Asynchronous Transfer Mode

(ATM)

โดย

นาย ไชยสิทธิ์ คูนำวัฒนา รหัส 34102108

นาย ดิเรก รุ่งสุขพลากร รหัส 34103119

วัน เดือน ปี 19 ม.ค. 2539
เลขทะเบียน 034934
เลขเรียกหนังสือ T 371234 ข9

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ กอบชัย เดชหาญ

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตเป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตร

ประจำปีการศึกษา 2537

ภาควิชา โทรคมนาคม คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชา โทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฉาดกระบัง

เรื่อง Asynchronous Transfer Mode (ATM)

ผู้จัดทำ

1. นาย ไชยสิทธิ์ คูน้าวัฒนา 34102108
2. นาย ดิเรก รุ่งสุขพลากร 34108119

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง Asynchronous Tranfer Mode

ชื่อ นาย ไชยสิทธิ์ คูนำวัฒนา รหัส 34102108

นาย ดิเรก รุ่งสุขพลากร รหัส 34103119

สาขา โทรคมนาคม ภาควิชา โทรคมนาคม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ

บทคัดย่อ

ในการค้นคว้านี้จะทำการศึกษา เทคนิคในการสื่อสารข้อมูลแบบใหม่ที่เรียกว่า Asynchronous Tranfer Mode (ATM) ซึ่งจะมีใช้ในการบริการที่เป็น B - ISDN (Broadband ISDN) รายละเอียดใน ATM จะเกี่ยวกับ โครงสร้างโปรโตคอลของ ATM คุณลักษณะของแหล่งกำเนิดสัญญาณ คุณภาพการบริการ และการจัดการจราจรของสัญญาณในระบบ ยิ่งกว่านั้นเรานำผลการทดลองที่ค้นคว้ามาได้ ทำการเปรียบเทียบกับทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tittle : **Asynchronous Tranfer Mode**

Name : **Mr. Chaiyasit Kunumwattana** **34102108**

Mr. Direk Rungsukpalakorn **34103119**

Field : **Telecommunication** **Department : Telecommunication**

Faclty : **Enginerring**

Advisor : **Assoc. Prof. Dr. Krobchai Dejhan**

Abstract

: In research , about new tecnique of communication is called Asynchronous Tranfer Mode (ATM) which it have to use in B-ISDN (Broadband ISDN) . Information in ATM is about protocal structure , source characterization , Quality-of-Service (QOS) and Traffic management in ATM Networks. Furthermore , bring result of experiment compare with theory.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	Asynchrinous Tranfer Mode (ATM)	2
	2.1 ความเป็นมา ATM	4
	2.2 เทคนิคพื้นฐานของ ATM	6
	2.3 ATM header	8
	2.4 ATM Protocal Reference Mode	11
บทที่ 3	คุณลักษณะของแหล่งกำเนิดสัญญาณในระบบ	22
	3.1 การบริการแบบ CBR	23
	3.2 การบริการแบบ VBR	26
	3.3 เมตริกซ์ของคุณภาพการบริการในระบบ	26
บทที่ 4	การจัดการการจราจรของสัญญาณในระบบ	37
	4.1 Call Admission Control	38
	4.2 การกำหนดแบนวิดท์	39
	4.3 Traffic shaping	40
	4.4 Traffic Policing	41
	4.5 Selective Discarding	45
	4.6 Reactive Congestion Control Mechanism	47
บทที่ 5	Transport Protocols	52
	5.1 Transport Function	52
	5.2 ปัญหาในการออกแบบ	56
	5.3 ลักษณะของ Transport Protocol	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 เส้นทางในระบบ (Routing) 65
6.1 Routing in Current Networks 65
6.2 Routing in ATM Networks 66
บทที่ 7 ผลการทดลอง 71
เอกสารอ้างอิง 76
กิตติกรรมประกาศ 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

โครงข่ายสื่อสารโทรคมนาคมที่มีใช้ในปัจจุบัน เป็นโครงข่ายที่สร้างขึ้นเพื่อให้บริการเฉพาะที่กำหนดไว้แต่ละโครงข่าย

ATM เป็นเทคโนโลยีแบบใหม่ที่ใช้ลดความซับซ้อนของโครงข่ายเหล่านี้ ซึ่งจะรวมบริการสื่อสารหลายๆแบบไว้ด้วยกัน

ในการดำเนินการของระบบ ATM นั้น ข้อมูลที่ส่งผ่านระบบจะต้องมีการตรวจสอบ คุณลักษณะให้มีค่าอยู่ภายใต้ข้อกำหนด ที่จะยอมให้มีการเชื่อมต่อ และ ในการส่งข้อมูลในระบบ อาจจะเกิดการคับคั่งของข้อมูลขึ้นได้ อันเนื่องมาจากขาดอุปกรณ์สนับสนุน ทำให้ต้องมีการตัดข้อมูลบางข้อมูลทิ้งไป ถ้ามีการตัดข้อมูลทิ้งไปเป็นจำนวนมาก ก็ทำให้การสื่อสารนั้นไม่ประสบความสำเร็จ จึงต้องมีการป้องกันการเกิดการคับคั่ง และ ถ้าหากเกิดการคับคั่งขึ้นในระบบแล้ว ก็สามารถที่จะแก้ไขการเกิดการคับคั่งนั้นได้ โดยอาศัยฟังชั่น Policing , Shaping เป็นฟังชั่นป้องกันการเกิดการคับคั่ง และถ้าหากเกิดการคับคั่งขึ้นมา ก็จะใช้ฟังชั่น Reactive control แก้ไขการคับคั่งนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

Asynchronous Transfer Mode (ATM)

CCITT ได้ให้คำนิยามว่า Transfer mode ว่าเป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับรูปแบบการส่ง การมัลติเพล็กและการสวิทช์ของโครงข่ายการสื่อสาร การจำแนกโครงข่ายการสื่อสาร ตามเทคนิคที่ใช้ในการส่งข้อมูล สามารถแบ่งได้เป็นดังนี้

- ระบบ Circuit Switching
- ระบบ Message Swtiching
- ระบบ Packet Switching

Circuit Switching Network

circuit switching ส่วนมากจะใช้สำหรับโครงข่ายโทรศัพท์ เป็น วงจรที่ถูกติดตั้งขึ้นระหว่างปลายทางทั้งสอง เพื่อแลกเปลี่ยนข่าวสาร แต่ละช่องสัญญาณจะมีความ กว้างของช่องสัญญาณคงที่ ประมาณ 64 Kbps สำหรับระบบโทรศัพท์ช่องสัญญาณหลายๆช่อง จะถูกรวมกันโดยการมัลติเพล็กในสายส่ง ซึ่งช่วงระหว่างช่องสัญญาณของสำรองไว้ สำหรับสัญญาณ

circuit switching ทำให้เกิดค่าดีเลย์ ในการเชื่อมต่อระหว่างปลายทางน้อย ซึ่งค่าดีเลย์นี้ส่วนมากจะมีค่าคงตัว ซึ่งเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่าง ค่า propagation delay กับ ผลรวมของจำนวนการสวิทช์ที่ node กลางทาง

Circuit Switching มีความยืดหยุ่นไม่เพียงพอสำหรับรองรับอุปกรณ์ B-ISDN ซึ่งต้องการความกว้างของช่องสัญญาณไม่คงที่ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ในปัจจุบันอุปกรณ์ B-ISDN ต้องการความกว้างของช่องสัญญาณระหว่าง 1 Kbps ถึง 140 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Message Switching

Message Switching นี้จะเพิ่มส่วน header เข้าไปในแต่ละ message เพื่อกำหนด node ปลายทาง แต่ละ node กลางทางจะทำหน้าที่รับ และเก็บ message ไว้จนกว่าจะถูกจัดการ รวมทั้งการตัดสินใจว่าเส้นทางต่อไปที่ข่าวสารจะถูกส่งไปคือ node ใด โดยดูจาก header แล้วทำการส่งข่าวสาร ข้อเสียหลักของ transfer mode ชนิดนี้คือ ไม่เหมาะที่จะใช้สำหรับ real time หรืออุปกรณ์ที่มีความไวต่อค่าดีเลย์ เช่น เสียง เป็นต้น

Packet Switching

Packet Switching นี้เป็นความพยายามที่จะรวมข้อดีของทั้ง Circuit Switching และ Message Switching ซึ่ง packet switching นี้จะเหมือนกันกับ message switching ยกเว้นขนาดของหน่วยข้อมูลที่ถูกส่งในโครงข่าย จะถูกจำกัดที่ค่าหนึ่งซึ่งมีค่าประมาณเพียงไม่กี่พันไบท์ เท่านั้น ข่าวสารของผู้ใช้จะถูกแบ่งออกเป็นแพ็กเก็ท ก่อนที่จะทำการส่ง ข้อเสียของ packet switching คือในการส่งข่าวสารจะต้องเพิ่มส่วน overheader เข้าไปแต่ละข่าวสาร ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิในการใช้ประโยชน์ในโครงข่ายลดลง

แต่ละ แพ็กเก็ท ในโครงข่ายจะถูกรวบรวมใหม่อีกครั้งที่ปลายทางเพื่อทำให้อยู่ในรูปของข้อมูลเดิม ก่อนที่จะส่งไปยังผู้ใช้

วิธีการที่ใช้ในการส่ง แพ็กเก็ทในโครงข่ายแบ่งเป็น 2 วิธี คือ

- Datagram packet Switching
- Virtual - circuit packet switching

วิธี datagram นั้น แต่ละแพ็กเก็ทจะถูกการทำงานเป็นอิสระต่อกัน และแพ็กเก็ท อาจจะเดินทางไปคนละเส้นทางสู่ปลายทาง ข้อเสียคือ แพ็กเก็ทที่มาถึงปลายทาง จะไม่เป็นไปตามลำดับก่อนหลัง และวิธีที่จะจัดลำดับแพ็กเก็ท ให้อยู่ในรูปของข้อมูลเดิมนั้น เป็นกระบวนการที่ยุ่งยาก ทางเลือกหนึ่งก็คือ ทำการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายทางตามแบบ end-to-end ก่อนที่จะทำการส่ง ซึ่งจะทำให้แพ็กเก็ททั้งหมดเดินทางไปตามเส้นทางเดียวกัน โดยที่การส่งให้เป็นลำดับนั้นจะต้องอาศัยเฟสของการ set-up การเรียกด้วย

Packet Switching สามารถใช้เป็น Transfer mode สำหรับ B-ISDN ได้ การทำงานที่รองรับอุปกรณ์ข้อมูลกับ อุปกรณ์ real time ในโครงข่ายรวมนั้นถูกรวมเรียกว่า Fast Packet Switching

Tranfer mode ที่ใช้กับ B-ISDN จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

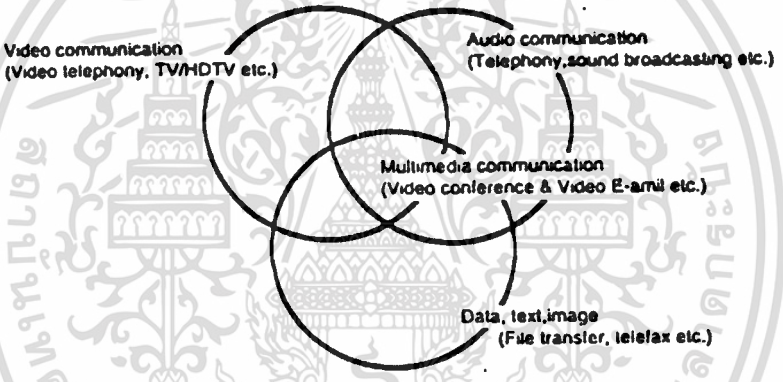
1. รองรับบริการที่มีอยู่ทั้งหมด รวมทั้งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
2. ใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เท่าที่จะทำได้
3. ลดความซับซ้อนของการสวิทช์
4. ลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการต่างๆที่ node กลางทาง เพื่อรองรับการสื่อสารความเร็วสูง
5. ลดจำนวน บัฟเฟอร์ที่ต้องการใน node กลางทางเพื่อจำกัดค่า ดีเลย์ และ ความซับซ้อนในการจัดการบัฟเฟอร์
6. รับรองการปฏิบัติงานของอุปกรณ์

2.1 ความเป็นมาของ ATM

โครงข่ายสื่อสารโทรคมนาคมที่มีใช้ในปัจจุบัน เป็นโครงข่ายที่สร้างขึ้นเพื่อให้บริการเฉพาะที่กำหนดไว้แต่ละโครงข่าย เช่น โครงข่ายโทรศัพท์จะให้บริการหลักสำหรับการสื่อสารทางเสียง โครงข่าย DDN (Digital Leased Line) และ Packet Switching Data Network ให้บริการสื่อสารข้อมูลในลักษณะของแพ็กเก็ทเป็นต้น จะเห็นว่าภาพรวมของโครงข่ายในปัจจุบัน คือ จะมีโครงข่ายวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ (Overlay Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีปัจจุบันที่จะลดความซับซ้อนของโครงข่ายเหล่านี้ คือ N-ISDN ยังมีจำกัด เนื่องจากจะมีการพัฒนารูปแบบจากการสื่อสารเฉพาะ เสียงและข้อมูล ไปเป็นบริการสื่อสารแบบหลายสื่อ (Multimedia communication)



รูปที่ 2.1 Multimedia communication

หลักสำคัญของการให้บริการแบบหลายสื่อ คือ การให้บริการที่ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารได้ทั้งทางเสียง ข้อมูลและภาพเคลื่อนไหว

การสื่อสารแบบหลายสื่อนี้ผู้ใช้อาจจะมีเครื่องปลายทางเป็น multimedia terminal โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ สามารถรับส่งได้ทั้งทางเสียง ข้อมูล และภาพในเวลาเดียวกัน และในหลายเส้นทางโครงข่ายที่สามารถตอบสนอง ต่อการสื่อสารแบบหลายสื่อ เรียกว่า โครงข่าย B-ISDN ซึ่งเป็นโครงข่ายที่มีคุณสมบัติทางเทคนิคที่แตกต่างจากโครงข่ายที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้การพัฒนาโครงข่าย B-ISDN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นมาตรฐานเดียวกัน ในปี 1988 CCITT ได้เลือก ATM (Asynchronous Transfer Mode) เป็นเทคนิคที่จะใช้สำหรับโครงข่าย B-ISDN ซึ่งโครงข่าย ATM นี้ได้ออกแบบไว้ให้สามารถรับส่งข้อมูลที่มีธรรมชาติแตกต่างกันได้ เช่น การส่งข้อมูลที่เป็นเสียงพูด ความถูกต้องของข้อมูลจะไม่สำคัญเท่ากับความล่าช้าที่เกิดขึ้นในการส่ง หรือการส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่ไม่ยอมให้เกิดความผิดพลาดในการส่ง ขณะที่ความล่าช้าในการส่งมีผลไม่มากนัก

2.2 เทคนิคพื้นฐานของ ATM

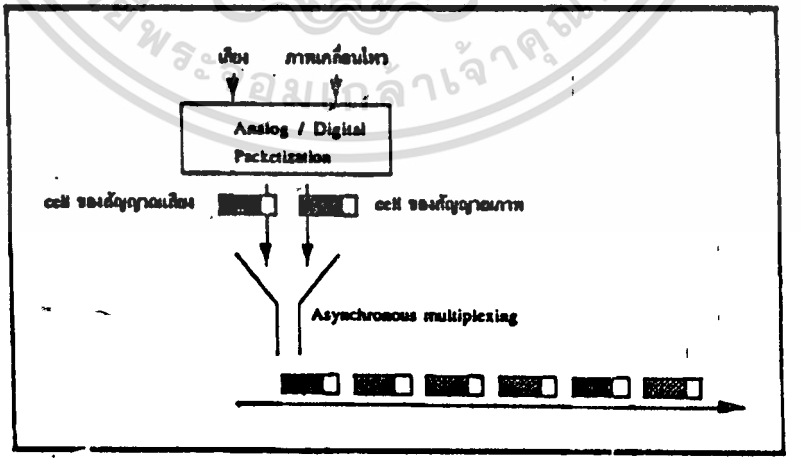
ATM เป็นเทคนิคพื้นฐานมาจากแพ็กเก็ทสวิทช์ และการมัลติเพล็กแบบ Asynchronous Time Division (ATD) รวมกัน เมื่อผู้ใช้ต้องการข่าวสารซึ่งอาจอยู่ในรูปของ เสียง ตัวอักษร ภาพนิ่ง และ ภาพเคลื่อนไหว ก็ตามเครื่องปลายทางจะเปลี่ยนข่าวสาร เหล่านี้ให้อยู่ในรูปของข้อมูลดิจิตอล ซึ่งต้องการความเร็วในการส่งไม่เท่ากัน เช่น เสียงสามารถส่งได้ที่ความเร็ว 32-64 Kbps ส่วนภาพเคลื่อนไหวนั้นอาจจะต้องการความเร็วถึง 40 Mbps แทนที่จะส่งข้อมูลดิจิตอลนี้ออกไปอย่างต่อเนื่องเหมือนการส่งใน Circuit Switching เครื่องปลายทางจะตัดข่าวสารดิจิตอลเหล่านี้เป็นส่วนย่อยๆ แล้วสร้างเป็นแพ็กเก็ทขึ้นมาโดย เติมข้อมูลที่ใช้ควบคุมการส่งเข้าไปยังข้อมูลดิจิตอลแต่ละชิ้น แพ็กเก็ทที่สร้างขึ้นมานี้ต่างกับแพ็กเก็ททั่วๆไป เพราะมีขนาดเล็กและมีความยาวคงที่ เราจึงเรียกว่า เซลล์ (Cell) มีข้อดีก็คือ ทำให้การจัดการบัฟเฟอร์และ การสวิทช์ไม่ยุ่งยาก

รูปที่ 2.2 แสดง ATM Cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CCITT ได้กำหนดความยาวของเซลล์เป็นมาตรฐานคือ 53 ไบท์ โดยแบ่งเป็นส่วน payload ที่ใช้บรรจุข้อมูลดิจิตอลของผู้ใช้ยาว 48 ไบท์ และส่วน Header ที่บรรจุข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการส่งอีก 5 ไบท์ ความยาวของ Payload 48 ไบท์นี้เป็นการพบกันครึ่งทางระหว่างแนวความคิดที่ต้องการ payload สั้น เช่น 32 ไบท์ เพื่อลดปัญหาของดีเลย์ในกรณีที่ใช้ส่งสัญญาณเสียง กับความพยายาม เพิ่มประสิทธิภาพโดยให้ Payload ยาว 64 ไบท์

ในกรณีของการสื่อสารแบบหลายสื่อที่มีการส่งข้อมูลหลายๆรูปแบบพร้อมๆกันนั้น เครื่องปลายจะสร้างเซลล์ของข่าวสารแต่ละชนิดส่งออกไปในลักษณะของการมัลติเพล็กแบบ Asynchronous Time Division ซึ่งจะแบ่งเวลาในการสื่อสารออกเป็นช่วงๆ แต่ละช่วงนานพอที่จะส่งเซลล์ได้ 1 เซลล์ เครื่องปลายทางจะจัดสรรจำนวนช่วงเวลาที่ใช้ส่งเซลล์ให้ข่าวสารแต่ละชนิดแตกต่างกันไปตามความเร็วที่จำเป็นต่อข่าวสารแต่ละชนิด ซึ่งแตกต่างกับการมัลติเพล็กแบบ Synchronuos Time Division ซึ่งมีการจัดสรรช่วงเวลาให้การส่งข่าวสารแต่ละชนิดเท่ากัน

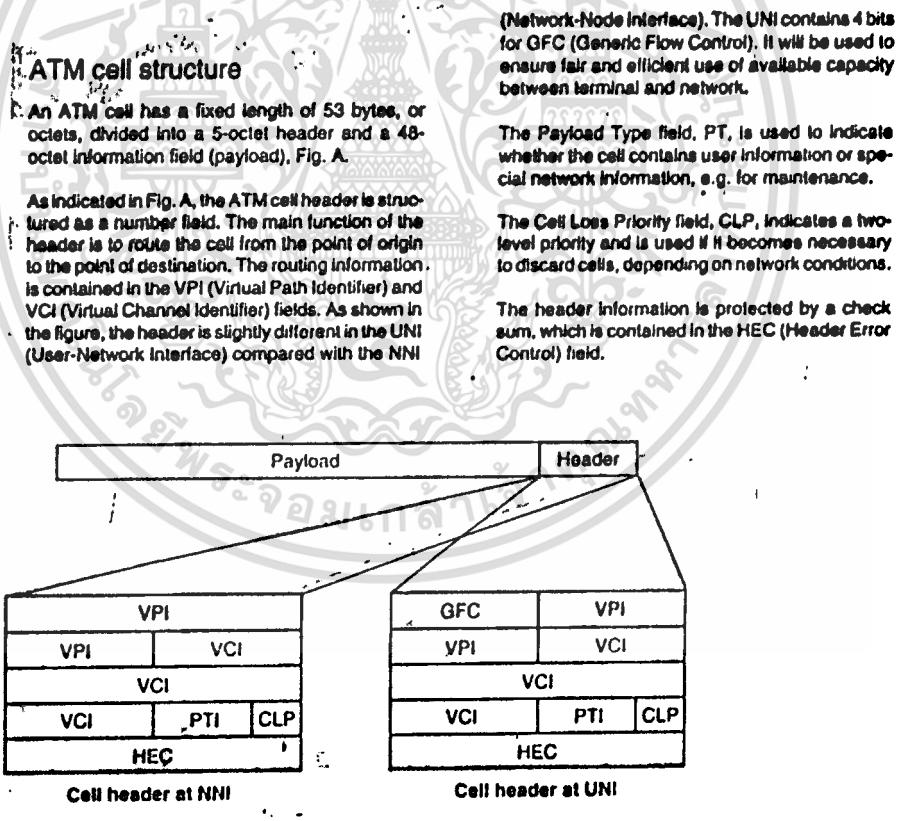


รูปที่ 2.3 เทคนิคพื้นฐานของ ATM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ATM Header

ในการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับเซลล์ นอกจากจะมีการกำหนดความยาวของเซลล์ , header และ payload แล้ว ยังมีการกำหนดโครงสร้างของ header ไว้ด้วย หน้าที่หลักของ header คือ บอกให้ node ในโครงข่าย ATM รู้ว่าเมื่อรับเซลล์นั้นเข้ามาแล้วจะต้องส่งเซลล์ต่อไปที่ node ใด node สามารถเลือกเส้นทางที่เซลล์จะผ่านโดยดูจากค่า VCI / VPI ในโครงข่าย ATM header ประกอบด้วยฟังชั่นต่างๆดัง รูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ATM Cell header

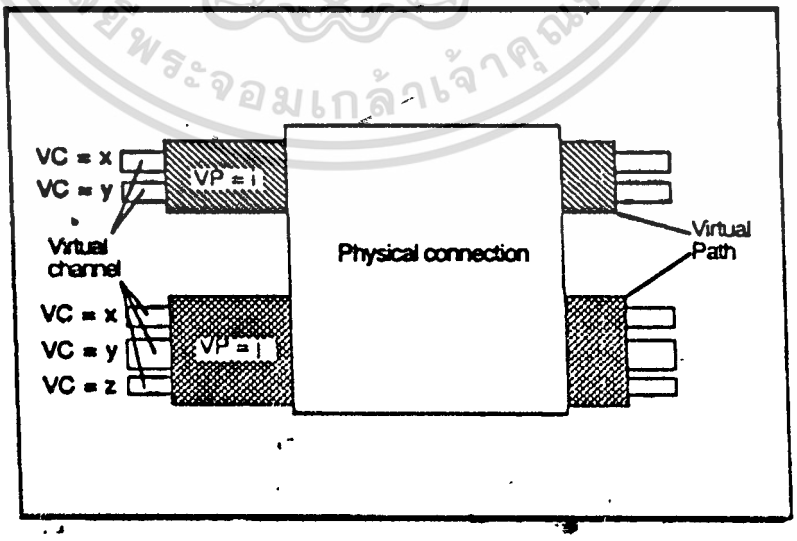
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

- generic flow control : GFC ประกอบด้วย 4 บิท ใช้ดำเนินการควบคุมการไหลของข้อมูลที่ อุปกรณ์ของผู้ใช้ไปยังโครงข่าย GFC จะไม่สามารถควบคุมการไหลของข้อมูลในทิศทางอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น จากโครงข่ายไปยังผู้ใช้ ดังนั้นส่วนของ GFC จะไม่ได้ใช้ในโครงข่าย NNI จึงนำส่วนนี้เป็นของ VPI เพื่อเพิ่มความสามารถของการเลือกเส้นทาง (path - Identification)

- Virtual channel identifier : VCI ประกอบด้วย 16 บิท เป็นช่องสัญญาณเสมือนซึ่งแต่ละช่องสัญญาณแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น virtual channel แต่ละช่องจะมีความเร็วในการส่งไม่เท่ากัน และมีหมายเลข (VCI) ต่างกัน

- Virtual path identifier : VPI ประกอบด้วย 8 หรือ 12 บิท กลุ่มของ virtual channel ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน รวมกันเป็นเส้นทางเสมือน ซึ่งบน physical link ใดๆ อาจจะมีหลายๆ virtual path และในแต่ละ virtual path ก็อาจจะมีหลายๆ virtual channel ก็ได้ ดังในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดง Virtual path และ Virtual channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
034934

- Payload Type Identifier : PTI ประกอบด้วย 3 บิท ซึ่งมีความหมายตามค่าต่างๆ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

Payload Type Indicators

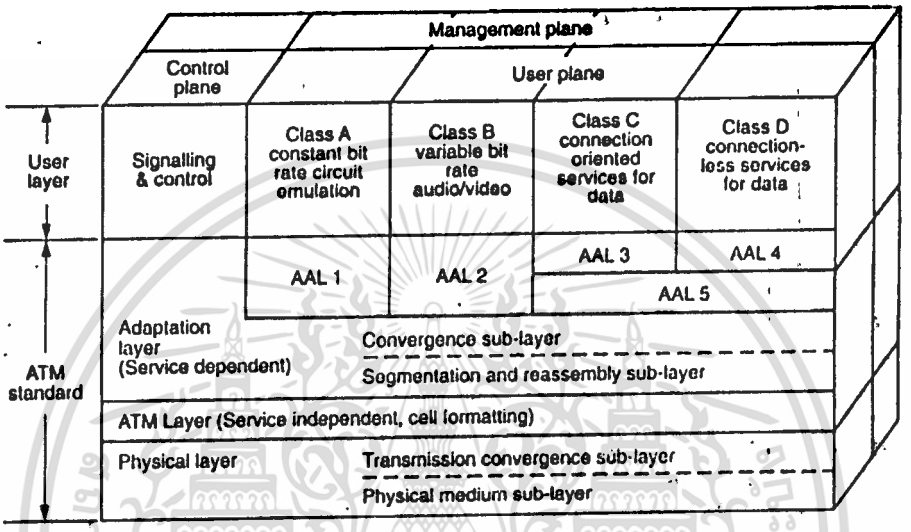
PTI coding	Meaning
000	User data cell, congestion not experienced,SDN type=0
001	User data cell,congestion not experienced,SDU type=1
010	User data cell ,congestion experienced,SDU type=0
011	User data cell,congestion experienced,SDU type=1
100	Segment OAM flow-related cell
101	End-to-end OAM flow-relate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

- Cell Loss Priority : CLP ประกอบด้วย 1บิท ใช้สำหรับพิจารณาความสำคัญของข้อมูล และ ลำดับก่อนหลังในการตัดข้อมูลทิ้ง เนื่องจากการมัลติเพล็กแบบ Statistical ทำให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดการสูญเสียเซลล์ขึ้นได้ใน B-ISDN เซลล์ที่ CLP ไม่เซตค่า แสดงว่ามีความสำคัญสูง และจะไม่ถูกตัดทิ้งไปไม่ว่าจะเกิดอะไรขึ้นก็ตาม

- Header Error Control : HEC ประกอบด้วย 8 บิท ใช้สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในส่วนของ Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ATM Protocal Reference Model



ATM layers

There are three layers in the ATM standard as shown in Fig. C. The first layer is the physical layer defining the physical interfaces and framing protocols. Several options are available. The physical layer can be based on SDH or PDH transmission systems, for example.

The second ATM layer is independent of the physical medium. It defines the cell structure, provides multiplexing and demultiplexing and VPI/VCI translations. It defines how the cells flow in the logical network

The third layer is the ATM Adaptation Layer, AAL. The AAL provides the important adaptation between the service and the ATM layer and allows service-independent ATM transport.

Four classes of services, A,B,C and D, are supported by the AAL. There are 5 types of AAL. AAL 1 – 4 support classes A – D respectively. AAL 5 is a more effective version of AALs 3 and 4 and supports classes C and D for high-speed data.

The AAL performs mapping between the original service format and the information field of the ATM cell. Some examples of the functions provided by the AAL are variable-length packet delineation, sequence numbering, clock recovery and performance monitoring.

รูปที่ 2.6 B-ISDN reference model

B - ISDN Protocal reference model ของ ATM ถูกนิยามโดย CCITT ดังแสดงในรูปที่ 3.6 adaptation layer เป็นบริการเฉพาะที่ ระดับชั้นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การบริการที่มีค่า bit-rate คงที่ (CBR) และค่า bit-rate ไม่คงที่ (VBR) นั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 Sublayer คือ convergence และ segmentation and reassembly (SAR) ฟังชั่นใน high layer แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ บริการ signalling , connectionless และ connection-oriented

Physical Layer

Physical layer จะทำหน้าที่ส่งผ่าน ATM เซลล์ระหว่างปลายทางทั้งสอง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 sublayer

- Physical media (PM) dependent sublayer จัดการเกี่ยวกับความสามารถในการส่งบิท รวมถึงการสร้างและตอบรับ รูปแบบของสัญญาณที่เหมาะสมกับตัวกลาง PMD sublayer สามารถแบ่งออกได้ 2 ฟังชั่น คือ bit time and line coding และ physical media

- Transmission convergence sublayer จะทำการสร้างและตรวจสอบ HEC , จัดรูปเฟรมกับเซลล์ และ line coding ซึ่ง TC sublayer จะรับเซลล์จาก ATM layer เปลี่ยนไปเป็น PM format

ATM Layer

ATM layer ทำหน้าที่หลักคือสร้าง เซลล์ header และนำ header จากเซลล์ที่รับเข้ามาไปประมวลผล การประมวลผล header นี้จะทำในเครื่องปลายทางของผู้ใช้หรือใน node ที่เซลล์ต้องผ่าน ขั้นตอนหนึ่งในการประมวลผล header คือการอ่านค่า VCI / VPI ของเซลล์ และระหว่างส่งเซลล์ออกไปทางใดแล้ว จึงกำหนด VCI /VPI ใหม่สำหรับ header ใหม่ของเซลล์นั้น นอกจากนั้น ATM layer นี้ยังทำหน้าที่รวมเซลล์ที่มีค่า VPI เดียวกัน (แต่ VCI ต่างกัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งออกไปในเส้นทางเดียวกัน และแยกเซลล์ใน VPI เดียวกันออกตามค่า VCI ข้อสังเกตประการหนึ่งเกี่ยวกับ ATM layer นี้คือ ไม่มีการทำ error control และ flow control

ATM Adaptation layer

ATM layer จะจัดการเกี่ยวกับฟังชั่นของเซลล์ header ซึ่งไม่ได้พิจารณาถึง โครงสร้างหน่วยข้อมูล และ อัตราการส่งบิทของการใช้งาน ATM มีความยืดหยุ่นและง่ายในการจัดการ โดยที่ความต้องการ การบริการต่างๆจะมีการกำหนดคุณภาพการบริการของการใช้งานใน B-ISDN ลักษณะพิเศษที่น่าสนใจใน ATM layer ได้แก่

- ไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับ ความถี่ของ clock ในการบริการ
- ไม่มีการตรวจจับ เซลล์ที่เดินทางไปจุดปลายทาง ที่ไม่ได้กำหนด(misinserted cells)
- ไม่มีการตรวจจับเซลล์ที่สูญเสีย
- ไม่มีวิธีที่จะตัดสิน และ จัดการค่าดีเลย์ (cell delay variation)
- ไม่รู้รายละเอียดของ ข้อมูลที่ผู้ใช้ส่ง

เหตุผลสำคัญที่ไม่ได้จัดการกับฟังชั่นเหล่านี้ใน ATM layer เนื่องมาจากการใช้งานของ B-ISDN ไม่ต้องการฟังชั่นเหล่านี้ทั้งหมดในการสื่อสาร ชนิดใดชนิดหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น Data traffic ไม่ต้องการรายละเอียดของความถี่ clock ในการบริการ ขณะที่บริการ voice ไม่ต้องการทราบรายละเอียด ข้อมูลของผู้ใช้ ฟังชั่นที่ต้องการสำหรับการบริการต่างๆสามารถแบ่งออกเป็น คลาส (class) ย่อยๆ หน้าที่หลักของ AAL คือ จะจัดการตามฟังชั่นของแต่ละ คลาส การบริการ ตามความต้องการคุณภาพของการบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AAL รองรับฟังชั่น high layer ของ user and control plane และรองรับการเชื่อมต่อระหว่าง ATM และ non-ATM interface ข้อมูลที่ AAL ได้รับมาจาก high layer จะถูกตัดและแบ่งออก แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเซลล์ และเซลล์ที่ AAL ได้รับมาจาก ATM layer จะถูกรวมกลับไปอยู่ในรูปแบบของข้อมูล

AAL ฟังชั่นสามารถแบ่งได้ตามจุดมุ่งหมายได้ 2 ชนิด คือ CBR service adaptation function และ bursty data service adaptation function

การบริการแบบ CBR ไม่ต้องการการขัดจังหวะการไหลของข้อมูลดิจิตอล ตัวอย่าง การบริการแบบนี้ได้แก่ 64 Kbps PCM voice เป็นต้น CBR ฟังชั่นมีดังนี้คือ

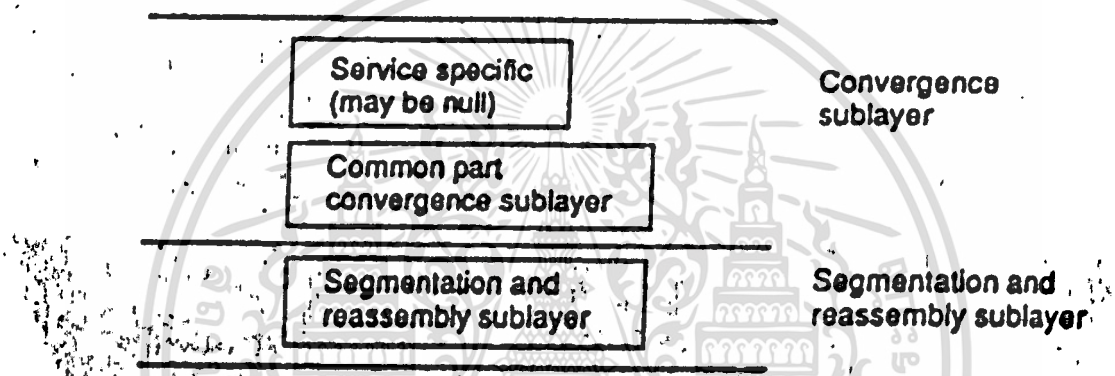
- Cell assembly / disassembly
- Variable delay compensation
- Mapping control signals into ATM cell stream
- Clock recovery
- Loss cell handling

ถึงแม้ว่า CBR service สามารถใช้ในการรองรับ การบริการข้อมูลในปัจจุบันได้ แต่ไม่สามารถใช้ได้กับ bursty nature of service ได้เนื่องจากไม่ได้เป็น continuous bit-stream

ฟังชั่นที่แสดงโดย bursty data service มีดังนี้คือ

- Segmentation of information unit into cell
- Handling partially field cell
- Reassembling cell to form information unit
- Action on lost cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



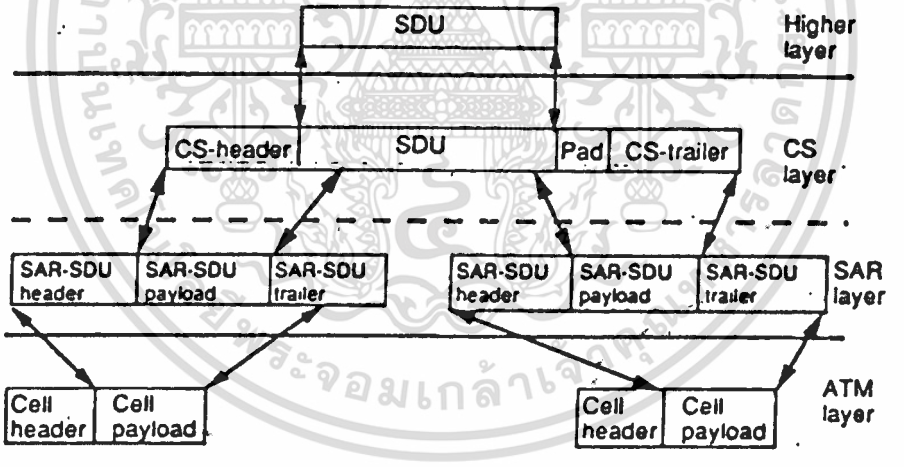
รูปที่ 2.7 AAL Structure

AAL ประกอบด้วย 2 sublayer ดังในรูปที่ 7 คือ segmentation and reassembly (SAR) และ convergence sublayer (CS)

พิจารณาทางด้านส่ง SAR sublayer เมื่อได้รับ CS - Physical data unit (CS - PDU) แล้วทำการแบ่งข้อมูลออก และทำการเพิ่มส่วน SAR header / trailer ไปใน PDU สุดท้ายแล้ว payload จะถูกจัดให้อยู่ในรูป ATM เซลล์ (48 ไบท์) ทางด้านรับ SAR sublayer จะทำการสร้าง CS - PDU ขึ้นมาใหม่จาก ATM เซลล์ที่ได้รับมา แล้วส่งไปยัง CS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CS sublayer แบ่งออกเป็น common part CS (CPCS) และ service specific CS (SSCS) CPCS จะจัดการเกี่ยวกับฟังชั่นทั่วไป เช่น การมัลติเพล็ก และ การตรวจจับการสูญเสียของเซลล์ SSCS ต้องการสำหรับผู้ใช้ใน คลาสที่ต่างกัน สำหรับการบริการที่ไม่ต้องการฟังชั่นพิเศษ SSCS จึงไม่มีความจำเป็น อาจถูกตัดทิ้งได้



รูปที่ 2.8 Segmentation and reassembly functions in variable bit-rate service

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SAR header ของการบริการแบบ VBR ถูกประกอบขึ้นเพื่อแสดงส่วนของ CS-PDU ที่ถูกแบ่งว่า เป็นส่วน เริ่มต้น ตอนกลาง หรือ สุดท้าย 1ส่วนของ PDU ที่ถูกแบ่งจะมีขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับ cell payload ยิ่งกว่านั้นการบริการ VBR จำเป็นต้องมีการป้องกัน cell payload ต่อการเกิด bit error CRC (cyclic redundancy check) field ถูกรวมใน SAR trialer เพื่อป้องกันเกิด bit error เมื่อมีการตรวจจับได้ CS จะถูกบอกเกี่ยวกับ error และมีการกระทำตามวิธีที่เหมาะสมสำหรับข้อกำหนดของการบริการ

ข้อกำหนด 3 ประการที่ต้องการสำหรับการบริการ B-ISDN ที่ใช้ในการแบ่ง AAL มีดังนี้ คือ

- ต้องการความสัมพันธ์ของเวลา และ ไม่ต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างต้นทางและปลายทาง
- ค่า bit คงที่ และ ไม่คงที่
- การบริการที่มีการติดตั้งการเชื่อมต่อ (connection oriented) และ ไม่มีการเชื่อมต่อ (connectionless)

การแบ่งชนิดการบริการ B-ISDN ตามข้อกำหนดข้างบนนี้สามารถแบ่งได้ 8 class ต่างๆกัน แต่ได้กำหนดนิยามไว้ 4 class คือ

- Class A ค่า bit rate คงที่ มีการติดตั้งการเชื่อมต่อและต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างต้นทางและปลายทาง การบริการของ class นี้ ยกตัวอย่าง ได้แก่ 64 Kbps voice และ ภาพที่มีค่า bit rate คงที่ เป็นต้น
- Class B ค่า bit rate ไม่คงที่ มีการติดตั้งการเชื่อมต่อ และต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างผู้ใช้ ตัวอย่างการบริการ ได้แก่ ภาพที่มี bit rate ไม่คงที่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- Class C ค่า bit rate ไม่คงที่ มีการเชื่อมต่อและไม่ต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างผู้ใช้ ตัวอย่างการบริการได้แก่ การส่งข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อ

- Class D ค่า bit rate ไม่คงที่ ไม่มีการเชื่อมต่อ และ ไม่ต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างผู้ใช้ ตัวอย่างการบริการได้แก่ การส่งข้อมูลที่ไม่มีการเชื่อต่อ (LAN , WAN)

ตารางที่ 2.2 การบริการใน ATM

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

Class ทั้ง 4 ที่แบ่งนี้สามารถแยกได้เป็น 5 ชนิดของ AAL protocal

AAL type 1

ใช้สำหรับการบริการ CBR ซึ่งต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างจุดปลายการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านส่ง SAR sublayer จะรับ Service data unit (SDU) และจัดให้อยู่ในรูปของ ATM เซลล์ จาก 48 ไบท์ของ ATM เซลล์ในส่วนของ payload จะมีอยู่ 4 บิท ที่ใช้สำหรับจัดลำดับ (Sequence numbering : SN) และอีก 4 บิท ใช้สำหรับ SN field protecting (SNP) ทำให้สามารถบรรจุข้อมูลได้ 47 ไบท์ ใน ATM เซลล์ จำนวน 1 เซลล์

บิทที่สำคัญที่สุดใน SN field จะใช้กับ CS ส่วนอีก 3 บิท ที่เหลือจะทำการนับวนรอบ (cyclic counting) จาก 0 ถึง 7 SNP field จะจัดการตรวจจับความผิดพลาดและแก้ไขในส่วนของ SAR - PDU header

ข้อมูลที่ AAL layer ได้รับจะมีค่า bit rate คงที่ CS จะจัดข้อมูลเป็นบล็อกขนาด 47 ไบท์ และส่งไปยัง CS - SAR sublayer เพื่อที่เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของข้อมูล SAR - PDU ที่ SAR sublayer จะทำการเพิ่มส่วน SN และ SNP ที่เหมาะสมลงไปในข้อมูล และส่งไปยัง ATM layer ในรูปแบบของข้อมูล 48 ไบท์ ซึ่งที่ ATM layer นี้ เซลล์ header จะถูกเพิ่มเข้าไปแล้วพร้อมที่จะทำการส่ง

ทางด้านรับส่วน SN และ SNP จะทำการตรวจสอบข้อมูลก่อน และทำการแก้ไขเมื่อพบข้อผิดพลาด

AAL type 2

CCITT ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานของ AAL 2 ไว้อย่างสมบูรณ์ โครงสร้างของ SAR ใน AAL type 2 นี้อาจจะประกอบด้วย SN , SNP , LI , CRC field ถึงกระนั้นเราก็มีการกำหนดความยาวของแต่ละ field ตัวอย่างฟังชั่นของ convergence sublayer ที่อาคว่าจะมีใน AAL type 2 ประกอบด้วย การจัดการการสูญเสียเซลล์ หรือ เซลล์ที่เดินผิดเส้นทาง (handing of lost or misdeliver cells) , forward error correction และ clock recovery

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AAL type 3

AAL ชนิดนี้ถูกกำหนดใช้สำหรับการบริการ VBR ที่ไม่ต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างผู้ส่งและผู้รับ โครงสร้าง SAR ของ AAL 3 จะคล้ายๆ กับ AAL type 2 ซึ่งประกอบด้วย LI , CRC และ SN field ยิ่งกว่านั้น 10 บิทของ SAR field จะถูกเก็บไว้ใน AAL type 3 และถูกใช้โดย high layer protocals และสำหรับการบริการบางอย่าง field ที่เก็บไว้อาจเท่ากับศูนย์ ดังนั้น AAL type 3 จะมีการใช้ 4 ไบท์ ของส่วน เซลล์ payload สำหรับ SAR header แสดงว่าจะมีเพียง 44 ไบท์ของ payload 1 เซลล์ที่ถูกใช้สำหรับข้อมูลจริงๆ

AAL type 4

โครงสร้าง SAR type 4 คล้าย type 3 ด้วยการเก็บ field เริ่มต้นเพื่อกำหนดสำหรับฟังชั่นมัลติเพล็ก อย่างเช่น MID ATM เป็น connection-oriented tranfer mode และ end-to-end connection จะถูกสร้างก่อนที่ข้อมูลจะเริ่มทำการส่ง

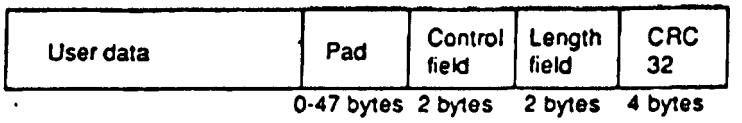
อย่างไรก็ตาม B - ISDN ถูกออกแบบให้ใช้ได้ครอบคลุมทุกโครงข่ายเป็นที่ต้องการเพื่อสนับสนุนการบริการแบบ connectionless

AAL type 4 SAR header ประกอบด้วย 10 บิท multiplexing identifier (MID) ถูกกำหนดสำหรับแพ็กเก็ทที่แตกต่างกัน MID ถูกใช้ demultiplex เซลล์ที่เครื่องรับ

AAL type 5

Aal type 5 ใช้สำหรับการบิการแบบ variable bit-rate ซึ่งไม่ต้องการความสัมพันธ์ของเวลาระหว่าง ผู้ส่ง กับผู้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 AAL type 5 CS-PDU format

รูปแบบ CS-PDU ในรูปที่ 2.9 CS-PDU บรรจุด้วย user data field , a pad-field , control field , length field และ CRC field

ความแตกต่างระหว่างเซลล์สุดท้ายของ CS-PDU และ อื่นๆ SDU type นี้ที่เซลล์สุดท้ายถูกเซ็ทค่า เท่ากับ 1 แต่ขณะที่เซลล์อื่นๆถูกส่งด้วย SDU type ถูกเซ็ทค่าเท่ากับ 0 ซึ่ง SDU นี้ถูกกำหนดรวมอยู่ใน PTI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

คุณลักษณะของแหล่งกำเนิดสัญญาณในระบบ ATM

(Source Characterization in ATM Network)

มีปัญหาหลายอย่างที่จำเป็นแก้ไขก่อนที่จะมีการใช้ระบบ ATM ขึ้นจริง นักออกแบบต้องเผชิญกับปัญหากว้างๆ เช่น ประสิทธิภาพของเครื่องมือที่จะนำมาใช้กับการควบคุมบริการที่คับคั่ง (congest control) , call admission และ routing ขั้นตอนที่ออกแบบและพัฒนาฟังชั่นต่างๆของระบบจำเป็นจะต้องเข้าใจถึงคุณลักษณะ (characteristic) และข้อกำหนดของสัญญาณที่ถูกพาไป

คุณลักษณะของแหล่งกำเนิดสัญญาณ (Source characterization) เป็นการจำกัดลักษณะของสัญญาณ และข้อกำหนดของ คุณภาพบริการ (Quality-of-Service) คุณลักษณะของสัญญาณในการบริการเป็นการตั้งค่า พารามิเตอร์ ซึ่งผู้ใช้คาดเดาเพื่อที่จะประกาศในขณะที่มีการจัดการระบบ เพื่อที่จะให้มีประสิทธิภาพในการควบคุม และสามารถใช้ประโยชน์ของทรัพยากรในระบบ (resource) ได้สูง

ระหว่างเวลาของการเชื่อมต่อ ช่วงเวลาที่แหล่งกำเนิดผลิตสัญญาณซึ่งถูกอ้างให้เป็น ช่วงเวลา active แต่ช่วเวลา silent ก็คือเวลาระหว่างช่วง active ที่ไม่มีสัญญาณถูกผลิตออกมา ในสัญญาณ CBR , Digital data ผลิตโดยแหล่งกำเนิดสัญญาณ ซึ่งมันจะถูกส่งเข้าไปในระบบด้วยความต่อเนื่องแบบ constant-bit-rate โดยใช้ smoothing buffer หรือ Controlling rate โดยสัญญาณชนิดนี้ใช้กับการบริการที่เป็น video source coding หรือใน phone conversation ที่ช่วงเวลา silent ถูกส่งเข้าไปในระบบด้วยคุณลักษณะของแหล่งกำเนิดสัญญาณแบบ CBR จะเป็น maximum bit rate

ในแหล่งกำเนิดสัญญาณแบบ VBR จะถูกผลิตออกมาระหว่างช่วงเวลาที่เป็น active และ silent ด้วยความต่อเนื่องของสัญญาณซึ่งจะถูกผลิตที่อัตราต่างกัน (

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

varying rate) ดังนั้นคุณลักษณะของแหล่งกำเนิดสัญญาณแบบ VBR จะมีการทำงานที่ซับซ้อน

คุณภาพการบริการ (Quality-of-Service) ใน B-ISDN เป็นงานที่ยากเนื่องจาก

- ชนิดของผู้ใช้บริการที่แตกต่างกัน
- ชนิดของการบริการที่แตกต่างกัน

คุณภาพการบริการถูกกำหนดเพื่อที่จะรวบรวมผลของการบริการซึ่งจะแสดงเป็นระดับความพอใจของผู้ใช้บริการ ในระบบ connection-oriented ผู้ใช้จะต้องสร้างการเชื่อมต่อแบบ end-to-end ในระบบก่อนที่จะมีการส่งข้อมูลจริงๆ ในส่วนนี้จะมีการตกลงระหว่างผู้ใช้กับระบบ ที่จะสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อ (set up path connection) และ ค่าพารามิเตอร์ในการเชื่อมต่อ (connection parameter) ที่จุดสิ้นสุดการส่งข้อมูล การเชื่อมต่อก็จะหยุด สิ่งที่น่าสนใจ ระบบ connection-oriented เป็นเวลาที่มีการสร้างและหยุดการเชื่อมต่อ และความเป็นไปได้ที่การเชื่อมต่อถูกร้องขอนั้นจะถูกปฏิเสธ เนื่องจากไม่มีทรัพยากรในระบบเพียงพอ ในระบบแพ็กเก็ทท์โดยทั่วไปจะถูกส่งไปเก็บที่ระหว่าง nodeและถูกสวิทช์ จาก node ไป node หนึ่ง จนกระทั่งส่งไป node สุดท้ายซึ่งค่าดีเลย์ ของ end-to-end , ความน่าจะเป็นของการสูญเสียเซล (cell loss probability) , อัตราของบิทที่ผิดพลาด (bit error rate) ซึ่งมันเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดความต้องการของการเชื่อมต่อในการบริการ

3.1 การบริการแบบ CBR (constant bit rate)

การบริการแบบ CBR จะผลิตสัญญาณที่อัตราคงที่ (constant rate) โดยมีค่าสูงสุด (peak rate) ก็แสดง burstiness ของแหล่งกำเนิดสัญญาณจะเท่ากับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[burstiness = peak bit arte / averagebit rate] แหล่งกำเนิดจะเป็น active ระหว่างที่มีการเชื่อมต่อ

ตัวอย่างของการบริการ CBR ประกอบด้วย voice , video และ audio ซึ่งมีการกำหนดแบนวิดท์ไว้ในตาราง

ตารางที่ 3.1

Bandwidth Requirements of Some CBR Services

Service	Bandwidth (Kbps)
Telephony	64
Hi-Fi stereo	1400
Group III fax	14.4
Group IV fax	64
Proprietery fax	1500

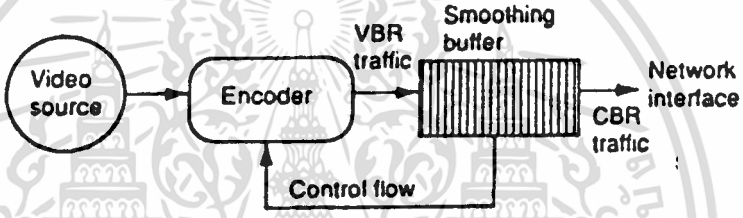
CBR voice ในระบบ ATM จะถูกส่งด้วย AAL type 1 ซึ่งใช้ pulse code modulation (PCM) 64 Kbps CBR voice ที่อัตรานี้สัญญาณอนาล็อกจถูก Sample ทุกๆ 125 us และมีระดับของการควอนไทซ์ (quantize) 256 ระดับ ซึ่งจะให้ความยาวเฟรม PCM เป็น 8 บิท เพราะว่า 47 ไบท์ของ 48 ไบท์ ATM cell payload ถูกใช้งานใน AAL type 1 voice ถูกส่งไปโดย 1 เซลล์ ใช้เวลา 5.875 us

หลักการของ CBR audio คล้ายคลึงกับ voice แต่ที่แตกต่างสำหรับการใช้บริการทั้งสองก็คือ audio ต้องการระดับการควอนไทซ์มากกว่า

Audio- Bandwidth = (bits/sample) X (sample/sec)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ CBR video ในรูป 3.4 อัตราคงที่ video bit stream ถูกส่งไปในระบบถูกตัดสินโดยการกำหนดแบนวิดท์ในระบบ ดังนั้นการให้ส่งแบบ constant bit rate ของ แหล่งกำเนิดสัญญาณ video เป็นสาเหตุของการลดคุณภาพของภาพ



รูปที่ 3.1 A high-level view of a CBR video system

smoothing buffer จำเป็นที่ต้องรักษาบิทเรทของ CBR video ให้สม่ำเสมอที่ network interface ขนาดของบัพเฟอร์จะถูกกำหนดโดยค่า คุณลักษณะของดีเลย์ (delay characteristic) ของการใช้บริการ เพราะว่าบัพเฟอร์สามารถบรรจุ ทั้งหมดเป็นจำนวนจำกัด smoothing buffer จึงเกิด overflows อย่างไรก็ตาม video service ไม่สามารถให้มีการสูญเสียเซลล์ การแก้ปัญหา overflow จึงจำเป็นต้องลด bit arte ที่ถูกผลิตที่ encoder เมื่อจำนวนบิทที่ smoothing buffer ได้รับถึง threshold ถึงแม้ว่าวิธีนี้เป็นการแก้ปัญหา buffer overflow โดยการลดซึ่งมันถูกใช้วิธีการขยายระดับควอนไทซ์ซึ่งเป็นสาเหตุให้ลดคุณภาพของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การบริการแบบ VBR (varying bit rate)

สัญญาณจะถูกผลิตให้มีอัตราที่ต่างกัน (varying bit rate) อย่างต่อเนื่องซึ่งจะมีค่า burstiness มากกว่า 1 การที่เราแนะนำให้ใช้สัญญาณ VBR กับระบบเพราะว่าสัญญาณ CBR bit rate ที่ถูกผลิตออกมาจะทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ของทรัพยากรในระบบได้เต็มที่ และ มีคุณภาพการบริการลดลง ถึงแม้ว่ามันจะง่ายในการจัดการในระบบ

การบริการแบบ service มีการบริการต่างดังนี้

1.video

2.voice

3.Data Application

4.Multimedia Applications

3.3 เมตริกซ์ของคุณภาพการบริการในระบบ ATM

ระบบ ATM เป็นระบบแบบ connection-oriented packet-switching ดังนั้นเมตริกซ์ของคุณภาพการบริการในระบบ ATM สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชั้น ด้วยกัน ชั้นแรก ประกอบด้วยค่า call control พารามิเตอร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบ connection-oriented และ ชั้นที่สอง เป็นการจำกัดขอบเขตการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับระบบแพ็กเก็ท

3.3.1. Call Control พารามิเตอร์

มีพารามิเตอร์ 3 อย่างที่สำคัญ น่าสนใจในระบบ connection-oriented ได้แก่ ค่าดีเลย์ในการสร้างการเชื่อมต่อ (connecttion set up delay) , ค่าดีเลย์ในการเลิกการเชื่อมต่อ (connection release delay) และ ความเป็นไปได้ที่ยอมรับการเชื่อมต่อ (connection acceptance probability)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าดีเลย์ในการสร้างการเชื่อมต่อ เป็นช่วงเวลาระหว่างที่ถูกขอให้มีการสร้างการส่งข้อมูล จนถึง การร้องขอถูกรับรู้ว่าพร้อมจะส่งข้อมูล ค่าดีเลย์นี้ไม่เป็นค่าพารามิเตอร์ของ ATM เป็นค่าที่ใช้ตัดสินในกระบวนการของดีเลย์ที่จุดที่มีสัญญาณต่างๆ ผ่าน ในระบบ

- ค่าดีเลย์ในการเลิกการเชื่อมต่อ เป็นช่วงเวลาระหว่างที่มีการร้องขอให้หยุดส่งข้อมูล ถึงช่วงที่ยอมรับการร้องขอให้หยุดส่งข้อมูล ขบวนการดีเลย์ที่จุดสัญญาณผ่านไม่รวมค่านี้เข้าไปด้วย ซึ่งเป็นค่าอิสระของระบบ ATM คล้ายๆกับค่าดีเลย์ในการสร้างการเชื่อมต่อ

- ความเป็นไปได้ที่ยอมรับการเชื่อมต่อ เป็นสัดส่วนของการยอมรับตลอดช่วงเวลาซึ่งถูกอ้างอิงถึง blocking prbability ในระบบโทรศัพท์ เป็นค่าหนึ่งที่สำคัญในการกำหนดเครื่องมือในระบบ (ได้แก่ link speeds , network topology) เทคนิคที่ถูกพัฒนามาหลายสิบปีและถูกใช้เป็นที่น่าพอใจ สำหรับ ระบบ circuit switch และระบบ packet-switched อย่างไรก็ตามใน B-ISDN มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นซึ่งต้องคำนึงถึงสัญญาณและลักษณะการบริการในอนาคต ซึ่งไม่สามารถที่จะคาดเดาให้ถูกต้องในขั้นตอนของการวิวัฒนาการ

3.3.2. Information Tranfer พารามิเตอร์

information tranfer พารามิเตอร์ในระบบ ATM ประกอบด้วย bit error ratio (BER) , cell loss ratio (CLR) , cell insertion ratio (CIR) ,end to end tmafer delay (trafer delay) , cell delay variation (CDV)

3.3.2.1 Bit Error Ratio

BER เป็นอัตราส่วนของ bit error ของข้อมูลต่อจำนวนบิททั้งหมดที่ทำการส่งข้อมูล มันไม่เป็นค่าเมตริกซ์ ของ ATM มันขึ้นอยู่กับระบบที่การส่งข้อมูล เมื่อเปรียเทียบกันระบบที่มีใช้อยู่นั้น BER ใน ATM คาดว่าจะมีค่าน้อยกว่ามากๆ เนื่องจากมีการนำเอาเทคโนโลยี fiber มาใช้ในการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.2

Recommended BER Values for Some VBR B-ISDN Applications

Application	bit rate	BER
Videophone	2 Mbps	$1.3x10^{-6}$
Videoconferrence	5 Mbps	$1.8x10^{-6}$
TV Distribution	20-50 Mbps	$6x10^{-7}$
MPEG1	1.5 Mbps	$2.5x10^{-6}$
MPEG2	10 Mbps	$1.5x10^{-6}$

เพราะว่ายังไม่มีการสื่อสารระบบใดที่สามารถจะทำให้ไม่มีความผิดพลาดในการสื่อสาร การที่เกิดการผิดพลาดของบิทนั้น (bit error) คาดว่าเกิดขึ้นในระบบ ATM อย่างไรก็ตามเนื่องจาก BER ของระบบส่งข้อมูลถูกพัฒนา ด้วยการใช้ ATM payload ที่มีขนาดเล็กสมมติว่า ความผิดพลาดของบิท ที่เกิดขึ้นสุมๆ นั้น มีความน่าจะเป็นที่ไม่มี ความผิดพลาดของบิทเกิดขึ้น ใน 48 ไบท์ ATM cell payload บนการเชื่อมต่อหนึ่งเป็น $(1 - BER)^{384}$ ตัวอย่างเช่น มีอ BER=10^{-6} ความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.99617 ซึ่งจะเพิ่มขึ้นถึง 0.999996 เมื่อ BER = 10^{-9}

3.3.2.2 Cell Loss Ratio (CLR)

CLR เป็นอัตราส่วนของจำนวนเซลล์ที่สูญเสีย ต่อ จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่ถูกส่งโดยผู้ใช้ เป็น เมตริกซ์พิเศษ ใน ATM และมีความสำคัญบน คุณภาพการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บริการที่ถูกจัดไว้กับผู้ใช้ AAL ทั้งหมด ยกเว้น AAL 5 ประกอบด้วยเซลล์ทั้งหมดที่มีการจับเซลล์ที่สูญเสีย ณ จุดรับ

ตาราง 3.3

CLR Objectives for Various B-ISDN Applications

Application	Bit rate	Cell loss ratio
Videophone	64 Kbps-2Mbps	$8x10^{-6}$
Videophone	2 Mbps	$8x10^{-6}$
Videoconference	5 Mbps	$5x10^{-6}$
TV distribution	20-50 Mbps	$8x10^{-7}$
MPEG 1	1.5 Mbps	$9.5x10^{-6}$
MPEG 2	10 Mbps	$4x10^{-6}$

เซลล์ที่สูญเสียในระบบ มีเหตุผลด้วยกัน 2 ข้อคือ buffer overflows และมี bit error ใน cell header ซึ่งสามารถตรวจจับได้ แต่ไม่ถูกต้อง

เนื่องจากเป็นสัญญาณแบบสุ่มๆ มันอาจเป็นไปได้ที่เซลล์มาถึงจุด switching node ซึ่งอาจจะพบ กับ buffer ที่เต็ม และก็ต้องเกิดการสูญเสีย อย่างน้อยที่สุดตามทฤษฎี ค่านี้สามารถที่จะควบคุมให้สามารถละทิ้งได้ ซึ่งค่าของความน่าจะเป็นที่เกิด overflow ของ buffer ในระบบ ATM ขึ้นอยู่กับขนาดของ buffer และมันอาจเป็นไปได้ที่ บิท ใน cell header เปลี่ยน เนื่องจากมีการเคลื่อนย้ายข้อมูล ATM cell header ประกอบด้วย 8- บิท HEC field ซึ่งจะจัดการตรวจสอบว่าข้อมูลใน header นั้นถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HEC field ของ header ที่ node ใดๆสามารถผ่านไปโดยที่มี header ที่ถูกต้องนั้นก็จะอยู่ในลักษณะเช่นนี้คือ ถ้าหากไม่มีความผิดพลาดใน header หรือมีความผิดพลาดที่ถูกตรวจจับได้ เซลล์ก็จะถูกส่งไปยัง node ต่อไป หลังจากความผิดพลาดได้ถูกแก้ไขแล้ว แต่ถ้าหากมีความผิดพลาดที่ถูกตรวจจับ แต่ไม่สามารถแก้ไขได้ เซลล์ ก็จะถูกทิ้งไป

ผลกระทบของการสูญเสีย และ การทำให้เกิดการสูญเสียเซลล์ในระบบ ATM มีความแตกต่างกัน ตามชนิดของการบริการต่างๆ เช่น การบริการ video ไม่ยอมให้มีการสูญเสีย เซลล์ เนื่องจากการสูญเสียอาจทำให้สูญเสียบางส่วนของ ภาพ ซึ่งมันอาจมาจากเหตุที่การบริการถูกสอดแทรก ในทางกลับกันๆกัน การบริการ data ต้องการ ค่า CLR ต่ำ แต่ในขณะที่ การบริการ voice ยอมให้มีการสูญเสียเซลล์พอควร

การให้มีค่า CLR ดังนั้นค่าเฉลี่ยในการสูญเสียเซลล์ (average time between cell loss : ATBCL) ถูกเขียนในสมการ และ มีการยกตัวอย่างในตาราง

$$ATBCL = 53 \times 8 \times 10^{-7} / [\text{Encoding rate(mbps)} \times \text{CLR sec}]$$

ตาราง 3.4

Averae Time Between Cell Loss With CLR = 10

Encoding rate	64 Kbps	1.544 Mbps	45 Mbps	155 Mbps	620 Mbps
ATBCL	662.5 sec	27.5 sec	0.942 sec	0.274 sec	0.068 sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

extra counter measure (เครื่องมือนับแบบพิเศษ) ถูกต้องการที่จะออกแบบให้นำไปใช้ ในระบบ ATM สำหรับใช้วัด loss sentivity ความต้องการของการสูญเสียในแต่ละการใช้งาน เป็นลักษณะที่เฉลี่ย และไว้สำหรับจัดการเกี่ยวกับส่วนที่เป็นข้อมูล ยกตัวอย่าง ค่า the average time between cell losses สำหรับ CLR ที่เท่ากับ 10 มีค่า 0.274 sec บนการเชื่อมต่อด้วยความเร็ว 155 Mbps

ในการที่เกิดการสูญเสียเซลล์ 2 เซลล์ ตามกันในทุกๆ 0.548 sec จะทำให้เกิดผลกระทบต่อ คุณภาพของภาพ (image) มากกว่าการสูญเสีย 1 เซลล์ ในเวลา 0.274 sec ดังนั้นเราควรให้เกิดการสูญเสียแบบกระจาย ออกเป็นแบบเดียว (uniform) ซึ่งเหมาะสำหรับการบริการแบบ video ในทางตรงข้าม ควรให้มีการสูญเสียทั้งหมดเกิดตามกันในการสูญเสียในระบบ Data เนื่องจาก เฟรมอาจจะถูกให้มีการส่งข้อมูลซ้ำจากแหล่งข้อมูล เมื่อมันไม่สามารถมาถึงที่จุดรับได้ถูกต้อง

3.3.2.3 Cell Intsertion Ratio (CIR)

ที่อธิบายก่อนหน้านี้นั้น มันเป็นการเกิดความผิดพลาดที่ header ซึ่งไม่สามารถ ตรวจจับได้ โดย header error checking ซึ่งในกรณีนี้ จะทำให้ bit pattern ของ cell header จะไปตรงกับตำแหน่งอื่นของการเชื่อมต่อ ทำให้เซลล์เคลื่อนผ่านไปยัง จุดปลายทางที่ผิด CIR ก็คือ อัตราส่วนของเซลล์ที่ส่งไปยัง จุดปลายทางที่ผิด ต่อ จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่ทำการส่ง

เซลล์ที่มาถึงโดยไม่คาดหวังเอาไว้นั้นอาจมาจากสาเหตุของการที่ขาดการ Synchronize ของ อุปกรณ์ (terminal) ของการบริการ การที่เกิดเซลล์เคลื่อที่ผิดทางเดิน (misrouted cells) ที่เพิ่มขึ้นบน link ทำให้มีสัญญาณไหลมากกว่า link ที่เคยถูกใช้อยู่โดยการเชื่อมต่อของมันเอง (มันอาจไม่มี แบนวิดท์เพียงพอที่จะบรรจุ misrouted cells เหล่านี้) ซึ่งเป็นสาเหตุให้คุณภาพของการบริการลดลง ตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้แสดงค่า CIR ของการบริการ B-ISDNถูกกำหนดโดย Research on Advanced Communication in Europe (RACE)

ตาราง 3.5

Recommened CIR Values for Some B-ISDN Application

Service	Cell insertion Ratio
Telephony	10^{-3}
Data trasmission	10^{-6}
Distributive computing	10^{-6}
Hi-Fi sound	10^{-7}
Remote process control	10^{-3}

8.3.2.4 Cell Transfer Delay

cell tranfer delay ระหว่างจุด 2 จุด ในระบบถูกกำหนดเป็นเวลาที่ บิทที่ 1 ของเซลล์ ออกจากจุดแรกที่ทำการสังเกต ถึงเวลาที่ บิทสุดท้ายของ เซลล์ผ่านจุดที่สองที่ทำการสังเกต 2 จุดนั้นเป็น 2 network interface ที่แต่ละ end node ถ้าพิจารณาเป็นเมตริกซ์ จะเป็น end-to-end delay ค่า factors ต่างๆนั้นที่กำหนด cell transfer deley ในระบบ ATM ซึ่งมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coding Delay

Coding delay เป็น เวลาที่ต้องการเปลี่ยนจาก สัญญาณที่ไม่ใช้สัญญาณ ดิจิตอล เป็น รูปแบบของ ดิจิตอลบิท ตัวอย่างเช่น สัญญาณอนาล็อก ได้แก่ เสียง , ภาพ ค่าดีเลย์ชนิดนี้ ขึ้นอยู่กับ algorithm ของการ coding และ software/ hardware ที่ใช้ในการทำการ coding ค่าดีเลย์ในระหว่างทำการ coding อาจเกิดขึ้นกับการบริการที่ไม่มีการส่งข้อมูล เช่น มีการส่งข้อมูลขนาดใหญ่ซึ่งอาจจะต้องทำการบีบ (compress) ก่อนที่จะเริ่มต้นส่งจึงทำให้เกิด coding delay

Packetization Delay

ดีเลย์ชนิดนี้ เกิดขึ้นจากการที่ทำให้จำนวน บิท เป็นรูปแบบ ATM cells ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของ adaptation layer ที่ถูกใช้และ แหล่งของ bit rate ตัวอย่างเช่น 64 Kbps PCM voice ถูกส่งโดยใช้ AAL 1 จะใช้เวลา 47 X (8/64) ms ค่าดีเลย์ของ packetization สำหรับ MPEG 2 video trasmission ใช้ AAL 2 (ซึ่ง AAL 2 นั้นจะมี payload 44 ไบท์) ซึ่งมันจะใช้เวลาเพียง 44X(8/10) us

Propagation Delay

ค่าดีเลย์ของ propagation เกิดขึ้น เนื่องจากความเร็วของแสงใน transmission medium และขึ้นอยู่กับ ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิด ถึง จุดปลายทาง ค่าของ propagation delay ต่างๆในสื่อชนิดต่างๆถูกแสดงในตารางนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.6

Propagation Delays in Differrent Mediums

Transmission Medium	Propagation Delay
Coax cable	4 us/km
Optical-fiber cable	5 us/km
Submarine coaxial cable	6 us/km
Satellite (14,000 km altitude)	110 ms
Satellite (36,000 km altitude)	360 ms

Switching Delay

เวลาของการสวิตช์ เป็น ค่าดีเลย์ทั้งหมดที่มันทำให้ เซลล์ข้ามไป โดยขึ้นอยู่กับ ความเร็วของ สวิตช์ภายใน และ จำนวน overhead ที่เพิ่มขึ้นให้กับ เซลล์ เพื่อให้ทราบเส้นทางที่จะถูกส่งไป

Reassembly Delay

สำหรับการใช้ประโยชน์ต่างๆนั้น หลายๆเซลล์ สำหรับ 1 เฟรม จะถูกรวมไว้ที่จุดรับ (receiver) ก่อนที่มันถูกส่งผ่านไปในงาน เช่น จำนวนเซลล์ของ voice อาจจะถูกรวมก่อนที่เริ่มเป็น voice frames เพื่อที่จะถูกจัดการส่งแบบ continuous 64 -Kbps Constant Rate (ซึ่งคล้ายๆกับ a convergence-sublayer protocal data สำหรับ data application) ก่อนที่จะถูกส่งต่อไปยัง ระบบ หรือ Tranport layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.8.2.5 Cell Delay Variation (Jitter)

end-to-end delay ของเซลล์ ถูกให้มีค่า D+W ซึ่ง D เป็นค่าคงที่ ซึ่งประกอบด้วย propagation , transmission (บวกกับ switching delay) และ W เป็นค่า random delay ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อออกจาก บัฟเฟอร์ ในระบบ

เวลาระหว่างที่ เซลล์ อยู่ที่ เครื่องรับ (receiver) จะเท่ากับ

(D+Wi+1) - (D+Wi) = #

ก็คือ ค่าของ cell delay Variation (Jitter)

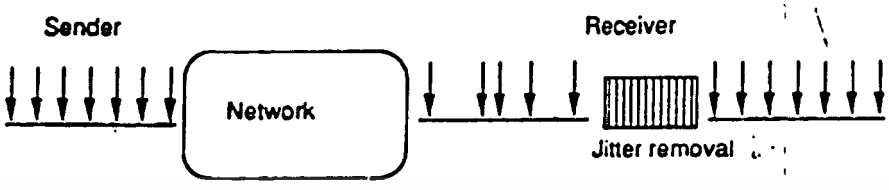
ตาราง 3.7

Delay and Delay Variation Objectives for Two-Way Session Audio and Video Service

Application	Delay(ms)	Jitter (ms)
64-Kbps video conference	300	130
1.5-Mbps MPEG NTSC video	5	6.5
20-Mbps HDTV video	0.8	1
16-Kbps compressed voice	30	130
256-Kbps MPEG voice	7	9.1

jitter สามารถควบคุมที่เครื่องรับได้ ซึ่งขนาดของบัฟเฟอร์ที่ Decoder สามารถที่จะกำหนดค่า ดีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 Jitter handing with buffering

ในการบริการต่างๆกันนั้น จะมีความต้องการ คุณภาพการบริการต่างกัน เช่น Data transmission จะไม่สนใจค่าดีเลย์ และ Jitter แต่ยอมให้มี end-to-end error rate และ การสูญเสียแพ็กเก็ท (packet loss) ต่ำมากๆ

ส่วน Digital (PCM) speech นั้นยอมให้มี error rate และ การสูญเสียแพ็กเก็ท แต่กลับสนใจค่า ดีเลย์ และ Jitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การจัดการ การจราจรของสัญญาณในระบบ ATM

(Traffic Managemant in Atm Networks)

Traffic management ในระบบการสื่อสาร คือ การควบคุมการใช้ ทรัพยากรในระบบ เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบเกิด การคับคั่งของสัญญาณบางกรณี เมื่อทรัพยากรในระบบ ถูกติดตั้งให้มีการเชื่อมต่อมาก หรือ สัญญาณซึ่งสามารถช่วยสนับสนุนให้มีการใช้ได้กว้างขึ้น แต่ อาจทำให้มีผลกระทบกับผู้ใช้ เช่น ที่บัฟเฟอร์ เริ่มมี overflow และมี ค่าดีเลย์มากขึ้นเกินกว่า ระดับที่จะยอมรับได้ ดังนั้นมันเป็นการสำคัญอย่างมากที่จะติดตั้ง และ ควบคุมสัญญาณ โดยที่ระบบสามารถดำเนินงานที่ระบบยอมรับได้ ที่เวลาเมื่อมี load เกินกว่าที่ระบบสามารถจะบรรจุได้

ในระบบ Circuit Switching แต่ละการเชื่อมต่อจุถูกกำหนดให้มีผลรวมของแบนวิดท์ มีค่าคงที่ มีอัตราการส่งคงที่ (constant data rate) ตัวอย่างในระบบ telephone แต่ละการเชื่อมต่อนั้นต้องการ 64 Kbps channel ระหว่างผู้เรียก กับผู้ถูกเรียกใช้ ก็จะมีการสร้างการเชื่อมต่อ หรือไม่ก็ปฏิเสธ ขบวนการของ call admission เพียงพอที่จะ ควบคุมการเกิดการคับคั่งในระบบ เพราะมีการให้แบนวิดท์ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อสม่ำเสมอ และไม่มีการตอบโต้กันสำหรับ ทรัพยากรในระบบของ channel ที่ถูกกำหนด

ในระบบ แพ็กเก็ทสวิทชิ่ง เมื่อการส่งข้อมูลที่ node เกิดการคับคั่งขึ้น แสดงว่าบัฟเฟอร์เริ่มที่จะเกิด overflow (ดังนั้นแพ็กเก็ทที่มาถึง ที่เวลาบัฟเฟอร์เต็มจะถูกทิ้ง) เมื่อแพ็กเก็ท ถูกทิ้งนั้น ก็จะมีการส่งข้อมูลใหม่อีกครั้ง (retransmit) สาเหตุเกิดจากการที่มี traffic load มาก ดังนั้นถ้าหากมีจำนวนการส่งข้อมูลใหม่ซ้ำเพิ่มขึ้น node เกิดการคับคั่งมากขึ้น แพ็เก็ทก็จะถูกทำการทิ้งมากขึ้น ระบบก็จะเกิดสภาวะ วิกฤติ (catastrophic state) ดังนั้น transmission links ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

แพ็กเก็ทสวิทชิ่ง ไม่มีประสิทธิภาพเกินกว่า 80-85 % ระดับ การจัดหา link เพื่อที่จะทำให้มีประสิทธิภาพตามระดับ ไม่สามารถที่แก้ปัญหาการเกิดการคับคั่งได้ ดังนั้น admission control schemes อาจจะเพียงพอที่จะแก้ปัญหาการเกิดการคับคั่งได้ ดังนั้นการที่ระบบ ATM จะประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับการ พัฒนา ประสิทธิภาพของ congestion-control

กลไกต่างๆที่ใช้ควบคุมการเกิดการคับคั่ง ถูกเสนอขึ้นสำหรับระบบ ATM ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้น Preventive control และ Reactive control

Preventifve congestion control เป็นเทคนิคที่ พยายามที่จะป้องกันก่อนที่จะเกิดการคับคั่งด้วยวิธีการที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม Preventive congest control ไม่เพียงพอที่กำจัดการเกิด การคับคั่งในระบบ ATM ได้ ดังนั้นเมื่อเกิดเหตุการคับคั่งขึ้นมามันจึงจำเป็นต้องมี Reactive control เพื่อแก้ไขปัญหาเมื่อระบบตรวจจับได้ว่าเกิดการ คับคั่งขึ้นแล้ว แหล่งกำเนิดสัญญาณจะถูกร้องขอให้ มีการส่งข้อมูลให้ช้าลง หรือหยุดการส่ง ในขณะนั้น จะกระทั่งเหตุการที่คับคั่งนั้นถูกขจัดไปแล้ว แต่ปัญหาสำคัญของ Reactive control คือ การที่มี Propagation delay มากเกินกว่าที่ยอมรับได้

4.1 Call Admission Control

เมื่อมีการเชื่อมต่อใหม่ร้องขอเข้ามาในระบบ ขบวนการ call admission จะทำการตัดสินว่าจะยอมรับหรือ ปฏิเสธการร้องขอนั้น การร้องขอที่เข้ามานั้นจะถูกยอมรับ ถ้าหากระบบมี ทรัพยากรเพียงพอที่จะจัดการกำหนด คุณภาพการบริการของ การเชื่อมต่อโดยไม่มีผลกระทบเมื่อเกิดการเชื่อมต่อขึ้นจริง

ดังนั้นเราจึงต้องรู้ว่า จะมีการกำหนดผลรวมของ แบนวิดท์ ที่ต้องการโดยการเชื่อมต่อใหม่อย่างไร

และจะรับประกันได้อย่างไรว่า ระดับของการบริการที่มีอยู่จะไม่ได้รับผลจากการ ที่ถูกมัลติเพล็กด้วยการเชื่อมต่ออันใหม่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การกำหนด แบนวิดท์ (Bandwidth Allocation)

รายละเอียดเกี่ยวกับการกำหนด แบนวิดท์ ด้วยการตัดสินผลรวทของแบนวิดท์ที่ต้องการ มี 2 วิธีที่เหมาะสำหรับการกำหนด คือ Deterministic Multiplexing และ Statistical Multiplexing

ATM แชนแนล (channels) สามารถที่ถูกมัลติเพล็ก แบบ determinisitically หรือไม่ก็แบบ statistically ถ้ามันถูกมัลติเพล็กแบบ determinisitically ผลรวมแบนวิดท์สูงสุดของแชนแนลที่สร้างขึ้น จะน้อยกว่า ผลรวมของแบนวิดท์สูงสุดของแชนแนลซึ่งสามารถที่ถูกมัลติเพล็กได้ ในกรณีของการมัลติเพล็กแบบ deterministic นี้ ใช้สำหรับระบบที่มีแหล่งกำเนิด สัญญาณแบบ CBR และการเกิดการคับคั่งจะสามารถจำกัดทิ้งไปได้ จึงไม่จำเป็นที่ต้องมีการควบคุม

ส่วนการมัลติเพล็กแบบ statistical ผลรวมแบบวิดท์สูงสุดของแชนแนลที่ป้อนเข้าไปในการมัลติเพล็ก จะมากกว่า ความสามารถที่จะถูกมัลติเพล็กของ เอาพุท ซึ่งแบนวิดท์นี้ถูกกำหนดในระบบที่มี แหล่งกำเนิดสัญญาณเป็น VBR

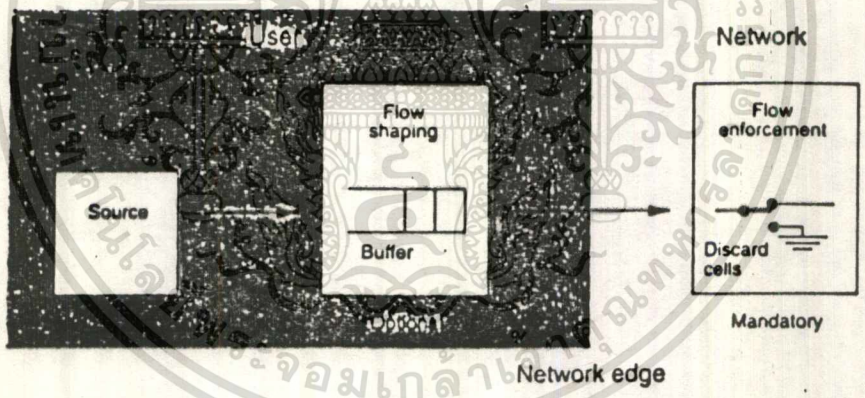
ดังนั้นการมัลติเพล็กแบบ statistical จะยอมให้มีการเชื่อมต่อถูก มัลติเพล็กมากกว่า การมัลติเพล็กแบบ deterministical ซึ่งเป็นความได้เปรียบในการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรในระบบ

เป็นการยากที่คำนวณ ค่าแบนวิดท์ของ statistical ของการเชื่อมต่อ ซึ่งจะต้องรับประกัน การกำหนด คุณภาพการบริการของแต่ละการเชื่อมต่อ และ ต้องแน่ใจว่าเมื่อจัดการ คุณภาพการบริการสำหรับการเชื่อมต่อขึ้นจริง จะไม่ทำให้ลดระดับของการยอมรับ เมื่อถูกมัลติเพล็กด้วยการเชื่อมต่อใหม่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.3 Traffic Shaping

โดยทั่วไป แหล่งกำเนิดสัญญาณแบบ VBR เซลล์จะถูกผลิตที่อัตราสูงสุด (peak arte) ขณะที่เป็นช่วเวลา active และไม่มีการส่งเซลล์ในขณะที่ช่วงเวลา silent ซึ่ง การที่จะทำให้แหล่งกำเนิดมีลักษณะดีนั้น เราอาจเป็นไปได้ที่จะลด peak arte โดยใช้การบัฟเฟอร์เซลล์เอาไว้ ก่อนที่มันจะเข้าไปยังระบบ ดังนั้นอัตราการจากไปของลำดับเซลล์ในบัฟเฟอร์ จะน้อยกว่าอัตราสูงสุดของการจากไปของเซลล์นั้น (แต่จะมากกว่าอัตราการจากไปเฉลี่ย มิฉะนั้นจะทำให้เกิดภาวะไม่คงที่ในบัฟเฟอร์) ซึ่งการทำ Shapping ของการเชื่อมต่อสามารถทำที่ อุปกรณ์ที่กำเนิดสัญญาณ



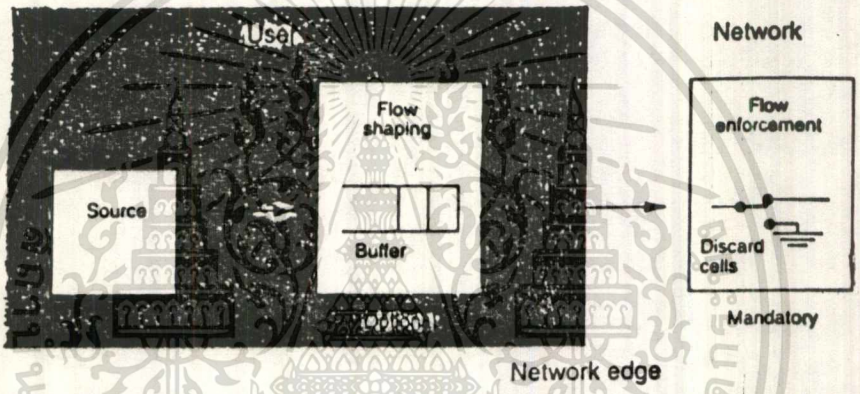
รูปที่ 4.1 แสดงส่วนของ Shaping

ดังนั้น การ Shaping ก่อนที่สัญญาณจะเข้าไปในระบบ สามารถรักษาแบนวิดท์ที่สำคัญ ในกรณีที่มี burtiness สูง อย่างไรก็ดีการทำเช่นนี้จะเกิดการขยายค่าดีเลย์ที่ผู้ใช้ซึ่งอาจไม่ได้การยอมรับ ดังนั้นค่าดีเลย์ที่เกิดจากการ Shaping จะถูกจำกัดค่าให้สอดคล้องกับ ผลรวมรวมของค่าดีเลย์ที่ยอมรับๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 Traffic Policing

ขบวนการ call admission ไม่เพียงพอที่จะป้องกันการเกิดการคับคั่ง เพราะว่าผู้ใช้นั้นอาจจะไม่อยู่ใน พารามิเตอร์ของการเชื่อมต่อที่ตกลงกันไว้ ที่ call set-up phase ดังนั้นในระบบจะต้องรับประกันว่า แหล่งกำเนิดสัญญาณจะอยู่ใน พารามิเตอร์ของการเชื่อมต่อ เราจึงมีฟังชั่นทำหน้าที่นี้ก็คือ traffic policing



รูปที่ 4.2 Flow enforcement เรียกว่า Policing

ฟังชั่น policing นี้จะทำการตรวจจับ แหล่งกำเนิดสัญญาณที่ไม่สอดคล้องกับที่ตกลงไว้ (nonconforming source) ซึ่งมันอาจทำให้เกิดผลกระทบในแง่ลบ มากกว่าสัญญาณที่ถูกผลิตโดย แหล่งกำเนิดสัญญาณตามที่ตกลง (conforming source)

ฟังชั่น policing นี้เมื่อ แหล่งกำเนิดสัญญาณถูกตรวจจับว่าไม่เป็นไปตามข้อตกลง ก็จะมีขั้นตอนการกระทำดังต่อไปนี้

- หยุด เซลล์ที่ละเมิดข้อตกลง (violating cells)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

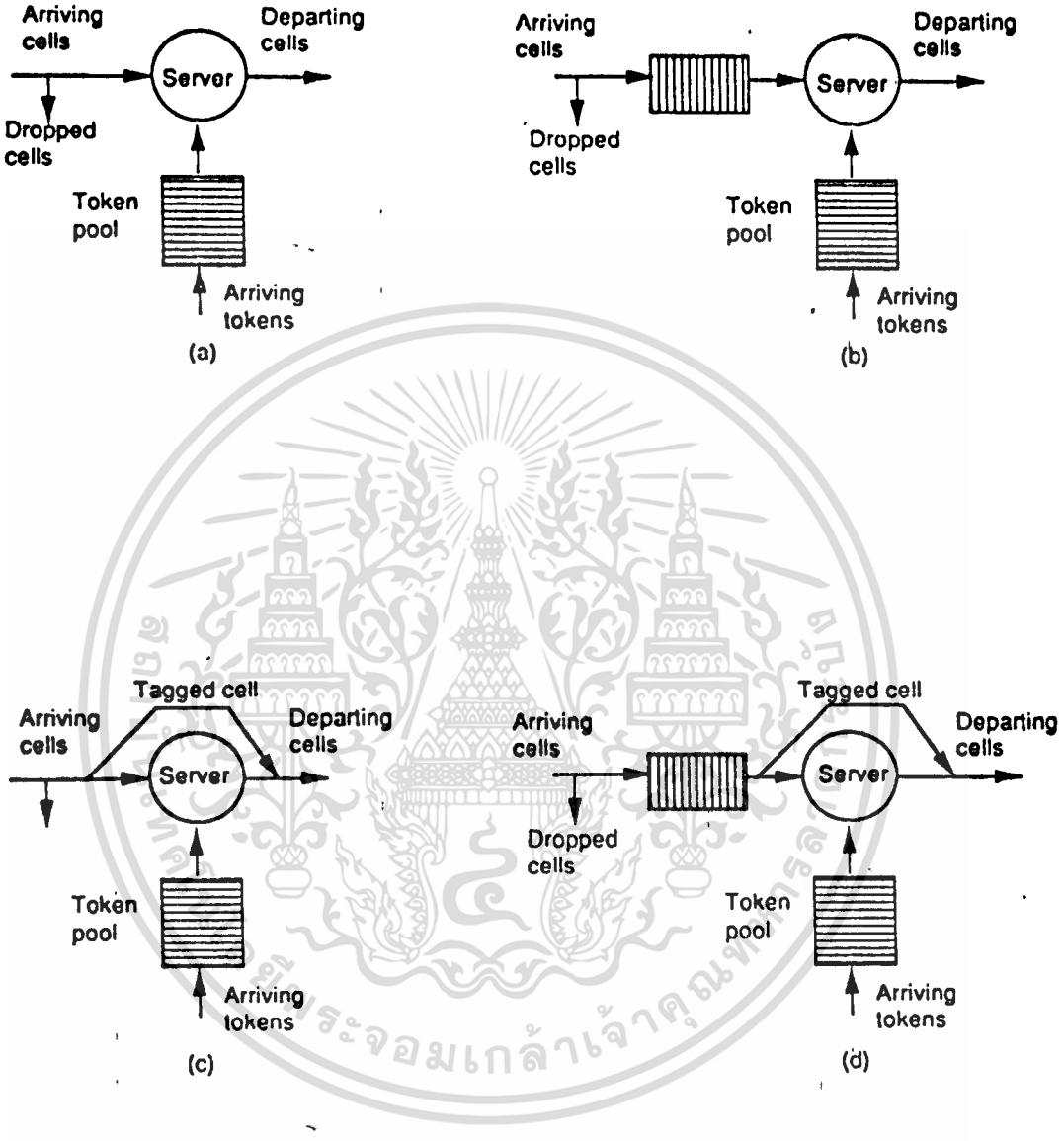
- มีการทำเครื่องหมาย เซลล์ที่ละเมิด ต่างจาก เซลล์ซึ่งอยู่ในพารามิเตอร์ที่ตกลง และส่งมันไปในระบบ (ระบบจะมีการจัดการเซลล์เหล่านี้แตกต่างเซลล์อื่นๆ เมื่อระบบเกิดการคับคั่ง)

- จะทำการบอกให้แหล่งกำเนิดสัญญาณ ทราบว่าเริ่มมีการละเมิดข้อตกลง

Leaky Bucket

ก่อนที่ เซลล์ จะเข้าไปในระบบ จะต้องได้รับเครื่องหมายจาก Token pool เมื่อมีเซลล์มาถึง ก็จะได้รับ เครื่องหมายและ ผ่านจาก Leaky Bucket เครื่องหมาย (Token) จะถูกผลิตออกมาด้วยอัตราคงที่ (constant arte) แทนที่ใน Token pool ที่ Token pool จะมีเครื่องหมายอยู่ ดังนั้นเมื่อมีเครื่องหมายมาถึงในขณะที่ Token pool เต็ม มันก็จะถูกทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 4.3 แสดงการกระทำของ Leaky Bucket ทั้ง 4

a) แผนการ 1 ; b) แผนการ 2 ; c) แผนการ 3 ; d) แผนการ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป แผนการที่ 1 เซลล์ที่มาถึง จะถูกทิ้งไป ถ้ามันมาถึงเวลาที่ไม่มีเครื่องหมาย รออยู่ใน Token pool เพราะเครื่องหมายจะถูกผลิตที่อัตราคงที่ ดังนั้นแผนการนี้สามารถใช้ควบคุม อัตราการส่งเซลล์ที่ อัตราสูงสุดหรืออัตราเฉลี่ย

เราจะมีการควบคุมการ เซลล์ที่ถูกทิ้งโดยใช้แผนการ 2 และ 4 คือเมื่อมีเซลล์มาถึง จะถูกแทนที่ในบัฟเฟอร์ถ้าหากมันเมื่อเวลาไม่มีเครื่องหมายใน pool และเมื่อเวลาต่อมาที่ pool เริ่มมีเครื่องหมาย เซลล์แรกที่รออยู่ในบัฟเฟอร์จะใช้เครื่องหมายที่มาถึงทันทีและ ผ่านออกไปจาก Leaky Bucket แต่เนื่องจากขนาดของบัฟเฟอร์มีขนาดจำกัด หากมีเซลล์มาถึงเมื่อเวลา บัฟเฟอร์เต็มเซลล์ก็จะถูกทิ้ง ซึ่งวิธีนี้ Leaky Bucket จะดำเนินงานโดยมีค่าดีเลย์เนื่องจาก บัฟเฟอร์

ขนาดของ token pool สามารถกำหนดให้มีค่ามาก เพื่อที่จะลดค่าดีเลย์เนื่องจากบัฟเฟอร์ แต่จะเป็นสาเหตุให้เกิด ขบวนของสัญญาณที่มีขนาดใหญ่เข้าไปในระบบ ซึ่งก็จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโอกาสสูญเสีย เซลล์เพิ่มขึ้นในระบบ

ในแผนการที่ 2 และ 4 จะอนุญาติให้เซลล์ของแหล่งกำเนิดสัญญาณที่ไม่เป็นไปตามข้อตกลง เข้าไปในระบบได้ซึ่งจำเป็นรับประกันว่า สัญญาณของแหล่งกำเนิด ที่เป็นไปตามข้อตกลงจะไมมีผลกระทบทางลบ ATM cell header มีส่วนประกอบอยู่อย่างหนึ่งที่คือ บิท CLR ซึ่งถูกใช้ในสถานะการณ์นี้ ถ้าหากแหล่งกำเนิดสัญญาณถูกมองว่าอยู่ในพารามิเตอร์การเชื่อมต่อ เซลล์จะถูกส่งเข้าในระบบโดยที่ บิท CLR เหล่านี้ไม่มีการกำหนดค่า ในทางกลับกันหากฟังชั่น policing ตรวจจับว่าแหล่งกำเนิดสัญญาณไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ค่า บิท CLR จะถูกกำหนดค่าก่อนที่เซลล์จะส่งไปในระบบ

ดังนั้นเมื่อเกิดการคับคั่งที่ node ในระบบ ก็จะทำการทิ้งเซลล์ที่มีการกำหนดค่าบิท CLR ก่อนเซลล์ที่ไม่ถูกกำหนดค่าบิท CLR

สำหรับแผนการที่ Leaky Bucket ใช้เครื่องหมายเป็น สีแดง และ สีเขียว เครื่องหมาย 2 ชนิดนี้จะถูกผลิตที่อัตราต่างๆกัน หนึ่งเซลล์จะใช้เพียง 1 สี ถ้าหากจำนวนเซลล์ที่รออยู่ในบัฟเฟอร์น้อยกว่า ค่า threshold เซลล์จะใช้เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายสีเขียวที่ออกไปจาก Leaky Bucket ขณะที่เครื่องหมายสีแดงถูกใช้ ถ้าจำนวนเซลล์ในบัฟเฟอร์มากกว่า threshold เซลล์ที่ออกไปจาก Leaky Bucket โดยใช้สีแดงจะมีค่า loss priority ในระบบต่ำ และมันจะถูกทิ้งก่อนเซลล์ที่ใช้เครื่องหมายสีเขียว

การเลือกพารามิเตอร์ใน Leaky Bucket เป็นการยุ่งยากเมื่อใช้ในการจัดระเบียบแต่ละการเชื่อมต่อ ในกรณีคุณลักษณะของแหล่งกำเนิดสัญญาณ ประกอบด้วย peak และ average bit rate ของแหล่งกำเนิด Leaky Bucket เดียวไม่สามารถใช้จัดการระเบียบได้ การเชื่อมต่อที่ลักษณะเป็น peak bit arte สามารถที่จัดระเบียบได้ง่ายโดยการใช้ Leaky Bucket หนึ่งสำหรับแต่ละการเชื่อมต่อ แต่หากเป็นการเชื่อมต่อแบบ average bit rate ไม่สามารถทำการจัดระเบียบได้ง่าย เพราะ บางที่เรากำหนดค่าอัตราการผลิตเครื่องหมาย เท่ากับ อัตราที่ผลิตเซลล์ออกมาโดยเฉลี่ย ในแผนการที่ 1 และ 3 ไม่เพียงพอเพราะ แหล่งกำเนิดสัญญาณจะผลิตเซลล์ด้วยอัตราสูงสุดในขณะช่วงเวลา active และ ไม่ผลิตสัญญาณในขณะช่วงเวลา silent ดังนั้นจะมีจำนวนเซลล์มากในกรณีนี้ถูกทิ้ง หรือ ทำเครื่องหมาย

4.5 Selective Discarding

จากหัวข้อก่อนหน้านี้ แผนการ policing เป็นการออกแบบที่ป้องกันระบบและ แหล่งกำหนดสัญญาณที่ตรงกับข้อกำหนด จากสัญญาณที่ถูกผลิตจากแหล่งกำเนิดสัญญาณที่ไม่เป็นตามข้อกำหนด อย่างไรก็ตามเพื่อให้มีประโยชน์สูงของทรัพยากรในระบบ เซลล์ที่ถูกส่งจากแหล่งกำเนิดที่ไม่ตรงข้อกำหนด จะได้รับเครื่องหมายก่อนที่เข้าสู่ระบบ และสามารถที่จะถูกทิ้งในระบบเมื่อเกิดการคับคั่งขึ้น ยิ่งกว่านั้นผู้ใช้อาจจะเลือกทิ้งเซลล์ตามความสำคัญ ตัวอย่างเช่น แหล่งกำเนิดเสียง อาจจะแทนบิทที่สำคัญที่สุดของเฟรมๆไว้ที่เซลล์หนึ่ง และบิทที่สำคัญน้อยที่สุดไว้ที่เซลล์อื่นๆ ซึ่งมีกำหนดเป็น high-priority cell และ low-priority cell ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัฟเฟอร์ที่จุดระหว่าง node สามารถถูกใช้ประโยชน์ของ priority cell สำหรับเพื่อเป็นกลไลการเลือกทิ้งซึ่งมี 2 แบบ

Push Out

กลไลชนิดนี้ซึ่งมี low และ high priority ถูกรับเข้าไปในระบบตลอดที่บัฟเฟอร์ว่าง ถ้า low-priority cell มาถึงเวลาเมื่อบัฟเฟอร์เต็มมันจะถูกทิ้ง ถ้า high-priority cell มาถึงขณะที่เวลาบัฟเฟอร์เต็มมันจะถูกทิ้งถ้าไม่มี low-priority cell ที่กำลังรออยู่ในบัฟเฟอร์ ถ้าหากในบัฟเฟอร์มี low-priority cell อย่างน้อย 1 เซลล์ที่รออยู่ high-priority cell ก็จะสามารถเข้าไปแทนที่ low-priority cell ในบัฟเฟอร์ได้ ข้อยกเว้นในการแทนที่ของ low-priority cell โดย high-priority cell ก็คือจะไม่มีการแทนที่ในขณะที่บัฟเฟอร์เริ่มจะทำการส่ง low-priority cell ออกไป

กลไกนี้มีความเสียเปรียบที่สำคัญคือ จะมีความซับซ้อนของเครื่องมือในขณะที่ high-priority cell แทนที่ low-priority cell มันจะต้องมีการรับประกันว่าลำดับของเซลล์จะยังคงถูกต้องตามเดิม

Threshold

ในกรณีค่า threshold ถูกกำหนดไว้ต่ำกว่า ความจุของบัฟเฟอร์ เมื่อเซลล์ทั้งสองชนิดถูกรับเข้าไปในลำดับ ตลอดจนจำนวนเซลล์ทั้งหมดที่รออยู่ในลำดับน้อยกว่า หรือเท่ากับ ค่า threshold

หาจำนวนเซลล์ในลำดับเกินกว่าค่า threshold low-priority cell ทั้งหมดจะถูกทิ้งจนกระทั่ง ขนาดของลำดับจะต่ำกว่าค่า threshold high-priority cell จะเคลื่อนต่อเนื่องเข้าไปในลำดับตลอด เมื่อมีที่ว่างในบัฟเฟอร์

ปัญหาที่สำคัญในวิธีนี้ก็คือ การกำหนดค่าของ threshold ถ้ากำหนดค่าไว้ต่ำ low-priority cell ที่บัฟเฟอร์อาจจะไม่จำเป็นถูกทิ้ง (ยอมให้มี low-pririty

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cell ที่ไม่เป็นผลกระทบกับคุณภาพการบริการ) ดังนั้นการ จำกัดประสิทธิภาพของการทำเครื่องหมายที่เซลล์) ถ้าค่า threshold ถูกกำหนดค่าไว้ใหญ่ผลของ high-priroty cell อาจจะลดลง

อย่างไรก็ดี ค่า threshold ขึ้นอยู่กับ คุณลักษณะเซลล์ทั้ง 2 ชนิด (ได้แก่ load , burtiness) ดังนั้นมันอาจจำเป็นที่ปรับค่า threshold เพราะว่าคุณลักษณะของสัญญาณที่บัฟเฟอร์เปลี่ยนแปลง

4.6 Reactive Congestion Control Mechanisms

ช่วงเวลาชั่วคราวที่เกิดการสูญเสียเซลล์ในระบบ เมื่อมีจำนวนแหล่งกำเนิดสัญญาณมาก ถึงแม้ว่ามีเทคนิคการป้องกันที่ลดโอกาสที่บัฟเฟอร์ เกิดการ overflow แต่มันก็ไม่อาจกำจัดการสูญเสียเซลล์ในระบบได้ทั้งหมด

เมื่อมีการทิ้งเซลล์จะทำให้แหล่งกำเนิดสัญญาณต้องทำการส่งข้อมูลซ้ำใหม่ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มสัญญาณในระบบให้มากขึ้น ทำให้บัฟเฟอร์เกิด overflow ทำให้เกิดการสูญเสียเซลล์อีก ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความงิบัติ ไปลดประสิทธิภาพของระบบจนในที่สุดเป็น ศูนย์

ดังนั้นจึงต้องมีการป้องกันโดยใช้กลไก Reactive Control ซึ่งมันดูระดับการคับคั่งในระบบ และบอกให้แหล่งกำเนิดทราบว่าเมื่อมีการตรวจจับการคับคั่งได้ และมีการดำเนินงานตามกลไกของมัน

ATM Traffic Management at the initial Deployment of B-ISDN

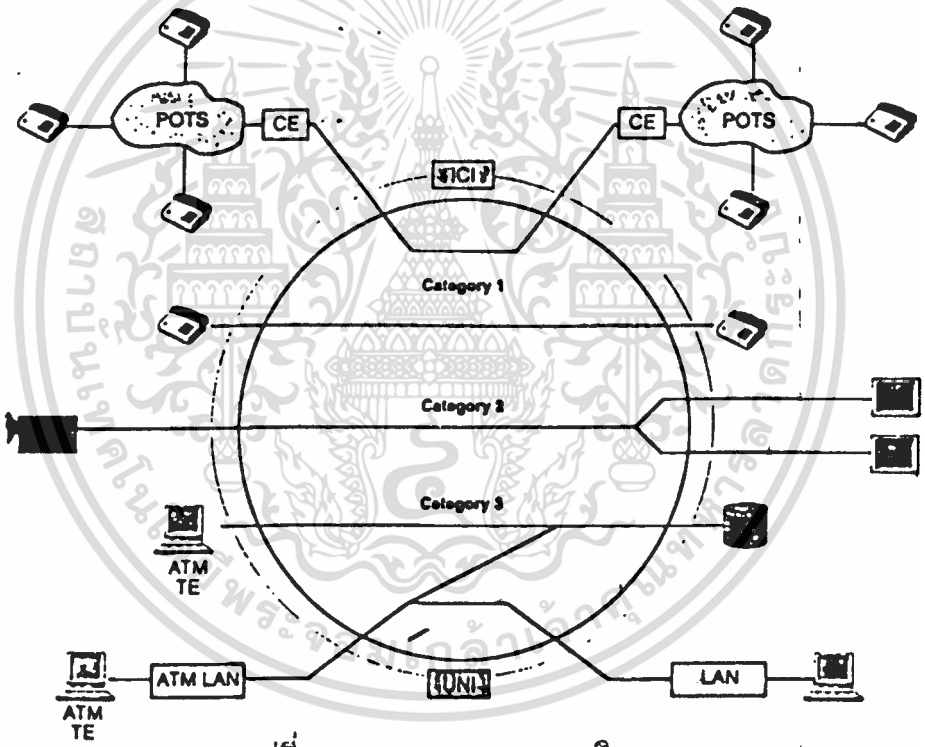
ในการบริการต่างๆใน B-ISDN นั้นได้แก่ voice , circuit emulation , video และ datacommunication ถูกสนับสนุนให้ใช้ในระบบเพียงระบบเดียว บริการเหลานี้เกิดขึ้นใน 3 ชั้น ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับหลักการจัดการจราจรของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การบริการแบบ Constant bit rate(CBR) ได้แก่ voice และ circuit emulation (CR)

2. การบริการแบบ Variable bit rate (VBR) ที่มีการกำหนดด้วยค่า เวลา (with real-time) ได้แก่ video ที่ใช้ VBR codes

3. การบริการแบบ Variation bit rate (VBR) ที่ไม่มีการกำหนดด้วยค่าเวลา (without real-time) ได้แก่ datacommunications



รูปที่ 4.4 แสดงภาพการบริการ

การกำหนดของทรัพยากรในระบบ ATM จะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อที่จะรับประกันว่าได้รับการบริการในระดับที่พอใจ ฟังชั่นการดำเนินงานของการจัดการทรัพยากรในระบบจะดำเนินงานที่ 3 ระดับ

1. ฟังชั่นควบคุมการจัดการระบบ (Network Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2. ฟังชั่นควบคุมระหว่างเฟสของการเชื่อมต่อ (Connection set-up phase) คือฟังชั่นปฏิบัติการเชื่อมต่อเมื่อมีการร้องขอการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้ 2 ราย หรือมากกว่านั้น ที่ได้รับอนุญาติหรือปฏิเสธการเชื่อมต่อในกรณีที่ขาดทรัพยากรในระบบ

3. ฟังชั่นควบคุมระหว่างเฟสของการส่งข้อมูล (Data Transfer phase) ประกอบด้วย ฟังชั่น ได้แก่ Policing และ การจัดการเกี่ยวกับบัฟเฟอร์ ซึ่งแสดงการควบคุม load ในระบบ โดยการจัดการการไหลของเซลล์ ATM

<u>ฟังชั่นควบคุมระหว่างเฟสการเชื่อมต่อ</u>

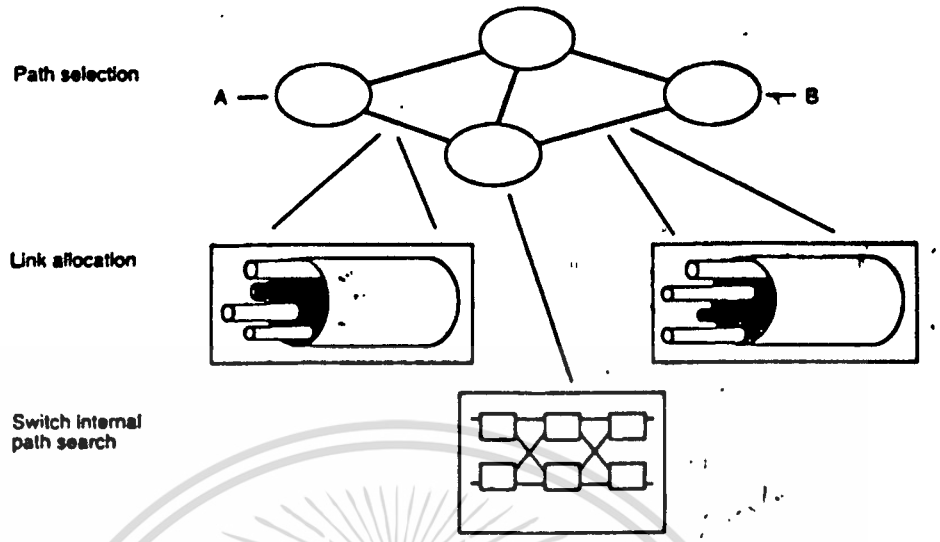
การบริการรวมกันโดยทั่วไปประกอบด้วยการรวม voice , data และ vedio connection เนื่องจากที่มีข้อกำหนดที่แตกต่างกัน จะมีความต้องการโดยการขอการเชื่อมต่อ (call connection) ที่ต่างกัน มันจึงจำเป็นต้องมีการแยก ฟังชั่นการควบคุมการร้องขอ (call control) จาก ฟังชั่นการควบคุมการเชื่อมต่อ (connection control)

ฟังชั่นการควบคุมการร้องขอ จะจัดระเบียบแต่ละการเชื่อมต่อ ที่เกี่ยวกับการเรียก และแสดงฟังชั่นที่เกี่ยวกับการขอให้มีการสร้างขึ้น ได้แก่ user-to-user signalling , user-to-network signalling

<u>Connection admission control</u>

Connection admission control เป็นขบวนการสร้างการเชื่อมต่อระหว่าง node ที่จุดเริ่มต้น กับ node ปลายทาง ซึ่งถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงขั้นตอนการเชื่อมต่อ

1. Path Selection เป็นการเลือก เส้นทางทั้งหมดระหว่าง node คู่หนึ่งในระบบที่เส้นทางที่ถูกเจาะจงนั้นอยู่ในรูปของจำนวน trunk group ที่เชื่อมต่อ node เริ่มต้น กับ node ปลายทาง

2. Link allocation เมื่อเส้นทางถูกเลือก link ใน trunk group จะถูกกำหนดสำหรับการเชื่อมต่อ

Link admission control เป็นส่วนหนึ่งของฟังชั่น Link allocation ซึ่งเป็นการตัดสินว่า การเชื่อมต่อใหม่ด้วยคุณลักษณะที่เจาะจงลงไป สามารถยอมรับบน link

3. Swtch inter path search

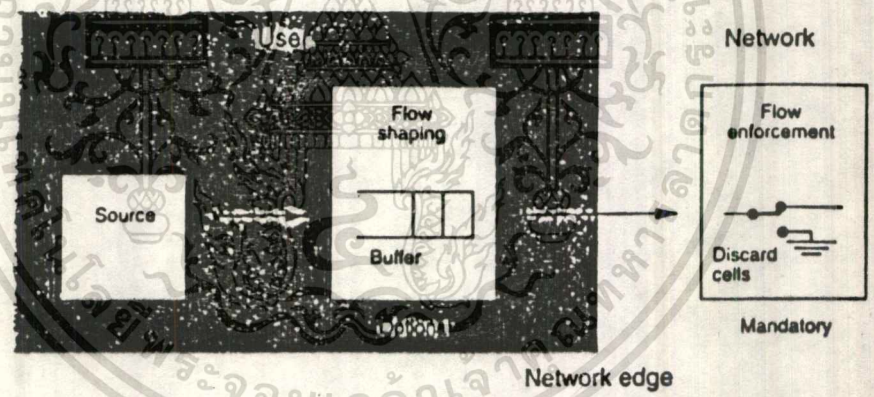
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

<u>ฟังชั่นควบคุมระหว่างเฟสของการส่งข้อมูล</u>

จุดประสงค์ของฟังชั่นการจัดการสัญญาณ ที่กระทำระหว่าง data transfer phase คือ การควบคุม load ในระบบ ATM load จะถูกควบคุมโดยการจัดการการไหลของเซลล์ ATM ข้าม ATM base UNIs

Flow conditioning

จุดประสงค์ของ Flow conditioning ก็คือ การรับประกันว่าข้อมูลไหลใน virtual path ที่เลือกซึ่งถูกต้อง ตามคุณลักษณะของแต่ละการเชื่อมต่อ ฟังชั่นนี้ประกอบด้วย flow enforcement (policing) และ flow shaping



รูปที่ 4.6 ฟังชั่น Flow conditioning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

Transport Protocols

ฟังชั่นพื้นฐานของ Transport protocol ก็คือการสร้างการเชื่อมต่อ , การจัดการ , สิ้นสุดของการเชื่อมต่อ และก็มีการ interface ถึง Higher Layer มาตรฐานซึ่งถูกใช้ในเครื่องมือของ transport protocol จะขึ้นอยู่กับการบริการที่ถูกแบ่งไว้โดยระบบ

5.1 Transport Function

transport protocol โดยทั่วไปจะประกอบด้วยฟังชั่นต่างๆเช่น

1. Addressing
2. Connection establishment and termination
3. Flow and rate control
4. Buffering
5. Multiplexing
6. Segmentation and reassembly
7. Handling duplicated packets
8. Error recovery and control
9. Priority handling

5.1.1 Addressing

ในกรณีที่ transport ของผู้ใช้ร้องขอให้มีการเชื่อมต่อกันระหว่าง local กับ remote ขั้นตอนในการสร้างการเชื่อมต่อนั้น , local transport layer จำเป็นที่ต้องรู้ transport address ของการบริการที่ remote

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 Connection Establishment and Termination

ในการติดต่อกันของ 2 transport นั้นเริ่มแรกจะมีการสร้าง information ที่ connection-establishment phase และ จะทำลายมันหลังจากการเชื่อมต่อสิ้นสุด ซึ่งมีเทคนิคต่างกัน 2 วิธี ที่ใช้สร้างและตัด การเชื่อมต่อ คือ handshaking และ implicit management

ใน handshaking นั้น 2 end node จะถูกใช้แลกเปลี่ยนจำนวนข้อมูลเพื่อจะตกลง ซึ่งอุปกรณ์จะถูกกำหนดที่เชื่อมต่อที่ call establishment และ สิ้นสุดการเชื่อมต่อที่ connection termination

ส่วน implicit connection managment , ผู้ส่งจะทำการส่ง control packet หรือ data packet ซึ่งจะประกอยด้วย control imformation เพื่อที่ผู้รับจะสามารถสร้างหรือตัดการเชื่อมต่อ และ timers จะถูกใช้จัดการสภาวะของ node ทั้งสอง เพื่อที่จะลดจำนวนการแลกเปลี่ยนข้อมูล

5.1.3 Flow and Rate Control

End-to-End flow control ระหว่าง 2 transport ซึ่งถูกต้องการใช้สำหรับการเชื่อมต่อที่จะรับประกันว่า ทางด้านผู้รับจะมีการเชื่อมต่อที่อยู่ในข้อตกลงของ connection - establishment phase ยิ่งกว่านั้น flow control จะจัดการควบคุมความเร็วของการส่ง ให้สอดคล้อง (maching) กันระหว่างผู้ส่งกับผู้รับ ซึ่งจะเป็นการป้องกันระบบจากสภาวะที่เกิดการคับคั่ง (ซึ่งสาเหตุ ก็มาจากจำนวนแพ็กเก็ทมากเกินไป)

แพ็กเก็ทที่มาถึงส่วนของ host อาจจะถูกตัดทิ้งไป ถ้าหากแพ็กเก็ทเหล่านั้นมาถึงเร็วเกินกว่าที่จะสามารถจัดการมันได้ และยิ่งกว่านั้นหากอุปกรณ์ที่ ด้านรับไม่เพียงพอ ก็ทำให้ผู้ส่งมีความลำบากในการกำหนดอัตราที่ส่งข้อมูล ระหว่างการเชื่อมต่อ บางทีหากผู้ส่งทำการส่งแพ็กเก็ทมากกว่าที่มันจะถูกจัดการ ระบบก็จะเกิดการคับคั่งขึ้นได้ การแก้ปัญหานี้ จะมี rate control ซึ่งเป็นกลไกที่อยู่บนพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานของอุปกรณ์ในระบบที่สามารถใช้ได้ ซึ่งจะมีใช้ที่ด้านส่ง เนื่องจากข้อมูลในระบบมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ดังนั้นการที่ระบบจะส่งข้อมูลก็มีการตรวจดูเพื่อที่มีการปรับเปลี่ยนอัตราการส่งให้เหมาะสม

5.1.4 Buffering

บัฟเฟอร์ที่ด้านรับ โดยทั่วไปจะทำให้ ข้อมูลที่เคลื่อนไปโดยสม่ำเสมอ และ เก็บแพ็กเก็ทไว้ชั่วคราว ส่วนบัฟเฟอร์ที่ด้านส่ง จะถูกใช้เก็บแพ็กเก็ทจนกว่ามันจะรู้ว่ามีการส่ง ซึ่งมี flow และ rate control ควบคุม การที่บัฟเฟอร์จะเก็บรักษาแพ็กเก็ทไว้ที่ด้านส่ง หรือ ด้านรับ หรือทั้งสองด้านนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูล

สำหรับขบวนสัญญาณที่เป็น high-bandwidth จะมีบัฟเฟอร์ที่ด้านรับ ดังนั้นสัญญาณสามารถจะส่งผ่านด้วยอัตราสูงสุดซึ่งถูกยอมโดยระบบ ในทางคล้ายๆ กัน สำหรับขบวนสัญญาณที่เป็น low-bandwidth ก็จะมีบัฟเฟอร์ที่ด้านส่ง

ขนาดบัฟเฟอร์ นั้นเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการออกแบบ หากแพ็กเก็ททั้งหมดมีขนาดเดียวกัน เราสามารถเลือกบัฟเฟอร์ที่มีขนาดแน่นอน ซึ่งจะทำให้ง่ายในการจัดการ แต่ไม่อาจจะใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ได้เต็มที่ อย่างไรก็ตาม หากขนาดบัฟเฟอร์ต่างกันสำหรับการบริการต่างๆกัน เราสามารถจะใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ได้ดี โดยการใช้ขนาดบัฟเฟอร์ที่แตกต่างกัน วิธีนี้จะมีการวางแผนที่ยุ่งยาก

5.1.5 Multiplexing

มีการมัลติเพล็ก 2 รูปแบบที่ transport layer คือ การมัลติเพล็กแบบ upward กับ การมัลติเพล็กแบบ downward ในการมัลติเพล็กแบบ upward ก็คือ การเชื่อมต่อของ transport ที่แตกต่างกันจะถูกมัลติเพล็กบนการเชื่อมต่อเดียวกัน การมัลติเพล็กชนิดนี้ จะถูกใช้เพื่อทำให้สามารถใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ได้เต็มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.6 Segmentation and Reassembly

transport layer ของด้านส่งจะรับแพ็กเก็ทที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งจะถูกผลิตโดย higher layer ซึ่งอ้างอิงถึง transport service data units (TSDUs) และ ก็ตัดแบ่ง แพ็กเก็ทขนาดใหญ่ออกเป็นส่วนๆที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งถูกอ้างอิงถึง transport protocal data units (TPDUs) ซึ่งเป็นกระบวนการของ lower layer ที่ด้านรับ TPDU เหล่านี้ จะถูกรวบรวมให้เป็นรูปแบบของ TSDU อย่างเดิม เหตุผลต่างๆที่จำเป็นต้องมีการตัดแบ่ง ในระบบทั่วๆไปมันจะเป็นการยากที่จะส่งแพ็กเก็ทที่มีขนาดใหญ่ การที่มี TPDU มีขนาดเล็กจะทำให้มีแบนวิดท์ที่ไม่ถูกใช้งานน้อยลง เนื่องจากโอกาสที่จะต้องทิ้งแพ็กเก็ท (ซึ่งเกิดจากบิทที่ผิดพลาด) น้อยลง แต่อย่างไรก็ตาม การที่มีขนาดของแพ็กเก็ทลดลง ผลรวมของ overhead ที่ตัดแบ่ง TSDU ไปเป็น TPSU เพิ่มขึ้น ดังนั้นจะเป็นการลดประสิทธิภาพ throughput และ เพิ่มขบวการของเวลาที่ host

5.1.7 Handling Duplicated Packets

เมื่อแพ็กเก็ทในระบบเดินทางช้ากว่าที่ผู้ส่งคาดเดาไว้ ก็จะมีการส่งแพ็กเก็ทใหม่ซ้ำอีก ซึ่งจะเป็นสาเหตุของการเกิด duplicate packet ในระบบ Handling duplicate packets ที่ transport layer ทางด้านรับก็จะจัดการส่ง TSDU ที่มีความถูกต้องไปยัง higher layers

5.1.8 Error Recovery and control

ในการส่งข้อมูลจะต้องมีการรับประกันว่าจะมีความถูกต้อง ซึ่ง TPDUs ระหว่าง 2 transport จะต้องถูกส่งโดยปราศจากความผิดพลาด และ TSDU ที่ถูกรวบรวมจาก TPDU ควรจะเหมือน TSDU เริ่มแรก

ขบวนการที่รับประกันว่าข้อมูลมีความถูกต้อง สามารถทำให้สำเร็จโดยที่ด้านรับ มีการ check bit error และ มีการรับรอง (acknowledging) แพ็กเก็ทที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับให้ทางด้านผู้ส่งรู้ ในกรณีของ ความผิดพลาด หรือ การสูญเสียแพ็กเก็ท ผู้ส่งจะไม่ได้รับรู้การรับรอง และ การส่งแพ็กเก็ทซ้ำ (retransmission) จนกว่ามันจะได้รับการรับรอง

ส่วนขบวนการที่รวบรวม TPDU เป็น TSDU จะต้องลำดับ TPDU ให้ดี และมีการจัดการ duplicate padkets คือถ้าหาก duplicate packet ถูกตรวจพบก็จะทำการทิ้ง

5.1.9 Priority Handling

protocal ที่ต่างกันจะมีการกำหนดระดับ Quality-of-service ต่างกัน ในขั้นตอนของการกำหนด priority สามารถถูกกำหนดที่ขบวนการของ transport layer ในการติดตั้งอุปกรณ์ ได้แก่ จำนวนบัฟเฟอร์ ลักษณะที่สำคัญของ B-ISDN ก็คือ เป็นการรวมการใช้งานต่างๆด้วยข้อกำหนดของการบริการที่แตกต่าง ลงบนระบบเพียงระบบเดียว

5.2 ปัญหาในการออกแบบ

B-ISDN จะถูกสร้างการส่งในระบบด้วยความเร็ว และมีความผิดพลาดบิทต่ำ ในการส่งข้อมูลด้วยอัตราที่สูง จะมีข้อบังคับต่างๆซึ่งประกอบด้วย

1. ขบวนการของเวลาที่ใช้ในการจัดการแพ็กเก็ท

2. ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการสร้างและตัดการเชื่อมต่อ

3. ออกแบบขบวนการต่างๆ ได้แก่ เทคนิคในการส่งแพ็กเก็ทซ้ำ , การกำหนดของบัฟเฟอร์ และ flow and rate control

มันมีการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าการกำหนดขอบเขต จำเป็นสำหรับมาตรฐานบน transport protocal ใน B-ISDN ดังนั้นระบบที่ไม่เกี่ยวข้องกันจะสามารถทำการเชื่อมต่อเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่อย่างไรมันก็มีปัญหาในการเลือก transport protocal ที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุง protocal ที่มีอยู่แล้วให้สำเร็จได้โดยการลด overhead เหล่านี้

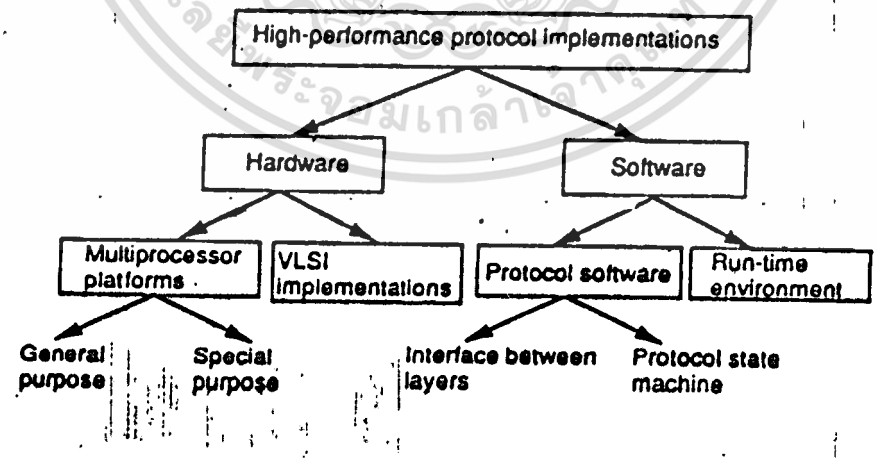
1. ใช้แพ็กเก็ทที่ขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อที่จะลดเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานต่อแพ็เก็ท

2. ใช้ packet grouping เพื่อที่ลดจำนวนของการรับรอง และ control information

3. จัดการดำเนินการระบบที่สนับสนุนการจัดหา platforms ที่เหมาะสมสำหรับขบวนการของโปรโตคอล

ส่วนการที่จะมีการออกแบบโปรโตคอลใหม่สำหรับ high speed networks ควรจะมีการปรับปรุงต่างๆให้ดีกว่าโปรโตคอลที่มีอยู่

การกระทำของ protocal ไม่เพียงขึ้นอยู่กับการออกแบบเพียงอย่างเดียว จะมีผลจากอุปกรณ์ในระบบ เช่น hardware และ software รูป 5.1 แบ่งวิธีการต่างๆใน high-performance protocal



รูปที่ 5.1 Approaches in high-performance protocal implementions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของ hardware จะทำการพิจารณาส่วนที่เป็น multiprocessor platforms และ VLSI implementation

multiprocessor platform สามารถแบ่งเป็น general และ special-purpose processor ซึ่ง special-purpose processor ถูกใช้เพื่อที่จะลด load บนระบบ และมีขบวนการของ overhead ให้น้อย

VLSI implementation ของส่วนโปรโตคอลจะเริ่มพิจารณาในขั้นตอนที่จะทำให้สำเร็จ มันอาจจะเป็นไปได้ที่การออกแบบ โปรโตคอลนั้นสามารถพัฒนาได้สมบูรณ์ใน VLSI

ในส่วนของ software เรามองดูเป็น protocal software และ run-time enviroment

ในการบริการต่างๆใน B-ISDN จะมีข้อกำหนดที่แตกต่าง ซึ่งมีการอธิบายในบทที่ 3 เช่น สัญญาณบางชนิดอาจยอมให้มีการสูญเสียข้อมูลบาง แต่ไม่ยอมให้มีการล่าช้าของข้อมูล ดังนั้นมันจึงไม่จำเป็นที่ต้องมีการทำ error handing สำหรับการบริการนี้ ส่วนสัญญาณบางชนิดก็ไม่อาจยอมให้มีความผิดพลาด แต่ยอมให้มีดีเลย์ ซึ่งในกรณีนี้ก็จะมีกาาขยายเทคนิคในการจัดการการเชื่อมต่อ (three-way handshaking)

การกระทำและฟังชั่นต่างๆที่เป็นมาตรฐานใช้ใน B-ISDN สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- throughput คือ จำนวนของแพ็กเก็ทที่มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่าง transport ทั้งสอง

- delay คือ เวลาที่ผ่านจากผู้ส่งทำการส่ง data unit จาก tranport ของผู้ใช้ จนกระทั่งมันถูกรับที่ transport ของผู้รับ

- Error tolorance คือ ระดับ และ ชนิดของ error (ได้แก่ bit error และ packet error) ซึ่งมันจะถูกยอมรับโดย transport ของผู้ใช้

- realtime กับ non-realtime traffic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- Isochronism คือ เวลาจากการที่ได้รับ ถึง สุดท้ายของ transport-service user สำหรับรับ information unit ถัดมา
- Connection oriented กับ connectioless service
- Error detection mechanism
- Error correction or recovery
- Acknowledment and flow control
- Synchronization ของชนิดการบริการต่างๆ (voice และ video)

ด้วยค่าพารามิเตอร์ในการบริการเหล่านี้ สามารถที่แบ่งออกเป็น 9 คลาส ของ transport service

- Class 1 Isochronous , two-way conversation , low throughput ,and high tolorance to errors
- Class 2 Isochronous , two-way conversation , high throughput , and low tolorance to errors
- Class 3 Isochronous , one-way conversation ,and average to low tolorance to errors
- Class 4 Nonisochronous , real time , high tolorance to errors
- Class 5 Nonisochronous , real time , average tolorance to errors
- Class 6 Nonisochronous , real time , no tolorance to errors
- Class 7 Nonisochronous , nonreal time , high tolorance to errors
- Class 8 Nonisochronous , nonreal time , average tolorance to errors
- Class 9 Nonisochronous , nonreal time , no tolorance to errors

Class 1,2,3,8, และ 9 ต้องการการเชื่อมต่อ ซึ่งถูกสร้างและตัด สำหรับ data tranfer ขณะที่ class 4 และ 7 สำหรับการบริการแบบ connectionless

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acknowledgment จะไม่ใช้ใน connectionless service และสามารถใช้ในแต่ละทางด้านรับ หรือ ด้านส่งของการบริการ แบบ connection-oriented Checksum ถูกใช้ในการตัดสินความผิดพลาดของบิท ในแต่ละ control field หรือ information field หรือทั้งคู่ หากแพ็กเก็ทที่ถูกรับมี error หรือไม่ได้รับแพ็กเก็ทในลำดับที่ต้องการ ก็จะถูก retransmission โดยผู้ส่ง Segmentation และ reassembly เป็น transport layer functions และ อุปกรณ์ของมันจะขึ้นอยู่กับขนาดสูงสุดของแพ็กเก็ท ที่ถูกยอมในระบบ Duplicate packet handling เป็นสิ่งที่สำคัญในการบริการ class 6 และ สามารถถูกเลือกโดยผู้ใช้ในกรณีทั่วไป

5.3 ลักษณะของ Transport Protocal

ลักษณะที่สำคัญในการพัฒนา หรือถูกเสนอในโปรโตคอลต่างๆซึ่งถูกกำหนดในหัวข้อนี้

ตารางที่ 5.1

Protocol Functions Required by the Service Class

Function	Class								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Connection management	X	X	X					X	X
Acknowledment		A			A		A	A	A
Checksum calculation		A	X	A	A	X	A	A	X
Packet retransmission		A			A	X	A	A	X
Duplicate packet handling	A	A	A	A	X	A	A	X	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Segmentation/ reassembly	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Flow control	X	X	X					X	X

Note : A = application selectable ; T= transport system selectable ;

X= functional required

5.3.1 Signalling

Signalling จะอ้างอิงถึงฟังชั่นของการแลกเปลี่ยน control information ระหว่าง transport services user ในขั้นตอนการจัดการเชื่อมต่อ (ได้แก่ การสร้าง, ควบคุม,การตัดการเชื่อมต่อ) 2 วิธีที่ใช้คือ out-of-band signallig และ in-band signalling แพ็กเก็ทใน in-band signalling จะนำเอา control information ไปถูกมัลติเพล็กที่การเชื่อมต่อเดียวกับที่ใช้สำหรับส่ง data ขณะที่ out-of-band signalling อ้างอิงถึงการใช้การเชื่อมต่อที่แยกออกจากกันของ control และ data In-band signalling สามารถจะลดความล่าช้า ซึ่งจะเหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการเวลาที่ตอบสนองเร็ว แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ in-band signalling จะเป็นการเพิ่มเวลาในแพ็กเก็ท เนื่องจากต้องมีการพิจารณาว่าแพ็กเก็ทนั้นเป็น control หรือ data

การที่แยก signalling protocol จาก data transfer protocol จะเป็นการง่ายต่อการออกแบบ อาจเป็นไปได้สำหรับการที่ multiple protocol จะใช้เพียง sungle signalling system และก็ต้องมีการเพิ่มการบริการได้แก่ security และ billing แต่ข้อเสียเปรียบของ out-of-band signalling คือ ข้อมูลที่ส่งไปไม่สามารถวางซ้อนกันในการจัดการเชื่อมต่อ ดังนั้นเป็นการการกำจัดการใช้งานของ transport protocol การที่ใช้ signalling ขนิดนี้ จะเหมาะสมสำหรับการสร้างการเชื่อมต่อด้วยค่าเวลาที่สั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 Handshake

Handshake จะอ้างอิงถึงวิธีที่ใช้ในการจัดการการเชื่อมต่อมี 2 วิธีที่มักใช้กันมากในปัจจุบัน

- three-way handshake ผู้ส่งจะส่งข้อมูลไปถึงผู้รับที่ทำการร้องขอการสร้างการเชื่อมต่อ ทางด้านรับส่งข้อมูลกลับไปเพื่อทำให้แน่ใจว่าเป็นของการร้องขอนั้น ผู้ส่งจะตอบกลับว่ามีการกสร้างการเชื่อมต่อแล้ว

- two-way handshake เหมือนกับ three-way handshake ยกเว้นกาที่ผู้ส่งไม่ต้องตอบกลับไปยังเครื่องรับ เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการ duplicate

5.3.3 Connection Parameters

Connection parameter คือ การเซ็ทค่าของการแลกเปลี่ยนระหว่างเวลาของการเชื่อมต่อ (ได้แก่ ข้อตกลงที่ connect establishment phase , update during data transfer , และการเลือก mode การดำเนินงาน) การตกลง เป็น quality-of-service และ update parameter เป็น resource availability parameter ซึ่งคือ ขนาดของแพ็กเก็ท ขนาดบัฟเฟอร์ และอื่นๆ การเลือก mode การดำเนินงาน ซึ่งถูกใช้เลือกชนิดของการบริการ ตัวอย่าง mode 1 อาจจะตอบสนองการบริการที่ไม่มี error และ flow control , mode 2 อาจจะไม่สามารถจัดการ error (packetized voice) ,mode 3 อาจมีการจัดการทั้ง error และ flow rate (large file transfer)

5.3.4 Acknowledment

acknowledment ก็คือการรับรองแพ็กเก็ทเพื่อที่แสดงว่ามีการรับแพ็กเก็ทแล้วที่ทางด้านรับ มันไม่ใช่ลักษณะที่จำเป็นถ้าหาก link มีความไว้ใจการส่งการส่งข้อมูลสูง แต่ถ้าไม่มีก็จะมีวิธีการ 2 วิธีที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การรับรองที่ขึ้นอยู่กับทางด้านส่ง คือจะมีการรับรองโดยด้านรับ หลังจากที่ได้รับจำนวนแพ็กเก็ท

- การรับรองที่ไม่ขึ้นกับทางด้านส่ง คือจะมีการการรับรองโดยด้านรับภายในเวลาที่ทำการควบคุม

5.3.5 Flow Control Techniques

เทคนิค flow control ที่ transport จะถูกใช้สำหรับการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการคับคั่ง ที่ด้านรับ

5.3.6 Error Handling

error handling มันมีความจำเป็นสำหรับการจัดการ transport แต่มันไม่อาจจะกำจัด ความผิดพลาดทางบิท ที่การส่ง และการสูญเสียเซลล์ เนื่องจากบัฟเฟอร์เกิด overflow เมื่อเฟรมที่มีความเสียหายมาถึงที่ transport layer มันควรจะถูกทิ้งไป ซึ่งจำเป็นต้องมีการบอกให้ผู้ส่งทราบรู้เกี่ยวกับการ ทิ้งเฟรมนั้น เพื่อที่จะได้มีการจัดการส่งข้อมูลซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 5.2

แสดงลักษณะโปรโตคอลต่างๆ

Protoco l	Signaling	Connection Establishment	Connection Termination	Connection Parameters	Multiplexing
APPN	Out of band	2 way	2 way	S	No
Datakit	Out of band	2 way	2 way	S,U,M	No
Delta	In band	Implicit	Timer based	U	Yes
NETBLT	In band	2 way	2 way	S ,U	Yes
TP4	In band	3 way	2 way	S ,U	Yes
TCP	In band	3 way	3 way	S ,U	Yes
VMTP	In band	Implicit	Implicit	S ,U ,M	Yes
XTP	In band	Implicit	3 way	S ,U,M	Yes

Note : S = set up ; U = updated ; M = mode selection

บทที่ 6
เส้นทางในระบบ (Routing)

ในระบบการสื่อสารเป็นการเชื่อมต่อต่อกันระหว่าง เครื่องมือ โดยทั่วไปมีการติดต่อกันแบบ no direct ระหว่างอุปกรณ์ ระบบจะต้องมีการเดินทางของข้อมูลจาก node ถึง node วิธีการที่เลือกเส้นทางในระบบ จะถูกอ้างอิงถึงฟังชั่น routing ซึ่งทำให้เกิด ความถูกต้อง , ความสะดวก , ความแข็งแกร่ง (robustness) และ เสถียรภาพ

ความแข็งแกร่ง เป็นความสามารถของเทคนิคที่ต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงใน topology ของระบบ เนื่องจากการคับคั่ง และ ความเสียหายของแหล่งข้อมูลในระบบ ในทางทฤษฎีนั้น ระบบควรจะมีการจัดการต่อสิ่งที่เกิดขึ้นเหล่านั้น โดยปราศจากผลกระทบต่อการบริการ ยิ่งกว่านั้นการกระทำที่จะเปลี่ยนแปลงภาวะที่เกิดขึ้นควรจะถูกนำมาใช้โดยเร็ว มิฉะนั้นระบบจะประสบกับ การหมุนกลับไปมาอย่างไม่คงที่ระหว่างปลายทั้งสอง ยกตัวอย่างเช่น มีข้อมูลจากพื้นที่ที่เกิดการคับคั่งแห่งหนึ่ง จะเคลื่อนที่ไปยังอีกพื้นที่อื่นซึ่งหากพื้นที่ที่เคลื่อนไปนั้นเกิดการคับคั่งในขณะที่พื้นที่แรกขณะนี้สามารถใช้งานได้ ก็ทำให้ข้อมูลเคลื่อนไปยังพื้นที่แรก ดังนั้นจึงต้องพยายามที่จะให้มีความสมดุลของ load ในระบบ การเกิดการแกว่งระหว่างพื้นที่ต่างกันทำให้ระบบไม่ได้รับภาวะที่มั่นคง

6.1 Routing in Current networks

เทคนิคต่างๆของ routing ที่มีใช้กับเครื่องมือในระบบปัจจุบันนั้นได้แก่ TYMENT , TRANSPAC , ARPANET , SNA และ DNA ระบบเหล่านี้เป็นการ stroe และ forward packet - switching ซึ่งข้อมูลในแพ็เก็ทจะถูกรวบรวมและจัดการที่แต่ละ node ตลอดเส้นทางในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลของการ routing ในระบบ virtual circuit ถูกจัดให้เป็นแบบ limk-by-link logical channel (LCN) สำหรับแต่ละ virtual circuit ในระบบจะไม่เหมือนกัน ดังนั้นค่า LCN จะถูกใช้เป็นการบ่งบอกเส้นทาง node จะทำการแสดงตารางเพื่อที่จะกำหนด output port และทำการหาค่า LCN เพื่อไปใช้ใน output port ทางที่เหมาะสม LCN อาจจะมีเพียงค่าเดียวจากจุดเริ่มต้นถึงจุดปลายทาง เพื่อที่กำจัดความจำเป็นที่ต้องหาค่า ระหว่าง node แต่ส่วนมาก LCNs จะเป็นช่วงสั้นๆ ซึ่งมันต้องการตารางการเดินทางที่แต่ละระหว่าง node โดยถูกเซ็ทที่ทุกการเชื่อมต่อ

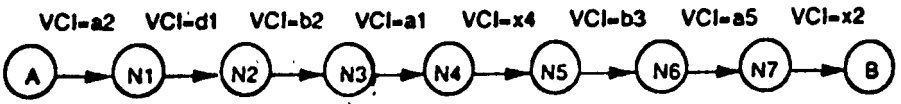
6.2 Routing in ATM networks

สำหรับการ Routing ใน ATM นั้น virtual channel จำเป็นที่ต้องถูกกำหนดสำหรับผู้ใช้ที่สร้างการเชื่อมต่อ end-to-end และ LCNs จำเป็นต้องถูกสลับจากผู้ใช้หนึ่งใน input link ไปยังผู้ใช้ใน output link ที่แต่ละระหว่าง node มีค่า 2 ระดับที่ใช้บอก route cell ในระบบ ATM

- Virtual path identifier (VPI)
- Virtual channel identifier (VCI)

สมมติว่ามี virtual channel ซึ่งมีเส้นทางที่ถูกเลือกระหว่างผู้ใช้ A และ B โดย routing algorithm และพิจารณาขั้นตอนการสร้างการเชื่อมต่อ end-to-end ระหว่าง A และ B โดยค่า VCI field ของ ATM header เพียงค่าเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



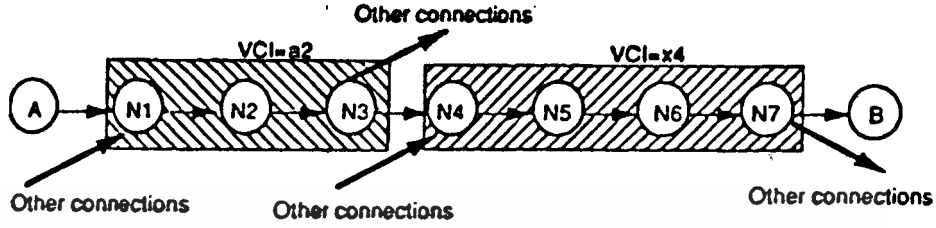
รูปที่ 6.1 Virtual channel connection

หลังจากที่หาเส้นทางระหว่าง node ทั้งสอง ระบบจะกำหนดค่า VCI ที่ใช้ในแต่ละ link ตลอดทางเดิน และ เซ็ทค่าตารางการเดินทาง (routing table) ที่ node N1 ถึง N7 ซึ่งแสดงดังรูป 6.1

ดังนั้นเมื่อเริ่มต้นการส่งข้อมูล เซลล์ทั้งหมดจะเคลื่อนไปตามการเชื่อมต่อบนเส้นทางเดียวกันในระบบ จนกระทั่งส่งข้อมูลครบถ้วนผู้ใช้ก็จะยกเลิกการเชื่อมต่อ โดยลบการโต้ตอบทางเข้าจากตารางการเดินทาง ที่แต่ละระหว่าง node ดังนั้นขบวนการของแสดงตารางการเดินทางในการ call set-up และ release phase อาจจะเป็นการสิ้นเปลืองเวลามาก เพราะจำนวนของการเชื่อมต่อที่ระหว่าง node มาก

หลักการของ Virtual path ถูกนำมาใช้ในระบบ ATM เพื่อที่จะลดขนาดของตารางแสดงการเดินทาง และความซับซ้อนของฟังชั่นในการควบคุมระบบ virtual path จะเป็นการ link โดยตรง (logical direct link) ระหว่าง 2 node ในระบบ ซึ่งถูกเชื่อมต่อโดย physical link 2 ลำดับหรือมากกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

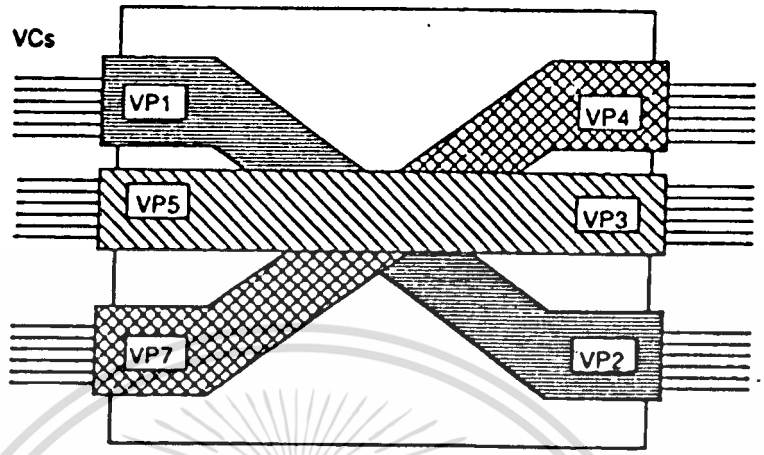


รูปที่ 6.2 Virtual path connection

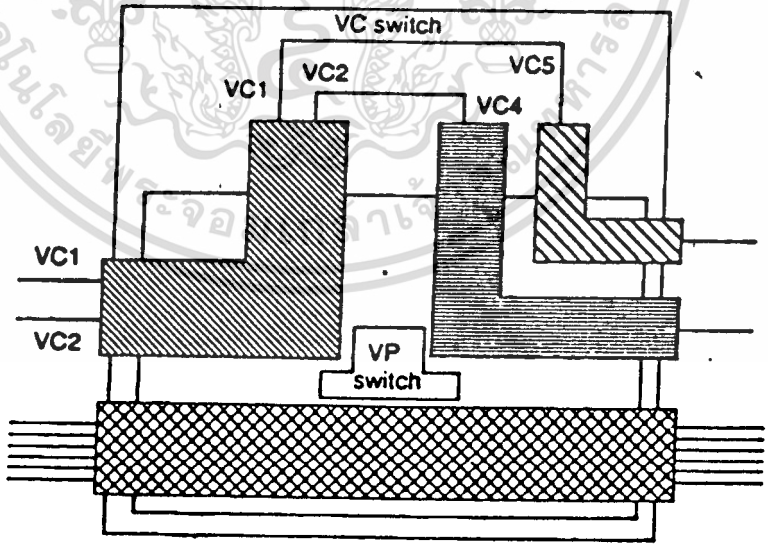
ระบบจะกำหนดค่า VCI คือ a2 จาก ผู้ใช้ A ถึง N1 และ X4 จาก N4 ถึง ผู้ใช้ B ซึ่งการเชื่อมต่อเป็นการมัลติเพล็กด้วยจำนวนการเชื่อมต่อที่มาถึงที่ node N1 โดยใช้ path N1----- N2----- N3 ซึ่งขณะที่ค่า VPI เปลี่ยนไปที่แต่ละ node แต่ค่า VCI ของการเชื่อมต่อยังคงไม่เปลี่ยน ที่ N4 การเชื่อมต่อก็จะเปลี่ยนค่า VCI เป็นค่า VCI ใหม่ จะถูกกำหนดใช้ที่ node 5 และใช้ path N4----N7 ที่ node 7 เซลล์ก็จะถูกส่งไปที่ ผู้ใช้ B

ดังนั้น 2 ระดับของการเชื่อมต่อในระบบ ATM คือ การเชื่อมต่อแบบ virtual channel และ virtual path หลักการนี้จะแตกต่างจากการใช้ routing field เดียวในการสวิทช์ชิ่งเซลล์ ฉะนั้นจึงมีชนิดของการสวิทชื่ 2 แบบในระบบ ATM คือ virtual path switching และ virtual path / virtual channel switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

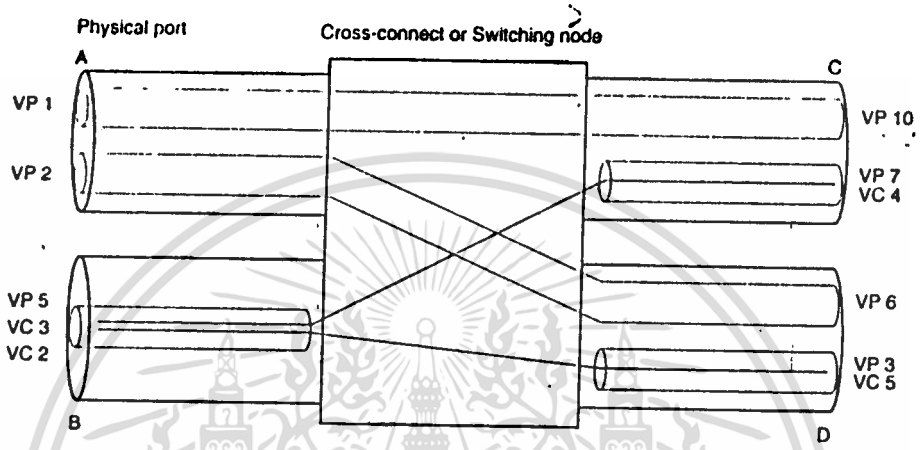


รูปที่ 6.3 Virtual path switching



รูปที่ 6.4 Virtual / virtual channel switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.5 แสดง Cross-connect or Switching node

VP and VC cross-connection and switching. The VPI and VCI values are valid for each link only. In each cross-connect/switch, new VPI/VCI values are assigned to the cell. The combination of physical port and VPI/VCI values provides identification of the cell. Routing through a switch is then performed with the aid of translating tables

Port	VPI	VCI	connected to	Port	VPI	VCI
A	1	–		C	10	–
A	2	–		D	6	–
B	5	3		C	7	4
B	5	2		D	3	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

ผลการทดลอง

เนื่องจากเราไม่สามารถที่ทำการทดลองจริงได้เอง จึงได้นำข้อมูลและการทดลอง จากบริษัท ERICSSON ที่ได้ทำการทดลองและรวบรวมข้อมูลไว้มาทำการวิเคราห์ และเปรียบเทียบผลการทดลองที่วัดค่าได้จริง กับ ผลตามทฤษฎีว่ามีความแตกต่าง ใกล้เคียงอย่างไร

โดยที่การทดลองที่นำมาศึกษานั้น เป็นการทดลองวัดค่า cell loss ratio (CLR) และ bit error rate (BER)

1. การทดสอบค่า CLR

Cell loss ratio (CLR) คือ อัตราส่วนของเซลล์ที่สูญเสีย ต่อ จำนวนเซลทั้งหมดที่ถูกส่งโดยผู้ใช้

จากการทดลองที่ผ่านมานั้น ทำการทดลองส่งเซลล์โดยใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณ เป็น Videophone แบบ variable data rate ซึ่งมี bit arte 2 Mbps และมีตารางที่ได้ทำการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1

จำนวนของแหล่งกำเนิด	ประสิทธิภาพในการใช้งานของสายส่ง	ค่า CLR
66	31	0
178	60	$2x10^{-9}$
200	66	$4x10^{-7}$
214	69	$5x10^{-6}$
229	74	$6x10^{-5}$
251	80	$4x10^{-4}$

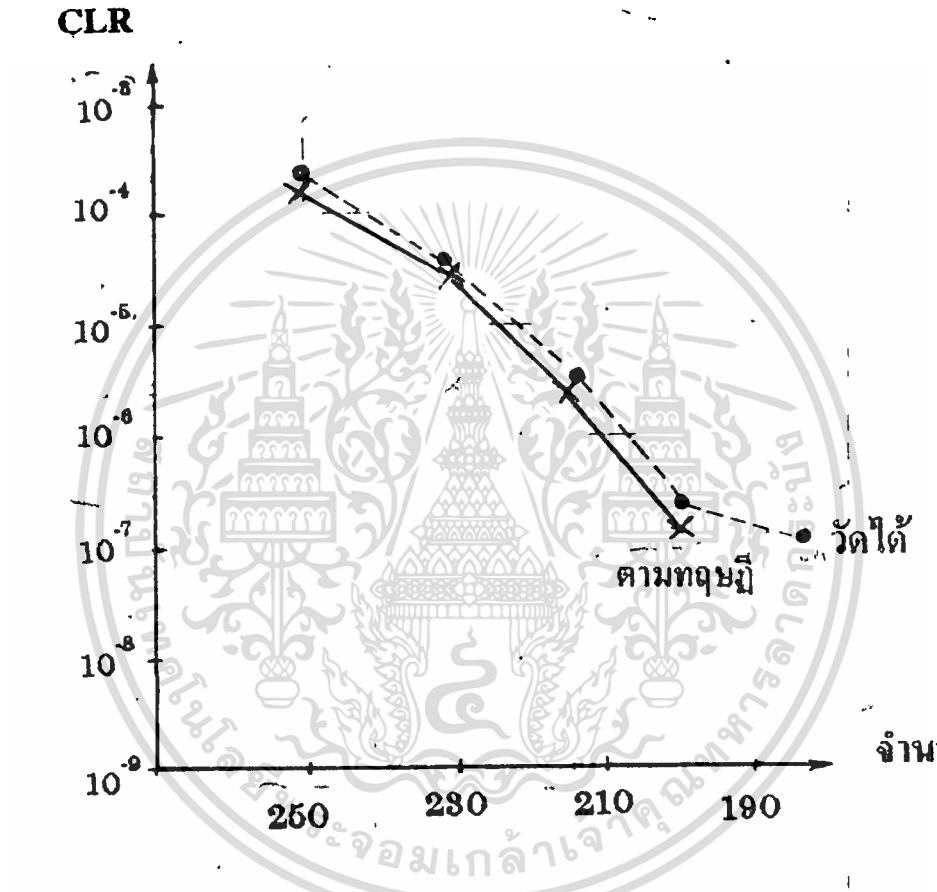
จากผลการหาค่าตามทฤษฎี สามารถหาค่า CLR ตามประสิทธิภาพของการใช้งานในสายส่ง และจำนวนผู้ใช้ได้ดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2

จำนวนของแหล่งกำเนิด	ประสิทธิภาพในการใช้งานของสายส่ง	ค่า CLR
60	28	0
180	60	0
200	66	$2x10^{-7}$
215	70	$4x10^{-6}$
230	75	$5x10^{-5}$
250	80	$3.5x10^{-4}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่า CLR จากผลการทดลองตามทฤษฎีและปฏิบัติจริงมาเปรียบเทียบกันโดยใช้กราฟ สามารถเขียนกราฟได้รูปดังนี้



เมื่อพิจารณาค่าตามกราฟ จะมีความใกล้เคียงกัน แต่จากการทดลองปฏิบัติจริง จะมีค่า CLR มากกว่าตามทฤษฎี เนื่องจากในการทดลองจริง จะมีปัจจัยต่างๆหลายปัจจัย ซึ่งอาจมีส่วนทำให้เกิดค่า CLR ขึ้นได้ โดยที่ตามทฤษฎีไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ หรือ อาจจะตัดทิ้ง เนื่องจากมีความแตกต่างไม่มาก เพื่อทำให้ง่ายในการคำนวณหาค่า CLR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราพอจะสรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดค่า CLR ขึ้นได้ ได้แก่ มีการตรวจจับ addressing ในเซลล์ header ไม่ถูกต้อง และอีกสาเหตุเกิดจากการที่บัฟเฟอร์เกิด overflow

2. การทดสอบวัดค่า Bit error rate (BER)

BER คือ อัตราส่วนของ บิทที่ผิดพลาด ต่อ จำนวนบิททั้งหมดที่ทำการส่งข้อมูล

จากทฤษฎี การหาค่า BER สามารถแบ่งตามอุปกรณ์การใช้งานซึ่งค่า BER ที่หาได้จะเป็นดังตาราง

ตารางที่ 7.3

Application	Bitrate	BER
Videophone	2 Mbps	1.3×10^{-6}
Videoconference	5 Mbps	1.8×10^{-6}
TV Distribution	20-25 Mbps	6×10^{-7}
MPEG 1	1.5 Mbps	2.5×10^{-6}
MPEG 2	10 Mbps	1.5×10^{-6}

แต่ในการทดลองปฏิบัติจริงนั้น จะทำการทดลองเฉพาะ videophone และ videoconference เท่านั้น ซึ่งสามารถหาค่า BER ได้ดังตารางที่ 7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 7.4

Application	Bit rate	BER
Videophone	2 Mbps	1.7×10^{-6}
Videoconference	5 Mbps	2.1×10^{-6}

เมื่อพิจารณาค่า BER ทางทฤษฎีและทางปฏิบัติจะเป็นเช่นเดียวกับการพิจารณาค่า CLR คือในทางปฏิบัติจะมีค่ามากกว่าทางทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. RAIF O.ONVURAL , " Asynchronous Tranfer Mode Networks "

2. Paul bates , P.ENG , " Pratical Digital And Data Communication With LSI Application " , page 104-112

3. Krister Sallberg and Bengt Stavenow , " ATM Traffic Management at the Initial Deployment of B-ISDN " , ERICSSON REVIEW No.4 1994

4. Nils Bjorkman , " First ATM Measurements " , TELE TELIA 1 / 1994 page 1-7

5. Richard Vickers , " Network Evolution to B-ISDN " , Techical symposium Part 2

6. The Ericsson Brosdband Concept 2 Reprint from Ericsson Review , No.3 , 1993

7. ดร. กำธร ไวทยกุล , " Asynchronous Tranfer Mode ", Wireless communication Journal , page 98-115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณ จงชุทธ นิ่มสมุทร (แห่ง Ericsson) และ พี่อัครพล (โอ) ฝ่าย Tranning ของ UCOM ที่ให้ข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาจนทำให้รายงานนี้สำเร็จขึ้นมาได้

ขอขอบคุณอาจารย์ กษมชัย เดชหาญ อย่างยิ่งที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ ที่ จนสามารถประสบความสำเร็จตลอดมาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้