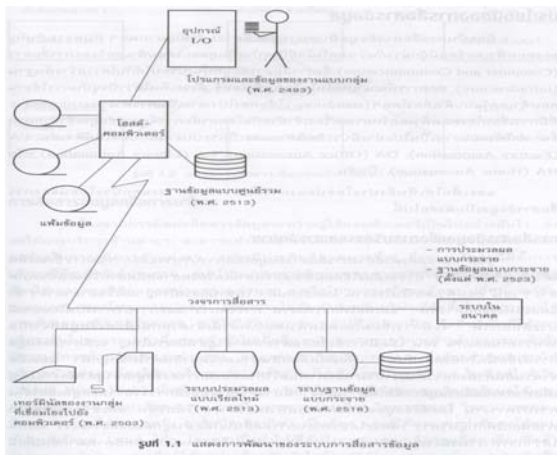


Data Communication คือการสื่อสารข้อมูลผ่านตัวกลาง

ตัวอย่างการใช้คอมพิวเตอร์ในการสื่อสารข้อมูล

- ธนาคาร
- สายการบิน
- ตลาดหุ้น
- ฯลฯ

การพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูล



- พ.ศ. 2493 ประมวลผลข้อมูลแบบกลุ่ม (Batch)
- พ.ศ. 2503 ใช้วงจรสื่อสารเช่นโทรศัพท์ ส่งข้อมูลจากแหล่งข้อมูลไกลๆ มาประมวลผลที่ศูนย์ ซึ่งเรียกว่า On-line Batch เช่น ระบบรับงานระยะไกล (RemoteJob Entry)
- พ.ศ. 2513 พัฒนาระบบ real time ได้ผลลัพธ์ตอบกลับมาทันที หรือ เกือบทันที ภายในไม่กี่นาที/วินาที เช่นระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้จองตั๋วเครื่องบิน
- หลังจาก 2513 มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลแบบรวม (Centralized Database) ฐานข้อมูลจะอยู่ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ ข้อดี คือ ควบคุมและบำรุงรักษา ระบบงานได้ง่าย ข้อเสีย คือ ต้องมีเครื่องขนาดใหญ่ราคาแพง มีเครื่องสนับสนุนเมื่อเครื่องหลักเสีย

- พ.ศ. 2518 นำระบบฐานข้อมูลแบบกระจายมาใช้ (Distributed Database) เก็บข้อมูล ณ แหล่งกำเนิดข้อมูลเมื่อผู้ใช้ต้องการใช้ข้อมูลก็สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทันทีแหล่งเก็บข้อมูลจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมกับหน่วยเก็บข้อมูลและส่งข้อมูลที่จำเป็นไปยังแหล่งต่างๆ ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์(Computer Network) เรียกว่าระบบประมวลผลแบบกระจาย (Distributed System) ในระบบนี้คอมพิวเตอร์และหน่วยเก็บข้อมูล ณ แหล่งต่างๆ จะมีขนาดไม่ใหญ่มาก
- ระบบประมวลผลแบบกระจายผู้ใช้ป้อนคำสั่งและข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ของตน คำสั่งจะไปขับเคลื่อนโปรแกรมอื่นในคอมพิวเตอร์อื่นโดยอัตโนมัติให้ได้ข้อมูลมาผ่านระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating System)

ประโยชน์ของการสื่อสารข้อมูล

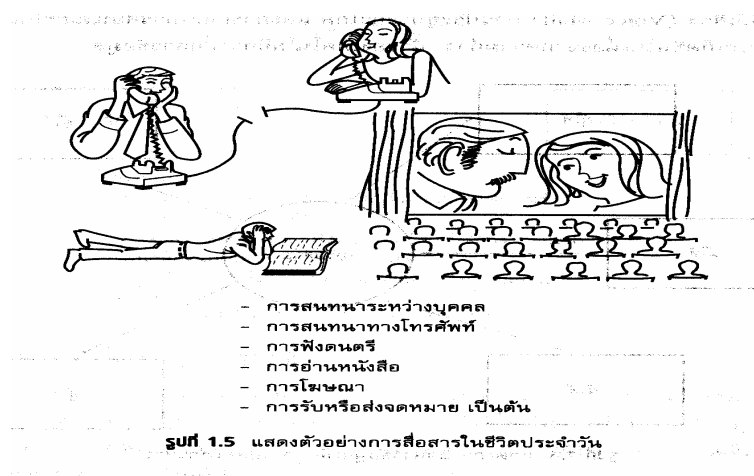
ทำให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบงานแบบอัตโนมัติ เช่น

- Factory Automation
- Office Automation
- Library Automation
- Home Automation
- etc.

ประเภทของการสื่อสารข้อมูล

- การสื่อสารข้อมูลเพื่อการบริหารและจัดการ
- การสื่อสารข้อมูลเพื่อการบริหาร
- การสื่อสารข้อมูลในด้านธุรกิจการเงิน
- การสื่อสารข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนข่าวสาร

ระบบการสื่อสารข้อมูล

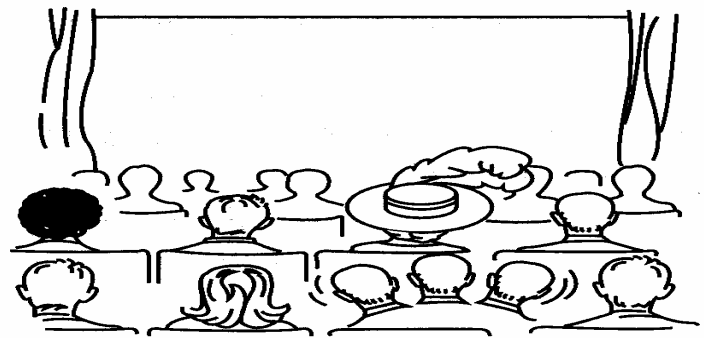


องค์ประกอบพื้นฐานของระบบการสื่อสารข้อมูล

1. ผู้ส่งหรืออุปกรณ์ส่งข้อมูล (Sender) และ ผู้รับหรืออุปกรณ์รับข้อมูล (Receiver)
2. โปรโตคอล (Protocol) และซอฟต์แวร์ ซึ่งโปรโตคอล คือ วิธีการหรือกฎระเบียบที่ใช้สื่อสารข้อมูลเพื่อให้ผู้รับและผู้ส่งสามารถเข้าใจกันได้ ส่วนซอฟต์แวร์มีหน้าที่ดำเนินการในการสื่อสารข้อมูลตามโปรแกรมที่กำหนดไว้
3. ข่าวสาร (Message) จะเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งผ่านไปในระบบสื่อสาร ซึ่งรูปแบบข่าวสารจะมี 4 รูปแบบ คือ
 - 3.1 ข้อมูล (Data)
 - 3.2 เสียง (Voice)
 - 3.3 ข้อความ (Text)
 - 3.4 ภาพ (Image)
4. ตัวกลางในการส่ง (Transmission Media) ซึ่งจะได้แก่ เส้นลวด สายไฟ สายเคเบิล อากาศ เป็นต้น

สิ่งที่ทำให้ระบบการสื่อสารดีหรือเลว

- ข่าวสารสามารถเข้าใจกันได้ดี
ส่ง 9600 bps(bit per second) รับ 1200 bps ไม่สำเร็จ
- การรบกวน (Noise)



รูปที่ 1.7 แสดงการรบกวนในระบบการสื่อสาร

เครือข่ายคอมพิวเตอร์

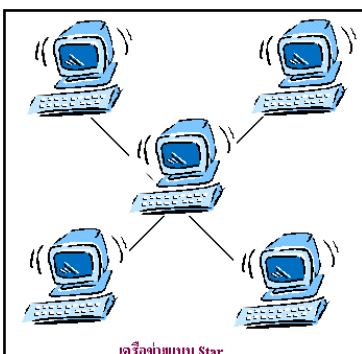
ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ คือ ระบบการเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไป เพื่อให้สามารถทำการติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างกันได้นั่นเอง

การแบ่งเครือข่ายออกตามบริเวณหรืออาณาเขตที่ครอบคลุม

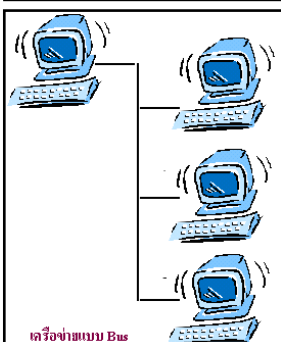
1.1. แลน (LAN ; Local Area network) เป็นเครือข่ายเฉพาะที่ ครอบคลุมเขตไม่กว้างนัก(ไม่กี่กิโลเมตร) เช่น เครือข่ายภายในอาคาร เครือข่ายในแคมปัส

รูปแบบของการเชื่อมโยงเครือข่าย หรือโทโปโลยี (LAN Topology)

1. **โทโปโลยีรูปดาว (Star)** เป็นหลักการส่งและรับข้อมูล เหมือนกับระบบโทรศัพท์ การควบคุมจะทำโดยสถานีศูนย์กลาง ทำหน้าที่เป็นตัวสวิตซ์ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดในระบบเครือข่ายจะต้องผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Center Computer) ข้อเสียของเครือข่ายแบบ STAR คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางมีราคาแพง และถ้าศูนย์กลางเกิดความเสียหายจะทำให้ทั้งระบบทำงานไม่ได้เลย นอกจากนี้เครือข่ายแบบ STAR ยังใช้สายสื่อสารมากกว่าแบบ BUS และ แบบ RING



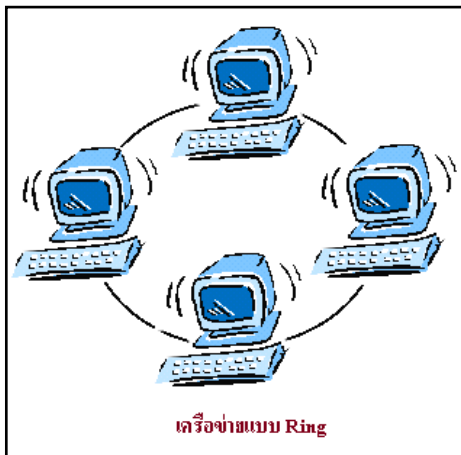
เครือข่ายแบบ Star



เครือข่ายแบบ Bus

- 1.2. **โทโปโลยีแบบบัส (Bus)** โทโปโลยีแบบบัสต่างกับโทโปโลยีแบบดาวในเรื่องจำนวนสายสัญญาณ โทโปโลยีแบบดาวเมื่อมีสถานีงานจำนวนมากเท่าใด จำนวนสายสัญญาณก็จะมากขึ้นเท่านั้น ข้อเสีย ของเครือข่ายแบบ BUS คือการไหลของข้อมูลที่เป็น 2 ทิศทางทำให้ระบจุดที่เกิดความ

เสียหายในบัสซาย และ โหนดที่ถัดต่อไปจากจุดที่เกิดความเสียหายจนถึงปลายของบัสจะไม่สามารถทำการสื่อสารข้อมูลได้ แต่โหนดที่อยู่ก่อนหน้าจุดเสียหายจะยังคงสื่อสารข้อมูลได้



1.3. โทโปโลยีรูปวงแหวน (Ring)

เครือข่ายแบบ **RING** เป็นการข่าวสารที่ส่งผ่านไปมาในเครือข่าย ข้อมูลข่าวสารจะไหลวนอยู่ในเครือข่ายไปในทิศทางเดียวเหมือนวงแหวน หรือ RING นั้นเอง โดยไม่มีจุดปลายหรือเทอร์มินัลเช่นเดียวกับเครือข่ายแบบ BUS ในแต่ละโหนดหรือสแตชันจะมีรีพีตเตอร์ประจำโหนด 1 เครื่อง ซึ่งจะทำหน้าที่เพิ่มเติมข่าวสารที่จำเป็นต่อการสื่อสาร ในส่วนหัวของแพ็กเกจ ข้อมูลสำหรับการส่งข้อมูลออกจากโหนด และมีหน้าที่รับแพ็กเกจข้อมูลที่ไหลผ่านมาจากสายสื่อสาร เพื่อตรวจสอบว่าเป็นข้อมูลที่ส่งมาให้โหนดตนหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะคัดลอกข้อมูลทั้งหมดนั้นส่งต่อไปให้กับโหนดของตน แต่ถ้าไม่ใช่ก็จะปล่อยข้อมูลนั้นไปยังรีพีตเตอร์ของโหนดถัดไป

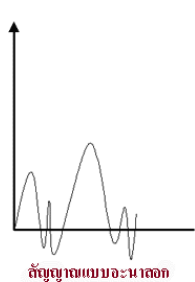
ข้อดี ของเครือข่ายแบบ RING คือผู้ส่งสามารถส่งข้อมูลไปยังผู้รับได้หลาย ๆ โหนดพร้อมกัน โดยกำหนดตำแหน่งปลายทางเหล่านั้นลงในส่วนหัวของแพ็กเกจข้อมูล รีพีตเตอร์ของแต่ละโหนดจะทำการตรวจสอบเอง ว่ามีข้อมูลส่งมาให้ที่โหนดตนเองหรือไม่ การส่งผ่านข้อมูลในเครือข่ายแบบ RING จะเป็นไปในทิศทางเดียวจากโหนดสู่โหนด จึงไม่มีการชนกันของสัญญาณข้อมูล

ข้อเสีย คือ 1. ถ้ามีโหนดใดโหนดหนึ่งในเครือข่ายเสียหาย ข้อมูลจะไม่สามารถส่งผ่านไปยังโหนดต่อไปได้ และจะทำให้เครือข่ายทั้งเครือข่ายขาดการติดต่อสื่อสารได้ 2. ขณะที่ข้อมูลถูกส่งผ่านแต่ละโหนด เวลาส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปกับการที่ทุก ๆ รีพีตเตอร์จะต้องทำการคัดลอกข้อมูล และตรวจสอบตำแหน่งปลายทางของข้อมูล 3. การติดตั้งเครือข่ายแบบ RING ทำได้ยากกว่าแบบ BUS

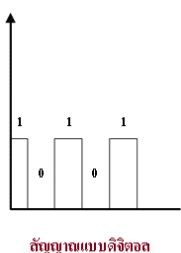
2. แมน (MAN; Metropolitan Area Network) เป็นเครือข่ายที่ครอบคลุมทั้งตัวเมือง เช่น การแพร่ข้อมูลภาพด้วยระบบเคเบิลทีวี การส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ

3. แวน (WAN ; Wide Area Network) เป็นเครือข่ายที่มีขอบเขตกว้างไกลครอบคลุมทั่วประเทศ และ ระหว่างประเทศเช่น เครือข่ายโทรศัพท์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต(Internet)

สัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์มี 2 ชนิดคือ



1 **สัญญาณแบบอนาล็อก** จะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่อง ที่ทุก ๆ ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปของระดับสัญญาณจะมีความหมาย ซึ่งจะถูกรบกวนได้ง่ายกว่า เนื่องจากค่าทุกค่าถูกนำมาใช้งาน



2 **สัญญาณดิจิทัล** จะประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง 2 ค่า คือ สัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด ดังนั้นประสิทธิภาพและ ความน่าเชื่อถือจึงสูงกว่าสัญญาณอนาล็อก เนื่องจากการใช้งานค่าเพียง 2 ค่าเพื่อนำมาตีความหมายเป็น 1 กับ 0 เท่านั้น ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์ก็ใช้สัญญาณแบบนี้สำหรับการทำงานและติดต่อสื่อสารกัน

เครื่องมือที่ใช้แปลงสัญญาณระหว่างอนาล็อกกับดิจิทัล คือ **MODEM (Modulation/Demodulation)**

Modulation คือ การแปลงสัญญาณดิจิทัล

Demodulation คือ การแปลงสัญญาณอนาล็อก

วิธีการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์

ทิศทางของการสื่อสารข้อมูล

1. แบบทางเดียว (Simplex หรือ One-way) ข้อมูลส่งไปได้แต่ย้อนกลับไม่ได้ เช่น ระบบวิทยุ หรือ โทรศัพท์
2. แบบกึ่งสองทิศทาง (Half Duplex) ข้อมูลส่งไปกลับสลับกันได้ทั้ง 2 ทิศทาง โดยทำการผลัดกันส่งทีละทิศทางเท่านั้น เช่น วิทยุสื่อสารแบบผลัดกันพูด
3. แบบสองทิศทาง (Full Duplex หรือ Both-way) ข้อมูลส่งพร้อม ๆ กันได้สองทิศทางแบบอิสระ เช่น ระบบโทรศัพท์

ประเภทของการส่งสัญญาณข้อมูล

การส่งสัญญาณข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ การส่งแบบขนานและแบบอนุกรม

1. แบบอนุกรม (Serial) หมายถึง การส่งข้อมูลหนึ่งต่อหนึ่งเรียงลำดับกันไป ซึ่งจะเป็นการส่งข้อมูลที่ละ 1 บิตต่อครั้ง

การส่งข้อมูลแบบอนุกรมแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

1.1. แบบไม่ประสานจังหวะ (Asynchronous Transmission) หรือ การสื่อสารแบบระบุจุดเริ่มและจุดสิ้นสุด คือ มีบิตเริ่มต้น บิตข้อมูล บิตตรวจสอบ และบิตสุดท้าย การส่งข้อมูลแบบนี้จะมีอัตราในการรับส่งข้อมูลที่แน่นอนมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second)

1.2. แบบประสานจังหวะ (Synchronous Transmission) จะทำการส่งข้อมูลที่ละกลุ่มซึ่งเรียกว่า Frame หรือ Packets

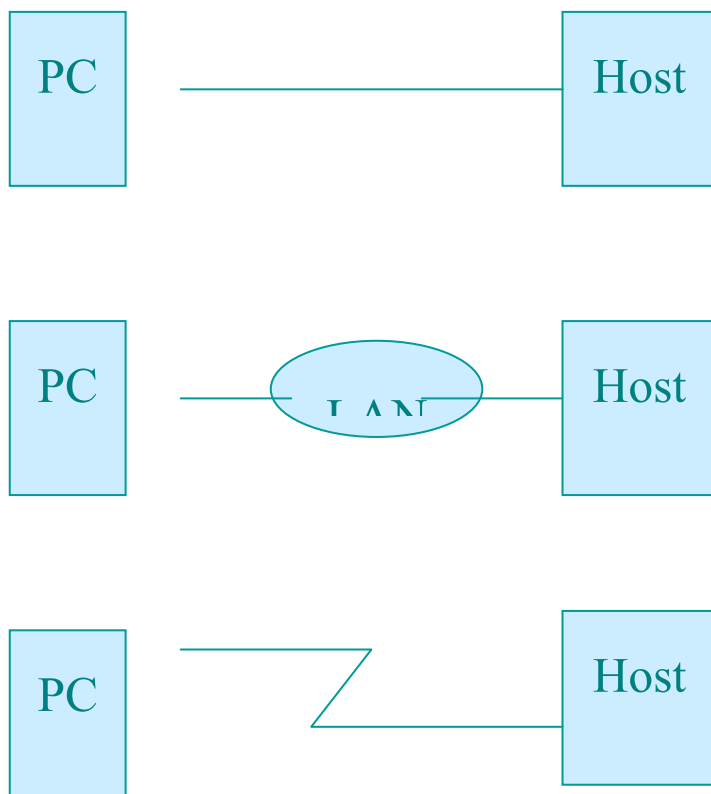
2. แบบขนาน (Parallel) หมายถึง การส่งข้อมูลหลาย ๆ บิตขนานกันไป ซึ่งจะต้องมีวงจรควบคุมการรับส่ง

สามารถส่งข้อมูลดิจิทัลได้มากกว่า 1 บิตในเวลาเดียวกัน นิยมเรียกอัตราการส่งข้อมูลเป็นบิตต่อวินาที (Bit per Second : bps)

ข้อดี คือ สามารถส่งข้อมูลได้รวดเร็ว เพราะส่งครั้งละ 8 บิต

ข้อเสีย คือ ใช้ส่งแต่เฉพาะใกล้ ๆ เท่านั้น ราคาแพง

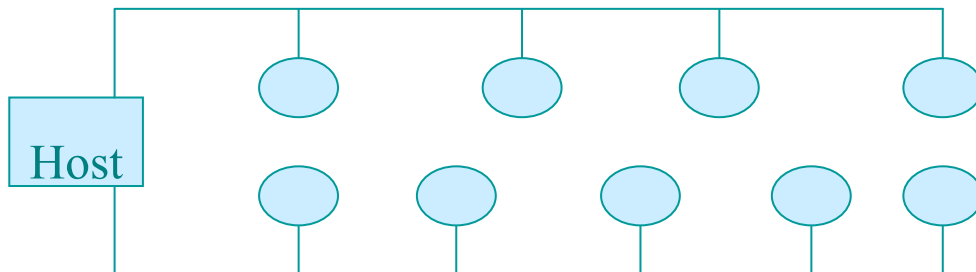
แถบความถี่ หรือ Bandwidth คุณสมบัติในการในการส่งข้อมูลที่เป็นความถี่ที่มีค่าต่างกันจะเรียกว่า **แถบความถี่** (Bandwidth) หมายถึงขีดจำกัดที่ช่องทางการสื่อสารที่สามารถนำข้อมูลผ่านช่องทางในช่วงเวลาที่กำหนด โดยมีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hertz) คือ รอบ/วินาที ตัวย่อคือ Hz เช่น เสียงที่มนุษย์ได้ยิน จะมี Bandwidth ระหว่าง 300Hz-4000Hz



การเชื่อมต่อการสื่อสารข้อมูล (Connectivity)

■ การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (Point to Point) เป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เพียง 2 เครื่องโดยใช้สายสื่อสารเพียงสายเดียวและความยาวของสายไม่จำกัด โดยสายสื่อสารจะถูกจองการส่งข้อมูลตลอดเวลา (Lease Line) ซึ่งเหมาะกับงานที่มีการรับส่งข้อมูลมาก ๆ และต่อเนื่อง เช่น ATM เป็นต้น

■ การเชื่อมโยงแบบหลายจุด (Multi Point or Multi Drop) เป็นการเชื่อมต่อโดยใช้สายสื่อสารเพียงสายเดียว แต่สามารถเชื่อมต่อกับเทอร์มินัลได้หลาย ๆ เครื่องหรือหลาย ๆ จุด และสามารถส่งข้อมูลได้พร้อม ๆ กันบางทีจึงเกิดการชนกันของข้อมูล ดังนั้นจึงต้องมีศูนย์กลางควบคุมทิศทางการไหลของข้อมูล ซึ่งจะเหมาะสำหรับการรับส่งข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง ข้อมูลไม่มากนัก



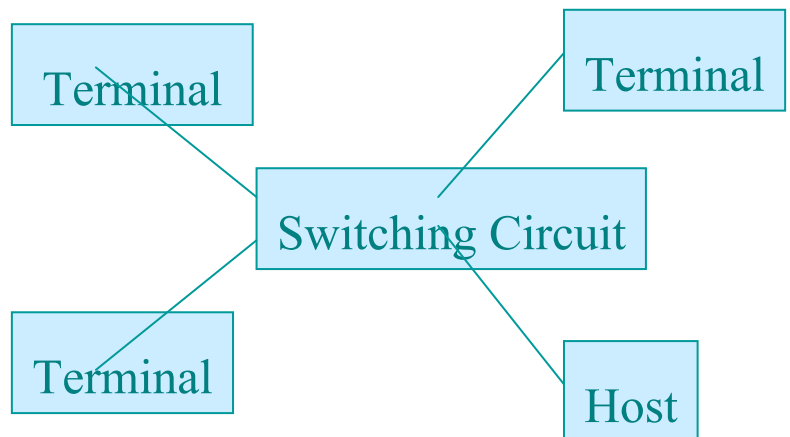
■ ข้อจำกัดของจำนวนเทอร์มินัลในการเชื่อมโยงแบบหลายจุด คือ

- ประสิทธิภาพของเทอร์มินัลและซอฟต์แวร์
- ปริมาณของข้อมูลที่ได้รับส่ง ความยาวและอัตราการรับส่งข้อมูล
- ความจุของสายสื่อสาร และความเร็วสูงสุดของข้อมูลที่ส่งผ่านได้
- ข้อจำกัดที่กำหนดขึ้นโดยองค์กรที่ควบคุมการสื่อสาร

■ การเชื่อมโยงแบบเครือข่ายสวิตชิง (Switching Network) มีลักษณะการทำงานดังนี้

1. ต้องมีการเชื่อมโยงการสื่อสารกันทั้ง 2 ฝ่ายโดยมีเครือข่ายสวิตชิงทำหน้าที่เชื่อมโยงสลับสายให้
2. การเชื่อมโยงเป็นแบบจุดต่อจุด
3. เมื่อจบการรับส่งข้อมูลแล้ว ต้องตัดการเชื่อมโยงเพื่อให้สายการสื่อสารว่าง

ตัวอย่างของระบบนี้ได้แก่ เครือข่ายขององค์กรโทรศัพท์
เทเลกซ์ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สลับสายได้แก่
ชุมสายโทรศัพท์ ตู้ชุมสาย (PABX) และ Centrex



สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล

สื่อกลางสำหรับการสื่อสารข้อมูลจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. **ประเภทมีสาย** ได้แก่ สายคู่ไขว้ (Wire pair หรือ Twisted pair หรือสายโทรศัพท์), สายตัวนำร่วมแกน (Coaxial Cables), เส้นใยนำแสง หรือไฟเบอร์ออปติกส์ (Fiber optics)
2. **ประเภทไม่มีสาย** ได้แก่ ไมโครเวฟ (Microwave) และดาวเทียม, การสื่อสารดาวเทียม (Stellite Transmission)

ชนิดของสื่อกลางการสื่อสารข้อมูล

● ระบบเดินสายเคเบิล (Wired System)

ซึ่งหมายรวมถึงสื่อกลางที่เป็นสายทั้งหมด โดยระบบเครือข่ายที่อุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่ห่างกันไม่มากนักจะใช้วิธีเดินสายแบบต่าง ๆ สายสัญญาณที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน จะมีชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะของเครือข่ายและความต้องการในการใช้งานดังนี้

1. สายคู่บิดเกลียวแบบมีชีลด์และไม่มีชีลด์ (Shielded and Unshielded Twisted -Pair Cable : STP/UTP) ประกอบด้วยสายทองแดงที่มีฉนวนหุ้มจำนวนสองเส้น นำมาพันกันเป็นเกลียว สามารถลดการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ โดยสายเกลียวคู่หนึ่งจะใช้แทนช่องทางการสื่อสารได้หนึ่งช่องทาง ซึ่งในการใช้งานจริงอาจจะรวมสายจำนวนหลายร้อยคู่เข้าด้วยกันเป็นสายใหญ่เพื่อให้สามารถใช้งานได้พร้อม ๆ กัน เช่น ระบบสายโทรศัพท์

สายคู่บิดเกลียวตามมาตรฐานของ EIA/ITA-568 แบ่งได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. Category 1 (CAT 1) เป็นสายที่ใช้ในระบบสายโทรศัพท์แบบดั้งเดิม เหมาะสำหรับส่งสัญญาณเสียง ไม่เหมาะกับการรับส่งข้อมูล
2. Category 2 (CAT 2) เป็นสายที่เหมาะสมกับการส่งข้อมูล เพราะสามารถรับส่งข้อมูลได้เร็วถึง 4 เมกะบิตต่อวินาที (Mega bit per second)
3. Category 3 (CAT 3) เป็นสายที่สามารถรับส่งข้อมูลได้สูงสุดถึง 10 เมกะบิตต่อวินาที มีการใช้งานมากในระบบ Token ring แบบ 4 Mbits/sec และ 10Base-T
4. Category 4 (CAT 4) เป็นสายที่สามารถรับส่งข้อมูลได้สูงสุดถึง 16 เมกะบิตต่อวินาที มีการใช้งานมากในระบบ Token ring แบบ 16 Mbits/sec
5. Category 5 (CAT 5) เป็นสายที่สามารถรับส่งข้อมูลได้สูงสุดถึง 100 เมกะบิตต่อวินาที มีการใช้ระบบเครือข่ายความเร็วสูงแบบใหม่ ๆ เช่น Fast Ethernet และ ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- สายโคแอกเชียล (Coaxial Cable)

จะเป็นสายสื่อสารที่สามารถส่งข้อมูลได้ไกลกว่าสายแบบคู่บิดเกลียว แต่มีข้อเสียคือ ราคาสูงกว่า ลักษณะสายจะประกอบไปด้วยส่วนของสายส่งข้อมูลที่เป็นลวดทองแดงหุ้มด้วยฉนวนอยู่ตรงกลาง จากนั้นจะหุ้มด้วยตัวนำเพื่อเป็นสายกราวด์ จากนั้นจึงหุ้มด้วยฉนวนเปลือกนอกอีกชั้นหนึ่ง สายโคแอกจะสามารถส่งข้อมูลได้ทั้งแบบเบสแบนด์และบรอดแบนด์ พบการใช้งานมากจากสายเคเบิลทีวี ในปัจจุบันการใช้งานสายโคแอกกับระบบคอมพิวเตอร์ลดลง เนื่องจากการพัฒนาของสายคู่บิดเกลียวที่ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงขึ้นเรื่อย ๆ

- สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable)

สายใยแก้วนำแสงจะประกอบไปด้วยใยแก้วหรือพลาสติกอยู่ตรงกลางของสาย และใช้ใยแก้วอีกชนิดหนึ่งเป็นตัวหุ้ม (Cladding) และหุ้มด้วยฉนวนในชั้นนอกสุด ซึ่งใยแก้วชั้นนอกสุดจะทำหน้าที่เป็นเหมือนกระจกที่สะท้อนสัญญาณแสงให้สะท้อนไปมาภายในใยแก้วที่เป็นแกนกลางจากจุดเริ่มต้นจนถึงปลายทาง สายใยแก้วนำแสงมีแบนด์วิธที่กว้างมาก ทำให้สามารถส่งข้อมูลปริมาณมากได้ด้วยความเร็วสูงและส่งได้ระยะทางไกล ปลอดภัยจากการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่ข้อเสีย คือ ติดตั้งและบำรุงรักษายาก รวมทั้งมีราคาแพงด้วย

โครงสร้างของใยแก้วนำแสง มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก 3 ชั้น คือ

1. Core เป็นแกนที่อยู่ชั้นในสุดเป็นใยแก้วหรือเส้นใยพลาสติกเส้นเดียวหรือหลายเส้น
2. Cladding เป็นชั้นที่ล้อมรอบใยแก้ว เป็นแก้วหรือพลาสติก
3. Jacket เป็นชั้นนอกสุด ลักษณะเป็นชั้นพลาสติกหรือวัสดุอื่น ทำหน้าที่ป้องกันความชื้น การสึกหรอ แดก และอันตรายต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อม

สายใยแก้วนำแสง มักนำมาใช้ในงานลักษณะดังต่อไปนี้

1. สายผ่านระยะไกล (Long-haul Trunks) ระยะทางประมาณ 900 ไมล์
2. สายผ่านบริเวณเมืองใหญ่ (Metropolitan Trunks) ระยะทางเฉลี่ย 7-8 ไมล์
3. สายผ่านชุมสายชนบท (Rural Exchange Trunks) ระยะทาง 25-100 ไมล์
4. วงท้องถิ่น (Local Loops) เชื่อมโยงระหว่างชุมสาย กับผู้เช่า
5. เครือข่ายพื้นที่ท้องถิ่น (Local Area Network : LAN)

สายใยแก้วนำแสงมีคุณสมบัติที่ต่างจากสายคู่บิดเกลียวและสายโคแอกดังนี้

1. มีแบนด์วิธกว้างกว่า
2. ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา
3. การลดทอนพลังงานของสัญญาณน้อยกว่า
4. ไม่ถูกรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
5. ระยะห่างระหว่างเครื่องทวนสัญญาณไกลขึ้น

เปรียบเทียบการใช้งานสายเคเบิลชนิดต่าง ๆ

	UTP/STP	Coaxial	Fiber Optic
ค่าใช้จ่าย	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ระยะทาง	100 เมตร	500 เมตร	2 กิโลเมตร
การติดตั้ง	ง่าย	ไม่ยาก	ต้องใช้ความชำนาญ
สื่อที่เหมาะสม	ข้อมูล	เสียง ภาพ ข้อมูล	ข้อมูลมัลติมีเดีย
ความเร็ว	ปานกลาง	ปานกลาง	สูงมาก
รบกวนของคลื่นแม่เหล็ก	รบกวน	รบกวน	ไม่มีผลใด ๆ
การคัดสัญญาณ	ทำได้	ทำได้	ทำไม่ได้

ระบบไมโครเวฟ (Microwave System)

จะทำการส่งสัญญาณที่มีคลื่นความถี่สูงกว่าคลื่นวิทยุ โดยจะทำการส่งเป็นทอด ๆ จากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่งเป็นเส้นตรง ดังนั้นสถานีจะต้องอยู่ในที่สูงเพื่อช่วยให้การส่งสัญญาณไปได้ไกลขึ้นและยังช่วยลดจำนวนสถานีโดยปกติแล้วแต่ละสถานีจะครอบคลุมพื้นที่รับสัญญาณได้ประมาณ 30-50 กิโลเมตร

ปัจจุบันมีการใช้ระบบไมโครเวฟกันทั่วไป โดยเฉพาะพื้นที่ซึ่งยากในการเดินสาย นอกจากนี้ระบบนี้ยังมีราคาต่ำ ติดตั้งง่าย และมีอัตราการส่งข้อมูลสูงด้วย ข้อเสียของระบบไมโครเวฟ คือ สัญญาณรบกวนได้อุณหภูมิ พายุหรือฝน

การใช้งาน หลักของระบบไมโครเวฟ คือ บริการสื่อสารโทรคมนาคมระยะไกลสำหรับการส่งสัญญาณโทรทัศน์และเสียง แต่ระบบไมโครเวฟต้องการเส้นทางตรงระหว่างสถานีส่งและสถานีรับโดยไม่มีสิ่งใดมาบัง

ระบบดาวเทียม (Satellite System)

ระบบดาวเทียมจะใช้หลักการเดียวกับระบบไมโครเวฟ คือ ใช้การยิงสัญญาณจากแต่ละสถานีต่อกันยังจุดหมายที่ต้องการ แต่ว่าดาวเทียมต้องลอยอยู่เหนือพื้นโลก 36000 กิโลเมตร เพื่อเป็นสถานีในการยิงสัญญาณไปยังจุดหมาย โดยส่งข้อมูลแบบขนาน ซึ่งจากการลอยอยู่สูงทำให้ใช้ดาวเทียม 3 ดวงก็สามารถส่งสัญญาณครอบคลุมทั่วโลก การใช้งานดาวเทียมโดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือ

1. การเชื่อมโยงแบบจุดถึงจุด (Point to Point Link)
2. การเชื่อมโยงแบบหลายจุด (Multi Point Link)

เพื่อให้การใช้งานดาวเทียมได้ผล ดาวเทียมจะต้องเสมือนหยุดอยู่กับที่เมื่อเทียบกับตำแหน่งบนโลก กล่าวคือ ดาวเทียมต้องมีเวลาหมุนรอบโลกเท่ากับระยะเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ซึ่งจะสามารถทำได้ที่สูง 35748 กิโลเมตร ลักษณะการใช้งานดาวเทียมสื่อสาร มีดังต่อไปนี้

1. การแพร่ภาพโทรทัศน์ (Television Distribution)
2. โทรศัพท์ทางไกล (Long-distance Telephone Transmission)
3. โครงข่ายธุรกิจส่วนบุคคล (Private Business Networks)

ข้อเสียที่สำคัญของระบบดาวเทียม คือ ถูกรบกวนจากสภาพอากาศ พายุ ฝน รวมทั้งตำแหน่งโคจรของดวงอาทิตย์ด้วย และปัญหาที่เกิดจากเวลาที่หน่วง (Delay Time) เนื่องจากจะต้องส่งสัญญาณจากโลกไปดาวเทียมและส่งต่อไปสถานีอื่นทำให้ต้องใช้เวลานานซึ่งไม่เหมาะสำหรับงานบางอย่าง

ระบบอื่น ๆ

- ระบบอินฟราเรด (Infrared)
- ระบบวิทยุ (Radio)
- ระบบสเปกตรัมแถบกว้าง (Spread Spectrum)

อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล

● อุปกรณ์รวมสัญญาณ

- มัลติเพล็กซ์เซอร์ (Multiplexer) นิยมเรียกกันว่า MUX เป็นอุปกรณ์ที่ทำการรวมข้อมูลจากเครื่องเทอร์มินัลจำนวนหนึ่งเข้าด้วยกัน และส่งผ่านสายสื่อสาร เช่น สายโทรศัพท์ และที่ปลายทาง MUX อีกตัวก็จะทำหน้าที่แยกข้อมูลที่ส่งไปยังจุดหมายที่ต้องการ

- คอนเซนเตรเตอร์ (Concentrator) นิยมเรียกกันว่า คอนเซน จะเป็นมัลติเพลกเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยจะสามารถทำการเก็บข้อมูลเพื่อส่งต่อ (Store and Forward) โดยใช้ Buffer ทำให้ไม่สามารถเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่มีความเร็วสูงกับความเร็วต่ำได้ รวมทั้งอาจจะมีการบีบอัดข้อมูลเพื่อให้สามารถส่งข้อมูลได้มากขึ้นด้วย

- ฮับ (Hub) หรือเรียกอีกอย่างว่า LAN Concentrator นิยมใช้ในเครือข่าย LAN รุ่นใหม่ ๆ โดยใช้ฮับในการเชื่อมสายสัญญาณจากหลาย ๆ จุดเข้าเป็นจุดเดียว ฮับสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. Passive Hub เป็นฮับที่ไม่มีการขยายสัญญาณใด ๆ ที่ส่งผ่านมา

2. Active Hub จะทำหน้าที่เป็นเครื่องทวนซ้ำสัญญาณ (Repeater) ในตัว นั่นคือ จะขยายสัญญาณที่ส่งผ่านมาให้สามารถส่งต่อไปให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ไกลขึ้น

- ฟรอนต์เอนด์โปรเซสเซอร์ (Front-End Processor) มีหน้าที่การทำงานเช่นเดียวกับคอนเซนเตรเตอร์ แต่โดยปกติจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานนี้โดยเฉพาะเครื่องหนึ่ง โดยด้านหนึ่งจะต่อกับคอมพิวเตอร์หลัก อีกด้านจะเชื่อมเข้ากับสายสื่อสารและอุปกรณ์อื่น ๆ รอบข้างเพื่อช่วยลดภาระงานในการติดต่อกับอุปกรณ์ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก

หน้าที่โดยหลัก ๆ ของฟรอนต์-เอนด์โปรเซสเซอร์ มีดังนี้

1. แก้ไขข้อผิดพลาด : ด้วยการจัดเส้นทางข่าวสาร อัตราขนาดข้อมูล และแก้ไขข้อมูล
2. เก็บกักข่าวสาร : เป็นการเก็บกักข่าวสารข้อมูลไว้ชั่วคราว เพื่อจัดระเบียบการเข้า-ออกของข้อมูลของคอมพิวเตอร์ และจัดลำดับความสำคัญก่อน-หลังของสายและผู้ใช้
3. เปลี่ยนรหัส : เปลี่ยนอักขระและข่าวสารจากรหัสหนึ่งไปเป็นอีกรหัสหนึ่ง หรือระหว่างโปรโตคอลหนึ่งไปเป็นอีกโปรโตคอลหนึ่ง
4. รวบรวมหรือกระจายอักขระ : จากบิตเป็นอักขระหรือจากอักขระเป็นบิต สำหรับการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสและซิงโครนัส
5. ควบคุมอัตราเร็ว : ควบคุมอัตราเร็วการส่ง-รับข้อมูลของสายส่งข้อมูลกับฮาร์ดแวร์ให้สัมพันธ์กัน
6. จัดคิว : ควบคุมคิวการเข้า-ออกของข้อมูลคอมพิวเตอร์หลัก
7. ตรวจจับและควบคุมความผิดพลาด : เพื่อร้องขอให้มีการส่งข้อมูลมาใหม่ เมื่อตรวจจับได้ว่ามีความผิดพลาดในการส่งข้อมูลเกิดขึ้น

8. อิมูเลต : เป็นการเลียนแบบซอฟต์แวร์ของฮาร์ดแวร์อันหนึ่งให้ "ดูเสมือน" กับซอฟต์แวร์ของฮาร์ดอื่น ๆ ในเครือข่ายในเครือข่าย ฯลฯ

- อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย

- เครื่องทวนซ้ำสัญญาณ (Repeater) เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อสำหรับขยายสัญญาณให้กับเครือข่าย เพื่อเพิ่มระยะทางในการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายให้ไกลออกไปกว่าปกติ ข้อจำกัดของรีพีตเตอร์ คือ จะไม่มีการติดต่อกับระบบเครือข่าย และไม่รู้ถึงลักษณะของข้อมูลที่แฝงมากับสัญญาณ
- บริดจ์ (Bridge) ใช้ในการเชื่อมต่อวงแลน (LAN Segment) เข้าด้วยกันทำให้สามารถขยายขอบเขตของ LAN ออกไปได้เรื่อย ๆ โดยประสิทธิภาพของระบบไม่ลดลงมากนัก
- สวิตช์ (Switch) จะเป็นบริดจ์แบบหลายช่องทาง (Multiport bridge) เพื่อใช้เชื่อมต่อเครือข่ายหลาย ๆ เครือข่ายเข้าด้วยกัน สวิตช์จะช่วยลดการจราจรระหว่างเครือข่ายที่ไม่จำเป็น ทำให้สามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว
- เราเตอร์ (Router) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอลต่างกันให้สามารถทำงานร่วมกันได้ และยังสามารถทำการกรอง (filter) เลือกเฉพาะข้อมูลที่ระบุไว้ว่าให้ผ่านไปได้ สามารถทำให้ลดการจราจรที่คับคั่งของข้อมูลและเพิ่มระดับความปลอดภัยของระบบเครือข่ายได้
- เกตเวย์ (Gateway) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อและแปลงข้อมูลระหว่างเครือข่ายที่แตกต่างกันทั้งในส่วนของโปรโตคอลและสถาปัตยกรรมของระบบเครือข่าย เช่น เชื่อมต่อระบบเครือข่าย LAN กับ ระบบ Mainframe

สถาปัตยกรรมเครือข่ายรูปแบบ OSI

จุดมุ่งหมายของการกำหนดมาตรฐานรูปแบบ OSI

เป็นการกำหนดการแบ่งโครงสร้างของสถาปัตยกรรมเครือข่ายออกเป็นเลเยอร์ ๆ และกำหนดหน้าที่การทำงานในแต่ละเลเยอร์ รวมถึงกำหนดรูปแบบการอินเตอร์เฟสระหว่างเลเยอร์ด้วย โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดดังต่อไปนี้

1. ไม่แบ่งโครงสร้างออกเป็นเลเยอร์ ๆ มากจนเกินไป
2. แต่ละเลเยอร์จะต้องมีหน้าที่การทำงานแตกต่างกันทั้งขบวนการและเทคโนโลยี
3. จัดกลุ่มหน้าที่การทำงานที่คล้ายกันให้อยู่ในเลเยอร์เดียวกัน
4. เลือกเฉพาะการทำงานที่เคยใช้ได้ผลประสบความสำเร็จมาแล้ว
5. กำหนดหน้าที่การทำงานเฉพาะง่าย ๆ แก่เลเยอร์ เพื่อว่าต่อไปถ้ามีการออกแบบเลเยอร์ใหม่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงโปรโตคอลใหม่ในอันที่จะทำให้สถาปัตยกรรมมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จะไม่มีผลทำให้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่เคยใช้ได้ผลอยู่เดิมจะต้องเปลี่ยนแปลงตาม
6. กำหนดอินเตอร์เฟสมาตรฐาน
7. ให้มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงโปรโตคอลในแต่ละเลเยอร์
8. สำหรับเลเยอร์ย่อยของแต่ละเลเยอร์ให้ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับที่กล่าวมาใน 7 ข้อแรก

โครงสร้างของสถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI

สามารถแบ่งออกเป็น 7 เลเยอร์ และในแต่ละเลเยอร์ได้มีการกำหนดหน้าที่การทำงานไว้ดังต่อไปนี้

1. เลเยอร์ชั้น Physical เป็นชั้นล่างสุดของการติดต่อสื่อสาร ทำหน้าที่ส่ง-รับข้อมูลจริง ๆ จากช่องทางการสื่อสาร (สื่อกลาง) ระหว่างคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ มาตรฐานสำหรับเลเยอร์ชั้นนี้จะกำหนดว่าแต่ละคอนเนคเตอร์ (Connector) เช่น RS-232-C มีกี่พิน (PIN) แต่ละพินทำหน้าที่อะไรบ้าง ใช้สัญญาณไฟฟ้าโวลต์ เทคนิคการมัลติเพล็กซ์แบบต่าง ๆ ก็จะถูกกำหนดอยู่ในเลเยอร์ชั้นนี้

2. เลเยอร์ชั้น Data Link จะเป็นเสมือนผู้ตรวจสอบ หรือควบคุมความผิดพลาดในข้อมูลโดยจะแบ่งข้อมูลที่จะส่งออกเป็นแพ็กเก็ต หรือเฟรม ถ้าผู้รับได้รับข้อมูลถูกต้องก็จะส่งสัญญาณยืนยันกลับว่าได้รับข้อมูลแล้ว เรียกว่าสัญญาณ ACK (Acknowledge) ให้กับผู้ส่ง แต่ถ้าผู้ส่งไม่ได้รับสัญญาณ ACK หรือได้รับสัญญาณ NAK (Negative Acknowledge) กลับมา ผู้ส่งก็จะทำการส่งข้อมูลไปให้ใหม่ อีกหน้าที่หนึ่งของเลเยอร์ชั้นนี้คือป้องกันไม่ให้เครื่องส่งทำการส่งข้อมูลเร็วจนเกิดขีดความสามารถของเครื่องผู้รับจะรับข้อมูลได้

3. เลเยอร์ชั้น Network เป็นชั้นที่ออกแบบหรือกำหนดเส้นทางการเดินทางของข้อมูลที่ส่ง-รับในการส่งผ่าน ข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง ซึ่งแน่นอนว่าในการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายการสื่อสารจะต้องเส้นทางการรับ-ส่งข้อมูลมากกว่า 1 เส้นทาง ดังนั้นเลเยอร์ชั้น Network นี้จะมีหน้าที่เลือกเส้นทางที่ใช้เวลาในการสื่อสารน้อยที่สุด และระยะทางสั้นที่สุดด้วย ข่าวสารที่รับมาจากเลเยอร์ชั้นที่ 4 จะถูกแบ่งออกเป็นแพ็กเก็ต ๆ ในชั้นที่ 3 นี้

4. เลเยอร์ชั้น Transport บางครั้งเรียกว่า เลเยอร์ชั้น Host-to-Host หรือเครื่องต่อเครื่อง และจากเลเยอร์ชั้นที่ 4 ถึงชั้นที่ 7 นี้รวมกันจะเรียกว่า เลเยอร์ End-to-End ในเลเยอร์ชั้น Transport นี้เป็นการสื่อสารกันระหว่างต้นทางและปลายทาง (คอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์) กันจริง ๆ เลเยอร์ชั้น Transport จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมาจากเลเยอร์ชั้น Session นั้นไปถึงปลายทางจริง ๆ หรือไม่ ดังนั้นการกำหนดตำแหน่งของข้อมูล (Address) จึงเป็นเรื่องสำคัญในชั้นนี้ เนื่องจากจะต้องรับรู้ว่ามีใครเป็นผู้ส่ง และใครคือผู้รับข้อมูลนั้น

5. เลเยอร์ชั้น Session ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ โดยผู้ใช้จะใช้คำสั่งหรือข้อความที่กำหนดไว้ป้อนเข้าไปในระบบ ในการสร้างการเชื่อมโยงนี้ผู้ใช้จะต้องกำหนดรหัสตำแหน่งของจุดหมายปลายทางที่ต้องการติดต่อสื่อสารด้วย เลเยอร์ชั้น Session จะส่งข้อมูลทั้งหมดให้กับเลเยอร์ชั้น Transport เป็นผู้จัดการต่อไป ในบางเครือข่ายทั้งเลเยอร์ Session และเลเยอร์ Transport อาจจะเป็นเลเยอร์ชั้นเดียวกัน

6. เลเยอร์ชั้น Presentation ทำหน้าที่เหมือนบรรณารักษ์ กล่าวคือคอยรวบรวมข้อความ (Text) และแปลงรหัส หรือแปลงรูปของข้อมูลให้เป็นรูปแบบการสื่อสารเดียวกัน เพื่อช่วยลดปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับผู้ใช้งานในระบบ

7. เลเยอร์ชั้น Application เป็นเลเยอร์ชั้นบนสุดของรูปแบบ OSI ซึ่งเป็นชั้นที่ใช้ติดต่อกันระหว่างผู้ใช้โดยตรงซึ่งได้แก่ โสสัดคอมพิวเตอร์ เทอร์มินัลหรือคอมพิวเตอร์ PC เป็นต้น แอปพลิเคชันในเลเยอร์ชั้นนี้สามารถนำเข้า หรือออกจากระบบเครือข่ายได้โดยไม่จำเป็นต้องสนใจว่าจะมีขั้นตอนการทำงานอย่างไร เพราะจะมีเลเยอร์ชั้น Presentation เป็นผู้รับผิดชอบแทนอยู่แล้ว ในรูปแบบ OSI เลเยอร์ชั้น Application จะทำการติดต่อกับเลเยอร์ชั้น Presentation โดยตรงเท่านั้น

โปรโตคอลของในแต่ละชั้นจะแตกต่างกันออกไป แต่อย่างไรก็ตามการที่เครื่องคอมพิวเตอร์ หลาย ๆ เครื่องจะติดต่อกันสื่อสารกันได้ ในแต่ละเลเยอร์ของแต่ละเครื่องจะต้องใช้โปรโตคอลแบบเดียวกัน หรือถ้าใช้โปรโตคอลต่างกันก็ต้องมีอุปกรณ์ หรือซอฟต์แวร์ที่สามารถแปลงโปรโตคอลที่ต่างกันนั้นให้มีรูปแบบเป็นอย่างเดียวกัน เพื่อเชื่อมโยงให้คอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่องสามารถติดต่อกันได้