

บทที่ 2 ระบบคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์

- 1) เข้าใจแนวคิดของระบบคอมพิวเตอร์
- 2) รู้จักส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ และการทำงานร่วมกัน
- 3) เข้าใจในเรื่องทรัพยากรสิ้นทางปัญญา
- 4) เข้าใจในความแตกต่างระหว่างข้อมูลและสารสนเทศ รู้จักการแปลงข้อมูลเป็นสารสนเทศ
- 5) เข้าใจในผลกระทบของสารสนเทศต่อสังคม

2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ฮาร์ดแวร์ (hardware) หมายถึงตัวเครื่องและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ที่เราสามารถแตะต้องและสัมผัสได้ เราสามารถแบ่งฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ออกได้เป็น 4 ประเภท คือ หน่วยประมวลผล (processor) หน่วยความจำ (memory) อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (storage device) และอุปกรณ์นำข้อมูลเข้า/ออก (input and output device) หน่วยประมวลผลจะติดต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ โดยใช้บัส (bus) ส่วนอุปกรณ์นำข้อมูลเข้า/ออกจะต่อกับอุปกรณ์อื่นทางช่องเชื่อม หรือ พอร์ต (port) ซึ่งจะเชื่อมกับบัสอีกที ในบทนี้เราจะอธิบายเรื่องฮาร์ดแวร์คร่าวๆ นักศึกษาสามารถหารายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่เอกสารคำสอนของรายวิชา [2]

2.1.1 หน่วยประมวลผล (Processor)

คอมพิวเตอร์มีองค์ประกอบสำคัญ 2 อย่างที่ทำให้เครื่องประมวลผลได้ คือ หน่วยประมวลผลกลาง หรือ ซีพียู (CPU: Central Processing Unit) และหน่วยความจำ (memory) ทั้งสองอย่างทำงานอยู่บนแผงวงจรไฟฟ้าหลักของคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า เมนบอร์ด (main board) หรือ มาเตอร์บอร์ด (motherboard) โดยพื้นฐานแล้วซีพียูในปัจจุบันประกอบด้วยทรานซิสเตอร์จำนวนมากที่ประกอบกันเป็นวงจรทางตรรกะ คือ วงจรแอนด์ (AND) วงจรรอ (OR) และวงจรมอน (NOT) ซึ่งประกอบกันเป็นวงจรที่ซับซ้อนขึ้นอีกทีเพื่อทำงานต่างๆ ในซีพียู เช่น วงจรบวกเลขฐานสอง วงจรฟลิปฟล็อป (flip flop) ในปัจจุบันวงจรทั้งหมดจะอยู่ในแผงวงจรรวม (integrated circuit) ขนาดเล็กที่เรียกว่า ไมโครโพรเซสเซอร์ (microprocessor)

ซีพียูมีองค์ประกอบหลัก 2 อย่างคือ หน่วยควบคุม (control unit) และหน่วยคำนวณคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ (ALU: Arithmetic Logic Unit)

หน่วยควบคุม (control unit) มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของซีพียูโดยใช้ชุดคำสั่ง (instruction set) ที่ถูกกำหนดไว้ก่อนในซีพียูแต่ละแบบแล้ว ชุดคำสั่งเหล่านี้จะเป็นรหัสเครื่อง (machine code) ที่เป็นชุด

เลขฐานสองซึ่งทำให้เครื่องที่ใช้สัญญาณไฟฟ้าสูงต่ำสามารถเข้าใจรหัสและทำงานได้ เมื่อซีพียูอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำแล้วก็จะทำการแปลคำสั่งและดำเนินการตามคำสั่งนั้น ซึ่งอาจจะรวมถึงการส่งข้อมูลไปคำนวณที่หน่วยคำนวณคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ หรือแปลเป็นคำสั่งย่อย (microcode) ลงไปอีก เพื่อควบคุมส่วนต่างๆ ในซีพียู

หน่วยคำนวณคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ (ALU: arithmetic logic unit) เป็นหน่วยคำนวณค่าต่างๆ โดยอาศัยวงจรไฟฟ้าในการบวก ลบ คูณ หารเลขฐานสอง และเปรียบเทียบตัวเลขเชิงตรรกะ เช่น แอนด์ (AND) ออร์ (OR) นีออต (NOT)

ในซีพียูมีหน่วยความจำเล็กๆ แต่ทำงานได้เร็วที่สุดในบรรดาหน่วยความจำทั้งหมด เรียกว่า รีจิสเตอร์ (register) ซึ่งมีหน้าที่เก็บคำสั่งและข้อมูลที่กำลังประมวลผลอยู่ เช่น ซีพียูจะเก็บตัวเลข 2 ตัวที่กำลังบวกกันอยู่ในรีจิสเตอร์ 2 ตัว เมื่อหน่วยคำนวณคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์บวกเลขทั้งสองเสร็จแล้วผลลัพธ์ก็จะถูกเก็บไว้ในรีจิสเตอร์อีกตัวหนึ่ง การทำงานของรีจิสเตอร์นี้จะถูกควบคุมโดยหน่วยควบคุมของซีพียู

คอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องอาจจะประกอบด้วยซีพียูมากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไป โดยใช้ระบบปฏิบัติการพิเศษเพื่อจัดการแบ่งงานให้ซีพียูเหล่านี้ เราเรียกการทำงานแบบนี้ว่า การประมวลผลแบบขนาน (parallel processing) คอมพิวเตอร์บางเครื่องอาจจะมีซีพียูเป็นพันตัว เราเรียกการทำงานแบบนี้ว่า การประมวลผลแบบขนานเป็นกลุ่ม (massively parallel processing) เช่นการทำงานของเครื่องบลูฮอไรซัน (Blue Horizon) ที่สหรัฐอเมริกา

ในคอมพิวเตอร์จะมีสัญญาณนาฬิกาเพื่อควบคุมจังหวะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้สอดคล้องกัน โดยความเร็วในการประมวลผลของซีพียูจะขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณนาฬิกา ซึ่งซีพียูแต่ละรุ่นจะมีเลขความถี่นี้กำกับไว้ เช่น เพ็นเทียม 4 2.8 กิกะเฮิรตซ์ (Pentium 4 2.8 GHz) ตัวอย่างของบริษัทที่ผลิตซีพียูในปัจจุบัน คือ บริษัทอินเทล (Intel) ที่ผลิตซีพียูตระกูลเพ็นเทียม (Pentium) เซเลรอน (Celeron) ไอทานเนียม (Itanium) และ ซีออน (Xeon) และบริษัทเอเอ็มดี (AMD) ที่ผลิตซีพียูตระกูลเอธลอน (Athlon) เอธอน (Athon) และ อ็อปเทรอน (Opteron) เป็นต้น

2.1.2 หน่วยความจำ (Memory)

ดังที่ได้อธิบายไปแล้วว่ารีจิสเตอร์ในซีพียูเป็นหน่วยความจำขนาดเล็ก ไม่สามารถเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น โปรแกรมหรือคำสั่งจำนวนมากได้ ดังนั้น คอมพิวเตอร์จึงต้องมีหน่วยความจำนอกซีพียูที่ตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก (main board หรือ motherboard) ซึ่งตัวหน่วยความจำอาจจะถูกติดอยู่กับบอร์ดเลยหรือติดอยู่กับช่องเสียบบนบอร์ด หน่วยความจำที่อ่านได้เป็น 2 แบบ คือ แบบที่สามารถเก็บข้อมูลได้แม้จะตัดไฟเลี้ยงออก (nonvolatile) กับแบบที่ข้อมูลจะหายเมื่อตัดไฟเลี้ยงออก (volatile)

ตัวอย่างของหน่วยความจำแบบที่สามารถเก็บข้อมูลได้แม้จะตัดไฟเลี้ยงออก (nonvolatile) คือ รม (ROM: Read Only Memory) รมเป็นหน่วยความจำที่คอมพิวเตอร์ทั่วไปสามารถอ่านข้อมูลได้อย่างเดียว

ส่วนการเขียนข้อมูลลงรอมนั้นต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ (chip programmer) รวมใช้เก็บโปรแกรมสำหรับคอมพิวเตอร์เมื่อเริ่มต้นทำงานและโปรแกรมที่ใช้สำหรับติดต่อกับฮาร์ดแวร์บนแผงวงจรหลัก รอมมีหลายประเภท บางประเภทสามารถถูกเขียนได้แค่ครั้งเดียว แต่บางประเภทก็สามารถลบแล้วเขียนใหม่ได้หลายรอบ การลบข้อมูลในรอมสามารถทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตกับรอมประเภทอีพีรอม (EPROM: Erasable-Programmable ROM) หรือใช้ไฟฟ้าในการลบกับรอมประเภทอีอีพีรอม (EEPROM: Electrically Erasable-Programmable ROM) ในปัจจุบันเราใช้รอมชนิดที่เป็นแฟลชเมมโมรี (flash memory) ซึ่งถูกพัฒนามาจากอีอีพีรอม ทำให้เราสามารถเขียนและลบข้อมูลในรอมโดยใช้ไฟฟ้าได้หลายครั้ง

ตัวอย่างของหน่วยความจำแบบที่ข้อมูลจะหายเมื่อตัดไฟเลี้ยงออก (volatile) คือ แรม (RAM: Random Access Memory) ซึ่งแปลได้ว่าหน่วยความจำที่ถูกเข้าถึงได้แบบสุ่ม ซีพียูจะการอ่านและเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำโดยอาศัยเลขที่อยู่ของข้อมูลในหน่วยความจำ (ให้คิดภาพว่าหน่วยความจำเป็นกล่องต่อๆ กันเหมือนห้องแถวหรือตารางหรือคอนโด และแต่ละห้องหรือแต่ละช่องจะมีเบอร์ห้องติดอยู่) ซึ่งเลขที่อยู่ของหน่วยความจำจะเริ่มจาก 0 แล้วเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ซีพียูไม่จำเป็นจะต้องเข้าถึงหน่วยความจำแต่ละตำแหน่งแบบเรียงลำดับตั้งแต่ช่องแรก ดังนั้น การใช้เลขที่อยู่ของหน่วยความจำทำให้ซีพียูสามารถเข้าถึงหน่วยความจำตรงไหนก็ได้โดยตรงเลย (เราจึงเรียกว่า การเข้าถึงแบบสุ่ม) โดยปกติแล้วซีพียูจะอ่านข้อมูลจากแรมเพื่อนำไปประมวลผล แต่ความเร็วในการทำงานของซีพียูจะเร็วกว่าความเร็วในการเข้าถึงข้อมูลในแรมอย่างมาก ดังนั้น ในซีพียูจึงมีหน่วยความจำอีกอย่างเรียกว่า แคช (cache) แคชมีการทำงานคล้ายแรมแต่เร็วกว่ามาก แคชเป็นเหมือนพื้นที่เก็บข้อมูลชั่วคราวระหว่างซีพียูกับแรม โดยใช้หลักการที่ว่าข้อมูลที่เคยถูกนำมาประมวลแล้วนั้นมีโอกาสสูงที่จะถูกนำมาใช้อีก ดังนั้น เมื่อซีพียูต้องการข้อมูลอะไร ก็จะมาค้นหาที่แคชก่อน ถ้าเกิดไม่เจอจึงไปค้นหาที่แรมแล้วนำมาเก็บไว้ในแคชด้วยเพื่อการใช้งานครั้งต่อไป

เราใช้แรมในการเก็บข้อมูลและโปรแกรมในขณะที่เครื่องกำลังประมวลผล ดังนั้น หากเครื่องใดที่มีแรมมากกว่าจะทำให้ทำงานได้เร็วกว่าเครื่องอื่นที่มีอุปกรณ์เดียวกันแต่มีแรมน้อยกว่า การวัดขนาดของแรมจะวัดโดยใช้หน่วยเป็นไบต์ (byte) ซึ่งเป็นขนาดของหน่วยความจำที่สามารถบรรจุอักขระได้หนึ่งตัว (1 ไบต์ มี 8 บิต) โดย 1 กิโลไบต์จะเท่ากับ 1024 ไบต์ (ประมาณ 10^3 ไบต์) 1 เมกะไบต์เท่ากับ 1024x1024 หรือ 1,048,576 ไบต์ (ประมาณ 10^6 ไบต์) และ 1 กิกะไบต์เท่ากับ 1,073,741,824 ไบต์ (ประมาณ 10^9 ไบต์)

แรมมักถูกผลิตโดยติดตั้งอยู่บนแผงวงจรที่เรียกว่า ดิม (DIMM: Dual In-line Memory Module) หรือ ซิม (SIMM: Single In-line Memory Module) เพื่อเสียบลงในช่องที่อยู่บนแผงวงจรหลัก ประเภทของแรมที่ใช้ในคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องอาจจะไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต อย่างไรก็ตาม ประเภทของแรมที่พบได้บ่อย คือ เอสดีแรม (SDRAM: Synchronous Dynamic RAM) และ ดิอีอาร์เอสดีแรม (DDR SDRAM หรือ DDR: Double Data-Rate Synchronous Dynamic RAM) แรมทั้งสองประเภทรูปร่างคล้ายกันตรงที่ทำงานสอดคล้องกับสัญญาณนาฬิกาเหมือนกัน ทำให้ทำงานแบบสายท่อ (pipeline) ได้ดีทำให้อ่านเขียนข้อมูลได้เร็วขึ้นกว่าแรมในอดีต แต่ดิอีอาร์ได้รับการปรับปรุงให้ทำงานกับสัญญาณนาฬิกาทั้งขาขึ้นและขาลง ทำให้สามารถ

ส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าจากแบบเอสดีแรมซึ่งทำงานกับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณนาฬิกาเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

2.1.3 อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Storage devices)

อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลใช้ในการจัดเก็บข้อมูลและโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ข้อมูลยังคงอยู่หลังจากคอมพิวเตอร์ถูกปิดไปแล้ว อุปกรณ์จัดเก็บที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน คือ ฮาร์ดดิสก์ (hard disk) แผ่นซีดี (CD) แผ่นดีวีดี (DVD) และแฟลชเมมโมรี (flash memory) เป็นต้น นอกจากจะสามารถรักษาข้อมูลไว้เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ปิดตัวแล้ว อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลยังมีพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลมากกว่าหน่วยความจำมาก และยังมีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับหน่วยในการเก็บข้อมูล

ฮาร์ดดิสก์ (hard disk) เป็นอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลที่ใช้หลักการเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นสนามแม่เหล็กเพื่อเหนี่ยวนำสารที่เคลือบอยู่บนแผ่นรองให้เกิดขั้วแม่เหล็ก เวลาที่ฮาร์ดดิสก์อ่านข้อมูลจากแผ่นก็จะนำข้อมูลขั้วแม่เหล็กบนแผ่นรองแปลงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เครื่องอ่านและเขียนฮาร์ดดิสก์จะมีมอเตอร์หมุนแผ่นรองรูปวงกลมที่ทำได้ด้วยโลหะนี้เพื่อให้หัวอ่านอ่านจากแผ่นรองตามแนวรัศมีของแผ่น ฮาร์ดดิสก์มีหลายแบบ ทั้งแบบที่ติดอยู่กับเครื่องอ่านเขียน ชนิดที่ถอดออกได้ (removable hard disk) และชนิดที่ติดตั้งภายนอกเครื่องผ่านพอร์ตยูเอสบี หรือชนิดพกพาได้ (external hard disk หรือ portable hard disk) ปัจจุบันฮาร์ดดิสก์มีความจุมากกว่าแต่ก่อนมาก โดยคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะนั้นสามารถรองรับฮาร์ดดิสก์ที่มีความจุในระดับเทระไบต์ (Terabyte) ได้ ส่วนในคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กนั้นนิยมใส่ฮาร์ดดิสก์ที่มีความจุในระดับหลายร้อยกิกะไบต์ (Gigabyte) ส่วนในเซิร์ฟเวอร์หรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลในดาต้าเซ็นเตอร์ (data center) หรือคอมพิวเตอร์ที่ใช้เฉพาะทางอาจจะสามารถใช้ฮาร์ดดิสก์ที่มีความจุในระดับเพตะไบต์ (Petabyte) เลยทีเดียว

ออปติคอลลิสก์ (optical disk) คือแผ่นบรรจุข้อมูลหรือดิสก์ที่ใช้หลักการทางแสงในการอ่านหรือเขียนข้อมูล เช่น แผ่นซีดี (CD: Compact Disk) ดีวีดี (DVD: Digital Versatile Disk) บลูเรย์ (Blu-ray) ออปติคอลลิสก์มีทั้งแบบที่เขียนได้ครั้งเดียวและแบบที่เขียนอ่านได้หลายครั้ง แบบที่เขียนได้ครั้งเดียวมักจะมีอักษร R กำกับอยู่ด้านหลัง เช่น CD-R, DVD-R, DVD+R ส่วนแบบที่เขียนอ่านได้หลายครั้งจะมีอักษร RW กำกับอยู่ด้านหลัง เช่น CD-RW, DVD-RW ออปติคอลลิสก์เป็นแผ่นพลาสติกที่ฉาบด้วยโลหะสะท้อนแสงและพลาสติกใสป้องกันการขีดข่วน หลักการเขียนแผ่นออปติคอลลิสก์แบบเขียนครั้งเดียวคือการทำให้แผ่นเป็นรูเล็กๆ บนพื้นผิวโลหะ ทำให้เมื่ออ่านด้วยการยิงแสงเลเซอร์ให้สะท้อนบนผิวโลหะแล้วในแต่ละตำแหน่งก็จะได้รับการสะท้อนที่ไม่เหมือนกัน (เป็นรูหรือไม่เป็นรู) และได้ข้อมูลที่ต่างกัน ส่วนออปติคอลลิสก์แบบเขียนอ่านได้หลายครั้งนั้นจะมีชั้นโลหะแบบพิเศษที่จะเปลี่ยนคุณสมบัติเมื่อให้ความร้อนในระดับที่ต่างกันเคลือบอยู่ แผ่นซีดีมีความจุน้อยกว่าแผ่นดีวีดี เพราะระยะห่างและขนาดของจุดบนแผ่นดีวีดีนั้นน้อยกว่าแผ่นซีดี แผ่นซีดีสามารถเก็บข้อมูลได้ 680 เมกะไบต์ ส่วนแผ่นดีวีดีสามารถเก็บข้อมูลได้ถึง 4.7 กิกะไบต์ แต่แผ่นซีดีก็มีราคาถูกกว่าแผ่นดีวีดีเช่นกัน

แฟลชเมมโมรี (flash memory) เป็นหน่วยความจำที่สามารถเก็บข้อมูลได้ถึงแม้จะไม่มีไฟเลี้ยงแล้วก็ตาม แฟลชเมมโมรีอ่านและเขียนข้อมูลโดยใช้กระแสไฟฟ้า ผู้ผลิตนำมาใช้ผลิตเป็นอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ผู้ใช้สามารถพกพาได้สะดวก และนำมาต่อเข้าคอมพิวเตอร์ผ่านยูเอสบีพอร์ต (USB port) มีหลายชื่อเรียก เช่น ธัมปีไดรฟ์ (thumb drive) แฟลชไดรฟ์ (flash drive) ยูเอสบีไดรฟ์ (USB drive) จัมปีไดรฟ์ (jump drive) นอกจากนี้ผู้ผลิตยังใช้แฟลชเมมโมรีในการผลิตการ์ดเก็บข้อมูลขนาดเล็กที่ใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น กล้อง โทรศัพท์มือถือ อีกด้วย โดยจะต้องมีตัวอ่านโดยเฉพาะ ตัวอย่างของการ์ดเก็บข้อมูลขนาดเล็กนี้ เช่น เมมโมรีสติ๊ก (memory stick) เอสดีการ์ด (SD card) ถึงแม้แฟลชเมมโมรีจะมีขนาดเล็กแต่ก็เก็บข้อมูลได้มากระดบหนึ่ง ในปี ค.ศ. 2016 แฟลชเมมโมรีสามารถเก็บข้อมูลได้ถึง 1 เทระไบต์ [9] แต่แฟลชเมมโมรีที่นิยมใช้โดยทั่วไปจะมีความจุประมาณ 8-128 กิกะไบต์

2.1.4 อุปกรณ์นำข้อมูลเข้า/ออก (Input and Output device)

1) อุปกรณ์นำข้อมูลเข้า (input device)

อุปกรณ์นำข้อมูลเข้าอาศัยการเปลี่ยนสัญญาณเชิงกล เช่น การกด การเลื่อน ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยทำการเข้ารหัสเป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อให้คอมพิวเตอร์นำไปประมวลผลได้ อุปกรณ์นำข้อมูลเข้ามีหลายชนิด เช่น แป้นพิมพ์ เมาส์

แป้นพิมพ์ (keyboard)

แป้นพิมพ์เป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลโดยมีตัวอักษร สัญลักษณ์ และปุ่มพิเศษต่างๆ ให้ผู้ใช้ได้กด เมื่อผู้ใช้กดแป้นพิมพ์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) ในแป้นพิมพ์จะคำนวณว่าปุ่มที่ถูกกดนั้นอยู่ในแถวใด และสดมภ์ (column) ใดและกดพร้อมกับปุ่มอื่นหรือไม่ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะแปลงการกดเป็นรหัสและส่งต่อให้คอมพิวเตอร์แบบอนุกรม (serial) การจัดวางตัวหนังสือบนแป้นพิมพ์จะเลียนแบบมาจากเครื่องพิมพ์ดีด โดยได้เพิ่มปุ่มตัวเลขและลูกศรเข้าไป

อุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง (pointer device)

อุปกรณ์ชี้ตำแหน่งเป็นอุปกรณ์ใช้ระบุตำแหน่งบนจอภาพ ซึ่งผู้ใช้สามารถกดเพื่อเลือกตำแหน่งหรือวัตถุบนจอภาพ และอาจจะใช้เลือกเมนูและฟังก์ชันอื่นๆ ได้ด้วย เช่น เมาส์ (mouse) แทร็กบอล (track ball) แทชแพด (touch pad) พ้อยติ่งสติ๊ก (pointing stick)

เมาส์ (mouse) เป็นอุปกรณ์ที่เมื่อเลื่อนแล้วสามารถให้ค่าทิศทางและความเร็วในการเลื่อนเมาส์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์คำนวณตำแหน่งปัจจุบันได้ แต่ก่อนเมาส์ถูกออกแบบมาให้ใช้ลูกบอลแบบสองแกนในการจับทิศทาง โดยเมื่อผู้ใช้เลื่อนเมาส์ ลูกบอลจะหมุนและไปหมุนล้อชี้ที่ให้แสงผ่านและไม่ให้แสงผ่านสลับกัน โดย

รูปแบบ ลำดับและความถี่ของแสงที่ผ่านจะขึ้นอยู่กับทิศทางและความเร็วในการเลื่อนเมาส์ และถูกใช้ในการแปลผลเป็นตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของเมาส์ในคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบัน เมาส์แบบลูกบอลไม่เป็นที่นิยมใช้กันเพราะลูกบอลสกปรกง่ายและใช้ยากในบางพื้นผิวทำให้เป็นอุปสรรคในการทำงาน ปัจจุบันผู้ใช้นิยมใช้เมาส์แบบใช้แสงแทน เมาส์ที่ใช้แสงมี 2 แบบคือแบบที่ต้องใช้ที่รองพิเศษและแบบที่ใช้การจับภาพมาคำนวณหาทิศทาง เมาส์แสงแบบที่ต้องใช้ที่รองพิเศษที่เป็นตารางไม่ได้รับความนิยมแล้วเพราะหากเกิดรอยขีดข่วนขึ้นกับที่รองจะทำให้เมาส์ทำงานผิดพลาดได้ ส่วนเมาส์แสงแบบที่ใช้การจับภาพมาคำนวณหาทิศทางที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันนั้นจะคำนวณทิศทางจากการเปลี่ยนแปลงของรูปภาพที่เซนเซอร์แสงในเมาส์นั้นจับได้

แทร็กบอล (track ball) เป็นเมาส์ที่ใช้ลูกบอล แต่วางให้ลูกบอลหงายขึ้นให้ผู้ใช้หมุนลูกบอลเพื่อเลื่อนตำแหน่งเอง

ทัชแพด (touch pad) เป็นอุปกรณ์นำเข้าสู่ข้อมูลที่โดยปกติแล้วจะติดตั้งมากับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก โดยเป็นแผ่นที่จับค่าความจุของประจุไฟฟ้า (capacitance) ระหว่างนิ้วมือกับแผ่นรอง โดยเมื่อนิ้วจิ้มลงบนแผ่นรอง ค่าประจุไฟฟ้า ณ ตำแหน่งนั้นจะเปลี่ยนไป ตัวทัชแพดก็จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของค่าประจุไฟฟ้าบนแผ่นแล้วคำนวณหาทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของนิ้วบนแผ่นรอง

พอยต์ติงสติ๊ก (pointing stick) เป็นอุปกรณ์ที่คล้ายห้วยางลบดินสอ (ส่วนมากเป็นสีแดง) ติดตั้งอยู่ระหว่างแป้นพิมพ์บนโน้ตบุ๊กของบริษัทไอบีเอ็ม (IBM) โดยเมื่อผู้ใช้กดนิ้วลงบนพอยต์ติงสติ๊กและขยับในทิศทางต่างๆ พอยต์ติงสติ๊กจะวัดแรงดันที่กดลงและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งให้กับคอมพิวเตอร์

ดิจิไทเซอร์แท็บเล็ต (digitizer tablet) หรือ กราฟิกแท็บเล็ต (graphic tablet) ประกอบด้วยแผ่นรองที่เป็นตัวนำไฟฟ้าและอุปกรณ์ชี้ที่มีลักษณะคล้ายปากกา เมื่อผู้ใช้กดปากกาลงไปบนแผ่นรอง แผ่นรองก็จะคำนวณหาตำแหน่งของปากกาและส่งให้คอมพิวเตอร์ เนื่องจากอุปกรณ์ชี้มีลักษณะคล้ายปากกา ทำให้ผู้ใช้นิยมใช้ดิจิไทเซอร์แท็บเล็ตในงานวาดรูป ออกแบบ คัดลอกแบบ เช่น ในงานศิลปะ สถาปัตยกรรม วิศวกรรม

ก้านควบคุม (joystick) ประกอบด้วยคันโยกและตัวต้านทานปรับค่าได้ 2 ตัว โดยเมื่อผู้ใช้โยกคันโยกไปในทิศทางต่างๆ ค่าความต่างศักย์ของตัวต้านทานจะเปลี่ยนไป ทำให้เครื่องสามารถคำนวณตำแหน่งและทิศทางของก้านควบคุมได้ ผู้ใช้นิยมใช้ก้านควบคุมในการเล่นเกม

2) อุปกรณ์ส่งข้อมูลออก (output device)

อุปกรณ์ส่งออกข้อมูลใช้เพื่อแสดงผลการทำงานของคอมพิวเตอร์ในรูปของภาพ แสง สี เสียง หรือ ภาพบนกระดาษ โดยข้อมูลคอมพิวเตอร์จะถูกส่งออกทางช่องเชื่อมต่อมาตรฐาน (standard port) ไปยังอุปกรณ์ส่งออกข้อมูล ตัวอย่างของอุปกรณ์ส่งออกข้อมูล คือ จอภาพ เครื่องพิมพ์ เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ลำโพง เป็นต้น

จอภาพ (monitor)

จอภาพเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผล ในปัจจุบันมีจอภาพที่นิยมใช้กัน คือ แบบซีอาร์ที (CRT) แอลซีดี (LCD) แอลอีดี (LED) พลาสมา (plasma) และโปรเจกเตอร์ (project)

จอภาพแบบซีอาร์ที (CRT: Cathode-ray tube) เป็นจอภาพที่เคยนิยมใช้กันมาก แต่ตอนนี้ (พ.ศ. 2559) แทบจะไม่เห็นในท้องตลาด เพราะถูกแทนที่ด้วยจอแบบแอลซีดีและแอลอีดีซึ่งมีขนาดเล็กกว่าทำให้ไม่กินพื้นที่ในการติดตั้ง จอซีอาร์ทีใช้หลักการเกี่ยวกับการทำงานของโทรทัศน์ คือใช้หลอดสุญญากาศเป็นแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนให้วิ่งไปชนหลอดภาพที่มีสารเรืองแสงทำให้เกิดแสงขึ้นชั่วขณะ นอกจากนี้ยังมีสัญญาณควบคุมความเข้มของอิเล็กตรอนเพื่อควบคุมความสว่างของจอภาพอีกด้วย

จอภาพแบบแอลซีดี (LCD: liquid crystal display) เป็นจอภาพที่มีแผ่นแก้ว 2 แผ่นอยู่ติดกัน โดยมีผลึกของเหลวอยู่ระหว่างกลาง เมื่อมีความต่างศักย์ที่ต่างกัน ผลึกแก้วจะเกิดการหักเหไม่เท่ากันทำให้เกิดแสงสีที่ต่างกัน จอภาพแอลซีดีมี 2 แบบ คือ แบบพาสซีฟเมทริกซ์ (passive matrix) และแบบแอกทีฟเมทริกซ์ (active matrix) ในแบบแอกทีฟเมทริกซ์นั้นจุดแต่ละจุดบนจอภาพจะถูกควบคุมความต่างศักย์ด้วยทรานซิสเตอร์ขนาดเล็ก แต่มีแหล่งกำเนิดแสงอยู่ด้านหลังจอ จอแอลซีดีมีขนาดบางกว่าจอซีอาร์ทีมาก (เป็น “จอแบน”) และมีราคาไม่แพง จึงเป็นที่นิยมมาก

จอภาพแบบแอลอีดี (LED: light-emitting diode) เป็นจอแบนอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ไดโอดเปล่งแสง (LED) ในการแสดงภาพแต่ละจุด (pixel) เนื่องจากจอแอลอีดีให้แสงสว่างได้มากจึงนิยมใช้ในงานกลางแจ้ง เช่น ป้ายโฆษณา ป้ายร้านค้า จอดกต่างบนเวที แต่ในปัจจุบันนี้ก็ได้มีการผลิตจอแอลอีดีที่นำมาใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลด้วย

เครื่องพิมพ์ (printer)

ในยุคแรกของเครื่องพิมพ์นั้นได้ดัดแปลงเครื่องพิมพ์ดีดไฟฟ้าแล้วต่ออุปกรณ์ให้กดก้านอักษรเพื่อพิมพ์หมึกพิมพ์ลงกระดาษ ต่อมาเครื่องพิมพ์แบบดอตเมทริกซ์ (dot matrix) ได้ใช้การยิงหัวเข็มลงบนผ้าหมึกเพื่อพิมพ์จุดลงบนกระดาษทีละแถว จากนั้นก็เลื่อนกระดาษไปแถวต่อไป เครื่องพิมพ์แบบใช้ความร้อน (thermal)

ก็ใช้หลักการคล้ายกัน แต่ใช้ความร้อนแทนหัวเข็ม ส่วนเครื่องพิมพ์แบบอิงค์เจ็ต (ink jet) ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันพิมพ์ข้อมูลที่ละจุด โดยใช้ความร้อนทำให้หมึกกลายเป็นฟอง แล้วฉีดหมึกลงบนกระดาษโดยตรง ส่วนเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (laser) นั้นใช้วิธียิงแสงเลเซอร์ลงบนกระบอกดรัม (drum) ที่เคลือบสารพิเศษ เมื่อเลเซอร์ถูกตรงจุดใดจุดนั้นจะไม่มีประจุ จากนั้นดรัมจะหมุนดูดผงหมึกขึ้นมาติดเฉพาะจุดที่มีประจุแล้วทาบลงบนกระดาษ แล้วเครื่องก็จะรีดกระดาษด้วยความร้อนทำให้ผงหมึกติดกับกระดาษ ในปัจจุบัน เครื่องพิมพ์ที่เป็นที่นิยม คือ เครื่องพิมพ์แบบอิงค์เจ็ตและแบบเลเซอร์ โดยแบบเลเซอร์จะมีราคาแพงกว่า แต่ก็ให้ความคมชัดมากกว่าแบบอิงค์เจ็ต

2.1.5 บัส (bus)

บัสในคอมพิวเตอร์หมายถึงเส้นทางระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ภายในตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ (ให้นึกถึงรถบัสขนส่งข้อมูล) บัสเป็นกลุ่มของเส้นทางนำไฟฟ้าที่ขนานกันอยู่หลายๆ เส้น บัสมี 2 แบบคือ บัสข้อมูล (data bus) และบัสเลขที่อยู่ (address bus) บัสข้อมูลใช้เป็นเส้นทางในการส่งข้อมูล ส่วนบัสเลขที่อยู่ใช้เป็นเส้นทางในการส่งข้อมูลระบุตำแหน่งของหน่วยความจำ (ที่อยู่ของหน่วยความจำ) ที่คอมพิวเตอร์ต้องการเข้าถึงข้อมูล (อ่านหรือเขียน) ในตัวเครื่องคอมพิวเตอร์เราต่อบัสกับเมนบอร์ด โดยมีการกำหนดมาตรฐานของบัสไว้หลายรูปแบบ คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนิยมใช้บัสแบบพีซีไอ (PCI: Peripheral Component Interconnect) ทั้งแบบ 32 บิตและ 64 บิต และมีการทำงานแบบปลั๊กแอนด์เพลย์ (plug and play) คือมีความสามารถในการระบุประเภทและรุ่นของอุปกรณ์ที่นำมาต่อได้เอง โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องทำการปรับแต่งค่าของอุปกรณ์เพิ่มเติม

2.1.6 พอร์ต (port)

บัสเป็นตัวนำทางข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้ก็สามารถนำอุปกรณ์ภายนอกคอมพิวเตอร์มาต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ภายในได้โดยผ่านช่องเชื่อม หรือ พอร์ต (port) ซึ่งผู้ผลิตจะกำหนดมาตรฐานของพอร์ตแบบต่างๆ ร่วมกัน ในคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่งสามารถจะมีช่องเชื่อมต่อหลายช่องและหลายแบบ เราสามารถแบ่งช่องเชื่อมต่อได้เป็น 2 ประเภทคือ ช่องเชื่อมต่อแบบอนุกรม (serial port) และช่องเชื่อมต่อแบบขนาน (parallel port) ช่องเชื่อมต่อแบบอนุกรมสามารถส่งข้อมูลเข้าออกได้ที่ละหนึ่งบิตและโดยปกติแล้วจะใช้สายนำสัญญาณสองเส้น สายตัวนำสัญญาณนี้จะประกอบด้วยตัวนำสัญญาณอื่นๆ ด้วย เช่น ยูอาร์ที (UART: Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ซึ่งเป็นตัวแปลงสัญญาณแบบขนานที่ใช้ในบัสให้มาเป็นสัญญาณแบบอนุกรมที่ใช้ในสายนำสัญญาณ ช่องเชื่อมต่อแบบอนุกรมที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ได้แก่ ช่องเชื่อมต่อคีย์บอร์ด เม้าส์ (แบบพีเอสทู PS/2 แต่ปัจจุบันผู้ใช้นิยมใช้เมาส์และคีย์บอร์ดแบบยูเอสบีกัน) และช่องเชื่อมต่อแบบอนุกรมตามมาตรฐานอาร์เอส 252 ซี ยูเอสบี (USB: Universal Serial Bus) ซึ่งเป็นการ

เชื่อมต่อด้วยความเร็วสูงสุดถึง 12 เมกะบิตต่อวินาที และสามารถต่ออุปกรณ์ได้ถึง 127 ชิ้นต่อหนึ่งช่องสำหรับ ยูเอสบีเวอร์ชัน 1.0 ส่วนในปัจจุบันมีพอร์ตยูเอสบีเวอร์ชัน 2.0 และ 3.0 ซึ่งมีความเร็วเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 480 เมกะบิตต่อวินาที และ 5 กิกะบิตต่อวินาทีตามลำดับ [10]

ช่องเชื่อมต่อแบบขนานสามารถส่งข้อมูลได้ทีละหลายบิต โดยอาศัยสายส่งข้อมูลหลายเส้น มาตรฐานการส่งข้อมูลผ่านช่องเชื่อมต่อแบบขนานในปัจจุบันกำหนดให้ส่งได้ทีละ 8 บิต โดยช่องเชื่อมต่อแบบขนานนี้ นิยมใช้ต่อกับเครื่องพิมพ์ โดยใช้มาตรฐานที่เรียกว่า สคัสซี (SCSI: Small Computer System Interface) การเชื่อมต่อแบบขนานในมาตรฐานสคัสซีนี้สามารถต่ออุปกรณ์ภายนอกเป็นแบบลูกโซ่ได้ถึง 127 ชิ้น และสามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุด 160 เมกะบิตต่อวินาที

2.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

คอมพิวเตอร์ต้องอาศัยโปรแกรมเพื่อให้เครื่องทำตามชุดคำสั่งนั้น เมื่อโปรแกรมกำลังทำงานอยู่เราเรียกว่าโปรแกรมกำลัง รัน (run) หรือกระทำการ (execute) และโปรแกรมจะให้ผลลัพธ์ออกมาให้ผู้ใช้งาน คำว่าซอฟต์แวร์นั้นเป็นคำที่ใช้เรียกโปรแกรมหรือชุดของโปรแกรม ซอฟต์แวร์หนึ่งชิ้นอาจจะประกอบด้วยโปรแกรมหนึ่งชุดหรือหลายๆ ชุดรวมกันก็ได้ เราสามารถแบ่งซอฟต์แวร์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ซอฟต์แวร์ระบบ และซอฟต์แวร์ประยุกต์

2.2.1 ซอฟต์แวร์ระบบ

ซอฟต์แวร์ระบบใช้ในการควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์และใช้สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ ซอฟต์แวร์ระบบนี้ประกอบไปด้วยซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ (operating system) ซอฟต์แวร์เครื่องมือ (tools and utilities) และซอฟต์แวร์แปลภาษา (compiler)

ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ (operating system)

ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ (จะขอเรียกว่า ระบบปฏิบัติการ) เป็นซอฟต์แวร์ที่ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยเป็นโปรแกรมที่ทำงานอยู่ระหว่างฮาร์ดแวร์และโปรแกรมประยุกต์ ก่อนที่คอมพิวเตอร์จะเรียกใช้ระบบปฏิบัติการขึ้นมาทำงาน คอมพิวเตอร์จะเรียกโปรแกรมเริ่มต้นหรือไบออส (BIOS: Basic Input / Output System) ที่อยู่ในรอม (ROM) ขึ้นมาทำงานก่อน ไบออสจะทำหน้าที่จำแนกอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่ออยู่กับเครื่อง ตรวจสอบขนาดหน่วยความจำและสภาพของเครื่อง จากนั้นไบออสจะเรียกใช้ระบบปฏิบัติการขึ้นมาทำงานและเก็บไว้ในแรม (RAM) แล้วไบออสก็จะยกการทำงานส่วนใหญ่ให้กับระบบปฏิบัติการ แต่ก็ยังควบคุมการไหลของข้อมูลระหว่างระบบปฏิบัติการกับอุปกรณ์อยู่ [11] ระบบปฏิบัติการจะเป็นโปรแกรมเชื่อมระหว่าง

ผู้ใช้งานกับฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อของคอมพิวเตอร์ และจะทำงานอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ผู้ใช้งานใช้คอมพิวเตอร์

นอกจากเป็นตัวเชื่อมระหว่างผู้ใช้งานและฮาร์ดแวร์แล้ว ระบบปฏิบัติการยังเป็นตัวเชื่อมระหว่างซอฟต์แวร์ประยุกต์และฮาร์ดแวร์ด้วย โดยซอฟต์แวร์ประยุกต์จะเรียกใช้งานฮาร์ดแวร์ผ่านตัวประสานงานการเขียนโปรแกรมแอปพลิเคชันของระบบปฏิบัติการ หรือ โอเอสเอพีไอ (OS API: operating system application programming interface) การควบคุมฮาร์ดแวร์ผ่านโอเอสเอพีไอนั้นมีข้อดีคือหากมีการเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมใหม่ แต่ระบบปฏิบัติการสามารถเรียกใช้ฮาร์ดแวร์ใหม่นั้นได้เลยโดยการติดตั้งโปรแกรมขับเคลื่อนอุปกรณ์ (device driver) ที่เขียนโดยผู้ผลิตฮาร์ดแวร์

อีกหน้าที่หนึ่งของระบบปฏิบัติการคือการจัดทรัพยากรให้โปรแกรมต่างๆ ที่ทำงาน ณ ขณะนั้น เช่น เวลาที่ใช้ในหน่วยประมวลผล เนื้อที่หน่วยความจำที่ใช้ ข้อมูลที่ได้รับเข้าจากอุปกรณ์รับข้อมูล ข้อมูลที่ส่งออกไปแสดงผลที่อุปกรณ์แสดงผล การจัดการของระบบปฏิบัตินี้เองที่ทำให้ผู้ใช้เห็นคอมพิวเตอร์ทำงานได้หลายๆ โปรแกรมพร้อมกัน แม้ว่าจริงๆ แล้วระบบปฏิบัติการจะสลับให้โปรแกรมต่างๆ สลับกันใช้หน่วยประมวลผล แต่ว่าการสลับนั้นเป็นไปอย่างรวดเร็วจนดูเหมือนว่าโปรแกรมต่างๆ นั้นทำงานพร้อมกัน เช่น โปรแกรมฟังเพลงให้เสียงต่อเนื่อง ในขณะที่เราทำงานในโปรแกรมประมวลผลคำอยู่

ระบบปฏิบัติการที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่ ไมโครซอฟต์วินโดวส์ (Microsoft Windows) โอเอสเอ็กซ์ (OS X) ลินุกซ์ (Linux) สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่มีส่วนต่อประสานงานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI) ทั้งหมด และ ยูนิกซ์ (Unix) สำหรับเครื่องเวิร์กสเตชัน ไมโครซอฟต์วินโดวส์มีหลายรุ่นสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปและสำหรับติดตั้งในเซิร์ฟเวอร์ โดยรุ่นล่าสุดในปี ค.ศ. 2016 สำหรับผู้ใช้งานทั่วไปคือ วินโดวส์ 10 (Windows 10) ส่วนวินโดวส์สำหรับเซิร์ฟเวอร์ คือ วินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2016 (Windows Server 2016) ระบบปฏิบัติการวินโดวส์นั้นสามารถติดตั้งได้ในคอมพิวเตอร์หลายยี่ห้อ แต่ระบบปฏิบัติการโอเอสเอ็กซ์นั้นโดยทั่วไปแล้วจะติดตั้งกับคอมพิวเตอร์ที่ผลิตโดยบริษัทแอปเปิล (Apple) เท่านั้น โดยรุ่นล่าสุดในปี ค.ศ. 2016 คือโอเอสเอ็กซ์เอลแคปิตัน (OS X El Capitan) ส่วนลินุกซ์นั้นจะแตกต่างจากไมโครซอฟต์วินโดวส์และโอเอสเอ็กซ์ตรงที่ระบบปฏิบัติการลินุกซ์เป็นแบบโอเพนซอร์ส (open source) และรุ่นของลินุกซ์ส่วนใหญ่จะไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน แต่ผู้ใช้อาจจะพบว่าอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์อาจจะทำงานไม่ได้หรือไม่ได้เต็มที่ เนื่องจากผู้ใช้งานลินุกซ์ยังน้อยเมื่อเทียบกับผู้ใช้งานไมโครซอฟต์วินโดวส์และโอเอสเอ็กซ์ ทำให้ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์อาจจะไม่ได้เขียนโปรแกรม

ขับเคลื่อนอุปกรณ์ที่ใช้กับลินุกซ์ได้ออกมา อย่างไรก็ตาม ระบบปฏิบัติการที่กล่าวมาทั้งสามอย่างนี้จะมีซอฟต์แวร์หลายชิ้นแนบมาด้วยเพื่อความสะดวกในการใช้งาน หากผู้ใช้ต้องการโปรแกรมใดเพิ่มก็สามารถติดตั้งเข้าไปเพิ่มได้

ซอฟต์แวร์เครื่องมือ (tools and utilities)

ซอฟต์แวร์เครื่องมือเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการ วิเคราะห์ และปรับแต่งค่าการทำงานของคอมพิวเตอร์ ในระบบปฏิบัติการหนึ่งมักจะมีซอฟต์แวร์เครื่องมือหลายชนิด เช่น โปรแกรมสำหรับลบข้อมูลในดิสก์ (disk formatter) โปรแกรมจัดเรียงข้อมูลในดิสก์ใหม่ (disk defragment) โปรแกรมแสดงและจัดการไฟล์ในคอมพิวเตอร์ เช่น วินโดวส์เอ็กซ์พลอเรอร์ (Windows Explorer)

ซอฟต์แวร์แปลภาษา (compiler)

คอมพิวเตอร์ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งจริงๆ แล้วไม่เข้าใจภาษามนุษย์ เราใช้ภาษาเครื่อง (machine language) หรือรหัสเครื่อง (machine code) ในการสื่อสารและสั่งให้อุปกรณ์ทำงานตามต้องการ ภาษาเครื่องนี้ประกอบด้วยเลขในระบบฐานสองเรียงต่อกันไปเป็นชุดๆ เมื่อนักพัฒนาเขียนโปรแกรมขึ้นมาใช้งานในภาษาชั้นสูงต่างๆ เราจะต้องมีโปรแกรมซึ่งแปลภาษาที่เราเขียนไปเป็นภาษาเครื่องให้คอมพิวเตอร์เข้าใจและทำงานได้ เราเรียกโปรแกรมนี้อีกว่าคอมไพเลอร์ (compiler) ในแต่ละภาษาจะมีคอมไพเลอร์โดยเฉพาะของตัวเอง (อาจจะหลายตัว) ในวิชาการเขียนโปรแกรมนี้นี้ เราใช้ภาษาซีพลัสพลัสในการสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เรต้องการ ดังนั้นเราจึงต้องมีคอมไพเลอร์ที่จะแปลภาษาซีพลัสพลัสให้เป็นภาษาเครื่อง ในวิชานี้เราเลือกใช้คอมไพเลอร์ที่ชื่อว่ากนูจีซีซี (GNU GCC)

2.2.2 ซอฟต์แวร์ประยุกต์

ซอฟต์แวร์ประยุกต์เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้ใช้เพื่อให้ทำงานต่างๆ ได้ตามต้องการ เราสามารถแบ่งซอฟต์แวร์ประยุกต์เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

ซอฟต์แวร์ประมวลผลคำ (word processing) เป็นซอฟต์แวร์ที่รับตัวหนังสือผ่านทางแป้นพิมพ์และแสดงออกทางหน้าจอ ผู้ใช้สามารถบันทึกไฟล์และพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้โดยสิ่งที่พิมพ์ออกมาจะมีลักษณะเหมือนสิ่งที่อยู่ทางหน้าจอ ต่อมาได้มีการพัฒนาให้ซอฟต์แวร์ประมวลผลคำทำงานได้ซับซ้อนมากขึ้น เช่น จัดหน้าได้ เปลี่ยนชนิดและขนาดของอักษรได้ ตรวจคำผิดได้ แทรกรูปในเอกสารได้ ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ประมวลผลคำคือ ไมโครซอฟต์เวิร์ด (MS Word) เวิร์ดแพด (Wordpad) เป็นต้น

ซอฟต์แวร์ตารางคำนวณ (spreadsheet) เป็นซอฟต์แวร์ที่จัดการข้อมูลในรูปแบบของตาราง ในตารางหนึ่งช่องอาจจะบรรจุข้อมูลดิบหรือสูตรการคำนวณก็ได้ โดยการคำนวณนั้นเราสามารถอ้างอิงค่าที่อยู่ในช่องอื่นๆ ได้ เมื่อค่าในช่องที่เราอ้างอิงเปลี่ยน ค่าในช่องที่มีสูตรอยู่ก็จะเปลี่ยนไปด้วยโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ซอฟต์แวร์ตารางคำนวณยังมักจะมีฟังก์ชันสำหรับสร้างแผนภูมิในรูปแบบต่างๆ ให้อีกด้วย ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ตารางคำนวณคือ ไมโครซอฟต์เอ็กเซล (MS Excel) เป็นต้น

ซอฟต์แวร์จัดการฐานข้อมูล (database management) เป็นซอฟต์แวร์สำหรับจัดเก็บและสืบค้นข้อมูล โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันจะถูกเก็บไว้ด้วยกัน เรียกว่า ชุดข้อมูล (record) เราสามารถค้นหาข้อมูลได้โดยใส่เงื่อนไขให้ระบบค้นหาและนำมาเสนอ และเรายังสามารถแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูลได้อีกด้วย ตัวอย่างของซอฟต์แวร์จัดการฐานข้อมูล คือ ไมโครซอฟต์แอคเซส (MS Access) ไมโครซอฟต์เอสคิวแอล (MS SQL) ออราเคิล (Oracle) ไอบีเอ็มดีบีทู (IBM DB2) เป็นต้น

ซอฟต์แวร์นำเสนอ (presentation) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้นำเสนอข้อมูล โดยมีแนวคิดมาจากการแสดงสไลด์ โปรแกรมนี้ใช้แสดงข้อมูล รูปภาพ วิดีโอ แผนภูมิ แอนิเมชัน และซอฟต์แวร์บางตัวสามารถให้ผู้นำเสนอเขียนลงโปสเตอร์สไลด์ขณะนำเสนอได้ นอกจากนี้ผู้ใช้อย่างสามารถแทรกเสียงเข้าไปได้ด้วย ตัวอย่างของซอฟต์แวร์นำเสนอ คือ ไมโครซอฟต์พาวเวอร์พอยต์ (MS Powerpoint) พิกซี (Pixie) เป็นต้น

ซอฟต์แวร์กราฟิก (graphics) และมัลติมีเดีย (multimedia) เป็นซอฟต์แวร์ที่แสดงรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และไฟล์เสียง โดยผู้ใช้อาจจะสามารถแก้ไขตัดแปลงสื่อที่ใช้กับโปรแกรมเหล่านี้ได้ ตัวอย่างของซอฟต์แวร์กราฟิกและมัลติมีเดีย คือ อะโดบีโฟโตช็อป (Adobe Photoshop) โฟโตสเคป (Photo Scape) ไอทูน (iTune) วินโดวส์มีเดียเพลย์เยอร์ (Windows Media Player) เป็นต้น

ซอฟต์แวร์ชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในงานเฉพาะอย่าง เช่น ซอฟต์แวร์เพื่อการศึกษา (education) ซอฟต์แวร์เพื่อการบันเทิง (entertainment) ซอฟต์แวร์สื่อสาร (communication)

ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปเป็นซอฟต์แวร์ที่ผลิตออกมาเพื่องานเฉพาะอย่างและเผยแพร่ให้กับผู้ใช้งานทั่วไป โดยผู้ใช้ไม่สามารถเลือกปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันภายในซอฟต์แวร์ได้ ส่วนใหญ่จะเป็นซอฟต์แวร์สำหรับใช้งานในชีวิตประจำวันและในสำนักงานทั่วไป อย่างไรก็ตาม งานที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานอาจไม่สามารถใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปได้ ดังนั้น ผู้ใช้งานอาจจะต้องเขียนขึ้นมาเองหรือให้ผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาโปรแกรมนั้นเขียนโปรแกรมขึ้นมาให้ใหม่ ซึ่งซอฟต์แวร์บางตัวอาจจะใช้เวลานานในการเขียน เช่น หลายเดือน

เป็นปี หรือมากกว่า 1 ปี ก็ได้ โดยทั่วไปแล้วการพัฒนาซอฟต์แวร์จะเกี่ยวข้องกับนักพัฒนาหลายคน ใช้เวลาไม่น้อยและใช้ความสามารถความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง ทำให้การพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นมาใหม่มีค่าใช้จ่ายสูง

2.3 ข้อมูล (Data)

ข้อมูลคอมพิวเตอร์คือข้อมูลที่เราใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับสิ่งที่ผู้ใช้สนใจ เช่น ถ้าผู้ใช้ต้องการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อธุรกิจการค้า ข้อมูลเกี่ยวกับการขายก็จะเป็นสิ่งที่ผู้ใช้สนใจ เช่น จำนวนสินค้าที่ขายได้ในแต่ละวัน ถ้าผู้ใช้ต้องการใช้คอมพิวเตอร์เพื่องานออกแบบก่อสร้าง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องก็จะเป็นสิ่งที่ผู้ใช้สนใจ เช่น จำนวนคนงาน จำนวนวัสดุ ราคาวัสดุ คอมพิวเตอร์ทำงานกับข้อมูลโดยการรับเข้า ส่งออก บันทึก แก้ไข ประมวลผล และเผยแพร่ข้อมูลทางเครือข่าย ในการประมวลผลข้อมูลให้ออกมาเป็นสารสนเทศที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ ข้อมูลจะต้องมีความถูกต้องก่อน ไม่เช่นนั้นเราจะได้สารสนเทศที่ไม่มีความถูกต้องออกมาอยู่ดี เพราะคอมพิวเตอร์มีข้อดีที่ทำงานได้รวดเร็วและแม่นยำตามอินพุตที่ถูกใส่เข้ามาเท่านั้น คอมพิวเตอร์ไม่ได้รู้ว่าข้อมูลหนึ่งๆ นั้นผิดอย่างไร ถ้าผู้ใช้ไม่ระบุงบฏการหาความผิดพลาดและแก้ไข คอมพิวเตอร์ก็จะรับข้อมูลผิดๆ นั้นมาประมวลผลเลย

2.3.1 ข้อมูลในคอมพิวเตอร์

จริงๆ แล้วคอมพิวเตอร์ไม่สามารถเข้าใจข้อมูลเหมือนมนุษย์เพราะเป็นแค่อุปกรณ์ทางไฟฟ้า เราจึงต้องแทนข้อมูลด้วยสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งการแทนที่ง่ายที่สุดคือแทนด้วยสัญญาณเปิดปิด (ความสูงต่ำของศักย์ไฟฟ้า หรือการสะท้อนของสัญญาณแสง) เราจะแทนสถานะสองอย่างนี้ของคอมพิวเตอร์ด้วยระบบเลขฐานสอง ซึ่งมีตัวเลขพื้นฐานสองตัวคือ 0 และ 1 หากเราต้องการแทนค่าที่มากกว่า 1 เราก็เพิ่มจำนวนหลักของตัวเลขนี้ขึ้นไปเรื่อยๆ เช่น เราแทนค่า 2 ด้วย 10 (อ่านว่า หนึ่งศูนย์) แทนค่า 9 ด้วยเลข 1001 (อ่านว่า หนึ่งศูนย์ศูนย์หนึ่ง) แต่ละหลักของเลขฐานสองนี้เราเรียกว่า บิต (bit: binary digit) ซึ่งบิตนี้เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดในข้อมูลคอมพิวเตอร์ ส่วนหน่วยที่ใหญ่ถัดมาคือ ไบต์ (byte) ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มของเลขฐานสองจำนวน 8 บิต ในการรวมกลุ่มของเลขฐานสองนี้เราจะเรียกบิตต่ำที่สุด (least significant bit) หรือบิตที่อยู่ทางขวาสุดว่าบิตที่ 0 ส่วนบิตสูงสุด (most significant bit) หรือบิตที่อยู่ทางซ้ายสุดเรียกว่าบิตที่ $n-1$ เมื่อ n เป็นจำนวนของบิต เช่น บิตสูงสุดของเลข 8 บิตจะเป็นบิตที่ 7

ในการแทนค่าข้อมูลต่างๆ ในคอมพิวเตอร์ เราจะใช้ตัวเลขฐานสองนี้ในการแทนค่า ไม่ว่าจะเป็นตัวเลข อักษร รูปภาพ เสียง และภาพยนตร์ ดังที่จะได้อธิบายต่อไป

2.3.2 ข้อมูลตัวเลข

เราสามารถแทนค่าทางคณิตศาสตร์ได้หลายวิธีตามรูปแบบการใช้งาน (แต่พื้นฐานเป็นเลขฐานสองทั้งหมด) ถ้าเราต้องการแทนค่าตัวเลขจำนวนเต็มที่มีค่าไม่มากเราก็แทนด้วยเลขฐานสองธรรมดาได้เลย แต่ถ้าจำนวนนั้นมีค่ามาก เราอาจจะแทนค่าด้วยเลขฐานสองจำนวน 8 บิต หรือ 16 บิต ซึ่งเราสามารถเขียนแทนเลขกลุ่มนี้ด้วยเลขฐานแปดและฐานสิบหกได้ตามลำดับ ที่ต้องแทนด้วยเลขฐานที่มากขึ้นเพราะไม่เช่นนั้นการเขียนค่าด้วยเลขฐานสองจะยาวมาก ส่วนเลขฐานสิบที่ถูกเก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์ก็ต้องถูกแปลงเป็นเลขฐานสองเช่นกันเวลาเก็บลงในหน่วยความจำต่างๆ ดังนั้นเราจำเป็นต้องสามารถแปลงเลขฐานเหล่านี้ไปมาระหว่างกันได้เพื่อให้เข้าใจค่าที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ (เราจะไม่อธิบายวิธีการแปลงเลขในเอกสารนี้ เพราะเป็นความรู้ระดับมัธยม นักศึกษาสามารถหาข้อมูลได้จากแหล่งอื่นๆ)

เราสามารถแทนจำนวนบวกและลบได้โดยใช้บิตสูงสุดของตัวเลขนั้น ถ้าค่าของบิตสูงสุดเป็น 0 แสดงว่าจำนวนนั้นเป็นบวก ถ้าค่าของบิตสูงสุดเป็น 1 แสดงว่าจำนวนนั้นเป็นลบ ส่วนเลขจำนวนจริงที่มีทศนิยมก็จะมีวิธีเก็บหลายแบบ แบบที่นิยมใช้กัน คือ เลขทศนิยมที่กำหนดโดยไอทีริฟเปิลอี (IEEE floating point (IEEE754)) คือการแทนตัวเลขด้วยเลข 32 บิต แล้วกำหนดให้บิตที่ 31 แทนค่าบวกหรือลบ ส่วนบิตที่ 30-23 (8 บิตต่อมา) ใช้แทนเลขส่วนเลขยกกำลัง (exponent) และบิตที่เหลือแทนเลขส่วนที่เป็นตัวเลข เช่น เราแทนเลข 1.45 ด้วย 145×10^{-2} ดังนั้นบิตที่ 31 จะเป็นเลข 0 (ค่าบวก) 8 บิตต่อมาจะเป็นค่า -2 (ในเลขฐานสอง) และที่เหลือจะเป็นค่า 145 (ในเลขฐานสอง)

2.3.3 ข้อมูลตัวอักษร

การเก็บข้อมูลตัวอักษรในคอมพิวเตอร์เราก็ต้องแทนด้วยค่าตัวเลขเช่นกัน จึงได้มีการกำหนดการเข้ารหัสตัวอักษรให้เป็นค่าตัวเลข มาตรฐานการกำหนดรหัสที่เราใช้ปัจจุบันคือ รหัสแอสกี (ASCII) และรหัสยูนิโค้ด (UNICODE)

รหัสแอสกี (ASCII: American Standard Code for Information Interchange) [12] เป็นการแทนอักขระ (character) ซึ่งรวมถึงตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์ต่างๆ ด้วยเลขฐานสองจำนวน 7 บิต จึงแทนค่าตัวอักขระได้ 127 ตัว (ตารางแสดงค่าของรหัสแอสกีอยู่ในภาคผนวก) ตัวอักษรที่แทนโดยใช้รหัสนี้จะมีเฉพาะตัวอักษรภาษาอังกฤษเท่านั้น จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานอื่นเพื่อให้เก็บและแสดงผลอักขระในภาษาอื่นได้พร้อมกันด้วย นั่นคือรหัสยูนิโค้ด (UNICODE) ที่ใช้เลขฐานสองจำนวน 16 บิต ทำให้แทนอักขระได้ถึง 65,536 ตัว

2.3.4 ข้อมูลภาพ

ในการแทนข้อมูลภาพเป็นตัวเลข เราจะต้องแบ่งภาพเป็นช่องเล็กๆ เรียกว่าพิกเซล (pixel) แล้วใช้เลขแทนค่าความสว่างและสีของแต่ละพิกเซลนั้น เช่น เราอาจจะแบ่งภาพเป็น 10 ช่องทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ทำให้รูปนี้มีทั้งหมด 10×10 เท่ากับ 100 ช่อง แล้วแทนแต่ละช่องด้วยข้อมูลสี สำหรับภาพที่เป็นขาวดำ เราสามารถแทนค่าในแต่ละพิกเซลด้วยค่า 0 หรือ 1 ได้เลย แต่สำหรับภาพสีเราจะต้องใช้เลขฐานสองหลายบิตและหลายชุดในการแทนสีและความสว่างของสี เช่น เราใช้เลข 8 บิต 3 ชุด ในการแทนสีและความสว่างของแม่สีแดง เขียว เหลือง (RGB: Red Green Blue) แต่เราจะต้องเก็บข้อมูลขนาดภาพไว้กับข้อมูลจุดสีด้วย เพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลได้ถูกต้อง ในปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานการจัดเก็บภาพไว้หลายแบบ เช่น จีไอเอฟ (GIF) เจเป็ก (JPEG) พีเอ็นจี (PNG) และยังสามารถบีบอัดข้อมูลภาพให้มีขนาดเล็กลงได้อีกด้วย

2.3.5 ข้อมูลเสียง

ข้อมูลเสียงในคอมพิวเตอร์ก็ถูกจัดเก็บในรูปแบบของตัวเลขเช่นกัน โดยตัวเลขจะแทนค่าความแรงของสัญญาณเสียง หรือค่าโวลต์ (Voltage) ณ เวลานั้นๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยค่าตัวเลขนี้สามารถถูกแปลงกลับไปเป็นสัญญาณเสียงเพื่อส่งออกไปยังอุปกรณ์แสดงเสียง เช่น ลำโพง ได้อีกด้วย ในการจัดเก็บข้อมูล เราสามารถบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กลงมากแต่ให้คุณภาพเสียงใกล้เคียงกับของเดิมได้ (อาศัยข้อจำกัดของมนุษย์) เช่น การเข้ารหัสเสียงแบบเอ็มพีทีรี (MP3: MPEG-1 audio layer 3) การเข้ารหัสเสียงแบบดับเบิลยูเอ็มเอ (WMA: Windows Media Audio)

2.3.6 ข้อมูลภาพยนตร์

เราสามารถมองภาพยนตร์ (movie) เป็นการผสมของข้อมูลภาพนิ่งและเสียงได้ โดยถ้าเราแสดงข้อมูลภาพนิ่งให้มนุษย์ดูได้มากกว่า 16 ภาพต่อวินาที มนุษย์จะเห็นเป็นภาพเคลื่อนไหวได้และไม่กระตุก จากนั้นเมื่อแสดงเสียงไปพร้อมกัน เราก็จะได้การแสดงผลภาพยนตร์ออกมา ดังนั้น การจัดเก็บภาพยนตร์จึงใช้หลักการคล้ายกันกับการเก็บภาพและเสียง แต่เราสามารถบีบอัดการเก็บภาพได้มากขึ้นโดยใช้หลักการที่ว่าภาพที่ต่อเนื่องกันมักจะเป็นภาพที่คล้ายกัน (ค่อยๆ เปลี่ยนไปเพื่อสร้างภาพเคลื่อนไหว) ดังนั้นเราอาจจะเก็บแค่ภาพแรกและผลต่างของภาพต่อๆ มาแทน ทำให้ขนาดของไฟล์จะลดลงได้มาก การเก็บภาพยนตร์มีหลายรูปแบบ เช่น แบบเอวีไอ (AVI: Audio Video Interleave) แบบดับเบิลยูเอ็มวี (WMV: Windows Media Video) แบบเอ็มเป็ก (MPEG)

2.4 ผู้ใช้ (User)

ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในยุคแรกๆ จะเป็นเจ้าหน้าที่ของศูนย์คอมพิวเตอร์ เพราะการใช้งานยังมีความซับซ้อนและต้องการผู้ที่คุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์ ส่วนผู้ใช้ทั่วไปถ้าต้องการประมวลผลข้อมูลก็ต้องให้เจ้าหน้าที่ทำให้ แต่เมื่อมีการพัฒนาให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้งานร่วมกันได้หลายคน ก็ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้ด้วยตนเองมากขึ้น โดยผู้ใช้งานจะทำงานผ่านเทอร์มินัล (terminal) ที่ต่อกับตัวเครื่องเมนเฟรมอีกทีหนึ่ง ต่อมาเมื่อคอมพิวเตอร์ราคาถูกลงและมีหลากหลายชนิดมากขึ้น บวกกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ ทั้งซอฟต์แวร์ประยุกต์และระบบปฏิบัติการ ให้ใช้งานง่ายโดยมีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ทำให้คนจำนวนมากสามารถเข้าถึงการใช้คอมพิวเตอร์ได้เอง จนคอมพิวเตอร์ได้กลายเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่พบได้ทั่วไปทุกที่ ทั้งที่บ้าน โรงเรียน ที่ทำงาน โรงแรม สถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น คอมพิวเตอร์จึงเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา การใช้เครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ การใช้เครื่องคิดเงินตามร้านขายของ การใช้โทรศัพท์มือถือ การมีคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรถยนต์ อีกทั้งปัจจุบันเราสามารถฝังคอมพิวเตอร์ลงไปในเครื่องใช้และสิ่งต่างๆ ได้ด้วย เช่น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ หรือแม้แต่ตัวอาคาร

บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์มีหลากหลาย ซึ่งขอแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- 1) ผู้ใช้ปลายทาง (end user) คือผู้ที่ใช้งานระบบหรือโปรแกรมที่ต้องการ
- 2) ผู้พัฒนาระบบและโปรแกรม (developer) คือผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบหรือโปรแกรมนั้นๆ เช่น ผู้วิเคราะห์ระบบ (system analyst) จะวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ เพื่อนำไปให้นักพัฒนาโปรแกรม (programmer) เขียนโปรแกรม และโปรแกรมจะถูกทดสอบโดยฝ่ายทดสอบโปรแกรม (tester) ก่อนที่ผู้ใช้นำโปรแกรมไปใช้จริง
- 3) ผู้ดูแล บริหารจัดการ และสนับสนุนการใช้ระบบและโปรแกรม (administrator and supporter) คือผู้ที่ทราบวิธีการใช้งานและการบำรุงรักษาระบบและโปรแกรมดีกว่าผู้ใช้งานปลายทาง คนเหล่านี้ก็จะช่วยดูแลแนะนำการใช้ระบบและโปรแกรม หรืออาจจะแก้ไขข้อผิดพลาดจากการใช้งานให้ผู้ใช้งาน

นอกจากนี้ ยังมีผู้ใช้งานบางประเภทที่ใช้งานระบบและโปรแกรมจนจัดได้ว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญ เช่น นักเขียนแบบโดยใช้โปรแกรมออโตแคด (Autocad) ซึ่งเป็นโปรแกรมเขียนแบบทางวิศวกรรม ผู้ที่เชี่ยวชาญโปรแกรมสร้างสรรค์รูปภาพ เช่น โปรแกรมโฟโตช็อป (Photoshop) ส่วนการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่เป็นพื้นฐานการใช้งานทั่วไปที่นักศึกษาควรทำได้ เช่น การใช้งานโปรแกรมในสำนักงาน (office) การจัดการไฟล์ การใช้งานเว็บเบราว์เซอร์ (web browser) การค้นหาข้อมูลออนไลน์ การใช้อีเมล การใช้งานสังคมออนไลน์

เนื่องจากคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันแทบจะตลอดเวลา เราในฐานะผู้ใช้งานทั่วไปจึงมีข้อควรระวังในการใช้งานดังนี้

1) กาลเทศะในการใช้งานคอมพิวเตอร์

เราสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ได้หลากหลายและแทบจะทุกที่ทุกเวลา ในหลายครั้งคอมพิวเตอร์ถูกใช้เป็นอุปกรณ์ที่ให้ความบันเทิง เช่น การเล่นเกม ดูหนัง ฟังเพลง การพูดคุยกันออนไลน์ แต่ผู้ใช้งานต้องตระหนักถึงความเหมาะสมของเวลา สถานที่ และการให้เกียรติคนรอบข้างด้วย เช่น เมื่อเราใช้คอมพิวเตอร์ในที่ทำงาน หรือสถานศึกษา เราควรจะต้องตระหนักว่าจุดประสงค์ของการใช้นั้นเป็นการใช้เพื่อธุรกิจหรือสนับสนุนการศึกษา ถ้าผู้ใช้ไม่ได้ใช้ตามวัตถุประสงค์นั้นเป็นจำนวนมาก หน่วยงานก็อาจจะต้องมีการจำกัดการใช้ หรือการสอดส่องดูแลเพื่อให้การใช้งานเป็นไปตามวัตถุประสงค์และไม่มีการใช้ทรัพยากรในทางที่เบียดเบียนกับผู้อื่น เช่น ระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยมีจุดประสงค์หลักเพื่อการศึกษา หากนักศึกษาใช้เพื่อเล่นเกมหรือดาวน์โหลดหนังมาดูเพื่อความบันเทิง จะนับว่าเป็นการเบียดเบียนการใช้งานของคนที่ต้องการจะค้นหาข้อมูลเพื่อการศึกษาอย่างแท้จริง เนื่องจากทรัพยากรของเครือข่าย เช่น แบนด์วิธ นั้นมีจำกัด การใช้งานเครือข่ายเป็นจำนวนมากจะทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครือข่ายลดลง ซึ่งอาจจะทำให้มหาวิทยาลัยต้องจำกัดการใช้งานของนักศึกษาแต่ละคนเพื่อให้ไม่กระทบกับการใช้งานของคนอื่น

2) การเสพติดความบันเทิงออนไลน์

ปัจจุบันมีความบันเทิงบนคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตจำนวนมาก เช่น เกม หนัง ละคร สื่อสังคมออนไลน์ การเสพติดความบันเทิงเพื่อพักผ่อนนั้นเป็นเรื่องปกติ แต่การใช้เวลากับการเสพติดความบันเทิงมากเกินไปจนไม่สามารถบริหารจัดการเวลาในชีวิตได้นั้นถือว่าเป็นการเสพติดอย่างหนึ่ง ผู้ใช้คอมพิวเตอร์จึงควรจะต้องตระหนักว่าหน้าที่หลักของเราคืออะไร ความรับผิดชอบหลักของเราคืออะไร และทำการจัดการบริหารเวลาตามนั้นเพื่อให้ชีวิตสามารถดำเนินไปได้ เช่น หน้าที่ของนักศึกษาคือเรียนหนังสือและค้นหาตัวเอง เราควรจะต้องแบ่งเวลาการทำหน้าที่หลักและการเสพติดความบันเทิงเพื่อให้เราบรรลุวัตถุประสงค์ของชีวิตได้ ไม่ใช่จะเสพติดความบันเทิงตลอดเวลาจนกระทบกับการเรียน ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อนักศึกษาในระยะยาวได้

3) ความปลอดภัยในการใช้งานคอมพิวเตอร์ (computer security)

ความปลอดภัยของคอมพิวเตอร์มีแนวคิดที่สำคัญอยู่ 5 อย่าง คือ การรักษาความลับ (confidentiality) บูรณภาพ (integrity) สภาพพร้อมใช้งาน (availability) การรับประกันตัวตนที่แท้จริง (authenticity) และ ความรับผิดชอบต่อการกระทำต่างๆ (accountability) [13] สำหรับผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์

นั้น เราขออธิบายเน้น 3 อย่าง คือ การรักษาความลับ (confidentiality) ความเป็นผู้กระทำการต่างๆ ที่แท้จริง (authenticity) และความรับผิดชอบต่อการกระทำต่างๆ (accountability)

การรักษาความลับ (confidentiality) มีประเด็น 2 อย่างที่เราควรจะได้ใส่ใจ คือ การรักษาความลับของข้อมูล (data confidentiality) และ ภาวะส่วนตัว (privacy) การรักษาความลับของข้อมูลนั้นหมายถึงการไม่เผยแพร่ข้อมูลให้คนที่ไม่ควรล่วงรู้ได้รู้ เช่น เราไม่ควรเผยแพร่ข้อมูลบางอย่างของบริษัทให้คนนอกได้รับรู้ ส่วนภาวะส่วนตัวนั้นเป็นการรักษาความลับให้กับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบุคคล ทั้งตนเองและผู้อื่น เช่น ข้อมูลเลขบัตรประจำตัวประชาชน ข้อมูลวันเกิด เบอร์โทรศัพท์ บัตรเครดิต ของทั้งเรา ครอบครัว หรือเพื่อน ก็ไม่ควรจะต้องประกาศในที่สาธารณะ (เช่น บนสื่อสังคมออนไลน์) เพราะถือเป็นข้อมูลส่วนตัว ใช้พิสูจน์บุคคลได้ และเราสามารถใช้อัดข้อมูลนี้ทำธุรกรรมทางอินเทอร์เน็ตได้ หากข้อมูลเหล่านี้ถูกเผยแพร่ออกไปคนอื่นก็อาจจะสวมรอยทำธุรกรรมแทนเราได้ เราจึงต้องระมัดระวังการให้ข้อมูลเหล่านี้เป็นพิเศษ โดยไม่ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเราแก่บุคคล หน่วยงาน และบริษัททั้งออนไลน์และออฟไลน์โดยไม่จำเป็น

การรับประกันตัวตนที่แท้จริง (authenticity) เป็นการพิสูจน์บุคคลและไว้วางใจว่าบุคคลหนึ่งนั้นเป็นคนที่อ้างว่าเป็นจริงๆ นั่นคือ การพิสูจน์ว่าคนที่อ้างว่าเป็นนาย ก. นั้นเป็นนาย ก. จริงๆ โดยใช้สิ่งที่นาย ก. ต้องรู้หรือมี เช่น การใช้ยูสเซอร์เนม (username) และพาสเวิร์ด (password) หรือการยืนยันโดยใช้ข้อความทางโทรศัพท์ (SMS) เพื่อพิสูจน์ความเป็นเจ้าของของบัญชีออนไลน์ต่างๆ ดังนั้น ผู้ใช้จะต้องเก็บรักษาข้อมูลที่ใช้พิสูจน์บุคคลของตนเองให้ดีและไม่บอกให้ใครรู้ ไม่เช่นนั้นคนอื่นจะสามารถใช้บัญชีของเราในทางเสียหายได้ เช่น ขโมยเงินจากบัญชี ใช้บัญชีของเราไปหลอกเอาเงินคนอื่นโดยอ้างว่าเป็นเราดังที่มีปรากฏในข่าวต่างๆ หรือใช้บัญชีของเราทำความผิดอื่น

ความรับผิดชอบต่อการกระทำต่างๆ (accountability) ระบบคอมพิวเตอร์จะต้องสามารถติดตามและบันทึกได้ว่าใคร ทำอะไร เมื่อใด เพื่อความปลอดภัยของข้อมูลและระบบ เช่น การป้องกันการขโมยข้อมูล การป้องกันการทำความเสียหายต่อข้อมูล การป้องกันการโจมตีข้อมูล การป้องกันการสวมรอยจากบุคคลอื่น ดังนั้น หากพิสูจน์ไม่ได้ว่าเจ้าของบัญชี xxx

3.1) พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550

ในประเทศไทยได้มีพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 [14] (และได้มีร่างแก้ไขที่อยู่ในระหว่างการพิจารณาในช่วงปี พ.ศ. 2558-2559 เพื่อให้ครอบคลุมการกระทำผิดได้หลากหลายชนิดมากขึ้น) ออกประกาศใช้เพื่อเป็นการควบคุมการใช้งานคอมพิวเตอร์ และมีบทลงโทษสำหรับผู้

ที่กระทำความผิดทางคอมพิวเตอร์ เราขอสรุปความผิดในการใช้งานคอมพิวเตอร์คร่าวๆ เป็นข้อๆ ดังนี้
(นักศึกษาสามารถอ่านรายละเอียดของพระราชบัญญัติฯ นี้ได้ตามเอกสารอ้างอิง)

- 1) การบุกรุกเข้าระบบคอมพิวเตอร์คนอื่นที่ได้รับการป้องกันไว้โดยไม่ได้รับอนุญาต เช่น การเข้าไปใช้เครื่องของเพื่อน รวมทั้งโทรศัพท์มือถือด้วย โดยไม่ได้รับอนุญาต
- 2) การนำวิธีการเจาะระบบเข้าระบบคอมพิวเตอร์ของคนอื่นไปเผยแพร่
- 3) การเข้าไปเอาข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการป้องกันไว้โดยไม่ได้รับอนุญาต
- 4) การดักจับข้อมูลของคนอื่นในขณะที่ส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ที่ไม่ใช่ข้อมูลสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต
- 5) การทำลาย แก้ไข เปลี่ยนแปลงข้อมูลของคนอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต เช่น ไปแก้เอกสารของคนอื่น
- 6) การทำให้ระบบคอมพิวเตอร์ของคนอื่นถูกระงับ ชะลอ รบกวน ทำให้ทำงานไม่ได้ เช่น การปล่อยไวรัส มัลแวร์ การโจมตีแบบดอสและดีดอส
- 7) การส่งข้อมูลหรืออีเมลโดยปกปิดหรือปลอมแปลงแหล่งที่มาของการข้อมูล อันเป็นการรบกวนการใช้งานของคนอื่น เช่น การปลอมแปลงชื่อคนส่งอีเมล การส่งอีเมลโฆษณาที่ผู้รับไม่ต้องการ (spam)
- 8) การเผยแพร่ชุดคำสั่งเพื่อนำไปใช้ทำความผิดที่กล่าวมาแล้ว เช่น เผยแพร่วิธีปล่อยไวรัส เผยแพร่วิธีดักจับข้อมูล
- 9) การนำข้อมูลต่อไปนี้เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์: 1) ข้อมูลปลอม ไม่ว่าทั้งหมดหรือบางส่วน 2) ข้อมูลเท็จ ที่ทำความเสียหายให้แก่ความมั่นคงของประเทศหรือทำให้ประชาชนตกใจ 3) ข้อมูลที่เป็นความผิดเกี่ยวกับความมั่นคงของประเทศ โดยความผิดในข้อนี้รวมถึงทั้งผู้เผยแพร่และผู้ส่งต่อด้วย เช่น การเผยแพร่และส่งต่อข้อความที่มีข้อมูลปลอม ข้อมูลเท็จ ข้อความที่กระทบต่อความมั่นคงของประเทศ เพราะฉะนั้นผู้ใช้ควรตรวจสอบข้อมูลก่อนแชร์หรือส่งต่อข้อมูล
- 10) การสนับสนุนหรือยินยอมให้มีการทำความผิดตามที่กล่าวมากับระบบคอมพิวเตอร์ในความดูแลของตัวเอง เช่น ผู้ดูแลระบบ แอดมินของเว็บไซต์ ยอมให้ผู้ใช้ระบบทำความผิด
- 11) การนำเข้าภาพตัดต่อของคนอื่นเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ โดยภาพนั้นจะทำให้คนๆ นั้นเสียชื่อเสียง ถูกดูหมิ่น ถูกเกลียดชัง หรือได้รับความอับอาย เช่น ภาพตัดต่อเอาหัวของดารารไปใส่รูปร่างแบบโป๊

จะเห็นได้ว่าความผิดหลายอย่างนั้นเป็นความผิดที่ผู้ใช้อาจจะคาดไม่ถึง เช่น การไม่ได้เป็นคนแรกที่ส่งข้อความเท็จหรือภาพตัดต่อ แต่การส่งต่อ (แชร์) ก็สามารถที่จะเป็นผู้กระทำความผิดได้ หรือการเข้าไปใช้บัญชีสังคมออนไลน์ของเพื่อนเพื่ออ่านข้อความส่วนตัวหรือโพสต์แทนเพื่อน ก็สามารถที่จะเป็นผู้กระทำความผิดได้

3.2) โปรแกรมมัลแวร์ (malware)

นอกจากจะต้องระวังข้อมูลของตัวเองและระวังการกระทำความผิดทางคอมพิวเตอร์แล้ว เพื่อการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างปลอดภัย ผู้ใช้งานจะต้องระวังเรื่องโปรแกรมมัลแวร์ (malware) หรือ มัลลิเชียสแวร์ (malicious ware) เช่น ไวรัสคอมพิวเตอร์ (computer virus) เวิร์ม (worm) และโทรจัน (Trojan) ด้วย [15], [16]

ไวรัสคอมพิวเตอร์ (computer virus) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำให้การทำงานของคอมพิวเตอร์นั้นไม่เป็นไปตามที่ผู้ต้องการโดยที่ผู้ใช้อาจจะไม่รู้ตัว ไวรัสจะทำงานได้เมื่อไฟล์ที่ติดไวรัสนั้นถูกเปิด จากนั้นไวรัสสามารถทำสำเนาตัวเองเพื่อแพร่กระจายไปยังไฟล์อื่นได้ ไวรัสมีหลายแบบ ทั้งไวรัสที่ไม่เป็นอันตรายต่อเครื่องและไฟล์มากนักและไวรัสที่เป็นอันตรายต่อเครื่องและไฟล์ ไวรัสที่เป็นอันตรายสามารถที่จะทำให้โปรแกรมทำงานเพี้ยนไป ลบไฟล์ทิ้ง หรือลบข้อมูลออกทั้งฮาร์ดดิสก์เลยก็ได้ อย่างไรก็ตามไวรัสที่ไม่เป็นอันตรายต่อเครื่องมากนักก็ไม่ควรจะถูกเพิกเฉยเสมอไป เพราะถึงมันจะไม่ทำให้ไฟล์เสียหาย แต่มันก็อาจจะใช้ทรัพยากร เช่น หน่วยความจำ มากจนทำให้ผู้ใช้ทำงานอื่นไม่ได้

เวิร์ม (worm) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำสำเนาตัวเองเพื่อแพร่กระจายไปเช่นเดียวกับไวรัส ไวรัสกับเวิร์มต่างกันตรงที่ว่าเวิร์มเป็นโปรแกรมเดี่ยวๆ (standalone) ที่สามารถแพร่กระจายจากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ด้วยตัวมันเองโดยอาศัยจุดอ่อนของระบบคอมพิวเตอร์ แต่การแพร่กระจายของไวรัสจะต้องอาศัยการทำสำเนาหรือโยกย้ายไฟล์ที่ติดไวรัสนั้นไปยังเครื่องอื่น

โทรจัน (Trojan) หรือ ม้าโทรจัน (Trojan horse) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ต่างจากสองพวกแรกคือมันจะไม่ทำสำเนาตัวเองในการแพร่กระจาย แต่มันจะให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์เป็นคนนำเข้ามาด้วยตัวเองโดยหลอกว่าเป็นไฟล์ที่ผู้ต้องการ เช่น ผู้ใช้ดาวน์โหลดไฟล์จากเว็บไซต์หรืออีเมลโดยคิดว่าเป็นไฟล์เอกสารหรือไฟล์เพลง เมื่อผู้ใช้โดนหลอกให้เปิดไฟล์ โค้ดที่อยู่ในไฟล์จะทำงานโดยอาจจะทำลายข้อมูลในคอมพิวเตอร์หรือขโมยข้อมูลในคอมพิวเตอร์ออกไป ดังนั้น ก่อนที่จะเปิดไฟล์หรือโปรแกรมอะไรก็ตาม ผู้ใช้ต้องตรวจสอบแหล่งที่มาของไฟล์ให้ดี

นอกจากมัลแวร์จะสามารถทำร้ายเครื่องของผู้ใช้เองแล้ว มัลแวร์บางตัวยังสามารถควบคุมคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ให้ไปโจมตีหรือร่วมโจมตีคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นได้ด้วย ดังนั้น ผู้ใช้จึงต้องระวังมัลแวร์ให้มาก ซึ่งการป้องกันการมีมัลแวร์นั้นสามารถทำได้โดยการอัปเดตระบบปฏิบัติการและโปรแกรมต่างๆ อยู่เสมอ การติดตั้งโปรแกรมป้องกันมัลแวร์ไว้ในคอมพิวเตอร์ของตัวเอง การตรวจสอบแหล่งที่มาของไฟล์ต่างๆ ให้ความสนใจ

ก่อนจะเปิด เช่น ต้องระวังไฟล์จากเว็บไซต์ที่ให้โหลดโปรแกรมเถื่อน เกม เพลง หนังสือ และสื่อลามกอนาจารเป็นพิเศษ

4) ความผิดพลาดของคอมพิวเตอร์

ผู้ใช้บางคนมีความเชื่อว่าคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ถูกต้องและแม่นยำตลอดเวลา แต่ในความเป็นจริงแล้วคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้เร็วมากๆ เท่านั้น (แต่ก็ถูกต้องแม่นยำในระดับหนึ่งเพราะได้รับการพัฒนามายาวนาน) ความถูกต้องแม่นยำของการคำนวณนั้นขึ้นอยู่กับตัวอุปกรณ์ (ทั้งการออกแบบและการผลิต) และตัวโปรแกรม (ทั้งการออกแบบและการเขียนโปรแกรม) ถึงแม้โดยส่วนใหญ่ดูเหมือนว่าคอมพิวเตอร์จะไม่มีปัญหาในการคำนวณแต่ก็ได้มีการรายงานการผิดพลาดของคอมพิวเตอร์มาตั้งแต่ในยุคเริ่มต้นเรื่อยมา เช่น 1) การคำนวณจุดทศนิยมผิดพลาด ซึ่งเกิดจากโปรแกรมการคำนวณหรือเกิดจากการเก็บข้อมูลเลขจำนวนจริงแบบประมาณ 2) การผิดพลาดของระบบปฏิบัติการ เช่น การแสดงหน้าจอฟ้า (มีข้อผิดพลาดจนระบบล้มเหลวไม่สามารถทำงานต่อได้) 3) การผิดพลาดในการออกแบบ เช่น ระบบวันที่ที่ใช้เลขปีเพียงแค่ 2 หลัก เช่น วันที่ 1 เดือน 2 ปี ค.ศ. 1999 เคยถูกแทนด้วย 990201 ซึ่งระบบนี้เสี่ยงที่จะเกิดปัญหาในปี ค.ศ. 2000 ซึ่งเราควรจะแทนเลขปีด้วย 00 แต่ว่าค่า 00 นี้ตามการออกแบบจะหมายถึงปี 1900 ปัญหานี้เรียกว่าปัญหายวทูเค (Y2K) ซึ่งทำให้หน่วยงานต่างๆ ต้องใช้งบประมาณมหาศาลในการแก้ไขก่อนถึงปี ค.ศ. 2000 ที่ผ่านมาแล้วว่าเราอาจจะมองว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดของคอมพิวเตอร์เหล่านี้เป็นเรื่องเล็กน้อย แต่สำหรับบางธุรกิจแล้ว การผิดพลาดเพียงนิดเดียว เช่น เลขทศนิยมจุดเดียว ก็อาจจะทำให้ธุรกิจนั้นเสียหายอย่างมหาศาลได้

นอกจากผู้ใช้จะต้องตระหนักถึงความผิดพลาดของคอมพิวเตอร์แล้ว ผู้ใช้ยังต้องระวังเรื่องความผิดพลาดจากตัวผู้ใช้งานเองด้วย ในปี ค.ศ. 1999 ยานอวกาศของนาซ่า (NASA) ได้ถูกทำลายในชั้นบรรยากาศของดวงจันทร์ เนื่องมาจากการใช้หน่วยที่ไม่ตรงกันในการคำนวณ (หน่วยหนึ่งใช้หน่วยเป็นปอนด์ต่อวินาที แต่อีกหน่วยหนึ่งใช้หน่วยเป็นนิวตัน) นอกจากนี้ผู้ใช้จะต้องระวังในการป้อนข้อมูลผิด เพราะถ้าอินพุตที่ใส่เข้าระบบผิดแล้ว ผลลัพธ์ของการคำนวณก็จะมีทางถูกได้เลย และการเลือกใช้โปรแกรมก็สำคัญ เพราะโปรแกรมบางโปรแกรมได้ถูกออกแบบมาใช้งานที่มีลักษณะเฉพาะ ดังนั้น ตัวโปรแกรมจึงมีสมมติฐานในการคำนวณที่อาจจะใช้กับสิ่งที่เราต้องการไม่ได้ เช่น ในโปรแกรมทางสถิติเอสพีเอสเอส (SPSS) จะมีการคำนวณทางสถิติหลายแบบ แต่ละแบบก็จะมีสมมติฐานแตกต่างกันไป เช่น ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบมาตรฐาน ถ้าเราเอาข้อมูลที่ไม่ได้มีการกระจายตัวแบบมาตรฐานไปหาผลลัพธ์ทางสถิติ ผลลัพธ์ที่ออกมาก็จะคลาดเคลื่อนได้

2.5 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (computer network)

2.5.1 ระบบสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูล (data communication) คือการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งโดยผ่านตัวกลาง เช่น สายส่ง สัญญาณวิทยุ ในยุคแรกๆ ของการส่งข้อมูล คอมพิวเตอร์จะต้องส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์กลางหนึ่งตัวซึ่งทำให้ล่าช้า ต่อมาได้มีการคิดค้นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (computer network) ซึ่งสามารถทำให้คอมพิวเตอร์ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไปสามารถสื่อสารกันได้โดยไม่ต้องส่งข้อมูลไปประมวลผลที่คอมพิวเตอร์ตัวกลาง ซึ่งระบบเครือข่ายนี้ได้ถูกพัฒนามาเรื่อยๆ จนกลายเป็นอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน การมีระบบเครือข่ายนั้นมีข้อดี เช่น

- 1) ทำให้ผู้ใช้หลายคนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้พร้อมกัน เนื่องจากระบบเครือข่ายทำให้เราสามารถเข้าแฟ้มข้อมูลหรือโปรแกรมร่วมกันได้ ผู้ใช้ก็จะได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันที่สุดและเป็นชุดเดียวกันตลอดเวลา ซึ่งดีกว่าการเก็บไฟล์แต่ละเวอร์ชันแยกของใครของมัน ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้อุปกรณ์ร่วมกันได้ เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องสแกน ทำให้ประหยัดงบประมาณในการลงทุน
- 2) ทำให้ผู้ใช้สามารถสื่อสารกันได้ดีขึ้น เช่น การใช้อีเมล โปรแกรมส่งคมออนไลน์หรือโปรแกรมสื่อสารอื่น ทำให้การสื่อสารระหว่างคนในองค์กรทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถส่งไฟล์ภาพและเอกสารถึงกันได้ด้วย นอกจากนี้การมีระบบเครือข่ายทำให้เราสามารถประชุมทางไกลโดยไม่ต้องเดินทางมาอยู่ในสถานที่เดียวกันได้ด้วย
- 3) ทำให้การสำรองข้อมูล (data backup) ทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเมื่อเรามีระบบเครือข่าย การคัดลอกข้อมูลที่เป็นปัจจุบันที่สุดมาเก็บไว้จึงทำได้ง่ายขึ้น

1. อุปกรณ์ในการสื่อสารข้อมูล

การเชื่อมต่อเครือข่ายจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์พื้นฐานคือ 1) อุปกรณ์ส่งข้อมูล 2) ตัวกลางในการส่งข้อมูลหรือสายส่งข้อมูล และ 3) อุปกรณ์รับข้อมูล อุปกรณ์ส่งและรับข้อมูลอาจจะเป็นอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรืออาจจะเป็นอุปกรณ์ต่างชนิดกัน เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลกับเราเตอร์ ก็ได้ ก่อนที่เราจะอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ตัวกลางในการส่งข้อมูล เราขออธิบายเกี่ยวกับพื้นฐานทั่วไปของการส่งข้อมูลก่อน

ชนิดของการส่งข้อมูลตามทิศทางการส่งข้อมูล

1) การส่งแบบทิศทางเดียว (simplex transmission) การสื่อสารที่สามารถส่งข้อมูลได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น เช่น การส่งสัญญาณจากสถานีโทรทัศน์มายังเครื่องรับโทรทัศน์

2) การส่งแบบสองทิศทาง (duplex transmission) คือการสื่อสารที่สามารถรับและส่งข้อมูลได้ทั้งสองทิศทาง คือไปและกลับ

- การส่งแบบสองทิศทางพร้อมกันไม่ได้ (half-duplex transmission) คือการสื่อสารที่อุปกรณ์สามารถรับและส่งข้อมูลไปกลับกันได้ แต่ส่งพร้อมกันไม่ได้ เช่น การสื่อสารโดยใช้วิทยุสื่อสาร

- การส่งแบบสองทิศทางพร้อมกันได้ (full-duplex transmission) คือการสื่อสารที่อุปกรณ์สามารถรับและส่งข้อมูลไปกลับกันได้ในเวลาเดียวกัน เช่น การสื่อสารโดยใช้โทรศัพท์

การสื่อสารแบบแอนะล็อก (analog) และดิจิทัล (digital)

โดยปกติแล้วสัญญาณที่เกิดขึ้นในเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นสัญญาณดิจิทัล (digital) แต่สัญญาณที่ใช้ส่งในตัวนำ สายส่ง และสื่อกลางที่มีอยู่อย่างแพร่หลายจะเป็นสัญญาณแบบแอนะล็อก (analog) ดังนั้นในการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ เราจะต้องทำการแปลงสัญญาณจากดิจิทัลเป็นแอนะล็อกก่อนส่งไปยังสายส่ง กระบวนการนี้เราเรียกว่า มอดูเลชัน (modulation) และเมื่อสัญญาณไปถึงยังเครื่องรับแล้ว จะต้องมีการแปลงสัญญาณแอนะล็อกจากสื่อกลางไปเป็นสัญญาณดิจิทัล กระบวนการนี้เราเรียกว่า ดีมอดูเลชัน (demodulation) ส่วนเครื่องแปลงสัญญาณกลับไปกลับมาเราเรียกว่า โมเด็ม (modem: modulator-demodulator)

อย่างไรก็ตาม การส่งในสายส่งแบบแอนะล็อก เช่น สายโทรศัพท์ นั้นจะถูกจำกัดความเร็วอยู่ที่ 56 กิโลบิตต่อวินาที แต่การสื่อสารกันภายในเครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถมีความเร็วได้ถึง 10 เมกะบิตต่อวินาที ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาสายโทรศัพท์แบบดิจิทัลขึ้นมา ทำให้การสื่อสารโดยผ่านสายส่งแบบนี้ไม่ต้องใช้โมเด็ม แต่ต้องใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์พิเศษเพิ่มขึ้นมา ระบบการส่งข้อมูลแบบดิจิทัลนี้มีตัวอย่างเช่น ระบบไอเอสดีเอ็น (ISDN: Integrated Service Digital Network) หรือระบบพรีอาร์ไอ (PRI: Primary Rate ISDN) ที่ใช้สายโทรศัพท์แบบดิจิทัล สามารถส่งสัญญาณได้ที่หลายช่องสัญญาณ ซึ่งทำให้ระบบพรีอาร์ไอนั้นสามารถส่งสัญญาณได้ถึง 1.544 เมกะบิตต่อวินาทีในระดับความกว้าง T1 และส่งสัญญาณได้ถึง 44.736 เมกะบิตต่อวินาทีในระดับความกว้าง T3 [17]

นอกจากระบบไอเอสดีเอ็นแล้ว ยังมีระบบการสื่อสารแบบดิจิทัลอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า เช่น ระบบดีเอสแอล (DSL: Digital Subscriber Line) ที่มีความเร็วในการสื่อสารข้อมูลถึง 52 เมกะบิตต่อวินาที ดีเอสแอลมีระบบย่อยอีกหลายแบบ (ผู้ให้บริการบางแห่งมีหลายระบบย่อยตามความเร็ว จึงอาจจะเรียกรวมว่าเป็นระบบเอ็กซ์ดีเอสแอล (xDSL)) ระบบดีเอสแอลเป็นบริการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงโดยใช้คู่สายโทรศัพท์ เหมาะกับการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (ความเร็วของการสื่อสารข้อมูลในระบบนี้จะแล้วแต่ผู้ให้บริการ กำหนดไว้สำหรับราคาต่างๆ) ในปี พ.ศ. 2559 นี้พบว่าในประเทศไทยมีการแข่งขันจากหลายผู้ให้บริการ ทำให้ความเร็วในการให้บริการนั้นมากขึ้นจากแต่ก่อน คืออยู่ที่มากกว่า 3 เมกะบิตต่อวินาทีสำหรับการดาวน์โหลด (download) ข้อมูล และ 512 กิโลบิตต่อวินาทีสำหรับการอัปโหลด (upload) ข้อมูล (ผู้ให้บริการบางราย อาจจะให้บริการที่ 10-50 เมกะบิตต่อวินาทีเลยทีเดียว) [18], [19] นอกจากนี้ยังมีการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงโดยใช้สายเคเบิลใยแก้วนำแสงซึ่งให้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลมากกว่าระบบดีเอสแอลอีกด้วย

ตัวกลางในการส่งข้อมูล

ในระบบสื่อสารข้อมูลส่วนมากจะมีการใช้ตัวกลางแบบผสมตามสภาพภูมิศาสตร์และความต้องการของผู้ใช้ ตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลที่พบได้บ่อยมีดังต่อไปนี้

1) สายคู่บิดเกลียว (twisted pairs) ทำด้วยสายทองแดงหุ้มฉนวนจับคู่แล้วบิดเป็นเกลียว เป็นสายส่งข้อมูลที่ได้รับความนิยมมาก สายคู่บิดเกลียวจะถูกรบกวนจากสัญญาณอื่นๆ ได้ง่าย แต่มีราคาถูกและติดตั้งง่าย ในคอมพิวเตอร์ส่วนมากจะมีช่องเสียบหัวของสายประเภทนี้อยู่ (ที่เรานิยมเรียกว่า ช่องต่ออีเธอร์เน็ต (Ethernet) หรือแลน (LAN)) อัตราการส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับชนิดย่อยของสายอีกที แต่โดยทั่วไปจะอยู่ที่ 100-1,000 เมกะบิตต่อวินาทีสำหรับสายประเภทแคทไฟว์อี (Cat5e) [20]

2) สายเคเบิลร่วมแกน (coaxial cable) จะมีตัวนำอยู่ในแกนกลางของสายแล้วหุ้มฉนวนและเปลือกเพื่อป้องกันการรบกวน สายเคเบิลร่วมแกนสามารถติดตั้งใต้ดินหรือน้ำได้ และสามารถเดินสายได้ยาวกว่าสายคู่บิดเกลียวในการวางสายช่วงหนึ่งๆ อัตราการส่งข้อมูลจะอยู่ประมาณ 10-100 เมกะบิตต่อวินาที [20]

3) สายเคเบิลใยแก้วนำแสง (optical fiber cable) ประกอบด้วยเส้นใยแก้วนำแสงขนาดเล็กๆ ใช้สัญญาณแสงส่งข้อมูล มีอัตราการส่งข้อมูลที่มากกว่าสายคู่บิดเกลียวและสายเคเบิลร่วมแกนมากเนื่องจากความเร็วของแสงและไม่มีสัญญาณรบกวนจากสัญญาณไฟฟ้าอื่นๆ แต่การเชื่อมต่อสายทำได้ยาก และสายเปราะบางแตกหักง่าย สายเคเบิลใยแก้วนำแสงมีอัตราการส่งข้อมูลสูงมาก ในปี ค.ศ. 2014 มีรายงานว่านักวิจัยของประเทศเนเธอร์แลนด์และสหรัฐอเมริกาสามารถส่งข้อมูลผ่านสายเคเบิลใยแก้วนำแสงได้ถึง 32 เทระบิตต่อวินาที [21]

แตเมื่อนำมาใช้จริงโดยทั่วไปอัตราการส่งข้อมูลจะต่ำกว่านี้มาก โดยอยู่ที่ระดับกิกะบิตต่อวินาที แต่ก็ยังสูงกว่าสายคู่บิดเกลียวและสายเคเบิลร่วมแกนอยู่ดี

4) คลื่นไมโครเวฟ (microwave) ใช้ในการส่งข้อมูลแบบไร้สายในเส้นทางที่ปราศจากสิ่งกีดขวาง (line of sight) ดังนั้นจึงต้องมีการติดตั้งสถานีไมโครเวฟในการส่งต่อสัญญาณเป็นช่วงๆ ปกติสถานีรับส่งไมโครเวฟจะอยู่ในที่สูงเพื่อไม่ให้มีสิ่งกีดขวางและอยู่ห่างกันประมาณ 30 กิโลเมตร

5) คลื่นความถี่วิทยุ (radio frequency) ใช้ในการส่งข้อมูลแบบไร้สายเช่นกัน แต่คลื่นวิทยุสามารถสะท้อนและหักเหได้ เราใช้คลื่นความถี่วิทยุในการส่งข้อมูลในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบเครือข่ายไร้สาย วิทยุพาย (wifi) และระบบดาวเทียม

2. โปรโตคอลในการสื่อสารข้อมูล

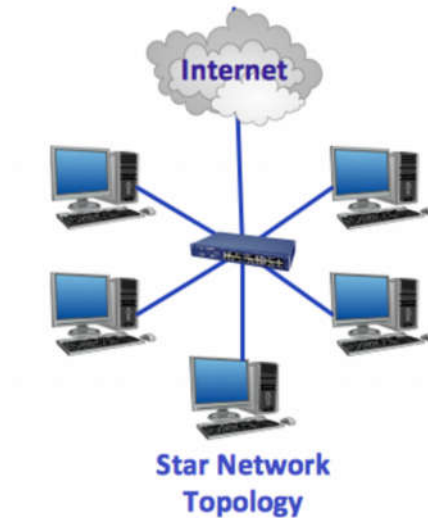
โปรโตคอล (protocol) เป็นกฎเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้คอมพิวเตอร์ที่อยู่ในเครือข่ายสามารถสื่อสารกันได้ โปรโตคอลเปรียบเทียบกับภาษานั้นเอง เช่น ประเทศไทยกำหนดให้ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาราชการ ผู้ที่จะติดต่อราชการในประเทศไทยก็ต้องใช้ภาษาไทยเท่านั้น ไม่เช่นนั้นก็จะคุยกันไม่รู้เรื่อง ในเครือข่ายหนึ่งสามารถมีได้หลายโปรโตคอล แต่ในการสื่อสารนั้นเราจะต้องกำหนดโปรโตคอลไว้ในหัวของข้อความหรือก่อนข้อมูลที่เรากำลังจะสื่อสาร โปรโตคอลหลักที่ใช้ในการสื่อสารในอินเทอร์เน็ตปัจจุบัน คือ โปรโตคอลที่ซีพีไอพี (TCP/IP)

2.5.2 เครือข่ายคอมพิวเตอร์

1) โทโพโลยีของเครือข่าย (network topology)

โทโพโลยี (topology) ของเครือข่าย คือลักษณะการต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในเครือข่าย ซึ่งมีหลายแบบ แต่ในที่นี้เราจะอธิบายแบบพื้นฐาน 3 แบบ คือแบบรูปดาว (star) แบบบัส (bus) และแบบวงแหวน (ring) ในการอธิบายโทโพโลยีนี้ เราจะเรียกอุปกรณ์ในเครือข่ายหรือคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายว่า โหนด (node)

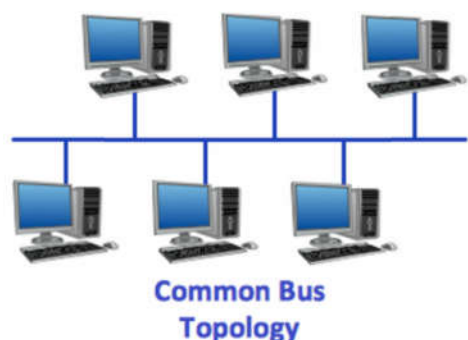
โทโพโลยีแบบรูปดาว (star) เป็นลักษณะการต่ออุปกรณ์ที่มีโนดอยู่ตรงกลาง (โดยทั่วไปจะเป็นเราเตอร์หรือสวิตช์) มีโนดต่างๆ ต่อเข้ากับโนดตรงกลางนี้และมีการสื่อสารถึงโนดตัวอื่นๆ ผ่านโนดตรงกลางนี้เช่นกัน ดังนั้นถ้าการสื่อสารระหว่างตัวกลางกับโนดใดๆ ล้มเหลวก็จะไม่กระทบกับการสื่อสารของโนดตัวอื่นๆ แต่ถ้าโนดตัวกลางเกิดล้มเหลวขึ้นมา การสื่อสารก็จะล้มเหลวทั้งระบบ



รูปที่ 1 ตัวอย่างโทโพโลยีแบบรูปดาว

ที่มา: <http://www.conceptdraw.com/examples/topologies>

โทโพโลยีแบบบัส (bus) เป็นลักษณะการต่ออุปกรณ์ที่มีสายส่งหลักเส้นเดียว แล้วแต่ละโนดจะต่อเข้ากับเครือข่ายและสื่อสารผ่านสายส่งเส้นนี้ ทำให้ ณ ขณะหนึ่งจะมีเพียงโนดเดียวเท่านั้นที่สามารถส่งข้อมูลได้ หากมีการส่งข้อมูลมาในเวลาที่ยกกันโนดที่กำลังส่งข้อมูลทั้งหมดจะต้องหยุดส่งและพยายามส่งใหม่ที่หลัง โดยหวังว่าจะไม่มีเครื่องอื่นส่งมาพร้อมกันอีก ข้อดีของการต่อเครือข่ายแบบนี้คือเราสามารถเพิ่มโนดได้เลยโดยไม่กระทบกับการทำงานของโนดอื่น แต่ข้อมูลที่ส่งเข้าสายส่งก็จะถูกเห็นโดยโนดทั้งหมดในเครือข่ายนั้น

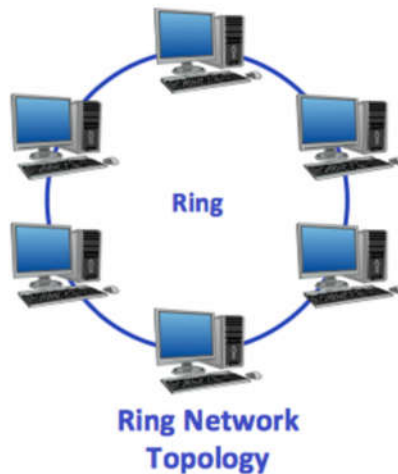


รูปที่ 2 ตัวอย่างโทโพโลยีแบบบัส

ที่มา: <http://www.conceptdraw.com/examples/topologies>

โทโพโลยีแบบวงแหวน (ring) เป็นลักษณะการต่ออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อโนดต่างๆ เป็นแบบลูกโซ่วงกลม โดยมีทิศทางการสื่อสารทางเดียว การส่งข้อมูลในเครือข่ายจะส่งให้เพื่อนบ้านหรือโนดที่ติดกัน หากโนดนั้น

ตรวจสอบแล้วพบว่าไม่ใช่ข้อมูลของตัวเองก็จะส่งต่อไปที่อยู่อัดกันต่อไปเรื่อยๆ จนถึงปลายทาง การส่งแบบนี้ทำให้โนดในเครือข่ายบางโนดสามารถเห็นข้อมูลที่ไม่ใช่ของตัวเองได้ และหากโนดใดโนดหนึ่งในเครือข่ายล้มเหลวก็จะทำให้ระบบล้มเหลวเช่นกัน



รูปที่ 3 ตัวอย่างโทโพโลยีแบบวงแหวน

ที่มา: <http://www.conceptdraw.com/examples/topologies>

2) ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) เครือข่ายวงกว้าง (WAN) และอินเทอร์เน็ต (Internet)

เราว่าการต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันหลายๆ เครื่องและใช้โปรโตคอลในการสื่อสารนั้นทำให้เกิดระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขึ้นมา แต่ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็ยังสามารถแบ่งได้ตามขนาดและลักษณะการใช้งานของเครือข่าย ได้แก่ ระบบเครือข่ายท้องถิ่น ระบบเครือข่ายวงกว้าง และอินเทอร์เน็ต

ระบบเครือข่ายท้องถิ่น หรือ แลน (LAN: local area network) เป็นเครือข่ายที่รวมคอมพิวเตอร์ที่ต้องการเชื่อมกันเพื่อใช้ทรัพยากรในระบบร่วมกัน เช่น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูล ระบบแลนใช้สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่อยู่ไม่ไกลกันมาก เช่น ระหว่างคอมพิวเตอร์ในอาคารหรือสำนักงานใกล้กัน โดยระบบแลนจะใช้อุปกรณ์คร่าวๆ ดังนี้

- แผงวงจรเครือข่าย (network interface card: NIC) ใช้เสียบหรือบรรจุอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ต่อกับสายส่ง หรือใช้รับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุในการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น แผงวงจรเครือข่ายจะมีเลขประจำตัวซึ่งจะไม่ซ้ำกันเลยทั้งโลก

- สายส่งนำสัญญาณ อาจจะเป็นสายคู่บิดเกลียว (twisted pairs) สายเคเบิลร่วมแกน (coaxial cable) สายเคเบิลเส้นใยนำแสง (optical fiber cable) หรืออาจจะมีสายส่งเลยก็ได้ถ้าเป็นระบบแลนแบบไร้สาย (wireless LAN) ซึ่งจะใช้คลื่นสัญญาณวิทยุแทนในการสื่อสารแทน

- สวิตช์ (switch) และเราเตอร์ (router) ใช้สำหรับส่งต่อข้อมูลจากเครือข่ายหนึ่งไปอีกเครือข่ายหนึ่ง รวมทั้งหาเส้นทางการส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายด้วย

คอมพิวเตอร์ที่อยู่ในแลนหนึ่งๆ นั้นโดยมากจะสื่อสารกันด้วยโปรโตคอลอีเธอร์เน็ต (Ethernet) ที่ใช้โทโพโลยีแบบดาว ในบางกรณีสายส่งไม่สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน จึงได้มีการกำหนดกฎเกณฑ์ในการส่งข้อมูลเพื่อไม่ให้เกิดการชนกันของข้อมูล เรียกว่า วิธีซีเอสเอ็มเอซีดี (CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) ซึ่งเครื่องที่ต้องการส่งข้อมูลจะต้อง “ฟัง” ว่ามีการส่งข้อมูล ณ ขณะนั้นหรือไม่ หากไม่มีจึงค่อยส่งข้อมูล แต่ถ้าส่งไปแล้วข้อมูลเกิดชนกับอีกฝั่งทุกเครื่องจะต้องหยุดการส่งข้อมูล รอเป็นระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงพยายามส่งข้อมูลเข้าสายใหม่ ในห่อหรือก้อนข้อมูล (frame) ที่ส่งโดยอีเธอร์เน็ตนั้น บรรจุก้อนข้อมูล (packet) ที่ใช้โปรโตคอลทีซีพีไอพี (TCP/IP) ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ในอินเทอร์เน็ตได้

ระบบเครือข่ายท้องถิ่นหรือแลนที่อยู่ห่างกันจะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยระบบเครือข่ายวงกว้าง หรือ แวน (WAN: Wide Area Network) เช่น การต่อระบบแลนที่สำนักงานในกรุงเทพให้เข้ากับระบบแลนที่สำนักงานที่ต่างจังหวัด ซึ่งการต่อนี้อาจจะต่อเข้ากับระบบโทรศัพท์ หรือต่อเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ต (Internet) เป็นระบบเครือข่ายที่ซับซ้อนมากเพราะเป็นเครือข่ายที่ต่อระบบเครือข่ายอื่นๆ ทั้งโลกเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกมุมโลกสามารถสื่อสารกันได้ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะใช้โปรโตคอลทีซีพีไอพี (TCP/IP) ในการสื่อสารโดยไม่มีการควบคุมการต่อเครือข่ายโดยองค์กรใดองค์กรหนึ่ง ในการรับส่งข้อมูลในอินเทอร์เน็ต คอมพิวเตอร์จะต้องทราบที่อยู่ที่เราเรียกว่าที่อยู่ไอพี (IP address) ปลายทาง หรือชื่อของเครื่องที่จะรับข้อมูล (กระบวนการที่จะเปลี่ยนชื่อของเครื่องให้เป็นที่อยู่ไอพีจะใช้บริการดีเอ็นเอส (DNS)) ข้อมูลจะถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายที่ซับซ้อนนี้โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบเส้นทางการเดินทางของข้อมูลเพราะเราเตอร์ สวิตช์ และอุปกรณ์อื่นๆ ในอินเทอร์เน็ตจะจัดการให้เองโดยอัตโนมัติ

3) ระบบการกระจายการทำงาน (distributed application) ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ระบบการกระจายการทำงาน (distributed application) ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถเป็นแบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ (client-server) หรือแบบเพียร์ทูเพียร์ (peer to peer) ก็ได้ ระบบการทำงานแบบ

ไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์นั้น จะมีคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นตัวบริการข้อมูลหรือบริการอื่นๆ เรียกว่า เซิร์ฟเวอร์ ที่เซิร์ฟเวอร์อาจจะมีที่เก็บข้อมูล เครื่องพิมพ์ความเร็วสูง หรืออุปกรณ์อื่นๆ ไว้บริการ ส่วนตัวรับบริการที่เรียกว่าไคลเอนต์ จะส่งคำสั่งขอรับบริการต่างๆ ไปที่เซิร์ฟเวอร์ เมื่อเซิร์ฟเวอร์ได้รับคำสั่งและประมวลผลตามที่ไคลเอนต์ต้องการแล้ว ก็จะส่งผลหรือข้อมูลกลับมาให้ไคลเอนต์เพื่อที่ไคลเอนต์จะนำผลหรือข้อมูลนั้นไปใช้ต่อไป

ส่วนการทำงานแบบเพียร์ทูเพียร์นั้น จะไม่มีเครื่องใดเป็นเซิร์ฟเวอร์หลักเพื่อควบคุมการบริการหรือการทำงานในเครือข่าย นั่นคือคอมพิวเตอร์ในระบบนี้มีสถานะเท่ากันหมดและแบ่งปันทรัพยากรในเครือข่ายคือทุกเครื่องสามารถเป็นได้ทั้งผู้ให้บริการและผู้รับบริการ เพียร์ทูเพียร์ถูกออกแบบมาให้กระจายงานหรือการประมวลผลออกไปยังคอมพิวเตอร์หลายเครื่อง [22] ซึ่งต่างจากระบบเซิร์ฟเวอร์ที่การประมวลผลหลักจะอยู่ที่ตัวเซิร์ฟเวอร์เครื่องเดียว ข้อดีคือหากเครื่องใดเครื่องหนึ่งล้มเหลว ก็ยังมีทรัพยากรในเครื่องอื่นๆ ที่สามารถให้บริการได้ แต่ข้อเสียคือการทำงานอาจจะช้ากว่าระบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ได้

4) ตัวอย่างการใช้งานในระบบเครือข่าย

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ อีเมล (email) เป็นการแลกเปลี่ยนรับส่งข่าวสารในลักษณะข้อความจดหมายจากบัญชีผู้ใช้หนึ่งไปยังบัญชีผู้ใช้อื่นๆ ซึ่งตัวอีเมลจะถูกเก็บอยู่ในเมลเซิร์ฟเวอร์ (mail server) โดยผู้ใช้สามารถใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรมอีเมล เช่น เอาต์ลุค (Outlook) หรือ จีเมล (Gmail) ดึงอีเมลของตัวเองมาจากเมลเซิร์ฟเวอร์เพื่ออ่านอีเมลและเขียนอีเมลในคอมพิวเตอร์ของตนเองได้

การแบ่งปันทรัพยากรและไฟล์ (resource and file sharing) เป็นการเข้าถึงไฟล์หรือทรัพยากรอื่น เช่น เครื่องพิมพ์ ร่วมกันผ่านระบบเครือข่าย นั่นคือไฟล์หรือทรัพยากรอาจจะถูกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง แต่เราอนุญาตให้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นเข้าถึงทรัพยากรนั้นผ่านระบบเครือข่าย โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเดินไปที่เครื่องนั้นๆ จริง หรือผู้ใช้อาจจะไม่รู้เลยก็ได้ว่าเครื่องนั้นอยู่ที่ไหน รู้แต่เพียงว่ามีทรัพยากรที่เราต้องการใช้อยู่ ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการแบ่งปันไฟล์ เช่น ดรอปบ็อกซ์ (Dropbox) กูเกิลไดรฟ์ (Google Drive)

การประชุมทางไกล (teleconference) เป็นการประชุมโดยที่ผู้เข้าร่วมประชุมไม่จำเป็นต้องอยู่ที่เดียวกัน ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาอยู่ร่วมกัน นั่นหมายความว่าผู้เข้าร่วมประชุมอาจจะอยู่ห่างกันครึ่งโลกก็ได้ โดยปกติแล้วการประชุมทางไกลจะมีการส่งทั้งเสียงและภาพเคลื่อนไหวผ่านระบบเครือข่ายด้วยคุณภาพการส่งต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครือข่ายในแต่ละที่ ดังนั้น นอกจากเราจะต้องมีคอมพิวเตอร์ที่ต่อ

กับเครือข่ายแล้วเรายังต้องมีไมโครโฟนและกล้องวิดีโออีกด้วย แต่จริงๆ แล้วการส่งเฉพาะเสียงก็สามารถถือได้ว่าเป็นการประชุมทางไกลได้เช่นกัน ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประชุมทางไกล เช่น สไกป์ (Skype) กูเกิลแฮงก์เอาต์ (Google Hangout)

ระบบบริการออนไลน์ (online service) บางบริษัทได้เปิดให้บริการต่างๆ โดยต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เข้ากับเซิร์ฟเวอร์หรือตัวให้บริการผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น บริการที่ผู้ใช้สามารถสืบค้นข้อมูล ขอข้อมูล สอบถามปัญหาที่บริษัทให้บริการอยู่ เช่น ข้อมูลพยากรณ์อากาศ ข่าว เกม การศึกษา ข้อมูลการเงิน ข้อมูลการอัปเดตซอฟต์แวร์ ทั้งนี้อาจจะผ่านโปรแกรมเฉพาะอย่างหรือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ก็ได้

เวิร์ลไวด์เว็บ (World Wide Web: WWW) หรือเรียกสั้นๆ ว่า เว็บ (web) เป็นพื้นที่เก็บข้อมูลขนาดใหญ่ โดยข้อมูลแต่ละชิ้นจะถูกเก็บไว้ที่เว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) และใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (web browser) ในการเรียกข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์นั้นมาดูที่เครื่องของผู้ใช้ เราสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ผ่านที่อยู่ที่เรียกว่า ยูอาร์แอล (URL) ข้อมูลจะอยู่ในรูปของภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) และสามารถเชื่อมต่อ (link) ไปยังข้อมูลตัวอื่นในเว็บได้ ดังที่ได้อธิบายไว้ในบทก่อนหน้านี้แล้ว บนเว็บนี้มีบริการออนไลน์เป็นจำนวนมากที่เราสามารถเข้าถึงผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้เลย บริการที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เช่น สังคมออนไลน์ การสืบค้นข้อมูลออนไลน์ ธนาคารออนไลน์ ที่เก็บข้อมูลออนไลน์ แอปพลิเคชันออนไลน์ และการใช้ทรัพยากรต่างๆ ออนไลน์