บทที่ 2
ระบบเครือข่ายท้องถิ่น
(Local Area Network)

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ลดลงเป็นอย่างมาก แต่กลับมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเทียบกับในสมัยเริ่มแรก ทำให้มีการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์กันมากขึ้น เมื่อมีผู้ใช้มากขึ้นทำให้ผู้ใช้แต่ละคนต้องการติดต่อถึงกันเพื่อที่จะได้รับข่าวสารข้อมูลที่ถูกต้อง รวดเร็ว เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้อง ทันต่อเหตุการณ์ หรือใช้ทรัพยากร อุปกรณ์บางอย่างร่วมกัน แต่เนื่องจากไมโครคอมพิวเตอร์ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้แบบผู้ใช้คนเดียว และทำงานทีละงาน ดังนั้นความเร็วในการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์จึงมีขีดจำกัด หากจะนำเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มาทำเป็นระบบผู้ใช้หลายคน จะทำให้การทำงานของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ช้าลงอีก ดังนั้นการแบ่งกันใช้อุปกรณ์ มาใช้ร่วมกัน จึงเป็นทางออกของผู้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ในการที่จะใช้ทรัพยากรร่วมกัน และติดต่อสื่อสารถึงกัน โดยเฉพาะในระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น ดังนั้นระบบเครือข่ายท้องถิ่น จึงได้เกิดขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการทางผู้ใช้

2.1 ส่วนประกอบของเครือข่ายท้องถิ่น

ส่วนประกอบพื้นฐานของเครือข่ายท้องถิ่นพอจะแยกได้ดังนี้

1. เครื่องบริการแฟ้ม (File Server)

เป็นเครื่องหลักสำคัญในเครือข่าย โดยจะทำหน้าที่ในการให้บริการเก็บข้อมูล หรือโปรแกรมของระบบ และการเรียกใช้ข้อมูลหรือโปรแกรมแก่เครื่องอื่นๆ ซึ่งมักจะมีฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ความจุสูง นอกจากนี้ยังให้บริการในการพิมพ์งาน (Print Server) ต่างๆ ออกทางเครื่องพิมพ์ส่วนกลาง อีกด้วยซึ่งจะประสานการทำงานร่วมกับเครื่องบริการแฟ้ม ในส่วนการให้บริการในการพิมพ์งานนี้สามารถที่จะแยกออกจากเครื่องบริการแฟ้มไปยังเครื่องที่ทำหน้าที่เฉพาะการให้บริการในการพิมพ์งาน แต่ยังคงประสานกับเครื่องบริการแฟ้มดังเดิม

2. สถานีงาน (Workstation)

เป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้สามารถใช้งาน เรียกติดต่อระบบเครือข่าย เพื่อขอบริการจากเครื่องบริการแฟ้มในการทำงานต่างๆ อีกทั้งยังสามารถที่จะใช้งานแบบเอกเทศ (Stand-alone) ได้อีกด้วย

3. ซอฟต์แวร์เครือข่าย (Network Software)

เป็นชุดคำสั่งที่จะทำงานบนเครื่องบริการแฟ้ม เพื่อทำหน้าที่ในการให้บริการติดต่อกับผู้ใช้ ย้ายข้อมูลไปมาระหว่างดิสก์ไดรว์ (Disk Drive) กับเครือข่ายควบคุมการเขียน อ่านข้อมูล ควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่ออยู่กับเครื่องบริการแฟ้มข้อมูลรวมถึงการมีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

4. ตัวกลางนำสัญญาณ (Media)

เป็นสื่อที่ใช้เชื่อมต่อเครื่องบริการแฟ้ม กับสถานีงาน เข้าด้วยกัน เป็นสื่อที่จะใช้ในการติดต่อสื่อสารถึงกันมักจะเป็นตัวจำกัดความเร็วในการสื่อสารของเครือข่าย ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น สายคู่ตีเกลียว (Twist Pair) สายโคแอกเชียล (Coaxial) สายใยแสง (Fiber Obtic) เป็นต้น

5. ส่วนเชื่อมโยงเครือข่าย (Network Interface)

เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ กับตัวกลางนำสัญญาณ โดยจะทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณการติดต่อมักจะเป็นแผงวงจรซึ่งนำมาเสียบในช่องเสียบ (Slot) ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

6. โทโปโลยี (Topology)

เป็นวิธีการต่ออุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมดของระบบเครือข่าย ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบวงแหวน (Ring) แบบดาว (Star) แบบบัส (Bus) แบบต้นไม้ (Tree) เป็นต้น

7. โพรโตคอล (Protocol)

เป็นข้อกำหนดหรือมาตรฐานของรูปแบบการติดต่อ และรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่าย ซึ่งในระบบเครือข่ายท้องถิ่นจะใช้มาตรฐานของ IEEE 802

2.2 ลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่ายท้องถิ่น

1. ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงประมาณ 1-400 Mbps (Mega Bit Per Second)
2. มีอัตราการผิดพลาดข้อมูลต่ำ ประมาณ 10^{-8} - 10^{-11}
3. ช่องสัญญาณการสื่อสารเป็นขององค์กรเอง
4. ระยะทางในการติดต่อสื่อสารจะใกล้ๆ กัน

2.3 คุณสมบัติของระบบเครือข่ายท้องถิ่น [Stamper 1989]

1. ติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ในขอบเขตจำกัดทางด้านรูปลักษณะของเครือข่าย
2. มีโปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ให้ใช้มากมาย (Diverse Application)
3. มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูง
4. มีความน่าเชื่อถือสูง
5. มีการใช้อุปกรณ์ และข้อมูลร่วมกัน
6. การติดต่อสามารถทำได้ง่าย สะดวก
7. สามารถเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมได้ง่าย
8. สามารถติดต่อกับระบบเครือข่ายอื่น ๆ ได้
9. มีระบบรักษาความปลอดภัย
10. สามารถจัดการได้ง่าย
11. ระบบเป็นขององค์กรเอง

2.4 ข้อแตกต่างระหว่างระบบเครือข่ายท้องถิ่นกับระบบเครือข่ายส่วนรวม (Public Network)

1. ระบบเครือข่ายท้องถิ่นจะมีรูปร่างการเชื่อมต่อที่แน่นอน
2. ระบบเครือข่ายท้องถิ่นมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงกว่า
3. ระบบเครือข่ายท้องถิ่นเป็นขององค์กรทั้งหมด
4. ระบบเครือข่ายท้องถิ่นจะเป็นเทคโนโลยีเปิด
5. แต่ละอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายท้องถิ่นมีความสำคัญเท่ากัน
6. ระบบเครือข่ายท้องถิ่นมีมาตรฐานที่ดี

2.5 โพรโตคอลของเครือข่ายท้องถิ่น

สถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (IEEE : Institue of Electrical and Elentronic Engineers) เป็นสถาบันที่มีผลงานวิชาการ ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์

คอมพิวเตอร์ และการสื่อสาร ได้กำหนดมาตรฐานโพรโตคอลของเครือข่ายท้องถิ่นไว้ เรียกว่า มาตรฐาน IEEE 802 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ควบคุมชั้นฟิสิกส์คอล และชั้นดาต้าลิงค์ ตามมาตรฐาน OSI (Open System Interconnection) กำหนดโดย ISO (International Standard Organization) ซึ่งเป็นองค์กรที่กำหนดมาตรฐานที่สำคัญองค์กรหนึ่งโดย IEEE 802 ได้ทำการแบ่งชั้นดาต้าลิงค์ ออกเป็น 2 ส่วน คือ ชั้น LLC (Logical Link Control) กับชั้น MAC (Media Access Control)

โดยในชั้น LLC จะมีหน้าที่ในการสร้างการติดต่อแบบตรรกะ (logical) ระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายรวมถึงการแปลแพกเก็ต (Packet) ข่าวสารที่ได้รับแล้วทำการตอบสนองที่เหมาะสม

ในชั้น MAC จะทำหน้าที่ในการจัดการเข้าถึงข้อมูลที่มาจากต้นทางหลายๆ แห่งและไปยังปลายทางหลาย ๆ แห่ง โพรโตคอลนี้แตกต่างกันตามชนิดของตัวกลางนำสัญญาณและ วิธีการใช้ข่ายสายร่วมกัน

ในชั้นฟิสิกส์คอลจะทำหน้าที่ในการเข้ารหัส (Encode) การถอดรหัส (Decode) สัญญาณ ทำการซิงโครไนซ์ (Synchronize) สัญญาณ และรับส่งบิท (Bit) ข้อมูล

มาตรฐาน IEEE 802 แบ่งออกเป็น

1. IEEE 802.1 จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ของมาตรฐาน IEEE 802 ทั้งหมด และความสัมพันธ์กับมาตรฐาน OSI

2. IEEE 802.2 จะกล่าวถึงหน้าที่ของชั้น LLC ทั้งหมด

3. IEEE 802.3 จะกล่าวถึงการกำหนดโพรโตคอลแบบ CSMA/CA ในระบบ Ethernet ซึ่งใช้โทโปโลยีแบบบัส

4. IEEE 802.4 จะกล่าวถึงการกำหนดโพรโตคอลแบบ Token Passing Bus

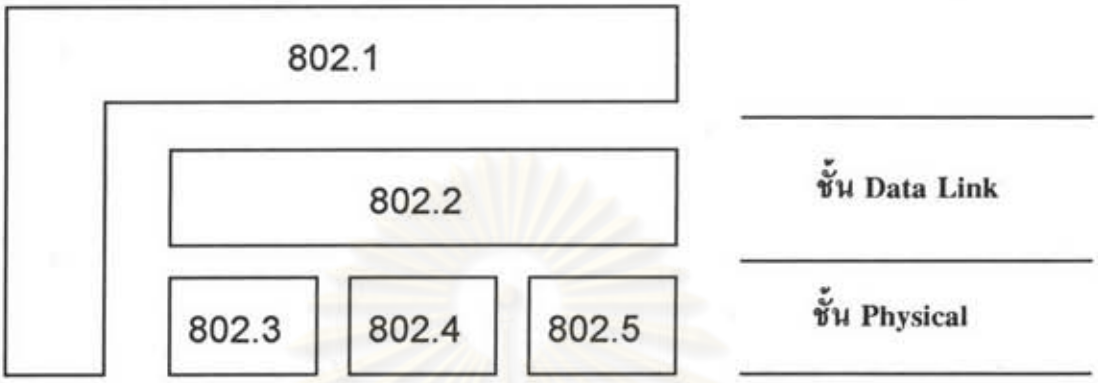
5. IEEE 802.5 จะกล่าวถึงการกำหนดโพรโตคอลแบบ Token Passing Ring

6. IEEE 802.6 จะกล่าวถึงการกำหนดโพรโตคอลแบบ MAN (Metropolitan Area Network) ซึ่งเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1,000 จุดขึ้นไป โดยใช้การส่งข้อมูลแบบ Broad Band

7. IEEE 802.7 จะกล่าวถึงการกำหนด การส่งข้อมูลแบบแถบกว้าง (Broad Band)

8. IEEE 802.8 จะกล่าวถึงการกำหนด การส่งข้อมูลโดยใช้สายใยแสง

9. IEEE 802.9 จะกล่าวถึงการกำหนดการรวมสัญญานเสียง และสัญญานข้อมูลบนเครือข่ายท้องถิ่น



รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง IEEE 802 กับ OSI

2.6 Bus Topology

โครงสร้างแบบบัสเป็นโครงสร้างลักษณะที่มีสายลากยาวออกไป แล้วมีอุปกรณ์ต่างๆ ต่ออยู่บนสายนี้หลายๆ อุปกรณ์ ดังนั้นเราสามารถที่จะต่ออุปกรณ์หลายๆ ตัวลงบนสายตัวกลางรับส่งสัญญาณข้อมูล โดยอุปกรณ์แต่ละตัวจะใช้สายตัวกลางรับส่งสัญญาณข้อมูลร่วมกันข้อมูลที่จะส่งไปในสายสัญญาณจะเป็นกลุ่มของข้อมูลเรียกว่าแพกเก็ต (Packet) โดยที่แต่ละแพกเก็ตจะประกอบด้วยตำแหน่งที่อยู่ของตัวส่ง ที่อยู่ของตัวรับข้อมูลที่ต้องการส่ง และส่วนควบคุมการรับส่งข้อมูล แพกเก็ตจะวิ่งไปตามสายสัญญาณ ดังนั้นอุปกรณ์ทุกตัวจึงมีโอกาศที่จะได้รับข้อมูล หรือส่งข้อมูลเท่าเทียมกัน แต่ว่าแต่ละอุปกรณ์จะรับแพกเก็ตที่ส่งมาถึงตนเองเท่านั้น

ในโครงสร้างแบบบัสตามมาตรฐาน IEEE 802.3 นี้ มีสิ่งที่น่าสนใจอยู่ 3 ประการ คือ

1. อุปกรณ์แต่ละตัว จะต้องคอยตรวจสอบอยู่ตลอดเวลาว่าแพกเก็ตที่ส่งมานั้นใช่ของตนเองหรือไม่ รวมทั้งกรรมวิธีการส่งแพกเก็ต เป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณาเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีและมีความถูกต้อง

2. เนื่องจากแต่ละอุปกรณ์มีโอกาศที่จะรับส่งข้อมูลเท่าเทียมกัน และมีการใช้สายสัญญาณร่วมกัน โอกาศที่อุปกรณ์ตั้งแต่สองอุปกรณ์จะทำการส่งข้อมูลพร้อมกันจึงเป็นไปได้ซึ่งจะทำให้เกิดการผิดเพี้ยนของข้อมูลเรียกว่า การชนกัน (Collision) ดังนั้นระบบจะต้องมีการจัดการปัญหาดังกล่าว เพื่อมิให้เกิดข้อมูลสูญหายได้

3. สัญญาณข้อมูลที่วิ่งบนสายสัญญาณจะได้รับการบั่นทอน เนื่องจากค่าความต้านทานภายในของสายสัญญาณเองทำให้ขนาดของสัญญาณลดลง อีกทั้งสัญญาณรบกวนที่เข้ามาจะทำให้การรับส่งข้อมูลผิดพลาดได้ ดังนั้นระบบจะต้องมีการจัดการเรื่องขนาดของสัญญาณสัญญาณให้มี ขนาดพอเหมาะที่จะรับส่งข้อมูลได้โดยไม่ผิดพลาด

2.7 CSMA/CD

โพรโตคอลที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลในโทโปโลยีแบบบัสที่นิยมใช้กันแพร่หลาย และรู้จักกันดีวิธีหนึ่งคือ CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) เป็นการส่งข้อมูลผ่านตัวกลางได้หลายอุปกรณ์ โดยมีการตรวจสอบสัญญาณเพื่อหาปัญหาในกรณีของการชนกัน วิธีการของ CSMA/CD เป็นเทคนิคที่ได้มีการพัฒนากันมานานแล้วโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า เทคนิคการเข้าถึงแบบสุ่ม (Random Access Technique) เป็นเทคนิคที่อุปกรณ์แต่ละตัวจะแย่งชิงกันใช้ตัวกลาง ซึ่งเป็นการแบ่งการใช้ตัวกลางในการรับส่งข้อมูล โดยไม่มีกำหนดเวลาที่แน่นอน ไม่มีการจัดลำดับความสำคัญอุปกรณ์ในการรับส่งข้อมูล ดังนั้น อุปกรณ์ทุกอุปกรณ์สามารถที่จะรับส่งข้อมูลได้แบบสุ่ม

CSMA/CD เป็นเทคนิคที่ใช้วิธีการฟังก่อนพูด (LBT : Listen Before Talk) เมื่อสถานีใดต้องการส่งข้อมูลจะทำการตรวจสอบตัวกลางว่าว่างอยู่หรือไม่ หากไม่ว่างก็จะทำการอ่านข้อมูล มาตรวจสอบว่าเป็นของตนเองหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะรับเข้ามา แล้วตรวจสอบตัวกลางใหม่จนกว่าจะว่างก็จะทำการส่งข้อมูล หลังจากที่ส่งข้อมูลออกไปแล้วจะคอยอยู่ช่วงเวลาหนึ่งเพื่อรับสัญญาณตอบรับจากสถานีที่ส่งข้อมูลไปให้ โดยที่สถานีที่รับข้อมูลจะทำการตอบทันทีเมื่อได้รับข้อมูล ถูกต้อง ในระบบ CSMA/CD นั้นประสิทธิภาพการทำงานจะดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของแพกเก็ต และช่วงเวลาหน่วง (เวลาที่แพกเก็ตใช้ในการวิ่งบนตัวกลางทั้งไปและกลับ) ซึ่งประสิทธิภาพจะดีขึ้นหากขนาดของแพกเก็ตมากขึ้น หรือช่วงเวลาหน่วงน้อยลง

ปัญหาอย่างหนึ่งของโทโปโลยีแบบบัสคือการชนกัน ซึ่งในระบบ CSMA/CD ได้มีการพัฒนาวิธีการแก้ไขไว้ 3 วิธี คือ

1. Nonpersistent ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ก) ตรวจสอบตัวกลางว่าว่างหรือไม่

ข) หากตัวกลางว่างจะส่งสัญญาณข้อมูล

ค) หากตัวกลางไม่ว่าง จะรอด้วยช่วงเวลาหนึ่งซึ่งเป็นตัวเลขสุ่ม แล้วกลับไปทำข้อ ก. การใช้ตัวเลขสุ่มนี้เพื่อลดการชนกันของข้อมูลซึ่งจะทำให้เสียเวลาคอยก่อนการส่งมาก

2. 1-Persistent ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ก) ตรวจสอบตัวกลางว่าว่างหรือไม่

ข) หากตัวกลางว่างจะส่งสัญญาณข้อมูล

ค) หากตัวกลางไม่ว่างจะกลับไปทำข้อ ก.

ง) หากเกิดการชนกันของข้อมูล ซึ่งทราบได้จากการที่ไม่ได้รับสัญญาณตอบรับจะรอช่วงเวลาหนึ่งแล้วกลับไปทำข้อ ก.

จะเห็นว่าวิธีการนี้การชนกันมีโอกาสสูง แต่ไม่ต้องเสียเวลาคอยก่อนการส่งนาน ซึ่งในระบบเครือข่ายท้องถิ่นจะใช้วิธีการนี้ เพราะระยะสายสัญญาณไม่ยาวนักทำให้ค่าเวลาหน่วงน้อยมาก เนื่องจากคลื่นไฟฟ้าวิ่งในตัวกลางด้วยความเร็วเท่าแสง ดังนั้นเมื่อส่งสัญญาณข้อมูลออกไป สถานีอื่นจะตรวจสอบได้ว่าว่างหรือไม่เกือบจะทันทีทันใด

3. P-Persistent ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ก) ตรวจสอบตัวกลางว่าว่างหรือไม่

ข) หากตัวกลางว่างจะมีโอกาสที่จะส่งข้อมูลด้วยความเป็นไปได้ P และไม่ส่งข้อมูลด้วยความเป็นไปได้ 1-P หากไม่ส่งข้อมูลก็จะรอด้วยค่าเวลาหนึ่งซึ่งเท่ากับค่าเวลาหน่วงสัญญาณสูงสุดในตัวกลาง แล้วกลับไปทำข้อ ก.

ค) หากตัวกลางไม่ว่างจะกลับไปทำข้อ ก

จะเห็นว่าวิธีการนี้เป็นการรวมกันของสองวิธีการแรก เพื่อรวมข้อดีของแต่ละวิธีเข้าด้วยกันวิธีการแบบ 1-Persisten เป็นวิธีการแบบ P-Persisten เมื่อ P=1 นั่นเองปัญหาของวิธีการนี้คือ P ควรจะมีค่าเป็นเท่าไหร่จึงจะเหมาะสม เพราะถ้า P มีค่าน้อยก็จะใช้เวลาคอยก่อนการส่งมาก เหมือนกับวิธีการแบบ Nonpersisten

CSMA/CD จะทำงานได้ดีกับระบบเครือข่ายท้องถิ่นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง เพราะถ้ามีสถานีมากการจราจร (Traffic) ในตัวกลางจะสูงมาก ทำให้โอกาสที่จะเกิดการชนกันมีมากซึ่งจะทำให้เกิดความล่าช้ามากขึ้น CSMA/CD สามารถที่จะใช้งานกับโทโปโลยีทั้งแบบดาว และแบบบัส