บทที่ 6

โปรโตคอลชั้นโครงข่าย

(Network Layer Protocol)

โปรโตคอลชั้นโครงข่าย (Network Layer) ที่บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้บริการกับโครงข่ายในระบบ ISDN ถูกกำหนด โดย CCITT Recommendations Q.930 (เกณฑ์ทั่วๆไป) และ Q.931 (รายละเอียด) ซึ่งจะกำหนดโปรโตคอล สำหรับ การสร้าง รักษา และ การยกเลิกการติดต่อของโครงข่ายดังต่อไปนี้

- Circuit-switched connections โดยใช้ช่องสัญญาณ B
- Packet-switched connections โดยใช้ช่องสัญญาณ D หรือ B
- User-to-user signalling connections โดยใช้ช่องสัญญาณ D

ลักษณะเด่นของโปรโตคอล นี้สามารถสรุปได้ดังนี้

1. Out-of-band signalling สัญญาณข้อมูล ที่ใช้ควบคุมการติดต่อ กับโครงข่ายจะถูกส่งไปในช่องสัญญาณ หรือวงจรเชื่อมโยงข้อมูล ที่แยกออกจากช่องสัญญาณที่ใช้ส่งข้อมูลของผู้ใช้บริการการกำหนดเช่นนี้ ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ตลอดเวลา โดยไม่ต้องคำนึงถึงสถานะของการเรียก (Call)

2. สนับสนุนการใช้ Circuit-Switching ,Packet-Switching และ User-to-User Signall -ing Connections ผ่านการเชื่อมโยงอันเดียวกัน เพื่อที่จะเลือก การบริการที่เหมาะสม ในการเรียกใช้แต่ละครั้ง โดยที่ผู้ใช้บริการ จะต้องแจ้ง Bearer Capability ที่ต้องการจากโครงข่าย

3. สามารถประยุกต์ใช้โปรโตคอลตัวนี้ ให้ใช้ได้ทั้งการเชื่อมโยงแบบเบสิกเรต (2B+D) และ แบบไพมารีเรต (23B+D หรือ 30B+D) เช่นเดียวกัน ก็สามารถใช้กับการเชื่อมต่อ ได้ทั้งแบบจุดต่อจุดและแบบจุดต่อหลายจุด ในการใช้งานแบบจุดต่อหลายจุดข้อมูลที่เรียกเข้ามาจะถูกกระจายไปให้กับอุปกรณ์สื่อสารทุกตัว โดยใช้การติดต่อของ layer 2

4. กำหนด และส่งข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความเข้ากันได้ ระหว่างอุปกรณ์สื่อสารของผู้เรียก และอุปกรณ์สื่อสาร ของผู้ถูกเรียก อุปกรณ์สื่อสาร ของผู้ถูกเรียก จะทำการตรวจสอบข้อมูลในฟิลด์ Address ซึ่งจะบอกถึงการเข้ากันได้ และจะตอบสนองการเรียกที่พบว่าการเรียกนั้นสามารถเข้ากันได้ เช่น โทรศัพท์ ISDN เรียกไปหา โทรศัพท์ ISDN ด้วยกัน โทรศัพท์ ISDN ตัวที่ถูกเรียก จะตอบสนองการเรียกนั้น กล่าวคือ โทรศัพท์ ISDN ทั้งสองสามารถติดต่อกันได้ แต่ถ้า

โทรศัพท์ ISDN เรียกไปหา FAX GRORP 4 ผลที่ได้ ก็คือ FAX GROUP 4 จะไม่ตอบสนองการเรียกนั้น กล่าวคือ โทรศัพท์ ISDN ไม่สามารถติดต่อกับ FAX GROUP 4 ได้

5. โปรโตคอลชั้นโครงข่ายนี้ จะมีลักษณะสมมาตรทั้งขาเข้า และขาออก ของการเรียกใช้ ทำให้สามารถควบคุมการติดต่อสื่อสารของ ผู้ใช้บริการกับผู้ใช้บริการได้โดยตรง เช่น PBX-to-PBX โดยผ่านวงจร Leased line รวมถึงการยกเลิกได้อย่างสมมาตร กล่าวคือ สามารถยกเลิกได้ทั้ง จากทางด้านผู้ส่งและผู้รับ

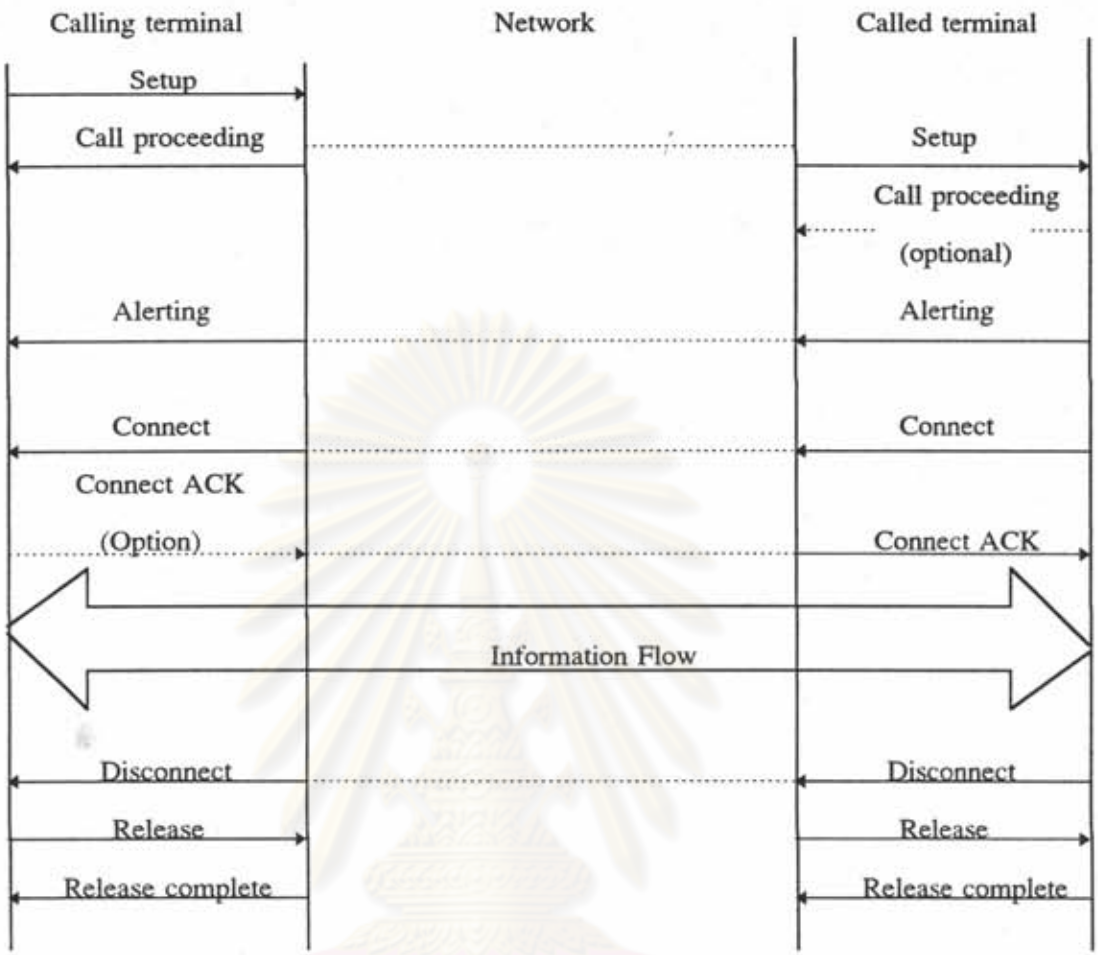
6. โครงสร้างข้อมูลจะมีลักษณะเป็น Modular กล่าวคือ รูปแบบของ Q.931 ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Common Part เป็นลักษณะทั่ว ๆ ไปของข้อมูล และ Message-Specific Part ซึ่งประกอบด้วย Information element จำนวนหนึ่ง

7. การวางแนวทางตาม Signalling No.7 ISDN User Part (ISUP) เพื่อใช้ในการเชื่อม-โยงระหว่างโครงข่ายที่ใช้โปรโตคอล Q.931

6.1 Circuit-switched call control

การส่งผ่านข้อความโดยทั่ว ๆ ไปของ Circuit-Switched Call Control ที่บริเวณจุดเชื่อม-ต่อ ระหว่างผู้ใช้บริการกับโครงข่าย ในโครงข่าย ISDN เป็นดังรูปที่ 6.1

เริ่มจากผู้เรียกส่งข้อความ Setup ไปให้ชุมสายท้องถิ่นของผู้เรียกเอง ซึ่งภายในข้อความ Setup นี้ จะประกอบด้วย หมายเลขของผู้ถูกเรียก และหมายเลขของผู้เรียก ข้อมูลของ Bearer Cap-ability และข้อมูลที่แสดงความต้องการของ Bearer Service ถ้าข้อมูลที่ส่งไปเพียงพอ โครงข่ายจะส่ง Call Proceeding กลับคืนมา และชุมสายท้องถิ่นของผู้เรียก จะเริ่มเรียกต่อไป ในโครงข่าย เมื่อถึงชุมสายปลายทางของผู้ถูกเรียกแล้ว ชุมสายปลายทางก็จะส่งข้อความ Setup ไปยังอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง แล้วอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง ก็อาจจะส่ง Call Proceeding กลับมาก็ได้ เพื่อให้ขั้นตอนเป็นแบบสมมาตร ถ้าอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง ต้องการแจ้งเตือนให้ ผู้ใช้บริการทราบว่า ขณะนี้ มีการเรียกเข้า เช่น การส่งเสียงกริ่งคล้ายกับโทรศัพท์ทั่วๆไป เมื่ออุปกรณ์สื่อสารของผู้รับ ตอบรับการเรียก อุปกรณ์สื่อสารปลายทาง ของผู้รับก็จะส่งข้อความ Connect ไปให้กับชุมสายท้องถิ่นของผู้รับ เพื่อแสดงความต้องการ สร้างวงจรการติดต่อสื่อสาร กับอุปกรณ์สื่อสารต้นทาง และ Connect Acknowledge ก็จะถูกส่ง จากชุมสายท้องถิ่นของผู้รับ ไปให้อุปกรณ์สื่อสารของผู้รับ เพื่อเป็นการตอบรับ การขอสร้างวงจร การติดต่อสื่อสาร สำหรับการเชื่อมต่อแบบจุดต่อหลายจุด จะมีอุปกรณ์สื่อสารหลายตัวที่ส่งข้อความ Connect ตอบรับมาที่ชุมสายท้องถิ่นของผู้รับ แต่อุปกรณ์สื่อสารที่ส่งข้อความ Connect ก่อนเท่านั้น ที่สามารถติดต่อได้ ส่วน Terminal อื่นๆ จะได้รับข้อความ Release แทนที่จะได้รับ connect acknowledge



รูปที่ 6.1 Circuit-switched call control message flow

ข้อความ Connect จะถูกส่งผ่านโครงข่ายมายังผู้เรียกต้นทาง และผู้เรียกจะตอบรับ โดยการส่งข้อความ Connect Acknowledge เพื่อเป็นการ ทำให้ขั้นตอนสมมาตร ทั้งหมดนี้ เป็นการเชื่อมต่อถึงกันอย่างสมบูรณ์ ต่อไปก็เป็นการส่งข้อมูลผ่านช่องสัญญาณ B

เมื่อสิ้นสุดการติดต่อสื่อสารกันแล้ว ทั้งสองด้านก็สามารถ ที่จะส่งสัญญาณ เพื่อทำการยกเลิก การติดต่อกันได้ โดยส่งข้อความ Disconnect และ ข้อความ Disconnect นี้ ก็จะถูกส่งผ่านโครงข่าย ไปยังอุปกรณ์สื่อสารฝั่งตรงข้าม การยกเลิกการติดต่อสื่อสาร จะสมบูรณ์ ก็ต่อเมื่อ มีการแลกเปลี่ยนข้อความ Release และ Release Complete เรียบร้อยแล้ว

6.2 โครงสร้างของข้อมูล

ข้อมูลของ Layer 3 จะถูกบรรจุลงในฟิลด์ข้อมูลของ Layer 2 แล้วจึงส่งไปให้ Layer 1 ซึ่งรูปแบบข้อมูลของ Layer 3 นั้น จะมีโครงสร้างของข้อมูลที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Common

Part และ Message-Specific Part ดังรูป 6.2

6.2.1 Common Part

Common Part ประกอบด้วย Protocols Discriminator,Lengh of Call Reference Value ,Call Reference Values และข้อมูลที่บอกชนิดของข้อความ (Message Type) โดยปกติมี 4 octets สำหรับการเชื่อมต่อแบบเบสิกเรต และ 5 octets สำหรับการเชื่อมต่อแบบไพรมารีเรต

Protocol Discriminator ถูกบรรจุลงใน octet แรกของข้อมูลของ layer 3 ซึ่ง Protocol Discriminator จะใช้ในการบอกว่า โปรโตคอลที่จะใช้ในการแปลความหมายจากข้อมูลที่ทำการรับส่งอยู่ภายในช่องสัญญาณ D เช่น Q931, X.25 และความหมายของค่า Protocol Discriminator ได้แสดงไว้ในตาราง 6.1

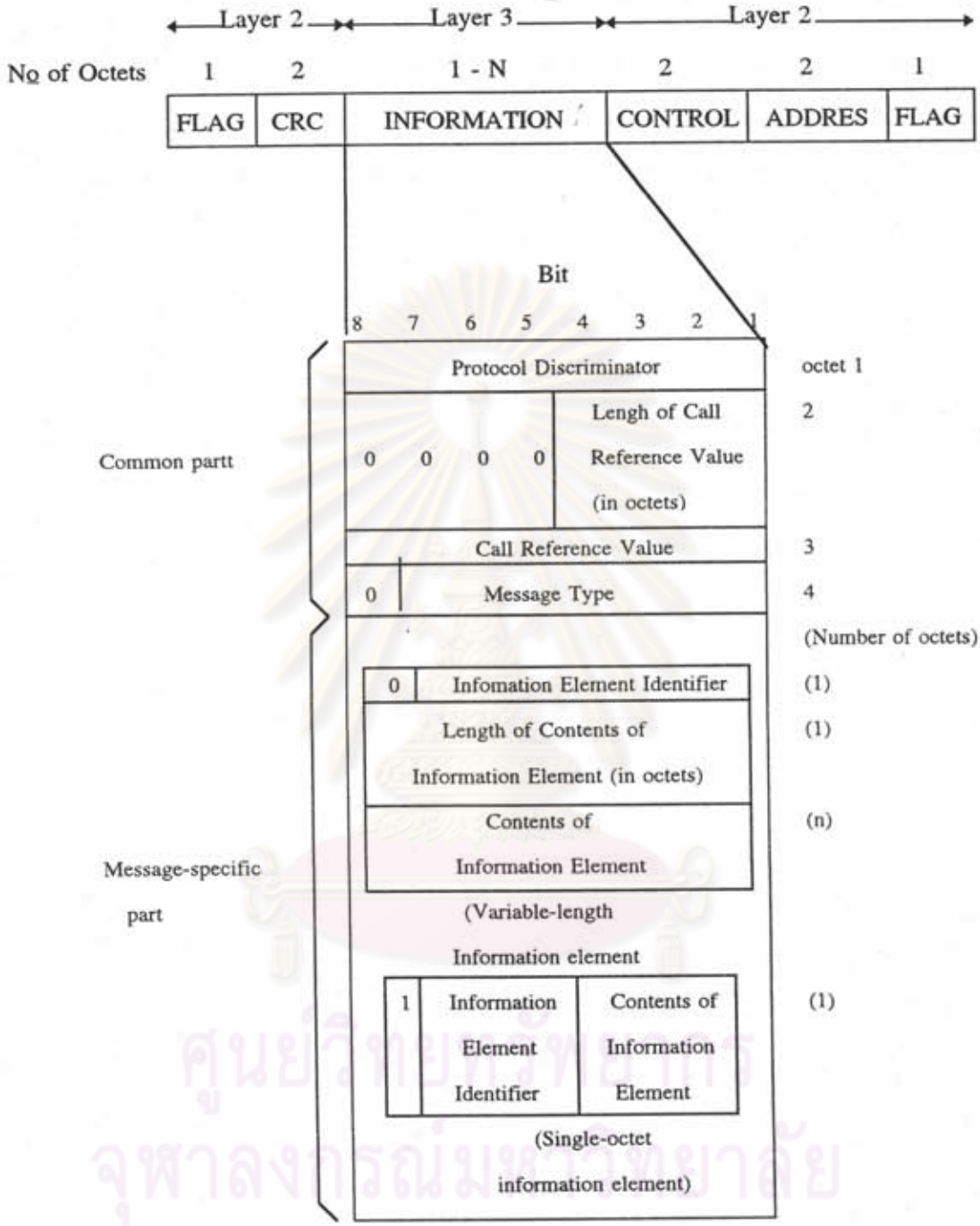
Call Reference Value เป็นค่าที่อุปกรณ์สื่อสารหรือโครงข่ายใช้ในการอ้างถึง การเรียก (Call) ค่าของ Call Reference Value จะถูกกำหนดที่ อุปกรณ์สื่อสาร ที่เริ่มการเรียก (Call) ค่าของ Call Reference Value ก็จะยังคงอยู่จนกระทั่ง การเรียก (Call) นั้นได้สิ้นสุดลง โดยปกติแล้วช่องสัญญาณ D 1 ช่อง จะสามารถรองรับ การเรียกได้หลายค่า ทั้งการเชื่อมต่อแบบเบสิกเรต และแบบไพมารีเรต Call Reference Value นี้ จะมีความยาวที่ปรับค่าได้ และความยาวนี้จะถูกกำหนดโดย "Length of call reference value" ค่าโดยปกติของเบสิกเรต คือ 1 octet ซึ่งทำให้สามารถกำหนดค่า Call Reference Value ที่แตกต่างกัน ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 127 และ ความยาว CRV ของไพมารีเรต คือ 2 octets ทำให้สามารถกำหนดค่า Call Reference Value ที่แตกต่างกัน ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 32,767 ดังแสดงในรูปที่ 6.3

Message Type บอกชนิดของข้อมูล เช่น Setup, Call Proceeding, Alerting, Connect, Disconnect, Release ,Release Complete และ อื่น ๆ ดังแสดงในตาราง 6.2

6.2.2 Message-Specific Part

Message-Specific Part จะประกอบด้วย ส่วนสำคัญข้อมูล (Information Element) ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด (ดังแสดงในรูปที่ 6.2) คือ ชนิดที่ความยาวของข้อมูลปรับค่าได้และชนิดที่มีความยาวของข้อมูลที่มีขนาด 1 octet ซึ่งส่วนสำคัญข้อมูล ชนิดที่มีความยาว 1 octet นี้ จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 6.4 โดยข้อมูลชนิดที่ มีความยาว 1 octet จะสามารถปรากฏอยู่ได้ทุกจุดของ message

ข้อมูล bearer capability บอกความต้องการ bearer capability ดังที่กำหนดไว้ใน I.221 ซึ่งจะถูกลงรหัส ดังแสดงในรูปที่ 6.5 ส่วนของ"Information transfer capability" จะบอก network capability ที่ต้องการ เช่น "speech" บอกว่าต้องการ Network Capability ที่สามารถส่งผ่านข้อมูลของเสียง แต่ไม่สามารถส่งผ่านข้อมูล voice band ของ modem ได้



รูปที่ 6.2 Q.931 message format

ตารางที่ 6.1 Protocol Discriminator Coding

Value	Related layer 3 or management entity
0	User-specific protocol (used only in user-user information element)
1	OSI high-layer protocols (used only in user-user information)
8	Q.931 user-network call control message
16-63	Reserved for other network layer or layer 3 protocols, including X.25 (used to descriminate from the first octet of an X.25 packet including the general format indentifier
64-71	Reserved for national use
80-254	Reserved for other network layer or layer 3 protocols, including X.25 (used to descriminate from the first octet of an X.25 packet including the general format indentifier

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	0	Length of Call Reference Vaule			
Flag	Call Reference Vaule						

Call Reference Flag (Bit 8 of octets 2)

0 Message is sent from the side that originates the call reference

1 Message is sent to the side that originates the call reference

Dummy Call Reference (Used in non call related messages

8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0
				Length of CRV			

CVR :Call Reference Value

One Octet Call Reference (Used for Bssic or Primary Rate)

8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	0	0	0	0	1
0/1	Call Reference Value						

Two Octet Call Reference (Used for Primary Rate)

8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	0	0	0	1	0
0/1	Call Reference Value						
Call Reference Value							

รูปที่ 6.3 รูปแบบของ Call Reference Value

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 MESSAGE TYPE

8	7	6	5	4	3	2	1	MESSAGE
0	0	0	-	-	-	-	-	Call Establishment
0	0	0	0	0	0	0	1	Alerting
0	0	0	0	0	0	1	0	Calling Proceeding
0	0	0	0	0	0	1	1	Progress
0	0	0	0	0	1	0	1	Setup
0	0	0	0	0	1	1	1	Connect
0	0	0	0	1	1	0	1	Setup Acknowledge
0	0	0	0	1	1	1	1	Connect Acknowledge
0	0	1	-	-	-	-	-	Call Information Phase
0	0	1	0	0	0	0	0	User Information
0	0	1	0	0	0	0	1	Suspend Reject
0	0	1	0	0	0	1	0	Resume Reject
0	0	1	0	1	0	0	0	Hold Acknowledge
0	0	1	0	1	1	0	1	Suspend Acknowledge
0	0	1	0	1	1	1	0	Resume Acknowledge
0	0	1	1	0	0	0	0	Hold Reject
0	0	1	1	0	0	0	1	Retrieve
0	0	1	1	0	0	1	1	Retrieve Acknowledge
0	0	1	1	0	1	1	1	Retrieve Reject
0	1	0	-	-	-	-	-	Call Clearing
0	1	0	0	0	1	0	1	Disconnect
0	1	0	0	0	1	1	0	Restart
0	1	0	0	1	1	0	1	Release
0	1	0	0	1	1	1	0	Restart Acknowledge
0	1	0	1	1	0	1	0	Release Acknowledge
0	1	1	-	-	-	-	-	Miscellaneous
0	1	1	0	0	0	0	0	Segment
0	1	1	0	0	0	1	0	Facility
0	1	1	0	0	1	0	0	Register
0	1	1	0	1	1	1	0	Notify
0	1	1	1	0	1	0	1	Status Enquiry
0	1	1	1	1	0	0	1	Congestion Control

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

"3.1 kHz audio" แสดงว่าโครงข่ายสามารถส่งผ่านทั้ง Voice และ Voice Band

"Unrestricted Digital Information" บอกว่า ต้องการให้โครงข่าย สามารถส่งผ่านข้อมูลที่เป็นดิจิตอลผ่านโครงข่าย ISDN ได้

"Transfer Mode" จะบอกว่าต้องการ network capability แบบ circuit mode หรือ packet mode

"Information Transfer Rate" จะบอกความเร็วในการรับส่งข้อมูลของ circuit-switched แต่ถ้าเป็น packet-switch จะเป็นการบอก throughput rate แต่เนื่องจากยังไม่มีนิยาม throughput rate ดังนั้นเมื่อมีการติดต่อแบบ packet mode ค่านี้จะเป็น 0 ทั้งหมด

ข้อมูล High-Layer Compatibility จะเป็นวิธีที่ใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์กันของ layer 4-7 จากระยะทางไกล ๆ โดยการลงรหัส ดังแสดงในรูป 6.6 ข้อมูล high-layer compatibility สามารถมีรูปแบบได้หลายรูปแบบ แต่รูปแบบที่เป็นมาตรฐาน ได้แก่ วิธี "protocol profile" ซึ่งจะบอกถึงบริการต่างๆ ตามข้อกำหนดของ Q.931 ซึ่งได้แก่ Telephone, Facsimile Group 3 และ 4, Teletex Videotex , Mixed mode , Message Handling Systems Service ทั้งนี้ ต้องสมมุติว่า การตรวจสอบความสัมพันธ์กันต่อๆ ไป จะเป็นไปตาม OSI protocol ที่ใช้ช่องสัญญาณ B

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Single Octet Information Element Format Type 1

8	7	6	5	4	3	2	1
1	Information Element Identifier			Contents of Information Identifier			

Single Octet Information Element Format Type 2

8	7	6	5	4	3	2	1
1	Information Element Identifier						

Variable Length Information Element Format

8	7	6	5	4	3	2	1
1	Information Element Identifier						
Length of Contents of Information Element							
Contents of Information Element							

รูปที่ 6.4 แสดงรูปแบบของส่วนสำคัญข้อมูล (Information Element

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bit

8	7	6	5	4	3	2	1		
	Bearer capability								octet
0	0	0	0	0	1	0	0		1
	Information element identifier								
Length of bearer capability contents									2
1	Coding		Information transfer						3
Ext	standard		capability						
0/1	Transfer		Information transfer						4
Ext	mode		rate						
Others (not shown)									

Information transfer capability (octet 3)

bit 5	4	3	2	1	
0	0	0	0	0	Speech
0	1	0	0	0	Unrestricted digital information
0	1	0	0	1	Restricted digital information
1	0	0	0	0	3.1 Khz audio
1	0	0	0	1	7 Khz audio
1	1	0	0	0	Video

All other values are reserved

Transfer mode (octet 4)

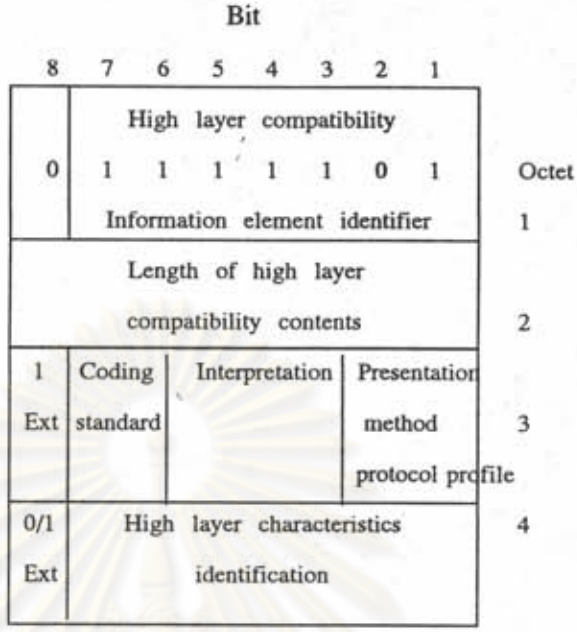
bit 7	6	
0	0	Circuit mode
0	0	Packet mode

All other values are reserved

Information transfer (octet 4)

bit 5	4	3	2	1	Circuit mode
1	0	0	0	0	64
1	0	0	0	1	2*64
1	0	0	1	1	384
1	0	1	0	1	1536
1	0	1	1	1	1920

รูปที่ 6.5 Bearer capability information element



รูปที่ 6.6 High layer compatibility Information element

6.3 Compatibility Checking

การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สื่อสารที่ต่างชนิดกันภายในโครงข่าย ISDN บางครั้งไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ เช่น เครื่องรับโทรศัพท์กับ Facsimile ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบก่อนว่า อุปกรณ์สื่อสารทั้งสองนั้น สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ แล้วจึงจะทำการเชื่อมต่อ ช่องสัญญาณการสื่อสารให้ การตรวจสอบ ความสามารถในการติดต่อสื่อสารกันได้นี้เราเรียกว่า Compatibility Checking ซึ่งข้อมูลของ compatibility checking นี้ จะถูกส่งไปพร้อมกับ Setup

เมื่อมีการเรียกจากด้านต้นทางในข้อความ Setup ประกอบด้วยข้อมูล Bearer Capability และอาจมีข้อมูล high layer compatibility หรือ low-layer compatibility ซึ่งโครงข่ายจะอาศัยข้อมูล bearer capability ในการสร้างเส้นทางการติดต่อไปยังชุมสายของผู้รับ หลังจากนั้นชุมสายของผู้รับก็จะส่ง setup ไปยังอุปกรณ์สื่อสารของผู้รับแบบ Broadcast ซึ่งภายใน setup นี้ จะรวมข้อมูลของ bearer capability, high-layer compatibility หรือ low-layer compatibility ต่อจากนั้นจะเป็นหน้าที่ของอุปกรณ์สื่อสารแต่ละตัว ที่จะตรวจสอบ ความสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ถ้าอุปกรณ์สื่อสารทั้งสองสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ก็จะตอบกลับด้วย Connect หรือ Alerting แต่ถ้าอุปกรณ์สื่อสารทั้งสองไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ Setup ก็จะถูกละเลย