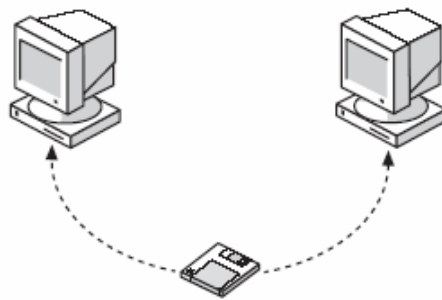


บทที่ 1

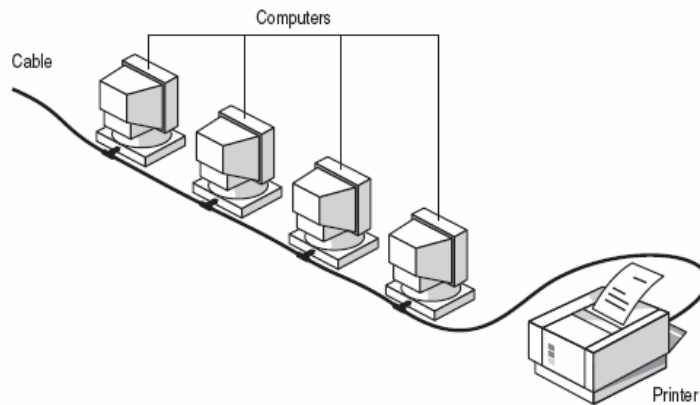
ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)

การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นว่ามีประโยชน์ในการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์มาก การแลกเปลี่ยนข้อมูลในอดีต หากต้องการนำข้อมูลของท่านไปให้ผู้อื่น จะใช้วิธี Copy ไฟล์ข้อมูลใส่ลงในแผ่นดิสก์ไปให้เพื่อน หรือหากท่านไม่มีเครื่องพิมพ์ (Printer) ท่านก็ต้อง Copy ไฟล์ข้อมูลของท่านไปพิมพ์กับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่มีการติดตั้งเครื่องพิมพ์ไว้แล้ว การดำเนินการเช่นนี้ นับว่าเป็นต้นแบบของการสร้างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะใช้ทรัพยากรร่วมกัน ที่เรียกว่า “Sneakernet” ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 1 ถึงแม้ว่าในปัจจุบัน วิธีการแบบนี้ยังสามารถใช้ได้ก็ตาม แต่ก็ถือว่าเป็นวิธีการสำหรับนักคอมพิวเตอร์มือสมัครเล่น แต่หากมีการติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในหน่วยงาน จะทำให้สามารถส่งไฟล์ข้อมูลไปให้ผู้อื่นจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเองได้เลย หรือสามารถสั่งพิมพ์งานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเองไปยังเครื่องพิมพ์ที่ติดตั้งอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นได้



รูปที่ 1 – 1 Sneakernet

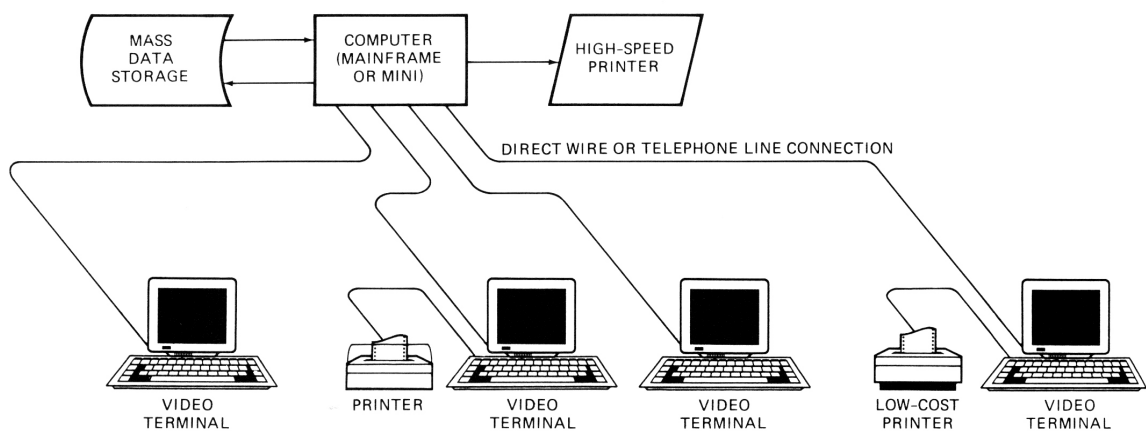
การนำเอาคอมพิวเตอร์มารวมกันจัดตั้งเป็นระบบเครือข่าย (Networking) ทำให้สามารถทำงานได้มากขึ้น และลดภาระการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์หลักลง โดยยังคงมีประสิทธิภาพเท่าเดิมหรือดีกว่า การสร้างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) ก็คือการที่นำเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า 2 เครื่องมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันด้วยสายเคเบิล หรือเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยระบบสื่อสารไร้สาย (Wireless) โดยมีการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย และซอฟต์แวร์ช่วยในการทำงานของระบบเครือข่าย ทำให้เพิ่มขีดความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ทำการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันหรือใช้อุปกรณ์อื่นร่วมกันได้ เช่นหากในสำนักงานของท่านมีเครื่องคอมพิวเตอร์ 10 เครื่อง ต้องการทำให้สามารถใช้เครื่องพิมพ์ (Printer) เพียงตัวเดียวร่วมกันได้ ก็ต้องทำการสร้างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใช้งาน ดังนั้นจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการสื่อสารข้อมูลจึงเป็นหัวใจหลักในการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นยังทำให้ระบบเครือข่ายของท่านสามารถติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่ายอื่นได้อีกด้วย รูปที่ 1 – 2 แสดงให้เห็นตัวอย่างของการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างง่าย



รูปที่ 1 – 2 ระบบเครือข่ายอย่างง่าย

1.1 ประวัติความเป็นมาของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

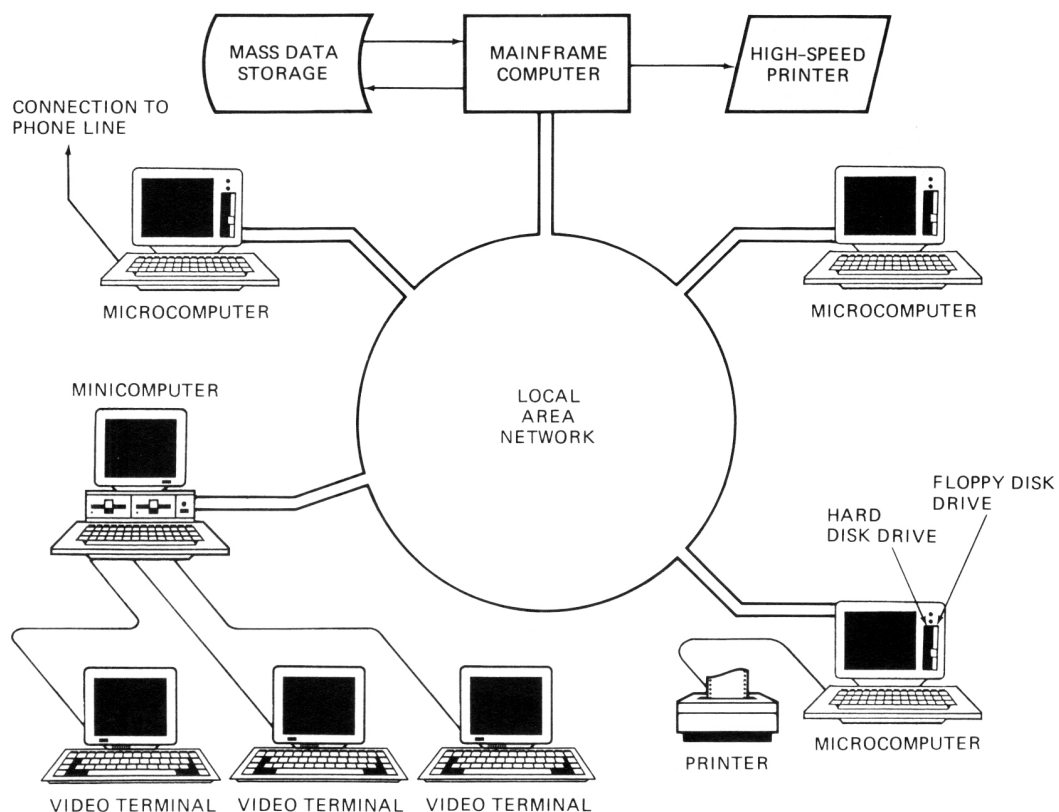
ในระบบเครือข่ายที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม (Mainframe) ขนาดใหญ่จะมีการทำงานแบบรวมศูนย์กลาง (Centralized) คือมีเทอร์มินอล (Terminal) เป็นจอภาพซึ่งเป็นสมาชิกของระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เชื่อมโยงไปยังผู้ใช้ทั่วไปทั้งหน่วยงาน เทอร์มินอลทำหน้าที่เป็นสถานีงาน (Workstation) ซึ่งทำงานเสมือนเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก ใช้การแบ่งเวลาและทรัพยากรจากเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก (Time Sharing) โดยที่จะใช้ CPU ของเครื่องเมนเฟรมหลักทำการประมวลผล และที่เทอร์มินอลจะไม่ทำการประมวลผลเองถึงแม้จะมีหน่วยประมวลผลก็ตาม เราจึงมักเรียกสถานีงานนี้ว่า “สถานีโง่ (Dumb Terminal)” ต่อมาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer หรือเครื่อง PC) มีราคาถูกลงอย่างรวดเร็ว และสามารถทำงานได้มากกว่าการใช้สถานีจอภาพ 3270 Terminal ตลอดจนสามารถจำลองให้เครื่อง PC ทำงานเสมือนจอภาพของเครื่องขนาดใหญ่ของ Vax เช่น VT100 และ Dumb Terminal 3270 ของ IBM โดยการรันโปรแกรม Terminal Emulator ให้เครื่อง PC ทำหน้าที่เป็นเทอร์มินอลของระบบเครือข่ายแบบรวมศูนย์กลาง เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเทอร์มินอล 3270 และ VT100/VT220 ที่มีราคาสูงกว่า อย่างไรก็ตามในขณะนั้นยังไม่ได้ใช้ขีดความสามารถในการประมวลผลของ CPU ที่มีอยู่ภายในเครื่อง PC อย่างเต็มความสามารถ



รูปที่ 1 – 3 Timesharing Systems

ในเวลาต่อมาการใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม (Mainframe Computer) หรือเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ (Mini Computer) เป็นศูนย์กลาง เริ่มที่จะมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงมากขึ้น ตลอดจนการขยายขนาดการให้บริการจะต้องเพิ่มขีดความสามารถของซีพียู (CPU) ในเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม และเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงมาก และเมื่อมีการเพิ่มปริมาณของผู้ใช้ระบบจะต้องมีการร้องขอการให้บริการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ระบบแบบรวมศูนย์กลางไม่สามารถตอบสนองการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกต่อไป

การที่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (Micro Computer) หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ PC มีความสามารถในการประมวลผลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจึงทำให้เกิดแนวความคิดในการประมวลผลที่เครื่องส่วนบุคคลที่เคยใช้เป็นเพียงเครื่องสาขาให้เป็นสถานีงานแบบ Intelligent Terminal และพัฒนาให้มีการประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Processing) ระหว่างสถานีผู้ใช้งาน (Interconnect Station) การนำเอาคอมพิวเตอร์มารวมกันเป็นระบบเครือข่าย ทำให้สามารถทำงานได้มากขึ้น และลดภาระของเครื่องคอมพิวเตอร์หลักลง โดยยังคงมีประสิทธิภาพเท่าเดิมหรือดีกว่า และในปัจจุบันสถาปัตยกรรมเครือข่ายได้มีการนำเทคโนโลยีแบบ Client/Server ซึ่งมีการประมวลผลที่เครื่องลูกข่าย โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์หลักจะทำหน้าที่จัดเก็บและบริหารข้อมูล ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบริหารศูนย์กลางคอมพิวเตอร์ส่วนกลางลดลงเป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีความอยู่บ้างในเรื่องของการจัดการเครือข่ายอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1 – 4 Distributed Processing System

1.2 ชนิดของการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย

การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเชื่อมต่อกันเป็นระบบเครือข่ายแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

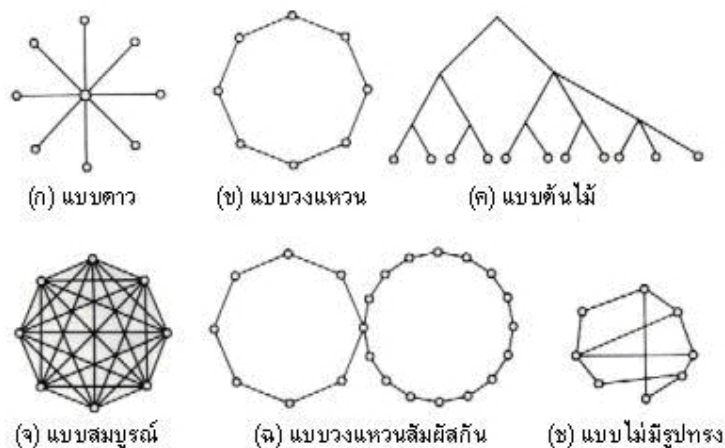
1.2.1 แบบการแพร่กระจาย (Broadcast networks)

ประกอบด้วยช่องสื่อสารเพียงหนึ่งช่องซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในเครือข่ายจะใช้งานร่วมกัน ข้อมูลข่าวสารจะถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบของ “แพ็กเก็ต” (packet) เมื่อถูกส่งออกไปจะแพร่กระจายไปทั้งระบบ ผู้ที่จะรับแพ็กเก็ตได้จะต้องเป็นผู้ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายและมีชื่อระบุไว้ที่แพ็กเก็ตนั้น ๆ ถ้าชื่อผู้รับไม่ตรงกับชื่อที่ระบุไว้ที่แพ็กเก็ต ก็ไม่สามารถรับข่าวสารไปใช้ได้ ยังมีลักษณะพิเศษอีกวิธีคือ ความสามารถในการส่งข่าวสารไปยังทุกคนในระบบเรียกว่า “การกระจายข่าว (broadcasting)” เป็นการใส่รหัสพิเศษไว้แทนตำบลที่อยู่ของผู้ใช้ข่าวสารในแพ็กเก็ตข้อมูล ผู้ใช้ที่มีรหัสพิเศษตรงกับแพ็กเก็ตสามารถรับข่าวสารไปใช้ได้โดยไม่ต้องมีที่อยู่ตามที่ระบุในแพ็กเก็ต นอกจากนี้ยังมีวิธีการกระจายข่าวหลายกลุ่ม (multicasting) โดยในระบบเครือข่ายจะแบ่งออกเป็นเครือข่ายย่อย (subnet) หลายกลุ่ม กำหนดหมายเลขกลุ่มย่อยเป็นที่อยู่ของผู้ใช้ และสามารถกำหนดรหัสพิเศษเพื่อการกระจายข่าวไปยังกลุ่มย่อยหลายๆ กลุ่มพร้อมกัน หรือทุกกลุ่มพร้อมกันได้

1.2.2 แบบ จุด-ต่อ-จุด (point-to-point networks)

การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดนี้ ข้อมูลที่อยู่ในแพ็กเก็ตจะระบุที่อยู่ของผู้รับแล้วจึงจะส่งเข้าสู่ระบบเครือข่าย จึงเป็นการติดต่อโดยตรงระหว่างผู้ส่งกับผู้รับข้อมูล แพ็กเก็ตข้อมูลจะถูกส่งไปตามอุปกรณ์เลือกทางเดินข้อมูลหรือเราเตอร์ (Router) ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายกลุ่มต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จะกระทั้งแพ็กเก็ตข้อมูลเดินทางมาถึงผู้รับ ระบบนี้จึงให้ความสำคัญต่อการกำหนดเส้นทางเดินของข้อมูล ตัวอย่างของรูปแบบโครงสร้างแบบจุดต่อจุด เช่น แบบดาว แบบวงแหวน แบบต้นไม้ แบบสมบูรณ์ เป็นต้น

การพิจารณาเลือกชนิดของการเชื่อมต่อเครือข่าย ควรพิจารณาจากขนาดของระบบเครือข่าย ถ้าเป็นระบบเครือข่ายขนาดเล็ก ควรเลือกใช้แบบแพร่กระจาย (Broadcast networks) แต่ถ้าเป็นระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ การใช้เทคนิคการเชื่อมต่อแบบจุด-ต่อ-จุด (point-to-point) จะมีความเหมาะสมมากกว่า



รูปที่ 1 – 5 การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดในรูปแบบต่างๆ

1.3 ลักษณะการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Categories)

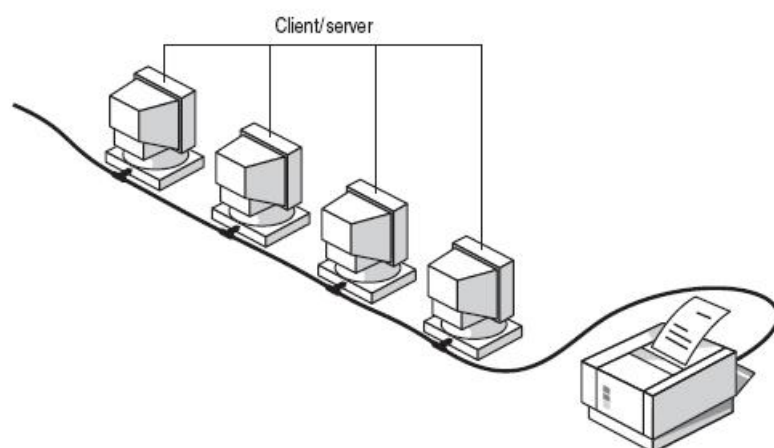
ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นการประกอบหรือต่อเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนตั้งแต่ 2 เครื่องเข้าด้วยกัน โดยใช้เส้นทางการสื่อสาร ซึ่งจะมีรูปแบบ (Topology) เป็นความสัมพันธ์เฉพาะระหว่างส่วนต่าง ๆ ของโครงข่ายคอมพิวเตอร์ ในแง่ของการเชื่อมโยง (Interconnection) หน้าที่การทำงาน (Functionality) และตำแหน่งที่ตั้ง (Geographic Position) การเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเพื่อทำให้เกิดระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมโยงไปได้ทั่วโลกอย่างไม่มีขอบเขต จะต้องเริ่มจากการศึกษาหลักการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายภายในองค์กร ซึ่งการเชื่อมต่อแต่ละชนิดจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันไป โดยทั่วไประบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะมีส่วนประกอบที่ชัดเจน มีฟังก์ชันการทำงานตามที่ต้องการและออกแบบไว้ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะมีคุณลักษณะโดยทั่วไปดังนี้

- มีเครื่องแม่ข่าย หรือเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการ
- มีเครื่องลูกข่าย หรือเครื่องไคลเอนต์ (Client) ซึ่งทำหน้าที่เข้าไปใช้ทรัพยากรของระบบเครือข่าย
- มีสื่อกลางการเชื่อมต่อ (Media) คือสายสัญญาณที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อทางกายภาพ
- มีทรัพยากรที่ใช้ร่วมกัน (Shared Resource)

จากคุณลักษณะข้างต้น จึงสามารถจัดแบ่งชนิดของระบบเครือข่ายตามลักษณะการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายออกได้เป็น 2 แบบคือ ระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer และระบบเครือข่ายแบบ Server Based

1.3.1 ระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer

ในระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer จะไม่มีเครื่องแม่ข่ายซึ่งทำหน้าที่รับผิดชอบการดำเนินการอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะ เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องที่นำมาต่อเชื่อมเป็นระบบเครือข่ายจะทำหน้าที่เป็นทั้งไคลเอนต์ และเซิร์ฟเวอร์ ระบบเครือข่ายแบบนี้จึงไม่จำเป็นต้องมีผู้บริหารระบบเครือข่ายโดยเฉพาะ แต่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะต้องรับผิดชอบในการบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเองให้มีการแบ่งปันกันการใช้ทรัพยากรร่วมกันในระบบเครือข่าย

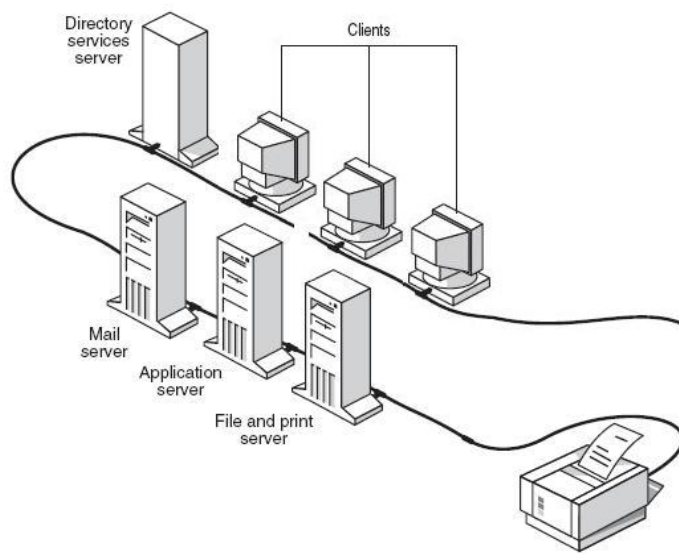


รูปที่ 1 – 6 ระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer

ในการจัดตั้งระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer เครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดในระบบเครือข่ายจะถูกจัดรวมกันในลักษณะเวิร์กกรุป (Workgroup) โดยคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันโดยสายสัญญาณ ระบบเครือข่ายแบบนี้จึงมีราคาถูก การจัดตั้งระบบเครือข่ายแบบนี้ไม่ควรจะมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า 10 เครื่อง

1.3.2 ระบบเครือข่ายแบบ Server Based

ในสถานการณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า 10 เครื่องเข้าด้วยกันเป็นระบบเครือข่าย หรือต้องการจัดตั้งระบบเครือข่ายที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับให้บริการ (Server) ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะ จะนิยมจัดตั้งเป็นระบบเครือข่ายแบบ Server Based ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 7



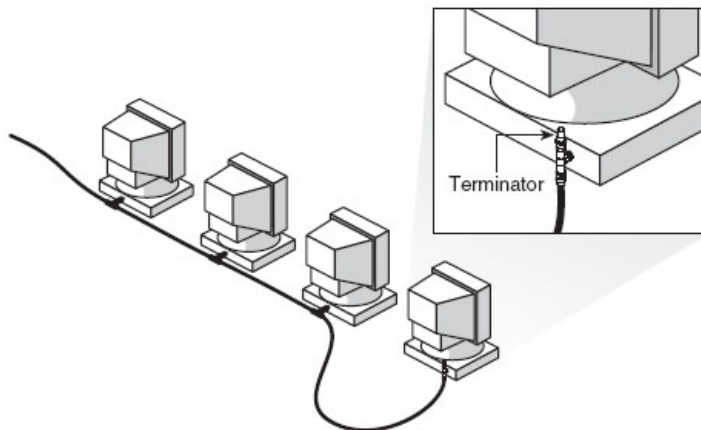
รูปที่ 1 – 7 Server Based Network

1.4 ตัวแบบของการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Topology)

1.4.1 แบบบัส (Bus Topology)

เป็นระบบที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ทั้งหมดเข้าด้วยกันในลักษณะของ Linear Bus คือ เชื่อมต่อกันเป็นเส้นตรง โดยสายเคเบิลเส้นเดียว สายที่ใช้ อาจจะเป็นสายคู่บิดเกลียว (Twisted Pair) สายมีแกนกลาง (Coaxial) หรือ เส้นใยนำแสง (Fiber Optics) สัญญาณทั้งหมดจะถูกแพร่กระจายไปตลอดทั้งเส้นทาง และด้วยซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมจะสามารถทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดในระบบสามารถรับและส่งสัญญาณได้ ระบบแบบนี้นิยมใช้ในการจัดตั้งระบบ LAN เนื่องจากการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินสาย และความง่ายของการต่อเชื่อมออกไปเรื่อยๆ แต่ถ้าสายช่วงหนึ่งช่วงใดขาดไปจะทำให้วงจรเครือข่ายทั้งหมดเสียไปด้วย ตลอดจนเมื่อมีการใช้งานมากขึ้น การชนกันของสัญญาณ (Collision) ก็จะมีมากขึ้นด้วย

ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดยใช้รูปแบบบัสนั้น เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะติดต่อกับสายสัญญาณกลาง (Backbone) เพื่อทำการแลกเปลี่ยนข้อมูล ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลนี้จะต้องเสียเวลาในการคอยให้สายว่าง และมีโอกาสเกิดการชนกันของข้อมูลสูงด้วย ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครือข่าย



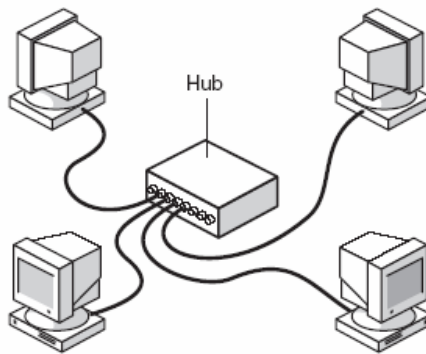
รูปที่ 1 – 8 Bus Topology

ในระบบเครือข่ายที่เชื่อมต่อแบบบัส (Bus) เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถใช้การระบุแอดเดรส (Addressing) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบ ซึ่งทุกเครื่องจะมีหมายเลขที่ต่างกัน จากนั้นเครื่องที่ต้องการส่งสัญญาณจะทำการส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ลงไปในสายเคเบิล ซึ่งสัญญาณจะทำงานโดยการส่งไปทั้งสองด้านของบัส แต่จะจำหน้าถึงเครื่องที่กำหนดเท่านั้น ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ในระบบจะไม่รับสัญญาณยกเว้นเครื่องที่กำหนดไว้เท่านั้น ข้อดีของวิธีการแบบนี้คือความง่ายในการพัฒนาระบบ แต่ข้อเสียคือจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวเท่านั้นที่จะส่งข้อมูลได้ และถ้าเครื่องอื่นต้องการส่งข้อมูลจะเกิดการชนกันของสัญญาณข้อมูลทำให้ต้องส่งใหม่

สัญญาณข้อมูลที่ส่งในระบบบัส จะส่งออกไปทั้งสองด้านทั่วทั้งเน็ตเวิร์กจนกว่าจะถึงจุดสิ้นสุด ในกรณีนี้สัญญาณอาจจะเกิดการสะท้อนกลับไป-มา (Bouncing) ได้ ดังนั้นจะต้องมีการหยุดสัญญาณสะท้อนกลับโดยการติดตั้งอุปกรณ์ที่เรียกว่า “เทอร์มินเตอร์ (Terminator)” ที่ปลายทั้งสองของบัส เพื่อป้องกันการสะท้อนกลับของสัญญาณ และถ้าไม่ติดตั้งเทอร์มินเตอร์ที่ปลายทั้งสองด้านของสายเคเบิลซึ่งทำหน้าที่เป็นบัส จะทำให้ระบบเครือข่ายไม่สามารถทำงานได้ หรือที่เรียกว่า “เน็ตเวิร์กล่ม (Network down)” ดังนั้นการที่สายเคเบิลขาดหรือหลุดที่ส่วนใดส่วนหนึ่งจะทำให้สัญญาณสื่อสารที่ส่งออกมาไม่พบเทอร์มินเตอร์ ซึ่งจะทำให้ระบบเครือข่ายทั้งหมดไม่ทำงาน

1.4.2 แบบดาว (Star Topology)

การต่อในรูปแบบดาว คือการใช้สายเคเบิลเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องเข้าสู่อุปกรณ์ศูนย์กลาง เช่น ฮับ (Hub) หรือสวิตช์ (Switch) ในการเชื่อมต่อแบบดาวนั้น ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใด ๆ ที่ติดตั้งในระบบเครือข่ายไม่ทำงาน จะไม่มีผลต่อคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ และไม่มีปัญหาการชนกันของข้อมูลที่ทำให้การรับ-ส่งใน LAN เป็นการลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการบำรุงรักษาระบบได้มาก อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ที่ใช้เป็นศูนย์กลางต้องมีความสามารถสูง ซึ่งมีราคาแพงและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินสายเคเบิลจากคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องเข้าสู่ศูนย์กลาง ทำให้ค่าใช้จ่ายในเบื้องต้นของเครือข่ายประเภทนี้สูง ระบบแบบนี้อาจมีปัญหาในกรณีที่มีการทำงานซึ่งต้องการสื่อสารมากๆ พร้อมๆ กันโดยศูนย์กลางเท่านั้น ถ้าศูนย์กลางเสียจะไม่สามารถเชื่อมต่อกันได้ทั้งระบบ แต่ระบบแบบนี้ง่ายในการดูแลรักษาเนื่องจากสามารถตรวจสอบได้ง่าย



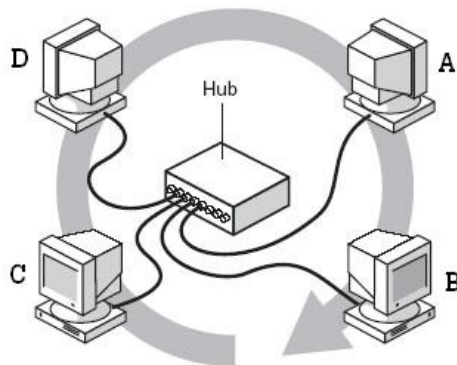
รูปที่ 1 – 9 Star Topology

1.4.3 แบบวงแหวน (Ring Topology)

เป็นระบบที่มีความมั่นคงสูงและมีประสิทธิภาพดีจากการออกแบบของบริษัท IBM ระบบจะต่อเชื่อมกันเป็นวงแหวน ในการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบวงแหวน เครื่องทุกเครื่องจะถูกต่อเข้าด้วยกันในรูปแบบเหมือนวงแหวนและการส่งข้อมูลก็就会被ส่งผ่านเครื่องต่างๆ ในระบบ ตามวงแหวนไปจนถึงเครื่องที่ต้องการ

การรับ-ส่งข้อมูลจะวนในลักษณะทิศทางเดียว การสื่อสารจะใช้สัญญาณที่เรียกว่า “โทเคน (Token)” ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดในระบบต้องการส่งสัญญาณจะทำการจับโทเคนนี้ และส่งสัญญาณออกไปยังเครื่องที่ต้องการ และเมื่อส่งเสร็จแล้วจะปล่อยสัญญาณโทเคนเป็นอิสระ การทำงานในลักษณะนี้จะสามารถลดความผิดพลาดอันเกิดจากการส่งสัญญาณที่ชนกันบ่อยๆ ในระบบบัสได้ อย่างไรก็ตามการเชื่อมต่อแบบวงแหวน หรือโทเคนริง (Token Ring) นี้ยังเป็นสิทธิบัตรของบริษัท IBM ที่มีราคาแพงอยู่และเหมาะสมกับระบบที่มีการส่งข้อมูลมากๆ และบ่อยๆ

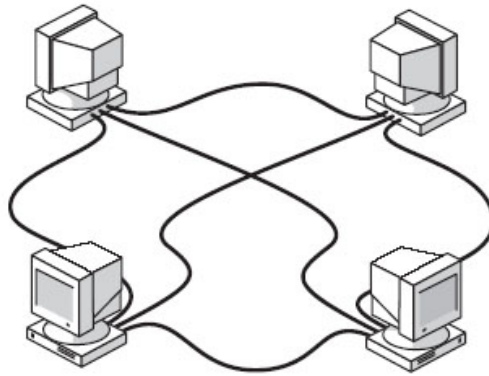
จากตัวอย่างในรูปที่ 1 – 10 หากว่าเครื่อง A ต้องการที่จะทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่อง C นั้น เครื่อง A ก็จะต้องทำการส่ง ข้อมูลผ่านไปตามเครือข่าย โดยจะส่งผ่านเครื่อง B ก่อนที่จะไปถึงเครื่อง C ซึ่งเป็นเครื่องปลายทาง ในการต่อเครื่องเข้ากันในลักษณะวงแหวนนั้น ส่วนใหญ่จะทำการเชื่อมต่อโดยการใช้อยู่สายโคแอ็กเซียล (Coaxial cable) และเครื่องที่จะทำการเชื่อมต่อต้องมีการ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface Card) ที่สามารถทำงานร่วมกับหัวต่อเชื่อมแบบ T – Connector ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับสายโคแอ็กเซียลได้



รูปที่ 1 – 10 Logical Ring Topology

1.4.4 แบบสมบูรณ์ (Mesh Topology)

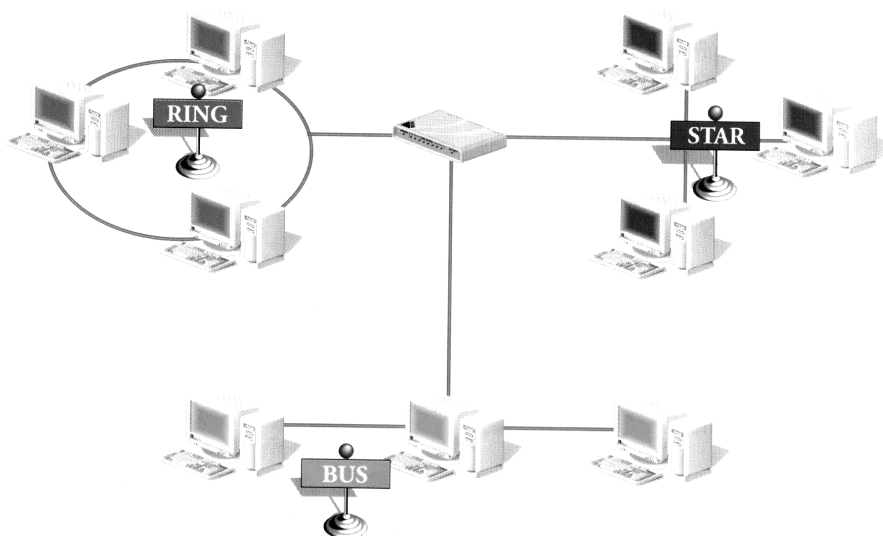
การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เป็นระบบเครือข่ายโดยใช้โทโปโลยีแบบสมบูรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องในระบบเครือข่ายจะถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันกับเครื่องอื่นๆ ทั้งหมด โดยสายเคเบิลแยกต่างหากจากกัน การเชื่อมต่อแบบนี้ทำให้มีเส้นทางการเชื่อมโยงไปถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องถึงแม้ว่าจะมีสายเคเบิลเส้นใดเส้นหนึ่งเกิดความเสียหายก็ตาม ระบบเครือข่ายแบบนี้จึงมีความน่าเชื่อถือสูง อย่างไรก็ตามก็มีความสิ้นเปลืองสูงด้วยเช่นกัน เนื่องจากจำเป็นต้องใช้สายเคเบิลเป็นจำนวนมาก โดยมากจึงมักใช้โทโปโลยีแบบสมบูรณ์ในการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายแบบต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อจัดตั้งเป็นระบบเครือข่ายแบบไฮบริด (Hybrid)



รูปที่ 1 – 11 Mesh Topology

1.4.5 แบบไฮบริด (Hybrid Topology)

เป็นการนำระบบเครือข่ายที่มีโทโปโลยีแบบต่างๆ ที่กล่าวข้างต้น มาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 12



รูปที่ 1 – 12 ระบบเครือข่ายแบบไฮบริด (Hybrid)

1.5 ประเภทของระบบเครือข่าย (Types of Network)

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถจำแนกตามขนาดและการใช้งานของระบบเครือข่ายได้หลายประเภทดังนี้

1.5.1 ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN: Local Area Network)

ระบบเครือข่ายท้องถิ่น หรือเครือข่าย LAN เป็นระบบเครือข่ายขนาดเล็กที่ใช้ในการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ในบริเวณใกล้เคียงเข้าด้วยกัน เช่น ในห้อง 1 ห้อง หรือ ในชั้น 1 ชั้น โดยทั่วไปจะใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการเชื่อมต่อกันระหว่างเครื่อง PC กับอุปกรณ์ต่างๆ ในอาคาร เพื่อจะทำการใช้ข้อมูลและอุปกรณ์ที่มีราคาแพง เช่น เครื่องพิมพ์เลเซอร์ร่วมกัน ในระบบโรงงานจะมีการใช้เครือข่าย LAN มาก โดยการเชื่อมโยงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นๆ ส่วนประกอบที่สำคัญมากในเครือข่าย LAN คือ ไฟล์เซิร์ฟเวอร์ (File Server) ซึ่งทำหน้าที่เป็นเหมือนบรรณารักษ์ดูแลว่าอะไรอยู่ที่ไหน ด้วยการจัดเก็บข้อมูลและโปรแกรม ตลอดจนกำหนดวิธีการในการเข้าถึงข้อมูล ในเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการหรือที่เรียกว่า “เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server)” โดยในเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะต้องมีโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่เป็นระบบปฏิบัติการเครือข่าย หรือ NOS (Network Operating System) เช่น Novell Netware, Windows 2003 Server หรือ Unix เป็นต้น

ระบบเครือข่ายแบบนี้สามารถส่งข้อมูลได้จำนวนมาก โดยการส่งผ่านสื่อที่มีความเร็วสูง เช่น สายทองแดงแบบมีแกนกลาง (Coaxial Cable) เคเบิลใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) หรือ สายแบบเกลียวคู่ (Twisted Pair) โดยทั่วไปมีวิธีการ 2 วิธีในการส่งผ่านข้อมูลใน LAN วิธีการแรกเรียกว่า “Token passing” ซึ่งจะส่งสัญญาณเป็นวงกลมโดยรอบ และถ้าสถานีใดต้องการส่งสัญญาณจะทำการจองโทเคนไว้และส่งสัญญาณไปยังสถานีเป้าหมาย หลังจากส่งสัญญาณเสร็จแล้ว โทเคนจะถูกปล่อยเป็นอิสระอีกครั้งและพร้อมที่จะรับสัญญาณต่อไป ส่วนการส่งสัญญาณวิธีการที่สองเรียกว่า “Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)” วิธีการนี้ใช้กับการต่อเชื่อมโยงในระบบบัสซึ่งมีการใช้สายร่วมกัน หลักการคือการส่งสัญญาณจะทำได้เพียงสถานีเดียวเท่านั้น ถ้าเกิดการส่งมากกว่า 1 สถานีจะเกิดการชนกันของแพ็กเก็ตข้อมูล ทำให้ข้อมูลเสียหาย ดังนั้นสถานีที่ต้องการส่งจะต้องตรวจสอบว่ามีสถานีใดส่งอยู่ก่อนหรือไม่ ถ้าไม่มีจึงจะส่งได้ แต่ถ้าเกิดการชนกัน สถานีนั้นจะต้องหยุดส่ง และลองส่งใหม่ในภายหลัง

ในระบบเครือข่าย LAN จะมีคุณลักษณะที่สำคัญในการส่งข้อมูลของช่องสัญญาณอีกประการหนึ่ง คือ การส่งข้อมูลแบบ Baseband และ Broadband โดยที่การส่งแบบ Baseband เป็นการส่งข้อมูลที่ละสัญญาณ เช่น ตัวอักษร หรือ ภาพ หรือ วิดีโอ แต่การส่งแบบ Broadband จะเป็นการส่งข้อมูลทุกแบบไปพร้อมๆ กัน

ข้อที่ควรพิจารณาเลือกระบบเครือข่าย LAN

- ระบบควรมีความอ่อนตัว สามารถเพิ่ม หรือ ลดได้ง่าย
- ระบบมีความสามารถสูงจริง ตามที่โฆษณาหรือไม่
- ราคาจริงๆ ของเครือข่าย รวมทั้ง ราคา ซอฟต์แวร์ การพัฒนาระบบ การเชื่อมต่อ การฝึกอบรม การบริหารระบบ และ ค่าเสียโอกาส
- ความคงสภาพของระบบภายใต้ภาวะต่างๆ ที่มารบกวน

1.5.1.1 คุณสมบัติของ LAN จะแบ่งเป็น ขนาดตามการใช้งาน ดังนี้ :-

ขนาดลักษณะการใช้งาน	
เล็ก	แผนกหรือฝ่ายภายในชั้นเดียวกัน
กลาง	บริษัท หลายชั้นในตึกเดียวกัน
ใหญ่	Campus ในมหาวิทยาลัย โรงพยาบาล หรือบริษัทขนาดใหญ่
อัตราความเร็ว	1 – 1000 Mbps ต่อวินาที
อัตราความผิดพลาดต่ำ	ไม่เกิน 10%
ค่าใช้จ่าย	ประมาณ 5,000 บาทต่อจุดขึ้นไป

1.5.1.2 องค์ประกอบของ LAN

LAN เป็นการผสมผสานกันของคอมพิวเตอร์ซึ่งประกอบด้วย

- เครื่องเวิร์คสเตชัน (Workstation) เป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PCs) บน LAN
- เครื่องไฟล์เซิร์ฟเวอร์ (File Server) เป็นคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการแก่เครื่องเวิร์คสเตชันทั้งหมด ในการจัดเก็บและดึงข้อมูลจากไฟล์ที่ร่วมกันบนฮาร์ดดิสก์ ไฟล์เซิร์ฟเวอร์ส่วนใหญ่จะมีฮาร์ดดิสก์ขนาดใหญ่เพื่อเก็บข้อมูลทั้งเครือข่าย และจะต้องมีคุณภาพสูง ทนทานต่อการใช้งานหนัก เพราะในการให้บริการทั้งเครือข่ายนั้น จะต้องทำงานมากกว่าคอมพิวเตอร์ที่เป็นเวิร์คสเตชันธรรมดา บางครั้งเราอาจจะเรียกไฟล์เซิร์ฟเวอร์ว่า “โฮสต์ (Host)”
- สายสัญญาณ เป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูล ซึ่งสายสัญญาณนี้จะถูกใช้ในการเชื่อมระหว่างไฟล์เซิร์ฟเวอร์และเครื่องเวิร์คสเตชันเข้าด้วยกัน เช่น สายโคแอกเชียลแบบบาง (Thin Coaxial) สายโคแอกเชียลแบบหนา (Thick Coaxial) สายคู่ตีเกลียวแบบหุ้มฉนวน (Shielded Twisted Pair หรือสาย STP) สายคู่ตีเกลียวแบบไม่หุ้มฉนวน (Unshielded Twisted Pair หรือสาย UTP) และเคเบิลใยแก้วนำแสง (Fiber Optic)
- เน็ตเวิร์กแอดแดปเตอร์ (Network Adapter) เป็นแผงวงจรที่นำมาติดตั้งไว้ในเครื่องเวิร์คสเตชันและไฟล์เซิร์ฟเวอร์ ที่มีหัวต่อเพื่อเชื่อมสายสัญญาณเข้าหากัน ซึ่งเรียกว่า “การ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface Card – NIC) หรือการ์ด LAN”
- ซอฟต์แวร์ระบบเครือข่าย (Network Operation System – NOS) นอกจากฮาร์ดแวร์แล้วบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ยังจะต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการเครือข่าย เพื่อควบคุมการทำงานของระบบเครือข่ายทั้งหมด ระบบปฏิบัติการเครือข่ายที่นิยมใช้งานมากที่สุดในปัจจุบันคือระบบปฏิบัติการ Window 2003 Server ของบริษัทไมโครซอฟท์ ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) เวอร์ชันต่างๆ ของแต่ละบริษัท และระบบปฏิบัติการ NetWare ของบริษัท Novell

1.5.2 Metropolitan Area Network (MAN)

MAN เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า LAN ที่ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันในระดับเมืองหรือเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ในอาคารหลายๆ หลังเข้าด้วยกัน ด้วยเทคโนโลยีของสายเครือข่ายความเร็วสูงหรือแบ็คโบน (Backbone) การทำเช่นนี้จะทำให้ระบบการสื่อสารข้อมูลระหว่างอาคารต่างๆ เชื่อมต่อกันด้วยความเร็วสูงเช่นกัน ในบางครั้งระบบในทำนองนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในมหาวิทยาลัยในการเชื่อม LAN ของคณะต่างๆ เข้าด้วยกันและใช้ชื่อว่า Campus Network เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นต้น

1.5.3 ระบบเครือข่ายในพื้นที่กว้าง (WAN: Wide Area Network)

WAN เป็นระบบที่ใช้ครอบคลุมพื้นที่กว้างขวาง เป็นระยะทางหลายๆ กิโลเมตร จนถึงระดับประเทศหรือเชื่อมต่อระหว่างทวีป การเชื่อมต่อในระบบ WAN ส่วนใหญ่จะใช้บริการการสื่อสารสาธารณะที่มี เช่น โทรศัพท์ การเช่าคู่สายวงจรรายตัว (Leased line) การใช้ดาวเทียม การใช้สัญญาณไมโครเวฟ และสัญญาณอื่นๆ ที่สามารถส่งผ่านระยะทางไกลๆ ได้ การเชื่อมต่อจะสามารถใช้ได้ 2 แบบ คือแบบวงจรสวิตชิง (Switching) และแบบเช่าวงจรรายตัว (Dedicate) ซึ่งเป็นการเช่าด้วยราคาคงที่แบบเหมาจ่าย รูปแบบของระบบงานที่ใช้ WAN ได้แก่ระบบฝากถอนเงินผ่านธนาคาร ระบบบัตรเครดิต และระบบโอนเงินต่างประเทศ (Swift) เป็นต้น

1.5.4 Value-Added Networks (VAN)

VAN เป็นทางเลือกใหม่ของระบบเครือข่าย แทนที่บริษัทที่ทำธุรกิจจะต้องลงทุนจัดตั้งระบบเครือข่ายเอง จะเป็นการใช้เครือข่ายซึ่งเดินโดยบริษัทบุคคลที่ 3 หรือ Third Party และคิดค่าใช้จ่าย สำหรับการให้บริการแบบนี้ บริษัทต่างๆ จะลดค่าใช้จ่ายของตนลงได้จำนวนมาก เนื่องจากมีบุคคลอื่นมาช่วยกันแบ่งค่าใช้จ่ายไป สำหรับประเทศไทย เริ่มมีแนวความคิดในการใช้ระบบแบบนี้ในเครือข่าย GINET (Government Information Network) โดยศูนย์คอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ หรือเนคเทค (NECTEC) จัดตั้งเครือข่ายเพื่อการบริการ ให้หน่วยงานต่างๆ เชื่อมเข้ามาที่ระบบนี้ ในสหรัฐอเมริกามีการใช้ระบบ GEIS (GE Information Services Company) ภายใต้การบริการของบริษัท GE (General Electric) มีวิธีการต่างๆ ที่ทำให้การสื่อสารข้อมูลในระบบ VAN มีราคาต่ำลง ดังนี้

- แพ็กเก็ตสวิตชิง (Packet Switching) เป็นเทคโนโลยีที่แบ่งสัญญาณออกเป็นส่วนเล็กๆ ขนาดเท่าๆ กัน เรียกว่า “แพ็กเก็ต (Packet)” โดยปกติมีขนาด 128 ไบต์ การส่งแบบนี้จะสามารถทำให้สายสัญญาณเพิ่มขีดความสามารถในการใช้ร่วมกันหลายๆ คนได้ และข้อความที่แบ่งตัวและถูกส่งออกไปจะไปรวมตัวกันที่ปลายทางตามที่กำหนดในส่วนหัวของแพ็กเก็ตนั้น
- เฟรมรีเลย์ (Frame Relay) เป็นลักษณะหนึ่งของวงจรรีเลย์ที่แพ็กเก็ตสวิตชิงที่ไม่มีการตรวจสอบความผิดพลาด เนื่องจากมีความไว้วางใจในระบบการส่งแบบดิจิทัลที่มีความถูกต้องสูงมากอยู่แล้ว ระบบนี้จะทำให้การส่งข้อมูลเร็วขึ้นมาก
- ATM (Asynchronous Transfer Mode) เป็นเทคโนโลยีล่าสุด ที่สามารถรับและส่งข้อมูลหลายสื่อได้พร้อมๆ กันในเครือข่ายเดียว ระบบ ATM จะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นเซลล์ขนาดเท่าๆ กัน 53 กลุ่มๆ ละ 8 ไบต์ จึงช่วยลดความจำเป็นของการแปลงโปรโตคอล และส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วถึง 2.5 Gbps

1.5.5 อินทราเน็ต (Intranet)

อินทราเน็ตเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในองค์กรที่เปลี่ยนวิธีการสื่อสารในระบบเครือข่าย LAN จากโปรโตคอลของระบบปฏิบัติการเครือข่ายเดิมๆ เช่น IPX/SPX ไปเป็นการใช้โปรโตคอล TCP/IP ซึ่งเป็นมาตรฐานเดียวกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) และด้วยความสามารถของโปรแกรมที่พัฒนาเพื่อใช้กับอินเทอร์เน็ตได้เพียงแต่อินทราเน็ตจะเป็นเครือข่ายปิดสำหรับใช้เฉพาะในองค์กรเท่านั้น ไม่ให้ผู้อื่นเข้ามาอาศัยใช้งานหรือดูข้อมูลได้ อย่างไรก็ตามได้มีการพัฒนาสิ่งที่เรียกว่ากำแพงไฟ หรือไฟร์วอลล์ (Firewall) เพื่อกันการเข้าถึงข้อมูลจากผู้ที่ไม่มียุติสิทธิภายนอกและสามารถให้ผู้ที่มีสิทธิภายในสามารถดูข้อมูลและค้นคืนข้อมูลจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เหมือนเดิม

1.5.6 เอ็กซ์ตราเน็ต (Extranet)

เป็นระบบเครือข่ายแบบเดียวกับอินทราเน็ต แต่ใช้ในการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของหลายๆ องค์กร เข้าด้วยกัน โดยทั่วไปมักจะเป็นองค์กรที่ทำธุรกิจร่วมกัน จึงแตกต่างจากอินทราเน็ตที่จำกัดขอบเขตการใช้งานเฉพาะกลุ่มตัวอย่างเช่น กลุ่มธนาคารจะมีเครือข่ายโอนเงินเป็นกลุ่มของตัวเอง (Swift)

1.5.7 อินเทอร์เน็ต (Internet)

เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ถือว่าเป็นระบบเครือข่ายสากลที่ดำเนินการให้บริการสื่อสารข้อมูลในระดับทั่วโลก โดยที่ไม่มีใครเป็นเจ้าของระบบนี้ อินเทอร์เน็ตเป็นผลจากการวิจัยและพัฒนากิจการทางทหารของกระทรวงกลาโหมสหรัฐฯ ในโครงการ ARPA (Advanced Project Research Agency) ในปี ค.ศ. 1969 โดยการเริ่มจากการเชื่อมโยงข้อมูลด้านการวิจัยในมหาวิทยาลัย 4 แห่ง เข้าด้วยกัน โดยใช้โปรโตคอลที่มีชื่อว่า TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ซึ่งต่อมาคำว่า “Internet” ได้กลายมาเป็นชื่อของระบบเครือข่ายในที่สุด จนกระทั่งปัจจุบันมีการเชื่อมโยงระบบคอมพิวเตอร์กว่า 200 ล้านเครื่องและมากขึ้นเป็น 1 – 2 เท่า ในทุกปี และต่อจากนี้ไปมีแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบนี้ให้เป็นศูนย์กลางของการส่งข้อมูลสารสนเทศ หรือที่เรียกว่าโครงการทางด่วนข้อมูลโดยข้อเสนอของรัฐบาลสหรัฐฯ (ประธานาธิบดี คลินตัน และ รองประธานาธิบดี อัล กอร์ ที่มีบทบาทอย่างสูงในการให้คำแนะนำโครงการนี้) บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะมีสารสนเทศแทบทุกประเภทที่มีในปัจจุบันในหลายๆ ภาษา ไม่ว่าจะเป็นภาษาศาสตร์ วรรณคดี ศาสนา วิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ บันเทิง ข่าว ไปจนถึงเรื่องเคลียด เช่น แฟชั่น การ์ตูน หรือแม้แต่ข่าวลือ ที่ไม่ทราบที่มา บริการต่างๆ ในระบบอินเทอร์เน็ต มีตั้งแต่การรับส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรืออีเมลล์ (E-mail) การทำกลุ่มข่าวสาร (NewsGroup, Usenet) เครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) หรือเว็บ (Web) IRC (Internet Relay Chat) Internet Phone การประชุมทางไกล (Teleconference) การเล่นเกม การใช้และควบคุมคอมพิวเตอร์จากระยะไกล (Telnet) การโอนย้ายข้อมูล (FTP: File Transfer Protocol) และอื่นๆ อีกมากมาย จึงกล่าวได้ว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นเสมือนทางด่วนของสารสนเทศที่จะเข้ามาถึงทุกครอบครัวให้สามารถใช้แทนการสื่อสารในรูปแบบอื่นๆ ในอนาคต

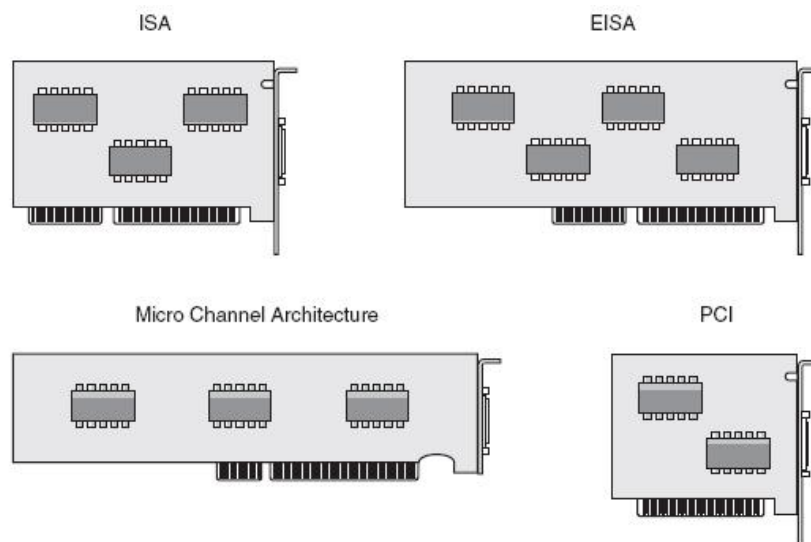
1.6 อุปกรณ์ระบบเครือข่าย

ในการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จะต้องใช้อุปกรณ์ระบบเครือข่ายพื้นฐาน สำหรับจัดตั้งระบบเครือข่ายในรูปแบบต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานขององค์กร ดังต่อไปนี้

1.6.1 การ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface Card - NICs)

การ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย หรือเน็ตเวิร์คแอดแดปเตอร์ หรือการ์ด LAN เป็นอุปกรณ์พื้นฐานในการสร้างระบบเครือข่าย มีหน้าที่ช่วยในการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับระบบเครือข่าย โดยการ์ด LAN จะถูกติดตั้งเข้าไปภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะถูกติดตั้งใน Slot หรือช่องบน Motherboard ซึ่งอาจจะเป็น PCI Slot หรือ ISA Slot ก็ได้ขึ้นอยู่กับบริษัทที่ผลิต และเนื่องจากการเติบโตในด้านการใช้งานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันจึงเริ่มมีการผลิตการ์ด LAN เป็นวงจรส่วนหนึ่งของ Motherboard แล้ว

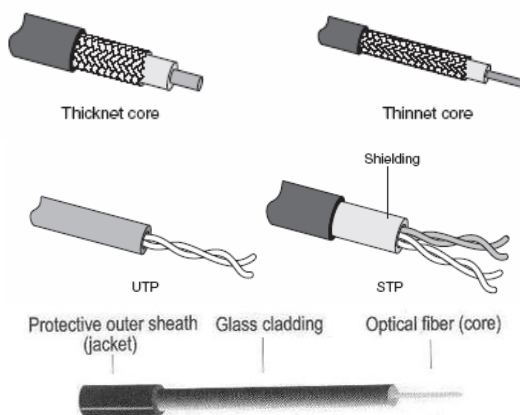
สำหรับความเร็วในการรับส่งข้อมูลของการ์ดนั้นโดยทั่วไปจะมีความเร็ว 10 และ 100 Mbps (หน่วยวัดความเร็วในการรับและส่งข้อมูลนั้นจะวัดเป็น Megabit per second หรือจำนวนข้อมูลที่สามารถส่งได้ภายในเวลา 1 วินาที) ซึ่งการเลือกใช้การ์ดนั้นจะต้องดูที่ความเร็วของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อ เช่น ฮับ หรือสวิตช์ ด้วยว่าสามารถรองรับการทำงานที่ความเร็วเท่าไร โดยการ์ดที่มีความเร็ว 100 Mbps สามารถใช้ทำการติดต่อเพื่อส่งผ่านข้อมูลกับฮับที่มีความเร็ว 10 Mbps ได้ แต่ความเร็วในการส่งข้อมูลจะอยู่ที่เพียง 10 Mbps เท่านั้น เช่นเดียวกับการใช้การ์ดที่มีความเร็ว 10 Mbps ต่อเข้ากับฮับที่มีความสามารถส่งผ่านข้อมูลได้ที่ 100 Mbps เครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถส่งผ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วเพียง 10 Mbps ตามความเร็วของการ์ด



รูปที่ 1 – 13 การ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบต่างๆ

1.6.2 สายสัญญาณ (Transmission Media)

สายสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าสู่ระบบเครือข่าย มีอยู่หลายชนิดแต่สายสัญญาณที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปเป็นลวดทองแดงหุ้มฉนวน และมีการบิดไขว้กันเป็นระยะๆ ตลอดความยาวของสาย เรียกว่าสายคู่ตีเกลียว (Twisted Pair) สายชนิดนี้มีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลต่ำ ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการเปลี่ยนแทนโดยใช้เส้นใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) ซึ่งมีขีดความสามารถมากกว่า เคเบิลใยแก้วเป็นสายที่ใช้ในการส่งสัญญาณแสงไปตามสายขนาดเล็กที่สร้างขึ้นจากสารจำพวก silica โดยผู้ส่งจะทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง โดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า light-emitting diode (LED) หรือ laser diode ผู้รับทำการแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าเช่นเดิมโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า “โฟโตไดโอด (photodiode)” เคเบิลใยแก้วนำแสงเป็นสายที่มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูลสูงและมีความต้านทานต่อสัญญาณรบกวนสูง สายอีกประเภทหนึ่งที่นิยมใช้ในการสื่อสารข้อมูลเรียกว่า “สายมีแกนกลาง (Coaxial)” หรือเรียกอีกอย่างว่า “สายโคแอกเชียล” เป็นสายที่มีแกนกลางเป็นลวดทองแดงเดี่ยวหุ้มด้วยฉนวน และมีการใช้สายโลหะถักหุ้มอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน ตัวอย่างของสายโคแอกเชียลที่ใช้ตามบ้านได้แก่สายกลมที่ใช้ต่อสายอากาศนอกบ้านเข้ากับเครื่องรับโทรทัศน์ สายสัญญาณแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน สังเกตได้จากตารางที่ 1 – 1 ดังนี้



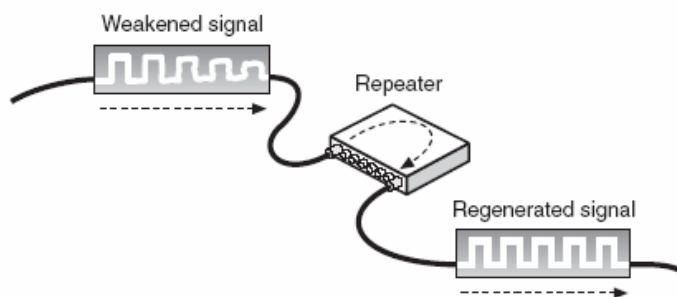
รูปที่ 1 – 14 สายสัญญาณชนิดต่างๆ

ตารางที่ 1 – 1 ความสามารถของสายสัญญาณ

	Coaxial	UTP	Fiber Optic
ราคา	ถูก	ถูก	แพง
ระยะทาง	ไกล	ไกล	ไกล
ความผิดพลาดจากการรบกวนโดยสิ่งแวดล้อม	มาก	มาก	ไม่มี
ความสามารถในการขยายระบบ	LAN	LAN	WAN
ความง่ายในการติดตั้ง	ปานกลาง	ง่าย	ยาก
ความเร็วในการส่งข้อมูล	ช้า	ปานกลาง	เร็ว
Connector	T Connector	RJ-45	ชุดเข้าหัวสายไฟเบอร์

1.6.3 รีพีตเตอร์ (Repeater)

รีพีตเตอร์ เป็นอุปกรณ์ระบบเครือข่ายที่ใช้ในการเชื่อมต่อสายเคเบิล 2 เส้นเข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มระยะทางการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย สายสัญญาณแต่ละชนิดที่เลือกใช้จะมีความสามารถในการขนส่งข้อมูลไปในระยะทางที่จำกัดระยะหนึ่ง ตามมาตรฐานของสายสัญญาณแต่ละชนิด จากนั้นสัญญาณข้อมูลจะถูกดูดกลืนไปตามสายทำให้สัญญาณข้อมูลอ่อนลง หากต้องการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายออกไปไกลเกินกว่าสายสัญญาณที่ใช้จะรองรับได้ จะต้องใช้รีพีตเตอร์ช่วยในการขยายสัญญาณข้อมูล ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 15



รูปที่ 1 – 15 รีพีตเตอร์

1.6.4 ฮับ (Hub)

ฮับเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องจำนวนมากเข้าด้วยกันในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยที่ฮับจะมีพอร์ต (Port) หรือช่องสำหรับต่อสาย RJ-45 เข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ และทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการกระจายข้อมูล ไปยังเครื่องอื่นๆ ในระบบเครือข่าย ความเร็วของฮับมีหน่วยเป็น Megabit per second (Mbps) โดยเริ่มต้นที่ 10 Mbps จนถึงความเร็ว 100 Mbps การทำงานของฮับจะใช้วิธีแบ่งช่องทางการส่งผ่านข้อมูล หรือกล่าวได้ว่า ฮับความเร็ว 10 Mbps ที่มีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่ออยู่ 24 พอร์ต มีเครื่องคอมพิวเตอร์ต่ออยู่ที่แต่ละพอร์ต และทำการส่งข้อมูลอยู่ในขณะนั้น ความเร็วต่อพอร์ตที่จะสามารถส่งข้อมูลได้จะมีความเร็วเพียง $10/24$ หรือ 0.416 Mbps เท่านั้น นอกจากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่ต่อมายังฮับตัวเดียวกันยังอยู่ใน Collision Domain เดียวกันด้วย จึงทำให้ข้อมูลที่ส่งออกมามีโอกาสที่จะชนกันสูง



รูปที่ 1 – 16 Network Hub

การที่ฮับส่งข้อมูลจากเครื่องต้นทางไปยังเครื่องปลายทาง จะทำโดยการแพร่กระจายสัญญาณ หรือบรอดคาสต์ (Broadcast) ซึ่งเป็นการส่งไปโดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในเครือข่ายจะได้รับ แต่จะมีเฉพาะเครื่องที่ระบุปลายทางเท่านั้นที่จะนำข้อมูลนั้นไปใช้ได้ การที่เครื่องใดจะทราบว่าจะรับข้อมูลที่ได้รับนั้นเป็นของตน คือในการส่งเครื่องที่ทำการส่งจะเลือกแล้ว

ว่าเครื่องปลายทางคือเครื่องใด ดังนั้นเครื่องที่ไม่ได้ถูกระบุจะไม่รับข้อมูลนั้นมา จากข้างต้นสามารถสรุปรูปแบบการส่งข้อมูลของฮับได้คือ การส่งข้อมูลของฮับจะทำในลักษณะที่เรียกว่า “บอร์คาสต์” คือข้อมูลจะถูกแพร่กระจายไปยังทุกพอร์ตของฮับ แต่ข้อมูลนั้นจะถูกนำไปทำงานเฉพาะในพอร์ตซึ่งมีเครื่องที่เป็นเครื่องปลายทางติดต่อยู่เท่านั้น การทำงานในลักษณะนี้จะเป็นการสิ้นเปลืองแบนด์วิดท์จำนวนหนึ่ง เนื่องจากข้อมูลจะถูกส่งไปยังเครื่องทั้งหมดที่ทำการติดต่ออยู่

ฮับมีอยู่ 2 ชนิดคือ **Active HUB** และ **Passive HUB** โดย **Active HUB** จะต้องการไฟเลี้ยงวงจรปรับปรุงสัญญาณข้อมูล เมื่อได้รับสัญญาณข้อมูลเข้ามาวงจรนี้จะทำการสร้างสัญญาณข้อมูลเหมือนเดิมที่มีคุณภาพเพื่อส่งต่อไป ฮับชนิดนี้จึงทำหน้าที่เหมือนรีพีตเตอร์ที่ช่วยในการขยายระยะการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายออกไปได้ ดังนั้นในบางครั้งจึงเรียก **Active HUB** ว่า **Multi-Port Repeater** ส่วน **Passive HUB** จะเป็นเพียงศูนย์กลางการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดยไม่มีการจัดการปรับปรุงสัญญาณข้อมูล จึงไม่ต้องการไฟเลี้ยง

1.6.5 สวิตช์ (Switch)

สวิตช์เป็นอุปกรณ์ระบบเครือข่ายลักษณะเดียวกับฮับและมีหน้าที่คล้ายกับฮับมาก แต่มีความแตกต่างที่วงจรการทำงานภายในจะใช้หลักการของวงจรสวิตซ์ที่สลับการส่งข้อมูลในแต่ละพอร์ตไปมา ไม่ได้แบ่งช่องทางการส่งผ่านข้อมูลเหมือนฮับจึงทำให้แต่ละพอร์ต (Port) มีความสามารถในการส่งข้อมูลได้สูงกว่า เช่น สวิตซ์ที่มีความเร็ว 10 Mbps จะหมายความว่า ในแต่ละพอร์ตจะสามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 10 Mbps และนอกจากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่ต่อมายังสวิตซ์ยังไม่ได้อยู่ใน Collision Domain เดียวกันด้วย

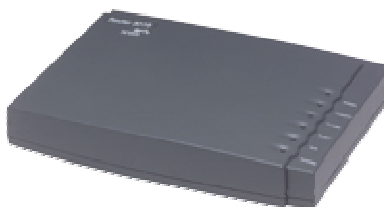


รูปที่ 1 – 17 Network Switch

จากความสามารถของสวิตซ์ จะเห็นได้ว่าสวิตซ์มีความสามารถมากกว่าฮับ แต่การใช้สวิตซ์ยังอยู่ในวงจำกัด เนื่องจากราคาของสวิตซ์ที่ยังสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับฮับ ดังนั้นในระบบเครือข่ายจะใช้สวิตซ์ในการแบ่งโดเมน (domain) เพื่อเพิ่มความเร็วในการติดต่อกับระบบ โดยอาจจะนำสวิตซ์มาเป็นศูนย์กลาง และใช้ต่อเข้ากับเครื่องที่มีการติดต่อเข้ามาโดยเครื่องอื่นๆ จำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเป็นเครื่องแม่ข่ายหรือเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เพื่อที่จะได้ส่งข้อมูลได้ทีละมากๆ และด้วยความเร็วสูงอีกด้วย นอกจากสวิตซ์จะสามารถส่งข้อมูลออกต่อพอร์ตได้มากกว่าฮับแล้ว ในสวิตซ์ยังมี **Route Table** ซึ่งเป็นตารางข้อมูลในหน่วยความจำของสวิตซ์ซึ่งจะสามารถจำได้ว่าพอร์ตใดมีไอพีแอดเดรส (IP Address) หรือ MAC Address ใดทำการเชื่อมต่ออยู่บ้าง ซึ่งทำให้การส่งข้อมูลเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว การส่งข้อมูลจึงไม่เป็นการแพร่กระจาย (broadcast) ที่ทำให้สิ้นเปลืองแบนด์วิดท์โดยไม่จำเป็น

1.6.6 บริดจ์ (Bridge)

บริดจ์ เป็นอุปกรณ์เชื่อมโยงเครือข่ายของเครือข่ายที่แยกจากกัน แต่เดิมบริดจ์ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับเครือข่ายประเภทเดียวกัน เช่น ใช้เชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายอีเทอร์เน็ตกับอีเทอร์เน็ต (Ethernet) บริดจ์มีใช้มานานแล้ว ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 บริดจ์จึงเป็นเสมือนสะพานเชื่อมระหว่างสองเครือข่าย การติดต่อภายในเครือข่ายเดียวกันมีลักษณะการส่งข้อมูลแบบแพร่กระจาย ดังนั้นจึงกระจายได้เฉพาะเครือข่ายเดียวกันเท่านั้น การรับส่งภายในเครือข่ายมีข้อกำหนดให้แพ็กเก็ตที่ส่งกระจายไปยังตัวรับได้ทุกตัว แต่ถ้ามีการส่งมาที่แอดเดรสต่างเครือข่ายบริดจ์จะนำข้อมูลเฉพาะแพ็กเก็ตนั้นส่งให้ บริดจ์จึงเป็นเสมือนตัวแบ่งแยกข้อมูลระหว่างเครือข่ายให้มีการสื่อสารภายในเครือข่ายของตน ไม่ปะปนไปยังอีกเครือข่ายหนึ่ง เพื่อลดปัญหาปริมาณข้อมูลกระจายในสายสื่อสารมากเกินไป ในระยะหลังมีผู้พัฒนาบริดจ์ให้เชื่อมโยงเครือข่ายต่างชนิดกันได้ เช่น เครือข่ายอีเทอร์เน็ตกับโทเคนริง เป็นต้น หากมีการเชื่อมต่อเครือข่ายมากกว่าสองเครือข่ายเข้าด้วยกัน และเครือข่ายที่ต่อเชื่อมมีลักษณะที่หลากหลายจะใช้เราเตอร์ (Router) เป็นอุปกรณ์ในการเชื่อมโยง



รูปที่ 1 – 18 Network Bridge ของบริษัท 3Com

1.6.7 เราเตอร์ (Router)

เราเตอร์เป็นอุปกรณ์ระบบเครือข่ายซึ่งทำหน้าที่เสมือนสะพานสำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายท้องถิ่น หรือระบบเครือข่าย LAN (Local Area Network) เข้ากับระบบเครือข่าย WAN (Wide Area Network) ขนาดใหญ่ และเมื่อเครือข่าย LAN ถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยใช้เราเตอร์ เครือข่าย LAN แต่ละฝั่งจะยังคงมีเครือข่ายที่เป็นของตนเอง ไม่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายของอีกฝั่งหนึ่ง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการเครือข่ายภายใน ในการทำงานของเราเตอร์จะมีตารางข้อมูลที่เรียกว่า Route Table ซึ่งจะช่วยในการส่งข้อมูลที่ต้องการให้ไปถึงปลายทางได้อย่างรวดเร็ว โดยตารางข้อมูลนี้จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในเราเตอร์ และจะถูกอัปเดตข้อมูลเส้นทางการขนส่งข้อมูลอยู่ตลอดเวลาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง และจะถูกเพิ่มเติมเส้นทาง เมื่อมีการส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่ใหม่ ๆ

เราเตอร์จะรับข้อมูลเป็นแพ็กเก็ตเข้ามาตรวจสอบแอดเดรสปลายทาง จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับตารางเส้นทางที่ได้รับการโปรแกรมไว้ เพื่อหาเส้นทางที่ส่งต่อ หากเส้นทางที่ส่งมาจากอีเทอร์เน็ต และส่งต่อออกทางช่องทางของพอร์ต WAN ที่เป็นแบบ Point-to-Point ก็จะมีการปรับปรุงรูปแบบสัญญาณให้เข้ากับมาตรฐานใหม่ เพื่อให้สามารถส่งต่อไปยังเครือข่าย WAN ได้ ปัจจุบันอุปกรณ์เราเตอร์ได้รับการพัฒนาไปมากทำให้การใช้งานเราเตอร์มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อเชื่อมอุปกรณ์เราเตอร์หลายตัวเข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ เราเตอร์มีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถหาเส้นทางการขนส่งข้อมูลที่สั้นที่สุด เลือกลงตามความเหมาะสมและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเองได้

เมื่อเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาให้มีขีดความสามารถในการทำงานได้เร็วขึ้น จึงมีผู้พัฒนาอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คัดแยกแพ็กเก็ต หรือเรียกว่า "สวิตช์แพ็กเก็ตข้อมูล (Data Switched Packet)" โดยลดระยะเวลาการตรวจสอบแอดเดรสลงไป การคัดแยกจะกระทำในระดับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพเชิงความเร็วและความแม่นยำสูงสุด อุปกรณ์สวิตช์ข้อมูลจึงมีเวลาหน่วงภายในตัวสวิตช์ต่ำมาก จึงสามารถนำมาประยุกต์กับงานที่ต้องการเวลาจริง เช่น การส่งสัญญาณเสียง วิดีโอ ได้ดี



รูปที่ 1 – 19 เราท์เตอร์ของบริษัท Cisco

1.6.8 ISDN Router

ISDN (Integrated Service Digital Network) เป็นระบบสื่อสารที่เพิ่งจะเข้ามามีบทบาทในการใช้งานในประเทศไทย ถึงแม้ว่า ISDN จะเป็นที่รู้จักมานานแล้ว แต่เทคโนโลยีนี้ยังไม่ค่อยแพร่หลายเท่าที่ควรในประเทศไทย ISDN เป็นระบบเครือข่ายสาธารณะที่น่าจับตามองชนิดหนึ่ง และแน่นอนว่าอุปกรณ์อย่างเราท์เตอร์ก็ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อรองรับการทำงานกับระบบ ISDN ด้วย เราท์เตอร์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารผ่านทางเครือข่าย ISDN จะเรียกว่า ISDN Router ซึ่งจะทำหน้าที่เหมือนเราท์เตอร์ธรรมดาทั่วไป แต่จะใช้สำหรับการติดต่อผ่านทางเครือข่าย ISDN

สำหรับด้านความเร็วในการติดต่อสื่อสารผ่านทางเครือข่าย ISDN นั้นยังคงจำกัดอยู่ในระดับความเร็วที่ไม่สูงมากนัก คืออยู่ที่ประมาณ 64 kbps ซึ่งหากเปรียบเทียบกับ การเชื่อมต่อโดยใช้สายวงจรเช่า (Leased Line) แล้ว ยังจัดว่าต่ำมาก แต่มีข้อดีตรงที่ราคาในการติดตั้งนั้นถูกมากกว่าสายวงจรเช่าหลายเท่าตัว จึงเหมาะสำหรับเครือข่ายขนาดเล็กมาก และใช้ทุนไม่สูงในการสร้างเครือข่าย

1.6.9 เบรท์เตอร์ (Brouter)

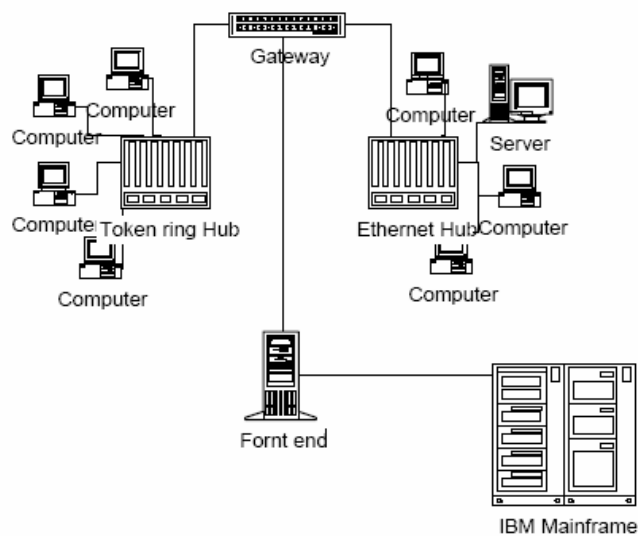
เบรท์เตอร์เป็นอุปกรณ์ซึ่งรวมหน้าที่ของบริดจ์และเราท์เตอร์เข้าด้วยกัน มีการทำงานใน Data link และ Network Layer เบรท์เตอร์จะใช้ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายระยะใกล้ที่เหมือนกัน และสามารถทำงานใน Data link layer ของระบบเครือข่ายที่แตกต่างกันได้ ข้อดีของเบรท์เตอร์คือสามารถทำงานได้เร็วเทียบเท่าบริดจ์ แต่สามารถติดต่อกับระบบเครือข่ายที่แตกต่างกันได้

1.6.10 เกตเวย์ (Gateway)

เกตเวย์เป็นอุปกรณ์ระบบเครือข่ายที่มีความซับซ้อนมากกว่าเราท์เตอร์หรือบริดจ์ เพราะอุปกรณ์ชนิดนี้สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอลใน Data link และ Network Layer ที่แตกต่างกันได้มากกว่า 2 ระบบ การทำงานของเกตเวย์ทุกระดับชั้นจะเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/OSI Model เกตเวย์สามารถแปลงโปรโตคอลจากเครือข่ายหนึ่งไปยังอีกเครือข่ายหนึ่ง หรือเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลในโปรแกรมประยุกต์ได้

ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ PC กับเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม เกตเวย์จะเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ส่งออกไปเป็นรหัส ASCII ให้อยู่ในรูปแบบของ EBCDIC เช่นเครือข่าย SNA (System Network Architecture) ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ให้ผู้ใช้งานเครือข่ายสามารถเข้าถึงข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรมได้ แต่ถ้าไม่มี Gateway SNA เครื่องคอมพิวเตอร์ PC ของผู้ใช้จะต้องมี 3270 Emulation card

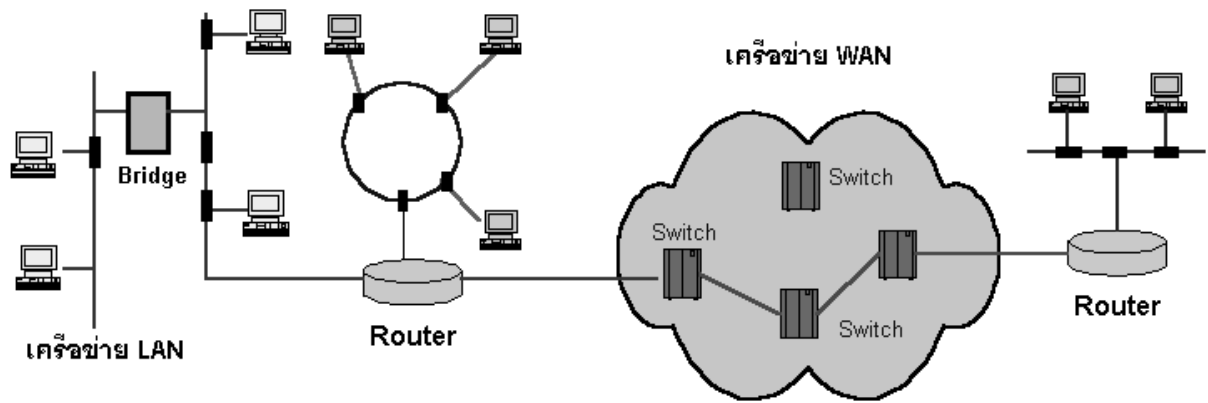
ในการติดตั้งเกตเวย์ อาจจะใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพียงตัวเดียว แต่มีการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายหลายๆ การ์ดก็ได้ แต่ต้องมีซอฟต์แวร์พิเศษต่อผ่าน FEP เพื่อต่อไปยัง Host ของแต่ละวงจร โดยทั่วไปเกตเวย์จะมีพื้นฐานการทำงาน 3 รูปแบบคือ Network to Network, System to Network และ System to System ซึ่งมักนิยมใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของ Vendor หนึ่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของอีก Vendor หนึ่ง ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 20



รูปที่ 1 – 20 System to System Gateway

อย่างไรก็ตามเมื่อต้องการเชื่อมต่อเครือข่ายย่อยๆ หลายเครือข่ายเข้าด้วยกัน จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ประกอบที่ทำให้การรับส่งข้อมูลข่าวสารต่างๆ เชื่อมโยงถึง โดยทั่วไปเรามักใช้ระบบการรับส่งข้อมูลเป็นชุดเล็กๆ ที่เรียกว่า “แพ็กเก็ต” (Packet) ข้อมูลเป็นแพ็กเก็ตขนาดเล็กสามารถเคลื่อนที่จากต้นทางไปยังปลายทางได้โดยผ่านอุปกรณ์เลือกเส้นทางการขนส่ง การเลือกเส้นทางการขนส่งสามารถเลือกผ่านทั้งทางด้านเครือข่าย LAN และ WAN โดยปกติมีการกำหนดแอดเดรสของตัวรับและตัวส่ง ดังนั้น จึงต้องมีแอดเดรสปรากฏอยู่ในแพ็กเก็ต อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในเครือข่ายทุกหน่วยจึงมีแอดเดรสกำกับแอดเดรสหรือตำแหน่งที่อยู่มีรูปแบบที่ชัดเจน ได้รับการกำหนดเป็นมาตรฐาน เช่น แอดเดรสที่ใช้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้รหัสตัวเลข 32 บิต ที่เรียกว่า “ไอพีแอดเดรส (IP Address)” แพ็กเก็ตข้อมูลทุกแพ็กเก็ตจึงมีข้อมูลที่บ่งบอกว่าข้อมูลนั้นส่งมาจากที่ใด และ ปลายทางอยู่ที่ใด การเลือกเส้นทางการขนส่งข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับแอดเดรสที่กำหนดในแพ็กเก็ต เมื่อแพ็กเก็ตข้อมูลผ่านมายังอุปกรณ์ต่าง ๆ อุปกรณ์เหล่านั้นจะตรวจสอบดูว่า แอดเดรสต้นทางและปลายทางอยู่ที่ใด จะส่งผ่านแพ็กเก็ตนั้นไปยังเส้นทางใด เพื่อให้ถึงจุดหมายตามต้องการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมโยงเครือข่าย และทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายมีหลายประเภทด้วยกัน อุปกรณ์แต่ละชนิดมีขีดความสามารถแตกต่างกันออกไป อุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการเชื่อมโยงเครือข่ายหลักทั้ง LAN และ WAN ประกอบด้วย บริดจ์ เร้าเตอร์ และสวิตช์

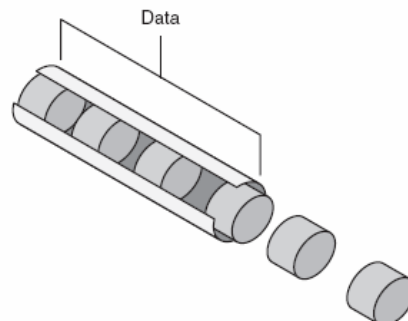


รูปที่ 1 – 21 การใช้สวิตช์ บริดจ์ และเร้าเตอร์ในการเชื่อมเครือข่ายระยะไกล

1.7 แพ็กเก็ตข้อมูล (Data Packet)

ถึงขณะนี้คุณพอจะทราบแนวความคิดอย่างกว้างๆ ของระบบเครือข่ายในภาพรวม ขึ้นต่อไปก็จะมาพิจารณาว่าระบบเครือข่ายจะจัดการการเคลื่อนย้ายข้อมูลจาก/ไปยังโหนดต่างๆ บนระบบเครือข่ายได้อย่างไร และในบางกรณีก็ต้องเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างระบบเครือข่ายอีกด้วย

ระบบเครือข่ายทำงานได้อย่างรวดเร็ว หรือเร็วมาก เมื่อเปรียบเทียบความเร็วในการทำงานของมนุษย์ที่นับว่าอยู่ระหว่างช้าถึงช้ามาก ส่วนระบบเครือข่ายเปรียบเสมือนทางด่วนที่เร็วเกือบเท่าความคิด ซึ่งมีขีดจำกัดสูงสุดอยู่ที่ปริมาณข้อมูลที่ทำการขนส่ง โดยใช้แบนด์วิดท์อย่างจำกัด (อัตราการขนส่งข้อมูลที่ทุกคนกล่าวถึงและปรารถนาให้มีมากขึ้น) ตามกฎของฟิสิกส์และความต้องการของผู้ใช้ระบบเครือข่าย บังคับบางอย่างกับระบบเครือข่ายให้ทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ได้อย่างไร และจัดให้ผู้ใช้ทุกคนมีการเข้าถึงระบบเครือข่ายอย่างยุติธรรมได้อย่างไร คำตอบก็คือทำการแตกข้อมูลที่ทำการขนส่งเหล่านั้นให้เป็นชิ้นเล็กๆ เรียกว่า “แพ็กเก็ต” (Packets) ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 22



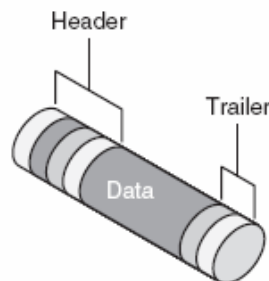
รูปที่ 1 – 22 การแตกข้อมูลเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า “แพ็กเก็ต”

ในสถานการณ์ซึ่งคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งต้องการที่จะทำการส่งไฟล์ขนาดหลายเมกะไบต์ไปยังเครื่องอื่น (ไฟล์เอกสารที่มีทั้งข้อความและรูปภาพ) ถ้าคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นได้รับการอนุญาตให้ใช้สายเคเบิลระบบเครือข่ายอย่างเต็มที่ตลอดเวลาที่ทำการส่งไฟล์ ก็จะทำให้คอมพิวเตอร์เครื่องอื่นบนระบบเครือข่ายจะต้องรอจนกว่าการส่งไฟล์นั้นจะเสร็จสิ้น และถ้าเกิดการชะงักเป็นการชั่วคราวหรือบางแห่งในระบบเครือข่ายเกิดการสะดุด ก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดพลาดในการส่งข้อมูล จึงต้องทำการเริ่มส่งไฟล์ขนาดใหญ่ใหม่นี้ใหม่ตั้งแต่ต้น

เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่น่าพอใจเช่นนี้ ระบบเครือข่ายจะแตกข้อมูลออกเป็นแพ็กเก็ต ดังนั้นไฟล์ขนาดใหญ่จึงถูกแตกออกเป็นแพ็กเก็ตขนาดเล็กจำนวนมาก ซึ่งแทนที่จะกีดขวางการเข้าถึงก็สามารถที่จะขนส่งโดยผสมรวมไปกับแพ็กเก็ตจากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น นอกจากนั้นเนื่องจากการที่ไฟล์ขนาดใหญ่ถูกแตกออกเป็นหลายชิ้นแล้วความผิดพลาดที่เกิดจากระบบเครือข่ายทำงานสะดุดก็จะส่งผลกระทบเพียงส่วนเล็กๆ ของไฟล์ และจะมีเพียงส่วนนั้นที่จะต้องทำการส่งใหม่ จึงต้องขอบคุณแพ็กเก็ตที่ทำให้ทุกคนเป็นผู้ชนะ

1.7.1 ส่วนประกอบของแพ็กเก็ตข้อมูล (Anatomy of packet)

แพ็กเก็ตเป็นก้อนของข้อมูลขนาดเล็ก แต่ก็ไม่ใช้จะมีข้อมูลเพียงอย่างเดียว แพ็กเก็ตยังประกอบด้วยข่าวสารที่บอกว่าแพ็กเก็ตนั้นมาจากไหน จะถูกส่งไปที่ไหน จะตรวจสอบความผิดพลาดในการส่งได้อย่างไร และจะประกอบเข้าด้วยกันจัดรูปร่างให้เป็นไฟล์หรือข้อมูลเดิมได้อย่างไร เพื่อที่จะบรรจุข่าวสารที่กล่าวมาข้างต้นแพ็กเก็ตจึงประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ 3 คือ ส่วนหัว (header) ส่วนข้อมูล (data หรือ body) และส่วนต่อท้าย (trailer)



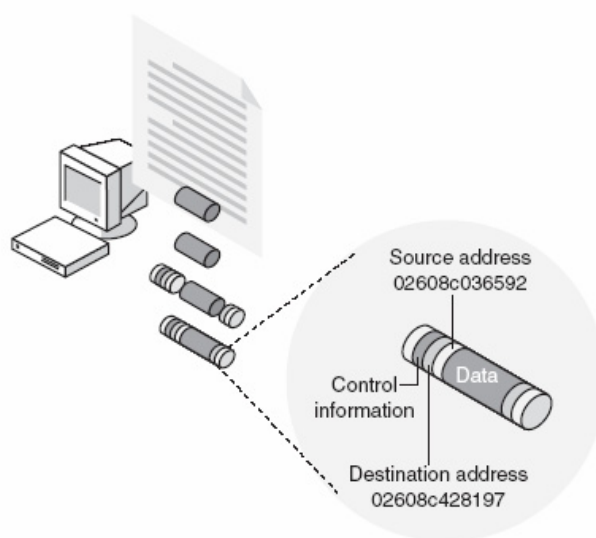
รูปที่ 1 – 23 Data packet

- ส่วนหัว (header) เป็นส่วนที่อยู่หน้าหน้าก่อนข้อมูลในแพ็กเก็ต และประกอบด้วยข่าวสารเกี่ยวกับที่อยู่ของแหล่งกำเนิดข้อมูลและจุดหมายปลายทาง รวมทั้งข้อมูลการควบคุมและกำหนดจังหวะเวลา เพื่อให้มั่นใจว่าแพ็กเก็ตนั้นจะถูกส่งอย่างเหมาะสม
- ส่วนข้อมูล (data) บรรจุส่วนของข้อมูลจริงที่จะทำการส่ง ส่วนนี้ของแพ็กเก็ตโดยปกติจะมีขนาดระหว่าง 512 ไบต์ ถึง 4 กิโลไบต์ ขึ้นอยู่กับประเภทของระบบเครือข่าย
- ส่วนต่อท้าย (trailer) เป็นส่วนของแพ็กเก็ตที่บรรจุข่าวสารเกี่ยวกับการตรวจสอบข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูลที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้รับพิสูจน์ทราบได้ว่าข้อมูลได้มาถึงอย่างสมบูรณ์

1.7.2 การสร้างแพ็กเก็ตข้อมูล (Packet Creation)

เมื่อแบ่งข้อมูลที่ต้องการส่งออกเป็นแพ็กเก็ตข้อมูลแล้ว ระบบปฏิบัติการจะดำเนินการใส่แอดเดรสต้นทาง (Source Address) และแอดเดรสปลายทาง (Destination Address) พร้อมทั้งข้อมูลการควบคุมที่จำเป็น (Control Information) เข้าไปในส่วนหัวของแต่ละแพ็กเก็ต ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 24

นอกจากนั้น ระบบเครือข่ายโดยทั่วไปจะต้องอาศัยกระบวนการตรวจสอบความผิดพลาดที่เรียกว่า Cyclical redundancy check (CRC) เพื่อพิสูจน์ทราบความเที่ยงตรงในการส่งข้อมูล ซึ่งในเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ส่งจะทำการคำนวณค่าๆ หนึ่งบนพื้นฐานของข้อมูลในแพ็กเก็ต แล้วนำค่านี้ใส่เข้าไปในส่วนต่อท้ายของแพ็กเก็ต และเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้รับก็จะทำการคำนวณค่าๆ หนึ่งใหม่อีกครั้งเมื่อได้รับแพ็กเก็ต ถ้าได้ผลลัพธ์เหมือนกันก็ให้สันนิษฐานว่าไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นในระหว่างการส่งข้อมูล



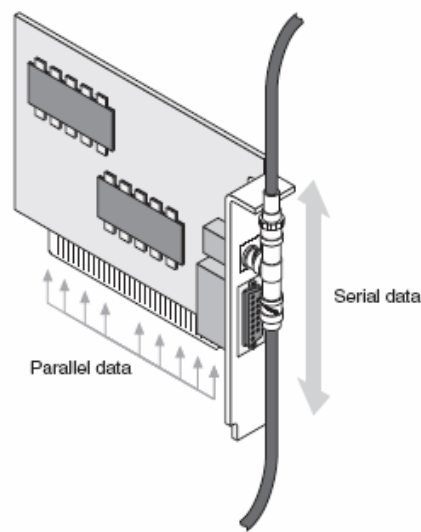
รูปที่ 1 – 24 การสร้าง Data Packet

1.7.3 แพ็กเก็ตข้อมูลกับการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Packets and the Network Adapter)

ด้วยอาการที่ข้อมูลวิ่งผ่านไปบนระบบเครือข่ายอย่างรวดเร็ว คุณอาจจะประหลาดใจว่าระบบเครือข่ายมีการจัดการอย่างไรเพื่อที่จะทำได้แพ็กเก็ตที่เรียบง่าย ได้รับการกำหนดแอดเดรสส่งออกไป และแม้แต่กำหนดแอดเดรสปลายทางของผู้รับ งานส่วนใหญ่เหล่านี้จะถูกดำเนินการโดยการ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่ายของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบเครือข่าย

ในตอนเริ่มต้น ข้อมูลมีการเดินทางภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ กับโปรเซสเซอร์ผ่านเส้นทางที่เรียกว่า “บัส (buses)” ซึ่งประกอบด้วยหลายช่องทาง (สายไฟ) ที่วางเรียงกัน เช่นเดียวกับถนนซึ่งมีหลายเลน และข้อมูลก็จะเดินทางตามเส้นทางเหล่านี้ เช่นเดียวกับการจราจรบนถนน (ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้พื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์โดยปกติจะมีขนาด 16 หรือ 32 บิต และในอนาคตอันใกล้จะมีขนาด 64 บิต) แทนอักขระข้อความ หรือแอดเดรสใน

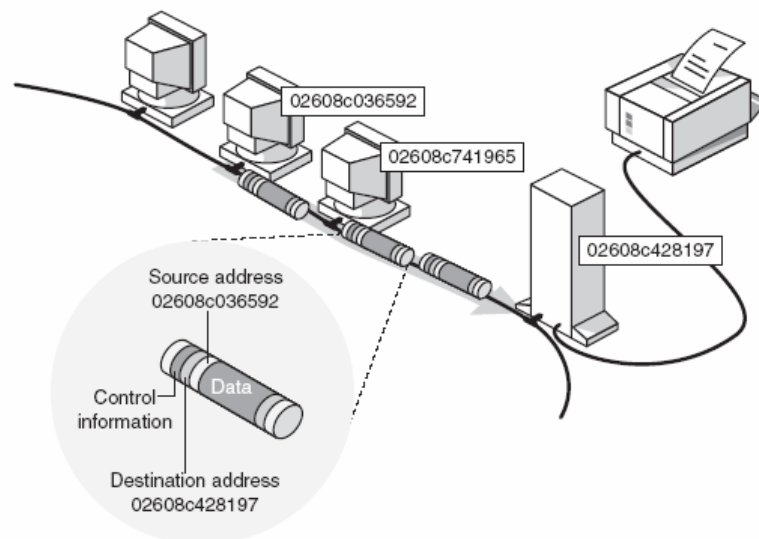
หน่วยความจำ การเดินทางของข้อมูลที่วางเรียงติดต่อกันภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ในลักษณะนี้เรียกว่า การส่งสัญญาณข้อมูลแบบขนาน (**Parallel transmission**) เนื่องจากการมีการแลกเปลี่ยนบิตข้อมูลเป็นกลุ่มไปพร้อมกัน และถ้าจำนวนบิตในแต่ละกลุ่มยิ่งมาก เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะสามารถเคลื่อนย้ายข้อมูลได้เป็นปริมาณมากในครั้งหนึ่งๆ ดังนั้นข้อมูลก็จะเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เร็วขึ้น แต่เมื่อข้อมูลเคลื่อนออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังสายเคเบิลระบบเครือข่าย สัญญาณจะถูกเปลี่ยนแปลงไป ถึงแม้ว่าบิตที่จะทำการส่งจะเป็นตัวแทนของข้อมูล แต่กลุ่มของบิตเหล่านั้นก็จะไม่สามารถเดินทางไปพร้อมกันแบบขนานได้ สายเคเบิลระบบเครือข่ายต้องการให้ข้อมูลมีการเดินทางในลักษณะบิตต่อบิตที่เรียกว่าการส่งสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม (**Serial transmission**) ซึ่งแตกต่างจากการเดินทางภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ผลก็คือถนนซึ่งมีหลายเลนจะต้องปรับให้เป็นถนนที่มีเพียงเลนเดียว ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 25



รูปที่ 1 – 25 การ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแปลงข้อมูล Parallel ให้เป็น Serial

1.7.4 การขนส่งแพ็กเก็ตข้อมูลไปยังปลายทาง

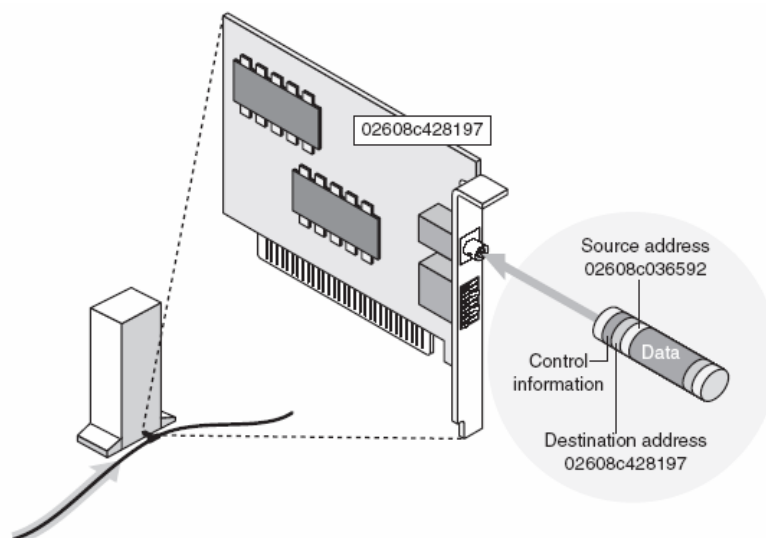
แพ็กเก็ตข้อมูลเป็นสิ่งที่ไม่มีความรู้สึกนึกคิด จึงไม่สามารถที่จะตัดสินใจในการเดินทางไปได้ด้วยตัวเอง หรือสามารถที่จะตกลงใจว่าจะออกจากบัส ในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อขึ้นไปติดอยู่ในแพ็กเก็ต ระบบเครือข่ายจึงต้องการความช่วยเหลือซึ่งจัดให้มีโดยการ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (**Network Interface Card**) หรือ **NIC** ซึ่งเป็นแผงวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปแบบการส่งสัญญาณข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์จากแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรม และเป็นการดัดแปลงข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ จัดหีบห่อให้กับข้อมูล และทำการเคลื่อนย้ายแพ็กเก็ตข้อมูลเข้าไปบนระบบเครือข่าย ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 26 นอกจากนั้น **NIC** ยังเป็นการ์ดซึ่งทำหน้าที่ประสานในเรื่องของขนาด ความเร็วและช่วงระยะเวลาของการส่งสัญญาณข้อมูลเพื่อให้มั่นใจว่ามีการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างสมบูรณ์ การ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่ายที่ผลิตออกมาจากโรงงานผู้ผลิตจะมีแอดเดรสที่ไม่ซ้ำกัน เรียกว่า **MAC Address** ซึ่งแอดเดรสนี้จะถูกใช้ในการตรวจสอบกับแอดเดรสในแพ็กเก็ตข้อมูล ในการตรวจจับแพ็กเก็ตข้อมูล



รูปที่ 1 – 26 การเดินทางของแพ็กเก็ตข้อมูล

1.7.5 การตรวจจับแพ็กเก็ตข้อมูล

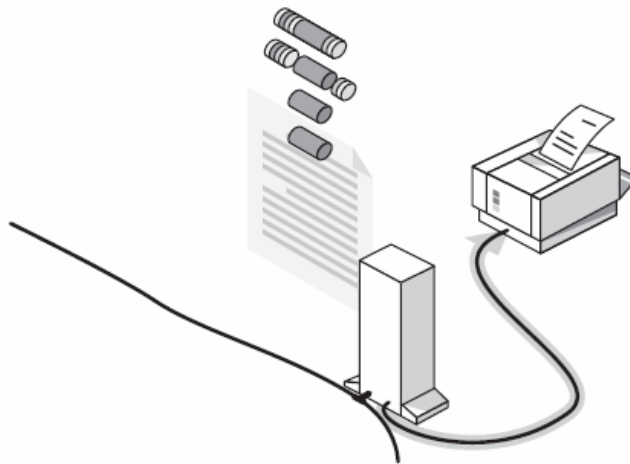
ที่ฝ่ายเครื่องผู้รับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายก็จะทำงานในทางกลับกัน โดยเฝ้าฟังระบบเครือข่าย มองหาและเข้าจับแพ็กเก็ตที่ส่งมายัง MAC address ของตนเอง และเมื่อพบว่าแอดเดรสถูกต้อง การ์ดระบบเครือข่ายจะทำการถอดข่าวสารส่วนที่เป็นแอดเดรส และข่าวสารที่มีความสัมพันธ์กับการเดินทางของข้อมูลออกจากแพ็กเก็ตข้อมูลที่ถูกแพร่กระจายออกมาบนระบบเครือข่าย ดังแสดงตามรูปที่ 1 – 27



รูปที่ 1 – 27 การตรวจสอบแอดเดรสปลายทาง

1.7.6 การนำแพ็กเก็ตข้อมูลไปใช้งาน

การ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่ายจะส่งข้อมูลต่อไปยังบัสดของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์ที่ร้องขอข้อมูลนั้นหรือโปรแกรมที่ได้รับการออกแบบให้นำข้อมูลนั้นไปใช้ ในการนำไปใช้โปรแกรมประยุกต์จะทำการถอดแพ็กเก็ตข้อมูล เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยใช้ CRC ที่ส่วนต่อท้ายแล้ว จะนำชิ้นส่วนของข้อมูลมาประกอบกันเพื่อใช้งาน เช่นส่งไปยังเครื่องพิมพ์ เป็นต้น



รูปที่ 1 – 28 การประกอบข้อมูลเพื่อใช้งาน

1.8 มาตรฐานระบบเครือข่าย

มาตรฐาน (Standard) เป็นกฎเกณฑ์และข้อตกลงของหน่วยงานที่ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับจากสมาชิกของหน่วยงานนั้น การกำหนดมาตรฐานสำหรับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอาจจะมีมาตรฐานได้หลายมาตรฐาน ตัวอย่างของระบบงานที่มีมาตรฐานจำนวนมากที่ชัดเจนที่สุดคือการสื่อสารข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งมีกรรมวิธีในการเชื่อมต่อมากมาย กล่าวคือการเชื่อมต่อลักษณะหนึ่งก็มีมาตรฐานหนึ่งควบคุม ดังนั้นมาตรฐานสำหรับการสื่อสารข้อมูลในระดับต่างๆ จึงมีมากมายหลายร้อยมาตรฐาน ในการประยุกต์ใช้งานการสื่อสารข้อมูลจึงจำเป็นต้องมีการศึกษามาตรฐานเหล่านี้เพื่อให้สามารถเลือกใช้มาตรฐานได้เหมาะสมกับลักษณะงาน

หากพิจารณาข่ายงานคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดต่างๆ ต่อเชื่อมกัน เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่ออยู่ในเครือข่ายแต่ละเครื่องเรียกว่า “โฮสต์ (host)” ในจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดในข่ายงาน มีเครื่องคอมพิวเตอร์กลุ่มหนึ่งมีโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการให้บริการแก่เครื่องอื่นๆในเครือข่าย เช่นโปรแกรมที่ให้บริการแฟ้มแก่ผู้ใช้ในระบบ เรียกว่า “ไฟล์เซิร์ฟเวอร์ (File Server)” โดยทำงานในเครื่องที่มีหน่วยประมวลผลกลางและอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลที่มีสมรรถนะในการทำงานสูง ทำหน้าที่ในการเก็บแฟ้มข้อมูลที่คอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆในข่ายงานต้องใช้ หรือเก็บแฟ้มข้อมูลที่มีการใช้งานร่วมกันระหว่างผู้ใช้ในข่ายงาน และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรม router ในการติดต่อสื่อสารกับเครือข่ายอื่นซึ่งเรียกว่า “เกตเวย์ (Gateway)”

มาตรฐานในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายมีวิวัฒนาการอย่างหลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคแรกของคอมพิวเตอร์ ผลิตภัณฑ์บางอย่างใช้มาตรฐาน *de facto* (เป็นภาษาฝรั่งเศสของคำว่า *after the fact* - หมายถึง ได้จากความเป็นจริง) อย่างแพร่หลาย เมื่อการสื่อสารเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง ตัวอย่างของมาตรฐานในยุคแรกๆ ที่รู้จักกันดี คือ โมเด็มที่ผลิตโดยบริษัท **Hayes Corporation** เมื่อมีผู้ใช้โมเด็มของ **Hayes** เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ในที่สุดจึงถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานของการสื่อสารข้อมูลด้วยโมเด็ม (ในราวกลางถึงปลายยุคปี 1980s) และโมเด็มที่ผลิตโดยบริษัทอื่นก็จะโฆษณาว่าเป็น **Hayes-compatible** อย่างไรก็ดีตามแนวความคิดในเรื่องของมาตรฐานก็ได้รับการนำเสนอเนื้อหาเพื่อให้เกิดการแก้ไขและรับรองให้เป็นมาตรฐานโดยกลุ่มทางธุรกิจและด้านเทคนิค ในปัจจุบันแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ประติบัติมาจากแนวความคิดเริ่มต้นนี้ ตัวอย่างเช่นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเว็บ เช่น **dynamic HTML** (**dynamic hypertext markup language**) และ **XML** (**eXtensible Markup Language**) และยังมีคุณลักษณะเฉพาะของโปรแกรมภาษา **Java** ที่เสนอไปยัง **ISO/IEC** (**International Electro-technical Commission**) โดยบริษัท **Sun Microsystems**

เนื่องจากหน่วยงานกำหนดมาตรฐานจะมีบทบาทที่สำคัญในการสร้างสนามเด็กเล่นสำหรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และเนื่องจากชื่อหรือตัวย่อของชื่อองค์กรที่กำหนดมาตรฐานจะปรากฏบ่อยในการอธิบายเทคโนโลยีของระบบเครือข่าย ในส่วนต่อไปจะอธิบายเกี่ยวกับองค์กรที่กำหนดมาตรฐานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องของระบบเครือข่าย เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และงานที่องค์กรนั้นๆ ทำตามลำดับตัวอักษร

1.8.1 ANSI (American National Standards Institute)

ANSI เป็นองค์กรอาสาสมัครที่ไม่มีผลกำไรจากการดำเนินงาน ประกอบด้วยกลุ่มนักธุรกิจและกลุ่มอุตสาหกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ก่อตั้งในปี 1918 และมีสำนักงานใหญ่อยู่ที่นิวยอร์ก **ANSI** ได้สนับสนุนการทำให้ธุรกิจของอเมริกาในสภาพแวดล้อมของโลก โดยการพัฒนามาตรฐานของอเมริกา (**U.S. standard**) และเมื่อเหมาะสมก็จะรับรองเป็นมาตรฐานสากล **ANSI** ยังเป็นตัวแทนของประเทศสหรัฐอเมริกาในองค์กรมาตรฐานสากล (**International Organization for Standardization – ISO**) และ **IEC** (**International Electro technical Commission**)

ANSI เป็นที่รู้จักสำหรับข้อเสนอภาษาการเขียนโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วย **ANSI C** สำหรับคำสั่ง เช่น ขั้นตอนที่ถูกรวมอยู่ในไดรฟ์เวอร์ **ANSI SYS** ที่จัดเตรียมวิธีการควบคุมและกำหนดค่าการใช้จอภาพ ให้กับผู้ใช้ระบบปฏิบัติการ **MS-DOS** และสำหรับเทคโนโลยีระบบเครือข่ายอีกหลายแบบ ประกอบด้วยคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่ายความเร็วสูงที่ใช้เคเบิลใยแก้วนำแสง **SONET**

1.8.2 EIA (Electronics Industries Association)

EIA เป็นอีกองค์กรหนึ่งที่ตั้งอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1924 มีสำนักงานใหญ่อยู่ที่กรุงวอชิงตัน ดี ซี และรับสมาชิกจากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า **EIA** จะเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ และทำการพัฒนามาตรฐานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโทรคมนาคม การประมวลผลข้อมูล และการสื่อสารของเครื่องคอมพิวเตอร์

ท่ามกลางมาตรฐานต่างๆ ที่ได้รับการพัฒนาโดย EIA โดยใช้คุณลักษณะในการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต RS-232 ที่กำหนดการเชื่อมต่อ (pins สายสัญญาณ และคุณสมบัติของสัญญาณ) ในหัวต่อเชื่อมต่อที่ใช้โดยทั่วไปในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม (RS หมายถึง Recommended Standard)

1.8.3 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

IEEE เป็นสมาคมผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ที่ก่อตั้งขึ้นในปี 1884 และตั้งอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา แม้ว่าจะมีสมาชิกจากประเทศต่างๆ ทั่วโลกประมาณ 150 ประเทศ IEEE มุ่งจุดสนใจไปที่วัสดุทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมและวิทยาการคอมพิวเตอร์ ส่วนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานระบบเครือข่ายก็มีชื่อเสียงในด้านการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะที่ผลิตออกมาตั้งแต่ปี 1980 โดยกลุ่มย่อย 12 กลุ่มที่เรียกว่า คณะกรรมการ Project 802 ซึ่งจะอธิบายบางส่วนของคุณลักษณะเฉพาะนี้ที่เกี่ยวข้องกับ physical layer และ data link layer ใน ISO/OSI model ในบทต่อไป กฎเกณฑ์การจัดตั้งระบบเครือข่ายต่างๆ ถูกกำหนดโดยเลขทศนิยมที่เป็นกลุ่มย่อยของคุณลักษณะเฉพาะตามมาตรฐาน 802 ตัวอย่างที่รู้จักกันดี คือมาตรฐาน 802.3 ที่กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่าย Ethernet มาตรฐาน 802.4 ที่กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่ายแบบ Bus ที่อาศัยการส่งข้อมูลแบบ Token passing และมาตรฐาน 802.5 ที่กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่ายแบบ Ring ที่อาศัยการส่งข้อมูลแบบ Token passing นอกจากนั้นมาตรฐาน 802.11 ยังกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless) อีกด้วย

1.8.4 IETF (Internet Engineering Task Force)

IETF เป็นกลุ่มของผู้ที่มีความสนใจในเรื่องระบบเครือข่ายและการเติบโตของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่แพร่หลายอยู่ทั่วโลก การเป็นสมาชิกของ IETF นั้นเปิดกว้าง งานที่ทำโดยองค์กรนี้จะแบ่งเป็นคณะทำงานหลายกลุ่มซึ่งมุ่งจุดสนใจในเรื่องต่างๆ เฉพาะเรื่อง เช่น การกำหนดเส้นทางการส่งข้อมูล ความปลอดภัย การขนส่งข้อมูล โปรแกรมประยุกต์ (การค้นหาและการสร้างดัชนีให้ได้เร็วกว่า การรับ/ส่งแฟ้ม การแพร่กระจายข้อมูล และอื่นๆ) และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างเช่น คณะทำงานด้าน Dynamic Host Configuration (DHCP) จะมีหน้าที่ในการพัฒนาโปรโตคอลที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดแอดเดรสและจัดการ IP Address ซึ่งเป็นตัวเลขที่ระบุที่อยู่ของเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในเรื่องของระบบเครือข่ายโดยทั่วไปและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต IETF เป็นองค์กรที่พัฒนาและจัดทำคุณลักษณะเฉพาะที่เรียกว่า RFCs (Requests for Comment) สำหรับมาตรฐาน TCP/IP

1.8.5 ISO (International Organization for Standardization)

ISO เป็นองค์กรที่รวบรวมองค์กรมาตรฐานจากประเทศต่างๆ 130 ประเทศ ถึงแม้ว่าองค์กรนี้จะถูกอ้างถึงว่าเป็น International Standard Organization (ใช้อักษรย่อ ISO เช่นเดียวกัน) แต่ International Organization for Standardization ก็ได้อักษรย่อ ISO มาจากอักษรกรีก isos – แปลว่า เท่ากับ (equal) ดังนั้นในงานด้านระบบเครือข่ายคำว่า ISO จึงหมายถึงความเท่าเทียมกัน (equalization) หรือความเป็นมาตรฐาน (standardization)

ISO ไม่ใช่องค์กรของรัฐและมีจุดมุ่งในการส่งเสริมให้มีมาตรฐานสากล ซึ่งไม่เพียงแต่ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและการสื่อสาร แต่ยังเกี่ยวข้องกับการค้า การพาณิชย์ และการขายผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่นฟิล์มถ่ายรูป เชือก คอนเทนเนอร์บรรจุสินค้า และตะปูเกลียว และแน่นอนว่าในเรื่องของระบบเครือข่ายแล้ว ISO เป็นองค์กรที่กำหนดมาตรฐานโครงสร้างระบบเครือข่ายเป็น 7 เลเยอร์ นั่นคือ ISO/OSI (International Standard Organization/Open System Interconnection) Reference Model ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในบทต่อไป

1.8.6 ITU (International Telecommunication Union)

ITU เป็นองค์กรสากลที่ตั้งอยู่ที่เมืองเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดย ITU จะรับภาระเกี่ยวกับวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการโทรคมนาคม สร้างข้อเสนอแนะและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์และการสื่อสารข้อมูลบนระบบเครือข่าย โดยองค์กรนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ Radio communication Sector, Standardization Sector และ Development Sector ทั้ง 3 ส่วนนี้ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อนี้ คือ Standardization Sector ซึ่งใช้ตัวย่อว่า ITU-T ซึ่งเป็นหน่วยงานที่เดิมเรียกว่า CCITT (Comite' Consultatif International Tele'graphique et Tele'phonique) ถึงแม้ว่า CCITT จะเป็นส่วนหนึ่งของ ITU ในปี 1992 และยังไม่เป็นส่วนแยกของ ITU ก็มีข้อเสนอแนะและคุณลักษณะเฉพาะเป็นจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายและการสื่อสารผ่านโมเด็ม ตัวอย่างเช่น มีข้อเสนอแนะที่เรียกว่า CCITT V series ซึ่งกำหนดการออกแบบและการทำงานของโมเด็ม และ CCITT X series ซึ่งได้รับการอุปถัมภ์โดย ISO ที่กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่าย ISO/OSI model (X.200) และการรองรับข่าวสารทาง e-mail (X.400)

1.8.7 W3C (World Wide Web Consortium)

ถึงแม้ว่าแทบจะเป็นองค์กรสุดท้ายขององค์กรมาตรฐานที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ยังมีองค์กร W3C ที่มุ่งจุดสนใจไปในเรื่อง เครือข่ายใยพิภพ (World Wide Web) ที่ก่อตั้งขึ้นในปี 1994 โดยตั้งอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ยุโรปและประเทศญี่ปุ่น มีวัตถุประสงค์ในการจัดเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับเว็บ (Web) ให้กับผู้พัฒนาและผู้ใช้ที่มีความสนใจ (ให้คิดว่าข้อมูลเหล่านี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับด้านเทคนิคเล็กน้อย) และส่งเสริมการพัฒนามาตรฐานของเว็บไซต์ ท่ามกลางข้อเสนอแนะที่ได้รับการพิจารณาและรับรองโดย W3C เป็นคุณลักษณะเฉพาะที่ได้รับการออกแบบตามมาตรฐาน markup และการแสดงเว็บเพจ (Web Pages) ซึ่งเป็นแผ่นเรียงกันของ XML, HTML และอื่นๆ ถึงแม้ว่าคุณลักษณะเหล่านี้จะไม่เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่าย (อย่างน้อยก็ไม่ได้หมายความว่าต้องเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็น LANs หรือ WANs) แต่ธุรกิจทุกขนาดก็เริ่มต้องอาศัยเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นแม้ว่าคุณลักษณะเฉพาะนี้จะมีฟังก์ชันในการจัดตั้งและรักษาระบบเครือข่ายเพียงเล็กน้อยแต่งานของ W3C ก็มีคุณค่าในตัวเอง อนึ่งผู้นำคนหนึ่งของ W3C คือ Tim Berners เป็นบุคคลที่หนึ่งทำงานอย่างแท้จริงและสร้าง World Wide Web ขึ้นมา

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. Sneakernet คืออะไร
2. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างระบบคอมพิวเตอร์แบบ Time Sharing กับ Distributed Processing
3. มีวิธีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเชื่อมต่อกันเป็นระบบเครือข่ายเพื่อส่งข้อมูลระหว่างกันกี่ชนิด จงอธิบาย
4. จงบอกข้อดีของการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer มาพอสังเขป
5. รูปแบบของการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Topology) มีอะไรบ้าง จงอธิบาย
6. การ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (NIC) มีหน้าที่อะไร
7. จงเปรียบเทียบความสามารถของสายสัญญาณชนิดต่างๆ ตามหัวข้อในตารางด้านล่าง

	Coaxial	UTP	Fiber Optic
ราคา			
ระยะทาง			
ความผิดพลาดจากการรบกวนโดยสิ่งแวดล้อม			
ความสามารถในการขยายระบบ			
ความง่ายในการติดตั้ง			
ความเร็วในการส่งข้อมูล			
Connector			

8. จงอธิบายหลักการทำงานของบริดจ์ (Bridge) มาพอสังเขป
9. เมื่อใดที่จำเป็นต้องใช้เราเตอร์ (Router) ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย
10. ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งอยู่ไกลกันเกินกว่าระยะทางที่สายสัญญาณจะรองรับได้ จะต้องพิจารณาใช้อุปกรณ์ระบบเครือข่ายตัวใดในการเชื่อมต่อ
11. Route Table คืออะไร และมีประโยชน์ต่อการขนส่งข้อมูลอย่างไร
12. ส่วนประกอบของแพ็กเก็ตข้อมูล (Data Packet) มีอะไรบ้าง จงอธิบาย
13. CRC (Cyclical Redundancy Check) คืออะไร มีประโยชน์ต่อการส่งข้อมูลอย่างไร
14. ข้อมูลที่มีการแลกเปลี่ยนระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นข้อมูลแบบขนาน (Parallel) จะถูกส่งผ่านบัสภายในเครื่อง แต่ถ้าต้องการส่งออกไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นจะต้องส่งเป็นข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) มีวิธีในการแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรมได้อย่างไร จงอธิบายพอสังเขป
15. MAC Address คืออะไร และมีความสำคัญอย่างไร