อมาประยุกต์ใช้กับภาพวีดีโอ/เสียงชั้นสูง ต่อไปนี้เป็นอัตราเฉลี่ยของดีเลย์และอัตราการกระตุก (Jitter) โดยใช้โปรโตรคอล อนาไลเซอร์ (Protocol Analyzer) ตรวจจับ

ตารางที่ 6.3 ระยะเวลาเฉลี่ยของการหน่วงเวลาและการกระตุกของการสื่อสารสองทาง

ชนิดของแอฟพลิเคชั่น	แอฟพลิเคชั่น	อัตราเฉลี่ยของการหน่วงเวลา (ไมโครวินาที)	อัตราเฉลี่ยของการกระตุก (ไมโครวินาที)
ระดับล่าง	วีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ 64 KBPS	300	130
	เสียงที่ถูกบีบอัดด้วยความเร็ว 16 KBPS	30	13
ระดับบน	MPEG, NTSC วีดีโอ ความเร็ว 1.5 MBPS	5	6.5
	เสียง MPEG 256 KBPS	7	9.1
ระดับเหนือกว่าระดับบน	วีดีโอชนิด HDTV 20 MBPS	0.8	1

เพราะว่าทุกระดับของการหน่วยเวลาใช้เวลา 2-3 ร้อยไมโครวินาทีเป็นที่ยอมรับในการสื่อสารสองทางกับภาพวีดีโอ เครือข่าย ATM สามารถใช้ความต้องการนี้ได้ สำหรับภาพวีดีโอการสื่อสารสองทางระดับสูง ความเร็วของการส่งระดับสูงของเครือข่าย ATM จะทำให้มั่นใจในการเพิ่มขึ้นอย่างสมบูรณ์ถึงการหน่วงเวลาที่ไม่วิกฤติ แท้ที่จริงแล้วการปฏิบัติการหน่วงเวลาจะสำคัญกว่าการหน่วงเวลาของเครือข่าย ATM และองค์ประกอบสวิทช์เอง

การวิจัยเพิ่มเติมที่เกี่ยวพันธ์กับความต้องการเชิงเครือข่ายสำหรับมัลติมีเดียระดับสูงที่บ่งชี้การกระตุกเป็นไมโครวินาที ซึ่งสามารถรองรับการประยุกต์ใช้งานเหล่านี้ ดังนี้แสดงในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แสดงความต้องการประสิทธิภาพของการบริการเชิงมัลติมีเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.2 ความกว้างของแบนด์วิธ์และ Traffic แบบ burst

เหตุผลหนึ่งที่ ATM Forum สามารถสร้าง VBR ที่แท้จริงคือสามารถส่งภาพวีดีโอแปรผันด้วยความเร็วเป็นบิตที่ต่างกันได้เช่น MPEG และMPEG2

ตารางที่ 6.4 ความต้องการช่วงกว้างของแบนด์วิธ์สำหรับภาพวีดีโอที่ถูกบีบอัด

มาตรฐาน/รูปแบบ	แบนด์วิธ์	อัตราการบีบอัด
JPEG เคลื่อนไหว	10-20 MBPS	7.27:1
MPEG-1	1.2-2.0 MBPS	100:1
H.261	64 KBPS-2 MBPS	24:1
DVD	1.5 MBPS	160:1

ตารางที่ 6.5 ความต้องการแบนด์วิธ์ในประยุกต์อื่น ๆ

มาตรฐาน/รูปแบบ	แบนด์วิธ์	อัตราการบีบอัด
CDI	1.2-1.5 MBPS	100:1
MPEG-2	4-60 MBPS	30:100
CCIR 723	32-45 MBPS	3.5:1
CCIR 601/D1	140-270 MBPS	Reference
U.S. Commercial using mild compression	45 MBPS	3.5:1
Vender Methods	0.1-1.5 MBPS	100:1

ตารางที่ 6.6 แสดงภาพเคลื่อนไหวซึ่งเป็น Transmission Burstiness

ชนิดของ วีดีโอ	อัตราส่วนแบนด์วิธ์ ระดับพีค-ถึง-เฉลี่ย
Studio-quality video	1.9
Broadcast-quality TV	2.7
Video Conference	3.1
Video Telephone	4.4

สำหรับระดับต่างกันของวีดีโอและข้อมูล การยอมให้แบนด์วิธ์และเรียกการควบคุมจะยอมให้สำหรับ Traffic ต่างชนิดกัน CBR Traffic เป็นตัวอย่างที่จะต้องการระดับรองลงมา Real-Time VBC Traffic จะถูกกำหนดให้เป็นระดับที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าขึ้นอยู่กับความต้องการของกลุ่มผู้ใช้เครือข่ายดังนั้น ATM Layer จะต้องถูกพัฒนาคุณภาพให้เหนือมาตรฐาน SHD เพื่อที่จะสามารถออปติไมซ์ MPEG และ MPEG 2 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] D. E. McDysan and D. L. Spohn, "Hands-On ATM," McGraw-Hill, 1998.

[2] Z. Dziong, "ATM Network Resource Management," McGraw-Hill, 1997.

[3] J. Amoss and D. Minoli, "IP Applications with ATM," McGraw-Hill, 1998.

[4] ATM Cell Congestion Loss Across Switch (CCLAS) Throughput Analysis, Lanquest Labs, Sep. 1994.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

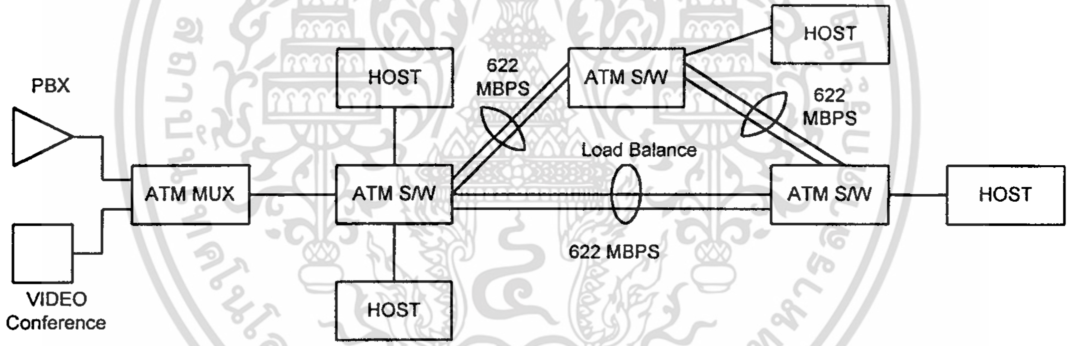
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. ตัวอย่าง ATM Network ในประเทศไทย

จากรูปที่ ก1 แสดงระบบเครือข่าย ATM ซึ่งมีการออปติไมซ์ใช้ประโยชน์จากเครือข่ายแกนหลัก (Network Backbone) ไปใช้ประโยชน์เพิ่มเติมทั้งในการประยุกต์ใช้ในเชิง เสียง ภาพ และข้อมูล โดยลักษณะเครือข่ายแกนหลักเป็น ATM วิ่งด้วยความเร็ว 622 MBPS แบบ Load Balance ซึ่งสามารถวิ่งด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอทั้งสองแกนหลักแต่มีผลให้ประสิทธิภาพของเครือข่ายมีความเร็วเพิ่มขึ้น โดยลักษณะการเชื่อมต่อจะวิ่งจากอุปกรณ์สวิทช์ ATM หลัก 3 ตัว ซึ่งแต่ละตัวก็จะต่อเชื่อมเข้ากับกลุ่มของแม่ข่าย (Server Farm) PABX, VIDEO Conference จึงทำให้ระบบเครือข่าย ATM นี้สามารถรองรับได้ทั้งภาพ เสียงและ ข้อมูล โดยตัวสวิทช์ ATM จะเป็นลักษณะ Non-Blocking shared memory มีระบบจัดการเครือข่ายเป็น HP Openviews และมีการใช้ Router เพื่อเป็นตัวรองรับการสื่อสารกันระหว่าง LAN Emulation Server



รูปที่ ก1 แสดงการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย ATM ของบริษัทวิทยุการบิน(ไทย) จำกัด

2. การตรวจดูความหนาแน่นของการใช้ระบบเน็ตเวิร์กแอนาไลเซอร์

จริง ๆ แล้วในการออปติไมซ์ระบบเครือข่าย ATM อาจใช้เน็ตเวิร์กแอนาไลเซอร์ (Network Analyzer) ซึ่ไม่อาจจัดได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ของการจัดการระบบเพราะว่าไม่ต้องใช้ในการดูปริมาณการใช้งานในเครือข่ายผ่านการเชื่อมต่อของ WAN แต่อย่างไรก็ตามก็คล้ายกับอุปกรณ์การจัดการ ATM

เมื่อโปรโตคอลแอนาไลเซอร์ตรวจจับโปรโตคอลของเครือข่ายจะใช้ซอฟท์แวร์พิเศษในการถอดรหัสข้อมูล โดยสามารถทำการกรอง (filter) และจัดเรียง (sort) โปรโตคอลได้ทุกประเภท เพื่อทำให้ง่ายต่อการประมวลผลและต่อการใช้งานของโปรโตคอล ส่วนใหญ่ทั้ง LAN decoder จะมีการแปลโปรโตคอลให้เป็นภาษาอังกฤษทำให้ง่ายในการทำความเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนึ่งจะสามารถกำหนดโปรโตคอลแอนาไลเซอร์ให้แสดงแพ็กเกจข้อมูลที่ต้องการดูหรืออาจเก็บลงในบัฟเฟอร์ (buffer) เพื่อเก็บไว้ดูทีหลังเช่น สามารถกำหนดให้แอนาไลเซอร์ตรวจจับแพ็กเกจจากไฟต์เซิร์ฟเวอร์ในช่วงเวลาที่ต้องการได้ สามารถตั้งรายละเอียดของข้อมูลเช่น ชนิดของโปรโตคอลและความผิดพลาดที่ต้องการตรวจจับได้ ถ้าไม่ต้องการกรองสัญญาณก็สามารถกำหนดให้แอนาไลเซอร์ตรวจจับแพ็กเกจทั้งหมดเท่าที่มันสามารถจะตรวจจับได้ แล้วค่อยมาเลือกกรองข้อมูลที่ไม่ต้องการออก อย่างไรก็ตามถ้าต้องการตรวจจับข้อมูลที่ต้องการและแก้ปัญหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเครือข่ายก็จำเป็นต้องเรียนรู้วิธีการตั้งค่าตัวกรอง

เพื่อการตรวจจับโปรโตคอลเครือข่าย โปรโตคอลแอนาไลเซอร์ส่วนใหญ่สามารถตรวจดูค่าทางสถิติของเครือข่ายอย่างเช่นจำนวนของแพ็กเกจข้อมูลที่ส่งและจำนวนแพ็กเกจข้อมูลที่ได้รับ จะมี LAN decoder ซึ่งสามารถตรวจดูการใช้เครือข่ายและอัตราการส่งผ่านของเครือข่าย เปอร์เซ็นต์ของแพ็กเกจที่เสีย และการจัดการใช้งานสูงสุดของเครือข่ายที่ถูกแอนาไลเซอร์ตรวจจับได้ โปรโตคอลแอนาไลเซอร์แบบไฮเอ็นต์ สามารถสร้างหรือจำลองการใช้งานของเครือข่ายและแม้แต่ทำการทดสอบว่าเคเบิลของเครือข่ายนั้นลัดวงจรหรือขาดหรือไม่

โปรโตคอลแอนาไลเซอร์มีกรรมวิธีในการแปลงโปรโตคอลเครือข่ายให้เป็นภาษาอังกฤษ เพราะเหตุนี้จึงทำให้มันมีราคาแพงอยู่ช่วงตั้งแต่ 1,000 ถึง 2,000 เหรียญสหรัฐ สำหรับผลิตภัณฑ์ซอฟท์แวร์อย่างเดียวและมีราคาถึง 10,000 เหรียญสหรัฐ สำหรับผลิตภัณฑ์ทั้งฮาร์แวร์และซอฟท์แวร์

เพราะว่าโปรโตคอลแอนาไลเซอร์สามารถตรวจจับโปรโตคอลของเครือข่ายได้ ดังนั้นไม่ว่าใครก็สามารถตรวจดูข้อมูลที่สำคัญของเครือข่ายได้ อย่างไรก็ตามระบบปฏิบัติการเครือข่ายส่วนใหญ่มักจะพลาดข้อมูลที่สำคัญเช่นรายชื่อและรหัสผ่านของผู้ใช้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

1. Main Switch, Workgroup switch และ NMS

1. XLR 1100R base unit with sixteen 10/100 BASE-TX Ethernet ports with redundant power Supply
2. XLR 1104FX 4-port 100BASE-FX Ethernet Module
3. Bay Stack 450-12T Switch
4. Bay Stack 400-2FX 2-port 100BASE-FX MDA
5. Bay Stack 151 24 ports 10 BASE-T Hub 20 units
6. XLR 1150R base unit with 4 100 BASE-SX ports, redundant power supply หรือ XLR 1108TX 8-port Autosensing 10/100 BASE-TX Ethernet Module

2. คุณสมบัติของ Main Switch

1. มีลักษณะเป็น Layer 3 switching
2. มี switch fabric รวมอย่างน้อย 6 ล้าน packet/วินาที
3. มี Gigabit Ethernet อย่างน้อย 4 พอร์ต และสามารถขยายได้ไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต
4. มี 10/100 Fast Ethernet ชนิด Autosensing อย่างน้อย 8 พอร์ต
5. สนับสนุนการทำงาน QOS
6. สนับสนุนการทำงาน SNMP, MIB
7. รองรับมาตรฐาน VLAN ได้อย่างน้อย 100 VLAN ทั้งระดับ พอร์ท โปรโตคอล และ subnet
8. รองรับ Layer 4 Application prioritization ของ Application แบบ mission critical
9. รองรับได้อย่างน้อย 20,000 address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

1. เชื้อชาย เนตรบุตร ประพันธ์ ตรีจรูญ และ กอบชัย เดชหาญ, "การออปติไมซ์ช่วงกว้างของแบนวิธ์รวมโดยใช้ระบบจัดการโครงข่าย ATM," วิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายเชื้อชาย เนตรบุตร เกิดวันที่ 7 มีนาคม 2511 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเซ็นคาเบรียลและวิทยาศาสตรบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาคณิตคอมพิวเตอร์ ปีการศึกษา 2535 และเข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกรฝ่ายขายระบบเครือข่ายสื่อสารข้อมูล (Sales Engineer in Data Communications) ที่บริษัท ดาต้าแมท จำกัด (มหาชน) ปี พ.ศ. 2538 เข้ารับตำแหน่ง Supervisor ในส่วนงานเครือข่ายสื่อสารข้อมูล บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนลเน็ทเวิร์คโซลูชั่น จำกัด ปี พ.ศ. 2539-ปัจจุบัน ดำรงตำแหน่ง ผู้จัดการแผนกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม บริษัทแอวานซ์อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยีจำกัด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า