

ข้อมูลและคำสั่งจะแสดงอยู่ภายในในรูปของเลขฐาน 2 แทนระบบฐาน 10 แนวความคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์เหล่านี้ และแนวความคิดอื่นๆ เป็นพื้นฐานส่วนใหญ่ของการออกแบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน

ยังมีเครื่องคอมพิวเตอร์อีกหลายเครื่องและนักพัฒนา นักประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ อีกมากมายที่ควรที่จะเอ่ยถึงในยุคของการบุกเบิก อย่างไรก็ตามจุดสำคัญอยู่ที่แนวความคิดในเรื่องอิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัลคอมพิวเตอร์

1.5.4 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 1

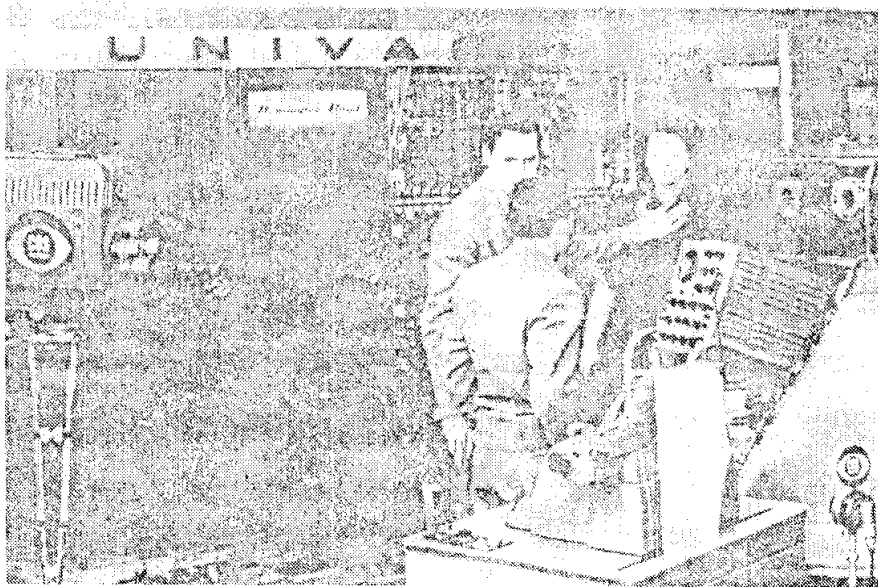
UNIVAC 1 (Universal Automatic Computer) เป็นคอมพิวเตอร์อเนกประสงค์แบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ และเป็นคอมพิวเตอร์ในยุคแรกของคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ความก้าวหน้าในยุคนี้ ได้แก่เหตุการณ์ต่างๆ ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1951 มีการติดตั้งเครื่อง UNIVAC ที่สำนักงานสำมะโนประชากร และในปี ค.ศ. 1954 มีการติดตั้งเครื่อง UNIVAC I ที่โรงงานผลิตของบริษัท General Electric ในเมือง Louisville รัฐ Kentucky ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งนับเป็นคอมพิวเตอร์เครื่องแรกที่ใช้ประมวลผลทางธุรกิจ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเครื่อง UNIVAC I คือ การใช้เทปแม่เหล็กเป็นสื่อข้อมูลเข้าและสื่อข้อมูลออก

คอมพิวเตอร์รุ่นแรก เครื่องอื่นๆ ได้แก่ IBM 650 เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดกลางที่ได้รับความนิยมออกแบเพื่อใช้งานทั้งด้านธุรกิจ และงานด้านวิทยาศาสตร์ เครื่อง IBM 650 นี้ใช้หน่วยความจำเป็นดรัมแม่เหล็ก (Magnetic Drum) และใช้บัตรเจาะรูสำหรับข้อมูลเข้าและข้อมูลออก

คอมพิวเตอร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นก่อนคอมพิวเตอร์ยุคแรก เป็นคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานเฉพาะ คือ 1 เครื่องต่อ 1 งาน ในขณะที่ในยุคแรกมีการสร้างคอมพิวเตอร์ UNIVAC 1 ถึง 48 เครื่อง และเครื่อง IBM 650 เกือบ 2,000 เครื่อง

เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคแรกนี้มีขนาดใหญ่ และปล่อยความร้อนออกมามาก เนื่องจากใช้หลอดสุญญากาศ เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคนั้นจะใช้พลังงานไฟฟ้ามาก ต้องอยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำ ต้องการการบำรุงรักษา และใช้พื้นที่มาก ดังรูป 1-11



I-I | The UNIVAC I

1.5.5 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 2

ยุคที่ 2 ของคอมพิวเตอร์ เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1959 ความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นในยุคนี้ ได้แก่ การใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำและทรานซิสเตอร์ (Transistor) เข้ามาแทนที่หลอดสุญญากาศ ข้อดีของวงจรรานซิสเตอร์ คือ มีขนาดเล็กมากกว่า ปล่อยความร้อนออกมาน้อย ราคาถูกกว่า และใช้พลังงานต่ำกว่าหลอดสุญญากาศ

เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 2 นี้ มีขนาดเล็ก ทำงานได้เร็ว และมีความน่าเชื่อถือมากกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคแรก

มีการใช้งานคอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น เครื่อง IBM 1400 ใช้งานบัญชีมากกว่า 17,000 เครื่อง

การพัฒนาหลักทางด้านฮาร์ดแวร์สำหรับคอมพิวเตอร์ยุค 2 ได้แก่ การใช้วงแหวนแม่เหล็ก (Magnetic Core) เป็นสื่อเก็บข้อมูลหลักภายใน เริ่มมีการใช้ชุดจานแม่เหล็กที่เคลื่อนย้ายได้ และใช้เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) เป็นสื่อนำเข้าและนำออกข้อมูล รวมทั้งเป็นสื่อเก็บข้อมูลสำรองสำหรับคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ และยังมีการใช้บัตรเจาะรูกันอย่างกว้างขวาง

1.5.6 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 3

การเข้าสู่ยุคที่ 3 ของคอมพิวเตอร์ เริ่มในปี ค.ศ. 1964 ซึ่งในยุคนี้มีการสร้างคอมพิวเตอร์ IBM รุ่น SYSTEM/360 ขึ้นมาใช้ ความก้าวหน้าของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 3 ได้แก่ การใช้วงจรรวม หรือ วงจรเบ็ดเสร็จ (Integrated Circuit) ซึ่งเป็นวงจรไฟฟ้าอยู่ภายในแผงซิลิคอนขนาดเล็กที่เรียกว่า ชิป (Chip) เข้ามาแทนที่วงจรรานซิสเตอร์ วงจรไฟฟ้านี้มีขนาดเล็กกว่าและมีความน่าเชื่อถือมากกว่าวงจรรานซิสเตอร์ ทำให้คอมพิวเตอร์ในยุคที่ 3 มีความเร็ว และขนาดลดลงมาก

พัฒนาการที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 3 ได้แก่ ความเร็ว ขนาดความจำ ชนิดของสื่อ และมีการใช้งานบันทึกแม่เหล็ก (Magnetic Disk) อย่างแพร่หลาย

ในยุคนี้เริ่มมีการให้แนวความคิดในเรื่องของ ชุด หรือ ตระกูล (Family or Series) ของเครื่อง ซึ่งเป็นส่วนที่กำหนดมาตรฐานและความเข้ากันได้ระหว่างแบบต่างๆ ในกลุ่มคอมพิวเตอร์ มีการเรียกร้องให้ผู้ผลิตพัฒนาคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้ทั้งทางธุรกิจและทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความสามารถของการประมวลผลโดยโปรแกรมที่เขียนสำหรับคอมพิวเตอร์แบบอื่นโดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนมากนัก

แนวความคิดเรื่องการแบ่งกันใช้เวลา (Time Sharing) ซึ่งผู้ใช้หลายคนจากเครื่องปลายทางหลายๆ เครื่องสามารถใช้คอมพิวเตอร์ระบบเดียวกัน ในเวลาเดียวกัน การประยุกต์ในเรื่องการสื่อสารข้อมูล (Data Communication) และความสามารถในการประมวลผลโปรแกรมหลายโปรแกรมพร้อมกัน (Multiprogramming)

ยุคที่ 3 ของคอมพิวเตอร์ เป็นช่วงที่เน้นความสำคัญของซอฟต์แวร์ ในฐานะที่แสดงถึงประสิทธิภาพในการใช้งานคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการของระบบควบคุมได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อควบคุมการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ ภาษาโปรแกรมขั้นสูง เช่น FORTRAN และ COBOL ทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ง่ายขึ้นมาก เพราะ FORTRAN และ COBOL สามารถทำให้คำสั่งโปรแกรมถูกแสดงออกมาในรูปแบบที่คล้ายคลึงภาษามนุษย์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาตรฐาน โปรแกรมสำเร็จรูปประยุกต์ (Application Software Package) เป็นโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นล่วงหน้าสำหรับผู้ใช้ และเป็นที่ใช้กันแพร่หลายเนื่องจากจำนวนบริษัทผู้ผลิตซอฟต์แวร์อิสระเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ในปี ค.ศ. 1965 บริษัท Digital Equipment Corporation ได้ผลิตมินิคอมพิวเตอร์ (Minicomputer) เครื่องแรกออกมาใช้พร้อมๆ กัน ก็ได้ผลิตคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กอื่นๆ ที่มีความสามารถในการคำนวณสูงกว่าระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ในยุคที่ 2 และมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ทำให้จำนวน การติดตั้งคอมพิวเตอร์ในช่วงต้น

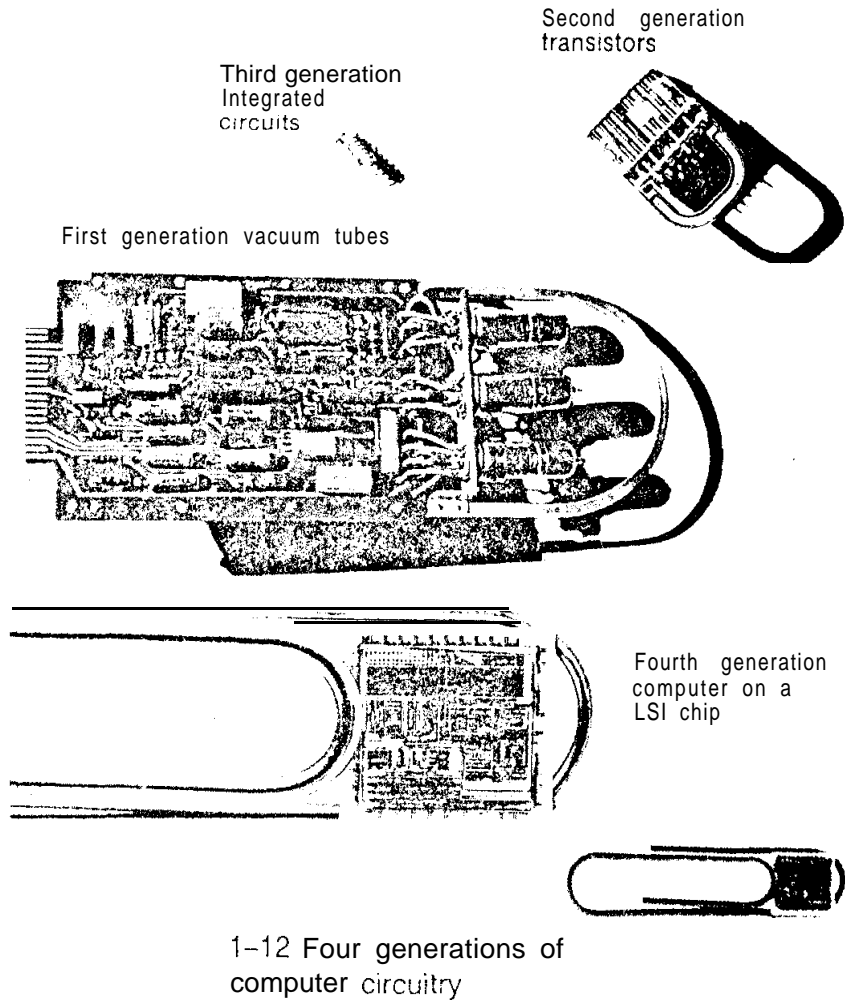
ทศวรรษมีจำนวนสูงกว่าการใช้คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ จำนวน 100,000 เครื่องที่มีอยู่ในขณะนั้น

1.5.7 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 4

ระบบคอมพิวเตอร์มากมายที่เกิดขึ้นในตอนต้นทศวรรษ 1970 เป็นจุดเปลี่ยนสำคัญของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 4

ความก้าวหน้าของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 4

การใช้วงจรรวมกึ่งตัวนำความจุสูง (Large-Scale Integration (LSI) Semiconductor Circuit) สำหรับวงจรในส่วนตรรกะ และส่วนความจำของคอมพิวเตอร์ นับเป็นการพัฒนาหลักในด้านเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ยุคนี้ การใช้เทคโนโลยีวงจรรวมกึ่งตัวนำที่มีความจุสูงสามารถจะบรรจุองค์ประกอบอิเล็กทรอนิกส์ลงในชิปขนาดเล็ก เช่น ชิปขนาดเล็กกว่าหนึ่งในสี่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1 นิ้ว จะสามารถจุทรานซิสเตอร์ 100,000 - 500,000 ทรานซิสเตอร์ ดังรูป 1-12 แสดงวงจรคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 ยุค ยุคแรกใช้หลอดสุญญากาศ ยุคที่ 2 ใช้วงจรรานซิสเตอร์ ยุคที่ 3 ใช้วงจรรวม และยุคที่ 4 ใช้ LSI ชิป



ในปี 1972 มีการสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ รุ่น IBM รุ่น SYSTEM /370 หลายแบบด้วยกันซึ่งนับว่าเป็นคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์รุ่นแรกๆ ที่ใช้หน่วยความจำ ซึ่งประกอบด้วย วงจรรวมกิ่งตัวนำที่มีความจุสูงทั้งหมด การใช้หน่วยความจำแบบสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Memory) เข้ามาแทนหน่วยเก็บวงแหวนแม่เหล็ก เป็นอีกส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนจากยุคที่ 2 และ 3 มาสู่ยุคที่ 4

ความจุของหน่วยความจำหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 4 เพิ่มสูงขึ้นมาก คอมพิวเตอร์ขนาดกลางในยุคที่ 2 ที่ใช้ในงานธุรกิจ เช่น IBM 1401 มีหน่วยความจำ 4K - 16K (4,000 - 16,000 ตำแหน่งตัวอักษรในหน่วยเก็บ) เปรียบเทียบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดกลางในยุคที่ 4 เช่น เครื่อง IBM 4341 มีความจุในหน่วยความจำหลัก 4M - 16M (4 - 16 ล้านตัวอักษรในหน่วย

เก็บ) ต้นทุนของความจุหน่วยความจำจึงลดลงมาก เช่น จาก 2 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อตัวอักษร เหลือเพียงไม่ถึง 1 เซนต์ต่อตัวอักษร

แนวโน้มในการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 4 คือ ลดต้นทุน ขนาดและความต้องการพลังงาน (Microminiaturization) ในขณะที่เดียวกันก็เพิ่มความเร็วในการประมวลผล เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 3 ความเร็วปกติในการประมวลผลเป็นหน่วยของ นาโนวินาที (Nanosecond, 10^{-9} วินาที) และหลายล้านคำสั่งต่อวินาที ต้นทุนด้านคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ที่ลดลงสะท้อนให้เห็นได้จาก ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางธุรกิจในยุคที่ 3 ราคา 100,000 เหรียญ ในปี ค.ศ. 1970 สามารถจะซื้อคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ในทางธุรกิจในยุคที่ 4 ในราคาที่ต่ำกว่า 10,000 เหรียญ ในช่วงกลางทศวรรษ 1980

แนวโน้มอีกประการหนึ่ง คือการใช้อุปกรณ์นำเข้า/นำออกโดยตรง (Direct input/output) เพิ่มขึ้น ข้อมูลและคำสั่งถูกป้อนเข้าระบบคอมพิวเตอร์โดยตรงผ่านทางเป็นพิมพ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหรือเครื่องปลายทาง อุปกรณ์นำเข้าอื่นๆ ได้แก่ ปากกาแสง (Light pen) จอสัมผัส (Touch Screen) เครื่องอ่านพิกัด (Data tablets, Digitizer) เครื่องกวาดตรวจด้วยแสง (Optical Scanner) หรือ เมาส์ (Mouse) ส่วนแสดงผลโดยตรงจะผ่านทางวิดีโอ (Video) และ อุปกรณ์ตอบสนองด้วยเสียง

แนวโน้มพัฒนาการด้านภาษาโปรแกรม คือ ความง่ายต่อการใช้งาน และการใช้ภาษาซึ่งปรับให้ใกล้เคียงภาษาพูด นอกจากนี้แล้วระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management Systems, DBMS) และภาษาธรรมชาติ ไม่เพียงแต่จะทำให้ภาษาโปรแกรมง่ายต่อนักเขียนโปรแกรมเท่านั้น แต่ยังเป็นการกำจัดการใช้โปรแกรมแบบเก่าออกไปด้วย ผู้ใช้ไม่ต้องสั่งคอมพิวเตอร์ว่างานนั้นทำอย่างไร (ภาษาเชิงกระบวนการคำสั่ง) แต่สั่งเพียงว่างานอะไรที่ต้องทำซึ่งลักษณะเช่นนี้จะเป็นการใช้ภาษาไร้กระบวนการคำสั่ง ในส่วนของการพัฒนาส่วนชุดคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งานสำหรับผู้ที่ไม่โครคอมพิวเตอร์ เช่น แผ่นตารางทำการอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Spreadsheet) และ โปรแกรมประมวลผลคำ (Word Processing) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน

เทคโนโลยี LSI นำไปสู่การพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ในปี ค.ศ. 1971 โดย M.E. Hoff จากบริษัท Intel Corporation และ Victor Poor แห่งบริษัท Datapoint Corporation ได้พัฒนาหัวใจทั้งหมดของหน่วยประมวลผลหลักของคอมพิวเตอร์ ให้บรรจุลงในชิปเพียงชิปเดียว การพัฒนาในแนวนี้ใช้กับ Intel 8080 Microprocessor ในปี ค.ศ. 1974 และถูกนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์เครื่องแรกในระบบ Microprocessor Altari 8800 ในปี ค.ศ. 1975

ความก้าวหน้าอื่นๆ ซึ่งแม้ว่าจะถูกพัฒนาขึ้นมาในยุคก่อนหน้าแล้ว แต่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในยุคที่ 4 รูป 1-13 และ 1-14 เป็นการสรุปรวบรวมความก้าวหน้าต่างๆ ที่เกิดขึ้นและอธิบายในรายละเอียดไว้ในบทต่อไป การพัฒนาเหล่านี้เป็นการเพิ่มการใช้งาน ความคล่องตัว และความจุของระบบคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 4 ในช่วงกลางทศวรรษ 1980 มีการใช้คอมพิวเตอร์กันอย่างแพร่หลาย มีระบบคอมพิวเตอร์ถูกใช้งานเป็นจำนวนหลายล้านเครื่อง ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่ใช้ระบบเมนเฟรม แต่จะเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ที่ขนาดเล็กกว่า และระบบมินิคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้สำหรับงานวิทยาศาสตร์ การศึกษา อุตสาหกรรม และธุรกิจ นอกเหนือจากนี้ไมโครโปรเซสเซอร์จำนวนมากที่ถูกใช้ในงานอุตสาหกรรม และสินค้าบริโภค จุดสำคัญในยุคที่ 4 ก็คือ การปฏิวัติไมโครคอมพิวเตอร์

Major Characteristics	First Generation	Second Generation	Third Generation	Fourth Generation
ELECTRONIC CIRCUITRY	Vacuum tubes	Transistors	Integrated semiconductor circuits	Large-scale integrated (LSI) semiconductor circuits
MAIN MEMORY	Magnetic drum	Magnetic core	Magnetic core	LSI semiconductor circuits
SECONDARY MEMORY	Magnetic tape Magnetic drum	Magnetic tape Magnetic disk	Magnetic disk Magnetic tape	Magnetic disk Floppy disk Magnetic bubble
INPUT MEDIA/METHOD	Punched cards Paper tape	Punched cards	Key to tape/disk	Keyboard data entry direct input devices Optical recognition
OUTPUT MEDIA/METHOD	Punched cards Printed reports	Punched cards Printed reports	Printed reports Video display	Video display Audio response Printed reports
SOFTWARE	User-written programs Machine language	Packaged programs Symbolic languages	Operating systems High-level languages	Database management systems Fourth generation languages Microcomputer packages
OTHER CHARACTERISTICS	Batch processing	Overlapped processing Real time processing Data communications	Time sharing Multiprogramming Multiprocessing Minicomputers	Microprogramming Virtual memory Distributed processing Word processing Microcomputers

รูป 1-13 เปรียบเทียบคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 รุ่น ในด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้หน่วยความจำหลัก หน่วยความจำรอง สื่อและวิธีนำเข้า/นำออก ซอฟต์แวร์ และ คุณลักษณะอื่นๆ

Trend in Size of Computers

ENIAC computer	House size (1,500 square feet!)
First-generation computer	-Room size
Second-generation computer	Closet size
Third-generation minicomputer	Desk size
Fourth-generation microcomputer	From "chip" to typewriter size

Trend in Computation Speed of Computers

First generation	300 multiplications per second
Second generation	200,000 multiplications per second
Third generation	2 million multiplications per second
Fourth generation	20 million multiplications per second

Trend in Computation Cost of Computers

Average cost of doing 100,000 multiplications:			
1952 = \$1.26	1958 = 26¢	1964 = 12¢	1974 = 1¢
Today, the cost is only a fraction of a cent!			

รูป 1-14 แนวโน้ม ขนาด ความเร็ว และ ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะมีขนาดเล็กลง ความเร็วสูงขึ้น แต่ราคาลดลง

1.6 การปฏิวัติไมโครคอมพิวเตอร์

การพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์ หรือ คอมพิวเตอร์ในชิป ไม่เป็นเพียงแต่การพัฒนาหลักของคอมพิวเตอร์ยุคที่ 4 เท่านั้น แต่เป็นการฝ่าฟันอุปสรรคทางด้านเทคโนโลยีซึ่งเปรียบเสมือนเป็นการเริ่มปฏิวัติคอมพิวเตอร์ครั้งที่ 2 ดังนั้นการปฏิวัติสู่ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นการฝ่าฟันอุปสรรคด้านเทคโนโลยีซึ่งเป็นการนำพลังคอมพิวเตอร์ไปสู่ผู้ใช้ และตัวผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์ การปฏิวัติในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ด้าน

1. เทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์
2. การประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Processing)
3. การใช้คอมพิวเตอร์เฉพาะบุคคล (Personal Computing)
4. ผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะสูง (Smart Product)

1.6.1 เทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์

การพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์แสดงถึงการปฏิวัติครั้งใหญ่ทางวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี รูป 1-15 แสดงถึงแนวโน้มของไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก มีขนาดตั้งแต่คอมพิวเตอร์บนแผ่นชิป ไปจนถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาด

พิมพ์ดีด ดังนั้นแนวโน้มในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ ก็คือ เครื่องจะมีขนาดเล็กลง ราคาต่ำ หน่วยความจำ และความน่าเชื่อถือสูง การพัฒนาที่เกิดขึ้นในไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นการเปลี่ยนรูปแบบของการออกแบบและความสามารถของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

Trend in Density

Maximum number of components per electronic circuit:

1959 = 1 1969 = 1,024 1979 = 1 million
mid-1 980s = over 50 million

Maximum number of binary digits (bits) per memory chip.

1970 = 1.024 1980 = 65,516 mid-1 980s = over 1 million

Trend in Speed

Speed of an electronic logic circuit:

Mid-1950s (vacuum tube circuit) = one microsecond

Early 1960s (transistorized printed circuit) = 1.00 nanoseconds

Late 1970s (integrated circuit chip) = 5 nanoseconds

Mid-1 980s (integrated circuit chip) = 0.2 nanoseconds

Trend in Cost

Cost per integrated logic circuit:

1 9 6 4 = \$16 1972 = 75¢ 1977 = 15¢
mid-1980s = 1¢

Cost per Static Integrated circuit memory:

1973 = 0.5¢ 1977 = 0.1¢ mid-1980s = .01¢

Trend in Reliability

Reliability of electronic circuits:

Vacuum tube = one failure every few hours

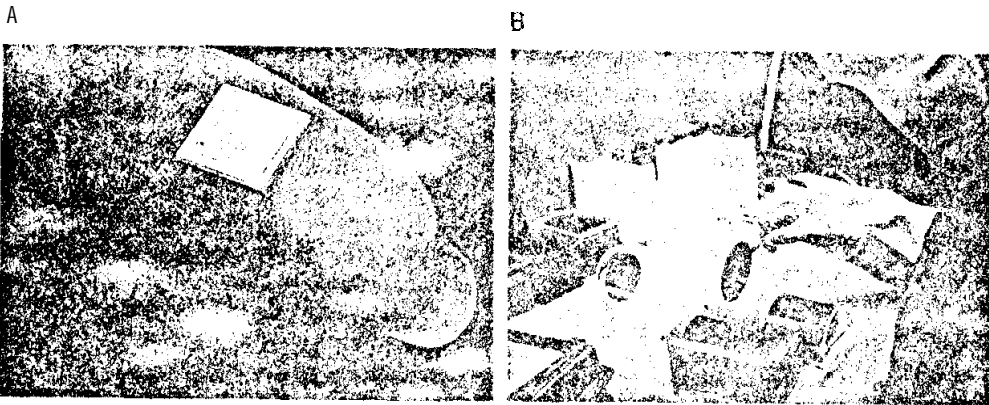
Transistor = 1,000 times more reliable than vacuum tube

Integrated circuit = 1,000 times more reliable than transistor

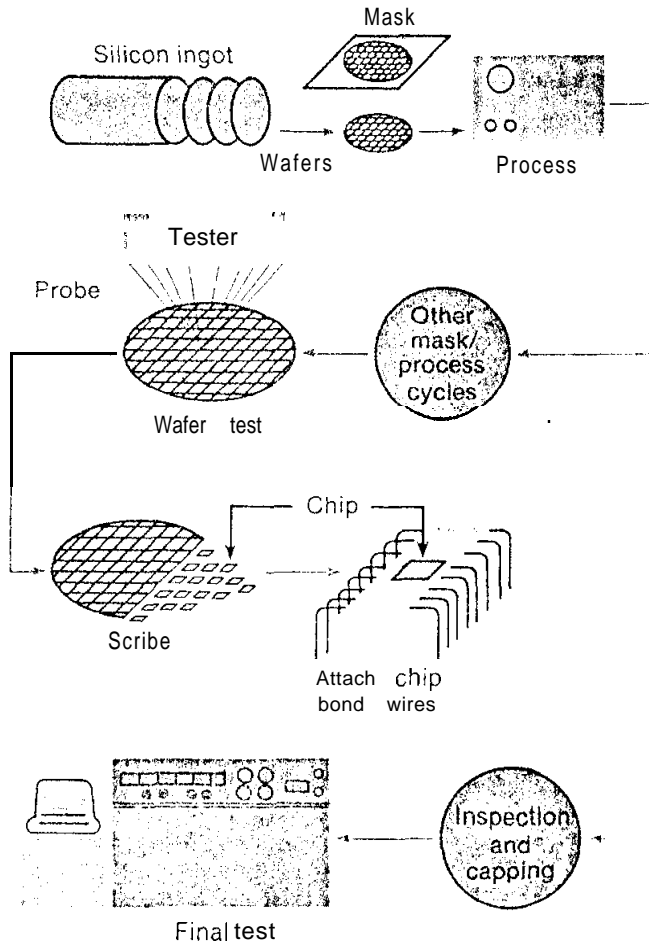
I-15 Trends in microelectronics

เทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์ต้องใช้กระบวนการในการผลิตชิปวงจรรีเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก กระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นคือ ผลิตภัณฑ์ของซิลิคอนที่เลี้ยงไว้ภายในห้องทดลอง จะถูกทำให้บางเท่าแผ่นกระดาษ เรียกว่าแผ่นเวเฟอร์ (Wafer) จากนั้นจึงนำเอาวงจรมีขนาดเล็กมากจนตาเปล่ามองไม่เห็นมาบรรจุบนแผ่นเวเฟอร์แบบการทำแม่พิมพ์ แผ่นซิลิคอนบางๆ หรือแผ่นเวเฟอร์เหล่านี้จะผ่านกระบวนการอัดแน่นที่ซับซ้อนออกมาเป็นชุดของชั้นเวเฟอร์ โดยในกระบวนการนี้ แผ่นเวเฟอร์จะผ่านการชุบสารเคมีหลายๆ ครั้ง แล้วนำมาผ่านแสงอุลตราไวโอเล็ตตามรูปแบบวงจรที่เรียกว่า ตัวพราง (Masks) ผลของกระบวนการนี้จะได้แผ่นตารางวงจรที่ซับซ้อน ซึ่งประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์ (Transistor) ตัวต้านทานกระแสไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ (Capacitor) และองค์ประกอบวงจรอื่นๆ หลังจากทดสอบวงจรบนแผ่นเวเฟอร์แล้ว แผ่นเวเฟอร์จะถูกแบ่งออกเป็นชิปหลายร้อยชิ้น ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ชิปที่ไม่ได้คุณภาพจะถูกคัดออก

ส่วนชิปที่คุณภาพดีจะถูกห่อหุ้มแยกออกเป็นแต่ละอัน กระบวนการทั้งหมดที่เกิดขึ้นนี้ต้องทำภายในห้องที่ปราศจากฝุ่นละออง เนื่องจากฝุ่นละอองเพียงเล็กน้อยสามารถทำให้ชิปเสียหายได้ พนักงานผลิตทุกคนต้องแต่งกายด้วยชุดแบบเดียวกับในห้องผ่าตัด และอากาศภายในห้องผลิตก็ต้องเป็นอากาศที่ผ่านการกรองแล้ว ดังรูป 1-16, 1-17 และ 1-18

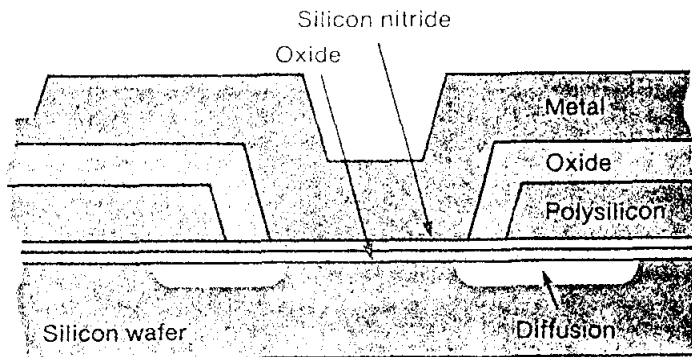


รูป 1-6 แสดงเทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ขนาดเล็ก แต่มีความสามารถเท่ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่



Source: Adapted from Monte. Phister, Jr., *Data Processing Technology and Electronics*, 2d ed. (Bedford, Mass.: Digital Press, 1980).

รูป 1-17 แสดงถึงขั้นตอนการทำไมโครอิเล็กทรอนิกส์ชิป

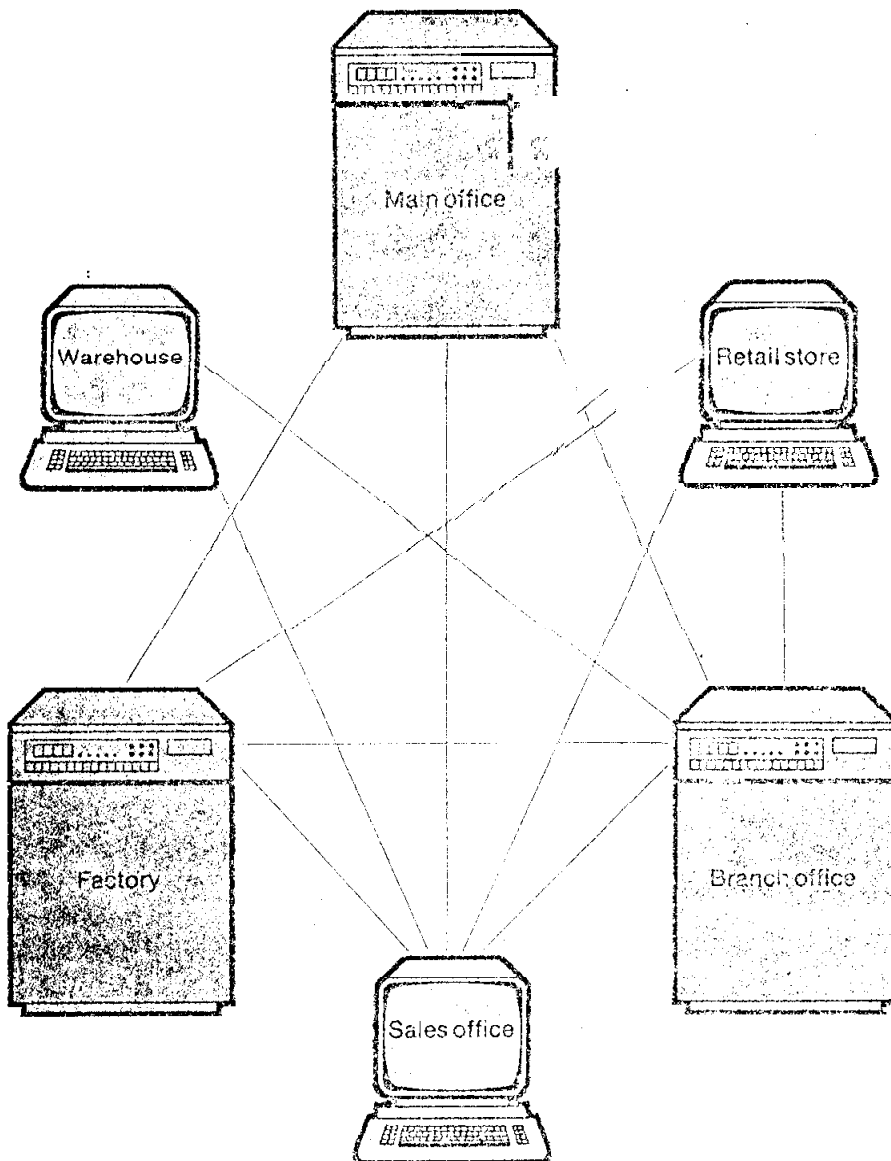


รูป 1-18 แสดงองค์ประกอบเป็นชั้นของไมโครอิเล็กทรอนิกส์ชิป

1.6.2 การประมวลผลแบบกระจาย

การประมวลผลแบบกระจาย เป็นรูปแบบใหม่ของการประมวลผลสารสนเทศโดยระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งกระจายกันอยู่ทั่วองค์กร ไมโครโปรเซสเซอร์ช่วยให้ส่วนต่างๆ ของระบบคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์นำข้อมูลเข้า อุปกรณ์นำออกข้อมูล อุปกรณ์เก็บข้อมูล อุปกรณ์สื่อสาร เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน และระบบเครือข่ายช่วยในการส่งผ่านเชื่อมโยงการประมวลผลที่เกิดขึ้นตามจุดต่างๆ ผลจากการพัฒนาทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ และระบบเครือข่าย จึงทำให้เกิดการประมวลผลแบบกระจายในสถานที่ต่างๆ เช่น ในสำนักงาน สาขา ร้านค้าปลีก โรงงาน ฯลฯ

รูป 1-19 แสดงเครือข่ายการประมวลผลแบบกระจาย



1.6.3 การใช้คอมพิวเตอร์เฉพาะบุคคล (Personal Computing)

คอมพิวเตอร์เฉพาะบุคคล เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อทำงานด้านธุรกิจ การศึกษา การบริหารงานภายในบ้าน และงานประยุกต์อื่นๆ ของแต่ละบุคคล แต่เป็นผลจากการพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์ให้เป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก ราคาต่ำลง และง่ายต่อการใช้งาน จึงทำให้เกิดการใช้งานคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั้งที่บ้าน ที่ทำงาน และในทุกๆ สถานที่

1.6.4 ผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะสูง (Smart Products)

เนื่องจากความเป็นไปได้ทั้งด้านการเงินและด้านเทคนิค จึงมีการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการพัฒนาและเสริมความสามารถของแม่ข่ายที่ใช้อยู่ในสินค้าอุตสาหกรรมและสินค้าอุปโภค ผลของการพัฒนานี้ก่อให้เกิด ผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะ (Smart Products) ซึ่งเกิดจากการใส่ไมโครคอมพิวเตอร์ หรือไมโครโพรเซสเซอร์ไว้ภายในผลิตภัณฑ์ ทำให้เพิ่มสมรรถภาพ และความสามารถของผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหล่านี้ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ได้แก่ เกมสืออิเล็กทรอนิกส์ ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์ ไปจนถึงเตาไมโครเวฟ รถยนต์ บัตรเก่ง (Smart Cards) (บัตรเครดิตซึ่งบรรจุชิปหน่วยความจำอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กไว้ภายใน) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์และในเชิงอุตสาหกรรม ได้แก่ เครื่องคำนวณที่พูดได้ เครื่องถ่ายเอกสารความสามารถสูง ไปจนถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรมต่างๆ

1.7 การปฏิบัติคอมพิวเตอร์ที่ยังดำเนินต่อไป

การพัฒนาคอมพิวเตอร์ยุคที่ 4 และการปฏิบัติไมโครคอมพิวเตอร์ชี้ให้เห็นถึงผลกระทบต่อเนื่องของการปฏิบัติคอมพิวเตอร์ที่มีต่อธุรกิจ และสังคม ในอนาคตอันใกล้นี้ มีแนวโน้มหลักที่ยังคงดำเนินต่อไปคือ :-

ยุคที่ 5 จะเป็นยุคของคอมพิวเตอร์แบบอัจฉริยะซึ่งเป็นแนวความคิดในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถในการเห็น ฟัง พูด และคิดได้ ประเทศที่เน้นการพัฒนาคอมพิวเตอร์ในแนวคิดนี้ ได้แก่ ญี่ปุ่น และ สหรัฐอเมริกา โดยทั้งญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ต่างเร่งพัฒนาคอมพิวเตอร์ที่มีสถาปัตยกรรมของการประมวลผลแบบขนาน ซึ่งต่างจากการออกแบบคอมพิวเตอร์ของ Von Neumann โดยคอมพิวเตอร์ยุคที่ 5 นี้จะเป็นการประมวลผลข้อมูลและคำสั่งในรูปแบบควบขนาน (ประมวลผลหลายๆ งานในเวลาเดียวกัน) แทนที่จะประมวลผลแบบทีละลำดับ คอมพิวเตอร์อัจฉริยะ หรือที่นิยมเรียกกันว่า ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) เป็นการสร้างสรรค์คอมพิวเตอร์ที่สามารถคิดเองได้ รวมทั้งคอมพิวเตอร์ใน

ยุคที่ 5 ยังเร่งพัฒนาแนวโน้มในการนำเข้า นำออกข้อมูล และคำสั่งแบบโดยตรง เช่นการนำเข้าข้อมูลด้วยเสียงและภาพ รวมถึงการแสดงผลในรูปแบบข้อมูลนำออกในรูปแบบของเสียงและภาพ จะทำให้รูปแบบเดิมๆ ในการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์กลายเป็นวิธีที่ล้าสมัย

การใช้เทคโนโลยียิ่งจรรวมความจุสูงมาก (Very Large Scale Integration, VLSI) ซึ่งเป็นการนำเอาส่วนประกอบวงจรจำนวนเป็นแสนถึงล้านวงจรบรรจุลงในชิปขนาดเล็ก ทำให้คอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลง แต่มีความสามารถเทียบเท่าคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ยิ่งกว่านั้นยังมีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรเซสเซอร์แบบสูง ซึ่งเป็นการใช้ความรู้ในเรื่องของแสงแทนการใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ขณะใช้แสงเลเซอร์ในการดำเนินการกับข้อมูลแทนพัลส์อิเล็กทรอนิกส์ และการปฏิบัติการมีความเร็วเข้าใกล้ความเร็วแสง

การพัฒนาด้านซอฟต์แวร์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเน้นถึงความง่ายต่อการใช้งาน และมีความคล่องตัว สามารถใช้ได้หลายลักษณะงาน ผู้ใช้สามารถสั่งงานคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาธรรมชาติ สำหรับโปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป มีแนวโน้มการพัฒนาในลักษณะของโปรแกรมรวมสำหรับงานทั่วไป ซึ่งผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้ด้านเทคนิค สามารถจะใช้งานซอฟต์แวร์นี้ได้โดยตรง

การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ยังคงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์สมรรถนะสูง โดยเฉพาะหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเพิ่มเป็นทวีคูณ มีการพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์อัจฉริยะสำหรับผู้บริโภคทั้งในเชิงพาณิชย์ และในภาคอุตสาหกรรม

การพัฒนาในเรื่องสำนักงานอัตโนมัติ (Office Automation) โดยการรวมโปรแกรมต่างๆ ที่ใช้ในงานสำนักงาน การสื่อสารระยะไกล อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ภายในสำนักงานให้อยู่ในรูปแบบอัตโนมัติ

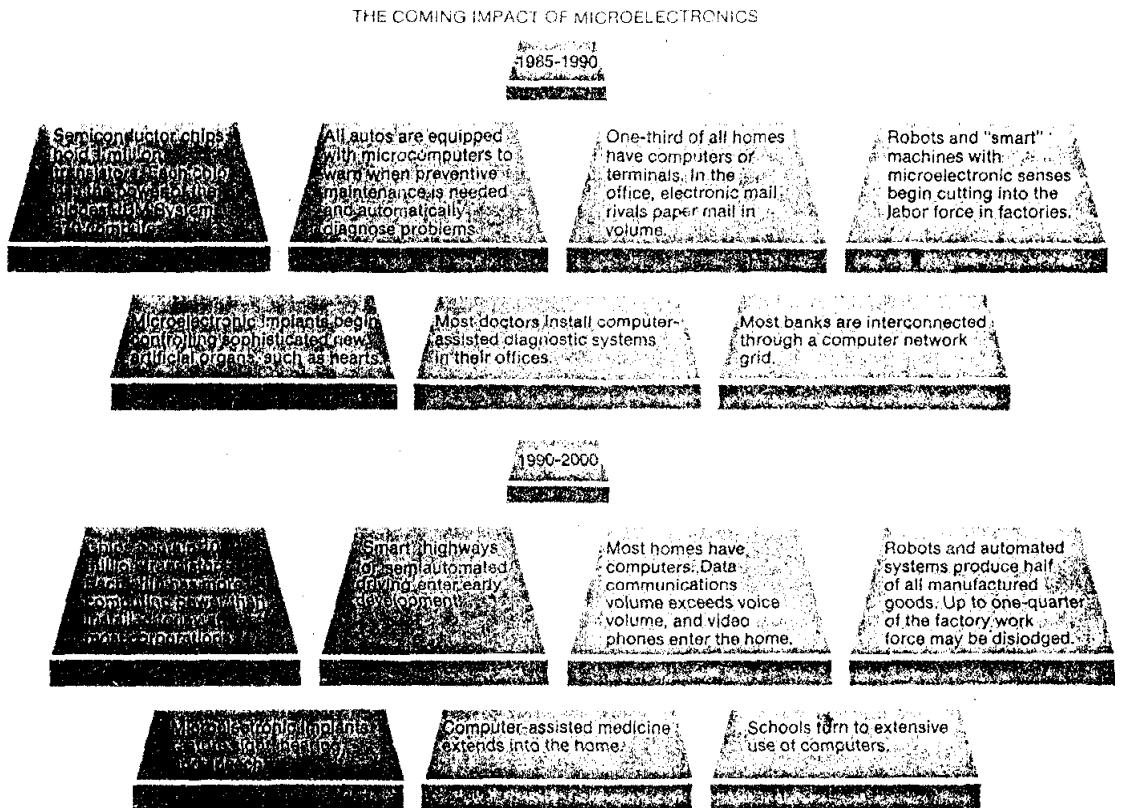
ระบบประมวลผลสารสนเทศ ซึ่งจะเป็นการประมวลผลทั้งข้อมูล ภาพ และ เสียง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีการสื่อสาร เข้ามาพัฒนาระบบประมวลผลสารสนเทศ

ผู้บริหารพึ่งพาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information Systems) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems) และระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems) บนพื้นฐานของระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เพื่อช่วยให้การดำเนินการทางธุรกิจมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

เนื่องจากคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันในทุกๆ ด้าน เช่น ระบบที่ให้บริการในด้านต่างๆ ของธนาคาร ระบบ Automatic Teller Machine (ATM) ระบบการโอนเงินอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Fund Transfer) หรือระบบการขายสินค้าในรูปแบบของ Point-of-Sales

(POS) ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอน (Computer Aided Instruction, CAI) ระบบคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการผลิต (Computer Aided Manufacturing, CAM) ฯลฯ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ส่งผลให้รูปแบบสังคมมีการเปลี่ยนแปลงไป

แนวโน้มต่างๆ เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการปฏิวัติคอมพิวเตอร์ยังคงดำเนินต่อไปในอนาคต ดังรูป 1-20



Source: Adapted from "High Technology," *Business Week*. Reprinted from the November 10, 1980, issue of *Business Week* (p. 96) by special permission. © 1980 by McGraw-Hill, Inc., New York, N.Y. 10020. All rights reserved.

1-20 The continuing computer revolution

บทสรุป

ความเข้าใจในระบบคอมพิวเตอร์ การประมวลผลข้อมูล และระบบสารสนเทศ มีความสำคัญมากในปัจจุบัน สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นเครื่องมือสำคัญซึ่งจะทำให้สามารถใช้ทรัพยากรสารสนเทศให้เกิดประโยชน์แก่สภาพและการดำเนินงาน, การจัดการทั้งในด้านธุรกิจ และในองค์กรอื่นๆ

การพัฒนาของคอมพิวเตอร์เป็นการปฏิวัติทางด้านเทคโนโลยีในช่วงศตวรรษที่ 20 การปฏิวัติคอมพิวเตอร์ประสบความสำเร็จในการทวีความสามารถทางสมองของมนุษย์ เช่นเดียวกับการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมครั้งแรก ซึ่งเป็นการทวีความสามารถทางกายภาพของมนุษย์ หลังจากเริ่มใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในเชิงพาณิชย์ไม่ถึง 20 ปี คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ได้กลายเป็นเครื่องมือในการปฏิบัติการประมวลผลข้อมูลทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม อุตสาหกรรม ธุรกิจ และในสาขาอื่นๆ ทุกสาขา

คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสามารถในการรับข้อมูล เก็บข้อมูลไว้ในและปฏิบัติการด้วยโปรแกรมชุดคำสั่งโดยอัตโนมัติ รวมทั้งการคำนวณทางคณิตศาสตร์เชิงตรรกะ และดำเนินการกับข้อมูล รวมถึงการรายงานผล

คอมพิวเตอร์ประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เรียก ฮาร์ดแวร์ ในขณะที่ชุดคำสั่งปฏิบัติการต่างๆ หรือโปรแกรมซึ่งควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ เรียกว่า ซอฟต์แวร์ สำหรับคำว่า การประมวลผลระบบสารสนเทศ จะหมายถึงระบบของส่วนนำเข้า ส่วนนำออก หน่วยเก็บ ฟังก์ชันควบคุม ซึ่งทำการเปลี่ยนข้อมูลไปเป็นสารสนเทศ โดยใช้ทรัพยากรต่างๆ คือ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และ ทรัพยากรบุคคล

พัฒนาการของคอมพิวเตอร์เกิดขึ้นเป็นยุคต่างๆ จากบุคลากรหลายสาขาและหลายแนวความคิดว่าที่จะเป็นคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เชิงตัวเลข โดยคอมพิวเตอร์ยุคแรกถูกผลิตออกมาในปี ค.ศ. 1951 เป็นอุปกรณ์ขนาดใหญ่ซึ่งใช้หลอดสุญญากาศในวงจร คอมพิวเตอร์ในยุคที่ 2 ซึ่งผลิตออกมาในปี ค.ศ. 1959 เป็นยุคของการใช้ทรานซิสเตอร์ซึ่งมีขนาดเล็กลง ทำงานเร็วขึ้น และราคาถูกกว่าเครื่องในยุคแรก ในส่วนของสื่อเก็บข้อมูลภายในแรกเริ่ม เป็นการใช้อ้วนแม่เหล็ก และใช้เทปแม่เหล็กสำหรับข้อมูลนำเข้า ข้อมูลนำออก และหน่วยเก็บรอง ในปี ค.ศ. 1964 คอมพิวเตอร์ในยุคที่ 3 มีการใช้ วงจรรวม (Integrated Circuit, IC) เข้ามาแทนที่วงจรถรานซิสเตอร์ รวมทั้งมีการปรับปรุงในด้านความเร็ว หน่วยความจำ ชนิดของอุปกรณ์นำเข้า/นำออก และอุปกรณ์เก็บข้อมูล และมีการใช้งานแม่เหล็กอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาในเรื่องของการแบ่งเวลาในการใช้คอมพิวเตอร์ (Time sharing) การสื่อสารข้อมูล ระบบปฏิบัติการ

ภาษาคำสั่งระดับสูง และ มินิคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ในยุคที่ 4 เริ่มในช่วงต้นศตวรรษ 1970 เป็นยุคที่มีการใช้งานรวมขนาดใหญ่ ใช้หน่วยความจำเสมือน (Virtual Memory) การใช้งานรวมแทนวงแหวนแม่เหล็กในหน่วยความจำหลัก การประมวลผลแบบกระจาย ระบบจัดการฐานข้อมูล ภาษาธรรมชาติ ไมโครคอมพิวเตอร์

การพัฒนาของไมโครคอมพิวเตอร์ ในยุคที่ 4 เป็นเสมือนการปฏิวัติคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 2 เพราะเป็นการเพิ่มสมรรถนะในการทำงานของคน และเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไมโครคอมพิวเตอร์แสดงถึงความก้าวหน้าหลักทางด้านเทคโนโลยีของวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ไมโครคอมพิวเตอร์ยังมีส่วนช่วยให้เกิดการประมวลผลแบบกระจายด้วย

การปฏิวัติคอมพิวเตอร์ยังคงดำเนินต่อไปในอนาคต โดยเน้นการพัฒนาคอมพิวเตอร์ในรูปแบบอัจฉริยะ ด้านฮาร์ดแวร์นั้นจะมีขนาดและต้นทุนที่ลดลง ในขณะที่การเจริญเติบโตของซอฟต์แวร์ขยายตัวสำหรับงานทั่วไป เน้นความง่ายต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาสำนักงานอัตโนมัติ และการที่ผู้บริหารใช้ระบบสารสนเทศที่อิงคอมพิวเตอร์ระบบต่างๆ เข้ามาช่วยในการบริหารการจัดการให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ตลอดจนการใช้คอมพิวเตอร์ในสังคมก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย

คำถามทบทวน

1. เหตุใดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การประมวลผลข้อมูล และระบบสารสนเทศ จึงมีความสำคัญ?
2. เหตุใดการพัฒนาและการใช้คอมพิวเตอร์จึงเรียกว่าเป็นการปฏิวัติคอมพิวเตอร์
3. จงอธิบายถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์
4. จงบอกถึงบทบาทของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และทรัพยากรบุคคล ในงานประมวลผลสารสนเทศ
5. จงยกตัวอย่างผู้บุกเบิกการพัฒนาคอมพิวเตอร์ และงานของเขา
6. จงอธิบายถึงลักษณะเด่นของคอมพิวเตอร์ในแต่ละยุค
7. การปฏิวัติไมโครคอมพิวเตอร์ คืออะไร? และก่อให้เกิดผลกระทบอะไรบ้าง
8. จงอธิบายถึงแนวโน้มในเรื่องของขนาด ความเร็ว ต้นทุนและความน่าเชื่อถือของระบบคอมพิวเตอร์
9. ความสามารถหลักของคอมพิวเตอร์ในยุค 5 คืออะไร?