การจัดการความกว้างของแบนด์ของ ATM สวิทช์โดยใช้ทฤษฎีแถวรอคอย

ATM SWITCH BANDWIDTH MANAGEMENT BASED ON QUEUEING THEORY

ประพันธ์ ตรีจรูญ
PRAPUN TRIJARUN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-064-2

การจัดการความกว้างของแบนด์ของ ATM สวิทซ์โดยใช้ทฤษฎีแถวรอคอย

ATM SWITCH BANDWIDTH MANAGEMENT BASED ON QUEUEING THEORY

T039737

ประพันธ์ ตรีจรูญ

PRAPUN TRIJARUN

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-064-2

ใหม่.....
ทะเบียน 39737
เดือน ป. 12 1 มิ.ย. 2544

.b.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ATM SWITCH BANDWIDTH MANAGEMENT BASED ON QUEUEING THEORY

PRAPUN TRIJARUN

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

2001

ISBN 974-648-064-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดการความกว้างของแบนด์ของ ATM สวิทช์โดยใช้ทฤษฎีแถวรอคอย
ATM SWITCH BANDWIDTH MANAGEMENT BASED ON QUEUEING THEORY

ชื่อนักศึกษา นายประพันธ์ ตรีจรูญ

รหัสประจำตัว 37061167

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ศ.มนูญ	สุขเกษม	
รศ.ดร.สุวิพล	สิทธิชีวภาค	
ผศ.ดร.ไกรสิน	ส่งวัฒนา	
รศ.ดร.ฟูศักดิ์	ชีวสุวิทย์	
รศ.ดร.กอบชัย	เดชหาญ	

วัน/เดือนปี ที่สอบ 5 กุมภาพันธ์ 2544 เวลา 12.00-13.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร 12 ชั้น ชั้น 4 (ห้อง E12-404)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 21 **เดือน** กุมภาพันธ์ **พ.ศ.** 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการความกว้างของแบนด์ของ ATM สวิทซ์โดยใช้ทฤษฎีแถวรอคอย
นักศึกษา	นายประพันธ์ ตรีจรูญ
รหัสประจำตัว	37061167
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2544
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ

บทคัดย่อ

การนำเทคนิคของแถวรอคอยมาใช้ในการจัดการกับความกว้างของแบนด์ของ ATM ในกรณีที่มีการร้องขอใช้ความกว้างของแบนด์ของ ATM พร้อม ๆ กัน จะมีลักษณะที่เฉพาะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่จะร้องขอใช้อัตราการส่งบิตที่ความกว้างต่าง ๆ กันในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ กับจังหวะการส่งที่สอดคล้องกับประเภทของงานที่จะสื่อสารถึงกันซึ่งการจัดการที่ดีจะทำให้ได้คุณภาพของการสื่อสารที่ดีเหมาะสมกับการใช้งานในลักษณะรูปแบบต่าง ๆ และจะทำให้มีการนำความกว้างของแบนด์มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยในที่นี้นอกจากจะใช้การจัดการพื้นฐานในการให้บริการของระบบแถวรอคอยแบบ FIFO แล้ว ยังมีการพิจารณาประเภทของงาน สิทธิการร้องขอเพื่อใช้กำหนดสิทธิในการให้ความกว้างของแบนด์ในจังหวะที่เหมาะสมซึ่งจะสอดคล้องกับประเภทของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Thesis Title	ATM switch bandwidth management based on queueing theory
Student	Prapun Trijarun
Student ID.	37061167
Degree	Master of Engineering
Programme	Electrical Engineering
Year	2001
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Kobchai Dejhan

ABSTRACT

The queueing theory is applied to manage the ATM bandwidth as the users demand to use at the same time. The demand depends on the job descriptions, which use the bit rate at different bandwidth. This paper proposes the bandwidth management in order to have the suitable communication system for unique system and the bandwidth will be the most useful. The proposed technique is to use FIFO queueing theory, type of works and band limit for the user with suitable time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เพราะได้รับความกรุณาจาก อาจารย์รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์จนทำให้ผู้วิจัยเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ บุพการี และเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจสนับสนุนจนผู้วิจัยเกิดความมานะจนสามารถเขียนวิทยานิพนธ์ได้ลุล่วง

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยและภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมของสถาบันที่ได้เอื้ออำนวยการเขียนวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอน

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังว่าวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อยในการทำวิจัยและนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไป

ประพันธ์ ตรีจรูญ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 ประวัติและความเป็นมาของสวิทซ์ซิ่งแบบ Asynchronous Transfer Mode (ATM).....1

1.1 บทนำ.....1

1.2 ประวัติและความเป็นมาของสวิทซ์ซิ่งแบบ Asynchronous Transfer Mode (ATM)....1

1.3 ประโยชน์หลักของระบบเครือข่าย ATM 2

1.4 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....2

1.5 หลักการใหม่ในวิทยานิพนธ์.....3

บทที่ 2 รูปแบบการสื่อสารของเทคโนโลยี ATM 4

2.1 การอ้างอิงรูปแบบสื่อสาร ATM 4

2.2 ขบวนการโปรโตรคอล.....8

2.3 การกำหนดชั้นของแบบจำลอง OSI 9

2.3.1 รายละเอียดของชั้นใน ATM.....11

2.3.1.1 Physical Layer.....11

2.3.1.2 Data Link Layer.....12

2.3.1.3 Network Layer.....14

2.3.1.4 Transport Layer.....15

2.3.1.5 Session Layer.....16

2.3.1.6 Presentation Layer.....17

2.3.1.7 Application Layer.....17

2.4 ระบบเครือข่าย ATM ที่เป็นการบริการ.....18

2.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเครือข่าย ATM กับ Frame Relay เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน.....25

2.4.2 คุณสมบัติของการบริการแบบ Frame Relay.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 เทคโนโลยีการสื่อสาร ATM 27

3.1 มาตรฐานของ ATM 27

3.2 เทคโนโลยีของอุปกรณ์ ATM 30

3.3 รูปแบบพื้นฐานของเซลล์ ATM 30

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในเครือข่าย ATM 30

3.5 การเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย ATM.....31

3.6 รูปแบบเฮดเดอร์ของเซลล์ ATM.....33

3.7 ฟิลด์ เฮดเดอร์ของเซลล์ ATM.....33

3.8 การให้บริการของเครือข่าย ATM.....34

3.9 การเชื่อมต่อแบบเสมือนของเครือข่าย ATM.....35

3.10 การทำงานของสวิทซ์ ATM.....35

บทที่ 4 ระบบเครือข่าย ATM กับเอนเตอร์ไพร์ส LAN Backbone 36

4.1 ATM LAN Campus 36

4.2 ระบบเครือข่ายสวิทซ์ ATM ระดับ Enterprise 36

4.3 สวิทซ์สำหรับระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN 38

4.3.1 วิวัฒนาการของ Router Bridges และ Hubs.....40

4.3.2 ATM Router.....40

4.3.3 ATM Hubs.....41

4.3.4 อุปกรณ์เครือข่าย ATM ท้องถิ่นประเภทอื่น ๆ.....41

4.3.4.1 ATM Multiplexer/Concentrators.....42

4.3.4.2 อุปกรณ์ ATM Bridging.....42

4.3.4.3 ATM CSU/DSUs.....43

4.3.4.4 LAN Enterprise และ Backbone Switch.....43

4.4 การเปรียบเทียบเชิงเทคโนโลยี.....44

บทที่ 5 ความสามารถของ ATM 46

5.1 บทนำ.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 การใช้เสียงและโทรศัพท์กับ ATM.....46

5.3 เครือข่ายจำลอง และ Circuit Emulation Services 47

5.4 เครือข่ายมัลติมีเดีย เสียง/ภาพ (Audio/Visual multimedia services) 48

5.4.1 สัญญาณภาพที่ต้องการในเครือข่าย.....48

5.4.2 มาตรฐานการเข้าสัญญาณภาพด้วย ATM.....48

5.4.3 คุณสมบัติวีดีโอออนดีมาน์บนมาตรฐาน ATM Forum.....49

5.4.4 Internetworking, Access และ Trucking.....50

บทที่ 6 ทฤษฎีของระบบแถวรอคอยและรูปแบบแถวรอคอย.....54

6.1 ทฤษฎีของระบบแถวรอคอย.....54

6.2 ความสัมพันธ์เบื้องต้นขององค์ประกอบ.....54

6.3 แถวรอคอยแบบ M/M/1.....57

6.4 ลักษณะการนำหลักการแถวรอคอยมาประยุกต์ใช้งานในกรณีต่าง ๆ.....58

6.5 สรุปผลการทดลอง.....67

เอกสารอ้างอิง.....68

ภาคผนวก.....69

ภาคผนวก ก.....70

ประวัติผู้เขียน.....71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงระดับของการบริการต่าง ๆ ของ ATM พร้อมทั้งการรับประกันคุณภาพในตัวแปรที่ต่างกัน.....20

2.2 แสดงสภาวะที่เหมาะสมของระดับการบริการใน ATM Forum สำหรับการใช้งานที่แตกต่างกัน.....20

4.1 แสดง Enterprise และ LAN/Campus Backbone Switch ที่สำรวจผลการทำงานพร้อมทั้งแสดงประสิทธิ์ภาพเครือข่าย.....43

4.2 การเปรียบเทียบเชิงเทคโนโลยีต่าง ๆ ของ LAN.....44

4.3 แสดงคุณลักษณะต่าง ๆ เปรียบเทียบกันระหว่าง FDDI, Switch 100 MBPS Ethernet, 1 GBPS Ethernet, ATM.....45

5.1 แสดงความต้องการช่วงกว้างของแถบแบนด์วิธ์สำหรับภาพวีดีโอที่ต้องการคุณลักษณะการบีบอัดข้อมูล.....49

5.2 สรุปคุณลักษณะของ ATM DXI Mode.....53

6.1 สัญลักษณ์ของระบบแถวรอคอย.....57

5.1 การออปติไมซ์และแสดงการสูญหายของเซลล์.....58

6.1 แสดงชนิดการต่อเชื่อมของ ATM card.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แบบจำลองที่ใช้อ้างอิงการติดต่อสื่อสารของ ATM ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับ 2 ชั้นล่างสุดของแบบจำลองการติดต่อสื่อสารของ OSI.....4

2.2 แสดงการเตรียมเซลล์ของ AAL1 สำหรับการส่งผ่าน.....6

2.3 แสดงชั้นต่าง ๆ ของ OSI Mode 8

2.4 สถาปัตยกรรมของแบบจำลอง OSI 10

2.5 ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง OSI 11

2.6 ก) เส้นทางสมมุติ ข) เส้นทางจริงในการติดต่อของแบบจำลอง.....13

2.7 การติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการ A และ B ในแบบจำลอง OSI 13

2.8 การติดต่อระหว่าง Network Layer, Transport Layer และ Session Layer 15

2.9 การติดต่อระหว่าง Transport Layer, Session Layer และ Presentation Layer 16

2.10 แสดง Traffic ระบบเครือข่าย ATM เทียบกับระบบเครือข่ายประเภทอื่น ๆ.....19

2.11 ตัวอย่างการเชื่อมต่อของ LANE 23

2.12 แสดง ATM Service ในเชิง Internetworking.....24

2.13 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกายภาพของ Access และ Trucking 24

2.14 การเชื่อมโยงโดยการกำหนด DLCI ในแต่ละ Logical Channel Number (DLCI).....25

2.15 แสดง Frame Relay over ATM 27

2.16 การใช้ Plane Layer Protocol สำหรับระบบ LAN และ Internetworking 27

2.17 แสดงการประยุกต์การใช้ IP over ATM กับ Router Interconnection ของเครือข่ายย่อยอิสระเชิงตรรกะ (Logically Independent Subnets) 27

2.18 ส่วนประกอบของ MPOA Networks.....28

3.1 แสดงเครือข่าย ATM ขององค์การเอกชนและของหน่วยงานสาธาณะซึ่งเครือข่ายทั้งสองจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียง ภาพ และข้อมูล.....29

3.2 เซลล์ ATM ประกอบด้วยส่วนของ header และ payload 30

3.3 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของเครือข่าย ATM มีสวิทซ์ ATM และอุปกรณ์ปลายทาง.....31

3.4 การเชื่อมต่อของสวิทซ์ ATM ที่มีความแตกต่างกันของเครือข่ายองค์กรเอกชนและเครือข่ายองค์กรสาธารณะ.....32

3.5 แสดงสถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย ATM 32

3.6 แสดงเซลล์ ATM แบบ UNI และ NNI ซึ่งมีเฮดเดอร์และเพยโหลดขนาด 48 ไบท์.....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.7 แสดงการรวมกันของช่องสัญญาณเสมือน VCs เพื่อสร้างเส้นทางเสมือน VPs 35
4.1 แสดงหน้าที่หลักของสวิทซ์ประเภทระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN ในระบบ Enterprise 36
4.2 แสดงระบบเครือข่ายประเภท ATM Enterprise Switch 37
4.3 ATM LAN หรือ Campus Backbone Switch.....39
4.4 แสดง Bridges และ Router ซึ่งรองรับ OSI Protocol Layer 40
4.5 การประยุกต์ใช้ของ ATM Router 41
4.6 แสดงหน้าที่ รูปแบบ การเชื่อมต่อของ ATM Hubs 42
4.7 ก) ATM Multiplexer ข) Bridges ค) CSD/DSUs 42
5.1 โปรโตคอล ATM ที่รองรับ เสียง กลุ่มข้อมูล ภาพ และข้อมูล WAN 46
5.2 แสดงสายผ่านเครือข่าย Narrowband ผ่านทางเครือข่าย ATM 47
5.3 แสดงแบบจำลองของ Circuit Emulation Service 48
5.4 ตัวอย่างและหน้าที่ของ Structured-Mode CES Internetworking 48
5.5 แสดงการต่อเชื่อมของวีดีโอออนดีมานด์.....50
5.6 แสดงทางตรรกะของ Access, Internetworking และ Trucking 51
5.7 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกายภาพของ Access และ Trucking 51
5.8 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Frame Relay/ATM Status Signaling 51
5.9 แสดงรูปแบบระบบเครือข่ายของ FR/ATM-Based Enterprise 52
5.10 แสดงการเชื่อมต่อ ATM DXI 52
6.1 ระบบแถวรอคอย (queueing system).....54
6.2 สายพานของเซลล์ slot.....55
6.3 จำนวนเฉลี่ยของเซลล์โดยระบบแถวรอคอย M/M/1).....58
6.4 แสดงการจัดการของระบบแถวรอคอยแบบ FIFO.....59
6.5 แสดงขั้นตอนการจัดการ FIFO.....59
6.6 แสดงช่วงเวลาการขอใช้เวลาของผู้ขอใช้แต่ละราย.....61
6.7 แสดงการจัดสรรเวลาการให้บริการในระบบแถวรอคอยแบบ FIFO.....61
6.8 แสดงขั้นตอนการจัดการแบบมีการกำหนดความสำคัญของผู้ใช้.....63
6.9 แสดงการจัดสรรเวลาในระบบแถวรอคอยที่มีการกำหนดความสำคัญของ user.....64
6.10 แสดงจุดของเวลาที่เข้ามาถึงและช่วงเวลาที่ขอใช้บริการของ user แต่ละราย.....65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

6.11 แสดงการจัดสรรเวลาการให้บริการในระบบแถวรอคอยแบบ FIFO.....65

6.12 แสดงการจัดการสรรเวลาการให้บริการในระบบแถวรอคอยโดยใช้หลัก FIFO และกำหนดความสำคัญของ user จากลักษณะงานโดยใช้หลัก CBC และ VBR 66

6.13 แสดงการจัดสรรเวลาการให้บริการในระบบแถวรอคอยโดยให้หลักการ FIFO และกำหนดความสำคัญของ user จากลักษณะงานโดยใช้หลัก CBR.....67

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1

ประวัติและความเป็นมาของสวิทช์ซิ่งแบบ Asynchronous Transfer Mode (ATM)

1.1 บทนำ

เทคโนโลยี Asynchronous Transfer Mode (ATM) เป็นมาตรฐานหนึ่งที่กำหนดโดยหน่วยงาน International Telecommunication Union: Telecommunication Standard Sector (ITU-T) ที่ใช้สำหรับ cell relay เพื่อรองรับมาตรฐานการให้บริการในลักษณะ Broadband Integrated Services Digital Network (B-ISDN) ซึ่งมีความเหมาะสมกับงานในหลายรูปแบบเช่นข้อมูล เสียงและวีดีโอ

ในด้านการนำมาใช้งานกับระบบสื่อสารเทคโนโลยี ATM มีความเป็นมาตรฐานกลางที่ใช้ได้กับการสื่อสารระบบ Local Area Network (LAN) และระบบ Wide Area Network (WAN) ซึ่งจะทำให้การเชื่อมต่อภายในระบบเดียวกันโดยเป็น LAN หรือ WAN เข้าด้วยกันสามารถเชื่อมต่อได้เสมือนไร้รอยต่อเมื่อมีความเร็วการทำงานต่าง ๆ กัน ตามมาตรฐาน Synchronous Optical Network (SONET) ซึ่งเป็นการกำหนดการส่งข้อมูลของการสื่อสารแบบ digital บนสายใยแก้วนำแสง (Optical Carrier) เช่นกำหนดการส่งเป็นแบบ OC-3, OC-12 SONET ซึ่งจะได้ความเร็วที่ 155, 622 Mbps ตามลำดับหรืออาจจะส่งที่ OC-N ใด ๆ (N = 51.84 Mbps)

จากข้อดีต่าง ๆ ของการนำเทคโนโลยี ATM มาใช้และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานความกว้างแบนด์ของ ATM จึงได้มีการผนวกเข้ากับเทคนิคของการจัดการโดยใช้ทฤษฎีแถวรอคอยเพื่อจัดการกับการร้องขอใช้ความกว้างของแบนด์ของ ATM

1.2 ประวัติและความเป็นมาของสวิทช์ซิ่งแบบ Asynchronous Transfer Mode (ATM)

การสื่อสารแบบ Asynchronous Transfer Mode (ATM) เป็นมาตรฐานหนึ่งที่หน่วยงาน International Telecommunication Union: Telecommunication Standard Sector (ITU-T) ที่ใช้เรียก cell relay ที่บรรจุข่าวสารสำหรับการให้บริการหลายรูปแบบเช่นข้อมูล เสียงและข้อมูล มีลักษณะเป็นชุดเล็ก ๆ ที่เรียกว่า เซลล์ (cell) โดยแต่ละเซลล์มีขนาดคงที่ เครือข่ายสื่อสาร ATM มีการติดต่อแบบ connection-oriented

ในบทนี้จะเป็นการรวบรวมสรุปโปรโตคอลของ ATM การบริการ และการปฏิบัติการของระบบเครือข่ายสื่อสาร ATM แบบส่วนตัว (Private) และระบบเครือข่ายสื่อสาร ATM แบบสาธารณะ (Public) ซึ่งจะมีการส่งผ่านข่าวสารประเภท เสียง ภาพ และข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1.3 ประโยชน์หลักของระบบเครือข่าย ATM

ประโยชน์หลักของระบบเครือข่าย ATM มีการให้บริการที่สำคัญดังนี้

1. ใช้เพียงเครือข่ายเดียวสำหรับทุกรูปแบบของการสื่อสาร เครือข่าย ATM มีความสามารถในการจัดการได้กับการสื่อสารของงานประเภท เสียง ข้อมูลและภาพ โดยเทคโนโลยี ATM จะอนุญาตให้มีการรวมของงานในลักษณะต่าง ๆ แล้วจัดการส่งในเครือข่ายเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ได้ประสิทธิภาพและความสามารถในการจัดการได้ดี
2. มีความสามารถในการเพิ่มงานลักษณะใหม่ ๆ ได้ ในขณะที่มีการใช้ความเร็วที่สูงขึ้น และรวบรวมรูปแบบของการสื่อสาร ATM จะสามารถสร้างและขยายงานลักษณะใหม่ได้เช่น งานลักษณะ multimedia ไปยัง desktop
3. ความสามารถใช้กับสายสัญญาณเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ โดย ATM ไม่ได้อ้างอิงเฉพาะเจาะจงกับสายสัญญาณประเภทใด แต่เนื่องจาก ATM ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาบนพื้นฐานของสายสัญญาณเดิมที่มีอยู่ ดังนั้น ATM จะสามารถส่งได้บนเครือข่ายของสายตีเกลียวคู่ สายโคแอส สายใยแก้วนำแสง
4. ความสามารถในการโยกย้ายเพิ่มเติมเครือข่าย เมื่อมีการโยกย้ายเพิ่มเติมจะมีผลกับเครือข่ายเดิมดังนั้นองค์กรที่กำหนดมาตรฐานและ ATM Forum จึงได้กำหนดความต่อเนื่องของการเปลี่ยนแปลงนี้เพื่อให้แน่ใจว่าเครือข่าย ATM จะได้ประโยชน์จากการเพิ่มขยายและปรับปรุงให้มีความสามารถสูงขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนจะเกิดขึ้นเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรองรับงานใหม่และความจำเป็นทางธุรกิจ
5. มีการจัดการเครือข่ายที่ง่าย ATM ได้ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อให้เป็นเทคโนโลยีที่มีมาตรฐานสำหรับเครือข่ายท้องถิ่นประเภท campus/backbone เครือข่ายสาธารณะ เครือข่ายเอกชนและเครือข่ายขนาดใหญ่ โดยเครือข่ายทั้งหมดนี้ใช้รูปแบบการจัดการแบบเดียวกันทั้งนี้เพื่อมุ่งหวังให้มีการจัดการที่ง่ายโดยใช้เทคโนโลยีเดียวกันสำหรับทุกระดับชั้นของเครือข่าย
6. เป็นสถาปัตยกรรมที่สามารถใช้งานได้ยาวนานในระบบสื่อสารข้อมูลและอุตสหกรรมโทรคมนาคมมีการมุ่งเน้นที่มาตรฐาน ATM เนื่องจาก ATM ได้ออกแบบเพื่อให้มีความสามารถในการเพิ่มขยายและมีความยืดหยุ่นในด้าน ระยะทางทางภูมิศาสตร์ จำนวนผู้ใช้ การเข้าถึงและช่องทางความกว้างของแบนด์ขนาดใหญ่

1.4 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เนื่องจาก ATM เป็นเทคโนโลยีที่ดีมีการออกแบบเซลล์ให้สามารถรองรับงานประเภทเสียง ภาพ และข้อมูลได้ ส่วนในด้านการจัดการเพื่อให้ระบบสื่อสารสามารถรองรับการส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ได้ปริมาณมาก ๆ และเพื่อคุณภาพการสื่อสารดีขึ้นโดยปกติแล้วระบบสื่อก็จะถูกออกแบบให้มีความกว้างของแบนด์เพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลให้ประสิทธิภาพและคุณภาพของการสื่อสารดีขึ้น แต่การที่มุ่งเน้นการเพิ่มความกว้างของแบนด์เพียงอย่างเดียวก็ไม่ใช่เป็นหนทางเดียวที่จะทำให้คุณภาพของการสื่อสารดีขึ้นตามลำดับของการเพิ่มความกว้างของแบนด์ นอกจากนี้การเพิ่มความกว้าของแบนด์ก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายด้านต่าง ๆ สูงขึ้น เช่นสายส่งสัญญาณ อุปกรณ์ส่งและรับสัญญาณและรวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงเป็นการเสนอแนวทางในด้านการจัดการความกว้างของแบนด์ ATM เพื่อให้ได้คุณภาพของการสื่อสารดีขึ้น

1.5 หลักการใหม่ในวิทยานิพนธ์

เพื่อให้ได้คุณภาพการสื่อสารที่ดีจึงต้องอาศัยระบบการจัดการบริหารความกว้างของแบนด์ที่ดี ซึ่งหลักการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการจัดการคือหลักการการจัดการ โดยกำหนดสิทธิของผู้ใช้และประเภทของงานโดยประยุกต์เข้ากับหลักของทฤษฎีแถวรอคอย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 2

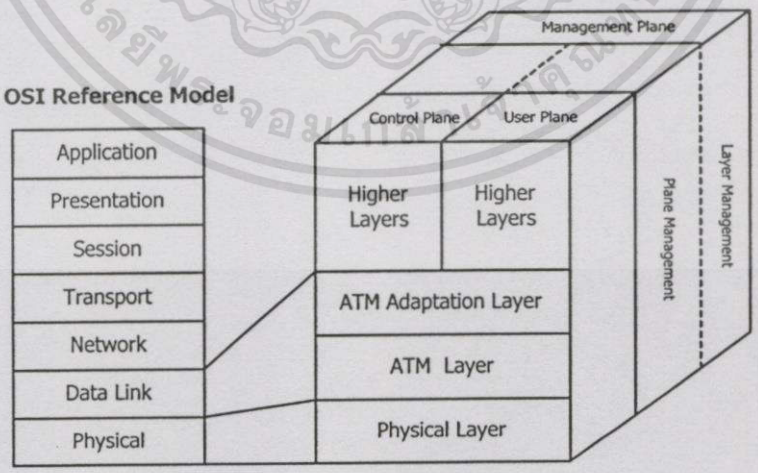
รูปแบบการสื่อสารของเทคโนโลยี ATM

2.1 การอ้างอิงรูปแบบสื่อสาร ATM

สถาปัตยกรรมการสื่อสารของ ATM เป็นแบบจำลองที่อธิบายถึงหน้าที่การสนับสนุนการทำงานเพื่อให้สอดคล้องกับชั้นกายภาพ (Physical Layer) และชั้นการเชื่อมต่อของข้อมูล (Data-Link Layer) โดยอ้างอิงให้เข้ากับรูปแบบ OSI

ในแบบจำลองของ ATM เป็นการประกอบกันของชั้นการวางแผนการเพื่อการควบคุมการสื่อสาร ซึ่งจะครอบคุมอยู่ในทุก ๆ ชั้นของแบบจำลองดังในรูปที่ 2.1 โดยจะมีอยู่ 3 แกนหลักคือ

1. Control คือชั้นควบคุมซึ่งจะเป็นการวางแผนกำหนดขั้นตอนการให้กำเนิดสัญญาณการจัดการตามที่มีการร้องขอ
2. User คือชั้นที่คอยให้บริการกับผู้ใช้ในด้านการจัดการกับการส่งผ่านข้อมูล
3. Management คือในชั้นการจัดการจะประกอบได้ด้วย 2 องค์ประกอบคือ
   - 3.1 Layer management คือชั้นการจัดการซึ่งจะคอยกำหนดหน้าที่ของแต่ละการทำงานในด้านการค้นหาข้อผิดพลาดและปัญหาการติดต่อสื่อสาร
   - 3.2 Plane management คือชั้นการจัดการด้านการวางแผนและประสานการทำงานเพื่อให้สัมพันธ์กันทั้งระบบ



รูปที่ 2.1 แบบจำลองที่ใช้อ้างอิงการติดต่อสื่อสารของ ATM ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับ 2 ชั้นล่างสุดของแบบจำลองการติดต่อสื่อสารของ OSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การอ้างอิงรูปแบบการสื่อสาร ATM จะประกอบไปด้วยชั้น ATM Layer ในชั้นต่าง ๆ 3 ชั้น ดังนี้

1. Physical Layer ในชั้นนี้จะคล้ายคลึงกับชั้น Physical Layer ของ OSI ในชั้น Physical Layer นี้จะทำหน้าที่จุดการการส่งผ่านสัญญาณซึ่งจะขึ้นอยู่กับสื่อที่ใช้ โดยหลัก ๆ แล้วในชั้นนี้จะมีหน้าที่อยู่ 4 อย่างคือ
   1.1 แปลงสัญญาณบิตไปยังเซลล์
   1.2 ทำการส่งผ่านและรับสัญญาณบิตจากสื่อและคอยควบคุมสัญญาณนั้น
   1.3 คอยติดตามสัญญาณของเซลล์ ATM ที่เข้ามา
   1.4 กำหนดปริมาณที่เหมาะสมในการส่งให้สอดคล้องกับสื่อที่ใช้

   ใน Physical Layer ยังแบ่งออกเป็นชั้นย่อย ๆ อีก 2 ชั้น คือ

   1. Physical Medium Dependent ; PMD ในชั้นนี้จะมีหน้าที่หลัก 2 อย่างคือ
      1.1 จะทำหน้าที่เข้าจังหวะการส่งและรับโดยจะคอยส่งและรับสัญญาณ timing อย่างต่อเนื่อง
      1.2 จะทำหน้าที่กำหนดสื่อทางกายภาพสำหรับใช้เป็นสื่อกลาง ซึ่งจะรวมถึงหัวต่อและสายสัญญาณ เช่นมาตราฐานของสื่อทางกายภาพสำหรับ ATM จะรวมถึง Synchronous Optical Network/Synchronous Digital Hierarchy; SONET/SDH, DS-3/E3, 155 Mbps ซึ่งจะครอบคลุมถึงชนิดของสายใยแก้วนำแสง ที่ใช้กำหนดรูปแบบการเข้ารหัส 8B/10B และ 155 Mbps 8B/10B จะครอบคุมชนิดของสายสัญญาณประเภทตีเกลียวคู่
   2. Transmission Convergence; TC ในชั้นนี้จะมีหน้าที่หลักอยู่ 4 อย่าง คือ
      2.1 Cell delineation
      เป็นการทำหน้าที่ด้านคอยดูแลรักษาขอบเขตของเซลล์ ATM ตามที่ได้กำหนดไว้ที่อุปกรณ์
      2.2 Header Error Control ; HEC
      จะทำหน้าที่กำหนดลำดับของเซลล์และตรวจสอบความถูกต้อง โดยตรวจจากรหัสของ HEC
      2.3 Cell-rate decoupling
      จะทำหน้าที่คอยรักษาจังหวะการส่งและรับและทำหน้าที่ปรับเปบี่นอัตราการส่ง
      2.4 Transmission-frame adaptation
      ทำหน้าที่คอยปรับเปลี่ยนขนาดชุดการส่งของเซล ATM เพื่อให้เหมะสมกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3. ATM Layer ในชั้นนี้มีการกำหนดการทำงานรวมกันของชั้น ATM Adaptation Layer และมีหลักการทำงานโดยทั่ว ๆ ไปจะคล้ายกับในชั้น data-link layer ของ OSI โดย ATM Layer จะคอยทำหน้าที่การริเริ่มการเชื่อมต่อและส่งผ่านเซลล์ไปยังเครือข่าย ATM โดยอาศัยข่าวสารจาก header ของแต่ละเซลล์ ATM
4. ATM Adaptation Layer ; AAL ในชั้นนี้มีการกำหนดการทำงานรวมกับชั้น ATM Layer และมีหลักการทำงานโดยทั่ว ๆ ไปจะคล้ายกับในชั้น data-link layer ของ OSI โดย AAL จะคอยทำหน้าที่การแยกลำดับขั้นตอนการสื่อสารจากชั้นที่สูงกว่าโดยอาศัยข้อมูลรายละเอียดของการประมวลผล

ATM Adaptation Layer; AAL1

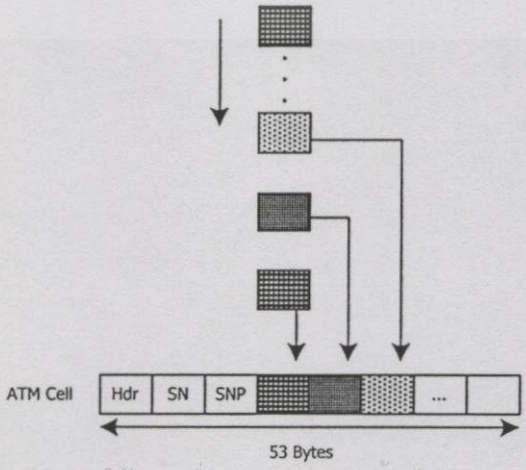
AAL1 เป็นการให้บริการในลักษณะ connection-oriented ซึ่งจะเหมาะสมกับงานที่ต้องการการควบคุมแบบ circuit-emulation เช่นเสียงและภาพการประชุม การให้บริการแบบ circuit-emulation จะให้ความสะดวกสบายเช่นเดียวกับอุปกรณ์ที่ใช้ต่อเชื่อมเข้ากับคู่สายเช่าไปยังเครือข่ายหลัก ATM

AAL1 จะอาศัยการเข้าจังหวะเวลาระหว่างแหล่งกำหนดกับอุปกรณ์ปลายทางสำหรับเหตุผลการทำงานของ AAL1 จะขึ้นอยู่กับสื่อเช่น SONET ที่สนับสนุนสัญญาณนาฬิกาการทำงานของ AAL1 จะมีการเตรียมการเซลล์เพื่อการส่งอยู่ 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองการเข้าจังหวะเป็นการใส่ค่าเข้าไปยังฟิลด์ของ Payload เช่นทดลองใส่ 1 ไบต์ที่อัตราของ 125 ไมโครวินาที

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการใส่ฟิลด์ Sequence Number; SN และ Sequence Number Protection; SNP ซึ่งเป็นการเพิ่มฟิลด์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการรับแล้วใช้ตรวจสอบว่าการรับแล้วใช้ตรวจสอบว่าการรับเซลล์นั้น ๆ ถูกต้องตามที่สั่งหรือไม่

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการใส่ฟิลด์ที่เหลือของฟิลด์ Payload เพื่อให้เท่ากับ 48 ไบต์ตามรูปที่ 2.2 จะแสดงว่า ALL1 มีการเตรียมเซลล์สำหรับการส่งอย่างไร



รูปที่ 2.2 แสดงการเตรียมเซลล์ของ AAL1 สำหรับการส่งผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลง เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ATM Adaptation Layer: AAL ¾

AAL ¾ เป็นการบริการที่ให้การสนับสนุนทั้งแบบ connection-oriented และ connectionless โดย AAL ¾ ได้ถูกออกแบบสำหรับให้กับผู้จัดหาให้บริการเครือข่ายและมีความเกี่ยวพันกับ Switch Multimegabit Data Service; SMDS ชั้น AAL ¾ จะถูกใช้เพื่อส่งชุด SMDS บนเครือข่าย ATM

การเตรียมการเซลล์ของ AAL ¾ เพื่อการส่งผ่านจะมีอยู่ 4 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 Convergence Sublayer; CS เป็นการสร้าง Protocal Data Unit; PDU โดยการเตรียมค่าที่ระบุการเริ่มต้นและสิ้นสุดที่เทคของเฮดเดอร์ไปยังเฟรมและไปเพิ่มเติมความยาวของฟิลด์ที่ปลาย

ขั้นตอนที่ 2 Segmentation and Reassembly Sublayer; SAR จะทำหน้าที่แบ่งย่อยของ PDU และเตรียมให้เข้ากับเฮดเดอร์

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการเพิ่ม Cyclic Redundancy Check; CRC จำนวน 10 บิต เข้ากับส่วนหางของ PDU เพื่อควบคุมความผิดพลาด

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนที่มีความสมบูรณ์ของ SAR และ PDU ซึ่งจะกลายเป็นฟิลด์ Payload ของเซลล์ ATM

ATM Adaptation Layer: AAL5

AAL5 เป็นปฐมภูมิของ AAL ที่ใช้สำหรับ ข้อมูลและให้การสนับสนุนการติดต่อและส่งผ่านข้อมูลแบบ connection-oriented และ connectionless ซึ่งนำมาใช้เพื่อส่งผ่านข้อมูลส่วนใหญ่ที่เป็นแบบ Non-SMDS เช่น การส่งโดยใช้โปรโตคอล IP แบบเดิมไปยังเครือข่าย ATM และเครือข่ายจำลองท้องถิ่นของ ATM (LANE)

AAL5 มีการเตรียมเซลล์สำหรับการส่งอยู่ 3 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 ชั้นย่อยของ CS จะมีการเพิ่มความยาวที่แปรผันได้ที่ 8 ไบต์ท้ายไปยังเฟรมซึ่งการกระทำดังกล่าวเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพท์ของ PDU ตกอยู่ในขอบเขตที่ 48 ไบต์ ของเซลล์ ATM ในส่วนท้ายจะรวมถึงความยาวของเฟรมและ CRC 32 บิท ในชั้น AAL5 จะประมวลผลการรับเพื่อค้นหาข้อผิดพลาด การสูญหายของเซลหรือลำดับของเซลไม่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 2 ชั้นย่อยของ SAR จะทำการแยก Segment ของ CS PDU เพื่อใส่เข้าไปยังบล็อก 48 ไบต์ ส่วนเฮดเดอร์และส่วนท้ายจะไม่มีการเพิ่มเติม อย่างใน AAL ¾ ดังนั้นข่าวสารจะไม่สามารถแยกออกจากกัน

ขั้นตอนที่ 3 ในขั้นสุดท้าย ATM Layer ของแต่ละบล็อกจะถูกใส่เข้าไปยังฟิลด์ Payload ของเซลล์ ATM สำหรับเซลล์ทั้งหมด จะยกเว้นเซลล์สุดท้าย ฟิลด์ในบิท Payload Type; PT จะ

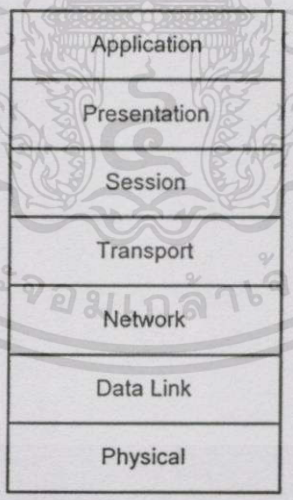
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ถูกเซตให้เป็น "0" เพื่อระบุว่าเซลล์นั้นไม่ใช้เซลล์สุดท้ายในอนุกรมซึ่งแสดงในเฟรม เดียวสำหรับเซลล์สุดท้ายในฟิลด์ของ PT จะถูกเซตเป็น "1"

2.2 ขบวนการโปรโตรคอล

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 2.3

อย่างไรก็ตามสิ่งที่ไม่เหมือนกันของเครือข่ายคือขีดความสามารถในการทำงานชั้นต่าง ๆ ที่แตกต่างออกไปของคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดจากผู้ผลิต



รูปที่ 2.3 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ถ้าพิจารณาถึงความหมายของ OSI จะได้ใจความจากศัพท์แต่ละตัวเช่น Open หมายถึงการเปิดกว้าง System หมายถึงระบบจะหมายถึงระบบคอมพิวเตอร์และ Interconnection ที่หมายถึงการเชื่อมโยงภายใน เพราะฉะนั้นคำว่า OSI คือ มาตรฐานตัวหนึ่งที่ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารกับระบบคอมพิวเตอร์อีกระบบหนึ่ง โดยที่ระบบนั้นอาจจะเหมือนกันหรือต่างกัน ตราบใดที่มีมาตรฐานตัวเดียวกันคือ OSI ระหว่างการระประชุมช่วงแรกของคณะอนุกรรมการ SC16 ในเดือนมีนาคม 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) เป็นมาตรฐานสากล หลังจากที่ได้มีการพิจารณาต่อไปอีก แบบจำลองอ้างอิงของ OSI ก็ได้รับการสนับสนุนให้เป็น Draft International Standard (DIS) ในปี พ.ศ. 2525 หลังจากการแก้ไขแล้วแบบจำลองอ้างอิงได้รับการยอมรับให้เป็นมาตรฐานสากล (ISO 7498) ในปี พ.ศ. 2526

2.3 การกำหนดชั้นของแบบจำลอง OSI

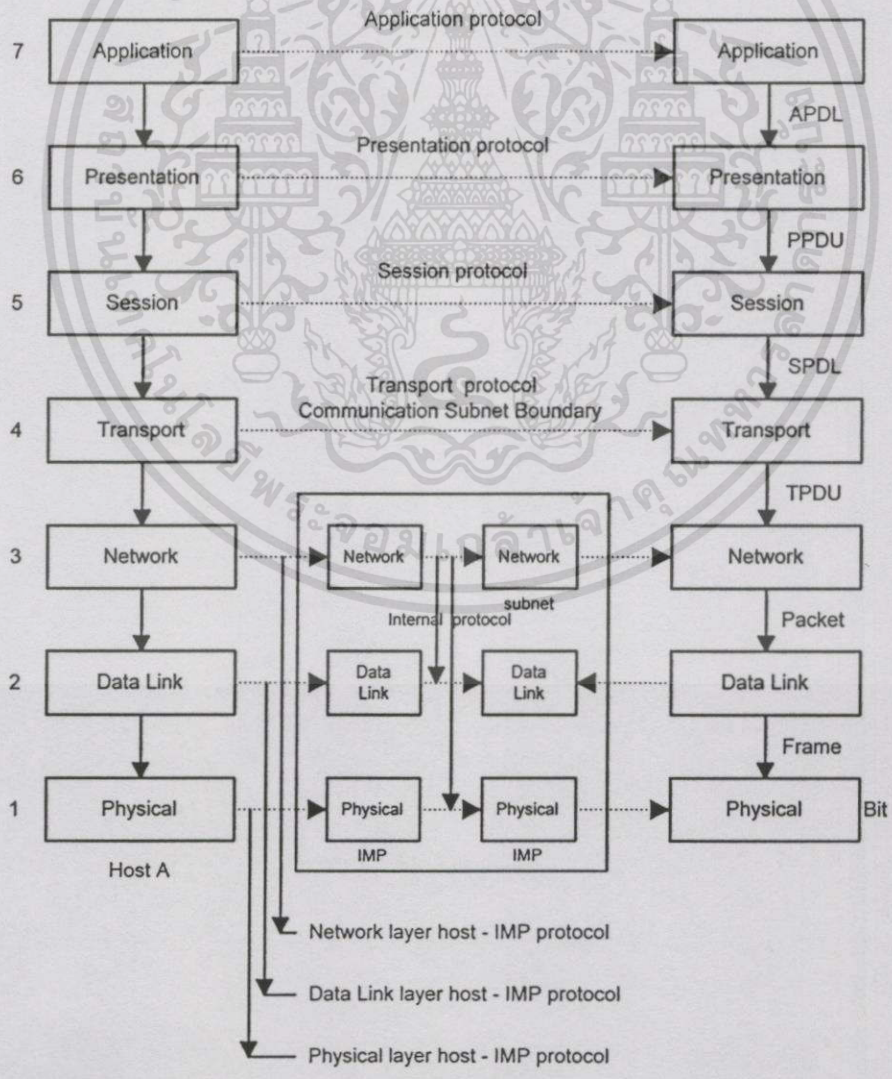
สำหรับหลักการพื้นฐานที่ ISO ยึดถือและปฏิบัติตามจะได้มาซึ่งแบบจำลอง OSI ที่มี 7 ชั้น มีดังต่อไปนี้คือ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

8. สร้างชั้น ณ ตำแหน่งที่จำเป็นในการจัดการกับข้อมูลต่าง ๆ
9. สร้างขอบเขตของแต่ละชั้นด้วยขอบเขตของชั้นที่ติดกันเช่น ชั้นที่สูงกว่าและชั้นที่ต่ำกว่าเท่านั้น
10. ยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงภายในชั้นโดยไม่กระทบกระเทือนชั้นอื่น ๆ

รูปที่ 2.4 แสดงสถาปัตยกรรมของแบบจำลอง OSI และ รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการใช้แบบจำลอง OSI ในการส่งผ่านข้อมูล (Data) โดยใช้เครือข่ายเริ่มจากข้อมูลถูกป้อนจากผู้ใช้บริการเข้าไปยัง 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



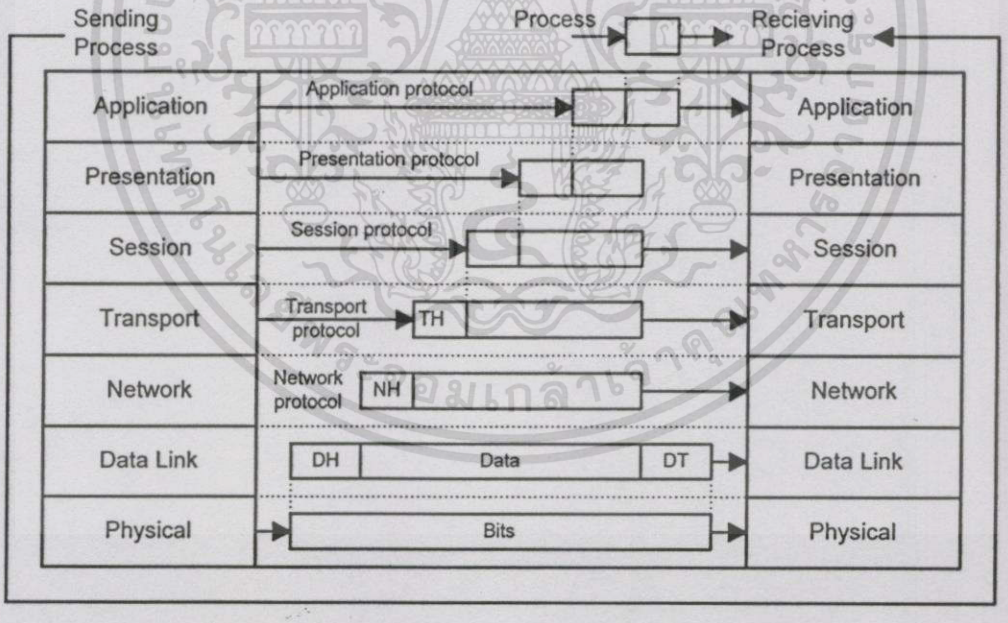
รูปที่ 2.4 สถาปัตยกรรมของแบบจำลอง OSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

นอกจากนี้ส่วนของ Presentation Layer อาจจะประกอบด้วยบางสิ่งบางอย่างซึ่งในที่นี้หมายถึงข้อมูลที่ผู้ใช้บริการส่งมารวมกับส่วนหัวที่ Application Layer เพิ่มเติมเข้ามาโดยส่วนของ Presentation Layer จะมองข้อมูลที่ส่งมานี้พร้อมกันเป็นเนื้อเดียวกันเหมือนข้อมูลธรรมดา

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

จากแนวคิดนี้แม้นว่าการส่งผ่านข้อมูลในความจริงจะเป็นในแนวตั้งลงมาและเมื่อถึงอุปกรณ์ด้านรับแล้วก็ส่งย้อนไปแนวตั้งขึ้นไป แต่ก็สามารถเปรียบได้ว่าแต่ละชั้นที่อยู่ในระดับเดียวกันรับส่งข้อมูลได้โดยตรงในแนวนอนโดยแนวคิดนี้เป็นแนวคิดหลักและเป็นจุดประสงค์ในการที่จะทำให้การประยุกต์ใช้ชั้นในระดับเดียวกับเครื่องอุปกรณ์ตัวอื่น โดยไม่ต้องสนใจเลยว่าในความเป็นจริงข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปอย่างไร



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการใช้แบบจำลอง OSI

2.3.1 รายละเอียดของชั้นใน ATM

2.3.1.1 Physical Layer

เกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารได้ระดับเบื้องต้นที่เรียกว่า Raw Bit commit จุดประสงค์หลักในการออกแบบจำลองถึงคุณภาพและหน้าที่หลัก ๆ คือ เมื่อผู้ส่งบิตมีค่าเป็น "1" ออกไป ทางด้านผู้รับจะได้รับค่าเป็นบิตที่มีค่าเป็น "1" เช่นเดียวกัน ไม่ใช่เป็น "0" ในทางกลับกันถ้าผู้ส่งบิต "0" ออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

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

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

2.3.1.2 Data Link Layer

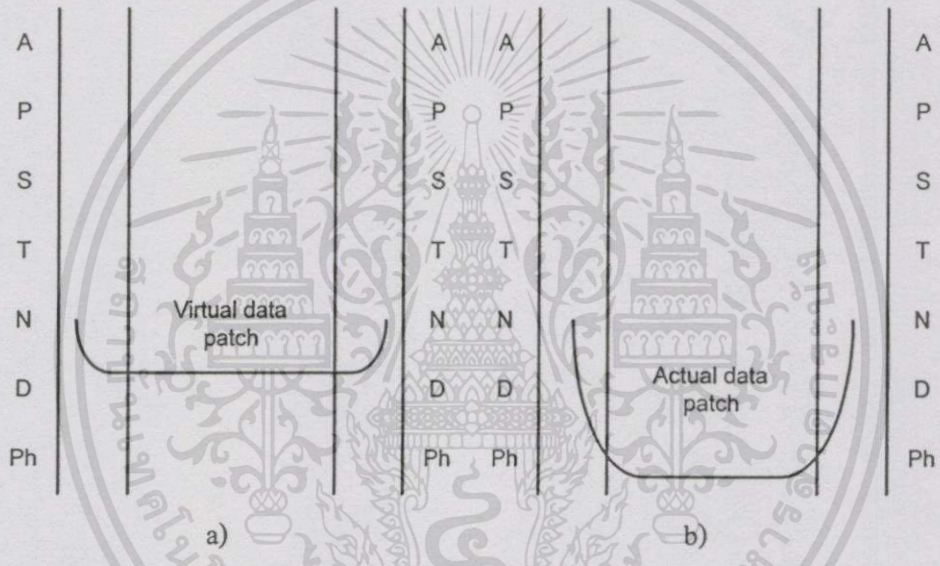
หน้าที่หลักของชั้นนี้คือการจัดส่งข้อมูลผ่านไปยัง Physical Layer รวมทั้งจัดการเกี่ยวกับการตรวจหาที่ผิดและแก้ไข (Error Detecting และ Error Correcting) กล่าวคือเมื่อดูแลชั้นเหนือ Data Link Layer ขึ้นไปอีกหนึ่งชั้นได้แก่ Network Layer ส่วนของ Network Layer ของเครื่องอุปกรณ์นั้นมีการส่งผ่านในแบบที่ถูกต้องสมบูรณ์ ไม่มีข้อผิดพลาดเลย ซึ่งก็เป็นหน้าที่ของชั้นที่จะต้องบริการต่อ Network Layer รูปที่ 2.6 และ 2.7 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 ของเครื่องอุปกรณ์ด้านรับนั้นเมื่อได้รับเฟรมแล้วก็จะทำการส่งเฟรมของข้อมูลที่เรียกว่า Acknowledgement Frame กลับไปยังเครื่องอุปกรณ์ด้านส่ง เนื่องจาก Physical Layer ส่งผ่านข้อมูลในลักษณะ Raw Bit จึงส่งไปทีละบิตโดยไม่สนใจว่าแต่ละบิตที่เรียงต่อกันจะ

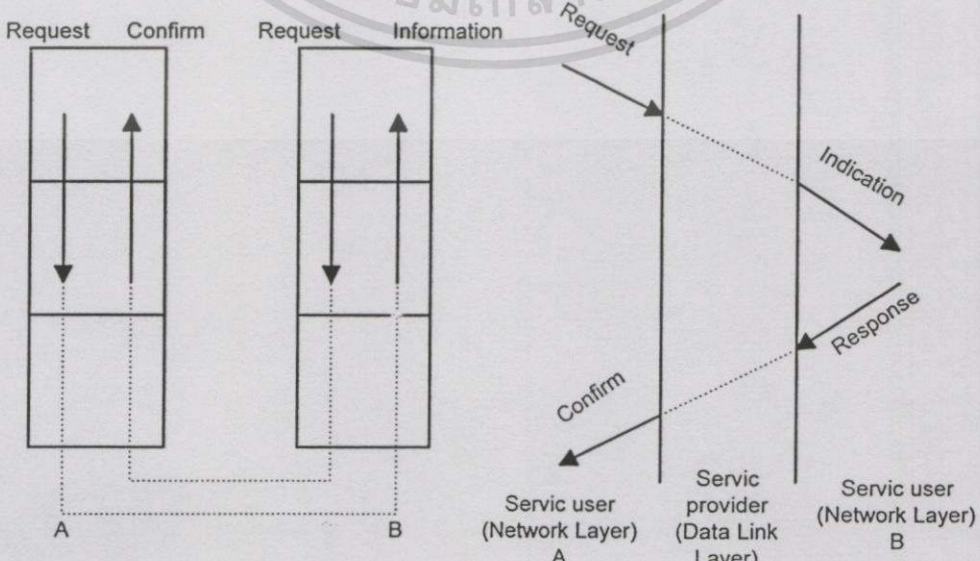
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ประกอบเป็นเฟรมหรือไม่ 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



รูปที่ 2.6 ก) เส้นทางสมมุติ ข) เส้นทางจริงในการติดต่อของแบบจำลอง



รูปที่ 2.7 การติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการ A และ B ในแบบจำลอง OSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

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

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

2.3.1.3 Network Layer

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

นอกจากหน้าที่ดังกล่าวแล้ว ในการใช้งานจริงสำหรับให้บริการต่อสาธารณะก็อาจกำหนดให้ Network Layer นี้ทำการตรวจนับปริมาณของข้อมูลที่ผู้ใช้บริการส่งออกไปยังผู้รับ โดยอาจนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ที่จำนวนของแพ็กเกต นอกจากนั้นก็นำมาคิดเป็นอัตราค่าบริการทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงอัตราการส่งข้อมูลโดยที่อัตราการส่งข้อมูลที่สูงจะต้องเสียค่าบริการที่มากกว่าอัตราการส่งข้อมูลที่ต่ำกว่า

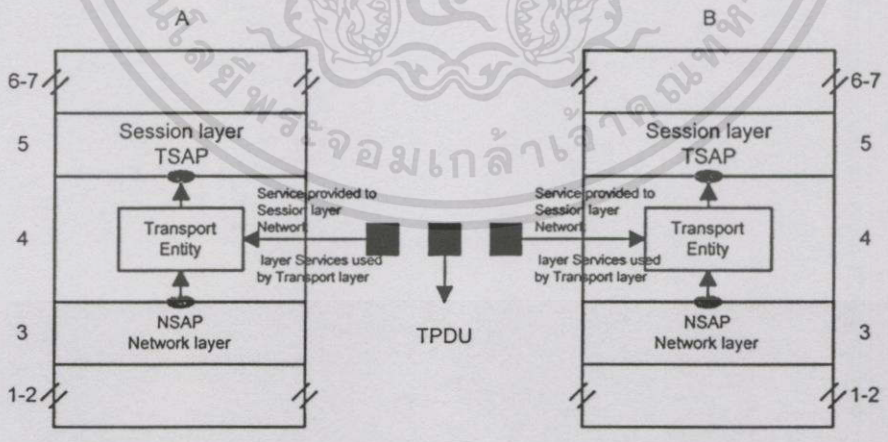
สำหรับเครือข่ายที่เป็นแบบกระจาย (Broadcast) นั้น ปัญหาในเรื่องของการจัดเส้นทางจะไม่มี เนื่องจากเส้นทางในการส่งผ่านนั้นมีเพียงอยู่หนึ่งเดียว ดังนั้นเครือข่ายแบบนี้อาจจะไม่มี Network Layer นี้ก็ได้

2.3.1.4 Transport Layer

หน้าที่หลักของ Transport Layer คือการรับข้อมูลจาก Session Layer จากนั้นทำการแยก (spilt) ข้อมูลออกเป็นหน่วยต่าง ๆ เหล่านี้ต่อลงไปยัง Network Layer และจะต้องกระทำการอันจะเป็นที่แน่ใจว่าหน่วยต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องไปถึงจุดปลายทางอย่างถูกต้องตามลำดับ นอกจากนั้น การกระทำดังกล่าวต้องทำอย่างมีประสิทธิภาพและจะต้องทำให้ Session Layer ที่อยู่เหนือขึ้นไปอยู่ในสภาพที่ไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

การติดต่อระหว่าง Network Layer Transport Layer และ Session Layer ดังรูปที่ 2.8 สำหรับชั้นนี้จะรองรับโปรโตคอลต่าง ๆ ได้แก่

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



รูปที่ 2.8 การติดต่อระหว่าง Network Layer, Transport Layer และ Session Layer

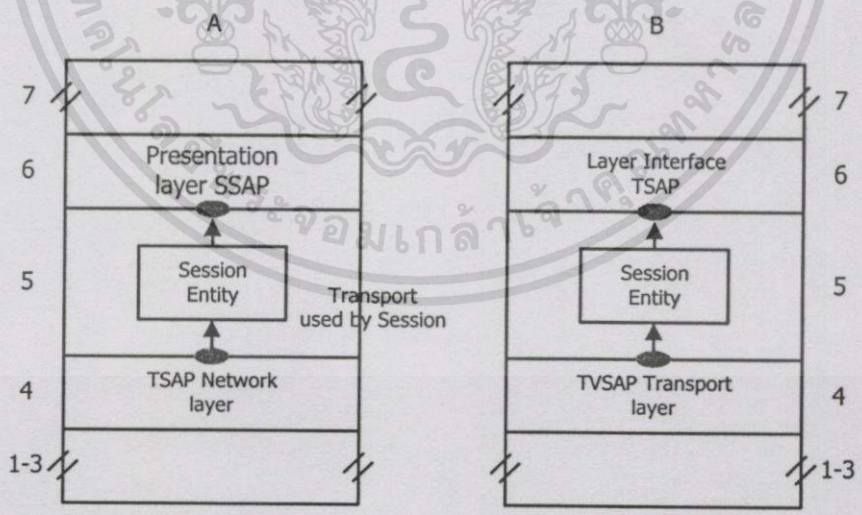
ในสภาวะปกตินั้น Transport Layer จะทำหน้าที่คอยสร้างเส้นทางในการติดต่อสื่อสารตามที่ Session Layer ร้องขอมา (ต้องการส่งผ่านข้อมูล) เมื่อ Transport Layer รองรับโปรโตคอล TCP/NCP, SPX และ TP4 โดยต้องการให้การไหลของข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วก็อาจจะสร้างเส้นทางขึ้นมาหลาย ๆ เส้นทาง แต่ละหน่วยแยกทางกันไปโดยแต่ละหน่วยจะไปในเส้นทางไหนนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบข้อความนี้ออก และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นหน้าที่ของ Network Layer ที่จะคอยจัดการ แต่ถ้าสร้างเส้นทางขึ้นมาหลาย ๆ เส้นทางนี้เป็นไปได้ยากหรือไม่คุ้มค่า Data Link Layer ก็อาจจะทำการสร้างเส้นทางขึ้นมาเพียงเส้นทางเดียวแล้วทำการส่งผ่านข้อมูลในแต่ละหน่วยในแบบมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) เช่น TDM และ FDM เป็นต้น Transport layer นั้นจะต้องกำหนดชนิดของการบริการนั้นเกิดผลอย่างเต็มที่ให้ดีที่สุดชนิดของการเชื่อมต่อของ transport ที่นิยมใช้กันมากคือแบบ Error Free Point-to-Point Channel ซึ่งจะทำการส่งผ่านข้อมูลเรียงตามลำดับและทำการกระจายข้อมูลเหล่านี้ออกไปยังปลายทาง ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งก็ได้ โดยที่ชนิดต่าง ๆ ของการบริการนั้นจะถูกกำหนดขึ้นหรือการเชื่อมต่อต่าง ๆ ได้ถูกกำหนดขึ้นมาชั้นในชั้นนี้จะเรียกว่า True-Source-to-Destination Layer หรือ End-to-End Layer โปรโตคอลจะทำหน้าที่เสมือนว่าเชื่อมต่อระหว่างชั้นของเครื่องอุปกรณ์ด้วยกันโดยตรง

2.3.1.5 Session Layer

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



รูปที่ 2.9 การติดต่อระหว่าง Transport Layer, Session Layer และ Presentation Layer

บริการอีกอย่างหนึ่งที่มีความเกี่ยวเนื่องกับชั้นนี้ก็คือการที่จะไม่อนุญาตให้เครื่องอุปกรณ์ทั้ง 2 ด้านที่ติดต่อสื่อสารกันอยู่นั้นทำสิ่งที่เหมือนกัน ในเวลาเดียวกันได้ นอกจากนี้หน้าที่อีกอย่างหนึ่งคือการ Synchronize เครื่องอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.6 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 Presentation Layer ก็อาจทำหน้าที่อย่างอื่นเช่นการอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กลงเพื่อลดขนาดข้อมูลให้การส่งผ่านเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.3.1.7 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

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 จุดก็ได้ 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)

2.4 ระบบเครือข่าย ATM ที่เป็นการบริการ

ระบบเครือข่าย ATM ที่เป็นการบริการและศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการสื่อสารเชิงโทรคมนาคม

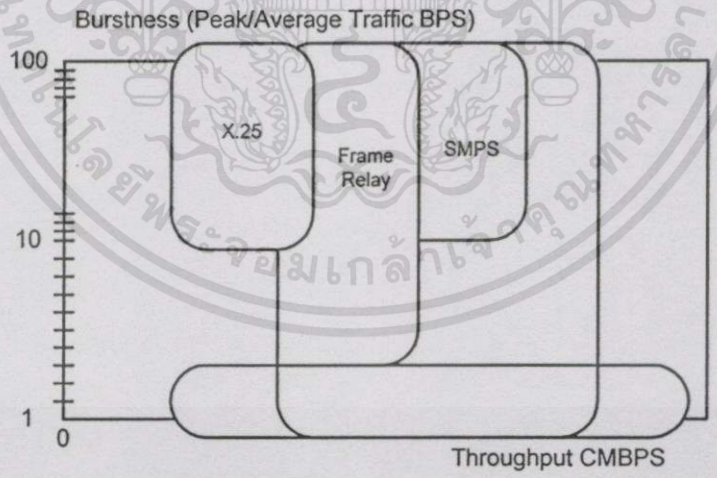
1. Constant Bit Rate (CBR)
2. Variable Bit Rate (VBR) ทั้งแบบเวลาที่เป็นปัจจุบัน (real-time) และไม่ใช่เป็นเวลาปัจจุบัน (non real-time)
3. Unspecified Bit Rate (UBR)
4. Available Bit Rate (ABR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

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

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



รูปที่ 2.10 แสดง Traffic ระบบเครือข่าย ATM เทียบกับระบบเครือข่ายประเภทอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

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)

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 ปัจจุบันข้อมูลทั้งหมดส่วนใหญ่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เกิดขึ้นบน 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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

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

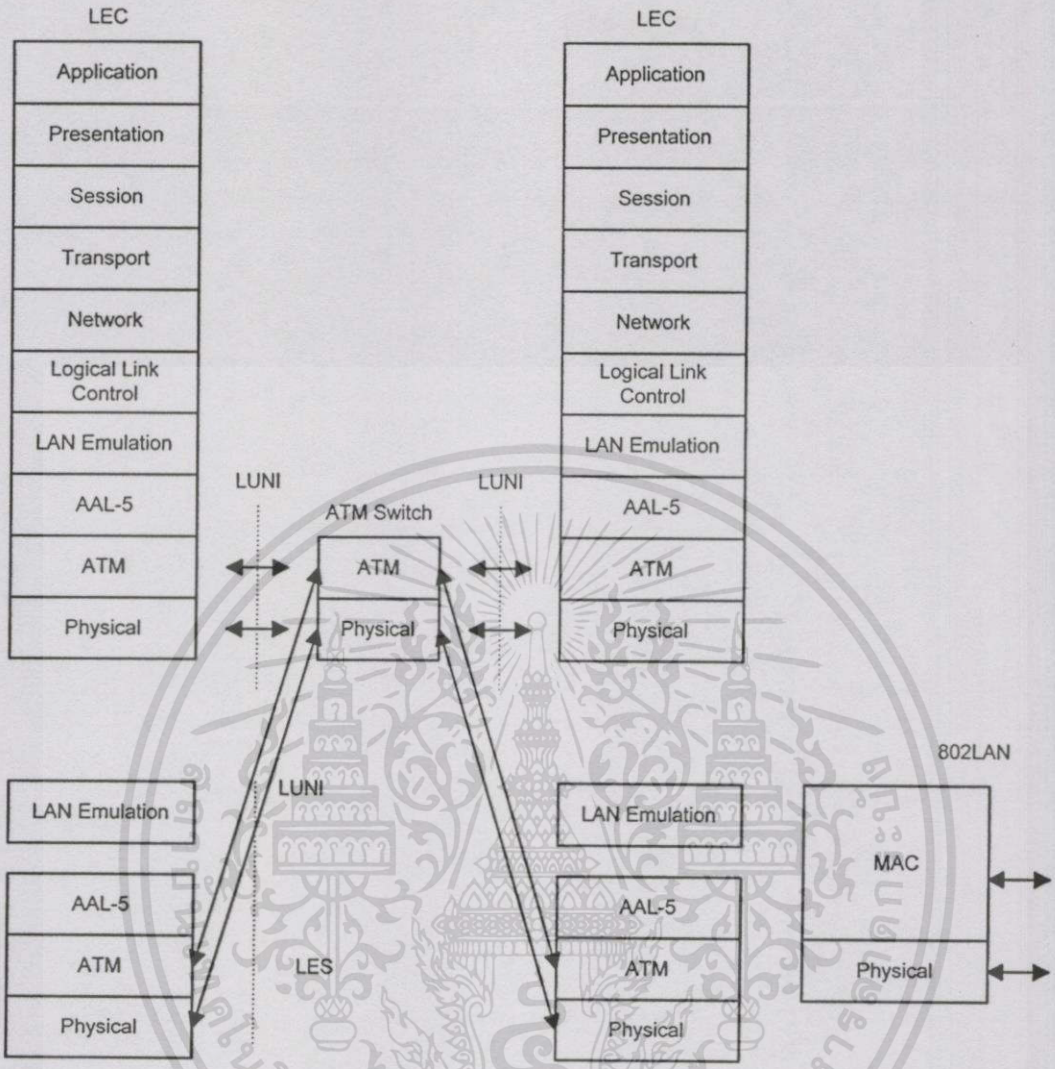
ค. รายละเอียดของนโยบายการส่งข้อมูล (Policing Traffic Descriptor)

ง. สถานะในระหว่างการปฏิบัติการ

จ. ระดับของ QOS

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



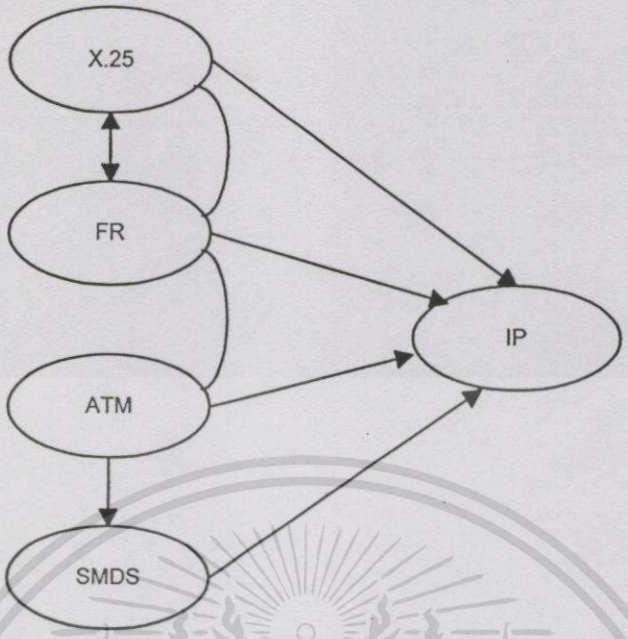
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการเชื่อมต่อของ LANE

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 2.12 แสดง Service เชิง Internetworking และ Access/Trucking

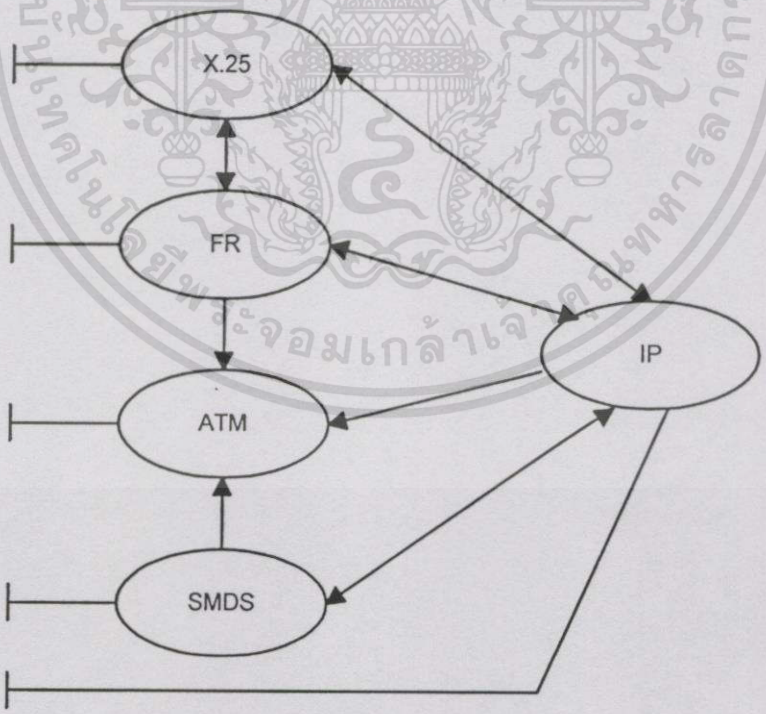
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 2.12 แสดง ATM Service ในเชิง Internetworking

A $\rightarrow$ B เป็นโลจิกซึ่ง Access จาก A ไป B

A $\cap$ B A และ B เป็นการบริการเชิง Internetworking



รูปที่ 2.13 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกายภาพของ Access และ Trucking

$\vdash$ A Physical Access to A

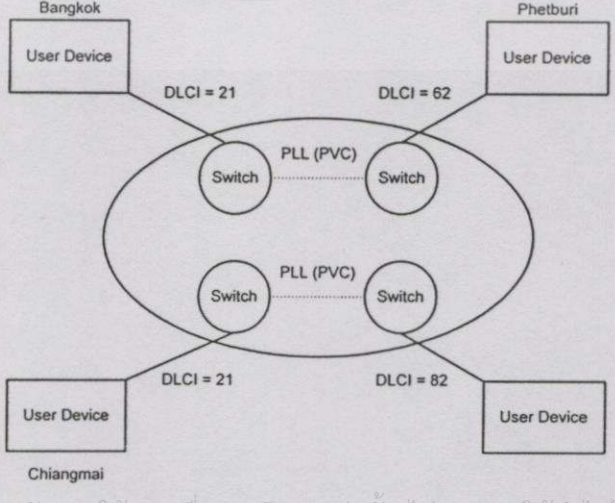
A $\rightarrow$ B A มี trunk เหนือ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.4.1 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 Frame Relay เป็นโปรโตคอลที่มีลักษณะเป็นการส่งผ่านกระแสของข้อมูลที่ทำเป็นเส้นทางได้มากกว่า (More Stream-Lined Protocol) มีคุณสมบัติในการใช้งานสูงและมีอุปกรณ์ใช้งานมาก ซึ่งทำให้เหมาะสมในการนำโปรโตคอลนี้มาใช้งานสำหรับการเชื่อมโยงที่ใช้ความเร็วสูง (High Speed Links)

ในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้และอุปกรณ์เครือข่าย (Network Equipment) นั้น Frame Relay เป็นโปรโตคอลที่จะจัดการในเรื่องของการนำพาที่เกี่ยวข้องกับสถิติในการแบ่งเป็นช่องทางการสื่อสารข้อมูล (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 2.14



รูปที่ 2.14 การเชื่อมโยงโดยการกำหนด DLCI ในแต่ละ Logical Channel Number (DLCI)

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.14 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 (Correction) ข้อมูลที่ผิดพลาด (Error) แม้ว่า Frame Relay ไม่ได้มีวิธีการควบคุมการไหลของข้อมูล (Flow Control) โดยชัดเจนแน่นอนแต่จะมีกลไกในการแสดงถึงการเกิดความแออัดคับคั่ง (Congestion) ที่ถูกเตรียมการไว้ โดยให้เครือข่ายส่งสัญญาณบอกไปยังอุปกรณ์ผู้ใช้ (User Device) ซึ่งทำให้เครือข่ายต้นกำเนิด (Network Resources) ถูกระงับการส่งข้อมูลในระหว่างเกิด Congestion โดยที่การแสดงดังกล่าวนี้สามารถกระทำที่ระดับชั้นที่สูงของโปรโตคอลซึ่ง Flow Control เป็นที่ต้องการ

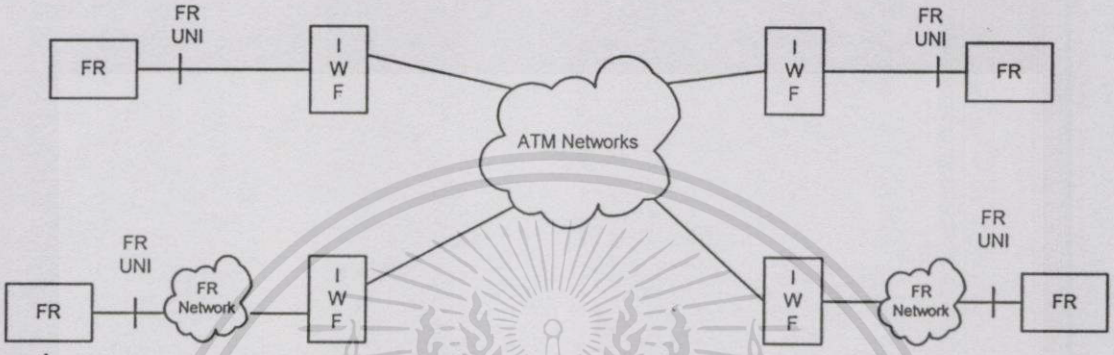
2.4.2 คุณสมบัติของการบริการแบบ Frame Relay

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

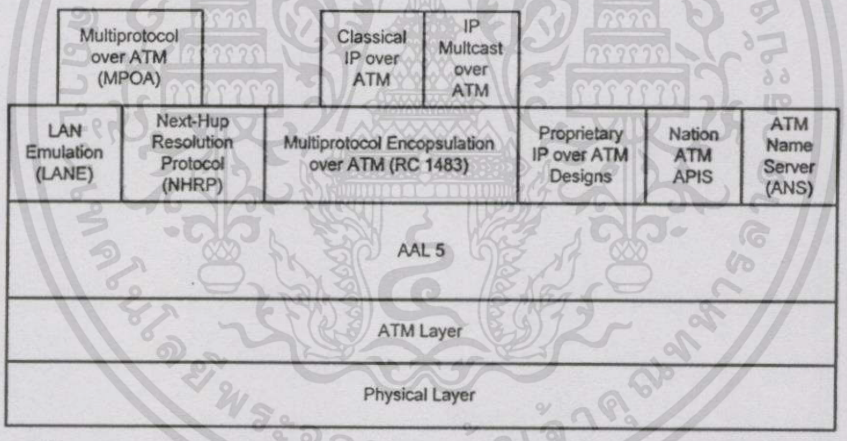
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เป็นแบบ Switched Virtual Circuits (SVC) มีแนวโน้มในการนำมาเกี่ยวข้องกันด้วยในอนาคต

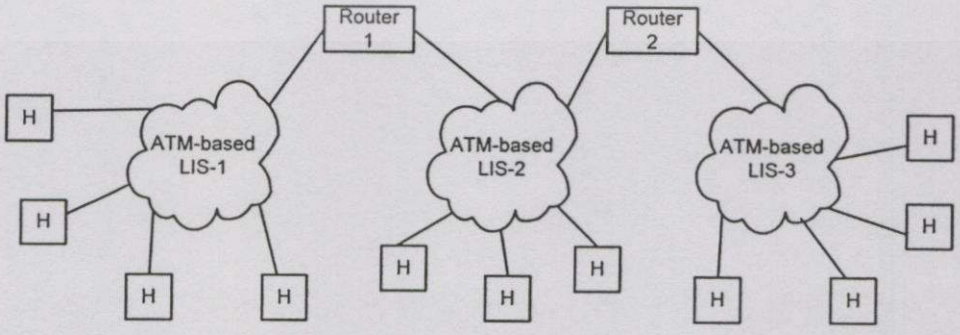
แต่ละเครือข่าย Frame Relay ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเครือข่าย ATM ได้ดังรูปที่ 2.15 และรูปที่ 2.16 เป็นการแสดง Internetworking ที่ใช้ระบบ ATM



รูปที่ 2.15 แสดง Frame Relay over ATM

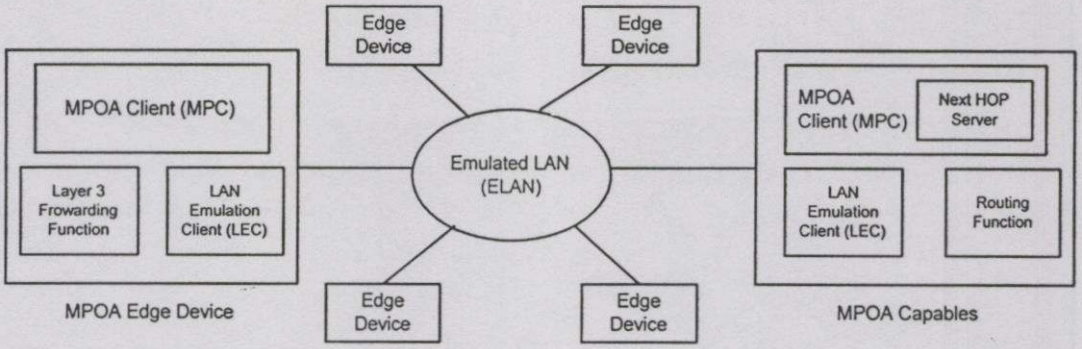


รูปที่ 2.16 การใช้ Plane Layer Protocol สำหรับระบบ LAN และ Internetworking



รูปที่ 2.17 แสดงการประยุกต์การใช้ IP over ATM กับ Router Interconnection ของเครือข่ายย่อยอิสระเชิงตรรกะ (Logically Independent Subnets)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 2.18 ส่วนประกอบของ MPOA Networks

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

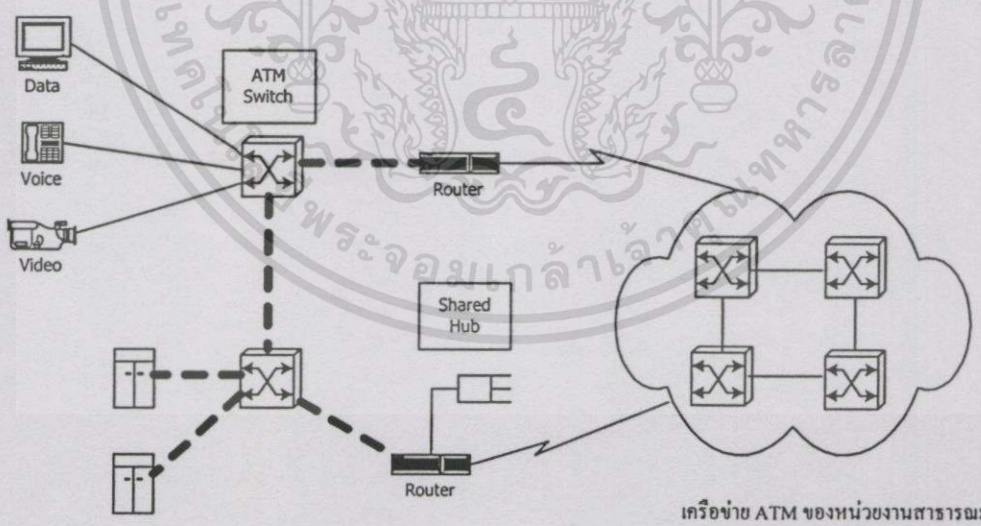
บทที่ 3
เทคโนโลยีการสื่อสาร ATM

3.1 มาตรฐานของ ATM

การสื่อสารแบบ ATM อ้างอิงอยู่บนพื้นฐานของ ITU-T แบบ Broadband Integrated Services Digital Network (B ISDN) เริ่มแรกได้กำหนดให้ใช้กับระบบเครือข่ายสาธารณะเพื่อส่งสัญญาณเสียง ภาพ และข้อมูล โดยใช้เทคโนโลยีการส่งแบบความเร็วสูง

ต่อมาหน่วยงาน ATM Forum ได้ขยายข้อกำหนดของ ITU-T เพื่อให้มีการใช้กับระบบเครือข่ายสาธารณะและระบบเครือข่ายเฉพาะของหน่วยงาน โดย ATM Forum ได้มีการกำหนดตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- การเชื่อมต่อของผู้ใช้ถึงระบบเครือข่ายรุ่นที่ 2.0 (User-to-Network Interface: UNI 2.0)
- UNI 3.0
- UNI 3.1
- การเชื่อมต่อของโหนดที่เป็นหน่วยงานสาธารณะ (Public-Network Node Interface: P-NNI)
- ข้อกำหนดของ LAN เสมือน



รูปที่ 3.1 แสดงเครือข่าย ATM ขององค์การเอกชนและของหน่วยงานสาธาณะซึ่งเครือข่ายทั้งสองจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียง ภาพ และข้อมูล

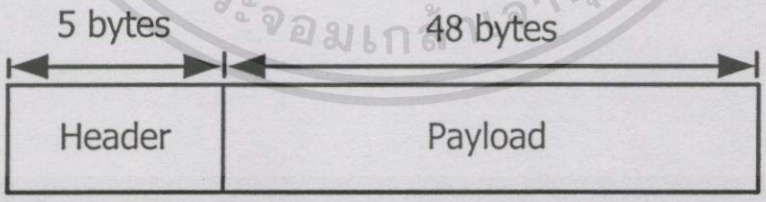
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.2 เทคโนโลยีของอุปกรณ์ ATM

ATM เป็นการรวมของเทคโนโลยี Cell-switching และ multiplexing เพื่อให้ได้ประโยชน์ด้าน Circuit switching (มีการรับประกัน ความจุและความล่าช้าในการส่งที่คงที่) กับ packet switching (มีความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพการส่ง) ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนขนาดแบนด์วิดธ์จากขนาดเมกะบิตต่อวินาที (Mbps) จนถึงจิกะบิตต่อวินาที (Gbps) เนื่องจากคุณลักษณะของการ asynchronous ซึ่ง ATM จะให้ประสิทธิภาพการส่งที่ดีกว่าเทคโนโลยี synchronous เช่นการจัดแบ่งช่วงเวลา time-division multiplexing (TDM) ในกรณีของ TDM ผู้ใช้จะมีการกำหนด time slots เป็นผู้จองการใช้ในช่วงเวลานั้น ๆ จะไม่มีผู้ใช้รายอื่นสามารถใช้ช่วงเวลานั้นได้และถ้าผู้ใช้มีข้อมูลมาก ๆ ที่จะส่งก็จะสามารถส่งได้เฉพาะช่วงเวลานั้น ๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วเท่านั้น ถึงแม้ว่าผู้ใช้รายอื่น ๆ จะมีข้อมูลที่จะส่งในช่วงเวลาที่จองไว้ และจะทำให้ไม่มีการส่งในช่วงเวลานั้นซึ่งเท่ากับเป็นการสูญเสียช่วงเวลาการส่งไป ส่วน ATM ที่เป็นแบบ asynchronous ซึ่ง time slot จะมีการแปรผันกับความต้องการที่จะส่งข่าวสารซึ่งจะทำให้มีการส่งผ่านที่ต่อเนื่อง

3.3 รูปแบบพื้นฐานของเซลล์ ATM

การส่งข่าวสารของ ATM ได้มีการกำหนดขนาดของหน่วยที่จะส่งให้มีขนาดที่คงที่ซึ่งเรียกว่าเซลล์ โดยแต่ละเซลล์ประกอบไปด้วย 53 ไบต์ และมี 5 ไบต์แรกจะใช้สำหรับบรรจุข่าวสารของการส่งซึ่งเรียกว่า cell-header และมี 48 ไบต์ ที่เหลือใช้บรรจุข่าวสารของผู้ใช้ซึ่งเรียกว่า payload การที่มีการกำหนดขนาดของเซลล์ให้มีขนาดเล็กและคงที่เพื่อความเหมาะสมในการส่งข่าวสารประเภท เสียงและภาพ เนื่องจากข่าวสารประเภทนี้ต้องมีการส่งที่ไม่มีการล่าช้าหรือการรอคอยนาน ๆ ของการส่งข่าวสารขนาดใหญ่



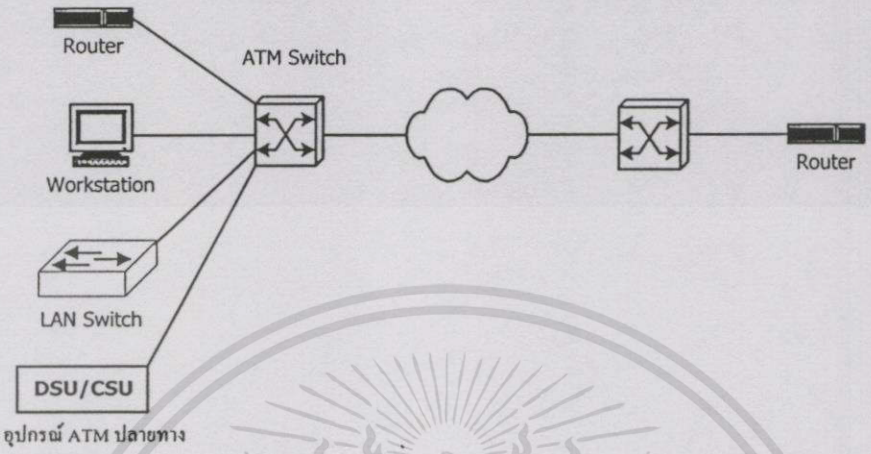
รูปที่ 3.2 เซลล์ ATM ประกอบด้วยส่วนของ header และ payload

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในเครือข่าย ATM

โดยหลักพื้นฐานของการสื่อสารในระบบเครือข่าย ATM จะประกอบด้วยสวิทช์ ATM และอุปกรณ์ ATM ที่ปลายทาง โดยสวิทช์ ATM จะถูกกำหนดให้ทำหน้าที่รับเซลล์ที่เข้ามาจากอุปกรณ์ ATM ที่ปลายทางแล้วส่งผ่านต่อไปยังสวิทช์ ATM ตัวถัดไปจนถึงอุปกรณ์ ATM ปลายทางอีกที่หนึ่งที่เป็นคู่สื่อสารกัน ตัวอย่างของอุปกรณ์ ATM ปลายทางเช่น เครื่องประมวลผล (Workstation) อุปกรณ์หาเส้นทาง (routers) หน่วยบริการข้อมูล (data-service units: DSUs) อุปกรณ์สวิทช์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ระบบเครือข่าย (LAN switches) และอุปกรณ์เข้ารหัสและถอดรหัสภาพ (video code-decoders: CODECs)



รูปที่ 3.3 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของเครือข่าย ATM มีสวิทช์ ATM และอุปกรณ์ปลายทาง

3.5 การเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย ATM

องค์ประกอบของการเชื่อมต่อของสวิทช์ ATM มีลักษณะการเชื่อมต่อแบบจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (point-to-point) ต่อ ๆ กันไปซึ่งการเชื่อมต่อของสวิทช์ ATM ดังกล่าวจะสนับสนุนการเชื่อมต่อของสวิทช์ ATM สองรูปแบบ แบบแรกเป็นการเชื่อมต่อจากผู้ใช้ไปยังระบบเครือข่ายสื่อสาร (user-network interface: UNI) แบบที่สอง เป็นการเชื่อมต่อจากโหนดสวิทช์ ATM ต่าง ๆ ในระบบเครือข่ายไปยังโหนดสวิทช์ ATM อื่น ๆ (network-node interface: NNI)

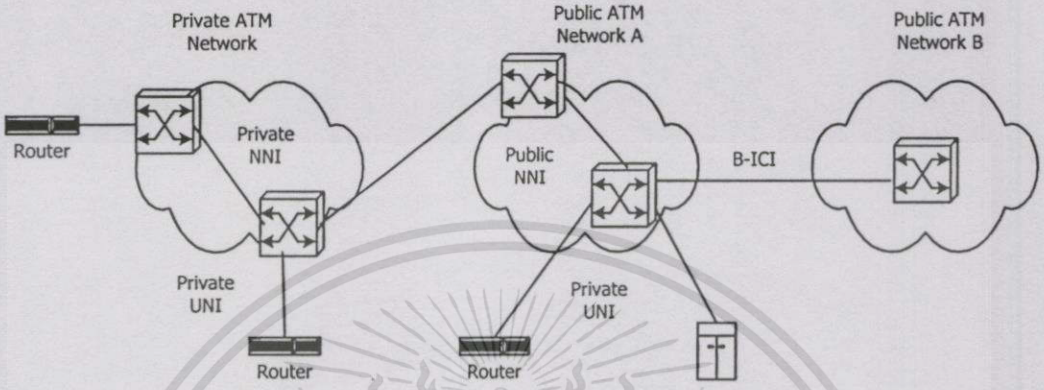
ลักษณะการเชื่อมต่อแบบ UNI อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ ATM ที่ปลายทางเช่นเครื่องคอมพิวเตอร์หลักหรืออุปกรณ์หาเส้นทางจะเชื่อมต่อไปยังสวิทช์ ATM โดยมีข้อกำหนดหรือข้อตกลงเฉพาะของอุปกรณ์ทั้งสอง ส่วนลักษณะการเชื่อมต่อแบบ NNI เป็นการใช้อุปกรณ์สวิทช์ ATM เชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์สวิทช์ ATM โดยมีข้อกำหนดหรือข้อตกลงเฉพาะระหว่างอุปกรณ์ทั้งสอง

การเชื่อมต่อที่ขึ้นกับสภาพภูมิศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นเครือข่ายท้องถิ่นขององค์กรเอกชนหรือเครือข่ายองค์กรสาธารณะจะพบการเชื่อมต่อที่มีรูปแบบที่เป็นทั้งแบบ UNI และ NNI เกิดขึ้นได้ทั้งสองกรณีโดยเครือข่ายท้องถิ่นที่เป็นขององค์กรเอกชน การเชื่อมต่อแบบ UNI จะมีการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ ATM ปลายทางเข้าสวิทช์ ATM ขององค์กรเอกชนนั้น ส่วนเครือข่ายขององค์กรสาธารณะจะมีการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ ATM ปลายทางขององค์กรเอกชนหรือมีการเชื่อมต่อเข้ากับสวิทช์ขององค์กรเอกชนไปยังสวิทช์ขององค์การสาธารณะ

ส่วนการเชื่อมต่อแบบ NNI ขององค์กรเอกชนเป็นการเชื่อมต่อกันของสวิทช์ ATM ทั้งสองเครื่องเข้าด้วยกันที่มีลักษณะองค์กรที่เหมือน ๆ กัน

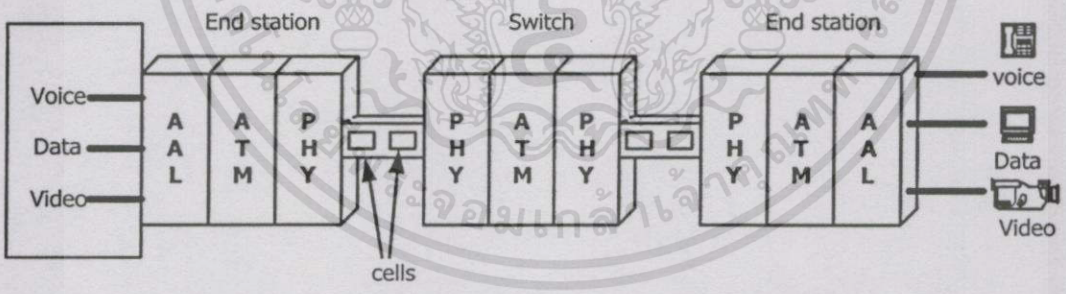
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ต่อมาได้มีการเพิ่มข้อกำหนดของการเชื่อมต่อระหว่างกันเพื่อส่งผ่านสัญญาณบรอดแบนด์ (Broadband Interexchange Carrier Interconnect: BICI) โดยกำหนดการเชื่อมของสวิทช์ขององค์กรสาธารณะทั้งสองที่มีความแตกต่างกันในการให้บริการ



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อของสวิทช์ ATM ที่มีความแตกต่างกันของเครือข่ายองค์กรเอกชนและเครือข่ายองค์กรสาธารณะ

ในด้านสถาปัตยกรรมการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานี ATM สวิทช์ปลายทางกับอุปกรณ์สวิทช์ ATM จะเป็นไปตามลำดับชั้นต่าง ๆ ตามรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงสถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย ATM

โดยการทำงานของชั้นต่าง ๆ มีดังนี้

- ATM Adaptation Layer (AAL) : ในชั้นนี้จะทำหน้าที่แทรกและตัดตอนข่าวสารแล้วใส่ในฟิลด์ Payload 48 ไบท์
- ATM Layer : ในชั้นนี้จะทำหน้าที่เพิ่มและย้าย 5 ไบท์ของเฮดเดอร์ไปยัง Payload
- Physical Layer : ในชั้นนี้จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่เหมาะสมทางไฟฟ้าหรือสัญญาณแสง

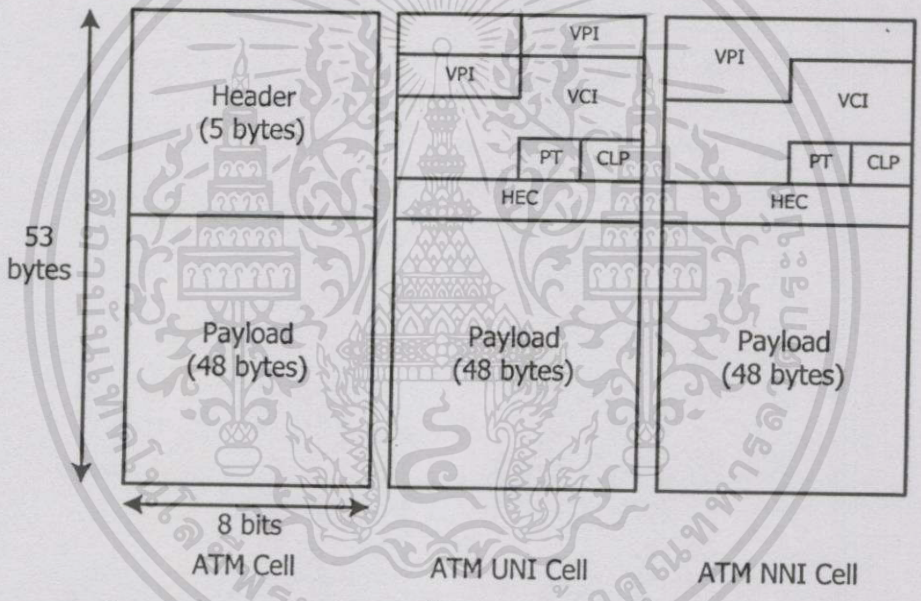
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.6 รูปแบบเฮดเดอร์ของเซลล์ ATM

เฮดเดอร์ของเซลล์ ATM มีอยู่ 2 รูปแบบคือ UNI และ NNI โดยรูปแบบเฮดเดอร์ UNI ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ATM ปลายทางกับอุปกรณ์สวิทช์ ATM ในเครือข่าย ATM ที่เป็นขององค์กรเอกชน

ส่วนรูปแบบเฮดเดอร์ NNI ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สวิทช์ ATM กับอุปกรณ์สวิทช์ ATM เข้าด้วยกันรูปที่ 3.6 แสดงให้เห็นรูปแบบพื้นฐานของเซลล์ ATM ทั้งแบบ UNI และ NNI

สิ่งที่แตกต่างของเฮดเดอร์ UNI และ NNI โดยไม่รวมถึงฟิลด์ที่ใช้ควบคุมการส่งผ่านทั่วไป (Generic Flow Control : GFC) จะเห็นว่าเฮดเดอร์ของ NNI มีฟิลด์ที่ระบุเส้นทางเสมือนมากกว่า



รูปที่ 3.6 แสดงเซลล์ ATM แบบ UNI และ NNI ซึ่งมีเฮดเดอร์และเพย์โหลดขนาด 48 ไบท์

3.7 ฟิลด์ เฮดเดอร์ของเซลล์ ATM

ในฟิลด์เฮดเดอร์ของเซลล์ ATM จะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ตามที่ได้แสดงในรูปที่ 3.5 ดังนี้

- ส่วนควบคุมการส่งผ่านทั่ว ๆ ไป (Generic Flow Control: GFC) จะมีหน้าที่ในการระบุข้อมูลของสถานีต่าง ๆ ที่ใช้อินเตอร์เฟส ATM ร่วมกันของเครือข่ายท้องถิ่น ซึ่งในส่วนนี้ถ้าไม่ได้มีการกำหนดไว้ก็จะมีการละส่วนนี้ไว้
- ส่วนระบุเส้นทางเสมือน (Virtual Path Identifier: VPI) ใช้ในการเชื่อมต่อกับ VCI เพื่อระบุจุดหมายปลายทางถัดไปของเซลเพื่อจะวิ่งผ่านสวิทช์ ATM ต่าง ๆ ตามเส้นทางเพื่อไปสู่จุดปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- ส่วนระบุช่องทางเสมือน (Virtual Channel Identifier: VCI) ใช้ในการเชื่อมต่อกับ VPI เพื่อระบุจุดหมายปลายทางถัดไปของเซลล์เพื่อจะวิ่งผ่านสวิทช์ ATM ต่าง ๆ ตามเส้นทางเพื่อไปสู่จุดปลายทาง
- ส่วนที่ระบุประเภทของสัญญาณที่บรรจุ (Payload Type: PT) โดยในบิทแรกจะบรรจุข้อมูลของผู้ใช้หรือข้อมูลการควบคุม ถ้าเซลล์บรรจุข้อมูลของผู้ใช้ในบิทที่สองจะระบุความแออัดของข้อมูลและในบิทที่สามจะระบุลำดับสุดท้ายของเซลล์ในอนุกรม
- ส่วนที่ระบุลำดับความสำคัญของการสูญเสียในกรณีที่มีการส่งปริมาณมาก ๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ (Congestion Loss Priority: CLP) เป็นการระบุว่าเซลล์ใดที่สามารถละเว้นการส่งเพื่อไม่ให้วิ่งผ่านเครือข่ายได้ โดยการกำหนดบิทของ CLP ให้มีค่าเป็น 1 และถ้าให้บิทของ CLP มีค่าเป็น 0 หมายถึงต้องส่ง
- ส่วนที่ใช้ควบคุมความผิดพลาดในส่วนหัว (Header Error Control: HEC) โดยใช้วิธีคำนวณจากผลรวมภายใน

3.8 การให้บริการของเครือข่าย ATM

การให้บริการที่มีการใช้กันจริงของ ATM มีอยู่ 3 รูปแบบคือ

1. การเชื่อมต่อแบบเสมือนถาวร (Permanent Virtual Connections: PVC)
2. การเชื่อมต่อแบบเสมือนสวิทช์ (Switch Virtual Connections: SVC)
3. การบริการแบบไม่มีการติดต่อ

การเชื่อมต่อแบบ PVC จะมีการอนุญาตให้มีการติดต่อโดยตรงของ site ว่าจะใช้เส้นทางใด ซึ่ง PVC จะมีลักษณะคล้ายการเช่าคู่สายสัญญาณ แต่ PVC จะมีข้อที่ดีกว่าที่มีการรับประกันการติดต่อและไม่ต้องการขั้นตอน call setup ระหว่างสวิทช์ ส่วนข้อเสียของ PVC คือการกำหนดการติดต่อที่ตายตัวจะเปลี่ยนได้โดยวิธีลงมือตั้งค่าพารามิเตอร์ใหม่

การเชื่อมต่อแบบ SVC จะเป็นการสร้างการติดต่อแบบมีการเปลี่ยนแปลงได้โดยกลไกลการสั่งงานภายในตัวซึ่งจะมีลักษณะคล้ายการหมุนโทรศัพท์และการติดต่อที่มีการเปลี่ยนแปลงได้จะมีการใช้สัญญาณที่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เพื่อใช้กันระหว่างอุปกรณ์ ATM ปลายทางกับสวิทช์ ATM การเชื่อมการติดต่อแบบ SVC มีข้อดีที่มีความยืดหยุ่นในการกำหนดการเชื่อมต่อและสามารถควบคุมการเชื่อมต่อโดยใช้กลไกลภายในตัวเพื่อควบคุมอุปกรณ์เครือข่าย ส่วนข้อเสียคือต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นในขั้นตอนเชื่อมการติดต่อเพื่อที่จะทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

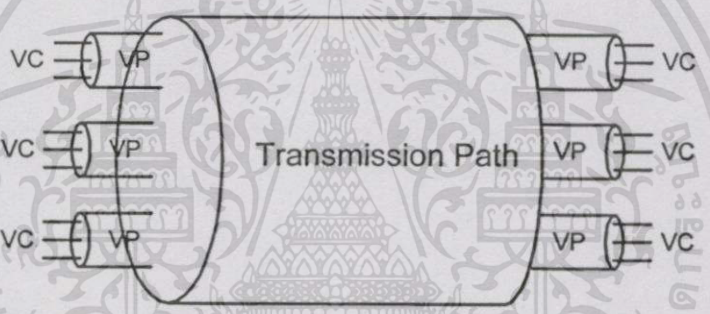
3.9 การเชื่อมต่อแบบเสมือนของเครือข่าย ATM

เครือข่าย ATM เป็นพื้นฐานการเชื่อมต่อแบบดั้งเดิมซึ่งมีช่องสัญญาณเสมือน VC ต้องกำหนดขึ้นเพื่อส่งข้อมูลข้ามเครือข่าย ATM

การกำหนดเส้นทางเสมือน VP และช่องสัญญาณเสมือน VC จะมีการระบุ VPI ของ VP และระบุ VCI ของ VC แยกย่อยลงไปอีกตามความเหมาะสมการจัดการบริการเครือข่าย

ในแต่ละเส้นทางเสมือนจะมีการบรรจุช่องสัญญาณเสมือนซึ่งทั้งเส้นทางเสมือนและช่องสัญญาณเสมือนจะมีหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณข้ามเครือข่าย ATM แบบไม่มีการเข้ารหัสและมีการเปลี่ยน VPI และ VCI เมื่อมีเปลี่ยน VPI และ VCI เมื่อมีการเปลี่ยนโหนดสวิทช์ ATM

การส่งผ่านเส้นทางที่มีการรวม VP หลายเส้นทางได้แสดงในรูปที่ 3.7 และยังแสดงให้เห็นการรวมกันของ VC หลาย ๆ ช่อง และในทางกลับกัน VC หลาย ๆ ช่องเพื่อสร้าง VP



รูปที่ 3.7 แสดงการรวมกันของช่องสัญญาณเสมือน VCs เพื่อสร้างเส้นทางเสมือน VPs

3.10 การทำงานของสวิทช์ ATM

โดยพื้นฐานสวิทช์ ATM ทำหน้าที่ในการส่งผ่านเซล ATM ข้ามเครือข่ายโดยทาง VCI หรือ VPI โดยอุปกรณ์สวิทช์จะมองหาการเชื่อมต่อจากตารางการจับคู่ในพื้นที่ที่สวิทช์ตั้งอยู่เพื่อกำหนดช่องทางส่งออกของสัญญาณและทำการส่งต่อให้กับ VPI และ VCI ชุดใหม่ที่จะทำการเชื่อมต่อ แล้วอุปกรณ์สวิทช์จะทำการส่งเซลล์ชุดใหม่อีกไปยังช่องทางออกนั้นพร้อมกับการกำหนดการเชื่อมต่อที่เหมาะสมเนื่องจากทุก VCI และ VPI จะมีค่าเฉพาะในพื้นที่อุปกรณ์สวิทช์นั้นตั้งอยู่และค่า VCI กับ VPI เหล่านี้จะมีการจับคู่กันใหม่ในแต่ละสวิทช์

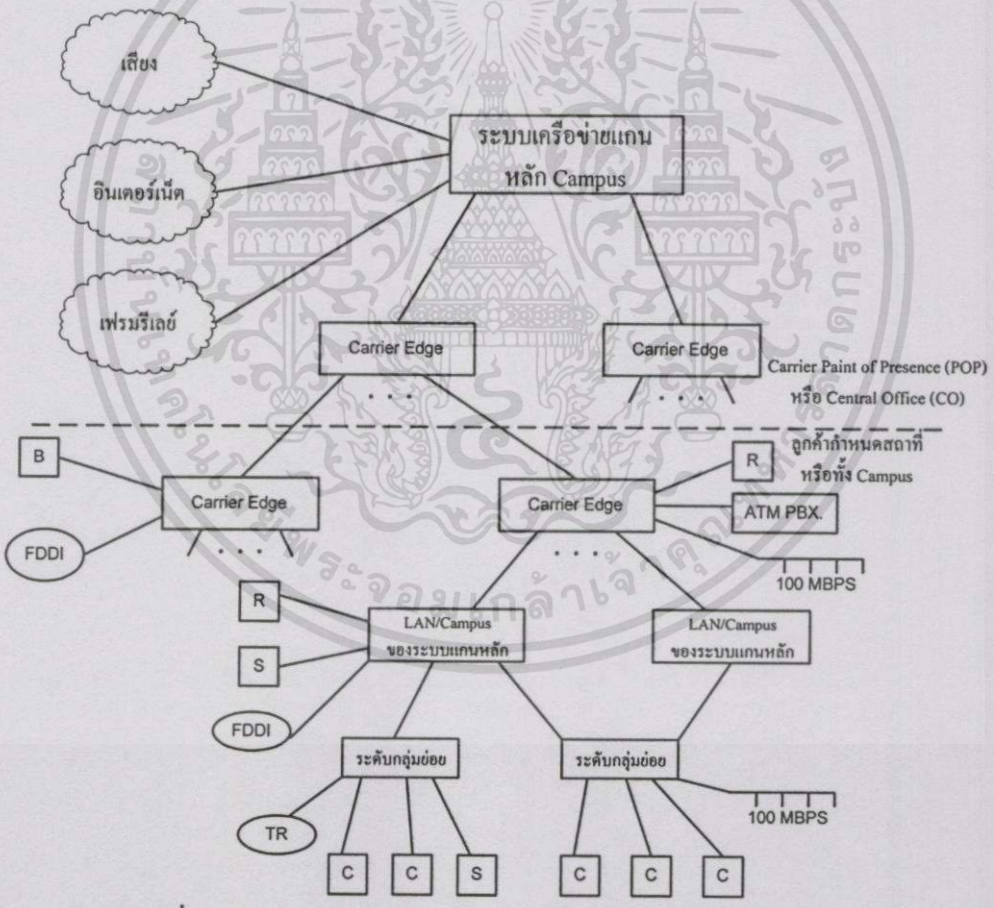
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 4

ระบบเครือข่าย ATM กับเอนเตอร์ไพร์ส LAN Backbone

4.1 ATM LAN Campus

ในบทนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบระหว่างสวิทซ์ ATM กับอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ในระบบเครือข่ายแกนหลักเอนเตอร์ไพร์ส (Enterprise) LAN โดยกำหนดนิยามของระบบทั้งหมดและระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN ในระดับของสวิทซ์ต่อไป จะนำไปสู่อุปกรณ์หลายชนิดที่ได้พบในระบบทั้งหมดและระบบเครือข่าย LAN ซึ่งประกอบไปด้วยสวิทซ์ ATM และการเชื่อมต่อรวมทั้ง router, switches, hubs และระบบ รายละเอียดการวิเคราะห์ของผู้ผลิตดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงหน้าที่หลักของสวิทซ์ประเภทระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN ในระบบ Enterprise

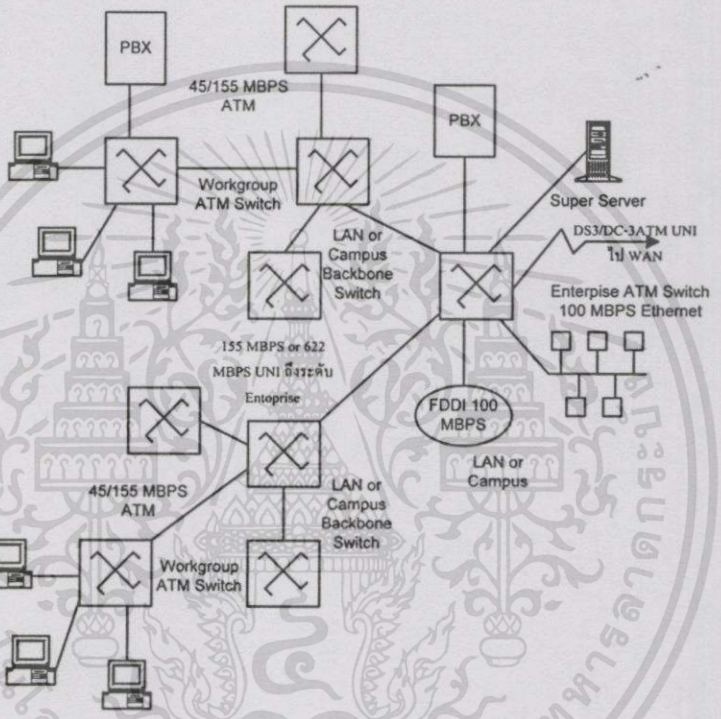
4.2 ระบบเครือข่ายสวิทซ์ ATM ระดับ Enterprise

Enterprise ATM Switch จะรองรับมาตราฐานดังนี้

1. ระบบเครือข่ายภายใน (Local Networking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

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 4.2 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 จะใช้เมื่อมีความต้องการสวิทช์ขนาดใหญ่ซึ่งสามารถรองรับการเขื่อมต่อมากหลายแบบกว่าสวิทช์ 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

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

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

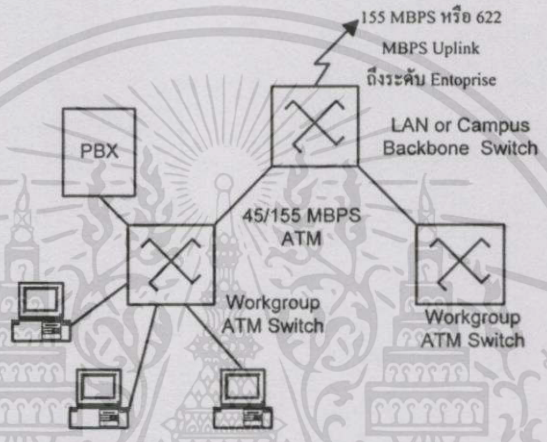
4.3 สวิทช์สำหรับระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN

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 4.3 ซึ่งมีการเชื่อมต่อสำหรับอุปกรณ์ภายในที่ความเร็วระดับ ATM Backbone ภายในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่กว้างใหญ่ซึ่งจะเรียกว่า Campus Environment LAN/Campus เครือข่ายแกนหลักนี้จะให้การส่งผ่านโดยเฉลี่ยไปยัง 1 หรือ Up-link ที่มากกว่าต่อ

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 อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความสามารถในการสวิทซ์ (Switch Capacity) ตั้งแต่ 1 ถึง 5 GBPS



รูปที่ 4.3 ATM LAN หรือ Campus Backbone Switch

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

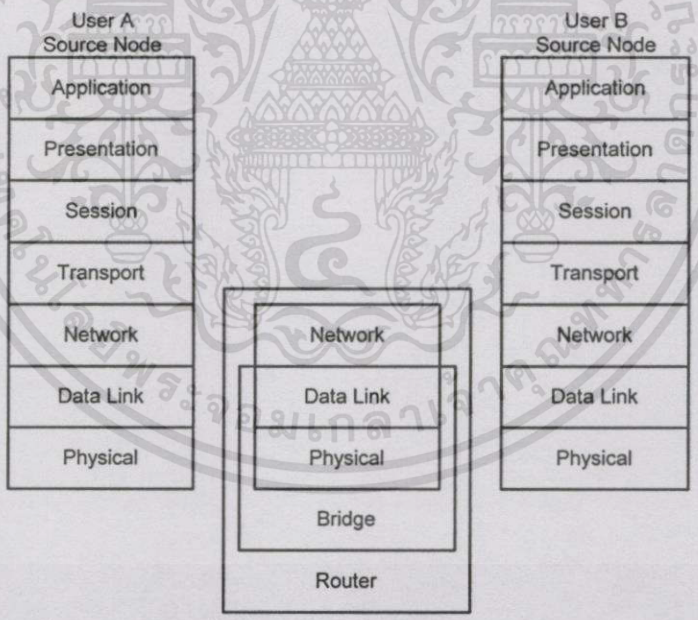
- Routers
- Hubs
- Bridges
- Service Access multiplexer
- CSU/DSU
- ATM Switch
- ATM Access
- ATM NIC card
- ATM Network Management System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.3.1 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



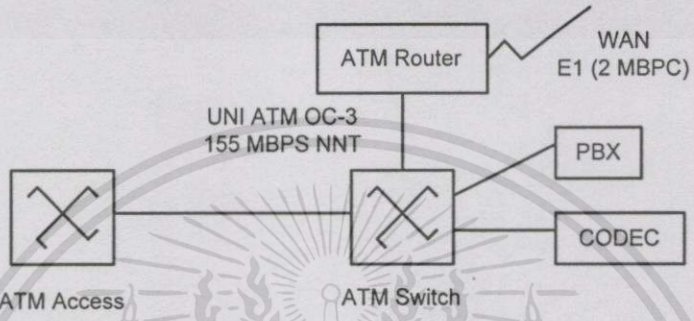
รูปที่ 4.4 แสดง Bridges และ Router ซึ่งรองรับ OSI Protocol Layer

4.3.2 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

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 4.5 การประยุกต์ใช้ของ ATM Router

4.3.3 ATM Hubs

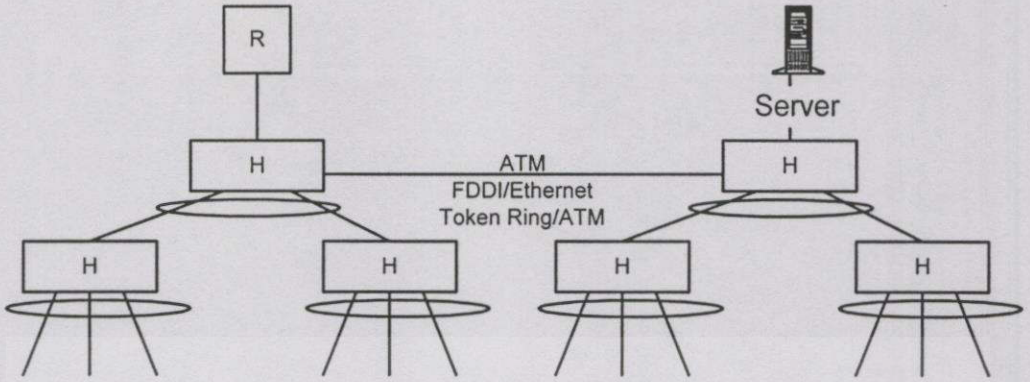
จากรูปที่ 4.6 เป็นการเชื่อมโยงสายเคเบิล การแบ่งเครือข่ายเป็นแต่ละวงและหน้าที่การจัดการระบบเครือข่ายโดยรูปแบบเดียวของ ATM Hubs โดยปกติระบบเครือข่าย Topology แบบ Ethernet หรือ Token Ring มีการเชื่อมโยงสายแบบตีเกลียว (Twisted pair) สำหรับในกรณี FDDI หรือ ATM สายตัวเกลียวไปยังแต่ละลูกข่ายวิ่งไปยัง Hubs โดยปกติจะอยู่ในช่องของการเดินสาย 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

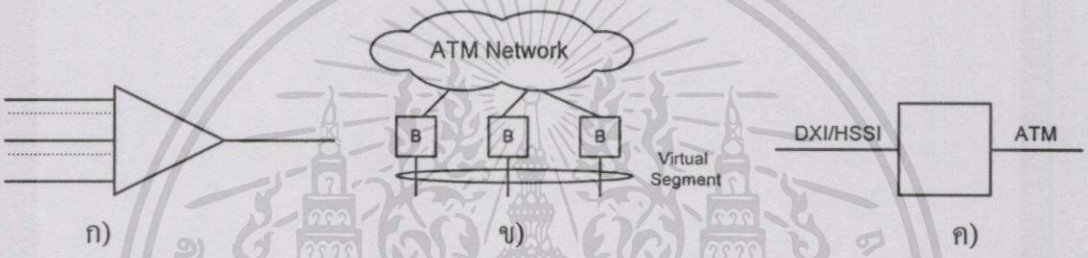
4.3.4 อุปกรณ์เครือข่าย ATM ท้องถิ่นประเภทอื่น ๆ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าที่ รูปแบบ การเชื่อมต่อของ ATM Hubs



รูปที่ 4.7 ก) ATM Multiplexer ข) Bridges ค) CSD/DSUs

4.3.4.1 ATM Multiplexer/Concentrators

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

4.3.4.2 อุปกรณ์ ATM Bridging

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.3.4.3 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

4.3.4.4 LAN Enterprise และ Backbone Switch

สำหรับการเรียนรู้จากตารางที่ 4.1 แสดงผลสรุปจำนวนระบบเครือข่ายแกนหลัก LAN/Campus พร้อมทั้งผลของการสำรวจทั้งหมดในหลาย ๆ ยี่ห้อ

ตารางที่ 4.1 แสดง Enterprise และ LAN/Campus Backbone Switch ที่สำรวจผลการทำงานพร้อมทั้งแสดงประสิทธิภาพเครือข่าย

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

4.4 การเปรียบเทียบเชิงเทคโนโลยี

ตารางที่ 4.2 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

ตารางที่ 4.3 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

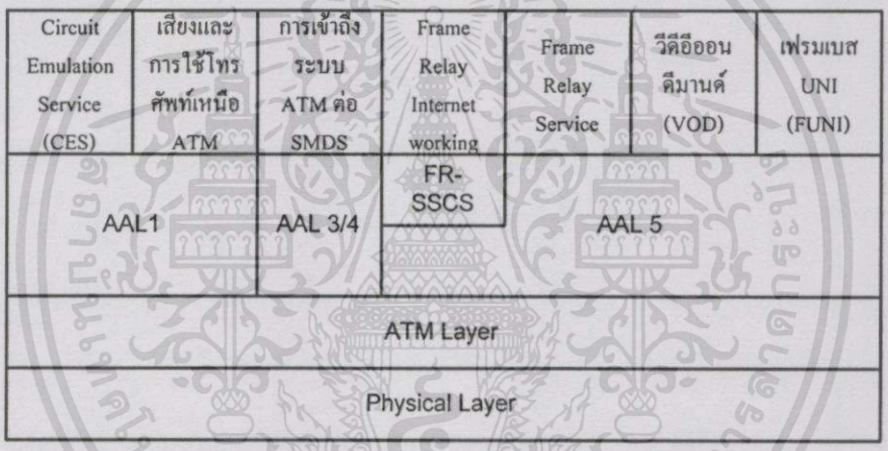
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 5

ความสามารถของ ATM

5.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความสามารถของ ATM ซึ่งสามารถรองรับได้ทั้งเสียง ภาพ และข้อมูล WAN โดยเฉพาะ frame relay (FR) และ SMDS ดังรูปที่ 5.1 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)



รูปที่ 5.1 โปรโตคอล ATM ที่รองรับ เสียง กลุ่มข้อมูล ภาพ และข้อมูล WAN

5.2 การใช้เสียงและโทรศัพท์กับ ATM

จุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งของ ATM คือการเพิ่มมาตรฐานของเสียง ธุรกิจด้านบริการอัตโนมัติใหญ่ ๆ มีความจำเป็นต้องส่งผ่านสัญญาณเสียงด้วย ATM ทั้งสิ้น

ดังรูปที่ 5.2 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

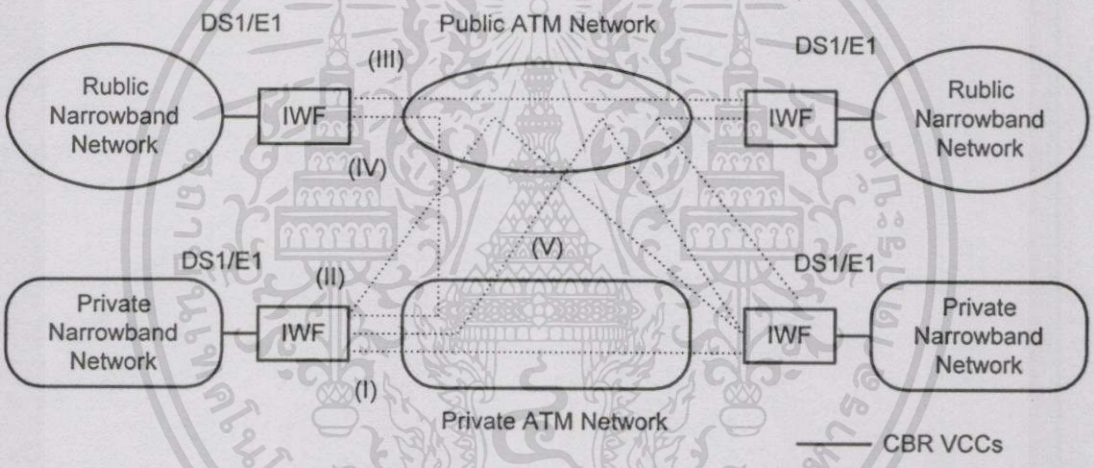
II สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแคบแบบส่วนตัว-ส่วนตัว (private) ผ่านเครือข่าย ATM สาธารณะ

III สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแบบสาธารณะ-สาธารณะ (public) ผ่านเครือข่าย ATM สาธารณะ

IV สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแบบส่วนตัว-สาธารณะผ่านเครือข่าย ATM ส่วนตัวและสาธารณะ

V สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแบบส่วนตัว-ส่วนตัวผ่านเครือข่าย ATM ส่วนตัวและสาธารณะ

VI สายผ่านเชื่อมเครือข่ายชนิดแถบความถี่แคบแบบสาธารณะ-ส่วนตัวผ่านเครือข่าย ATM สาธารณะ



รูปที่ 5.2 แสดงสายผ่านเครือข่าย Narrowband ผ่านทางเครือข่าย ATM

5.3 เครือข่ายจำลอง และ Circuit Emulation Services

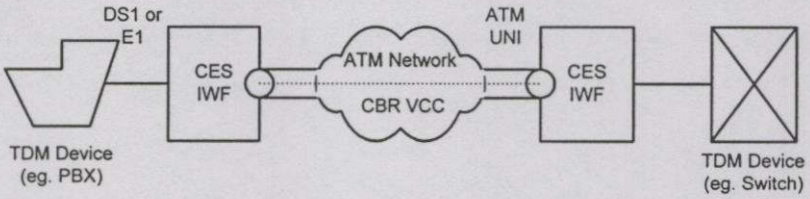
เครือข่าย ATM ประเภท Circuit Emulation Services (CES) หมายถึงระบบ ATM พื้นฐานโดยจำลองแบบจาก AAL1 เป็นเครือข่าย ATM ซึ่งใช้การส่ง TDM แบบเข้าจังหวะ (Synchronous TDM circuits) รวมทั้งแบบไม่เข้าจังหวะ (Asynchronous) CES เป็นการจำลองแบบมาจากวงจร 2 ชนิดคือ

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

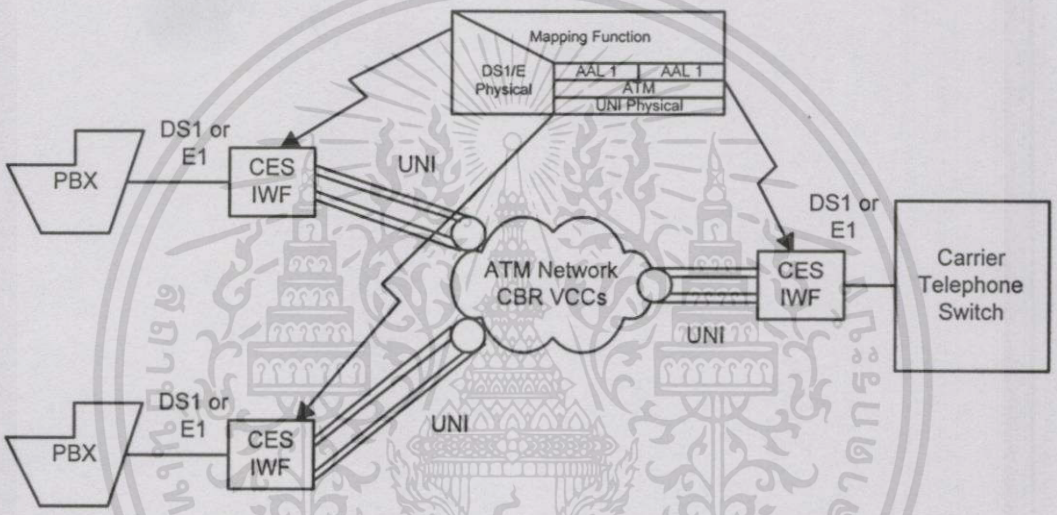
ดังรูปที่ 5.3 เป็นการแสดงแบบจำลองของ CES ที่ปลายสายแต่ละข้างเป็นอุปกรณ์ TDM ซึ่งประกอบด้วยตู้ PBX ตัวมัลติเพล็กซ์ (Multiplexes) T1 หรือ ตัวเชื่อม CSU/DSU และ CES IWF ซึ่งใช้มาตรฐาน DS1 หรือ E1 เครือข่าย ATM ประเภท CES แบบอัตราบิตคงที่ (Constant Bit Rate;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

CBR) และการเชื่อมต่อแบบเสมือน (Virtual Channel Connection; VCC) แล้วจึงเชื่อมต่อกับ CES IWF ตัวแปรที่สำคัญของเครือข่ายจำลองคือ ATM VCC และ SVC



รูปที่ 5.3 แสดงแบบจำลองของ Circuit Emulation Service



รูปที่ 5.4 ตัวอย่างและหน้าที่ของ Structured-Mode CES Internetworking

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

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง Audio/Visual Multimedia services (AMS) ซึ่งเนื้อหาคือมาตรฐานการเข้าสัญญาณภาพและสัญญาณภาพที่ต้องการในเครือข่าย ATM

5.4.1 สัญญาณภาพที่ต้องการในเครือข่าย

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

5.4.2 มาตรฐานการเข้าสัญญาณภาพด้วย ATM

วีดีโอแบบ High-end มีดีเลย์ควบคุมแถบแบนด์วิธ์ให้เหมาะสม ซึ่งดีเลย์นี้จะอยู่ที่ปลายทั้ง 2 ข้างเพื่อควบคุมสัญญาณภายใน (Latency) และภาพสั่น (jitter) ในการสื่อสารข้อมูลระดับสูง การมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

latency และ jitter ที่พอประมาณเป็นกุญแจสำคัญของสวิทช์ ATM และการนำมาใช้ในการออกแบบระบบเครือข่ายจึงได้มีเครื่องมือเกี่ยวกับสวิทช์เพิ่มขึ้นอีกสำหรับการเข้าสัญญาณภาพโดย ATM

- การสูญเสียเซลล์ในเครือข่ายอยู่ในอัตราหนึ่งในพันล้าน
- ความเปลี่ยนแปลงของเซลล์ดีเลย์ต่อหนึ่งส่วนพันวินาที

มีการพัฒนา ATM เป็นแบบอัตราการเปลี่ยนแปลงบิตตามเวลาจริงซึ่งใช้สัญญาณภาพแบบ MPEG และ MPEG2 ตารางที่ 5.1 แสดงแถบ แบนด์วิธ์ และอัตราการอัด (Compression ratio) สำหรับการเข้าสัญญาณภาพแบบ compression

ตารางที่ 5.1 แสดงความต้องการช่วงกว้างของแถบแบนด์วิธ์สำหรับภาพวีดีโอที่ต้องการคุณลักษณะการบีบอัดข้อมูล

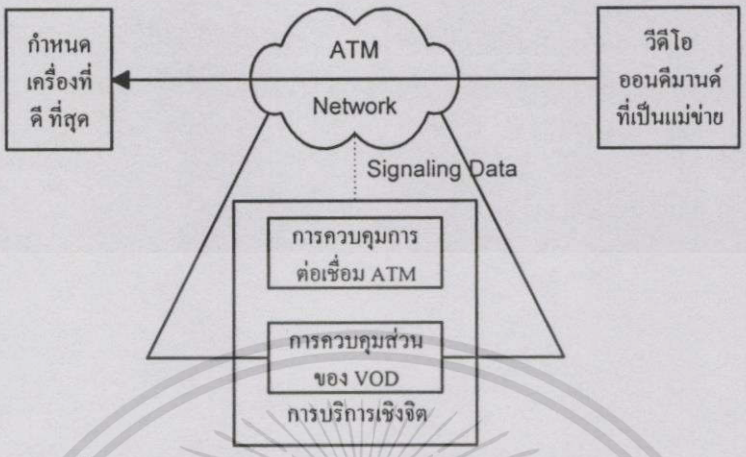
มาตรฐาน/รูปแบบ	แบนด์วิธ์	อัตราการบีบข้อมูล
1. JPEG แบบเคลื่อนไหว	10-20 MBPS	7-27:1
2. MPEG-1	1.2-2.0 MBPS	100:1
3. H.261	64 KBPS-2 MBPS	24:1
4. DVI	1.2-1.5 MBPS	160:1
5. CDI	1.2-1.5 MBPS	100:1
6. MPEG-2	4-60 MBPS ±	30-100:1
7. CCIR 723	32-45 MBPS	3-5:1
8. CCIR 601/D1	140-270 MBPS	อ้างอิง 1:1
9. US Commercial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

5.4.3 คุณสมบัติวีดีโอออนดีมาน์บนมาตรฐาน ATM Forum

มาตรฐาน ATM Forum ซึ่งเป็นคุณสมบัติของการบริการเชิงมัลติมีเดียเชิงเสียง VOD version 1.0 ซึ่งได้กำหนดให้ภาพ เสียง ข้อมูล วิ่งได้บนระบบเครือข่าย ATM จากรูปที่ 5.7 แสดงให้เห็นรูปภาพอ้างอิงของตัวลูกข่าย (อาทิเช่นกล่องของ set-top) ตัวแม่ข่าย ระบบเครือข่าย ATM และการบริการเชิงตรรกวิทยาเพื่อจะควบคุมเส้นทางการต่อเชื่อมและในแง่ของ VOD ระบบเครือข่าย ATM อาจจะเป็น HFC (Hybrid Fiber/Coaxes), ADSL, XDSL หรือระบบเครือข่ายใยแก้วนำแสงชนิดดิจิตอล ผู้ใช้ควรจะสร้างการเชื่อมต่อของ ATM เพื่อที่จะดูวีดีโอ 1 ระบบโดยเฉพาะ ผู้ใช้มักจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

มีวิธีการควบคุมระดับเรื่อง VOD อาทิเช่นปุ่มควบคุมที่เรียกว่า pause, fast-forward และ rewind เหมือนกันกับตัวบันทึกวีดีโอคาสเซ็ททุกวันนี้ (VCRs)



รูปที่ 5.5 แสดงการต่อเชื่อมของวีดีโอออนดีมานด์

5.4.4 Internetworking, Access และ Trucking

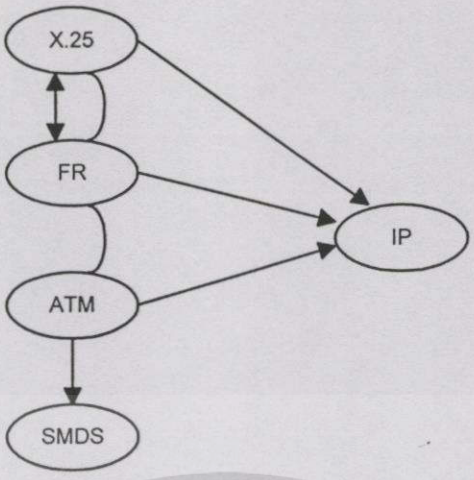
ดังรูปที่ 5.6 ความสัมพันธ์ของเครือข่าย ATM กับเฟรมรีเลย์, X.25, SMDS ต่อเครือข่าย TCP/IP

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

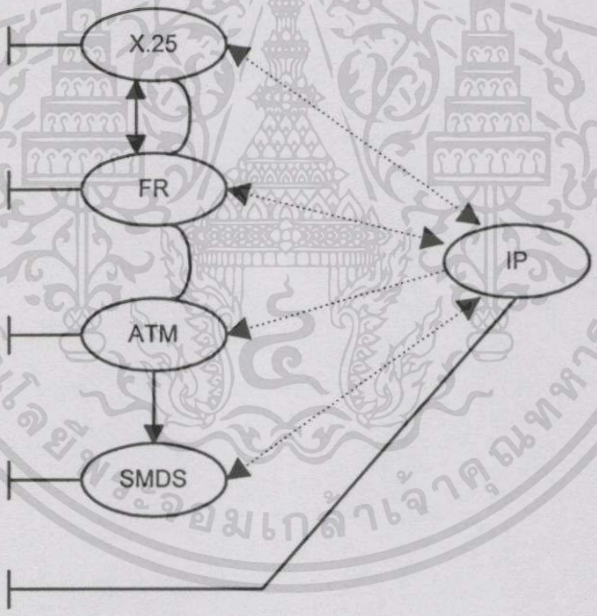
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 5.6 แสดงทางตรรกะของ Access, Internetworking และ Trucking

$A \rightarrow B$ เป็นโลจิกซึ่ง Access จาก A ไป B

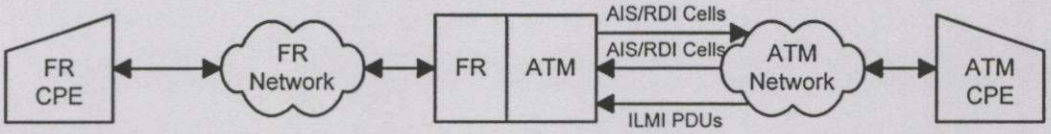
$A \cap B$ A และ B เป็นการบริการเชิง Internetworking



รูปที่ 5.7 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกายภาพของ Access และ Trucking

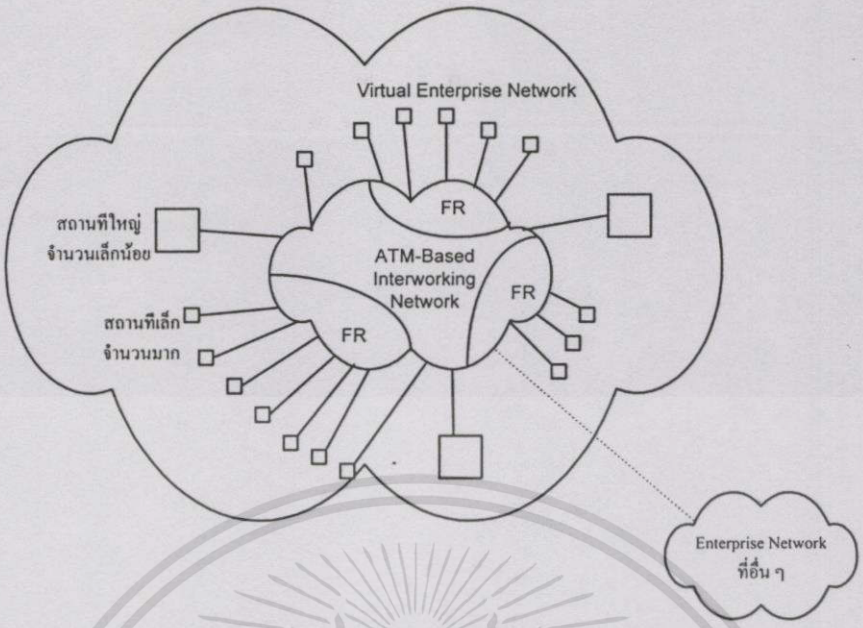
$\vdash A$ Physical Access to A

$A \rightarrow B$ A มี trunk เหนือ B



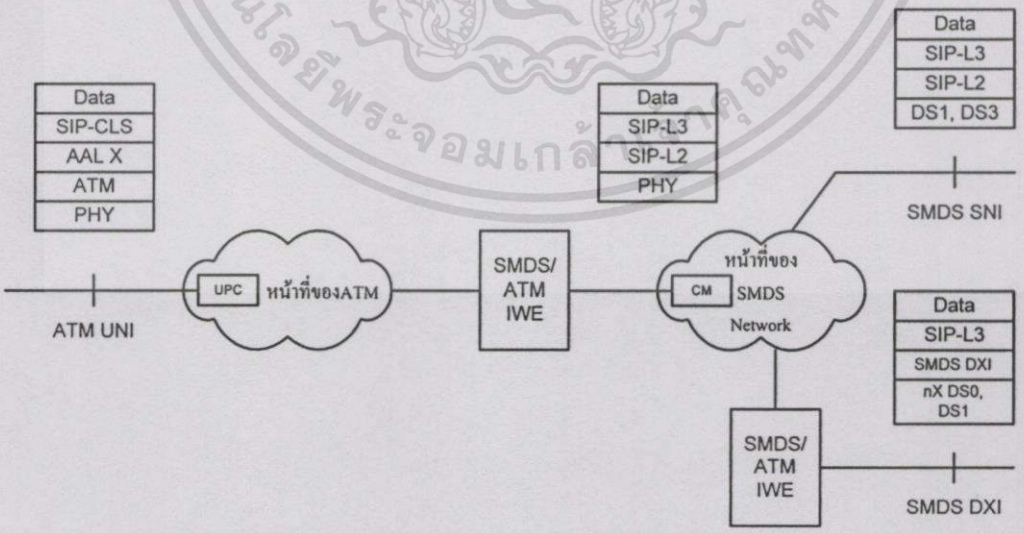
รูปที่ 5.8 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Frame Relay/ATM Status Signaling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 5.9 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 ¾ หรือ AAL 5 CM = SMDS Access Class Credit Manager

รูปที่ 5.10 แสดงการเชื่อมต่อ ATM DXI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 5.2 สรุปคุณลักษณะของ ATM DXI Mode

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

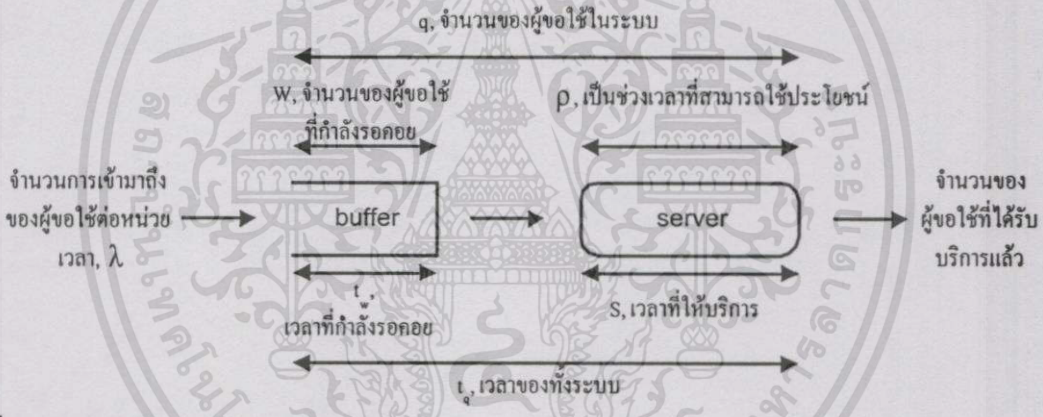
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 6

ทฤษฎีของระบบแถวรอคอยและรูปแบบแถวรอคอย

6.1 ทฤษฎีของระบบแถวรอคอย

การวิเคราะห์กระบวนการตามหลักของแถวรอคอยเป็นพื้นฐานของการประเมินประสิทธิภาพเพราะว่าแถวรอคอยตามระบบโทรคมนาคมจะเกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้มีการยืนยันการขอใช้ในขณะที่มีทรัพยากรจำกัด ซึ่งใน ATM ไม่เพียงแต่จะทำการแย่งการเชื่อมต่อแล้วยังอาจจะต้องมีการสร้างแถวรอคอยโดยเงื่อนไขที่ว่าทุกการเชื่อมต่อที่ได้รับการยอมรับจะประกอบไปด้วยชุดของเซลล์หลาย ๆ ชุดและชุดเหล่านี้ต้องอยู่ในแถวรอคอยที่หน่วยอุปกรณ์สลับสาย (Switching node) ที่อยู่ตามเส้นทางในเครือข่ายจะใช้นิพจน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงถึงกระบวนการของแถวรอคอยจากรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 ระบบแถวรอคอย (queueing system)

ระบบแถวรอคอยใด ๆ อธิบายได้โดยรูปแบบการเข้ามาถึงของผู้ขอใช้ รูปแบบการบริการของผู้ขอใช้ จำนวนของช่องสัญญาณที่จะให้บริการและความจุของระบบ

ในกรณีรูปแบบการบริการของผู้ใช้ก็เช่นเดียวกับรูปแบบการเข้ามาถึงของผู้ขอใช้สามารถอธิบายเป็นอัตราของผู้ขอใช้บริการ μ หรือเช่นเดียวกับความต้องการของเวลาเพื่อให้บริการผู้ขอใช้ S มีความแตกต่างอย่างหนึ่งที่สำคัญมากคือเวลาการให้บริการหรืออัตราการบริการเป็นเงื่อนไขที่กำหนดไปยังระบบที่ไม่ใช่ระบบว่างถ้าเป็นระบบว่างถือได้ว่าการให้บริการเป็นไปตามอุดมคติ อย่างไรก็ตามเมื่อ ATM Cell buffer ว่าง จะได้ความต่อเนื่องของการส่งผ่านของสถานะเซลล์ที่ว่างดังรูปที่ 6.2

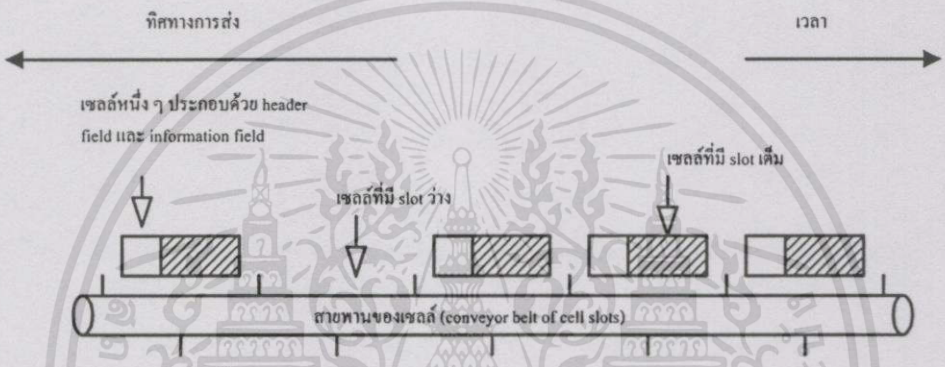
ในการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของ ATM buffer บ่อยครั้งที่จะละเลยการเข้าจังหวะ ดังนั้นสมมุติฐานให้เซลล์ที่เข้ามาถึงจะได้รับการบริการทันทีเข้าไปยังบนส่วนของ buffer ที่ว่าง ๆ ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ขอการรอคอยจะรอจนกระทั้งเริ่มมี slot ที่ว่างถัดไป สำหรับการเชื่อมต่อที่ 155.52 Mbps อัตรา cell slot เป็น 366,792 เซลล์/s และช่วงเวลาการใช้บริการต่อเซลล์เป็น 2.726 μs อย่างไรก็ตามจำนวนหนึ่งของทุก 27 cell slot จะใช้สำหรับการปฏิบัติการและดูแลเซลล์ (Operations and Maintenance; OAM) สำหรับหน้าที่การตรวจและการวัดค่าต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย ดังนั้นอัตราของ cell slot สำหรับการสื่อสารเป็น

$$\frac{26}{27} \times 366,792 = 353,208 \text{ cell/s}$$

ซึ่งสามารถประเมินได้ว่าเวลาการให้บริการต่อเซลล์เป็น 2.831 μs



รูปที่ 6.2 สายพานของเซลล์ slot

ในกรณีของจำนวนของช่องสัญญาณที่ให้บริการจะอ้างอิงกับจำนวนของผู้ให้บริการว่าจะสามารถให้บริการกับผู้ขอใช้ได้พร้อมกันขนาดไหนในระบบที่เป็นหลายช่องสัญญาณจะมีความแตกต่างตามองค์ประกอบของแถวรอคอยแถวต่าง ๆ ซึ่งผู้ให้บริการอาจมีการจองแถวรอคอยหรืออาจมีเพียงหนึ่งแถวรอคอยสำหรับผู้ให้บริการทั้งหมด สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องคำนึง เมื่อออกแบบ ATM switch

ในกรณีของความจุของระบบเป็นการประกอบกันของพื้นที่การรอคอยและจำนวนของช่องสัญญาณของการให้บริการและอาจจะมีที่สิ้นสุดหรือไม่มีการสิ้นสุดเพื่อความชัดเจนในระบบที่แท้จริงความจุต้องมีที่สิ้นสุดอย่างไรก็ตามสมมุติฐานของความจุที่ไม่สิ้นสุดสามารถเข้าใจได้ง่ายในการวิเคราะห์และยังคงเป็นค่าที่ใช้ในการอธิบายถึงพฤติกรรมของ ATM queueing

สัญลักษณ์ที่นำมาใช้

สัญลักษณ์ที่นำมาใช้ของ Kendall [3] มี A/B/X/Y/Z ซึ่งได้นำมาใช้อย่างกว้างขว้างเพื่อใช้อธิบายระบบแถวรอคอย

A ใช้กำหนด การกระจายของเวลาที่ให้ช่วงที่เข้ามาถึง

B ใช้กำหนด การกระจายของเวลาที่ให้บริการ

X ใช้กำหนด จำนวนของช่องสัญญาณที่ใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Y ใช้กำหนด ความจุของระบบ

Z ใช้กำหนด ระเบียบของแถวรอคอย

D หมายถึงเวลาที่ให้บริการซึ่งเป็นค่าที่กำหนดคงที่หรือเป็นค่าใช้กำหนดตัดสิน

1 หมายถึงมีจำนวนผู้ให้บริการ 1 ราย

ในส่วนของ Y/Z เป็นสัญลักษณ์ที่ให้ละเว้นเมื่อความจุของระบบเป็นแบบไม่สิ้นสุดและระเบียบของแถวรอคอยเป็นแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน

6.2 ความสัมพันธ์เบื้องต้นขององค์ประกอบ

ตารางที่ 6.1 ได้สรุปสัญลักษณ์ทั่ว ๆ ไปที่ใช้สำหรับขบวนการแถวรอคอย ข้อควรระวังคือสัญลักษณ์เหล่านี้ยังไม่เป็นมาตราฐาน

ตารางที่ 6.1 สัญลักษณ์ของระบบแถวรอคอย

Notation	Description
λ	หมายถึงจำนวนของการมาถึงต่อหน่วยเวลา
S	หมายถึงเวลาที่ให้บริการสำหรับแต่ละผู้ขอใช้
ρ	ปริมาณที่ได้ใช้ประโยชน์ในส่วนของเวลาในขณะที่ผู้ใช้บริการกำลังยุ่ง
Q	หมายถึงจำนวนของผู้ขอใช้ในระบบ (การรอคอยหรือการเริ่มให้บริการ)
T_q	หมายถึงเวลาของผู้ขอใช้ที่เสียไปในระบบ
W	หมายถึงจำนวนของการรอคอยของผู้ขอใช้เพื่อรับบริการ
t_w	หมายถึงเวลาของผู้ขอใช้ที่เสียไปในการรอคอยเพื่อรับการบริการ

ความสัมพันธ์พื้นฐานจะจริงในกรณีที่ความจุของระบบเป็นแบบไร้ขีดสิ้นสุด แต่จะไม่คำนึงถึงการมาถึงหรือรูปแบบการบริการและจำนวนองช่องสัญญาณหรือข้อปฏิบัติของแถวรอคอย ปริมาณที่ได้ใช้ประโยชน์ ρ มีค่าเท่ากับผลของอัตราการเข้ามาถึงและเวลาที่ให้การบริการ

$$\rho = \lambda S \tag{6.1}$$

ความหมายจำนวนของผู้ขอใช้ในแถวรอคอยจะมีความสัมพันธ์กับเวลาเฉลี่ยที่เสียไปกับการรอคอยในแถวรอคอย โดยใช้สูตรที่เรียกว่า Little's formula [3] บ่อยครั้งจะเขียนว่า $L = \lambda W$ ในสัญลักษณ์เป็น

$$w = \lambda t_w \tag{6.2}$$

ความสัมพันธ์นี้นำมาประยุกต์เพื่อหาค่าเฉลี่ยของผู้ขอใช้ในระบบ

$$q = \lambda t_q \tag{6.3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ความหมายของเวลาในระบบแถวรอคอยอย่างง่ายเท่ากับผลรวมของเวลาที่ให้บริการกับเวลาที่รอคอย

$$t_q = t_w + S \tag{6.4}$$

จำนวนของผู้ขอใช้ในระบบที่มีผู้ให้บริการรายเดียวเป็น

$$q = w + \rho \tag{6.5}$$

6.3 แถวรอคอยแบบ M/M/1

พิจารณาการป้อนแหล่งแบบ N CBR ไปยัง ATM buffer โดยมีสมมุติฐานสองอย่าง สำหรับการเลือกค่าพารามิเตอร์ที่หลากหลาย ในสมมุติฐานแรกเป็นรูปแบบการเข้ามาถึงของเซลล์จากแหล่งแบบ N CBR สามารถประเมินโดย exponential ค่าลบของเวลาช่วงที่เข้ามาถึงหรืออาจจะพูดได้ว่าการเข้ามาถึงของผู้ขอใช้อธิบายโดยขบวนการ Poisson ขบวนการนี้จะดูที่รูปแบบการมาถึงจากสัดส่วนที่แตกต่าง แทนที่ด้วยการกำหนดเวลาระหว่างการนับจำนวนการกระจายแบบ Poisson ในช่วงเวลาของการเข้ามาถึง

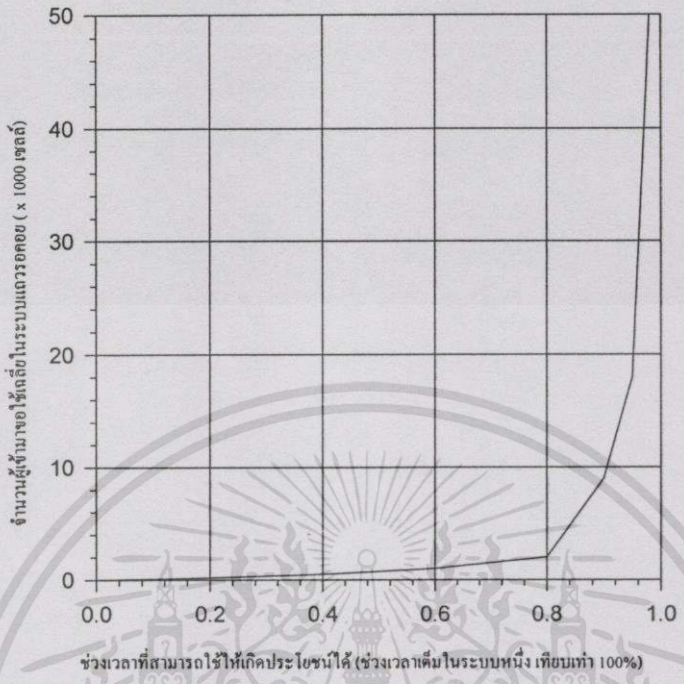
ในสมมุติฐานที่สองเป็นเวลาการให้บริการของเซลล์เหล่านี้โดยการกระจาย exponential ค่าลบ ได้ให้ความจริงที่ว่าการใช้ ATM ที่มีการกำหนดความยาวเซลล์คงที่ (ด้วยเหตุที่ว่าได้มีการกำหนดเวลาให้บริการคงที่) สมมุติฐานที่สองยังไม่คอยถูกต้องแน่นอนนักแต่สามารถใช้ตัวอย่างนี้เพื่อแสดงจุดสำคัญบางอย่างเกี่ยวกับระบบแถวรอคอย

ดังนั้นในการสร้าง ATM buffer ขนาดใด ควรสมมุติว่าระบบแถวรอคอย M/M/1 มี buffer ไม่สิ้นสุด แต่ M ไม่สามารถนำมาใช้คิดได้บางกรณีโดยการพิจารณาจำนวนเฉลี่ยของเซลล์ในระบบซึ่งได้ให้ไว้โดย

$$q = \frac{\rho}{1-\rho} \tag{6.6}$$

เช่นในตัวอย่างเป็นผลลัพท์ที่ได้ใช้ประโยชน์จาก Source แบบ CBR สามารถคาดการณ์เพื่อจัดการว่าอย่างน้อยช่วงว่างของการรอคอยบางครั้งจะไม่เกินหนึ่งเซลล์ แต่ถ้าดูที่รูปที่ 6.3 ของ q เทียบกับ ρ เช่นเดียวกับ ρ ที่แปรผันจาก 0 ไป 1 แล้วสามารถเขียนกราฟผลสรุปและเห็นการใช้ประโยชน์อย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



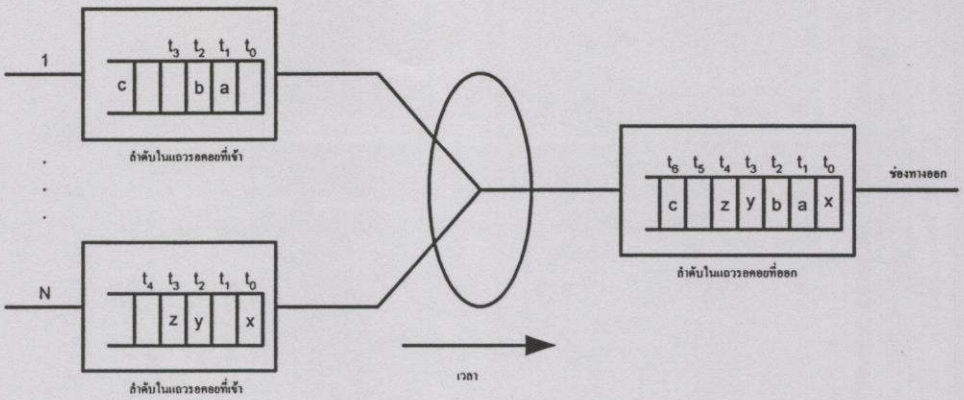
รูปที่ 6.3 จำนวนเฉลี่ยของเซลล์โดยระบบแถวรอคอย M/M/1

คุณลักษณะสำคัญในช่วง 80%-90% ที่ได้ใช้ประโยชน์ซึ่งให้แนวทางว่าเป็นค่าที่ดีที่สุดเพื่อนำการปฏิบัติให้ได้ใช้ประโยชน์ที่ 80% เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการสร้างแถวรอคอยขนาดใหญ่ขึ้น จากรูปที่ 3 นำมากำหนดปริมาณความกว้างของแบนด์ที่สามารถนำมาใช้ได้สูงสุดซึ่งจะอยู่ใน 80% - 90% ของ ความกว้างของแบนด์ ที่มีอยู่

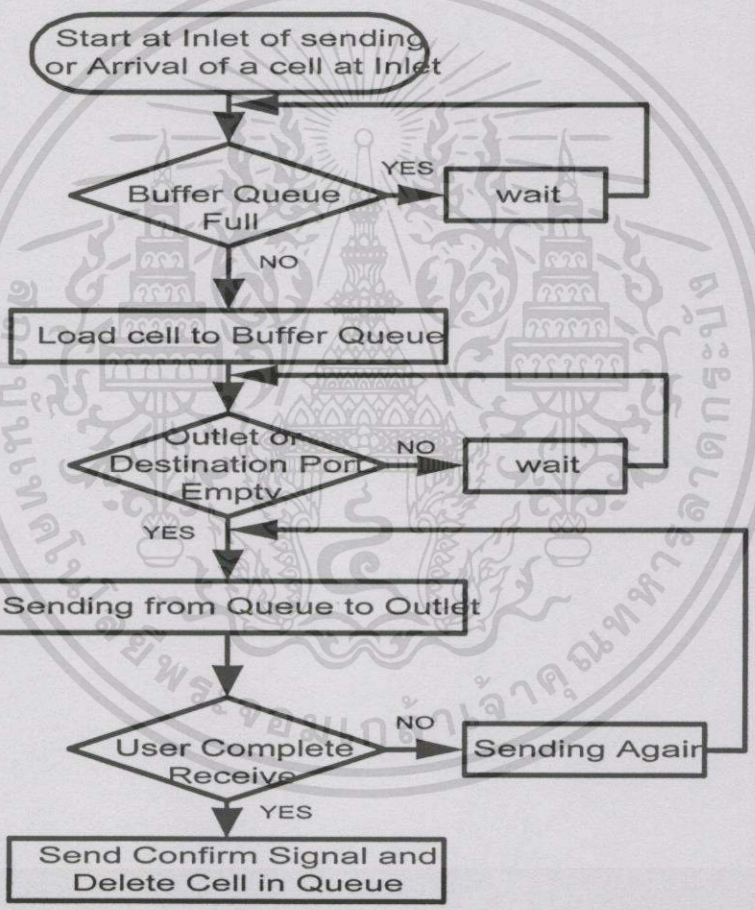
6.4 ลักษณะการนำหลักการแถวรอคอยมาประยุกต์ใช้งานในกรณีต่าง ๆ

1. การให้บริการแบบมาขอใช้บริการก่อนจะได้รับการบริการก่อน (First in First out: FIFO) ซึ่งการให้บริการนี้ถือได้ว่าเป็นหลักการพื้นฐานของการให้บริการ ซึ่งจะมีความเหมาะสมกับงานการติดต่อสื่อสารที่ไม่ต้องพิจารณาถึงคุณภาพการสื่อสารมากนักหรือการสื่อสารที่ไม่มีการแยกประเภทของงานที่ต้องการอัตราความกว้างของแบนด์ต่าง ๆ กัน ดังนั้นในการจัดการ ความกว้างของแบนด์ ของระบบจะพิจารณาเพียงความสามารถในด้านความเร็วในการทำงานของ สวิทซ์เพื่อส่งต่อในช่องทางนั้น ๆ และพิจารณาการรอคอยสูงสุดที่ผู้ขอใช้จะยอมรับได้หรือผลรวมของการขอให้ ความกว้างของแบนด์ ต่อเวลาที่กำหนดไม่เกินความสามารถของ สวิทซ์ซึ่งที่จะให้ ความกว้างของแบนด์ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 6.4 แสดงการจัดการของระบบแถวรอคอยแบบ FIFO



รูปที่ 6.5 แสดงขั้นตอนการจัดการ FIFO

หลักการทำงานพื้นฐานของการให้บริการแบบมาขอใช้บริการก่อนจะได้รับการบริการก่อนมีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. เริ่มจากมีผู้ขอใช้บริการหรือมีเซลล์เกิดขึ้นที่ Inlet ของ ATM Switch Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2. เป็นการนำเซลล์บรรจุลง Buffer เนื่องจากการสื่อสารที่ดีต้องมีการประกันการส่งดังนั้นจะต้องมีการพิจารณาในการนำเซลล์บรรจุลง Buffer Queue ก่อนการส่งไปยัง Outlet ซึ่งในขั้นตอนนี้ถ้า Buffer เต็มก็จะต้องส่งสัญญาณให้เซลล์จาก Inlet รอคอย
3. ถ้ามี Buffer ว่างจะทำการโหลดเซลล์ไปยัง Buffer Queue ของระบบ
4. ATM Switch ทำการพิจารณาจุดหมายปลายทางของเซลล์ว่า Outlet ที่ต้องการส่งนั้นว่างหรือไม่
5. ถ้า Outlet ว่างก็จะทำการส่งเซลล์จาก Buffer Queue ไปยัง Outlet นั้น แต่ถ้า Outlet นั้นไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณให้เซลล์ใน Queue นั้นรอคอย
6. ทำการตรวจสอบการส่งผ่านเพื่อเป็นการรับประกันการส่ง
7. เมื่อทำการส่งเซลล์ไป ผู้ใช้ปลายทางแล้ว ผู้ใช้ปลายทางต้องทำการยืนยันว่าได้รับบริการเรียบร้อยแล้วและส่งสัญญาณให้ลบเซลล์ที่ส่งแล้วออกจาก Buffer Queue ได้
8. ถ้าผู้ใช้บริการปลายทางได้รับเซลล์ที่ไม่สมบูรณ์หรือถูกต้องผู้ใช้บริการปลายทางต้องส่งสัญญาณให้ ATM Switch ทำการส่งใหม่

เมื่อพิจารณาการทำงานของระบบแถวรอคอย ที่มีสมมุติการซุ่มการทำงานใน 5 วินาที ของผู้ใช้ที่เข้ามาถึงระบบ 5 ราย โดย Port ที่เป็น Outlet นั้นเป็นไปตามมาตรฐาน OC-3 = 155.52 Mbps คือมีความสามารถในการส่ง = 353,208 เซลล์/วินาที (1 เซลล์ ใช้เวลา 2.831×10^{-6} วินาที)
โดยกำหนดเทอมของสัญญาลักษณ์ในการซุ่มคือ $U_n(t_r, m\ cell)$
U_n คือ ผู้ใช้ใด ๆ ที่เข้ามาถึงระบบ
t_r คือ เวลาใด ๆ ที่ได้เข้ามาถึงระบบ
m cell คือ จำนวนเซลล์เท่าไรที่ต้องการจะส่งหรือรับผ่านระบบซึ่ง m cell คิดเป็นเวลาการส่งได้เป็น
m cell = m x (2.831×10^{-6} วินาที)
ใช้สัญญาลักษณ์แทนเป็น m cell = mts ดังนั้นจะได้เทอมการซุ่มเป็น $U_n(t_r, mts)$ และได้ผลลัพธ์การสุ่มเป็น

User1 = $(3, 6.43 \times 10^{-3}), (4, 0.5)$

User2 = $(0, 25.72 \times 10^{-3})$

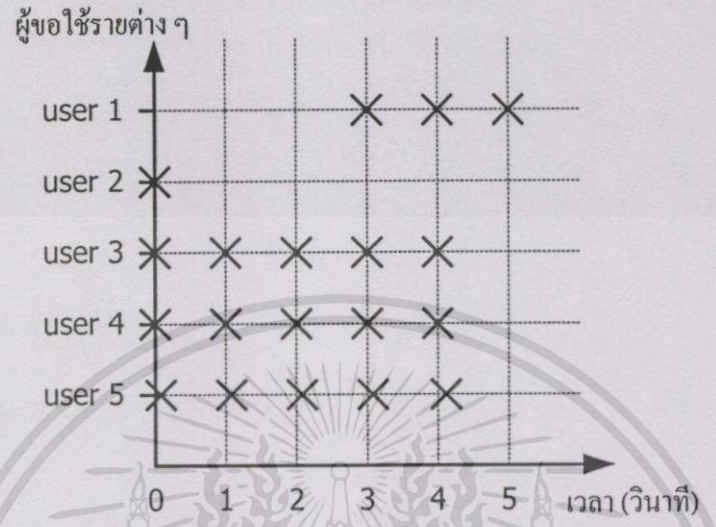
User3 = $(0, 25.72 \times 10^{-3}), (1, 25.72 \times 10^{-3}), (2, 25.72 \times 10^{-3}), (3, 25.72 \times 10^{-3}), (4, 25.72 \times 10^{-3})$

User4 = $(0, 25.72 \times 10^{-3}), (1, 25.72 \times 10^{-3}), (2, 25.72 \times 10^{-3}), (3, 25.72 \times 10^{-3}), (4, 25.72 \times 10^{-3})$

User5 = $(1 \times 10^{-3}, 6.43 \times 10^{-3}), (1 + 10^{-3}, 6.43 \times 10^{-3}), (2 + 10^{-3}, 6.43 \times 10^{-3}), (3 + 10^{-3}, 6.43 \times 10^{-3}), (4 + 10^{-3}, 6.43 \times 10^{-3})$

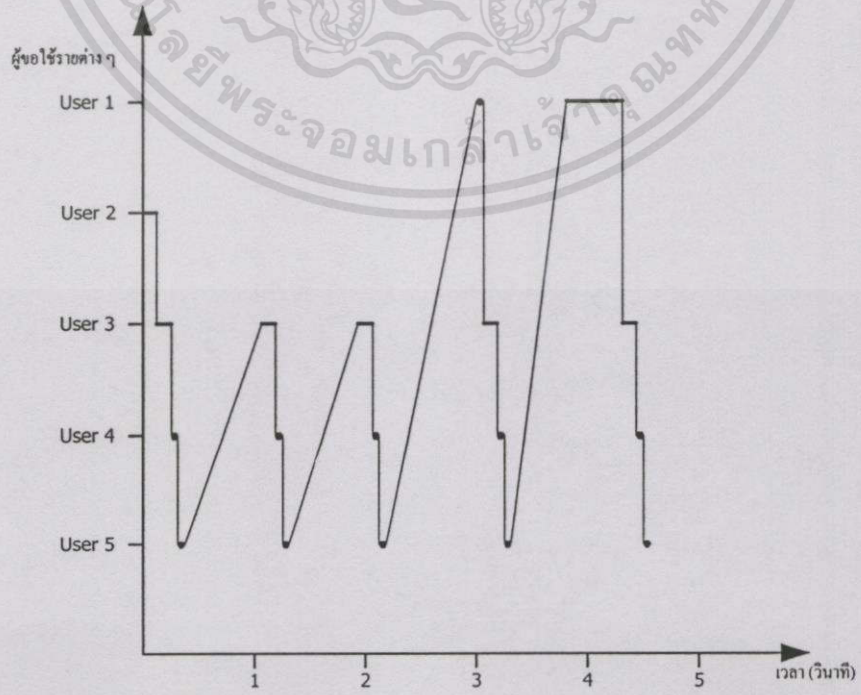
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เมื่อนำผลลัพธ์ของการสุ่มมาสร้างกราฟแสดงความต้องการขอใช้เวลาแบบที่ยังไม่ได้มีการจัดสรรลำดับการให้บริการจะได้ดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 แสดงช่วงเวลาการขอใช้เวลาของผู้ขอใช้แต่ละราย

จากรูปที่ 6.6 แสดงช่วงเวลาที่มีการมาถึงของผู้ขอใช้เวลาซึ่งจะประกอบไปด้วยเวลาที่มาถึงและช่วงเวลาที่ต้องการใช้ในการส่ง ส่วนลำดับการเข้ามาถึงเพื่อเข้าสู่ระบบแถวรอคอยเพื่อจัดลำดับการให้บริการยังไม่ได้นำมาพิจารณาและเมื่อนำผลลัพท์ของการสุ่มมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของผู้ใช้กับลำดับการจัดสรรเวลาเพื่อส่งเซลล์ออกไป โดยมีการจัดสรรลำดับแบบ FIFO และมีลำดับการเข้ามาของผู้ขอใช้รายที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับซึ่งจะได้ดังรูปที่ 6.7



รูปที่ 6.7 แสดงการจัดสรรเวลาการให้บริการในระบบแถวรอคอยแบบ FIFO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากรูปที่ 6.7 จะมีการจัดลำดับการให้บริการโดยพิจารณาเพียงลำดับการมาถึงซึ่งผู้ที่มาถึงก่อน จะได้รับบริการก่อน ซึ่งจะให้คุณภาพของการสื่อสารเป็นที่พอใจในระดับหนึ่ง ซึ่งการจะให้ใช้หลักการนี้ในการจัดการกับลำดับการให้บริการที่ดีในกรณีที่ไม่มีความต้องการขอใช้บริการที่เป็นเวลาเดียวกันกับการเข้ามาถึง เนื่องจากการเข้ามาถึงของผู้ขอใช้อาจเป็นเวลาเดียวกันหรือผู้เข้ามาถึงก่อนหน้านี้มีการขอใช้บริการการส่งที่มีการทับซ้อนของช่วงเวลาที่ผู้เข้ามาถึงที่หลังและต้องการเวลาขอบริการการส่งที่ตรงกันด้วย

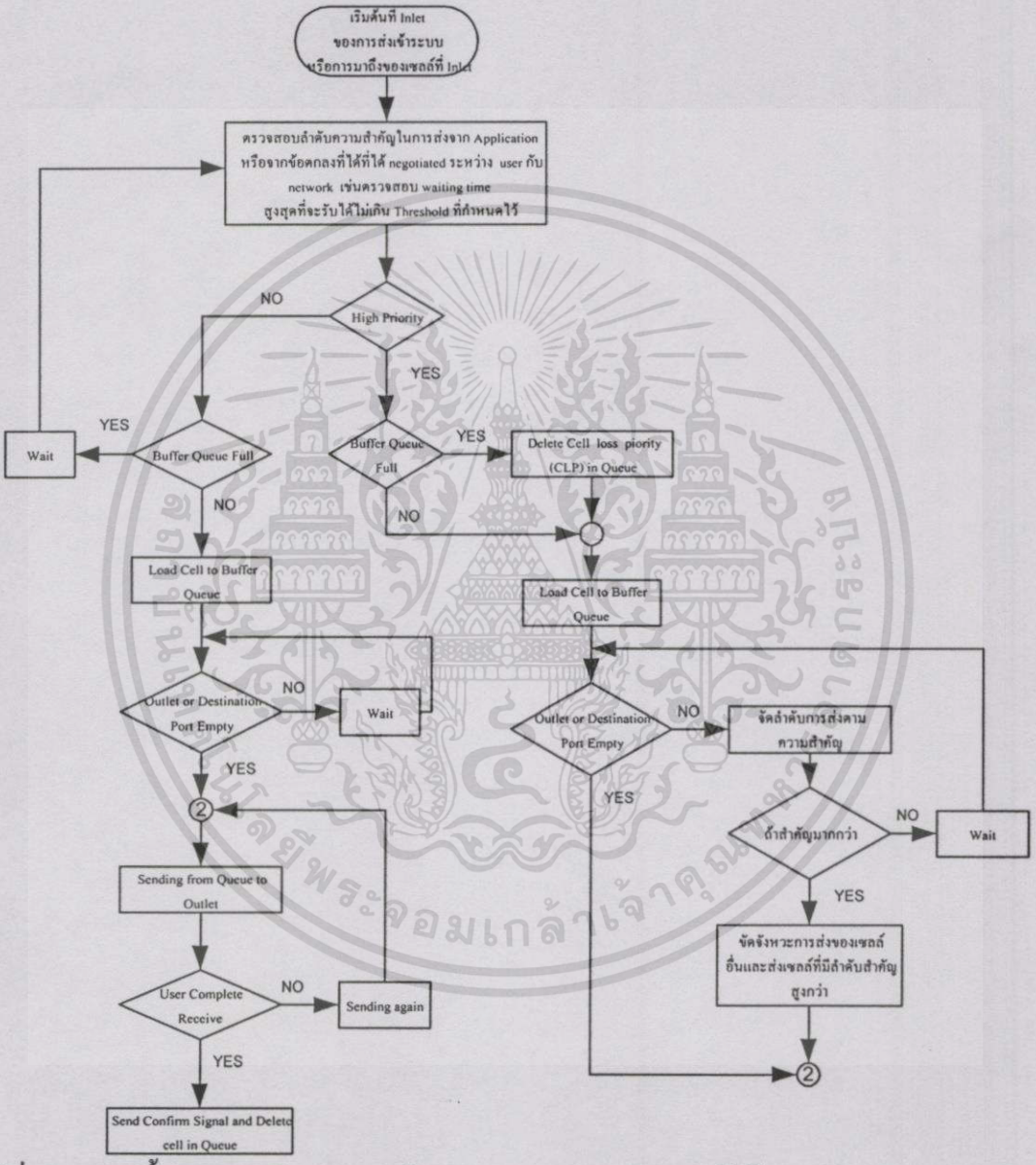
2. การให้บริการแบบกำหนดความสำคัญและประเภทของงาน โดยงานแต่ละประเภทจะมีลักษณะเฉพาะของการขอใช้ความกว้างของแบนด์แตกต่างไป และเหตุที่ต้องมีการกำหนดลักษณะเฉพาะของงานเนื่องจากเพื่อให้ได้คุณภาพของการบริการ (Quality of Service ; QoS) โดยปกติแล้วจะยังคงใช้พื้นฐานการจัดสรร ความกว้างของแบนด์ แบบ FIFO ถ้าจำนวนความกว้างของแบนด์ ที่มีให้ยังไม่วิกฤต

หลักการทำงานพื้นฐานของการให้บริการแบบกำหนดความสำคัญและประเภทของงาน มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. เริ่มจากมีผู้ขอใช้บริการหรือมีเซลล์เกิดขึ้นที่ Inlet ของ ATM Switch Port
2. เป็นตรวจสอบลำดับความสำคัญในการส่ง ถ้ามีลำดับความสำคัญสูงพอจะต้องดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 3 ถ้าลำดับสำคัญเป็นไปแบบปกติก็จะดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 10 คือเป็นแบบ FIFO
3. เป็นการนำเซลล์บรรจุลง Buffer โดยอาจมีการลบเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำก่อน
4. เป็นการส่งเซลล์ที่อยู่ใน Buffer Queue ไปยัง Outlet หรือผู้ใช้ปลายทาง ถ้า Outlet ที่จะส่งมีการใช้อยู่อาจจะต้องมีการขัดจังหวะ
5. ATM Switch ทำการพิจารณาจุดหมายปลายทางของเซลล์ว่า Outlet ที่ต้องการส่งนั้นว่างหรือไม่
6. ถ้า Outlet ว่างก็จะทำการส่งเซลล์จาก Buffer Queue ไปยัง Outlet นั้น แต่ถ้า Outlet นั้นไม่ว่างก็จะมีการตรวจสอบและจัดลำดับความสำคัญของเซลล์ที่จะส่งผ่าน Outlet นั้น
7. ถ้าเซลล์ใดมีความสำคัญมากกว่าก็จะมีการขัดจังหวะการส่งของเซลล์อื่นก่อนแล้วจึงค่อยมีการส่งเซลล์ที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่า
8. เมื่อ ATM Switch ทำการส่งเซลล์ไปยังผู้ใช้ปลายทางแล้วผู้ใช้ปลายทางต้องทำการยืนยันว่าได้รับบริการเรียบร้อยแล้วและส่งสัญญาณให้ลบเซลล์ที่ส่งออกจาก Buffer Queue ได้
9. ถ้าผู้ใช้บริการปลายทางได้รับเซลล์ที่ไม่สมบูรณ์หรือถูกต้อง ผู้ใช้บริการปลายทางต้องส่งสัญญาณให้ ATM Switch ทำการส่งใหม่
10. เป็นการนำเซลล์บรรจุลง Buffer Queue ถ้า Buffer เต็มก็จะต้องส่งสัญญาณให้เซลล์จาก Inlet รอคอย
11. ถ้ามี Buffer ว่างจะทำการโหลดเซลล์ไปยัง Buffer Queue ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

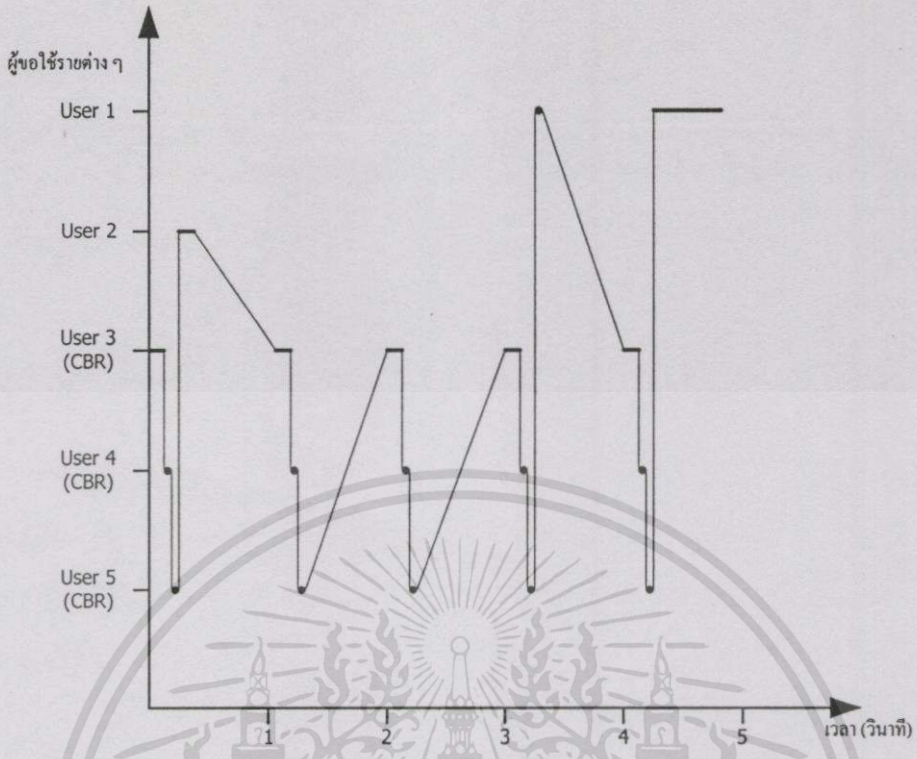
12. ATM Switch ทำการพิจารณาจุดหมายปลายทางของเซลล์ว่า Outlet ที่ต้องการส่งนั้นว่างหรือไม่
13. ถ้า Outlet ว่างก็จะทำการส่งเซลล์จาก Buffer Queue ไปยัง Outlet นั้นถ้า Outlet นั้นไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณให้เซลล์ใน Queue นั้นรอคอย
14. ขั้นตอนต่อไปจะทำเหมือนขั้นตอนที่ 8 และ 9



รูปที่ 6.8 แสดงขั้นตอนการจัดการแบบมีการกำหนดความสำคัญของผู้ใช้

เมื่อพิจารณาการทำงานของระบบ Queueing ที่มีการสมมุติการสุ่มโดยใช้ข้อมูลแบบเดียวกัน จะได้ผลตามรูปที่ 6.9 ซึ่งแสดงการจัดสรรเวลาการส่งในระบบ Queueing ที่มีการกำหนดความสำคัญของ user หรือลักษณะงานที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 6.9 แสดงการจัดสรรเวลาในระบบแถวรอคอยที่มีการกำหนดความสำคัญของ user

ในกรณีที่สมมุติการซุ่มเมื่อมีผู้เข้ามาขอใช้บริการจำนวน 5 ราย และพิจารณาการทำงานของระบบแถวรอคอยภายใน 2 วินาทีแรกและได้ผลลัพธ์การสุ่มครั้งที่ 2 เป็น

user 1 = (0, 8/17)

user 2 = (0, 8/17)

user 3 = (0, 8/17)

user 4 = (0, 1/17), (14/17, 1/17), (15/17, 1/17), (16/17, 1/17)

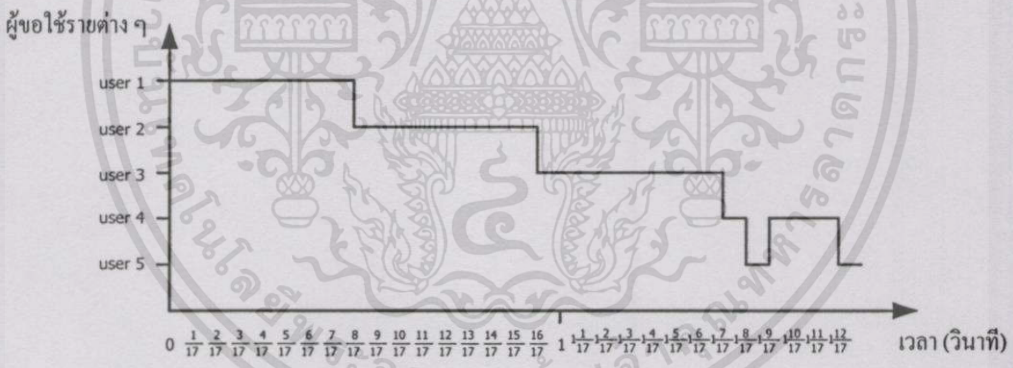
user 5 = (0, 1/17), (1, 1/17)

เมื่อนำผลลัพธ์ของการสุ่มมาสร้างกราฟแสดงความต้องการการขอใช้เวลาแบบที่ยังไม่ได้มีการจัดสรรลำดับการให้บริการจะได้ดังรูปที่ 6.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 6.10 แสดงจุดของเวลาที่เข้ามาถึงและช่วงเวลาที่ขอใช้บริการของ user แต่ละราย

และเมื่อนำผลลัพธ์ของการสุ่มครั้งที่ 2 มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของผู้ใช้กับลำดับการจัดสรรเวลาเพื่อส่งเซลล์ออกไป โดยมีการจัดลำดับแบบ FIFO และมีลำดับการเข้ามาของผู้ขอใช้รายที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.11



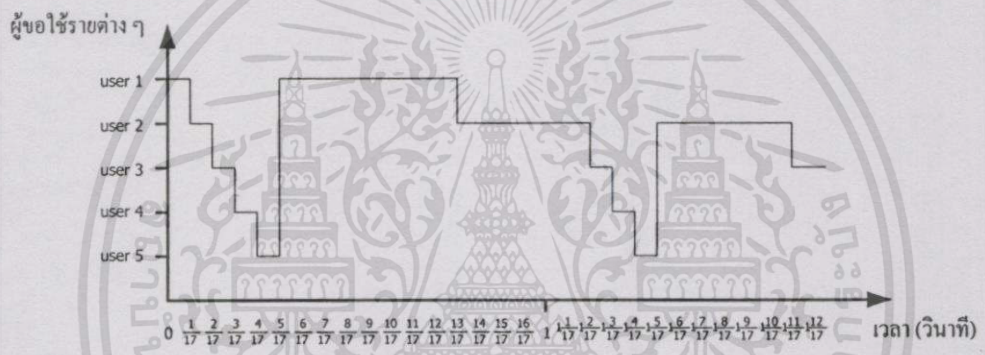
รูปที่ 6.11 แสดงการจัดสรรเวลาการให้บริการในระบบแถวรอคอยแบบ FIFO

จากรูปที่ 6.11 เป็นการจัดสรรเวลาการให้บริการกับผู้ขอใช้ที่มาถึงระบบแถวรอคอยก่อนจะได้รับบริการก่อน ซึ่งจะเป็นเพียงเงื่อนไขเดียวเท่านั้นในการพิจารณาการให้บริการ ซึ่งถ้าพิจารณาจากปริมาณของสัญญาณที่ผู้ขอใช้บริการต้องการจะส่ง จะเห็นว่าผู้ขอใช้บริการรายที่ 1, 2, 3 จะมีปริมาณที่สูงมาก ๆ เมื่อนำไปเทียบกับปริมาณความต้องการแบนด์วิธของการสื่อสารในลักษณะงานที่เป็นแบบสื่อสารด้วยภาพและเสียงและการสื่อสารของงานนี้ เป็นการติดต่อสื่อสารแบบ real time ดังนั้นต้องพิจารณาความต่อเนื่องหรือจังหวะของการสื่อสาร เพื่อให้ได้คุณภาพของการสื่อสารที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ดังนั้นเมื่อพิจารณาปริมาณความต้องการแบนด์วิธสูงสุดในรอบการส่งที่ 1 วินาที โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารแบบ ATM ด้วยมาตรฐาน OC-3 = 155.52 Mbps ถึงผู้ขอใช้รายใด ๆ ก็ตามที่ต้องการสื่อสารด้วยภาพและเสียงจะต้องมีการให้บริการกับผู้ขอใช้รายนั้น ๆ ด้วย ช่วงเวลาประมาณ 1/17 วินาทีใน 1 รอบการส่งที่ 1 วินาที ซึ่งจะเป็นการกำหนดแบนด์วิธการส่งที่คงที่ (Constant Bit Rate: CBR)

เมื่อนำผลลัพธ์การสุ่มครั้งที่ 2 ของผู้ขอใช้บริการมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของลำดับการจัดสรรเวลาการให้บริการแบบ FIFO และพิจารณาการให้บริการการส่งโดยใช้ประเภทของงานนำมาพิจารณาควบคู่ไปด้วย โดยให้ผู้ขอใช้รายที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีลักษณะงานที่ต้องการส่งแบบ CBR ที่ 1/17 วินาที ใน 1 รอบการส่งที่ 1 วินาที จะได้ผลดังรูปที่ 6.12

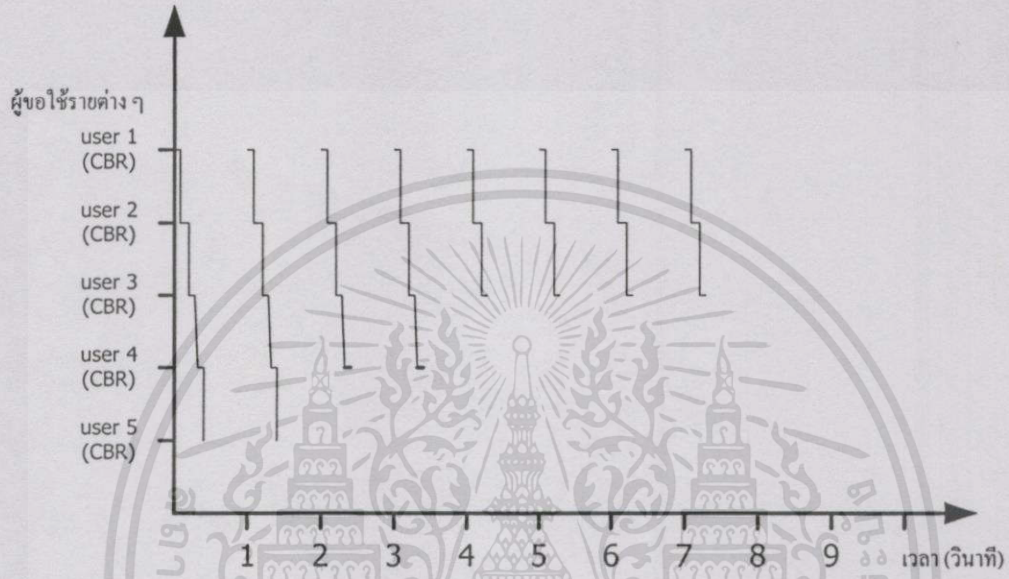


รูปที่ 6.12 แสดงการจัดการสรรเวลาการให้บริการในระบบแถวรอคอยโดยใช้หลัก FIFO และกำหนดความสำคัญของ user จากลักษณะงานโดยใช้หลัก CBC และ VBR

จากรูปที่ 6.12 ที่มีการจัดสรรเวลาการให้บริการแก่ผู้ขอใช้รายต่าง ๆ ซึ่งมีความต้องการส่งแบบ CBR และ VBR จะเห็นว่าเมื่อ user 1 ได้ส่งสัญญาณไปแล้ว 1/17 วินาที ก็จะถูกขัดจังหวะการส่งเพื่อทำการจัดสรรเวลาการบริการการส่งให้กับ user 2 ในช่วงเวลาถัดมาและ user 2 จะถูกขัดจังหวะการส่งหลังจากได้รับบริการการส่งไปแล้ว 1/17 วินาที เช่นกัน ระบบแถวรอคอยจะทำงานเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ กับผู้ขอใช้รายต่าง ๆ ตามตารางการส่งที่ได้ถูกจัดสรรแล้วจากนโยบายและข้อตกลงที่ได้ทำกันกับผู้ขอใช้ผู้ดูแลระบบการบริการการส่ง นอกจากนี้จะเห็นว่ามีบางช่วงเวลาที่ยังไม่ใช่ช่วงเวลาที่จำเป็นจะต้องส่งสัญญาณของ user 1, 2, 3 และ 4 แต่เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ตารางการส่งแบบ CBR ไม่ได้ถูกกำหนดให้ user ที่เป็น CBR รายใด ดังนั้นเพื่อให้ผู้ให้บริการไม่ต้องว่างเว้นจากการส่งและเป็นการใช้เวลาการให้บริการให้ได้ประโยชน์สูงสุด จึงได้มีการพิจารณาจัดสรรเวลาการบริการการส่งให้กับผู้ขอใช้ที่มีปริมาณการส่งที่มากกว่าช่วงเวลาที่ได้จัดสรรแบบ CBR ไว้แล้ว ซึ่งในที่นี้ให้ถือว่าผู้ขอรับบริการปลายทางหรือผู้รับบริการช่วงต่อไปมี buffer ที่ไม่จำกัด ถือได้ว่าเป็นการให้บริการการส่งแบบ Variable Bit Rate (VBR) ผนวกเข้าไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ในกรณีผู้ขอรับสัญญาณปลายทาง (Destination User) หรือผู้ให้บริการการส่งชุดถัดไป (Next Switch) มี Buffer ที่จำกัดหรือมีเงื่อนไขการกำหนดการให้บริการแบบ CBR เท่านั้นคือใน 1 รอบการส่งจะให้บริการการส่งเพียงช่วงเวลาหรือปริมาณของสัญญาณที่ได้ตกลงกันเท่านั้น และเมื่อนำกรณีที่มีการจำกัดตามเงื่อนไขการบริการการส่งแบบ CBR เท่านั้นมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์จะได้ผลดังรูปที่ 6.13



รูปที่ 6.13 แสดงการจัดสรรเวลาการให้บริการในระบบแถวรอคอยโดยให้หลักการ FIFO และกำหนดความสำคัญของ user จากลักษณะงานโดยใช้หลัก CBR

จากรูปที่ 6.13 จะเห็นว่าจะมีการบริการการส่งที่กำหนดการส่งที่คงที่ ซึ่งจะยังคงให้คุณภาพของการสื่อสารที่ดีถึงแม้นบางช่วงเวลาของผู้ให้บริการไม่ได้ให้บริการกับผู้ขอรายใด

6.5 สรุปผลการทดลอง

จากการนำ Queue Theory มาใช้กับการจัดการแบนด์วิธของ ATM สวิทซ์ ทำให้ได้คุณภาพของการสื่อสารที่ดีเนื่องจากมีการพิจารณาความต้องการการขอใช้บริการและข้อตกลงต่าง ๆ เพื่อเป็นการกำหนดตารางเวลาการให้บริการเพื่อให้คุณภาพและการสื่อสารที่มีความเป็นไปได้ตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เอกสารอ้างอิง

[1] J. M. Pitts, J. A. Schormans, "Introduction to ATM Design and Performance," John Wiley & Sons 1996.

[2] M. de Prycker, "Asynchronous Transfer Mode Solution for Broadband ISDN," Ells Horwood Limited, 1993.

[3] A. M. Law and W. D. Keltan, "Simulation Modelling and Analysis," McGraw-Hill, 1991.

[4] Y. S. Yeh, M. G. Hluchyj, A. Acampora, "The Knockout switch: a simple, modular architecture for high-performance packet switching," Proc. of ISS'87, Phoenix, USA, March 1987.

[5] C. Wu, T. Feng, "Routing techniques for a class of multistage interconnection networks," Proc. of International Conference on Parallel Processing, Bellavic, August 1978.

[6] W. Verbiest, M. D. Somer, B. Voeten, "VBR Video coding and ATM switching: A Bell-RC lab expeniment," Second International Workshop on Packet Video, Torino, September 1988.

[7] A. Silberschatz, J. L. Peterson, "Operating system concept," Addison-Wesley, 1988.

[8] N. Miyaho, M. Hirano, Y. Takagi, et al., "An ATM switching system architecture for first generation of broadband services," Proc. of ISS'92, Yakohama, Japan, October 1992.

[9] J. M. Griffiths, "ISDN Explained : Worldwide Network and Applications Technology, John Wiley & Sons, 1992.

[10]L. G. Cuthbert and J. C. Sapanel, "ATM : the Telecommunications Network Solution, The Institution of Electrical Engineers, 1993.

[11]A. M. Law and W. D. Kelton, "Simulation Modeling and Analysis, McGraw Hill, 1991.

[12]J. A. White, J. W. Schmidt, G. K. Bennett, "Analysis of Queueing System," Academic Press 1975.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาคผนวก ก
ผลงานที่ตีพิมพ์

1 เชื้อชาย เนตรบุตร ประพันธ์ ตรีจรูญ กอบชัย เดชหาญ "การออปติไมซ์ช่วงกว้างของแบนด์วิดท์รวมโดยใช้ระบบจัดการโครงข่าย ATM," วิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 หน้า 114-119 มีนาคม 2542.

2 ประพันธ์ ตรีจรูญ กอบชัย เดชหาญ อัครพล ตรีรัตน์ เชื้อชาย เนตรบุตร "การจัดการความกว้างของแบนด์ของ ATM สวิทช์โดยใช้ทฤษฎีแถวรอคอย," วิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 17 ฉบับที่ 4 ธันวาคม 2543.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ประวัติผู้เขียน

นายประพันธ์ ตรีจรูญ เกิดวันที่ 4 มีนาคม 2508 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเซนต์จอห์นและวิทยาศาสตรบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาคอมพิวเตอร์ ปีการศึกษา 2531 และเข้าทำงานในตำแหน่งโปรแกรมเมอร์ ฝ่ายระบบข้อมูลที่ การรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2538 เข้ารับตำแหน่งตัวแทนฝ่ายขายในส่วนงานอุปกรณ์เครือข่าย สื่อสารข้อมูลบริษัทอินเตอร์เนชั่นแนลเน็ทเวิร์คโซลูชั่น ปี พ.ศ. 2539 - ปัจจุบัน ดำรงตำแหน่ง Account Manager แผนกเครือข่ายคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม บริษัทแอ็ดวานซ์อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า