สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

โปรแกรมช่วยออกแบบระบบเครือข่ายระยะใกล้

LAN AIDs DESIGN PROGRAM

นาย ทศพร ละดาพรพิพัฒน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม
ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 37100
วัน, เดือน, ปี..... 4 ก.ย. 2543

ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง โปรแกรมช่วยออกแบบระบบเครือข่ายระยะใกล้

LAN AIDs DESIGN PROGRAM

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเรียนรู้ถึง การออกแบบและการเชื่อมต่อ ระบบเครือข่ายระยะใกล้
2. เพื่อพัฒนาและเรียนรู้ถึงเทคโนโลยีใหม่ของ เครือข่ายระยะใกล้
3. เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบระบบเครือข่ายระยะใกล้
4. เพื่อที่จะสามารถใช้โปรแกรม ในการช่วยตัดสินใจในการออกแบบเครือข่ายระยะใกล้
5. เพื่อ ทดสอบ และ หาข้อบกพร่องของโปรแกรม เพื่อที่จะนำมาพัฒนาต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเรียนรู้ถึงเทคโนโลยี ของเครือข่ายระยะใกล้
2. สามารถที่จะ ออกแบบระบบเครือข่ายระยะใกล้
3. สามารถที่จะเรียนรู้ถึงการเขียน และ ออกแบบโปรแกรมจาก โปรแกรม MICROSOFT VISUAL BASIC 6 และ โปรแกรม MICROSOFT ACCESS 97
4. สามารถที่จะเรียนรู้ถึงการใช้ ระบบฐานข้อมูล และ รู้ถึง การใช้ภาษา SQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพธ์ โปรแกรมช่วยออกแบบระบบเครือข่ายระยะใกล้
LAN AIDs DESIGN PROGRAM

จัดทำโดย นาย ทศพร ละดาพรพิพัฒน์ รหัสประจำตัว 40013330

สาขาวิชา เทคโนโลยีโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์มยุรี เลิศเวชกุล
อาจารย์พิทักษ์ ธรรมวาริน

ปีการศึกษา 2542

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(.....)
.....กรรมการ
(.....)
.....กรรมการ
(.....)
.....กรรมการ
(.....)
.....กรรมการ
(.....)

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมช่วยออกแบบระบบเครือข่ายระยะใกล้

นายทศพร ละดาพรพิพัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์มยุรี เลิศเวชกุล
อาจารย์พิทักษ์ ธรรมวาริน

บทคัดย่อ

โปรแกรมช่วยออกแบบระบบเครือข่ายระยะใกล้ เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อที่ช่วยในการ ออกแบบ และ ติดตั้ง ระบบ Network รวมถึงการใช้อุปกรณ์กับเครือข่าย ทั้งนี้ ปัจจุบัน ระบบเครือข่ายระยะใกล้ได้มีบทบาทมากใน การเรียนการสอน ธุรกิจ การสื่อสาร โปรแกรมช่วยออกแบบระบบเครือข่ายระยะใกล้นี้อาศัย ความต้องการของผู้ที่ที่ต้องการออกแบบเครือข่าย โดยที่โปรแกรมจะทำการช่วย ให้ผู้ออกแบบระบบเครือข่าย สามารถที่จะออกแบบระบบเครือข่ายได้ด้วยตัวเอง ทั้งนี้ จะต้องคำนึงถึงงบประมาณการติดตั้งด้วย รูปแบบของการรับข้อมูลของโปรแกรม (ความต้องการของผู้ที่ต้องการที่จะใช้ระบบ) เป็นการรับข้อมูลเป็นแบบฟอร์ม หรือ เป็นแบบหัวข้อเลือก เพื่อที่จะเลือกความต้องการที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LAN AIDs DESIGN PROGRAM

MR.TOSPORN LADAPORNPIPAT

ADVISER

MISS.MAYUREE LERTWATECHAKUL

MR.PITAK THUMWARIN

1999

ABSTACT

LAN aids Design Program is the program that design for help to design and install network system , include apply equipment with network , or so now LAN have Role in learning and instruction Business , Communication . LAN aids Design Program Must be use requirement of the user that want to design network by this program to ensure network system design network system by themselves . also you must to think of cost install . Style of receive data of this program (requirement of user) is fill form or suitable choice

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดีนั้น ผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์มยุรี เลิศเวชกุล และ อาจารย์พิทักษ์ ธรรมวาริน ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับข้อมูลและความรู้เรื่องเกี่ยวกับการออกแบบ DataBase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
• Local Area Network	1
บทที่ 2 ทฤษฎี และเนื้อหา	5
• Topology ของ LAN	5
• Network แบบ บัส	5
• Network แบบ วงแหวน	6
• Network แบบ สตาร์	8
• Bandwidth ของ Network	9
• มาตราฐานของสถาปัตยกรรม	10
บทที่ 3 Protocal ที่ใช้ในระบบ Network	11
• TCP/IP	12
• NetBIOS	13
• IPX/SPX	14
• LAN ชนิดต่าง ๆ	14
• ARCNet	15
• Ethernet	18
• Ethernet 10 Base 2	19
• Ethernet 10 Base 5	20
• Ethernet 10 Base T	21
• ชุมสาย Ethernet	23
• Token Ring	24
• Star LAN	29
• Token BUS	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
• FastEthernet	31
• ATM	31
• Switch ATM	32
• ซอฟต์แวร์ระบบ	32
บทที่ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบเครือข่ายระยะใกล้	36
• Cable	36
• ระบบสายของ IBM	37
• สายส่งข้อมูลชนิดสายหุ้มตีเกลียวแบบหุ้มฉนวน	37
• สายส่งข้อมูลชนิดสายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวน	38
• การหลีกเลี่ยงปัญหาของสายคู่ตีเกลียว	40
• สายส่งข้อมูลแบบโคแอคเชียล	40
• สายส่งข้อมูลแบบเส้นใยแก้วนำแสง	43
• ข้อแนะนำในการใช้สายสัญญาณ	46
• ปัญหาที่เกิดขึ้นกับสายส่งข้อมูล	46
• การเลือกสายส่งข้อมูล	47
• Repeater	47
• Bridge	48
• Router	49
• Gateway	50
• Multiplexer	51
• Concentrator	51
• Hub	51
• Convertor	52
บทที่ 5 โปรแกรม	52
• วัตถุประสงค์ของโปรแกรม	53
• หลักการใช้งานของโปรแกรม	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
• เทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างโปรแกม	53
• ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม	53
• ขั้นตอนการแสดงผล	54
• หลักการทำงานของโปรแกรม	55
• วิธีการใช้งานโปรแกรมพร้อมรูปประกอบ	69
ภาคผนวก ก Data Dictionary	
ภาคผนวก ข เครื่องมือในการสร้างโปรแกรม	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

Local Area Network (LAN)

Local Area Network คือ ระบบเครือข่ายระยะใกล้ คือ การที่มี computer หลาย ๆ เครื่องมาต่อร่วมกัน ใช้ทรัพยากรเดียวกัน รวมกันทั้งหมดนี้เรียกว่า Network คำว่า Network จะต้องมี computer ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

เราสามารถแบ่ง Network ได้หลายวิธี คือ

-แบ่งตามขนาด แบ่งเป็น Workgroup LAN WAN

-แบ่งตามลักษณะการทำงาน เป็น peer to peer และ Client Server

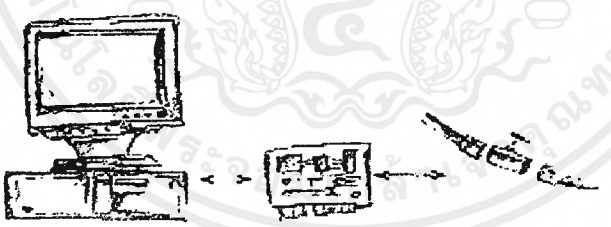
;peer to peer คือ Network LAN ที่มี computer ไม่เกิน 10 เครื่อง โดยใช้วิธีการต่อแบบ RING (แบบวงแหวน) โดยแต่ละเครื่องจะประกอบด้วย อุปกรณ์ที่เรียกว่า Network Interface Card

-แบ่งตามรูปแบบ Bus Star Ring

-แบ่งตาม Bandwidth เป็น baseband หรือ broadband หรือจะเป็น Megabits , Gigabytes ต่อ วินาที

-แบ่งตามสถาปัตยกรรม แบ่งเป็น Ethernet หรือ Token-ring

ซึ่งตัวอย่างการแบ่งที่ยกมานี้เป็นการแบ่งที่พบเห็นได้โดยทั่งไป ในส่วนต่อไปเราจะพิจารณากันโดยละเอียดในความหมายของการแบ่งประเภทแต่ละหัวข้อ



Local Area Network มีคุณสมบัติที่จะเรียกว่า LAN ก็คือ

1 รัศมีของเน็ทเวอร์คมีขนาด 1-2 ก.ม.

2 ความเร็วในการส่งข้อมูลอย่างน้อยหลายเมกกะบิทต่อวินาที

3 เป็นขององค์กรเดียว หรือหน่วยงานเดียวกัน

แต่ WAN (Wide Area Network) จะตรงกันข้ามคือ มีรัศมีกว้างอาจจะถึงขนาดประเทศ มีความเร็วข้อมูลต่ำกว่า 1 Mbps และเป็นของหลายองค์กรร่วมกัน ข้อแตกต่างระหว่าง LAN และ WAN คือ WAN ถูกจำกัดด้วยโครงสร้างของระบบสายโทรศัพท์ ทำให้ไม่สามารถวางสายสัญญาณที่ส่งข้อมูลความเร็วสูงได้ แต่ LAN สามารถเลือกสายสัญญาณและเลือกเทคโนโลยีที่ต้องการได้ ทำให้สามารถใช้ความเร็วสูงได้ และสายสัญญาณของ LAN ยังมีความน่าเชื่อถือได้สูงกว่า WAN มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

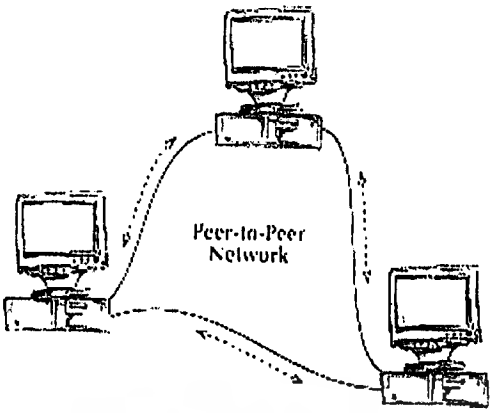
ระบบNetworkที่ใช้เครื่องพีซีนั้นจะมีได้หลากหลายขนาดมาก และสามารถที่จะมีจำนวนเครื่องมากเป็นเท่าไรก็ได้แล้วแต่จำนวนของคนที่ใช้งานในระบบนั้น ระดับของการแบ่งขนาดแบบที่หยาบที่สุดสำหรับระบบเน็ตเวิรกของเครื่องพีซีซึ่งจะแบ่งได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ Local Area Network หรือ LAN ซึ่งจะต้องมีการเดินสายสัญญาณถึงกันตลอดและครอบคลุมในพื้นที่ที่จำกัด เช่น ภายในชั้น ภายในตึก หรือว่าระหว่างตึกที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน อีกกลุ่มหนึ่งคือ Wide Area Network หรือ WAN ซึ่งจะเชื่อมโยงพื้นที่การใช้งานที่กว้างขวางกว่า อาจจะทำได้ถึงการเชื่อมโยงข้ามประเทศ ทั้งนี้โดยอาศัยเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารเป็นหลัก ซึ่งสองกลุ่มนี้สามารถแยกแยะระยะทางกันได้อย่างชัดเจนมาก นอกจากนี้ WAN สามารถเกิดขึ้นโดยการพัฒนาการเชื่อมต่อระหว่าง LAN หลาย ๆ ชุดก็ได้

ในด้านแรกที่สุดที่เราต้องคำนึงถึงในการที่จะออกแบบ และ วางระบบ ก็คือ จุดมุ่งหมายของระบบว่าระบบ ที่จะทำการติดตั้งหรือออกแบบนั้น มีหน้าที่หรือ การใช้งานรูปแบบไหน โดยการใช้ งานที่แตกต่างกันไปเป็นการ บ่งบอกว่า ระบบที่จะได้นั้นก็จะ ไม่เหมือนกัน ตัวอย่างเช่น จะต่อวง LAN เพื่อที่จะไปใช้ในห้อง Lab ของนักศึกษา หรือห้องเรียน Computer ระบบที่ใช้ ได้ดีที่สุด ก็คือ การต่อแบบ Client-Server ก็คือการต่อ Computer หลายๆ ตัว โดยให้ Computer เหล่านั้น เรียก ตัวเองว่าลูกข่าย (Client) และจะมี Server เป็นตัวควบคุม หรือเป็นตัว แชร์ ทรัพยากร เพราะว่าการต่อวง LAN แบบใช้เพื่อการศึกษา นี้ ระบบต้องมี Computer ประมาณ 30-50 เครื่อง ต่อ 1 วง LAN ฉะนั้น จากรูปแบบของการต่อ ระบบแบบ Client-Server นั้นเครื่อง Computer ลูกข่าย ไม่จำเป็นต้องมี ทรัพยากรบางส่วน คือ Harddisk ซึ่งอุปกรณ์ตัวนี้เป็นอุปกรณ์ที่ราคาสูง ถ้าเรา ให้ลูกข่ายเป็นเครื่องที่ต่อแบบ peer-to-peer หรือ เป็นเครื่องลูกข่ายที่ ใช้ทรัพยากรส่วนตัวนั้น จะเห็นได้ว่า การต่อ วง LAN จะเสียค่าใช้จ่ายที่เป็นจำนวนสูงมาก ดังนั้น การต่อวง LAN ที่มีจำนวนเครื่องมาก ๆ แบบนี้ เราจึงต้อง อาศัย เครื่องแม่ ที่เรียกว่า Server ช่วยในการ แชร์ ทรัพยากรออกไปยัง เครื่อง ลูกข่าย จะเป็นการลด ค่าใช้ จ่ายเกี่ยวกับระบบอีกด้วย ทั้งหมดที่กล่าวมานั้นเป็น การ คำนึงถึงวัตถุประสงค์ของ ระบบเพียงเท่านั้น สิ่งที่ต้องคำนึงอีกหลาย ๆ อย่างก็จำเป็นต่อการออกแบบระบบอีกด้วย

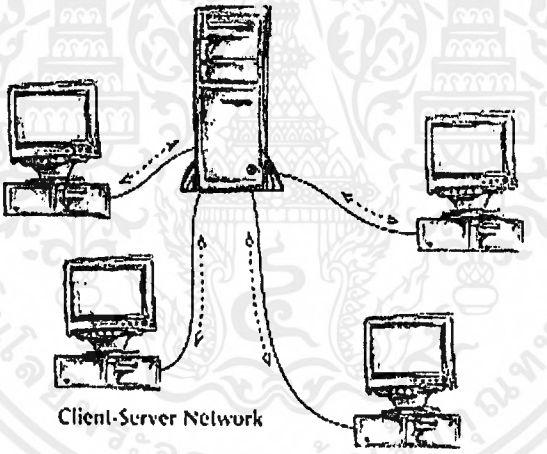
โดยทั่ว ๆ ไป LAN จะแบ่งลักษณะการทำงานได้เป็นสองประเภทคือ peer-to-peer และ Client-Server

ในการทำงานแบบ Peer-to-Peer นั้นเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะสามารถสื่อสารและแบ่งทรัพยากรต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นไฟล์และเครื่องพิมพ์ซึ่งกันและกันภายในNetwork เครื่องแต่ละเครื่องจะทำงานในลักษณะที่ทัดเทียมกัน การเชื่องต่อแบบนี้มักทำในระบบที่มีขนาดเล็ก ๆ เช่นบริษัทขนาดเล็กซึ่งมีจำนวนเครื่องที่ทำการเชื่อมต่อกันประมาณไม่เกิน 10 เครื่อง Networkประเภทนี้สามารถจัดตั้งได้ง่าย ๆ ด้วยซอฟต์แวร์ (OS) ธรรมดา ๆ เช่น Windows 95 และ 98 โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบจะสามารถเป็นได้ทั้งเครื่องลูกข่าย (Client) และเครื่องผู้ให้บริการ (Sever) โดยขึ้นอยู่กับว่าขณะใดขณะหนึ่งเครื่องไหนเป็นผู้ร้องขอทรัพยากรหรือว่าเป็นผู้แบ่งปันทรัพยากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แต่ถ้าหากในระบบมีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นร้อย เป็นพัน หรือเป็นหมื่นเครื่องการทำธุรกิจก็มักจะเลือกใช้ลักษณะการทำงานแบบลูกข่าย-แม่ข่าย (Client-Server) มากกว่า ซึ่งระบบ Client-Server นั้นอาจอธิบายได้ง่าย ๆ ว่าคือเป็นระบบที่เราแต่ละคนเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของตัวเองเข้ากับคอมพิวเตอร์อีก



เครื่องหนึ่งเป็นอย่างน้อยซึ่งเครื่องที่เราเชื่อมต่อด้วยนี้มักจะมีขนาดใหญ่ มีจำนวนโปรเซสเซอร์ตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งเครื่องในระดับ Pentium หรือ RISC (Reduced Instruction Set Computing เช่น DEC Alpha AXP)แล้วก็ใช้ระบบปฏิบัติการที่เป็น Network (NOS หรือ Network Operating System) โดยเฉพาะ เช่น Windows NT Server ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสูงกว่า Windows 95 และ 98 อีกทั้งยังได้รับการออกแบบและปรับแต่งมาเพื่อการทำงานในระบบสภาวะแวดล้อมแบบNetworkโดยเฉพาะอีกด้วย

หน้าที่ของเจ้าเครื่องแม่ข่ายเหล่านี้ก็ได้แก่ การควบคุมความปลอดภัยในระบบจัดการความคับคั่งในระบบเน็ตเวิร์ก หยิบยื่นทรัพยากรต่าง ๆ เช่น ข้อมูล โปรแกรม หรือการขอใช้อุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ ในระบบ เช่นเครื่องพิมพ์ ตามแต่เครื่องลูกข่ายจะร้องขอ สำหรับเครื่องลูกข่ายนั้นก็จะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (ไม่ใช่พวกเทอร์มินัล) ซึ่งก็จะใช้ OS ธรรมดา ๆ เช่น Windows 95,Windows 98 หรือว่า Windows NT Serverซึ่งเจ้าเครื่องลูกข่ายเหล่านี้โดยปกติจะใช้ความสามารถด้านการประมวลผลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเองเพื่อจัดการกับข้อมูลที่ได้รับมาจาก Server และในการทำงานร่วมกันระหว่าง Client กับ Server นี้ เราจะเรียกการทำงานด้านที่เป็นของเครื่องลูกข่ายว่า Front-end Processing และเรียกการทำงานในส่วนของ server ว่า Back-end Procressing

หลักการ client-server นี้จะมีความยืดหยุ่นสูง เพราะว่านอกเหนือจากการเชื่อมต่อเข้าด้วยกันตามปกติแล้ว เรายังสามารถเลือกที่จะเชื่อมต่อทั้งระบบเข้ากับเครื่องในระดับ Minicomputer หรือ Mainframe ได้อีกด้วย โดยเครื่องที่ทำหน้าที่ Front-end จะยังคงสามารถใช้งานในสภาวะแวดล้อมและโปรแกรมที่เราคุ้นเคยดีได้ในขณะที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกทำงานได้ทั้งงานในรูปแบบเครื่องเดี่ยว (stand alone) แบบที่ประสานงานกับผู้ใช้รายอื่น รวมไปถึงการทำงานโดยอาศัยข้อมูลปริมาณมหาศาลที่เก็บอยู่ในเครื่อง mainframe อีกด้วย

หมวดหมู่ของวัตถุประสงค์ของ LAN

สามารถแบ่งได้เป็นหมวดหมู่ และ แขนง อย่างง่าย ๆ ได้ดังนี้

- ด้านการศึกษา
- ด้านธุรกิจ
- ด้านการสื่อสารข้อมูลระยะใกล้
- ฯ ล ฯ

สิ่งที่ต้องคำนึงต่อไปในการออกแบบระบบ ก็ คือ รูปร่างของระบบ จะสามารถแบ่ง ได้ หลายประเภท และแต่ละ ประเภท ก็มีรูปแบบเฉพาะของตัวเอง ตัวอย่างเช่น การต่อ วง LAN แบบ Ring และการต่อ วง LAN แบบ Bus ทั้งสองแบบที่ยกตัวอย่างมาเปรียบเทียบนี้จะมีคุณลักษณที่แตกต่างกัน ไป เช่น ถ้าเราต่อแบบ Ring จะเป็นการต่อเครื่อง Computer หลาย ๆ เครื่อง แบบ เป็นวงกลม ที่คล้ายกับวงแหวน การส่งผ่านข้อมูลก็จะส่งไปในวงเหวนนี้ เมื่อเกิด เครื่อง Computer เครื่องหนึ่งเครื่องใด เสีย ไม่สามารถที่จะส่งผ่านข้อมูลได้ หรือ สายสัญญาณที่จะส่งข้อมูลไปอีกเครื่องหนึ่งเกิด ขัดข้อง เราก็จะสามารถที่จะส่งข้อมูลไปอีกทางได้
แต่เมื่อเราต่อ แบบ Bus แล้ว เกิด สายสัญญาณบางส่วนขัดข้อง เรา ก็ ไม่สามารถที่จะส่งข้อมูลต่อ ไปยังเครื่อง Computer ลำดับหลัง ได้ ต้องทำการแก้ไขจุดบกพร่องเสียก่อน จึงจะสามารถที่ ใช้งานระบบ ได้อย่างปกติ นี้เป็นตัวอย่างที่ พูดถึงรูปแบบของระบบ ที่ ไม่เหมือนกัน ยังมีรูปแบบของระบบ แบบอื่น ๆ สามารถ แบ่งได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถที่จะแบ่ง TOPOLOGY ออกได้ดังนี้

1. Ring
2. Star
3. Bus
4. Hybrid
5. Mesh

บทที่ 2

TOPOLOGY ของ LAN

เราจะเรียกรูปร่างในการเชื่องต่อระบบ Network ว่า *โทโปโลยี (Topology)* ซึ่งจะเป็นตัวบอกเราว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหลายในระบบถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันอย่างไร โทโปโลยี แบบง่าย ๆ ที่พบเห็นกันทั่งไปจะมีด้วยกันสามชนิด ได้แก่ แบบ Bus แบบ Ring และแบบ Star , Hybrid , Mesh

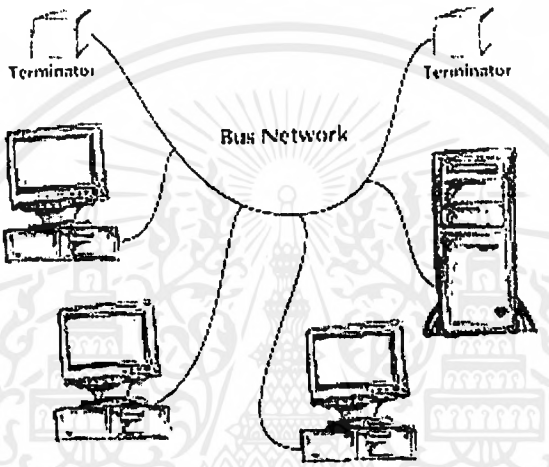
Networkแบบบัส (Bus Network) เป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุดในสามแบบข้างต้นการเชื่อมต่อนั้นจะคล้าย ๆ กันกับการที่เราแขวนผ้าไว้บนราวตากผ้า คือเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับสายสัญญาณหลักที่เราจะเรียกกันว่าเป็นแกนหรือลำต้นหลัก (Trunk) หรือว่าแบ็คโบน (Backbone) คือกระดูกสันหลังของระบบนั้นเองรูปแบบนี้จะใช้กันมากในระบบ Network ชนิด Ethernet อันเป็นระบบ LAN ที่เห็นกันได้โดยทั่วไปและได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง

ใน Network ระบบ Bus ข้อมูลชิ้นต่าง ๆ จากคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อในระบบทุก ๆ ชิ้นจะถูกกระจาย (Broadcast) ไปตามสายสัญญาณหลัก เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในระบบจะได้รับข้อความนั้น เพียงแต่ว่ามันจะคอยสนใจ เฉพาะข้อความซึ่งส่งมาที่ Address ของมันโดยตรงเท่านั้น และในขณะหนึ่งก็จะมีข้อความวิ่งอยู่ในสายสัญญาณเพียงแค่หนึ่งข้อความเท่านั้น นอกจากนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อความวิ่งมาจนสุดปลายแล้วเกิดการสะท้อน (Echo) กลับไปยังอีกข้างหนึ่งของสายสัญญาณ ซึ่งจะพลอยทำให้ระบบไม่สามารถปล่อยข้อมูลใหม่ลงในสายได้ ตรงปลายของสายสัญญาณแต่ละข้างจะต้องมีอุปกรณ์พิเศษที่เรียกว่า *ตัวปิดสาย (terminator)* ซึ่งจะกำจัดข้อมูลนี้ก่อนที่มันจะสะท้อนกลับไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

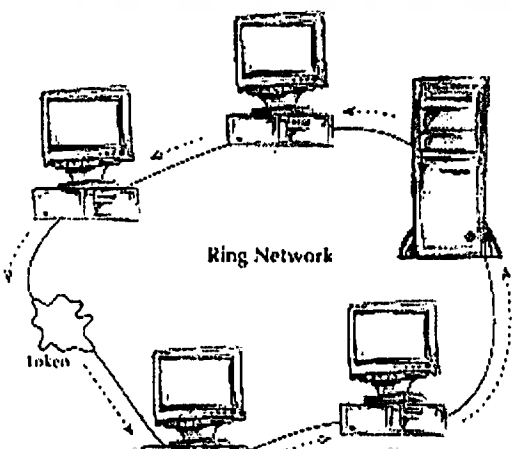
ปลายอีกข้างหนึ่งของสาย หรือพูดกันง่าย ๆ ก็คือสายเคเบิลในNetworkแบบบัส ไม่สามารถปล่อยไว้ลอย ๆ ได้ แต่จะต้องโดนปิดหัวท้ายด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมเสมอ

Networkแบบบัส นี้ง่ายต่อการดูแลและบำรุงรักษา และอีกทั้งมันยังเปลืองสายน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการเชื่อมต่อแบบอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทุก ๆ เครื่องต่ออยู่บนสายสัญญาณเพียงเส้นเดียว ดังนั้นหากมีการขาดที่ตรงตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง ก็จะทำให้เครื่องอื่นส่วนใหญ่หรือทั้งหมดในระบบไม่สามารถใช้งานได้ตามไปด้วย นอกจากนี้เนื่องจากในขณะใดขณะหนึ่งมีเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวเท่านั้นที่สามารถส่งข้อความออกมาบนสายสัญญาณดังนั้นใน



Network ระบบบัส ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมาก ๆ อาจจะทำให้เกิดการคับคั่งของ Network ซึ่งจะทำให้ระบบช้าลงได้

Networkแบบวงแหวน (Ring Network) เพื่อให้เห็นภาพได้ง่าย ๆ การเชื่อมต่อแบบวงแหวนนี้เป็นกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อกันด้วยสายสัญญาณจากเครื่องหนึ่งไปอีกเครื่องหนึ่งวนต่อกันไปเรื่อย ๆ เป็นวงกลมเหมือนรูปของวงแหวน ซึ่งวงแหวนนี้อาจเป็นได้ทั้งรูปแบบของการเดินสายสัญญาณจริง ๆ หรือเป็นวงแหวนเพราะว่าเรากำหนดทิศในการเดินทางของข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งให้เป็นรูปวงแหวนก็ได้แต่ไม่ว่าจะเป็นวิธีการใดเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบวงแหวนจะสื่อสารโดยการส่งผ่านข้อมูลในทิศทางเดียวกันไปตามสายของNetwork และเนื่องจากแต่ละโหนดต่างก็มีส่วนร่วมในการทำให้Networkทำงานต่อไปได้ เราจึงจัดว่า Network ระบบวงแหวนนี้เป็นการเชื่อมต่อแบบ Active ในขณะที่ระบบบัส เป็นการเชื่อมต่อที่อาศัยการกระจายของข้อมูลออกจากเครื่องเดียวเท่านั้นขณะใดขณะหนึ่ง โดยเครื่องอื่น ๆ ใน Network เดียวกันจะไม่มีผลจึงถูกจัดให้เป็นแบบการเชื่อมต่อแบบ Passive ไป

เพื่อที่จะให้แน่ในว่าข้อความจะส่งไปถึงที่หมายได้ถูกต้อง และเพื่อเป็นหลักประกันว่าทุก ๆ โหนดใน Network จะสามารถเข้ามาทำการรับส่งข้อมูลได้ การเชื่อมต่อแบบวงแหวนนี้จะอาศัยกลไกการทำงานที่คล้าย ๆ กับการละเล่นของเด็กที่เรียกว่ามอญซ่อนผ้า คือมีเด็กนั่งล้อมกันเป็นวงกลมแล้วส่งต่อผ้าที่ม้วนไว้กลม ๆ นั้นวนไปรอบวง โดยคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะส่งชิ้นข้อมูลที่เรียกว่า Packet ไปยังโหนดที่อยู่ถัดไป ทั้งนี้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องในNetworkจะสามารถติดต่อได้เพียงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ติดกันทางซ้ายหรือขวา และทำได้เพียงแต่รับข้อมูลจากเครื่องหนึ่งแล้วก็ส่งข้อมูลต่อไปให้กับคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งเท่านั้น

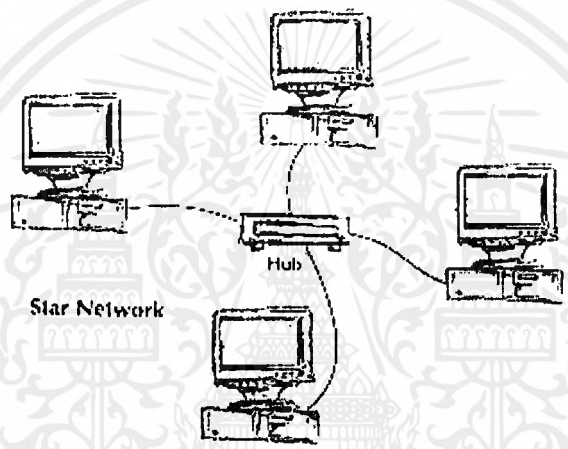
การเชื่อมต่อแบบวงแหวนซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีที่สุดคือ แบบ Token Ring ได้ชื่อมาจากกลุ่มข้อมูลขนาด 3 ไบต์ที่เรามักเรียกว่า Token ซึ่งเจ้า Token นี้จะถูกส่งผ่านไปรอบ ๆ Network โดยโหนดที่ได้รับ Token เท่านั้นถึงจะมีสิทธิ์ในการส่งข้อมูลออกมาในวงแหวนได้ ด้วยการปะตัวข้อมูลและที่อยู่ของโหนดที่จะเป็นผู้รับข้อมูลไปกับ Token แล้ว Token ที่ถูกแก้ไขนี้ก็จะถูกส่งต่อไปยังโหนดถัดไป ในขณะที่แต่ละโหนดได้รับ Token มันจะตรวจสอบข้อมูลที่มากับ Token นั้นว่ามีการอ้างถึง Address ของมันเองหรือเปล่า หากว่าไม่มี Token นั้นก็จะถูกส่งต่อไปตามปกติ แต่หากว่า Token นั้นมีข้อมูลที่ส่งหาตัวมัน โหนดนี้นจะดึงเอาข้อมูลออกมาและจะแทรกข้อความตอบรับว่า "ได้รับข้อมูลแล้ว" ให้กับ Token นั้นด้วย ท้ายที่สุดก็ส่ง Token นั้นกลับไป ซึ่ง Token ดังกล่าวก็จะวนไปตาม Network จนกระทั่ง ถึง Node ที่ส่งข้อมูลออกมา ซึ่งเมื่อได้รับข้อความตอบรับนั้นแล้ว ก็จะมีการเอาข้อมูลตอบรับออกแล้วก็ใส่ข้อมูลใหม่ที่ว่า "ไม่มีการใช้งาน" กลับไปกับ Token นั้นแทน ซึ่งจะทำให้เครื่อง Computer อื่น ๆ สามารถส่ง ข้อมูลไปกับ Token นั้นต่อได้ทันที

ข้อดี ที่เห็นได้เด่นชัดในการเชื่อมต่อแบบวงแหวนนี้คือ คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องใน Network มีโอกาสที่จะส่งข้อมูลได้อย่างทัดเทียมกันและ ทุก Node สามารถที่จะมีความแน่นอนเรื่องของความเร็วในการส่งสัญญาณที่ ไม่มีการแบ่งของสัญญาณ เมื่อมีการ เมื่อ Node เพิ่มขึ้น

ข้อเสีย ก็คือว่าหากโหนดใดโหนดหนึ่งเกิดปัญหาขึ้นจะค้นหาได้ยากว่าต้นเหตุอยู่ที่ไหน และวงแหวนก็จะขาดออก ซึ่งจะต้องทำการแก้ไขเฉพาะหน้าโดยจัดส่วนประกอบในระบบNetworkเสียใหม่ด้วยการลบชื่อของโหนดที่เสียหายออกแล้วข้ามไปใช้โหนดที่อยู่ถัดไปแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Networkแบบสตาร์ (Star Network) Network แบบสตาร์ นี้มีจุดเริ่มต้นจากระบบเครือข่ายที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับเครื่องเมนเฟรม โดยที่คอมพิวเตอร์ทุก ๆ เครื่องมีระบบและจะมีสายสัญญาณที่โยงไปหาจุดศูนย์กลางจุดหนึ่ง จุดศูนย์กลางหรือ HUB นี้อาจเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายหรืออุปกรณ์พิเศษตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงสายสัญญาณโดยเฉพาะก็ได้ ซึ่ง HUB นี้บางชนิดก็ทำหน้าที่เพียงแต่ส่งผ่านสัญญาณ (เราเรียกอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เพียงส่งผ่านสัญญาณว่า Passive device) หรือบางชนิดก็สามารถที่จะขยายความแรงของสัญญาณหรือกำหนดทิศทางของสัญญาณใหม่ได้ก่อนที่จะส่งผ่านไป (หรือเรียกว่าเป็น Active device) ระบบ Network แบบ Star ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดรู้จักกันในชื่อของ Low –impedance ArcNet โดย HUB ที่ใช้ในระบบนี้จะเป็นแบบ Passive และทำหน้าที่ง่าย ๆ เพียงกระจายสัญญาณที่เข้ามาจากโหนดหนึ่งไปยังโหนดทุก ๆ โหนดเท่านั้น



ระบบNetworkแบบสตาร์นี้จะใช้สายมากกว่าแบบบัส ทั้งนี้เพราะแต่ละโหนดต้องการสายที่จะเชื่อมต่อกับ HUB เป็นส่วนตัว แต่อย่างไรก็ตามข้อดีของการเชื่อมต่อแบบดังกล่าวก็คือ แม้ว่าสายที่เชื่อมต่อไปยังบางโหนดจะขาด ส่วนที่เหลืออยู่ก็จะสามารถทำงานได้ ทำให้ระบบNetworkจังคงสามารถทำงานได้อย่างปกติ แต่ถ้าหากว่าคอมพิวเตอร์ตัวกลาง หรือ HUB เกิดทำงานบกพร่องเสียหาย ระบบNetworkทั้งหมดก็ไม่สามารถทำงานได้อยู่ดี ทำให้สามารถเช็คจุดบกพร่องได้ว่า เป็นเพราะอุปกรณ์ส่วนไหน จะประหยัดเวลากว่าระบบอื่น ๆ

เปรียบเทียบข้อดีของโทโพโลยีทางกายภาพแต่ละแบบได้ดังนี้

แบบStar

ให้การติดตั้งที่เรียบร้อยกว่าไม่ทำให้ทั้งระบบหยุดทำงานจากการขาดหรือลัดวงจร (การเชื่อมต่อไม่ดีจุดเดียวทำให้เครือข่าย แบบ Bus ไม่ทำงาน)

แบบBus

ใช้สายสัญญาณน้อยกว่า ไม่ต้องการพื้นที่หรือแหล่งจ่ายไฟ สำหรับ HUB เชื่อมสายเหมือนที่แบบ Star ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bandwidth ของ Network Network คนละชนิดกันก็จะมี แตกต่างกันไปด้วย ไม่ว่า Networkนั้นจะมีรูปร่างเป็นแบบวงแหวน สตาร์ หรือ บัส หรือแม้แต่ Network ที่ใหญ่ระดับอินเตอร์เน็ต และ WWW ก็ตาม ยังคงเป็นคุณสมบัติสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้ Network เหล่านั้นแตกต่างกัน

Baseband กับ Broadband Networkบนเครื่องระดับพีซีนั้นสามารถแบ่งได้เป็นสองกลุ่มคือ Baseband (หรือบางทีก็เรียกว่า Narrowband) และ Broadband (หรือบางทีก็เรียกว่า Wideband) ซึ่ง Network แบบ Baseband นี้น่าจะรับส่งข้อมูลได้ ช้ากว่า Network แบบ Broadband เพราะว่า Baseband Bandwidth แคบกว่า แต่ก็ไม่แน่เสมอไปเพราะว่าความเร็วของ Network เมื่อทำงานจริง ไม่จำเป็นที่จะต้องเท่ากับความเร็วสูงสุดที่มันทำได้ตามข้อกำหนดทางเทคนิคก็เป็นได้ หากแต่มีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายตัว เช่น ความขับคั่งของข้อมูล และอื่น ๆ ที่จะส่งผลกระทบกับความสามารถรวมในการทำงานของNetworkที่เราเรียกว่า *Throughput* ได้ *Throughput* จะเป็นตัวที่เราจะใช้วัดความสามารถของ Networkกันได้จริง ๆ

ใน Network แบบ Baseband นั้น Bandwidth ทั้งหมดจะถูกใช้งานไปกับช่องสัญญาณเพียงช่องเดียว คือรับส่งข้อมูลทีละชุดเดียวเท่านั้นไม่ว่าสัญญาณนั้นจะอยู่ในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้าหรือสัญญาณแสง ซึ่งสัญญาณดังกล่าวจะเดินทางได้สองทิศทาง คือไปจากตัวลูกข่ายหาตัวแม่ข่าย และจากตัวแม่ข่ายไปหาลูกข่าย คล้ายกับถนนเลนเดียวที่มีรถแล่นสวนได้โดยอาศัยการสลับช่องทางกัน คือวิ่งได้ทีละทาง ซึ่งการส่งข้อมูลนั้นจะกระทำได้โดยการแบ่งข้อมูลออกเป็นท่อนเล็ก ๆ ที่เรียกว่า *Packet* ในรูปของสัญญาณดิจิตอล คือ 0 และ1 เท่านั้น ทั้งนี้ Network แบบ Baseband ทั่ว ๆ ไปเช่น Ethernet ทำงานที่ความเร็วประมาณ 10 เมกะบิต ต่อวินาที (Mbps) แต่ความเร็วที่มากกว่านี้ก็เป็นไปได้แล้วในปัจจุบัน เช่น 100 Mbps หรือ1000 Mbps(กิกะบิต)

Networkแบบ baseband ในรูปแบบอย่างง่าย ๆ จะสามารถส่งข้อมูลไปได้ทีละ Packet เท่านั้น ซึ่งแต่ละโหนดที่ต้องการส่งสัญญาณจะต้องรอจนกว่าช่องสัญญาณจะว่างจึงจะสามารถใช้งานได้ แต่อย่างไรก็ตามด้วยเทคนิคพิเศษที่เรียกว่า *Muliplexing* Network Baseband จะสามารถนำข้อมูลไปได้ทีละหลาย ๆ Packet โดยช่องสัญญาณที่มีเพียงช่องเดียวนี้จะถูกแบ่งเวลาใช้งานออกเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า *Time slice* หรือเสี้ยวของเวลาซึ่งในแต่ละ Time slice นี้จะต้องยาวนานพอที่จะสามรถบรรจุข้อมูลได้ 1 Packet ไม่ว่าแต่ละ Packet นั้นจะถูกส่งมาจากโหนดเดียวกันหรือเป็นข้อมูลชุดเดียวกันหรือไม่ก็ตาม ส่วนในการรับข้อมูลนั้นเราจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า *Demultiplaxer* ซึ่งจะนำข้อมูลแต่ละ Packet ที่ได้รับมาและตอบกลับให้ในรูปแบบดั้งเดิมทั้งหมด

สำหรับเน็ตเวิรกแบบ Broadband ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่กว่าและเร็วกว่าจะแบ่งความถี่ออกเป็นหลาย ๆ ช่วงสำหรับช่องสัญญาณหลาย ๆ ช่อง ซึ่งความถี่แต่ละช่วงที่อยู่ติดกันจะถูกคั่นด้วยช่วงความถี่พิเศษแคบ ๆ ซึ่งปกติจะเว้นว่างไว้ไม่ได้ใช้งานอะไร เรียกว่า *Guard band* Networkชนิดนี้จะจุดช่องสัญญาณไว้โดยเฉพาะสำหรับการส่งข้อมูลเข้าและออกจากแต่ละเครื่อง โดยที่สัญญาณไฟฟ้าจะเดินทางในรูปแบบของสัญญาณอนาล็อก ไม่ใช่รูปแบบ ดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network แบบ Broadband นี้จะทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่นกว่า โดยอาจจะทำงานได้ด้วยความเร็วถึง 100 Mbps ในทางทฤษฎีมันสามารถทำงานได้ด้วยความเร็วเป็น กะบิตต่อวินาที แต่อย่างไรก็ตาม มันจะซับซ้อนและมีราคาสูงกว่า Network แบบ Baseband และดังที่กล่าวแล้วว่าใน Network แบบ Broadband นั้น Bandwidth ทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ช่องสัญญาณ โดยแต่ละช่องสัญญาณจะสามารถนำไปใช้กับข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างกันได้อีกด้วย ทำให้สามารถส่งหรือรับข้อมูลหลาย ๆ ชนิด เช่น เสียง วีดีโอ และข้อมูลสำหรับคอมพิวเตอร์ไปพร้อม ๆ กันได้

<u>มาตรฐานของสถาปัตยกรรม</u>

เมื่อกล่าวถึงสถาปัตยกรรม Networkนั้น ส่วนหนึ่งเราจะหมายถึงวิธีการจัดเรียงตัวของ Network และวิธีการรับส่งข้อมูล อีกส่วนหนึ่งจะหมายถึงวิธีการที่เป็นกฎเกณฑ์ทางซอฟต์แวร์ซึ่งผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องปฏิบัติตาม เพื่อให้ Network นั้นสามารถที่จะส่งข้อมูลไปมาได้ เราเรียกกฎเกณฑ์เหล่านี้ว่า แแแแแ*"โปรโตคอล" (Protocol)* หากย้อนกลับไปพิจารณาดูจะเห็นว่า ก่อนหน้านี้สถาปัตยกรรมNetwork จะใช้ความสามารถที่จำกัดของNetworkแบบ Baseband แต่ในอนาคตข้างหน้าสถาปัตยกรรมแบบ Broadband จะเข้ามาทดแทน ด้วยข้อดีในเรื่องของความเร็วและความสามารถที่ จะเข้ามาทดแทนด้วยข้อดีในเรื่องของความเร็วและความสามรถที่หลากหลายในการนำข้อมูลไม่ว่าจะเป็นข้อมูลคอมพิวเตอร์ เสียง แฟกซ์ วีดีโอ และอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลถึงการพัฒนาความสามารถในการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ร่วมกันเพื่อช่วยในการประสานงานทั้งในวันนี้และในอนาคต

และเพื่อที่จะทำให้แน่ใจว่าทุก ๆ คนปฏิบัติตามกฎทั้งในด้านของการออกแบบและการพัฒนาซอฟต์แวร์ สถาปัตยกรรมทาง Network ต่าง ๆ จะต้องยึดถือตามแนวทางมาตรฐาน ซึ่งมีอยู่สองชนิด ได้

ลำดับชั้นของ ISO/OSI	แทนความหมายของ	ตัวอย่างในเชิงธุรกิจ
Application	ข้อมูลที่ถูกโอนถ่ายระหว่างโปรแกรมใช้งาน	การขายและบริการ
Presentation	ลักษณะที่ปรากฏและการแสดงผลของข้อมูล	ห้องแสดงสินค้าหรือหน้าร้าน
Session	ตระเตรียมและรักษาให้การสื่อสารเป็นไปได้อย่างสะดวกและต่อเนื่องกันตลอด	ตู้ชุมสายโทรศัพท์และพนักงานรับสาย
Transport	ควบคุมคุณภาพของการบริการและการส่งข้อมูล	การเตรียมบัตรหมายและจัดส่งสินค้า
Network	การจัดเส้นทางและการโอนถ่าย ที่ตามมาของข้อมูล	ศูนย์ไปรษณีย์ใหญ่
Data link	การจัดข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่พร้อมจะส่งไป (การเข้ารหัส และระบุที่อยู่) และการส่งข้อมูล	การบรรจุหีบห่อลงกล่องและจ่าหน้าผู้รับ
Physical	อาร์ดแวร์ ของไปมาของสัญญาณและสัญญาณและตัวเชื่อมต่อ	รถบรรทุกและถนน

แก่ *IEEE802* และแบบจำลอง Network ของ *ISO/OSI (OSI Model)* แนวทางเหล่านี้จะช่วยให้ Network ต่าง ๆ ทำงานเชื่อมต่อกันได้ไม่ว่าจะถูกออกแบบมาจากฮาร์ดแวร์แบบใดหรือถูกพัฒนามาจากหลักเทคโนโลยีที่แตกต่างกันเพียงใดก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจะลอง ISO/OSI (ISO/OSI Model) เป็นแบบจำลองของ Network ซึ่งสามารถแบ่งส่วนในการทำงานได้ออกเป็น 7 ระดับ เรียงจากในส่วนของโปรแกรมที่อยู่บนสุดลึกลงไปสู่ส่วนล่างสุดที่เป็นฮาร์ดแวร์ของระบบNetwork ซึ่งแบบจำลอง 7 ระดับนี้เราเรียกว่า "แบบจำลองNetworkของ ISO/OSI" (ISO/OSI นั้นย่อมจากInternational Organization for Standardization / Open Systems Interconnect) หากเราว่าเราจะย้อนกลับไปดูสเปคของ IEEE 802 ก็จะพบว่าข้อกำหนดดังกล่าวอาจจัดได้ว่าเป็น 2 ระดับล่างสุดในทั้งหมด 7 ระดับของแบบจำลอง ISO/OSI นั้นเอง

ที่มา ของ มาตรฐาน คณะกรรมการแต่ละชุดของ IEEE จะมีชื่อเป็นหมายเลข คณะกรรมการหมายเลข 802 เป็นองค์กรขนาดใหญ่มาก มีสมาชิกจากภาคอุตสาหกรรมและการศึกษาซึ่งสนใจขอบข่าย อันกว้างขวางของระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่และบริเวณกว้างคณะอนุกรรมการของคณะกรรมการ 802 ทำหน้าที่พัฒนาและดูแลมาตรฐานเกี่ยวกับ Topology ของ LAN โดยคณะอนุกรรมการจะใช้เลขทศนิยมเพื่อแบ่งแยกงานของตน

มาตรฐาน IEEE 802.5 ครอบคลุมสถาปัตยกรรมของ Token-ring มาตรฐานนี้บรรยายถึงโปรโทคอลแบบ Token-passing ซึ่งถูกใช้บนเครือข่าย ที่สถานีเชื่อมต่อกันด้วยวิธีพิเศษ ผสมระหว่างโทโพโลยีทางตรรกแบบวงแหวน กับโทโพโลยีทางกายภาพแบบดาว

IEEE 802.3 บรรยายถึงมาตรฐานซึ่งมีที่มาจากระบบ Ethernet เครือข่ายตามมาตรฐาน IEEE 802.3 ใช้วิธีควบคุมการเข้าถึงสื่อ แบบ Carrier Sense Multiple Access (CSMA)บนโทโพโลยีแบบบัส มาตรฐานมีช่องว่างสำหรับตัวเลือกในการเชื่อมสายหลายชนิด ทั้งสาย โคแอกเชียล ชนิดบาง และสายหุ้มตีเกรียวไม่หุ้มฉนวน

IEEE 802 มาตรฐาน IEEE 802 นิยามขึ้นโดยคณะกรรมการของสถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Institute of Electrical and Electronic Engineers) โดย มุ่งเน้นในเรื่องของฮาร์แวร์และการส่งข้อมูล (การเข้ารหัสข้อมูลการอ้างตำแหน่งที่อยู่และการส่งข้อมูล) อันจะเป็นพื้นฐานของระบบสื่อสาร Network ทั้งหมด ซึ่งจะกำหนดมาตรฐานที่ต้องยึดถือในการออกแบบและใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Network อะแดปเตอร์ สายเคเบิล หรือแม้แต่กระทั่งหัวเสียบสำหรับต่อสายหรือ คอนเนคเตอร์ (Connector) เมื่อผู้คนพูดถึงสถาปัตยกรรมNetworkที่แตกต่างกันออกไป เช่น ARCnet, Ethernet และ Token Ring เราก็จะได้ยินถึงความเกี่ยวเนื่องของพวกมันกับ IEEE 802 ด้วย ตัวอย่างเช่น Network แบบ จะต้องถูกพัฒนาให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ IEEE 802.5 เสมอ

บทที่ 3

Protocal ที่ใช้ในระบบ Network

นอกเหนือจากคำว่า IEEE 802 และ ยังมีอีกคำหนึ่งที่จะได้ยินบ่อย ซึ่งมีความหมายเกี่ยวกับเรื่องของมาตรฐานทางNetwork ก็คือคำว่า " โปรโตคอล" โปรโตคอลนั้นจะทำงานอยู่คาบเกี่ยวตลอดทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 ลำดับชั้นในแบบจำลอง ดังนั้นจึงไม่อาจให้นิยามที่เฉพาะเจาะจงเหมือนกันกับ IEEE 802 ได้หากแต่จะรวมถึงวิธีการทั้งหมดที่จะสื่อสารและประสานงานร่วมกันได้ภายในNetwork

ความหมายของ คำว่าโปรโตคอล ในวงการ Network คือ เพื่อที่จะให้โปรแกรมหนึ่ง ๆ สามารถที่จะสื่อสารกับโปรแกรมอื่น ๆ ที่อยู่ในลำดับชั้นของ OSI เดียวกันได้ ก็จำเป็นที่จะต้องมีกำหนดกฎเกณฑ์ขึ้นเพื่อให้โปรแกรมทั้งสองสามารถเข้าใจได้ถูกต้องตรงกันในสิ่งที่จำทำ

โปรโตคอลแต่ละตัวของ Networkนั้นจะคอยควบคุมวิธีที่จะจัดการรับส่งข้อมูลโปรโตคอลบางตัวมีหน้าที่คอยตัดสินใจว่าจะจัดรูปแบบข้อมูล หรือจัดข้อมูลแบ่งเป็นชุดได้อย่างไร บางตัวคอยตัดสินใจว่าข้อมูลจะถูกส่งไปอย่างไร คอยเปลี่ยนเส้นทางให้ข้อมูล คอยตรวจสอบความผิดพลาด และอื่น ๆ และเนื่องจากแต่ละหน้าที่นี้จะอยู่ในระดับชั้นของ OSI ที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากพิจารณาโดยสังเขปแล้วโปรโตคอลแต่ละตัวก็จะทำหน้าที่อยู่ในระดับใดระดับหนึ่งของ OSI เท่านั้น หรืออีกนัยหนึ่งคือในแต่ละระดับชั้นของ OSI ก็จะมีโปรโตคอลที่อาจเรียกได้คร่าว ๆ ว่าประจำสำหรับแต่ละชั้นอยู่กลุ่มหนึ่ง กลุ่มของโปรโตคอลนี้เราเรียกว่า *Suite* และหากว่าเป็นแบบที่สร้างมาให้ใช้กับ Networkบางชนิดโดยเฉพาะเราจะเรียกว่า *Stack* ซึ่ง Protocol Suite หรือ Stack นี้จะประกอบด้วยโปรโตคอลย่อย ๆ ที่รวมกันสำหรับแต่ละงาน เช่น *Transport protocol* สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่อง *Application protocol* สำหรับให้หลาย ๆ โปรแกรมประสานการทำงานด้วยกัน *Session protocol* สำหรับจัดการเริ่มและจบการติดต่อแต่ละครั้ง *Network protocol* (คือโปรโตคอลที่ทำงานในระดับของ OSI network layer นั้นเอง) สำหรับจัดการรับส่งข้อมูลในระดับล่าง เช่น ระบุตำแหน่งเส้นทาง และตรวจสอบข้อผิดพลาด เป็นต้น

ชุดของโปรโตคอล (Protocol suite) มีชุดของโปรโตคอลหลายตัวเป็นที่รู้จักและใช้งานกันอย่างกว้างขวางใน Network ปัจจุบัน รวมไปถึงตัวที่ใช้เพื่อที่จะให้เราสามารถเข้าสู่อินเตอร์เน็ตได้ ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของโปรโตคอลที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป

1. TCP/IP (Tansmission Control Protocol/Internet Protocol)

TCP/IP: (ทีซีพี-ไอพี) ซึ่งย่อมาจากคำว่า "Transmission Cotrol Protocol " ชุดของโปรโตคอลดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานบนอินเตอร์เน็ตที่เราใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน โปรโตคอล TCP/IP ไม่เพียงแต่ถูกใช้งานกันอย่างกว้างขวางในฐานะของโปรโตคอลที่ใช้กันภายในบริษัทหรือหน่วยงานเท่านั้นแต่มันยังเป็นผู้ก่อให้เกิดอินเตอร์เน็ตและ World Wide Web ขึ้น และเนื่องด้วยคุณลักษณะ พิเศษคือมีความยืดหยุ่นสูงและทำงานได้รวดเร็ว มันจึงเป็นโปรโตคอลหลักในNetworkของเครื่องที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Unix มาเป็นเวลาช้านาน ก่อนที่จะเริ่มขยายบทบาทเข้ามาสู่ระบบ LAN และ WAN ในเครื่องระดับพีซี มีข้อดีหลายอย่างในการใช้งานโปรโตคอลชนิดนี้ แต่ที่เห็นได้ชัด ๆ สองประการก็คือ ความสามารถที่เรียกว่า *Interopeability* คือความสามารถที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ยี่ห้อใด ๆ ก็ตามสามารถสื่อสารกันได้เพียงแต่เครื่องทั้งหมดต้องใช้โปรโตคอล TCP/IP เท่านั้น ความสามารถอีกประการหนึ่งคือมันสามารถจัดทิศของการสื่อสารได้ *(Routability)* นั่นคือข้อมูลที่รับส่งด้วย TCP/IP สามารถเลือกใช้ทิศทางที่แตกต่างกันหรือเปลี่ยนทิศทางได้ เพื่อให้ข้อมูลจากผู้ส่งไปถึงมือผู้รับให้จงได้ พูดง่าย ๆ ก็คือฉลาดพอที่จะหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นทางระหว่าง LAN ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่ออยู่ด้วยกัน เพื่อให้ข้อมูลไปถึงผู้รับได้ถูกต้องด้วยตัวเอง ทำให้เสามารถขยายขนาดของNetworkจากเดิมที่อาจต่ออยู่ในบริเวณใกล้ ๆ กัน (LAN) ไปเป็น Network ขนาดใหญ่ ที่ครอบคลุมพื้นที่มาก ๆ (WAN: Wide Area Network) โดยอาศัยความสามารถในการเปลี่ยนเส้นทางของโปรโตคอล TCP/IP นี้นั่นเอง

มีสองวิธีที่เครื่อง PC บนเครือข่ายสามารถใช้ TCP/IP

วิธีแรกคือ การโหลดซอฟต์แวร์ TCP/IP ไว้ในเครื่องทุกเครื่องบนเครือข่าย วิธีนี้ใช้กับเครือข่ายที่มีการโต้ตอบกันมากระหว่างเครื่องต่างชนิดกันภายในเครือข่าย แต่มีข้อเสียคือการใส่ซอฟต์แวร์ลงไปทุกเครื่อง ทำให้ต้องใช้แรมมากขึ้น และโอเวอร์เฮดของเครือข่ายเพิ่มขึ้น

วิธีที่สอง ใช้เครื่องหนึ่งเป็น Gateway ไปยังเครือข่าย TCP/IP หรือคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงกว่า วิธีนี้ใช้กับเครือข่ายที่ PC เป็นชนิดเดียวกัน

แนวความคิดของ TCP/IP คือ Internet Address ซึ่งเป็นตัวเลข 32 บิทที่ถูกกำหนดให้กับทุกโหนดบนเครือข่าย Address แบ่งออกเป็นหลายประเภทตามขนาดของเครือข่าย โดย Address สามารถเขียนด้วยเลขฐานสิบในรูปแบบ 161.246.10.21 ตัวเลขเหล่านี้บอกถึงเครือข่ายหลักและเครือข่ายย่อยที่โหนดอยู่ address จะแยกแยะแต่ละโหนดเหล่านี้และให้เส้นทางที่ gateway สามารถใช้เพื่อจัดเส้นทางข้อมูลข่าวสาร จึงทำให้สามารถเชื่อมโยงเครือข่ายแต่ละเครือข่ายเข้าสู่กันได้

2. NetBIOS

NetBEUI: (เน็ต-บูอี้ย์) ย่อมาจากคำว่า *NetBIOS Basic Extended User Interface* เป็นซอฟต์แวร์ที่เริ่มพัฒนาโดย IBM และ Sytek และเป็นโปรโตคอลที่มีขนาดเล็ก ทำงานได้รวดเร็ว แต่ไม่สามารถที่จะจัดทิศทางได้ NetBEUI ได้รับการออกแบบให้ทำงานในระดับชั้น Transport และ เป็นโปรโตรคอลที่ทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดกับโปรโตคอลในระดับชั้น Session ที่ชื่อว่า *NetBIOS (Network Basic Input/Output System)* NetBEUI นั้นมีมาตั้งแต่ตอนกลางของยุคปี 1980 ในระบบNetworkของไมโครซอฟต์เช่น LAN Manager และแม้ว่ามันจะมีความเร็วที่ดีแต่เนื่องจากการขาดความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ทำให้มันเป็นโปรโตคอบที่ล้าสมัยในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคของการพัฒนาอินเตอร์เน็ต และ อินทราเน็ต

เพื่อเชื่อมโยงระบบปฏิบัติการเครือข่ายกับฮาร์ดแวร์ มันสามารถเปิดการสื่อสารระหว่างสถานีงานบนเครือข่ายที่ Transport layer ได้ NetBIOS ใช้วิธีกำหนดชื่ออย่างง่ายแก่คอมพิวเตอร์ ซึ่งทำงานได้ไม่ดีระหว่างเครือข่ายหรือระบบปฏิบัติการที่ต่างกัน ส่วน TCP/IP จะหุ้ม NetBIOS ไว้เพื่อให้มันเดินทางผ่านระดับชั้นต่างๆ ของการกำหนดชื่อและแอตเดรส จึงทำให้ NetBIOS เป็น โปรโตคอลที่ใช้เฉพาะในวง LAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. IPX/SPX

IPX/SPX: (ไอพีเอ็กซ์-เอสพีเอ็กซ์) ซึ่งย่อมาจากคำว่า Internetwork Packet Exchange / Sequqnced Packet Exchange เป็น protocol stack ที่มีขนาดเล็ก เร็ว และถูกจัดทิศทางได้ สำหรับระบบNetworkที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Netware ของบริษัท Novell โดยที่ในส่วน IPX นั้นจะคอยจัดการ IPX/SPX นี้เป็นสิ่งที่พัฒนาต่อมาจากโปรโตคอลเดิมที่เก่าและเชื่องช้ากว่าที่เรียกว่า XNS ซึ่งย่อมาจาก Xerox Nework System

IPX เป็นโปรโตคอลสื่อสารพื้นฐานของ NetWare สำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่าง Server และโปรแกรมสถานีงานที่ทำงานบนโหนดต่างๆ Packet IPX ถูกหุ้มและนำพาไปโดย Packet ที่ใช้ใน Ethernet และ frame ที่ใช้ในเครือข่าย Token - Ring

SPX เป็นชุดคำสั่งที่สร้างเพิ่มเติมบน IPX เพื่อสร้าง Interface ของ Transport layer ที่แท้จริง SPX ให้การทำงานมากกว่า IPX รวมทั้งการรับประกันการส่ง Packet

สรุปแล้วจะได้ว่า Local Area Network มีโครงสร้างทางเทคนิคตามที่ได้กล่าวมาแล้วผสมผสานกัน ต่อจากนี้คาดว่าเทคนิคเหล่านี้จะมีการเพิ่มฟังค์ชั่นใหม่ ๆ ที่มีการดัดแปลงแก้ไขเทคนิค ต่าง ๆ โดยนำเอาไปใช้ในแนวทางด้านต่าง ๆ

และ Potocal ที่ใช่ใน LAN จะแตกต่างกันไปตามชนิดของ LAN ดังนั้นเมื่อมีการเชื่อมต่อแต่ละชนิด จำเป็นต้องมีการกำหนดมาตราฐานของ โปโตคอล สำหรับโปโตคอลมาตรฐานจะอยู่ในชั้นตรวจสอบโดย ISO

LAN ชนิดต่าง ๆ

เมื่อรู้จักแง่มุมต่าง ๆ ของ Network หลาย ๆ แบบ และเข้าใจความหมายของศัพท์เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้อธิบายการทำงานของ Network เหล่านั้นแล้ว ก็จะสามารถจำแนกลักษณะการทำงานของ Network แบบต่าง ๆ ได้ สำหรับNetworkสามชนิดที่จะอธิบายในส่วนถัดไป คือ ARCNet, Ethernet และ Token Ring นั้น ทุกแบบถูกกำหนดขึ้นโดยวิธีการทำงานที่ต่างกันตรงระดับที่เหนือกว่าระดับของฮาร์ดแวร์เพียงขั้นเดียวเท่านั้น ซึ่งหมายความว่าทุกตัวถูกกำหนดขึ้นมาในระดับที่สองตามแบบจำลอง OSI Network เหล่านี้เป็นที่รู้จักกันดีเป็นพิเศษและมีใช้งานอย่างกว้างขวางในระบบ LAN ในปัจจุบัน แม้ว่าทั้งสามแบบจะถูกพัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ช่วงแถว ๆ ปี 1970 ซึ่งถือเป็นยุคแรก ๆ ของการใช้งานคอมพิวเตอร์ก็ตาม แต่ก็ได้มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถทำงานได้รวดเร็ว และมีความสามารถที่มากขึ้นตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ARCnet

ARCnet ใช้สายโคแอกเชียล RG-62 ในโทโพโลยีทางกายภาพแบบ Star ซึ่งอนุญาติให้มี HUB ซ้อนกันเป็นลำดับขั้น Hub เชื่อมสารขนาดเล็กที่มี พอร์ต 4 หรือ 6 พอร์ต สามารถป้อนสัญญาณให้กับฮับ ตัวอื่นในรูปแบบของการเดินสายที่ประหยัด กฎที่ ซับซ้อนชุดหนึ่งเป็นตัวควบคุมขนาดของเครือข่าย ARCnet โดยทั่วไปความยาวสูงสุดของสายสัญญาณจากปลายด้านหนึ่งถึงปลายอีกด้านหนึ่งคือ 20000 ฟุต ความยาวสูงสุดระหว่าง Active HUB ที่สามารถสร้างสัญญาณใหม่คือ 2000 ฟุต ความยาวระหว่าง Active HUB และโหนดคือ 2000 ฟุต Passive HUB สามารถเชื่อมต่อกับโหนดด้วยสายสัญญาณยาวกว่า 1000 ฟุต จะเห็นได้ว่าเครือข่าย ARCnet ครอบคลุมบริเวณกว้างมาก

สาย RG-62 ที่กำหนดสำหรับ ARCnet เป็นสายสัญญาณชนิดเดียวกันที่ IBM ใช้ในระบบสายของ 32.0 ซึ่งเชื่อมโยง Terminal เข้ากับตัวควบคุม Terminal ของเมนเฟรม เนื่องจากระบบนี้ใช้โทโพโลยีแบบ Star เช่นกัน หลายบริษัทจึงพบว่า ARCnet เป็นเรื่องง่ายเมื่อพวกเขาทำการปรับลดขนาด (Downsize) ระบบคอมพิวเตอร์เมนเฟรมของ IBM เป็นเครือข่ายของ พีซี

อะแดปเตอร์ ARCnet อิมพีแดนซ์สูง ยอมให้ใช้โทโพโลยีทางกายภาพแบบ Bus เหมือนเครือข่าย Thin Ethernet โหนดบน Bus สามารถเชื่อมต่อกับ Active HUB ได้เช่นกัน ด้วยสายสัญญาณเครือข่ายรวม 20000 ฟุต

<u>เทคนิค ในการติดตั้ง ARCnet</u>

- รายการหมายเลขอะแดปเตอร์บนเครือข่าย ถ้ารู้ว่าหมายเลขใดถูกใช้ไปแล้ว การเพิ่มสถานีก็เป็นเรื่องง่าย ถ้าไม่รู้ก็จะต้องเผชิญกับความลำบากในการทดลองและหาข้อผิดพลาด
- กำหนดหมายเลขประจำสถานีให้ใกล้เคียงกัน และใช้ CPU พลังสูงเป็นหมายเลขต่ำ ๆ งานในการควบคุมต้องใช้พลังของ CPU เล็กน้อย ดังนั้นให้ Server หรือ PC Highspeed เป็นผู้รับหน้าที่นี้

<u>ความเร็ว</u>

ARCnet ดั้งเดิมทำงานด้วยความเร็วในการส่งสัญญาณ 2.5 เมกะบิตต่อวินาที แม้ว่าการติดตั้งจำนวนมาก จะไม่พบข้อจำกัดจากความเร็วนี้ แต่มันก็สามารถไล่ตามความสามารถในการรับส่งข้อมูลของ Server รุ่นใหม่ ๆ ได้ มีทางออกที่ประหยัดสำหรับปัญหานี้ โดยการแปลงเครือข่าย ARCnet ออกเป็นส่วน ๆ ด้วยการติดตั้ง อะแดปเตอร์หลายตัวใน Server และแยก Out put ออกเป็นหลายช่องสัญญาณ

ARCnet มันทำงานเชื่อถือได้ และความเร็วการส่งสัญญาณ 2.5 เมกะบิตต่อวินาทีไม่ได้เป็นข้อจำกัดสำหรับงานส่วนใหญ่ในสำนักงาน พีซีน้อยเครื่องที่สามารถเคลื่อนย้ายเร็วกว่า 1.2 เมกะบิตต่อวินาที ในทางปฏิบัติ การยอมรับเป็นมาตรฐาน ANSI และการแนะนำบริการ 20 เมกะบิตที่สามารถผสมเข้ากับโหนดเดิมได้เพิ่มความดึงดูดให้กับเทคโนโลยีที่ผ่านการพิสูจน์แล้วตัวนี้

ข้อดี เช่น ง่ายต่อการติดตั้งและบำรุงรักษา และยังเป็นมาตรฐานที่ได้รับการสนับสนุนโดยผู้ผลิตหลายราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนแรก ARCnet ออกแบบมาให้มีการต่อระบบเครือข่ายแบบโมดูลาร์โดยใช้ฮับและสายส่งข้อมูลแบบโคแอกเชียล ซึ่งสามารถต่อเรื่องคอมพิวเตอร์ได้สูงสุด 255 เครื่องด้วยกัน ข้อมูลส่งที่อัตรา 2.5 เมกะบิตต่อวินาทีในกลุ่มข้อมูลสื่อสารที่มีขนาดไม่เกิน 512 ไบต์ โดยใช้ Protocal แบบ Token-passing เหมือนกับ Token Ring ของ IBM และมีสถาปัตยกรรมแบบดาวกระจาย (Distributed star) ในกลุ่มข้อมูลสื่อสารที่ส่งจะมี Overhead อยู่ 4 ไบต์ ดังนั้นขนาดของข้อมูลสูงสุดที่จะส่งได้ในกลุ่มข้อมูลสื่อสารจะไม่เกิน 508 ไบต์ แต่ NetWear ของ Novell จะส่งกลุ่มข้อมูลสื่อสารแบบอ่านและเขียนขนาด 560 ไบต์ไปยังศูนย์บริการข้อมูล ดังนั้นมันจะต้องส่งกลุ่มข้อมูลสื่อสารถึง 2 กลุ่มซึ่งในกลุ่มข้อมูลสื่อสารที่ 2 จะเพิ่มช่วงเวลาของ Token แต่อย่างไรก็ตามระยะเวลาการตอบสนอง (Response time) ก็ยังไม่สูงเกินข้อกำหนด ขนาดของกลุ่มข้อมูลสื่อสารที่ส่งจะถูกปรับให้เหมาะสมกับการใช้งานได้ นอกจากนี้ ARCnet ยังปรับตัวมันเองได้โดยอันโนมัติ

ARCnet อาจใช้ในระบบเครือข่ายท้องถิ่นขนาดใหญ่ที่มีเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มากกว่า 255 ตัวได้ ถ้าศูนย์บริการข้อมูลทำงานเป็นสะพานสื่อสารระหว่างกลุ่มทำงาน (Workgroup) ซึ่ง ARCnet ยังใช้ได้ดีกับระบบเครือข่ายขนาดเล็กที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เพียง 2 ถึง 3 ตัว

ประสิทธิภาพรวมของ ARCnet มากกว่าของ StarLAN ซึ่งมีความเร็วเพียง 1 เมกะบิตต่อวินาที แต่น้อยกว่า Token Ring ของ IBM ที่มีความเร็ว 4 เมกะบิตต่อวินาที แต่ความกว้างอถบข้อมูลเป็นอีกเรื่องหนึ่ง Ethernet และ StarLAN ใช้โพรโทคอลแบบ CSMA/CD ซึ่งต่างกับวิธีการแบบ Token-passing ที่ ARCnet และ Token Ring ใช้เป็นโพรโทคอล

โพรโทคอลแบบ Token-passing จะมีประสิทธิภาพมากกว่าภายใต้การใช้งานหนัก (Heavy load)

โครงการสร้างระบบ ARCnet จะเป็นต้นไม้ที่ไม่มีราก (ไม่มีลูป) แต่ละกิ่งก้านสาขาหรือ เซกเมนต์ของทรีจะต่ออยู่กับฮับซึ่งอับที่ใช้อาจเป็นได้ทั้ง Active hub หรือ Passive hub Active hub เป็นอุปกรณ์ซึ่งต้องมีไฟเลี้ยงที่ใช้ในการสร้างสัญญาณใหม่ และขยายสัญญาณเพื่อช่วยให้ฮับสามารถต่อกับฮับอื่น หรือเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นได้ Active hub โดยปกติจะมีตัวเชื่อมต่อ 4 ถึง 16 ตัว passive hub เป็นอุปกรณ์ที่ไม่ต้องมีไฟเลี้ยงและจะไม่สร้างสัญญาณใหม่หรือขยายสัญญาณ passive จะจำกัดตัวเชื่อมต่อไม่เกิน 4 ตัว ตัวเชื่อมต่อที่ใช้จะเป็นสายโคแอกเชียลแบบ RG-62 แบบ 93 โอห์ม

ระบบเครือข่ายแบบ ARCnet ต้องมีความยาวไม่เกิน 6000 เมตร ระยะสูงระหว่าง Active hub และสถานีผู้ใช้หรือ Active hub อื่นจะต้องไม่เกิน 600 เมตร ระยะสูงสุดระหว่าง Active hub และ Passive hub หรือ Passive hub กับสถานีผู้ใช้ต้องไม่เกิน 30 เมตร Passive hub ไม่สามารถต่อโดยตรงได้และไม่สามารถต่อเป็นลูปได้ สายส่งข้อมูลที่ใช้จะเป็นสายโคแอกเชียล RG-62 แบบ 93 โอห์ม โดยใช้ตัวอย่างแบบ BNC และเซกเมนต์ที่ต่อกับจุดแบบ Active มีความยาวได้สูงสุด 2000 ฟุตแต่เซกเมนต์ที่ต่อกับจุดแบบ Passive ต้องมีความยาวไม่เกิน 100 ฟุต จุดแบบ Active สามารถต่อกับ Active hub หรืออะแดปเตอร์ของ ARCnet ได้เท่านั้นตัวเชื่อมต่อบนจุดแบบ Active ที่ไม่ได้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีตัวเทอร์มิเนเตอร์และจุดแบบ Passive จะต้องมีระยะทางระหว่างอะแดปเตอร์ต้องไม่น้อยกว่า 1.8 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เวอร์ชันแรกของ ARCnet จะเป็นไปตามที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งมีการสนับสนุนการใช้งานโดยผู้ผลิตหลายราย ส่วนเวอร์ชันที่ได้ใช้งานใหม่จะใช้งานกับสายส่งข้อมูลแบบ เส้นใยนำแสงและแบบคู่บิดเกลียว ทุกเวอร์ชันของ ARCnet จะทำงานความเร็ว 2.5 เมกะบิตต่อวินาทีโดยใช้โพรโทคอลแบบเดียวกัน

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สามารถต่อกับเซกเมนต์ Daisy-chain แบบโคแอกเชียลหรือ สายคู่บิดเกลียว ได้สูงสุดถึง 10 ตัวด้วยกัน อะแดปเตอร์ทุกตัวที่ต่อเชื่อมกับเซกเมนต์ จะต้องใช้อะแดปเตอร์แบบ High-impedance Adaptor อะแดปเตอร์แบบ High-impedance ชนิดโคแอกเชียลจะต่อโดยใช้ตัวเชื่อมต่อแบบ BNC ชนิด T โดยสายจะถูก Daisy-chain ผ่านอะแดปเตอร์ที่ตัวเชื่อมต่อเป็นแบบ RJ-11 ที่ใช้กับโทรศัพท์แบบโมดูลาร์และยังสามารถใช้กับสายโทรศัพท์แบบธรรมดาได้ด้วยถ้ามีระยะไม่ไกลนัก แต่สายแบบคู่บิดเกลียวต้องใช้ในระยะทางไกลเท่านั้น และปลายของ Chain แบบคู่บิดเกลียวจะต้องปิดด้วยตัวเทอร์มิเนเตอร์

ตัวอะแดปเตอร์ของ ARCnet ใช้ความเร็วในการส่งข้อมูล 2.5 เมกะบิตต่อวินาทีโดยใช้ Protocal แบบเดียวกันทำให้ระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบ ARCNET สามารถใช้อะแดปเตอร์ และสายส่งข้อมูลได้หลายแบบ การแปลงระหว่างชนิดของสายส่งข้อมูลจะทำโดยใช้ ฮับ พิเศษเช่น SMC two-port, Twisted-pair, High-impedance, Coaxial hub

Passive Hub อุปกรณ์ที่ใช้แบ่งสัญญาณของระบบเครือข่าย โดยปกติ 1 ตัวจะมี 4 ช่องทาง ช่องทางที่ไม่ได้ติด ต่อกับสถานีใช้งานต้องปิดด้วยเทอร์มิเนเตอร์ชนิด 91 โอห์ม

Active Hub อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อขยายสัญญาณ (condition, boost และ relay) ของระบบเครือข่าย โดยปกติ 1 ตัวจะมีอยู่ 8 ช่องทาง

สายส่งข้อมูล ระบบเครือข่ายแบบ ARCnet ใช้สายส่งข้อมูลโคแอกเชียล RG-62/U 93 โอห์มโดยปลายทั้ง สองด้านเป็นตัวเชื่อมต่อ BNC ตัวเมีย

ข้อจำกัด

- ความยาวสูงสุดของสายส่งสัญญาณระหว่างสถานีที่ไกลที่สุดของระบบเครือข่าย : 6000 เมตร
- ระยะสูงสุดระหว่าง active hub และสถานีใช้งาน
  หรือระหว่าง active hub กับ active hub : 600 เมตร
- ระยะทางสูงสุดระหว่าง active hub กับ passive hub : 30 เมตร
- ระยะทางสูงสุดระหว่าง passive hub กับสถานีใช้งาน : 30 เมตร
- passive hub ไม่สามารถต่อกับ passive hub อื่นได้
- ช่องทางของ passive hub ที่ไม่ได้ใช้ต้องปิดด้วยเทอร์มิเนเตอร์ชนิด 91 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37100

2. Ethernet

นิยามของ Ethernet

โดยทั่วไปมักจะโยง Ethernet เข้ากับองค์ประกอบของเครือข่ายที่นอกเหนือไปจากขอบเขตของระบบสาย และวิธีส่งสัญญาณที่สร้างโดย Robert Metcalfe and David Boggs ที่ Palo Alto Research Center (PARS) ของ Xerox ตามคำกล่าวของ Metcalfe ชื่อ Ethernet ได้มาจาก "the luminferous ether thought to pervade all of space for the propagation of light" (ตามทฤษฎีคลื่นแสงสมัยก่อนที่เชื่อว่ามีสสารชื่อ ether อยู่ทั่วไปในอวกาศเป็นตัวกลางสำหรับการแผ่กระจายของแสง)

ที่จริงแล้ว Ethernet เป็นข้อกำหนดที่บรรยายถึงวิธีการสำหรับคอมพิวเตอร์และระบบข้อมูลเชื่อมต่อและใช้สายสัญญาณร่วมกัน Ethernet ครอบคลุม ฟิสิคอล และดาต้าลิงก์เลเยอร์ ตามแบบจำลองของ ISO

มาตรฐานตระกูล IEEE 802.3 รวมถึงข้อกำหนดของโปรโตคอล Ethernet ที่เกิดก่อนไว้ด้วย แต่งานของคณะกรรมการยังรวมถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นฐานของแพกเก็ตข้อมูลด้วย ดังนั้นในทางเทคนิค Ethernet ไม่ได้รวมตัวเลือกทั้งหมดตามโครงร่างของ 802.3 มาตรฐาน 802.3 เป็นมาตรฐานที่มีความสมบูรณ์มากกว่าแต่คนเข้าใจ Ethernet มากกว่า

ลักษณะพื้นฐานของการเชื่อมโยงทางกายภาพของ Ethernet ได้แก่ อัตราการส่งข้อมูล 10 เมกะบิตต่อวินาที สถานีอยู่ห่างกันที่สุด 2.8 กิโลเมตร สายสัญญาณระหว่างสถานีเป็นสายโคแอกเชียล และใช้การส่งสัญญาณด้วยการเข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์ (Manchestor-encoded) ข้อกำหนดสุดท้ายสำหรับสัญญาณไฟฟ้าที่สร้างเป็นรหัสดิจิตอล 0 และ 1 ส่งผ่านเครือข่าย

ส่วนใหญ่ของข้อกำหนดในดาต้าลิงก์เลเยอร์สำหรับ Ethernet บรรยายวิธีที่สถานีใช้สายโคแอกเชียลร่วมกันผ่านกระบวนการที่เรียกว่า Carrier Sense Multiple Access with Colission Detection (CSMA/CO) CSMA/CD เป็นวิธีการทำงานแบบหนึ่งที่เรียกว่า โปรโตคอล ควบคุมการเข้าถึงสื่อ หรือ โปรโตคอล Midia-Access Control (MAC) สื่อคือสายโคแอกเชียลที่เชื่อมต่อโหนดบนเครือข่าย และโปรโตคอล MAC เป็นผู้ตัดสิ้นว่า โหนดบนเครือข่ายจะแบ่งปันการเข้าถึงสายสัญญาณอย่างไร เป็นเวลาหลายปีที่ Ethernet เป็นระบบเครือข่ายที่เติบโตเร็วที่สุด และเป็นตัวเลือกอันดับแรกของผู้บริหารด้วยความเป็นระบบเครือข่ายที่มีอายุยาวนาน Ethernet ได้แตกสายพันธุ์ออกไปมากมาย อะแดปเตอร์ Ethernet ซึ่งใช้กับเส้นใยแก้วนำแสง หาได้จาก Codenoll Technology Corp. ตลาดที่เติบโตล่าสุดคือ อะแดปเตอร์ซึ่งใช้กับสายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวนที่อัตราการส่งข้อมูล 100 เมกะบิต ต่อวินาที

ระบบสายแบบโคแอกถูกพบมากที่สุดในการติดตั้งเครือข่ายของ PC โดยใช้สายโคแอกเชียลชนิดบาง อิมพีแดนซ์ 52 โอห์ม สายสัญญาณนี้นิยมเรียกกันว่า Thin Ethernet และบางครั้งเรียกว่า Cheapernet ความยาวปกติถูก จำกัด ที่ 305 เมตร (1000 ฟุต) ระหว่าง รีพิตเตอร์ แม้ว่าตามข้อกำหนด IEEE จะจำกัดไว้ที่ 600 ฟุต โดยทั่วไปแผงวงจรอินเตอร์เฟซ เครือข่ายในแต่ละสถานี จะต่อกับสายสัญญาณด้วยหัวต่อแบบ T ซึ่งให้ความสะดวกในการเชื่อมต่อหรือถอดออก โดยไม่ต้องตัดสายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบแผนการเดินสายสัญญาณ Ethernet ชนิดเก่าที่ถูกพบบ่อยมากในการติดตั้งกับคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ตามแบบแผนนี้ใช้สายโคแอกเชียลซึ่งหุ้มฉนวนหนา เพื่อใช้เป็น แบ็กโบน ระหว่างกลุ่มของโหนดที่กระจัดกระจายอยู่ทั่วอาคาร ความยาวสูงสุดของสายสัญญาณระหว่างรีพิตเตอร์คือ 500 เมตร (1640 ฟุต) และสายสัญญาณต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่เรียกว่า ทรานซิฟเวอร์ เพื่อแปลงการเชื่อมต่อเข้ากับสายสัญญาณให้เหมาะสมกับ พีซี หรือ เทอร์มินอล สายสัญญาณจาก ทรานซิฟเวอร์ทำจากสายคู่ตีเกลียวหุ้มฉนวนที่มีความยืดหยุ่น สายนี้จะต่อเข้ากับพอร์ต AUI บนอะแดปเตอร์เครือข่ายด้วยหัวต่อแบบ D 15ขา สายทรานซิฟเวอร์สามารถยาวได้ถึง 15 เมตร

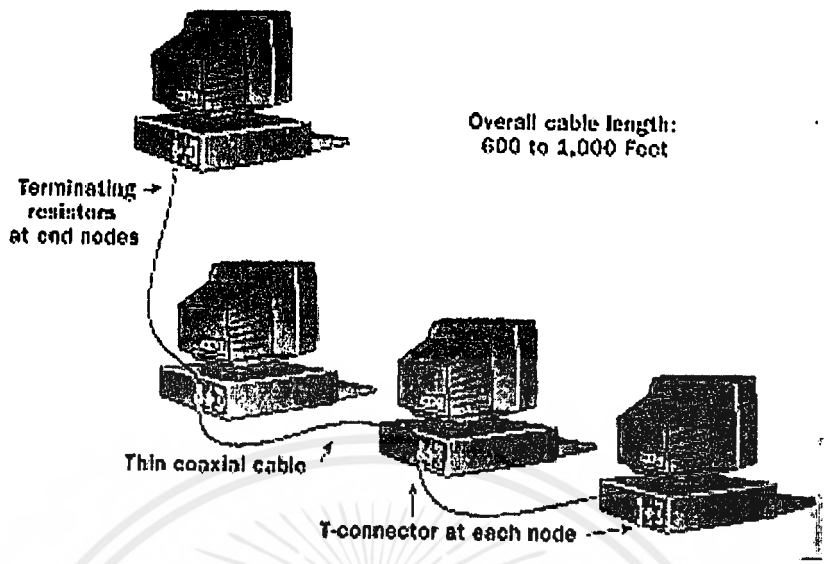
สถาปัตยกรรม LAN แบบนี้ ให้การส่งข้อมูลสูงในราคาประหยัด ใช้ Protocol MAC(Media Access Control) แบบ CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection) คือ เมื่อ Adapter card ได้รับข้อมูลที่ต้องการส่ง CSMA/CD ใน Adapter card จะตรวจสอบว่าช่องสัญญาณนั้นว่างหรือไม่ ถ้าหากว่างก็จะส่งออกไป แต่ถ้าหากไม่ว่างก็จะทำการตรวจสอบอยู่เช่นนั้นจนกระทั่งว่าง และถ้ากรณีบังเอิญ 2 โหนดพบว่าสายว่างพร้อมกันแล้วส่งข้อมูลออกมาพร้อมกัน จะเกิดการชนกันขึ้น Adapter card จะตรวจพบการชนกันแล้วส่ง Jam Signal บอกโหนดทั้งสองว่ามีการชนกัน จากนั้นแต่ละโหนดจะหยุดส่งและกลับไปรอด้วยเวลาที่เป็นค่าสุ่มก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลออกไปใหม่

Ethernet ใช้หลักการ Packet switching ในการส่งข้อมูล โดยแบ่งข้อมูลใหญ่ออกเป็น Packet ย่อย แล้วส่ง Packet ย่อยๆ นี้ กระจายออกไปตามเส้นทางต่าง ๆ ที่ว่าง ซึ่งในแต่ละ Packet จะมี address ของผู้รับ และผู้ส่ง และมีลำดับของข้อมูล เมื่อผู้รับได้รับ Packet ก็จะรวบรวม Packet มาต่อเรียงกันตามลำดับเป็นข้อมูลทั้งหมด

ชนิดของ Ethernet ที่มีไว้ให้เลือกใช้งาน

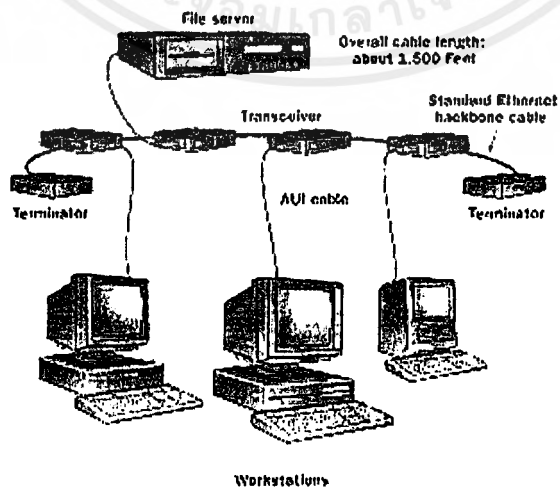
10 Base 2 เป็น Topology แบบBus ที่ใช้สาย Coaxial แบบบาง (Thin ethernet) ขนาดสายยาวไม่เกิน 300 เมตร และจะต้องมี Ground Terminator ขนาด 50 โอห์ม ปิดท้ายของระบบ Network เป็นจำนวน 2 ตัว ในระบบนี้จะต่อเชื่อม Network Card และ Cable เข้าด้วยกันผ่าน T-connector ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



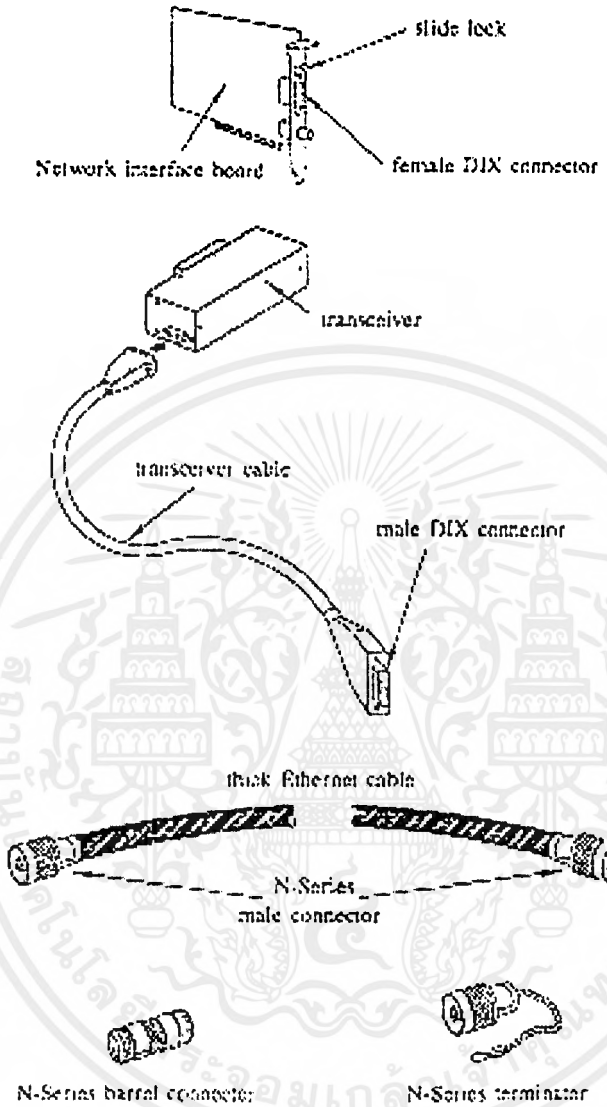
รูปแบบการต่อ 10 Base 2 ใช้สาย thin ethernet
ต่อ topology แบบบัส โดยใช้หัวต่อแบบ T connector

10 Base 5 มีลักษณะคล้ายกับ 10 Base 2 แต่แทนที่จะต่อ Cable เข้ากับ Station โดยตรง กลับต่อเข้ากับอุปกรณ์เชื่อมต่อตัวกลางที่เรียกว่า Medium Attachment Unit (MAU) ซึ่งเป็น transceiver สำหรับเชื่อมต่อกับ port AUI บน adapter card แล้วใช้สาย Cable ชื่อ Attachment Unit Interface (AUI) เป็นตัวเชื่อมต่อจาก MAU เข้าสู่ Station ส่วนสาย Cable ระหว่าง MAU จะใช้สาย Coaxial แบบหนา (Thick ethernet) ซึ่งเป็นสายยาวไม่เกิน 500 เมตร และยังคงมี Ground Terminators ขนาด 50 โอห์ม 2 ตัวปิดหัวท้ายของระบบ



รูปแบบการต่อ 10 Base 5 ใช้สาย Coaxial แบบ Thick ethernet
มี transceiver เชื่อมต่อโดยตรงกับสายสัญญาณ และขยายการเชื่อมต่อไปยังแต่ละสถานีผ่านสาย AUI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัว Transceiver จะมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบพาหะ และทำหน้าที่ตรวจสอบการชนกันของสัญญาณ ภายหลังจากที่ตรวจสอบพบการชนกันแล้ว transceiver ยังทำการส่งสัญญาณแบบพิเศษเข้าไปในสายเพื่อบอกให้ transceiver ตัวอื่นรู้ว่ามีการชนกันได้อย่างแน่นอนอีกด้วย

10 Base T

ความเร็วของการส่งสัญญาณคือ 10 เมกะบิต ต่อวินาที ระบบสัญญาณแบบ เบสแบนด์ (Baseband) แล้วใช้สายคู่ตีเกลียวในโทโพโลยีแบบดาว

ทางทฤษฎีมาตรฐาน 10 base T ทำให้ผู้จัดการ LAN มีทางเลือกในการใช้สายโทรศัพท์ที่ติดตั้งอยู่แล้ว จึงลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง อย่างไรก็ตามองค์กรจำนวนมาก มีระบบสายไม่ดีพอสำหรับการติด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งเครือข่าย ดังนั้นผู้วางระบบ LAN มักจะต้องเดินสายใหม่ เทคโนโลยีของระบบสายคู่ตีเกลียวเป็นสิ่งที่ช่างเทคนิคของมีความคุ้นเคยมากกว่าสายโคแอกเชียลของ Ethernet หรือสายคู่ตีเกลียวหุ้มฉนวนของ Token-Ring ที่สำคัญคือ การเดินสายจาก HUB เชื่อมสายที่ศูนย์กลางไปยังเครื่องช่วย เพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบ เหนือกว่าวิธีการเดินสายแบบ bus จากการทดสอบที่ PC Magazine LAN Labs เราพบว่าสิ่งที่ดึงดูดใจในการปฏิบัติของ 10 base T คือความแพร่หลายของมัน สามารถใช้อะแดปเตอร์ 10 base T และ HUB เชื่อมสายจาก ต่างบริษัท บนเครือข่ายเดียวกันได้อย่างปลอดภัย ความแพร่หลายนี้ ทำให้มีแหล่งจัดหาที่หลากหลาย มีการแข่งขันด้านราคาและความมั่นใจในการสนับสนุนในระยะยาว

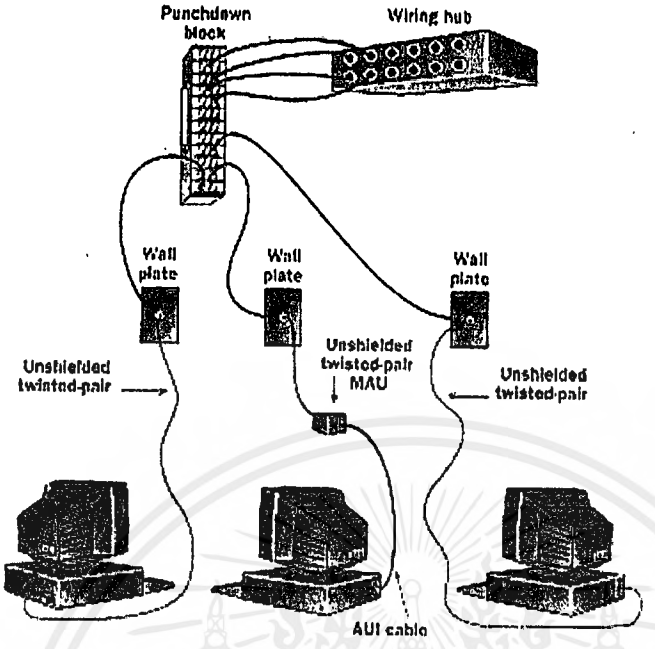
การทดสอบของเราพิสูจน์ว่า สมรรถนะที่ใช้งาน 10 base T ไม่ได้แตกต่างไปจากการใช้สายโคแอกเชียล

สำหรับผู้จัดการเครือข่าย ข้อได้เปรียบที่มีนัยสำคัญที่สุดของระบบสาย 10 base T มาจากวิธีการเดินสายแบบ Star ซึ่งให้ความน่าเชื่อถือ และการจัดการแบบรวมศูนย์ลักษณะที่สายการะจายออกจาก HUB เชื่อมสายไปยังแต่ละโหนด ทำให้เมื่อเกิดปัญหาขึ้นกับสายจะมีเพียงโหนดที่ต่ออยู่เท่านั้นที่ได้รับผลกระทบโดยที่เครือข่ายยังคงปฏิบัติงานได้ต่อไป ในระบบสายแบบ Token-Ring และ Ethernet การเชื่อมต่อที่ไม่ดีเพียงจุดเดียวทำให้เครือข่ายทั้งหมดใช้ไม่ได้

HUB เชื่อมสายที่ศูนย์กลางเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมกับการติดตั้ง ไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับผู้เฝ้าดูเครือข่าย และซอฟต์แวร์ จัดการเครือข่าย

ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากติดตั้งได้ง่ายและดูแลรักษาง่าย ความจริงรูปแบบ 10 Base T ไม่ได้เป็น Ethernet โดยแท้แต่เป็นการผสมระหว่าง Ethernet และ Star สายที่ใช้ก็คือ UTP Unshielded Twisted Pair และมีอุปกรณ์ตัวกลางเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างสายที่มาจากทุก ๆ Station อุปกรณ์ตัวกลางนี้เรียกว่า Concentrator หรือ Hub ซึ่งจะคอยรับสัญญาณระหว่าง Workstation และ File Server ในกรณีที่มีสายจาก Station ใดเสียหรือมีปัญหาที่เกิดขึ้น จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อระบบ Network เลย แต่ระบบนี้จะต้องดูแลรักษา Hub เป็นอย่างดี เนื่องจากถ้า Hub มีปัญหาขึ้น ทั้งระบบจะหยุดชะงักทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



10 Base T ใช้ UTP ต่อ topology แบบดาว UTP สามารถวิ่งไปยัง adapter แต่ละสถานีได้โดยตรง หรือไปยัง Medium Attachment Unit (MAU)

หน้าที่ของ Wiring Concentrator หรือ Hub คือ ดูแลการจัดส่ง Data Packet ตรวจสอบและดูแลการเชื่อมต่อกันของ Workstation Port ต่างๆ ทำการ Partition ของ Port ออกจากกัน ในกรณีมีการชนกันของสัญญาณจาก Workstation และทำหน้าที่เป็น Repeater ได้ในตัวเอง

ชุมสาย Ethernet

วิธีการคุมการเข้าถึงสื่อแบบ CSMA/CD มีทั้งจุดอ่อนและจุดแข็ง ในเครือข่ายส่วนใหญ่โดยเฉพาะเครือข่ายที่ส่งข้อมูลเป็นกลุ่มสั้น ๆ CSMA ทำงานได้ดี แต่แอปพลิเคชัน สมัยใหม่บางชนิด เช่น การประชุมผ่านสื่อวีดีโอ และการถ่ายโอนไฟล์มัลติมิเดียขนาดใหญ่ ทำให้การจราจรของข้อมูลโดยเฉลี่ยสูงมาก และเกิดการชนกันจำนวนมากซึ่งจะไปลดทรูพุตของเครือข่าย

เทคนิคหนึ่งที่เรียกว่า ชุมสาย Ethernet (Ethernet Switching) สามารถปรับปคุงทรูพุตของเครือข่ายโดยไม่ต้องเปลี่ยนอะแดปเตอร์แลนที่ติดตั้งในเครื่องพีซี หรือเปลี่ยนระบบสายสัญญาณ ฮับชุมสาย (switching hub) ไม่ได้ให้การส่งสัญญาณเร็วขึ้น แต่มันทำให้แบนด์วิทธ์เพิ่มบึ้นดังนั้นจะได้รับทรูพุตที่รวดเร็วขึ้นและผลลัพธ์เช่นเดียวกับการเพิ่มความเร็วในการส่งสัญญาณ อะแดปเตอร์ Ethernet เก่ายังใช้ได้ และยังคงทำงานที่ 10 เมกะบิตต่อวินาที แต่อะแดปเตอร์ แต่ละตัวทำงานเหมือนกับว่ามันอยู่คนเดียวในเครือข่าย ฮับชุมสายไม่ได้แปงแบนด์วิดธ์ระหว่างทุกโหนดที่ทำงานอยู่บนเครือข่ายซึ่งต่างจากการทำเครือข่ายแบบอื่นทั้งหมดที่ได้อธิบายในบทนี้ โปรเซสเซอร์ความเร็วสูงในฮับจะเคลื่อนย้ายข้อมูลผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ็กเพลน (backplane) ที่ทำงานระดับร้อย เมกะบิตต่อวินาที เรียกว่า collapsed-backbone architecture เนื่องจากมันทำตัวเป็นกลุ่มของฮับเชื่อมสายที่เชื่อมต่อผ่านแบ็กโบนความเร็วสูง

ในทางปฏิบัติ คอมพิเตอร์ส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เต็มที่จากช่องสัญญาณ 10 เมกะบิตของ Ethernet ดังนั้นบริษัทส่วนใหญ่จึงเสนอผลิตภัณฑ์ชุมสาย Ethernet ที่ยอมให้แบ่งปันแบนด์วิดธ์ 10 เมกะบิต ระหว่างหนึ่งถึงแปดโหนด

โดยทั่วไปสามารถติดตั้งฮับชุมสายหนึ่งในสี่รูปแบบ คือ ฟรอนด์เอนด์ของ เซิร์ฟเวอร์ แบ็กเอนด์ของกลุ่มฮับ คอนเซนเตรเตอร์เชื่อมสายความเร็วสูงและคอมเซนเตรเตอร์ของ FDDI

เป็นฟรอนด์เอนด์ของเซิร์ฟเวอร์ ฮับชุมสายเป็นจุดเชื่อมต่อเพียงจุดเดียวสำหรับเซิร์ฟเวอร์หนึ่งเครื่องหรือมากกว่า เซิร์ฟเวอร์ แต่ละเครื่องได้รับแบนด์วิดธ์สูงสุดที่ในสามารถใช้ได้ ขณะที่ไคลเอนด์จะแย่งกันใช้แบนด์วิดธ์ที่จำกัดมากกว่า

เป็นแบ็กเอนด์ของกลุ่มฮับเชื่อมสาย ฮับชุมสายทำตัวเป็นแบ็กโบนความเร็วสูงมากแต่ประหยัด ฮับหลายตัวสามารถมีแบนด์วิดธ์ 10 เมกะบิต โดยไม่ต้องแย่งกันใช้ช่องสัญญาณ

เป็นคอนเซนเตรเตอร์เชื่อมสายคามเร็วสูง ฮับชุมสายอนุญาตให้ผู้บริหารให้แบนด์วิดธ์ที่จำเป็นแก่แต่ละโหนด

เป็นคอนเซนเตรเตอร์สำหรับระบบความเร็วสูง ฮับเชื่อมสายสามารถส่งข้อมูลเข้าสู่การเชื่อมโยงของ FDDI หรือเทคโนโลยีแบ็กโบนแบบอื่น

ขณะนี้ฮับชุมสายมีใช้แพร่หลายในราคาซื้อหาได้ ไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนมาตรฐานเดิมหรือการสูญเสียเงินลงทุน มันไม่ได้ตรงทุกความต้องการสำหรับการทำเครือข่ายความเร็วสูง แต่มันเสนอการเชื่อมต่อเทียบเท่าระบบร้อยเมกะบิตต่อวินาที ในบริเวณขนาดเครือข่าย Ethernet โดยใช้อะแดปเตอร์และสายสัญญาณที่มีอยู่เดิม

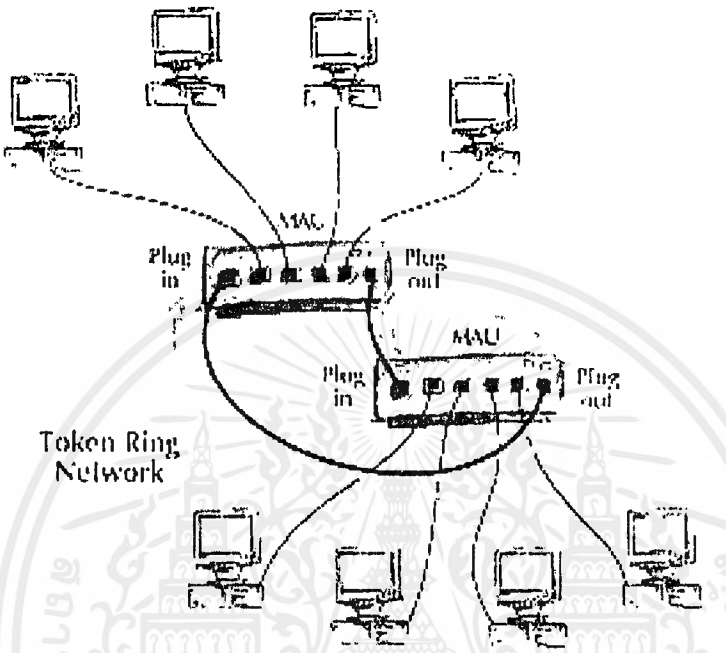
3. *Token Ring*

คณะอนุกรรมการ IEEE 802.5 ด้วยการนำอย่างเข้มแข็งจากตัวแทนของ IBM ได้พัฒนาชุดของมาตรฐานที่บรรยายเครือข่ายแบบ Token-passing ในโทโพโลยีทางตรรกแบบ Ring IBM ใส่มาตรฐานเดียวกันนี้ในโครงสร้างของ European Computer Manufactures' Association มาตรฐานดั้งเดิมใช้การส่งสัญญาณด้วยอัตรา 4 เมกะบิตต่อวินาที แต่การส่งสัญญาณด้วยอัตราเร็วกว่าคือ 16 เกะบิตต่อวินาทีเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานด้วยเช่นกัน

เครือข่าย Token-Ring เป็นเครือข่ายที่ Boeing 747 ใช้ มันสร้างสัญญาณรบกวนประหลาดและต้องมีการจัดการเป็นพิเศษ แต่มันสามารถรองรับงานหนักมันให้ทั้งพลังและความยืดหยุ่น แต่ต้องการการจัดการและควบคุมที่ชำนาญมันเป็นหนึ่งในระบบที่เร็วที่สุด แต่ไม่ใช่หนึ่งในสิ่งดีที่สุด ในปี 1999 IBM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แนะนำการส่งสัญญาณ 16 เมกะบิตต่อวินาทีสำหรับ Token-Ring ความเร็วที่เพิ่มขึ้นทำให้เคลื่อนย้ายข้อมูลได้เร็วขึ้น แต่ต้องการความเอาใจใส่ในการติดตั้งมากขึ้นเช่นกันเทคนิคพื้นฐานของการทำงานแบบ 4 และ16 เมกะบิตต่อวินาทีเป็นเทคนิคเดียวกัน



โครงสร้างของ Token-Ring เป็นสาระสำคัญของสถาปัตยกรรมเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่และบริเวณกว้างของ IBM การเชื่อมต่อกับ Token-Ring ถูกจัดเตรียมไว้เป็นตัวเลือกสำหรับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของเมนเฟรม เพื่อให้พีซีและเมนเฟรมบนเครือข่ายเดียวกันสื่อสารกันได้ แต่ทว่าไม่ต้องใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ IBM เท่านั้นบนเครือข่าย Token-Ring บริษัท Madge Networks, Thomas-Conrad, 3Com และอีกหลายบริษัทขายอะแดปเตอร์ Token-Ring สามารถซื้อซอฟต์แวร์เครือข่ายได้จาก Banyan, Microsoft, Novell และบริษัทอื่น ๆ ซึ่งสามารถทำงานได้กับอะแดปเตอร์จาก IBM หรือผู้ผลิตฮาร์ดแวร์รายอื่น

Token-Ring เป็นระบบเครือข่ายที่มีความสัมพันธ์กับมาตรฐาน IEEE 802.5 Token-Passing Ring ที่มีโทโพโลยีแบบวงแหวนและมีโพรโทคอลแบบ Token-passing หลังจากได้มีการทดลองใช้งานวิธีการแบบ Token-Ring อยู่หลายครั้งบริษัท Prime Computer และ Apollo ก็ได้เริ่มขยายระบบเครือข่ายในต้นทศวรรษที่ 80 หลังจากนั้นไม่นานทาง IBM ก็ได้ประกาศใช้เวอร์ชั่นของระบบเครือข่ายสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่เป็นแบบ Token-Ring เช่นกันและระบบเครือข่ายของ INM ยังสามารถขยายเพื่อต่อกับเครื่องเมนเฟรม IBN 3725 communication controller เพื่อทำให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานเหมือนเป็นเทอร์มินัลหรือประตูสื่อสารได้

จากมาตรฐานแบบ nonproprietary ที่มีอยู่รวมกับการสนับสนุนของ IBM ทำให้ IEEE 802.5ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับความนิยมอย่างมาก ผู้ผลิตหลายรายได้เสนอผลิตภัณฑ์ของคนที่มีความเข้ากันได้กับ 802.5 รวมทั้ง 3Com, General Instrument และ Ungermann-Bass และยังมีเครื่องมือในการตรวจสอบการทำงาน (Diagnostic tools) เช่น Sniffer protocol analyzer ของ Network General

ระบบเครือข่ายแบบ token ring ประกอบด้วยชุดของสถานีผู้ใช้ที่ต่อกันโดยมีสายส่งข้อมูลเป็นตัวส่งข้อมูลและเป็นการส่งข้อมูลแบบเรียงลำดับ (sequential) จากสถานีหนึ่งไปยังสถานีถัดไป สถานีที่รับจะต้องทวนซ้ำข้อมูลและสร้างสัญญาณใหม่ไปยังสถานีถัดไปในวงแหวน สถานีรับที่มีตำแหน่งตรงกับฟิลด์ ของตำแหน่งปลายทางในกลุ่มข้อมูลสื่อสารจะรับข้อมูลนั้นไว้ และประมวลผลตามฟังก์ชัน MAC ของชั้นที่ 2 ใน 802.5 สถานีที่มีตำแหน่งตรงกับตำแหน่งปลายทางจะยังคงส่งข้อมูลนี้ไปยังสถานีถัดไปในวงแหวน สถานีที่เป็นตัวส่งข้อมูลเริ่มแรกจะเป็นตัวลบมันออกจากวงแหวน
สถานีแต่ละสถานีจะสามารถส่งข้อมูลได้ก็ต่อเมื่อมันได้รับ token เมื่อสถานีได้รับ token สถานีนั้นจะปรับตัวเพื่อสร้างเฟรมที่ประกอบด้วย start - of – frame sequence ฟิลด์ควบคุมและฟิลด์ควบคุมและฟิลด์สถานะ ฟิลด์ตำแหน่ง ฟิลด์ข้อมูล frame check sequence และ end – of – frame sequence หลังจากที่เฟรมใหม่ถูกสร้างขึ้นมาแล้วสถานีส่งจะ Initiate token ใหม่ ซึ่งจะทำให้สถานีอื่นในวงแหวนใช้งานมันได้ Token จะควบคุมเวลาและจำนวนเวลาสูงสุดที่สถานีจะสามารถใช้ตัวกลางได้ ทั้งการส่งเฟรมใหม่หรือไม่ส่ง ก่อนที่จะมีการส่ง Token ออกไป

<u>เทคนิคการใช้ Token</u>

ในเครือข่ายแบบ Token-passing สายข้อมูลที่เรียกว่า Token จะเดินทางวนเวียนไปตามสถานีของเครือข่ายเหมือนรถไฟบรรทุกสินค้า เทคนิคนี้กำหนดทั้งโทโพโลยีทางตรรกแบบลำดับ (Sequential logical topology) และโปรโตคอลควบคุมการเข้าถึงสื่อ สถานีงานที่มีข่าวสารพร้อมส่งจะรอจนกระทั่งได้รับโทเกนว่าง (free token) จากนั้นมันจะเปลี่ยนให้เป็นโทเกนไม่ว่าง (busy token) แล้วส่งบล็อกข้อมูลที่เรียกว่าเฟรม ตามหลังโทเกนไม่ว่างทันที เฟรมบรรจุข่าวสารทั้งหมดหรือบางส่วนที่สถรนีต้องส่งระบบไม่ได้ทำงานโดยการให้สถานีหนึ่งรับโทเกนมาอ่าน และจึงส่งมันต่อไป ที่จริงแล้วบิตที่รวมกันเป็นโทเกนหรือข่าวสารอาจผ่านสถานีถึงสามสถานีพร้อม ๆ กัน

เมื่อสถานีส่งข่าวสารบนเครือข่ายจะไม่มีโทเกนว่าง ดังนั้นสถานีอื่นที่ต้องการส่งข่าวสารจึงต้องรอ สถานีผ่ายรับจะคัดลอกข้อมูลในเฟรม ส่วนเฟรมยังคงเดินทางต่อไปใน Ring จนกลับไปครบรอบที่สถานีฝ่ายส่ง สถานีฝ่ายส่งจะทำลายโทเกนไม่ว่างและใส่โทเกนว่างเข้าไปใน Ring การใช้ระบบควบคุมการเข้าถึงสื่อแบบ Token-Passing ป้องกันข่าวสารจากการรบกวนของสถานีอื่นด้วยการรับประกันว่ามีเพียงสถานีเดียวที่ทำการส่ง

การส่งข้อมูลเป็นขบวนทำให้เครือข่าย Token-Ring เหมาะกับเส้นใยแก้วนำแสงมากกว่าระบบกระจายข้อมูลอย่าง Ethernet หรือ ARCnet ตามปกติ เส้นใยแก้วนำแสงสัญญาณไปในทิศทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และโทเกนก็เดินทางรอบ Ring ในทิศทางเดียว ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ออปติคอลมิกเซอร์ (optical mixer) ที่ทำให้พลังงานลดลงหรือแอกทีฟรีพีตเตอร์ราคาแพง

Ring ในรูปแบบ Star

โทโพโลยีทางกายภาพของเครือข่าย Token-Ring ไม่ได้เป็นอย่างที่คาด แม้ว่า Token และข่าวสารเดินทางจากโหนดสู่โหนดด้วยโทโพโลยีทางตรรกแบบลำดับ สายสัญญาณจริงกลับใช้โทโพโลยีทางกายภาพแบบ Star

ระบบ Token-Ring ใช้ฮับที่มีรีเลย์กลไกไฟฟ้า (electromechanical relay) เพื่อทำให้รูปแบบดาวทางกายภาพเป็นวงแหวนทางตรรก (สังเกตว่า ชื่อ ฮับเชื่อมสายของ IBM คือ Multistation Access Unit หรือ MAU อย่าสับสนกับ Medium Attachment Unit ซึ่งเป็นทรานซีฟเวอร์สำหรับเชื่อมต่อกับพอร์ต AUI บนอะแดปเตอร์ Ethernet)

เมื่อสถานีพยายามเชื่อมเข้ากับ Ring แรงดันไฟฟ้าจะส่งผ่านจากแผงวงจรอะแดปเตอร์ผ่านสายสัญญาณไปยังอับเพื่อกระตุ้นรีเลย์สำหรับสายนั้น รีเลย์จะปรับรูปแบบของวงแหวนและเพิ่มสถานีใหม่เข้าไปภายในเวลาเป็นมิลลิวินาที เครือข่าย Token-Ring เป็นเครือข่ายเดียวที่สามารถได้ยินเสียงการทำงาน เนื่องจากมีเสียงรีเลย์ในฮับเมื่อสถานีเชื่อมเข้ากับ Ring

ถ้าสายสัญญาณจากสถานีขาด หรือลัดวงจร หรือสถานีถูกปิด รีเลย์จะเปิดและสถานีถูกถอดออกจาก Ring ลักษณะนี้ป้องกันความเสียหายสายสัญญาณที่ทำให้ทั้งระบบไม่ทำงาน (จุดขายหลักของ Token-Ring, ARCnet และ 10 Base T โดยใช้โทโพโลยีทางกายภาพแบบฮับ)

HUB เชื่อมสายของ Token-Ring โดยทั่วไปเชื่อมต่อได้ 8 โหนด ฮับหลายตัวเรียงซ้อนกันในชั้นและเชื่อมต่อกันด้วยสายสั้น ๆ จากพอร์ต "OUT" ของฮับหนึ่งเข้าพอร์ต "IN" ของอีกฮับหนึ่ง สายสัญญาณเหล่านี้ขยายRing ออกไปหลาย ๆ ฮับ ดังนั้นโหนดทั้งหลายจึงอยู่บน Ring เดียวกัน แม้ว่ามันจะต่ออยู่กับฮับเชื่อมสายคนละตัวกัน การเชื่อมโยงฮับผ่านเส้นใยแก้วนำแสงมีให้เลือกใช้เช่นกัน

<u>สายสัญญาณสำหรับ Token Ring</u>

สายสัญญาณปกติที่แนะนำให้ใช้กับการติดตั้ง Token-Ring ประกอบด้วยคู่สายตีเกลียวสองคู่หุ้มด้วยฉนวน ความยาวสูงสุดของสายสัญญาณระหว่างฮับและจุดเชื่อมต่อ (Attachmebt point) สำหรับโหนดบนเครือข่ายไม่เกิน 150 ฟุต (45 เมตร) ระหว่างจุดเชื่อมต่อถึงโหนดไม่เกิน 8 ฟุต สายสัญญาณถูกเชื่อมต่อเข้ากับโหนดด้วยหัวต่อพิเศษซึ่งต้องใช้ประสบการณ์บ้างในการต่อเข้ากับสายสัญญาณ

การใช้คู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวนอาจทำได้โดยใช้อุปกรณ์พิเศษในสายที่มาจากอะแดปเตอร์แลนหรือใช้อะแดปเตอร์ที่ใช้กับสายชนิดนี้ได้ แต่เทคนิคเหล่านี้ ต้องการความระมัดระวังในการติดตั้งและผมไม่แนะนำให้ใช้ ผมได้รับฟังเรื่องราวมากมายเกี่ยวกับปัญหาที่มาจากสัญญาณรบกวนที่ดูดซับโดยสายคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวน เนื่องจาก โทเกนต้องเดินทางวนรอบผ่านแต่ละสถานี ปัญหาสัญญาณรบกวนที่ปลายสายเส้นเดียวสามารถหยุดการทำงานของทั้งระบบได้

ความเร็วของ Ring

ผลิตภัณฑ์ Token-Ring ดั้งเดิม ส่งสัญญาณด้วยความเร็ว 4 เมกะบิตต่อวินาที ในปี 1989 IBM ได้ออก Token-Ring ที่ส่งสัญญาณด้วยความเร็ว 16 เมกะบิตต่อวินาที อะแดปเตอร์ 16 เมกะบิตจะทำงานที่ 4 เมกะบิตต่อวินาทีจะให้การตอบสนองช้ากว่า Ethernet 10 เมกะบิตต่อวินาที มีปัจจัยอื่นหลายอย่างนอกจากความเร็วในการส่งสัญญาณที่เป็ตตัวจำกัดทรูพุต โดยเฉพาะความเร็วของฮาร์ดดิสก์ในเซิร์ฟเวอร์ และอินเตอร์เฟรซ ระหว่างอะแดปเตอร์ กับบัสข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์มีองค์กรไม่กี่แห่งที่เห็นการเพิ่มทรูพุตของเครือข่ายโดยรวมจากการเปลี่ยนระบบ Token-Ring 4 เมกะบิตต่อวินาที เป็น 16 เมกะบิตต่อวินาที แต่ถ้าแผนงานเครือข่ายของรวมถึงโหนดนับร้อย เซิร์ฟเวอร์หลาย การลงทุนในเครือข่าย Token-Ring 16 เมกะบิตก็มีความเหมาะสม อย่างไรก็ตามการ ติดตั้ง Token-Ring บนสายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวน ทำให้เกิดปัญหาใหม่ ความยาวของสายสัญญาณและจำนวนโหนด ในแต่ละ Ring กำหนดได้จากแผ่นภาพที่ซับซ้อน สัญญาณที่เร็วขึ้นทำ ให้ถอดรหัสยากขึ้น และถูกรบกวนได้ง่ายกว่า Microtest มีผลิตภัณฑ์ที่ชื่อว่า Next Scanner สำหรับตรวจวัดระบบการเดินสายและรายงานความสามารถในการสนับสนุน Token-Ring 4 และ 16 เมกะบิต

บริษัทจำนวนมากเลือก Token-Ring เป็นสถาปัตยกรรมของระบบสาย และการควบคุมการเข้าถึงสื่อ โดยถูกกระตุ้นจากการสนับสนุนของ IBM ขณะที่ประโยชน์ในการทำงานของ Token-Ring เหนือ Ethernet ยังเป็นหัวข้อที่ถกเถียงกันอยู่ ต้องมองประโยชน์ที่แท้จริง และชั่งน้ำหนักเทียบกับราคาของการติดตั้งอะแดปเตอร์ Token-Ring สายสัญญาณ และ HUB เชื่อมสาย

ข้อจำกัด- จำนวนสถานีใช้งานสูงสุด : 260

- จำนวนข่อง 8228 units : 33
- ความยาวสูงสุดของ patch cable ระหว่าง 8228 units กับสถานีใช้งาน (ไม่รวมสายอะแดปเตอร์ : 100 เมตร
- ความยาวของ patch cable ทั้งหมดที่ต่ออยู่กับ 8228 untis : 775 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. StarLAN

StarLAN เป็นการใช้งานระบบเครือข่ายที่ใช้สายคู่บิดเกลียวของ AT&T โดยใช้โพรโทคอล CSMA/CD ถึงแม้ว่าความเร็วในระบบแบบ StarLAN จะแค่ 1 เมกะบิต ต่อวินาที เมื่อเทียบกับระบบแบบ Ethenet ที่มีความเร็วถึง 10 เมกะบิตต่อวินาทีก็ตามแต่ก็มีข้อดีตรงที่การเดินสายจะง่ายกว่า เมื่อเทียบกับสายแบบโคแอกเชียล

สายที่ใช้จะเป็นแบบ four-pair modular ซึ่งจะคล้ายกันกับสายโทรศัพท์แบบโมดูลาร์แต่ไม่สามารถใช้แทนกันได้เนื่องจากโครงสร้าง (configuration) ของ pin บน jack แตกต่างกัน ถ้าจำเป็นอาจใช้ AR&T DE8A-DE หรือสายโมดูลาร์และตัวเชื่อมต่อ 451-A ของ AT&T แทนได้

ระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบ StarLAN ใช้โทโพโลยีแบบดาว, daisy chain หรือทั้งสองแบบร่วมกันได้ ในการต่อแบบ diasy chain มีข้อดีคืออุปกรณ์แต่ละตัวจะเชื่อมต่อกับตัวต่อไปแบบอนุกรมด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบตัวที ซึ่งเป็นตัวให้สัญญาณออกของสถานีหนึ่งจะเป็นสัญญาณเข้าของอีกสถานีหนึ่ง

การต่อแบบ daisy chain เหมาะสำหรับระบบเครือข่ายที่มีไม่เกิน 10 สถานี และระยะห่างระหว่างปลายทั้งสองด้านต้องน้อยกว่า 122 เมตร

ถ้าเป็นระบบเครือข่ายที่มีความยาวเกินกว่า 122 เมตร จะต้องต่อโดยใช้โทโพโลยีแบบดาวแทน ซึ่งจะเป็นการต่อแต่ละอุปกรณ์ออกจากจุดศูนย์กลางที่เรียกว่า Network Extension Unit (NEU) ใน NEU แต่ละตัวจะต่อสถานีออกมาได้สูงสุด 11 สถานี และสายส่งข้อมูลของแต่ละสถานีจาก NEU จะยาวได้สูงสุด 245 เมตร ถ้าระบบมีสถานีมากกว่า 11 สถานีก็ต้องใช้ NEU หลายตัวซึ่งจะมี NEU ตัวหนึ่งเป็นตัวหลัก NEU ตัวอื่นจะต่ออยู่กับ NEU หลักด้วยสายส่งข้อมูลที่มีความยาวไม่เกิน 3 เมตร

StarLAN มีความยืดหยุ่นที่ยอมให้ทั้ง daisy chain และโทโพโลยีแบบดาวต่อยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกันได้เราสามารถขยายระยะทางได้โดยใช้โมดูลการเชื่อมต่อเครือข่ายต่อระหว่างระบบเครือข่าย StarLAN กับ Information Systems Network (ISN) data switch ของ AT&T ISN จะสนับสนุนการต่อหลายแบบซึ่งจะเพิ่มระยะทางได้เป็นหลายพันเมตรแต่การแปลงโพรโทคอลที่จำเป็นยังไม่มีซอฟต์แวร์สนับสนุนมากนัก เช่น NetWare ของ Novell ก็ไม่สนับสนุนการแปลงโพรโทคอลเพื่อใช้กับ ISN

ข้อจำกัด- การต่อแบบ daisy chain เหมาะสำหรับระบบเครือข่ายที่ไม่เกิน 10 สถานี และระยะทางระหว่าง ปลายทั้งสองด้านต่องน้อยกว่า 122 เมตร

- การต่อแบบดาวเป็นการต่ออุปกรณ์แต่ละตัวออกมาจาก NEU ซึ่ง NEU แต่ละตัวต่อสถานีงาน ออกไปได้ 11 สถานี
- สายส่งข้อมูลจาก NEU ถึงสถานีผู้ใช้ยาวได้ไม่เกิน 245 เมตร
- NEU ที่ต่อกับ NEU หลักต้องมีความยาวไม่เกิน 3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Token Bus

โทโพโลยีของระบบเครือข่ายที่จะใช้งานในโรงงาน ต้องมีความยืดหยุ่นสูงในด้านของความยาวสายส่งข้อมูล และความสามารถในการใช้โทโพโลยีแบบต้นไม้ หรือแบบดาว รวมทั้งการใช้ตัวทวนซ้ำสัญญาณ ระบบเครือข่ายที่ใช้จะต้องมีความเชื่อถือได้สูง มีระยะเวลาการตอบสนองต่ำ บัสแบบ Token – passing จะช่วยในด้านเหล่านี้ General Motors and the Society of Manufacturing Engineers ได้พัฒนารูปแบบของ manufacturing automation protocol (MAP) ขึ้นมาเพื่อใช้งานระบบเครือข่ายแบบ Token – passing Bus ซึ่งแนวคิดพื้นฐานเหล่านี้ถูกนำไปใช้กับระบบเครือข่าย ARCnet

มาตรฐาน IEEE 802.4 ได้กำหนด token bus ที่สามารถนำไปใช้งานโดยใช้เบสแบนด์ บรอดแบนด์หรือ Hybird application ได้ บัสจะมีการทำงานคล้ายกับ Token-ring ตรงที่อัลกอริทึมในการส่ง Token จะเป็นแบบเรียงลำดับจากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่ง

Token bus จะมีการทำงานเชิงตรรกเป็นระบบเครือข่ายแบบวงแหวน

หลังจากที่สถานีได้ส่งเฟรมของข้อมูลใด ๆ เรียบร้อยแล้ว สถานีจะส่งเฟรม token MAC ไปให้ตัวต่อไปจากมัน แล้วคอยฟังการตอบรับที่ตัวต่อจากมันว่าได้ยินเฟรมที่ส่งไปให้หรือไม่ แล้วตัวนั้นก็จะทำงาน (active) ถ้าผู้ส่ง token ไม่ได้ยินเฟรมที่ถูกต้องเมื่อคอยฟังครบ 4 ครั้งแล้ว มันจะส่งข้อมูลใหม่อีกครั้งแล้วถ้าตัวต่อไปจากมันยังไม่ส่งเฟรมที่ถูกต้องมาอีก โดยจะถือว่าตัวต่อไปจากมันเสีย ผู้ส่งจะส่งเฟรม Who follows ที่จะไปถามว่าใครเป็นสถานีที่อยู่ต่อจากสถานีที่เสีย เพื่อช่วยให้ผู้ส่งสามารถกำหนดสถานีถัดไปที่จะส่งข้อมูลไปให้ และส่ง token ไปให้

Response windows จะช่วยให้สถานีใหม่ต่อเข้าทางตรรกกับวงแหวนได้เฟรม solicit successor จะระบุช่วงของตำแหน่งของสถานีซึ่งสถานีที่เข้ามาจะตอบรับถ้ามันอยู่ในตำแหน่งช่วงนี้ สถานี solicite จะต้องกำหนดสถานีถัดไปถ้ามันตอบรับ

มีสื่อการส่งข้อมูล 3 แบบ และวิธีการส่งที่มีอยู่ในมาตรฐาน 802.4 สำหรับเวอร์ชัน 1 เมกะบิตต่อวินาทีจะใช้บัสแบบทางเดียว (omnidirectional) และสายส่งข้อมูลแบบโคแอกเชียล 75 โอห์มเช่น RG-6, RG-11 และ semirigid (CATV) สายที่ต่อออกไปจะเป็น stub แบบ 25 ถึง 50 โอห์ม ที่ยาวไม่เกิน 305 เมตร และสายส่งข้อมูลหลักจะต้องไม่มีการแยกแขนง (branch) ถ้าต้องการขยายระบบอาจจะใช้ active regenerative repeaters ก็ได้ สำหรับการแยกแขนงออกไป ระบบสัญญาณที่เดิมในสายจะถูกเข้ารหัสโดยวิธีแมนเชสเตอร์

สำหรับเวอร์ชันที่เป็นแบบเบสแบนด์ 5 ถึง 10 เมกะบิตต่อวินาที จะใช้บัสแบบ omnidirectional และสายส่งข้อมูลแบบ 75 โอห์ม หรืออาจใช้สายแบบ semirigid และต่อมาจังสถานีด้วย RG-6 ก็ได้ อุปกรณ์ทวนซ้ำสัญญาณแบบ active (active repeater) อาจจะถูกใช้เพื่อขยายระยะทางและการแยกแขนงระบบบัส สัญญาณในสายจะเป็นแบบ frequency shift keying (FSK) ที่มีการเข้ารหัสโดยตรงที่ frequency shift โดยเฉพาะ

ในเวอร์ชันที่เป็นแบบบรอดแบนด์จะใช้สายทรังก์แบบ semirigid ที่คล้ายกับสาย CATV ตัวขยาย (Amplifier) มาตรฐาน CATV จะใช้เพื่อเป็น head – end regenrative repeaters ที่จะจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณนาฬิกา สามารถใช้ความเร็วได้ 1, 5 และ 10 เมกะบิตต่อวินาทีกับช่องทางบรอดแบนด์ 1.5 , 6 และ 12 เมกะเฮิร์ตซ์ตามลำดับ สัญญาณจะเป็นแบบ Amplitude modulation ของสัญญาณความถี่วิทยุ 3 ระดับคือศูนย์, nondata, และหนึ่ง ระดับ nondata ใช้เพื่อให้มั่นใจในการ synchronization

Fast Ethernet

พูดอย่างง่าย ๆ คือ 100 Base T เป็น Ethernet รุ่นล่าสุด ดังนั้นมันจึงถูกเรียกว่า Fast Ethernet บริษัทหลายแห่ง เช่น Intel, National Semiconductor, 3Com,Sun Microsystems, Synoptics และบริษัทอื่นจำนวนมากได้ลงทุนอย่างมากในเทคโนโลยี Ethernet และพร้อมแล้วที่จะสนับสนุน Fast Ethernet

การติดตั้ง 100 Base T การเชื่อมต่อทำบนสายสัญญาณ EIA/TIA 568 Level 5 ซึ่งเป็นสายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวนเกรดสูงสุดในขณะนี้ ความยาวสายระหว่างโหนดและฮับยาวได้ถึง 100 เมตร fast Ethernet ยังคงใช้เทคนิค CSMA/CD ของ Ethernet ดั้งเดิมที่กำเนิดขึ้นในปี 1973

Ethernet ต้นฉบับและงานที่ตามมาของคณะกรรมการ IEEE 802.3 ได้ผลเป็นมาตรฐานที่ไม่ขึ้นอยู่กับความเร็ว ยกเว้นระยะแห่งระหว่างแพกเก็ต CSMA/CD ทำงานได้ในที่ ความเร็วใด ในทางปฏิบัติหมายความว่าผู้ค้าสามารถขายอะแดปเตอร์และฮับ Ethernet แบบความเร็วคู่ได้ในราคาประหยัดผู้ค้าจำนวนมากมีเทคโนโลยีชิป Ethernet ดังนั้นการแข่งขันในตลาดจะทำให้ราคาต่ำลง สุดท้ายการบริดจ์ระหว่าง Ethernet กับ fast Ethernet ค่อนข้างทำได้ง่าย ดังนั้นการเชื่อมโยง LAN รุ่นเก่ากับรุ่นใหม่จึงไม่เป็นปัญหา

Fast Ethernet มีสิ่งดึงดูดหลายอย่างและมีผลข้างเคียงที่สำคัญเพียงอย่างเดียวคือ มันต้องการระบบสายคุณภาพดี ขณะที่หลายองค์กรได้ติดตั้งสายสัญญาณ Level 5 แต่คุณภาพของสายสัญญาณไม่ได้ประกันถึงคุณภาพของการติดตั้ง ผู้ติดตั้งต้องตัดต่อสายอย่างระมัดระวังและใช้บล็อกเชื่อมต่อที่มีคอรสทอล์ก ต่ำ แต่องค์กรหลายแห่งไม่ใช่ส่วนใหญ่จะต้องทดสอบระบบสายก่อนที่จะติดตั้งอะแดปเตอร์ fast Ethernet

ATM (Asynchronous Transmission Mode)

Asynchronous Transmission Mode (ATM) เป็นแพกเก็ตสวิตชิงที่แบ่งสายข้อมูลออกเป็น cell ขนาด 48 ไบต์ เฮดเดอร์ขนาด 5 ไบต์ จะให้ข่าวสารของการจัดเส้นทางสำหรับกลุ่ม cell สถาปัตยกรรมนี้ลดโอเวอร์เฮด ในการสวิตช์ และทำให้องค์กรใช้ cell ข้อมูล ระหว่าง เดสก์ทอป เหมือนกับที่ใช้ระหว่างเมือง

เนื่องจาก cell มีขนาดเล็กข้อมูลที่ขึ้นกับเวลาอย่างเช่น เสียงและวีดีโอ สามารถรวมกับข้อมูลอื่นโดยถูกหน่วงเวลามาก ถ้า cell 2-3 cell มีลำดับไม่ถูกต้องการบัฟเฟอร์ เล็กน้อยก็จะดูแลการขัดจังหวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็ก ๆ นี้ การใช้งานเชิงการค้าครั้งแรกของ ATM อยู่ใน Switched Mulitmegabite Data Communication System (SMDS)

BellCore ได้กำหนดให้ SMDS อยู่บนพื้นฐานของมาตรฐาน IEEE 802.6 และบริการ 45 เมกะบิตต่อวินาทีของ SMDS กำลังถูกติดตั้งโดยบริษัทโทรศัพท์ทั่วสหรัฐอเมริกา

ก้าวต่อไปสู่เดสก์ทอปของ ATM จะเป็นแบ็กโบนระหว่างอับเชื่อมสาย รายชื่อบริษัทที่ขายฮับเชื่อมสายที่มีความสามารถของ ATM รวมถึง Ungermann-Bass, Synoptics และ Cabletron บริการ SMDS ที่เสนอโดยบริษัทท้องถิ่นจะดึงดูดผู้จัดการเครือข่ายจำนวนมาก ในฐานะของวิธีการเชื่อมโยง LAN .ในอุดมคติ แต่เมื่อเทคโนโลยี ATM ใกล้ชิดกับเดสก์ทอปมากขึ้น การเพิ่มความเร็วก็เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ อะแดปเตอร์ ATM สำหรับ PC ที่มี Slot 32 bit เช่น Intel PCI หรือ IBM MCA จะทำงานที่ 155 เมกะบิตต่อวินาที บนสายคู่ตีเกลียวและเส้นใยแก้วนำแสง มีข้อกำหนดสำหรับการทำงานที่มีความเร็วขณะนั้นบน UTP แต่ระยะทางของสายจะถูกจำกัดและมันจะต้องใช้การติดตั้งที่ดีมาก

ATM SWITCH

เป็นอุปกรณ์เครือข่ายที่มีความสำคัญอีก ชิ้นหนึ่งที่มีบทบาทมากในการส่งข้อมูล แบบ ATM ATM Switch เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงมาก ราคาเป็นหลายเท่า สามารถใช้ได้ทั้ง สาย UTP และ FIBER OPTIC เมื่อเราต่อ สาย FIBER OPTIC กับการเชื่อต่อ แบบ ATM แล้วจะสามารถใช้สายสัญญาณได้ไกล ถึง 2 กิโลเมตร การต่อใช้งาน ต้องมี CARD ATM ที่มีจำนวน PORT ตามที่ต้องการใช้งาน แต่ถ้า CARD ที่มี PORT มากก็จะราคาสูงตามไปด้วย ทางด้านเครื่องลูกข่ายก็ ต้องติดตั้ง Network Card ATM ไว้ด้วย สามารถที่จะนำมาใช้ร่วมกับ Network ชนิดอื่น ๆ ได้ ส่วนใหญ่ จะนำมาใช้ต่อข้ามระหว่างตึก 2 ตึก ที่มีระยะทางไกลๆ แต่ต้องการใช้ LAN ร่วมกัน เพราะฉะนั้น ATM จะมีราคาสูงมากต่อการติดตั้ง ใน LAN ที่มีต้นทุนสูง ๆ ไม่เหมาะกับ LAN ที่มีความสำคัญของการส่งข้อมูลน้อย จึงไม่คุ้มค่าที่จะหันมาใช้เทคโนโลยี ATM

ซอฟต์แวร์ระบบ (System Software)

ซอฟต์แวร์ระบบ จะหมายถึงโปรแกรมทุกโปรแกรมที่ทำหน้าที่ติดต่อกับส่วนประกอบต่างๆ ของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และอำนวยเครื่องมือสำหรับทำงานพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์ เช่น การแสดงรายชื่อแฟ้มที่เก็บในหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง การแสดงผลข้อความออกทางจอภาพ เป็นต้น

ซอฟต์แวร์ระบบประกอบด้วย ซอฟต์แวร์ 2 ประเภท คือ

1 ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบปฏิบัติการ หมายถึงชุดของโปรแกรมที่อยู่ระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ มีหน้าที่ในการควบคุมการปฏิบัติงานของฮาร์ดแวร์ และสนับสนุนคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ให้กับซอฟต์แวร์ประยุกต์ ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่นิยมใช้ในปัจจุบันเช่น MS-DOS, UNIX, Windows 95 และ Mac System 7 เป็นต้น ระบบปฏิบัติการมีหน้าที่หลักๆ คือ

- จัดการส่วนประกอบต่างๆ ของระบบคอมพิวเตอร์ เช่น หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำที่เก็บข้อมูลสำรอง และเครื่องพิมพ์
- จัดการงานในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้
- ให้บริการโปรแกรมประยุกต์อื่น เช่น การรับข้อมูล และการแสดงผล เป็นต้น ปกติแล้วโปรแกรมประยุกต์จะถูกเรียกให้เริ่มต้นทำงานผ่านระบบปฏิบัติการ

ระบบปฏิบัติการทำงานมากมายอยู่เบื้องหลังการทำงานของผู้ใช้ โดยเฉพาะระบบปฏิบัติการบนเครื่องเมนเฟรมหรือเครื่องที่มีขนาดใหญ่ก็ย่อมมีการทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้น เพราะต้องดูแลการทำงานหลายอย่างจากผู้ใช้หลายคนพร้อมๆ กัน

ระบบปฏิบัติการบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบันนี้ ระบบปฏิบัติการบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยม จะแยกตามฮาร์ดแวร์ที่ใช้งานได้เป็น 2 แบบ คือระบบปฏิบัติการที่ทำงานบนเครื่อง ไอบีเอ็มพีซี (IBM Personal Computer) หรือเลียนแบบไอบีเอ็มพีซี (IBM PC Compatible) และระบบปฏิบัติการที่ทำงานบนเครื่องแมคอินทอช (Macintosh) โดยปกติแล้ว โปรแกรมประยุกต์ใดๆ จะสามารถทำงานระบบปฏิบัติการตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น เช่น โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ดที่ถูกออกแบบมาให้ทำงานบนเครื่องไอบีเอ็มพีซี ก็จะไม่สามารถนำไปใช้งานบนเครื่อง แมคอินทอช เพราะเครื่องไอบีเอ็มพีซี จะนิยมใช้ระบบปฏิบัติการของไมโครซอฟต์ที่เรียกว่า เอ็มเอสดอส MS-DOS หรืออาจใช้ระบบที่ใหม่กว่าคือ ไมโครซอฟต์วินโดว์ (Microsoft Windows) หรือระบบปฏิบัติการแบบเปิดในตระกูลยูนิกซ์ เช่น SCO UNIX หรือ LINUX ในขณะที่เครื่องแมคอินทอชใช้ระบบปฏิบัติการที่ เรียกว่า แมคอินทอชซิสเต็มเซเว่น (Macintosh System 7) ซึ่งออกแบบโดยบริษัทแอปเปิล การที่เครื่องสองชนิดใช้ระบบปฏิบัติการต่างกัน เนื่องจากมีหน่วยประมวลผลกลางไม่เหมือนกัน ผู้ที่จะผลิตซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์จะต้องเลือกที่จะผลิตซอฟต์แวร์ให้ใช้บนระบบใดระบบหนึ่ง หรือถ้าจะให้ใช้ได้บนระบบปฏิบัติการสองชนิดก็ต้องพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นมาสองชุด

โดยมากผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จะไม่สนใจว่าจะใช้ระบบปฏิบัติการใด แต่จะเลือกซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่สามารถทำงานให้ได้ประโยชน์สูงสุดตามต้องการ แล้วจึงพิจารณาว่าซอฟต์แวร์นั้นทำงานระบบปฏิบัติการชนิดใด แต่ผู้ใช้บางกลุ่มก็เจาะจงเลือกใช้ระบบปฏิบัติการเอ็มเอสดอส เพราะมีซอฟต์แวร์ประยุกต์ให้เลือกใช้ได้มากมาย และผู้ใช้บางกลุ่มก็ต้องการใช้เครื่องแมคอินทอช เพราะมีระบบโต้ตอบผู้ใช้ที่ใช้งานได้ง่ายและสวยงาม

ระบบปฏิบัติการเอ็มเอสดอส(MS_DOS)

ผู้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนี้มักมีฮาร์ดดิสก์ติดอยู่ด้วยเสมอ เมื่อผู้ใช้เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการก็จะถูกเรียกจากฮาร์ดดิสก์มาไว้ในหน่วยความจำของเครื่องเพื่อเตรียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมที่จะใช้งานได้ทันทีที่ต้องการ ขั้นตอนที่ย้ายระบบปฏิบัติการเข้าสู่หน่วยความจำของเครื่องนั้นเรียกว่าการบูต (booting) ระบบ หรือ บูตสแตรป (bootstrap) ซึ่งมีขั้นตอนคือเมื่อเปิดสวิตช์เครื่องคอมพิวเตอร์ขึ้น โปรแกรมเล็กๆ ที่อยู่ในหน่วยความจำรอม (ROM) จะเรียกเอาส่วนประกอบพื้นฐานที่จำเป็นของระบบปฏิบัติการจากฮาร์ดดิสก์เข้ามาไว้ในหน่วยความจำหลัก ซึ่งจะได้ผลลัพท์บนจอภาพเป็น C> หรือ C:\> โดยที่ Cหมายถึงดิสก์ไดรฟ์ที่ทำงานอยู่ และเครื่องหมาย > หมายถึงการเตรียมพร้อมที่จะทำงาน (prompt) จากนั้นผู้ใช้ก็จะสามารถพิมพ์คำสั่งของเอ็มเอสดอสได้ทันที

ไมโครซอฟต์วินโดวส์

ไมโครซอฟต์วินโดวส์ หรือที่นิยมเรียกสั้นๆ ว่าวินโดวส์ มีระบบการติดต่อกับผู้ใช้ที่เป็นแบบกราฟิกที่มีสีสันสวยงามและสามารถใช้ได้ง่าย เรียกระบบที่ติดต่อกับผู้ใช้ลักษณะนี้ว่า GUI (Graphical User Interface) ซึ่งผู้ใช้บนระบบวินโดวส์จะทำงานกับ เมนู (menu) และรูปภาพที่เรียกว่า ไอคอน (icon) แทนที่จะเป็นการพิมพ์คำสั่งต่างๆ ดังรูป

เมนูดังรูปจะเรียกว่า พูลดาวน์เมนู (pull down menu) ซึ่งจะเป็นเมนูที่เมื่อทำการเลือกรายการที่ต้องการแล้ว จะมีรายการย่อถูกดึงลง (pull down) ให้ปรากฏออกมา นอกจากนี้จะมีเมนูอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า ป๊อปอัพเมนู (pop-up menu) ซึ่งจะปรากฏเป็นหน้าต่างย่อยซ้อนขึ้นมาด้านหน้าเมื่อเลือกรายการที่ต้องการ

ระบบวินโดวส์จะมีข้อดีที่สำคัญคือเอื้ออำนวยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย โดยการแสดงภาพกราฟิกบนจอภาพเมื่อผู้ใช้เปิดเครื่องขึ้นมา และผู้ใช้สามารถใช้เมาส์ในการชี้และคลิกที่ภาพเพื่อเลือกซอฟต์แวร์ที่ต้องการ แทนที่จะต้องพิมพ์เป็นคำสั่งเช่นเดียวกับดอส ดังนั้นระบบวินโดวส์จึงได้รับความนิยมในการใช้งานอย่างกว้างขวาง และได้มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชั่นใหม่ๆ อย่างต่อเนื่อง นับจาก Windows 3.0, Windows for Workgroup ซึ่งเป็น cooperative multitasking จนมาถึง Windows 95 ซึ่งเป็น preemptive multitasking และWindows NT ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการเครือข่ายแบบ Client/Server

ระบบปฏิบัติการเครือข่าย

ระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating System หรือ NOS) จะเป็นระบบปฏิบัติการที่ถูกออกแบบมาสำหรับจัดการงานด้านการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ และช่วยให้คอมพิวเตอร์ที่ต่ออยู่กับเครือข่ายสามารถใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ฮาร์ดดิสก์ หรือเครื่องพิมพ์ร่วมกันได้ ระบบปฏิบัติการเครือข่ายมีคุณสมบัติต่างๆ คล้ายกับระบบปฏิบัติการเอ็มเอสดอส แต่เพิ่มการจัดการเกี่ยวกับเครือข่ายและการใช้อุปกรณ์ร่วมกัน รวมทั้งมีระบบการป้องกันการสูญหายของข้อมูลด้วย

ระบบปฏิบัติการเครือข่ายที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน จะใช้หลักการประมวลผลแบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server) โดยส่วนประกอบสำหรับการเรียกใช้แฟ้มข้อมูลและการจัดการโปรแกรมจะทำงานอยู่บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ในขณะที่ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบปฏิบัติการเครือข่ายจะอยู่บนเครื่องไคล์เอนต์ เช่น การติดต่อกับผู้ใช้ การประมวลผล เป็นต้น การจัดการให้ผู้ใช้เห็นว่างานและอุปกรณ์ทั้งหลายที่ใช้นั้นเสมือนหนึ่งอยู่บนเครื่องไคลเอนต์เอง ถือว่าเป็นหน้าที่หลักอันหนึ่งของระบบปฏิบัติการเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบปฏิบัติการบนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่

เครื่องคอมพิวเตอร์ระดับใหญ่เช่นเครื่องระดับเมนเฟรม ได้ถูกพัฒนาขึ้นกว่าสองทศวรรษก่อนที่จะมีเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เสียอีก เครื่องระดับเมนเฟรมจะนำมาใช้ในด้านธุรกิจและการศึกษา ซึ่งจะมีผู้ใช้งานพร้อมๆ กันจำนวนมาก ทำให้ระบบปฏิบัติการของเครื่องระดับนี้มีการทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยต้องทำการดูแลสั่งงานโปรแกรมพร้อมๆ กันจำนวนหลายๆ โปรแกรม (miltitasking) การเข้าใช้งานเครื่องของผู้ใช้จำนวนหลายๆ คน (multiuser) การจัดลำดับและแบ่งปันทรัพยากรให้กับผู้ใช้ ตลอดจนการรักษาความเป็นส่วนตัวและความลับของผู้ใช้แต่ละคน

ระบบปฏิบัติการแบบเปิด (Open Operating System)

ในสมัยก่อนผู้ที่พัฒนาระบบปฏิบัติการคือบริษัทที่ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นระบบปฏิบัติการจึงถูกออกแบบให้สามารถใช้ได้เฉพาะกับเครื่องของบริษัทเท่านั้น เรียกระบบปฏิบัติการประเภทนี้ว่าระบบปฏิบัติการแบบปิด (Proprietary Operating System) ซึ่งแม้แต่ในปัจจุบันนี้เครื่องระดับเมนเฟรมผู้ขายก็ยังคงเป็นผู้กำหนดความสามารถของระบบปฏิบัติการของเครื่องที่ขายอยู่ อย่างไรก็ดี ปัจจุบันนี้เริ่มมีแนวโน้มที่จะทำให้ระบบปฏิบัติการสามารถนำไปใช้งานบนเครื่องต่างๆ กันได้ (Portable Operating System) เช่น ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (UNIX) เป็นต้น

ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1971 โดย Ken Thompson และ Dennis Ritchie จากห้องปฏิบัติการเบลล์ของบริษัท AT&T ซึ่งได้ทำการพัฒนาบนเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ของ DEC ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เป็นระบบที่สนับสนุนผู้ใช้งานจำนวนหลายคนพร้อมๆ กัน โดยใช้หลัก การแบ่งเวลา (time sharing) ต่อมาในปี ค.ศ. 1970 ได้มีการบริจาคระบบปฏิบัติการนี้ให้กับวงการศึกษา และมีการนำไปใช้ทั้งในมหาวิทยาลัย และวิทยาลัยต่างๆ มากมาย นักศึกษาจำนวนมากจึงได้ใช้ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ เป็นผลให้เมื่อนักศึกษาเหล่านั้นจบออกไปทำงาน ก็ยังเคยชินกับระบบปฏิบัติการยูนิกซ์และจัดหามาใช้ในองค์การที่ทำงานอยู่ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์จึงได้รับการยอมรับในวงการอุตสาหกรรมและวงการอื่นๆ อย่างแพร่หลาย และมีการใช้งานอยู่ตั้งแต่เครื่องระดับไมโครคอมพิวเตอร์ ไปจนถึงเครื่องระดับซูเปอร์คอมพิวเตอร์

ระบบเครือข่ายแบบบรอดแบนด์ (Broadband) จะตรงข้ามกับ Baseband นั่นคือจะเป็นการสื่อสารข้อมูลที่ตัวกลางในการส่งผ่านสัญญาณสามารถมีหลายช่องสัญญาณได้พร้อมๆ กัน โดยใช้วิธีแบ่งช่องความถี่ออกจากกัน ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถสื่อสารกันโดยใช้ช่องความถี่ของตนเองผ่านตัวกลางตัวเดียว ตัวอย่างเช่น ระบบเครือข่าย Cable TV ซึ่งสามารถส่งสัญญาณมาพร้อมกันหลายๆ ช่องบนสายสื่อสารเส้นเดียว และผู้รับก็สามารถเลือกช่องความถี่ที่ต้องการชมได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเครือข่ายระยะใกล้

CABLE (สายสัญญาณ)

มาตรฐาน IEEE 802.X

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ได้พัฒนามาราตราฐานชุดหนึ่ง บรรยายถึงระบบสายสัญญาณ โทโพโลยี ทางกายภาพและโทโพโลยีทางไฟฟ้าและวิธีการเข้าถึงของผลิตภัณฑ์เครือข่าย โครงสร้างคณะกรรมการของ IEEE มีหมายเลขกำหนดเหมือนระบบเลขฐานสิบ ของ Dewey คณะกรรมการทั่วไปที่ทำงานเกี่ยวกับมาตราฐานเหล่านี้คือ 802 อนุกรมทั้งหลายถูกกำหนดด้วยเลขทศนิยมซึ่งจะทำงานกับมาครราฐานคนละตัวกัน

มาตราฐานเหล่านี้อธิบายโปรโตคอลที่ถูกใช้ในเลเยอร์ 2 ชั้นล่างของ OSI โดยไม่ครอบคุมเลเยอร์ที่เหนือขึ้นไปดังนั้นการใช้ชื่อสามัญสำหรับมาตราฐาน IEEE (เช่น Token-Ring) จึงไม่สมบรูณ์ในการตอบคำถามว่า "ใช้เครือข่ายอะไร " คำตอบของคุณควรจะระบุแผงวงจรอินเตอร์เฟซด้วย รวมทั้งสื่อและโปรโตคอลเข้าถึงเช่นเดียวกับซอฟต์แวร์เครือข่าย

IEEE 802.3 และ 802.5

มาตรฐาน 802.5 บรรยายสถาปัตยกรรม Token-Ring งานของคณะกรรมการซึ่งได้รับความสนใจและชักนำจาก IBM มาตราฐานกล่าวถึงโปรโตคอลแบบ Token-passing ซึ่งถูกใช้บนเครือข่ายที่สถานีเชื่อมต่อเข้าด้วยกันในลักษณะพิเศษ ผสมผสานระหว่าง โทโพโลยีทางไฟฟ้าแบบ Ring กับโทโพโลยีทางกายภาพ Hub

ระบบ Token-Ring ของ IBM มีความสำคัญต่อผู้จัดการประมวลผลข้อมูลของบริษัท เนื่องจาก IBM ให้การสนับสนุนอินเตอร์เฟซจำนวนมากของ Token-Ring สำหรับเมนเฟรมภายใต้ System Application Architecture (SAA) เมนเฟรมและ พีซีจะแบ่งปันการใช้ข้อมูลบนเครือข่ายได้อย่างเท่าเทียมกัน

ในทางตรงกันข้าม IEEE 802.3 กล่าวถึงมาตราฐานที่มาจากระบบ Ethernet ซึ่งเกิดขึ้นก่อน มักใช้การส่งสัญญาณแบบ CSMA บนโทโพโลยีทางไฟฟ้าแบบบัส าตราฐานนี้ไรช่องว่างให้กับระนนสายหลายชนิดล่าสุดที่เพิ่มเติมในมาตราฐาน 802.3 คือ การส่งสัญญาณที่ 100 เมกะบิตต่อวินาที ภายใต้มาตราฐานที่เรียกกันว่า 100Base-X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสายของ IBM

ระบบสายของ IBM ก็เหมือนกับของส่วนใหญ่ของ IBM คือ ใช้งานได้กว้างมีความสามรถสูง และแพง IBM ได้พัฒนามาตราฐานสำหรับสายสัญญาณประเภทต่างๆ และได้รับรองผู้ผลิตบางรายที่ได้มาตราฐาน ประเภทของสายมีดังนี้

- Type 1 Cable เป็นสายหุ้มฉนวนพร้อมด้วยสายคู่ตีเกลียวสองคู่ทำจากลวดตัวนำเดี่ยว (ตรงข้ามกับสายถักเกลียวที่ Type 6) ใช้สำรับการส่งข้อมูล โดยเฉพาะกับเครือข่าย Token-Ring
- Type 2 Cable เป็นคู่สายของลวดตัวนำเดียวไม่หุ้มฉนวน 4 คู่ สำหรับสัญญาณเสียงโทรศัพท์และอีก 2 คู่ สายหุ้มฉนวนสำหรับข้อมูลอยู่ในปลอกหุ้มเดียวกัน
- Type 3 Cable สายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวน 4 คู่ สำหรับเสียงหรือข้อมูลเป็นสายโทรศัพท์แบบสายคู่ตีเกลียวรุ่นใหม่แบบ IBM
- Type 4 Cable ไม่มีข้อกำหนด
- Type 5 Cable เส้นใยแก้วนำแสง 2 เส้น
- Type 6 Cable สายหุ้มฉนวนพร้อมด้วยหุ้มสายตีเกลียว 2 คู่ทำจากลวดตัวนำถักเกลียวมีความอ่อนตัวมากกว่า Type 1 ได้รับการออกแบบมาสำหรบการส่งข้อมูล นิยมใช้ระหว่างคอมพิวเตอร์กับจุดต่อข้อมูลในผนัง
- Type 7 Cable ไม่มีข้อกำหนด
- Type 8 Cable สายคู่ตีเกลียวชนิดพิเศษสำหรับเดินใต้พรมได้รับการออกแบบให้ลดรอยนูนบนพรมให้น้อยที่สุด
- Type 9 Cable สายคู่ตีเกลียวหุ้มฉนวน 2 คู่ปลอกหุ้มทำจากสารทนไฟ สำหรับใช้เดินระหว่างชั้นของอาคาร

Cable สามารถแบ่งได้หลายชนิด

1. **สายส่งข้อมูลชนิดสายหุ้มบิดเกลียวแบบหุ้มฉนวน**

สายคู่ตีเกลียวสำหรับโทรศัพท์ไม่มีฉนวนหุ้มภายนอก ตรงข้ามกับสายคู่ตีเกลียวสำหรับข้อมูลซึ่งมีฟอยล์อลูมิเนียมหรือลวดทองแดงถักสานเป็นฉนวน เพื่อลดการดูดซับสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า ดังนั้นมันจึงผสมคุณสมบัติการเป็นฉนวนทั้งของสายโคแอกเชียบและสายคู่ตีเกลียว บริษัทต่างกันมีข้อกำหนดสำหรับสายชนิดนี้เป็นของตนเอง มาตรฐานของ IEEE ใช้กับระบบที่เหมือนกับ Token-Ring IBM วางแผนเพิ่มความน่าเชื่อถือ (และค่าใช้จ่าย) โดยการใช้สายสัญญาณเดินแยกจากกันระหว่งเซิร์ฟเวอร์หรือสถานีโคลเอนต์ทุกเครื่องกับฮับเชื่อมสาย ระบบสายแบบนี้เพิ่มปริมาณสายที่ต้องใช้ แต่มันป้องกันความเสียหายของเครือข่ายทั้งหมด ในกรณีที่มีสายเส้นหนึ่งขาดหรือลัดวงจร IBM ใช้หัวต่อพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายโคแอกเซียล โดยเฉพาะ RG-59 หรือ RG-62 ติดตั้งได้ง่ายกว่าสายคู่ตีเกลียวหุ้มฉนวน และมันมีข้อดีด้านการด้านทางสัญญาณรบกวนเช่นเดียวกัน แต่ถ้าต้องการการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลและภูมิคุ้มกันสัญญาณรบกวน ไม่มีใครเอาชนะการส่งสัญญาณด้วยแสงได้
สายส่งข้อมูลแบบนี้สามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงถึง 10 Mb/s

ข้อดี

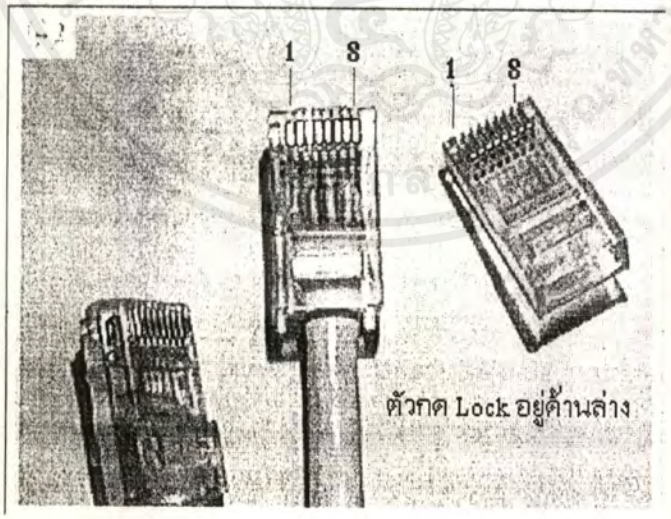
- มีราคาถูก
- ใช้งานง่าย
- ติดตั้งง่ายและมีน้ำหนักเบา
- มีการรบกวนทางไฟฟ้าต่ำ

ข้อเสีย

- มีอัตราการส่งข้อมูลต่ำ มีความกว้างแถบสัญญาณ (Bandwidth) แคบ ทำให้ไม่เหมาะที่จะส่งข้อมูลโดยใช้เทคนิคการส่งข้อมูลแบบอนาลอค ที่เรียกว่า บรอดแบนด์
- มีระยะทางการส่งข้อมูลสั้นกว่าสายแบบโคแอคเซียล

2. สายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวน

สายคู่ตีเกลียวทำจากตัวนำคู่ที่มีฉนวนแยกจากกัน และพันกันเป็นเกลียวอยู่ภายในปลอกหุ้ม การพันเป็นเกลียวของคู่สายทำให้เกิดผลของการเป็นฉนวนให้แก่กัน แม้ว่าผลนี้จะช่วยลดการดูดซับและการแผ่รังสีของพลังงานไฟฟ้า แต่ก็ไม่มีประสิทธิภาพเท่าตัวนำถักสานหรือฟอยล์ที่หุ้มภายนอก



สายโทรศัพท์ไม่หุ้มฉนวน

ผู้ใช้มักโยงสายคู่ตีเกลียวเข้ากับสายโทรศัพท์ แต่สายโทรศัพท์ไม่ได้เป็นสายคู่ตีเกลียวทั้งหมด ตัวนำในแต่ละคู่ของสายคู่ตีเกลียวถูกพันเข้าด้วยกันเพื่อลดการเชื่อมโยงทางไฟฟ้าระหว่างกัน และลดปริมาณสัญญาณรบกวนจากภายนอก แต่สายโทรศัพท์มีหลายชนิดที่ไม่พันเกลียว สายแบบ Quad ที่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามบ้านมีตัวนำขนานกันสี่เส้นในสายเดียว การเดินสายโทรศัพท์ในอาคารเก่าหลายอาคารออกแบบไว้สำหรับระบบโทรศัพท์ในอาคารเก่าหลายอาคารออกแบบไว้สำหรับระบบโทรศัพท์แบบคีย์ ซึ่งใช้โทรศัพท์ที่มีปุ่มเลือกคู่สายและสายสัญญาณแบบมัลติคอนดักเตอร์ (multiconductor) อาคารสมัยใหม่มีการเดินสายในระบบที่เรียกว่า ซิลเวอร์ซาติน (silver satin) สายแบบนี้มีลักษณะแบนและมีปลอกเป็นซิลเวอร์ไวนิล (silver aenyl) แต่ไม่มีระบบสายแบบใดเหมาะสมกับบริการข้อมูลบนแลนสมัยใหม่

สายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวนได้รับความนิยมจากผู้ซื้อเครือข่ายมาก แต่เป็นการนิยมอย่างปราศจากความเข้าใจแนวคิด หรือมีข้อมูลที่ล้าสมัย ก่อนที่จะตัดสินใจใช้ UTP พิจารณาว่าการตัดสินใจของอยู่บนพื้นฐานความคิดเหล่านี้หรือไม่

- UTP มีราคาถูก อาจเป็นไปได้ แต่ขณะที่ตัวสายมีราคาต่ำ ค่าแรงในการเดินสายจะเป็นค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ เส้นใยแก้วนำแสงอาจมีราคาสิบเท่าของ UTP แต่ค่าติดตั้งมากกว่า $1 ต่อฟุตเล็กน้อย ซึ่งค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโดยผู้รับเหมาระบบไฟฟ้าอาจมากกว่าค่าวัสดุมาก
- สามารถใช้ UTP ที่มีอยู่แล้วในผนัง อาจเป็นไปได้เช่นกัน แต่คุฯต้องวิเคราะห์ว่าสายทุกเส้นตรงข้อกำหนดเรื่องความยาว สัญญาณรบกวนและข้อกำหนดทางไฟฟ้าอื่น ๆ สำหรับสถาปัตยกรรมเครือข่ายที่ต้องการใช้
- UTP ให้การเดินสายแบบดาวที่มีความน่าเชื่อถือ เรื่องนี้แน่นอน แต่ก็ไม่ได้มีแต่ใน UTP คอนเซนเตรเตอร์สมัยใหม่ทำให้สามารถจัดรูปแบบสายชนิดใดก็ได้เป็นโทโพโลยีแบบดาว มาตรฐานสำหรับ UTP ของ EIA/TIA และ UL ทำให้ใช้สำหรับการติดตั้ง เครือข่ายทุกชนิดในทางปฏิบัติ ได้ แบบแปลนการเชื่อมสายที่ผมชอบเป็นส่วนตัวยังคงเป็นระบบที่ใช้สายโคแอกเชียลชนิดบางในรูปแบบดาว แต่องค์กรส่วนมากพบว่า UTP เป็นคำตอบที่สะดวกมากกว่า

แม้ว่าจะมี UTP ติดตั้งอยู่ในอาคารสำหรับระบบโทรศัพท์อยู่แล้ว จะต้องเดินสายเพิ่มขึ้นสำหรับการติดตั้งเครือข่ายใหม่ คาดว่าจะต้องจ่ายประมาณ $10 ต่อฟุตสำหรับค่าสายบวกกับค่าแรงและชิ้นส่วน เช่น ตู้เชื่อมสายและแจ็กติดผนังค่าฮับเชื่อมสายที่รองรับได้ 20 โหนดประมาณ $2000 ค่าใช้จ่ายประมาณ $100 ต่อโหนดนี้หักล้างคำพูดสนับสนุนการเดินสายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวนด้วยเหตุผลเรื่องค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง

เปรียบเทียบกับสายโคแอกเชียลชนิดบาง ราคาประมาณ $15 ต่อฟุต แต่สามารถให้สายน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของสายคู่ตีเกลียว เพราะว่า thin Ethernet ใช้การเดินสายแบบจุดต่างจากการเดินสายแบบดาวของ 10 Base T ค่าใช้จ่ายทางฮาร์ดแวร์สำหรับการเชื่อมต่อสายโคแอเชียลประมาณ $5 ต่อสถานี โดยสมมติว่าผู้ค้าแผงวงจรแลนให้หัวต่อแบบ T สำหรับแผงวงจรแต่ละตัวมาด้วยจากการตรวจสอบอย่างใกล้ชิด ค่าใช้จ่ายต่ำและโอกาสที่จะใช้สายที่เนไว้อยู่แล้วไม่ใช่ข้อได้เปรียบเทียบหลักของสายคู่ตีเกลียว เราลองมาพิจารณาประโยชน์ที่แท้จริงของมัน

แม้ว่าต้องเดินสายคู่ตีเกลียวเพิ่มเติมในการติดตั้งแลน อย่างน้อยสายแบบเดียวกันนี้สามารถใช้กับระบบโทรศัพท์ได้ (แม้ว่าผมไม่แนะนำให้เดินสายสัญญาณและสายโทรศัพท์บนคู่ที่อยู่ในปลอกหุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกัน เนื่องจากปัญหาครอสทอล์ก) เทคโนโลยีของสายคู่ตีเกลียวต่างจากสายโคแอกเชียล และสายคู่ตีเกลียวหุ้มฉนวนตรงที่มันให้ความคุ้นเคยแก่ช่างเทคนิคที่มีอยู่ ถ้าผู้ติดตั้งปฏิบัติตามกฎสองสามข้อ (เช่น รักษาระยะห่างสูงสุดระหว่างคอมพิวเตอร์และฮับไม่เกิน 330 ฟุต และหลีกเลี่ยงแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า) การติดตั้งก็ทำได้ง่าย

<u>การหลีกเลี่ยงปัญหาของสายคู่ตีเกลียว</u>

ซัปพลายเออร์ระบบโทรศัพท์ เช่น AT&T, Northern Telecom, บริษัทกลุ่ม Bell และบริษัท PBX อื่น ๆ มีมาตรฐานสำหรับระบบสายโทรศัพท์ มาตรฐานของพวกเขาและระบบสายที่ได้นั้นไม่เหมือนกัน แต่มันใกล้เคียงกันมากพอที่จะถือวาระบบสายของพวกเขาสามารถขนส่งข้อมูลของได้คือ มีคู่สายว่างมากพอ

หัวใจของทุกระบบเหมือนกันคือ ตู้เชื่อมสายที่มีแถวของพันช์ดาวน์บล็อก (punch-down blocks) บางบริษัทเรียกมันว่า telco splice blocks และผู้มีประสบการณ์รู้จักมันในชื่อ Type 66 blocks ไม่ว่ามันจะมีชื่อว่าอะไร จุดเชื่อมสายศูนย์กลางนี้มักจะกลายเป็นจุดรวมข้อผิดพลาดที่ศูนย์กลางของระบบสาย

พันช์ดาวน์บล็อกได้ชื่อมาจากการใช้เครื่องมือพิเศษกดสายลงไประหว่างร่องของตัวหนีบสาย ตัวหนีบสายจะเฉือนทะลุปลอกหุ้มพลาสติกของสายและสัมผัสกับตัวนำข้างใน พันช์ดาวน์บล็อกทำให้การติดตั้งเปลี่ยนแปลงทำได้ง่าย และที่หลีกเลี่ยงปัญหาการลัดวงจรของระบบโทรศัพท์ อย่างไรก็ตามคุณภาพของการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าจะแปรผันไปได้มาก หน้าสัมผัสระหว่างตัวหนีบกับสายมีขนาดเล็กและความชื้น การตกผลึก การแยกด้วยไฟฟ้า และการสึกกร่อน สามารถลดคุณภาพการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า ในระบบเสียงการเชื่อมต่อที่ไม่ดีทำให้เสียงเบาลงหรือเกิดเสียงรบกวน หูและสมองของมนุษย์จัดการกับปัญหานี้ได้อย่างน่าชื่นชมแต่โชคไม่ดีที่ระบบคอมพิวเตอร์ยืดหยุ่นน้อยกว่ามนุษย์

AT&T และบริษัทอื่นมีบล็อกต่อสายชนิดใหม่ AT&T เรียกมันว่า Type 100 มันใช้เทคนิคการพันสายและใช้หน้าสัมผัสทองเพื่อให้ได้การเชื่อมต่อที่ดีกว่า ถ้ามีปัญหาการส่งข้อมูลด้วยการใช้สายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวน และเมื่อย้ำสายใหม่หรือขยับสายบนบล็อกต่อสายแล้วทำให้สภาพเปลี่ยนไป ควรพิจารณาการเปลี่ยนไปใช้บล็อกต่อสายรุ่นใหม่กว่า (และราคาสูงกว่า)

ผมได้ใช้เนื้อที่มากกับการเชื่อมต่อแลนด้วนสายคู่เกลียวไม่หุ้มฉนวน เนื่องจากวิธีการเชื่อมต่อโหนดของเครือขายแบบนี้กำลังมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างไรก็ตามสายคู่ตีเกลียวหุ้มฉนวนกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากมันเป็นตัวเลือกของ IBM สำหรับระบบเครือข่าย Token-Ring

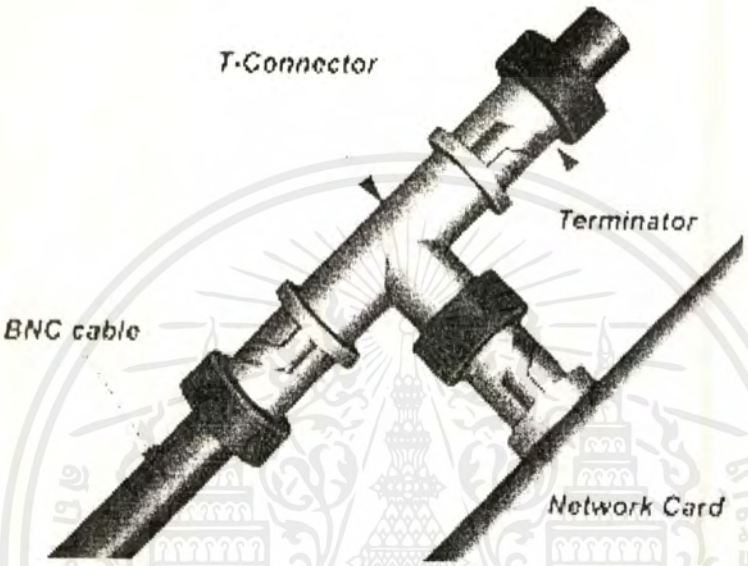
3. สายส่งข้อมูลแบบโคแอคเชียล

สายโคแอกเชียลประกอบด้วยแกนเป็นลวดทองแดงทั้งชนิดลวดแข็งหรือลวดถัก หุ้มด้วยฉนวนหรือลวดทองแดงสานกัน หรือฟอยล์โลหะ ลวดทีสานกันและตัวนำตรงกลางมีแกนร่วมกัน และเป็นที่มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของชื่อ โคแอกเชียล (coaxial) ฉนวนพลาสติกที่ยืดหยุ่นจะแยกระหว่างตัวนำชั้นในและชั้นนอก และมีฉนวนอีกชั้นหุ้มลวดที่สานกันด้านนอกรูปที่ 5.6 เป็นสายสัญญาณ Ethernet ชนิดหนาและบาง

ตัวนำภายนอกเป็นตัวป้องกันสัญญาณไฟฟ้าจากภายนอก และลดการแผ่รังสีของสัญญาณภายใน ระยะห่างระหว่างตัวนำทั้งสองชนิดของฉนวน และปัจจัยอื่นเป็นตัวกำหนดลักษณะทางไฟฟ้าตัวหนึ่งของสายสัญญาณคือ อิมพีแดนซ์



แบบแผนการส่งสัญญาณที่แตกต่างกัน เช่น Ethernet, ARCnet และ IBM 3270 ใช้สายสัญญาณที่มีอิมพีแดนซ์ต่างกัน และไม่สามารถแทนกันได้ ไม่อาจตัดสินอิมพีแดนซ์ของสายจากการมองถ้าไม่อ่านชนิดของสายบนตัวสายสัญญาณ ซึ่งกำหนดเป็นตัวอักษรและตัวเลข เช่น Ethernet ใช้สาย RG-58 และ ARCnet ใช้สาย RG-62

มันต้องใช้ประสบการณ์และการฝึกฝนเล็กน้อยในการติดตั้งหัวต่อบนสายโคแอกเชียล แต่ทักษะเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากการติดตั้งไม่ดีเพียงจุดเดียวสามารถทำให้เครือข่ายทั้งหมดไม่ทำงานได้ หัวต่อสมควรใช้อย่างดีที่ชุบด้วยเงิน ไม่ใช่ดีบุก และควรลงทุนสำหรับเครื่องมือเข้าสายอย่างดี ด้านบนรูป แสดงหัวต่อ BNC ที่ต่อกับสายโคแอกเชียล สังเกตที่หัวต่อแบบ T สำหรับ Cheap Ethernet ขอให้ใช้แต่หัวต่อที่ตรงข้อกำหนดทางการทหาร UG-274 หัวต่ออย่างดีมีราคาขายปลีก $6 ถึง $10 ต่อตัว และเครื่องมือเข้าสายราคา $150 อาจทำให้อยากตัดทอน แต่เชื่อเถิดว่าการทำเช่นนั้นเป็นการพนันที่ไม่ดี

ในทำนองเดียวกันอย่าตระหนี่กับสายสัญญาณ บนสายสัญญาณ Ethernet ควรมีรหัส RG-58/A-AU หรือตรงตามข้อกำหนด IEEE 802.3 อย่าสับสนระหว่างสาย RG-58/A-AU อิมพีแดนซ์ 53 โอห์ม กับสาย RG-62/A-AU อิมพีแดนซ์ 73 โอห์มซึ่งใช้ใน ARCnet, IBM 3270 และระบบอื่น ๆ อุนสาหกรรมวิทยุถูกทำให้ยุ่งยากโดยสายสัญญาณโคแอกเชียลคุณภาพต่ำที่ปล่อยให้พลังงานสูญเสียไปอย่างไม่อาจยอมรับได้ที่ความถี่สูง ๆ สายสัญญาณแลนไม่ต้องส่งความถี่สูงดังนั้นปัญหานี้จึงไม่แสดงให้เห็นในสองสามปีจนกระทั่งฉนวนแตกร้าวและคุณลักษณะของสายสัญญาณเปลี่ยนไปใช้สายสัญญาณที่มีย่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีมาตรฐานรองรับเสมอ การลงทุนในหัวต่อเครื่องมือ และสายสัญญาณอย่างดี จะให้ผลตอบแทนเป็นเวลาหลายปี

สายสัญญาณชนิดหนาสำหรับแบ็กโบนที่ถูกใช้ในเครือข่าย Ethernet ดั้งเดิมต้องการการจัดการเป็นพิเศษ สายสัญญาณ thick Ethernet มีเครื่องหมายบอกระยะทางบนผิวนอกของฉนวนเพื่อแสดงระยะหนึ่งส่วนสี่ของความยาวคลื่น มันมีความสำคัญที่จะติดตั้งเทอร์มิเนเตอร์ตรงจุดที่ทำเครื่องหมายเป็นสีดำที่ปลายทั้งสองข้างจากนั้นเมื่อต่อเข้าสู่สายสัญญาณที่จุดซึ่งทำเครื่องหมายไว้ระหว่างนั้นทรานซีฟเวอร์จึงจะเห็นอิมพีแดนซ์ที่ถูกต้อง ถ้าคลาดเคลื่อนมากกว่าสองสามนิ้ว ในทางทฤษฎีจะทำให้อิมพีแดนซ์ไม่เท่ากันและเกิดการสะท้อนของสัญญาณขึ้นในสายซึ่งอาจเป็นสาเหตุของปัญหา

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติมีรายงานว่า thick Ethernet ทำงานได้แม้ว่าจะมีการจัดการไม่ถูกต้อง แทนที่จะกังวลกับปัญหาในสายสัญญาณแบ็กโบน ผมสนใจความผิดปกติที่เล็กกว่า เช่น อะแดปเตอร์ที่ไม่ดี หรือทรานซีฟเวอร์ที่มีสวิตช์ Signal Quality Error (SQE) เปิดไว้ SQE เป็นคุณสมบัติเก่าที่ทำให้เกิดปัญหามากกว่าแก้ปัญหา ผู้ติดตั้งพูดกันว่า SQE มีตัวอักษรสามตัวเท่ากับ OFF พอดี และนั่นบอกให้รู้ว่าจะทำอะไรกับสวิตช์นี้

thick Ethernet ติดตั้งได้ยาก เนื่องจากขนาดของสายสัญญาณและฮาร์ดแวร์ที่ยุ่งยากในการเชื่อมต่อ แต่เมื่อมันอยู่ในผนังแล้ว มันควรจะทำงานจนกระทั่งอาคารพัง
สายส่งข้อมูลแบบนี้สามารถส่งข้อได้ด้วยความเร็วสูงถึง 350 Mb/s

สายโคแอคเชียลแบบหนา ส่งข้อมูลได้ไกลกว่าสายโคแอคเชียลแบบบางแต่มีราคาแพงและมีความยืดหยุ่นในการทำงานน้อยกว่า การติดตั้งเดินสายหรือย้ายตำแหน่งยากกว่า

ข้อดี

- ใช้ได้กับระบบการส่งข้อมูลทั้งแบบดิจิตอลหรือเบสแบนด์และแบบอนาลอคหรือบรอดแบนด์ โดยวิธีการส่งข้อมูลแบบบรอดแบนด์สามารถใช้ช่วงสัญญาณได้ในช่วงตั้งแต่ 10 - 300 MHz
- สามารถส่งข้อมูลได้ไกลกว่าสายคู่บิดเกลียวหุ้มฉนวน
- สามารถส่งได้ทั้งเสียง สัญญาณวีดีโอ และข้อมูล
- ติดตั้งง่าย

ข้อเสีย

- สายโคแอคเชียลแบบหนามีความแข็ง ทำให้ลำบากเวลาติดตั้งในมุมห้อง
- มีราคาแพง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงกว่าสายส่งข้อมูลแบบสายคู่บิดเกลียว
- เนื่องจากใช้ตัวนำไฟฟ้ามาช่วยในการหุ้มสายส่ง ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน (Noise) ได้มาก การเพิ่มตัวหุ้มอีกชั้นหนึ่งก็จะช่วยลดปัญหานี้ได้แต่ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งก็จะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.สายส่งข้อมูลแบบเส้นใยแก้วนำแสง

เส้นใยแก้วนำแสง ทำมาจากเส้นใยแก้ว แส้นใยแก้วนำแสงนี้นำช่องสัญญาณเสียงสเตอริโอจำนวนมากไปสู่ผู้โดยสารเครื่องบิน เพื่อกำจัดน้ำหนักหลายร้อยปอนด์ของสานโลหะ รถยนต์บางรุ่น เช่น Corvette ของ Chevrolet ใช้เส้นใยแก้วนำแสงเป็นเส้นทางเดินของแสงจากภายนอกมายังแผงหน้าปัด เดี๋ยวนี้แม้แต่เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ของพีซีก็สามารถใช้เส้นใยแก้วนำแสงได้

เส้นใยแก้วนำแสงทำจากใยแก้วบางขนาดเส้นผมหุ้มด้วยวัสดุสร้างความแข็งแรงเช่น เคฟลาร์ (kevlar)
เลเซอร์ไดโอด หรือ LED ดวงเล็ก ๆ จะส่งพัลซ์ของแสงที่แทนข้อมูลดิจิตอล 0 และ 1 ผ่านเส้นใยแก้วนำแสง

เส้นใยแก้วนำแสงมีข้อดีหลายประการเหนือสายทองแดง เช่น ปลอดจากการรบกวนทางไฟฟ้า มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก และทีศักยภาพในกการขนส่งข้อมูลปริมาณมากด้วยความเร็วสูงเป็นระยะทางไกล

ในทางปฏิบัติ เทคโนโลยีแลนที่ใช้เส้นใยแก้วนำแสงใช้เส้นใยสองเส้นเดินไปยังแต่ละโหนด ดังนั้นข้อได้เปรียบในเรื่องขนาดที่เล็กกว่าจึงหมดไปในการคิดตั้งจริง เส้นใยแต่ละเส้นจะพาข้อมูลไปในทิศทางตรงข้ามกันสำหรับการสื่อสารสองทางตลอดเวลา

สองสามปีก่อน ความหวังของระบบเส้นใยแก้วนำแสงมาจากแบนด์วิดธ์ของมันคู่สายโทรศัพท์หลายร้อยคู่ หรือการส่งข้อมูลความเร็วสูงสามารถเดินทางผ่านแส้นใยแก้วนำแสงขนาดสองเท่าของเส้นผมเพียงเส้นเดียว บริษัทโทรศัพท์กำลังใช้เทคโนโลยีเส้นใยแก้วนำแสงในลักษณะนี้เมื่อทำการขยายหรือเปลี่ยนระบบ

คนส่วนใหญ่คิดว่าการเคลื่อนย้ายข้อมูลผ่านเส้นใยแก้วนำแสงด้วยความเร็วที่ไม่เคยเป็นไปได้มาก่อน แต่ความเร็วไม่ใช่ข้อได้เปรียบเขหลักของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่แบบเส้นใยแก้วนำแสงบนพีซี การติดตั้ง EIA/TIA level 5 UTP สามารถขนส่งข้อมูลที่ 155 เมกะบิตต่อวินาที ข้อได้เปรียบใหญ่ที่สุดมาจากระยะทางที่เพิ่มขึ้น เส้นใยแก้วนำแสงทำให้เชื่อมต่อได้ไกลขึ้นโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทวน สัญญาณรบกวนและให้ปลอดจากการรบกวนโดยสิ้นเชิงในสภาพแวดล้อมที่เต็มไปด้วยสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า แต่มันไม่ได้เคลื่อนย้ายข้อมูลเร็วขึ้นแต่อย่างใด ระบบเส้นใยแก้วนำแสงที่แทนที่สายทองแดงใช้รูปแบบการเดินสายแบบดาวจากศูนย์เชื่อมสาย ๖wiring center) ไปยังแต่ละโหนดหรือเพียงแต่เชื่อมต่อศูนย์เชื่อมสายที่อยู่ห่างกันเข้าด้วยกัน Codenoll Technology Corp., Proteon Inc. และ PureData Inc. ขายอะแดปเตอร์แลนสำหรับพีซีที่ใช้กับเส้นใยแก้วนำแสงแทนสายสัญญาณแลนปกติ

ระยะทางและความน่าเชื่อถือเป็นคุณค่าหลักของเส้นใยแก้วนำแสง แต่การรักษาความปลอดภัยก็มีความสำคัญเท่าเทียมกันสำหรับผู้ใช้หลายคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทาง

แม้ว่าสัญญาณบนสายทองแดงและแสงบนเส้นใยแก้วนำแสงเดินทางไปด้วยความเร็วเท่า ๆ กัน แต่แสงเดินทางไปโดยพบความต้านทานน้อยกว่า ดังนั้นสัญญาณแสงจึงเดินทางได้ไกลกว่าและมีการลดทอนน้อยกว่า การเชื่อมโยงด้วยเส้นใยแก้วนำแสงจากระบบแลนบนพีซี สามารถเดินเป็นระยะทางมากกว่า 3.5 กิโลเมตรโดยไม่ต้องใช้รีพีตเตอร์ ซึ่งมากกว่าระยะทางสูงสุดของสายโคแอกเชียลถึง 11 เท่า และมากกว่าระยะทางของระบบสายคู่ตีเกลียวถึง 15 เท่า (จากข้อจำกัดทางสถาปัตยกรรมทำให้ระยะทางรวมของเครือข่าย Ethernet ถูกจำกัดไว้ที่ 2.5 กิโลเมตร)

ความน่าเชื่อถือ

สาเหตุหลักที่ทำให้ระบบเส้นใยแก้วนำแสงมีความน่าเชื่อถือ คือ การที่มันไม่รับสัญญาณหรืออิมพัลส์ไฟฟ้า โดยไม่คำนึงถึงการหุ้มฉนวน การบายพาส (bypassing) และการลงกราวด์ (grounding) สายทองแดงยังทำตัวเป็นสายอากาศด้วย ยิ่งสายยาวมากขึ้นก็ยิ่งดูดซับพลังงานมากขึ้นทั้งจากมอเตอร์ เครื่องส่งวิทยุ สายไฟฟ้ากำลังและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ นอกจากนี้สายโลหะสามารถทำให้แรงดันไฟฟ้าในกราวด์ต่างกันเกิดเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า กราวด์ลูป (ground loop) ซึ่งเหนี่ยวนำสัญญาณรบกวนหรือทำให้เกิดประกายไฟจากสายโลหะ พลังงาน จากแหล่งกำเนิดเหล่านี้ทำให้สัญญาณข้อมูลในสายผิดเพี้ยนไป เป็นสาเหตุของแพกเก็ตเสียหรือความไม่น่าเชื่อถือในบางครั้ง เส้นใยแก้วนำแสงมีภูมิคุ้มกันต่อสนามไฟฟ้าทุกชนิด มันจึงนำพาสัญญาณที่สะอาดและไม่เคยเกิดประกายไฟ

โทโพโลยีทางกายภาพของแลนแบบเส้นใยแก้วนำแสงมีส่วนเพิ่มความน่าเชื่อถือด้วยระบบแลนแบบเส้นใยแก้วนำแสงทุกชนิดใช้โทโลโลยีแบบฮับ หมายความว่าสายสัญญาณจะเดินจากสถานีงานไปยังฮับศูนย์กลางถ้ามีสายสัญญาณเส้นหนึ่งขาดไป เครือข่ายก็ยังคงทำงานได้ รูปแบบนี้แตกต่างจากวิธีเดินสายจากสถานีสู่สถานีหรือแม้แต่ระบบฮับของสายโคแอกเชียลบางระบบ ซึ่งเครือข่ายทั้งหมดจะไม่ทำงานสายเส้นหนึ่งลัดวงจร หรือกับหัวต่อหนึ่งปล่อยลอยไว้ นอกจากนี้ฮับยังเป็นจัดสำหรับแปลงการเชื่อมโยงระหว่างสายทองแดงและเส้นใยแก้วนำแสงด้วย

เส้นใยแก้วนำแสงมีหลายชนิด AT&T สนับสนุนเส้นใยแก้วนำแสงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน (core) 62.5 ไมครอน (หนึ่งไมครอนเท่ากับ 1/25000 นิ้ว) ขณะที่ IBM ระบุให้ใช้แกนขนาด 100 ไมครอน ต้องใช้อุปกรณ์ และเส้นใยแก้วนำแสงที่เข้าคู่กัน แต่ถ้าซื้อเส้นใยแก้วนำแสงก่อนซื้ออุปกรณ์ จะประหยัดถ้าใช้สายขนาด 62.5 ไมครอนราคาต่อ 1000 ฟุตสำหรับสายที่มีเส้นใยสองเส้นประมาณ $1100

ความปลอดภัย

แลนแบบเส้นใยแก้วนำแสงมีความปลอดภัยมากขึ้น เนื่องจากมันขนส่งสัญญาณแสงและแสงนั้นถูกควบคุมอย่างแม่นยำ ถ้าผมสามารถเข้าถึงสายโคแอกเชียลผมสามารถต่อพ่วงเข้าไปอ่านข้อมูลที่วิ่งผ่านไปมารวมทั้งรหัสผ่านที่ไม่มีการเข้ารหัสไว้เทคนิคการเชื่อมโยงบางแบบทำให้ผมดักรับสัญญาณโดยไม่ต้องเจาะทะลุสายสัญญาณเพราะสายทองแดงแพร่กระจายสัญญาณออกมาเป็นคลื่นแม่นเหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นใยแก้วนำแสงมีบทบาทสำคัญในระบบสื่อสารข้อมูลและเสียงที่ได้รับการรับรองจาก TEMPEST เพราะมันแพร่กระจายแสงเฉพาะที่ปลายของหัวต่อเท่านั้น

ถ้าปริมาณแสงที่วิ่งผ่านเส้นใยถูกปรับแต่งอย่างแม่นยำ การแทรกอุปกรณ์ลงไปเพื่อดักสัญญาณแสงจะทำให้การเชื่อมโยงทั้งหมดล้มเหลว ความบกพร่องของระบบบอกให้รู้ว่ามีสิ่งผิดปกติที่สาย สัญญาณ เนื่องจากมันไม่มีสัญญาณรั่วไหลและเป็นการยากหรือเป็นไปไม่ได้ที่จะตัดต่อสาย ระบบเส้นใยแก้วนำแสงจึงปลอดจากการดักฟังข้อมูล

ผู้ซื้อแลนแบบเส้นใยแก้วนำแสง หรือการเชื่อมโยงด้วยเส้นใยแก้วนนำแสง ไม่จำเป็นต้องเป็นนักวิทยาศาตร์หรือวิศวกรคอมพิวเตอร์ที่มีข้อมูลต้องส่งในปริมาณมากพวกเขามักจะเป็นนายหน้าค้าหลักทรัพย์ นายธนาคาร และคนที่อยู่ในหน่วยงานความมั่นคง หรือสำนักขาวกรอง ซึ่งต้องการเครือข่ายที่ครอบคลุมระยะทางไกลมีความน่าเชื่อถือได้อย่างสมบูรณ์และรักษาความลับได้

เส้นใยแก้วนำแสงก้าวจากเทคโนโลยีอายุน้อยอย่างรวดเร็ว ด้วยคำสัญญาเกี่ยวกับความสมบูรณ์พร้อมผลิตภัณฑ์ที่มีข้อดีเหนือกว่าการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์วิธีอื่นในเวลาเดียวกัน เส้นใยแก้วนำแสงก็นำมาซึ่งปัญหาในการติดตั้งบางอย่าง และมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าระบบอื่นที่ใช้สายทองแดง

ราคาของหัวต่อและทักษะที่จำเป็นต่อการติดตั้งหัวต่อบนเส้นใยแก้วนำแสงเป็นปัญหาน้อยลงกว่าที่เคย ในปลายทศวรรษ 1980 ผู้ติดตั้งต้องการเครื่องมือพิเศษและการฝึกอบรมราคาแพงเพื่อให้ต่อหัวต่อเข้ากับเส้นใยแก้วนำแสงได้อย่างถูกต้องแต่ในตอนนี้ AMP Inc. ได้เสนอระบบ LightCrimp ด้วยราคาประมาณ $6 ถึง $7 ต่อหนึ่งหัวต่อ การติดตั้งจะใช้เวลาประมาณสองนาทีต่อหัวต่อ และผู้ติดตั้งสามารถเรียนรู้วิธีใช้เครื่องมืออากรคิดตั้งนี้ได้อย่างรวดเร็ว
สายส่งข้อมูลแบบนี้จะมีความเร็วในการส่งข้อมูลถึง 1 Gb/s หรือมากกว่า

ข้อดี

- ส่งข้อมูลที่ความเร็วสูง
- ขนาดเล็กมีน้ำหนักเบา เส้นใยนำแสงสายเดียวสามารถใช้แทนสายโทรศัพท์ขนาด 300 คู่ได้
- ไม่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้า เพราะใช้แสงในการส่งข้อมูล ทำให้สายส่งสัญญาณแบบนี้อาจไปใช้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถใช้สายแบบอื่นได้ เช่นที่ โรงกลั่นน้ำมัน ไม่สามารถที่จะใช้สายทองแดงได้
- ไม่มีการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า
- มีการสูญเสียต่ำ ทำให้ส่งได้ไกลกว่าสายคู่บิดเกลียว และสาย โคแอคเซียล ทำให้ส่งข้อมูลได้ไกลกว่า โดยไม่ต้องมี ตัวขยายสัญญาณ
- ไม่สามารถดัดสัญญาณได้ เป็นประโยชน์เรื่องความปลอดภัยของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

- มีราคาที่แพงมาก
- ต้องใช้ความชำนาญในการติดตั้งมากกว่าสายแบบอื่น ๆ
- มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงกว่าสายส่งข้อมูลแบบอื่น
- สามารถส่งข้อมูลได้ทางเดียว ทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างกันต้องใช้สายข้อมูลสองเส้น

ข้อแนะนำในการใช้สายสัญญาณ

คำแนะนำของผมเกี่ยวกับเส้นใยแก้วนำแสงมีความชัดเจนและอนุรักษ์นิยมประการแรกถ้าทำการติดตั้งเครือข่ายขนาดใหญ่ใช้เส้นใยแก้วนำแสงเสมอระหว่างตู้เชื่อมสายในอาคารนั้นกับอาคารอื่นไม่ว่าระบบสายระหว่างตู้เชื่อมสายกับโต๊ะจะทำงานจะเป็นแบบใด

ประการที่สองถ้ากำลังวางแผนสำหรับอาคารใหม่หรือทำการเดินสายใหม่และวางแผนที่จะติดตั้งสายคู่ตีเกลียวไม่หุ้มฉนวน Category 5 ให้เกิดเส้นใยแก้วนำแสงไปด้วยมากที่สุดเท่าที่ทำได้ และปล่อยมันทิ้งไว้จนกระทั่งราคาของอะแดปเตอร์ลดลงมาในระดับที่เอื้อมถึง ถ้าติดตั้งสายโคแอกเชียลหรือสายคู่ตีเกลียวหุ้มฉนวนไปยังโต๊ะทำงาน ก็ไม่มีความจำเป็นต้องสำรองด้วยเส้นใยแก้นำแสง

ถ้ายังไม่เริ่มติดตั้งแลน ต้องตัดสินใจระหว่างการลงทุนที่ล่วงหน้าที่สมเหตุสมผลหรือการเริ่มต้นในราคาต่ำซึ่งจะต้องจ่ายมากขึ้นในอนาคต ถ้าลงทุนใน STP โคแอกเชียลหรือเส้นใยแก้วนำแสงสำรองให้ UTP ในการเดินสายแบบดาว ก็จะพร้อมสำหรับอนาคต

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับสายส่งข้อมูล

ปัญหาสำคัญในการใช้สายส่งข้อมูลก็คือสัญญาณรบกวน ซึ่งเกิดขึ้นได้ 2 กรณีคือ

1. สัญญาณรบกวนที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่นสายส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงหรืออาจเกิดจากสัญญาณที่แผ่ออกมาจากสายส่งที่อยู่ใกล้กันก็ได้
2. สัญญาณรบกวนที่มาจากตัวสายส่งข้อมูลเอง ไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่นได้ สัญญาณที่แผ่ออกมาจากสายส่งข้อมูลนี้เอง ทำให้เกิดปัญหาในด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลตามมา เพราะสามารถจะตรวจจับสัญญาณนี้ได้โดยใช้ตัวตรวจจับ และแปลงสัญญาณนี้ออกมาเป็นข้อมูลได้ ดังนั้นการลดการแผ่สัญญาณของสายส่งสัญญาณก็ช่วยเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูลได้
3. สายทองแดงที่ใช้ส่งข้อมูลมีคุณสมบัติเหมือนเสาอากาศวิทยุดังนั้นจึงรับสัญญาณรบกวนภายนอกได้เป็นอย่างดี การหลีกเลี่ยงปัญหานี้ทำได้โดยการใช้ทองแดงหุ้มรอบนอกของสายส่งอีกทีหนึ่ง แต่ก็จะเพิ่มราคาของสายส่งข้อมูลขึ้นสายส่งข้อมูลแบบเส้นใยนำแสงใช้แสงเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวส่งข้อมูล ทำให้ไม่มีปัญหาด้านสัญญาณไฟฟ้าที่รบกวน ทำให้เหมาะสมที่จะใช้ติดตั้งในสภาพแวดล้อมในโรงงานซึ่งมีการใช้อุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าแรงสูง

การเลือกสายส่งข้อมูล

ในอดีตสายส่งข้อมูลสำหรับแต่ละโพรโทคอลของระบบเครือข่าย จะเป็นสายแบบโคแอกเชียล และสายคู่บิดเกลียวหรือสายโทรศัพท์ เช่น ระบบแบบ 802.3 จะใช้ได้เฉพาะสายแบบโคแอกเชียล เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการแนะนำสายคู่บิดเกลียวแบบไม่หุ้มฉนวนสำหรับระบบเครือข่ายแบบ Ethernet ความเร็ว 10 เมกะบิตต่อวินาที และ IBM ได้สนับสนุนสื่อ 3 ชนิดในระบบเครือข่าย token – ring สายโทรศัพท์ธรรมดา (24 – gauge unshielded) แบบคู่บิดเกลียวได้กลายมาเป็นมาตรฐานของระบบเครือข่ายท้องถิ่นขนาดเล็ก ซึ่งสายส่งข้อมูลเหล่านี้จะมีราคาถูก และติดตั้งได้ง่าย

สำหรับระบบเครือข่ายที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมาเช่น เดินสายหลาย ๆ ชั้นในอาคารเดียวกันนิยมใช้สายโคแอกเชียล และสายคู่บิดเกลียว ส่วนระบบเครือข่ายที่มีการใช้งานระหว่างอาคาร ควรใช้สื่อแบบเส้นใยนำแสงมากกว่า

โดยทั่วไปแล้วมีแนวโน้มที่จะใช้สื่อแบบเส้นใยนำแสงกันมาก เพราะสื่อดังกล่าวส่งข้อมูลด้วยแสง ดังนั้นในจึงมีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงกว่าสายส่งข้อมูลแบบทองแดง 10 ถึง 100 เท่า

เทคโนโลยีของเส้นใยนำแสงเพิ่งจะเริ่มต้น การปรับปรุงทางด้านตัวส่งข้อมูลและตัวรับข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นการเพิ่มช่วงสัญญาณของสื่อข้อมูลแบบนี้ ข้อเสียที่สำคัญของสายส่งของข้อมูลแบบนี้ก็คือ ราคา ทั้งอุปกรณ์ และค่าติดตั้งสูง

คณะกรรมการ ANSI (X3T.9) ได้พิมพ์มาตรฐานสำหรับ token ring 802.5 ที่ใช้งานกับสื่อข้อมูลแบบเส้นใยนำแสงความเร็วสูงขึ้นมาคือมาตรฐาน Fiber Distributed Data Interface (FDDI) กำหนดระบบเครือข่าย token- ring ที่ติดต่อกันผ่านเส้นใยที่ความเร็ว 100 เมกะบิตต่อวินาทีและสามารถต่อได้สูงถึง 500 จุดในระบบเครือข่าย ซึ่งมีขนาดเส้นรวบวงได้ถึง 100 กิโลเมตร ความสามารถอีกอันหนึ่งของ FDDI ก็คือคุณสมบัติ fault – tolerance โดยที่วงแหวนจะสามารถปรับปรุงจากสายส่งข้อมูลขาดหรือสถานีเสียโดยไม่ต้องถอดสถานีผู้ใช้ออกหรือต่อสายใหม่ ความเชื่อถือได้อันนี้ทำงานโดยใช้วงแหวนที่สองที่เป็นตัวตรวจสอบการสับเปลี่ยน เมื่อสถานีใด ๆ ตรวจสอบได้ว่ามีสายส่งข้อมูลขาดอยู่ระหว่างกัน มันจะเปลี่ยนทิศทางการส่งข้อมูลไปยังสายส่งข้อมูลของวงแหวนที่สองและจัดการติดต่อขึ้นใหม่

Repeater

Repeater เป็นอุปกรณ์ที่เรียบง่ายที่สุดและมีราคาถูกที่สุดในการยืดระยะ LAN โดยออกแบบมาให้ทำหน้าที่ได้หนึ่งถึงสองอย่าง หน้าที่ปกติของมันก็คือการขยายความแรงของสัญญาณและส่งกลับออกไปใหม่ ทำให้ข้อมูลที่ส่งมานั้นสามารถไปได้ไกลกว่าที่ควรจะเป็นตามปกติ และอีกหน้าที่หนึ่งก็คืออาจถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างสายเคเบิลที่ต่างชนิดกันในเนตเวิร์ก เช่นเชื่อมระหว่างสาย coaxial เข้ากับสาย fiber-optic เป็นต้น

โดยปกติแล้วไม่ว่าสัญญาณจะถูกส่งไปตาม Network ด้วยสาย Coaxial หรือสาย Twisted-pair ก็ตาม มันก็จะเดินทางไปได้ระยะหนึ่งๆ (เช่น 300 ฟุต) ก่อนที่จะเริ่มเสื่อมคุณภาพ (degrade) หรือสูญเสียรูปแบบไป แต่ Repeater จะทำให้สัญญาณมีความชัดเจนขึ้นก่อนที่จะส่งต่อออกไปอีก ทำให้สามารถยืดระยะของ Network ออกไปได้ ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างสายเคเบิลของเน็ตเวิร์คที่แยกจากกัน หรือเชื่อมต่อส่วนของNetworkที่เป็นชนิดเดียวกันแต่ว่าอยู่คนละNetworkเข้าด้วยกัน เพื่อสร้าง LAN ที่ใหญ่ขึ้นกว่าเก่า ตัว repeater นี้จะมีประโยชน์ในการทำให้ระบบเน็ตเวิร์คคลอบคลุมพื้นที่ได้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม repeater ไม่สามารถทำงานได้ดีในระบบNetworkที่มีการจราจรหนาแน่น อีกทั้งยังไม่สามารถเชื่อมส่วนของNetworkซึ่งมีโปรโตคอลที่แตกต่างกัน เช่นระหว่างNetworkชนิด Token Ring กับ CSMA/CD ได้อีกด้วย

Bridge

Bridge ทำหน้าที่คล้ายๆ กันกับ Repeater คือทำงานด้วยการส่งต่อข้อความจากNetworkหรือส่วนของ Network อันหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่ง เพียงแต่มีความฉลาดมากกว่า เพราะในขณะที่ Repeater จะทำงานด้วยการส่งข้อความไปเลยโดยไม่สนใจอะไรแต่ Bridge จะทำการเลือกสรรข้อความ และส่งต่อเฉพาะที่มีจุดหมายปลายทางอยู่ที่โหนดซึ่งต่ออยู่ในอีก Network หนึ่ง ซึ่งการทำงานดังกล่าวจะช่วยให้ Bridge สามารถลดปริมาณการจราจรบน Network ได้ด้วยการแยกแยะการจราจรในพื้นที่เดียวกันออกจากการจราจรข้ามพื้นที่

ในการทำงานดังกล่าว Bridge จะคอยตรวจสภาพสอบการจราจรทั้งหมดใน Network ที่ต่ออยู่ และทำการตรวจสอบแอดเดรสของผู้ส่งและผู้รับในทุกๆ Packet ของข้อมูลหากที่อยู่ทั้งสองใน Packet อยู่บนNetworkเดียวกัน Bridge ก็จะปล่อยให้Networkเองเป็นตัวจัดการส่งข้อมูล แต่ถ้ามีที่อยู่เป็นของโหนดในอีกNetworkหนึ่ง Bridge จะทำการเชื่อมระหว่างสอง Network และส่งข้อมูลไปยัง Network ปลายทางให้เอง แต่ถ้าหากว่า Bridge ไม่รู้ว่าที่อยู่ของโหนดปลายทางอยู่ในNetworkไหน มันก็จะกระจาย Packet นั่นไปยังทุกๆ Network ยกเว้น Network ที่เป็นต้นกำเนิดของ Packet นั่นเอง นอกจากนี้ Bridge ยังคอยติดตามโหนดและNetworkต้นกำเนิดของมันโดยการคอยบันทึกแอสเดรสของโหนดต่างๆ ลงในฐานข้อมูลที่เรียกว่า Routing table และในการทำงานนั้น Bridge จะคอยตรวจสอบว่าอันไหนเป็นโหนดในพื้นที่อละอันไหนเป็นโหนดข้ามพื้นที่โดยดูจาก Routing table นี้ ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไปเรื่อยๆ จำนวน Packet ที่จะต้องถูกกระจายไปยังทุกๆ Networkก็จะมีจำนวนลดน้อยลงเรื่อยๆ และในที่สุดแล้ว Bridge ก็จะสามารถจัดการจราจรบนNetworkได้อย่างมีประสิทธิภาพ Bridge บางชนิดก็มีข้อจำกัดที่จะสามารถเชื่อมต่อได้กับ Network ที่ใช้โทโปโลยีเดียวกันเท่านั้น แต่บางชนิดก็สามารถที่จะเชื่อม Network ต่างชนิดกัน เช่นระหว่าง Ethernet กับ Token Ringได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเนื่องจาก Bridge จะคอยกลั่นกรองการรับส่งข้อมูล ทำให้มีความยืดหยุ่นสูงกว่า Repeater และไม่ได้เป็นเพียงตัวเชื่อมต่อระหว่างส่วนของ Network อีกต่อไป หากแต่สามารถแบ่งNetwork ที่มีความคับคั่งสูงออกเป็น Network ย่อยๆ ที่มีความคับคั่งน้อยลงได้ด้วย และสำหรับNetwork ที่ไม่สามารถต่อสายเข้าด้วยกันโดยตรงอุปกรณ์ที่เรียกว่า Remote Bridge ก็จะสามารถเชื่อมต่อNetworkทั้งสองเข้าด้วยกันได้ผ่านทางโมเด็มและสายโทรศัพท์ที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษ และแม้ว่า Bridge นั้นจะมีคุณสมบัติต่างๆ ที่น่าสนใจมากมาย แต่ความเป็นจริงมันจะทำงานได้ดีเฉพาะกับ Network ที่มีจำนวนโหนดค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตาม เราสามารถใช้ Bridge หลายๆ ตัวเพื่อเชื่อม LAN หลายๆ ชุดให้กลายเป็น Networkขนาดใหญ่ได้

เซกเมนต์เครือข่าย (Network Segments)

ระบบเครือข่ายสามารถแบ่งออกเป็นหลายๆ เซกเมนต์ ซึ่งแต่ละเซกเมนต์จะเป็นระบบเครือข่ายอิสระที่แยกออกจากกันด้วยบริดจ์หรือเราท์เตอร์ หรือแม้กระทั่งเครื่องคอมพิวเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับเซกเมนต์เหล่านั้น และทำงานเสมือนหนึ่งเป็นบริดจ์ (อาจเป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ก็ได้) การแบ่งเครือข่ายเป็นเซกเมนต์ย่อยๆ จะช่วยลดการจราจรของข้อมูลในระบบเครือข่าย เนื่องจากข้อมูลการติดต่อกันของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายในเซกเมนต์เดียวกันจะไม่ถูกกระจายออกนอกเซกเมนต์ ยกเว้นแต่จะระบุให้ส่งไปยังเซกเมนต์อื่นเท่านั้น เซกเมนต์ของเครือข่ายนิยมเรียกอีกอย่างว่า เครือข่ายย่อย (subnetwork)

Router

Router อ่านว่า "เราท์-เตอร์" (รวมไปถึง bRouter อ่านว่า "เบราท์-เตอร์") จะเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่าง Network หลายๆ กลุ่ม ซึ่งมีความสามารถที่จะจัดการ Network และส่วนย่อยของNetwork (subnetwork) ที่ถูกกำหนดขึ้นอย่างซับซ้อนได้ ทั้งนี้ไม่เพียงแต่ส่งผ่าน Packet จากNetwork หนึ่งไปยังอีก Network หนึ่งเท่านั้น ด้วยความฉลาดในตัว Router เองก็จะสามารถรู้ได้ทันทีว่าเส้นทางใดดีที่สุดที่จะส่งผ่าน Packet ไป แม้ว่าเส้นทางดังกล่าวอาจจะต้องผ่านNetworkอื่นอีกหลายๆ แห่งถ้าจำเป็นและแน่นอนว่า Router จะเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นมากสำหรับการเชื่อมต่อกันของอินเตอร์เน็ต

Router สามารถที่จะใช้ในการเชื่อมต่อใน LAN และ WAN และยังสามารถที่จะส่ง Packet ผ่านไปยังNetworkต่างๆ ไม่ว่าNetworkเหล่านี้จะใช้โปรโตคอลหรือว่าโปโทโลยีที่ต่างกันเพียงไร Router บางชนิด (static) จะถูกกำหนดโดยผู้ใช้ว่ามีเส้นทางใดบ้างที่สามารถใช้ได้ ในขณะที่ Router ที่สลับซับซ้อนกว่าและแพงมากกว่า (dynamic) จะคอยจัดการและแก้ไขข้อมูลเส้นทางที่มันมีอยู่ตลอดเวลา ซึ่ง Router ไม่เพียงแต่รู้ถึงจำนวน hops (การที่ Packet หนึ่งๆ ถูก Router โยนผ่านไปยังอีกNetworkที่อยู่ติดกัน) ที่ Packet จะต้องใช้ในการเดินทางไปถึง Network ปลายทางเท่านั้น มันยังรู้ได้อีกด้วยว่าเส้นทางไหนที่จะต้องหลีกเลี่ยงเพราะเป็นเส้นทางที่ความคับคั่งในเนตเวิร์กสูง ซึ่งรายละเอียดการทำงานของมันว่าเป็นอย่างไรนั้นจะเต็มไปด้วยคำย่อโปโตคอล และอัลกอริทึมในการจัดเส้นทาง (routing algorithm) ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากมาย แต่ถ้าหากจะพยายามพูดกันง่ายๆ วิธีการทำงานของมันก็คือ Router จะเปลี่ยนรูป Packet ให้มีรายละเอียดมากกว่าเดิม เรียกว่า envelope ซึ่งรายละเอียดที่ Router จะทำการเพิ่มเติมลงไปก็เช่น รายละเอียดของ Network แอดเดรส เป็นต้น นอกเหนือจากนี้ Router จะเป็นตัวตัดสินใจว่าจะส่ง envelope นี้เดินทางไปในเส้นทางใด โดยที่มันจะได้รับข้อมูลในเรื่องของเส้นทางและการจราจรในNetworkอื่นๆ โดยการ "คุยกัน" กับ Router ข้างเคียง ซึ่งขบวนการต่างๆ เหล่านี้จะน่าทึ่งมากทีเดียว หากว่าคุณต้องการจะรู้เพิ่มเติมมากกว่านี้ ให้ลองหาหนังสือNetworkดีๆ สักเล่มซึ่งควรจะพูดถึงเรื่องของNetworkแอดเดรส โปรโตคอลของ Router อัลกอริทึมในการจัดเส้นทาง และหัวข้อที่น่าสนใจอื่นๆ

Gateway

Gateway ดังที่กล่าวมาแล้วว่าไม่จำเป็นที่ในเน็กเวิร์กหนึ่งๆ จะต้องประกอบไปด้วยเครื่องที่เหมือนกันหมด ในบางครั้ง (โดยเฉพาะกับบริษัทใหญ่ๆ) ไม่ได้มีแต่เฉพาะ เครื่องพีซีเท่านั้นที่ต่ออยู่ใน Network ยกตัวอย่าง เช่น บางครั้งเราก็ต้องการที่จะให้เครื่องพีซีที่ใช้ Network แบบ Token Ring สามารถสื่อสารกันได้กับเครื่อง Macintosh ที่อยู่ในNetworkแบบ Apple Talk หรือบางทีก็อาจต้องต่อเครื่องเหล้านี้เข้ากับมินิคอมพิวเตอร์หรือเมนเฟรมที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ต่อกับเครื่องพีซีเลย ในสถานการณ์แบบนี้ Network จะต้องใช้เครื่องแม่ข่ายเฉพาะ ซึ่งรู้จักกันในนามของ gateway ซึ่งจะทำหน้าที่คอยผ่านข้อมูลไปมาระหว่างสองNetworkที่แตกต่างกันรวมไปถึงการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลไปให้อยู่ในรูปแบบที่Networkแต่ละข้องต้องการด้วย

การเปลี่ยนรูปของข้อมูลโดย gateway นั้นทำได้โดยการตัดข้อความที่อยู่ในรูปแบบโปรโตคอลของNetworkข้างหนึ่งทิ้งไป แล้วส่งข้อความทดแทนในเนตเวิร์กอีกข้างหนึ่งที่เป็นโปรโตคอลหนึ่งแทน รูปแบบการแทนที่ดังกล่าวอาจเป็นการเปลี่ยนรูปแบบของข้อความ เช่นเปลี่ยนรูปแบบของอีเมล์จากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง หรือบางทีก็เป็นการแทนที่ในระดับทีละตัวอักษรที่เดียว เช่นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบรหัสตัวอักษร ASCII บนเครื่องพีซี ไปเป็นรหัส EBCDIC (Extended Binary Decimal Interchange Code) ซึ่งเป็นรหัสที่ใช้กันทั่วไปในเครื่องระดับมินิคอมพิวเตอร์และเมนเฟรมของไอบีเอ็ม โดยหลักการของการเชื่อมต่อนั้นNetworkที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงเหล่านี้จะถูกหลอกด้วยความสามารถของ gateway ให้มองเห็นอีกNetworkหนึ่งเป็นโหนดๆ หนึ่งของตัวเอง เช่นในการเชื่อมNetworkแบบ Token Ring เข้ากับเครื่องเมนเฟรม gateway จะทำให้เครื่องพีซีทุกเครื่องในNetworkที่เป็น Token Ring เห็นเครื่องเมนเฟรมเป็นเสมือน Token Ring อีกชุดหนึ่ง ในขณะที่เครื่องเมนเฟรมเองก็จะเป็นNetworkของพีซีเป็นเสมือนกับอีกส่วนหนึ่งสถาปัตยกรรม SNA (Systems Network Architecture) อย่างไรก็ตาม เครื่องที่เป็น gateway หรือเครื่องพีซีเหล่านี้จะต้องการซอฟต์แวร์พิเศษเพื่อที่จะจำลองการทำงานของตัวเองให้เป็น dumb terminal สำหรับใช้งานเครื่องเมนเฟรม

เพราะว่า gateway จะต่างกันออกไปตามลักษณะของเครื่องและ โปรโตคอล ของNetworkแต่ละแห่ง ดังนั้นเราจึงไม่สามารถเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ได้ใช่งานสักตัวมาเปลี่ยนให้เป็น gateway ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างง่ายๆ และเนื่องจากว่างานของมันค่อนข้างจะเป็นงานที่เฉพาะเจาะจง ดังนั้นเครื่องที่เป็น gateway จะต้องถูกอุทิศการทำงานให้เป็นพิเศษกับเนตเวิร์กที่มันได้รับการต่ออยู่ด้วย และ gateway แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของงานที่มันทำ ตัวอย่าง เช่น gateway สำหรับแฟกซ์หรืออีเมล์จะจัดการเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอีเมล์และแฟกซ์ในNetworkหนึ่งๆ เท่านั้น ในขณะที่ gateway ระหว่าง Microsoft Windows NT กับเมนเฟรมระบบ SNA จะทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบ LAN สำหรับพีซีที่ใช้ Window NT เข้ากับเมนเฟรมของ IBM ที่ใช้สถาปัตยกรรม โปรโตคอล และรูปแบบข้อมูล SNA จากลักษณะงานของ gateway ทำให้มันไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นเครื่องที่มีความเร็วสูงแต่ควรต้องมีหน่วยความจำที่มากสักหน่อย และแน่นอนว่าเครื่องพวกนี้มักจะมีราคาแพงทีเดียว

หมายเหตุ คำว่า "gateway" นั้นบางครั้งจะหมายถึงเครื่องแม่ข่ายพิเศษที่ถูกใช้เป็นทางผ่านเพื่อเข้าใช้งานNetwork ซึ่งการใช้งานในรูปแบบนี้เริ่มมีมากขึ้นเรื่อยๆ ส่วนหนึ่งก็เป็นเพราะว่าการเพิ่มขึ้นของการใช้งานอินเตอร์เน็ตแต่อย่างไรก็ตาม gateway นั้นจริงๆ แล้วจะมีความหมายตามที่กล่าวอธิบายในตอนต้น

มัลติเพเล็กซ์เซอร์ (Multiplexer)

นิยมเรียกกันว่า มัก (MUX) จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการลดค่าใช้จ่ายในการส่งข้อมูลผ่านสายสื่อสาร โดยจะทำการ รวมข้อมูล (Multiplex) จากเครื่องเทอร์มินัลจำนวนหนึ่งเข้าด้วยกัน และส่งผ่านสายสื่อสารเช่นสายโทรศัพท์ และที่ปลายทาง MUX อีกตัวก็จะทำหน้าที่ แยกข้อมูล (de-multiplex) ส่งไปยังจุดหมายที่ต้องการ

คอนเซนเตรเตอร์ (Concentrator)

นิยมเรียกกันว่า คอนเซน จะเป็นมัลติเพลกเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยจะสามารถทำการเก็บข้อมูลเพื่อส่งต่อ (store and forward) โดยใช้หน่วยความจำ buffer ทำให้สามารถเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่มีความเร็วสูงกับความเร็วต่ำได้ รวมทั้งอาจมีการบีบอัดข้อมูล(compress) เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลได้มากขึ้นด้วย

ฮับ (Hub)

สามารถเรียกได้อีกอย่างว่า LAN Concentrator เนื่องจากฮับจะทำหน้าที่เช่นเดียวกับคอนเซนแต่จะมีราคาถูกกว่า นิยมใช้ในเครือข่าย LAN รุ่นใหม่ๆ โดยใช้ฮับในการเชื่อสายสัญญาณจากหลายๆ จุดเข้าเป็นจุดเดียวในโทโปโลยีของ LAN แบบ Star เช่น 10BaseT เป็นต้น

ฮับสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Passive Hub เป็นฮับที่ไม่มีการขยายสัญญาณใดๆ ที่ส่งผ่านมา มีข้อดีคือราคาถูกและไม่จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้า
- Active Hub จะทำหน้าที่เป็นเครื่องทวนซ้ำสัญญาณ (Repeater) ในตัว นั่นคือจะขยายสัญญาณที่ส่งผ่านมาทำให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ผ่านสายเคเบิลได้ไกลขึ้น และเนื่องจากต้องทำการขยายสัญญาณทำให้ Active Hub ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า จึงเป็นข้อเสียที่ต้องมีปลั๊กไปในการใช้งานอยู่เสมอ

ฮับ ยังสามารถแบ่ง มาตราฐานออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. HUB Class 1

เป็น Hub ที่ไม่สามารถที่จะ Cascade จะทำงานเป็นแบบ Stand Alone เมื่อต้องการที่จะ เอา Hub มาทำงานร่วมกัน

2. HUB Class 2

สามารถที่จะเอา Hub หลาย ๆ ตัวมา ต่อ ร่วมกันใช้งานได้ ทำให้ สามารถที่จะขยาย และยืดหยุ่น เมื่อ ต้องการที่จะเพิ่ม หรือลด Node ในเครือข่าย

Converter

เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่ง ที่ทำหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณที่ มาจาก Media ต่างประเภทให้สามารถที่จะใช้งานร่วมกันได้ โดยที่ใช้กันแพร่หลายก็เป็น Converter ที่แปลงสัญญาณจาก สาย Coaxial ให้ใช้กับสายUTP แต่ถ้าเป็น การแปลงจาก Fiber optic ที่ใช้การส่งข้อมูลแบบ ATM เชื่อมจากวง LAN 2 วง ไปเป็น Ethernet ต้องอาศัย อุปกรณ์ที่เรียกว่า ATM ETHETNET Card

บทที่ 5

วัตถุประสงค์ของโปรแกรม

เป็นโปรแกรมช่วยในการตัดสินใจ ในการออกแบบและติดตั้งของ Network Admin เพื่อที่ที่จะออกแบบ Network ภายใน องค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการใช้งานของโปรแกรม

เป็นโปรแกรมที่ออกแบบ UI (User Interface) เป็นลักษณะ From และ ตัวเลือก ให้ผู้ที่ต้องการออกแบบ ระบบเครือข่าย เลือกความต้อง การ ไป ทีละหัวข้อ อย่างเป็นขั้นตอน โดยมี หัวข้อหลัก ๆ ดังนี้

1) Policy

2) User Requirement

3) Old Network

เมื่อทำการเลือกเสร็จสิ้น โปรแกรมจะทำการคำนวณเพื่อที่จะหา รูปแบบที่เหมาะสมกับ Requirement ขึ้นมาแสดง เป็นทางเลือกให้กับ Network Admin เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

หลักการทำงานโปรแกรม

ขั้นตอนแรก เมื่อรับ Requirement ต่าง ๆ มาเรียบร้อยแล้ว จะทำการแบ่งหน้าจอ ของ Requirement ต่าง ๆ เป็นหัวข้อ ว่าหัวข้อนั้นเกี่ยวพันกับปัจจัยไหน ของการออกแบบระบบ Network เมื่อทำการแบ่งปัจจัยต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่เรียบร้อยแล้ว จะนำปัจจัยนั้น ๆ ไปหา ความสอดคล้องกับข้อมูลใน DataBase ในส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวพันกัน

เทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างโปรแกรม

โปรแกรมนี้เป็น ระบบเกี่ยวกับฐานข้อมูล (DataBase) และนำ data จาก ฐานข้อมูลมาประมวลผล ทำการช่วยตัดสินใจ หรือเรียกว่า DSS (Desistion Support System) ระบบฐานข้อมูลจะใช้ โปรแกรม Microsoft Access เป็นฐานข้อมูล ลักษณะของ Interface และ การตัดสินใจ ในการประมาลผลข้อมูลจะใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 ทั้ง 2 โปรแกรมนี้ จะใช้วิธีการเชื่อต่อ เพื่อที่จะ ดึกข้อมูลจาก DataBase มาเพื่อที่จะมาประมวลผลที่โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 โดยใช้เทคโนโลยี ODBC 32 bit (Open DataBase Control) เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ และ จะใช้เทคโนโลยี ADO (Active Data Object) ในการเชื่อมต่อระหว่าง ODBC กับ Microsoft Visual Basic 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนของการออกแบบโปรแกรม

สามารถจำแนกออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1 . รวบรวม Requirement จาก User หลาย ๆ ประเภท มาทำการวิเคราะห์ เพื่อ สร้างฐานข้อมูลที่เหมาะสม โดยแต่ละ Requirement จะ มีปัจจัยการตัดสินใจ ต่อ อุปกรณ์เครือข่ายหลายชนิด

2 . ในระบบตัวฐานข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจ และส่วนที่เป็น FileMaintenance

3 . เมื่อออก แบบ DataBase เสร็จสิ้น ก็ จะมานำเสนอในรูปแบบของรายงาน เพื่อที่จะประมวลผลออกมา

4 . ตรวจสอบผลของการคำนวนของโปรแกรม ว่าสามารถใช้งานจริงได้มากน้อยแต่ไหน

5 . ทำการปรับปรุงส่วนที่ ผิดพลาดของโปรแกรม

ขั้นตอนการแสดงผล

เมื่อโปรแกรมทำการคำนวน และ ประมวลผล จะมี DataBase ส่วนหนึ่งถูกเลือกขึ้นมา โดยเงื่อนไขของ Requirement และจะนำส่วนที่ถูกเลือกนั้นมาแสดงออกทางหน้าจอ โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อของอุปกรณ์ แต่ละชนิด และ Description ของระบบที่เสร็จสมบูรณ์ สามารถ ที่จะ Print ออกมา เป็นรายงานผลการวิเคราะห์ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Segment
ลักษณะพื้นที่

เลือก *"บริเวณพื้นที่ เป็นมุม และ มีการหักมุมมาก"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก) , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10BaseT , Ethernet100BaseT , Ethernet1000BaseT

2. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง DistributeEquipment ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1), ในแถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Hub10 16port , Hub10 8port , Hub100 16port , Hub100 8port , Switch1000 16port

เนื่องจาก : ในการเลือก สายสัญญาณ จะสัมพันธ์กับ เทคโนโลยีของเครือข่าย เพราะว่าสายบางประเภทไม่สามารถที่จะหักงอตามมุมได้ ในทางกลับกันสาย บางประเภทก็สามารถที่จะเดินตามมุมได้ดี

เลือก *"แต่ละ Segment ห่างไกลกันเกิน 1 Km."*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก) , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet100Base2FL , Ethernet1000BaseFL , ATM

2. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง DistributeEquipment ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) แถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Switch ATM , Switch100F 32port , Switch1000F 32port

เนื่องจาก : สายสัญญาณในเครือข่ายระบบแลน จะมีขีดจำกัดความยาวสูงสุดโดยที่ไม่ต้องใช้ อุปกรณ์ทวนสัญญาณ

เลือก *"บริเวณพื้นที่ ภายในอาคาร"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก) , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10Base2 , Ethernet10Base5 , Ethernet10BaseT , Ethernet100BaseT , Ethernet1000BaseT , TokenRing

2. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง DistributeEquipment ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) แถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Hub10 16port , Hub10 8port , Hub100 16port , Hub100 8port

เนื่องจาก : สายสัญญาณบางประเภทจะเหมาะกับการเดิน และ ติดตั้งภายในอาคารมากกว่า จึงต้องมีการเลือกสายสัญญาณให้เหมาะสมกับ ลักษณะพื้นที่ที่ต้องการออกแบบ และติดตั้ง

เลือก *"บริเวณพื้นที่ ภายนอกอาคาร"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก) , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseFL , ATM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง DistributeEquipment ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) แถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Switch ATM , Switch100F 32port , Switch1000F 32port , Switch1000F 16port

เนื่องจาก : สายสัญญาณบางประเภทจะเหมาะกับการเดิน และ ติดตั้งภายนอกอาคารมากกว่า จึงต้องมีการเลือกสายสัญญาณให้เหมาะสมกับ ลักษณะพื้นที่ที่ต้องการออกแบบ และติดตั้งเพื่อจะทำให้ประหยัดงบประมาณในการออกแบบและติดตั้งด้วย

สภาพแวดล้อม

เลือก *"สภาพแวดล้อมอุณหภูมิสูง หรือ ต่ำ เกินไป"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก), ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10BaseT , Ethernet10BaseT , Ethernet100BaseT , Ethernet1000BaseT , Ethernet10Base2 , Ethernet10Base5

เนื่องจาก : ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติ จะเหมาะกับลักษณะสายที่ โดยรูปร่างทนทาน และแข็งแรง ทนต่อความร้อนและ ความเย็น

เลือก *"สภาพแวดล้อมที่มีสนามแม่เหล็ก"*

1.เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก), ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10Base2 , Ethernet10Base2 , Ethernet10Base5 , ATM , Ethernet1000BaseFL , Ethernet100BaseFL

เนื่องจาก : ในสภาพแวดล้อมที่มีสนามแม่เหล็กนี้มีผลต่อ สายสัญญาณที่ ไม่มี การห่อหุ้มด้วยวัสดุป้องกันสนามแม่เหล็ก จะทำให้ข้อมูลผิดเพี้ยนและ ไม่ถูกต้องได้

เลือก *"สภาพแวดล้อมไอระเหยสารเคมี และ มีสารหล่อลื่น"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก), ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet1000BaseFL , Ethernet1000BaseFL , ATM

เนื่องจาก : สายสัญญาณบางประเภท ฉนวน สามารถที่จะทนต่อ สารเคมี และสารหล่อลื่น ในสภาพสถานที่ ๆ มีสิ่งเหล่านั้น

Node ใน Segment

เลือก *"จำนวน Node ไม่เกิน 30 Node"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก), ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10Base2 , Ethernet10Base5 , Ethernet10BaseT , TokenRing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก : ในบางเทคโนโลยีเหมาะสมกับ เครือข่ายที่มี Node น้อย และ การทำงานใน Speed ที่ไม่สูงมากนัก

เลือก *"จำนวน Node ไม่เกิน 80 Node"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก), ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet100BaseT , Ethernet1000BaseT

เนื่องจาก : เทคโนโลยีบางชนิด สามารถที่รองรับจำนวน Node ในระดับที่กำหนด ได้ โดยจำนวน Node จะคำนึงถึงความเหมาะสมกับเครือข่าย และ เทคโนโลยี

เลือก *"จำนวน Node มากกว่า 80 Node"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก), ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseT , Ethernet1000BaseFL , ATM

เนื่องจาก : ในระดับจำนวน Node มาก ๆ จำเป็นที่จะต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ มีความเร็ว และ ใหม่ เพื่อที่จะ Support การส่งผ่านข้อมูลที่ อ้างอิงกับ Application ใหม่ ๆ

ระยะห่างที่สุดใน Segment

เลือก *"น้อยกว่า 100"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก), ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10BaseT , Ethernet100BaseT , Ethernet1000BaseT

เนื่องจาก : เป็นข้อกำหนดของสายสัญญาณ ว่าสามารถที่จะรองรับ ความยาวสูงสุดได้เท่าไหร่

เลือก *"น้อยกว่า 500"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก), ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet1000BaseT , TokenRing , Ethernet10Base2

เนื่องจาก : เป็นข้อกำหนดของสายสัญญาณ ว่าสามารถที่จะรองรับ ความยาวสูงสุดได้เท่าไหร่

เลือก *"มากกว่า 500"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score (ของ Segment ที่ถูกเลือก), ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseFL , ATM

เนื่องจาก : เป็นข้อกำหนดของสายสัญญาณ ว่าสามารถที่จะรองรับ ความยาวสูงสุดได้เท่าไหร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานด้าน Internet

** เมื่อ ทำการเลือก การใช้งาน ที่เป็น Internet โปรแกรมจะทำการตรวจสอบเพื่อดึง Server ที่เหมาะสมกับกับระบบที่ใช้งาน Internet ขึ้นมาเพื่อที่จะแสดง ใน Finish Page

การใช้งาน เครื่องพิมพ์

** เมื่อ ทำการเลือก การใช้งาน ที่เป็น Printer โปรแกรมจะทำการตรวจสอบเพื่อดึง Server ที่เหมาะสมกับกับระบบที่ใช้งาน Printer ขึ้นมาเพื่อที่จะแสดง ใน Finish Page

ชนิดข้อมูล

เลือก *"DATA (ข้อมูลปกติ)"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10Base2 , Ethernet10BaseT , Ethernet10Base5 , TokenRing

2. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง DistributeEquipment ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score + 2) ในแถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Hub10 16port , Hub10 8port , Hub100 16port , Hub100 8port

เนื่องจาก : ในบางเทคโนโลยี และ ในบาง อุปกรณ์ จะมีความเหมาะสมและตรงกับ ความต้องการของเทคโนโลยี

เลือก *"VOICE (ข้อมูลที่เป็นเสียง)"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10BaseT , Ethernet10Base5 , Ethernet10Base2 , Ethernet100BaseT

2. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง DistributeEquipment ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score + 2) แถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Switch100 16port , Switch100 32port , Hub100 16port , Hub100 16port

เนื่องจาก : ในบางเทคโนโลยี และ ในบาง อุปกรณ์ จะมีความเหมาะสมและตรงกับ ความต้องการของเทคโนโลยี

เลือก *"VIDEO (ข้อมูลที่เป็นภาพ)"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology ที่ Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score + 1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseFL , ATM

2. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง DistributeEquipment ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score + 2) แถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Switch1000 32port , Switch1000F 32port , Switch100F 32port , Switch1000 32port , Switch ATM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก : ในบางเทคโนโลยี และ ในบาง อุปกรณ์ จะมีความเหมาะสมและตรงกับ ความต้องการของเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User Requirement

COST ของการออกแบบ และ ติดตั้งระบบใหม่

เลือก *"ต้องการที่จะ จำกัดงบประมาณให้น้อยที่สุด"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10Base2 , Ethernet10Base5 , TokenRing , Ethernet10BaseT

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Equipment_id มีค่าเป็น Hub10 16port , Hub10 8port

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่มี Router_id มีค่าเป็น ERouter1135c-1 , ERouter1135c-6 , DlinkDL106

เนื่องจาก : ในการกำหนดงบประมาณ มีผลต่อการเลือก อุปกรณ์ต่าง ๆ และ เป็น ผลเชื่อโยงกับเทคโนโลยีที่ใช้ในเครือข่าย

เลือก *"สนใจเรื่องงบประมาณระดับ ปานกลาง และต้องการความเหมาะสมกับงาน"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10BaseT , Ethernet100BaseT

เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , +3 , Ethernet1000BaseT

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Equipment_id มีค่าเป็น Hub10 16port , Hub10 8port , Switch100 16port , Switch100 32port , Switch100F 32port

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่มี Router_id มีค่าเป็น DlinkDL300 , DlinkDL301 , DlinkDP-603 , DlinkDL1132-11

เนื่องจาก : ในการกำหนดงบประมาณ มีผลต่อการเลือก อุปกรณ์ต่าง ๆ และ เป็น ผลเชื่อโยงกับเทคโนโลยีที่ใช้ในเครือข่าย

เลือก *"ไม่สนใจเรื่องงบประมาณ"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Tech_id มีค่าเป็น Ethernet100BaseFL , Ethernet100BaseFL

เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , +3 , ATM

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Equipment_id มีค่าเป็น Switch1000F 32port , Switch100F 32port , Switch ATM , Switch1000 16port

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่มี Router_id มีค่าเป็น Cisco 7500 , Cisco12000 , DlinkDP-601 , DlinkDL300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก : ในการกำหนดงบประมาณ มีผลต่อการเลือก อุปกรณ์ต่าง ๆ และ เป็น ผลเชื่อโยงกับเทคโนโลยีที่ใช้ในเครือข่าย

ความต้องการในเรื่องการ ดูแล และ บำรุงรักษาระบบ

เลือก ***"ต้องการระบบที่ดูแลง่าย ไม่ต้องมี Admin (ระบบไม่ซับซ้อนมากนัก)"***

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่มี Tech_id มีค่าเป็น Ethernet1000BaseT , Ethernet10BaseT , Ethernet10Base5 , Ethernet100BaseT , TokenRing , Ethernet10Base2

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Equipment_id มีค่าเป็น Hub10 16port , Hub10 8port , Hub100 16port , Hub100 8port

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่มี Router_id มีค่าเป็น ERouter1135c-1 , ERouter1135c-6

เนื่องจาก : ในเทคโนโลยีของระบบเครือข่าย จะประกอบไปด้วย เทคโนโลยีที่ต้องการ การดูแลและควบคุมระบบ เมื่อทำการเลือก ต้องการระบบที่ดูแลง่าย ไม่ต้องมี Admin จะไปทำการเพิ่ม คะแนนใน หัวข้อดังกล่าว

เลือก ***"ต้องการระบบที่ ต้องมี Admin ควบคุมระบบ (เป็นระบบที่ซับซ้อน)"***

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่มี Tech_id มีค่าเป็น ATM , Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseFL , Ethernet1000BaseT

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Equipment_id มีค่าเป็น Switch1000F 32port , Switch100F 32port , ATM

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่มี Router_id มีค่าเป็น Cisco 7500 , Cisco12000 , DlinkDP-601

เนื่องจาก : ในเทคโนโลยีของระบบเครือข่าย จะประกอบไปด้วย เทคโนโลยีที่ต้องการ การดูแลและควบคุมระบบ เมื่อทำการเลือก ต้องการระบบที่ดูแลง่าย ไม่ต้องมี Admin จะไปทำการเพิ่ม คะแนนใน หัวข้อดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสถียรภาพของระบบเครือข่ายทางด้านการใช้งาน

เลือก *"อัตราการรับ ส่ง ข้อมูลที่มีความเสถียรภาพ (Stable)"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Tech_id มีค่าเป็น Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseFL , TokenRing , ATM

2. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Equipment_id มีค่าเป็น Switch1000F 32port , Switch ATM , Switch100 16port , Switch100 32port , Switch1000 16port , Switch1000 32port

เนื่องจาก : ในระบบเครือข่ายบางประ โดนรูปแบบของการส่งข้อมูล จะเกิดการชนกันของข้อมูล ทำให้ระบบไม่มีความ เสถียรภาพ เพราะ บางเวลาอาจจะเกิดการชนกันของข้อมูลได้

เลือก *"ไม่สนใจ (Non Stable)"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Tech_id มีค่าเป็น ATM , Ethernet10Base2 , Ethernet10Base5 , Ethernet10BaseT , Ethernet1000BaseT

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่มี Equipment_id มีค่าเป็น Hub10 16port , Hub10 8port

เนื่องจาก : ในระบบเครือข่ายบางประ โดนรูปแบบของการส่งข้อมูล จะเกิดการชนกันของข้อมูล ทำให้ระบบไม่มีความ เสถียรภาพ เพราะ บางเวลาอาจจะเกิดการชนกันของข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OLD Technology 1

ความหนาแน่นของข้อมูลในระบบเครือข่ายเก่า

เลือก *"High Traffic (มีความหนาแน่นของข้อมูลมาก)"*

1. ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ ใช้เครือข่ายเก่าแยกกับเครือข่ายใหม่ , เปลี่ยนจากเครือข่ายเก่าเป็นเครือข่ายใหม่

เนื่องจาก : เมื่อมีความหนาแน่นของข้อมูลในระบบเครือข่ายเก่ามาก ในการออกแบบระบบเครือข่ายขึ้นมาใหม่ ควรที่จะเปลี่ยนมาใช้ระบบเครือข่ายใหม่ หรือ ใช้เครือข่ายแยกกัน เพราะด้วยที่ว่าในระบบเก่ามีความหนาแน่นของข้อมูลมาก ไม่เหมาะกับการออกแบบระบบเพื่อที่จะพัฒนาระบบเครือข่าย

เลือก *"Low Traffic (มีความหนาแน่นของข้อมูลน้อย)"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง StatusLan ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ ใช้เครือข่ายเก่าร่วมกับเครือข่ายใหม่ , ใช้เครือข่ายเก่าแยกกับเครือข่ายใหม่ , เปลี่ยนจากเครือข่ายเก่าเป็นเครือข่ายใหม่

เนื่องจาก : เมื่อระบบเก่ามีความหนาแน่น ของข้อมูลน้อย ในการ ออกแบบระบบเครือข่ายจึงทำไปเพื่อที่จะขยาย หรือ เปลี่ยนเทคโนโลยีเครือข่ายให้ ทันสมัยและรวดเร็วมากขึ้น

เลือกความสัมพันธ์ของระบบ

เลือก *"ต้องการที่จะใช้ระบบเครือข่ายระบบใหม่ร่วมกับของเก่า"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง StatusLan ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ ใช้เครือข่ายเก่าร่วมกับเครือข่ายใหม่

เลือก *"ไม่ต้องการใช้ระบบเครือข่ายใหม่ร่วมกับระบบเก่า"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง StatusLan ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ ใช้เครือข่ายเก่าแยกกับเครือข่ายใหม่

เลือก *"ต้องการที่จะเปลี่ยนเป็นระบบเครือข่ายใหม่ทั้งหมด"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง StatusLan ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ เปลี่ยนจากเครือข่ายเก่าเป็นเครือข่ายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกความสัมพันธ์ของงานที่ทำอยู่ในระบบเครือข่าย

เลือก *"มีความสัมพันธ์กัน หรือทำงานร่วมกัน"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง StatusLan ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ ใช้เครือข่ายเก่าร่วมกับเครือข่ายใหม่

เนื่องจาก : เมื่อระบบเก่าและใหม่มีความสัมพันธ์ของงานที่จำเป็นต้อง ทำงานร่วมกัน หรือ จำเป็นต้องแชร์ ข้อมูล จึงจำเป็นต้องใช้ ระบบเครือข่ายเก่าร่วมกับระบบเครือข่ายใหม่

เลือก *"ไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือ ทำงานแยกกัน"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง StatusLan ที่ Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ ใช้เครือข่ายเก่าแยกกับเครือข่ายใหม่ , เปลี่ยนจากเครือข่ายเก่าเป็นเครือข่ายใหม่

เนื่องจาก : เมื่อมีความสัมพันธ์ของงานไม่ยุ่งเกี่ยวกัน ในการออกแบบระบบ จะทำได้ หลายวิธี ไม่ว่าจะทำการ ออกแบบระบบและ ติดตั้งเพื่อที่ นำมาใช้งานระบบ แยก กัน หรือ นำมากรวมระบบกับ หรือ การเปลี่ยนระบบมาใช้เครือข่ายที่ออกแบบใหม่เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OLD Technology 2

เลือก Technology ของ LAN ระบบเก่า ที่ใช้อยู่

เมื่อทำการเลือก Technology ของระบบเครือข่ายเก่าที่ใช้อยู่ โปรแกรมจะทำการดึงค่าไปแสดง ใน Finish Page เพื่อเป็นการตรวจสอบ และอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่

เลือก Network Operating System ของระบบเก่า

เมื่อทำการเลือก Network Operating System ของระบบเครือข่ายเก่าที่ใช้อยู่ โปรแกรมจะทำการดึงค่าไปแสดง ใน Finish Page เพื่อเป็นการตรวจสอบ และอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่

เลือก จำนวน Segment ของ LAN ที่ใช้อยู่

เมื่อทำการเลือก จำนวน Segment ของระบบเครือข่ายเก่าที่ใช้อยู่ จะมีการสอบถามและเรียก เพื่อที่จะตรวจสอบ Media ที่ Link ระหว่าง Segment และ โปรแกรมจะทำการดึงค่าไปแสดง ใน Finish Page เพื่อเป็นการตรวจสอบ และอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LAN Application

เลือกความสามารถในการรองรับ Technology ในอนาคต

เลือก *"ต้องการให้ระบบเครือข่ายที่ออกแบบรองรับเทคโนโลยีในอนาคต"*

1. เพิ่มคะแนน ใน ตาราง Technology , Field : Score 1-4 ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet1000BaseT , Ethernet1000BaseFL , ATM

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Cisco 7500 , Cisco12000 , DlinkDP-603

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ router_id มีค่าเป็น Switch ATM Switch1000F 32port

เนื่องจาก : ในการออกแบบระบบเครือข่าย บางครั้งอาจจะต้องคำนึงถึง การพัฒนา ระบบเพื่อที่จะรองรับอนาคต เมื่อเลือกในหัวข้อนี้ก็จะ ทำการ เพิ่มคะแนนให้กับ หัวข้อที่กำหนด

เลือก *"ไม่สนใจ"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น Ethernet10Base2 , Ethernet10Base5 , Ethernet10BaseT , TokenRing

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น DlinkDL106 , ERouter1135c-1 , ERouter1135c-6

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ router_id มีค่าเป็น Hub10 16port , Hub10 8port , Hub100 16port , Hub100 8port

เนื่องจาก : ในการออกแบบระบบเครือข่าย บางครั้งอาจจะต้องคำนึงถึง การพัฒนา ระบบเพื่อที่จะรองรับอนาคต เมื่อเลือกในหัวข้อนี้ก็จะ ทำการ เพิ่มคะแนนให้กับ หัวข้อที่กำหนด

เลือก Application หลักที่ต้องการใช้ในระบบเครือข่าย

เลือก *"Video on Demand"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น ATM , Ethernet100BaseT , Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseT , Ethernet1000BaseFL

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Switch ATM , Switch1000 32port , Switch100F 32port , Switch1000 16port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ router_id มีค่าเป็น Cisco 7500 , Cisco12000

เนื่องจาก : ในระบบเครือข่ายยังมี Application ให้สามารถเลือกใช้อีกมาก เมื่อทำการเลือก Application ดังกล่าวก็จะทำการ เพิ่มคะแนนให้กับ เทคโนโลยีที่เหมาะสม

เลือก *"Voice System"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น ATM , Ethernet100BaseT , Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseT , Ethernet1000BaseFL , Ethernet10BaseT

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Hub100 16port , Hub100 8port

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ router_id มีค่าเป็น DlinkDL1132-11 , DlinkDL300 , DlinkDL301

เนื่องจาก : ในระบบเครือข่ายยังมี Application ให้สามารถเลือกใช้อีกมาก เมื่อทำการเลือก Application ดังกล่าวก็จะทำการ เพิ่มคะแนนให้กับ เทคโนโลยีที่เหมาะสม

เลือก *"File Transfer"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น ATM , Ethernet100BaseT , Ethernet10Base5 , Ethernet1000BaseT , Ethernet10Base2 , Ethernet10BaseT , TokenRing

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Hub10 16port , Hub10 8port

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ router_id มีค่าเป็น ERouter1135c-1 , ERouter1135c-6 , DlinkDL106

เนื่องจาก : ในระบบเครือข่ายยังมี Application ให้สามารถเลือกใช้อีกมาก เมื่อทำการเลือก Application ดังกล่าวก็จะทำการ เพิ่มคะแนนให้กับ เทคโนโลยีที่เหมาะสม

เลือก *"DataBase"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น ATM , Ethernet100BaseT , Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseT , Ethernet1000BaseFL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น Hub100 16port , Hub100 8port

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) , ERouter1135c-1 , ERouter1135c-6 , DlinkDL106

เนื่องจาก : ในระบบเครือข่ายยังมี Application ให้สามารถเลือกใช้อีกมาก เมื่อทำการเลือก Application ดังกล่าวก็จะทำการ เพิ่มคะแนนให้กับ เทคโนโลยีที่เหมาะสม

** เมื่อ ทำการเลือก Application ที่เป็น DataBase โปรแกรมจะทำการตรวจสอบเพื่อดึง Server ที่เหมาะสมกับกับระบบ Database ขึ้นมาเพื่อที่จะแสดง ใน Finish Page

เลือก *"Internet Application"*

1. เพิ่มคะแนน ในตาราง Technology , Field : Score 1-4 , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) ในแถวที่ Tech_id มีค่าเป็น ATM , Ethernet100BaseT , Ethernet100BaseFL , Ethernet1000BaseT , Ethernet1000BaseFL , Ethernet10BaseT

2. เพิ่มคะแนน ในตาราง DistributeEquipment , Field : Score , ขึ้นอีก 2 (Score = Score +2) ในแถวที่ Equipment_id มีค่าเป็น DlinkDL300 , DlinkDP-601 , DlinkDP-603

3. เพิ่มคะแนน ในตาราง Router , Field : Score , ขึ้นอีก 1 (Score = Score +1) , Hub100 16port , Hub100 8port

เนื่องจาก : ในระบบเครือข่ายยังมี Application ให้สามารถเลือกใช้อีกมาก เมื่อทำการเลือก Application ดังกล่าวก็จะทำการ เพิ่มคะแนนให้กับ เทคโนโลยีที่เหมาะสม

** เมื่อ ทำการเลือก Application ที่เป็น Internet โปรแกรมจะทำการตรวจสอบเพื่อดึง Server ที่เหมาะสมกับกับระบบ Internet ขึ้นมาเพื่อที่จะแสดง ใน Finish Page

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรมออกแบบระบบเครือข่ายแลน

1. Click icon ของโปรแกรม เพื่อที่จะการเริ่มการใช้งานโปรแกรม
2. เมื่อเมนูหลักแสดงขึ้น ดังรูป ที่ 1
   - เริ่มต้นการใช้งานโปรแกรม โดยทำการเลือกปุ่ม Start จะแสดงหน้าต่าง Design1
   - ยกเลิกการใช้งานโปรแกรม โดยทำการเลิก ปุ่ม Exit Program

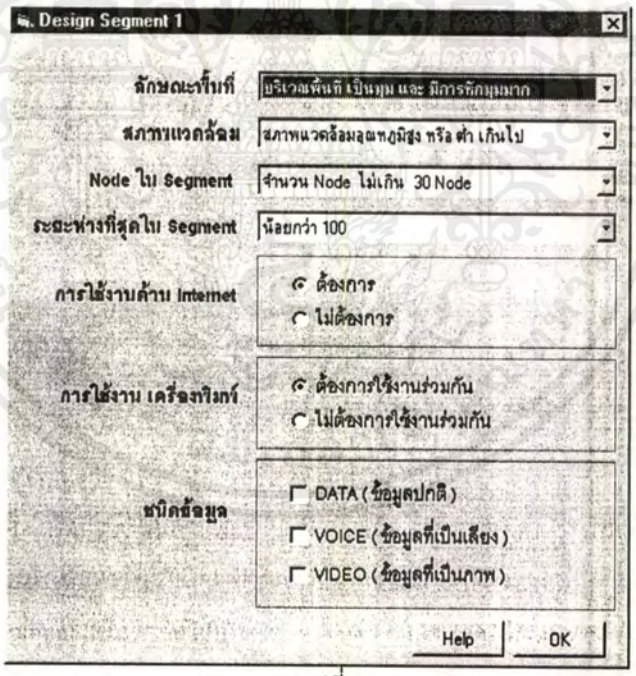
รูปที่ 1

3. เมื่อหน้าต่าง Design1 แสดงขึ้น ดังรูป ให้ทำการเลือก หัวข้อตามที่โปรแกรมกำหนด
   - เลือกหัวข้อ 1 Segment - 4 Segment เพื่อที่จะเริ่มต้นการ Design
   - เลือกปุ่ม Next เมื่อทำการเลือก Segment แล้ว จะแสดงหน้าต่าง Design Segment
   - เลือกปุ่ม Help เมื่อต้องการคำช่วยเหลือ

รูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แสดงหน้าต่าง Design Segment แล้วทำการเลือกหัวข้อดังต่อไปนี้
   - **ลักษณะพื้นที่** เป็นหัวข้อให้เลือกลักษณะพื้นที่ ที่จะทำการออกแบบระบบเครือข่าย
   - **สภาพแวดล้อม** เป็นหัวข้อให้เลือกลักษณะสภาพแวดล้อมที่จะทำการออกแบบระบบเครือข่าย
   - Node ใน Segment เป็นหัวข้อให้เลือก Node หรือ จำนวนคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่จะทำการออกแบบระบบเครือข่าย
   - **ระยะห่างที่สุดใน** Segment เป็นหัวข้อให้เลือกระยะทางที่ห่างที่สุดใน Segment
   - **การใช้งานด้าน** Internet เป็นหัวข้อให้เลือกความต้องการใช้งานทางด้าน Internet เพื่อที่จะทำการช่วยตัดสินใจในการออกแบบระบบเครือข่าย
   - **การใช้งานเครื่องพิมพ์** เป็นหัวข้อให้เลือกความต้องการใช้งานเครื่องพิมพ์ร่วมกันในเครือข่าย
   - **ชนิดของข้อมูล** เป็นหัวข้อให้เลือกการใช้งานชนิดของข้อมูงที่จำเป็นต้องใช้ในเครือข่าย สามารถที่จะเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ
   - เลือกปุ่ม OK เมื่อทำการเลือกหมดทุกหัวข้อ เพื่อที่จะแสดงหน้าต่าง Requirement
   - เลือกปุ่ม Help เมื่อต้องการคำช่วยเหลือ

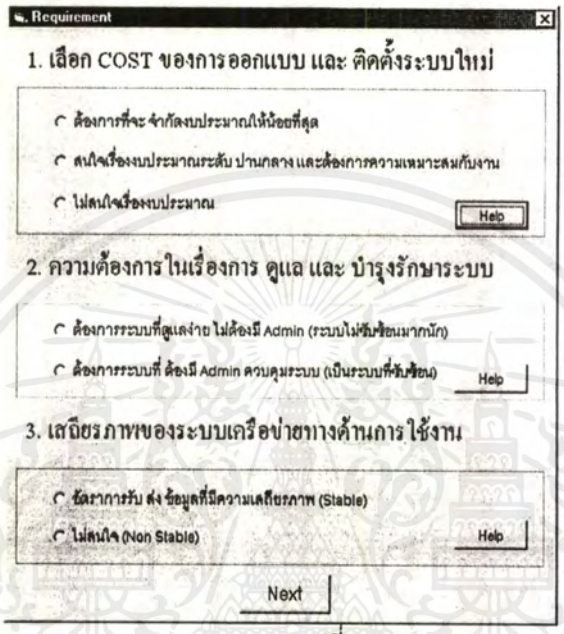


รูปที่ 3

5. แสดงหน้าต่าง Requirement แล้วทำการเลือกหัวข้อดังต่อไปนี้
   - **เลือก Cost ของการออกแบบ และ ติดตั้งระบบใหม่** ทำการเลือกงบประมาณของระบบใหม่ที่จำทำการออกแบบ

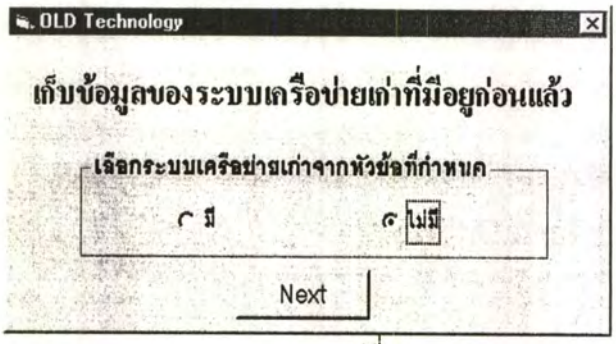
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เลือก ความต้องการในเรื่องการดูแล และ รักษาระบบ** เลือกเมื่อต้องการระบบที่ต้องการการบำรุงรักษาระบบมากน้องเพียงใด
- **เลือก เสถียรภาพของระบบเครือข่ายทางด้านการใช้งาน** ทำการเลือกเมื่อต้องการระบบที่มีความเสถียรภาพมากหรือน้อยเพียงใด
- เลือกปุ่ม Next เมื่อทำการเลือกหมดทุกหัวข้อ เพื่อที่จะแสดงหน้าต่างต่อไป
- เลือกปุ่ม Help เมื่อต้องการคำช่วยเหลือ



รูปที่ 4

6. แสดงหัวข้อของ เทคโนโลยี เก่า ในระบบเครือข่ายเดิมที่มีอยู่แล้ว
   - เลือก หัวข้อ **มี** เมื่อมีระบบเครือข่ายเก่าอยู่แล้ว
   - เลือก หัวข้อ **ไม่มี** เมื่อไม่มีระบบเครือข่ายเก่า
   - เลือกปุ่ม Next เมื่อทำการเลือกหมดทุกหัวข้อ เพื่อที่จะแสดงหน้าต่างต่อไป

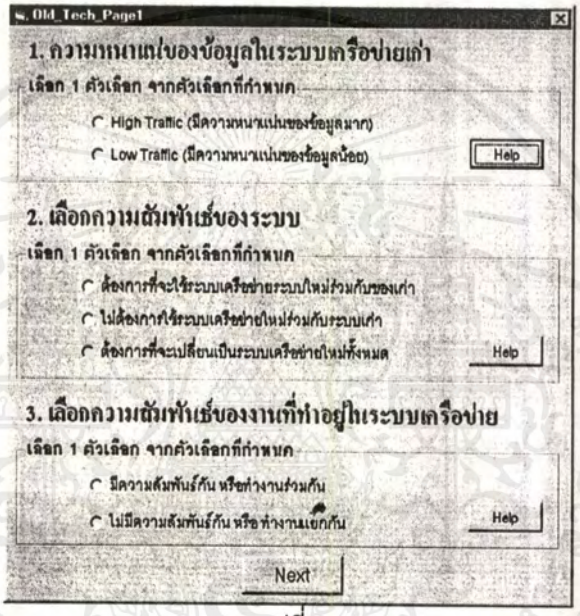


รูปที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. แสดงหน้าต่าง สอบถาม เทคโนโลยีเก่า หน้าต่างที่ 1 ทำการเลือกจากหัวข้อที่กำหนด

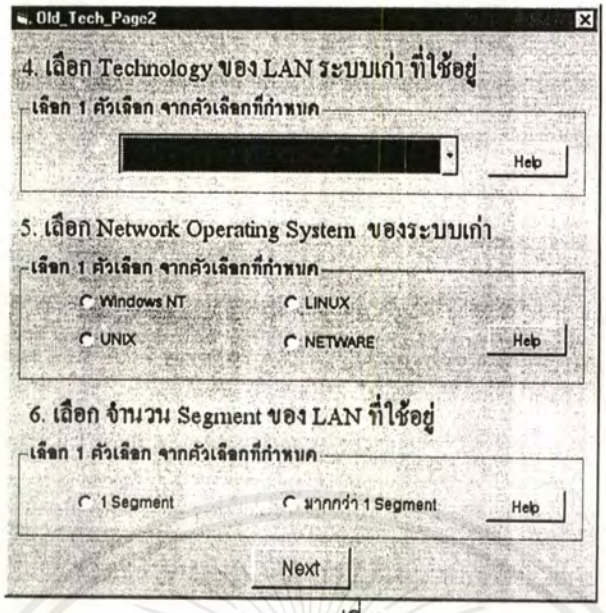
- **เลือกความหนาแน่นของข้อมูลในระบบเครือข่ายเก่า** เมื่อเครือข่ายเก่ามีความหน่แน่นของข้อมูลมากน้อยเพียงใด
- **เลือกความสัมพันธ์ของระบบ** ระบุความต้องการของระบบเครือข่ายเก่า และ ระบบเครือเครือข่ายใหม่
- **เลือกความสัมพันธ์ของงานที่ทำอยู่ในระบบเครือข่าย** เมื่อระบบเครือข่ายเก่าและใหม่ มีความสัมพันธ์กัน
- เลือกปุ่ม Next เมื่อทำการเลือกหมดทุกหัวข้อ เพื่อที่จะแสดงหน้าต่างต่อไป
- เลือกปุ่ม Help เมื่อต้องการคำช่วยเหลือ



รูปที่ 6

8. สอบถามระบบเครือข่ายเก่า หน้าที่ 2 ทำการเลือกจากหัวข้อที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



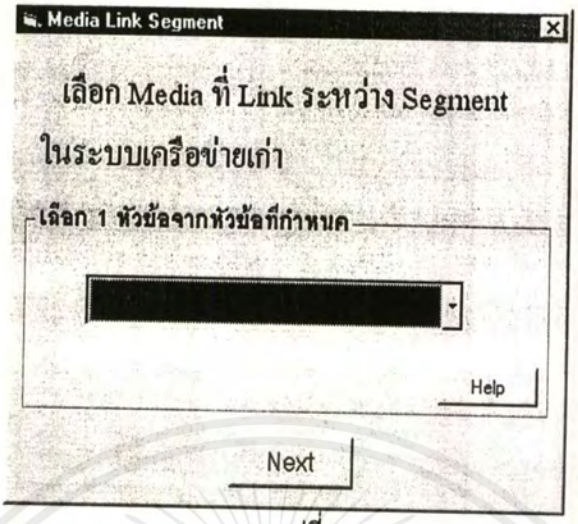
รูปที่ 7

- เลือก Technology ของ LAN ระบบเก่า ที่ใช้อยู่
  - เมื่อทำการเลือกหัวข้อ Technology ของ LAN ระบบเก่า ที่ใช้อยู่ ก็จะแสดงหน้าต่างสายสัญญาณมาเพื่อที่จะให้เลือกสายสัญญาณที่ใช้อยู่ ดังรูป

รูปที่ 8

- เลือก Network Operating System ของระบบเก่า
- เลือก จำนวน Segment ของ LAN ที่ใช้อยู่
  - เมื่อทำการเลือกหัวข้อ มากกว่า 1 Segment ก็จะแสดงหน้าต่างเพื่อทำการเลือก Media ที่ Link ระหว่าง Segment ในระบบเครือข่ายเก่า ดังรูป
- เลือกปุ่ม Next เมื่อทำการเลือกหมดทุกหัวข้อ เพื่อที่จะแสดงหน้าต่างต่อไป
- เลือกปุ่ม Help เมื่อต้องการคำช่วยเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9

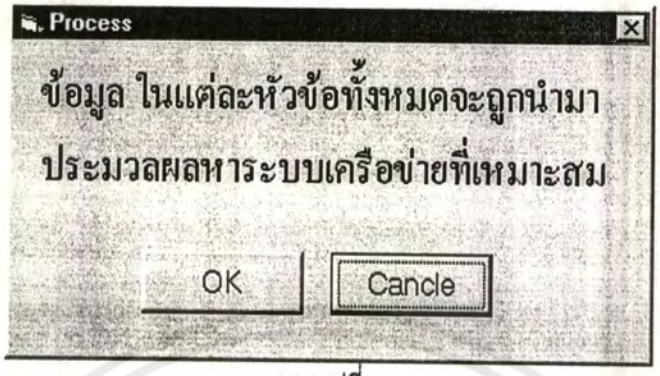
9. แสดงหน้าต่างของ Lan Application ทำการเลือกจากหัวข้อที่กำหนด
   - เลือกความสามารถในการรองรับ Technology ในอนาคต
   - เลือก Application หลักที่ต้องการใช้ในระบบเครือข่าย
   - เลือกปุ่ม Next เมื่อทำการเลือกหมดทุกหัวข้อ เพื่อที่จะแสดงหน้าต่างต่อไป
   - เลือกปุ่ม Help เมื่อต้องการคำช่วยเหลือ

รูปที่ 10

10. หน้าต่างแสดงการตกลงเลือก ให้ โปรแกรมประมวลผล เพื่อที่จะออกแบบระบบเครือข่าย

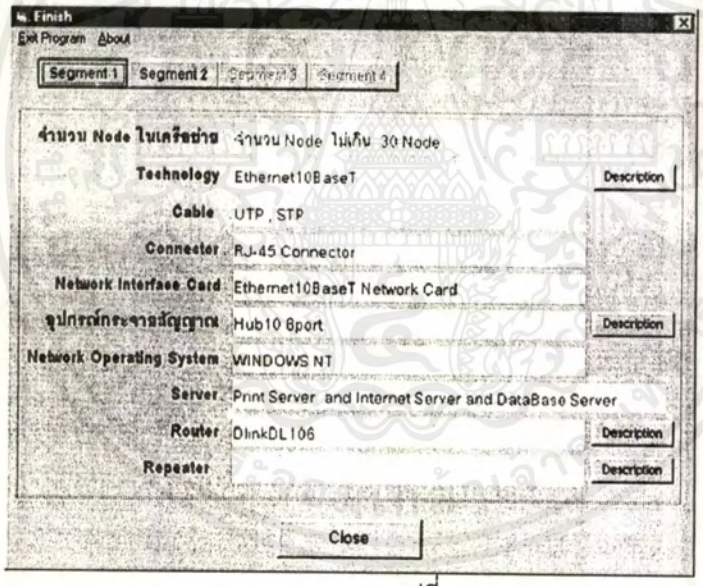
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือก ปุ่ม OK เมื่อต้องการที่จะออกแบบระบบเครือข่าย
- เลือก ปุ่ม Cancle เมื่อไม่ต้องการที่จะออกแบบระบบเครือข่าย



รูปที่ 11

11. หน้าต่างแสดงผลการคำนวนของโปรแกรม แบบที่ 1

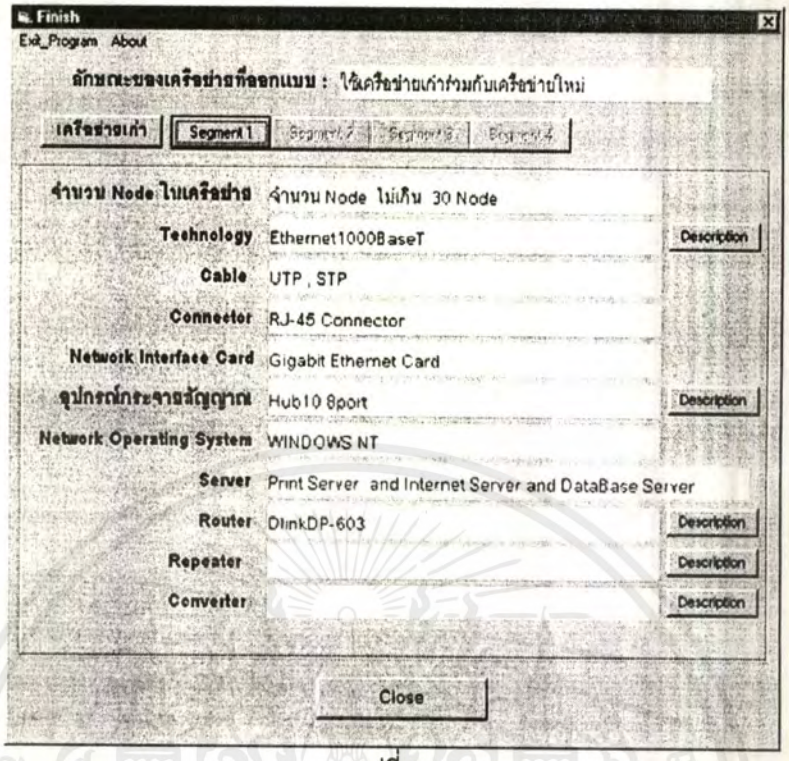


รูปที่ 12

- เลือกปุ่ม Close เมื่อต้องการออกจากหน้าต่างนี้
- เลือก ปุ่ม Description เมื่อต้องการ คำบรรยายช่วย

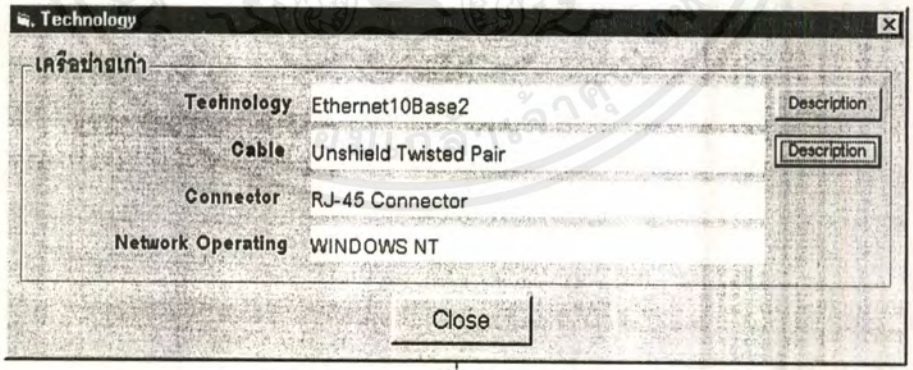
หน้าต่างแสดงผลการคำนวนของโปรแกรม แบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13

- เลือกปุ่ม เครือข่ายเก่า เพื่อที่จะให้โปรแกรมแสดง ข้อมูลของ เครือข่ายเก่า
- เลือกปุ่ม Close เมื่อต้องการออกจากหน้าต่างนี้
- เลือก ปุ่ม Description เมื่อต้องการ คำบรรยายช่วย



รูปที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File ID : Lan001	File Name : Technology
Description : ตารางแสดงเทคโนโลยีเครือข่ายแลน	
Index Key	Primary Key : Tech_id

NO.	Field Name	Type	Description
1	Tech_id	Text	ชื่อเทคโนโลยีเครือข่ายแลน
2	Description	Text	คำบรรยายเฉพาะตามหัวข้อ
3	Techspeed	Text	ความเร็วของเทคโนโลยีเครือข่ายแลน
4	Maxnode/segment	Number	จำนวนโหนดสูงสุดใน 1 Segment
5	Maxlength/m	Number	ความยาวสูงสุดของเครือข่ายแลน
6	Maintenance	Y/N	ความสามารถในการบำรุงรักษา
7	Reliability	Y/N	ความน่าเชื่อถือของเทคโนโลยีเครือข่ายแลน
8	Cost	Text	ราคาของเครือข่ายโดยประมาณ
9	Stablerate	Y/N	เสถียรภาพของเทคโนโลยีเครือข่ายแลน
10	Nic	Text	Network Interface Card
11	Score1	Number	ชุดให้คะแนนของ Segment ที่ 1
12	Score2	Number	ชุดให้คะแนนของ Segment ที่ 2
13	Score3	Number	ชุดให้คะแนนของ Segment ที่ 3
14	Score4	Number	ชุดให้คะแนนของ Segment ที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File ID : Lan002	File Name : Cable		
Description : ตารางแสดงสายสัญญาณ			
Index Key	Primary Key : Cable_id		
NO.	Field Name	Type	Description
1	Cable_id	Text	ชื่อสายสัญญาณ
2	Description	Text	คำบรรยายเฉพาะตามหัวข้อ
3	Connector	Text	หัวต่อสายสัญญาณ
4	Price_id	Text	ราคากำหนดโดยประมาณ
5	Speed_id	Text	ความเร็วที่สายสัญญาณรับได้
6	Tech_id	Text	เทคโนโลยีที่สามารถใช้ร่วมกับสายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File ID : Lan003	File Name : DistributeEquipment		
Description : ตารางแสดงอุปกรณ์กระจายสัญญาณ			
Index Key	Primary Key : Equipment_id		
NO.	Field Name	Type	Description
1	Equipment_id	Text	ชื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ
2	Description	Text	คำบรรยายเฉพาะตามหัวข้อ
3	Price_id	Text	ราคากำหนดเป็นขอบเขต
4	Speed_id	Text	ความเร็วกำหนดเป็นขอบเขต
5	PortFiber	Y/N	แสดงหัวข้อ PortFiber
6	Score	Number	ชุดให้คะแนนของ Table DistributeEquipment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File ID : Lan004	File Name : TechnologyCable		
Description : ตารางแสดงเทคโนโลยีเครือข่ายแลนกับสายสัญญาณ			
Index Key	Primary Key : Technology , Cable		
NO.	Field Name	Type	Description
1	Technology	Text	ชื่อเทคโนโลยีเครือข่ายแลน
2	Cable	Text	ชื่อสายสัญญาณ
3	Max_Length	Text	ความยาวสูงสุดที่สามารถใช้สายสัญญาณได้
4	Area	Text	พื้นที่ที่สามารถใช้สายสัญญาณได้
5	Environment	Text	สภาพแวดล้อมที่สามารถใช้สายสัญญาณได้
6	Connector	Text	หัวต่อที่ใช้ร่วมกับสายสัญญาณ
7	NIC	Text	Network Interface Card ที่ใช้กับสายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File ID : Lan005	File Name : Server		
Description : ตารางแสดงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย			
Index Key	Primary Key : Server_id		
NO.	Field Name	Type	Description
1	Server_id	Text	ชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย
2	Description	Text	คำบรรยายเฉพาะตามหัวข้อ
3	Internet	Y/N	เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายใช้งานด้าน Internet
4	Database	Y/N	เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายใช้งานด้าน Database
5	Mail	Y/N	เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายใช้งานด้าน Mail
6	File	Y/N	เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายใช้งานด้าน File
7	Printer	Y/N	เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายใช้งานด้าน Printer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File ID : Lan006	File Name : Router		
Description : ตารางแสดงอุปกรณ์เราท์เตอร์			
Index Key	Primary Key : Router_id		
NO.	Field Name	Type	Description
1	Router_id	Text	ชื่อของเราท์เตอร์
2	Description	Memo	คำบรรยายเฉพาะตามหัวข้อ
3	Score	Number	ช่องให้คะแนนของ Table Router

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File ID : Lan007	File Name : Repeater		
Description : ตารางแสดงอุปกรณ์ทวนสัญญานรีพิทเตอร์			
Index Key	Primary Key : Repeater_id		
NO.	Field Name	Type	Description
1	Repeater_id	Text	ชื่ออุปกรณ์ทวนสัญญานรีพิทเตอร์
2	Description	Memo	คำบรรยายเฉพาะตามหัวข้อ
3	Port	Text	ลักษณะ Port ของรีพิทเตอร์
4	Score	Number	ชุดให้คะแนนของ Table Repeater

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File ID : Lan008	File Name : Statuslan		
Description : ตารางแสดงสถานะของระบบเครือข่าย			
Index Key	Primary Key : Code		
NO.	Field Name	Type	Description
1	Code	Text	Code Name ของสถานะเครือข่าย
2	Status	Text	ลักษณะสถานะของระบบเครือข่าย
3	Score	Number	ชุดให้คะแนนของ Table Statualan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

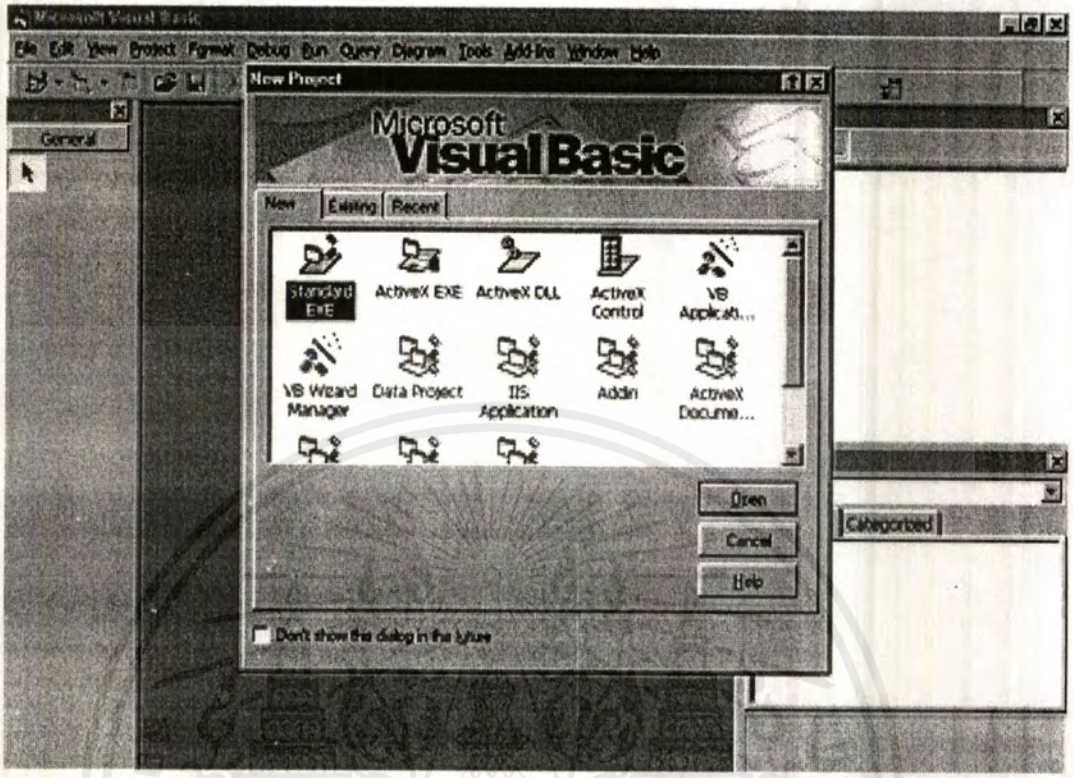
File ID : Lan009	File Name : Converter		
Description : ตารางแสดงอุปกรณ์คอนเวอร์เตอร์			
Index Key	Primary Key : Con_id		
NO.	Field Name	Type	Description
1	Con_id	Text	ชื่ออุปกรณ์คอนเวอร์เตอร์
2	port	Text	อินเตอร์เฟสที่ใช้เชื่อมต่อ
3	Support	Text	ความสามารถการรองรับเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

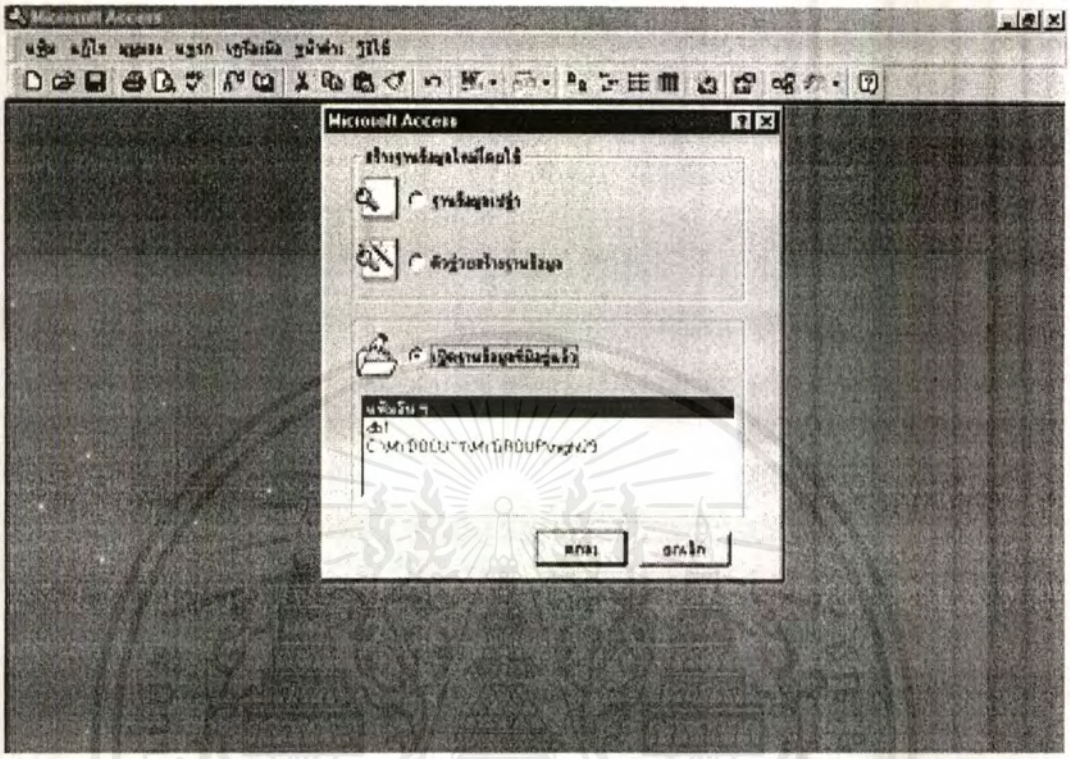
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าจอ ของ Program Visual Basic 6.0ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าจอ ของ Program MicroSoft Access 6.0 ที่ใช้ในการทำฐานข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] อ.ไพศาล หงษ์สกุล, การออกแบบระบบ LAN, พิมพ์ครั้งที่ 2, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ, 2540

[2] รศ.ประทีป บัญญัตินพรัตน์, การสื่อสารข้อมูล, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพ ฯ, โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[3] Frank J. Derfler Jr., Guede to Connectivity, ผู้เรียบเรียง จิรศักดิ์ เหลืองอุไร, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพ ฯ, หจก เม็ดทรายพริ้นติ้ง, 2539

[4] Understanding Groupware in the Enterprise, ผู้แปล คณิต ศาตะมาน, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพ ฯ โรงพิมพ์ บริษัทเอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด, ตุลาคม 2541

[5] Willamp Jason .pq, Local area Networking, NewYork, 1998

[6] Robert W. FOX Alan T. McD0NALD, NETWORK SYSTEM, Chichester 564, Printd in the Republic of Singapore, 1997

[7] ชาริน สิทธิธรรมชารี, คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual Basic 6 ฉบับใช้งานจริง, พิมพ์ครั้งที่ 1 , กรุงเทพ, บริษัทซัคเซสมีเดีย จำกัด โรงพิมพ์ บริษัท ส.เอเซียเพรส (1989 จำกัด)

[8] ชาริน สิทธิธรรมชารี, คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual Basic 6 ฉบับ ADVANCG พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพ, บริษัทซัคเซสมีเดีย จำกัด โรงพิมพ์ บริษัท ส.เอเซียเพรส (1989 จำกัด)

[9] Andrew S. TANENBAUM, Computer Network, กรุงเทพ : เพียร์สัน เอ็ชดูเคชั่น อินโดไชน่, 2542

[10] สิทธิ์ศักดิ์ คล่องดี, ไขความลับ MicroAccess 97 อย่างมืออาชีพ, พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์ บริษัท LT. Press จำกัด, 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้