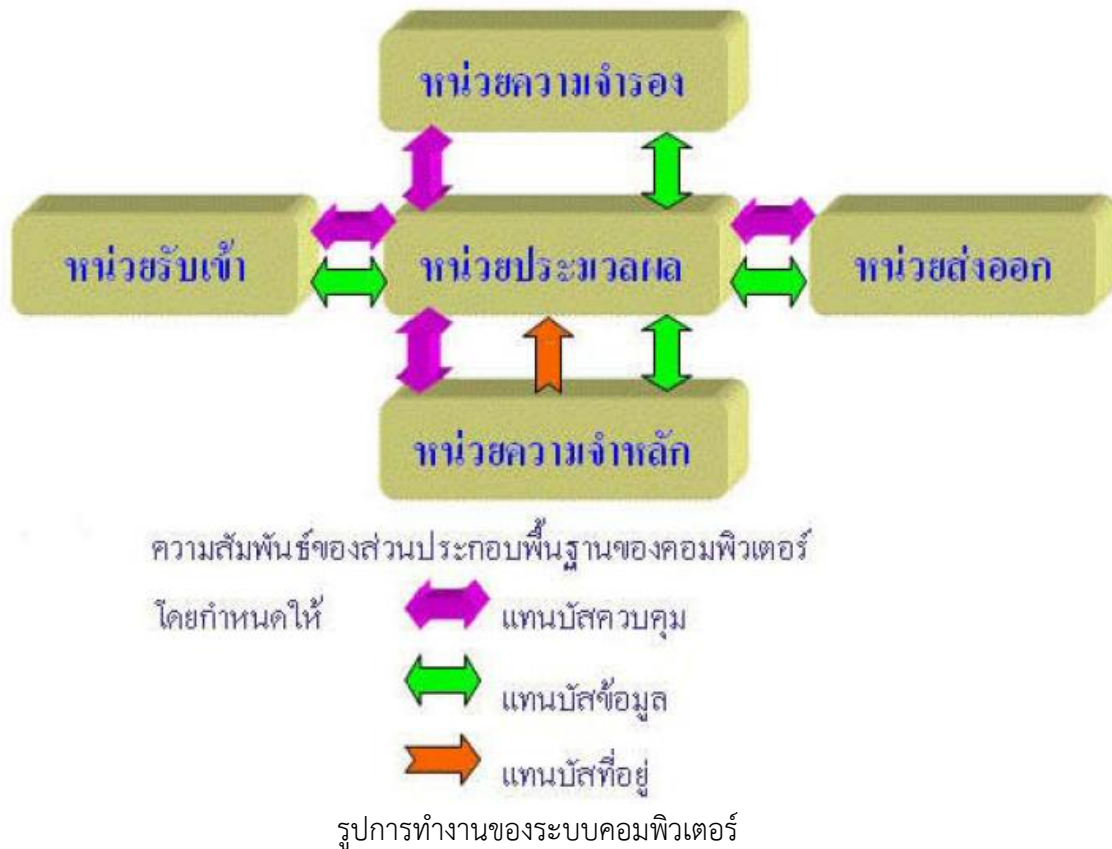


บทที่ 1 องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์

1. ความหมายของคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์มาจากภาษาละตินว่า Computare ซึ่งหมายถึง การนับ หรือ การคำนวณ พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ไว้ว่า **"เครื่องอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ ทำหน้าที่เหมือนสมองกล ใช้สำหรับแก้ปัญหาต่างๆ ที่ง่ายและซับซ้อนโดยวิธีทางคณิตศาสตร์"** คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องจักรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ทำงานแทนมนุษย์ ในด้านการคิดคำนวณและสามารถจำข้อมูลทั้งตัวเลขและตัวอักษรได้เพื่อการเรียกใช้งานในครั้งต่อไป นอกจากนี้ ยังสามารถจัดการกับสัญลักษณ์ได้ด้วย ความเร็วสูง โดยปฏิบัติตามขั้น ตอนของโปรแกรม คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในด้านต่างๆ อีกมาก อาทิเช่น การเปรียบเทียบทางตรรกศาสตร์ การรับส่งข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลในตัวเครื่องและสามารถประมวลผลจากข้อมูลต่างๆ ได้ แสดงแผนภาพการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้ดังนี้



1.1 ประวัติของคอมพิวเตอร์

เป็นเรื่องยากที่จะชี้ชัดลงไปว่าอุปกรณ์ใดจัดเป็นคอมพิวเตอร์ยุคแรก ๆ เพราะคำว่า "คอมพิวเตอร์" เองก็มีการตีความเปลี่ยนไปมาอยู่เสมอ แต่จุดเริ่มของคำนี้หมายถึงคนที่ทำหน้าที่เป็นนักคำนวณในสมัยนั้น

- ค.ศ. 1930 ถึงช่วงปี ค.ศ. 1940 เป็นช่วงที่โลกได้มีคอมพิวเตอร์ที่สามารถโปรแกรมได้และคำนวณ

ผลลัพธ์ได้มีประสิทธิภาพจริง แต่เป็นการยากที่จะตัดสินได้ว่าคอมพิวเตอร์เครื่องแรกของโลก ENIAC (Electronics Numerical Integrator and Computer) เกิดขึ้นในปี 1946 และประดิษฐ์โดยจอห์น ดับบลิว มอชลีย์ (John W. Mauchly) และ เจ เพรสเพอร์ เอกเกิร์ต (J. Presper Eckert) ทำงานโดยใช้หลอดสุญญากาศจำนวน 18,000 หลอด มีน้ำหนัก 30 ตัน ใช้เนื้อที่ห้อง 15,000 ตารางฟุต เวลาทำงานต้องใช้กำลังไฟถึง 140 กิโลวัตต์ คำนวณในระบบเลขฐานสิบ

- ค.ศ. 1941 เป็นครั้งแรกที่โลกได้มีเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องแรกที่สามารถตั้งโปรแกรมได้อย่างอิสระ ผู้พัฒนาคือ Konrad Zuse และชื่อคอมพิวเตอร์คือ Z1 Computer

- ค.ศ. 1953 ไอบีเอ็ม (IBM) ออกจำหน่าย EDPM เป็นครั้งแรก และเป็นก้าวแรกของไอบีเอ็มในธุรกิจคอมพิวเตอร์

- ค.ศ. 1954 John Backus และ IBM ร่วมกันสร้างภาษาคอมพิวเตอร์ชื่อ FORTRAN ซึ่งเป็นภาษาระดับสูง (high level programming language) ภาษาแรกในประวัติศาสตร์คอมพิวเตอร์

- ค.ศ. 1955 (ใช้จริง ค.ศ. 1959) สถาบันวิจัยสแตนฟอร์ด, ธนาคารแห่งชาติอเมริกา, และ บริษัท เจเนอรัลอิเล็กทริก ร่วมกันสร้าง ERMA และ MICR ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์เครื่องแรกในธุรกิจธนาคาร

- ค.ศ. 1958 Jack Kilby และ Robert Noyce เป็นผู้สร้าง Integrated Circuit หรือ ชิป (Chip) เป็นครั้งแรก

- ค.ศ. 1962 สตีฟ รัสเซลล์ และ เอ็มไอที ได้พัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรกของโลกชื่อว่า "Spacewar"

- ค.ศ. 1964 Douglas Engelbart เป็นผู้ประดิษฐ์เมาส์ และ ระบบปฏิบัติการแบบวินโดวส์

- ค.ศ. 1969 เป็นปีที่กำเนิด ARPAnet ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของอินเทอร์เน็ต

- ค.ศ. 1970 (อินเทล) พัฒนาหน่วยความจำชั่วคราวของคอมพิวเตอร์หรือ RAM เป็นครั้งแรก

- ค.ศ. 1971 Faggin, Hoff และ Mazor พัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์ตัวแรกของโลกให้อินเทล (Intel)

- ค.ศ. 1971 Alan Shugart และ IBM พัฒนา ฟลอปปีดิสก์ เป็นครั้งแรก

- ค.ศ. 1973 Robert Metcalfe และ Xerox ได้พัฒนาระบบอีเทอร์เน็ต (Ethernet) สำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

- ค.ศ. 1974 ถึง ค.ศ. 1975 Scelbi และ Mark-8 Altair และ IBM ร่วมกันวางจำหน่ายคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ใ้รายย่อยเป็นครั้งแรก

- ค.ศ. 1976 ถึง ค.ศ. 1977 ถือกำเนิด Apple I, II และ TRS-80 และ Commodore Pet Computers ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลรุ่นแรกของโลก

- ค.ศ. 1981 ไมโครซอฟท์ วางจำหน่าย MS-DOS ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมที่สุดในช่วงนั้น

- ค.ศ. 1983 บริษัทแอปเปิล ออกคอมพิวเตอร์รุ่น Apple Lisa ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์รุ่นแรกที่ใช้ระบบ GUI

- ค.ศ. 1984 บริษัทแอปเปิล วางจำหน่ายคอมพิวเตอร์รุ่น แอปเปิล แมคอินทอช ซึ่งทำให้มีการใช้

คอมพิวเตอร์อย่างกว้างขวาง

- ค.ศ. 1985 ไมโครซอฟท์ วางจำหน่าย ไมโครซอฟท์ วินโดวส์ เป็นครั้งแรก

2. วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์นั้นมีวิวัฒนาการที่รวดเร็วมาก ตั้งแต่ยุคสมัยดึกดำบรรพ์เป็นต้นมา มนุษย์เรามีความพยายามที่จะคิดค้นเครื่องมือให้มาช่วยในการคำนวณและการนับ ตั้งแต่เริ่มต้นใช้นิ้วมือนับ จนมาใช้ก้อนกรวด หิน มนุษย์จึงคิดค้นวิธีการที่ง่ายกว่านี้ จนกลายมาเป็นกลไกที่ใช้ในการคำนวณ จนวิวัฒนาการมาเป็นคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน โดยแบ่งเป็น 4 ยุค ดังนี้

- ยุคก่อนเครื่องจักรกล (Premechanical)
- ยุคเครื่องจักรกล (Mechanical)
- ยุคเครื่องจักรกลระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electromechanical)
- ยุคเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic)

2.1 คอมพิวเตอร์ในยุคก่อนเครื่องจักรกล (ประมาณ 2,000 - 3,000 ปีมาแล้ว)

ประวัติของคณิตศาสตร์เริ่มต้นเมื่อคนเราต้องจดนับปริมาณที่มากกว่าหนึ่ง มนุษย์เผ่าที่เร่ร่อนในยุคแรกนับและบันทึกจำนวนสัตว์ในฝูงได้แม้ไม่มีระบบจำนวนเป็นลายลักษณ์อักษรในการนับ โดยเขาใช้วิธีเก็บก้อนกรวดหรือเมล็ดพืชไว้ในถุง ถ้าจำนวนมีค่ามากก็จะใช้นิ้วต่างๆ เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวน 10 และ 20 พวกเขาได้พัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับจำนวนว่าเป็นสัญลักษณ์ซึ่งแตกต่างจากสิ่งของที่กำลังนับเมื่อการเก็บข้อมูลและการนับมีความซับซ้อนมากขึ้น มนุษย์ได้ประดิษฐ์เครื่องช่วยในการทำงานลูกคิดเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในยุคแรก ซึ่งไม่สามารถชี้ชัดแหล่งที่มาแน่นอนได้ แต่เป็นไปได้ที่จะมีต้นกำเนิดมาจากชาวบาบิโลน ลูกคิดเป็นที่รู้จักตั้งแต่สมัยกรีกและโรมันตอนต้น ในตอนแรกลูกคิดมีผิวหน้าหยาบใช้เม็ดมันๆ หรือเป็นแผ่นหินใส่เครื่องหมายเพื่อบอกตำแหน่งจำนวนและใช้ก้อนกรวดเป็นตัวนับชาวโรมันเรียกก้อนกรวดนั้นว่า แคลคูลิ ซึ่งก่อให้เกิดคำว่า แคลคูลัส ซึ่งหมายถึงการคำนวณขึ้น

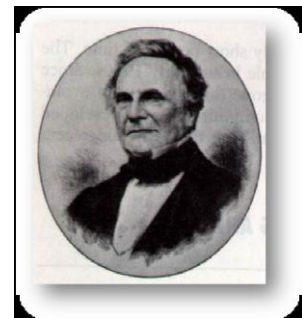
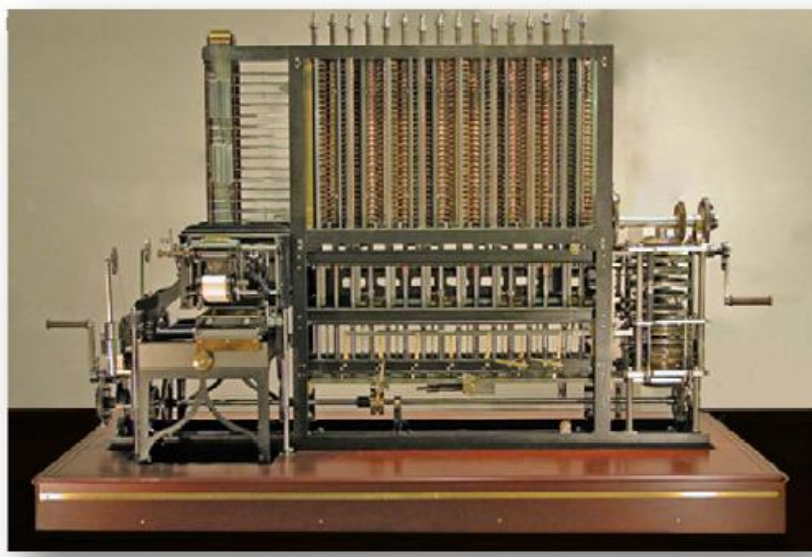


รูปลูกคิดของชาวจีน และเครื่องคำนวณของปาสคาล

อุปกรณ์ชนิดแรกของโลกที่เป็นเครื่องมือในการคำนวณก็คือลูกคิดนั่นเอง ซึ่งถือได้ว่า เป็นอุปกรณ์ใช้ช่วยการคำนวณที่เก่าแก่ที่สุดในโลกและคงยังใช้งานมาจนถึงปัจจุบัน ในปี พ.ศ. 2158 นักคณิตศาสตร์ชาวสก็อตแลนด์ชื่อ John Napier ได้สร้างอุปกรณ์ใช้ช่วยการคำนวณขึ้นมา เรียกว่า Napier's Bones มีรูปร่างคล้ายสูตรคูณในปัจจุบัน ในปี พ.ศ. 2185 นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ Blaise Pascal คิดว่าน่าจะมีวิธีที่จะคำนวณตัวเลขได้ง่ายกว่า เขาได้ออกแบบ เครื่องมือช่วยในการคำนวณโดยใช้หลักการหมุนของฟันเฟืองหนึ่งอันถูกหมุนครบ 1 รอบ ฟันเฟืองอีกอันหนึ่งซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายจะถูกหมุนไปด้วยในเศษ 1 ส่วน 10 รอบ เครื่องมือของปาสคาลนี้ถูกเผยแพร่ออกสู่สาธารณะชน เมื่อ พ.ศ. 2188 แต่ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเนื่องจากราคาแพง และเมื่อใช้งานจริงจะเกิดฟันเฟืองติดขัดบ่อยๆ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ค่อยถูกต้องตรงความเป็นจริง

2.2 คอมพิวเตอร์ในยุคเครื่องจักรกล (ประมาณ ค. ศ. 1791-1871)

ชาร์ล แบบเบจ (Charles Babbage) นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษประดิษฐ์เครื่องวิเคราะห์ (Analytical Engine หรือ Difference Engine) มีความสามารถคำนวณ, พิมพ์ตารางค่าของตรีโกณมิติฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ และสมการพหุนาม (Polynomial) คู่กับสมการผลต่าง (Difference equation) ได้เครื่องจักรกลชนิดนี้ทำงานด้วยเครื่องยนต์พลังไอน้ำ มีข้อมูลบันทึกอยู่ใน บัตรเจาะรู (Punched Card) จึงสามารถคำนวณได้โดยอัตโนมัติ และเก็บผลลัพธ์ไว้ในหน่วยความจำก่อนพิมพ์ออกทางกระดาษ หลักการทำงานที่มีการรับข้อมูลการประมวลผลการแสดงผลได้อย่างอัตโนมัตินี้ ได้นำมาเป็นพื้นฐานสร้างคอมพิวเตอร์ในยุคต่อมาจนถึงปัจจุบัน จึงได้ยกย่องให้ชาร์ล แบบเบจ เป็นบิดาแห่งเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปแบบจำลองเครื่อง Analytical Engine หรือ Difference Engine

ในปี ค. ศ. 1815-1852 มีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ครั้งแรกโดย เอดา ออกุस्ता (Ada Augusta) นักคณิตศาสตร์นำเอาหลักการของ แบบเบจ มาใช้ โดยนำเครื่อง Analytical Engine มาแก้ปัญหทาง วิทยาศาสตร์ได้สำเร็จโดยสร้างคำสั่ง ควบคุมการแก้ปัญหาไว้ล่วงหน้า จึงยกย่อง เอดา ออกุस्ता (Ada Augusta) ว่าเป็น “โปรแกรมเมอร์(Programmer)” หรือผู้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นคนแรกของโลก

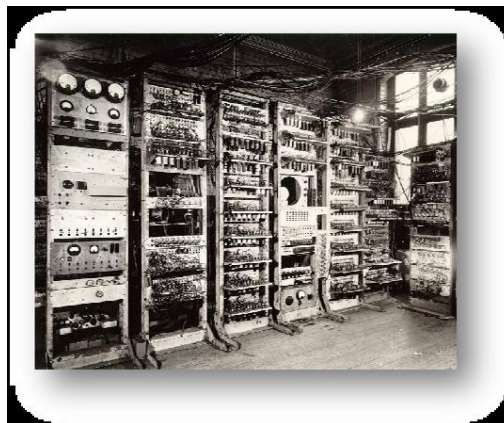


รูป ออกุस्ता ผู้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์คนแรกของโลก

2.3 คอมพิวเตอร์ในยุคเครื่องจักรกลระบบอิเล็กทรอนิกส์

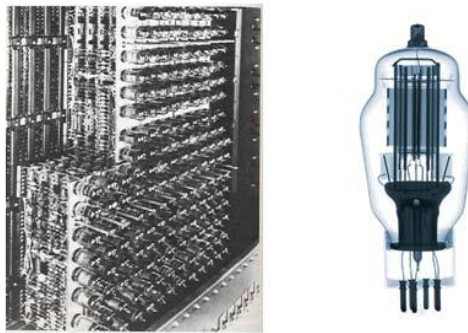
เครื่องมือทั้งหลายที่ถูกประดิษฐ์ขึ้นมาในยุคก่อนนั้นส่วนมากประกอบด้วยฟันเฟือง รอก คาน ซึ่งเป็นวัสดุ ที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมากทำให้การทำงานล่าช้าและผิดพลาดอยู่เสมอ ดังนั้นในยุคต่อมาจึงพยายามพัฒนาเครื่องมือ ให้มีขนาดเล็กลง แต่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนี้

พ.ศ. 2480 ศาสตราจารย์ Howard Aiken แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ได้พัฒนาเครื่องคำนวณตามแนวคิด ของ Babbage ร่วมกับวิศวกรของบริษัท IBM สร้างเครื่องคำนวณตามความคิดของ Babbage ได้ สำเร็จ โดยเครื่องดังกล่าวทำงานแบบเครื่องจักรกลบนไฟฟ้า และใช้บัตรเจาะรูเป็นสื่อในการนำเข้าสู่ข้อมูลสู่ เครื่องเพื่อทำการประมวลผล การพัฒนาดังกล่าวมาเสร็จสิ้นในปีพ.ศ. 2487 โดยเครื่องมือนี้มีชื่อว่า MARK 1 และเนื่องจาก เครื่องนี้สำเร็จได้จากการสนับสนุน ด้านการเงินและบุคลากรจากบริษัท IBM ดังนั้นจึงมีอีกชื่อ หนึ่งว่า IBM Automatic Sequence Controlled Calculator และนับเป็นเครื่องคำนวณแบบอัตโนมัติเครื่องแรกของโลก



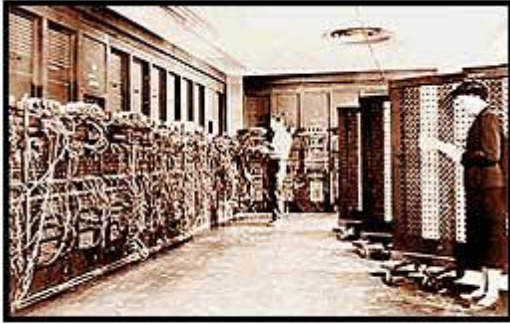
รูป เครื่อง MARK 1

พ.ศ. 2486 ซึ่งเป็นช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ศูนย์วิจัยของกองทัพบกสหรัฐอเมริกาที่มีความจำเป็นที่จะต้องคิดค้นเครื่องช่วยคำนวณ เพื่อใช้คำนวณหาทิศทางและระยะทางในการส่งขีปนาวุธซึ่งถ้าใช้เครื่องคำนวณที่มีอยู่ในสมัยนั้นจะต้องใช้เวลาถึง 12 ชั่วโมงในการคำนวณ การยิง 1 ครั้งดังนั้นกองทัพจึงให้กองทุนอุดหนุนแก่ John W. Mauchly และ Persper Eckert จากมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย ในการสร้างคอมพิวเตอร์จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมา โดยนำหลอดสุญญากาศ(Vacuum Tube) จำนวน 18,000 หลอด มาใช้ในการสร้างซึ่งมีข้อดีคือ ทำให้เครื่องมีความเร็ว และมีความถูกต้องแม่นยำในการคำนวณมากขึ้น ในด้านของความเร็วนั้นเครื่องจักรกลมีความเฉื่อยของการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนประกอบ แต่คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ จะใช้อิเล็กตรอนเป็นตัวเคลื่อนที่ ทำให้สามารถส่งข้อมูลด้วยกระแสไฟฟ้าได้ ด้วยความเร็วใกล้เคียงกับความเร็วของแสงส่วนความถูกต้องแม่นยำในการทำงานของเครื่องจักรกลอาศัยฟันเฟือง รอก คาน ในการทำงาน ทำให้ทำงานได้ช้า และเกิดความผิดพลาดได้ง่าย



รูป หลอดสุญญากาศ

พ.ศ. 2489 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ Mauchly และ Eckert คิดค้นขึ้นได้มีชื่อว่า ENIAC ย่อมาจาก (Electronic Numerical Integrator and Calculator) ประสบความสำเร็จในปี พ.ศ. 2489 ถึงแม้ว่าจะไม่ทันใช้ในสงครามโลกครั้งที่สอง แต่ความเร็วในการคำนวณของ ENIAC ทำให้วงการคอมพิวเตอร์ขณะนั้นยอมรับความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ แต่อย่างไรก็ตาม ENIAC ทำงานด้วยไฟฟ้าทั้งหมดทำให้ในการทำงานแต่ละครั้งจึงทำให้เกิดความร้อนสูงมาก จำเป็นต้องติดตั้งไว้ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศด้วย นอกจากนี้ ENIAC ยังเก็บได้เฉพาะข้อมูลที่เป็นตัวเลขขนาด 10 หลัก และเก็บได้เพียง 20 จำนวน เท่านั้น ส่วนชุดคำสั่ง นั้นยังไม่สามารถเก็บไว้ในเครื่องได้ การส่งชุดคำสั่ง เข้าเครื่องจะต้องใช้วิธีการเดินสายไฟสร้างวงจรถ้ามีการแก้ไขโปรแกรม ก็ต้องมีการเดินสายไฟกันใหม่ ซึ่งใช้เวลาเป็นวัน



ENIAC



UNIVAC

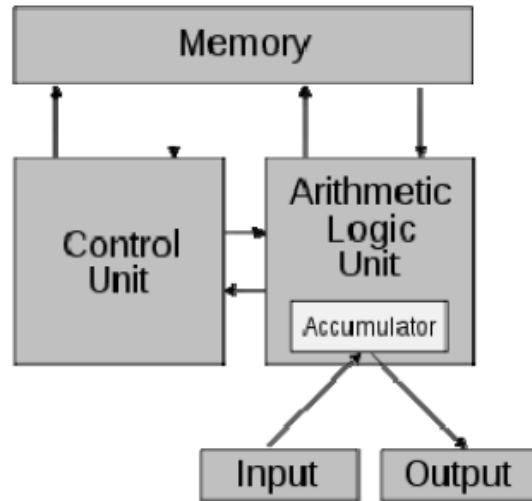
คอมพิวเตอร์ในยุคเครื่องจักรระบบระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ENIAC เวลาโปรแกรมต้องใช้วิธีการเปลี่ยนสายเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นวิธีการที่ยุ่งยากมาก จึงเกิดแนวคิดที่ว่าตัวโปรแกรมน่าจะจัดเก็บอยู่ในส่วนที่สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ง่าย เป็นที่มาของแนวคิดที่ทำการจัดเก็บข้อมูลต่างๆรวมถึงโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำ หรือ memory ทำให้คอมพิวเตอร์จะได้รับคำสั่ง โดยการอ่านคำสั่ง จากหน่วยความจำ และการปรับเปลี่ยนโปรแกรมสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าภายในหน่วยความจำโดยมีแนวคิดที่รู้จักในชื่อว่า "Stored-Program Concept" หรือ อีกชื่อว่าสถาปัตยกรรม von Neumann โดยเข้าใจว่า J. Presper Eckert และ John William Mauchly ซึ่งเป็นนักออกแบบ ENIAC เป็นผู้คิดค้นขึ้นต่อมาได้นำ แนวคิดการทำงานแบบ Stored-Program เป็นแนวคิดหลักของการทำงานในคอมพิวเตอร์จนถึงปัจจุบัน โดยแนวคิดนี้จะแบ่งการทำงานของคอมพิวเตอร์เป็น 4 ส่วนหลักได้แก่

ส่วนที่ 1 หน่วยประมวลผลในรูปแบบข้อมูล Binary หรือที่เรียกว่า Arithmetic-Logical Unit (ALU) เปรียบเสมือนหัวใจของคอมพิวเตอร์ หน้าที่หลักของมันคือทำการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ขั้น พื้นฐานอันได้แก่ การบวกและลบและการทำการเปรียบเทียบข้อมูลสองข้อมูลว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ถ้าไม่จะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า

ส่วนที่ 2 หน่วยความจำ หรือ Memory ใช้สำหรับเก็บข้อมูล (Data) และ คำสั่ง (Instructions) โดยข้อมูลภายในหน่วยความจำจะถูกแบ่งเป็นส่วนๆเล็กๆเท่าๆกัน แต่ละส่วนมีที่อยู่ (address) เพื่อใช้เข้าถึงข้อมูลที่ถูกจัดเก็บเอาไว้

ส่วนที่ 3 อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต หรือ I/O Device เป็นส่วนที่ใช้นำข้อมูลจากโลกภายนอกเข้ามาภายในระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาประมวลผล และเมื่อได้ผลลัพธ์ก็จะนำข้อมูลที่ได้มาแสดงผลให้โลกภายนอกคอมพิวเตอร์ได้รับทราบ

ส่วนที่ 4 หน่วยควบคุมการทำงาน หรือ Control Unit เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน หน้าที่หลักๆคือทำการอ่านข้อมูลคำสั่ง ที่อยู่ภายในหน่วยความจำหรือที่ได้จากอุปกรณ์อินพุต ทำการแปลความหมาย และส่งไปประมวลผลใน ALU จากนั้นนำผลที่ได้ไปจัดเก็บในหน่วยความจำหรืออุปกรณ์เอาต์พุต หน้าที่หลักอีกประการ คือ ควบคุมลำดับการทำงานของแต่ละขั้นตอนให้อยู่ในเวลาที่เหมาะสม

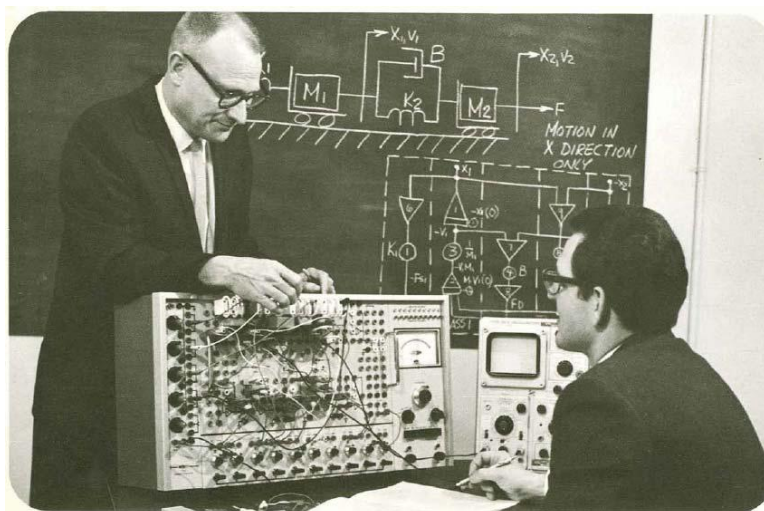


รูป แนวคิดการทำงานของคอมพิวเตอร์แบบ Stored Program

2.4 คอมพิวเตอร์ในยุคเครื่องอิเล็กทรอนิกส์

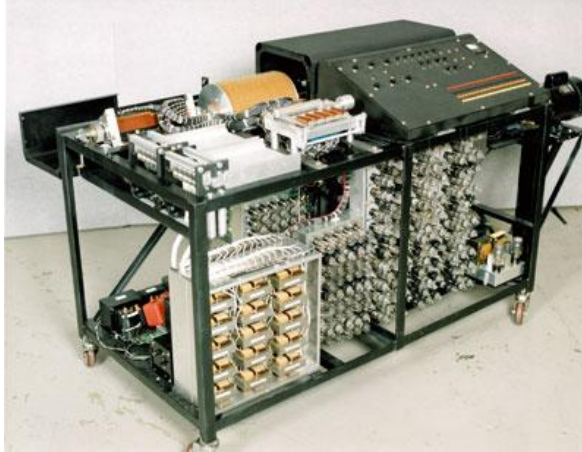
ประเภทของคอมพิวเตอร์ถ้าจำแนกตามลักษณะ วิธีการทำงานภายในเครื่องคอมพิวเตอร์แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แอนะล็อกคอมพิวเตอร์ (analog computer) และดิจิทัลคอมพิวเตอร์ (digital computer)

แอนะล็อกคอมพิวเตอร์ (analog computer) เป็นเครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ได้ใช้ค่าตัวเลขเป็นหลักของการคำนวณ แต่จะใช้ค่าระดับแรงดันไฟฟ้าแทน แอนะล็อกคอมพิวเตอร์จะมีลักษณะเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่แยกส่วนทำหน้าที่เป็นตัวกระทำและเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ จึงเหมาะสำหรับงานคำนวณทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมที่อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ เช่น การจำลองการบิน การศึกษาการสั่นสะเทือนของตึกเนื่องจากแผ่นดินไหว เป็นต้น ในปัจจุบันไม่ค่อยพบเห็นแอนะล็อกคอมพิวเตอร์เพราะผลการคำนวณมีความละเอียดน้อย ทำให้มีขีดจำกัดใช้ได้กับงานเฉพาะบางอย่างเท่านั้น



รูป แอนะล็อกคอมพิวเตอร์

ดิจิทัลคอมพิวเตอร์ (digital computer) เป็นเครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานเกี่ยวกับตัวเลข ค่าตัวเลขของการคำนวณในดิจิทัลคอมพิวเตอร์จะแสดงเป็นหลัก แต่จะเป็นระบบเลขฐานสองที่มีสัญลักษณ์ตัวเลขเพียงสองตัว คือ 0 และ 1 เท่านั้น โดยสัญลักษณ์ทั้งสองตัวนี้ จะแทนลักษณะการทำงานภายในซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ต่างกัน การคำนวณภายในดิจิทัลคอมพิวเตอร์จะเป็นการประมวลผลด้วยระบบเลขฐานสองทั้งหมด เครื่องดิจิทัลคอมพิวเตอร์หรือนิยมเรียกสั้นๆ ว่า คอมพิวเตอร์ กำลังได้รับความนิยมกันมากในขณะนี้ และพบเห็นอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน



รูป ดิจิทัลคอมพิวเตอร์

ระหว่างปี พ.ศ.2502 – 2506 มีการนำทรานซิสเตอร์ (transistor) ผู้ที่คิดค้นคือนักวิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการเบลล์ (Bell laboratories) แห่งสหรัฐอเมริกา ได้แก่ บาร์ดีน (J.Bardeen) แบริทเทน (H.W.Brattain) และชอคลีย์ (W.Shockley) ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลง และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มีความรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยทรานซิสเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกมีขนาด 1 ใน 100 ของหลอดสุญญากาศเท่านั้น นอกจากนี้ในยุคนี้นี้ยังได้มีการคิดภาษาเพื่อใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ภาษาฟอร์แทรน (FORTRAN) จึงทำให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมสำหรับใช้กับเครื่อง



เครื่องคอมพิวเตอร์ทรานซิสเตอร์



ทรานซิสเตอร์

ลักษณะเฉพาะของเครื่องคอมพิวเตอร์ทรานซิสเตอร์

- ใช้อุปกรณ์ ทรานซิสเตอร์ (Transistor) ซึ่งสร้างจากสารกึ่งตัวนำ (Semi-Conductor) เป็นอุปกรณ์หลักแทนหลอดสุญญากาศ เนื่องจากทรานซิสเตอร์เพียงตัวเดียว มีประสิทธิภาพในการทำงานเทียบเท่าหลอดสุญญากาศได้นับร้อยหลอด ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคนี้มีขนาดเล็ก ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ความร้อนต่ำ ทำงานเร็วและได้รับความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น
- เก็บข้อมูลได้ โดยใช้ส่วนความจำวงแหวนแม่เหล็ก (Magnetic Core)
- มีความเร็วในการประมวลผลในหนึ่งคำสั่ง ประมาณหนึ่งในพันของวินาที (Millisecond : mS)
- สั่งงานได้สะดวกมากขึ้น เนื่องจากทำงานด้วยภาษาสัญลักษณ์ (Assembly Language)
- เริ่มพัฒนาภาษาระดับสูง (High Level Language) ขึ้นใช้งานในยุคนี้ คือภาษาฟอร์แทรน (FORmular TRANslation : FORTRAN) ในงานทางด้านคณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ และภาษาโคบอล (Common Business Oriented Language : COBOL)

พ.ศ.2507 – 2512 ได้มีการประดิษฐ์คิดค้นเกี่ยวกับวงจรรวม (Integrated-Circuit) หรือเรียกกันย่อๆ ว่า "ไอซี"(IC) ซึ่งไอซีนี้นำให้ส่วนประกอบและวงจรต่างๆ สามารถวางลงได้บนแผ่นชิป (chip) เล็กๆ เพียงแผ่นเดียว เช่น แผ่นซิลิคอนขนาดเล็กกว่า 1/8 ตารางนิ้ว จึงมีการนำเอาแผ่นชิปมาใช้แทนทรานซิสเตอร์ทำให้ประหยัดเนื้อที่ได้นามาก



เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุควงจรรวม



วงจรรวม (Integrated circuit : IC)

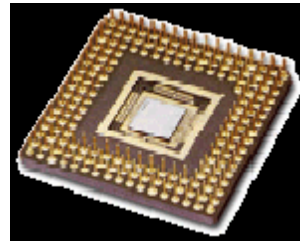
ลักษณะเฉพาะของเครื่องคอมพิวเตอร์ยุควงจรรวม

- มีความเชื่อถือได้ หมายความว่า ไม่ว่าจะใช้งานกี่ครั้งก็จะได้ผลลัพธ์เหมือนเดิม คอมพิวเตอร์ที่ใช้หลอดสุญญากาศจะเกิดการขัดข้องโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 15 วินาที ส่วนไอซีมีปัญหาเช่นนี้น้อยมาก คือ 1 ครั้ง ใน 23 ล้านชั่วโมง
- อุปกรณ์มีขนาดเล็กกะทัดรัด มีความเร็วในการทำงานเพิ่มมากขึ้น เพราะวงจรรวมอยู่ใกล้กันมากระยะเวลาในการเดินทางของกระแสไฟฟ้าจะน้อยลง
- ราคาถูก เนื่องจากการผลิตในปริมาณมากๆ ทำให้ต้นทุนถูกลง
- ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ทำให้ประหยัด
- ทำงานได้ด้วยภาษาระดับสูงทั่วไป

เป็นยุคที่น่าสารถักตัวนำมาสร้างเป็นวงจรรวมความจุสูงมาก (Very Large Scale Integrated : VLSI) ซึ่งสามารถย่อส่วนไอซีธรรมดาหลายๆ วงจรเข้ามาในวงจรเดียวกัน และมีการประดิษฐ์ ไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) ขึ้น ทำให้เครื่องมีขนาดเล็ก ราคาถูกลง และมีความสามารถในการทำงานสูงและรวดเร็วมาก จึงทำให้มีคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(Personal Computer) ถือกำเนิดขึ้นมาในยุคนี้



Personal Computer : PC



Microprocessor

ลักษณะเฉพาะของเครื่องคอมพิวเตอร์ยุควีแอลเอสไอ

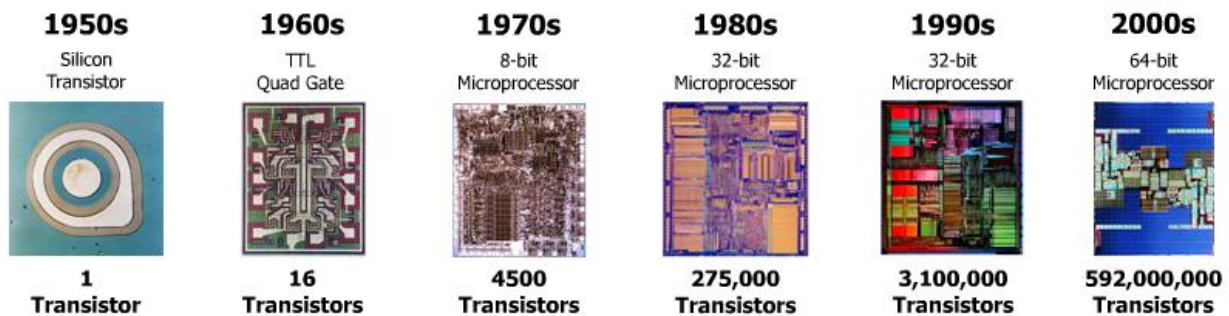
- ใช้อุปกรณ์ วงจรรวมสเกลขนาดใหญ่ (Large Scale Integration : LSI) และ วงจรรวมสเกลขนาดใหญ่มาก (Very Large Scale Integration : VLSI) เป็นอุปกรณ์หลัก
- มีความเร็วในการประมวลผลแต่ละคำสั่งประมาณหนึ่งในพันล้านวินาที (Nanosecond : nS) และพัฒนาต่อมาจนมีความเร็วในการประมวลผลแต่ละคำสั่งประมาณหนึ่งในล้านล้านของวินาที (Picosecond : pS)

หลังจากที่มีการคิดค้นวงจรวีแอลเอสไอขึ้นเพื่อใช้เป็นหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำหลักในคอมพิวเตอร์แล้ว การพัฒนางจรวีแอลเอสไอก็ยังคงมีอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว จนในปัจจุบันสามารถบรรจุ

ทรานซิสเตอร์ลงบนแผ่นซิลิคอนขนาดเล็กเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ทุกๆ 18 เดือน เป็นผลให้คอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันสามารถทำงานได้เร็วขึ้น ประมวลผลข้อมูลได้ที่ละมากๆ ทำงานได้หลายงานพร้อมกัน รวมทั้งสามารถแสดงผลในรูปของสื่อประสมได้ ความนิยมนำคอมพิวเตอร์มาช่วยงานจึงขยายอย่างรวดเร็ว ยุคนี้จะมีความพยายามในการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์กับงานหลายประเภท เช่น มีความพยายามนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ในยุคนี้ก็มีการพัฒนาเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อให้คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันอยู่ในเครือข่ายสามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ สามารถใช้อุปกรณ์รอบข้าง เช่น เครื่องพิมพ์ร่วมกันได้ สามารถเรียกใช้ข้อมูลที่อยู่ในเครื่องอื่นในกลุ่มได้

จากความสะดวกสบายของการทำงานบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทำให้เทคโนโลยีนี้ได้รับความนิยมสูงมา โดยตลอดมีผลให้มีการพัฒนาและการประยุกต์ใช้งานบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาก เช่น มีการพัฒนาสายเชื่อมโยงให้มีความทนทานและสามารถส่งข้อมูลได้มากขึ้น

สำหรับด้านซอฟต์แวร์จะเห็นได้ว่าปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการติดต่อสื่อสารในหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ การพูดคุยหรือเล่นเกมแบบออนไลน์ การนำเสนอข้อมูลผ่านทางเว็บ เป็นต้น



รูป พัฒนาการของ Transistor

3. ชนิดของคอมพิวเตอร์

จำแนกตามสภาพการทำงานของระบบเทคโนโลยีที่ประกอบอยู่และสภาพการใช้งานของคอมพิวเตอร์ในยุคต์เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ได้ดังนี้

- 1) ไมโครคอมพิวเตอร์ (microcomputer)
- 2) สถานีงานวิศวกรรม (engineering workstation)
- 3) มินิคอมพิวเตอร์ (minicomputer)
- 4) เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (mainframe computer)
- 5) ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ (supercomputer) หรือคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง (high performance)

computer)

ไมโครคอมพิวเตอร์ (microcomputer) มีขนาดเล็กที่สุด แต่ก็มีประสิทธิภาพสูง นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาไม่แพงสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและสะดวก สามารถแบ่งแยกไมโครคอมพิวเตอร์ตามขนาดของเครื่องได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (desktop computer) เป็นไมโครคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กได้รับการออกแบบมาให้ตั้งบนโต๊ะ มีการแยกชิ้นส่วนประกอบเป็น จอภาพ เคส(case) และแป้นพิมพ์



รูป คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ

2. โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ (notebook computer) เป็นไมโครคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กสามารถหิ้วพกพาไปในที่ต่างๆ ได้ มีน้ำหนักประมาณ 1.5 – 3 กิโลกรัม เครื่องประเภทนี้มีประสิทธิภาพเหมือนเครื่องแบบตั้งโต๊ะ



รูป โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์

3. ปาล์มท็อปปคอมพิวเตอร์ (Personal Digital Assistance) เป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่มีขนาดเล็กสามารถใส่กระเป๋าเสื้อได้ ใช้สำหรับทำงานเฉพาะอย่าง เช่น เป็นสมุดจดบันทึกประจำวัน เป็นพจนานุกรม



Personal Digital Assistance

สถานีงานวิศวกรรม (engineering workstation) เหมาะสำหรับงานกราฟิก การสร้างรูปภาพและการทำภาพเคลื่อนไหว การเชื่อมโยงสถานีงานวิศวกรรมรวมกันเป็นเครือข่ายทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลและการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ ประสิทธิภาพของซีพียูอยู่ในช่วงหลายร้อยล้านคำสั่งต่อวินาที (Million Instructions Per Second : MIPS) อย่างไรก็ตาม หลังจากที่ใช้ซีพียูแบบรีดิวซ์ (Reduced InstructionSet Computer : RISC) ก็สามารถเพิ่มขีดความสามารถเชิงคำนวณของซีพียูสูงขึ้นอีก



รูป สถานีงานวิศวกรรม (Work Station)

มินิคอมพิวเตอร์ (minicomputer) เป็นเครื่องที่สามารถใช้งานพร้อมๆ กันได้หลายคน จึงมีเครื่องปลายทางที่เชื่อมต่อกัน ราคาอาจจะสูงกว่าเครื่องสถานีงานวิศวกรรม นำมาใช้สำหรับประมวลผลในงานสารสนเทศขององค์กรขนาดกลาง จนถึงองค์กรขนาดใหญ่ที่มีการวางระบบเป็นเครือข่าย เช่น งานบัญชีและการเงิน งานออกแบบทางวิศวกรรม งานควบคุมการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ในกลุ่มนี้เปลี่ยนเป็นสถานีบริการบนเครือข่ายในรูปแบบเซิร์ฟเวอร์ (Server)



รูป มินิคอมพิวเตอร์

เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (mainframe computer) มีขนาดใหญ่ ประสิทธิภาพสูง มีความเร็วในการทำงาน และมีหน่วยความจำสูงมาก เหมาะกับหน่วยงานขนาดใหญ่เช่นธนาคาร เป็นต้น ปัจจุบันเมนเฟรมได้รับความนิยมน้อยลงทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กมีประสิทธิภาพและความสามารถดีขึ้น ราคาถูกลง ขณะเดียวกันระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็ดีขึ้นจนทำให้การใช้งานบนเครือข่ายกระทำได้เหมือนการใช้งานบนเมนเฟรม



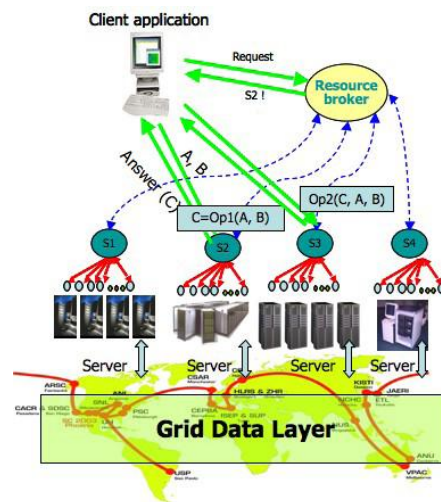
รูป เมนเฟรมคอมพิวเตอร์

ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ (supercomputer) หรือคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง (high performance computer) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับงานคำนวณที่ต้องมีการคำนวณตัวเลขจำนวนหลายล้านตัวภายในเวลาอันรวดเร็วเช่น งานพยากรณ์อากาศ ที่ต้องนำข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับอากาศทั้ง ระดับภาคพื้นดิน และระดับชั้นบรรยากาศเพื่อคาดการณ์การเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงของอากาศ หรืองานด้านการควบคุมขีปนาวุธ งานควบคุมทางอากาศ งานประมวลผลภาพทางการแพทย์ งานด้านวิทยาศาสตร์ และงานด้านวิศวกรรมการออกแบบ ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ทำงานได้เร็ว และมีประสิทธิภาพสูงกว่าคอมพิวเตอร์ชนิดอื่นเพราะมีการพัฒนาให้มี

โครงสร้างการคำนวณพิเศษ เช่น การคำนวณแบบขนานที่เรียกว่า เอ็มพีพี (Massively Parallel Processing : MPP) ซึ่งเป็นการคำนวณที่กระทำกับข้อมูลหลายๆ ตัวในเวลาเดียวกันด้วยขีดความสามารถของไมโครโพรเซสเซอร์ที่สูงขึ้นมาก จึงมีการพัฒนาระบบไมโครคอมพิวเตอร์ต่อร่วมกันเป็นเครือข่าย และให้การทำงานร่วมกันในรูปแบบการคำนวณเป็นกลุ่มหรือที่เรียกว่า คลัสเตอร์ (cluster computer) คอมพิวเตอร์ประเภทนี้จึงทำการคำนวณแบบขนานและสามารถคำนวณทางวิทยาศาสตร์ได้ตืนอกจากนี้ยังมีการประยุกต์คอมพิวเตอร์จำนวนมากบนเครือข่ายให้ทำงานร่วมกัน โดยกระจายการทำงานไปยังเครื่องต่างๆ บนเครือข่าย ทั้งนี้ทำให้ประสิทธิภาพการคำนวณโดยรวมสูงขึ้นมาก เราเรียกระบบการคำนวณบนเครือข่ายแบบนี้ว่าคอมพิวเตอร์แบบกริด (grid computer)



ซูเปอร์คอมพิวเตอร์



กริดคอมพิวเตอร์

4. องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์

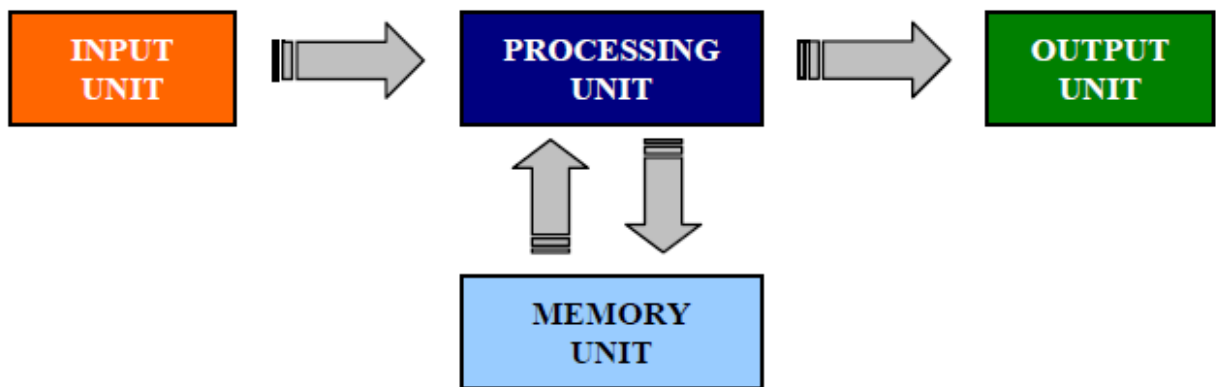
องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) และ บุคลากร (People ware)

- ฮาร์ดแวร์(Hardware) คือ ตัวเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ทุกๆ ชิ้น รวมถึงอุปกรณ์ภายนอก(Peripheral device) อื่นๆ เช่น จอภาพ คีย์บอร์ด เมาส์ 프린เตอร์ ฮาร์ดดิสก์ แผงวงจรหลัก (Mainboard) แรม การ์ดจอ ซีพียู เป็นต้น
- ซอฟต์แวร์(Software) คือ โปรแกรมหรือชุดข้อมูลคำสั่งต่างๆ ที่สั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามวัตถุประสงค์

- บุคลากร(Peopleware) คือ ผู้ใช้งานหรือผู้ที่ทำงานอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์รวมถึงช่าง โปรแกรมเมอร์ นักวิเคราะห์ระบบ และอื่นๆ

5. หลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์

เมื่อข้อมูลถูกส่งผ่านเข้ามาทางหน่วยรับข้อมูล (Input Unit) ก็จะถูกส่งต่อเพื่อนำไปจัดเก็บหรือพักข้อมูลไว้ชั่วคราวที่หน่วยความจำ (Memory Unit) ก่อน จากนั้นจึงค่อยๆ หยอยจัดส่งข้อมูลต่างๆ ที่จัดเก็บไว้ ไปให้หน่วยประมวลผล (Processing Unit) เพื่อประมวลผลข้อมูล แล้วส่งไปยังหน่วยสุดท้ายคือ หน่วยแสดงผล (Output Unit) เพื่อทำการแสดงผลออกทางอุปกรณ์ต่างๆ ต่อไป



รูป หลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์

สามารถอธิบายหลักการทำงานของแต่ละหน่วยพอสังเขปได้ดังนี้

o หน่วยรับข้อมูล (Input Unit)

หน่วยรับข้อมูลเป็นส่วนแรกที่ติดต่อกับผู้ใช้ หน้าที่หลักคือ ตอบสนองการสั่งงานจากผู้ใช้แล้วรับเป็นสัญญาณข้อมูลส่งต่อไปจัดเก็บหรือพักไว้ที่หน่วยความจำ ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยรับข้อมูลมีมากมายเช่น Mouse, Keyboard, Joystick, Touch Pad เป็นต้น

o หน่วยประมวลผล (Processing Unit)

หน่วยประมวลผลถือเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของเครื่องคอมพิวเตอร์ เปรียบได้กับสมองของมนุษย์ หน้าที่หลักของหน่วยนี้คือ นำเอาข้อมูลที่ถูกจัดเก็บหรือพักไว้ในหน่วยความจำ มาทำการคิดคำนวณประมวลผลข้อมูลทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Operation) และเปรียบเทียบข้อมูลทางตรรกศาสตร์ (Logical Operation) จนได้ผลลัพธ์ออกมาแล้วจึงค่อยส่งข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์เหล่านั้นไปยังหน่วยแสดงผลต่อไป อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ก็คือ ซีพียู (Central Processing Unit)

o หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นหน่วยที่สำคัญ ที่จะต้องทำงานร่วมกันกับหน่วยประมวลผลอยู่โดยตลอด หน้าที่หลักคือ จัดจำและบันทึกข้อมูลต่างๆที่ถูกส่งมาจากหน่วยรับข้อมูล จัดเก็บไว้ชั่วคราว ก่อนที่จะส่งต่อไปให้หน่วยประมวลผล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นเสมือนกระดานทด สำหรับให้หน่วยประมวลผลใช้คิดคำนวณประมวลผลข้อมูลต่างๆ ด้วย

o หน่วยแสดงผล (Output Unit)

หน่วยแสดงผลเป็นหน่วยที่ใช้ในการแสดงผลลัพธ์ที่ได้ออกมาในรูปแบบต่างๆ กันตามแต่ละอุปกรณ์ เช่น สัญญาณภาพออกสู่หน้าจอ และงานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ เป็นต้น

6. ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์

6.1 หน่วยรับข้อมูล

อุปกรณ์รับเข้าในปัจจุบันมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีวิธีการในการนำเข้าสู่ข้อมูลที่ต่างๆ กัน เราอาจแบ่งประเภทของอุปกรณ์รับเข้าตามลักษณะการรับข้อมูลเข้าได้ดังนี้

6.1.1 อุปกรณ์รับเข้าแบบกด

1) แป้นพิมพ์ หรือ คีย์บอร์ด (Keyboard) เป็นอุปกรณ์สำหรับนำเข้าสู่ข้อมูลขั้นพื้นฐาน ทำหน้าที่เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับระบบคอมพิวเตอร์ โดยส่งคำสั่งหรือข้อมูลจากผู้ใช้ไปสู่หน่วยประมวลผลในระบบคอมพิวเตอร์ ภายใน แป้นพิมพ์จะมีแผงวงจรหลักที่จะประกอบด้วยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมาก ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ที่ถูกฉาบด้วยหมึกที่เป็นตัวนำไฟฟ้า เมื่อถูกกดจนติดกันก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในตัววงจร เมื่อผู้ใช้กดแป้นใดแป้นหนึ่ง ข้อมูลในรูปของสัญญาณไฟฟ้าจากแป้นกดแต่ละแป้นจะถูกเปรียบเทียบกับรหัส (Scan Code) กับรหัสมาตรฐานของแต่ละแป้นที่กด เพื่อเปลี่ยนให้เป็นตัวอักษร ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ไปแสดงบนจอภาพ



รูป คีย์บอร์ด

6.1.2 อุปกรณ์รับเข้าแบบชี้ตำแหน่ง

1) เมาส์ (Mouse)

เมาส์เป็นอุปกรณ์ที่ให้ความรู้สึกที่ดีต่อการใช้งาน ช่วยให้การใช้ง่ายขึ้นด้วยการใช้เมาส์เลื่อนตัวชี้ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ บนจอภาพในขณะที่สายตาจับอยู่ที่จอภาพก็สามารถใช้มือลากเมาส์ไปมาได้ระยะทางและทิศทางของตัวชี้จะสัมพันธ์และเป็นไปในแนวทางเดียวกับการเลื่อนเมาส์เมาส์แบ่งได้เป็นสองแบบคือ เมาส์แบบทางกล (Mechanical) และเมาส์แบบใช้แสง (Optical) แบบทางกลเป็นแบบที่ใช้ลูกกลิ้งกลมที่มีน้ำหนักและแรงเสียดทานพอดี เมื่อเลื่อนเมาส์ไปในทิศทางใดจะทำให้ลูกกลิ้งเคลื่อนไปมาในทิศทางนั้น ลูกกลิ้งจะทำให้กลไกซึ่งทำหน้าที่ปรับแกนหมุนในแกน X และแกน Y แล้วส่งผลไปเลื่อนตำแหน่งตัวชี้บนจอภาพ เมาส์แบบทางกลนี้มีโครงสร้างที่ออกแบบได้ง่าย มีรูปร่างพอเหมาะมือ ส่วนลูกกลิ้งจะต้องออกแบบให้กลิ้งได้ง่ายและไม่ลื่นไถล สามารถควบคุมความเร็วได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์ระหว่างทางเดินของเมาส์และจอภาพ เมาส์แบบใช้แสงอาศัยหลักการส่งแสงจากเมาส์ลงไปยังบนแผ่นรองเมาส์ (mouse pad) เมาส์แบบใช้แสงอาศัยหลักการส่งแสงจากเมาส์ลงไปยังบนแผ่นรองเมาส์ซึ่งเป็นตาราง (grid) ตามแนวแกน X และ Y เมื่อเลื่อนตัวเมาส์เคลื่อนไปบนแผ่นตารางรองเมาส์ก็จะมีแสงตัดผ่านตารางและสะท้อนขึ้นมาทำให้ทราบตำแหน่งที่ลากไปเมาส์แบบนี้ไม่ต้องใช้ลูกกลิ้งกลม แต่ต้องใช้แผ่นตารางรองเมาส์พิเศษ



เมาส์แบบทางกล (Mechanical)



เมาส์แบบใช้แสง (Optical Mouse)

2) อุปกรณ์ชี้ตำแหน่งสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก

เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อความสะดวกในการพกพาไปในที่ต่างๆ จึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงน้อยที่สุด และใช้เนื้อที่ในการใช้งานน้อยที่สุด ดังจะเห็นว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ดังกล่าวมีแผงแป้นอักขระติดอยู่กับจอภาพ และอุปกรณ์อีกอย่างหนึ่งที่ถือเป็นสิ่งจำเป็นในการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันคือเมาส์ จึงต้องมีการคิดค้นอุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่แทนเมาส์ โดยจะต้องออกแบบให้สามารถติดอยู่กับตัวเครื่องได้เลย สะดวกในการพกพา และให้พื้นที่ในการทำงานน้อย ในปัจจุบันเรามีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่และมีคุณสมบัติดังที่กล่าวมาอยู่ 3 ชนิด ได้แก่

ก) ลูกกลมควบคุม (Track ball) ลูกกลมควบคุมมีลักษณะเป็นลูกบอลกลมอยู่ภายในเบ้าตรงบริเวณแผงแป้นอักขระของเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ผู้ใช้สามารถใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวชี้บนจอภาพโดยการหมุนลูกกลมไปในทิศทางที่ต้องการ

ข) แท่งชี้ตำแหน่ง (Track point) แท่งชี้ตำแหน่งมีลักษณะเป็นแท่งพลาสติกที่ส่วนยอดหุ้มด้วยยางโพลีเอทิลีนตรงกลางในแผงแป้นอักขระของเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ผู้ใช้สามารถใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวชี้บนจอภาพโดยการโยกแท่งชี้ควบคุมไปในทิศทางที่ต้องการ

ค) แผ่นรองสัมผัส (Touch pad) แผ่นรองสัมผัสเป็นแผ่นพลาสติกที่ไวต่อการสัมผัส อยู่ตรงหน้าแผงแป้นอักขระของเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก เป็นอุปกรณ์ที่นิยมติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุ๊กในปัจจุบัน เนื่องจากใช้งานง่าย ผู้ใช้สามารถใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวชี้บนจอภาพ โดยการแตะสัมผัสไปแผ่นรองสัมผัสและสามารถคลิกหรือดับเบิลคลิก เพื่อเลือกรายการได้



Track Ball



Track Point



Touch Pad

3) ก้านควบคุม (Joystick)

อุปกรณ์รับเข้าชนิดนี้เป็นที่คุ้นเคยของนักเรียนที่นิยมเล่นเกมคอมพิวเตอร์ชนิดที่มีการแสดงผลเป็นกราฟิกที่ตัวผู้เล่นที่ปรากฏบนจอภาพต้องมีการเคลื่อนที่เพื่อทำภารกิจตามกติกาของเกม ตัวผู้เล่นที่ปรากฏบนจอภาพเปรียบได้กับตัวชี้ตำแหน่งที่ปรากฏในการซอฟต์แวร์ประยุกต์ทั่วไป และก้านควบคุมนี้ก็ทำหน้าที่เหมือนเมาส์ที่คอยกำหนดการเคลื่อนที่ของตัวชี้บนจอภาพ โดยลักษณะของก้านควบคุมจะคล้ายกล่องที่มีก้านโพลีเอทิลีนออกมา และก้านนั้นสามารถบิดขึ้น ลง ซ้าย ขวาได้ การเคลื่อนที่ของก้านนี้เองที่เป็นการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวชี้ตำแหน่ง



6.1.3 อุปกรณ์รับเข้าระบบปากกา

อุปกรณ์รับเข้าในกลุ่มนี้จะมีส่วนประกอบอยู่ชิ้นหนึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญคือ อุปกรณ์ที่มีรูปร่างเหมือนปากกา แต่จะมีแสงที่ปลาย งานที่ใช้อุปกรณ์ชิ้นนี้มักเป็นงานเกี่ยวกับการพิกที่ต้องมีการวาดรูป งานวาดแผนผัง และงานคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (Computer Aided Design : CAD) ซึ่งถ้าใช้อุปกรณ์ที่รูปร่างเหมือนปากกาจะช่วยให้ทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น อุปกรณ์รับเข้าระบบปากกาที่มีใช้งานอยู่แพร่หลายได้แก่

1) ปากกาแสง (Light pen)

ปากกาแสง (Light pen) เป็นอุปกรณ์ที่ไวต่อแสงที่นอกจากจะใช้ในการวาดรูปสำหรับงานกราฟิกแล้ว ยังสามารถทำหน้าที่เหมือนเมาส์ในการชี้ตำแหน่งบนจอภาพ หรือทำงานกับรายการเลือกและสัญลักษณ์เพื่อสั่งงานเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยที่ปลายข้างหนึ่งของปากกาชนิดนี้จะมีสายเชื่อมที่สามารถต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อมีการแตะปากกาที่จอภาพข้อมูลจะถูกส่งผ่านสายนี้ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้สามารถรับรู้ตำแหน่งที่ชี้และกระทำตามคำสั่งได้ นอกจากนี้ เมื่อมีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดพกพาหรือปาล์มท้อปอย่างแพร่หลายก็มีการนำปากกาชนิดนี้มาใช้ในการรับข้อมูลที่เป็นลายมือบนเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดนี้



รูป Light Pen

2) เครื่องอ่านพิกัด (Digitizing tablet)

เครื่องอ่านพิกัด (Digitizing tablet) หรือเรียกว่าแผ่นระนาบกราฟิก (graphic tablet) เป็นอุปกรณ์รับเข้าที่มีส่วนประกอบ 2 ชิ้น ได้แก่ กระดานแบบสี่เหลี่ยมที่มีเส้นแบ่งเป็นตาราง(grid) ของเส้นลวดที่ไวต่อสัมผัสสูง และปากกาที่ทำหน้าที่เป็นตัวชี้ตำแหน่งหรือวาดรูปบนกระดานข้างต้น คอมพิวเตอร์สามารถรับรู้ตำแหน่งของกระดานที่มีการสัมผัสหรือวาดเส้นและเส้นที่วาดจะแสดงบนจอภาพได้ อุปกรณ์ชิ้นนี้มักใช้ในการออกแบบรถยนต์หรือหุ่นยนต์



Digitizing Tablet

6.1.4 อุปกรณ์รับเข้าแบบจอสัมผัส

จอสัมผัส (Touch screen) เป็นจอภาพแบบพิเศษคือที่จอภาพจะเคลือบสารพิเศษทำให้สามารถรับตำแหน่งของการสัมผัสด้วยมือมนุษย์ได้ทันที ซึ่งผู้ใช้เพียงแตะปลายนิ้วลงบนจอภาพในตำแหน่งที่กำหนดไว้ เพื่อเลือกการทำงานที่ต้องการ ซอฟต์แวร์ที่ใช้จะเป็นตัวค้นหาว่าผู้ใช้เลือกทางเลือกใด และทำงานให้ตามนั้น หลักการนี้นิยมใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่คล่องนักสามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการได้อย่างสะดวกรวดเร็ว จะพบการใช้งานมากในร้านอาหารแบบเร่งด่วน หรือใช้แสดงข้อมูลการท่องเที่ยว เป็นต้น



รูป Touch Screen

6.1.5 อุปกรณ์รับเข้าแบบกวาดตรวจ

1) เครื่องอ่านรหัสแท่ง (Barcode Reader)

การทำงานของเครื่องใช้หลักการของการสะท้อนแสง โดยเครื่องอ่านจะส่งลำแสงไปยังรหัสแท่งที่อยู่บนสินค้า แล้วแปลงรหัสที่อ่านได้เป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งผ่านสายที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ชิ้นนี้โดยเฉพาะนำไปประมวลผล



Barcode Reader

2) เครื่องกราดตรวจ (Scanner)

อุปกรณ์ชิ้นนี้สามารถนำเข้าข้อมูลที่เป็นรูปภาพหรือข้อความที่อยู่บนสิ่งพิมพ์ได้โดยใช้หลักการสะท้อนแสง ข้อมูลที่รับเข้าโดยอุปกรณ์ชิ้นนี้จะเป็นรูปภาพที่ได้รับการแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและตีความได้ การพิจารณาคุณภาพของสแกนเนอร์จะพิจารณาจากความละเอียดของ

ภาพซึ่งมีหน่วยเป็นจุดต่อนิ้ว (dot per inch : dpi) ภาพที่มีจำนวนจุดต่อนิ้วมากจะมีความละเอียดสูงซึ่งจะเหมือนรูปจริงมาก



รูป เครื่อง Scanner

3) กล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Digital camera)

เป็นกล้องถ่ายภาพที่เก็บภาพเป็นข้อมูลดิจิทัล และสามารถนำภาพที่เป็นข้อมูลดิจิทัลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์สแกนเนอร์อีก



รูป กล้อง Digital

6.1.6 อุปกรณ์รับเข้าแบบจดจำเสียง

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับสัญญาณเสียงที่มนุษย์พูด และแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลเก็บข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานทางเสียงแทนที่จะใช้แป้นพิมพ์ปัจจุบันนิยมนำมาใช้กับผู้ที่ทำงานหลายอย่างไม่มีเวลาว่างพอที่จะกดแป้นพิมพ์ หรือผู้พิการเช่นคนตาบอด

6.2 หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) หรือไมโครโพรเซสเซอร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ มีหน้าที่นำคำสั่งและข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำมาแปลความหมายและกระทำตามคำสั่งพื้นฐานของไมโครโพรเซสเซอร์ซึ่งแทนได้ด้วยรหัสเลขฐานสอง หน่วยประมวลผลกลางเป็นวงจรไฟฟ้า ซึ่งองค์ประกอบภายในของซีพียูที่สำคัญคือ 1) หน่วยควบคุม (Control Unit) และ 2) หน่วยคำนวณและตรรกะ (Arithmetic Logical Unit :ALU) รายละเอียดดังนี้

1) **หน่วยควบคุม (Control Unit : CU)** ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน ควบคุมการเขียนอ่านข้อมูลระหว่างหน่วยความจำของซีพียู ควบคุมกลไกการทำงาน ทั้งหมดของระบบ ควบคุมจังหวะเวลา โดยมีสัญญาณนาฬิกา เป็นตัวกำหนดจังหวะการทำงาน หน่วยนี้ทำหน้าที่คล้ายกับสมองซึ่งควบคุมให้ระบบอวัยวะต่างๆ ของร่างกายทำงานประสานกัน สามารถเปรียบเทียบการทำงานของหน่วยควบคุมกับการทำงานของสมองได้ดังนี้

หน่วยควบคุม	สมอง
○ ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์รับข้อมูล	○ ควบคุมอวัยวะสัมผัสทั้งห้า
○ ควบคุมการเก็บและการนำข้อมูลจากหน่วยความจำมาใช้	○ จดจำและระลึกเรื่องราวต่างๆ
○ ควบคุมการทำงานของหน่วยคำนวณและตรรกะ ให้การคำนวณและเปรียบเทียบ	○ วิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาและตัดสินใจ
○ ควบคุมการทำงานของหน่วยแสดงผลให้พิมพ์หรือบันทึกผล	○ ควบคุมการแสดงออกโดยการพูดหรือการเขียน

2) **หน่วยคำนวณและตรรกะ (Arithmetic and Logic Unit : ALU)** ทำหน้าที่คำนวณทางเลขคณิต ได้แก่ การบวก ลบ คูณ หาร และเปรียบเทียบทางตรรกะเพื่อทำการตัดสินใจ การทำงานของหน่วยนี้จะรับข้อมูลจากหน่วยความจำมาไว้ในที่เก็บชั่วคราวของแอสเซมบลีซึ่งเรียกว่า register เพื่อทำการคำนวณแล้วส่งผลลัพธ์กลับไปยังหน่วยความจำ ทั้งนี้ในการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ข้อมูลและคำสั่งจะอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านระบบส่งถ่ายข้อมูลภายในเรียกว่าบัส (bus) ความเร็วของซีพียูถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งองค์ประกอบที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของซีพียูมี 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. สัญญาณนาฬิกาภายในซีพียู เป็นสัญญาณที่ให้จังหวะในการทำงานภายในตัวซีพียู หรือจะกล่าวได้ว่าเป็นความเร็วของซีพียูนั่นเอง

2. สัญญาณภายนอกซีพียู เป็นสัญญาณที่ให้จังหวะในการทำงานแก่บัสที่ซีพียูใช้รับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำ โดยบัสที่เชื่อมต่อระหว่างซีพียูกับหน่วยความจำนี้จะเรียกว่า “ฟรอนต์ไซด์บัส” (Front Side Bus) หรือเรียกย่อๆ ว่า “เอฟเอสบี”(FSB)

3. หน่วยความจำแคช (Cache memory) คือส่วนที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลหรือคำสั่งที่ซีพียูมักมีการเรียกใช้งานบ่อยๆ เพื่อลดการทำงานระหว่างซีพียูกับหน่วยความจำหลัก โดยไม่ต้องเสียเวลาโหลดข้อมูลจากหน่วยความจำหลักมาบ่อยๆ ซึ่งจะช้ากว่ามาก

หน่วยความจำแคช ในปัจจุบันมีความเร็วเท่ากับความเร็วของซีพียูและบรรจุอยู่ภายในซีพียู มีอยู่ 2 ระดับคือแคชระดับ 1 หรือที่เรียกว่า “L1 cache” และ แคชระดับ 2 หรือที่เรียกว่า “L2 cache” (ซีพียูของ AMD บางรุ่นเช่น รุ่น K6-2, K6-3 สามารถใช้แคชระดับ 3 ที่เรียกว่า “L3 cache” อยู่บนเมนบอร์ดได้)

3.2.1 บรรจุภัณฑ์ (Packaging) และฐานรอง (Socket) ของซีพียู สามารถแบ่งเป็น 4 แบบ

1) แบบตลับ (Cartridge) ใช้สำหรับเสียบลงในช่องเสียบบนเมนบอร์ดที่เรียกว่าสลอต (Slot) ซึ่งซีพียูแต่ละค่ายจะใช้ Slot ของตนเองและไม่เหมือนกัน ในปัจจุบันได้เลิกผลิตแล้ว เช่น ซีพียูของ Intel รุ่น Pentium II และซีพียูของ AMD รุ่น K7 เป็นต้น

2) แบบ BGA (Ball Grid Array) จะมีลักษณะเป็นแผ่นแบนๆ ที่ด้านหนึ่งจะมีวัตถุทรงกลมนำไฟฟ้าขนาดเล็กเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบทำหน้าที่เป็นขาของชิป เวลานำไปใช้งานส่วนมากมักจะต้องบัดกรียึดจุดสัมผัสต่างๆ ติดกับเมนบอร์ดเลย จึงมักนำไปใช้ทำเป็นชิปที่อยู่บนเมนบอร์ดซึ่งเปลี่ยนแปลงไม่ได้ เช่น ชิพเซ็ต และ ชิพหน่วยความจำ เป็นต้น



แบบตลับ



แบบ BGA



แบบ PGA



แบบ LGA

3) แบบ PGA (Pin Grid Array) จะมีลักษณะเป็นแผ่นแบนๆ ที่ด้านหนึ่งจะมีขา (Pin) จำนวนมากยื่นออกมาจากตัวชิป เป็นแบบที่นิยมใช้กันมานาน ขาจำนวนมากเหล่านี้จะใช้เสียบลงบนฐานรองหรือที่เรียกว่าซ็อกเก็ต (Socket) ที่อยู่บนเมนบอร์ด ซึ่งเอาไว้สำหรับเสียบซีพียูแบบ PGA นี้ โดยเฉพาะ โดย socket นี้มีหลายแบบ สำหรับซีพียูแตกต่างกันไปเสียบข้าม socket กันไม่ได้ เพราะมีจำนวนช่องที่ใช้เสียบขาซีพียูแตกต่างกัน

4) แบบ LGA (Land Grid Array) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ Intel นำมาใช้กับซีพียูรุ่นใหม่ๆ ลักษณะจะเป็นแผ่นแบนๆ ที่ด้านหนึ่งจะมีแผ่นตัวนำวงกลมแบบเรียบขนาดเล็กจำนวนมากเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบทำหน้าที่เป็นขาของชิป ทำให้เมื่อเวลามองจากทางด้านข้างจะไม่เห็นส่วนใดๆ ยื่นออกมาจากตัวชิปเหมือนกับแบบอื่นๆ ที่ผ่านมา ซีพียูที่ใช้บรรจุภัณฑ์แบบนี้จะถูกติดตั้งลงบนฐานรองหรือSocket แบบ Socket T หรือชื่อทางการ

คือ LGA 775 โดย Socket แบบนี้จะไม่มีส่วนสำหรับเสียบขาซีพียูเหมือนกับแบบ PGA แต่จะมีขาเล็กๆจำนวนมาก ยื่นขึ้นมาจากฐานรอง

6.2.2 อุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนให้ซีพียู (Heat Sink)

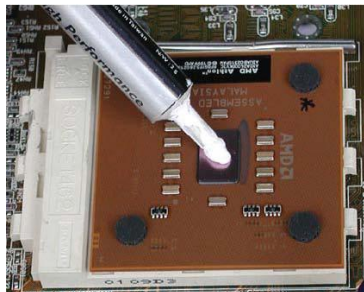
ขณะที่ซีพียูทำงานจะเกิดความร้อนค่อนข้างมาก จึงต้องมีอุปกรณ์ที่เรียกว่าฮีตซิงค์ (Heat Sink) มาช่วยพาความร้อนออกจากซีพียูให้เร็วที่สุด และจะต้องใช้พัดลมเป่าเพื่อระบายความร้อนออกไปโดยเร็ว



รูป อุปกรณ์ระบายความร้อนสำหรับซีพียู

6.2.3 สารเชื่อมความร้อน (Thermal Grease)

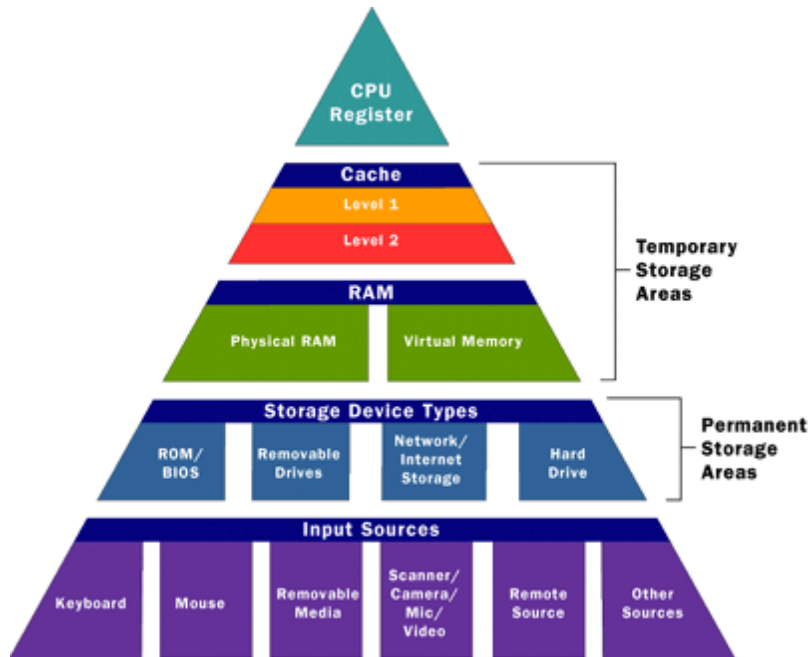
สารเชื่อมความร้อน หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า ซิลิโคน (Silicone) เป็นสารชนิดหนึ่งที่ทำมาจากซิลิโคนผสมกับสารนำความร้อนบางชนิด เช่น Zinc Oxide ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวกลางในการนำพาความร้อนได้ดี มักใช้ทาฉาบไว้บางๆ เพื่อไม่ให้มีช่องว่างระหว่างซีพียูกับ Heat Sink และทำหน้าที่ช่วยในการถ่ายเทหรือพาความร้อนจากซีพียูไปสู่ Heat Sink ได้ดียิ่งขึ้น



รูป สารเชื่อมความร้อน

6.3 หน่วยความจำ

6.3.1 โครงสร้างของลำดับชั้นหน่วยความจำ



รูป ลำดับชั้นของหน่วยความจำ

ตามแผนภาพด้านบนหน่วยความจำ ของเครื่องคอมพิวเตอร์มีการจัดโครงสร้างเป็นแบบลำดับชั้น ซึ่งชั้นสูงสุดและอยู่ใกล้กับโปรเซสเซอร์มากที่สุดคือ รีจิสเตอร์(Register)ที่อยู่ภายในโปรเซสเซอร์ จากนั้นลงมาก็เป็นหน่วยความจำแคช (Cache) หนึ่งหรือสองระดับ ซึ่งถ้ามีหลายระดับมักจะเรียกว่า Cache ระดับ L1, L2,... จากนั้นจึงเป็นหน่วยความจำหลักซึ่งมักจะสร้างมาจาก DRAM (Dynamic Random Access Memory) ซึ่งหน่วยความจำที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จัดว่าเป็นส่วนที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ และโครงสร้างลำดับชั้นยังขยายต่อไปที่หน่วยความจำภายนอกเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักจะหมายถึงอุปกรณ์ที่มีความเร็วสูง เช่น ฮาร์ดดิสก์ นอกเหนือจากนี้ได้แก่ อุปกรณ์ ZIP อุปกรณ์ออปติค และเทปแม่เหล็ก เป็นต้น

ตำแหน่งการอ้างอิงข้อมูลในหน่วยความจำหลักโดยโปรเซสเซอร์นั้น มักจะเป็นตำแหน่งเดิม ดังนั้นหน่วยความจำ Cache มักจะคัดลอกข้อมูลในหน่วยความจำหลักที่เคยถูกอ้างอิงไปแล้วเอาไว้ ซึ่งถ้าการทำงานของ Cache ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดีแล้ว ส่วนใหญ่โปรเซสเซอร์ก็จะเรียกใช้ข้อมูลที่อยู่ใน Cache

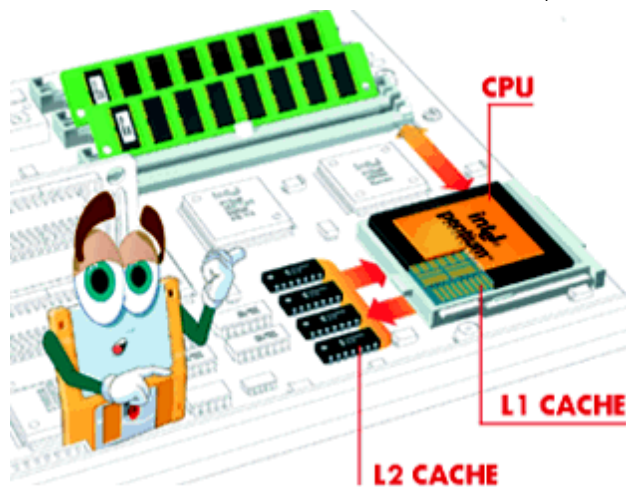
6.3.2 รีจิสเตอร์ (Register)

รีจิสเตอร์ (Register) ถือว่าเป็นหน่วยความจำที่มีความจุน้อยสุด มีความเร็วสูงสุด และมีราคาแพงสุด โดยถูกสร้างเป็นส่วนหนึ่งของชิปหน่วยประมวลผลกลาง โดยอยู่ที่ตำแหน่งบนสุดในลำดับชั้นบนสุดของหน่วยความจำ ใช้เก็บข้อมูลเข้าและผลลัพธ์ตามที่ระบุไว้ในแต่ละคำสั่งของชุดคำสั่งของหน่วยประมวลผลกลาง ตัวอย่างเช่น

- รีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บตำแหน่งต่างๆ ของหน่วยความจำ (address registers)
- รีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บค่าคงที่ (constant registers) ที่สามารถอ่านได้อย่างเดียว
- รีจิสเตอร์ที่มีหน้าที่เฉพาะอย่าง (special purpose registers) เช่น program counter ที่มีหน้าที่เก็บตำแหน่งของคำสั่งถัดไปที่ต้องประมวลผลและสแต็คพอยน์เตอร์ ที่มีหน้าที่เก็บตำแหน่งของข้อมูลล่าสุดในสแต็ค

6.3.3 แคช (Cache)

หน่วยความจำ Cache สร้างขึ้นมาเพื่อที่จะให้เป็นหน่วยความจำที่ทำงานได้เร็วที่สุด โดยปกติแล้วจะทำหน้าที่เก็บสำเนาข้อมูลบางส่วนในหน่วยความจำหลักเอาไว้ เมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้ามากขึ้น ช่วยให้สามารถใส่ Cache เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของชิปโปรเซสเซอร์ได้ ซึ่งเรียกว่า on-chipcache เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคปัจจุบันมีการนำ Cache มาใช้งานร่วมกัน และเรียกโครงสร้างประเภทนี้ว่า Cache 2 ระดับ โดย Cache ระดับที่ 1 (L1) หมายถึง on-chip cache และ Cache ระดับที่ 2 (L2) หมายถึง Cache ภายนอก เหตุผลที่ต้องมี L2 Cache เนื่องจากถ้าหากโปรเซสเซอร์ไม่สามารถหาข้อมูลได้จาก L1 Cache ข้อมูลส่วนหนึ่งจะถูกพบที่ L2 ซึ่งช่วยให้การเข้าถึงข้อมูลนั้นรวดเร็วกว่าการเข้าถึงหน่วยความจำหลักโดยตรง โดยเฉพาะถ้าชิปที่นำมาสร้าง L2 Cache เป็นแบบ SRAM ที่มีความเร็วเท่ากับบัสแล้ว ข้อมูลในนี้จะถูกนำส่งโปรเซสเซอร์ได้โดยไม่มีการรอจังหวะสัญญาณนาฬิกา (zero-wait state transaction) เกิดขึ้นเลยซึ่งเป็น L2 Cache ชนิดที่เร็วที่สุด



6.3.4 หน่วยความจำหลักแบบแก็งไคได้ (Random-Access Memory : RAM) หน่วยความจำหลัก (RAM) คุณลักษณะที่สำคัญของ RAM มีอยู่ 2 ประการคือ ประการแรกสามารถอ่านหรือบันทึกข้อมูลได้อย่างง่ายดายและรวดเร็วด้วยการใช้สัญญาณไฟฟ้า ประการที่สองคือข้อมูลที่เก็บอยู่นั้นเป็นการเก็บไว้ชั่วคราว หน่วยความจำ RAM จะต้องได้รับพลังงานไฟฟ้ามาป้อนอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อไม่มีพลังงานไฟฟ้าข้อมูลทั้งหมดที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำก็จะหายไปทันที ดังนั้น RAM ตัวนี้จึงถูกนำมาใช้เป็นหน่วยความจำชั่วคราว

3.3.4.1 หน่วยความจำชั่วคราวแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ดังนี้

1) DRAM หรือ (Dynamic RAM) เป็นหน่วยความจำที่ประกอบด้วยเซลล์ที่ใช้เก็บข้อมูลที่ใช้อัดประจุไฟฟ้าเข้าไปเก็บไว้ในตัว capacitor เป็นระยะอยู่เสมอเพื่อที่จะได้สามารถเก็บรักษาข้อมูลเอาไว้ได้ และแม้ว่าเซลล์ของ DRAM จะถูกนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลดิจิทัลเพียงบิตเดียวที่มีค่าเป็น “0” หรือ “1” ก็ตามแต่ก็จัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์ประเภทอะนาล็อก



รูป Dynamic RAM

2) SRAM หรือ (Static RAM) จะทำงานแตกต่างจาก Dynamic RAM และจัดว่าเป็นอุปกรณ์ดิจิทัล ที่มีการจัดเรียงอุปกรณ์ภายในเป็นลักษณะเดียวกับโครงสร้างของโปรเซสเซอร์ ใน SRAM ค่าไบนารี “0” หรือ “1” จะถูกเก็บไว้ได้ด้วย flip-flop logic gate ซึ่งสามารถเก็บค่าไว้ในตัวเองได้นานตราบเท่าที่มีพลังงานไฟฟ้าป้อนให้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องอาศัยการถ่ายเทประจุไฟฟ้าเหมือนกับที่เกิดขึ้นใน DRAM



รูป Static RAM

ถ้าเราเปรียบเทียบระหว่าง DRAM กับ SRAM ทั้ง Dynamic และ Static แรมสามารถเก็บข้อมูลได้เพียงชั่วคราว คือจะต้องมีพลังงานไฟฟ้าส่งเข้ามาอย่างต่อเนื่องเพื่อจะได้เก็บข้อมูลเอาไว้ได้ DRAM นั้นจะมีโครงสร้างที่ง่ายกว่า และมีขนาดเล็กกว่า สามารถบรรจุจำนวนเซลล์ต่อพื้นที่ได้มากกว่า ทำให้มีราคาถูกกว่า SRAM ที่มีขนาดความจุเท่าๆกัน

แต่อย่างไรก็ตาม DRAM จำเป็นจะต้องมีวงจรสำหรับการกระตุ้น (refresh cycle) เป็นระยะๆ อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการทำงานที่เพิ่มขึ้นในส่วนนี้เปรียบเทียบเป็นต้นทุนคงที่ไม่ว่าหน่วยความจำ DRAM จะมีปริมาณน้อยหรือน้อยเท่าใดก็ตาม ทำให้นิยมนำ DRAM มาใช้ในปริมาณที่มาก

ส่วน SRAM นั้นมีความเร็วในการทำงานสูงกว่า ด้วยข้อดีและข้อเสียดังที่กล่าวนี้ ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จึงนำ DRAM มาใช้เป็นหน่วยความจำหลัก และนำ SRAM มาใช้เป็นหน่วยความจำ cache ทั้งชนิด on-chip และ off-chip

6.3.4.2 หน่วยความจำชั่วคราวแบ่งออกเป็น 2 โมดูล ดังนี้

1) SIMM หรือ Single In-line Memory Module โดยที่ Module ชนิดนี้ จะรองรับ data path 32 bit โดยทั้งสองด้านของ circuit board จะให้สัญญาณเดียวกัน

2) DIMM หรือ Dual In-line Memory Module โดย Module นี้มี data path ถึง 64 บิต ทั้งสองด้านของ circuited board จะให้สัญญาณที่ต่างกัน ตั้งแต่ CPU ตระกูล Pentium เป็นต้นมา ได้มีการออกแบบให้ใช้งานกับ data path ที่มากกว่า 32 bit เพราะฉะนั้น เราจึงพบว่าเวลาจะใส่ SIMM RAM บน slot RAM จะต้องใส่เป็นคู่ๆ ใส่โดดๆ แพงๆ ไม่ได้ Memory Module ปัจจุบันมีอยู่ 3 รูปแบบคือ 30-pin, 72-pin, 168-pin ที่นิยมใช้ในเวลาอันใกล้นี้คือ 168-pin

6.3.5 หน่วยความจำหลักแบบอ่านได้อย่างเดียว (Read Only Memory : ROM)

หน่วยความจำ หลักแบบอ่านได้อย่างเดียว (ROM) เป็นหน่วยความจำที่มีคุณสมบัติในการเก็บข้อมูลไว้ได้ตลอดโดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้าหล่อเลี้ยง แม้จะปิดเครื่องไปแล้วเมื่อเปิดเครื่องใหม่ข้อมูลในรอมก็ยังคงอยู่เหมือนเดิม นิยมใช้เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บชุดคำสั่งในการเริ่มต้นระบบ หรือชุดคำสั่งที่สำคัญๆ ของคอมพิวเตอร์ ข้อเสียของรอมคือจะไม่สามารถแก้ไขหรือเพิ่มเติมชุดคำสั่งได้ในภายหลัง รวมทั้งความเร็วในการทำงานช้ากว่าหน่วยความจำแบบแรม นอกจากนี้ปัจจุบันยังมีรอมที่เป็นชนิดพิเศษ เช่น PROM , EPROM, EEPROM และ Flash memory ซึ่งนิยมนำมาใช้เก็บ BIOS ในเครื่องรุ่นใหม่ๆ



รูป ROM

3.3.6 หน่วยความจำสำรอง

1) ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) รูปแบบของหน่วยความจำที่ถูกที่สุดและใช้กันอย่างกว้างขวางทุกวันนี้คือ ฮาร์ดดิสก์ มีหลักการทำงานคล้ายกับฟลอปปีดิสก์ แต่ฮาร์ดดิสก์ทำมาจากแผ่นโลหะแข็งเรียกว่า Platters ทำให้เก็บข้อมูลได้มากและทำงานได้รวดเร็ว ส่วนมากจะถูกยึดติดอยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่มีบางรุ่นที่เป็น

แบบเคลื่อนย้ายได้ โดยจะเป็นแผ่นแม่เหล็กเพียงแผ่นเดียวอยู่ในกล่องพลาสติกบางๆ สามารถเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่ 1 กิกะไบต์ขึ้นไป

A. ชนิดของ Hard Disk แบ่งตามการเชื่อมต่อ (Interface)

I. แบบ IDE (Integrate Drive Electronics) Hard Disk แบบ IDE เป็นอินเทอร์เฟซรุ่นเก่าที่ การเชื่อมต่อโดยใช้สายแพขนาด 40 เส้น โดยสายแพ 1 เส้นสามารถที่จะต่อ Hard Disk ได้ 2 ตัว บนเมนบอร์ดนั้น จะมีหัวต่อ IDE อยู่ 2 หัวด้วยกัน ทำให้สามารถพ่วงต่อ Hard Disk ได้สูงสุด 4 ตัว ความเร็วสูงสุดในการถ่ายโอน ข้อมูลอยู่ที่ 8.3 เมกะไบต์/ วินาที สำหรับขนาดความจุก็ยังน้อยอีกด้วย เพียงแค่ 504 MB



รูป Hard disk แบบ IDE

II. แบบ E-IDE (Enhanced Integrated Drive Electronics) Hard Disk แบบ E-IDE พัฒนามาจากประเภท IDE ด้วยสายแพขนาด 80 เส้น ผ่านคอนเน็คเตอร์ 40 ขา เช่นเดียวกับกับ IDE ซึ่งช่วยเพิ่ม ศักยภาพ ในการทำงานให้มากขึ้น โดย Hard Disk ที่ทำงานแบบ EIDE นั้นจะมีขนาดความจุที่สูงกว่า 504 MB และความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลที่สูงขึ้นโดยสูงถึง 133 เมกะไบต์/ วินาที



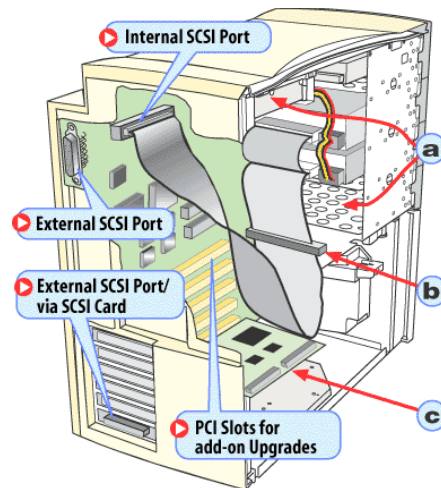
รูป Hard disk แบบ E-IDE

วิธีการรับส่งข้อมูลของ Hard Disk แบบ E-IDE แบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ PIO และ DMA

โหมด PIO (Programmed Input Output) เป็นการรับส่งข้อมูลโดยผ่านการประมวลผลของ ซีพียู คือรับข้อมูล จาก Hard Disk เข้ามายังซีพียู หรือส่งข้อมูลจากซีพียูไปยัง Hard Disk การทำงานในโหมดนี้จะเน้นการทำงานกับ ซีพียู ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับงานที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลใน Hard Disk บ่อยครั้งหรือการทำงานหลาย ๆ งานพร้อมกัน

ในเวลาเดียวที่เรียกว่า Multitasking environment โหมด DMA (Direct Memory Access) จะอนุญาตให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ส่งผ่านข้อมูลหรือติดต่อไปยังหน่วยความจำหลัก (RAM) ได้โดยตรงโดยไม่ต้องติดต่อไปที่ซีพียูก่อนเหมือนกระบวนการทำงานปกติ ทำให้ซีพียูจัดการงานได้รวดเร็วขึ้น

III. แบบ SCSI (Small Computer System Interface) Hard Disk แบบ SCSI เป็น Hard Disk ที่มีอินเทอร์เฟซที่แตกต่างจาก E-IDE โดย Hard Disk แบบ SCSI จะมีการ์ดสำหรับควบคุมการทำงาน โดยเฉพาะ เรียกว่าการ์ด SCSI สำหรับการ์ด SCSI นี้ สามารถที่จะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่มีการทำงานแบบ SCSI ได้ถึง 7 ชิ้นอุปกรณ์ ผ่านสายแพแบบ SCSI อัตราความเร็วในการ ถ่ายโอนข้อมูลของ แบบ SCSI มีความเร็วสูงสุด 320 เมกะไบต์/วินาที กำลังรอบในการหมุนของจานดิสก์ปัจจุบันแบ่งเป็น 10,000 และ 15,000 รอบต่อนาที ซึ่งมีความเร็วที่มากกว่าประเภท E-IDE ดังนั้น Hard Disk แบบ SCSI จะนำมาใช้กับงานด้านเครือข่าย (Server) เท่านั้น



รูปแบบการเชื่อมต่อ Hard disk แบบ SCSI สำหรับเครื่อง Mac

IV. แบบ Serial ATA Hard Disk แบบ Serial ATA เป็น อินเทอร์เฟซที่กำลังได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เมื่อการเชื่อมต่อในลักษณะ Parallel ATA หรือ E-IDE เจอทางตันในเรื่องของความเร็วที่มีความเร็วเพียง 133 เมกะไบต์/วินาทีส่วนเทคโนโลยีเชื่อมต่อรูปแบบ แบบใหม่ที่เรียกว่า Serial ATA ให้อัตราความเร็วในการ ถ่ายโอนข้อมูลขั้นแรกสูงสุดถึง 150 เมกะไบต์/วินาที โดยเทคโนโลยี Serial ATA นี้ถูกคาดหวังว่าจะสามารถขยายช่องสัญญาณ (Bandwidth) ในการส่งผ่านข้อมูลได้เพิ่มขึ้นถึง 2-3 เท่า และยังสามารถรองรับข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น ไม่เฉพาะ Hard Disk เพียงเท่านั้นที่จะมีการเชื่อมต่อในรูปแบบนี้ แต่ยังรวมไปถึง อุปกรณ์ตัวอื่น ๆ อย่าง CDRW หรือ DVD



รูป Hard disk แบบ Serial ATA

2) ออปติคัลดิสก์ (Optical Disk) มีหลักการทำงานคล้ายกับการเล่นซีดีเพลงคือใช้เทคโนโลยีของแสงเลเซอร์ ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมหาศาลในราคาไม่แพงมากนัก ในปัจจุบันมีอยู่หลายแบบซึ่งใช้เทคโนโลยีต่างกันไป เช่น

- a. CD-ROM อ่านข้อมูลได้เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถแก้ไข หรือลบข้อมูลในแผ่น CD ได้
 - b. CD-R เป็น CD ที่สามารถเขียนข้อมูลหรือ write ที่เรียกว่าการ burning ได้ครั้งเดียวสามารถอ่านได้หลายครั้ง แต่ไม่สามารถลบข้อมูลได้ ปัจจุบันมีความจุตั้งแต่ 650 MB ขึ้นไป
 - c. CD-RW คล้ายกับ CD-R ต่างกันตรงที่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้คือสามารถอ่านเขียนข้อมูลเพิ่มได้หลายครั้ง
 - d. DVD สามารถบันทึกข้อมูลได้สูงถึง 4.7 GB ขึ้นไป ซึ่งปัจจุบันสามารถบันทึกข้อมูลได้ถึง 17 GB
-