

บทที่ 4

เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์

ระบบคอมพิวเตอร์

- **คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์(computer hardware)** คืออุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์หรือชุดคำสั่ง เพื่อให้เกิดการ
 - รับข้อมูล(data) จากส่วนนำเข้า(input unit)
 - แล้วนำมาประมวลผลโดยส่วนประมวลผล(processing unit)
 - จนเกิดเป็นสารสนเทศ(information) ออกทางส่วนแสดงผล(output unit)
 - นอกจากนี้ยังสามารถเก็บสารสนเทศเหล่านี้ไว้ในหน่วยสำรองข้อมูล(secondary storage) เพื่อสามารถนำกลับมาใช้หรือปรับแก้ไขได้ตามต้องการในภายหลัง

ระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน 1 ระบบ ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 6 ส่วน คือ

1. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)
2. หน่วยความจำหลัก หรือหน่วยเก็บข้อมูลปฐมภูมิ (Main memory or primary storage)
3. หน่วยความจำสำรอง (Secondary storage)
4. หน่วยรับข้อมูล (Input unit)
5. หน่วยแสดงผล (Output unit)
6. อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Communication device)

ส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน

chapter 1-7 - Microsoft Word

หน่วยประมวลผลกลาง (central processing unit)

อุปกรณ์รับข้อมูล (input unit)

อุปกรณ์แสดงผล (output unit)

สายส่งผ่านข้อมูล (bus)

หน่วยความจำหลัก (main storage)

หน่วยความจำรอง (secondary storage)

อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (communication device)

ภาพ แสดงส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน

หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)

หน่วยประมวลผลกลางหรือที่เรียกกันว่า ซีพียู (CPU) เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญที่สุด เปรียบเสมือนสมองของระบบคอมพิวเตอร์ และเป็นหน่วยที่มีความซับซ้อนมากที่สุด โดยจะทำหน้าที่หลัก 2 ประการคือ

1. ประมวลผลคำสั่งที่ผู้ใช้งานป้อนเข้ามาเก็บไว้ที่หน่วยความจำหลักและสั่งการให้คอมพิวเตอร์ทำตามคำสั่ง
2. ควบคุมการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ กับหน่วยความจำหลัก โดยทุกอุปกรณ์จะใช้เส้นทางผ่านข้อมูล หรือ บัส ร่วมกันในการรับส่งข้อมูล

ซีพียู ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ หน่วยคำนวณและตรรกะ (arithmetic and logical unit) และหน่วยควบคุม (control unit)

1. **หน่วยคำนวณและตรรกะ (Arithmetic and Logical Unit : ALU)** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ทางคณิตศาสตร์ และการเปรียบเทียบทางตรรกะ โดยใช้หลักคณิตศาสตร์แบบบูลีน (Boolean) เช่น และ หรือ เท่ากับ มากกว่า มากกว่าหรือเท่ากับ เป็นต้น

46

start 46/102 วันทศ 22ธ.ค. น. 26 ค. 42 REC TRK EXT OVR โทษ chapter 1-7 - Microso... Microsoft PowerPoint ... TH 12:04

หน่วยประมวลผลกลาง

(CENTRAL PROCESSING UNIT : CPU)

หน่วยประมวลผลกลางหรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า ซีพียู (CPU) เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญที่สุด เปรียบเสมือนสมองของระบบคอมพิวเตอร์ และเป็นหน่วยที่มีความซับซ้อนมากที่สุด โดยจะทำหน้าที่หลัก 2 ประการคือ

1. **ประมวลผลคำสั่ง**ที่ผู้ใช้งานป้อนเข้ามาเก็บไว้ที่หน่วยความจำหลัก และสั่งการให้คอมพิวเตอร์ทำตามคำสั่ง
2. **ควบคุมการรับส่งข้อมูล**ระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ กับหน่วยความจำหลัก โดยทุกอุปกรณ์จะใช้เส้นทางส่งผ่านข้อมูล หรือ บัส ร่วมกันในการรับส่งข้อมูล

ชีฟิยุ ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ หน่วยคำนวณและตรรกะ (arithmetic and logical unit) และหน่วยควบคุม(control unit)

1. หน่วยคำนวณและตรรกะ(Arithmetic and Logical Unit : ALU) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคำนวณตามหลักคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ทางคณิตศาสตร์ และการเปรียบเทียบทางตรรกะ โดยใช้หลักคณิตศาสตร์แบบบูลีน (Boolean) เช่น และ หรือ เท่ากับ มากกว่า มากกว่าหรือเท่ากับ เป็นต้น

2. หน่วยควบคุม(Control Unit : CU) ทำหน้าที่สั่งงานและควบคุมการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของระบบคอมพิวเตอร์ กระบวนการทำงานของหน่วยควบคุมแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

- (1) รับโปรแกรมคำสั่งจากหน่วยความจำหลักทีละหนึ่งคำสั่ง
- (2) แปลโปรแกรมคำสั่งให้เป็นคำสั่งที่เครื่องจะนำไปประมวลผล
- (3) ประมวลผลคำสั่งโดยหน่วยคำนวณและตรรกะ และจัดการส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ที่คำสั่งนั้นอ้างถึง
- (4) บันทึกผลการประมวลลงในหน่วยความจำหลัก

- กระบวนการทำงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการทำงานหนึ่งคำสั่ง เรียกว่า วงรอบเครื่อง (Machine cycle) การอ่านและการทำตามคำสั่งของ CPU นั้นจะทำได้ครั้งละ 1 คำสั่ง (Instruction) เท่านั้น
- ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์อาจวัดได้โดยใช้ปริมาณ คำสั่งที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทำได้ในเวลา 1 วินาที เครื่องคอมพิวเตอร์ รุ่นใหม่จะมีความเร็วในการประมวลคำสั่งสูงมาก อยู่ในระดับล้าน คำสั่งต่อหนึ่งวินาที หรือมีหน่วยเป็น **MIPS (ย่อมาจาก Million of Instruction per Second)**

- ปัจจุบันมีการเพิ่มส่วนประกอบของซีพียูไว้ในหน่วยคำนวณและตรรกะและหน่วยควบคุม ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่มีความเร็วสูงนี้เรียกว่า **รีจิสเตอร์(register)** จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้ชั่วคราวเหมือนหน่วยความจำหลัก แต่มีความเร็วสูงกว่า การทำงานของแต่ละรอบของซีพียูจะอ่านข้อมูลไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ และประมวลผลจนเสร็จสมบูรณ์ในแต่ละรอบแล้ว ข้อมูลจึงจะถูกย้ายไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำหลัก

- นอกจากนี้ ได้มีการคิดค้นชิปรุ่นใหม่ที่เรียกว่า **ริส(RISC ย่อมาจาก reduced instruction set computing)** เป็นชิปของซีพียูที่มีการลดชุดคำสั่งที่ไม่ค่อยใช้ลงให้เหลือเฉพาะชุดคำสั่งที่มีการใช้บ่อย
- ซึ่งแตกต่างจากซีพียูตามแบบ**ซิส(CISC ย่อมาจาก complex instruction set computer)** ซึ่งประกอบด้วยชุดคำสั่งจำนวนมาก วิธีการประมวลผลโดยลดชุดคำสั่งที่ไม่ค่อยใช้ลง จะทำให้ซีพียูแบบริสประมวลผลคำสั่งพื้นฐานได้เร็วกว่าซีพียูแบบซิส แต่ซีพียูแบบซิสจะประมวลผลชุดคำสั่งที่ซับซ้อนได้เร็วกว่าซีพียูแบบริส ซึ่งทำให้การประมวลผลโดยรวมเร็วขึ้น โดยส่วนมากจะนำมาใช้กับงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเครื่องเวิร์กสเตชัน(workstation)

- ในระบบคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ เช่น เครื่องระดับเวิร์กสเตชัน (workstation) หรือเซิร์ฟเวอร์ของระบบเครือข่าย(network server) มักจะมีซีพียูมากกว่า 1 หน่วย ซึ่งการมีซีพียูจำนวนมากๆ จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานได้มากกว่าหนึ่งคำสั่งพร้อมกันหรือทำงานกับโปรแกรม ได้มากกว่า 1 โปรแกรม พร้อมกัน คุณสมบัติเช่นนี้เรียกว่า **มัลติโพรเซสซิง(multiprocessing)** นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้โดยการใช้ **โคโพรเซสเซอร์(coprocessor)** ซึ่งเป็นซีพียู อีกตัวที่ทำหน้าที่เฉพาะด้าน เช่น ช่วยในการคำนวณตัวเลขหรือภาพกราฟิก

หน่วยความจำหลัก

(MAIN MEMORY UNIT OR PRIMARY STORAGE)

- คือ หน่วยที่ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลไว้ชั่วคราวในขณะที่มีการประมวลผล บางทีจึงเรียกว่า หน่วยเก็บข้อมูลปฐมภูมิ หน่วยความจำหลักเป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับซีพียู เพื่อใช้เก็บข้อมูลหรือโปรแกรมในระหว่างการประมวลผล ในการทำงานของคอมพิวเตอร์นั้น
- เมื่อประมวลผลได้ผลลัพธ์ ซีพียูจะเก็บผลลัพธ์ที่ได้ไว้ในหน่วยความจำหลักก่อนที่จะแสดงผล หรือนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองต่อไป
- จะเห็นว่าหากคอมพิวเตอร์มีขนาดของหน่วยความจำหลักมาก ก็จะสามารถเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่หรือโปรแกรมที่มีความซับซ้อนในขณะที่ทำการประมวลผลได้ และทำให้การประมวลผลทำงานได้เร็วขึ้น

- หน่วยที่ใช้ในการวัดความจุของหน่วยความจำมีหน่วยเป็นจำนวนไบต์ (byte) ซึ่งมีหน่วยวัดแตกต่างกัน ในทางปฏิบัติแล้วหน่วยความจำขนาด **1 กิโลไบต์ จะมีขนาดความจุจริงเท่ากับ 1,024 ไบต์**
- หน่วยความจำหลักที่มีขนาด **128 เมกะไบต์ หรือ 128 MB** จึงหมายถึงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์มีพื้นที่หรือความจุสำหรับเก็บข้อมูลและโปรแกรมในขณะที่ประมวลผลโดยประมาณเท่ากับ 128 ล้านตัวอักษร

ตารางแสดงหน่วยวัดความจุของหน่วยความจำ

ชื่อหน่วย	ชื่อย่อ	ขนาดความจุโดยประมาณ
ไบต์(byte)	B	1 ไบต์ หรือ 1 ตัวอักษร
กิโลไบต์(kilobyte)	KB หรือ K	1×10^3 ไบต์ หรือ 1 พันตัวอักษร
เมกะไบต์(megabyte)	MB	1×10^6 ไบต์ หรือ 1 ล้านตัวอักษร
กิกะไบต์(gigabyte)	GB	1×10^9 ไบต์ หรือ 1 พันล้านตัวอักษร
เทราไบต์(terabyte)	TB	1×10^{12} ไบต์ หรือ 1 ล้านล้านตัวอักษร

- หน่วยความจำหลักแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ หน่วยความจำหลักอ่านอย่างเดียว(read only memory) และหน่วยความจำหลักเข้าถึงโดยสุ่ม(random access memory)

1. หน่วยความจำอ่านอย่างเดียว

- นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า รอม(ROM ย่อมาจาก read only memory) คือ หน่วยความจำที่สามารถอ่านได้อย่างเดียว ไม่สามารถทำการบันทึกข้อมูลหรือชุดคำสั่งลงไปได้ ส่วนใหญ่จะใช้ในการเก็บคำสั่งเริ่มต้นการทำงานหรือชุดคำสั่งที่สำคัญๆ ของระบบคอมพิวเตอร์ โดยเก็บไว้ในชิปชื่อไบออส(BIOS ย่อมาจาก basic input/output system) ซึ่งผู้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกชุดคำสั่งต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำนี้แล้ว
- เนื่องจากรอมมีคุณสมบัติในการเก็บข้อมูลไว้ได้ตลอดโดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้าหล่อเลี้ยง (non-volatile) นั่นคือ แม้จะปิดเครื่องไปแล้ว เมื่อเปิดเครื่องใหม่ข้อมูลในรอมก็ยังคงอยู่เหมือนเดิม แต่ข้อเสียของรอมคือ หน่วยความจำชนิดนี้จะไม่สามารถแก้ไขหรือเพิ่มเติมชุดคำสั่งได้ในภายหลัง รวมทั้งมีความเร็วในการทำงานช้ากว่าหน่วยความจำแบบแรม

1. หน่วยความจำอ่านอย่างเดียว

ปัจจุบันนี้วิวัฒนาการของ ROM ก้าวหน้าไปมาก โดยมีการพัฒนาหน่วยความจำรอมที่เป็นชิปที่พิเศษแบบต่างๆ อีก คือ

1.1 PROM(programmable read-only memory) เป็นหน่วยความจำแบบ ROM ที่สามารถบันทึกด้วยเครื่องบันทึกพิเศษได้หนึ่งครั้ง จากนั้นจะไม่สามารถลบหรือเปลี่ยนแปลงได้อีก หน่วยความจำชนิดนี้ จะใช้ในงานที่ใช้ความเร็วสูง

1.2 EPROM(erasable PROM) เป็นหน่วยความจำ ROM ที่ใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตในการเขียนข้อมูล สามารถนำออกจากคอมพิวเตอร์ไปลบโดยใช้เครื่องมือพิเศษและบันทึกข้อมูลใหม่ได้ จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้กับงานของระบบที่มีโอกาสเกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใหม่

1.3 EEPROM(electrically erasable PROM) เป็นเทคโนโลยีใหม่ล่าสุดซึ่งรวมเอาข้อดีของรอมและแรมเข้าด้วยกัน กล่าวคือจะเป็นชิปที่ไม่ต้องใช้ไฟฟ้าในการหล่อเลี้ยง(non-volatile) และสามารถเขียน แก้ไขหรือลบข้อมูลที่เก็บไว้ได้ด้วยโปรแกรมพิเศษ โดยไม่ต้องถอดออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์เลย

***หน่วยความจำชนิดนี้มีราคาที่สูงและมีความจุข้อมูลต่ำ ทำให้การใช้งานยังจำกัดอยู่กับงานที่ต้องการความเร็วสูงและเก็บข้อมูลไม่มากนัก

2. หน่วยความจำหลักแบบแก้ไขได้

- หรือนิยมเรียกสั้นๆ ว่า **แรม(RAM ย่อมาจาก random access memory)** หมายถึง หน่วยความจำประเภทที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้โดยวิธีการสุ่ม
- หน่วยความจำชนิดนี้**จะต้องมีไฟฟ้าหล่อเลี้ยงตลอดเวลา**ในขณะที่ทำงาน แรมเป็น หน่วยความจำที่มีความเร็วสูง จึงเป็นที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลในคอมพิวเตอร์ เพื่อให้โปรเซสเซอร์ทำงานได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ที่เก็บข้อมูลอื่น เช่น ดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งมีความเร็วในการอ่านและบันทึกข้อมูลช้ากว่ามาก ขณะที่ซีพียูทำงานจึงต้องทำงานกับหน่วยความจำแรมที่มีความเร็วสูงเสมอ
- ดังนั้น **คอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำแรมมากก็จะสามารถทำงานได้เร็วขึ้น** เพราะมีเนื้อที่สำหรับเก็บคำสั่งของโปรแกรมต่างๆ ได้ทั้งหมด ไม่ต้องเรียกคำสั่งที่ใช้มาจากหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง ซึ่งจำทำให้การทำงานช้าลงอย่างมาก

2. หน่วยความจำหลักแบบแก้ไขได้

หน่วยความจำแรมที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ DRAM(dynamic RAM) และ SRAM(static RAM)

2.1 DRAM(dynamic RAM) เป็นหน่วยความจำที่มีการใช้งานมากที่สุดในปัจจุบัน จะมีวงจรคล้ายตัวเก็บประจุเพื่อจัดเก็บแต่ละบิตของข้อมูล ทำให้ต้องมีการจ่ายสัญญาณไฟฟ้าเข้าไปก่อนที่จะสูญหาย เรียกว่า การรีเฟรช(refresh) หน่วยความจำ DRAM จะมีข้อดีที่ราคาต่ำ แต่มีข้อเสียคือมีความเร็วไม่สูงนัก เนื่องจากต้องมีการรีเฟรชข้อมูลอยู่ตลอดเวลา หน่วยความจำ DRAM จะมีความเร็วอยู่ระหว่าง 50-150 nanosecond

2.2 SRAM(static RAM) เป็นหน่วยความจำที่มีความเร็วสูง พลังงานที่ SRAM ใช้จะน้อยมาก โดยสามารถใช้พลังงานจากถ่านนาฬิกาในการทำงานได้ถึงหนึ่งปี มีข้อเสียคือราคาสูง นิยมใช้ SRAM เป็นหน่วยความจำแคช เพื่อเสริมความเร็วให้กับหน่วยความจำ DRAM ในระบบคอมพิวเตอร์ความเร็วสูง

หน่วยความจำสำรอง

- หน่วยความจำสำรอง(secondary storage) เป็นหน่วยที่เก็บข้อมูลหรือโปรแกรมไว้เป็นถาวร และสามารถเรียกข้อมูลหรือโปรแกรมมาประมวลผลใหม่และบันทึกทับลงไปใหม่ได้ หน่วยความจำสำรองเป็นหน่วยความจำประเภทลบเลือนไม่ได้(non-volatile memory) หมายถึงข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำจะไม่หายไปเมื่อมีการปิดเครื่อง
- หน่วยความจำสำรองมีความสามารถในการอ่านและบันทึกข้อมูลได้ช้ากว่าหน่วยความจำหลัก แต่หน่วยความจำสำรองมีราคาถูกกว่าและเก็บข้อมูลได้จำนวนมากกว่า

หน่วยความจำสำรอง

- **ความเร็ว**ของหน่วยความจำสำรองถูกกำหนดโดยใช้ช่วงเวลาเข้าถึงข้อมูล(access time) หมายถึง เวลาที่ใช้ในการที่หัวอ่านของหน่วยบันทึกจะสามารถอ่านเพิ่มข้อมูลหรือดึงข้อมูลออกมาจากที่เก็บข้อมูล

***หน่วยความจำหลักสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในระดับเศษหนึ่งส่วนร้อยล้านวินาที หรือมีหน่วยเป็น nanosecond ส่วนเวลาในการเข้าถึงข้อมูลของหน่วยความจำสำรองอยู่ในระดับเศษหนึ่งส่วนพันวินาที

- **ความจุ(capacity)** ของหน่วยความจำสำรอง จะมีหน่วยความจุเช่นเดียวกับหน่วยความจำหลัก ความจุของหน่วยความจำสำรองผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนด ขึ้นอยู่กับประเภทของสื่อ เช่น โดยปกติแผ่นดิสก์เก็ต ขนาด 3.5 นิ้ว จะมีความจุที่ 1.44 เมกะไบต์(MB) หรือ 1.44 ล้านไบต์ หรือฮาร์ดดิสก์มีความจุที่ 30 กิกะไบต์(GB) หรือ 30 ร้อยล้านไบต์ เป็นต้น ความต้องการขนาดของหน่วยความจำสำรองขึ้นกับขนาดข้อมูลขององค์กร

หน่วยความจำสำรอง

หน่วยความจำสำรอง สามารถแบ่งตามลักษณะที่คอมพิวเตอร์สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ เป็น 2 ชนิด คือ

1. **หน่วยความจำสำรองประเภทที่สามารถเข้าถึงข้อมูลโดยตรง** หรือเป็นการเข้าถึงข้อมูลแบบสุ่ม(direct access หรือ random access) อุปกรณ์ชนิดที่สามารถเลื่อนหัวอ่านหรือบันทึกข้อมูลหน่วยความจำประเภทดิสก์ต่างๆ
2. **หน่วยความจำสำรองประเภทที่สามารถเข้าถึงข้อมูลโดยเรียงลำดับ** หัวอ่านและบันทึกจะต้องทำการอ่านหรือบันทึกข้อมูลตั้งแต่ตำแหน่งแรกเรียงลำดับกันไปจนถึงตำแหน่งสุดท้าย ซึ่งเรียกการเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวว่าการเข้าถึงข้อมูลแบบเรียงลำดับ(sequential access) ส่วนใหญ่จะใช้ในงานสำรองข้อมูลของระบบ ได้แก่ เทปแม่เหล็ก

1. หน่วยความจำสำรองประเภทที่สามารถเข้าถึงข้อมูลโดยตรง

1.1 จานแม่เหล็ก(Magnetic Disk) เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้มากและถูกใช้เป็นหน่วยเก็บข้อมูลที่ใช้ภายในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จนถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ จานบันทึกแม่เหล็กที่นิยมใช้กันได้แก่ ฟลอปปีดิสก์(floppy disk) ฮาร์ดดิสก์(hard disk) และไมโครดิสก์(microdisk)

1.2 แผ่นจานแสง(Optical Disk or Compact Disk or Laser Optical Disk) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีเลเซอร์ในการเก็บบันทึกและอ่านข้อมูล จุดเด่นที่สำคัญของจานแสง คือ การอ่านจะใช้ลำแสงส่องและสะท้อนกลับ

จานแสงมีขนาดเล็กกะทัดรัดสามารถพกพาได้สะดวก มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.75 นิ้ว และมีความจุตั้งแต่ 660 พันล้านบิตขึ้นไป หรือมากกว่า 300 เท่าของแผ่นกิสก์เก็ต

ประเภทของแผ่นจานแสงที่นำมาใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน คือ

1.3 แผ่นซีดีรอม(Compact Disk Read Only Memory : CD-ROM) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้บันทึกข้อมูลอย่างถาวร จึงเหมาะกับการที่ต้องการเก็บข้อมูลจำนวนมากและไม่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลง และสามารถเก็บข้อมูลในรูปข้อความ ข่าวสาร รูปภาพ เสียง รวมทั้งภาพวิดีโอ ไว้ในแผ่นซึ่งพร้อมที่จะนำมาใช้ได้ทันที

1.4 แผ่นซีดีอาร์(CD-R : Compact Disk-Recordable or WORM : WriteOnce/Read Many)

- เป็นแผ่นซีดีรอมที่ยอมให้ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลลงได้เพียงครั้งเดียวเมื่อใช้งานเป็นครั้งแรก หลังจากนั้นจะนำมาใช้อ่านเพียงอย่างเดียวได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการแต่จะไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้อีก
- ซีดีอาร์จึงเป็นจานแสงชนิดหนึ่งที่ใช้สามารถนำข้อมูลเข้าไปเก็บได้และเก็บไว้อย่างถาวร

1.5 แผ่นซีดีอาร์ดับเบิลยู(CD-RW : Compact Disk ReWritable) เป็นแผ่นซีดีที่สามารถบันทึกข้อมูลและอ่านข้อมูลได้หลายครั้งเท่าที่ต้องการ จึงเป็นแผ่นจานแสงที่มีเทคโนโลยีสมบูรณ์แบบเหมือนฮาร์ดดิสก์ กล่าวคือ สามารถเขียนอ่านได้เช่นเดียวกับฮาร์ดดิสก์ จึงเหมาะกับการด้านการบันทึกเก็บข้อมูลที่ต้องการขนาดความจุมากโดยไม่ต้องสิ้นเปลืองฮาร์ดดิสก์

1.6 แผ่นดีวีดี(DVD : Digital Video Disk or Digital Versatile Disk) เป็นแผ่นซีดีรอมอีกชนิดหนึ่งที่มีความจุสูงมาก คือบรรจุข้อมูลได้มากกว่า 4.7 พันล้านไบต์ จึงนิยมนำมาใช้กับงานที่ต้องการประสิทธิภาพสูง ได้แก่ งานด้านมัลติมีเดีย(multimedia) ที่ต้องการการแสดงผลทั้งภาพและเสียงอย่างมีคุณภาพที่ยอดเยี่ยมของเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น นำมาบรรจุภาพยนตร์ทั้งเรื่อง

2. หน่วยความจำสำรองประเภทที่สามารถเข้าถึงข้อมูลโดยเรียงลำดับ

หน่วยความจำสำรองแม่เหล็กเป็นหลัก เทปแม่เหล็กที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

2.1 เทปแม่เหล็ก(Magnetic Tape) ใช้กับงานที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลในลักษณะของการเรียงลำดับ

ข้อดี ของเทปแม่เหล็ก คือ มีอัตราการถ่ายทอข้อมูลเร็วมาก สามารถเก็บข้อมูลได้มาก เป็นการง่ายที่จะลบออกและนำไปบันทึกใหม่ มีราคาถูก สามารถใช้ได้ทั้งส่วนรับและส่งผล และสามารถนำไปใช้เป็นส่วนความจำได้อีกด้วย

ข้อจำกัด คือ จะแก้ไขหรือแทรกข้อมูลใหม่ลงไปในระหว่างข้อมูลเดิมที่บันทึกไว้แล้วได้ยาก และทำงานได้ช้า

2.2 เทปตลับ(Cartridge Tape) เป็นเทปแม่เหล็กที่มีลักษณะเป็นเทปตลับ สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์มินิ และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มีราคาถูกและขนาดเล็กกว่าเทปแม่เหล็กมาก สามารถพกพาติดตัวได้สะดวก แต่มีความจุมากกว่า

หน่วยรับข้อมูล

หน่วยรับข้อมูล(input unit) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้เข้าสู่หน่วยความจำหลัก ได้แก่

1. แป้นพิมพ์(Keyboard) เป็นหน่วยรับข้อมูลที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะเป็นอุปกรณ์มาตรฐานในการป้อนข้อมูลสำหรับเทอร์มินัลและเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก จำนวนแป้นพิมพ์แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน คือ

- ปุ่มอักขระ(character keys) สำหรับพิมพ์ตัวอักษร
- ปุ่มควบคุม(control keys) เป็นปุ่มที่ต้องใช้งานร่วมกับปุ่มอื่น มีหน้าที่เป็นปุ่มคำสั่ง
- ปุ่มฟังก์ชัน(function keys) เป็นปุ่มที่อยู่แถวบนสุดของแป้นพิมพ์
- ปุ่มตัวเลข(numeric keys) ช่วยอำนวยความสะดวกในการบันทึกตัวเลขเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์

แป้นพิมพ์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันจะใช้อัฒ 8 บิต แทนตัวอักษรหนึ่งตัว ทำให้สามารถแทนตัวอักขระได้ทั้งหมด 256 ตัว ซึ่งเพียงพอสำหรับการใช้งานทั้งอักขระภาษาอังกฤษและภาษาไทย

นอกจากนี้ยังมีแป้นพิมพ์บางประเภทที่ออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะด้าน เช่น แป้นพิมพ์ที่ใช้กับเครื่องฝาก-ถอนเงินอัตโนมัติ(automatic teller machine : ATM) หรือแป้นพิมพ์ที่ใช้ในร้านอาหารแบบเร่งด่วน เป็นต้น

หน่วยรับข้อมูล

2. เมาส์(Mouse) เป็นอุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง(pointing devices) มีหลายขนาดและมีรูปร่างต่างกันไป แต่ที่นิยมใช้จะมีขนาดเท่าฝ่ามือ มีลูกกลิ้งอยู่ด้านล่างหรือเป็นระบบแสง ส่วนด้านบนจะมีปุ่มให้กดจำนวนสอง สาม หรือสี่ปุ่ม แต่ที่นิยมใช้กันมากคือสองปุ่ม

ใช้ส่งข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำหลักโดยการเลื่อนเมาส์ให้ลูกกลิ้งด้านล่างหมุน เพื่อเป็นการเลื่อนตัวชี้ตำแหน่ง(cursor) บนจอภาพไปยังตำแหน่งที่ต้องการบนจอภาพ ทำให้การโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทำได้รวดเร็วกว่าแป้นพิมพ์

3. ลูกกลมควบคุม(Track Ball), แท่งชี้ควบคุม(Track Point), แผ่นรองสัมผัส (Touch Pad) อุปกรณ์ทั้งสามแบบนี้มักพบในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาเพื่อทำหน้าทีแทนเมาส์ เนื่องจากสามารถติดไว้กับตัวเครื่องได้เลย ทำให้พกพาได้สะดวกกว่าและใช้เนื้อที่ในการทำงานน้อยกว่าเมาส์

- **ลูกกลมควบคุม** เป็นลูกบอลเล็กๆ ซึ่งอาจวางอยู่หน้าจอภาพในเนื้อที่ของแป้นพิมพ์ หรือเป็นอุปกรณ์ต่างหากเช่นเดียวกับเมาส์ เมื่อผู้ใช้หมุนลูกบอล ก็จะเป็นการเลื่อนตำแหน่งของตัวชี้ตำแหน่งบนจอภาพ มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับเมาส์
- **แท่งชี้ควบคุม** เป็นแท่งพลาสติกเล็กๆ อยู่ตรงกลางแป้นพิมพ์ บังคับโดยใช้ นิ้วหัวแม่มือเพื่อเลื่อนตำแหน่งของตัวชี้ตำแหน่งบนจอภาพเช่นเดียวกับเมาส์
- **แผ่นรองสัมผัส** เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมที่วางอยู่หน้าแป้นพิมพ์ สามารถใช้นิ้ววาดเพื่อเลื่อนตำแหน่งของตัวชี้ตำแหน่งบนจอภาพเช่นเดียวกับเมาส์

หน่วยรับข้อมูล

4. **จอยสติค(Joy stick)** เป็นอุปกรณ์นำเข้าที่มีก้านสำหรับใช้โยกขึ้น ลง ซ้าย ขวา เพื่อย้ายตำแหน่งของตัวชี้ตำแหน่งบนจอภาพ มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับเมาส์ แต่จะมีแป้นกดเพิ่มเติมมาจำนวนหนึ่งสำหรับสั่งงานพิเศษ นิยมใช้กับการเล่นเกม คอมพิวเตอร์หรือควบคุมหุ่นยนต์
5. **จอภาพระบบไวต่อการสัมผัส(Touch-Sensitive Screen)** เป็นจอภาพแบบพิเศษ ซึ่งผู้ใช้เพียงแตะปลายนิ้วลงบนจอภาพในตำแหน่งที่กำหนดไว้ เพื่อเลือกการทำงานที่ต้องการ ซอฟต์แวร์ที่ใช้จะเป็นตัวค้นหาว่าผู้ใช้เลือกทางเลือกใดและทำงานให้ตามนั้น หลักการนี้นิยมใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ค่อยนักสามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการได้อย่างสะดวกรวดเร็ว จะพบการใช้งานมากในร้านอาหารแบบเร่งด่วน หรือใช้แสดงข้อมูลการท่องเที่ยว เป็นต้น

หน่วยรับข้อมูล

6. ปากกาแสง(Light pen) ใช้เซลล์ซึ่งมีความไวต่อแสงเป็นตัวกำหนดตำแหน่งบนจอภาพ รวมทั้งสามารถใช้วาดลักษณะหรือรูปแบบของข้อมูลให้ปรากฏบนจอภาพ การใช้งานทำได้โดยการแตะปากกาแสงไปบนจอภาพตามตำแหน่งที่ต้องการ นิยมใช้กับงานคอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ(CAD หรือ computer aided design) รวมทั้งนิยมใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนข้อมูลโดยการเขียนด้วยมือในคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก เช่น PDA เป็นต้น

7. เครื่องอ่านพิกัด(Digitizing tablet) ประกอบด้วยกระดานที่มีเส้นแบ่ง(grid) ซึ่งสามารถใช้ปากกาเฉพาะที่เรียกว่า stylus ชี้ไปบนกระดานนั้น เพื่อส่งข้อมูลตำแหน่งเข้าไปยังคอมพิวเตอร์ ปรากฏเป็นลายเส้นบนจอภาพ เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กับงานด้าน CAD เช่น ใช้ในการออกแบบรถยนต์รุ่นใหม่ ตึกอาคาร อุปกรณ์ทางการแพทย์ และหุ่นยนต์ เป็นต้น

หน่วยรับข้อมูล

8. **เครื่องอ่านสแกนเนอร์(Data Scannig Devices)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ระบบการวิเคราะห์แสง(optical recognition systems) ช่วยให้มีการพิมพ์ข้อมูลเข้าน้อยที่สุด โดยจะอ่านข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยการใช้ลำแสงกวาดผ่านข้อความหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ที่พิมพ์ไว้ เพื่อนำไปแยกแยะรูปแบบต่อไป
9. **เอ็มไอซีอาร์(Magnetic Ink Character Recognition-MICR)** เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในวงการธนาคาร เนื่องจากปัจจุบันมีจำนวนผู้นิยมใช้เช็คมากขึ้น จึงมีผู้คิดวิธีการตรวจสอบเช็คให้รวดเร็วมีประสิทธิภาพ และเชื่อถือได้ โดยได้ประดิษฐ์เครื่อง MICR ขึ้นใช้ โดยเครื่องจะทำการเข้ารหัสธนาคาร รหัสสาขา เลขที่บัญชี และเลขที่เช็ค ไว้ที่บรรทัดล่างสุดของเช็คด้วยผงหมึกพิเศษที่เป็นผงแม่เหล็ก

หน่วยรับข้อมูล

10. **เครื่องอ่านรหัสบาร์โค้ด(Bar Code Reader)** เป็นอุปกรณ์อ่านรหัสในรูปแบบของแถบสีดำและขาวต่อเนื่องกันไป เรียกว่ารหัสบาร์โค้ด เพื่อเรียกข้อมูลของรายการนั้น เช่น ราคาสินค้า จำนวนที่เหลืออยู่ในคลังสินค้า เป็นต้น ออกมาจากฐานข้อมูล แล้วจึงทำการประมวลผลข้อมูลรายการนั้นและทำงานต่อไป
11. **สแกนเนอร์(Scanner)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้อ่านหรือสแกน(scan) ข้อมูลบนเอกสารเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีส่งแสงไปยังวัตถุที่ต้องการสแกน แสงที่ส่งไปยังวัตถุแล้วสะท้อนกลับมากจะถูกส่งผ่านไปทีเซลล์ไวแสง(charged-coupled device หรือ CCD) ซึ่งจะทำการตรวจจับความเข้มของแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุและแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลทางดิจิทัล เอกสารที่อ่านอาจจะประกอบด้วยข้อความหรือรูปภาพกราฟิกก็ได้

หน่วยรับข้อมูล

12. เครื่องรู้จักอักขระด้วยแสง(Optical Character Recognition- OCR) โอซีอาร์เป็นอุปกรณ์สำหรับอ่านข้อมูลที่เป็นตัวอักขระบนเอกสารต่างๆ และทำการแปลงข้อมูลแบบดิจิทัลที่อ่านได้ไปเป็นตัวอักษรโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวกในการนำข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะในงานที่ต้องเกี่ยวข้องกับการจัดเก็บเอกสารจำนวนมาก เช่น ห้องสมุดต่างๆ ที่ต้องมีการจัดเก็บหนังสือเข้าสู่ไมโครฟิล์มหรืออุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์อื่นๆ เป็นต้น

13. เครื่องอ่านเครื่องหมายด้วยแสง(Optical Mark Reader-OMR) โอเอ็มอาร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลักการอ่านสัญลักษณ์ หรือเครื่องหมายที่ระบายด้วยดินสอลงในตำแหน่งที่กำหนด ตัวอย่างเช่น ข้อสอบแบบเลือกคำตอบ เป็นต้น โดยดินสอ นั้นต้องมีสารแม่เหล็กจำนวนหนึ่ง เพื่อให้เครื่องโอเอ็มอาร์สามารถรับรู้ได้ ซึ่งปกติจะเป็นดินสอ 2B จากนั้น เครื่องโอเอ็มอาร์ก็จะอ่านข้อมูลตามเครื่องหมายที่มีการระบายด้วยดินสอ

หน่วยรับข้อมูล

14. **กล้องถ่ายภาพดิจิทัล(Digital Camera)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับถ่ายภาพแบบไม่ต้องใช้ฟิล์ม โดยเก็บภาพที่ถ่ายไว้ในลักษณะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์เซลล์ไวแสง(charge coupled device : CCD) ภาพที่ได้จะประกอบด้วยจุดเล็กๆ จำนวนมาก เป็นอุปกรณ์ที่เริ่มได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากไม่ต้องใช้ฟิล์มในการถ่ายภาพและสามารถแสดงผลได้จากจอที่ติดอยู่กับกล้องได้ทันที
15. **กล้องถ่ายทอวิดีโอดิจิทัล(Digital Video)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกภาพเคลื่อนไหวและเก็บเป็นข้อมูลแบบดิจิทัล นิยมใช้ในการทำการประชุมทางไกลผ่านวิดีโอ(video teleconference) ซึ่งเป็นการประชุมแบบกลุ่มผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น ผ่านอินเทอร์เน็ต เป็นต้น
16. **อุปกรณ์วิเคราะห์เสียงพูด(Speech Recognition Device)** เป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาโดยนักคอมพิวเตอร์และนักภาษาศาสตร์ เพื่อใช้รับสัญญาณเสียงที่มนุษย์พูด และแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลเก็บเป็นข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์

หน่วยแสดงผล

1. **หน่วยแสดงผลชั่วคราว(Soft Copy)** หมายถึง การแสดงผลออกมาให้ผู้ได้รับทราบในขณะนั้น แต่เมื่อเลิกการทำงานหรือเลิกใช้แล้วผลนั้นก็จะหายไป ไม่เหลือเป็นวัตถุให้เก็บได้ แต่ถ้าต้องการเก็บผลลัพธ์นั้นก็สามารถส่งถ่ายไปเก็บในรูปของข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานในภายหลัง หน่วยแสดงผลที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ คือ

1.1 จอภาพ(Monitor) ใช้แสดงข้อมูลหรือผลลัพธ์ให้ผู้เห็นได้ทันที มีรูปร่างคล้ายจอภาพของโทรทัศน์ บนจอภาพประกอบด้วยจุดจำนวนมาก เรียกจุดเหล่านั้นว่า พิกเซล(pixel) ถ้ามีพิกเซลจำนวนมากก็จะทำให้ผู้ชมมองเห็นภาพบนจอได้ชัดเจนมากขึ้น จอภาพที่ใช้ในปัจจุบันแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ

1.1.1 จอซีอาร์ที(Catode Ray Tube) นิยมใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนมากในปัจจุบันใช้หลักการยิงแสงผ่านหลอดภาพคล้ายกับเครื่องรับโทรทัศน์

1.1.2 จอแอลซีดี(Liquid Crystal Display) นิยมใช้เป็นจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา เป็นจอภาพที่ใช้หลักการเรืองแสงเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในผลึกเหลวทำให้เป็นจอภาพที่มีความหนาไม่มาก มีน้ำหนักเบาและกินไฟน้อยกว่าจอภาพซีอาร์ที แต่มีราคาสูงกว่า ซึ่งจะมีจอภาพอยู่หลากหลายชนิดให้เลือก โดยแตกต่างกันในส่วนของคุณภาพละเอียด(resolution) จำนวนสี(color) และขนาดของจอภาพ(size)

หน่วยแสดงผล

1. **หน่วยแสดงผลชั่วคราว(Soft Copy)** หมายถึง การแสดงผลออกมาให้ผู้ใช้อยู่ได้รับทราบในขณะนั้น แต่เมื่อเลิกการทำงานหรือเลิกใช้แล้วผลนั้นก็จะหายไป ไม่เหลือเป็นวัตถุให้เก็บได้ แต่ถ้าต้องการเก็บผลลัพธ์นั้นก็สามารถส่งถ่ายไปเก็บในรูปของข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานในภายหลัง หน่วยแสดงผลที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ คือ

1.2 อุปกรณ์ฉายภาพ(Projector) เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการเรียนการสอนหรือการประชุม เนื่องจากสามารถนำเสนอข้อมูลให้ผู้ชมจำนวนมากเห็นพร้อมๆ กัน อุปกรณ์ฉายภาพจะมีข้อแตกต่างกันมากในเรื่องของกำลังส่องสว่าง เนื่องจากยังมีกำลังส่องสว่างสูง ภาพที่ได้ก็จะชัดเจนมากขึ้น กำลังส่องสว่างมีหน่วยวัดค่าอยู่ 3 แบบ คือ LUX LUMEN และ ANSI LUMEN

1.3 อุปกรณ์เสียง(Audio Output) คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ๆ มักจะมีหน่วยแสดงผลเสียง ซึ่งประกอบขึ้นจาก ลำโพง(speaker) และการ์ดเสียง(sound card) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถฟังเพลงในขณะทำงาน หรือให้เครื่องคอมพิวเตอร์รายงานเป็นเสียงให้ทราบเมื่อเกิดปัญหาต่างๆ เช่น ไม่มีกระดาษในเครื่องพิมพ์ เป็นต้น รวมทั้งสามารถเล่นเกมที่มีเสียงประกอบได้อย่างสนุกสนาน โดยลำโพงจะมีหน้าที่ในการแปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ให้เป็นเสียงเช่นเดียวกับลำโพงวิทยุ ส่วนการ์ดเสียงจะเป็นแผงวงจรเพิ่มเติมที่นำมาเสียบกับช่องเสียบขยายในเมนบอร์ด เพื่อช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถส่งสัญญาณเสียงผ่านลำโพง รวมทั้งสามารถต่อไมโครโฟนเข้ามาที่การ์ดเพื่อบันทึกเสียงเก็บไว้ด้วย

2. หน่วยแสดงผลถาวร(Hard Copy) หมายถึง การแสดงผลที่สามารถจับต้อง และเคลื่อนย้ายได้ตามต้องการ มักจะออกมาในรูปของกระดาษ ได้แก่

2.1 เครื่องพิมพ์(Printer) เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันมาก และมีให้เลือกหลายชนิด ขึ้นอยู่กับคุณภาพของตัวอักษร ความเร็วในการพิมพ์และเทคโนโลยีที่ใช้ งาน สามารถแบ่งตามวิธีการพิมพ์ได้สองชนิด คือ

2.1.1 เครื่องพิมพ์เลเซอร์(Laser Printer) ใช้หลักการเปลี่ยนตัวอักษร และภาพ ให้เป็นสัญญาณภาพที่มีความละเอียด ตั้งแต่ 200 จุดถึง 1200 จุดต่อนิ้ว จากนั้นใช้แสงเลเซอร์วาดภาพที่จะพิมพ์ลงบนกระบอกรับภาพ(เช่นเดียวกับ เครื่องถ่ายภาพเอกสาร) โดยกระบอกรับภาพจะมีประจุไฟฟ้าตามรูปร่างของภาพ เมื่อกระบอกรับภาพหมุนมาถึงตัวปล่อยผงหมึก ผงหมึกจะเกาะเฉพาะบริเวณที่ไม่มีประจุไฟฟ้า แล้วกระบอกรับภาพจะอัดผงหมึกลงบนกระดาษแล้วอบด้วยความร้อน ภาพพิมพ์ก็จะติดบนกระดาษ มีทั้งเครื่องพิมพ์ขาวดำ และเครื่องพิมพ์สี ซึ่งราคาจะแพงมาก

2.1.2 เครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก(Ink Jet Printer) เครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึกมีหัวพิมพ์ ซึ่งเป็นตุลัับหมึกของเครื่องพิมพ์ จะมีรูเล็กๆ ไว้พ่นหมึกลงบนกระดาษ ใช้หลักการพ่นหมึกลงในตำแหน่งที่ต้องการ โดยการควบคุมด้วยไฟฟ้าสถิตจากคอมพิวเตอร์ ทำให้ไม่เกิดเสียงดัง ในขณะที่ใช้งาน และยังสามารถพ่นหมึกเป็นสีต่างๆ เป็นเครื่องพิมพ์สีได้ด้วย เครื่องพิมพ์ประเภทนี้ มีชื่อเรียกหลายชื่อ ตามเทคโนโลยีของผู้ผลิต เช่น **Bubble Jet, Desk Jet Printer** เป็นต้น เป็นเครื่องพิมพ์ที่ราคาไม่สูงมากนัก ปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างสูง

2.1.3 เครื่องพิมพ์แบบกระทบ(Impact Printer) เครื่องพิมพ์แบบกระทบ มีหลายลักษณะเป็นเครื่องพิมพ์แบบเรียงจุด(dot matrix printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่ได้รับความนิยม โดยหัวเข็มจะกระแทกผ่านผ้าหมึกลงบนกระดาษ ทำให้เกิดอักษรขึ้นมา ข้อดีของเครื่องพิมพ์ลักษณะนี้ คือ หมึกพิมพ์เป็นตุลัับ ราคาไม่สูงมากนัก

ประเภทของเครื่องคอมพิวเตอร์

เมื่อนำมาแบ่งประเภทโดยใช้ความแตกต่างของขนาดของเครื่อง ความเร็วในการประมวลผล และราคาอาจแบ่งได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์(Supercomputer) เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีราคาแพงและถูกออกแบบออกมาให้สามารถทำงานการคำนวณที่ซับซ้อนด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้และมีประสิทธิภาพสูง ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีหน่วยประมวลผลจำนวนมากหลายตัวทำงานพร้อมกัน หรือที่เรียกว่า มัลติโปรเซสซิง(multiprocessing) ทำให้สามารถทำงานหลายงานได้พร้อมๆ กัน และผู้ใช้งานก็สามารถทำงานเดียวกันได้พร้อมกันได้จำนวนหลายๆ คน

2. เมนเฟรม(Mainframe) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ ความเร็วในการประมวลผลสูง และมีราคาแพง จัดเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพรองลงมาจากซูเปอร์คอมพิวเตอร์ นิยมนำมาใช้เป็นเครื่องให้บริการหรือเซิร์ฟเวอร์(server) ที่มีผู้ใช้งานจำนวนมาก ซึ่งเมนเฟรมคอมพิวเตอร์จะเป็นคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางที่สามารถรองรับการทำงานได้เป็นอย่างดี เครื่องรุ่นใหม่ ๆ จะได้รับการพัฒนาให้มีหน่วยประมวลผล, หลายหน่วยทำงานพร้อม ๆ กันเช่นเดียวกับซูเปอร์คอมพิวเตอร์ แต่มีจำนวนหน่วยประมวลผลที่น้อยกว่า

ระบบคอมพิวเตอร์ของเครื่องเมนเฟรม ส่วนมากจะมีระบบคอมพิวเตอร์ย่อยๆ ประกอบอยู่ด้วย เพื่อช่วยในการทำงานบางประเภทให้กับเครื่องหลัก ซึ่งสามารถแยกตามหน้าที่ได้ ดังนี้

- **Host processor** เป็นเครื่องหลักที่มีหน้าที่ควบคุมหน่วยประมวลผล อุปกรณ์รอบข้าง และการคำนวณต่างๆ
- **Front – end processor** มีหน้าที่ควบคุมการติดต่อระหว่างหน้าจอของผู้ใช้งานที่เรียกว่า จอเทอร์มินัลระยะไกล(remote terminal) กับระบบคอมพิวเตอร์หลัก
- **Back – end processor** มีหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการเรียกใช้ข้อมูล

3. **มินิคอมพิวเตอร์(Minicomputer)** เริ่มมีการพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1960 ซึ่งได้รับความนิยมจากองค์กรที่มีขนาดกลางเพราะมีราคาถูกกว่าเครื่องเมนเฟรมมาก เครื่องมินิคอมพิวเตอร์จะใช้หลักการของมัลติโปรแกรมมิ่งเช่นเดียวกับเครื่องเมนเฟรม โดยจะสามารถรองรับผู้ใช้ได้ประมาณสองร้อยคนพร้อมๆ กัน แต่สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างเครื่องเมนเฟรมและเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ก็คือความเร็วในการทำงานเนื่องจาก เครื่องมินิคอมพิวเตอร์จะทำงานได้ช้ากว่า การควบคุมผู้ใช้งานต่างๆ กระทำได้ในจำนวนที่น้อยกว่า รวมทั้งสื่อที่เก็บข้อมูลต่างๆ มีความจุไม่สูงเท่าเมนเฟรม ดังนั้นเครื่องมินิคอมพิวเตอร์จึงได้รับความนิยมในองค์กรขนาดกลาง

4. เวิร์คสเตชัน (Workstation)

ในการทำงานบนเครื่องเมนเฟรมหรือมินิคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้จะสามารถควบคุมการรับข้อมูลและดูการแสดงผลบนจอภาพได้เท่านั้น ไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์รอบข้างอื่นๆ ได้ แต่เวิร์คสเตชัน ได้ถูกออกแบบมาให้เป็นคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะชนิดที่มีผู้ใช้คนเดียว จึงทำให้ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์รอบข้างต่างๆ ได้ทั้งหมด นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้โปรแกรมได้เอง โดยไม่ต้องกังวลว่าจะต้องไปแข่งเวลาการเรียกใช้ข้อมูลกับผู้ใช้อื่น เวิร์คสเตชันนิยมนำมาใช้กับงานคำนวณด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม หรืองานอื่นๆ ที่เน้นการแสดงผลด้านกราฟิก ทำให้เวิร์คสเตชันต้องใช้หน่วยประมวลผลที่มีประสิทธิภาพมาก รวมทั้งมีหน่วยเก็บข้อมูลสำรองจำนวนมากด้วย

5. ไมโครคอมพิวเตอร์(Microcomputer) เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กชนิดที่มีผู้ใช้งานคนเดียว จึงสามารถควบคุมอุปกรณ์หน่วยรับข้อมูล หน่วยประมวลผล หน่วยแสดงผล และหน่วยเก็บข้อมูลสำรองได้ด้วยตัวของมันเองทั้งหมดเช่นเดียวกับเวิร์คสเตชัน การทำงานทั้งหมดอยู่ภายใต้การควบคุมของชิปที่เรียกว่า ไมโครโปรเซสเซอร์(microprocessor) ไมโครคอมพิวเตอร์บางที่มีชื่อเรียกว่า **เครื่องพีซี(personal computer : PC)** ซึ่งหมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่สามารถใช้งานได้เฉพาะบุคคล และเนื่องจากสามารถวางบนโต๊ะทำงานได้ บางครั้งจึงเรียกว่า **คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(desktop computer)** ปัจจุบัน ไมโครคอมพิวเตอร์มีใช้งานเกือบทุกบ้านจึงมีชื่อเรียกอีกชื่อว่า **โฮมคอมพิวเตอร์(home computer)**

5. ไมโครคอมพิวเตอร์(Microcomputer)

ไมโครคอมพิวเตอร์มีราคาไม่แพงมากนักจึงเป็นที่นิยมใช้งานในหมู่ผู้ใช้
อย่างมาก รุ่นที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน จะมีสองชนิด คือ **Apple Macintosh**
และ IBM PC ซึ่งออกแบบโดยใช้ในไมโครโปรเซสเซอร์ที่แตกต่างกันและทำงาน
ภายใต้ระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน คือ **Apple Macintosh** ใช้ระบบปฏิบัติการ
ชื่อ **Macintosh Operating System** ส่วน **IBM PC** ใช้ระบบปฏิบัติการชื่อ **Window**
Operating System

5. ไมโครคอมพิวเตอร์(Microcomputer)

- นอกจากนี้ยังมีการออกแบบให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สามารถพกพาติดตัวได้สะดวก มีขนาดสมุดบันทึก เรียกว่า **โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์**(notebook computer)
 - หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์วางตั้ง เรียกว่า **แล็ปท็อปคอมพิวเตอร์**(laptop computer)
 - และในปัจจุบันมีคอมพิวเตอร์**ปาล์มท็อป**(palmtop computer) และ **PDA**(personal digital assistant) ซึ่งคอมพิวเตอร์เหล่านี้ จัดเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และมีรูปลักษณะที่เหมาะสมกับการพกพาซึ่งได้อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้เป็นอย่างมาก
- ***นอกจากนี้ในปัจจุบันยังได้มีการวิจัยในเรื่องของการนำไมโครคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องมาทำงานร่วมกัน เพื่อให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับเครื่องซูเปอร์คอมพิวเตอร์อีกด้วย

แนวโน้มของเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์

1. คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์มีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแต่ราคาถูกลง สามารถบรรจุวงจรลงบนชิปหรือวางแผนวงจรที่ใช้ประมวลผลได้มากขึ้น ทำให้การประมวลผลมีประสิทธิภาพสูงขึ้น
2. การปรับลดขนาด(downsizing) การใช้เครือข่ายไมโครคอมพิวเตอร์แทนที่เมนเฟรมและมินิคอมพิวเตอร์ โดยชักกระบวนการถ่ายโอนการทำงานจากคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ไปยังคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กลง
3. การเพิ่มความเร็วของไมโครโพรเซสเซอร์และเพิ่มความเร็วในการประมวลผลด้วยวิธีการต่างๆ กัน การเพิ่มความเร็วในการประมวลผลไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงที่ตัวชิป หรือเปลี่ยนสถาปัตยกรรมของคอมพิวเตอร์ ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีความเร็วเพิ่มขึ้น ตัวอย่างของการพัฒนาเพื่อเพิ่มความเร็วของคอมพิวเตอร์ ได้แก่

3.1 ริสก์ หรือ RISC(Reduced Instruction Set Computing) ริสก์ คือเทคโนโลยีที่เพิ่มความเร็วของไมโครโพรเซสเซอร์ โดยเลือกบันทึกหรือฝัง(embed) เฉพาะคำสั่งที่ใช้บ่อยและจำเป็นเท่านั้นลงในชิป ซึ่งแตกต่างจากชิปโดยทั่วไป

3.2 การทำให้วงจรชิดกันมากขึ้น ทำให้ใช้เวลาสั้นลงสำหรับส่งและรับโปรแกรมและข้อมูล โดยมีการพัฒนาแผงวงจรจากชิป LSI(Large Scale Integration) เป็นชิป VLSI(Very Large Scale Integration) ในปัจจุบัน และเป็นชิป ULSI(Ultra Large Scale Integration) ในอนาคต

3.3 การประมวลผลแบบขนาน(parallel processing) เป็นการประมวลผลโดยใช้หน่วยประมวลตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไปทำงานพร้อมๆ กัน โดยให้มีหน่วยประมวลผลหลัก(host) พิจารณางานหรือโปรแกรมที่ต้องทำ แล้วแบ่งเป็นส่วนๆ และแจกงานย่อยให้กับหน่วยงานประมวลผลอื่นๆ ให้ทำงานไปพร้อมๆ กัน

แนวโน้มของเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์

4. แนวโน้มเกี่ยวกับหน่วยความจำ มีแนวโน้มที่จะบรรจุข้อมูลได้สูงขึ้นในขณะที่ราคาถูกลง เช่น มีแนวโน้มจะใช้ดิสก์แพคเกจที่จัดเรียงแนวนอนหรือ RAID แทนดิสก์แพคเกจที่เรียงในแนวตั้ง การใช้เทคโนโลยีแสงในการบันทึกข้อมูลแทนการใช้แม่เหล็ก และแนวโน้มการเก็บซอฟต์แวร์ระบบลงในรอมซึ่งจะช่วยป้องกันการก๊อปปี้ซอฟต์แวร์โดยผิดกฎหมาย

5. คอมพิวเตอร์มีแนวโน้มพัฒนาเพื่อให้ใช้งานง่าย(user friendly) โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ให้น้อย และทำให้คอมพิวเตอร์เป็นมิตรกับผู้ใช้ด้วยการสื่อสารกับผู้ใช้ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ ได้แก่

5.1 มัลติมีเดีย(multimedia) มัลติมีเดีย คือการใช้เทคโนโลยีประสานสื่อหลายชนิดเข้าด้วยกัน เช่น ข้อมูลตัวอักษร ภาพ เสียง เสียงพูดของมนุษย์ การบันทึกมัลติมีเดียในปัจจุบันใช้แผ่นซีดีรอมเก็บข้อมูล มัลติมีเดียเป็นระบบที่ทำงานแบบโต้ตอบกับผู้ใช้ด้วยอุปกรณ์นำเข้าและแสดงผลที่หลากหลาย

5.2 เทคโนโลยีเสมือนจริง(virtual reality) เทคโนโลยีเสมือนจริง คือการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ประกอบกัน เพื่อจำลองสภาพแวดล้อมให้ผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่นั้นมีความรู้สึกเสมือนตัวเองเข้าไปอยู่ในสถานที่ที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้น สามารถเข้าไปสัมผัสกับสิ่งที่ปรากฏอยู่บนจอภาพได้ในสภาพ 3 มิติ เช่น เทนนิส กอล์ฟ ฯลฯ ช่วยให้นักกีฬาสามารถฝึกซ้อมแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการเล่นกีฬาได้

บทสรุป

- **เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์** เป็นองค์ประกอบหนึ่งของเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศและใช้แสดงผลสารสนเทศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป
- **เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์** ในปัจจุบันประกอบด้วย 6 ส่วนประกอบ ได้แก่
 - หน่วยประมวลผลกลาง(central processing unit : CPU)
 - หน่วยความจำหลัก(main storage)
 - หน่วยความจำสำรอง(secondary storage)
 - อุปกรณ์รับข้อมูล(input device)
 - อุปกรณ์แสดงผล(output unit)
 - และอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล(communication device)