วิชา ความรู้ทั่วไปทางคอมพิวเตอร์
และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ

คำนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมากด้วยข้อดีในด้านความเร็ว ความน่าเชื่อถือ ความสอดคล้องตรงกัน การจัดเก็บ และการสื่อสาร คอมพิวเตอร์จึงมีการพัฒนามาจากอดีตเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานและระบบการทำงานอื่นๆ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การเรียนรู้พื้นฐานวิชาคอมพิวเตอร์จึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง

ผู้เขียนและผู้รวบรวมตำราเล่มนี้ ขอขอบคุณข้าราชการทุกท่านที่จัดทำและเจ้าของบทความเกี่ยวกับวิชาพื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และดิจิทัล หวังเป็นอย่างยิ่งว่าความรู้และประสบการณ์ที่ถูกรวบรวมจากผู้รู้และผู้ทำงานด้านพื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ในตำราเล่มนี้ คงเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านไม่มากก็น้อย หากมีข้อผิดพลาดบกพร่องประการใดในตำราเล่มนี้ ผู้เขียนต้องขออภัยมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		ก
สารบัญ		ข
สารบัญตาราง		จ
สารบัญภาพ		ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ		ฌ
บทที่ ๑	ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์	๑
	๑. ประวัติคอมพิวเตอร์และบุคคลสำคัญ	๑
	๒. วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์	๙
บทที่ ๒	พื้นฐานคอมพิวเตอร์	๑๕
	๑. ประเภทของคอมพิวเตอร์	๑๕
	๒. องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์	๑๖
	๓. ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์	๒๑
	๔. การเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์	๒๓
	๕. ระบบตัวเลขของรหัสข้อมูล	๒๔
	๖. สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์	๒๕
บทที่ ๓	อุปกรณ์คอมพิวเตอร์	๒๗
	๑. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)	๒๗
	๒. หน่วยความจำ (Memory)	๓๓
	๓. เมนบอร์ด (Mainboard)	๔๑
	๔. ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk)	๔๔
	๕. ซีดีรอม (CD-ROM) และ ดีวีดี (DVD)	๔๖
	๖. จอภาพ (Monitor)	๔๗
	๗. เครื่องพิมพ์ (Printer)	๔๘
บทที่ ๔	เทคโนโลยีสารสนเทศ	๕๐
	๑. ข้อมูลและสารสนเทศ (Data & Information)	๕๐
	๒. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลและ Algorithm	๕๐
	๓. ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม (Step in Program development)	๕๑

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	๔. โครงสร้างพื้นฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม	๕๓
	๕. กรรมวิธีการออกแบบ Program (Program Design Methodology)	๕๔
	๖. โครงสร้างข้อมูล (Data Structure)	๕๕
	๗. ฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ	๕๙
	๘. ระบบสารสนเทศ (Information System)	๖๐
บทที่ ๕	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูล	๖๑
	๑. องค์ประกอบพื้นฐานของระบบสื่อสารข้อมูล	๖๑
	๒. การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับสื่อสารข้อมูล	๖๒
	๓. รูปแบบของการเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารข้อมูล	๖๖
	๔. รหัสที่ใช้ข้อมูลแทนในการสื่อสาร	๗๗
	๕. มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล	๗๙
	๖. แบบจำลอง TCP/IP	๘๓
	๗. การประยุกต์ใช้งานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	๘๘
	๘. การออกแบบระบบเครือข่าย	๙๐
	๙. การเลือกประเภทของเครือข่าย	๙๒
	๑๐. การดูแลและจัดการระบบ	๙๔
	๑๑. การบริหารประสิทธิภาพ	๙๖
	๑๒. การรักษาความปลอดภัยระบบเครือข่าย	๙๙
	๑๓. Smart Network	๑๐๐
บทที่ ๖	หลักการดิจิทัล	๑๐๒
	๑. ระบบแอนะล็อกกับระบบดิจิทัล	๑๐๒
	๒. สัญญาณดิจิทัลในอุดมคติ	๑๐๓
	๓. รูปคลื่นของสัญญาณดิจิทัล	๑๐๓
	๔. ดิจิทัลลอจิก	๑๐๗
	๕. กระบวนการพื้นฐานที่ใช้ในระบบดิจิทัล	๑๑๒

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	๖. ดิจิทัลคอมพิวเตอร์	๑๒๐
	๗. ไอซีดิจิทัล	๑๒๔
	๘. ระดับลอจิกของไอซีดิจิทัล	๑๒๙
บทที่ ๗	การเข้ารหัส	๑๓๑
	๑. รหัสบีซีดี (BCD : Binary – Code Decimal)	๑๓๑
	๒. รหัสแอสกี้	๑๓๒
	๓. รหัสเกรย์	๑๓๖
	๔. รหัสเพิ่ม ๓	๑๓๘
บทที่ ๘	ความรู้เกี่ยวกับ Big Data	๑๔๐
	๑. ความหมายและความสำคัญของ Big Data	๑๔๐
	๒. คุณลักษณะสำคัญของ Big Data	๑๔๑
	๓. ประเภทของข้อมูล Big Data	๑๔๒
	๔. การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่	๑๔๓
	๕. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่	๑๔๓
	๖. เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Big Data	๑๔๔
	๗. สถาปัตยกรรม Big Data : เทคนิคและเครื่องมือ	๑๔๘
บรรณานุกรม		ฎ

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ ๖-๑ แสดงคุณสมบัติเฉพาะของทีทีแอล ๑๒๖

ตารางที่ ๗-๑ เปรียบเทียบเลขฐานสิบ เลขฐานสิบหก เลขฐานสองและรหัส BCD ๑๓๒

ตารางที่ ๗-๒ ตารางรหัสแอสกี้ ๑๓๓

ตารางที่ ๗-๓ รหัสเกรย์ ๑๓๖

ตารางที่ ๗-๔ รหัสเพิ่ม 3 ๑๓๙

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ ๑-๑ แสดงลูกคิดของชาวจีน ๑
ภาพที่ ๑-๒ แสดง John Napier ๒
ภาพที่ ๑-๓ แสดง Napier's Bones ๒
ภาพที่ ๑-๔ แสดง Blaise Pascal ๓
ภาพที่ ๑-๕ แสดง เครื่องคำนวณของ Pascal ๓
ภาพที่ ๑-๖ แสดง Gottfried Wilhelm von Leibniz ๔
ภาพที่ ๑-๗ แสดง Leibniz's Stepped ๔
ภาพที่ ๑-๘ แสดง Slide Rule ๕
ภาพที่ ๑-๙ แสดง Charles Babbage ๕
ภาพที่ ๑-๑๐ แสดง Differrence Engine ๕
ภาพที่ ๑-๑๑ แสดง Analytical Engine ๖
ภาพที่ ๑-๑๒ แสดง Ada Lovelace ๗
ภาพที่ ๑-๑๓ แสดง George Boole ๘
ภาพที่ ๑-๑๔ แสดง Hollerrith Card ๘
ภาพที่ ๑-๑๕ แสดง Harvard Mark I ๙
ภาพที่ ๑-๑๖ แสดง ENIAC ๑๐
ภาพที่ ๑-๑๗ แสดง EDVAC ๑๐
ภาพที่ ๑-๑๘ แสดง UNIVAC I ๑๑
ภาพที่ ๑-๑๙ แสดง Transistor ๑๒
ภาพที่ ๑-๒๐ แสดง Integrated circuit ๑๓
ภาพที่ ๑-๒๑ แสดง Microprocessor ๑๔
ภาพที่ ๒-๑ แสดงการแบ่งส่วนพื้นฐานของฮาร์ดแวร์เป็น ๕ หน่วยสำคัญ ๑๖
ภาพที่ ๒-๒ แสดงการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล ๑๗
ภาพที่ ๒-๓ แสดงส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ ๒๐
ภาพที่ ๒-๔ แสดงแผนภาพ PMS ๒๕
ภาพที่ ๒-๕ แสดงโมเดลของ Von Neumann ๒๖
ภาพที่ ๓-๑ แสดงหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ๒๗
ภาพที่ ๓-๒ แสดงหน่วยความจำถาวร (Read-Only Memory : ROM) ๓๓

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ ๓-๓ แสดงหน่วยความจำชั่วคราว (Random - Access Memory : RAM) ๓๔
ภาพที่ ๓-๔ แสดงส่วนประกอบของเมนบอร์ด ๔๒
ภาพที่ ๓-๕ แสดงฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ๔๔
ภาพที่ ๓-๖ แสดงส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ๔๕
ภาพที่ ๓-๗ แสดงซีดีรอม (CD-ROM) และ ดีวีดี (DVD) ๔๖
ภาพที่ ๓-๘ แสดงจอภาพ (Monitor) ๔๗
ภาพที่ ๓-๙ แสดงเครื่องพิมพ์แบบจุด (Dot Matrix Printer) ๔๘
ภาพที่ ๓-๑๐ แสดงเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก (Ink Jet Printer) ๔๙
ภาพที่ ๓-๑๑ แสดงเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (Laser Printer) ๔๙
ภาพที่ ๔-๑ แสดงโครงสร้างข้อมูลทางตรรกะ ๕๕
ภาพที่ ๕-๑ แสดงองค์ประกอบของระบบเครือข่าย ๗๓
ภาพที่ ๕-๒ แสดงช่องทางการสื่อสารผ่านจานดาวเทียม ๗๔
ภาพที่ ๕-๓ แสดงการใช้อุปกรณ์ร่วมกันของระบบเครือข่าย ๗๕
ภาพที่ ๕-๔ แสดง OSI Reference Model ๘๐
ภาพที่ ๕-๕ แสดงเลเยอร์ต่าง ๆ ใน TCP/IP และ ISO/OSI Model ๘๓
ภาพที่ ๕-๖ แสดงระบบเครือข่ายแบบรวมศูนย์กลาง ๘๘
ภาพที่ ๕-๗ แสดงระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer ๘๙
ภาพที่ ๕-๘ แสดงระบบเครือข่ายแบบ Client/Server ๙๐
ภาพที่ ๖-๑ แสดงสัญญาณแอนะล็อก และดิจิทัล ๑๐๒
ภาพที่ ๖-๒ แสดงสัญญาณดิจิทัลในอุดมคติ ๑๐๓
ภาพที่ ๖-๓ แสดงระดับแรงดันลอจิก ๑๐๔
ภาพที่ ๖-๔ แสดงช่วงเวลาแรงดันตกและแรงดันขึ้น ๑๐๕
ภาพที่ ๖-๕ แสดงสัญญาณนาฬิกา (Clock signal) ๑๐๖
ภาพที่ ๖-๖ แสดงวงจรสวิตช์และรีเลย์ ๑๐๘
ภาพที่ ๖-๗ แสดงบัฟเฟอร์ (Buffer) ๑๐๘
ภาพที่ ๖-๘ แสดงบัฟเฟอร์สามสถานะ (Tri – state buffer) ๑๐๙
ภาพที่ ๖-๙ แสดงอินเวอร์เตอร์ หรือ NOT เกต ๑๑๐
ภาพที่ ๖-๑๐ แสดงอินเวอร์เตอร์สามสถานะ (Tri – state Inverter) ๑๑๑

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า
ภาพที่ ๖-๑๑ แสดงแอนด์เกต ๒ อินพุต (Two Input AND gate) ๑๑๑
ภาพที่ ๖-๑๒ แสดงกระบวนการพื้นฐานที่ใช้ในระบบดิจิทัล ๑๑๒
ภาพที่ ๖-๑๓ แสดงฟลิปฟลอป (Flip – Flop) ๑๑๓
ภาพที่ ๖-๑๔ แสดงรีจีสเตอร์ ๔ บิต ๑๑๔
ภาพที่ ๖-๑๕ แสดงโครงสร้างวงจรนับที่ประกอบด้วยฟลิปฟลอปจำนวน n ตัว ๑๑๕
ภาพที่ ๖-๑๖ แสดงวงจร ALU ใช้สำหรับการบวก ๑๑๖
ภาพที่ ๖-๑๗ แสดงบล๊อกไดอะแกรมของวงจรเปรียบเทียบ ๑๑๗
ภาพที่ ๖-๑๘ แสดงการเข้ารหัส ๑๑๘
ภาพที่ ๖-๑๙ แสดงการถอดรหัส ๑๑๙
ภาพที่ ๖-๒๐ แสดงการทำงานของตัวเลือกข้อมูล ๑๒๐
ภาพที่ ๖-๒๑ แสดงส่วนประกอบพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ ๑๒๑
ภาพที่ ๖-๒๒ (ก) แสดงการทำงานภายในของดิจิทัลคอมพิวเตอร์ ๑๒๒
ภาพที่ ๖-๒๒ (ข) แสดงการทำงานภายในของดิจิทัลคอมพิวเตอร์ ๑๒๒
ภาพที่ ๖-๒๓ แสดงดิจิทัลคอมพิวเตอร์ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นฐานในการทำงาน ๑๒๓
ภาพที่ ๖-๒๔ แสดงโครงสร้างของไอซีดิจิทัล ๑๒๔
ภาพที่ ๖-๒๕ แสดงตัวถัง หรือ Package ของไอซีบางแบบ ๑๒๕
ภาพที่ ๖-๒๖ แสดงตัวอย่างไอซีดิจิทัลและสัญลักษณ์ ๑๒๘
ภาพที่ ๖-๒๖ (ต่อ) แสดงตัวอย่างไอซีดิจิทัลและสัญลักษณ์ ๑๒๘
ภาพที่ ๖-๒๗ แสดงระดับลอจิกของ 74XX และ 74LSXX ๑๒๙
ภาพที่ ๖-๒๘ แสดงระดับลอจิกของ 74HCXX ๑๓๐
ภาพที่ ๗-๑ แสดงการแปลงรหัสเกรย์ เป็นเลขฐานสอง ๑๓๒
ภาพที่ ๗-๒ แสดงการแปลงเลขฐานสองให้เป็นรหัสเกรย์ ๑๓๓
ภาพที่ ๘-๑ คุณลักษณะสำคัญของ Big Data ๑๔๑
ภาพที่ ๘-๒ ประเภทของข้อมูล Big Data ๑๔๒
ภาพที่ ๘-๓ ความสัมพันธ์ของ Big Data, AI และ Machine Learning ๑๔๕
ภาพที่ ๘-๔ ขั้นตอนการเรียนรู้ของ Machine learning ๑๔๖
ภาพที่ ๘-๕ ประเภทของ Machine Learning ๑๔๗
ภาพที่ ๘-๖ สถาปัตยกรรม Big Data ๑๔๙

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์และ/หรือคำย่อ	ความหมายและ/หรือคำเต็ม
ENIAC	Electronic Numerical Integrator And Calculator
EDVAC	Electronic Discrete Variable Automatic Computer
EDSAC	Electronic Delay Storage Automatic Calculator
UNIVAC	Universal Automatic Computer
IC	Integrated Circuit
PC	Personal Computer
LAN	Local Area Network
CPU	Central Processing Unit
ALU	Arithmetic and Logic Unit
OS	Operating System
DBA	Database Administrator
RAM	Random Access Memory
ROM	Read Only Memory
BCD	Binary Code Decimal
EBCDIC	Extended Binary Coded Decimal Interchange Code
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
Hz	Hertz
FSB	Front Side Bus
SSE	Streaming SIMD Extensions
MMX	MultiMedia eXtension
HT	Hyper – Threading
ECC	Error Checking and Correcting

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

สัญลักษณ์และ/หรือคำย่อ	ความหมายและ/หรือคำเต็ม
DRAM	Dynamic Random Access Memory
SRAM	Static Random Access Memory
EDO	Extended-Data Output
RAS	Row Address Strobe
CAS	Column Address Strobe
SPD	Serial Presence Detect
DDR	Double Data Rate
WTX	Workstaion Technology eXtended
SDLC	System Development Life Cycle
DFD	Data Flow Diagram
ERD	Entity Relationship Diagram
SIS	Support Information System
CIS	Combat Information System
TDL	Tactical Data Link
RTADS	Royal Thai Air Defense System
ACCS	Air Command and Control System
MIS	Management Information System
EIS	Executive Information System
ISO	The International Standards Organization
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
EBCDIC	Extended Binary Coded Deximal Interchange Code
STP	Shielded Twisted Pair
UTP	Unshielded Twisted Pair
MODEM	Modulator – Demodulator
FEP	Front-End Processor

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

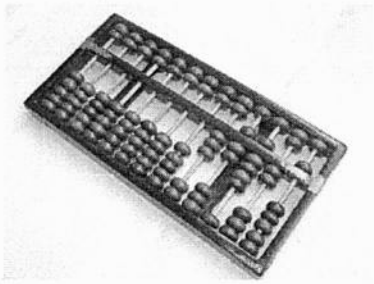
สัญลักษณ์และ/หรือคำย่อ	ความหมายและ/หรือคำเต็ม
MAN	Metropolitan Area Network
WAN	Wide Area Network
VAN	Value-added Network
VPN	Virtual Private Network
NIC	Network Interface Card
AM	Amplitude Modulation
FM	Frequency Modulation
PM	Phase Modulation
TTL	Transistor – Transistor Logic

บทที่ ๑
ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ (Computer) เข้ามามีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งในสังคมมนุษย์เรา ไม่ว่าจะเป็นการทำงานหรือการใช้ชีวิตประจำวัน แท้จริงแล้วคอมพิวเตอร์มีประวิติความเป็นมาที่ยาวนานเกินกว่าที่หลายคนคาดคิด คำว่า "คอมพิวเตอร์" มีการเปลี่ยนแปลงความหมายมานานหลายทศวรรษ ดังนั้นการศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จึงถือเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อทำความรู้จักและทราบว่าคอมพิวเตอร์คืออะไร มีวิวัฒนาการมาอย่างไร และมีบทบาทสำคัญต่อมนุษย์อย่างไร

ประวัติคอมพิวเตอร์และบุคคลสำคัญ

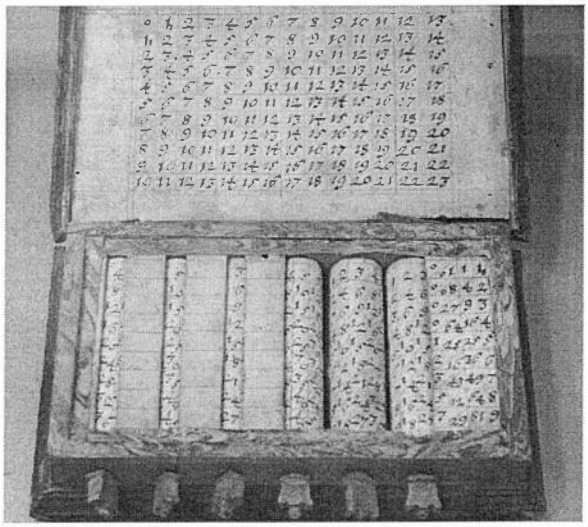
มนุษย์มีความจำเป็นต้องคิดและประมวลผลมาตั้งแต่อดีต เริ่มตั้งแต่การนับนิ้วมือ ต่อมาก็ใช้เศษไม้ ก้อนหิน หลังจากนั้นวิวัฒนาการเป็นลูกคิด (Abacus) ถูกประดิษฐ์ขึ้นโดยชาวจีนซึ่งถือได้ว่าเป็นเครื่องมือนับชิ้นแรกของโลก ต่อมาก็มีเหตุการณ์สำคัญ ๆ เกิดขึ้นมากมายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องคำนวณ ดังนี้



ภาพที่ ๑-๑ แสดงลูกคิดของชาวจีน

ปี พ.ศ. ๒๑๕๘ หรือ ค.ศ. ๑๖๑๕ นักคณิตศาสตร์ชาวสก็อตแลนด์ ชื่อ John Napier ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยในการคำนวณขึ้นมา เรียกว่า “Napier’s Bones” เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นแท่งไม้ที่ตีเป็นตาราง และช่องสามเหลี่ยมมีเลขเขียนอยู่บนตารางเหล่านี้ เมื่อต้องการคูณเลขจำนวนใดก็หยิบแท่งที่ใช้ระบุเลขแต่ละหลักมาเรียงกัน แล้วจึงอ่านตัวเลขบนแท่งนั้น ตรงแถวที่ตรงกับเลขตัวคูณ ก็จะได้คำตอบที่ต้องการ

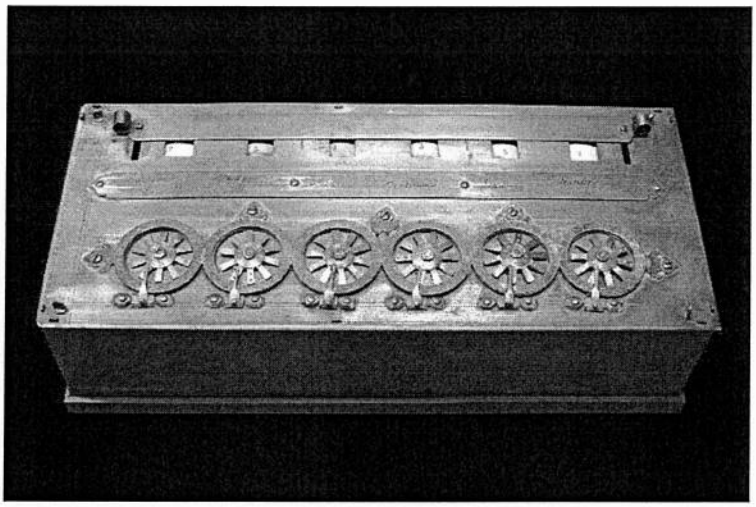
ภาพที่ ๑-๒ แสดง John Napier



ภาพที่ ๑-๓ แสดง Napier's Bones

ปี พ.ศ.๒๑๘๕ หรือ ค.ศ.๑๖๔๒ นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ Blaise Pascal ได้ประดิษฐ์เครื่องคำนวณ โดยใช้หลักการหมุนของฟันเฟืองเป็นครั้งแรก แต่เครื่องดังกล่าวสามารถใช้บวกและลบเลขได้เท่านั้น เครื่องมือของปาสคาลนี้ถูกเผยแพร่ออกสู่สาธารณชนเมื่อ พ.ศ.๒๑๘๘ แต่ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากราคาแพงและเมื่อใช้งานจริงจะเกิดเหตุการณ์ที่ฟันเฟืองติดขัดบ่อย ๆ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ค่อยถูกต้องตรงกับความเป็นจริง

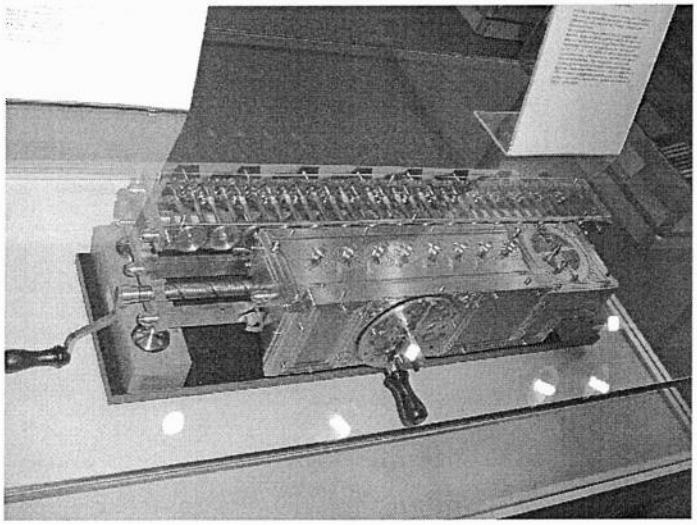
ภาพที่ ๑-๔ แสดง Blaise Pascal



ภาพที่ ๑-๕ แสดง เครื่องคำนวณของ Pascal

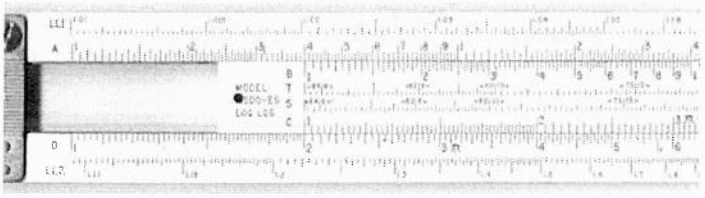
ปี พ.ศ.๒๒๑๖ หรือ ค.ศ.๑๖๗๓ มีนักปราชญ์ชาวเยอรมันชื่อ Gottfried Wilhelm von Leibniz ได้ปรับปรุงเครื่องคำนวณของปาสคาลให้มีขีดความสามารถสูงขึ้นไปอีกขั้นคือ นอกจากจะบวกและลบเลขได้แล้ว ยังสามารถคูณและหารเลขได้อีกด้วย โดยอาศัยการหมุนวงล้อของเครื่องเองอัตโนมัติซึ่งได้เรียกเครื่องนี้ว่า "Leibniz's Stepped" นับได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ดูยุ่งยากกลับเป็นเรื่องที่ง่ายขึ้น และยังค้นพบเลขฐานสอง (Binary Number) คือ เลข 0 และเลข 1 ซึ่งเป็นระบบเลขที่เหมาะในการคำนวณ

ภาพที่ ๑-๖ แสดง Gottfried Wilhelm von Leibniz



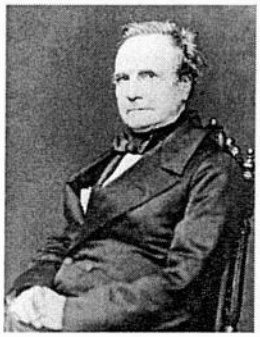
ภาพที่ ๑-๗ แสดง Leibniz's Stepped

ปี ค.ศ.๑๗๐๐ William Aughtred ได้นำความคิดของ Gunter มาสร้างเป็นไม้บรรทัดคำนวณ หรือ Slide Rule โดยการนำค่าลอการิทึม มาเขียนเป็นสเกลบนแท่งไม้สองอัน เมื่อนำมาเลื่อนต่อกันก็จะอ่านค่าเป็นผลคูณหรือผลหารได้ โดยอาศัยการคาดคะเนผลลัพธ์ ซึ่งถือว่าเป็นคอมพิวเตอร์แอนะล็อกเครื่องแรกของโลก

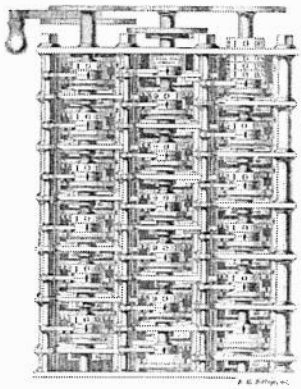


ภาพที่ ๑-๘ แสดง Slide Rule

ปี พ.ศ.๒๓๖๕ หรือ ค.ศ.๑๘๒๒ ได้มีชาวอังกฤษที่ชื่อ Charles Babbage นักคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ นับเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการผลิตเครื่องคำนวณ โดยเขาประสบความสำเร็จในการสร้างเครื่องคำนวณแบบที่เรียกว่า "Difference Engine" ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้คำนวณและพิมพ์ตารางทางคณิตศาสตร์อย่างอัตโนมัติ

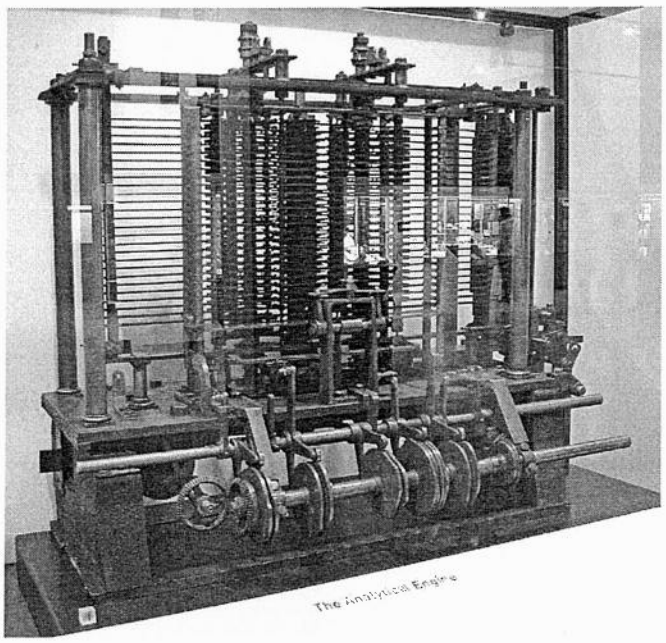


ภาพที่ ๑-๙ แสดง Charles Babbage



ภาพที่ ๑-๑๐ แสดง Difference Engine

และได้พัฒนาเครื่องมือในการคำนวณที่มีความสามารถสูงกว่านี้ ซึ่งก็คือ เครื่องวิเคราะห์ "Analytical Engine" และได้ยกเลิกโครงการสร้างเครื่อง Difference Engine ลง ซึ่งเครื่องวิเคราะห์ Analytical Engine มีส่วนประกอบเหมือนกับคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน คือมีหน่วยรับส่งข้อมูล, หน่วยควบคุม และหน่วยความจำ โดยใช้บัตรเจาะรูเป็นส่วนในการรับและแสดงผล แต่น่าเสียดายที่เครื่อง Analytical Engine ของ Babbage นั้น ไม่สามารถสร้างให้สำเร็จขึ้นมาได้ ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีสมัยนั้น ไม่สามารถสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ และอีกประการหนึ่งก็คือ สมัยนั้นไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องที่มีความสามารถสูงขนาดนั้น ดังนั้น รัฐบาลอังกฤษจึงหยุดให้การสนับสนุนโครงการของ Babbage ในปี พ.ศ.๒๓๘๕ ทำให้ไม่มีทุนที่จะทำการวิจัยต่อไป อย่างไรก็ตาม Babbage ได้รับการยกย่องให้เป็น บิดาของเครื่องคอมพิวเตอร์



ภาพที่ ๑-๑๑ แสดง Analytical Engine

ในปี พ.ศ.๒๓๘๕ หรือ ค.ศ.๑๘๔๒ สุภาพสตรีชาวอังกฤษชื่อ Ada Byron Lovelace ได้แปลเรื่องราวเกี่ยวกับเครื่อง Analytical Engine ของ Charles Babbage จากภาษาฝรั่งเศสเป็นภาษาอังกฤษ ทำให้ Ada เข้าใจในศักยภาพของเครื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี และได้เขียนขั้นตอนของคำสั่งวิธีใช้เครื่องนี้ ให้ทำการคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อนไว้ในหนังสือ Taylor's Scientific Memories ซึ่งถือว่า เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์โปรแกรมแรกของโลก และจากจุดนี้เองที่ทำให้ Ada ได้รับการยกย่องให้เป็น โปรแกรมเมอร์คนแรกของโลก

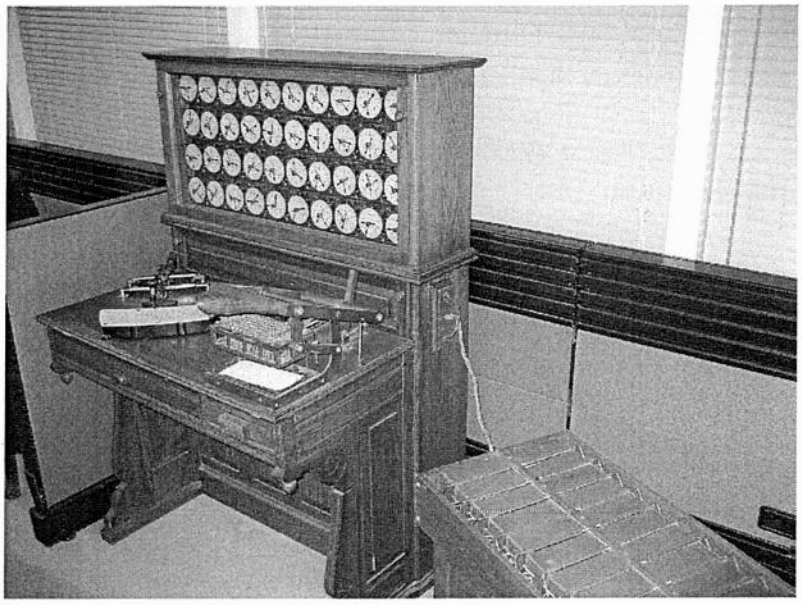
ภาพที่ ๑-๑๒ แสดง Ada Lovelace

นอกจากนี้ Ada ยังค้นพบอีกว่าชุดบัตรเจาะรูที่บรรจุชุดคำสั่งไว้ สามารถนำกลับมาทำงานซ้ำได้ถ้าต้องการ นั่นคือหลักการทำงานวนซ้ำ หรือที่เรียกว่า "Loop" เครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณที่ถูกพัฒนาขึ้นในศตวรรษที่ ๑๙ นั้น ทำงานกับเลขฐานสิบ (Decimal Number) แต่เมื่อเริ่มต้นของศตวรรษที่ ๒๐ ระบบคอมพิวเตอร์ได้ถูกพัฒนาขึ้นเป็นลำดับ จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงมาใช้เลขฐานสอง (Binary Number) กับระบบคอมพิวเตอร์ ที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากหลักของพีชคณิต

พ.ศ.๒๓๙๗ หรือ ค.ศ.๑๘๕๔ นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ George Boole ได้สร้างระบบพีชคณิตแบบใหม่ เรียกว่า "พีชคณิต บูลีน"(Boolean Algebra) ซึ่งเป็นคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายเหตุผลของตรรกวิทยาที่ตัวแปรมีค่าได้เพียง "จริง"หรือ "เท็จ" เท่านั้น (ใช้สภาวะเพียงสองอย่างคือ 0 กับ 1 ร่วมกับเครื่องหมายในเชิงตรรกะพื้นฐานคือ AND , OR และ NOT) ซึ่งมีประโยชน์มากต่อการออกแบบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนการออกแบบทางตรรกวิทยาของเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันด้วย เนื่องจากเป็นการยากที่จะใช้สัญญาณไฟฟ้า ซึ่งมีเพียง ๒ สภาวะคือ เปิดกับปิด ในการแทนเลขฐานสิบซึ่งมีอยู่ถึง 10 ตัว 0 - 9 แต่เป็นการง่ายกว่าถ้าเราแทนด้วยเลขฐานสองคือ 0 กับ 1 จึงถือว่าสิ่งนี้เป็นรากฐานที่สำคัญของการออกแบบวงจรคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน

ภาพที่ ๑-๑๓ แสดง George Boole

พ.ศ.๒๔๒๓ หรือ ค.ศ.๑๘๘๐ Dr.Herman Hollerith นักสถิติชาวอเมริกันได้ประดิษฐ์เครื่อง ประมวลผลทางสถิติเครื่องแรกซึ่งใช้กับบัตรเจาะรูและถูกนำไปใช้ในงานสำรวจสำมะโนประชากรของสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ.๒๔๓๓ และช่วยให้การสรุปผลสำมะโนประชากรเสร็จสิ้นภายในระยะเวลา ๒ ปีครึ่ง (โดยก่อนหน้านั้น ต้องใช้เวลาถึง ๗ ปีครึ่ง) เรียกบัตรเจาะรูนี้ว่า "Hollerrith Card" หรือไอบีเอ็มการ์ด เพราะผู้ผลิตคือบริษัทไอบีเอ็ม



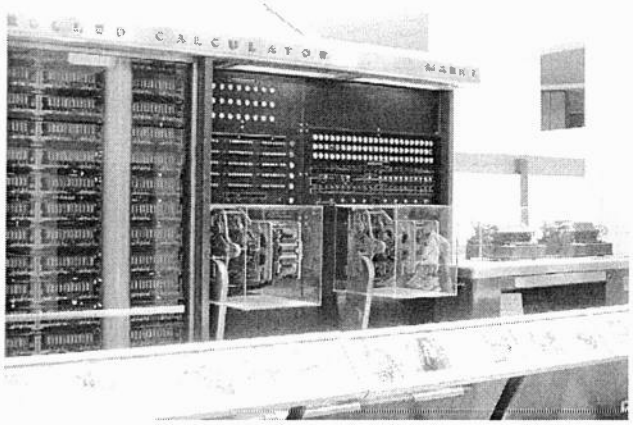
ภาพที่ ๑-๑๔ แสดง Hollerrith Card

วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

สามารถแบ่งการพัฒนาคอมพิวเตอร์จากอดีตถึงปัจจุบันได้ ๕ ยุคด้วยกัน ดังนี้

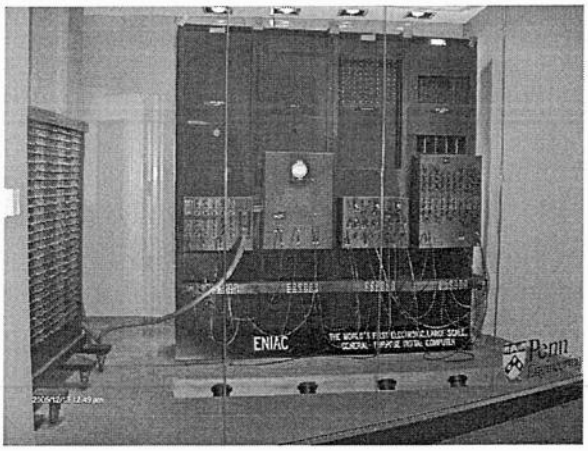
ยุคที่ ๑

เมื่อประมาณปี พ.ศ.๒๔๘๐ ศาสตราจารย์ Howard Aiken แห่งมหาวิทยาลัยฮาวาร์ด ได้พัฒนาเครื่องคำนวณตามแนวคิดของ Babbage ร่วมกับวิศวกรของบริษัท IBM และสามารถสร้างได้เป็นผลสำเร็จ โดยเครื่องดังกล่าวทำงานแบบเครื่องจักรกลและไฟฟ้า และใช้บัตรเจาะรูเป็นสื่อในการนำเข้าข้อมูลสู่เครื่องเพื่อทำการประมวลผล การพัฒนาดังกล่าวมาเสร็จสิ้นในปี พ.ศ.๒๔๘๗ โดยเครื่องนี้มีชื่อว่า "MARK I" และเนื่องจากด้านการเงินและบุคลากรจากบริษัท IBM ดังนั้นจึงมีอีกชื่อหนึ่งว่า "IBM Automatic Sequence Controlled Calculator" และนับเป็นเครื่องคำนวณแบบอัตโนมัติเครื่องแรกของโลก



ภาพที่ ๑-๑๕ แสดง Harvard Mark I

ในช่วงสงครามครามโลกครั้งที่ ๒ John W. Mauchly และ J. Prespern Eckert ได้รับทุนอุดหนุนจากกองทัพสหรัฐอเมริกาในการสร้างเครื่องคำนวณ ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator) ซึ่งสร้างขึ้นในปี ค.ศ.๑๙๔๓ - ๑๙๔๕ ซึ่งถือได้ว่าเป็น "เครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์เครื่องแรกของโลก หรือคอมพิวเตอร์เครื่องแรกของโลก" เป็นเครื่องคำนวณที่มีจุดประสงค์เพื่อใช้งานในกองทัพ โดยใช้คำนวณตารางการยิงปืนใหญ่ วิถีกระสุนปืนใหญ่ อาศัยหลอดสุญญากาศ (Vacuum Tubes) จำนวน ๑๘,๐๐๐ หลอด ซึ่งสามารถบวกเลขได้ ๕,๐๐๐ ครั้ง/วินาที ซึ่งถือว่าเร็วมาก แต่เครื่องยังมีขนาดใหญ่ ต้องใช้กำลังไฟฟ้าในการทำงานสูง ทำให้มีปัญหาเรื่องความร้อนและไส้หลอดขาดบ่อย



ภาพที่ ๑-๑๖ แสดง ENIAC

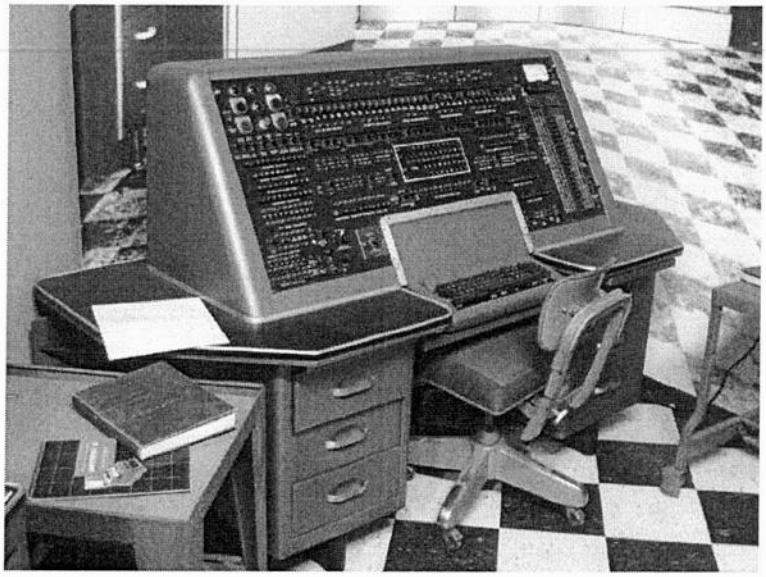
เครื่อง ENIAC สามารถเก็บได้เฉพาะข้อมูลที่เป็นตัวเลขจำนวน ๑๐ หลัก และเก็บได้เพียง ๒๐ จำนวนเท่านั้น นอกจากนี้เครื่อง ENIAC ยังไม่สามารถเก็บชุดคำสั่งได้

ความคิดต่อมาในการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ดีขึ้นก็คือการค้นหาวิธีการเก็บโปรแกรมไว้ในเครื่อง และใน พ.ศ.๒๔๙๒ มีนักคณิตศาสตร์ชาวฮังการี ชื่อ Dr.John Von Neumann ได้เสนอแนวคิดในการสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำ เพื่อใช้เก็บข้อมูลและโปรแกรมการทำงาน หรือชุดคำสั่งที่เก็บไว้ในหน่วยความจำมาทำงาน (หลักการนี้ เป็นหลักการที่ใช้มาจนถึงปัจจุบัน) ซึ่ง Dr.John Von Neumann ก็ได้พบวิธีการเก็บโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำของเครื่องได้สำเร็จ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นตามแนวคิดนี้ได้แก่ EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) ซึ่งสร้างเสร็จใน พ.ศ.๒๔๙๒ และนำมาใช้งานจริงในปี พ.ศ.๒๔๙๔

ภาพที่ ๑-๑๗ แสดง EDVAC

และในเวลาใกล้กันทางมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ของประเทศอังกฤษก็ได้สร้างคอมพิวเตอร์ที่มีการทำงานใกล้เคียงกับเครื่อง EDVAC คือเก็บโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำได้ แต่ที่แตกต่างออกไปก็คือ จะมีการใช้เทปแม่เหล็กในการบันทึกข้อมูลต่อมาทางสถาบันตั้งชื่อให้เครื่องนี้ว่า "EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator)"

ในปี พ.ศ.๒๔๙๔ ก็ได้มีการสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า UNIVAC (Universal Automatic Computer) ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อขายหรือเช่าเป็นเครื่องแรกที่ออกสู่ตลาด ทำให้คอมพิวเตอร์ขยายตัวออกไปสู่ภาคเอกชน และเริ่มมีการซื้อขายคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานกันอย่างแพร่หลาย



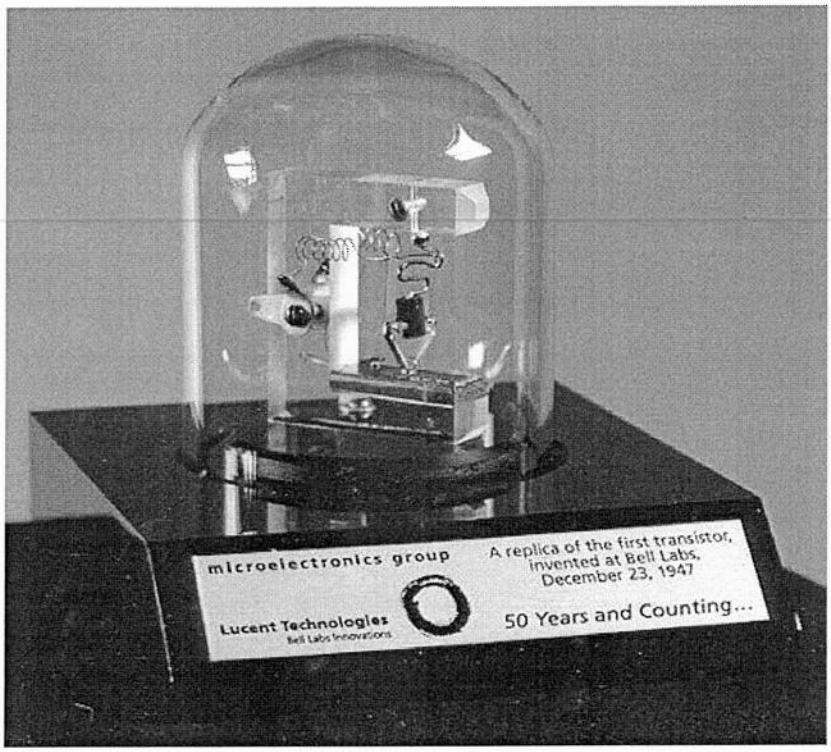
ภาพที่ ๑-๑๘ แสดง UNIVAC I

ลักษณะเฉพาะของคอมพิวเตอร์ยุคที่ ๑

๑. ใช้หลอดสุญญากาศเป็นส่วนประกอบหลัก
๒. ตัวเครื่องมีขนาดใหญ่ ใช้กำลังไฟฟ้าสูง เกิดความร้อนสูง
๓. ทำงานด้วยภาษาเครื่อง (Machine Language)
๔. มีการพัฒนาภาษาสัญลักษณ์ เช่น Symbolic Language และ Assembly

ยุคที่ ๒

ในปี พ.ศ.๒๕๐๒ - ๒๕๐๖ หรือ ค.ศ.๑๙๕๙ - ๑๙๖๔ เป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ (Transistors) แทนหลอดสุญญากาศ



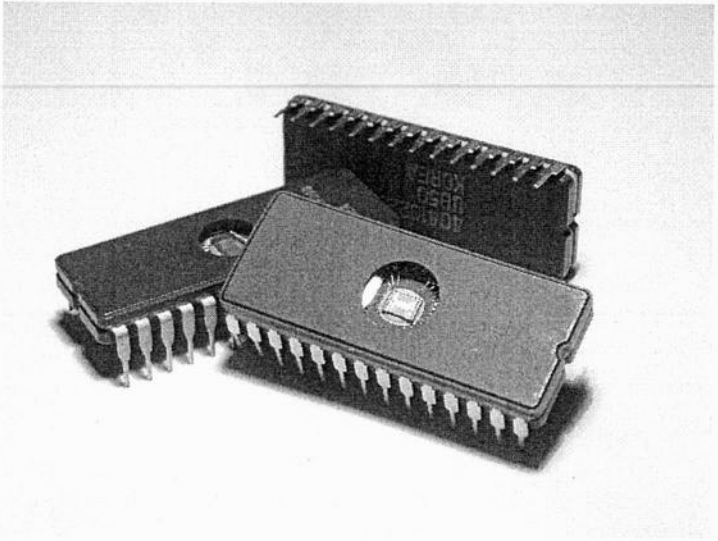
ภาพที่ ๑-๑๙ แสดง Transistor

ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาโดยนักวิทยาศาสตร์แห่งห้องปฏิบัติการ Bell Lab ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ Dr. John Bardeen, Dr. Walter Brattain, Dr. William Shockley

โดยทรานซิสเตอร์เป็นแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กกว่าหลอดสุญญากาศมาก ใช้กระแสไฟน้อย ไม่ต้องใช้เวลาในการวอร์มอัพ ทำงานด้วยความเร็วที่สูงกว่า มีความคงทน เชื่อถือได้ ราคาถูก นอกจากเทคโนโลยีเรื่องวงจร ยังมีเทคโนโลยีอื่นมาร่วมด้วย เช่น เกิดภาษาคอมพิวเตอร์ขึ้นมา คือ ภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language) และภาษาระดับสูงต่าง ๆ เช่น ภาษา FORTRAN, COBOL สำหรับหน่วยบันทึกข้อมูลก็มีการนำเทปแม่เหล็กมาใช้งาน และในยุคนี้เองที่ได้มีการสร้างคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ระดับ เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Mainframe Computer)

ยุคที่ ๓

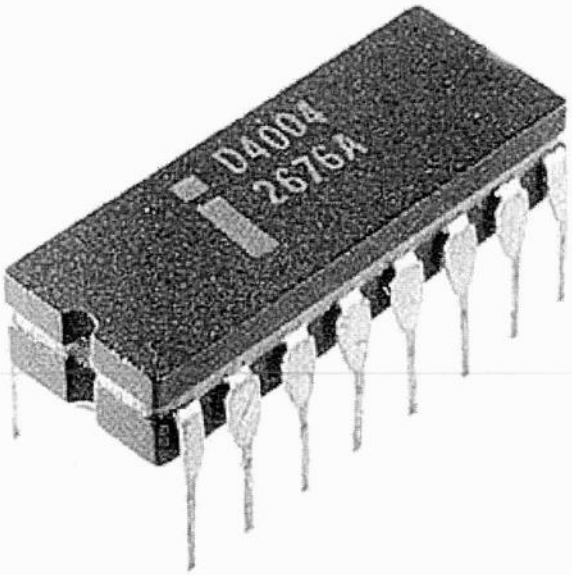
ประมาณปี พ.ศ.๒๕๐๘ ได้มีการสร้างทรานซิสเตอร์จำนวนมากลงบนแผ่นซิลิกอนขนาดเล็ก และเกิดวงจรรวมบนแผ่นซิลิกอนที่เรียกว่า "IC (Integrated Circuit)" อันเป็นผลงานของบริษัท Texas Instruments Co.,Ltd ทำให้เกิดเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกออกแบบซับซ้อนมากขึ้น นับเป็นยุคที่คอมพิวเตอร์เกิดความเปลี่ยนแปลงขึ้นมาก การใช้ IC เป็นส่วนประกอบทำให้คอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงราคาถูกลง ในระดับ มินิคอมพิวเตอร์ (Minicomputer)



ภาพที่ ๑-๒๐ แสดง Integrated circuit

ยุคที่ ๔

ตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๑๔ จนถึงปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการผลิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ยังคงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการสร้างวงจรรวมที่มีขนาดใหญ่มารวมในแผ่นซิลิกอน เรียกว่า "VLSI (Very Large Scale Integration)" เป็นวงจรรวมที่รวมเอาทรานซิสเตอร์นับแสนนับล้านตัว มาบรรจุอยู่ในแผ่นซิลิกอนขนาดเล็ก และผลิตเป็นหน่วยประมวลผลของคอมพิวเตอร์ที่ซับซ้อนเรียกว่า ไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) การใช้ VLSI เป็นวงจรภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงสามารถตั้งบนโต๊ะได้เรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) และส่งผลให้เกิดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC : Personal Computer) ซึ่งเป็นเครื่องที่แพร่หลายและมีผู้ใช้งานกันทั่วโลก



ภาพที่ ๑-๒๑ แสดง Microprocessor

ยุคที่ ๕

เมื่อเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถสูงขึ้น สามารถประมวลได้ครั้งละมาก ๆ ทำงานได้เร็ว มีการจัดการข้อมูลที่ดีเยี่ยม สามารถทำงานหลายงานพร้อมกัน (Multitasking) ดังนั้น บทบาทของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ ๕ จึงมีแนวโน้มที่ถูกพัฒนาให้มาช่วยงานด้านการตัดสินใจและแก้ปัญหาให้มากขึ้น โดยจะมีการเก็บความรอบรู้ต่าง ๆ เข้าไว้ในเครื่อง สามารถสืบค้นและดึงความรู้ที่สะสมไว้มาใช้งานให้เป็นประโยชน์

ขณะเดียวกันก็มีการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เป็นเครือข่ายในองค์กรเรียกว่า “เครือข่าย LAN (Local Area Network)” และมีการเชื่อมโยงหลาย ๆ เครือข่ายเข้าด้วยกันเกิดเป็นเครือข่ายเมืองหรือประเทศ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าแลนมาก เรียกว่า “เครือข่าย WAN (Wide Area Network)” และหากนำเครือข่ายทุกส่วนของโลกมาเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายสากล เรียกว่า “Internet” อีกทั้งยังสามารถสื่อสารกันได้ในแบบไร้สาย (Wireless) และไม่มีจำกัดเฉพาะเพียงคอมพิวเตอร์เท่านั้น ในปัจจุบันจะพบว่าได้มีการพัฒนาให้กับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น Tablet และ Smartphone สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้อีกด้วย

บทที่ ๒
พื้นฐานคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ (Computer) หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติที่มีหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) เปรียบเสมือนสมองกลที่มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลโดยอัตโนมัติผ่านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming) โดยคอมพิวเตอร์สมัยใหม่มีความสามารถในการปฏิบัติตามชุดคำสั่งที่เรียกว่าโปรแกรม (Programs) ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

ประเภทของคอมพิวเตอร์

๑. Supercomputer

ความเร็วหลายล้านล้านคำสั่งต่อวินาที ประมวลผลข้อมูลปริมาณมหาศาล เช่น พยากรณ์อากาศ การวิจัยนิวเคลียร์ การออกแบบอากาศยาน Supercomputer ที่ประมวลผลเร็วที่สุดในโลกคือ Roadrunner จาก IBM

๒. Mainframe Computer

เหมาะสำหรับองค์กรขนาดใหญ่ ประมวลผลธุรกรรมนับล้านรายการโดยเวลาอันสั้น ใช้งานผ่านเครื่อง Terminal (มีเพียงจอภาพและคีย์บอร์ด) ใช้ทรัพยากรทุกอย่างบนเครื่อง Mainframe เรียกรูปแบบการทำงานนี้ว่า “การประมวลผลแบบรวมศูนย์” Centralized Data Processing ซึ่ง Mainframe ทำหน้าที่เป็น Host เชื่อมต่อ Terminal ได้หลายพันเครื่อง

๓. Workstation

ถูกนำมาใช้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการแพทย์ งานคำนวณทางคณิตศาสตร์และวิศวกรรมที่มีความซับซ้อน หรือ CAD/CAM มีความสามารถที่หลากหลาย

๔. Microcomputer หรือ Personal Computer

ใช้งานได้ทั้งแบบ Stand Alone และเชื่อมต่อเครือข่ายท้องถิ่นได้ (LAN)

๕. Microcontrollers

เป็นคอมพิวเตอร์ เป็นคอมพิวเตอร์แบบฝังตัว Embedded Computer เป็น Microprocessor ออกแบบมาทำงานโดยเฉพาะ เช่น Microware และ กล้องดิจิทัล

องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์

ระบบคอมพิวเตอร์ควรจะประกอบด้วยองค์ประกอบ ๕ ด้าน ที่ต้องทำงานประสานกัน คือ

๑. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

๒. ซอฟต์แวร์ (Software)

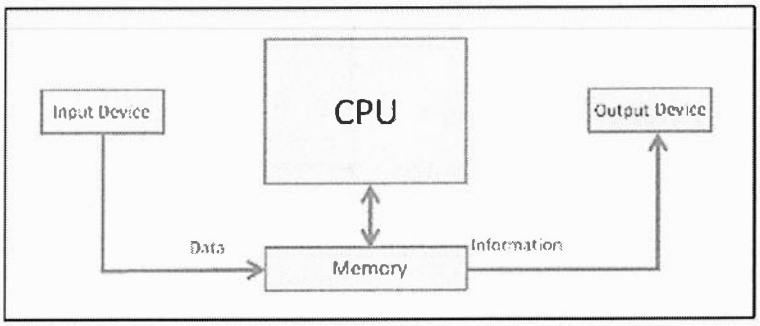
๓. บุคลากร (Peopleware)

๔. ข้อมูล (Data)

๕. กระบวนการทำงาน (Procedure)

๑. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

เป็นองค์ประกอบของตัวเครื่องที่สามารถจับต้องได้ ได้แก่ วงจรไฟฟ้า ตัวเครื่อง จอภาพ เครื่องพิมพ์ คีย์บอร์ด เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งส่วนพื้นฐานของฮาร์ดแวร์เป็น ๔ หน่วยสำคัญ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ ๒-๑ แสดงการแบ่งส่วนพื้นฐานของฮาร์ดแวร์เป็น ๔ หน่วยสำคัญ

๑.๑ หน่วยรับข้อมูลหรืออินพุต (Input Unit)

ทำหน้าที่รับข้อมูลและโปรแกรมสู่เครื่อง ได้แก่ คีย์บอร์ด เมาส์ เครื่องสแกน เครื่องรูดบัตร Digitizer เป็นต้น

๑.๒ หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

ทำหน้าที่ในการทำงานตามคำสั่งที่ปรากฏอยู่ในโปรแกรม หน่วยนี้จะประกอบด้วยหน่วยย่อย ๓ หน่วย คือ หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ และตรรกะ (ALU : Arithmetic and Logic Unit), หน่วยควบคุม (Control Unit) และ รีจิสเตอร์ (Register) ซึ่งปัจจุบันซีพียูของเครื่องพีซีรู้จัก ในนามไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) หรือ Chip เช่น ของบริษัท Intel คือ Pentium หรือ Celeron ส่วนของบริษัท AMD คือ K6 ,K7 (Athlon) เป็นต้น

๑.๓ หน่วยเก็บข้อมูล (Storage)

ซึ่งสามารถแยกตามหน้าที่ได้เป็น ๒ ลักษณะคือ

๑.๓.๑ หน่วยเก็บข้อมูลหรือความจำหลัก (Primary Storage หรือ Main memory)

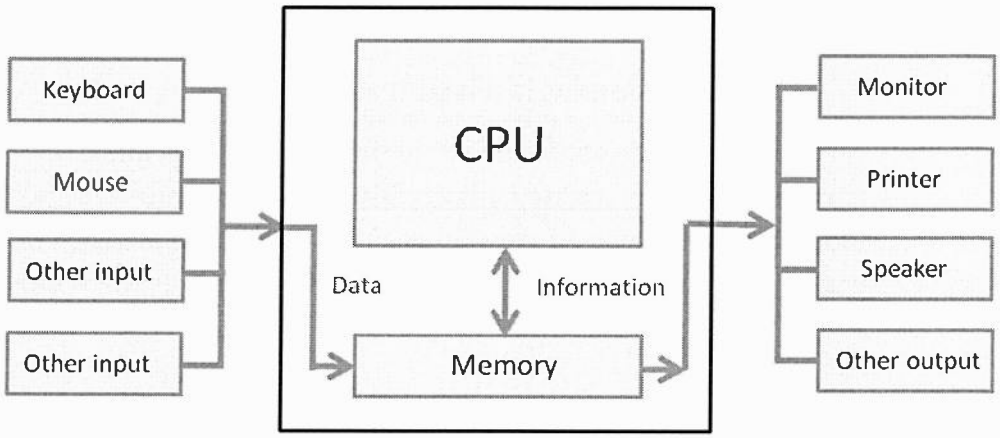
ทำหน้าที่เก็บโปรแกรม หรือข้อมูลที่รับมาจากหน่วยรับข้อมูล เพื่อเตรียมส่งให้หน่วยประมวลผลกลางทำการประมวลผลและรับผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล เพื่อส่งออกหน่วยแสดงข้อมูลต่อไปแยกได้เป็น ๒ ประเภท คือ RAM และ ROM

๑.๓.๒ หน่วยเก็บข้อมูลสำรอง (Secondary Storage)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลหรือโปรแกรมที่จะป้อนเข้าสู่หน่วยความจำหลักภายในเครื่องก่อนทำการประมวลผลโดยซีพียู รวมทั้งเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วย ปัจจุบันรู้จักในนาม Hard disk หรือ CD-ROM

๑.๔ หน่วยแสดงข้อมูลหรือเอาต์พุต (Output Unit)

ทำหน้าที่ในการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลได้แก่ จอภาพ และเครื่องพิมพ์ เป็นต้น และเชื่อมต่อกันด้วย Bus



ภาพที่ ๒-๒ แสดงการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล

๒. ซอฟต์แวร์ (Software)

หมายถึง โปรแกรมหรือชุดของคำสั่งที่ถูกเขียนขึ้น เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ถ้าไม่มีซอฟต์แวร์ เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะไม่สามารถทำงานได้เลย

ประเภทของซอฟต์แวร์สามารถแบ่งได้เป็น ๓ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

๒.๑ ซอฟต์แวร์ระบบ (System Software)

หมายถึง ชุดคำสั่งที่เขียนไว้เป็นคำสั่งสำเร็จรูป เพื่อควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ทุกอย่าง และคอยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ดังนี้

๒.๑.๑ โปรแกรมระบบปฏิบัติการ (OS : Operating System)

เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ทั้งระบบ เช่น DOS, Microsoft Window 10, Mac OSX หรือ Linux เป็นต้น

๒.๑.๒ โปรแกรมแปลภาษาคอมพิวเตอร์ (Translator Program)

เป็นโปรแกรมแปลคำสั่งที่เขียนในภาษาระดับสูง เช่น Pascal, C, Visual Basic, Visual C เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมจะแปลให้เป็นภาษาเครื่อง ลักษณะเช่นนี้เป็นตัวแปลภาษาที่แปลโปรแกรมทีละโปรแกรม ซึ่งเรียกว่า Compiler แต่ในลักษณะดั้งเดิมที่แปลโปรแกรมทีละบรรทัด เช่น ภาษา Visual Basic จะเรียกว่า Interpreter

๒.๑.๓ โปรแกรมอรรถประโยชน์ (Utility Program)

เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ในการติดต่อคอมพิวเตอร์โดยจะช่วยลดขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมที่ยุ่งยาก เช่น การตรวจค้นหาแฟ้มข้อมูลที่ลบไปแล้ว ตัวอย่างเช่น Software Tools และ Norton's Utilities

๒.๒ ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป (Package)

เป็นซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมประยุกต์ที่มีผู้จัดทำไว้เพื่อใช้ในการทำงานประเภทต่าง ๆ โดยผู้ใช้คนอื่น ๆ สามารถนำโปรแกรมนี้ไปใช้กับข้อมูลของตนได้ ตัวอย่างเช่น ชุดโปรแกรม Microsoft Office ซึ่งซอฟต์แวร์สำเร็จรูปนี้ประกอบด้วย ซอฟต์แวร์จัดพิมพ์รายงาน (Word), ซอฟต์แวร์ตารางคำนวณหรือสเปรดชีต (Excel), ซอฟต์แวร์สำหรับการนำเสนอ (Power Point) เป็นต้น

๒.๓ ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application Software)

เป็นซอฟต์แวร์หรือโปรแกรม ซึ่งเขียนขึ้นเพื่อการทำงานเฉพาะอย่างที่เราต้องการ บางครั้งเรียกว่า User Program หรือ Customize Software เช่น การสั่งให้พัฒนาโปรแกรมสินค้าคงคลัง (Inventory Control) เฉพาะตามที่ต้องการ ซึ่งบางครั้งอาจจะไม่สามารถหาทั่วไปในลักษณะ Package สำเร็จรูปได้

๓. บุคลากร (Peopleware)

๓.๑ ผู้ออกแบบและวิเคราะห์ระบบ (System Analysis and Design)

มีหน้าที่รวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับภาพงาน และความต้องการของผู้ใช้ เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ และออกแบบภาพใหม่ หรือปรับปรุงคุณภาพงานเดิม เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น

๓.๒ โปรแกรมเมอร์ (Programming)

ได้แก่ บุคคลที่ทำหน้าที่เขียนโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) ตามรายละเอียด และข้อกำหนดที่ System Analysis ได้ออกแบบไว้

๓.๓ ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator : DBA)

สำหรับระบบหรือองค์กรขนาดใหญ่ ซึ่งมีการจัดการฐานข้อมูลที่สลับซับซ้อน จะต้องมี DBA เป็นผู้บริหารในการจัดการควบคุมจริงแก้ไขเปลี่ยนแปลงฐานข้อมูล และให้สิทธิในการใช้ฐานข้อมูลแก่ผู้ใช้ทั่วไป

๓.๔ ผู้ปฏิบัติการ (Operator)

สำหรับระบบขนาดใหญ่ เช่น เมนเฟรมจะต้องมีเจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ที่คอยปิดและเปิดเครื่อง และเฝ้าดูจอภาพเมื่อมีปัญหาซึ่งอาจเกิดขัดข้องจะต้องแจ้ง System Programmer ซึ่งเป็นผู้ดูแลตรวจสอบแก้ไขโปรแกรมระบบควบคุมเครื่อง (System Software) นอกจากนั้นยังต้องทำการสำรองข้อมูล (Back up) ไว้ในเทปหรือสิ่งอื่น ซึ่งหากเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์พีซี ผู้ใช้ (User) จะเป็นผู้ปฏิบัติการไปในตัว

๓.๕ ผู้ใช้ (User)

เป็นผู้ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์

๓.๖ ผู้บริหาร(Manager)

เป็นผู้ที่มีความหมายต่อความสำเร็จ หรือล้มเหลวของการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งานเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะหากเป็นการนำระบบเข้ามาใช้ใหม่ เพื่อทดแทนระบบหรือการปฏิบัติงานแบบเดิม ซึ่งหากผู้บริหารไม่กำหนดทิศทางหรือกำกับดูแลที่ดีแล้ว อาจทำให้การนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้งานไม่มีประสิทธิภาพ หรือไม่คุ้มค่าต่อการใช้งานได้

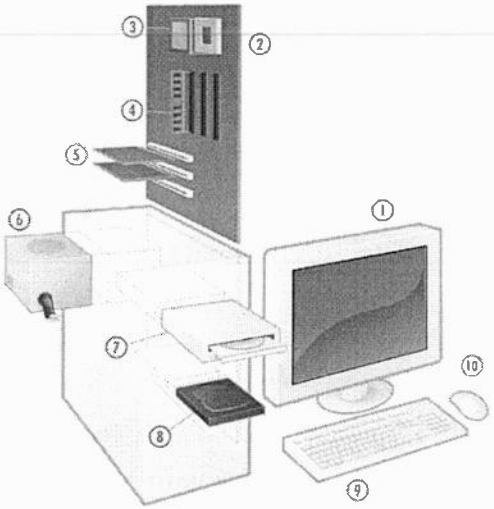
๔. ข้อมูล (Data)

ข้อมูลเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งในระบบคอมพิวเตอร์ เพราะเป็นสิ่งที่ต้องบันทึกลงไปในคอมพิวเตอร์พร้อมกับโปรแกรมที่นักคอมพิวเตอร์ได้เขียนไปเพื่อผลิตผลลัพธ์ ที่ต้องการออกมา ดังนั้น ข้อมูลต้องมีความถูกต้อง ข้อมูลที่จะนำเข้ามาจะมีหน่วยที่เล็กที่สุดได้แก่ ตัวอักขระ (Character) ซึ่งจะประกอบด้วยตัวอักษร ตัวเลขและสัญลักษณ์ต่างๆ เมื่อนำตัวอักขระเหล่านี้มาประกอบกันจะทำให้ได้หน่วยข้อมูลที่ใหญ่ขึ้น คือ ฟิลด์ (Field) และการนำฟิลด์หลายๆ ฟิลด์มาประกอบกันจะเป็น เรกคอร์ด (Record) และถ้านำหลาย เรกคอร์ด มาประกอบกันจะเป็นไฟล์ (Field) และหากนำหลายๆ ไฟล์มารวมกัน ในลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันในแต่ละไฟล์ด้วยจะกลายเป็นฐานข้อมูล (Database)

๕. กระบวนการทำงาน (Procedure)

องค์ประกอบด้านนี้หมายถึง กระบวนการทำงานเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ ในการทำงานกับคอมพิวเตอร์ผู้ใช้จำเป็นต้องทราบขั้นตอนการทำงานเพื่อให้ได้งานที่ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจจะมีขั้นตอนสลับซับซ้อนหลายขั้นตอน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีคู่มือปฏิบัติงาน เช่น คู่มือผู้ใช้ (User manual) หรือคู่มือผู้ดูแลระบบ (Operation manual)

ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์



ภาพที่ ๒-๓ แสดงส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์

๑. ส่วนประกอบภายนอกเครื่อง

เป็นส่วนที่เราสามารถมองเห็นได้โดยไม่ต้องเปิดเครื่อง ได้แก่

๑.๑ จอภาพ (Monitor)

ใช้แสดงผลข้อมูลหรือภาพกราฟิกที่ได้จากการประมวลผลจากซีพียู

๑.๒ เคส (Case)

ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ เมนบอร์ด ฮาร์ดดิสก์ หรือ ซีดีรอม เป็นต้น

๑.๓ คีย์บอร์ด (Keyboard)

ใช้ป้อนข้อมูลหรือคำสั่งต่าง ๆ เข้าสู่เครื่องพีซี

๑.๔ เมาส์ (Mouse)

เป็นอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการเลือกคำสั่งหรือเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

๑.๕ ลำโพง (Speaker)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงเสียงจากสื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ

๒. ส่วนประกอบภายในเครื่อง

๒.๑ ซีพียู (CPU)

เป็นสมองของคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล และควบคุมการทำงานของระบบ ความสามารถและความเร็วในการทำงานของเครื่องจะขึ้นอยู่กับซีพียู

๒.๒ แรม (RAM)

ใช้เก็บข้อมูลและโปรแกรมที่กำลังใช้งานอยู่ เพื่อรอส่งให้กับซีพียูใช้ประมวลผล โดยจะเก็บเพียงชั่วคราวเท่านั้น ถ้าปิดสวิตช์ข้อมูลจะหายทันที

๒.๓ เมนบอร์ด (Mainboard)

เป็นแผงวงจรขนาดใหญ่ที่ใช้ติดตั้ง และเชื่อมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ซีพียู แรม ฮาร์ดดิสก์ เป็นต้น เป็นเหมือนกับศูนย์กลางการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ

๒.๔ ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk)

ใช้เก็บข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างถาวร นอกจากจะใช้เก็บข้อมูลแล้ว ฮาร์ดดิสก์ยังเป็นส่วนที่ใช้เก็บระบบปฏิบัติการรวมไปถึงโปรแกรมต่าง ๆ อีกด้วย

๒.๕ ซีดีรอมไดร์ว (CD-ROM Drive)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้อ่านข้อมูลจากแผ่นซีดีรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ แผ่นโปรแกรม แผ่นเพลง และแผ่นภาพยนตร์วีดีโอซีดี

๒.๖ ช่องขยาย (Expansion Slot)

เป็นช่องต่อเติมที่ใช้ติดตั้งการ์ดชนิดต่าง ๆ อย่างเช่น ซาวน์การ์ด,การ์ดแลน, การ์ดจอภาพ เป็นต้น ในปัจจุบันจะมีอยู่ ๓ ชนิดได้แก่ ISA , PCI , AGP

๒.๗ แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

อุปกรณ์ที่ใช้จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในเครื่อง จะเห็นว่า จะมีสายไฟจากเพาเวอร์ซัพพลายเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ

การเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์

ในการทำงานที่เกี่ยวกับข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น จะมีการกำหนดเป็นรหัสแทนด้วยเลขฐานสอง (Binary) ซึ่งมีเพียง 0 กับ 1 เท่านั้น ดังนั้นข้อมูลในทางคอมพิวเตอร์จะเป็นข้อมูลที่ถูกเก็บเป็นตัวเลขทั้งหมด

ระบบเลขฐานในคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ทำงานด้วยกระแสไฟฟ้า โดยจะมีการแทนสภาวะของกระแสไฟฟ้าได้ ๒ สภาวะคือ สภาวะ On แทนด้วยเลข 1 (แทนสภาวะมีกระแสไฟฟ้า) และสภาวะ Off แทนด้วยเลข 0 (แทนสภาวะไม่มีกระแสไฟฟ้า)

สภาวะมีกระแสไฟฟ้า แทนด้วยตัวเลข 1

สภาวะมีกระแสไฟฟ้า แทนด้วยตัวเลข 0

ในชีวิตประจำวันของคนเราจะคุ้นเคยกับตัวเลขที่มีจำนวน 10 จำนวน คือ เลข 0-9 ซึ่งเรียกว่า “ระบบเลขฐานสิบ” แต่ในทางคอมพิวเตอร์แล้วจะเป็นระบบตัวเลขที่เรียกว่า “ระบบเลขฐานสอง” ที่มีเพียง ๒ จำนวน เท่านั้นคือ 0 และ 1 ซึ่งเป็นระบบตัวเลขที่สามารถนำมาใช้ในการสั่งงานคอมพิวเตอร์โดยการแทนที่สภาวะต่าง ๆ ของกระแสไฟฟ้าโดยระบบจำนวนที่ใช้ในทางคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย

ระบบเลขฐานสอง (Binary Number System) ประกอบด้วยตัวเลข 0 และ 1

ระบบเลขฐานแปด (Octal Number System) ประกอบด้วยตัวเลข 0 - 7

ระบบเลขฐานสิบ (Decimal Number System) ประกอบด้วยตัวเลข 0 - 9

ระบบเลขฐานสิบหก (Hexadecimal Number System) ประกอบด้วยตัวเลข 0 - 9 และ A-F

บิต ไบต์ และเวิร์ด (Bits Bytes and Words)

ข้อมูลต่าง ๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ไม่ได้มาจากเลขฐานสองเพียงแค่หลักเดียว ดังนั้นจึงมีการตั้งชื่อเฉพาะ เรียกกลุ่มของเลขฐานสอง ที่มีจำนวนหลักตั้งแต่หนึ่งหลักขึ้นไป โดยชื่อต่าง ๆ มีดังนี้

เลขฐานสอง หนึ่งหลักเรียกว่า 1 บิต (Bit)

8 บิต เท่ากับ 1 ไบต์ (Byte)

2 ไบต์ เท่ากับ 1 เวิร์ด (Word)

ระบบตัวเลขของรหัสข้อมูล

รหัสข้อมูล (Data Representation) หมายถึง รหัสที่ใช้แทนตัวเลข ตัวอักษร สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในคำสั่งและข้อมูล เพื่อใช้ในการประมวลผล รหัสข้อมูลที่ใช้แทนข้อมูลในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์มีอยู่หลายมาตรฐานด้วยกัน ได้แก่

๑. รหัสภายในระบบคอมพิวเตอร์ (Internal Code)

เป็นรหัสที่ใช้แทนข้อมูลในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ ได้แก่

๑.๑ รหัส BCD (Binary Code Decimal)

เป็นรหัสข้อมูลที่ประกอบด้วยเลขฐานสอง 6 บิต แทนข้อมูล 1 อักขระ (1 Character) จึงสามารถสร้างรหัสข้อมูลได้จำนวน 2^6 = 64 รหัส โดยรหัสทั้ง 6 บิต แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม โดย 2 บิตแรกเรียกว่า Zone bit และ 4 บิตถัดไปเรียกว่า Numeric Bit

๑.๒ รหัส EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)

EBCDIC เป็นรหัสแบบ 8 บิต โดยใช้เลขฐานสอง 8 ตัว แทนข้อมูล 1 อักขระ ทำให้สามารถสร้างรหัสได้ 256 รหัส (28) และยังสามารถใช้เลขฐาน 16 มาใช้แสดงรหัสข้อมูลได้เช่นกัน เป็นรหัสที่พัฒนาโดย IBM

๑.๓ รหัส ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

ASCII เป็นรหัสที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน พัฒนาโดยสถาบันมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วยเลขฐานสอง 7 บิต (ปัจจุบันใช้ 8 บิต) เรียกว่า 1 ไบต์ (Byte) แทนอักขระ 1 ตัว ซึ่งเป็นรหัสที่นิยมใช้กันบนคอมพิวเตอร์ระบบ PC ทั้งนี้ได้แบ่งเป็น 2 ชุดคือ 128 อักขระภาษาอังกฤษ, ตัวเลขและสัญลักษณ์ต่าง ๆ และ 128 ชุดหลังแทนอักขระในภาษาต่าง ๆ เช่น อักขระภาษาไทย เป็นต้น ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับ-ส่งข้อมูลกับภาษาอื่นๆ ได้

๑.๔ รหัส Unicode

จะมีการเข้ารหัสแบบ 2 ไบต์ หรือ 16 บิต สามารถบรรจุตัวอักษรได้ 65,536 (216) ตัวอักษร ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานสำหรับตัวอักขระของทุกภาษาในโลก และรวมทั้งตัวอักขระแบบแปลก ๆ ที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปด้วย ทำให้เราสามารถอ่านเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีทั้งภาษาไทย จีน อังกฤษ ญี่ปุ่น อารบิค และภาษาอื่น ๆ พร้อมกันได้

๒. รหัสภายนอกระบบคอมพิวเตอร์ (External Code)

เป็นรหัสที่พัฒนาสำหรับบันทึกข้อมูลนอกเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น รหัสที่ใช้กับบัตรเจาะรู

สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์

สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง โครงสร้างของคอมพิวเตอร์ที่โปรแกรมเมอร์ของระบบจะต้องเข้าใจในภาษาเครื่อง เพื่อเขียนโปรแกรมให้เครื่องทำงานได้อย่างถูกต้อง ที่สำคัญก็คือได้ตีความว่าสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยรีจิสเตอร์และหน่วยความจำ รวมทั้งชุดคำสั่ง (Instruction Set), รูปแบบคำสั่ง (Instruction Format), แอ็ดเดรสซิงโหมด (Addressing Mode) และโค้ดที่แท้จริงของคำสั่งที่ไม่รวมโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ และเทคโนโลยีทางด้านลอจิกแพ็กเกจและการเชื่อมต่อระหว่างกัน สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย ๒ ส่วน คือ คุณสมบัติด้านฟังก์ชัน (Functional Specification) และส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware Implementation) หรืออาจกล่าวได้ว่า สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย สถาปัตยกรรมชุดคำสั่ง (Instruction Set Architecture) และการจัดโครงสร้างของตัวเครื่อง (Machine Organization)

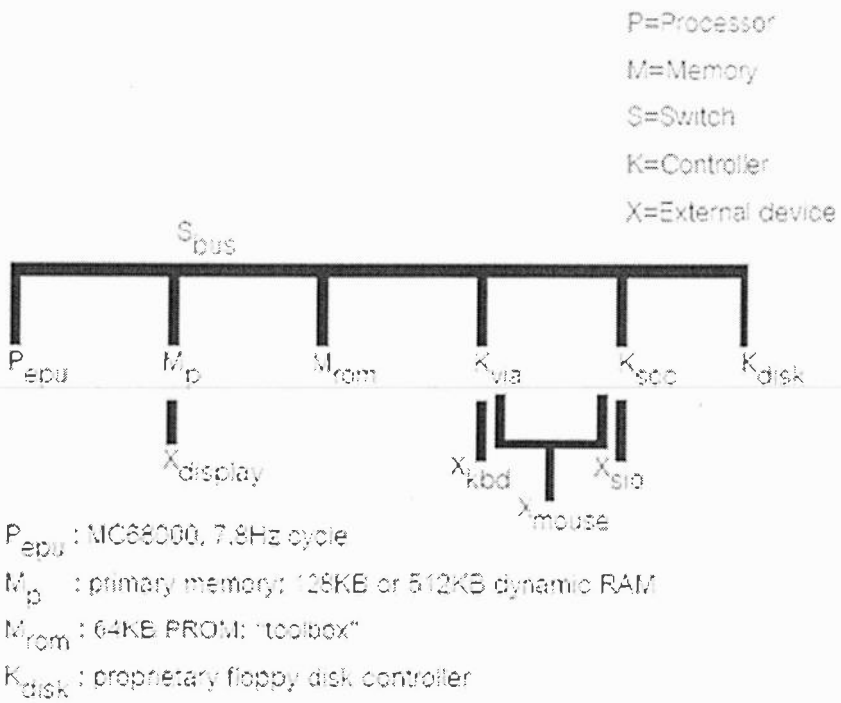
๑. พื้นฐานสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์

โปรเซสเซอร์เป็นส่วนทำงานของระบบ ซึ่งจะเอ็กซิคิวต์โปรแกรม โดยการประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก ข้อมูลต่าง ๆ โปรเซสเซอร์เป็นเพียงส่วนเดียวที่สร้างข้อมูลใหม่ โดยการรวมหรือแก้ไขข้อมูลเดิม ระบบทั่วไปจะมีโปรเซสเซอร์เพียงตัวเดียวที่เรียกว่า “หน่วยประมวลผลกลาง” (CPU:Central Processing Unit) ระบบที่มีประสิทธิภาพสูงสมัยใหม่ เช่น โปรเซสเซอร์แบบเวกเตอร์ (Vector Processor) และโปรเซสเซอร์แบบขนาน (Parallel Processor) จะมีโปรเซสเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว ระบบที่มีโปรเซสเซอร์เพียงตัวเดียวจะเป็นโปรเซสเซอร์แบบอนุกรมหรือที่นักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์เรียกว่า โปรเซสเซอร์แบบสเกลาร์ (Scalar Processor) หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บข้อมูลจนกว่าจะมีการร้องขอจากส่วนอื่น ๆ ของระบบในขณะที่ทำงานปกติ หน่วยความจำจะส่งคำสั่งและข้อมูลให้กับโปรเซสเซอร์ ส่วนในเวลาอื่น ๆ จะเป็นทั้งส่วนต้นทางและปลายทางในการถ่ายโอนข้อมูล โดยอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ข้อมูลในหน่วยความจำจะถูกเอ็กเซสผ่านทางเอ็ดเดรสของหน่วยความจำ (Address)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ทำหน้าที่ถ่ายโอนข้อมูลระหว่างองค์ประกอบภายนอกและภายใน อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต อาจจะเป็นหน่วยความจำสำรอง เช่น ดิสก์และเทป หรืออาจจะเป็นอุปกรณ์ที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยตรง เช่น การ์ดแสดงผล, คีย์บอร์ด และเมาส์

ช่องการสื่อสารข้อมูลที่เชื่อมระบบเข้าด้วยกันอาจจะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ๒ อุปกรณ์ หรือเป็นสวิตช์ที่ซับซ้อนที่เชื่อมต่อหลาย ๆ องค์ประกอบเข้าด้วยกัน

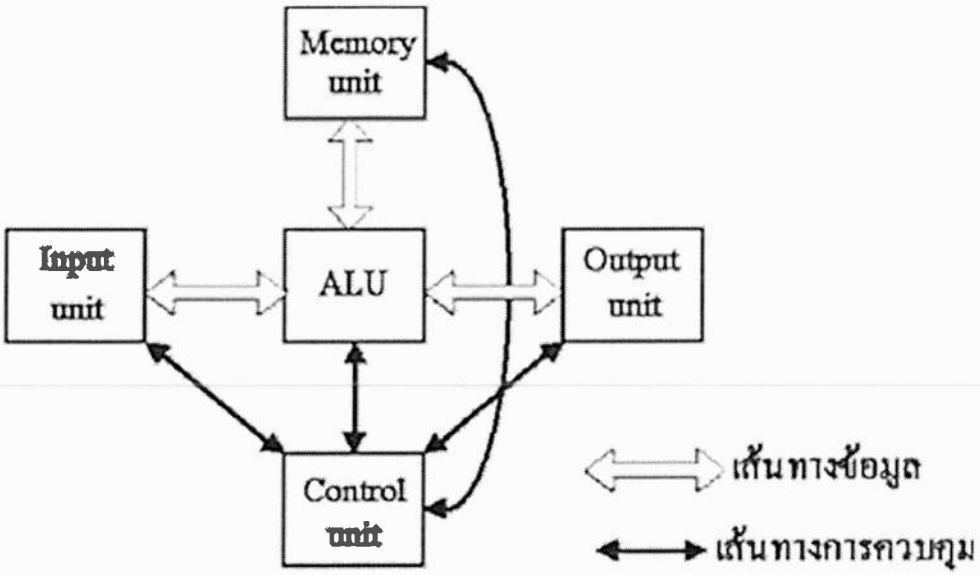
แผนภาพ PMS แทนส่วนประกอบหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลแอปเปิลแมคอินทอช (Apple Macintosh) ในตอนต้นจะใช้ช่องสื่อสารข้อมูลเดี่ยวที่เรียกว่า “บัส” (bus) ซึ่งจะเชื่อมต่อส่วนประกอบหลักทั้งหมด จนเมื่อบัสเป็นสวิตช์จะมีส่วนประกอบเพียงสองส่วนที่สามารถติดต่อซึ่งกันและกันในเวลาหนึ่ง ๆ เมื่อสวิตช์ถูกสร้างขึ้นเพื่อการถ่ายโอนข้อมูลของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต



ภาพที่ ๒-๔ แสดงแผนภาพ PMS

๒. โมเดลของ Von Neumann

ในช่วงต้นปี ค.ศ.๑๙๕๐ John von Neumann ได้เสนอแนวคิดและหลักการของสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล ที่กลายเป็นจุดเริ่มต้นในการใช้โปรเซสเซอร์เพื่อการค้าในทุกวันนี้ ในเครื่องของ von Neumann ทั้งโปรแกรมและข้อมูลจะใช้หน่วยความจำเดียวกัน โดยจะมี program counter (PC) ชี้คำสั่งปัจจุบันในหน่วยความจำ เมื่อไม่มีคำสั่ง branch จะมีการดึงคำสั่งจากหน่วยความจำมาประมวลผลเรียงลำดับเรื่อยไปจนกว่าจะหมดคำสั่ง โมเดลของ von Neumann ประกอบด้วย ๕ หน่วยหลัก คือ หน่วยรับข้อมูล (Input Unit) ที่รับคำสั่งและข้อมูลจากดีไวซ์ต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บไว้บนหน่วยความจำ (Memory) คำสั่งและข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาประมวลผลในหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และตรรกะ (ALU : Arithmetic and Logic Unit) ตามเส้นทางและการควบคุมของหน่วยควบคุม (Control Unit) จนเมื่อได้ผลลัพธ์ตามต้องการแล้วจะส่งไปยังหน่วยแสดงผล (Output Unit) เพื่อแสดงผลตามต้องการ ส่วนที่เป็น ALU เมื่อรวมกับ Control Unit จะหมายถึง หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processor Unit) หรือที่เรียกว่า ซีพียู



ภาพที่ ๒-๕ แสดงโมเดลของ Von Neumann

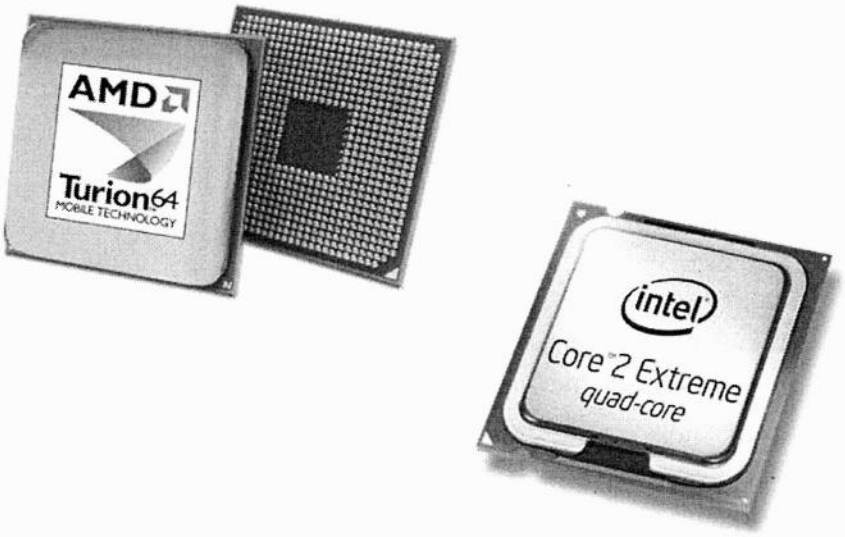
บทที่ ๓

อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

ในปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมากและในกองทัพอากาศนั้น คอมพิวเตอร์คือเครื่องมือที่ขาดไม่ได้ในการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นงานด้านธุรการหรืองานด้านเทคนิคต่าง ๆ ซึ่งในปัจจุบันบุคลากรที่ปฏิบัติงานกับคอมพิวเตอร์นั้น หลายหน่วยงานยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่คอมพิวเตอร์ชำรุดเสียหายและติดต่อไปยังหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการซ่อมแซมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แล้ว ทางหน่วยงานนั้นไม่สามารถระบุได้ว่าอุปกรณ์นั้น ๆ คืออุปกรณ์อะไร และอยู่ที่จุดไหนของคอมพิวเตอร์ ทำให้เป็นการยากต่อการให้คำปรึกษาสำหรับหน่วยงานนั้น ๆ ดังนั้น ในบทนี้จึงทำเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เบื้องต้นเพื่อสามารถนำความรู้ในบทนี้ไปใช้ในบทต่อ ๆ ไปได้

ทำความรู้จักกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เบื้องต้น

๑. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)



ภาพที่ ๓-๑ แสดงหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)

หน่วยประมวลผลกลางทำหน้าที่หลักในการคิด คำนวณ ประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ และควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งหน่วยประมวลผลกลางนั้น ก็เปรียบเสมือนสมองของมนุษย์นั่นเอง ดังนั้น การพิจารณารายละเอียดของหน่วยประมวลผลกลางนั้นค่อนข้างจะมีรายละเอียดที่มาก ซึ่งในบทนี้ จะกล่าวถึงเพียงการพิจารณาเบื้องต้น โดยจะไม่เจาะลึกลงไปในรายละเอียดปลีกย่อย โดยที่จะพิจารณาได้จากส่วนประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑.๑ หน่วยความถี่สัญญาณนาฬิกา (เฮิร์ตซ์ (Hertz : Hz))

เฮิร์ตซ์เป็นหน่วยของความถี่สัญญาณนาฬิกาซึ่งเป็นตัวกำหนดความเร็วในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง ไม่ใช่ความเร็วของหน่วยประมวลผลกลางตามที่หลาย ๆ หน่วยงาน ไม่ว่าภาครัฐ หรือภาคเอกชนเข้าใจ โดยที่เฮิร์ตซ์ของหน่วยประมวลผลกลางนั้นจะเป็นตัวบอกว่าใน ๑ วินาที มีสัญญาณนาฬิกาเกิดขึ้นจำนวนกี่ลูกคลื่น (Pulse) โดยที่จะดูเฮิร์ตซ์ของหน่วยประมวลผลกลางได้สองส่วน คือ

๑.๑.๑ สัญญาณนาฬิกาภายในหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Clock)

สัญญาณนาฬิกาภายใน CPU นั้น เป็นความถี่สัญญาณนาฬิกาที่บริษัทผู้ผลิตได้ระบุมาด้วย เช่น 2.4 GHz หรือ 3.0 GHz 1 GHz หรือ 5.4 GHz เป็นต้น โดยวิธีการคิดความเร็วของสัญญาณนาฬิกาภายใน CPU นั้น จะสามารถคำนวณได้จากการนำตัวคูณ มาคูณกับความถี่สัญญาณนาฬิกาของ FSB จะได้เป็นความถี่สัญญาณนาฬิกาภายในหน่วยประมวลผลกลาง

๑.๑.๒ หน่วยประมวลผลทางตรรกะ (Arithmetic Logic Unit : ALU)

หน่วยประมวลผลทางตรรกะ ทำหน้าที่ในเชิงเปรียบเทียบข้อมูล และการคำนวณข้อมูลทุกชนิดที่มีการคำนวณเชิงตัวเลข เช่น ข้อมูลเชิงวิศวกรรม หรือข้อมูลเชิงกราฟฟิกส์ ซึ่งหน่วยความเร็วของหน่วยประมวลผลทางตรรกะนั้น จะใช้หน่วยความเร็วเป็นความเร็วของการคำนวณเชิงตัวเลขทศนิยม (Floating Point Unit Speed: FPU Speed)

๑.๒ หน่วยความจำแคช (Cache Memory)

หน่วยความจำแคช ที่มีหน้าที่เก็บข้อมูลหรือคำสั่งต่างๆ ที่หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มักมีการเรียกใช้งานบ่อย ๆ ไว้ชั่วคราว เพื่อลดภาระการทำงานระหว่าง CPU กับหน่วยความจำหลัก (RAM) โดยที่ CPU สามารถเรียกใช้หน่วยความจำแคชได้ทันที โดยไม่จำเป็นที่จะต้องผ่านหน่วยความจำชนิดอื่น และหน่วยความจำชนิดนี้เป็นหน่วยความจำที่มีความเร็วสูงมาก โดยที่จะใช้วงจรแบบ Static RAM (SRAM) ซึ่งมีความร้อนสูง และราคาแพง ซึ่งหน่วยความจำนี้ จะมีขนาดเล็กมาก และบรรจุมาพร้อมกับหน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งโดยมากแล้ว หน่วยความจำแคชจะมีอยู่สองระดับ (Level) ซึ่งในอดีต ระดับแรกจะอยู่ที่หน่วยประมวลผลกลาง ส่วนระดับที่สองจะอยู่ที่เมนบอร์ด แต่ในปัจจุบันนั้น ทั้งสองระดับจะอยู่ที่ตัวหน่วยประมวลผลกลางทั้งหมดแล้ว

๑.๓ เทคโนโลยีในการผลิตสารกึ่งตัวนำ

ไมโครโปรเซสเซอร์ในปัจจุบัน จะใช้เทคโนโลยีในการผลิตสารกึ่งตัวนำ หรือ Semiconductor แบบที่เรียกว่า Complementary Metal – Oxide Semiconductor (CMOS) ซึ่งได้รับการพัฒนาขนาดของลายวงจรให้เล็กลงเรื่อยๆ เช่น 0.9 , 0.7 , 0.5 , 0.35 , 0.25 , 0.18 , 0.13 , 0.09 และ 0.065 , 0.045 , 0.032 , 0.022 , 0.014 , 0.010 , 0.007 , 0.005 , 0.004 ไมครอน (ไมโครเมตร : 1 Micron = 1 x 10^4 Mater หรือ หนึ่งในล้านเท่าของ 1 เมตร) ซึ่งถ้ายิ่งทำให้ลายวงจร และอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอย่างทรานซิสเตอร์ มีขนาดเล็กลงไปกว่าเดิมได้มากเท่าไร ก็จะยิ่งทำให้สามารถใส่วงจรทรานซิสเตอร์ลงไปได้มากขึ้นในพื้นที่ชิปขนาดเท่าเดิม จึงสามารถออกแบบให้มีความสามารถในการทำงานที่เพิ่มมากขึ้นได้ แต่การผลิตก็จะยากขึ้น และได้ผลผลิตที่มีของเสียจากการผลิตมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งสาเหตุนี้ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น และเมื่อวงจรซับซ้อนมากขึ้น และทำงานที่ความถี่สูงขึ้น ก็จะกินไฟฟ้ามากขึ้น ทำให้เกิดความร้อนมากขึ้นตามไปด้วย หน่วยประมวลผลกลางรุ่นใหม่ ๆ จึงมักจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ช่วยระบายความร้อนที่ดีขึ้น หรืออาจใช้การออกแบบสถาปัตยกรรมของเมนบอร์ดใหม่ โดยออกแบบโครงสร้างเมนบอร์ดใหม่ (Form Factor) ให้ระบายความร้อนภายในตัวเครื่องได้ดีขึ้น เช่น ฟอร์มแฟกเตอร์แบบ BTX (Balanced Technology eXtended) ซึ่งคาดว่าจะเข้ามาแทนที่ ATX ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

ความร้อนของหน่วยประมวลผลกลางนี้เอง เป็นสาเหตุสำคัญที่จำกัดให้ไม่สามารถย่อขนาด หรือเพิ่มความซับซ้อนของหน่วยประมวลผลกลางได้มากนัก โดยเฉพาะในพื้นที่ขนาดเล็ก ๆ เช่น บน Core หรือบน Chip เพียงตัวเดียว ดังนั้น ก่อนจะผลิตหน่วยประมวลผลกลางรุ่นใหม่ ๆ ที่ใช้ความถี่สูงขึ้นออกมาได้นั้น ผู้ผลิตต้องหาทางปรับปรุงวงจรเพื่อลดความร้อนให้ได้ก่อน ซึ่งทางหนึ่งก็คือการลดแรงดันไฟฟ้าที่ใช้กับหน่วยประมวลผลกลางลง เช่น เมนบอร์ดรุ่นเก่านั้น หน่วยประมวลผลกลาง และเมนบอร์ดจะใช้ความต่างศักย์ 5 โวลต์เท่ากันทั้งหมด ก็เปลี่ยนเป็นใช้ 3.3 โวลต์ที่หน่วยประมวลผลกลางเท่านั้น ซึ่งในปัจจุบัน ได้พัฒนาไปถึง 1.25 – 1.4 โวลต์แล้ว

๑.๔ สถาปัตยกรรมที่ใช้ร่วมกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Technology)

สถาปัตยกรรมที่ใช้ร่วมกับหน่วยประมวลผลกลางนั้น แต่ละบริษัทผู้ผลิต ต่างก็ผลิตออกตามสายการผลิตในสถาปัตยกรรมที่แตกต่างกัน ซึ่งสถาปัตยกรรมที่ใช้กับหน่วยประมวลผลกลางสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนั้นมีหลายสถาปัตยกรรม ซึ่งตัวอย่างที่จะยกมานั้นจะยกมาเพียงสถาปัตยกรรมที่ใช้ในปัจจุบันเท่านั้น

๑.๔.๑ ชุดคำสั่ง Streaming SIMD Extensions (SSE)

Streaming SIMD Extensions หรือ SSE นั้น เป็นการพัฒนาศักยภาพและเพิ่มขีดความสามารถด้านมัลติมีเดียที่พัฒนาโดยบริษัท Intel โดยเพิ่มคำสั่งเข้ามาอีก ๗๐ คำสั่ง จากชุดคำสั่ง Multimedia extension หรือ MMX เดิมที่มีอยู่เพียง ๕๗ คำสั่ง (MMX เป็นสถาปัตยกรรมที่เพิ่มขีดความสามารถด้านมัลติมีเดียสำหรับหน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งจะไม่กล่าวถึง เนื่องจากเป็นสถาปัตยกรรมที่เก่ามาก) โดยใช้เทคนิคการประมวลผลแบบ Single Instruction Multiple Data (SIMD) ที่ช่วยให้สามารถประมวลผลข้อมูลหลาย ๆ ชุดด้วยคำสั่งเดียวกันได้พร้อม ๆ กัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากในการทำงานซ้ำ ๆ กันบนข้อมูลที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มเสริมความสามารถในการจัดการภาพ, การประมวลผลภาพแบบ ๓ มิติ, การประมวลผลของหน่วยประมวลผลทางตรรกะ (Arithmetic Logic Unit : ALU) และการประมวลผลข้อมูลที่รับเข้ามาอย่างต่อเนื่องในแบบ Streaming เช่น ข้อมูลที่ได้รับผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เป็นต้น

ต่อมาทางบริษัท Intel ได้พัฒนา SSE2 ซึ่งเพิ่มเติมชุดคำสั่งอีก ๑๔๔ คำสั่ง และเพิ่มความสามารถในการคำนวณเลขจำนวนเต็ม (SIMD Integer Arithmetic Operation) ขนาด 64 บิต สำหรับหน่วยประมวลผลกลางที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตขนาด 0.13 ไมครอน และขนาด 128 บิต สำหรับหน่วยประมวลผลกลางที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตขนาด 0.09 ไมครอน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ SSE นั้น จะมีเพียง 32 บิตเท่านั้น

นอกจากนี้ ยังมีการเพิ่มคำสั่งพิเศษอีก ๑๓ คำสั่ง เรียกว่า Prescott New Instructions (PNI) ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถทางด้านมัลติมีเดีย และเกมส์ให้ทำงานได้อย่างราบรื่น โดยเมื่อรวมกับชุดคำสั่ง SSE2 เดิมแล้ว ก็จะเปลี่ยนชื่อเป็น SSE3 ซึ่งเริ่มใช้กับหน่วยประมวลผลกลางประเภท Intel Pentium 4 ที่ใช้กระบวนการผลิตในแบบ 0.09 ไมครอนขึ้นไป และ SSE4: เพิ่มชุดคำสั่งสำหรับการประมวลผลกราฟิกส์ เสียง และวิดีโอโดย SSE4.1: เพิ่มชุดคำสั่งสำหรับการประมวลผลกราฟิกส์ เสียง และวิดีโอ เพิ่มเติมและSSE4.2: เพิ่มชุดคำสั่งสำหรับการประมวลผลกราฟิกส์ เสียง และวิดีโอ เพิ่มเติม สถานะปัจจุบันของ SSEไม่ได้ถูกใช้ในโปรเซสเซอร์รุ่นใหม่ ๆ อีกต่อไปแล้วโปรเซสเซอร์รุ่นใหม่ ๆ จะใช้ชุดคำสั่ง AVX, AVX2, AVX512 แทนอย่างไรก็ตาม โปรแกรมเก่า ๆ บางโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์จาก SSE ยังคงใช้งานอยู่

๑.๔.๒ หน่วยประมวลผลกลางแบบแกนหลายแกน (Multi Core CPU)

แกนของหน่วยประมวลผลกลาง หรือ Core นั้น หมายถึงแกนหลักของหน่วยประมวลผลกลางที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ ทุกหน้าที่ ซึ่งความแตกต่างของหน่วยประมวลผลกลางแบบแกนหลายแกนนั้น ๑ ชุดคำสั่ง โดยจุดมุ่งหมายหลักของการออกแบบหน่วยประมวลผลกลางหลายแกนนั้นเพิ่มสนองความต้องการสำหรับความสามารถในการทำงาน แบบ Multitasking สูง ๆ หรือสามารถทำงานกับโปรแกรมประยุกต์ได้หลาย ๆ ตัวพร้อมกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งชนิดของแกนเป็นดังนี้

๑.๔.๒.๑ แกนประมวลผลแบบทั่วไป (General Purpose Core) แกนประมวลผลแบบทั่วไป (General Purpose Core) หรือที่เรียกว่า Core P ออกแบบมาเพื่อรองรับการทำงานที่หลากหลาย เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไป เช่น การท่องเว็บ การดูหนัง การฟังเพลง การทำงานเอกสารแกนประมวลผลแบบทั่วไปมีประสิทธิภาพดี ทำงานได้รวดเร็ว แต่กินพลังงานค่อนข้างสูง ตัวอย่าง แกนประมวลผลแบบทั่วไป เช่น Intel Core i5, AMD Ryzen 5

๑.๔.๒.๒ แกนประมวลผลประหยัดพลังงาน (Energy Efficient Core) แกนประมวลผลประหยัดพลังงาน (Energy Efficient Core) หรือที่เรียกว่า Core E ออกแบบมาเพื่อประหยัดพลังงาน เหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่ต้องการประสิทธิภาพสูง เช่น การใช้งานแล็ปท็อป แกนประมวลผลประหยัดพลังงานทำงานได้ช้ากว่าแกนประมวลผลแบบทั่วไป แต่กินพลังงานน้อยกว่ามาก ตัวอย่างประมวลผลประหยัดพลังงาน เช่น Intel Core i3, AMD Ryzen 3

๑.๔.๒.๓ แกนประมวลผลสำหรับงานเฉพาะ (Specialized Core) แกนประมวลผลสำหรับงานเฉพาะ (Specialized Core) หรือที่เรียกว่า Core X ออกแบบมาเพื่อทำงานเฉพาะอย่าง เช่น การประมวลผลกราฟิกส์ (GPU) การประมวลผลปัญญาประดิษฐ์ (AI) แกนประมวลผลสำหรับงานเฉพาะมีประสิทธิภาพสูงในงานเฉพาะอย่าง แต่ประสิทธิภาพการทำงานทั่วไปจะด้อยกว่าแกนประมวลผลแบบทั่วไป ตัวอย่างแกนประมวลผลสำหรับงานเฉพาะ เช่น Intel Iris Xe Graphics, AMD Radeon Graphics

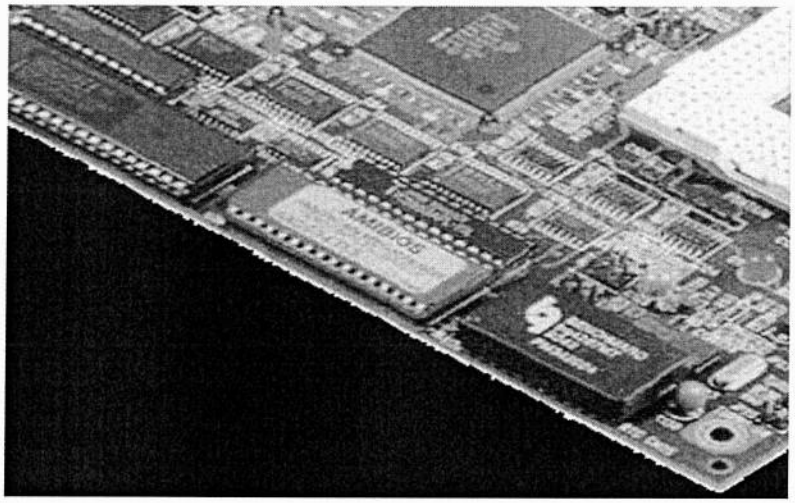
๑.๔.๓ เทคโนโลยี Hyper – Threading (HT) ของค่าย Intel

ปัจจุบันระบบปฏิบัติการทั้งหลายจะสามารถจัดให้หลาย ๆ โปรแกรมทำงานไปพร้อม ๆ กันโดยการจัดสรรเวลาของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Time) โดยจะผลัดเปลี่ยนกันทำงานในแบบที่เรียกว่า Multitasking เช่น ในโปรแกรมระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ซึ่งยอมให้แต่ละโปรแกรมสามารถแยกส่วนต่าง ๆ ในโปรแกรมออกเป็นชุดคำสั่งย่อย ๆ หลายชุด ทำงานซ้อนกันได้อีกช่วย ซึ่งเรียกว่า Multithread เช่นในโปรแกรม Microsoft Word นั้น หากกำหนดให้บันทึกไฟล์ในแบบ Background ก็จะสามารถสั่งบันทึกไฟล์ และแก้ไขข้อความต่อได้ในทันที ทั้ง ๆ ที่การบันทึกข้อมูลยังไม่เสร็จ หรือสั่งพิมพ์เอกสารแล้วไม่ต้องรอให้เสร็จก่อน เพราะโปรแกรมจะสร้างชุดคำสั่งขึ้นมาทำงานซ้อนกัน ซึ่งแต่ละชุดคำสั่งนี้จะเรียกว่า Thread ซึ่ง Microsoft Windows จัดการให้แต่ละ Thread เข้ามาใช้หน่วยประมวลผลกลางในการทำงานอย่างเหมาะสม ซึ่งถ้าเป็นการประมวลผลด้วยหน่วยประมวลผลกลางทั่ว ๆ ไปแล้ว จะทำงานได้ครั้งละ ๑ Thread หรือ ๑ ชุดคำสั่งย่อยเท่านั้น โดยหากจะทำงานใน Thread ถัดไป จะต้องรอให้ Thread ปัจจุบันทำงานเสร็จสิ้นเสียก่อน แม้ว่าในแต่ละ Thread นั้นจะใช้ประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลกลางไม่เต็มที่ก็ตาม แต่หากมีเทคโนโลยี Hyper – Threading ของค่าย Intel เข้ามาช่วยแล้ว จะทำให้หน่วยประมวลผลกลางสามารถประมวลผล Thread หรือชุดคำสั่งย่อย ๆ ไปพร้อม ๆ กันได้ โดยระหว่างที่หน่วยประมวลผลกลางกำลังทำงานใน Thread หนึ่งอยู่นั้น ก็สามารถทำอีก Thread หนึ่งไปพร้อม ๆ กันได้เลย ทำให้หน่วยประมวลผลกลางสามารถทำงานในรูปแบบ Multitasking ได้ดียิ่งขึ้น เปรียบเสมือนกับมีหน่วยประมวลผลกลาง ๒ ตัวช่วยกันทำงานนั่นเอง

๒. หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งต้องทำงานร่วมกับหน่วยประมวลผลกลางอย่างใกล้ชิดอยู่ตลอดเวลา ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บคำสั่งที่ใช้ประมวลผลทดเลขในการคำนวณ พักข้อมูลชั่วคราวเพื่อรอส่งให้กับหน่วยประมวลผลกลาง และอื่น ๆ อีกหลายอย่าง โดยที่หน่วยความจำหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น แบ่งเป็นสองชนิด คือ หน่วยความจำชั่วคราว และหน่วยความจำถาวร

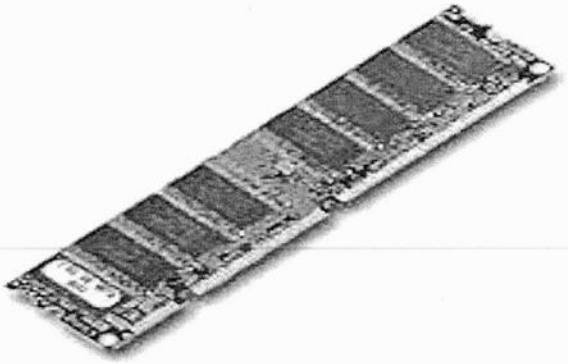
๒.๑ หน่วยความจำถาวร (Read-Only Memory : ROM)



ภาพที่ ๓-๒ แสดงหน่วยความจำถาวร (Read-Only Memory : ROM)

เป็นหน่วยความจำที่ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูล ซึ่งถูกบันทึกมาตั้งแต่แรกแล้ว ซึ่งก็มีความหมายตามชื่อของหน่วยความจำชนิดนี้ คือ หน่วยความจำที่อนุญาตให้อ่านเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถแก้ไขได้ ดังนั้น CPU จะสามารถ ดึงข้อมูลจาก ROM ได้อย่างเดียว ไม่สามารถบันทึกอะไรลงไปได้ ต่างจาก RAM ซึ่ง CPU สามารถ อ่าน และ/หรือ เขียน ข้อมูลต่าง ๆ ได้ ซึ่งวิธีการบันทึกข้อมูลลง ROM นั้น สามารถทำได้โดยวิธีการซึ่งเรียกว่า Flash ROM

๒.๒ หน่วยความจำชั่วคราว (Random - Access Memory : RAM)



ภาพที่ ๓-๓ แสดงหน่วยความจำชั่วคราว (Random - Access Memory : RAM)

เป็นหน่วยความจำที่จำเป็นต้องมีไฟมาเลี้ยง ถ้าขาดไฟเลี้ยง หน่วยความจำชนิดนี้จะไม่เก็บข้อมูลที่ได้จำไว้ในการทำงานครั้งก่อน ซึ่งหน่วยความจำประเภทนี้ นอกเหนือจากหน่วยความจำหลักแล้ว ยังมีติดตั้งบนอุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์อีกด้วยเช่น RAM บน Mainboard, RAM บน VGA Card ฯลฯ ซึ่งรายละเอียดของหน่วยความจำนั้น สามารถดูได้จากหลาย ๆ ส่วนตั้งแต่ ยี่ห้อ, ชนิดของ Chips ที่ใช้, Bandwidth และความเร็ว (หน่วยเป็น nS) ซึ่งสามารถจะดูได้จาก – (ขีด) และ ตามด้วยตัวเลข บนตัว Chips

โดยปกติแล้ว ROM จะมีความเร็วในการทำงานช้ากว่า RAM อยู่มาก ทำให้เมื่อหน่วยประมวลผลกลางทำงานตามโปรแกรมส่วนที่เก็บใน ROM ก็ต้องรอการอ่านข้อมูลใน ROM นานกว่าปกติ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้ จึงมีการคิดเอาโปรแกรมส่วนที่เก็บใน ROM ย้ายไปไว้ที่ RAM แทน เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางทำงานตามโปรแกรมส่วนนั้น ๆ ได้เร็วขึ้น โดยทำการคัดลอกมาทุกครั้งที่เปิดเครื่องขึ้นมาใหม่ โดยที่ RAM ส่วนนี้จะเรียกว่า Shadow RAM ซึ่งก็คือ RAM ส่วนที่ทับซ้อนเป็นเงาของ ROM (คือมีข้อมูลซ้ำกัน) ซึ่งหน่วยประมวลผลกลางตั้งแต่ ๓๘๖ ขึ้นไปนั้น จะทำได้ง่ายมาก เพียงแค่คัดลอกข้อมูลจาก ROM ไปใส่ไว้ใน RAM เช่น ในส่วนที่เป็น Extended Memory (ส่วนที่เกินจาก 640 KB แรก) แล้วเปลี่ยนค่าจุดตั้งต้นของ ROM ในกลไกแปลงแอดเดรสของหน่วยประมวลผลกลางเสียใหม่ ให้ไปชี้ที่ Shadow RAM แทนที่ตำแหน่งเดิมใน ROM เท่านั้น

๒.๒.๑ ลักษณะการตรวจสอบข้อมูลของ RAM แต่ละชนิด

การตรวจสอบข้อมูลของ RAM นั้น มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นกระบวนการตรวจสอบข้อผิดพลาด การทำงานของ RAM ชนิดต่าง ๆ โดยที่การตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลนั้น จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

๒.๒.๑.๑ แบบ Parity กับแบบ Non - Parity

ส่วนที่แตกต่างกันของสองแบบนี้ ก็คือว่า แบบ Parity จะมีความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยจะมี BIT ตรวจสอบ ๑ ตัว ถ้าพบว่ามีข้อมูลผิดพลาด ก็จะเกิด System Halt ในขณะที่แบบ Non - Parity จะไม่มีการตรวจสอบ BIT นี้

๒.๒.๑.๒ แบบ Error Checking and Correcting (ECC)

โดยที่หน่วยความจำแบบนี้ ก็พัฒนาขึ้นมาอีกระดับหนึ่ง เพราะนอกจากจะตรวจสอบว่ามีข้อมูลผิดพลาดได้แล้ว ยังสามารถ แก้ไข BIT ที่ผิดพลาดได้อีกด้วย โดยไม่ทำให้ System Halt แต่หากมีข้อมูลผิดพลาดมาก ๆ มันก็ Halt ได้เหมือนกัน แต่สำหรับแบบ ECC นี้ จะเปลือง Overhead เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลมากกว่าแบบ Parity ดังนั้น ประสิทธิภาพด้านความเร็วของมันจึงถูกลดทอนลงไปบ้างบางส่วน แต่เพิ่มความแน่นอนให้กับระบบ

๒.๒.๒ ชนิดของหน่วยความจำชั่วคราว

ชนิดของหน่วยความจำชั่วคราวนั้นมีมากมายหลายชนิด แต่ในบทนี้จะกล่าวถึงแต่หน่วยความจำชั่วคราวที่ใช้ใน ทอ. และที่มีใช้ในปัจจุบันเท่านั้น

๒.๒.๒.๑ Dynamic Random Access Memory (DRAM)

DRAM จะทำการเก็บข้อมูลในตัวเก็บประจุ (Capacitor) โดยจะเก็บในสถานะ “มีประจุ” กับ “ไม่มีประจุ” ซึ่งจะใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างน้อย ซึ่งจะต้องมีอีกวงจรที่ทำหน้าที่ “เติมประจุ” ไฟฟ้าให้เป็นระยะ ๆ ซึ่งจะเรียกกระบวนการนี้ว่า Refresh ซึ่ง DRAM นั้น จำเป็นจะต้องมีการ Refresh เพื่อ เก็บข้อมูลให้คงอยู่ โดยที่การ Refresh นี้ ทำให้เกิดการหน่วงเวลาขึ้นในการเข้าถึงข้อมูล และก็เนื่องจากที่มันต้อง Refresh ตัวเองอยู่ตลอดเวลานี้เอง จึงเป็นที่มาของชื่อว่า Dynamic RAM หรือ DRAM โดย DRAM นั้น จะมีขาที่เสียบลงบนเมนบอร์ดจำนวน ๓๐ ขา (Pins)

๒.๒.๒.๒ Static Random Access Memory (SRAM)

SRAM นี้ ต่างจาก DRAM ตรงที่ว่า DRAM ต้องทำการ Refresh ข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ในขณะที่ SRAM จะเก็บข้อมูลนั้น ๆ ไว้ และจะไม่ทำการ Refresh โดยอัตโนมัติ แต่มันจะทำการ Refresh ก็ต่อเมื่อ ผู้ใช้สั่งให้มัน Refresh เท่านั้น ซึ่งการเก็บข้อมูลจะเก็บในสถานะ “มีไฟเลี้ยง” กับ “ไม่มีไฟเลี้ยง” เท่านั้น ซึ่งข้อดีของมัน ก็คือความเร็ว ซึ่งเร็วกว่า DRAM ปกติมาก หากเปรียบเทียบแล้ว หน่วยความจำชนิดนี้ มีความเร็วเกือบเท่าหน่วยประมวลผลกลาง แต่หน่วยความจำชนิดนี้จะใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า และมีขนาดของวงจรใหญ่กว่า ทำให้เกิดความ

ร้อนสูงมาก และ SRAM ยังไม่สามารถผลิตให้มีความจุสูง ๆ ภายในไอซีหรือชิปตัวเดียวได้ ดังนั้นในปัจจุบัน จึงไม่มีการนำ SRAM ไปใช้ในหน่วยความจำหลักของเครื่อง แต่นำมาใช้ในการผลิต Cache Memory ในหน่วยประมวลผลกลางแทน

๒.๒.๓ Extended-Data Output (EDO) DRAM

EDO DRAM นั้น จัดเป็นหน่วยความจำชนิด DRAM ชนิดหนึ่ง มีขาจำนวน ๗๒ ขา (Pins) หรืออีกชื่อหนึ่งเรียกว่า Hyper - Page Mode DRAM ซึ่งพัฒนามาจาก DRAM ขึ้นอีกระดับหนึ่ง โดยการที่มันจะอ้างอิงตำแหน่ง ที่อ่านข้อมูลจากครั้งก่อนไว้ด้วย ปกติแล้วการดึงข้อมูลจาก RAM ณ ตำแหน่งใด ๆ มักจะดึงข้อมูล ณ ตำแหน่งที่อยู่ใกล้ ๆ จากการดึงก่อนหน้านี้ ดังนั้น ถ้ามีการอ้างอิง ณ ตำแหน่งเก่าไว้ก่อน ก็จะทำให้ เสียเวลาในการเข้าถึงตำแหน่งน้อยลง และอีกทั้งมันยังลดช่วงเวลาของ CAS latency ลงด้วย และด้วยความสามารถนี้ ทำให้การเข้าถึงข้อมูลดีขึ้นกว่า DRAM ถึงกว่า ๔๐%

๒.๒.๔ Synchronous DRAM (SDRAM)

SDRAM นั้น จัดเป็นหน่วยความจำชนิด DRAM อีกชนิดหนึ่ง มีขาจำนวน ๑๖๘ ขา (Pins) ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์ ซึ่งจะต่างจาก DRAM เดิม ตรงที่มันจะทำงานสอดคล้องกับสัญญาณนาฬิกาทั้งขาขึ้น (Rising) และขาลง (Falling) สำหรับ DRAM เดิมจะทราบตำแหน่งที่จะอ่าน ก็ต่อเมื่อเกิดทั้งสัญญาณ RAS (เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่งของหน่วยความจำแต่ละแถว) และ CAS (เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยัง Output Buffer) ขึ้น แล้วจึงไปอ่านข้อมูล โดยมีช่วงเวลาในการเข้าถึงข้อมูล ตามที่เรา ๆ มักจะได้เห็นบน Chip ของตัว RAM

สำหรับหน่วยความจำประเภท SDRAM นั้น จะเริ่มมีการเปลี่ยนวิธีการคำนวณการใช้หน่วยความจำ โดยในทางทฤษฎีแล้ว แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำ จะเรียกตัวกันเป็นตารางแบบ Matrix ทำให้การอ้างถึงแต่ละตำแหน่ง จะใช้ตัวเลข หรือ Address ของแถว (Row) และคอลัมน์ (Column) ที่ตัดกัน เป็นตัวกำหนด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

๒.๒.๔.๑ เริ่มการอ่านโดยวงจรควบคุมหน่วยความจำ ส่งสัญญาณไประบุแถว หรือที่เรียกว่า Row Address Strobe (RAS) ก่อน

๒.๒.๔.๒ จะต้องรอจังหวะการทำงานของวงจรภายในหน่วยความจำระยะหนึ่ง (ซึ่งช่วงเวลานี้จะเรียกว่า RAS to CAS Delay) จากนั้นจึงจะส่งสัญญาณระบุคอลัมน์ หรือ Column Address Strobe (CAS) ตามไปได้

ดังนั้นสามารถบอกได้ว่า RAS to CAS Delay คือ ค่าเวลาที่ CPU ใช้ในการหน่วงเวลาก่อนที่จะทำการสลับการทำงานจาก RAS มาเป็น CAS

๒.๒.๔.๓ จะมีการส่งข้อมูลไปยัง Output Buffer ซึ่งจะเป็นเวลาที่ Address ในแนว Column ของ SDRAM ทำงาน จัดว่าเป็นจังหวะการทำงานของวงจรภายในหน่วยความจำอีกระยะหนึ่ง โดยที่ ช่วงเวลานี้จะเรียกว่า CAS Latency หรือ CL (ซึ่งค่า CAS Latency นี้สามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่าง Column Access Time (tCAC) และ Length of Clock Cycle (tCLK) เช่น ถ้า tCAC มีค่าเท่ากับ 20 นาโนวินาที และค่า tCLK มีค่าเท่ากับ 10 นาโนวินาที (มาจากค่าความเร็ว BUS ของ SDRAM ที่ 100 เมกาเฮิรตซ์) จะทำให้ CAS Latency มีค่าเท่ากับ 2 ซึ่งมาจาก 20 นาโนวินาที / 10 นาโนวินาที นั่นเอง แต่ถ้า tCAC มีค่าเป็น 25 นาโนวินาที (มาจากค่าความเร็ว BUS ของ SDRAM ที่ 133 เมกาเฮิรตซ์) ค่าของ CAS Latency ก็จะเป็น 3 แทน ซึ่งสำหรับ SDRAM แล้ว จะใช้ค่า 2 หรือ 3 เป็นค่าหลัก ส่วน DDRRAM จะใช้ค่า 2.5 หรือ 2 เป็นค่าหลัก ซึ่งค่ายิ่งน้อย ยิ่งจัดว่ามีความเร็วสูง) จากนั้นจึงจะมีข้อมูลออกมาพร้อมให้ส่งสัญญาณสั่งอ่านข้อมูลไบต์แรกได้ หลังจากนั้น การอ่านข้อมูลในไบต์ถัดไป ถ้าอยู่ในแถว (Row) เดียวกัน ก็จะทำได้อย่างต่อเนื่อง คือระบุเฉพาะคอลัมน์โดยส่งสัญญาณ CAS ของคอลัมน์ถัดไป และรอเท่ากับ CAS Latency (คือย้อนกลับไปข้อ ๒.๒.๔.๒) แล้วค่อยสั่งอ่านข้อมูลในชุดต่อ ๆ ไป

๒.๒.๔.๔ เตรียมหน่วยความจำให้พร้อมสำหรับการอ่านครั้งถัดไป โดยทำการเปลี่ยนตำแหน่ง และแถวของหน่วยความจำ ซึ่งจะต้องรอระยะเวลาหนึ่งก่อนจะอ่าน/เขียน ข้อมูลในรอบถัดไปได้ ซึ่งช่วงเวลานี้จะเรียกว่า RAS Pre-charge Time ค่าทั้งสามนี้จะเป็นตัวกำหนดว่าการอ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำแผงนั้น จะต้องใช้เวลานานเท่าไร (ยิ่งมีค่ามาก ยิ่งทำงานช้า เพราะต้องรอนาน) ซึ่งบางครั้ง จะเขียนเป็น

CAS Latency – RAS Pre-charge – RAS to CAS delay

เช่น 3 – 2 – 2 ซึ่งการแก้ค่าเหล่านี้ใน BIOS นั้น หากไม่ใช้เป็นค่า Serial Presence Detect (SPD) ซึ่ง BIOS จะเป็นตัวตรวจสอบแล้ว ก็ต้องกำหนดให้ถูกกับ RAM แผงที่จะใช้ด้วย ซึ่งหากกำหนดให้ต่ำลงกว่าค่าตาม SPD และเครื่องยังทำงานได้ ก็จะมีผลทำให้การทำงานเร็วขึ้น เพราะหน่วยประมวลผลกลางนั้น ทำงานกับ Cache Memory ทั้ง L1 และ L2 มากกว่าการอ่านค่าจากหน่วยความจำหลัก หรือ RAM โดยตรง แต่หากปรับค่าแล้วไม่เสถียร ก็ควรใช้ค่าตาม SPD จะดีกว่า

๒.๒.๕ Double Data Rate SDRAM (DDR SDRAM , DDR RAM)

DDR DRAM นั้น จัดเป็นหน่วยความจำชนิด DRAM ชนิดหนึ่ง มีขาจำนวน 184 ขา (Pins) ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 2.5 โวลต์ ซึ่งเหมือนกับเป็น SDRAM อีกชนิดหนึ่ง แต่การทำงานจะมีความเร็วสูงกว่าเนื่องจากการทำงานของ DDRRAM นั้น โดยหน่วยความจำชนิดนี้สามารถทำงานได้ทั้งขอบขาขึ้นและขาลงของสัญญาณนาฬิกาพร้อมกัน ซึ่งการคำนวณค่าของหน่วยความจำชนิดนี้นั้น สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังต่อไปนี้

ความกว้างบัส 8 ไบต์ (64 บิต) x ความถี่ (MHz) = Bandwidth (MB/s)

เช่น ความถี่ 266 MHz เมื่อคูณด้วย 8 แล้วจะได้ค่าประมาณ 2100 MB/s เป็นต้น

นอกจากนี้เมนบอร์ดบางประเภทยังรองรับมาตรฐาน Dual – Channels ซึ่งเป็นระบบซึ่งได้รับการพัฒนาใหม่ เพื่อแก้ไขจุดบกพร่องของหน่วยความจำรุ่นเดิมที่เป็นแบบ Single – Channel โดยให้สามารถรับส่งข้อมูลกันแบบขนาน ซึ่งทำให้ได้อัตราการรับส่งข้อมูลที่สูงขึ้น Bandwidth กว้างขึ้น และลดอัตราการรอข้อมูลในขณะที่หน่วยประมวลกลางทำการประมวลผล หรือ Latency Time ลง ซึ่งเงื่อนไขของการใช้ฟังก์ชั่นนี้ให้ได้ดีที่สุดคือ หน่วยความจำสองตัวต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน Chips ชนิดเดียวกัน ความเร็ว (หน่วยเป็น nS) เท่ากัน และมีสายการผลิตเดียวกัน ดังนั้น หากต้องการใช้งานฟังก์ชั่นนี้ วิธีที่ง่ายที่สุดคือ ใช้หน่วยความจำที่จัดซื้อมาในการจัดซื้อสัญญาเดียวกัน

ในปัจจุบัน DDR RAM ถูกพัฒนาและนำออกมาใช้เชิงพาณิชย์แล้ว ๕ รุ่นด้วยกันคือ

๑. DDR มีความเร็วบัส 100-200, 266-400 MHz

๒. DDR2 มีความเร็วบัส 200–533, 400-1066 MHz

๓. DDR3 มีความเร็วบัส 400–1066, 800-2133 MHz

๔. DDR4 มีความเร็วบัส 1066-2133, 2133-4266 MHz

๕. DDR5 มีความเร็วบัส 3200-8400 MHz

๒.๒.๖ Rambus DRAM (RDRAM)

RDRAM นั้น จัดเป็นหน่วยความจำชนิด DRAM ชนิดหนึ่ง มีขาจำนวน 184 ขา (Pins) ซึ่งการทำงานแตกต่างกับ DRAM ชนิดอื่น ๆ โดยหน่วยความจำชนิดนี้สามารถทำงานได้ทั้งขอบขาขึ้นและขาลง ของสัญญาณนาฬิกาเช่นเดียวกับ DDRRAM ซึ่งชนิดของ RDRAM นั้นจะมีสองชนิด คือ ชนิดที่ทำงานเพียงช่องสัญญาณเดียว (1 Channel) ซึ่งแม้ว่าเวลาในการเข้าถึงข้อมูลแบบสุ่มของ RAM ชนิดนี้จะช้ากว่าแบบ DDRRAM แต่การเข้าถึงข้อมูลแบบต่อเนื่องจะเร็วกว่ามาก ดังนั้นทำให้ประสิทธิภาพของ RDRAM และ DDRRAM ไม่แตกต่างกันมาก ส่วนอีกชนิดหนึ่งที่ทำงานทั้งสองช่องสัญญาณ (2 Channels) ซึ่งหน่วยความจำชนิดนี้จะมีความเร็วสูงมาก แต่ราคาก็สูงตามไปด้วย และไม่เป็นที่นิยมแพร่หลาย

๒.๒.๗ High-Bandwidth Memory (HBM)

แรมแบนด์วิดท์สูง เป็นเทคโนโลยีหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ชนิดใหม่ที่ออกแบบมาเพื่อเพิ่มความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างหน่วยความจำ (RAM) กับหน่วยประมวลผล (CPU) และหน่วยประมวลผลกราฟิก (GPU) โดยมีหลักการทำงาน HBM ดังนี้

๒.๒.๗.๑ การวางซ้อนแบบ ๓ มิติ โดย HBM ใช้ชิปหน่วยความจำหลายชั้นซ้อนทับกันบนซิลิคอนอินเทอร์โพเซอร์ ซึ่งช่วยลดระยะทางที่สัญญาณข้อมูลต้องเดินทาง ทำให้สามารถถ่ายโอนข้อมูลได้เร็วขึ้น

๒.๒.๗.๒ ช่องสัญญาณข้อมูล โดย HBM รองรับช่องสัญญาณข้อมูลจำนวนมาก ช่วยให้สามารถส่งสัญญาณข้อมูลได้หลายช่องพร้อมกัน เปรียบเสมือนถนนหลายสายที่วิ่งขนานกัน ทำให้สามารถขนส่งข้อมูลได้มากกว่า

นอกจากนี้แล้ว HBM มีแบนด์วิดท์สูงกว่าแรมแบบดั้งเดิม (GDDR5) หลายเท่าช่วยให้ CPU และ GPU สามารถเข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมดีขึ้น, HBM ใช้พลังงานน้อยกว่าแรมแบบดั้งเดิมช่วยให้ประหยัดพลังงานและลดความร้อน และ HBM มีขนาดเล็กกว่าแรมแบบดั้งเดิม ช่วยให้สามารถออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดกะทัดรัดมากขึ้น ซึ่ง HBM จะกลายเป็นเทคโนโลยีหน่วยความจำหลักที่ใช้ใน การ์ดจอ เซิร์ฟเวอร์ และคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น ความเร็วสูง ประหยัดพลังงาน และขนาดเล็ก และจะกลายเป็นเทคโนโลยีหน่วยความจำหลักที่ใช้ในอนาคต

๒.๒.๘ หน่วยความจำรอง (Secondary Memory)

หน่วยความจำรอง หรือที่เรียกว่า Storage เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลระยะยาว หน่วยความจำรองมีราคาถูกและมีความจุมากกว่าหน่วยความจำหลัก ตัวอย่างของหน่วยความจำรอง เช่น ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD), Solid State Drive (SSD), Flash Drive

๒.๒.๘.๑ Hard Disk Drive (HDD) เป็นอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบดั้งเดิมที่ใช้จานโลหะหมุนเร็วเพื่อเก็บข้อมูล HDD มีหลายขนาด แต่ขนาดที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ ๓.๕ นิ้วสำหรับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ และ ๒.๕ นิ้วสำหรับแล็ปท็อป โดยมีหลักการทำงานของ HDD ประกอบด้วย จานข้อมูล ทำหน้าที่เก็บข้อมูลซึ่งจะถูกเก็บไว้บนจานโลหะที่เคลือบด้วยสารแม่เหล็ก จานข้อมูลหมุนด้วยความเร็วสูง หัวอ่าน/เขียน จะอยู่ใกล้กับจานข้อมูล ทำหน้าที่อ่านและเขียนข้อมูลบนจานข้อมูล แกนหมุน ทำหน้าที่หมุนจานข้อมูล แขน ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายหัวอ่าน/เขียน ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ บนจานข้อมูล แผงวงจร ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ HDD ซึ่งในปัจจุบัน HDD มีราคาถูกกว่า SSD มีความจุสูงสุดถึงหลายเทราไบต์ แต่ HDD มีความเร็วในการอ่าน/เขียนข้อมูลช้ากว่า SSD ทำงานเสียงดัง มีความทนทานต่ำกว่า SSD และใช้พลังงานมาก

๒.๒.๘.๒ Solid State Drive (SSD) Solid State Drive (SSD) หรือ เอสเอสดี เป็นอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบใหม่ที่ใช้ชิปหน่วยความจำแฟลช (Flash Memory) แทนจานหมุนเหมือนกับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD) ทั่วไป SSD มีความเร็วในการอ่านเขียนข้อมูลที่เร็วกว่า เงียบกว่า ทนทานกว่า และใช้พลังงานน้อยกว่า HDD แต่ SSD มีราคาแพงกว่าและความจุที่น้อยกว่า HDD โดยมีหลักการทำงานของ SSD ประกอบด้วย ชิปหน่วยความจำแฟลช ทำหน้าที่ เก็บข้อมูลซึ่งจะถูกเก็บไว้บนชิปหน่วยความจำแฟลช ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับหน่วยความจำ RAM คอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการอ่านเขียนข้อมูลบนชิปหน่วยความจำแฟลช และแปลงสัญญาณข้อมูลให้เข้ากันได้กับระบบคอมพิวเตอร์อินเทอร์เฟซ ทำหน้าที่เชื่อมต่อ SSD กับคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เฟซที่นิยมใช้สำหรับ SSD ได้แก่ SATA, NVMe, PCIe ซึ่งการใช้งาน SSD เหมาะสำหรับการติดตั้งระบบปฏิบัติการ แอปพลิเคชันที่ต้องการความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล ทำให้คอมพิวเตอร์บูทเครื่องได้เร็วขึ้น และโหลดโปรแกรมได้ไวขึ้น

๒.๒.๘.๓ แฟลชไดรฟ์ (Flash Drive) แฟลชไดรฟ์ หรือที่รู้จักกันในชื่ออื่นๆ เช่น ทัมบ์ไดรฟ์ คีย์ไดรฟ์ จัมป์ไดรฟ์ เป็นอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบพกพาขนาดเล็ก ใช้ชิปหน่วยความจำแฟลช (Flash Memory) แทนจานหมุนเหมือนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD) ทั่วไป แฟลชไดรฟ์มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้งานง่าย และสามารถเสียบเข้ากับพอร์ต USB บนคอมพิวเตอร์ แล็ปท็อป หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อถ่ายโอนข้อมูลได้สะดวก โดยมีหลักการทำงานประกอบด้วย ชิปหน่วยความจำแฟลช ทำหน้าที่เก็บ ข้อมูลซึ่งจะถูกเก็บไว้บนชิปหน่วยความจำแฟลช ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับหน่วยความจำ RAM แต่สามารถเก็บข้อมูลได้ถาวรแม้จะปิดเครื่อง คอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการอ่านเขียนข้อมูลบนชิปหน่วยความจำแฟลช และแปลงสัญญาณข้อมูลให้เข้ากันได้กับระบบคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เฟซที่นิยมใช้สำหรับแฟลชไดรฟ์ คือ USB ซึ่งช่วยให้เสียบเข้ากับพอร์ต USB บนอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ง่าย แต่ความเร็วในการอ่านเขียนข้อมูลช้ากว่า SSD แต่เร็วกว่า HDD

๒.๒.๘.๔ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ภายนอก (External Hard Drive)

External Hard Drive หรือ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ภายนอก เป็นอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบพกพาที่ใช้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD) หรือ Solid State Drive (SSD) บรรจุอยู่ภายใน เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ แล็ปท็อป หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ผ่านพอร์ต USB เพื่อขยายพื้นที่จัดเก็บข้อมูล สำรองข้อมูล หรือพกพาข้อมูลไปใช้งานที่อื่น โดยมีหลักการทำงานของ External Hard Drive คล้ายกับ แฟลชไดรฟ์ (Flash Drive)

๓. เมนบอร์ด (Mainboard)

เมนบอร์ด หรือ มาเธอร์บอร์ด (motherboard) จัดเป็นอุปกรณ์เป็นหัวใจหลักสำหรับคอมพิวเตอร์ เนื่องจาก เป็นแผงวงจรหลักที่คอยสั่งการให้อุปกรณ์ต่างๆที่มีการเชื่อมต่อทำงานตามคำสั่ง ซึ่งเมนบอร์ดนั้นจะเป็นแผงวงจรที่รวมเอาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ไว้ด้วยกัน อาทิ ซ็อกเก็ตสำหรับใส่ ซีพียู (CPU) และหน่วยความจำหลักและหน่วยความจำถาวร มีไบออสเป็นเฟิร์มแวร์ พร้อมช่องให้สามารถเสียบอุปกรณ์ เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์เสริมอื่น ๆ โดยสามารถเชื่อมต่อได้ทั้งอุปกรณ์ภายในและอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก

เมนบอร์ดได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีมาอย่างต่อเนื่องซึ่งในปัจจุบันได้มีรูปแบบที่นิยมใช้งานในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลก็คือ ATX (Advance Technology Extension) โดยเราสามารถแบบช่วงการพัฒนาเมนบอร์ดได้ ดังนี้

PC/XT เป็นรุ่นบุกเบิกสร้างขึ้นโดยบริษัท IBM

AT (Advance Technology) มีชื่อในยุค 386 แต่ตกรุ่นเมื่อมีรุ่น ATX

ATX เป็นรุ่นที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน

ATX (Advanced Technology eXtended) หรือ เอทีเอ็กซ์ เป็นมาตรฐานฟอร์มแฟกเตอร์ของเมนบอร์ดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล พัฒนาโดยบริษัท Intel เปิดตัวครั้งแรกในปี 1995 ปัจจุบัน ATX กลายเป็นฟอร์มแฟกเตอร์ที่นิยมใช้มากที่สุดสำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดย ATX เป็นฟอร์มแฟกเตอร์เมนบอร์ดที่เหมาะสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป รองรับ CPU และการ์ดจอหลากหลายรุ่น มีช่องเสียบ RAM หลายช่อง มีพื้นที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ มากมาย ใช้งานง่าย และมีราคา

ไม่แพง อย่างไรก็ตาม ATX มีขนาดใหญ่ เหมาะกับเคสคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ และใช้พลังงานมากกว่าขนาดอื่น ๆ

ETX ใช้ใน embedded systems

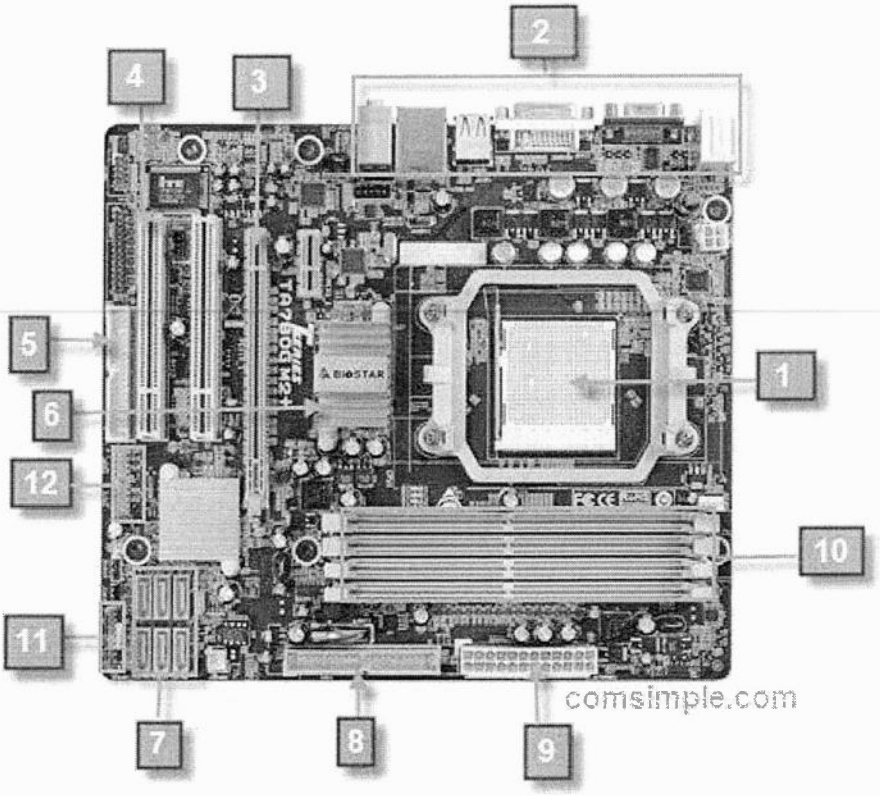
LPX ออกแบบโดย Western Digital BTX (Balanced Technology eXtended) เป็นแผงวงจรหลักรุ่นใหม่ที่ถูกนำเสนอโดย Intel Mini-ITX (VIA EPIA) ออกแบบโดย VIA

Mini-ITX (Mini Information Technology eXtended) ออกแบบโดย VIA เป็นมาตรฐานขนาดเล็กที่สุดสำหรับเมนบอร์ดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล พัฒนาโดย VIA Technologies เปิดตัวในปี 2001 โดย Mini-ITX เป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับผู้ต้องการประกอบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กประหยัดพื้นที่ เน้นการใช้งานทั่วไป ไม่เน้นเล่นเกมหรือทำงานกราฟิกหนัก อย่างไรก็ตาม Mini-ITX มีข้อจำกัดเรื่องการรองรับฮาร์ดแวร์ อัพเกรดยาก และการระบายความร้อน ผู้ใช้ควรพิจารณาการใช้งาน และเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม

WTX (Work station Technology eXtended) เป็นแผงวงจรหลักสำหรับระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่

ในปัจจุบันมาตรฐานเมนบอร์ดที่ใช้อยู่ก็มีอยู่ ๒ แบบคือ ATX และ เมนบอร์ดมาตรฐาน Mini-ITX เป็นเมนบอร์ดขนาดเล็กสำหรับคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กจะสังเกตได้ว่าขนาดเมนบอร์ดจะเล็กกว่าเมนบอร์ดทั่วไป ซึ่งเมนบอร์ดรุ่น Mini – ITX นี้จะใช้เพื่อความบันเทิงเสียเป็นส่วนใหญ่

๓.๑ ส่วนประกอบของเมนบอร์ด จะประกอบไปด้วย



ภาพที่ ๓-๔ แสดงส่วนประกอบของเมนบอร์ด

๓.๑.๑ ช่องสำหรับติดตั้งหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Socket)

เป็นตำแหน่งสำหรับติดตั้งซีพียู (CPU) รูปแบบซ็อกเก็ตจะแตกต่างกันไปตามยี่ห้อ และรุ่นของซีพียู (CPU) การซื้อเมนบอร์ด (Mainboard) มาใช้งานนั้นจึงต้องตรวจสอบว่าเมนบอร์ด (Mainboard) ที่เราซื้อนั้นใช้กับซีพียู (CPU) ตัวไหน ในปัจจุบันที่นิยมกันจะมี ๔ แบบ คือ LGA 775 สำหรับ Core 2 ,Socket AM2+/AM3 สำหรับ AMD ตลอดจน LGA 1366 ของ Core i7 และ LGA 1156 สำหรับ Core i3/i5

๓.๑.๒ พอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อ

จะปรากฏอยู่ด้านหลังของตัว (เคส) คอมพิวเตอร์ ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก อย่างเช่น คีย์บอร์ด เมาส์ ลำโพง เป็นต้น แต่ละพอร์ตจะมีลักษณะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่นำมาต่อ

๓.๑.๓ สล็อตของการ์ดจอ (Graphic Card Slot)

ใช้สำหรับเสียบการ์ดจอเพื่อแสดงผลออกมอนิเตอร์

๓.๑.๔ สล็อต PCI (PCI Slot)

เป็นสล็อตขนาดเล็กใช้ความเร็วในการรับส่งข้อมูล ไม่สูงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับสล็อตการ์ดจอ สล๊อต PCI ทำหน้าที่สำหรับติดตั้งการ์ดที่เป็นอุปกรณ์เสริมต่างๆ ใช้สำหรับเสียบการ์ดเสียง การ์ดแลน โมเด็มต่างๆ

๓.๑.๕ หัวต่อไดรว์ต่างๆ หรือตัวอ่านแผ่นดิสก์

๓.๑.๖ ชิปเซต (Chipset) หรือ BIOS

ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของเมนบอร์ด ทั้งส่วนของซีพียู ฮาร์ดดิส การ์ดจอ แรม และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ

๓.๑.๗ ตัวต่อแบบ SATA

ใช้เชื่อมต่อฮาร์ดดิสแบบ SATA ประหยัดพลังงานแล้วพื้นที่ใช้สอย และยังระบายความร้อนได้ดี

๓.๑.๘ ตัวต่อแบบ IDE

ใช้ต่อทั้งฮาร์ดดิสแบบเก่า ซีดี และดีวีดี

๓.๑.๙ ตัวเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ

จะมีรูปแบบแหล่งจ่ายไฟอยู่ทั้งหมด ๒ แบบ คือ หัวแบบ ATX ซึ่งเป็นหัวต่อหลักที่เมนบอร์ดทุกรุ่นนั้นต้องมี เมนบอร์ดทุกรุ่นในปัจจุบันจำเป็นต้องใช้หัวต่อชนิดนี้เพิ่มขึ้นมาจากหัวต่อเดิม และแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ในปัจจุบันก็ทำหัวต่อชนิดนี้ไว้ให้อยู่แล้วเป็นแหล่งนำเข้าไฟไว้เลี้ยงทุกส่วนของคอมพิวเตอร์

๓.๑.๑๐ ช่องสำหรับติดตั้งหน่วยความจำ (Memory Socket)

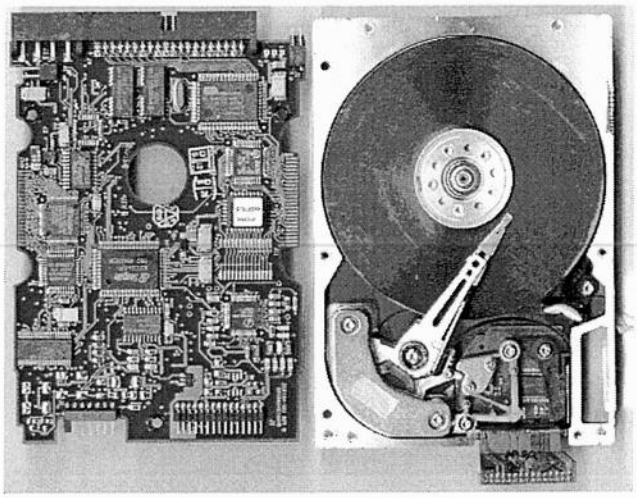
ช่องที่ไว้สำหรับใส่แรม (RAM : Random Access Memory) ซึ่งจะถูกติดตั้งไว้บนเมนบอร์ด (Mainboard) ซึ่งช็อกเก็ตแต่ละแบบจะมีความแตกต่างกันออกไป สังเกตได้จากรอยบาก ซึ่งเมนบอร์ด (Mainboard) แต่ละตัวจะรองรับแรม (RAM : Random Access Memory) ที่ไม่เหมือนกัน ต้องสังเกตว่าเมนบอร์ดที่ซื้อนั้นเป็นช็อกเก็ตแรมแบบไหน ปัจจุบันก็มีตั้งแต่รุ่นเก่า คือ SDRAM ไปจนถึงแรม(RAM : Random Access Memory) DDR , DDR2 และ DDR3 เป็นต้น

๓.๑.๑๑ ขั้วต่อสายแหล่งจ่ายไฟ (Power Connector)

เช่น ปุ่ม Power ปุ่ม Restart ไฟบอกสถานะฮาร์ดดิสก์

๓.๑.๑๒ ตัวต่อ USB ใช้เฉพาะต่ออุปกรณ์ภายในเคสเท่านั้น

๔. ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk)

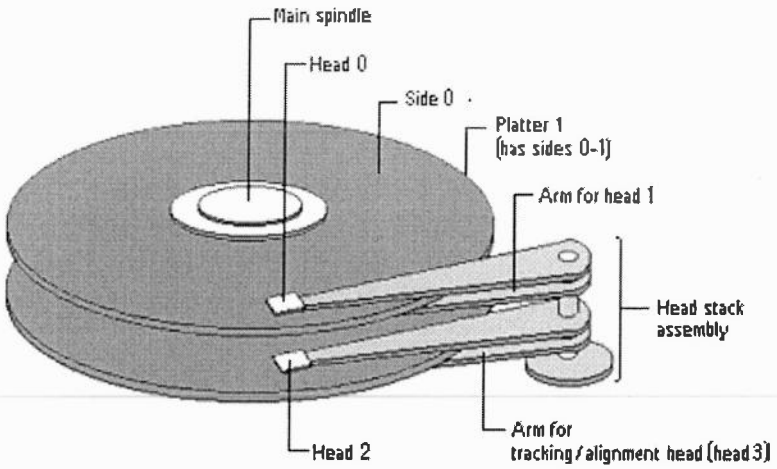


ภาพที่ ๓-๕ แสดงฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk)

เป็นหน่วยความจำสำรองที่เป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูลความเร็วสูง ทำจากจานแม่เหล็กซึ่งหมุนด้วยความเร็วหลายพันรอบต่อนาที และมีหัวอ่านคอยวิ่งไปอ่านหรือบันทึกข้อมูล ตามคำสั่งจากซีพียู ฮาร์ดดิสก์เป็นอุปกรณ์หลักซึ่งในปัจจุบันไม่เพียงแต่ใช้เก็บข้อมูลเวลาที่ปิดเครื่องเท่านั้น แต่ยังเป็นที่พักข้อมูลระหว่างการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ของโปรแกรมหรือระบบปฏิบัติการด้วย

ฮาร์ดดิสก์มีลักษณะเป็นจานแม่เหล็กหลายแผ่นวางซ้อนกัน โดยอาจมีจำนวนแผ่น ๓ – ๑๑ แผ่น ซึ่งจะไม่เรียกว่าดิสก์แต่จะเรียกว่าแพลตเตอร์ (Platter) แทน ซึ่งแต่ละแพลตเตอร์จะสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งสองด้าน เนื่องจากแพลตเตอร์ผลิตจากสารจากพวกโลหะหรือแก้วบางชนิด จึงไม่สามารถงอไปงอมาได้เหมือนกับฟลอปปี้ดิสก์ ทำให้ต้องมีโลหะปิดไว้ทุกด้านเพื่อป้องกันการกระทบกระเทือน

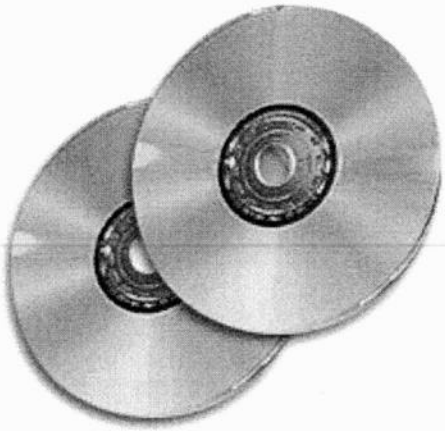
นอกจากนี้ ฮาร์ดดิสก์ยังมีหัวอ่าน/บันทึกข้อมูล อยู่ภายในตัวเดียวกัน ทำให้สามารถอ่านและบันทึกข้อมูลได้ด้วยตนเอง และเนื่องจากฮาร์ดดิสก์มีแพลตเตอร์หลาย ๆ แผ่นซ้อนกันอยู่ ดังนั้นฮาร์ดดิสก์ตัวหนึ่ง ๆ จะมีหัวอ่านเขียนเท่ากับจำนวนแพลตเตอร์พอดี และหัวอ่านแต่ละหัวจะมีการเคลื่อนที่เข้าออกพร้อมกัน แต่เมื่อจะทำการอ่านหรือบันทึกข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์ ก็จะมีเพียงหัวอ่าน ๑ หัวเท่านั้น ที่จะทำการอ่านหรือบันทึกข้อมูล ฮาร์ดดิสก์สามารถเก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก แล้วแต่ความจุของแต่ละรุ่น เช่น ฮาร์ดดิสก์ความจุ 80 GB, 120 GB เป็นต้น



ภาพที่ ๓-๖ แสดงส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk)

ฮาร์ดดิสก์จะถูกออกแบบมาสำหรับบันทึกข้อมูล โดยขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรมในการออกแบบด้วยว่าได้มีการกำหนดให้มีขนาดความจุต่อแผ่นเท่าใด และในฮาร์ดดิสก์แต่ละรุ่นจะต้องใช้จำนวนแผ่นเท่าใด มีมอเตอร์สาหรับควบคุมการหมุนของจานดิสก์ (Spindle) โดยอัตราความเร็ว ในการหมุนจะเป็น 5400, 7200 และ 10,000 รอบต่อนาที (rpm) ซึ่งถ้าจำนวนรอบในการหมุนของจานดิสก์มีระดับความถี่ที่สูง ก็จะส่งผลให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้นตามไปด้วย

๕. ซีดีรอม (CD-ROM) และ ดีวีดี (DVD)



ภาพที่ ๓-๗ แสดงซีดีรอม (CD-ROM) และ ดีวีดี (DVD)

ซีดีรอม (CD-ROM : Compact Disk Read Only Memory) มีลักษณะเป็นแผ่นวงกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๒ เซนติเมตร ทำมาจากแผ่นโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) ซีดีรอมใช้หลักของแสงในการอ่าน/บันทึกข้อมูล เหมาะสำหรับข้อมูลที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลง เพราะเมื่อทำการบันทึกข้อมูลลงไปแล้ว จะไม่สามารถนำกลับมาแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลใหม่ได้อีก ยกเว้นแต่จะใช้แผ่นลักษณะพิเศษที่สามารถลบ และบันทึกใหม่ได้

ซีดีรอมสามารถเก็บข้อมูลได้ถึง 700 MB หรือเก็บข้อมูลที่เป็นภาพ และเสียง เช่น ภาพยนตร์ หรือเพลงได้นานถึง ๗๔ นาที ส่วนดีวีดี (Digital Video Disk) เป็นหน่วยความจำสำรองอีกชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะคล้ายกับแผ่นซีดีรอม แต่สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าซีดีรอม ๗ เท่าตัว (4.7 GB)

ซีดีรอมและดีวีดีไม่สามารถทำงานได้ด้วยตนเอง จำเป็นจะต้องมีตัวอ่านข้อมูลเช่นเดียวกับแผ่นดิสก์เก็ต อุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจากซีดีรอม เรียกว่า ซีดีรอมไดร์ฟ (CD-ROM Drive)

ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับอ่านดีวีดี เรียกว่า ดีวีดีไดร์ฟ (DVD Drive) โดยดีวีดีไดร์ฟสามารถอ่านข้อมูลได้ทั้งแผ่นดีวีดีและจากแผ่นซีดีรอม แต่ซีดีรอมไดร์ฟไม่สามารถอ่านข้อมูลจากแผ่นดีวีดีได้

๖. จอภาพ (Monitor)

ภาพที่ ๓-๘ แสดงจอภาพ (Monitor)

จอภาพเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงข้อมูลที่มนุษย์จับต้องไม่ได้ (Softcopy Output Device) แสดงออกมาในลักษณะของข้อความและรูปภาพ

หลักการในการแสดงภาพ หรือข้อมูลบนจอจะคล้ายกับการทำงานของจอโทรทัศน์ คือ เกิดจากคอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณให้เกิดการยิงแสงอิเล็กตรอนไปยังพื้นผิวของจอภาพ ซึ่งฉาบไว้ด้วยสารฟอสฟอรัสที่สามารถเรืองแสงได้เมื่อโดนอิเล็กตรอนตกกระทบ แต่ความแตกต่างที่สำคัญที่สุดระหว่างจอภาพกับจอโทรทัศน์ก็คือ คุณภาพและความละเอียดของภาพที่ปรากฏขึ้นบนจอ โดยภาพบนจอภาพของคอมพิวเตอร์จะต้องมีคุณภาพที่ดีกว่า เนื่องจากลักษณะการใช้งานที่ผู้ใช้ต้องอยู่ใกล้ชิดจอคอมพิวเตอร์มากกว่านั่นเอง

จอภาพสี (Colour) เป็นจอภาพที่ใช้กันโดยทั่วไปในปัจจุบัน ซึ่งลักษณะการแสดงผลอาศัยสัญญาณดิจิตอล เช่นกัน แต่จะแยกออกเป็น ๓ สัญญาณ ตามแม่สีของแสง คือ แดง เขียว และน้ำเงิน (Red, Green, Blue: RGB) ซึ่งจะทำให้เกิดสีต่าง ๆ มากมายตามหลักการผสมของแม่สีนั่นเอง

ขนาดความกว้างของจอภาพมีหลายขนาด ซึ่งก็จะมีความละเอียดในการแสดงผลมากน้อยไม่เท่ากัน โดยความละเอียดของภาพจะมีหน่วยวัดเป็นจุดภาพหรือที่เรียกว่า พิกเซล (Pixel) ในแนวตั้งและแนวนอนของจอภาพ เช่น 640x480, 800x600, 1,024x768 และ 1,280x1,024 เป็นต้น ยิ่งมีขนาดของพิกเซลมาก ขนาดของภาพจะมีความละเอียดสูงมากขึ้น ภาพที่ปรากฏจะมีความสวยงามมากขึ้น และขนาดของภาพที่แสดงผลบนจอจะเล็กลง ทำให้มีเนื้อที่ใช้งานบนจอมากขึ้น

การทำงานของจอภาพต้องใช้ร่วมกับแผงวงจรควบคุมจอภาพ (Graphic Adapter Card) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า การ์ดแสดงผล ซึ่งเป็นแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เสียบเข้าไปในเมนบอร์ด เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวรับคำสั่งในการแสดงผลจากโปรแกรมต่าง ๆ แล้วแปลงสัญญาณนั้นเป็นสัญญาณที่จอภาพเข้าใจได้ จากนั้นจึงส่งสัญญาณที่แปลงแล้วไปยังจอภาพ

นอกจากนี้ยังมีจอภาพอีกประเภทที่มีลักษณะพิเศษ นั่นคือ จอภาพระบบสัมผัส (Touch Screen Monitor) ซึ่งเป็นจอภาพที่มีการส่งผ่านข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์อาศัยการสัมผัสที่จอภาพ ซึ่งมักทำเป็นลักษณะรายการ (Menu) ให้ผู้ใช้เลือก โดยที่ตัวผิวจอจะถูกปกคลุมด้วยแผ่นพลาสติกที่มีลำแสงอินฟราเรด ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ สัญญาณที่เกิดจากการสัมผัสกับลำแสงอินฟราเรดจะถูกส่งเข้าสู่ระบบเพื่อตีความหมาย และประมวลผล จากนั้นจึงแสดงผลออกมาทางจอภาพเดียวกัน ซึ่งลักษณะเช่นนี้ก่อให้เกิดความรวดเร็วและสะดวกในการสื่อสารระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์

จะเห็นว่า จอภาพประเภทนี้เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ ทั้งป้อนข้อมูล (Input Device) เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์และเป็นอุปกรณ์แสดงผล (Output Device) ออกมาสู่ผู้ใช้ในตัวเดียวกัน

๗. เครื่องพิมพ์ (Printer)

คือ อุปกรณ์แสดงผลลัพธ์ที่ใช้พิมพ์ข้อมูลที่เป็นเอกสาร ข้อความ และรูปภาพให้ไปปรากฏบนกระดาษ เพื่อสามารถนำไปใช้ในงานอื่น ๆ ได้ เครื่องพิมพ์โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภท คือ

๗.๑ เครื่องพิมพ์แบบจุด (Dot Matrix Printer)

ภาพที่ ๓-๙ แสดงเครื่องพิมพ์แบบจุด (Dot Matrix Printer)

คือ เครื่องพิมพ์ที่อาศัยการใช้หัวเข็มไปกระแทกกระดาษ โดยผ่านผ้าหมึกทำให้เป็นจุดขึ้น ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายเครื่องพิมพ์ดีด คุณลักษณะเด่นของเครื่องพิมพ์แบบนี้ คือ สามารถพิมพ์ลงบนกระดาษที่มีหลายสำเนาหลายชุดได้ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาพิมพ์

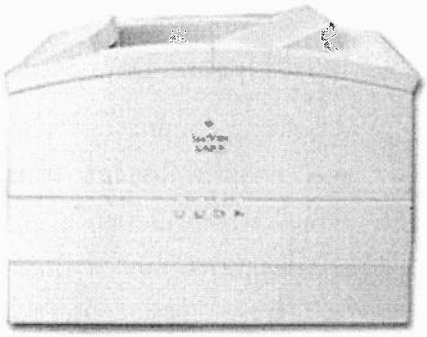
๗.๒ เครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก (Ink Jet Printer)

ภาพที่ ๓-๑๐ แสดงเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก (Ink Jet Printer)

คือ เครื่องพิมพ์ที่ใช้วิธีพ่นน้ำหมึกลงไปบนวัตถุงาน โดยหมึกจะถูกฉีดออกจากรูขนาดเล็กบนหัวพิมพ์ คุณลักษณะเด่นของเครื่องพิมพ์แบบนี้ คือ สามารถพิมพ์ภาพสีได้ โดยมีตลับหมึกสีแยกอิสระ สามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้ คุณภาพการพิมพ์คมชัดกว่าแบบใช้หัวเข็ม ให้ความละเอียดสูง

๗.๓ เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (Laser Printer)

มีหลักการทำงานเหมือนกับเครื่องถ่ายเอกสาร เป็นเครื่องพิมพ์ที่พัฒนามาจากเครื่องพิมพ์แบบจุดและแบบพ่นหมึกสามารถพิมพ์ได้เร็วกว่าแบบอื่น มีความคมชัดมากจึงได้รับความนิยมนำมาใช้งานในสำนักงานทั่วไป อย่างไรก็ตามเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ยังมีราคาสูงกว่าเครื่องพิมพ์แบบจุดและแบบพ่นหมึก



ภาพที่ ๓-๑๑ แสดงเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (Laser Printer)

บทที่ ๔

เทคโนโลยีสารสนเทศ

เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT) หมายถึงคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมโยงเข้ากับระบบสื่อสารเพื่อนำส่งข้อมูล รวมถึงเทคโนโลยีที่นำมาใช้เพื่อการผลิต การจัดการ การจัดเก็บ การสื่อสาร และการเผยแพร่ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศมีส่วนประกอบด้วยกัน ๒ ส่วน คือ

๑. เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์

๒. เทคโนโลยีด้านการสื่อสาร

ข้อมูลและสารสนเทศ (Data & Information)

๑. ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อมูลดิบ Raw Data ที่ยังไม่ได้ผ่านการประมวลผล

๒. สารสนเทศ (Information) หมายถึง ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลเพื่อให้นำไปใช้ประโยชน์

๓. ระบบสารสนเทศ (Information Systems)

๓.๑ บุคลากร (People)

๓.๒ กระบวนการ (Processes) หรือขั้นตอนการทำงาน (Procedure)

๓.๓ ชุดคำสั่งหรือโปรแกรม (Software)

๓.๔ Hardware

๓.๕ ข้อมูล (Data)

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลและ Algorithm

๑. ความหมายของข้อมูล

ข้อมูล คือ ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับบุคคล สิ่งของ หรือ เหตุการณ์ที่สนใจศึกษาอาจเป็นตัวเลข Numeric อาจเป็นตัวอักษรหรือข้อความ Alphabetic และข้อความที่เป็นตัวเลขผสมข้อความ Alphanumeric นอกจากนี้อาจเป็นภาพ Image หรือเสียง Sound ก็ได้

๒. โครงสร้างข้อมูล Data Structure

หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่อยู่ในโครงสร้างนั้น

๒.๑ การศึกษาโครงสร้างข้อมูล

๒.๑.๑ นิยาม (Definition) ศึกษาความหมาย ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและดำเนินการโครงสร้างข้อมูลประเภทนั้น

๒.๑.๒ Implement การนำไปใช้จริงในคอมพิวเตอร์

๒.๒ โครงสร้างข้อมูลแบบเป็น ๒ ประเภท

๒.๒.๑ ทางกายภาพ (Physical Data Structure)

๒.๒.๒ ทางตรรกะ (Logical Data Structure)

๒.๓ โครงสร้างข้อมูลตามลักษณะข้อมูลแบ่งเป็น ๒ ส่วน

๒.๓.๑ ข้อมูลเบื้องต้น (Primitive Data Types)

๒.๓.๒ ข้อมูลโครงสร้าง (Structure Data Types)

๒.๔ โครงสร้างข้อมูลทางตรรกะ

๒.๔.๑ แบบเชิงเส้น (Linear Data Structure)

๒.๔.๒ แบบไม่ใช่เชิงเส้น (Non-Linear Data Structure)

๒.๕ การแทนที่ข้อมูลในหน่วยความจำหลัก

๒.๕.๑ แบบ Static Memory Representation

๒.๕.๒ แบบ Dynamic Memory Representation

๒.๖ การแทนที่ข้อมูลแบบ Static หมายถึง การจองเนื้อที่แบบคงที่แน่นอน มีการกำหนดขนาดก่อนใช้งาน ไม่สามารถปรับขนาดได้

๒.๗ การแทนที่ข้อมูลแบบ Dynamic หมายถึง ไม่ต้องจองเนื้อที่และขนาดของเนื้อที่ก่อนการใช้งาน ยืดหยุ่นตามความต้องการของผู้ใช้

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม (Step in Program development)

๑. นิยามปัญหา

๒. เขียน Algorithm

๓. ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม

๔. แปล Algorithm เป็นภาษาคอมพิวเตอร์

๕. ติดตั้งโปรแกรม

๖. จัดทำคู่มือ

Algorithm ขั้นตอนการทำงาน

มีลำดับ มีความชัดเจน สามารถทำงานได้จริง มีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงานดังนี้

รหัสเทียม (Pseudo Code)

ผังงาน (Flowchart)

Pseudo Code

๑. คำสั่งรับค่า เช่น Read อ่านข้อมูลจากแฟ้ม Get รับค่าจาก Keyboard

๒. คำสั่งแสดงผล เช่น Print แสดงผลที่ได้จาก Keyboard Write แสดงผลโดยเขียนลงแฟ้ม , Put Output Display แสดงผลทางหน้าจอ

๓. คำสั่งคำนวณ เช่น + , - , * , / , ( ) Computer , Calculate

๔. กำหนดค่าเริ่มต้นให้ตัวแปร Initialize Set

Algorithm

คือ ลำดับขั้นตอนวิธีในการทำงานของโปรแกรมเพื่อแก้ไขปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

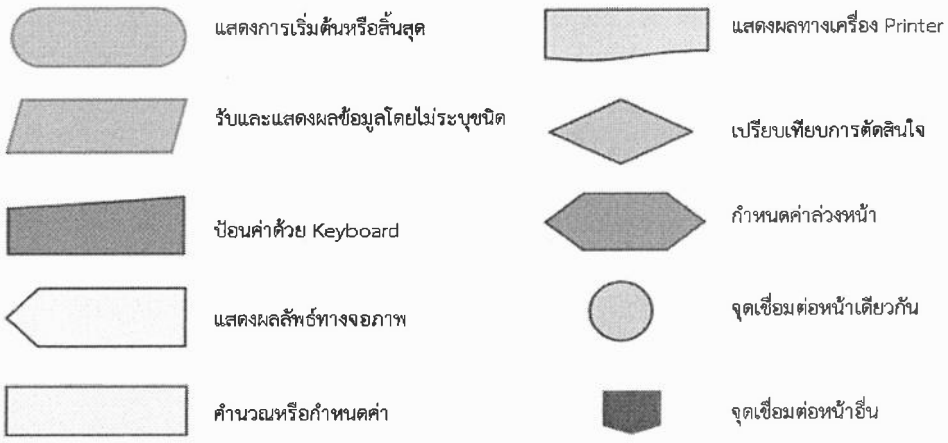
๑. การวิเคราะห์ปัญหา

- วิเคราะห์ผลลัพธ์ Output (กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน , รูปแบบของผลลัพธ์)
- วิเคราะห์ Input (ข้อมูลในการเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยอะไรบ้าง)
- Process เขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา

๒. Algorithm ที่ดี

- มีความถูกต้อง Correctness
- ง่ายต่อการอ่าน Readability
- ปรับปรุงได้ง่ายต่ออนาคต Ease of modification
- นำกลับมาใช้ใหม่ได้ Reused ability
- มีประสิทธิภาพ Efficiency

๓. ผังงาน Flowcharts



โครงสร้างพื้นฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

๑. โครงสร้างแบบลำดับ Sequence Structure

ทำงานตามลำดับ จากบนลงล่าง มีจุดเริ่มต้น – สิ้นสุด จุดเดียว เรียกใช้ Module อื่นได้

๒. โครงสร้างแบบเลือกทำ Selection Structure

มีเงื่อนไขที่ต้องตัดสินใจเลือกการทำงาน ผลลัพธ์ของเงื่อนไข คือ จริงหรือเท็จเท่านั้น

๒.๑ แบบ 1 ทางเลือก IF - THEN

๒.๒ แบบ 2 ทางเลือก IF - THEN - ELSE

๒.๓ แบบหลายทางเลือก IF - ELSE IF

๓. โครงสร้างแบบทำซ้ำหรือวนรอบ Repetition or Looping Structure

๓.๑ แบบทดสอบเงื่อนไขก่อน While มีเงื่อนไขหยุดการทำงาน ถ้าใช่ตามเงื่อนไขจะทำให้ทำงานต่อไป อาจไม่ได้ทำเลยแม้แต่ครั้งเดียว

๓.๒ การวนซ้ำแบบทดสอบเงื่อนไขทีหลัง Do While การทำงานครั้งแรกจะไม่มีการตรวจสอบเงื่อนไข เข้าไปทำงานอย่างน้อย ๑ ครั้ง แล้วจึงไปตรวจสอบเงื่อนไข

๓.๓ การวนซ้ำแบบระบุรอบแน่นอน For จะไม่มีเงื่อนไขในการทำงาน แต่จะหยุดทำงานเมื่อวน Loop ครบรอบ มีตัวนับ Counter คอยควบคุมจำนวนรอบ

ประโยชน์ของผังงาน

๑. ลำดับขั้นตอนการทำงานของ Program สามารถนำไปเขียน Program ได้ไม่สับสน
๒. ตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไข Program ได้ง่ายเมื่อเกิดข้อผิดพลาด
๓. การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงแก้ไข ทำได้อย่างสะดวกรวดเร็ว
๔. ผู้อื่นสามารถศึกษาการทำงานของ Program ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว

ตัวอย่าง Program = Visio , Smart Draw , E-draw , My Map

การทดสอบ Program เรียกว่าการ Debugging การนำ Program มาตรวจสอบด้วยการแปล Program โดยใช้ตัวแปลภาษา Complier หรือ Interpreter

Complier

๑. ใช้กับการทำงานในภาษาระดับสูง
๒. แปลชุดคำสั่งที่เขียนทั้งหมดในคราวเดียว
๓. เป็นชุดของรหัสคำสั่งเก็บไว้ใช้เมื่อต้องการ
๔. เหมาะกับการเขียน Program ขนาดใหญ่และซับซ้อน

Interpreter

๑. สำหรับการเขียน Program ในภาษาระดับสูง
๒. แปลความหมายของชุดคำสั่งทีละบรรทัด
๓. เหมาะกับการเขียน Program ที่มีขนาดเล็ก

กรรมวิธีการออกแบบ Program (Program Design Methodology)

๑. การออกแบบ Program แบบ Procedure - Driven

ตั้งอยู่บนแนวคิดของคุณสมบัติ Program ว่ามีกระบวนการหรือฟังก์ชั่น Process and Function อะไรบ้างที่ต้องทำ แต่ละกระบวนการมีการไหลของข้อมูลเข้า และข้อมูลออกอย่างไร มีการแตก Function การทำงานเป็นส่วน ๆ ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลจะถูกนำมาพิจารณาทีหลังจนกว่าจะได้มีการกำหนด Function การทำงานขึ้นมา

๒. การออกแบบ Program แบบ Event - Driven

ตั้งอยู่บนแนวความคิดของเหตุการณ์ หรือการโต้ตอบจากภายนอกเป็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อ Program ในด้านความเปลี่ยนแปลงในแต่ละสถานะ โดยสถานะเริ่มต้นของ Program

จะถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการนำเสนอต่อเหตุการณ์ในขณะนั้น แต่ละเหตุการณ์จะส่งผลต่อความเปลี่ยนแปลง Program ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละสถานะ

๓. การออกแบบ Program แบบ Data - Driven

ตั้งอยู่บนแนวความคิดของข้อมูลใน Program มากกว่ากระบวนการ เริ่มต้นจากการวิเคราะห์ข้อมูล และความสัมพันธ์ของข้อมูล มีการกำหนดโครงสร้างข้อมูลเบื้องต้น ความต้องการในผลลัพธ์ของข้อมูลจะถูกพิจารณาลำดับถัดไปว่ามีกระบวนการใดที่จะทำการแปลงข้อมูลนำเข้าเพื่อ Output ที่ต้องการ

๔. Procedural ตั้งบนพื้นฐานของการ Program เชิงโครงสร้าง

๔.๑ Top - Down Approach แบบบนลงล่าง แตกขั้นตอนเป็นลำดับจนถึงลำดับสุดท้าย Function Decomposition

๔.๒ What มุ่งเน้นเกี่ยวกับ Program ว่า Program ต้องทำอะไร

๔.๓ Processes การกำหนดกระบวนการเพื่อใช้แก้ไขปัญหาของ Program

๔.๔ แตกงานออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่า Function

๔.๕ ออกแบบ Program แบบ Module รวบรวมแนวคิดของการออกแบบ Module ประกอบด้วยขั้นตอน Step หรือกลุ่มงานย่อย Subtasks

๕. Object Oriented Programming การ Program เชิงวัตถุ

๕.๑ แจกแจงรายละเอียดของปัญหา

๕.๒ มุ่งเน้นเกี่ยวกับวัตถุ

๕.๓ มองวัตถุหรือ Object เป็นแหล่งรวมข้อมูล และกระบวนการเข้าไว้ด้วยกัน

๕.๔ Class ตัวกำหนดคุณสมบัติของวัตถุ

๕.๕ Inheritance การสืบทอดคุณสมบัติของ Class ไปยัง Subclass

๕.๖ Subclass คือ Class ย่อย

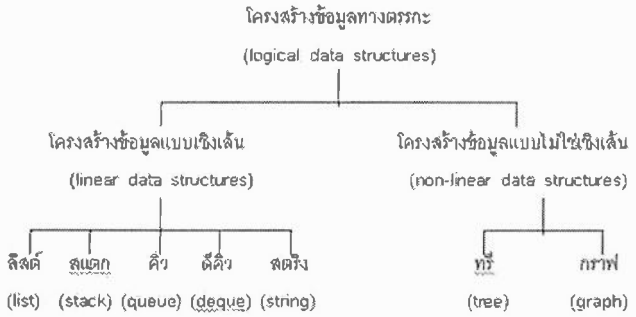
๕.๗ Reusable การนำมาใช้ใหม่ ลดขั้นตอนการพัฒนา Program

โครงสร้างข้อมูล (Data Structure)

๑. หน่วยข้อมูลย่อยๆ ที่ถูกจัดวางในรูปแบบที่เหมาะสมและกำหนดลักษณะความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงทางตรรกะเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานใน Program

๒. การรวบรวมประเภทของข้อมูลเข้าไว้ด้วยกัน จนกระทั่งกลายเป็นกลุ่มของข้อมูล ประเภทข้อมูลมีการกำหนดนิยามของความสัมพันธ์ภายในกลุ่มข้อมูลไว้อย่างชัดเจน

โครงสร้างข้อมูลทางตรรกะ Logical Data Structure เป็นโครงสร้างข้อมูลที่เกิดจากจินตนาการของผู้ใช้เพื่อใช้แก้ปัญหาใน Program ที่สร้างขึ้น จำแนกได้ ๒ ประเภท



ภาพที่ ๔-๑ แสดงโครงสร้างข้อมูลทางตรรกะ

๓. ประสิทธิภาพของ Algorithm พิจารณาจาก ๒ ส่วนหลัก คือ

๓.๑ เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (Time)

๓.๒ หน่วยความจำที่ต้องใช้ในการประมวลผล (Memory)

๔. การประเมินประสิทธิภาพของ Algorithm

๔.๑ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ Algorithm Performance Analysis ใช้วิธีการวิเคราะห์ วิธีการทำงานของ Algorithm

๔.๒ การวัดประสิทธิภาพของ Algorithm Performance Measurement วัดผลจากการทดลองจริง

๕. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ Algorithm

๕.๑ วิเคราะห์หน่วยความจำที่ต้องใช้ในการประมวลผล (Space Complexity)

๕.๒ วิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (Time Complexity)

๖. องค์ประกอบของ Space Complexity

๖.๑ Instruction Space หมายถึง จำนวนของหน่วยความจำที่ Complier ต้องใช้ขณะทำการ Compile Program ซึ่งหน่วยความจำที่ต้องใช้ขึ้นอยู่กับ Complier แต่ละประเภท

๖.๒ Data Space หมายถึง จำนวนหน่วยความจำที่ต้องใช้สำหรับเก็บค่าคงที่ และตัวแปรทั้งหมดในการประมวลผล Program แบบ Static จำนวนของหน่วยความจำที่ต้องใช้อย่างแน่นอนไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น Array แบบ Dynamic จำนวนของหน่วยความจำที่ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และทราบจำนวนหน่วยความจำที่ใช้ต่อเมื่อ Program กำลังทำงานอยู่

๖.๓ Environment Stack Space หมายถึง จำนวนหน่วยความจำที่ต้องใช้เก็บผลลัพธ์ของข้อมูลเอาไว้ เพื่อรอเวลาที่จะนำผลลัพธ์กลับไปประมวลผลอีกครั้ง เกิดขึ้นเมื่อมีการร้องขอให้นำมาใช้เท่านั้น ใช้เทคนิค Recursive

๗. เวลาในการประมวลผลของ Program

๗.๑ Compile Time หมายถึง เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบไวยากรณ์ Syntax ของ Code ว่าเขียนถูกต้องหรือไม่

๗.๒ Run Time เวลา Execute Time หมายถึง เวลาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้ประมวลผล

๘. การนับตัวดำเนินการ Operation Count

๘.๑ Linear Loop หมายถึง Algorithm แบบวนรอบ แต่ละ Loop เพิ่มลดค่าปริมาณคงที่

๘.๒ Logarithm Loop หมายถึง เพิ่มลดค่าเป็นเท่าตัว

๘.๓ Nested Loop หมายถึง Loop ซ้อนอยู่ภายใน Loop

๙. Array โครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน

เป็นกลุ่มหรือชุดที่เรียงติดต่อกันเป็นแถว มีขอบเขตจำกัด มีขนาดคงที่ Array 1 มิติ Array Name [L : U] L คือขอบเขตล่างสุด และ U คือขอบเขตบนสุด

๙.๑ การประกาศ Array 1 มิติ

Dim ชื่อ as ประเภทข้อมูล

การหาจำนวนสมาชิก Array 1 มิติ คือ (U - L) + 1

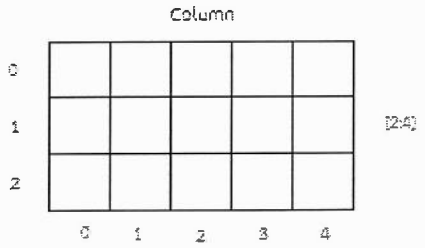
Array ๒ มิติ Array Name [L1 : U1] , [L2 : U2] Dim Array[R : C] as

L1 ขอบเขตล่างสุดของแถว

U1 ขอบเขตบนสุดของแถว

L2 ขอบเขตล่างสุดของคอลัมน์

U2 ขอบเขตบนสุดของคอลัมน์



การหาจำนวนสมาชิก = (U1 - L1) + 1 × (U2 - L2) + 1

Array 3 มิติ Array Name [L1 : U1 , L2 : U2 , L3 : U3] Dim Array [R : C : L] as ...

Link List โครงสร้างข้อมูลที่สร้างขึ้นมาเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการเสียเวลาในการเพิ่มและลบข้อมูลของโครงสร้างแบบ Array

ฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ

ลดการใช้เอกสารข้อมูลมาบันทึกลงสื่อบันทึกข้อมูล ฐานข้อมูลเป็นแหล่งรวมของแฟ้มข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล Bit →Byte→Field→Record→File

ตารางทั้งหลายมีการเชื่อมโยงกันผ่านคีย์ภายใต้แบบจำลองฐานข้อมูลที่เรียกว่าฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ Relation Database

ระบบจัดการข้อมูล Database Management System : DBMS คือ Software ที่เป็นเครื่องมือให้ผู้ใช้โต้ตอบกับฐานข้อมูลได้ ผ่านการจัดการด้วยการใช้ชุดคำสั่ง SQL (ภาษายุคที่ ๔)

๑. ประโยชน์ของฐานข้อมูล

๑.๑ ลดความซ้ำซ้อน

๑.๒ ข้อมูลมีความสอดคล้องกันมากขึ้น

๑.๓ เพิ่มความปลอดภัยมากขึ้น

๑.๔ ง่ายต่อการบำรุงรักษา

ฐานข้อมูลบนเว็บ Web Database มีวัตถุประสงค์หลักคือ การค้นคืนสารสนเทศ Data Retinol ผู้ใช้สามารถค้นหาผ่านทางการตั้งเงื่อนไขเพื่อการค้นหา ฐานข้อมูลจะถูกเก็บไว้ที่เครื่อง Server

ฐานข้อมูลบนเว็บทำงานโดยข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ร้องขอ จะถูกส่งไปยัง Web Server จากนั้นจะแปลงคำร้องขอมาเป็นการ Query ฐานข้อมูล และผ่านไปยัง Data base Server ด้วย Program Middle Ware รวมทั้งภาษา Script ต่างๆ

Middle Ware คือ Software ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ Application เข้าด้วยกัน เช่น Web Server และ DBMS เพื่อผูกฐานข้อมูลไปยัง Website

Common Gateway CGI เป็นชุดของมาตรฐานสำหรับสื่อสารระหว่าง Browser และ Program ที่รันอยู่บนฝั่ง Server ช่วยเหลือการโต้ตอบระหว่าง User กับ Server Active Server Package ASP

JAVA Service Pages (JSP) JAVA Script

เป็นภาษาสร้างสรรค์การโต้ตอบ และ Active Content จากผู้ใช้ SUN ไม่ขึ้นต่อ Platform ความสำคัญอยู่ที่ JVM JAVA Virtual Machine ที่ไว้ใช้สำหรับแปลภาษา JAVA Applets ออกแบบมาเพื่อใช้งานบน Webpage ผ่านการแสดงผลบน Browser

SDLC System Development Life Cycle

๑. วางแผน

Why ระยะที่ ๑ วางแผนโครงการ Project Planning Phase

๑.๑ กำหนดปัญหา Problem Definition

๑.๒ ศึกษาความเป็นไปได้ Feasibility Study

๑.๓ บริหารโครงการ Project Management

๒. วิเคราะห์

Who ระยะที่ ๒ การวิเคราะห์ Analysis Phase (รวบรวมความต้องการ)

๒.๑ วิเคราะห์ระบบงานปัจจุบัน

๒.๒ สร้างข้อกำหนด Requirement Specification

๒.๓ สร้างแบบจำลองกระบวนการ DFD Data Flow Diagram

๒.๔ สร้างแบบจำลองข้อมูล Entity Relationship Diagram ERD ,ER Diagram

๓. ออกแบบ

ระยะที่ ๓ การออกแบบ Design Phase

๓.๑ การจัดหาระบบ

๓.๒ การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ

๓.๓ คัดเลือก Hard Software

๓.๔ ออกแบบฐานข้อมูล

๓.๕ ออกแบบ Output

๓.๖ ออกแบบ Input

๓.๗ ออกแบบ User Interface

๓.๘ จัดทำต้นแบบ Photo type

๓.๙ ออกแบบโปรแกรม

๔. นำไปใช้

ระยะที่ ๔ การนำไปใช้ Implementation Phase

๔.๑ การเขียนโปรแกรมและทดสอบระบบ

๔.๒ การแปลงข้อมูล Data Conversion

๔.๓ การปรับเปลี่ยนระบบ

๔.๔ การฝึกอบรมผู้ใช้ และประเมินผลระบบใหม่

๕. ปรับปรุง บำรุงรักษา

ระยะที่ ๕ การบำรุงรักษา Maintenance Phase

๕.๑ การบำรุงรักษาระบบด้วยการแก้ไขให้ถูกต้อง

๕.๒ การบำรุงรักษาระบบด้วยการดัดแปลง

๕.๓ การบำรุงรักษาระบบด้วยการปรับปรุงให้ดีขึ้น

๕.๔ การบำรุงรักษาระบบเชิงป้องกัน

ระบบสารสนเทศ Information System

(ตามระเบียบของกองทัพอากาศว่าด้วยการรักษาความปลอดภัยระบบสารสนเทศของกองทัพอากาศ พ.ศ. ๒๕๕๒)

๑. กระบวนการ ได้แก่ วิธีการในการเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูลเพื่อที่จะเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ และเผยแพร่ข้อมูลให้อยู่ในลักษณะของสารสนเทศที่ผู้ใช้ต้องการ

๒. Computer คือ เครื่องมือหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสามารถในการคำนวณอัตโนมัติตามคำสั่ง ส่วนที่ใช้ประมวลผลเรียกว่า หน่วยประมวลผล

๓. Program Computer คือ ชุดของคำสั่งที่ระบุขั้นตอนการคำนวณ ผลลัพธ์เป็นได้ทั้งตัวเลข ข้อความ รูปภาพ เสียง หรืออยู่ในรูปแบบอื่น ๆ อาจมีลักษณะเป็น คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ โทรศัพท์แบบฉลาด Smart Phone ตลอดจนระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว Embedded

๔. ภัย (Threat) คือ อันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับระบบสารสนเทศ โดยคน Person สิ่งต่างๆ Thing เหตุการณ์ ทั้งเจตนาและไม่เจตนา เป็นเหตุทำให้ข้อมูลข่าวสารของระบบสารสนเทศถูกเปิดเผย เปลี่ยนแปลง บิดเบือน ทำลาย ปฏิเสธการทำงาน

๕. ความอ่อนแอ (Vulnerability) คือ จุดอ่อนหรือข้อบกพร่องใด ๆ ก็ตามของระบบสารสนเทศ ที่ภัยในรูปแบบที่เหมาะสมกัน สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบสารสนเทศนั้น ๆ ได้

๖. ความเสี่ยง (Risk) คือ โอกาสของการเกิดภัยในรูปแบบที่เหมาะกับความอ่อนแอที่มีอยู่ของระบบสารสนเทศ

๗. การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) คือ กระบวนการวิเคราะห์ภัย และความอ่อนแอของระบบสารสนเทศ รวมทั้งผลกระทบจากการสูญเสียสารสนเทศ หรือสูญเสียความสามารถในการรักษาความปลอดภัยของระบบสารสนเทศ การประเมินความเสี่ยงใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดมาตรการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสมให้กับระบบสารสนเทศต่อไป

๘. ระบบสื่อสารข้อมูล (Data Communication) ประกอบด้วย ผู้รับ ผู้ส่ง และสื่อกลางในระบบสื่อสารที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูล ทั้งแบบสายและไร้สาย

๙. ระบบคอมพิวเตอร์ (Computer System) คือ ระบบที่ประกอบด้วย Hardware (ส่วนเครื่อง) Software ชุดคำสั่ง และ Peopleware หรือ บุคลากร Computer ที่ใช้ประมวลผลข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศ

๑๐. สารสนเทศ (Information) คือ ข้อเท็จจริงที่ได้จากการสกัดข้อมูลให้มีความหมายโดยผ่านการประมวลผล การจัดระเบียบให้ข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปของ ตัวเลข ข้อความ หรือภาพกราฟให้เป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่าย เช่น รายงาน ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น

๑๑. พื้นที่ใช้งานระบบสารสนเทศ (Information System Workspace) คือ พื้นที่ที่ใช้ติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่าย หรือระบบสารสนเทศอื่น ๆ หรือเตรียมข้อมูลเก็บอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พื้นที่เป็นห้องทำงานของบุคลากรคอมพิวเตอร์ รวมทั้ง คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ติดตั้งประจำโต๊ะทำงาน

๑๒. เครือข่ายระบบสารสนเทศ คือ การติดต่อสื่อสาร หรือการส่งข้อมูลกันระหว่างระบบสารสนเทศของกองทัพอากาศ

๑๒.๑ ระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุน (Support Information System : SIS)

๑๒.๒ ระบบสารสนเทศเพื่อการยุทธ (Combat Information System : CIS)

๑๒.๓ ระบบเชื่อมโยงข้อมูลและยุทธวิธี (Tactical Data Link : TDL)

๑๒.๔ ระบบป้องกันทางอากาศอัตโนมัติ (Royal Thai Air Defense System : RTADS)

๑๒.๕ ระบบบัญชาการและควบคุมทางอากาศ (Air Command and Control System : ACCS)

๑๒.๖ ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (Management Information System : MIS)

๑๒.๗ ระบบสารสนเทศสำหรับผู้บังคับบัญชาการระดับสูง (Executive Information System : EIS)

๑๒.๘ Intranet

๑๓. สารสนเทศที่กำหนดชั้นความลับ คือ สารสนเทศในรูปข้อมูลหรือข่าวสารที่บันทึกไว้ในแบบใด ๆ ที่กำหนดชั้นความลับตามความสำคัญของเนื้อหา จำกัดการเข้าถึงหรือจำกัดให้ทราบเท่าที่จำเป็น รวมถึงจานบันทึก ประมวลลับ รหัส และรหัสผ่านที่กำลังใช้อยู่ หรือเตรียมจะใช้ตลอดจนวัสดุ หรือเอกสารทุกอย่างที่บันทึกเรื่องดังกล่าว

๑๔. การรักษาความปลอดภัยระบบสารสนเทศ คือ การดำเนินการเพื่อให้ระบบสารสนเทศมีคุณสมบัติดังนี้

๑๔.๑ Confidentiality การรักษาความลับของข้อมูลให้เข้าถึงได้สำหรับผู้มีสิทธิเท่านั้น

๑๔.๒ Integrity คงสภาพความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากผู้ไม่มีสิทธิ และการเปลี่ยนแปลงที่ผิดพลาดจากผู้มีสิทธิ

๑๔.๓ Availability มีสภาพพร้อมใช้งาน สามารถให้บริการต่อเนื่องอย่างมีเสถียรภาพและเมื่อเกิดปัญหา สามารถกู้กลับมาได้

๑๕. คณะกรรมการรักษาความปลอดภัยระบบสารสนเทศ คือ คณะกรรมการที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้บังคับบัญชา เพื่อช่วยในการบริหารและจัดดำเนินการ งานด้านการรักษาความปลอดภัยระบบสารสนเทศของหน่วยงาน หรือของระบบตามสายงาน

๑๖. นายทหารรักษาความปลอดภัยของระบบสารสนเทศ คือ นายทหารสัญญาบัตรที่ได้รับการคัดเลือกและแต่งตั้ง ให้เป็นนายทหารรักษาความปลอดภัยระบบสารสนเทศ

๑๗. ผู้ปฏิบัติหน้าที่ด้านระบบสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความปลอดภัยระบบสารสนเทศ

๑๗.๑ ผู้บริหารระบบ (System Administer)

๑๗.๒ ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administer)

๑๗.๓ ผู้บริหารเครือข่าย (Network Administer)

๑๗.๔ ผู้เขียนโปรแกรม (Programmer)

ผู้ปฏิบัติหน้าที่ด้านระบบสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความปลอดภัยของระบบสารสนเทศ

๑. ผู้บริหารระบบ System Administrator มีหน้าที่ดำเนินการให้ผู้ใช้ที่ได้รับอนุญาตเข้าถึงระบบคอมพิวเตอร์ได้ วางระบบป้องกันการเข้าถึงในระบบสารสนเทศให้พ้นจากผู้ไม่เกี่ยวข้อง รักษาความลับ คงสภาพและสร้างสภาพพร้อมใช้งาน

๑.๑ Authentication กำหนดให้มีกระบวนการพิสูจน์ทราบ

๑.๒ Authorization กำหนดสิทธิ

๑.๓ Audit Log บันทึกปุ่มใช้งานที่เหมาะสม

นอกจากนั้นต้องมีหน้าที่ในปฏิบัติตามแผนสำรองและกู้ข้อมูล โดยหากเป็นเครือข่ายด้านยุทธการควรต้องกำหนดกระบวนการพิสูจน์ทราบที่ใช้มากกว่า Password หรือเป็น Multi Factor Authentication เช่น ใช้ Smart Card หรืออ่านลายนิ้วมือ

๒. ผู้บริหารฐานข้อมูล Database Administrator มีหน้าที่ดำเนินการให้ผู้ได้รับอนุญาตสามารถเข้าถึงระบบเครือข่ายได้ วางระบบป้องกันการเข้าถึงฐานข้อมูลให้พ้นจากผู้ไม่เกี่ยวข้องรักษาความลับ คงสภาพพร้อมใช้งานให้ฐานข้อมูล

๓. ผู้บริหารเครือข่าย Network Administrator มีหน้าที่ดำเนินการให้ผู้ได้รับอนุญาตสามารถเข้าถึงระบบเครือข่ายได้ วางระบบป้องกันการเข้าถึงเครือข่ายให้พ้นจากผู้ไม่เกี่ยวข้อง รักษาความลับโดยการเลือกการเข้าใช้รหัสที่เหมาะสม คงสภาพและสร้างสภาพพร้อมใช้งานให้ระบบเครือข่าย

๔. ผู้เขียนโปรแกรม มีหน้าที่ดำเนินการให้ผู้ใช้ที่ได้รับอนุญาตสามารถเข้าถึง Program ได้ตรวจหาข้อบกพร่อง หรือสิ่งอื่นใดที่เป็นภัยต่อ Program เพื่อกำจัดก่อนนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศ

บทที่ ๕

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลหมายถึง การโอนถ่าย (Transmission) ข้อมูลหรือการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างต้นทางกับปลายทาง โดยใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งมีตัวกลาง เช่น ซอฟต์แวร์ คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการส่ง และการไหลของข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง นอกจากนี้อาจจะมี ผู้รับผิดชอบในการกำหนดกฎเกณฑ์ในการส่งหรือรับข้อมูลตามรูปแบบที่ต้องการ

องค์ประกอบพื้นฐานของระบบสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์นั้น จะทำได้ก็ต่อเมื่อมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑. ผู้ส่งหรืออุปกรณ์ส่งข้อมูล (Sender)

ข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ต้นทางจะต้องจัดเตรียมนำเข้าสู่อุปกรณ์สำหรับส่งข้อมูล ซึ่งได้แก่ เครื่องพิมพ์หรือ อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ จานไมโครเวฟ จานดาวเทียม ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถส่งข้อมูลนั้นได้ก่อน

๒. ผู้รับหรืออุปกรณ์รับข้อมูล (Receiver)

ข้อมูลที่ถูกส่งจากอุปกรณ์ส่งข้อมูลต้นทาง เมื่อไปถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูลเหล่านั้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป อุปกรณ์เหล่านี้ ได้แก่ เครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ จานไมโครเวฟ จานดาวเทียม ฯลฯ

๓. โปรโตคอล (Protocol)

โปรโตคอล คือ กฎระเบียบ หรือวิธีการใช้เป็นข้อกำหนดสำหรับการสื่อสารเพื่อให้ผู้รับและผู้ส่งเข้าใจกันได้ ซึ่งมีหลายชนิดให้เลือกใช้ เช่น TCP/IP, X.25, SDLC เป็นต้น

๔. ซอฟต์แวร์ (Software)

การส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีโปรแกรมสำหรับดำเนินการ และควบคุมการส่งข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่กำหนดไว้ ได้แก่ Novell's NetWare UNIX Windows NT ฯลฯ

๕. ข่าวสาร (Message)

เป็นรายละเอียดซึ่งอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะส่งผ่านระบบการสื่อสาร ซึ่งมีหลายรูปแบบดังนี้

๕.๑ ข้อมูล (Data)

เป็นรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งถูกสร้างและจัดเก็บด้วยคอมพิวเตอร์มีรูปแบบแน่นอน เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับบุคคล ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า เป็นต้น ข้อมูลสามารถนับจำนวนได้และส่งผ่าน ระบบสื่อสารได้เร็ว

๕.๒ ข้อความ (Text)

อยู่ในรูปของเอกสารหรือตัวอักขระ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ชัดเจนนับจำนวนได้ค่อนข้างยาก และมีความสามารถในการส่งปานกลาง

๕.๓ รูปภาพ (Image)

เป็นข่าวสารที่อยู่ในรูปของภาพกราฟิกแบบต่าง ๆ ได้แก่ รูปภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดิโอ ซึ่งข้อมูลชนิดนี้จะต้องอาศัยสื่อสำหรับเก็บ และใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมาก

๕.๔ เสียง (Voice)

อยู่ในรูปของเสียงพูด เสียงดนตรี หรือเสียงอื่น ๆ ข้อมูลชนิดนี้จะกระจัดกระจาย ไม่สามารถวัดขนาดที่แน่นอนได้ การส่งจะทำได้ด้วยความเร็วค่อนข้างต่ำ

๖. ตัวกลาง (Medium)

เป็นตัวกลางหรือสื่อกลางที่ทำหน้าที่นำข่าวสารในรูปแบบต่าง ๆ จากผู้ส่งหรืออุปกรณ์ส่งต้นทางไปยัง ผู้รับ หรืออุปกรณ์รับปลายทาง ซึ่งมีหลายรูปแบบได้แก่ สายไฟ ขดลวด สายเคเบิล สายไฟเบอร์ออฟติก ตัวกลางอาจจะอยู่ในรูปของคลื่นที่ส่งผ่านทางอากาศ เช่น คลื่นไมโครเวฟ คลื่นดาวเทียม หรือคลื่นวิทยุ เป็นต้น

การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับสื่อสารข้อมูล

เป็นการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ต้นทางเข้ากับคอมพิวเตอร์ปลายทาง โดยใช้ตัวกลาง หรือสื่อกลาง สำหรับเชื่อมต่อ ซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ การต่อแบบสายตรงตามรูปนั้น อาจจะต่อตรงโดยใช้ช่องต่อ แบบขนานของเครื่อง ทั้ง ๒ เครื่อง เพื่อใช้สำหรับโอนย้ายข้อมูลระหว่างเครื่องได้ หรืออาจจะต่อโดยใช้ อินเทอร์เฟสคาร์ดใส่ไว้ใน เครื่องสำหรับเป็นจุดต่อก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งานเป็นการเชื่อมต่อ ระยะไกลจากคอมพิวเตอร์ต้นทางไปยังปลายทาง โดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ การส่งสัญญาณข้อมูล (Transmission Definition)

การส่งสัญญาณข้อมูล หมายถึง การส่งข้อมูลหรือข่าวสารต่าง ๆ จากอุปกรณ์สำหรับส่งหรือผู้ส่ง ผ่านทาง ตัวกลางหรือสื่อกลาง ไปยังอุปกรณ์รับหรือผู้รับข้อมูลหรือข่าว ซึ่งข้อมูลหรือข่าวสารที่ส่งไปอาจจะอยู่ในรูปของ สัญญาณเสียง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือแสงก็ได้โดยที่สื่อกลางหรือตัวกลางของสัญญาณนั้น แบ่งเป็น ๒ ชนิด คือ ชนิดที่สามารถกำหนดเส้นทางสัญญาณได้ เช่น สายเกลียวคู่ (Twisted pair) สายโทรศัพท์ สายโคแอกเชียล (Coaxial) สายใยแก้วนำแสง (Fiber optic) ส่วนตัวกลางอีกชนิดหนึ่งนั้น ไม่สามารถกำหนดเส้นทางของสัญญาณได้ เช่น สุญญากาศน้ำ และชั้นบรรยากาศ เป็นต้น

แบบของการส่งสัญญาณข้อมูล

การส่งสัญญาณข้อมูล สามารถแบ่งได้เป็น ๓ รูปแบบ ดังนี้

๑. การส่งสัญญาณทางเดียว (One-Way Transmission หรือ Simplex)

การส่งสัญญาณแบบนี้ในเวลาเดียวกันจะส่งได้เพียงทางเดียวเท่านั้น ถึงแม้ว่าตัวส่งจะมีสัญญาณช่องทางก็ตาม ซึ่งจะเรียกการส่งสัญญาณทางเดียวนี้ว่า ซิมเพล็กซ์ ผู้ส่งสัญญาณจะส่งได้ทางเดียว โดยที่ผู้รับจะไม่สามารถโต้ตอบได้ เช่น การส่งวิทยุกระจายเสียง การแพร่ภาพโทรทัศน์

๒. การส่งสัญญาณกึ่งทางคู่ (Half-Duplex หรือ Either-Way)

การส่งสัญญาณแบบนี้เมื่อผู้ส่งได้ทำการส่งสัญญาณไปแล้ว ผู้รับก็จะรับสัญญาณนั้น หลังจากนั้นผู้รับ ก็สามารถปรับมาเป็นผู้ส่งสัญญาณแทน ส่วนผู้ส่งเดิมก็ปรับมาเป็นผู้รับแทนสลับกันได้ แต่ไม่สามารถส่งสัญญาณพร้อมกันในเวลาเดียวกันได้ จึงเรียกการส่งสัญญาณแบบนี้ว่า ฮาร์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex หรือ HD) ได้แก่ วิทยุสนามที่ตำรวจใช้ เป็นต้น

๓. การส่งสัญญาณทางคู่ (Full-Duplex หรือ Both way Transmission)

การส่งสัญญาณแบบนี้สามารถส่งข้อมูลได้พร้อมกันทั้งสองทางในเวลาเดียวกัน เช่น การใช้โทรศัพท์ ผู้ใช้สามารถพูดสายโทรศัพท์ได้พร้อม ๆ กัน

มาตรฐานสากล (International Standards)

เพื่อความเป็นระเบียบ และความสะดวกของผู้ผลิตในการผลิตอุปกรณ์สื่อสารแบบต่าง ๆ ขึ้นมา จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานสากล สำหรับระบบติดต่อสื่อสารข้อมูลขึ้น ซึ่งประกอบด้วยโปรโตคอล และสถาปัตยกรรมโดยมีการจัดตั้งองค์การสำหรับพัฒนา และควบคุมมาตรฐานมีองค์กร ต่อไปนี้

๑. ISO (The International Standards Organization)

เป็นองค์การสากลที่พัฒนามาตรฐานสากลเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมเครือข่าย โดยมีการแบ่งโครงสร้างในการติดต่อสื่อสารออกเป็น ๗ ชั้น (Layers)

๒. CCITT (Comite Consultatif International Telephonique et Telegraphique)

เป็นองค์กรสากลที่พัฒนามาตรฐาน V และ X โดยที่มาตรฐาน V ใช้สำหรับวงจรโทรศัพท์และโมเด็ม เช่น v29,v34 ส่วนมาจรฐาน X ใช้กับเครือข่ายข้อมูลสาธารณะเช่นเครือข่าย X.25 แพ็กเกจสวิตช์ (Package switch) เป็นต้น

๓. ANSI (The American National Standards Institute)

เป็นองค์กรมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ANSI ได้พัฒนามาตรฐานเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลและระบบเครือข่ายมาตรฐานส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ตัวเลข ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลและมาตรฐานเทอร์มินัล

๔. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

เป็นมาตรฐานที่เกิดจากการรวมตัวของกลุ่มนักวิชาการ และผู้ปกครองอาชีพทางสาขาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ในอเมริกา มาตรฐานจะเน้นไปทางด้านอุตสาหกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโพรเซสเซอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในไมโครคอมพิวเตอร์ เช่น IEEE 802.3 ซึ่งใช้ระบบ LAN (Local Area Network)

๕. EIA (The Electronics Industries Association)

เป็นองค์กรมาตรฐานของอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานทางด้านไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ มาตรฐาน EIA จะขึ้นต้นด้วย RS (Recommended standard) เช่น Rs-232-c เป็นต้น

การผลิตของผู้ประกอบการต่าง ๆ ไม่ว่าจะใช้มาตรฐานใดก็ตาม สิ่งที่ผลิตนั้นอย่างน้อยจะต้องได้ครบตามมาตรฐาน แต่อาจจะดีเหนือกว่ามาตรฐานก็ได้

ลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการส่งสัญญาณข้อมูล

การส่งสัญญาณข้อมูล หรือข่าวสารต่าง ๆ สามารถทำได้ ๒ ลักษณะดังนี้

๑. การส่งสัญญาณแบบแอนะล็อก (Analog Transmission)

การส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกจะไม่คำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในสัญญาณเลย โดยสัญญาณจะแทนข้อมูล แอนะล็อก เช่น สัญญาณเสียง เป็นต้น ซึ่งสัญญาณแอนะล็อกที่ส่งออกไปนั้นเมื่อระยะห่างออกไปสัญญาณก็จะอ่อนลงเรื่อย ๆ ทำให้สัญญาณไม่ค่อยดี ดังนั้นเมื่อระยะห่างไกลออกไปสามารถแก้ไขได้โดยใช้เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier) แต่ก็มีผลทำให้เกิดสัญญาณรบกวน (Noise) ขึ้น ยิ่งระยะไกลมากขึ้นสัญญาณรบกวนก็เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถแก้ไขสัญญาณรบกวนนี้ได้โดยใช้เครื่องกรองสัญญาณ (Filter) เพื่อกรองเอาสัญญาณรบกวนออกไป

๒. การส่งสัญญาณแบบดิจิทัล (Digital Transmission)

การส่งสัญญาณแบบดิจิทัลจะใช้เมื่อต้องการข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจนแน่นอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสนใจรายละเอียดทุกอย่างที่บรรจุมากับสัญญาณ ในทำนองเดียวกันกับการส่งสัญญาณแบบแอนะล็อก กล่าวคือ เมื่อระยะทางในการส่งมากขึ้น สัญญาณดิจิทัลก็จะจางลง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยใช้อุปกรณ์ทำสัญญาณซ้ำ หรือ รีพีตเตอร์ (Repeater)

ปัจจุบันการส่งสัญญาณแบบดิจิทัลจะเข้ามามีบทบาทสูงในการสื่อสารข้อมูล เนื่องจากให้ความถูกต้องชัดเจนของข้อมูลสูง และส่งได้ในระยะไกลด้วย สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้ง่ายด้วย ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณจากคอมพิวเตอร์อยู่ในรูปของดิจิทัลนั่นเอง แต่เดิมนั้น ถ้าหากระยะทางในการสื่อสารไกล มักจะใช้สัญญาณแบบแอนะล็อกเสียส่วนใหญ่ เช่น โทรศัพท์, โทรเลข เป็นต้น

รหัสที่ใช้ส่งสัญญาณข้อมูล (Transmission Code)

การส่งสัญญาณการสื่อสารถูกแบ่งออกเป็น ๒ ระบบ คือ แบบดิจิทัลและแบบแอนะล็อก ซึ่งการส่งสัญญาณ แบบแอนะล็อกส่วนใหญ่จะเป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างมนุษย์ ได้แก่ การได้ยิน การมองเห็น อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น โทรศัพท์วิทยุ โทรทัศน์ สำหรับการส่งสัญญาณแบบดิจิทัลนั้น

ส่วนใหญ่จะสื่อสารกันโดยใช้เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ในการถ่ายทอดข้อมูลซึ่งกันและกัน ข้อมูลหรือข่าวสารโดยทั่วไปแล้ว ในเบื้องต้นส่วนใหญ่จะอยู่ใน รูปแบบที่มนุษย์เข้าใจได้ในทันที เช่น ตัวอักษร ตัวเลข เสียง และภาพต่าง ๆ ซึ่งข่าวสารเหล่านั้นจะอยู่ในรูปแบบ แอนะล็อก แต่เมื่อต้องการนำข้อมูลหรือข่าวสารเหล่านี้มาใช้กับคอมพิวเตอร์ จะต้องเปลี่ยนข้อมูล หรือข่าวสาร เหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์เข้าใจได้เสียก่อน ซึ่งคอมพิวเตอร์จะรับรู้ข่าวสารที่เป็นแบบดิจิทัลเท่านั้น นั่นคือการเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนข่าวสารแบบแอนะล็อกให้เป็นข่าวสารแบบดิจิทัลนั่นเอง

จากข้อความหรือข่าวสารต่าง ๆ ที่เรามองเห็นและเข้าใจได้ เมื่อเราป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยพิมพ์เข้า ทางแป้นพิมพ์ ตัวอักษรที่พิมพ์เข้าไปจะต้องมีการเข้ารหัสโดยผ่านตัวเข้ารหัส (Encoder) ให้อยู่ในรูปของ สัญญาณที่สามารถส่งสัญญาณต่อไปได้ เมื่อสัญญาณถูกส่งไปยังเครื่องรับ จากนั้นเครื่องรับก็จะตีความสัญญาณที่ส่งมา และผ่านตัวถอดรหัส (Decodes) ให้กลับมาอยู่ในรูปแบบที่เราเข้าใจได้หรืออยู่ในรูปแบบที่ใช้ สำหรับเก็บในคอมพิวเตอร์ได้อีกครั้งหนึ่ง

รูปแบบของรหัส

รหัสที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของไบนารี (Binary) หรือเลขฐานสอง ซึ่งประกอบด้วยเลข 0 กับเลข 1 โดยใช้รหัสที่เป็นเลข 0 แทนการไม่มีสัญญาณไฟและเลข 1 แทนการมีสัญญาณไฟ ซึ่งเป็นไปตาม หลักการของไฟฟ้าที่มีลักษณะมีไฟ และไม่มีไฟอยู่ตลอดเวลา เรียกรหัสที่ประกอบด้วย 0 กับ 1 ว่าบิต (Binary Digit) แต่เนื่องจากข้อมูลหรือข่าวสารทั่วไปประกอบด้วยตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์มากมาย ถ้าจะใช้ 0 กับ 1 เป็นรหัสแทนแล้วก็คงจะได้เพียง ๒ ตัวเท่านั้น เช่น 0 แทนตัว A และ 1 แทนด้วย B

ดังนั้น การกำหนดรหัสจึงได้นำกลุ่มบิทมาใช้ เช่น 6 บิท, 7 บิท หรือ 8 บิทแทนตัวอักษร 1 ตัว ซึ่งจะสามารถสร้างรหัสที่แตกต่างกันได้ทั้งหมด รหัสมาตรฐานโดยทั่วไปจะใช้กับอักขระภาษาอังกฤษซึ่งมีหลายมาตรฐาน เช่น รหัสโบดอต (Baudot code), รหัสเอบซีดิก (EBCDIC) และรหัสแอสกี (ASCII Code)

๑. รหัสแอสกี (ASCII CODE)

รหัสแอสกี (ASCII CODE) มาจากคำเต็มว่า American Standard Code for Information Interchange ซึ่งเป็นรหัสมาตรฐานของอเมริกาที่ใช้สำหรับส่งข่าวสารมีขนาด 8 บิท โดยใช้ 7 บิทแรกเข้ารหัส แทนตัวอักษร ส่วนบิทที่ 8 จะเป็นบิทตรวจสอบ (Parity Bit Check) รหัสแอสกีได้รับมาตรฐานของ CCITT หมายเลข 5 เป็นรหัสที่ได้รับความนิยมในการสื่อสารข้อมูลอย่างกว้างขวาง เนื่องจากรหัสแอสกีใช้ 7 บิทแรก แทนตัวอักขระ แต่ละบิทจะประกอบด้วยตัวเลข 0 หรือเลข 1 ดังนั้นรหัสแอสกีจะมีรหัสที่แตกต่างกันได้เท่ากับ 27 หรือเท่ากับ 128 ตัวอักขระนั้นเอง ในจำนวนนี้จะแบ่งเป็นตัวอักษรที่พิมพ์ได้ 96 อักขระ และเป็นตัวควบคุม (Control Characters) อีก 32 อักขระ ซึ่งใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์และการ ทำงานต่าง ๆ

๒. รหัสโบคอต (Baudot Code)

รหัสโบคอตเป็นรหัสที่ใช้กับระบบโทรเลข และเทเล็กซ์ ซึ่งอยู่ภายใต้มาตรฐานของ CCITT หมายเลข 2 เป็นรหัส ขนาด 5 บิท สามารถมีรหัสที่แตกต่างกันได้เท่ากับ 25 หรือเท่ากับ 32 รูปแบบ ซึ่งไม่เพียงพอกับจำนวนอักขระ ทั้งหมดจึงมีการเพิ่มอักขระพิเศษขึ้นอีก2 ตัว คือ 11111

หรือ LS (Letter Shift Character) เพื่อเปลี่ยนกลุ่ม ตัวอักษรเป็นตัวพิมพ์เล็ก (Lowercase) และ 11011 หรือ FS(Figured Shift Character) สำหรับเปลี่ยนกลุ่ม ตัวอักษรเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ทำให้มีรหัสเพิ่มขึ้นอีก 32 ตัว แต่มีอักขระซ้ำกับอักขระเดิม 6 ตัว จึงสามารถใช้รหัสได้ จริง 58 ตัว เนื่องจากรหัสโบคอตมีขนาด 5 บิท ซึ่งไม่มีบิทตรวจสอบจึงไม่นิยมนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์

๓. รหัสเอบซีดิก (EBCDIC)

รหัส EBCDIC มาจากคำเต็มว่า Extended Binary Coded Decimal Interchange Code พัฒนาขึ้นโดยบริษัท IBM มีขนาด 8 บิตต่อหนึ่งอักขระ โดยใช้บิตที่ 9 เป็น บิทตรวจสอบ ดังนั้น จึงสามารถมีรหัสที่แตกต่างสำหรับใช้ แทนตัวอักษรได้ 28 หรือ 256 ตัวอักษร ปัจจุบันรหัสเอบซีดิกเป็นมาตรฐานในการเข้าตัวอักขระบนเครื่องคอมพิวเตอร์

รูปแบบของการเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารข้อมูล

การเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสารเพื่อสื่อสารข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้น สามารถทำได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสม สำหรับรูปแบบของการเชื่อมต่อแบ่งออกเป็นหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

๑. การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (Point to Point Line)

เป็นการเชื่อมต่อแบบพื้นฐานโดยต่อจากอุปกรณ์รับหรือส่ง ๒ ชุด ใช้สายสื่อสารเพียงสายเดียวมีความยาวของสายไม่จำกัด เชื่อมต่อสายสื่อสารไว้ตลอดเวลา (Lease Line) ซึ่งสายส่งอาจจะเป็นชนิดสายส่งทางเดียว (Simplex) สายส่งกึ่งทางคู่ (Half-duplex) หรือสายส่งทางคู่แบบสมบูรณ์ (Full-duplex) ก็ได้ และสามารถ ส่งสัญญาณข้อมูลได้ทั้งแบบซิงโครนัสหรือแบบวิงโครนัส การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดมีได้หลายลักษณะ

๒. การเชื่อมต่อแบบหลายจุด(Multipoint or Multidrop)

เนื่องจากค่าเช่าช่องทางในการส่งผ่านข้อมูลต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดนั้น สิ้นเปลืองสายสื่อสารมากการส่งข้อมูลไม่ได้ใช้งานตลอดเวลา จึงมีแนวความคิดที่จะใช้สายสื่อสารเพียงสายเดียวแต่เชื่อมต่อกับหลาย ๆ จุด ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า ลักษณะการเชื่อมต่อแบบหลายจุดแสดงให้เห็นได้

การเชื่อมต่อแบบหลายจุด แต่จุดจะมีบัพเฟอร์ (Buffer) ซึ่งเป็นที่พักเก็บข้อมูลชั่วคราวก่อนทำการ ส่งโดยบัพเฟอร์จะรับข้อมูลมาเก็บเรื่อย ๆ จนเต็มบัพเฟอร์ ข้อมูลจะถูกส่งทันทีหรือเมื่อมีคำสั่งให้ส่ง เพื่อใช้สาย สื่อสารให้เต็มประสิทธิภาพในการส่งแต่ละครั้ง และช่วงใดที่ว่างก็สามารถให้ผู้อื่นส่งได้ การเชื่อมต่อแบบนี้จะเหมาะกับการสื่อสารที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก และเป็นข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการสื่อสาร ข้อมูลโดยวิธีการเชื่อมต่อแบบหลายจุดจะประหยัดค่าใช้จ่าย และใช้ระบบสื่อสารได้ค่อนข้างเต็มประสิทธิภาพ แต่ก็มีข้อจำกัดหลายประการ ดังต่อไปนี้

๒.๑ ประสิทธิภาพของเครื่อง และซอฟต์แวร์ที่ใช้สื่อสารข้อมูล

๒.๒ ปริมาณการส่งผ่านข้อมูลที่เกิดขึ้นจากสถานีส่งและรับข้อมูล

๒.๓ ความเร็วของช่องทางการส่งผ่านข้อมูลที่ใช้

๒.๔ ข้อจำกัดที่ออกโดยองค์การที่ควบคุมการสื่อสารของแต่ละประเทศ

๓. การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบสลับช่องทางการสื่อสาร (Switched Network)

จากรูปแบบการเชื่อมต่อที่เป็นแบบจุดซึ่งต้องต่อสายสื่อสารไว้ตลอดเวลา แต่ในทางปฏิบัติจริงแล้วการสื่อสารข้อมูลไม่ได้ผ่านตลอดเวลา ดังนั้นจึงมีแนวความคิด ในการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบสลับช่องทางการสื่อสาร หรือเครือข่ายสวิตช์ ซึ่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบจุดต่อจุด ให้สามารถใช้สื่อสารได้มากที่สุด เครือข่ายแบบสลับช่องทางการสื่อสารที่เห็นโดยทั่วไป มี ๔ รูปแบบดังนี้

๓.๑ เครือข่ายสื่อสารโทรศัพท์ (The Telephone Network)

๓.๒ เครือข่ายสื่อสารเทลเล็กซ์ (The Telex/TWX Network)

๓.๓ เครือข่ายสื่อสารแพคเกตสวิตช์ชิ่ง (Package Switching Network)

๓.๔ เครือข่ายสื่อสารสเปเชียลไลซ์ ดิจิทัล (Specialized Digital Network)

หลักการทำงานของเครือข่ายแบบสลับช่องทางการสื่อสารดังนี้

๑. การเชื่อมต่อต้องเป็นแบบจุดต่อจุด

๒. ต้องมีการเชื่อมต่อการสื่อสารกันทั้งฝ่ายรับ และส่งก่อนจะเริ่มรับหรือส่งข้อมูล เช่น หมุนเบอร์โทรศัพท์ เป็นต้น

๓. หลังจากสื่อสารกันเสร็จเรียบร้อยจะต้องตัดการเชื่อมต่อ เพื่อให้ผู้อื่นใช้สายสื่อสารได้ต่อไป

สื่อกลางที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

องค์ประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลอันหนึ่งที่ขาดไม่ได้ คือสายสื่อกลาง ซึ่งแบ่งเป็น ๒ ประเภทใหญ่ คือ สื่อกลางที่กำหนดเส้นทางได้ เช่น สายโคแอกเชียล (Coaxial) สายเกลียวคู่ (Twisted-pair) สายไฟเบอร์ออฟติก (Fiber optic) และสื่อกลางที่กำหนดเส้นทางไม่ได้ เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นดาวเทียม คลื่นไมโครเวฟ เป็นต้น

การเลือกสื่อกลางที่จะนำมาใช้ในการเชื่อมต่อระบบสื่อสารข้อมูล จำเป็นต้องพิจารณากันหลายประการ เช่น ความเร็วในการส่งข้อมูล ราคาของอุปกรณ์ที่ใช้ สถานที่ใช้ การบริการ การควบคุม ตลอดจนเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ ซึ่งสื่อกลางแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป

๑. สายโคแอกเชียล (Coaxial Cable)

สายโคแอกเชียลเป็นสายที่นิยมใช้กันค่อนข้างมากในระบบการสื่อสารความถี่สูง เช่น สายอากาศของทีวี สายชนิดนี้ถูกออกแบบมาให้มีค่าความต้านทาน 75 โอห์ม และ 50 โอห์ม โดยสาย 75 โอห์ม ส่วนใหญ่ใช้กับสายอากาศทีวี และสาย 50 โอห์ม จะนำมาใช้กับการสื่อสารที่เป็นระบบดิจิทัล

คุณสมบัติของสายโคแอกเชียลประกอบด้วยตัวนำสองสาย โดยมีสายหนึ่งเป็นแกนอยู่ตรงกลาง และอีกเส้นเป็นตัวนำล้อมรอบอยู่อีกนั้น มีขนาดของสาย 0.4 ถึง 1 นิ้ว

สายโคแอกเชียลมี ๒ แบบ คือ แบบหนา (Thick) และแบบบาง (Thin) แบบหนาจะแข็ง การเดินสายทำได้ค่อนข้างยาก แต่สามารถส่งสัญญาณได้ไกลกว่าแบบบาง

๒. สายคู่บิดเกลียว (Twisted-Pair)

สายคู่เกลียวเป็นสายมาตรฐานสองเส้นหุ้มด้วยฉนวนแล้วบิดเป็นเกลียว สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบแอนะล็อก และแบบดิจิทัล สายชนิดนี้จะมีขนาด 0.015-0.056 นิ้ว ส่งข้อมูลได้ด้วย

ความเร็ว 10 เมกะบิทต่อวินาที ถ้าใช้ส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกจะต้องใช้วงจรขยาย หรือ แอมพลิฟายเออร์ทุกๆ ระยะ ๕-๖ กม. แต่ถ้า ต้องการส่งสัญญาณแบบดิจิทัลจะต้องใช้อุปกรณ์ทำซ้ำสัญญาณ (Repeater) ทุก ๆ ระยะ ๒-๓ กม. โดยทั่วไปแล้วสำหรับการส่งข้อมูลแบบดิจิทัล สัญญาณที่ส่งเป็นลักษณะคลื่นสี่เหลี่ยม สายคู่บิดเกลียวสามารถใช้ส่ง ข้อมูลได้หลายเมกะบิตต่อวินาทีในระยะทางได้ไกลหลายกิโลเมตร เนื่องจากสายคู่เกลียว มีราคาไม่แพงมาก ใช้ส่งข้อมูลได้ดี และมีน้ำหนักเบา นอกจากนั้นยังง่ายต่อการติดตั้ง จึงถูกใช้งานอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างของสายคู่บิดเกลียว คือ สายโทรศัพท์ สำหรับสายคู่บิดเกลียวนั้นจะมีอยู่ ๒ ชนิดคือ

๒.๑ สายคู่บิดเกลียวชนิดหุ้มฉนวน (Shielded Twisted Pair : STP)

เป็นสายคู่บิดเกลียวที่หุ้มด้วยฉนวนชั้นนอกที่หนาอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

๒.๒ สายคู่บิดเกลียวชนิดไม่หุ้มฉนวน (Unshielded Twisted Pair: UTP)

เป็นสายคู่บิดเกลียวที่หุ้มด้วยฉนวนชั้นนอกที่บางทำให้สะดวกในการโค้งงอ แต่จะป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้น้อยกว่าชนิดแรก

๓. สายส่งแบบไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Optic)

เป็นการส่งสัญญาณด้วยใยแก้ว และส่งสัญญาณด้วยแสง มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วเท่ากับแสง ไม่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอก

สายส่งข้อมูลแบบไฟเบอร์ออฟติก จะประกอบด้วยเส้นใยแก้ว ๒ ชนิด ชนิดหนึ่งอยู่ตรงแกนกลาง อีกชนิดหนึ่งอยู่ด้านนอก โดยที่ใยแก้วทั้งสองนี้จะมีดัชนีในการสะท้อนแสงต่างกัน ทำให้แสงที่ส่งจากปลายด้านหนึ่งผ่านไปยังอีกด้านหนึ่งได้

๔. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์โมเด็ม (MODEM)

MODEM มาจากคำเต็มว่า Modulator - Demodulator ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลดิจิทัล ที่ได้รับจากเครื่องส่งหรือคอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณแบบแอนะล็อกก่อนทำการส่งไปยังปลายทางต่อไป โดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ และเมื่อส่งถึงปลายทางก็จะมีโมเด็มทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากแอนะล็อกให้เป็นดิจิทัล เพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ปลายทาง

๕. มัลติเพล็กซ์เซอร์ (Multiplexer)

วิธีการเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างผู้รับ และผู้ส่งปลายทางที่ง่ายที่สุด คือ การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (Point to Point) แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง และใช้งานไม่เต็มที่ จึงมีวิธีการเชื่อมต่อที่ยุ่งยากขึ้น คือการเชื่อมต่อแบบหลายจุด

๖. คอนเซนเตรเตอร์ (Concentrator)

คอนเซนเตรเตอร์เป็นมัลติเพล็กซ์เซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเพิ่มสายหรือช่องทางการส่งข้อมูลได้มากขึ้น การส่งข้อมูลจะเป็นแบบอซิงโครนัส

๗. คอนโทรลเลอร์ (Controller)

คอนโทรลเลอร์เป็นมัลติเพล็กซ์เซอร์ที่ส่งข้อมูลแบบอซิงโครนัส ที่สามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วได้ คือ การทำงานจะต้องมีโปรโตคอลพิเศษสำหรับกำหนด วิธีการรับส่งข้อมูล มีบอร์ดวงจรไฟฟ้า และซอฟต์แวร์สำหรับคอมพิวเตอร์

๘. ฮับ (HUB)

ฮับเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่เช่นเดียวกับมัลติเพล็กซ์เซอร์ซึ่งนิยมใช้กับระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) มีราคาต่ำติดต่อสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐาน IEEE 802.3

๙. ฟรอนต์ - เอ็นโปรเซสเซอร์ FEP (Front-End Processor)

FEP เป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างโฮสต์คอมพิวเตอร์ หรือมินิคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายสำหรับสื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม มัลติเล็กซ์เซอร์ เป็นต้น FEP เป็นอุปกรณ์ที่มีหน่วยความจำ (RAM) และซอฟต์แวร์ สำหรับควบคุมการทำงานเป็นของตัวเองโดยมีหน้าที่หลัก คือ ทำหน้าที่แก้ไขข่าวสาร เก็บข่าวสาร เปลี่ยนรหัส รวบรวม หรือกระจายอักขระ ควบคุมอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล จัดคิวเข้าออกของข้อมูล ตรวจสอบ ข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล

๑๐. อิมูเลเตอร์ (Emulator)

อิมูเลเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนกลุ่มข่าวสารจาก โปรโตคอลแบบหนึ่งไปเป็นกลุ่มข่าวสาร ซึ่งใช้โปรโตคอลอีกแบบหนึ่ง แต่จะเป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือเป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์ก็ได้ บางครั้งอาจจะเป็นทั้ง ๒ อย่าง โดยทำให้คอมพิวเตอร์ที่ต่อเข้ามานั้น ดูเหมือนเป็นเครื่องเทอร์มินัลหนึ่งเครื่อง โฮสต์ หรือ มินิคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันนิยมนำเครื่อง PC มาใช้เป็นเทอร์มินัลของเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพราะประหยัดกว่า และเมื่อไรที่ไม่ใช้ติดต่อกับมินิหรือเมนเฟรมก็สามารถใช้เป็น PC ทั่วไปได้

๑๑. เกตเวย์ (Gateway)

เกตเวย์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน้าที่หลัก คือ ทำให้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ๒ เครือข่ายหรือมากกว่า ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันสามารถสื่อสารกันได้เสมือนกับเป็นเครือข่ายเดียวกัน โดยทั่วไปแล้วระบบเครือข่ายแต่ละเครือข่าย อาจจะแตกต่างกันในหลายกรณี เช่น ลักษณะการเชื่อมต่อ (Connectivity) ที่ไม่เหมือนกัน โปรโตคอล ที่ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลต่างกัน เป็นต้น

๑๒. บริดจ์ (Bridge)

เป็นอุปกรณ์ IWU (Inter Working Unit) ที่ใช้สำหรับเชื่อมเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network หรือ LAN) ๒ เครือข่ายเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้โปรโตคอลที่เหมือนกันหรือต่างกัน

๑๓. เราเตอร์ (Router)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อเครือข่ายเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะเป็นเครือข่ายเดียวกันหรือข้ามเครือข่ายกัน โดยการเชื่อมกันระหว่างหลายเครือข่ายแบบนี้ เรียกว่า เครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet) โดยเครือข่ายแต่ละเครือข่ายจะ เรียกว่า เครือข่ายย่อย (Subnetwork) ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย เรียกว่า IWU (Inter Working Unit) ได้แก่ เราเตอร์ และบริดจ์

๑๔. รีพีตเตอร์ (Repeater)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณซ้ำ เพื่อส่งสัญญาณต่อไปในระยะไกลป้องกันการขาดหายของสัญญาณ ซึ่งรูปแบบของเครือข่ายแต่ละแบบ รวมทั้งสายสัญญาณที่ใช้เป็นตัวกลางหรือสื่อกลางแต่ละชนิดจะมีข้อจำกัดของระยะทางในการส่ง ดังนั้นเมื่อต้องการส่งสัญญาณให้ไกลกว่าปกติต้องเชื่อมต่อกับรีพีตเตอร์ดังกล่าว เพื่อทำให้สามารถส่งสัญญาณได้ไกลยิ่งขึ้น

เครือข่าย (Networks)

เครือข่าย หมายถึง กลุ่มของคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาเชื่อมต่อกัน ดังนั้น เครือข่ายคอมพิวเตอร์จึงประกอบด้วยสื่อการติดต่อสื่อสาร อุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ที่จำเป็นในการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่ ๒ ระบบเข้าด้วยกัน รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ความจำเป็นในการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีความจำเป็นในการทำงานในยุคปัจจุบัน ด้วยเหตุผลดังนี้

๑. เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำให้การทำงานมีความคล่องตัว ยืดหยุ่น และปรับตัวให้เข้ากับเงื่อนไขต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

๒. เครือข่ายช่วยให้หน่วยงานประหยัดงบประมาณ โดยช่วยสนับสนุนการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ร่วมกัน เช่น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และฐานข้อมูล

๓. เครือข่ายทำให้พนักงาน หรือทีมงานของหน่วยงานที่อยู่ห่างไกลกัน สามารถใช้เอกสารร่วมกัน และ แลกเปลี่ยนแนวคิด ความเห็น ตลอดจนเสริมให้การทำงานเป็นทีมมีประสิทธิภาพดีขึ้นและกระตุ้นให้เกิด ความคิดใหม่ ๆ

๔. เครือข่ายช่วยสร้างให้การติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยงาน กับลูกค้า หรือองค์กรภายนอกมีความใกล้ชิดกัน มากยิ่งขึ้น

ประเภทของเครือข่าย

๑. จำแนกตามพื้นที่

๑.๑ เครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Network-LAN)

เป็นการติดต่ออุปกรณ์สื่อสารตั้งแต่ ๒ ชิ้นขึ้นไประยะ 2,000 ฟุต (โดยปกติจะอยู่ในอาคารเดียวกัน) LAN จะช่วยให้ผู้ใช้จำนวนมากสามารถใช้ทรัพยากรของหน่วยงานร่วมกัน เช่น Printer โปรแกรม และไฟล์ข้อมูล ในกรณีที่ LAN ต้องการเชื่อมต่อกับเครือข่ายสาธารณะภายนอก เช่น เครือข่ายโทรศัพท์หรือเครือข่ายของหน่วยงานอื่น จะต้องมี Gateway ซึ่งทำหน้าที่เหมือนประตูติดต่อระหว่างเครือข่ายที่แตกต่างกัน โดยช่วยแปลโปรโตคอลของเครือข่ายให้กับอีกโปรโตคอลหนึ่งเพื่อจะทำงานร่วมกันได้

๑.๒ เครือข่ายเมือง (Metropolitan Area Network-MAN)

เครือข่ายเป็นกลุ่มของเครือข่าย LAN ที่นำมาเชื่อมต่อกันเป็นวงขนาดใหญ่ขึ้นภายในพื้นที่บริเวณใกล้เคียง เช่น ในเมืองเดียวกัน

๑.๓ เครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Network-WAN)

เป็นเครือข่ายที่ครอบคลุมพื้นที่ในบริเวณกว้าง โดยครอบคลุมทั้งประเทศ หรือทั้งทวีป WAN จะอาศัยสื่อโทรคมนาคมหลายประเภท เช่น เคเบิล ดาวเทียม และไมโครเวฟ

๒. แบ่งตามความเป็นเจ้าของ

๒.๑ เครือข่ายสาธารณะ (Public Network)

เป็นเครือข่ายที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้โดยทั่วไปได้ใช้ประโยชน์ ดังนั้นผู้ใช้จะต้องแข่งกับผู้ใช้รายอื่นโดยเฉพาะ ช่วงเวลาที่มีผู้ใช้จำนานมาก เช่น ระบบโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งผู้ใช้ไม่มีหลักประกันว่าสายจะว่างในช่วงที่ต้องการหรือไม่

๒.๒ เครือข่ายเอกชน (Private Network)

เป็นเครือข่ายที่หน่วยงานสามารถเป็นเจ้าของเอง หรือ เช่าเพื่อประโยชน์ในการสื่อสาร กรณีนี้จะเป็นหลักประกันว่าหน่วยงานจะมีโอกาสได้ใช้เครือข่ายเมื่อต้องการเสมอ

๒.๓ เครือข่ายแบบมูลค่าเพิ่ม (Value-added Network-VAN)

เป็นเครือข่ายกึ่งสาธารณะซึ่งให้บริการเพิ่มขึ้นจากการติดต่อสื่อสารปกติผู้ให้บริการสื่อสาร (Communication Service Provider) เป็นเจ้าของ VAN อย่างไรก็ตาม VAN เร็วกว่าเครือข่ายสาธารณะ และมีความปลอดภัยมากกว่าเครือข่ายสาธารณะ

๒.๔ เครือข่ายเอกชนเสมือนจริง (Virtual Private Network-VPN)

เป็นเครือข่ายสาธารณะที่รับประกันว่าผู้ใช้จะมีโอกาสใช้งานเครือข่ายได้ตลอดเวลา แต่ไม่ได้ให้สาย หรือช่องทางการสื่อสารแก่หน่วยงานผู้ใช้โดยเฉพาะ แต่จะใช้วิธีแปลงรหัสข้อมูลของหน่วยงานผู้ใช้โดยเฉพาะ แต่จะใช้วิธีแปลงรหัสข้อมูลของหน่วยงานเพื่อที่จะส่งไปพร้อม ๆ กับหน่วยงานอื่น ๆ

Network Topology

คือการออกแบบ และการติดต่อเชื่อมโยงกันของเครือข่ายทางกายภาพ โดยทั่วไปโทโปโลจีพื้นฐานมีอยู่ ๓ ประเภท ดังนี้

๑. แบบดาว (Star Network)

เป็นเครือข่ายที่คอมพิวเตอร์ทุกตัว และอุปกรณ์อื่นเชื่อมกับ Host คอมพิวเตอร์ และการสื่อสารทั้งหมดระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในเครือข่ายต้องผ่าน Host คอมพิวเตอร์ เนื่องจาก Host คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์อื่นทั้งหมดในเครือข่าย เครือข่ายแบบดาวเหมาะสำหรับการประมวลผลที่มีลักษณะรวมศูนย์

๒. แบบบัส (Bus Network)

เป็นการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์โดยใช้สายวงจรเดียว ซึ่งอาจจะเป็นสายเกลียวคู่สายโคแอกเชียล หรือ สายใยแก้วก็ได้ สัญญาณสามารถสื่อสารได้ ๒ ทางในเครือข่าย โดยมีซอฟต์แวร์คอยช่วยแยกว่าอุปกรณ์ใดจะเป็นตัวรับข้อมูล หากมีคอมพิวเตอร์ตัวใดในระบบล้มเหลวจะไม่มีผลต่อ

คอมพิวเตอร์อื่น อย่างไรก็ตามช่องทางในระบบเครือข่ายแบบนี้สามารถจัดการรับข้อมูลได้ครั้งละ ๑ ชุดเท่านั้น ดังนั้น จึงเกิดปัญหาการจราจรของข้อมูลได้ในกรณีที่มีผู้ต้องการใช้งานพร้อมกัน โทโปโลจีแบบนี้นิยมใช้ในวงแลน

๓. แบบวงแหวน (Ring Network)

คอมพิวเตอร์ทุกตัวเชื่อมโยงเป็นวงจรปิด ทำให้การส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่งไปยังอีกตัวหนึ่ง โดยเดินทางไปในทิศทางเดียว คอมพิวเตอร์แต่ละตัวทำงานโดยอิสระ หากมีตัวใดตัวหนึ่งเสียระบบการสื่อสาร ในเครือข่ายได้รับการกระทบกระเทือน ยกเว้นจะมีวงแหวนคู่ในการรับส่งข้อมูลในทิศทางต่างๆ กัน เพื่อเป็นเส้นทางสำรองในการป้องกันไม่ให้เครือข่ายหยุดทำงานโดยสิ้นเชิง

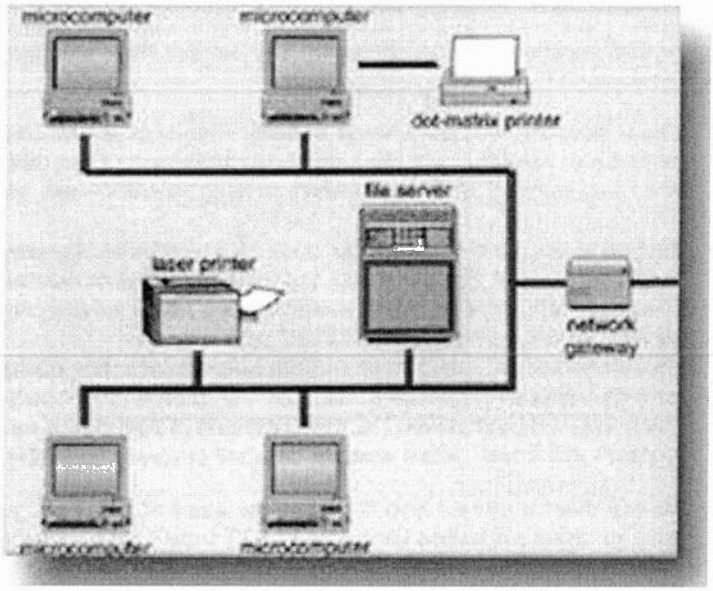
นอกจากโทโปโลจีทั้ง ๓ แบบที่กล่าวข้างต้น อาจจะพบโทโปโลจีแบบอื่น ๆ เช่น แบบโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchical Network) ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างคล้ายต้นไม้ (Tree) หรือมีแบบผสม (Hybrid) อย่างไรก็ตามโทโปโลจีแต่ละประเภทจะมีข้อดี และข้อจำกัดแตกต่างกัน ผู้พัฒนาระบบจะต้องพิจารณาถึงความเร็ว ความเชื่อถือได้ และความสามารถของเครือข่ายในการทำงาน หรือการแก้ไขข้อบกพร่องในกรณีที่อุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่งในระบบมีปัญหา ตลอดจนลักษณะทางกายภาพ เช่น ระยะห่างของ node และต้นทุนของทั้งระบบ รูปแบบการประมวลผลแบบกระจายเครือข่าย (Organizational Distributed Processing)

วิธีการประมวลผลของเครือข่ายคอมพิวเตอร์มี ๓ รูปแบบ คือ

๑. Terminal-to-Host Processing
๒. File Server Processing
๓. Client/server

องค์ประกอบของระบบเครือข่าย

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน โดยอาศัยช่องทางการสื่อสารข้อมูล เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และการใช้ทรัพยากร ของระบบร่วมกัน (Shared Resource) ในเครือข่ายนั้น



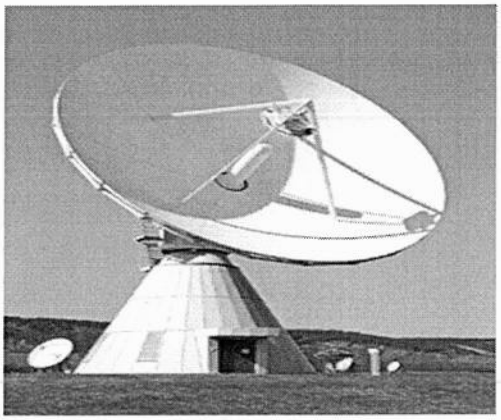
ภาพที่ ๕-๑ แสดงองค์ประกอบของระบบเครือข่าย

๑. คอมพิวเตอร์แม่ข่าย

คอมพิวเตอร์แม่ข่าย หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ เป็นผู้ให้บริการทรัพยากร (Resources) ต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยความจำสำรอง ฐานข้อมูล และโปรแกรมต่าง ๆ เป็นต้น ในระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) มักเรียกว่า คอมพิวเตอร์แม่ข่าย ในระบบเครือข่ายระยะไกล ที่ใช้เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ หรือ มินิคอมพิวเตอร์ เป็นศูนย์กลางของเครือข่าย เรานิยมเรียกว่า Host Computer และเรียกเครื่องที่รอรับบริการว่าลูกข่ายหรือสถานีงาน

๒. ช่องทางการสื่อสาร

ช่องทางการสื่อสาร หมายถึง สื่อกลางหรือเส้นทางที่ใช้เป็นทางผ่าน ในการรับส่งข้อมูล ระหว่างผู้รับ (Receiver) และผู้ส่งข้อมูล (Transmitter) ปัจจุบันมีช่องทางการสื่อสาร สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่าย คอมพิวเตอร์มี หลายประเภทคือ สายโทรศัพท์แบบสายคู่ตีเกลียวไม่มีฉนวนหุ้ม (UTP) สายคู่ตีเกลียว แบบมีฉนวนหุ้ม (STP) สายโคแอคเชียล สายใยแก้วนำแสง คลื่นไมโครเวฟ และดาวเทียม เป็นต้น



ภาพที่ ๕-๒ แสดงช่องทางการสื่อสารผ่านจานดาวเทียม

๓. สถานีงาน

สถานีงาน (Workstation or Terminal) หมายถึง อุปกรณ์หรือเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสถานีปลายทาง หรือสถานีงานที่ได้รับการบริการจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เรียกว่าเป็นคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Workstation) ในระบบเครือข่ายระยะใกล้มักมีหน่วยประมวลผล หรือซีพียูของตนเองในระบบที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรมเป็นศูนย์กลาง เรียกสถานีปลายทางว่า เทอร์มินอล (Terminal) ประกอบด้วยจอภาพ และแป้นพิมพ์เท่านั้น ไม่มีหน่วยประมวลผลกลางของตัวเอง ต้องใช้หน่วยประมวลผลของคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง หรือ Host

๔. อุปกรณ์ในเครือข่าย

การ์ดเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Interface Card :NIC) หมายถึง แผงวงจรสำหรับใช้ในการเชื่อมต่อสายสัญญาณของเครือข่าย ติดตั้งไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องแม่ข่าย และเครื่องที่เป็นลูกข่าย หน้าที่ของการ์ดคือ แปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ส่งผ่านไปตามสายสัญญาณ ทำให้คอมพิวเตอร์ในเครือข่ายแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันได้

โมเด็ม (Modem : Modulator Demodulator) หมายถึง อุปกรณ์สำหรับการแปลงสัญญาณดิจิทัล (Digital) จากคอมพิวเตอร์ด้านผู้ส่ง เพื่อส่งไปตามสายสัญญาณข้อมูลแบบแอนะล็อก (Analog) เมื่อถึงคอมพิวเตอร์ด้านผู้รับ โมเด็มก็จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นดิจิทัล นำเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผล โดยปกติจะใช้โมเด็มกับระบบเครือข่ายระยะไกล โดยการใช้สายโทรศัพท์เป็นสื่อกลาง เช่น เครือข่าย อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

ฮับ (Hub) คือ อุปกรณ์เชื่อมต่อที่ใช้เป็นจุดรวม และ แยกสายสัญญาณ เพื่อให้เกิดความสะดวก ในการเชื่อมต่อของเครือข่ายแบบดาว (Star) โดยปกติใช้เป็นจุดรวมการเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่าง File Server กับ Workstation ต่างๆ

๕. ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการเครือข่าย

ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการเครือข่าย หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ จัดการระบบเครือข่ายของคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่าย สามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ ทำหน้าที่จัดการด้านการรักษาความ

ปลอดภัยของระบบเครือข่าย และยังมีหน้าที่ควบคุม การนำโปรแกรมประยุกต์ ด้านการติดต่อสื่อสาร มาทำงานในระบบเครือข่ายอีกด้วย นับว่าซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการเครือข่าย มีความสำคัญต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างยิ่ง ตัวอย่าง ซอฟต์แวร์ประเภทนี้ ได้แก่ ระบบปฏิบัติการ Windows NT , Linux , Novell Netware , Windows XP, Windows 2000 , Solaris , Unix เป็นต้น

ประโยชน์ของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

๑. การใช้อุปกรณ์ร่วมกัน (Sharing of Peripheral Devices)

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้ใช้ สามารถใช้อุปกรณ์รอบข้างที่ต่อพ่วงกับระบบคอมพิวเตอร์ ร่วมกันได้อย่าง มีประสิทธิภาพ เช่น เครื่องพิมพ์ ดิสก์ไดร์ฟ ซีดีรอม สแกนเนอร์โมเด็ม เป็นต้น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ไม่ต้องซื้ออุปกรณ์ที่มีราคาแพง เชื่อมต่อพ่วงให้กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง

ภาพที่ ๕-๓ แสดงการใช้อุปกรณ์ร่วมกันของระบบเครือข่าย

๒. การใช้โปรแกรมและข้อมูลร่วมกัน (Sharing of Program And Data)

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรม และข้อมูลร่วมกันได้โดยจัดเก็บโปรแกรมไว้ในแหล่งเก็บข้อมูลที่เป็นศูนย์กลาง เช่น ที่ฮาร์ดดิสก์ของเครื่อง File Server ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมร่วมกัน ได้จากแหล่งเดียวกัน ไม่ต้องเก็บโปรแกรมไว้ในแต่ละเครื่องให้ซ้ำซ้อนกัน นอกจากนั้นยังสามารถรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จัดเก็บ เป็นฐานข้อมูล ผู้ใช้สามารถใช้สารสนเทศจากฐานข้อมูลกลาง ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานได้ อย่างสะดวกสบาย โดยไม่ต้องเดินทางไปสำเนาข้อมูลด้วยตนเอง เพราะใช้การเรียกใช้ข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั่นเอง

๓. สามารถติดต่อสื่อสารระยะไกลได้ (Telecommunication)

การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เป็นเครือข่ายทั้งประเภทเครือข่าย LAN, MAN และ WAN ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระยะไกลได้ โดยใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์ด้านการติดต่อสื่อสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีการให้บริการต่างๆ มากมาย เช่น

การโอนย้ายไฟล์ข้อมูล การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail) การสืบค้นข้อมูล (Search Engine) เป็นต้น

๔. สามารถประยุกต์ใช้ในงานด้านธุรกิจได้ (Business Applicability)

องค์กรธุรกิจ มีการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อประโยชน์ทางธุรกิจ เช่น เครือข่ายของธุรกิจธนาคาร ธุรกิจการบิน ธุรกิจประกันภัย ธุรกิจการท่องเที่ยว ธุรกิจหลักทรัพย์ สามารถดำเนินธุรกิจ ได้อย่างรวดเร็ว ตอบสนอง ความพึงพอใจ ให้แก่ลูกค้าในปัจจุบัน เริ่มมีการใช้ประโยชน์จากเครือข่าย Internet เพื่อทำธุรกิจกันแล้ว เช่น การสั่งซื้อสินค้า การจ่ายเงินผ่านระบบธนาคาร เป็นต้น

ข้อจำกัดของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

๑. ลงทุนสูงและจัดการยุ่งยาก

การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการจัดการเครือข่าย ต้องใช้เทคโนโลยีที่ยุ่งยากซับซ้อน ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ และมีประสบการณ์สูง จึงต้องใช้งบประมาณการเริ่มต้นลงทุนสูงมาก อีกทั้งเทคโนโลยีของเครือข่ายคอมพิวเตอร์เปลี่ยนแปลงไปเร็วมาก จำเป็นต้องมีงบประมาณเพื่อปรับปรุงระบบให้ทันสมัยอยู่เสมอ

๒. ขาดแคลนซอฟต์แวร์ประยุกต์

ระบบเครือข่ายปัจจุบัน ยังขาดแคลนซอฟต์แวร์ประยุกต์ด้านต่างๆ ทำงานภายใต้สภาพแวดล้อม แบบเครือข่ายอยู่มาก เพราะการพัฒนาต้องใช้ความรู้ความชำนาญสูง ต้องใช้เวลาในการพัฒนา จึงจะสามารถสร้างซอฟต์แวร์ประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ ได้

๓. การรักษาความปลอดภัย

ในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ยังขาดความปลอดภัยในด้านการรักษาข้อมูล หรืออาจมีข้อมูลสูญหายได้ ในขณะติดต่อสื่อสาร เนื่องจากมีข่าวสารในระบบมาก

๔. ความเร็วในการรับส่งข้อมูลต่ำ

ในเครือข่ายระยะไกล เช่น อินเทอร์เน็ต ตัวกลางที่ใช้ในการนำสัญญาณยังมีอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลต่ำ เมื่อเทียบกับการสื่อสารด้วยโทรศัพท์ หรือโทรทัศน์ โดยเฉพาะข้อมูลที่เป็นภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว เพราะไฟล์มีขนาดใหญ่มาก ซึ่งในปัจจุบัน ความเร็วในการรับส่งข้อมูลไม่ถือว่าเป็นปัญหาอีกต่อไปแล้ว เนื่องจากการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องของภาคการสื่อสาร และการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีประกอบกัน

การประมวลผลข้อมูลบนระบบเครือข่าย ชนิดของสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์

สัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการสื่อสาร สามารถแบ่งได้เป็น ๒ ประเภทคือ สัญญาณแอนะล็อก และ สัญญาณดิจิทัล สัญญาณแอนะล็อกได้แก่สัญญาณเสียง และสัญญาณในธรรมชาติทั้งหมด ปัญหาที่สำคัญของสัญญาณแอนะล็อก ก็คือเรื่องสัญญาณรบกวน ซึ่งในบางครั้งอาจทำให้ระบบไม่สามารถใช้งานได้เลย ดังนั้นจึงมีการนำสัญญาณดิจิทัลเข้ามาแทนที่

๑. สัญญาณแบบแอนะล็อก (Analog Signal)

จะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่องที่ทุก ๆ ค่าที่เปลี่ยนแปลงไป ของระดับสัญญาณจะมีความหมาย การส่งสัญญาณแบบนี้จะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากค่าทุกค่า ถูกนำมาใช้งาน ซึ่งสัญญาณแบบแอนะล็อก จะเป็นสัญญาณที่สื่อกลางในการสื่อสารส่วนมาก ใช้อยู่ เช่น สัญญาณเสียงในสายโทรศัพท์ เป็นต้น

๒. สัญญาณแบบดิจิทัล (Digital Signal)

จะประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง ๒ ค่า คือ สัญญาณระดับสูงสุด และสัญญาณระดับต่ำสุด ดังนั้น จะมีประสิทธิภาพ และความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบแอนะล็อก เนื่องจากมีการใช้งานค่าสองค่า เพื่อนำมาตีความหมายเป็น on/off หรือ 0/1 เท่านั้น ซึ่งเป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ใน การติดต่อสื่อสารกัน

รหัสที่ใช้ข้อมูลแทนในการสื่อสาร

การติดต่อสื่อสารแบบใช้สัญญาณที่เป็นดิจิทัลนั้น ส่วนใหญ่เป็นการติดต่อระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ถ่ายทอดข้อมูลบางอย่างซึ่งกันและกัน ในระบบการสื่อสารข้อมูลนั้นจะต้องเกิดการส่งข้อมูลไม่ว่าจะเป็นตัวอักษรตัวเลข หรือสัญลักษณ์พิเศษจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง แต่ข่าวสารแบบนั้นจะถูกเปลี่ยนจากรูปแบบที่มนุษย์เข้าใจให้กลายเป็นข่าวสารที่เครื่องคอมพิวเตอร์อัดเก็บไว้ได้ รหัสที่ใช้ในการสื่อสารทั้งหมดจะอยู่ในรูปแบบ ของระบบไบนารี หรือเลขฐานสอง ซึ่งรหัสมาตรฐานที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล เช่น รหัส ASCII เป็นต้น ความเร็วในการส่งข้อมูลจะมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second หรือ bps)

๑. ระบบสื่อสารแอนะล็อก

การสื่อสารแอนะล็อกเป็นระบบที่ออกแบบให้ส่งข้อมูลสัญญาณแอนะล็อก เช่น สัญญาณเสียง แต่ได้มีการพัฒนาจนประยุกต์ให้สามารถส่งข่าวสารได้ด้วยในปัจจุบัน ปัญหาสำคัญสำหรับการสื่อสารแอนะล็อก คือ เรื่องสัญญาณรบกวน แต่เนื่องจากสัญญาณในธรรมชาติทั้งหมดเป็นสัญญาณแอนะล็อก จึงยังคงเห็นการพัฒนาของการสื่อสารแบบแอนะล็อกในปัจจุบัน เช่น การมอดูเลตแอมพลิจุด (Amplitude Modulation หรือ AM) การมอดูเลต ความถี่ (Frequency Modulation หรือ FM)

๑.๑ การมอดูเลต

การมอดูเลต (Modulation) เป็นการผสมสัญญาณของข้อมูลเข้าไปกับสัญญาณอีกสัญญาณหนึ่ง เรียกว่า คลื่นพาห์ (Carrier) ซึ่งสัญญาณนี้มีความถี่ที่เหมาะกับช่องสัญญาณนั้นๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ส่งเข้าไปในช่องสัญญาณเดินทางได้ไกลมากขึ้น การเลือกวิธีมอดูเลตขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดของสัญญาณ Bandwidth ประสิทธิภาพของระบบที่ต้องการ และความต้านทานต่อสัญญาณรบกวน เป็นต้น

๑.๒ รูปแบบของการสื่อสารในการรับส่งสัญญาณ

คลื่นพาห์ผสมสัญญาณข้อมูลที่ตัวมอดูเลต (Modulator) แล้วส่งไปที่เครื่องส่ง จากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับจะเป็นช่องสัญญาณสำหรับลำเลียงสัญญาณผสม สัญญาณผสมจากเครื่องรับจะไปเข้าตัวดีมอดูเลต (Demodulate) เพื่อแยกสัญญาณข้อมูลออกมา การมอดูเลตที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ๓ วิธีได้แก่

๑.๒.๑ การมอดูเลตแอมพลิจุด (Amplitude Modulation หรือ AM)

วิธีนี้แอมพลิจุดของคลื่นพาห์จะเปลี่ยนแปลง ตามสัญญาณของข้อมูลที่เข้ามา การมอดูเลตแบบ AM เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการมอดูเลต แต่คุณภาพของสัญญาณไม่ดี มีความต้านทานสัญญาณรบกวนต่ำ เหมาะกับข้อมูลที่ไม่ต้องการคุณภาพมากนัก เช่น สัญญาณเสียง เป็นต้น

๑.๒.๒ การมอดูเลตความถี่ (Frequency Modulation หรือ FM)

วิธีการนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นพาห์ตามสัญญาณของข้อมูลที่เข้ามา การมอดูเลตแบบความถี่ ให้คุณภาพที่ดีกว่าการมอดูเลตแบบแอมพลิจูด แต่ระบบจะซับซ้อนกว่า

๑.๒.๓ การมอดูเลตเฟส (Phase Modulation หรือ PM)

เป็นการมอดูเลตที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเฟสของคลื่นพาห์ตามสัญญาณข้อมูลที่เข้ามา ทั้งคุณภาพของสัญญาณและความซับซ้อนไม่ค่อยแตกต่างจาก การมอดูเลตแบบความถี่เท่าใดนัก ข้อแตกต่างระหว่างการมอดูเลตแบบความถี่ กับการมอดูเลตแบบเฟส คือการมอดูเลตแบบเฟสใช้คลื่นพาห์เพียงความถี่เดียว การมอดูเลตและดีมอดูเลตสามารถทำได้ประหยัดกว่า แต่ไม่ได้หมายความว่าซับซ้อนน้อยกว่า

๒. ระบบสื่อสารดิจิทัล

ในยุคที่เริ่มมีการรับส่งข้อมูล ระบบต่าง ๆ ทำงานแบบแอนะล็อกทั้งหมด ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีทางด้านดิจิทัลได้ก้าวหน้าขึ้นมา จึงได้เพิ่มการนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้าไปทดแทนแบบแอนะล็อกเดิม ทั้งการนำไปทดแทนทั้งหมด เช่น สร้างโครงข่ายชนิดใหม่ หรือนำไปทดแทนบางส่วน เช่น โมเด็ม ทั้งนี้เนื่องจากข้อดีของสัญญาณแบบดิจิทัลนั่นเอง เช่น

๑. ให้คุณภาพการรับส่งข้อมูลที่เท่ากัน หรือดีกว่าแอนะล็อก
๒. ง่ายต่อการบำรุงรักษา
๓. เพิ่มเติม ปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงความสามารถ หรือบริการของระบบได้ง่าย
๔. มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูง ทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดี

๒.๑ รูปแบบการมอดูเลตสัญญาณดิจิทัล

การมอดูเลตสัญญาณดิจิทัล (Digital Modulation) เข้ากับคลื่นพาห์ที่เป็นสัญญาณไซน์นั้นมีอยู่หลายรูปแบบ ทั้งนี้ก็เพื่อต้องการให้สัญญาณดิจิทัลเหล่านั้นสามารถส่งผ่านตัวกลางที่ออกแบบมาสำหรับสัญญาณแบบแอนะล็อกได้ เช่น โครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน ไมโครเวฟ เป็นต้น การมอดูเลตที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่

๒.๑.๑ การมอดูเลตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (Amplitude Shift Keying หรือ ASK)
๒.๑.๒ การมอดูเลตเชิงเลขทางความถี่ (Frequency Shift Keying หรือ FSK)

๒.๑.๓ การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส (Phase Shift Keying หรือ PSK)

๒.๑.๔ การมอดูเลต แบบควอเดรเจอร์แคเรียร์แอมพลิจูด (Quadrature carrier Amplitude Modulation หรือ QAM)

มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล

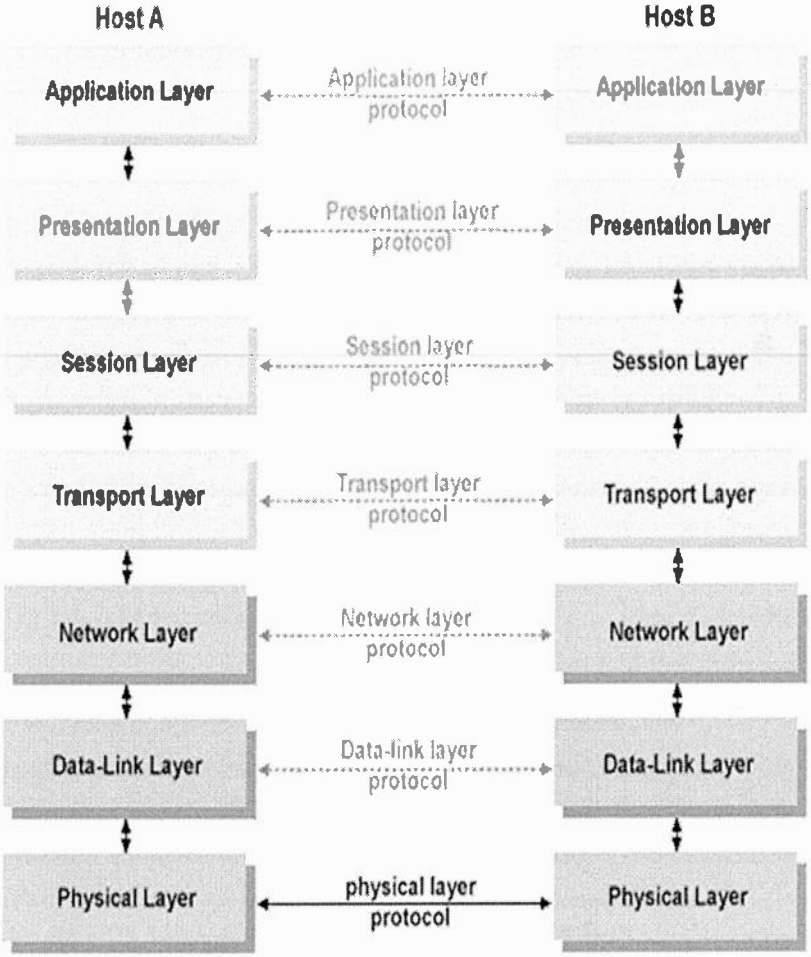
การกำหนดมาตรฐานของการสื่อสารข้อมูลนั้น นับว่ามีความจำเป็นอย่างมากสำหรับระบบเครือข่ายที่มีองค์ประกอบของอุปกรณ์ต่าง ๆ หลากหลายผู้ผลิต ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดเหล่านั้นจะต้องทำงานเข้ากันได้อย่างราบรื่น การกำหนดมาตรฐานต่าง ๆ นั้นจะเริ่มตั้งแต่โครงสร้างพื้นฐานของฮาร์ดแวร์ระบบเครือข่าย ได้แก่ ระบบสายเคเบิล อุปกรณ์ในการส่งสัญญาณข้อมูล ตลอดจนถึงเครื่องเซิร์ฟเวอร์ และซอฟต์แวร์ในการสื่อสารบนระบบเครือข่าย เพื่อเป็นการรับประกันว่าส่วนประกอบต่าง ๆ จะสามารถทำงานร่วมกันได้ ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ระบบเครือข่ายจะต้องทำตามคำแนะนำตามมาตรฐานการออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์ ซึ่งกำหนดขึ้นโดยองค์กรมาตรฐานสากล (International Organization for standardization - ISO) โดยมาตรฐานที่กำหนดขึ้นและประกาศใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ.1984 เรียกว่า Open Systems Interconnection Reference Model เรียกสั้น ๆ ว่า OSI Reference Model หรือ ISO/OSI Model แบบจำลอง OSI (Open Systems Interconnection Reference Model)

OSI Reference Model เป็นการกำหนดชุดของคุณลักษณะเฉพาะที่ใช้อธิบายโครงสร้างของระบบเครือข่าย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ใดๆ ใช้เป็นโครงสร้างอ้างอิงในการสร้างอุปกรณ์ให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างดีบนระบบเครือข่าย โดยมีการจัดแบ่งเลเยอร์ของ OSI ออกเป็น ๗ เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์จะมีการโต้ตอบ หรือรับส่งข้อมูลกับเลเยอร์ที่อยู่ข้างเคียงเท่านั้น โดยเลเยอร์ที่อยู่ด้านล่างจะกำหนด ลักษณะของอินเตอร์เฟซ เพื่อให้บริการกับเลเยอร์ที่อยู่เหนือขึ้นไปตามลำดับ เริ่มตั้งแต่ส่วนล่างสุดซึ่งเป็นการจัดการลักษณะทางกายภาพของฮาร์ดแวร์ และการส่งกระแสของข้อมูลในระดับบิตไปสิ้นสุดที่แอพพลิเคชั่นเลเยอร์ ในส่วนบนสุด

๑. หลักการออกแบบเลเยอร์

แต่ละเลเยอร์จะมีการกำหนดการทำงานอย่างละเอียด โดยมีการทำงานเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ฟังก์ชันภายในเลเยอร์จะพยายามมุ่งไปสู่ข้อกำหนดมาตรฐาน (Standard Protocol) ขอบเขตของเลเยอร์จะถูกเลือก และจำกัดให้มีปริมาณการเชื่อมต่อระหว่างเลเยอร์ให้น้อยที่สุด จำนวนของเลเยอร์ต้องมากพอที่จะแยกฟังก์ชั่นที่จำเป็น และแตกต่างกันไม่ให้อยู่ในเลเยอร์เดียวกัน

๒. การทำงานของ OSI Reference Model



ภาพที่ ๕-๔ แสดง OSI Reference Model

๓. การส่งแพ็คเก็ตใน OSI Reference

จากแผนผัง คอมพิวเตอร์ A และคอมพิวเตอร์ B มีโครงสร้างเป็น OSI ซึ่งมี ๗ เลเยอร์ เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ A พร้อมที่จะส่งสัญญาณข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ B นั้น แต่ละเลเยอร์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ A จะเสมือนกับว่ามีการสื่อสารกับเลเยอร์ในระดับเดียวกันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ B ถึงแม้ว่าจะไม่มีการสื่อสารระหว่างเลเยอร์เหล่านี้เกิดขึ้นจริง แต่เลเยอร์ในระดับต่าง ๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งคู่นั้นจะทำตามกฎเกณฑ์ หรือโปรโตคอล (Protocol) อย่างเดียวกัน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าแต่ละเลเยอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้รับจะได้รับแพ็คเก็ตข้อมูลแบบเดียวกันกับแพ็คเก็ตข้อมูลที่รวบรวม โดยแต่ละเลเยอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ส่ง

โดยแพ็คเก็ตข้อมูลจะเริ่มที่ระดับสูงสุดคือ Application Layer บนคอมพิวเตอร์ A และเคลื่อนลงมาทีละระดับชั้นจนมาถึงชั้นล่างสุดคือ Physical Layer การที่แพ็คเก็ตเคลื่อนผ่านจากระดับหนึ่งไปยังระดับถัดไปมั่นใจได้ว่า แต่ละเลเยอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้รับจะได้รับ

แพ็คเก็ตข้อมูลแบบเดียวกันกับแพ็คเก็ตข้อมูลที่รวบรวม โดยแต่ละเลเยอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ลง โดยแพ็คเก็ตข้อมูลจะเริ่มที่ระดับสูงสุดคือ Application Layer บนเครื่องคอมพิวเตอร์ A และเคลื่อนลงมาทีละระดับชั้นจนมาถึงชั้นล่างสุดคือ Physical Layer การที่แพ็คเก็ตเคลื่อนผ่านจากระดับหนึ่งไปยังระดับถัดไปนั้น จะมีการกำหนดที่อยู่การจัดรูปแบบของข้อมูลและอื่น ๆ

แต่ละเลเยอร์จะเป็นตัวจัดการ และมีกระบวนการของตนเอง เมื่อแพ็คเก็ตเคลื่อนตัวลงมาถึง Physical Layer ก็จะถูกแปลงให้เป็นกระแสข้อมูลแบบอนุกรม และลงผ่านสื่อกลาง คือ สายสัญญาณ ซึ่งเป็นเลเยอร์เดียวที่เครื่องคอมพิวเตอร์ A สื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ B และเมื่อสัญญาณข้อมูล มาถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ B กระบวนการก็จะเริ่มทำในทางตรงข้าม คือ จะทำการแยกแพ็คเก็ตออกผ่าน OSI ทั้ง ๗ เลเยอร์ ลงย้อนกลับขึ้นไปยัง Application Layer ของคอมพิวเตอร์ B เมื่อแพ็คเก็ตเดินทางผ่านเลเยอร์ระดับต่าง ๆ แต่ละเลเยอร์จะแยกข้อมูลข่าวสารตามกำหนดที่อยู่และการจัดรูปแบบของแพ็คเก็ต จนเมื่อมาถึงเลเยอร์ระดับสูงสุดคือ Application Layer ก็จะเหลือเฉพาะข้อมูลที่เหมือนกับบน Application Layer ของเครื่องคอมพิวเตอร์ A

๓.๑ เลเยอร์ ๑ : Physical Layer

ทำหน้าที่ จัดการเชื่อมต่อ และ การส่งสัญญาณทางไฟฟ้า จากผู้ส่งไปยังผู้รับ โดยผ่านสื่อกลาง เช่น สายทองแดง คลื่นวิทยุ สายคู่ตีเกลียว และใยแก้วนำแสง เป็นต้น โดยสัญญาณที่ผ่านอาจเป็นสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณคลื่นวิทยุ หรือสัญญาณแสง ซึ่งจะพิจารณาการส่งข้อมูลเป็น Bit 0 และ 1 จากต้นทางไปถึงปลายทาง โวลต์ที่จะใช้แทน Bit 0 และความยาวของแต่ละบิต (Microsecond) โดยสร้างสภาวะให้ทราบได้ว่า สภาวะที่กำหนดขึ้น คือจุดเริ่มต้นของการส่งผ่านข้อมูลหรือสิ้นสุด

การส่งผ่านข้อมูล และต้องมีการกำหนดมาตรฐานขึ้นว่าปลั๊กที่ใช้เสียบเพื่อเชื่อมโยงเน็ตเวิร์ค จะต้องมีกี่ขา ในบางกรณีที่ต้องการส่งผ่านข้อมูล ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นจะรวมหลายช่องทางการสื่ออสารเข้าด้วยกัน ซึ่งกรณีนี้ระดับการเชื่อมโยงทางกายภาพ จะมองช่องทางหลาย ๆ ช่องทาง ที่รวมเข้าด้วยกันเหมือนช่องทางเดียว ซึ่ง Protocol ในระดับสูงขึ้นไป จะช่วยทำหน้าที่นี้ดังนั้น การออกแบบจึงต้องพิจารณาครอบคลุมไปถึงกลไกทางด้านกำลังไฟฟ้า และส่วนที่ต่อเชื่อมกัน เป็นเน็ตเวิร์คย่อยด้วย

๓.๒ เลเยอร์ ๒ : Data Link Layer

เลเยอร์นี้มีจุดประสงค์หลักคือ พยายามควบคุมการส่งข้อมูลให้เสมือนกับว่าไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น เพื่อให้เลเยอร์สูงขึ้นไปสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างถูกต้อง วิธีการคือฝ่ายผู้ส่งจะทำการแตกข้อมูลออกเป็นเฟรมข้อมูล (Data-Frame) โดยจะต้องมีการกำหนดขอบเขตของเฟรม (Frame Boundary) โดยการเติมบิทเข้าไปยังจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรม จากนั้นทำการส่งเฟรมข้อมูลออกไปทีละชุด และรอรับการตอบรับ (Acknowledge Frame) จากผู้รับ ถ้าหากมีการสูญหายของเฟรมข้อมูล ซึ่งอาจเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนจากภายนอกหรือข้อผิดพลาดอื่นๆ ในกรณีนี้ฝ่ายผู้ส่งจะต้องส่งเฟรมข้อมูลเดิมออกมาใหม่

๓.๓ เลเยอร์ ๓ : Network Layer

เป็นเลเยอร์ที่ทำหน้าที่หลักเกี่ยวข้องกับการหาเส้นทาง (Routing) ในการส่งแพคเก็ตจากต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่งจะมีการสลับช่องทางในการส่งข้อมูลหรือที่เรียกว่า แพ็คเกตสวิตช์ชิ่ง (Packet Switching) มีการสร้างวงจรเสมือน (Virtual Circuit) ซึ่งคล้ายกับว่ามีเส้นทางเชื่อมโยงกันระหว่างคอมพิวเตอร์ ๒ เครื่องให้ติดต่อสื่อสารถึงกันได้โดยตรง การกำหนดเส้นทางการส่งข้อมูลนั้น คอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ส่งอาจทำหน้าที่ พิจารณาหาเส้นทางที่เหมาะสมในการส่งข้อมูลตั้งแต่ต้นหรืออาจใช้วิธีแบบไดนามิกส์ (Dynamic) คือแต่ละแพคเก็ตสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ตลอดเวลา นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ส่งยังมีหน้าที่ในการจัดการเรื่องที่อยู่ของเครือข่ายปลายทาง โดยจะมีการแปลงที่อยู่แบบตรรกะ (Logical Address) ให้เป็นที่อยู่แบบกายภาพ (Physical Address) ซึ่งถูกกำหนดโดยการ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย

๓.๔ เลเยอร์ ๔ : Transport Layer

Transport Layer ทำหน้าที่เสมือนบริษัทขนส่ง ที่รับผิดชอบการจัดส่งข้อมูลโดยปราศจากความผิดพลาด ซึ่งมีหน้าที่หลักคือ การตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในข้อมูลคอยแยกแยะ และจัดระเบียบของแพ็คเก็ตข้อมูลให้จัดเรียงลำดับอย่างถูกต้อง และมีขนาดที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังทำการผนวกข้อมูลทั้งหลายให้อยู่ในรูปของวงจรเดียวหรือเรียกว่าการมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) และมีกลไกลำหรับควบคุมการไหลของข้อมูลให้มีความสม่ำเสมอ

๓.๕ เลเยอร์ ๕ : Session Layer

จากเลเยอร์ที่ผ่านมาจะเห็นว่าการทำงานต่าง ๆ จะเกี่ยวพันอยู่เฉพาะกับบิตและข้อมูลเท่านั้น โดยไม่ได้สนใจเกี่ยวกับสถานภาพการใช้งานจริงของผู้ใช้แต่อย่างใด ซึ่งหน้าที่ดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นที่ Session Layer ในเลเยอร์นี้ จะมีการให้บริการสำหรับการใช้งานเครื่องที่อยู่ห่างไกลออกไป (Remote Login) การถ่ายโอนไฟล์ระหว่างเครื่อง โดยจะมีการจัดตั้งการสื่อสารระหว่าง ๒ ฝ่าย เรียกว่า Application Entities หรือ AE ซึ่งเทียบได้กับบุคคล ๒ คนที่ต้องการสนทนากันทางโทรศัพท์โดย Session Layer จะมีหน้าที่จัดการให้การสนทนาเป็นไปอย่างราบรื่นโดยการตรวจสอบการไหลของข้อมูลอย่างเป็นจังหวะ ดูแลเรื่องความปลอดภัย เช่น ตรวจสอบอายุการใช้งานของรหัสผ่าน จำกัดช่วงระเวลาในการติดต่อควบคุมการถ่ายเทข้อมูล รวมถึงการกู้ข้อมูลที่เสียหายอันเกิดมาจากเครือข่ายทำงานผิดปกติ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจดูการใช้งานของระบบและจัดทำบัญชีรายงานช่วงเวลาการใช้งานของผู้ใช้ได้

๓.๖ เลเยอร์ ๖ : Presentation Layer

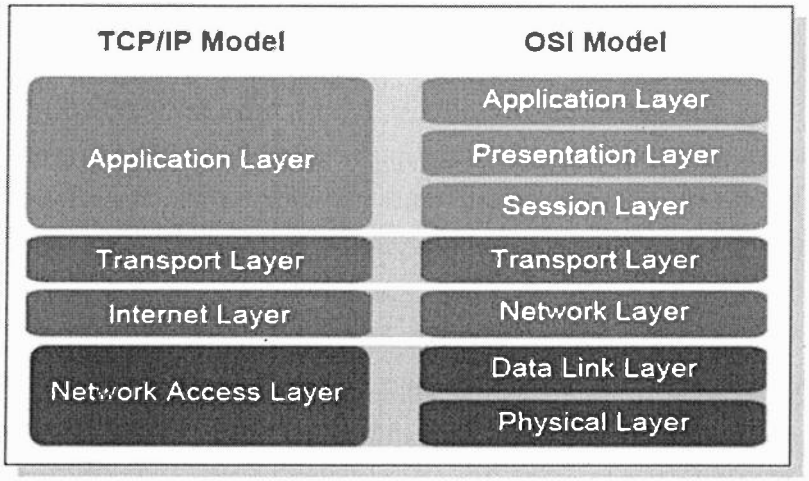
หน้าที่หลักคือการแปลงรหัสข้อมูลที่ส่งระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ ๒ เครื่องให้เป็นอักขระแบบเดียวกัน เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้รหัส ASCII (American Standard Code for Information Interchange) แต่ในบางกรณีเครื่องที่ใช้รหัส ASCII อาจจะต้องสื่อสารกับเครื่องเมนเฟรมของ IBM ที่ใช้รหัส EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) ดังนั้น Presentation Layer จะทำหน้าที่แปลงรหัสเหล่านี้ ให้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้าใจได้ตรงกัน นอกจากนี้ยังสามารถทำการลดขนาดของข้อมูล (Data Compression) เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการรับส่ง และสามารถเข้ารหัสเพื่อเป็นการป้องกันการโจรกรรมข้อมูลได้อีกด้วย

๓.๗ เลเยอร์ ๗ : Application Layer

เป็นเลเยอร์บนสุดที่ทำงานใกล้ชิดกับผู้ใช้ การทำงานของเลเยอร์นี้จะเกี่ยวข้องกับโปรโตคอลต่าง ๆ มากมาย ซึ่งจะมีการใช้งานที่เฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป มีการเกี่ยวข้องกับโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ได้แก่ Email, File Transfer, Remote Job Entry, Directory Services นอกจากนี้ ยังมีการจัดเตรียมฟังก์ชันในการเข้าถึงไฟล์ และเครื่องพิมพ์ซึ่งเป็นการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรบนระบบเครือข่าย

แบบจำลอง TCP/IP

TCP/IP Model มีแนวคิดพื้นฐานแตกต่างจาก OSI Model คือไม่ได้มีพื้นฐานของการสื่อสารแบบการสนทนา TCP/IP Model เป็นภาพแสดงถึงโลกของระบบเครือข่ายสากล (Internetworking) ที่ทำการเคลื่อนย้าย และกำหนดเส้นทางให้กับข้อมูลระหว่างเครือข่าย และระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง ๒ โมเดล จะพบว่ามีบางเลเยอร์ที่มีการกำหนดคุณสมบัติที่เทียบได้ใกล้เคียงกัน แต่บางเลเยอร์ก็ไม่สามารถเทียบหาความสัมพันธ์ได้เลย



ภาพที่ ๕-๕ แสดงเลเยอร์ต่างๆใน TCP/IP และ ISO/OSI Model

๑. Network Access Layer

ประกอบด้วยโปรโตคอลที่ใช้ในการจัดส่งเฟรมข้อมูล โดยจะพิจารณาว่าจะมีการส่งเฟรมข้อมูลไปบนระบบเครือข่ายทางกายภาพอย่างไร ซึ่งจะใช้การกำหนดที่อยู่อย่างถาวรให้กับการ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย

๒. Internet Layer

เลเยอร์นี้จะไม่สามารถเทียบได้กับ OSI Model เนื่องจากเป็นส่วนที่ประกอบด้วยโปรโตคอลที่ทำหน้าที่ กำหนดเส้นทางให้กับข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับ เป็นกระบวนการส่งแพ็คเก็ตข้อมูลผ่านสื่อกลางของระบบเครือข่าย โดยแพ็คเก็ตข้อมูลจะถูกเรียงเป็น Datagram ซึ่งหมายถึง

เป็นแพ็คเก็ตข้อมูลที่มีข่าวสารในส่วนหัว (Header) และ ส่วนท้าย (Trailer)ประกอบอยู่ด้วย และยังรวมถึงการใช้เราท์เตอร์ และเกตเวย์ในการส่ง Datagram ไปมาระหว่างโหนดต่าง ๆ ด้วย

๓. Transport layer

จะทำหน้าที่เช่นเดียวกับใน OSI Reference Model คือมีหน้าที่สร้างความน่าเชื่อถือในการจัดส่ง Datagram และช่วยในการสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์โดยจัดตั้งการเชื่อมต่อหรือสร้างวงจรเสมือน (Virtual Circuit) ซึ่งจะคล้ายกับการสนทนาใน OSI Model โดยเริ่มด้วยคำสั่งในการเปิด และสิ้นสุดด้วยคำสั่งปิด สำหรับในโลกของ TCP/IP นั้น แพ็คเก็ตข้อมูลจะถูกกำหนดเส้นทางการส่งจากแหล่งกำเนิดไปยังปลายทาง ผ่านเส้นทางที่ดีที่สุดในขณะนั้น ซึ่งการแลกเปลี่ยนข้อมูลลักษณะนี้เรียกว่า Connectionless

๔. Application Layer

เลเยอร์นี้สามารถเทียบได้กับ Application Layer และ Presentation Layer ใน OSI Model โดยจะบรรจุโปรโตคอลหลายแบบ ที่ทำให้แอพพลิเคชั่นสามารถเข้าถึงระบบเครือข่ายและบริการบนระบบเครือข่ายได้

องค์กรที่มีบทบาทต่อการกำหนดมาตรฐาน

เนื่องจากหน่วยงานที่มีหน้าที่กำหนดมาตรฐาน มีบทบาทสำคัญสำหรับการพัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย เราจึงพบชื่อย่อของหน่วยงานต่างๆ ที่ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานในเอกสาร หรือบทความทางเทคนิคบ่อย ๆ ในส่วนต่อไปนี้จะอธิบายเกี่ยวกับองค์กรกำหนดมาตรฐานซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายและเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

๑. ANSI

ANSI (American National Standards Institute) เป็นองค์กรอาสาสมัครที่ไม่มีผลกำไรจากการดำเนินงาน ประกอบด้วยกลุ่มนักธุรกิจและกลุ่มอุตสาหกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกา ก่อตั้งปี ค.ศ. 1918 มี สำนักงานใหญ่อยู่ที่นิวยอร์ค ANSI ทำหน้าที่พัฒนามาตรฐานต่าง ๆ ของอเมริกาให้เหมาะสม จากนั้นจะรับรองขึ้นไปเป็นมาตรฐานสากล ANSI ยังเป็นตัวแทนของอเมริกาในองค์กรมาตรฐานสากล ISO (International Organization for Standardization) และ IEC (International Electrotechnical Commission)

ANSI เป็นที่รู้จัก ในการเสนอภาษาการเขียนโปรแกรม ได้แก่ ANSI C และยังกำหนดมาตรฐานเทคโนโลยีระบบเครือข่ายอีกหลายแบบ เช่น ระบบเครือข่ายความเร็วสูงที่ใช้เคเบิลใยแก้วนำแสง SONET เป็นต้น

๒. IEEE

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) เป็นสมาคมผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1884 ตั้งอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีสมาชิกจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกประมาณ 150 ประเทศ IEEE มุ่งสนใจทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม และวิทยาการคอมพิวเตอร์ มีชื่อเสียงอย่างมากในการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของระบบเครือข่าย

เกณฑ์การจัดตั้งเครือข่ายต่าง ๆ ถูกกำหนดเป็นกลุ่มย่อยของคุณลักษณะเฉพาะมาตรฐาน 802 ตัวอย่างที่รู้จักกันดีได้แก่ IEEE802.3 ซึ่งกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่าย Ethernet IEEE802.4 กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่ายแบบ Token-Bus และ IEEE802.5 ซึ่งกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่ายแบบ Token-Ring เป็นต้น

๓. ISO

ISO (International Standard Organization หรือ International Organization for Standardization) เป็นองค์กรที่รวบรวมองค์กรมาตรฐานจากประเทศต่างๆ ๑๓๐ ประเทศ ISO เป็นภาษากรีกหมายถึงความเท่าเทียมกัน หรือความเป็นมาตรฐาน (Standardization) ISO ไม่ใช่องค์กรของรัฐ มีจุดมุ่งหมายในการส่งเสริมให้มีมาตรฐานสากล ซึ่งไม่เพียงแต่ในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีและการสื่อสาร แต่ยังรวมไปถึงการค้า การพาณิชย์ และ ผลิตกัณฑ์อื่น ๆ สำหรับในส่วนของระบบเครือข่ายนั้น ISO เป็นผู้กำหนดมาตรฐานโครงสร้าง ๗ เลเยอร์ของ ISO/OSI Reference Model นั่นเอง

๔. IETF

IEFT (Internet Engineering Task Force) เป็นกลุ่มผู้ให้ความสนใจเกี่ยวกับระบบเครือข่ายและการเติบโต ของเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การเป็นสมาชิกของ IETF นั้นเปิดกว้าง โดยองค์กรนี้มีการแบ่งคณะทำงานออกเป็นหลายกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมุ่งสนใจเฉพาะในเรื่องต่าง ๆ เช่น การกำหนดเส้นทางการส่งข้อมูล ระบบรักษาความปลอดภัย และระบบการออกอากาศข้อมูล (Broadcasting) เป็นต้น นอกจากนี้ IETF ยังเป็นองค์กรที่พัฒนาและจัดทำ คุณสมบัติเฉพาะที่เรียกว่า RFC (Requests For Comment) สำหรับมาตรฐานของ TCP/IP ที่ใช้บนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตอีกด้วย

๕. EIA

EIA (Electronics Industries Association) เป็นองค์กรกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์ทางด้านโทรคมนาคม และการสื่อสารของเครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น คุณลักษณะในการเชื่อมต่อผ่าน RS-232 เป็นต้น

๖. W3C

W3C (World Wide Web Consortium) ก่อนตั้งในปี ค.ศ.๑๙๙๔ โดยมีเครือข่ายหลักในประเทศสหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น โดยมีภารกิจหลักในการส่งเสริมและพัฒนามาตรฐานของเว็บ ข้อเสนอที่ได้รับการ พิจารณาและรับรองโดย W3C จะเป็นมาตรฐานในการออกแบบการแสดงผลเว็บเพจ เช่น Cascading, XML, EITML เป็นต้น

มาตรฐานของระบบเครือข่ายท้องถิ่น

มาตรฐานของ LAN ถูกกำหนดโดยคณะกรรมการจาก IEEE ซึ่งมีชื่ออย่างเป็นทางการเรียกว่า IEEE 802 Local and Metropolitan Area Network standard Committee โดยจะเน้นการกำหนดคุณสมบัติในระดับของ Physical Layer และ Data Link Layer ใน OSI Reference

Model มาตรฐานจำนวนมาก ถูกกำหนดออกมาจากกรรมการกลุ่มนี้และได้นำมาใช้กำหนดรูปแบบโครงสร้างของระบบเครือข่ายในปัจจุบัน มาตรฐานที่น่าสนใจมีดังต่อไปนี้

๑. IEEE 802.3: Ethernet

Ethernet นับเป็นต้นกำเนิดของเทคโนโลยี LAN เนื่องจาก LAN ส่วนมากหรือเกือบทั้งหมดในปัจจุบันใช้พื้นฐานของเทคโนโลยีนี้ คุณลักษณะเฉพาะในการทำงานของ Ethernet คือการทำงานแบบที่เรียกว่า การเข้าใช้ระบบเครือข่ายโดยวิธีช่วงชิง หรือ CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)

๒. IEEE 802.3 10Base5 (Thick Ethernet)

เป็นระบบเครือข่ายแบบบัส ใช้สายโคแอ็กเชียลอย่างหนา (๓/๘ นิ้ว) สามารถส่งข้อมูลได้ที่อัตราเร็ว ๑๐ เมกะบิตต่อวินาที ในระยะทางสูงสุดไม่เกิน ๕๐๐ เมตร และเนื่องจากสายโคแอ็กเชียลอย่างหนาสามารถนำสัญญาณไปได้ไกลกว่าจึงมักถูกใช้เป็นแบคโบน (Backbone) ของระบบเครือข่าย

๓. IEEE 802.3 10Base2 (Thin Ethernet)

เป็นระบบเครือข่ายแบบบัส ใช้สายโคแอ็กเชียลอย่างบาง (๓/๑๖ นิ้ว) สามารถติดตั้งได้ง่ายกว่าแบบแรก และราคาต่ำกว่า สามารถส่งข้อมูลได้ที่อัตราเร็ว ๑๐ เมกะบิตต่อวินาที ในระยะทางสูงสุดไม่เกิน ๒๐๐ เมตร

๔. IEEE 802.3 10BaseT (Twisted-pair Ethernet)

เป็นระบบที่เชื่อมต่อโหนดต่าง ๆ เข้ากับ Hub เป็นรูปแบบดาว ใช้สายคู่ฟันเกลียว โดยอาจเป็นแบบไม่มีสิ่งห่อหุ้ม (Unshielded Twisted-pair) หรือแบบมีสิ่งห่อหุ้ม (Shielded Twisted-pair) มีหัวเชื่อมต่อเป็นแบบ RJ-45 มีลักษณะคล้ายปลั๊กโทรศัพท์ สามารถส่งข้อมูลได้ที่อัตราเร็ว ๑๐ เมกะบิตต่อวินาที โดยมีความยาวของสายระหว่างสถานีงานกับ Hub ไม่เกิน ๑๐๐ เมตร

๕. IEEE 802.3u 100BaseX (Fast Ethernet)

มีระบบการเชื่อมต่อแบบดาว สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่อัตราเร็ว ๑๐๐ เมกะบิตต่อวินาทีแบ่งเป็น ๓ ประเภท ได้แก่

๕.๑ 100BaseT4 ใช้สายคู่พันเกลียวจำนวน 4 คู่

๕.๒ 100BaseTX ใช้สายคู่พันเกลียวจำนวน 2 คู่

๕.๓ 100BaseFX ใช้เคเบิลใยแก้วนำแสง

๖. IEEE 802.4: Token Bus

ได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นมาตรฐาน สำหรับระบบเครือข่ายแบบบัสที่ตอบสนองความต้องการคือ ไม่ต้องการให้มีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นเลย โดยจะทำงานด้วยการส่งแพ็คเกตข้อมูลที่เรียกว่าโทเคน (Token) วนเป็นวงแหวนไปตามสถานีงานต่าง ๆ บนเครือข่าย เมื่อโทเคนไปถึงสถานีงานปลายทางก็จะมีการคัดลอกข้อมูลขึ้นมา จากนั้นก็จะส่งข้อมูลแจ้งกลับไปยังสถานีงานต้นทางว่าได้รับแล้วผ่านทางโทเคนเดิม

ระบบเครือข่ายจะต้องสร้างตารางของตำแหน่งที่อยู่สำหรับสถานีงานทั้งหมดขึ้น ซึ่งจะเรียงตามความสำคัญของสถานีงานที่สามารถรับโทเคนไปได้ ในกรณีที่มีสถานีงานใดต้องการติดต่อกับระบบเครือข่ายสูงเป็นพิเศษ นั่นก็คือต้องการได้รับโทเคนถี่ขึ้นเป็นพิเศษ ก็สามารถทำได้ด้วยการใส่ตำแหน่งที่อยู่ของสถานีนั้น ๆ ไว้ในตารางให้มากขึ้น

๗. IEEE 802.5: Token Ring

มาตรฐานนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมา เพื่อรองรับระบบเครือข่ายท้องถิ่นที่ใช้โทโปโลยีรูปวงแหวนโดยใช้โทเคนเป็นตัวนำข้อมูลจากสถานีงานหนึ่งไปยังอีกสถานีงานหนึ่ง เมื่อสถานีปลายทางได้รับโทเคน และทำการคัดลอกข้อมูลเสร็จแล้ว ก็จะทำการส่งโทเคนกลับไปยังสถานีต้นทางเดิมซึ่งจะต้องทำการถอดเอาข้อมูลออก แล้วจึงปล่อยโทเคนไปให้สถานีงานถัดไป สถานีงานแต่ละเครื่องที่ได้รับโทเคนไปจะทำการตรวจสอบดูว่าตำแหน่งที่อยู่ที่กำหนดในโทเคนนั้น เป็นของตนเองหรือไม่ ถ้าเป็นของตนเองก็จะทำการคัดลอกข้อมูลไว้ จากนั้นจะทำการทวนสัญญาณให้แรงขึ้นพร้อมกับส่งโทเคนนั้นกลับไป แต่ถ้าตำแหน่งที่อยู่ไม่ใช้ตำแหน่งของตน ก็จะทำการทวนสัญญาณให้แรงขึ้นและปล่อยโทเคนนั้นผ่านไป

ลักษณะเด่นของ Token Ring เมื่อเทียบกับ Token Bus ก็คือ ความสามารถที่รองรับระยะทางได้ไกลมากกว่า โดยไม่เกิดการสูญเสียของสัญญาณระหว่างทาง ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละสถานีงานมีการทวนสัญญาณซ้ำนั่นเอง ส่วนข้อด้อยที่สำคัญคือ ถ้าหากมีสถานีงานใดเสียหายหรือทำงานผิดปกติ ก็อาจล่งผลร้ายแรงให้ทั้งระบบหยุดทำงานได้ นอกจากนี้การติดตั้งสายสัญญาณนั้น ยังมีความยุ่งยากและสิ้นเปลืองมากกว่าแบบ Token Bus

๘. 802.9: Isochronous Networks

เป็นการรวมเทคโนโลยี ISDN (Integrated Services Digital Network) กับเทคโนโลยี LAN เข้าด้วยกัน Isochronous LAN อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า IS LAN (Integrated Services LAN) โดยมีจุดมุ่งหมายในการทำให้ระบบเครือข่ายมีความสามารถในการส่งข้อมูลประเภทมัลติมีเดียได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากข้อมูลที่ประกอบด้วยสัญญาณเสียง สัญญาณภาพจำเป็นต้องได้รับการคัดส่งอย่างราบรื่นในช่วงเวลาที่แน่นอน เช่น สัญญาณภาพจะต้องได้รับการจัดส่งไปด้วยจำนวนเฟรมที่แน่นอนในเวลา ๑ วินาที ถ้าหากการจัดส่งสัญญาณถูกขัดขวาง ข้อมูลก็จะถูกบิดเบือนไปทำให้ไม่สามารถเห็นเป็นภาพได้ ส่วนสัญญาณเสียงก็เช่นเดียวกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าทั้งสัญญาณภาพ (Video) และสัญญาณเสียง (Audio) จะต้องขึ้นกับช่วงเวลา ระบบเครือข่ายที่สนับสนุนความต้องการนี้ก็คือ Isochronous Networks นั่นเอง

๙. IEEE 802.11: Wireless Network

เป็นการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบเครือข่ายไร้สายที่เทียบได้กับระบบเครือข่าย Ethernet แต่จะใช้เทคนิคในการเข้าถึงระบบเครือข่ายด้วยวิธี CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) ซึ่งวิธีการนี้ต่างจากวิธี CSMA/CD คือ ด้วยวิธี CSMA/CD โหนดต่างๆ จะต้องมีการฟังสื่อกลางในการนำสัญญาณ และจะทำการส่งได้ก็ต่อเมื่อสายสัญญาณว่าง แต่สำหรับ CSMA/CA นั้นโหนดต่าง ๆ จะต้องส่งข่าวสารที่เรียกว่า RTS (Request To Send) ซึ่งจะระบุผู้รับเป้าหมายไว้ ขณะเดียวกันก็จะเตือนโหนดทั้งหมด ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง

ให้หยุดรอชั่วขณะหนึ่ง ส่วนทางผู้รับจะส่งสัญญาณ CTS (Clear To Send) กลับไปยังโหนดที่ต้องการส่งข้อมูล

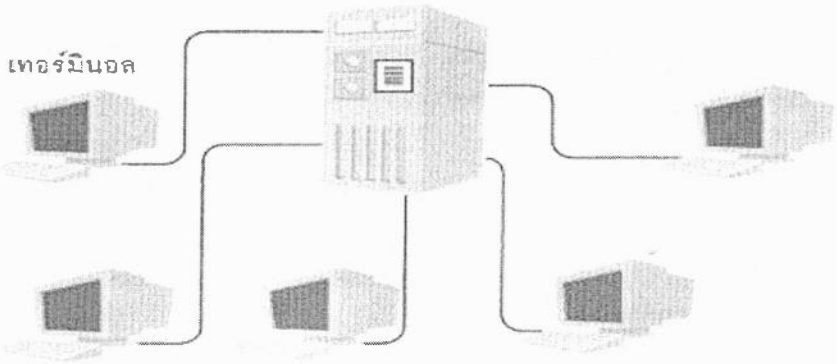
เมื่อกระบวนการนี้เสร็จสิ้นจึงจะมีการส่งข้อมูลจริง เมื่อผู้รับได้รับข้อมูลครบถ้วนแล้วก็จะส่งสัญญาณตอบรับ ACK (Acknowledge) กลับไป เป็นอันจบกระบวนการสื่อสาร สื่อที่ใช้ในการส่งสัญญาณของระบบนี้ มีสองประเภท คือ ผ่านทางคลื่นแสงอินฟราเรด ซึ่งจะใช้ได้ภายในระยะทาง ๓๓ เมตร (๑๐๐ ฟุต) และผ่านทางคลื่นวิทยุ ซึ่งจะออกอากาศในย่านความถี่ 2.4 GHz ระบบ Wireless LAN นี้จะมีประโยชน์ในสถานการณ์ ซึ่งโหนดต่าง ๆ ต้องการอิสระในการเคลื่อนย้าย เช่น ในโรงพยาบาล หรือ ในห้องรับรองขนาดใหญ่ เป็นต้น

การประยุกต์ใช้งานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ระบบเครือข่ายทำให้เกิดการสื่อสาร และการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะหมายความรวมถึง การสื่อสาร และการแบ่งปันการใช้ข้อมูลระหว่างบุคคลด้วย ซึ่งทั้งหมดนี้ คืองานของระบบเครือข่ายนั่นเอง

๑. ระบบเครือข่ายแบบรวมศูนย์กลาง (Centralized Networks)

เป็นระบบที่มีเครื่องหลักเพียงเครื่องเดียวที่ใช้ในการประมวลผล ซึ่งจะตั้งอยู่ที่ศูนย์กลางและมีการเชื่อมต่อไปยังเครื่องเทอร์มินอลที่อยู่รอบ ๆ โดยการเดินสายเคเบิลเชื่อมต่อกันโดยตรง เพื่อให้เครื่องเทอร์มินอลสามารถเข้าใช้งาน โดยส่งคำสั่งต่าง ๆ มาประมวลผลที่เครื่องกลาง ซึ่งมักเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรมประสิทธิภาพสูง ระบบเครือข่ายแบบรวมศูนย์กลางจะมีราคาสูง และไม่สามารถสนับสนุน ระบบการประมวลผลแบบ Multiprocessor ได้ดีเท่ากับระบบเครือข่ายแบบ Client/server ปัจจุบันระบบนี้ จึงมีความนิยมในการใช้งานลดน้อยลง

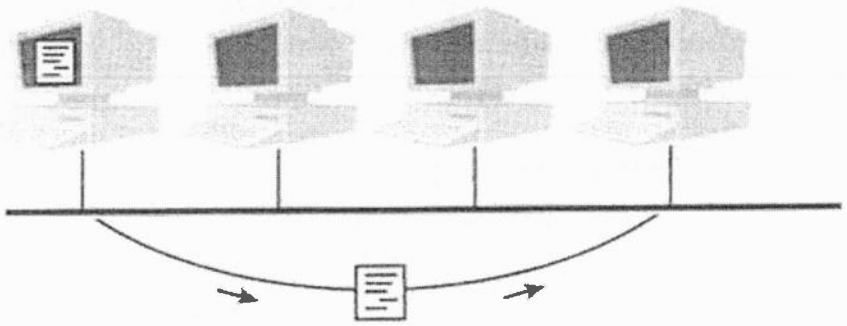


ภาพที่ ๕-๖ แสดงระบบเครือข่ายแบบรวมศูนย์กลาง

๒. ระบบเครือข่าย Peer-to-Peer

แต่ละสถานีงานบนระบบเครือข่าย Peer-to-Peer จะมีความเท่าเทียมกัน สามารถที่จะแบ่งปันทรัพยากรให้แก่กันและกันได้ เช่น การใช้เครื่องพิมพ์หรือแฟ้มข้อมูลร่วมกันในเครือข่าย ในขณะเดียวกันเครื่องแต่ละสถานีงาน ก็จะมีขีดความสามารถในการทำงานได้ด้วยตัวเอง (Stand Alone) คือ จะต้องมีทรัพยากรภายในของตัวเอง เช่น ดิสก์สำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำที่เพียงพอ

และมีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้ ข้อดีของระบบนี้คือ ความง่ายในการจัดตั้งระบบ มีราคาถูก และสะดวกต่อการบริหารจัดการ ซึ่งมักจะมอบเป็นภาระหน้าที่ของผู้ใช้ในแต่ละสถานีงาน ให้รับผิดชอบในการดูแลพิจารณาการแบ่งปันทรัพยากรของตนเอง ให้กับสมาชิกผู้อื่นในกลุ่ม ดังนั้น ระบบนี้ จึงเหมาะสมสำหรับสำนักงานขนาดเล็ก ที่มีสถานีงานประมาณ 5-10 เครื่อง ที่วางอยู่ในพื้นที่เดียวกัน ข้อด้อยของระบบนี้คือ เรื่องการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล เนื่องจากไม่มีระบบการป้องกันในรูปแบบของบัญชีผู้ใช้ และรหัสผ่าน ในการเข้าถึงทรัพยากรต่าง ๆ ของระบบ

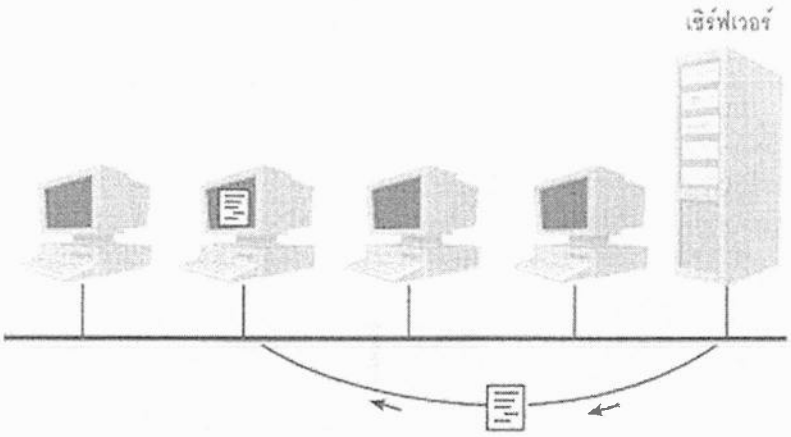


ภาพที่ ๕-๗ แสดงระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer

๓. ระบบเครือข่ายแบบ Client/server

เป็นระบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพสูง และมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง มากกว่าระบบเครือข่ายแบบอื่นที่มีในปัจจุบัน ระบบ Client/server สามารถสนับสนุนให้มีเครื่องลูกข่ายได้เป็นจำนวนมาก และสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้หลายแพลตฟอร์ม ระบบนี้จะทำงานโดยมีเครื่อง Server ที่ให้บริการเป็นศูนย์กลางอย่างน้อย ๑ เครื่อง และมีการบริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ จากส่วนกลาง ซึ่งคล้ายกับระบบเครือข่ายแบบรวมศูนย์กลางแต่สิ่งที่แตกต่างกันก็คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ให้บริการในระบบ Client/server นี้ จะเป็นเครื่องที่มีราคาไม่แพงมาก ซึ่งอาจใช้เพียงเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงในการควบคุมการให้บริการทรัพยากรต่าง ๆ

นอกจากนี้เครื่องลูกข่ายยังจะต้องมีความสามารถในการประมวลผล และมีพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลท้องถิ่นเป็นของตนเองอีกด้วย ระบบเครือข่ายแบบ Client/server เป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นสูง สนับสนุนการทำงานแบบ Multiprocessor สามารถเพิ่มขยายขนาดของจำนวนผู้ใช้ได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มจำนวนเครื่อง Servers สำหรับให้บริการต่าง ๆ เพื่อช่วยกระจายภาระของระบบได้ ส่วนข้อเสียของระบบนี้ก็คือ มีความยุ่งยากในการติดตั้งมากกว่าระบบ Peer-to-Peer รวมทั้งต้องการบุคลากร เพื่อการบริหารจัดการระบบโดยเฉพาะอีกด้วย



ภาพที่ ๕-๘ แสดงระบบเครือข่ายแบบ Client/Server

การออกแบบระบบเครือข่าย

ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายสำหรับองค์กรขนาดใดก็ตาม สิ่งที่จำเป็นต้องมีคือ บุคลากรที่จะดูแลและจัดการระบบเครือข่าย สำหรับองค์กรขนาดเล็กอาจจะมีแค่หนึ่งหรือสองคนที่คอยดูแล และจัดการเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย ซึ่งหลายองค์กรมักจะจ้างเจ้าหน้าที่แบบชั่วคราว หรือทำงานแบบไม่เต็มเวลามาดูแลระบบ สำหรับการออกแบบและการติดตั้งระบบเครือข่ายในครั้งแรกนั้น หลายองค์กรอาจใช้วิธีการจ้างบริษัทที่ปรึกษาทางด้านเครือข่ายทำการออกแบบและติดตั้งระบบให้ใช้งานได้ก่อน ในบทนี้จะเป็นการให้คำแนะนำสิ่งต่างๆ ที่ควรพิจารณาให้กับผู้ที่ได้รับมอบหมายจากองค์กรให้ทำหน้าที่ในการประเมินความต้องการ

ก่อนที่จะเริ่มลงมือออกแบบเครือข่าย ผู้ออกแบบระบบต้องมีจุดประสงค์ที่ชัดเจน สิ่งหนึ่งที่สำคัญที่ต้องทำก่อนที่จะออกแบบระบบเครือข่าย คือการวิเคราะห์ระบบ ซึ่งจะรวมถึงการศึกษาระบบการทำงานขององค์กรแล้ววิเคราะห์ว่าสามารถใช้ระบบสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานขององค์กรได้อย่างไร ขั้นต้นก็อาจลองพิจารณาดูว่ามีระบบงานอะไรบ้าง ถ้าใช้เครือข่ายแล้วจะช่วยทำให้การปฏิบัติงานนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น จะต้องใช้ซอฟต์แวร์ทางด้านธุรกิจอะไรบ้าง ผู้ใช้ต้องการที่จะแชร์ไฟล์ชนิดต่าง ๆ เท่านั้น หรือ องค์กรต้องการที่จะมีระบบฐานข้อมูลที่มีผู้ใช้หลายคนหรือไม่ องค์กรต้องการที่จะใช้อีเมล์หรือไม่ แล้วเว็บเซิร์ฟเวอร์จำเป็นไหม องค์กรต้องการนำธุรกิจเข้าสู่ระบบอีคอมเมิร์ซหรือไม่ ซึ่งถ้าใช่นั้น ก็หมายความว่าเครือข่ายขององค์กรต้องการที่จะเชื่อมต่อเข้ากับอินเตอร์เน็ต ที่กล่าวมาเป็นส่วนหนึ่งของหลาย ๆ สิ่ง ที่ผู้ออกแบบระบบต้องศึกษาและค้นคว้าก่อนที่จะเริ่มลงมือออกแบบระบบ เมื่อได้ศึกษาและวิเคราะห์งานด้านธุรกิจที่จำเป็นต้องใช้เครือข่ายเสร็จแล้ว ต่อไปให้ลำดับความสำคัญของแต่ละงาน เพื่อจะได้วางแผนได้ว่าสิ่งไหนที่ต้องทำก่อนหรือสิ่งใดที่สามารถรอก่อนได้ ซึ่งผู้ออกแบบต้องให้ความสำคัญกับงานที่มีผลกระทบกับธุรกิจขององค์กรมากที่สุดเป็นอันดับแรก

ลักษณะการใช้งานคอมพิวเตอร์ในสำนักงานขนาดเล็ก จะแตกต่างจากลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ในบริษัทขนาดใหญ่หรือ Enterprise ระบบเครือข่ายสำหรับองค์กรขนาดใหญ่มักจะมีผู้ใช้หลายพันคน มีเครื่องเซิร์ฟเวอร์หลายสิบเครื่อง ซึ่งอาจจะมีเครื่องเมนเฟรมเชื่อมต่อเข้ากับระบบและเครือข่ายอาจจะครอบคลุมบริเวณกว้าง ซึ่งอาจจะมีหลายอาคาร และแต่ละอาคารอาจมีหลายชั้น เครือข่ายประเภทนี้อาจจะต้องเชื่อมต่อกับเครือข่ายของสาขาย่อยหลายเครือข่าย และในแต่ละสาขาย่อยอาจจะมีหลายอาคาร ซึ่งไม่เป็นการแปลกเลยที่เครือข่ายแบบ Enterprise จะประกอบด้วยอุปกรณ์เครือข่ายหลายพันเครื่องและต้องอาศัยเครือข่ายหลักหรือแบ็คโบน (Backbone) ในการเชื่อมต่อกันระหว่างเครือข่ายย่อย ๆ เข้าด้วยกัน เครือข่ายประเภทนี้มักจะมีอุปกรณ์ที่ซับซ้อนและราคาแพง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญสูงเฉพาะด้าน เพื่อดูแลและจัดการระบบ

สำหรับองค์กรขนาดเล็กจะมีความต้องการทางด้านเครือข่ายที่กะทัดรัดกว่า เครือข่ายอาจจะประกอบด้วยเครื่องลูกข่ายไม่ถึงร้อยเครื่อง เครื่องพิมพ์เลเซอร์ไม่ถึงสิบเครื่อง โดยเครือข่ายนี้สามารถอำนวยความสะดวกแก่พนักงานขององค์กรในการแชร์ข้อมูลได้ด้วย รวมทั้งเครื่องพิมพ์ และทรัพยากรเครือข่ายอื่น ๆ ร่วมกัน ความต้องการทางด้านเครือข่ายขององค์กรขนาดเล็กนี้ สามารถที่จะตอบสนองด้วยระบบเครือข่ายเล็ก ๆ ซึ่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์อาจหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป เครือข่ายสำหรับองค์กรขนาดเล็ก ไม่จำเป็นต้องมีผู้ดูแลระบบที่มีความชำนาญ และประสบการณ์มากนักไม่เหมือนเครือข่ายแบบเอ็นเตอร์ไพรซ์

ถึงแม้ว่าเครือข่ายขององค์กรขนาดเล็กจะมีความซับซ้อนไม่มากนัก อย่างไรก็ตามยังมีบางประเด็นที่เหมือนกัน ตัวอย่างเช่น เครือข่ายทั้งสองประเภทต้องถูกออกแบบให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการควบคุมความปลอดภัยของข้อมูล สามารถที่จะขยายได้ง่ายในอนาคต หรือเมื่อธุรกิจขยายตัวใหญ่ขึ้นก็สามารถที่จะขยายเครือข่ายได้โดยง่าย และไม่ให้การวางแผนเครือข่ายในตอนแรก มีผลต่อการเลือกใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น หลังจากการติดตั้งแล้ว ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อธุรกิจขององค์กรได้

สำหรับองค์กรขนาดใหญ่อาจมีสำนักงานย่อย ที่ตั้งอยู่ในที่ห่างไกลจากสำนักงานใหญ่ สำนักงานสาขาย่อยเหล่านี้มักจะได้รับการสนับสนุนทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจากสำนักงานใหญ่ได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นระบบเครือข่ายสำหรับสำนักงานขนาดเล็กนี้ ควรจะมีการออกแบบให้อยู่ในลักษณะที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป และง่ายต่อการจัดการและดูแล เนื่องจากแต่ละองค์กรมีความต้องการที่จะใช้เครือข่ายในรูปแบบที่ต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะออกแบบระบบเครือข่ายหนึ่ง แล้วใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับทุก ๆ องค์กรได้

การใช้งานเครือข่ายนั้นส่วนใหญ่จะไม่จำกัดเพียงเฉพาะในองค์กรเท่านั้น ตอนนี้เราควรทราบว่าองค์กรต้องการที่จะเชื่อมต่อกับภายนอกอย่างไรบ้าง สิ่งหนึ่งที่จะปฏิเสธไม่ได้ในยุคปัจจุบันนั้นก็คือการเชื่อมต่อเข้ากับอินเตอร์เน็ต แต่สิ่งต่อไปที่ต้องพิจารณาก็คือ การเชื่อมต่อด้วยโมเด็มจะเพียงพอกับความต้องการหรือไม่ หรือว่าองค์กรต้องการการเชื่อมต่อแบบตลอดเวลา แล้วต้องการแบนด์วิธเท่าไร องค์กรต้องการที่จะเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายส่วนบุคคลอื่น เช่น เครือข่ายที่ใช้ที่บ้านหรือไม่ สิ่งที่ยากอย่างหนึ่งสำหรับการออกแบบเครือข่ายคือ การเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอื่นไม่เฉพาะความยุ่งยากทางด้านเทคนิคแต่เกี่ยวเนื่องกับราคาที่แพงด้วย

หลังจากได้ศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานขององค์กรแล้ว ผู้ออกแบบระบบก็สามารถสรุปได้ว่าระบบเครือข่ายควรจะมีขนาดเท่าไร ซึ่งประมาณได้โดยการพิจารณาจากจำนวนพนักงานที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการทำงาน และต้องการใช้มากน้อยเท่าใด จากนั้นค่อยออกแบบเครือข่ายให้สามารถรองรับการใช้งานของผู้ใช้ทุกคน และเผื่อไว้สำหรับการขยายตัวของเครือข่ายในอนาคต ผู้ออกแบบระบบอาจคำนวณความต้องการ ที่ต้องใช้เครือข่ายขององค์กรในช่วง ๒-๓ ปีข้างหน้า โดยการพิจารณาจำนวนผู้ใช้ใหม่ที่จะเพิ่มขึ้น และอาจคำนึงถึงความต้องการเพิ่ม

ทางด้านพื้นที่เก็บข้อมูลหรือขนาดของฮาร์ดดิสก์ต่อผู้ใช้ซึ่งอาจจะเพิ่มขึ้นอย่างคาดไม่ถึง เครือข่ายที่ออกแบบจะต้องสามารถขยายได้ง่าย โดยการเพิ่มเครื่องเซิร์ฟเวอร์หรือเครื่องลูกข่าย หรือการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ กับระบบได้โดยง่าย

การเลือกประเภทของเครือข่าย

ในเครือข่ายใดเครือข่ายหนึ่งคอมพิวเตอร์ จะทำหน้าที่ไม่เป็นเซิร์ฟเวอร์ก็เป็นไคลเอนท์ เครื่องไคลเอนท์ คือเครื่องที่ใช้บริการต่าง ๆ ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์มีให้ ซึ่งบทบาทนี้จะไม่ตายตัวเสมอไป นั่นคือ บางเครื่องอาจจะเป็นเครื่องไคลเอนท์ในการทำงานลักษณะหนึ่ง หรืออาจมีบทบาทเป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์เมื่อทำงานอีกอย่างหนึ่ง เครือข่ายแบบไคลเอนท์เซิร์ฟเวอร์ต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์เฉพาะที่ทำหน้าที่ให้บริการอย่างเดียว การทำงานแบบนี้จะแยกเครื่องเซิร์ฟเวอร์ออกจากเครื่องไคลเอนท์อย่างเด็ดขาด สำหรับเครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้นต้องเลือกใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง และใช้เกี่ยวกับการให้บริการด้านนั้น ๆ โดยเฉพาะ ส่วนไคลเอนท์อาจเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพธรรมดาหรือไม่สูงมากนัก เนื่องจากไคลเอนท์จะอาศัยเซิร์ฟเวอร์คือความสะดวกในการบริหารและจัดการเครือข่ายในเรื่องต่าง ๆ เช่น ทรัพยากร เครือข่าย การรักษาความปลอดภัย และยังทำให้การวางแผนให้ระบบมีประสิทธิภาพเพียงพอ สำหรับการใช้งานขององค์กรได้

สำหรับเครือข่ายแบบเพียร์ทูเพียร์ (Peer-to -Peer) นั้น คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องอาจทำหน้าที่ เป็นทั้งไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งเครือข่ายประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานเฉพาะในการให้บริการในเครือข่ายระบบปฏิบัติการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น วินโดวส์ Me/XP, MacOS และ Linux ส่วนใหญ่จะมีพีเจอร์ที่สามารถให้บริการในรูปแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งเอื้ออำนวยให้ทำงานทั่วไปได้เช่นกัน เมื่อใช้ระบบปฏิบัติการเหล่านั้นแล้ว เราสามารถที่จะสร้างเครือข่ายแบบเพียร์ทูเพียร์ได้เลย ซึ่งคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งสามารถทำงานได้ทั้งแบบที่เป็นเครื่องใช้งานโดยทั่วไป และยังสามารถให้บริการในเครือข่ายในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น การแชร์ ฮาร์ดดิสก์ เครื่องพิมพ์ หรือทรัพยากรอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ถ้าหากว่า คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง มีเครื่องพิมพ์เลเซอร์เราสามารถที่จะแชร์เครื่องพิมพ์นี้ให้กับผู้ใช้คนอื่น ๆ ผ่านเครือข่ายได้ หรือเราต้องการแชร์โฟลเดอร์ใดโฟลเดอร์หนึ่งในฮาร์ดดิสก์ก็สามารถทำได้เช่นกัน และระบบปฏิบัติการบางระบบสามารถที่จะใช้เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้เช่นกัน

เครือข่ายแบบเพียร์ทูเพียร์จะมีราคาถูกกว่า เพราะไม่จำเป็นต้องมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงและราคาแพง แต่เมื่อเครือข่ายต้องขยายใหญ่ขึ้นจนถึงจุด ๆ หนึ่ง ก็จะทำให้การบริหารและการจัดการระบบเครือข่ายยากขึ้น ซึ่งบางทีอาจทำให้ระบบเครือข่ายมีประสิทธิภาพ

ต่ำลงได้ และอาจทำให้เครือข่าย ไม่อาจจะรองรับการทำงานตามที่องค์กรต้องการก็ได้ ถ้าหากว่าทรัพยากรเครือข่ายที่แชร์กันใช้อยู่ในเครื่องศูนย์กลางแล้ว ก็จะทำให้ผู้ใช้ค้นหาทรัพยากรเหล่านี้ได้ง่าย และผู้จัดการระบบก็สามารถที่จะกำหนดสิทธิต่าง ๆ ของผู้ใช้ที่จะเข้ามาใช้ทรัพยากรเหล่านี้ได้ง่ายเช่นกัน ในทางตรงกันข้ามถ้าหากว่าทรัพยากรเหล่านี้กระจัดกระจายอยู่ตามเครื่องผู้ใช้ทั่วไปในเครือข่ายก็จะทำให้การค้นหาข้อมูลเหล่านี้ เป็นไปด้วยความยากลำบากและซับซ้อนมาก

ประสิทธิภาพก็อาจจะเป็นปัญหาอย่างหนึ่งของเครือข่ายแบบเพียร์ทูเพียร์ กล่าวคือเราต้องมั่นใจว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายประเภทนี้ มีประสิทธิภาพพอที่จะทำงานได้ ทั้งงานของผู้ใช้เครื่องและงานที่ต้องให้บริการทางเครือข่ายด้วย เช่น เราสามารถที่จะใช้คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งเป็นทั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์และในขณะเดียวกันก็ทำงานบนแอพพิเคชั่นเกี่ยวกับระบบบัญชีขององค์กร เว็บเซิร์ฟเวอร์อาจจะทำงานช้าในขณะที่ผู้ใช้ทำงานเกี่ยวกับการคำนวณภาษีรายได้ขององค์กรก็ได้ ซึ่งงานทั้งสองประเภทนี้ จะทำในคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันก็ต่อเมื่อโหลดของทั้งสองงานไม่มากนัก

ในโลกของความเป็นจริงแล้วเครือข่ายขององค์กรโดยทั่วไป จะเป็นแบบผสมระหว่างเครือข่ายสองประเภทนี้ ตัวอย่างเช่น เครือข่ายขององค์กรใหญ่ ๆ อาจจะมีคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเฉพาะดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ขององค์กร ในขณะเดียวกันอาจมีคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เครื่องหนึ่งแชร์โฟลเดอร์ให้ผู้ใช้คนอื่นเข้ามาใช้ก็ได้ แต่การแชร์ดังกล่าวนี้อาจจะไม่เป็นการแชร์แบบทางการ ซึ่งคณะผู้ทำงานทางด้านไอทีขององค์กรอาจจะไม่รับรองข้อมูลดังกล่าวก็ได้

ในการพิจารณาเบื้องต้นของการสร้างเครือข่ายสำหรับธุรกิจขนาดเล็ก ก็ขอให้พิจารณาความเป็นไปได้ และความเหมาะสมของเครือข่ายทั้งสองประเภทนี้ เครือข่ายแบบเพียร์ทูเพียร์จะเหมาะสำหรับเครือข่ายขนาดเล็ก ๆ เท่านั้น ถ้าหากการใช้เครือข่ายมีความสำคัญอย่างมากต่อการทำธุรกิจขององค์กรแล้วก็ควรที่จะมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานทางด้านนั้นโดยเฉพาะ เพื่อประกันประสิทธิภาพ และความเชื่อถือได้ของการใช้งานระบบ แต่ถ้าเครือข่ายที่จะสร้างเริ่มต้นมีเครื่องประมาณ ๑๐-๒๐ เครื่อง เครือข่ายแบบเพียร์ทูเพียร์ก็น่าจะเพียงพอ แต่ให้วางแผนล่วงหน้าเพื่อที่อาจจะต้องเพิ่มเครื่องเซิร์ฟเวอร์เมื่อต้องการที่จะขยายเครือข่าย

การเลือกเทคโนโลยีเครือข่าย

สิ่งหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับเครือข่าย คือ การเลือกใช้คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เครือข่ายที่ได้รับรองมาตรฐานและได้ผ่านการทดสอบเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากลักษณะการทำธุรกิจขององค์กรนั้นอาจเปลี่ยนไป เช่น อาจต้องมีการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายขององค์กรอื่น ผู้ออกแบบต้องออกแบบเครือข่ายให้พร้อมที่จะเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอื่นได้ง่าย และไม่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากนัก เพื่อแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นเกี่ยวกับการเชื่อมต่อ ถ้าหากสำนักงานของคุณเป็นสาขาย่อยของสำนักงานใหญ่ เครือข่ายของสำนักงานย่อยต้องใช้เทคโนโลยีเหมือนหรือคล้ายกับเครือข่ายของสำนักงานใหญ่และของสาขาย่อยอื่น ๆ ถึงแม้ว่าตอนแรกเครือข่ายอาจยังไม่จำเป็นที่ต้องเชื่อมต่อกับเครือข่ายของสำนักงานใหญ่ แต่ในอนาคตต้องมีการเชื่อมต่อกันอย่างแน่นอน

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ระบบและประเมินความต้องการขององค์กรเกี่ยวกับการใช้เครือข่ายแล้วผู้ออกแบบก็พร้อมที่จะเริ่มลงมือออกแบบเครือข่ายให้เหมาะสมกับความต้องการ การออกแบบนั้นมีหลายอย่างที่ต้องพิจารณา โดยทั่วไปผู้ออกแบบต้องตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑. เทคโนโลยีเครือข่าย LAN

ซึ่งทางเลือกที่เป็นไปได้ เช่น อีเธอร์เน็ต ATM และ Token Ring เป็นต้น ส่วนใหญ่เครือข่ายขนาดเล็กมักนิยมใช้เครือข่ายแบบอีเธอร์เน็ต อย่างไรก็ตามเครือข่ายประเภทนั้นยังแบ่งออกเป็นประเภทย่อย ๆ อีก เช่น อีเธอร์เน็ต ฟาสต์อีเธอร์เน็ต กิกะบิตอีเธอร์เน็ต และเทนกิกะบิตอีเธอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งเครือข่ายย่อยนั้นจะแตกต่างในเรื่องของความเร็ว สายสัญญาณที่ใช้ และที่สำคัญคือราคา ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกใช้เครือข่ายประเภทใดนั้น ผู้ออกแบบต้องพิจารณาความต้องการแบนดวิธของเครือข่ายก่อน เช่น ถ้าเครือข่ายขององค์กร ต้องใช้งานเกี่ยวกับมัลติมีเดียมาก เช่น เสียงและวิดีโอ เครือข่ายก็จะต้องการแบนดวิธที่สูง ซึ่งหมายความว่าราคาต้องแพงกว่า

๒. สายสัญญาณและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการติดตั้งสายสัญญาณ

เช่น เต้าเสียบ, ตู้ แร็กค์, แพทช์พาแนล, ท่อร้อยสาย เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เหล่านั้นส่วนใหญ่จะคล้ายกับอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการติดตั้งสายโทรศัพท์ ส่วนชนิดของสายที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับประเภทของเครือข่ายที่เลือกใช้ อุปกรณ์เครือข่าย เช่น ฮับ, สวิตช์, เราท์เตอร์ และ โมเด็ม เป็นต้น

๓. ระบบปฏิบัติการเครือข่าย

ในปัจจุบันวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ และโนเวลเน็ตแวร์กำลังเป็นที่นิยม แต่บางครั้งเซิร์ฟเวอร์อาจต้องใช้ระบบ UNIX ก็เป็นไปได้ อีกระบบหนึ่งซึ่งกำลังได้รับความนิยมใช้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ คือ Linux ซึ่งก็คือ UNIX ชนิดหนึ่งนั่นเอง

๔. ฮาร์ดแวร์ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์

๕. อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลสำรอง

๖. ฮาร์ดแวร์และระบบปฏิบัติการเครื่องลูกข่าย เช่น PC, Mac, Windows, UNIX และ Linux เป็นต้น

การดูแลและจัดการระบบ

๑. การบริหารและจัดการระบบเครือข่าย

การจัดการระบบเริ่มต้นจากการที่มีผู้ที่ต้องการใช้ระบบเครือข่าย สิ่งแรกที่ควรจะถามตัวเองก่อนในฐานะผู้ดูแลระบบ คือ เราต้องการที่จะให้เครือข่ายทำอะไรให้เราได้บ้าง คำตอบก็จะเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบเครือข่าย จนกระทั่งผู้ใช้ทุกคนเริ่มใช้งานเครือข่ายได้ สิ่งที่สำคัญที่สุดในการดูแลระบบคือ การจัดทำเอกสารเกี่ยวกับเครือข่าย เริ่มตั้งแต่ การวางแผน ออกแบบ ตลอดจนกระทั่งการใช้งาน แต่สิ่งนี้เป็นสิ่งที่ผู้ดูแลระบบส่วนใหญ่จะละเลยกัน เราควรคิดว่า การจัดทำเอกสารเป็นเหมือนวัคซีนชนิดหนึ่ง ที่จะป้องกันความผิดพลาดต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างแน่นอน จุดประสงค์ของการจัดทำเอกสาร ก็เพื่อความต่อเนื่องของเครือข่ายในขณะที่กำลังจัดทำเอกสารควรคิดไว้ว่า

ผู้ดูแลระบบคนใหม่ต้องการที่จะทราบอะไรบ้าง ถ้าหากว่าเราไม่สามารถดูแลระบบต่อได้ ตัวอย่างเช่น รหัสผ่านสำหรับผู้ดูแลระบบควรเก็บไว้ในที่ปลอดภัย และควรมีคนอื่นที่สำคัญทราบว่าอยู่ที่ไหน เอกสารควรเริ่มด้วยคอนฟิกกูเรชันของเครือข่ายปัจจุบัน และสิ่งต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้งานอยู่ ความเพียงพอในการใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และความจำเป็นในการขยายเครือข่ายในอนาคตอันใกล้ เป็นต้น

๒. การจัดการบัญชีผู้ใช้

ก่อนที่จะใช้งานระบบเครือข่ายนั้น จะต้องมีการจัดการเกี่ยวกับการเข้าใช้ระบบเครือข่าย ผู้ดูแลระบบต้องกำหนดวิธีการที่เป็นรูปแบบเดียวกันตลอดในการที่ผู้ใช้จะเข้าใช้เครือข่าย การเข้าใช้ระบบนั้น ไม่ใช่แค่การล็อกอินเข้าใช้แต่ละเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่รวมถึงการเข้าใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในเครือข่ายนั้น ๆ ด้วย ก่อนอื่นต้องกำหนดวิธีที่จะกำหนดชื่อผู้ใช้และข้อบังคับเกี่ยวกับการสร้างรหัสผ่านก่อน บัญชีผู้ใช้ในเครือข่ายที่สามารถจัดการได้จะมีอยู่ ๒ ประเภทคือ บัญชีผู้ใช้ (User Account) และบัญชีกลุ่มผู้ใช้ (Group Account)

๓. การจัดการทรัพยากร

จุดประสงค์หลักของเครือข่าย คือเพื่อการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ไม่ว่าทรัพยากรนั้นจะเป็นฐานข้อมูลลูกค้า หรือแม้กระทั่งเครื่องพิมพ์เลเซอร์ก็ตาม การจัดการทรัพยากรเหล่านี้เป็นงานที่ใช้เวลาค่อนข้างมากสำหรับผู้จัดการระบบ การจัดการทรัพยากรเริ่มจากการกำหนดชื่อให้กับ เซิร์ฟเวอร์, โฮสต์, เครื่องพิมพ์, บัญชีผู้ใช้และทรัพยากรอื่น ๆ การตั้งชื่อควรมีความหมายเกี่ยวกับทรัพยากรเหล่านั้น การตั้งชื่อที่ดีควรอธิบายที่ตั้งและจุดประสงค์ของอุปกรณ์เหล่านี้ หลังจากที่ติดตั้งทรัพยากรเหล่านั้นเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการกำหนดสิทธิ์ให้ผู้ใช้ ที่จะเข้าใช้ทรัพยากรเหล่านั้น โดยการกำหนดให้เป็นกลุ่มผู้ใช้

ก่อนที่จะสามารถแชร์ทรัพยากรให้กับผู้อื่นนั้น เครื่องไคลเอนท์จำเป็นที่จะต้องคอนฟิกเพื่อให้สามารถแชร์ทรัพยากรได้ก่อน ซึ่งต้องมีการกำหนดชื่อให้กับเครื่อง กำหนดทรัพยากรที่ต้องการแชร์ และกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงทรัพยากรเหล่านั้น

๓.๑ ดิสก์โควต้า

ดิสก์โควต้า (Disk Quota) เป็นนโยบายที่กำหนดข้อจำกัดเกี่ยวกับพื้นที่ที่ผู้ใช้แต่ละคน สามารถใช้บนฮาร์ดดิสก์ที่ติดตั้งบนไฟล์เซิร์ฟเวอร์ เนื่องจากว่าโดยธรรมชาติแล้วผู้ใช้แต่ละคนจะเก็บไฟล์ต่าง ๆ ไว้ในฮาร์ดดิสก์และขนาดพื้นที่ที่ใช้เก็บไฟล์เหล่านี้จะใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่มีพื้นที่เหลือ และถ้าฮาร์ดดิสก์ที่ใช้เก็บไฟล์ต่าง ๆ เหล่านั้นเป็นของส่วนรวมหรือใช้ร่วมกัน จึงจำเป็นที่จะต้องมีการจำกัดพื้นที่ของแต่ละคนให้แน่นอน ไม่อย่างนั้นไม่ว่าฮาร์ดดิสก์จะมีความจุมากเท่าใดพื้นที่ก็จะถูกใช้จนหมด โดยระบบปฏิบัติการเครือข่ายบางตัวจะมีฟีเจอร์นั้นอยู่แล้ว

๓.๒ ไฟล์และไดเร็คทอรี

โดยทั่วไปแล้วไฟล์และไดเร็คทอรีที่เก็บไฟล์นั้นไว้ จะไม่ถือว่าเป็นทรัพยากรเครือข่าย อย่างไรก็ตามผู้ใช้จะเข้าถึงและใช้ไฟล์เหล่านี้ประจำ ระบบปฏิบัติการเครือข่ายโดยทั่วไปจะมีฟังก์ชันที่ใช้ในการจัดการไฟล์ต่าง ๆ ได้ โดยการกำหนดสิทธิ์ของกลุ่มผู้ใช้ที่สามารถเข้าถึงไฟล์

เหล่านี้ แต่สำหรับผู้ใช้ที่ใช้เครื่องพีซีที่ใช้วินโดวส์ 95/98/Me มีสิทธิที่จะเข้าถึงไฟล์ทุกอย่างที่อยู่ในเครื่องนั้น ๆ

๓.๓ การพิมพ์

จุดประสงค์สำคัญอย่างหนึ่งของการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะองค์กรขนาดเล็กคือ เพื่อสามารถแชร์การใช้งานเครื่องพิมพ์ เนื่องจากเครื่องพิมพ์ที่มีคุณภาพดี จะมีราคาแพง ข้อควรระวังคือ ถ้าเครื่องพิมพ์เสียพนักงานก็จะทำงานได้ไม่เต็มที่ และเมื่อเครือข่ายขยายใหญ่ขึ้น ความหลากหลายของเครื่องพิมพ์ก็เพิ่มมากขึ้น

การบริหารประสิทธิภาพ

ระบบเครือข่ายนั้นเป็นสิ่งที่ซับซ้อนมาก ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็กๆ ที่ผลิตโดยหลายบริษัท แล้วประกอบรวมกัน จนกลายเป็นระบบเครือข่ายซึ่งบางทีอาจทำให้เราสับสน เป็นเรื่องธรรมดาที่อะไรก็แล้วแต่ ที่ซับซ้อนมักจะทำให้เกิดปัญหาจากความซับซ้อนของตัวมันเอง เครือข่ายก็เช่นกัน อาจมีบางส่วนที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาซึ่งจะมีผลต่อระบบโดยรวมได้เช่นกัน การวางแผนอย่างรัดกุม การออกแบบที่ดี และการติดตั้งตามขั้นตอนอย่างถูกต้องจะช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงระบบได้อย่างมาก อย่างไรก็ตามก็จะต้องมีปัญหาเกิดขึ้นกับระบบอย่างแน่นอน โดยเฉพาะปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครือข่าย ดังนั้นผู้ดูแลระบบจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น และต้องเรียนรู้และใช้เครื่องมือที่จะช่วยในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ด้วย

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นประจำที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครือข่าย รวมทั้งเครื่องมือ และเทคนิคในการแก้ปัญหาเหล่านี้

๑. ปัญหาเกี่ยวกับระบบเครือข่าย

ในส่วนนี้เราจะมาดูสาเหตุต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อประสิทธิภาพของเครือข่าย บางเรื่องอาจจะเกิดบ่อยมากกว่าเรื่องอื่น แต่การได้ศึกษาหลาย ๆ สาเหตุก็จะช่วยในการแก้ปัญหาได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งปัญหาที่จะแนะนำต่อไปนี้ก็จะมีตั้งแต่ปัญหาง่าย ๆ ไปจนถึงปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้

๑.๑ ฮาร์ดแวร์ของเครือข่าย

ในช่วงชีวิตของเครือข่ายนั้น ฟิสิคอลเลเยอร์ หรือส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์จะได้รับความสนใจอย่างมาก จากผู้ดูแลระบบในช่วงแรกๆ หรือช่วงที่ทำการติดตั้งระบบเครือข่ายใหม่ ๆ หลังจาก นั้นก็จะไม่ค่อยได้รับความสนใจมากนัก เพราะส่วนใหญ่จะคิดว่าฮาร์ดแวร์ที่ติดตั้งไม่ค่อยเสียหรือไม่เกิดปัญหามากนัก

ถึงแม้ว่าฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เหล่านี้จะไม่ค่อยเกิดปัญหาบ่อยนักก็ตาม แต่มันก็อาจจะทำให้เกิดปัญหาได้เช่นกัน ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นอาจมีสาเหตุคือ การใช้งานสายสัญญาณเกินข้อจำกัด คลื่นรบกวนสัญญาณและการชำรุดเสียหาย

สายสัญญาณทุกประเภทจะมีข้อจำกัดของมันอยู่ไม่ว่าจะเป็น สายคู่เกลียวบิต (UTP) สายไฟเบอร์หรือระบบไร้สายก็ตาม จะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความยาวของสายที่ใช้ หรือระยะทาง การใช้งานสายสัญญาณเหล่านี้เกินข้อจำกัด ไม่ว่าจะเป็นเพียงเล็กน้อยก็ตาม อาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อประสิทธิภาพได้ เนื่องจากข้อมูลที่ส่งจะกลายเป็นขยะ เมื่อเดินทางมาถึงปลายทาง

หรืออาจจะส่งไม่ถึงเลยก็ได้ ปัญหาที่เกิดจากสาเหตุนี้จะยากต่อการวินิจฉัยปัญหา เช่น การใช้สายสัญญาณยาวกว่าข้อกำหนด การใช้ฮับหรือสวิตช์ มากกว่าจำนวนที่กำหนด หรือการเทอร์มิเนตสายโคแอ็กซ์ไม่ถูกต้อง เป็นต้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะไม่ทำให้ทั้งระบบล่มเลยทีเดียว แต่จะมีผลต่อความเร็วและความเสถียรภาพของเครือข่าย ซึ่งเป็นอาการที่ยากยิ่งต่อการค้นหาสาเหตุ ทางที่ดีที่สุดที่จะป้องกันปัญหานี้คือ ทำความเข้าใจ และคุ้นเคยกับ ข้อจำกัดเกี่ยวกับความยาวของสายสัญญาณแต่ละประเภทที่ใช้ ข้อจำกัดอื่น ๆ และกำกับดูแล ไม่ให้เกิดมาตรฐานนี้ระหว่างการออกแบบและติดตั้งระบบ โดยไม่ให้เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

๑.๒ เน็ตเวิร์คทราฟิก (Network Traffic)

เนื่องจากระบบเครือข่ายได้เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานของผู้ใช้ ทำให้การใช้งานเครือข่ายของผู้ใช้แต่ละคนเพิ่มมากขึ้น ทำให้การไหลเวียนของแพ็คเก็ตข้อมูลในเครือข่ายหรือเน็ตเวิร์คทราฟิก (Network Traffic) เพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเนื่องมาจากการใช้แอพพลิเคชั่นที่ต้องการแบนด์วิธสูง ปัญหาเนื่องมาจากฮาร์ดแวร์หรือการเพิ่มจำนวนผู้ใช้เครือข่าย การเพิ่มปริมาณการไหลเวียนของแพ็คเก็ตเป็นเรื่องธรรมดาในเครือข่ายสมัยใหม่ เครือข่ายส่วนใหญ่จะถูกออกแบบ เผื่อไว้สำหรับการไหลเวียนของแพ็คเก็ตที่สูง แต่เมื่อปริมาณแพ็คเก็ตเพิ่มมากขึ้น จะเกิดการชนกันของข้อมูล

อีเธอร์เน็ตเป็นเครือข่ายแบบ LAN ที่นิยมกันมากที่สุดในปัจจุบัน อีเธอร์เน็ตจะใช้โปรโตคอล CSMA/CD เพื่อแข่งกันเข้าใช้ช่องส่งสัญญาณ ซึ่งโปรโตคอลจะมี การแพร่สัญญาณรบกวนที่เรียกว่า "โคลลิชัน (Collision)" เมื่อมีการส่งข้อมูลพร้อมกันมากกว่าหนึ่งแหล่ง

เมื่อมีเวิร์คสเตชันจำนวนมากขึ้นพยายามที่จะส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย การที่เพิ่มขึ้นของการชนกันของข้อมูลเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากถ้ามีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นทุก ๆ สถานที่ที่กำลังส่งข้อมูลจะต้องหยุดการส่งชั่วขณะ ดังนั้นการเกิดการชนกันเป็นจำนวนมาก ๆ เป็นสิ่งที่ไม่ดีอย่างแน่นอน บางครั้งการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้นสูงมากจนอาจทำให้แต่ละสถานีไม่สามารถส่งข้อมูลได้เลยก็มี

๑.๓ การใช้โปรโตคอลที่มีประสิทธิภาพต่ำ

โปรโตคอลเครือข่ายแต่ละประเภท จะมีวิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการจัดการเกี่ยวกับที่อยู่ (Address - Resolution) ที่ต่างกัน ซึ่งโปรโตคอลบางประเภทอาจมีประสิทธิภาพต่ำ โปรโตคอลหลายตัวที่มีการเซตสัพและการจัดการง่ายโดยการใช้วิธีไดนามิกเนมมิงโซลูชัน (Dynamic Naming Solution) ซึ่งจะมีการส่งแพ็คเก็ตแบบแพร่กระจาย ทำให้จำนวนแพ็คเก็ต ในเครือข่ายเพิ่มมากขึ้น เช่น โปรโตคอล AppleTalk ที่ใช้ในแมคอินทอช เป็นต้น ส่วน โปรโตคอล IPX/SPX ที่ใช้กับเน็ตแวร์ก็เช่นกัน ซึ่งจะส่ง SAP (Service Advertisement Protocol) แบบแพร่กระจายถี่มาก ส่วนโปรโตคอล NetBEUI ที่ใช้ในระบบวินโดวส์ก็เช่นกัน มีการส่งข้อมูลแบบแพร่กระจายมากเช่นกัน

๑.๔ ข้อจำกัดของฮาร์ดแวร์

เมื่อมีแพ็คเก็ตในเครือข่ายเพิ่มมากขึ้น ทำให้ฮาร์ดแวร์ต้องทำงานหนักมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบกับอุปกรณ์เครือข่ายที่ฉลาด เช่น เราท์เตอร์ซึ่งจะต้องเช็คเฮดเตอร์ของทุกๆ แพ็คเก็ต เพื่อดูข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเส้นทางข้อมูล ถ้าจำนวนแพ็คเก็ตมากเกินไปเราท์เตอร์ก็จะทำงานไม่ทันได้เช่นกัน หรือบางทีเราท์เตอร์อาจจะส่งแพ็คเก็ตที่เป็นขยะได้เช่นกัน

การป้องกันมีหลายวิธี เช่น การใช้เราท์เตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเราท์เตอร์อย่างเดียว ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ที่ทั้งใช้งานอย่างอื่นด้วยและเป็นเราท์เตอร์ด้วย และอีกอย่างการใช้เราท์เตอร์ในการแบ่งเครือข่ายใหญ่ ๆ เป็นเครือข่ายย่อย ๆ หลายเครือข่ายจะช่วยลดโหลดของเราท์เตอร์ได้ แต่จะทำให้การจัดเส้นทางข้อมูลของเราท์เตอร์ซับซ้อนยิ่งขึ้น

๑.๕ ขยะข้อมูล

แพ็คเก็ตข้อมูลที่เป็นขยะอาจเกิดขึ้นเนื่องจากฮาร์ดแวร์ที่ชำรุด ซึ่งเป็นเรื่องธรรมดา ตัวอย่างเช่น อีเธอร์เน็ตการ์ดที่ชำรุดอาจจะส่งแพ็คเก็ตเป็นจำนวนมากทำให้เครือข่ายเต็มไปด้วยแพ็คเก็ตที่เสียเหล่านี้ ซึ่งบางทีเครือข่ายอาจล่มได้เช่นกัน นอกจากนี้แพ็คเก็ตที่เป็นขยะอาจเกิดขึ้นเนื่องจากคลื่น

๑.๖ การโจมตีแบบ Denial - of- Service

ในขณะที่อินเตอร์เน็ตกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นเรื่อยๆ หลายองค์กรได้เชื่อมต่อเครือข่ายของตนเองเข้ากับอินเตอร์เน็ตเพื่อประโยชน์ที่จะได้รับจากอินเตอร์เน็ต การโจมตีเครือข่ายผ่านอินเตอร์เน็ตก็จะพบเห็นมากยิ่งขึ้น การโจมตีแบบหนึ่งคือ Denial - of- Service เป็นการโจมตีโดยการส่งแพ็คเก็ตจำนวนมากไปยังเซิร์ฟเวอร์หรือเครือข่าย ซึ่งจะทำให้เซิร์ฟเวอร์หรือเครือข่ายที่ถูกโจมตี ไม่สามารถตอบสนองได้ เนื่องจากไม่สามารถรองรับแพ็คเก็ตที่มีจำนวนมากเกินไป ซึ่งบางทีอาจทำให้ระบบล้มเหลวได้

การโจมตีแบบนี้เกิดขึ้นเนื่องจากเป็นจุดอ่อนของโปรโตคอล TCP/IP การป้องกันปัญหาสามารถทำได้โดยการติดตั้งแพตช์ (Patch) หรือ เซอร์วิสแพ็ค (Service Pack) ล่าสุดของ ระบบปฏิบัติการนั้น ๆ และโดยการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของเครือข่ายเพื่อตรวจเช็ค ปัญหาดังกล่าวได้

๑.๗ ปัญหาเกี่ยวกับแอดเดรส (Address Resolution)

ถึงแม้ว่าเครือข่ายจะถูกออกแบบให้มีแบนด์วิธสูง และจำนวนแพ็คเก็ตไหลเวียนในเครือข่ายมีน้อย ซึ่งจะทำให้เวิร์คสเตชันสามารถส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามถ้าแพ็คเก็ตที่เวิร์คสเตชันพยายามที่จะส่งนั้นไปไม่ถึงปลายทาง การใช้เครือข่ายก็เปล่าประโยชน์ปัญหาที่ว่านี้เกิดขึ้นเนื่องมาจากเครือข่ายไม่มีระบบจัดการเรื่องที่อยู่ที่ดี

ระบบบริหารเครือข่าย

ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น หน้าที่ของผู้บริหารเครือข่ายคือ ทดสอบตรวจเช็คสถานภาพคอนฟิก และควบคุมทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของเครือข่าย อย่างที่ทราบกันดีแล้วว่าส่วนต่างๆ ของเครือข่ายนั้นจะอยู่กระจัดกระจายไปทั่ว ทำให้ยากต่อการที่จะรวบรวมข้อมูลหรือจัดการอุปกรณ์เครือข่ายที่อยู่ห่างไกลจากที่ทำงาน ระบบบริหารเครือข่ายจะช่วยให้งานของผู้บริหารเครือข่ายสามารถทำงานได้จากศูนย์กลางโครงสร้างของระบบบริหารเครือข่ายประกอบด้วย ๓ ส่วนคือ อุปกรณ์เครือข่ายที่ต้องการจัดการ (Managed Devices) ระบบจัดการเครือข่าย (Network Management System หรือ NMS) และ โปรโตคอล NMP

อุปกรณ์เครือข่ายที่ต้องการจัดการ (Management Devices) คืออุปกรณ์เครือข่ายที่ติดตั้งเอเจนต์ SNMP ซึ่งเอเจนต์จะทำหน้าที่รวบรวมและจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์และรับส่งข้อมูลนี้กับ NSM โดยใช้โปรโตคอล SNMP อุปกรณ์เครือข่ายที่ต้องการจัดการ เช่น เราท์เตอร์, แอ็กเซล, เซิร์ฟเวอร์, สวิตช์, อับ, คอมพิวเตอร์ หรือเครื่องพิมพ์ เป็นต้น

การรักษาความปลอดภัยระบบเครือข่าย

ในระบบเครือข่ายนั้น จะมีผู้ร่วมใช้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีทั้งผู้ที่ประสงค์ดีและประสงค์ร้ายควบคู่กันไป สิ่งที่พบเห็นกันบ่อย ๆ ในระบบเครือข่ายก็คืออาชญากรรมทางด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หลายประเภทด้วยกัน เช่น พวกที่คอยดักจับสัญญาณผู้อื่น โดยการใช้เครื่องมือพิเศษจั้มสายเคเบิลแล้วแอบบันทึกสัญญาณ พวกแคร็กเกอร์ (Crackers) ซึ่งได้แก่ ผู้ที่มีความรู้ความชำนาญด้านคอมพิวเตอร์แต่มีนิสัยชอบเข้าไปเจาะระบบคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย หรือ ไวรัสคอมพิวเตอร์ (Virus Computer) ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมาโดยมุ่งหวังในการก่อกวน หรือทำลายข้อมูล การรักษาความปลอดภัยในระบบเครือข่าย สามารถกระทำได้หลายวิธี คือ

๑. ควรระมัดระวังในการใช้งาน

การติดไวรัสมักเกิดจากผู้ใช้ไปใช้แผ่นดิสก์ร่วมกับผู้อื่น แล้วแผ่นติดไวรัสมาหรืออาจติดไวรัสจากการดาวน์โหลดไฟล์มาจากอินเทอร์เน็ต

๒. หมั่นสำเนาข้อมูลอยู่เสมอ

การป้องกันการสูญหายและถูกทำลายของข้อมูลที่ดีก็คือ การหมั่นสำเนาข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ

๓. ติดตั้งโปรแกรมตรวจสอบ และกำจัดไวรัส

วิธีการนั้นสามารถตรวจสอบ และป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์ได้ระดับหนึ่ง แต่ไม่ใช่เป็นการป้องกันได้ทั้งหมด เพราะไวรัสคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา

๔. การติดตั้งไฟร์วอลล์ (Firewall)

ไฟร์วอลล์จะทำหน้าที่ป้องกันบุคคลอื่น บุกรุกเข้ามาเจาะเครือข่ายในองค์กรเพื่อขโมยหรือทำลายข้อมูล เป็นระยะที่ทำหน้าที่ป้องกันข้อมูลของเครือข่ายโดยการควบคุมและตรวจสอบการรับส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายภายในกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

๕. การใช้รหัสผ่าน (Username & Password)

การใช้รหัสผ่านเป็นระบบรักษาความปลอดภัยนั้น แรกที่ใช้กันมากที่สุด เมื่อมีการติดตั้งระบบเครือข่าย จะต้องมีการกำหนดบัญชีผู้ใช้และรหัสผ่าน หากเป็นผู้อื่นที่ไม่ทราบรหัสผ่านก็ไม่สามารถเข้าไปใช้เครือข่ายได้ หากเป็นระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงก็ควรมีการเปลี่ยนรหัสผ่านบ่อย ๆ เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่อง

จรรยาบรรณสำหรับผู้ใช้อินเทอร์เน็ต

ปัจจุบันมีผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตเป็นจำนวนมาก และมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกวัน เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นระบบออนไลน์ที่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้ ในเครือข่ายย่อมมีผู้ประพฤติไม่ดีปะปนอยู่ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่อส่วนรวมอยู่เสมอ

แต่ละเครือข่ายจึงได้ออกกฎเกณฑ์การใช้งานภายในเครือข่าย เพื่อให้สมาชิกในเครือข่ายของตน ยึดถือและปฏิบัติตามกฎเกณฑ์เหล่านั้นจะช่วยให้สมาชิกโดยส่วนรวมได้รับประโยชน์สูงสุด และป้องกันปัญหาที่เกิดจากผู้ใช้บางคนได้ ดังนั้นผู้ใช้อินเทอร์เน็ตทุกคนจะต้องเข้าใจกฎเกณฑ์ข้อบังคับของเครือข่ายที่ตนเองเป็นสมาชิก จะต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้ร่วมใช้บริการคนอื่น และจะต้องรับผิดชอบต่อการกระทำของตนเองที่เข้าไปขอใช้บริการต่างๆ บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตใช้บริการอยู่ได้เป็นเพียงเครือข่ายขององค์กรที่ผู้ใช้เป็นสมาชิกอยู่เท่านั้น แต่เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงเครือข่ายต่าง ๆ จำนวนมากเข้าไว้ด้วยกัน มีข้อมูล ข่าวสารวิ่งอยู่ระหว่างเครือข่ายมากมาย การส่งข่าวสารลงในเครือข่ายอาจทำให้ข่าวสาร กระจายไปยังเครือข่ายอื่น ๆ เช่น การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ฉบับหนึ่ง อาจจะต้องเดินทางผ่านเครือข่ายหลายเครือข่าย จนกว่าจดหมายนั้นจะเดินทางถึงปลายทาง ดังนั้นผู้ใช้อินเทอร์เน็ตจะต้องให้ความสำคัญและตระหนักถึงปัญหาปริมาณข้อมูลข่าวสารที่วิ่งอยู่บนเครือข่าย แม้ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตจะได้รับสิทธิ์ จากผู้บริหารเครือข่ายให้ใช้บริการต่าง ๆ บนเครือข่ายนั้นได้ ผู้ใช้จะต้องเข้าใจกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เครือข่ายนั้นวางไว้ด้วย ไม่พึงละเมิดสิทธิ์หรือกระทำการใด ๆ ที่จะสร้างปัญหาหรือไม่เคารพกฎเกณฑ์ที่แต่ละเครือข่ายวางไว้ และจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้บริหารเครือข่ายนั้นอย่างเคร่งครัด

การใช้งานอินเทอร์เน็ตอย่างสร้างสรรค์และเป็นประโยชน์จะทำให้สังคมอินเทอร์เน็ตเป็นสังคมที่น่าใช้ และเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม ผู้ใช้จะต้องหลีกเลี่ยงกิจกรรมบางอย่างที่ไม่ควรปฏิบัติ เช่น การส่งกระจายข่าวลือจำนวนมากบนเครือข่าย การกระจายข่าวแบบส่งกระจายไปยังปลายทางจำนวนมาก การส่งเอกสาร จดหมายลูกโซ่ เป็นต้น กิจกรรมเหล่านั้นจะเป็นผลเสียต่อส่วนรวม และไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ ต่อสังคม อินเทอร์เน็ต

Smart Network

Smart Network เป็นแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา และการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการจัดการ และปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ได้อย่างอัตโนมัติ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น แนวคิดนี้มักถูกนำมาใช้ในหลายบริบท และมีหลายความหมายขึ้นอยู่กับการใช้งานและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

๑. องค์ประกอบและลักษณะของ Smart Network

๑.๑ การจัดการอัจฉริยะ (Intelligent Management)

Smart Network ใช้เทคโนโลยีและโปรโตคอลที่สามารถจัดการทรัพยากรเครือข่ายและการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การจัดการแบนด์วิดท์ การจัดการการจราจร (Traffic) และการควบคุมการเข้าถึง

๑.๒ การควบคุมและการปรับตัว (Control and Adaptability)

ระบบสามารถปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น การปรับเปลี่ยนเส้นทางการรับส่งข้อมูลเมื่อมีการขัดข้องหรือการใช้งานสูง

๑.๓ การบูรณาการ (Integration)

การเชื่อมต่อและบูรณาการเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT), คลาวด์คอมพิวติ้ง, และ 5G เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและการบริการ

๑.๔ การรักษาความปลอดภัย (Security)

การเพิ่มความปลอดภัยในเครือข่ายเพื่อป้องกันการโจมตีและการเข้าถึงที่ไม่ได้รับอนุญาต โดยใช้เทคโนโลยีเช่น การเข้ารหัสและการตรวจสอบการรับรอง

๒. ตัวอย่างของ Smart Network

๒.๑ เครือข่าย 5G

การใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อเพิ่มความเร็วในการรับส่งข้อมูลและลดความหน่วงเวลา (Latency) พร้อมกับการปรับปรุงการจัดการเครือข่าย

๒.๒ Software-Defined Networking (SDN)

การใช้ซอฟต์แวร์ในการควบคุมการทำงานของเครือข่ายเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนและจัดการเครือข่ายได้อย่างง่ายดาย

๒.๓ Network Function Virtualization (NFV)

การใช้ซอฟต์แวร์ในการจำลองฟังก์ชันของเครือข่ายที่เคยใช้ฮาร์ดแวร์ เช่น เราเตอร์และไฟร์วอลล์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มความยืดหยุ่น

๒.๔ IoT Network

เครือข่ายที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ที่สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกันได้

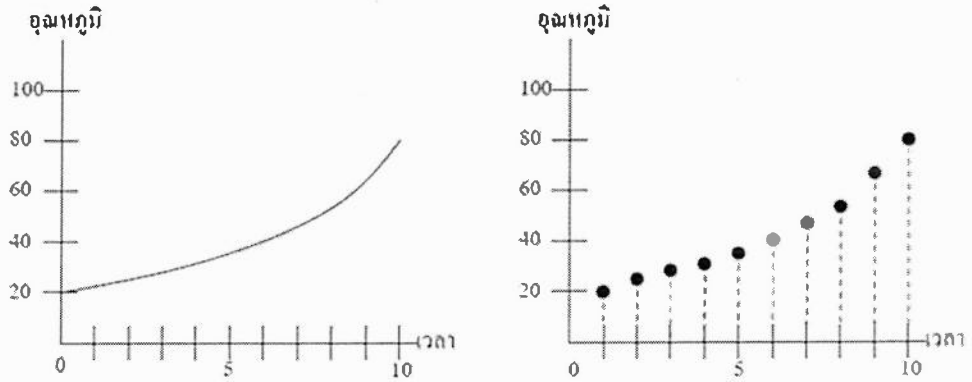
โดยสรุป Smart Network เป็นเครือข่ายที่สามารถปรับตัวและทำงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และการจัดการที่อัจฉริยะ เพื่อเพิ่มความสามารถในการให้บริการและความปลอดภัย

บทที่ ๖

หลักการดิจิทัล

๑. ระบบแอนะล็อกกับระบบดิจิทัล

ในการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สามารถจะแบ่งประเภทของสัญญาณได้สองระบบ คือ ระบบแอนะล็อกกับระบบดิจิทัล ทั้งสองระบบมีความแตกต่างพื้นฐานอยู่ที่ความต่อเนื่องของสัญญาณ กล่าวคือ สัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณที่มีความต่อเนื่องของขนาดสัญญาณ ตัวอย่างเช่น สัญญาณของแรงดันไฟฟ้า อาจมีค่าได้ตั้งแต่ 0 โวลต์ ถึง 220 โวลต์ หรืออาจมีค่าใด ๆ ในระหว่างค่าดังกล่าวส่วนสัญญาณดิจิทัลนั้น เป็นสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น วงจรควบคุมระบบแสงสว่างสนามหน้าบ้าน ขณะที่ดวงอาทิตย์ตกหลอดไฟจะสว่าง และเมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นหลอดไฟก็จะดับ สัญญาณอินพุตที่นำเข้าวงจรจะได้จากวงจรเซนเซอร์ (sensor) แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ และสัญญาณเอาท์พุตที่ได้เป็น on (เปิดไฟ) หรือ off (ปิดไฟ) จะเห็นว่า สัญญาณดิจิทัลจะมีเพียง ๒ ค่า ในตัวอย่างนี้เป็นค่า on และ off ขนาดของสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา สามารถที่จะแสดงได้ทั้งสัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิทัล ตัวอย่าง การวัดอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม ในภาพที่ ๖-๑ (ก) เป็นการบันทึกอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เริ่มต้นจาก 20°C จนถึง 80°C จะเห็นว่าอุณหภูมิเป็นได้ทุกค่าระหว่าง 20°C และ 80°C ตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างของสัญญาณแอนะล็อก นั่นคือสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณที่ต่อเนื่อง และเป็นไปได้ทุกค่าถ้ามีการวัดอุณหภูมิและบันทึกค่าทุก ๆ นาที ดังแสดงในภาพที่ ๖-๑ (ข) จะเห็นว่าค่าอุณหภูมิที่ถูกบันทึกจะไม่มีความต่อเนื่อง มันจะกระโดดจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งจนครบจำนวนระหว่าง 20°C ถึง 80°C จะมีค่าที่ถูกบันทึกถึง 11 ค่า ซึ่งสัญญาณถูกแบ่งออกเป็นชิ้น ๆ หรือเป็นท่อน ๆ บางครั้งจะเรียกว่า ดิสครีต (Discreet) ตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างของสัญญาณดิจิทัล



(ก) (ข)

ภาพที่ ๖-๑ แสดงสัญญาณแอนะล็อก และดิจิทัล

ปริมาณทางธรรมชาติส่วนใหญ่จะเป็นระบบแอนะล็อก เช่น อุณหภูมิ ความร้อนความเร็ว และเสียง ซึ่งสัญญาณจะเป็นไปได้ทุกค่าตามที่กำหนด และสามารถที่จะใช้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบแอนะล็อก ตัวอย่างเช่น เครื่องขยายเสียงแบบแอนะล็อก สามารถจะขยายเสียงดนตรีส่งออกลำโพงได้ ปัจจุบันมีแนวโน้มว่าระบบดิจิทัลจะเข้ามาแทนระบบแอนะล็อกมากขึ้นเรื่อย ๆ ในเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์เกือบทุกประเภท ทั้งนี้เพราะระบบดิจิทัลมีข้อดีเหนือกว่าระบบแอนะล็อก กล่าวคือ ระบบดิจิทัลสามารถรักษาคุณภาพของสัญญาณได้ดีกว่า สามารถปรับปรุงสัญญาณได้ตามความพอใจ แต่ระบบแอนะล็อกไม่สามารถทำได้

๒. สัญญาณดิจิทัลในอุดมคติ

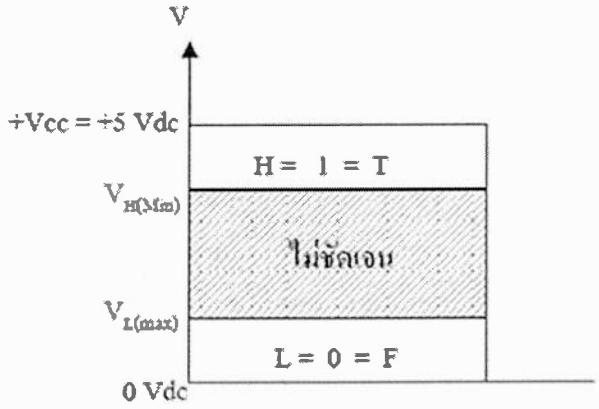
ระบบแรงดันทางอุดมคติในวงจรดิจิทัลมีค่าสองค่า คือ +5 Vdc และ 0 Vdc ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันจะเปลี่ยนแปลงไปมาเพียงสองค่านี้ จากความคิดนี้แสดงให้เห็นในภาพที่ ๖-๒ เป็นรูปสัญญาณดิจิทัลในอุดมคติ แต่ในความเป็นจริงการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดัน จาก +5 Vdc ลงมาเป็น 0 Vdc หรือจาก 0 Vdc ขึ้นไป +5 Vdc จะไม่เปลี่ยนในทันทีทันใดจะมีช่วงเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

ภาพที่ ๖-๒ แสดงสัญญาณดิจิทัลในอุดมคติ

๓. รูปคลื่นของสัญญาณดิจิทัล

๓.๑ ระดับแรงดัน

ค่าแรงดันที่ใช้แทนลอจิก “0” และลอจิก “1” เรียกว่า ระดับลอจิก (logic level) โดยค่าของระดับแรงดันนี้จะขึ้นอยู่กับประเภทของอุปกรณ์ดิจิทัลที่นำมาใช้งาน อุปกรณ์บางชนิดแทนลอจิก “1” ด้วยแรงดัน +12 Vdc และแทนลอจิก “0” ด้วย 0 Vdc แต่อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่พบในระบบดิจิทัลโดยเฉพาะไอซีดิจิทัลตระกูล ทีทีแอล (TTL:Transistor – Transistor Logic) จะแทนลอจิก “1” ด้วยแรงดัน +5 Vdc และแทนลอจิก “0” ด้วย 0 Vdc แต่ค่าแรงดันนี้ ไม่จำเป็นต้องตรงกับค่าที่กำหนดพอดี ถ้าหากทดลองปรับค่าแรงดันตั้งแต่ 0 Vdc ไปจนถึง +5 Vdc จะพบว่าเมื่อเพิ่มค่าแรงดันขึ้นเรื่อยๆ ไปจนถึงค่าหนึ่งที่เรียกว่า VL(max) ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่ระบบยอมรับรู้ว่าเป็นลอจิก “0” สำหรับไอซีดิจิทัลตระกูลทีทีแอล จะมีค่า VL(max) = +0.1 Vdc ดังนั้นระดับแรงดัน ระหว่าง 0 Vdc ถึง +0.1 Vdc จะเป็นค่าลอจิก L = 0 = F ดังแสดงในภาพที่ ๖-๓

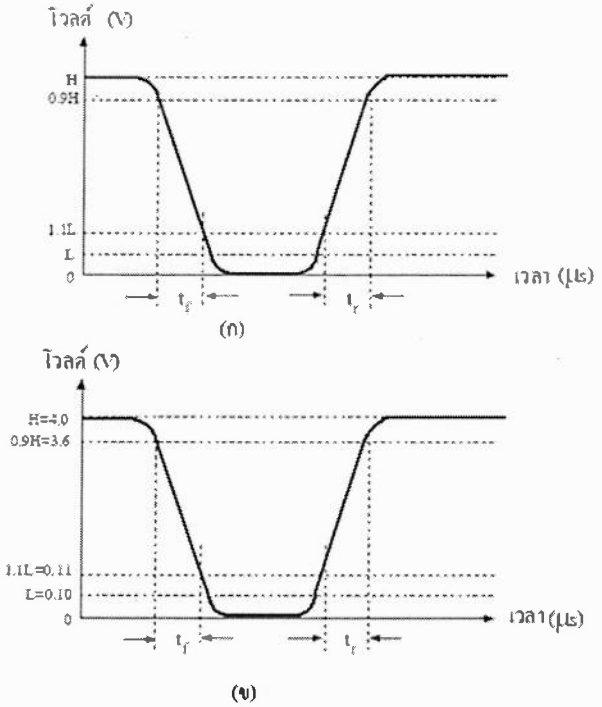


ภาพที่ ๖-๓ แสดงระดับแรงดันลอจิก

ถ้าเพิ่มค่าแรงดันไปอีกจนถึงค่าหนึ่ง และเป็นค่าแรงดันต่ำสุดที่ระบบรับรู้ว่าเป็นลอจิก “1” เรียกแรงดันจุดนี้ว่า VH(min) สำหรับไอซีดิจิทัลตระกูลทีทีแอล จะมีค่า VH(min) = +3.5 Vdc ดังนั้น แรงดันระหว่าง +3.5 Vdc ถึง +5 Vdc จึงเป็นค่าลอจิก H = 1 = T ดังแสดงในภาพที่ ๖-๓ ส่วนค่าแรงดันระหว่าง VL(max) ส่วน VH(min) ระบบจะไม่รับรู้

๓.๒ ช่วงเวลาของการเปลี่ยนระดับแรงดัน

การทำงานของวงจรดิจิทัลในอุดมคติ มีการเปลี่ยนระดับลอจิกจาก HIGH ไป LOW หรือจาก LOW ไป HIGH จะเปลี่ยนอย่างทันทีทันใด โดยใช้เวลาในการเปลี่ยนระดับลอจิกเป็นศูนย์วินาที นั่นคือมีระดับแรงดันเพียงสองระดับ คือ 0 V และ +5 V แต่ในความเป็นจริงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนระดับแรงดันไม่ใช่ศูนย์ ผลของแรงดันกับเวลาแสดงในภาพที่ ๖-๔ (ก) จะเห็นว่าจะมีช่วงระดับแรงดันที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา แต่ช่วงเวลาที่เกิดจะเป็นช่วงเวลาสั้นๆ

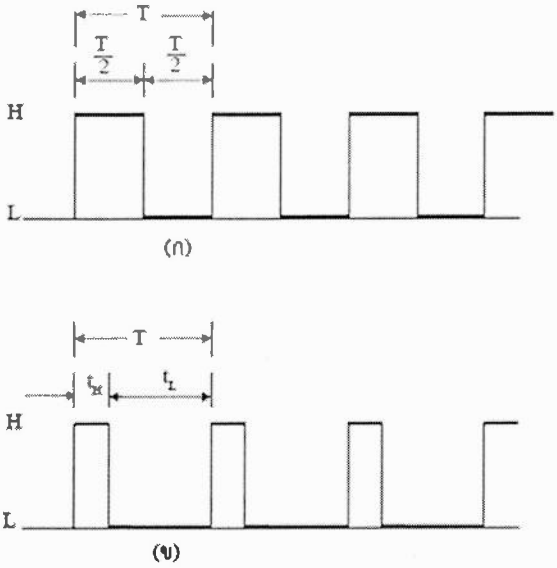


ภาพที่ ๖-๔ แสดงช่วงเวลาแรงดันตกและแรงดันขึ้น

ช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนค่าแรงดันจาก HIGH ไปเป็น LOW ช่วงเวลานี้เรียกว่าเวลาแรงดันตก (fall time) หรือ tf เพื่อความเข้าใจง่ายจะกำหนดให้อยู่ในช่วง 0.9H และ 1.1L ดังแสดงในภาพที่ ๖-๔ (ก) สำหรับช่วงเวลาที่เปลี่ยนค่าแรงดันจาก LOW ไปเป็น HIGH เรียกว่า เวลาแรงดันขึ้น (rise time) หรือ tr จากภาพที่ ๖-๔ (ก) จะอยู่ในระหว่างช่วง 1.1L และ 0.9H ในภาพที่ ๖-๔ (ข) แสดงให้เห็นการวัดแรงดันระหว่างช่วงเวลาแรงดันตกและแรงดันขึ้น สมมติว่าให้ H = +4.0 Vdc และ L = +0.1 Vdc ดังนั้น 0.9H = 0.9 X 4.0 = +3.6 Vdc และ 1.1L = 1.1 X 0.1 = +0.11 Vdc สำหรับเวลาที่แรงดันขึ้น และแรงดันตกจะวัดได้ระหว่างระดับแรงดันทั้งสองที่แสดงในภาพที่ ๖-๔

๓.๓ คาบเวลาและความถี่

สัญญาณรูปสี่เหลี่ยมในระบบดิจิทัลอาจถูกสร้างขึ้นจากตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (clock) เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของระบบ ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีค่าลอจิกเปลี่ยนจาก HIGH เป็น LOW หรือจาก LOW เป็น HIGH ตลอดเวลา โดยสัญญาณนาฬิกาจะเป็นสัญญาณที่มีค่าคาบเวลาค่อนข้างแน่นอน หรือมีความถี่คงที่ ซึ่งจะมีทั้งแบบสมมาตร (symmetrical) และแบบไม่สมมาตร (asymmetrical) ดังแสดงในภาพที่ ๖-๕



ภาพที่ ๖-๕ แสดงสัญญาณนาฬิกา (Clock Signal)

จากภาพที่ ๖-๕ ถ้าให้ T เป็นคาบเวลา (Period) และให้ f เป็นความถี่ (Frequency) ของสัญญาณสามารถจะหาความถี่ได้จากส่วนกลับของคาบเวลา ดังนั้น f = 1/T ตัวอย่างถ้าให้คาบเวลา (T) เท่ากับ 1 μs สามารถจะหาความถี่ได้ดังนี้

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1\,\mu s} = \frac{1}{10^{-6}} = 10^{6} = 1MHz$$

ในทำนองเดียวกันเมื่อทราบค่าความถี่ของสัญญาณก็จะสามารถหาคาบเวลาได้เช่นเดียวกัน จากตัวอย่างถ้าสัญญาณมีความถี่ 1 MHz จะได้คาบเวลาดังนี้

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1MHz} = \frac{1}{10^{6}\,Hz} = 10^{-6}$$ วินาที = 1 ไมโครวินาที (μs)

คุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมในระบบดิจิทัล คือ ค่าดิวตี้ไซเกิล (duty cycle) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของความกว้างของสัญญาณกับคาบเวลาโดยทั่วไป จะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าดิวตี้ไซเกิลจะมีสองค่า คือ ค่าที่เป็นอัตราส่วนของระยะเวลาที่สัญญาณมีระดับเป็น HIGH กับคาบเวลา เรียกว่า ดิวตี้ไซเกิล H และค่าที่เป็นอัตราส่วนของระยะเวลาที่สัญญาณ มีระดับเป็น LOW กับคาบเวลา เรียกว่า ดิวตี้ไซเกิล L จากภาพที่ ๖-๕ (ข) จะหาค่าดิวตี้ไซเกิล ได้ดังนี้

$$\text{ดิวตี้ไซเกิล } H = \frac{t_H}{T}$$

$$\text{ดิวตี้ไซเกิล } L = \frac{t_L}{T}$$

จากภาพที่ ๖-๕ (ก) เนื่องจากความกว้างของของสัญญาณที่มีระดับ HIGH และระดับ LOW มีขนาดเท่ากันหรือมีระยะเวลาที่เกิดเท่ากัน ดังนั้นจะดิวตี้ไซเกิล ได้ดังนี้

$$\text{ดิวตี้ไซเกิล } H = \text{ดิวตี้ไซเกิล } L = \frac{T/2}{T} = 0.5 \text{ หรือ } 50\%$$

ตัวอย่าง จากรูปคลื่นในภาพที่ ๖-๕ (ข) ถ้ากำหนดให้คาบเวลา (T) เท่ากับ 0.2 ไมโครวินาที และมีความกว้างของระดับลอจิกที่เป็น HIGH เท่ากับ 0.05 ไมโครวินาที จงหาความถี่และดิวตี้ไซเกิล H

<u>วิธีทำ</u>

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.2\,\mu s} = \frac{1}{0.2\times10^{-6}} = 5\times10^{6} = 5\,MHz$$

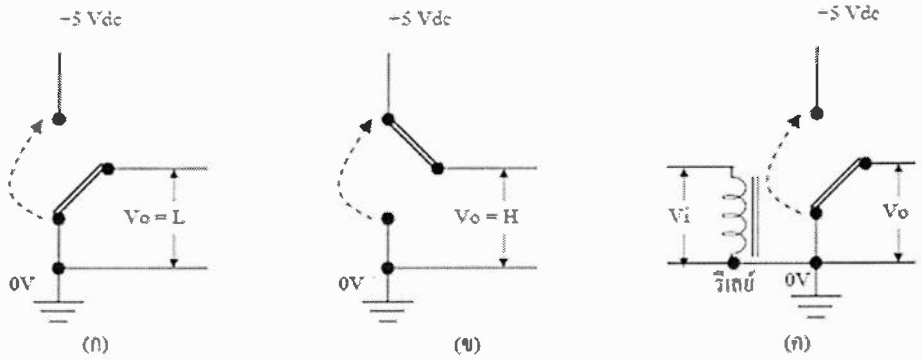
$$\text{ดิวตี้ไซเกิล } H = \frac{t_H}{T} = \frac{0.05\,\mu s}{0.2\,\mu s} = 0.25 = 25\%$$

๔. ดิจิทัลลอจิก

ดิจิทัลลอจิก หมายถึง อุปกรณ์สร้างระดับแรงดันทางลอจิก ให้เป็น LOW หรือ HIGH และจะเรียกอุปกรณ์เหล่านี้ว่า ลอจิกเกต ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของวงจรลอจิก ได้แก่ บัฟเฟอร์ อินเวอร์เตอร์ ออร์เกต และ แอนด์เกต

๔.๑ การสร้างระดับลอจิก

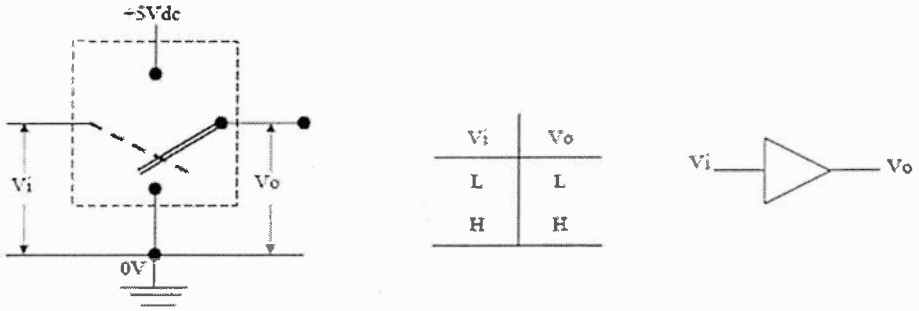
ระดับแรงดันทางลอจิก สามารถจะสร้างด้วยวงจรสวิตช์ดังแสดงในภาพที่ ๖-๖ (ก) เป็นสวิตช์ต่อจุดสัมผัสที่กราวด์ทำให้ Vo = L = 0 = 0 Vdc ในภาพที่ ๖-๖ (ข) สวิตช์ต่ออยู่กับแรงดัน +5 Vdc ทำให้ Vo = H = 1 = +5 Vdc ซึ่งเป็นสวิตช์อย่างง่ายที่ปิดเปิดด้วยมือ



ภาพที่ ๖-๖ แสดงวงจรสวิตช์และรีเลย์

ในภาพที่ ๖-๖ (ค) เป็นสวิตช์ที่ทำงานด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า รีเลย์ (relay) ทำงานโดยการป้อนแรงดัน Vi เข้าขดลวดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไปดันก้านสวิตช์ให้เลื่อนขึ้นไปสัมผัสกับขั้วที่มีแรงดัน +5 Vdc แรงดันจึงปรากฏที่ Vo = +5 Vdc นั่นคือ เมื่อ Vi มีแรงดันย่อมจะทำให้ Vo = H = +5 Vdc ในทางตรงกันข้ามถ้า Vi = 0 Vdc ก็จะทำให้ Vo = L = 0 Vdc

สวิตช์และรีเลย์เป็นเครื่องกลที่มีโครงสร้างการทำงานอย่างง่ายๆ มันสามารถที่จะใช้สร้างเป็นตัวกระทำหรือตัวดำเนินการทางลอจิกได้ ได้แก่ ตัวดำเนินการแอนด์ (AND) และ ออร์ (OR) เป็นต้น ระบบการทำงานในคอมพิวเตอร์ปัจจุบันจะมีสัญญาณนาฬิกากำหนดการทำงานจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกเป็นพัน ๆ ล้านครั้งต่อวินาที สวิตช์และรีเลย์ไม่สามารถที่จะทำได้ ดังนั้นจึงต้องใช้อิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ที่ทำจากทรานซิสเตอร์แทน โดยทำในรูปของไอซีดิจิทัลหรือวงจรรวม ซึ่งสามารถที่จะออกแบบให้เป็นตัวดำเนินการทางลอจิก (AND/OR) สำหรับดิจิทัลไอซี ที่มีใช้งานจริงจะกล่าวถึงในบทต่อไป



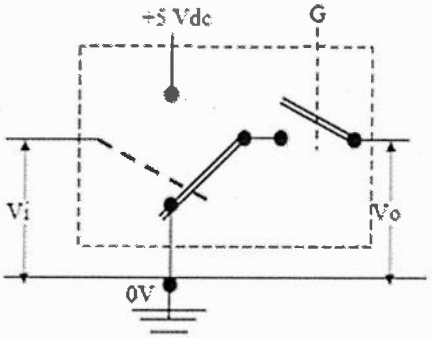
ภาพที่ ๖-๗ แสดงบัฟเฟอร์ (buffer) (ก) แบบโครงสร้าง (ข) ตารางความจริง (ค) สัญลักษณ์

๔.๒ บัฟเฟอร์

บัฟเฟอร์ เป็นอุปกรณ์ทางลอจิก ทำหน้าที่เป็นตัวกั้นระหว่างอินพุตกับเอาท์พุต และขยายสัญญาณ หรือทำหน้าที่หน่วงเวลา (เอาท์พุต ปรากฏผลลัพธ์ช้ากว่าอินพุต) จะให้ผลลัพธ์ที่ออกทางเอาท์พุตเหมือนกับข้อมูลที่ป้อนให้ทางอินพุต ในภาพที่ ๖-๗ (ก) เป็นการจำลองการทำงานของ

บัฟเฟอร์ โดยใช้อิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ ซึ่งจะทำงานเหมือนกับรีเลย์ในภาพที่ ๖-๖ (ค) เมื่อ Vi เป็น LOW ก้านสวิตช์ก็จะตกลงมาสัมผัสขั้วกราวด์ ทำให้ Vo เป็น LOW ด้วย ถ้า Vi เป็น HIGH ก้านสวิตช์ก็จะถูกดันขึ้นในสัมผัสขั้วแรงดัน +5 Vdc ทำให้ Vo เป็น HIGH ในภาพที่ ๖-๗ (ข) แสดงตารางความจริง ส่วนในภาพที่ ๖-๗ (ค) แสดงสัญลักษณ์ สำหรับดิจิทัลไอซี ตระกูลทีทีแอล ที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ได้แก่ ไอซีเบอร์ 5407, 7407 ซึ่งเป็นไอซี 14 ขา มีบัฟเฟอร์อยู่ภายในจำนวน 6 ตัว

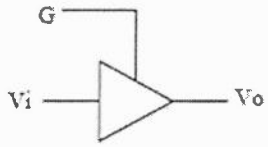
ในภาพที่ ๖-๘ เป็นบัฟเฟอร์ที่มีอินพุต 2 อินพุต อินพุตที่เพิ่มคือ G ที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม เรียกบัฟเฟอร์ชนิดนี้ว่า บัฟเฟอร์สามสถานะ (tri-state buffer) เมื่อ G เป็น LOW สวิตช์จะเปิด ทำให้ไม่มีผลลัพธ์ที่ออกทางเอาท์พุต แต่ถ้า G เป็น HIGH สวิตช์จะปิด จะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกทางเอาท์พุตเหมือนกับทางอินพุต ให้พิจารณาการทำงานของวงจรสวิตช์ในภาพที่ ๖-๘ (ก) จะเห็นว่าเมื่อสวิตช์ G ปิดลงมา (G = HIGH) จะทำให้เอาท์พุต Vo เป็น LOW หรือ HIGH ก็ได้ (2 สถานะ) แต่ถ้าสวิตช์ G เปิดขึ้น (G = LOW) จะทำให้เอาท์พุตเป็นวงจรเปิด และในภาพที่ ๖-๘ (ข) เป็นตารางความจริง ในภาพที่ ๖-๘ (ค) เป็นสัญลักษณ์ สำหรับดิจิทัลไอซีตระกูล ทีทีแอล ที่มีใช้งานจริง ได้แก่ ไอซีเบอร์ 54126 และ 74126 เป็นไอซี 14 ขา มี 4 บัฟเฟอร์ อยู่ภายใน



(ก)

G	Vi	Vo
L	L	open
L	H	open
H	L	L
H	H	H

(ข)

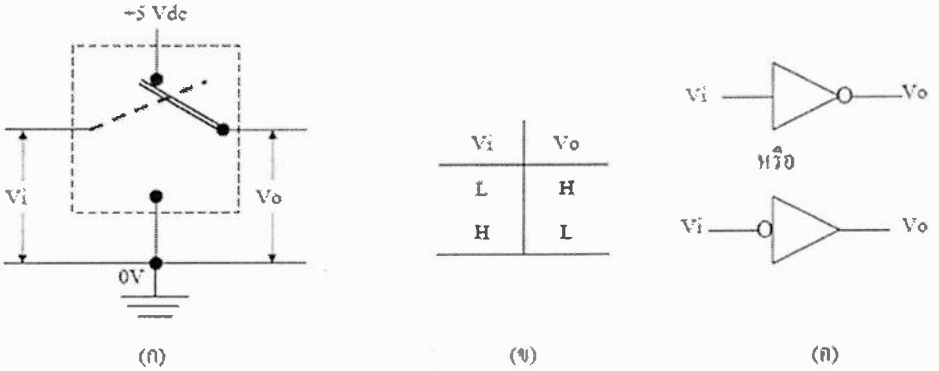


(ค)

ภาพที่ ๖-๘ แสดงบัฟเฟอร์สามสถานะ (tri – state buffer)
(ก) แบบโครงสร้าง (ข) ตารางความจริง (ค) สัญลักษณ์

๔.๓ อินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กลับค่าทางลอจิกที่ได้จากทางอินพุต บางครั้งเรียกว่า นอตเกต (NOT gate) ในภาพที่ ๖-๙ (ก) เป็นการจำลองการทำงานโดยใช้วงจรสวิตช์ ขณะที่ อินพุต (Vi) มีค่าลอจิกเป็น LOW ก้านสวิตช์จะสัมผัสกับขั้วแรงดัน +5 Vdc ทำให้เอาท์พุต (Vo) มีค่าลอจิกเป็น HIGH แต่ถ้าอินพุตเป็น HIGH ก้านสวิตช์จะเลื่อนลงสัมผัสกราวด์ทำให้เอาท์พุตเป็น LOW ตารางความจริง (truth table) แสดงในภาพที่ ๖-๙ (ข) จะเห็นว่าค่าเอาท์พุต (Vo) จะมีค่าตรงกันข้ามกับค่าทางอินพุต (Vi) หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าเอาท์พุตเป็นค่าคอม-พลีเมนต์ (complement) ของอินพุต



ภาพที่ ๖-๙ แสดงอินเวอร์เตอร์ หรือ NOT เกต
(ก) แบบโครงสร้าง (ข) ตารางความจริง (ค) สัญลักษณ์

จากคุณลักษณะของอินเวอร์เตอร์หรือ NOT เกต สามารถที่จะสรุปได้ดังนี้

NOT H = L

NOT L = H

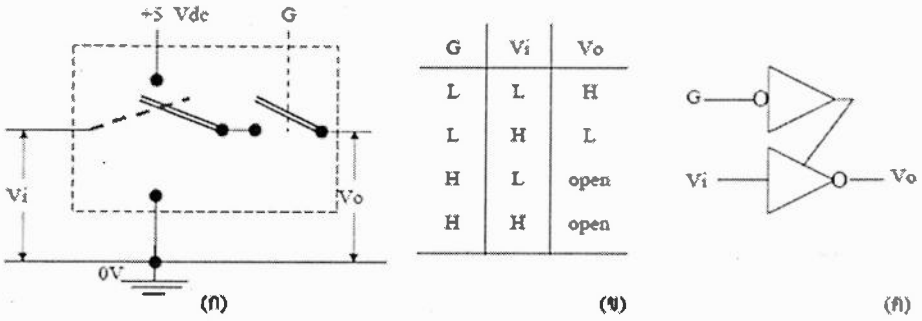
การเขียนเครื่องหมายแสดงค่าที่เป็น NOT เขียนโดยใช้เครื่องหมาย "¯" (Bar) ดังนี้

NOT H = (เท่ากับ L) หรือ NOT L = (เท่ากับ H)

ดังนั้น $V_i = \overline{V_o}$ หรือ $\overline{V_i} = V_o$

ในภาพที่ ๖-๙ (ค) จะเป็นสัญลักษณ์ของอินเวอร์เตอร์ จะเห็นมีรูปวงกลมเล็ก ๆ เรียกว่า บับเบิล (bubble) หมายถึง การกลับค่าลอจิก วางอยู่ทางเอาท์พุต ส่วนสัญลักษณ์อีกรูปหนึ่งจะมีบับเบิลวางอยู่ทางอินพุตก็ให้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน สำหรับดิจิทัลไอซีที่มีใช้งานจริงได้แก่ เบอร์5404 หรือ 7404 เป็นไอซี 14 ขา มี 6 อินเวอร์เตอร์

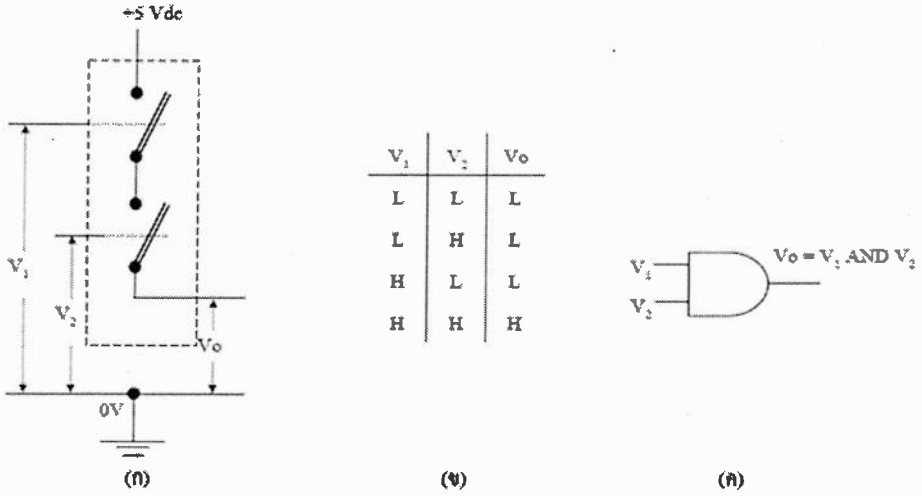
ในภาพที่ ๖-๑๐ (ก) เป็นการจำลองการทำงานของอินเวอร์เตอร์ชนิด ๒ อินพุตซึ่งจะมีอินพุต G เพิ่มเข้ามาทำหน้าที่เป็นขาควบคุม เรียกอินเวอร์เตอร์นี้ว่า อินเวอร์เตอร์สามสถานะ (Tri – state Inverter) ในภาพที่ ๖-๑๐ (ข) เป็นตารางความจริงแสดงให้เห็นว่าถ้า G เป็น LOW จะทำให้อินเวอร์เตอร์ต่อวงจรทางเอาท์พุต เมื่อ G เป็น HIGH สวิตช์จะเปิดทำให้อินเวอร์เตอร์ไม่ต่อวงจรทางเอาท์พุต สัญลักษณ์แสดงในภาพที่ ๖-๑๐ (ค) ที่ขา G จะมีบับเบิลวางอยู่หน้าอินพุต พิจารณาจากตารางความจริงจะเห็นว่าสวิตช์ G จะปิด เมื่อ G เป็น LOW นั่นคือวงจรจะทำงาน และทำให้เอาท์พุต Vo มีค่าลอจิกตรงกันข้ามกับอินพุต Vi ดังนั้นความสำคัญของบับเบิลที่วางอยู่ด้านอินพุต จึงหมายถึง วงจรจะทำงานเมื่อสัญญาณเข้าอินพุต G เป็น LOW หรือเรียกว่า แอกทีฟ LOW สำหรับไอซีที่ใช้งานจริง ได้แก่ เบอร์ 74LS386A



ภาพที่ ๖-๑๐ แสดงอินเวอร์เตอร์สามสถานะ (tri – state Inverter)
(ก) แบบโครงสร้าง (ข) ตารางความจริง (ค) สัญลักษณ์

๔.๔ แอนด์เกต

แอนด์เกต (AND gate) เป็นวงจรดิจิทัลที่มีตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป และมีเอาท์พุตหนึ่งเอาท์พุต การสร้างเกตแบบแอนด์เกต สามารถจำลองจากวงจรสวิตช์ ดังแสดงในรูป ๖-๑๑ (ก) ประกอบด้วยสวิตช์สองตัวต่ออนุกรมกัน ซึ่งจะพบว่า จะมีแรงดันปรากฏที่เอาท์พุต Vo ได้ เมื่อสวิตช์ทั้งสองตัวถูกปิด นั่นคือ ถ้า V1 = HIGH, V2 = HIGH จะทำให้สวิตช์ทั้งสองตัวปิด ก็จะทำให้ Vo = HIGH ด้วย ในทำนองเดียวกันอินพุตหนึ่งอินพุตใดเป็น LOW (สวิตช์ เปิด) ก็จะทำให้ Vo = LOW ดังแสดงให้เห็นในตารางความจริงภาพที่ ๖-๑๑ (ข) ตัวดำเนินการ AND หรือ แอนด์เกต สามารถที่จะเขียนในรูปสมการลอจิกได้ดังนี้ Vo = V1 AND V2



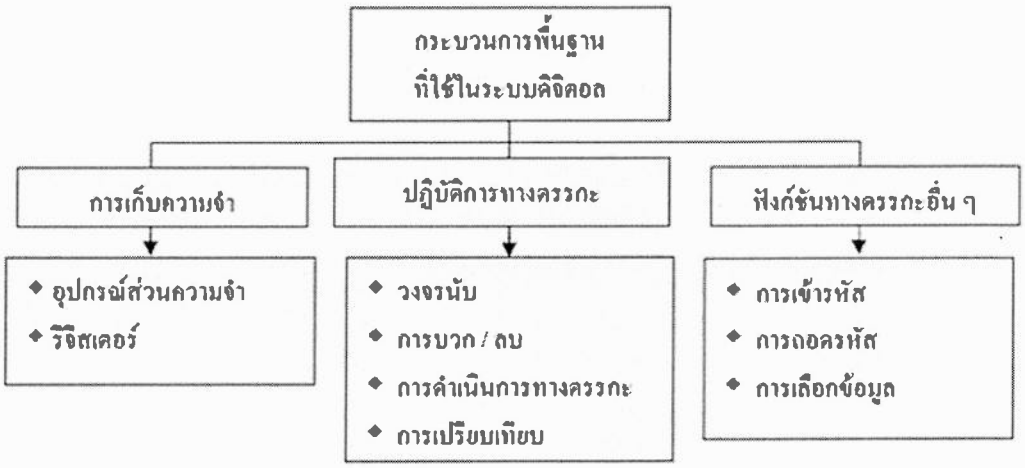
ภาพที่ ๖-๑๑ แสดงแอนด์เกต 2 อินพุต (two input AND gate)
(ก) แบบโครงสร้าง (ข) ตารางความจริง (ค) สัญลักษณ์

๔.๕ ออร์เกต

ออร์เกต (OR gate) เป็นวงจรลอจิกที่มีสองอินพุตขึ้นไป และมีเอาท์พุตเพียงค่าเดียว การสร้างออร์เกตด้วยวงจรสวิตช์ โดยนำสวิตช์มาต่อขนานกัน ดังแสดงในภาพที่ ๖-๑๑ (ก) จะเห็นว่า ถ้าสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งปิด ก็จะทำให้เอาท์พุต Vo = +5 Vdc หรือเป็น HIGH และถ้าสวิตช์ทั้งสองตัวเปิด นั่นคือ V1 และ V2 มีค่าลอจิกเป็น LOW เอาท์พุต Vo ก็จะเป็น LOW ด้วย ตัวดำเนินการ OR หรือ ออร์เกต สามารถที่จะเขียนในรูปของสมการลอจิกได้ดังนี้ Vo = V1 OR V2

๕. กระบวนการพื้นฐานที่ใช้ในระบบดิจิทัล

กระบวนการพื้นฐานที่ใช้ในระบบดิจิทัลมีหลายอย่าง แต่สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ ดังแสดงในภาพที่ ๖-๑๒ กระบวนการพื้นฐานเหล่านี้สามารถที่จะนำมาผสมผสานกัน เพื่อให้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งตามวัตถุประสงค์ได้



ภาพที่ ๖-๑๒ แสดงกระบวนการพื้นฐานที่ใช้ในระบบดิจิทัล

๕.๑ การเก็บความจำ

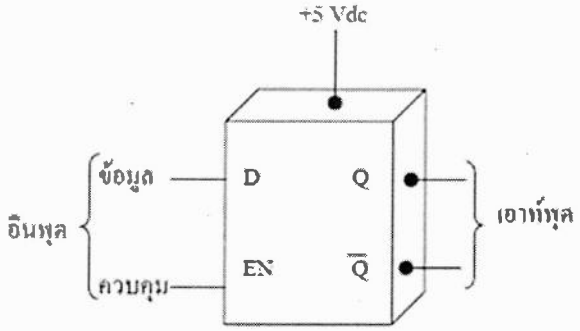
ในระบบดิจิทัลเกือบทุกระบบ มักจะมีหน่วยความจำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงต้องศึกษาและทำความเข้าใจ การทำงานของอุปกรณ์หน่วยความจำพื้นฐาน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานให้ถูกต้อง

๕.๑.๑ อุปกรณ์ส่วนความจำ

หน่วยความจำเป็นอุปกรณ์ หรือบางทีอาจเป็นวงจรที่ทำหน้าที่รักษาระดับลอจิกทางเอาท์พุตให้คงที่ สำหรับหน่วยความจำอย่างง่ายก็คือ วงจรสวิตช์ที่แสดงในภาพที่ ๖-๖ (ก) และ (ข) สวิตช์ในภาพที่ ๖-๖ (ก) ก้านสวิตช์อยู่ตำแหน่งที่ทำให้เอาท์พุตเป็น LOW และจะยังคงเป็น LOW อยู่ตราบที่ยังไม่มีการเปลี่ยนตำแหน่งก้านสวิตช์ ดังนั้นสวิตช์จะจำว่า Vo = L หรือ Vo = 0 = 0 Vdc นั่นคือสวิตช์สามารถเก็บค่าลอจิก “0” ไว้ได้ ส่วนในภาพที่ ๖-๖ (ข) ก็เช่นเดียวกัน สวิตช์จะจำว่า

Vo = H และจะเก็บค่าลอจิก “1” เนื่องจาก H = 1 = 5 Vdc จะเห็นว่าวงจรที่ประกอบขึ้นจากสวิตช์ก็สามารถที่จะเก็บค่าลอจิกได้

สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์หน่วยความจำพื้นฐานในระบบดิจิทัล เรียกว่า ฟลิปฟลอป (flip – flop) สามารถที่จะเก็บค่าลอจิก “0” หรือ “1” และจะคงสภาวะของค่าลอจิก จนกระทั่งมีสัญญาณควบคุมมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือขาดแรงดันไฟเลี้ยงวงจร ในภาพที่ ๖-๑๓ (ก) เป็นบล็อกไดอะแกรมของ ฟลิปฟลอป มี 2 เอาท์พุต ให้ค่าลอจิกที่ตรงข้ามกัน คือ Q และ Q มีอินพุต D นำข้อมูลเข้า และ EN เป็นอินพุตควบคุม



(ก)

EN	D	Q
L	L	คงค่าเดิม
L	H	คงค่าเดิม
H	L	L
H	H	H

(ข)

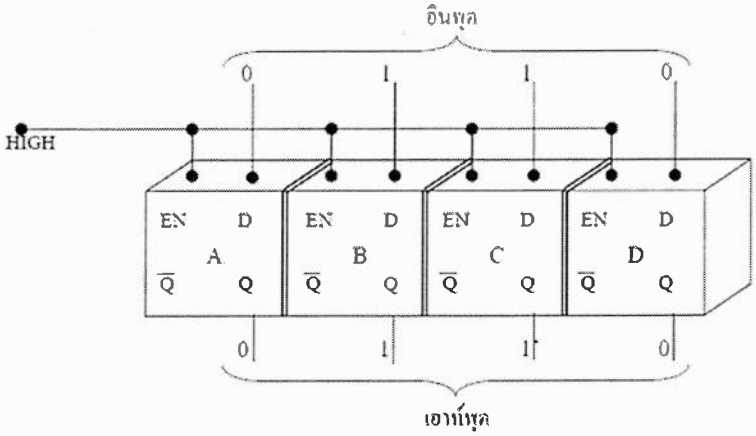
ภาพที่ ๖-๑๓ แสดงฟลิปฟลอป (flip – flop)

(ก) แบบโครงสร้างของ D ฟลิปฟลอป (ข) ตารางความจริง

พิจารณาตารางความจริง เมื่อ EN เป็น LOW ค่าลอจิกที่ปรากฏที่อินพุต D จะมีค่าเป็น LOW หรือ HIGH แต่เอาท์พุต Q ยังคงค่าลอจิกเดิมหรือเก็บค่าเดิมอยู่ แต่เมื่อ EN เป็น HIGH ค่าลอจิกที่ปรากฏที่อินพุต D จะถูกเก็บลงภายในฟลิปฟลอปและปรากฏค่าลอจิกนั้น ๆ ทางเอาท์พุต Q ด้วย ฟลิปฟลอปหนึ่งตัวจะสามารถเก็บค่าลอจิกได้หนึ่งค่า ดังนั้นถ้านำฟลิปฟลอปหลาย ๆ ตัวมาต่อร่วมกันก็จะทำให้เก็บค่าลอจิกได้มากขึ้น

๕.๑.๒ รีจิสเตอร์

เป็นกลุ่มของฟลิปฟลอปที่ต่อร่วมกันเพื่อเก็บค่าลอจิกให้ได้มากกว่าหนึ่งค่า ตัวอย่างเช่น ฟลิปฟลอป ๔ ตัว ในภาพที่ ๖-๑๔ ต่อร่วมกันสามารถที่จะเก็บค่าลอจิกได้ 4 ค่า ถ้าให้เก็บค่าลอจิก LHHL หรือเท่ากับ 0110 (เลขฐานสอง) ก็จะต้องป้อนค่าลอจิกทั้ง 4 ค่า เข้าทางอินพุต D ของฟลิปฟลอป A, B, C และ D ตามลำดับ และกำหนดให้อินพุต EN เป็นHIGH ค่าลอจิกทั้ง 4 ค่า จะถูกเก็บลง ฟลิปฟลอปแต่ละตัว



ภาพที่ ๖-๑๔ แสดงรีจีสเตอร์ 4 บิต

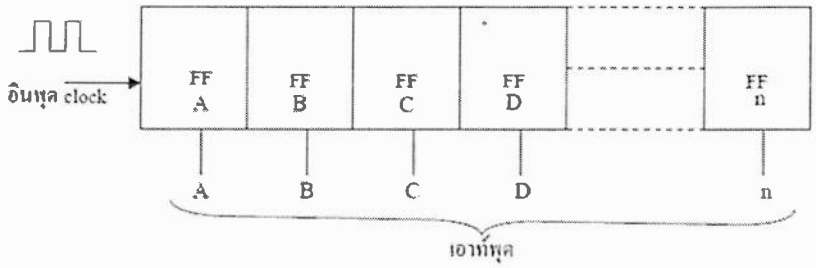
ในระบบเลขฐานสิบแต่ละตำแหน่งของตัวเลขเรียกว่า หลัก (decimal digit หรือ digit) เช่น เลขจำนวน 328 เป็นเลข 3 หลัก แต่ถ้าเป็นระบบเลขฐานสอง เรียกแต่ละตำแหน่งของเลขฐานสองว่า บิต (binary digit โดยใช้คำสั้น ๆ เป็น bit) ตัวอย่างเช่น 0110 เป็นเลขฐานสอง 4 บิต ดังนั้นฟลิปฟลอป 4 ตัว ที่ต่อเป็นรีจีสเตอร์ขนาด 4 บิต ก็จะสามารถเก็บข้อมูลเลขฐานสองขนาด 4 บิต ได้

๕.๒ ปฏิบัติการทางตรรกะ

การปฏิบัติการทางตรรกะ หมายถึงการคำนวณทางคณิตศาสตร์และตรรกะรวมถึงการนับ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ ในเครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นระบบดิจิทัล เช่น เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ เครื่องควบคุมอัตโนมัติจะต้องมีวงจรที่ทำหน้าที่ดังกล่าวเป็นส่วนประกอบด้วยดังนั้นจึงต้องศึกษาและทำความเข้าใจ

๕.๒.๑ วงจรนับ

การนับเป็นปฏิบัติการทางตรรกะอย่างหนึ่ง การออกแบบวงจรดิจิทัลเพื่อใช้ในการนับ เรียกว่า วงจรนับ ในภาพที่ ๖-๑๕ เป็นวงจรนับที่สร้างจาก ฟลิปฟลอปจำนวนหนึ่ง และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งดูเหมือนกับ รีจีสเตอร์ เนื่องจากวงจรนับก็สามารถที่จะเก็บข้อมูลเลขฐานสองได้เช่นเดียวกัน แต่อินพุตของวงจรนับจะป้อนสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม ที่เรียกว่าสัญญาณคล็อกเข้าไป การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณคล็อกจาก LOW เป็น HIGH วงจรจะนับเพิ่มทีละหนึ่ง และเก็บค่าลงไว้ในฟลิปฟลอป นั่นคือวงจรนับจะทำหน้าที่นับจำนวนสัญญาณคล็อกเพิ่มขึ้นทุกครั้งที่คล็อกมีการเปลี่ยนค่าระดับลอจิกจาก LOW เป็น HIGH แต่มีวงจรนับบางวงจรที่ออกแบบมาให้มีการนับเพิ่มเมื่อสัญญาณคล็อกมีการเปลี่ยนค่าระดับลอจิกจาก HIGH เป็น LOW ได้เช่นเดียวกัน



ภาพที่ ๖-๑๕ แสดงโครงสร้างวงจรนับที่ประกอบด้วยฟลิปฟลอปจำนวน n ตัว

ค่าสูงสุดที่นับได้ ขึ้นอยู่กับจำนวนฟลิปฟลอป ที่เป็นส่วนประกอบของวงจรนับ ค่าสูงสุดที่นับได้ หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

ค่าสูงสุดที่นับได้ = 2n – 1

ให้ n = จำนวนฟลิปฟลอป

ตัวอย่าง จงหาค่าสูงสุดที่นับได้ของวงจรนับที่มีจำนวนฟลิปฟลอป 2, 3, 4, 8 และ 10 ตัว

<u>วิธีทำ</u>

ค่าสูงสุดที่นับได้ = 2n – 1

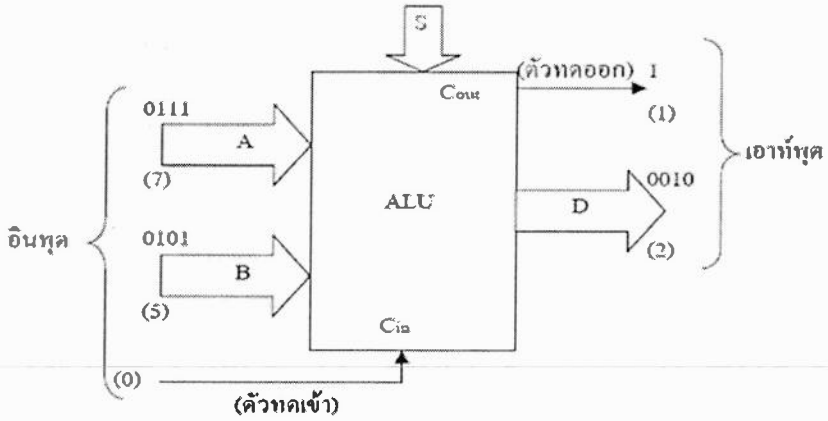
ฟลิปฟลอป 2 ตัว ค่าสูงสุดที่นับได้ = 22 – 1 = 3 (0-3)

ฟลิปฟลอป 3 ตัว ค่าสูงสุดที่นับได้ = 23 – 1 = 7 (0-7)

ฟลิปฟลอป 4 ตัว ค่าสูงสุดที่นับได้ = 24 – 1 = 15 (0-15)

ฟลิปฟลอป 8 ตัว ค่าสูงสุดที่นับได้ = 28 – 1 = 255 (0-255)

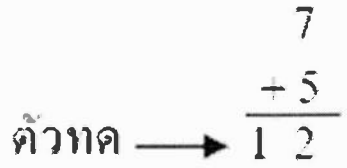
ฟลิปฟลอป 10 ตัว ค่าสูงสุดที่นับได้ = 210 – 1 = 1023 (0-1023)



ภาพที่ ๖-๑๖ แสดงวงจร ALU ใช้สำหรับการบวก

๕.๒.๒ การบวกและการลบ

หน่วยคำนวณและเปรียบเทียบ (ALU) คือ วงจรดิจิทัลที่สามารถทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการปฏิบัติการทางตรรกะได้ พื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การบวก การลบ การหาร และการคูณ สำหรับการคำนวณทางตรรกะหรือปฏิบัติการทางตรรกะประกอบด้วย การ NOT, AND และ OR บล็อกไดอะแกรมของ ALU แสดงในภาพที่ ๖-๑๖ ประกอบด้วย อินพุต 2 อินพุต คือ บัส A และบัส B ผลลัพธ์ออกทางเอาท์พุต บัส D และมีบัส S เป็นอินพุตควบคุมโดยจะส่งสัญญาณให้ ALU ปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น บวก หรือลบ เป็นต้น ถ้าให้สัญญาณควบคุม S กำหนดให้ทำการบวก เมื่อป้อนเลขฐานสอง 2 จำนวน เข้าที่อินพุต A และ B ผลรวมจะถูกส่งออกทางเอาท์พุต D และอาจมีตัวทดออกมาด้วยทางเอาท์พุต Cout ตัวอย่าง เช่น



จากภาพที่ ๖-๑๖ ผลลัพธ์ของการบวกเป็นค่าลอจิก (เลขฐานสอง) จะมี 2 จำนวน ซึ่งมีค่าเท่ากับเลขฐานสิบที่แสดงอยู่ในวงเล็บ ถ้าหากมีตัวทดเข้าที่เป็นอินพุต Cin จะต้องนำเข้าไปรวมกับอินพุต A และ B ด้วย สำหรับการเปลี่ยนการควบคุมที่บัส S ให้เป็นการลบ คือ การหาผลต่างของ A กับ B ผลลัพธ์ที่ออกทาง D ก็จะแสดงเป็นผลต่าง แทนผลบวกดังกล่าวแล้ว

๕.๒.๓ การดำเนินการทางตรรกะ

จากภาพที่ ๖-๑๖ ถ้าต้องการให้ ALU ทำการคำนวณทางตรรกะหรือดำเนินการทางตรรกะ จะต้องส่งค่าลอจิกที่เหมาะสมเข้าที่บัส S ซึ่งเป็นบัสควบคุม เมื่อป้อนค่าลอจิก (เลขฐานสอง) เข้าทางอินพุตทั้งสอง ผลลัพธ์จะส่งออกทางเอาท์พุต D ซึ่งจะมีความเป็นไปได้ ดังนี้

๑) D = A

๒) D = B

๓) D = A AND B

๔) D = A OR B

ตัวอย่าง ถ้ากำหนดให้ A = 1001 และ B = 1100 จงหาผลลัพธ์ของเอาท์พุต D ตามข้อ ๑-๔ วิธีทำ

๑) D = $\overline{A}$ ดังนั้น D = 0110

๒) D = $\overline{B}$ ดังนั้น D = 0011

๓) D = A AND B

A = 1 0 0 1

B = 1 1 0 0

D = 1 0 0 0

4) D = A OR B

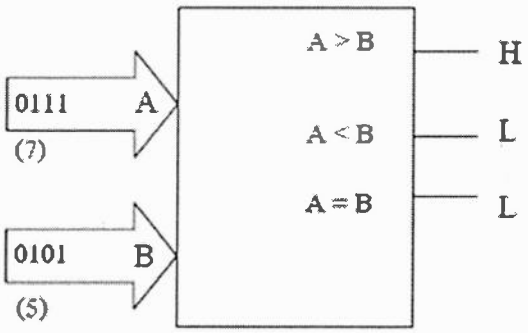
A = 1 0 0 1

B = 1 1 0 0

D = 1 1 0 1

๕.๒.๔ การเปรียบเทียบ

หมายถึง การเปรียบเทียบปริมาณของจำนวนสองจำนวน ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงให้เห็นว่า จำนวนใดมากกว่า (>) น้อยกว่า (<) หรือเท่ากัน (=) ในภาพที่ ๖-๑๗ แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรเปรียบเทียบ จะเห็นว่ามีเอาท์พุต 3 เอาท์พุต จะเป็นจริงหรือเป็นลอจิก HIGH เพียงเอาท์พุตเดียวเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ให้ A = 0111 (เท่ากับ 7 ของเลขฐานสิบ) และ B = 0101 (เท่ากับ 5 ของเลขฐานสิบ) จะได้เอาท์พุตเป็น A > B ดังนั้นที่เอาท์พุต A > B จะเป็น HIGH ส่วนอีกสองเอาท์พุตจะเป็น LOW



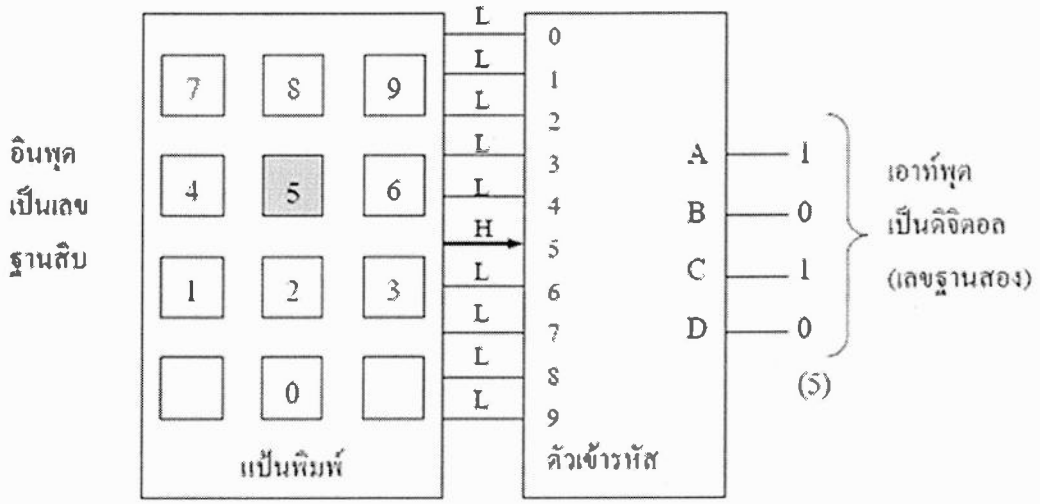
ภาพที่ ๖-๑๗ แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรเปรียบเทียบ

๕.๓ ฟังก์ชั่นทางตรรกะอื่นๆ

ในระบบดิจิทัลจะต้องมีการรับข้อมูลเข้า-ส่งข้อมูลออก และข้อมูลที่เข้าระบบต้องเป็นข้อมูลไบนารี ในขณะเดียวกันข้อมูลที่จะรับเข้าและส่งออกอาจมีหลายข้อมูล ซึ่งจะต้องเลือกเพียงข้อมูลเดียว ดังนั้นในระบบดิจิทัล จึงต้องมีฟังก์ชันทางตรรกะต่าง ๆ เช่น การเข้ารหัสการถอดรหัส และการเลือกข้อมูล เป็นต้น

๕.๓.๑ ฟังก์ชั่นการเข้ารหัส

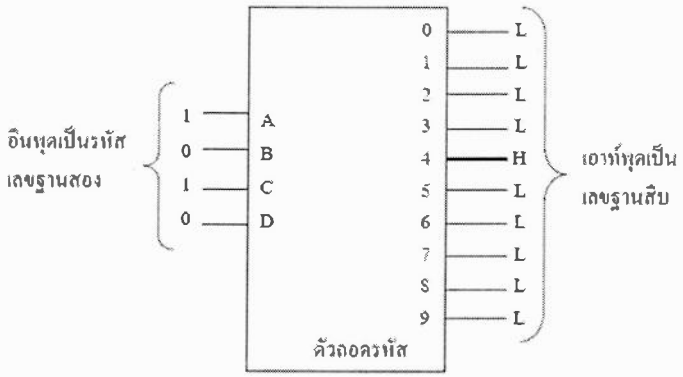
เนื่องจากระบบดิจิทัลจะทำงานกับข้อมูลที่เป็นเลขฐานสอง ถ้าหากมีข้อมูลใดๆ ที่ต้องการให้ระบบดิจิทัลประมวลผล จะต้องเปลี่ยนข้อมูลนั้นๆ ให้ระบบดิจิทัลสามารถรับรู้ นั่นคือ จะต้องเปลี่ยนให้เป็นเลขฐานสอง ซึ่งจะเรียกขั้นตอนนี้ว่า การเข้ารหัส วงจรที่จะทำหน้าที่ตามฟังก์ชันนี้เรียกว่า ตัวเข้ารหัส หรือ เอ็นโคดเดอร์ (encoder) ในภาพที่ ๖-๑๘ เป็นการจำลองการทำงานของตัวเข้ารหัส ถ้าหากกดแป้นพิมพ์เลข ๕ สัญญาณจากการกดจะส่งให้ตัวเข้ารหัสรับทราบการกดแป้นพิมพ์ จากนั้นตัวเข้ารหัสจะส่งค่าเลขฐานสอง (0101) ที่แทนเลข 5 ออกทางเอาท์พุต



ภาพที่ ๖-๑๘ แสดงการเข้ารหัส

๕.๓.๒ ฟังก์ชั่นการถอดรหัส

การนำผลลัพธ์จากเอาท์พุตของระบบดิจิทัลหรือจากคอมพิวเตอร์ออกมาแสดงผล จะต้องเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลให้อยู่ในรูปที่ผู้ใช้เข้าใจก่อนเพราะว่าข้อมูลจากเอาท์พุตของระบบเป็นข้อมูลดิจิทัล หรือรหัสเลขฐานสอง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้เรียกว่า ตัวถอดรหัส หรือ ดีโคดเดอร์ (decoder) ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนรหัสเลขฐานสอง 0101 ให้เป็นเลขฐานสิบ ในภาพที่ ๖-๑๙ เป็นตัวถอดรหัสจะต้องป้อนรหัสเลขฐานสอง 4 บิต เข้าไปส่วนทางเอาท์พุตจะแสดงเป็นเลขฐานสิบ ตั้งแต่ 0 – 9 จะเห็นว่า เมื่อป้อน 0101 เข้าไป เอาท์พุตหมายเลข 5 จะมีลอจิกเป็น HIGH ขณะที่ตัวอื่น ๆ จะเป็น LOW



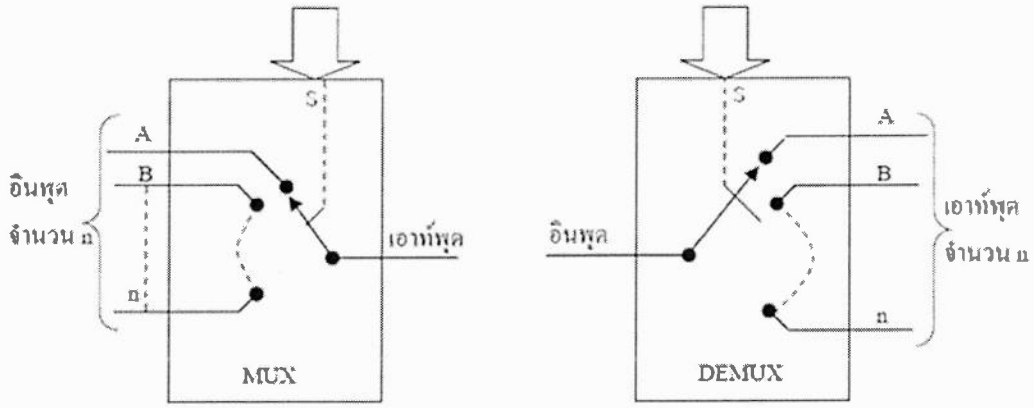
ภาพที่ ๖-๑๙ แสดงการถอดรหัส

๕.๓.๓ ฟังก์ชั่นการเลือกข้อมูล

ในการใช้งานระบบดิจิทัล สิ่งที่จะต้องจัดหาให้ระบบก็คือ ข้อมูลอินพุต ตัวอย่างเช่น ในคอมพิวเตอร์จะต้องป้อนข้อมูลเข้าระบบโดยผ่านแป้นพิมพ์ หรือจากอุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์ ฟลอปปี้ดิสก์ ฯลฯ เมื่อข้อมูลเข้าไปประมวลผลในระบบแล้ว ก็จะถูกส่งออกมาทางจอภาพหรือเครื่องพิมพ์ แน่นอนจะต้องมีความต้องการอุปกรณ์อินพุตหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน และวงจรดิจิทัลที่ทำหน้าที่เลือกข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตใดอินพุตหนึ่งเข้าระบบ เรียกว่า มัลติเพล็กเซอร์ (multiplexer) นอกจากนั้นก็ยังมีความต้องการที่จะต่อเอาท์พุตออกไปหลาย ๆ อุปกรณ์ในเวลาเดียวกัน วงจรดิจิทัลที่ทำหน้าที่นี้เรียกว่า ดีมัลติเพล็กเซอร์ (Demultiplexer)

ตัวมัลติเพล็กเซอร์ จะเรียกสั้น ๆ ว่า MUX ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ในการเลือกข้อมูลดิจิทัลค่าใดค่าหนึ่งจากข้อมูลที่เข้ามาหลาย ๆ เส้นทาง และให้มีเอาท์พุตออกไปเพียงค่าเดียว ดังแสดงการทำงานในภาพที่ ๖-๒๐ (ก) โดยมีการควบคุมการเลือกอินพุตจาก บัส S ค่าลอจิกจากบัส S จะทำการต่อสวิตช์เพียงหนึ่งอินพุต ถ้ามีการเปลี่ยนค่าลอจิกบนบัส S ก็จะทำให้สวิตช์ต่อกับอินพุตที่แตกต่างออกไป ตัวอย่างของไอซี TTL ที่ทำหน้าที่เป็น MUX ได้แก่ 74150 เป็น MUX 16 อินพุต และมีเอาท์พุตเพียง 1 เอาท์พุต

วงจรที่ทำหน้าที่ตรงกันข้ามกับ MUX ก็คือ ตัวดีมัลติเพล็กเซอร์ หรือ เรียกสั้นๆ ว่า DEMUX จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เช่นเดียวกัน โดยนำข้อมูลที่เข้ามาจากเส้นทางหนึ่งและเลือกว่าจะส่งข้อมูลนั้นออกเส้นทางใด ในภาพที่ ๖-๒๐ (ข) เป็นการแสดงการทำงานของ DEMUX ตัวอย่างไอซีทีทีแอล ที่ทำหน้าที่เป็น DEMUX ได้แก่ 74154 เป็น DEMUX ชนิดอินพุตเดียว มีเอาท์พุตออก 16 เอาท์พุต



(ก) มัลติเพล็กเซอร์ (ข)) ดีมัลติเพล็กเซอร์

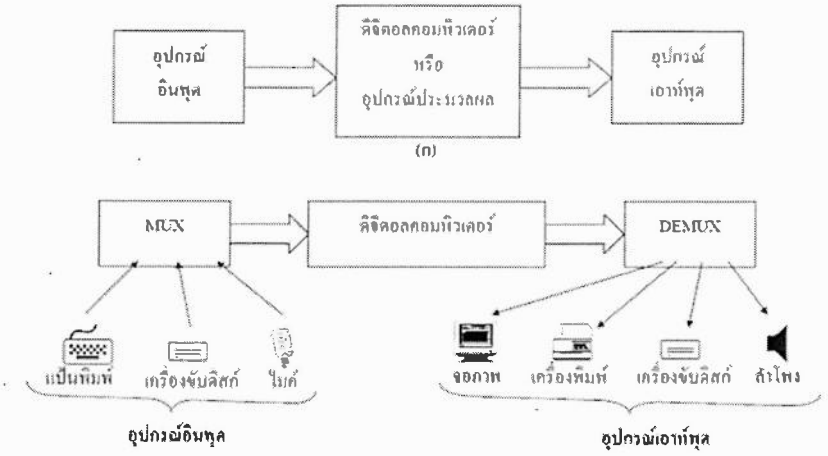
ภาพที่ ๖-๒๐ แสดงการทำงานของตัวเลือกข้อมูล

๖. ดิจิทัลคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปคอมพิวเตอร์จะถูกจัดประเภทตามขนาดและความสามารถในการใช้งาน คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไป ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รวมถึงคอมพิวเตอร์โน้ตบุค (Notebook) หรือแบบตั้งโต๊ะ เรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่มีความสามารถสูงขึ้นอีก และมักจะใช้ในงานธุรกิจ เรียกว่า มินิคอมพิวเตอร์ (Minicomputer) ส่วนระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลปริมาณมาก ๆ ของงานธนาคาร หรืองานประกันภัย ซึ่งจะต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่และความจำขนาดสูงขึ้นอีก เรียกว่า เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Mainframe computer) ถ้าเป็นระบบที่ใหญ่กว่าอีกก็จะเรียกว่า ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ (Super computer)

๖.๑ ส่วนประกอบพื้นฐานของคอมพิวเตอร์

ส่วนประกอบพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ เมื่อดูโครงสร้างภายนอก โดยเฉพาะที่ได้พบเห็นอยู่เสมอ ได้แก่ ไมโครคอมพิวเตอร์ ในภาพที่ ๖-๒๑ (ก) เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของไมโครคอมพิวเตอร์ มี ๓ ส่วน คือ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ แป้นพิมพ์ ไมโครโฟน และเครื่องขับแผ่นดิสก์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ นำข้อมูลเข้าส่วนที่ ๒ คือ ส่วนประมวลผล อาจจะหมายถึง ตัวดิจิทัลคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ประมวลผล คือ คำนวณ และเปรียบเทียบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา และส่งไปยังส่วนที่ ๓ คือ อุปกรณ์แสดงผลลัพธ์ หรืออุปกรณ์เอาท์พุต ซึ่งได้แก่ จอภาพ เครื่องพิมพ์ลำโพง และเครื่องขับดิสก์ เป็นต้น



ภาพที่ ๖-๒๑ แสดงส่วนประกอบพื้นฐานของคอมพิวเตอร์

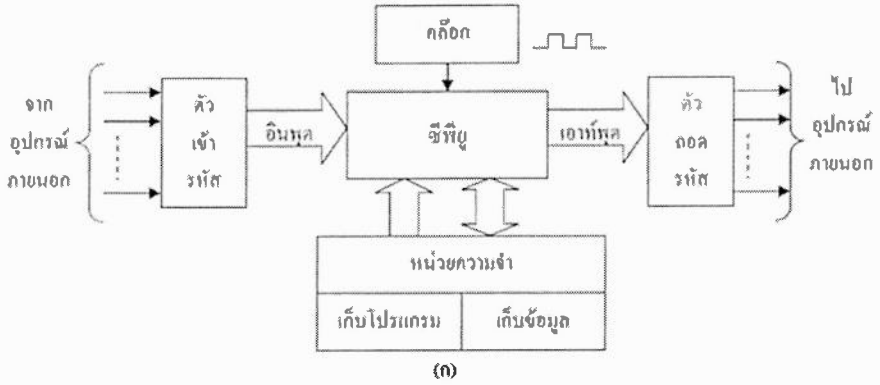
ในภาพที่ ๖-๒๑ (ข) แสดงการใช้ตัวมัลติเพล็กเซอร์ เพื่อทำหน้าที่เลือกอุปกรณ์อินพุต และตัวดีมัลติเพล็กเซอร์ สำหรับเลือกอุปกรณ์เอาท์พุต เนื่องจากดิจิทัลคอมพิวเตอร์มีอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาท์พุต หลายชนิดดังได้กล่าวมาแล้ว

๖.๒ ส่วนประกอบภายในของดิจิทัลคอมพิวเตอร์

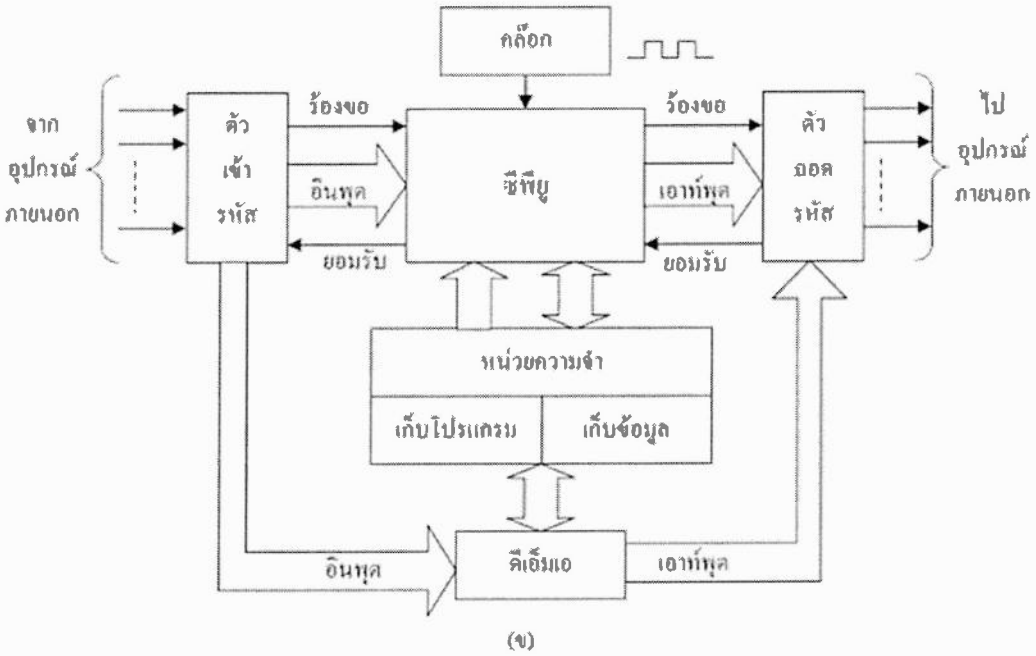
หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit) หรือเรียกสั้น ๆ ว่าซีพียู (CPU) เป็นหน่วยที่เปรียบเสมือนสมองของระบบคอมพิวเตอร์ และเป็นหน่วยที่มีความซับซ้อนมากที่สุด ภายในโครงสร้างจะมี ALU ทำงานร่วมกับรีจีสเตอร์ (register) และวงจรนับดังนั้น ซีพียู จึงเป็นตัวทำหน้าที่คำนวณและตัดสินใจ โดยมีสัญญาณนาฬิกา (clock) ซึ่งเป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมที่ผลิตจากผลึกคริสตัล (crystal quartz) ที่คอยกำหนดจังหวะการทำงานของวงจรภายในให้สอดคล้องกันอยู่ตลอดเวลา หากสัญญาณนาฬิกายิ่งมีความถี่สูง ก็จะทำให้หน่วยประมวลผลกลางทำได้เร็วขึ้น

การคำนวณและการตัดสินใจของซีพียูจะทำได้ จะต้องมีชุดคำสั่งที่เรียกว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่เขียนขึ้นจากผู้เขียนโปรแกรม ป้อนเข้าไปภายในคอมพิวเตอร์ และเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ ซีพียูสามารถที่จะดึงหรืออ่านรหัสคำสั่ง เรียกว่า การเฟตช์ (fetch) คำสั่งขึ้นมาจากหน่วยความจำ และจะทำงานตามคำสั่ง เรียกว่า เอ็กซคิวท์ (execute) ทีละคำสั่ง

ภายในหน่วยความจำ นอกจากจะมีพื้นที่สำหรับเก็บโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วยังจะต้องมีพื้นที่เก็บข้อมูลที่จะใช้ตามคำสั่งและเก็บผลลัพธ์จากการประมวลผลอีก เรียกพื้นที่เก็บข้อมูลนี้ว่าหน่วยความจำเก็บข้อมูล บัสที่ใช้ในการติดต่อกับซีพียู จะเป็นบัสแบบสองทิศทาง เพราะมีทั้งการอ่านข้อมูลไปใช้และการเขียนข้อมูลกลับลงไป ส่วนบัสของหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมเป็นแบบทิศทางเดียว ดังแสดงในภาพที่ ๖-๒๒ (ก)



ภาพที่ ๖-๒๒ (ก) แสดงการทำงานภายในของดิจิทัลคอมพิวเตอร์
(ก) การเชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ ด้วย บัส (ข) แสดงระบบที่มีวงจร ดีเอ็มเอ

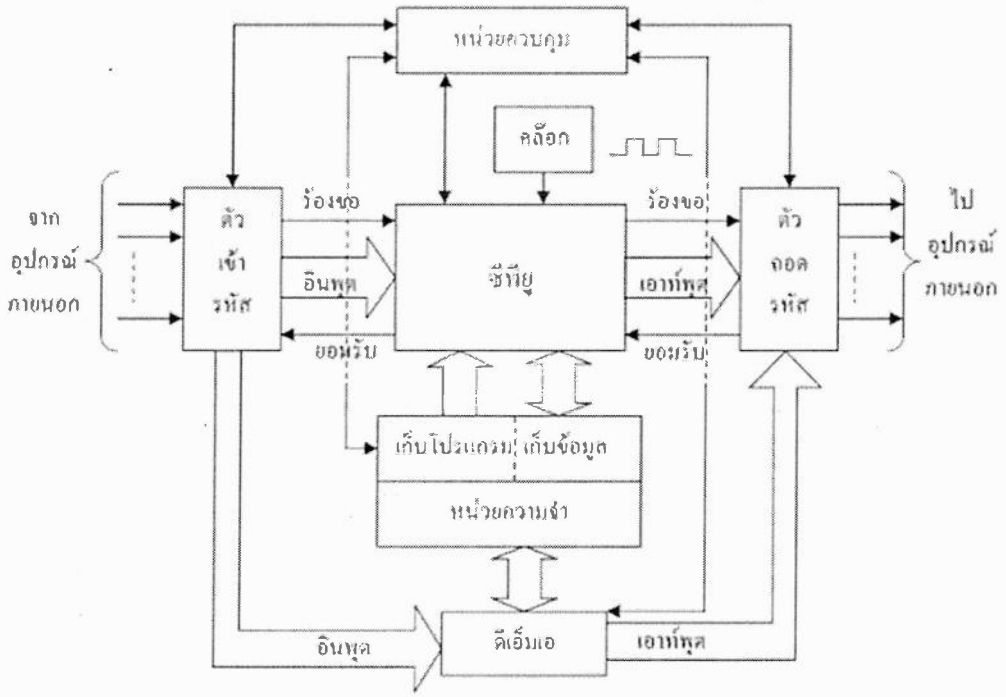


ภาพที่ ๖-๒๒ (ข) แสดงการทำงานภายในของดิจิทัลคอมพิวเตอร์
(ก) การเชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ ด้วย บัส (ข) แสดงระบบที่มีวงจร ดีเอ็มเอ

ซีพียูจะติดต่อสื่อสารกับโลกภายนอกทางอินพุตจะผ่านวงจรตัวเข้ารหัส และทางเอาท์พุตจะผ่านทางวงจรตัวถอดรหัส ดังนั้นในส่วนของอินพุตและเอาท์พุตนี้จึงมีตัวมัลติเพล็กซ์และตัวดีมัลติเพล็กซ์รวมอยู่ด้วย บางเวลาซีพียูต้องรับข้อมูลเข้าและส่งข้อมูลออกจากอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกจะทำงานช้ากว่าซีพียู จึงทำให้ซีพียูต้องเสียเวลารอ ขณะที่มีการส่งข้อมูลเข้าหรือออก ดังนั้นระบบจึงมีวงจรที่เรียกว่า ดีเอ็มเอ (DMA : Direct Memory Access) เพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว

ในภาพที่ ๖-๒๒ (ข) จะเห็นว่า ดีเอ็มเอ จะมีเส้นทางให้ข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตไปหน่วยความจำหรือจากหน่วยความจำไปยังอุปกรณ์เอาท์พุตโดยตรง ขณะที่ข้อมูลผ่านมาทาง ดีเอ็มเอ จะทำให้ซีพียูว่าง สามารถที่จะทำงานคำนวณอื่น ๆ ได้อีก ระบบโดยรวมก็จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นในภาพที่ ๖-๒๒ (ข) จะมีสายสัญญาณ ร้องขอ (request) จากอินพุตไปขออนุญาต ซีพียู เพื่อจะนำข้อมูลเข้าระบบ ตัวอย่างเช่น การกดคีย์บนแป้นพิมพ์จะมีสัญญาณจากแป้นพิมพ์ส่งเข้าไปร้องขอ เมื่อซีพียูพร้อมสัญญาณตอบรับหรือ ยอมรับ (Acknowledge) ก็จะส่งกลับทางสายสัญญาณยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกก็จะนำส่งเข้าระบบได้ ในทำนองเดียวกันการส่งข้อมูลออกทางเอาท์พุต ซีพียูก็จะส่งสัญญาณร้องขอ ขณะเดียวกันอุปกรณ์ภายนอกก็จะอนุญาตเพื่อให้นำสัญญาณออก

ในภาพที่ ๖-๒๓ จะเห็นว่ามีบล็อกของ หน่วยควบคุม (controller) และมีการเชื่อมโยงติดต่อกับหน่วยต่าง ๆ ทุกหน่วยในระบบ ดังนั้นหน่วยควบคุมจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งระบบ เช่น ควบคุมหน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยคำนวณและตรรกะหน่วยแสดงผล เป็นต้น การทำงานของหน่วยนี้จะเปรียบเสมือนเป็นศูนย์กลางของระบบประสาทของระบบ



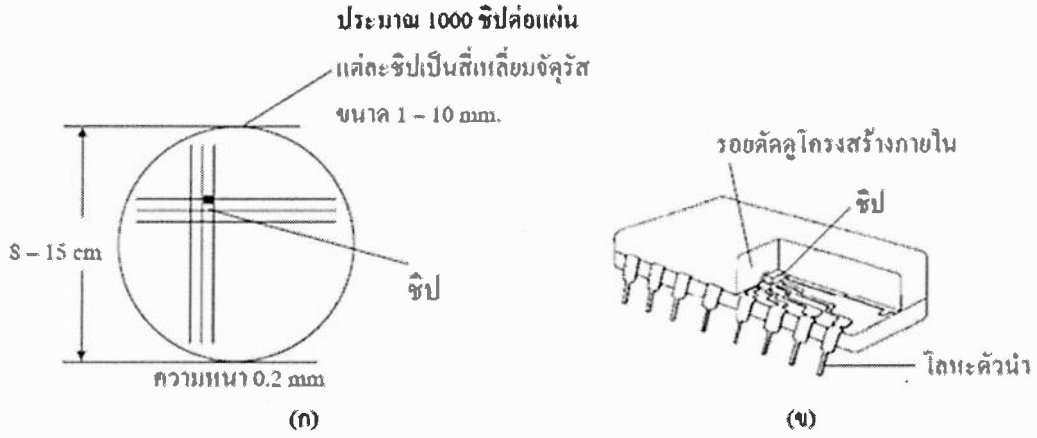
ภาพที่ ๖-๒๓ แสดงดิจิทัลคอมพิวเตอร์ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นฐานในการทำงาน

ซีพียูหรือหน่วยประมวลผลกลาง อาจจะเรียกว่า โปรเซสเซอร์ (Processor) ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะเรียกโปรเซสเซอร์ว่า ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) การปรับปรุงพัฒนาความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์ตั้งแต่เริ่มแรก จนถึงปัจจุบันเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีเครื่องคอมพิวเตอร์หลายรุ่น หลายยี่ห้อ ที่เริ่มต้นจากไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8080 ซึ่งเป็นตระกูลไมโครโปรเซสเซอร์ของบริษัทอินเทล (ปี ค.ศ. ๑๙๗๔) และได้พัฒนาขึ้นมาเรื่อย ๆ และมีไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีผู้นิยมใช้กันมาก ได้แก่ 8088, 8086, 80286, 80386, 80486 และมาจนถึงยุคของ เพนเที่ยม (Pentium) อีกหลายรุ่น

๗. ไอซีดิจิทัล

ไอซีดิจิทัล หรือวงจรรวม สร้างจากตัวต้านทาน ทรานซิสเตอร์ ไดโอด และอาจมีตัวเก็บประจุ ประกอบกันขึ้นเป็นวงจรลอจิก บนวัสดุสารกึ่งตัวนำเรียกว่า “ชิป”

สารกึ่งตัวนำทำจากซิลิกอนเฉือนเป็นแผ่นบาง ๆ มีความหนาประมาณ ๐.๒ มิลลิเมตร โดยปกติจะตัดมาเป็นแผ่นขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๘ - ๑๕ เซนติเมตร ตัวอย่างในภาพที่ ๖-๒๔ (ก) บนแผ่นซิลิกอนจะถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ เป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ประมาณ ๑,๐๐๐ ชิ้น แต่ละชิ้น ก็คือ ๑ ชิป ทรานซิสเตอร์ไดโอดและตัวต้านทานจะถูกประกอบลงบนชิป หลังประกอบเสร็จก็จะได้ชิปของวงจรดิจิทัลสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด ๑ - ๑๐ มิลลิเมตร บนชิปนั้นอาจจะเป็นวงจรของอินเวอร์เตอร์ แอนด์เกต หรือออร์เกต ต่อไปก็จะนำชิปมาบรรจุลงตัวถังทำเป็นตัวไอซี ดังแสดงในภาพที่ ๖-๒๔ (ข) ตัวอย่างของตัวถังหรือแพคเก็ต (package) ของตัวไอซีแบบต่าง ๆ แสดงในภาพที่ ๖-๒๕



ภาพที่ ๖-๒๔ แสดงโครงสร้างของไอซีดิจิทัล

(ก) แผ่นซิลิกอน (Silicon wafer) (ข) ตัวถังไอซีแบบ DIP (Dual - inline Package)

๗.๑ ตระกูลของไอซีดิจิทัล

ไอซีจะถูกแบ่งตามขนาด ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนเกต หรือจำนวนทรานซิสเตอร์ที่บรรจุลงบนชิป แต่ก็ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน โดยปกติจะถูกแบ่งและเรียกชื่อตามขนาด ดังนี้

๗.๑.๑ SSI (Small - scale integration)

เป็นไอซีขนาดเล็กที่มีจำนวนเกตน้อยกว่า ๑๐ หรือ ๑๒ เกต ตัวอย่างเช่น ไอซีเบอร์ ๗๔๐๔ มีอินเวอร์เตอร์ ๖ เกต เป็นชนิด๑๔ ขาแบบ DIP

๗.๑.๒ MSI (Medium - scale integration)

เป็นไอซีขนาดกลาง มีจำนวนเกตอยู่ระหว่าง ๑๒ - ๑๐๐ เกตตัวอย่างเช่น ไอซีตัวเข้ารหัส (Encoder) และไอซีตัวถอดรหัส (Decoder)

๗.๑.๓ LSI (Large - scale integration)

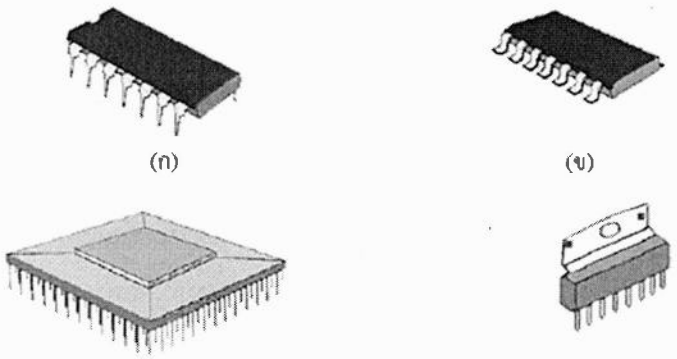
เป็นไอซีขนาดใหญ่มีเกตอยู่ระหว่าง ๑๐๐ - ๑๐๐๐ เกต ได้แก่ ไอซีหน่วยความจำ

๗.๑.๔ VLSI (Very large – scale integration)

เป็นไอซีขนาดใหญ่มาก มีเกตมากกว่า ๑๐๐๐ เกต ได้แก่ ไอซีหน่วยความจำ หรือไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไอซีวงจรดิจิทัลขนาดใหญ่ที่ซับซ้อน

๗.๑.๕ SLSI (Super large – scale integration)

เป็นไอซีขนาดใหญ่พิเศษ ส่วนใหญ่จะเป็นไอซีที่ใช้ในระบบขนาดใหญ่มากๆ



ภาพที่ ๖-๒๕ แสดงตัวถัง หรือ Package ของไอซีบางแบบ

(ก) แบบ DIP (ข) แบบ Surface mount (ค) แบบ PGA (Pin-grid array) (ง) แบบ SIP

การแบ่งประเภทของไอซีตามชนิดของทรานซิสเตอร์ที่ใช้จะแบ่งได้เป็น ๒ ชนิด ได้แก่ แบบไบโพลาร์ (bipolar) และแบบมอส (MOS: Metal - oxide semiconductor) ชนิดที่ผลิตจากไบโพลาร์จะมีความเร็วสูงแต่สิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้ามาก และโดยทั่วไปจะเป็น SSI และMSI ส่วนมอสจะมีความเร็วต่ำ แต่ต้องการกำลังไฟน้อยใช้พื้นที่บนชิปน้อยจึงบรรจุวงจรขนาดใหญ่ได้

๗.๒ ไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์

มีไอซีดิจิทัล ๒ ตระกูล ที่สร้างขึ้นจากไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ คือ ตระกูลทีทีแอล (TTL : Transistor - Transistor Logic) และตระกูลอีซีแอล (ECL :Emitter – Coupled Logic) ซึ่งจะได้กล่าวถึงพอสังเขป ดังต่อไปนี้

๗.๒.๑ ไอซีตระกูลทีทีแอล

มีอยู่ ๒ ตระกูลย่อย คือ เบอร์ 54XX และ 74XX ประกาศตัวครั้งแรกโดยบริษัทเท็กซัสอินสตรูเมนต์ ในปี ค.ศ. ๑๙๖๔ ในปัจจุบันทั้งสองตระกูลนี้ มีเบอร์ที่ใช้อยู่มากมาย และมีผู้ผลิตอยู่หลายราย เบอร์ 74XX จะทำงานในช่วงอุณหภูมิ 0 ถึง 75 °C ส่วนเบอร์ 54XX จะมีความทนทาน

กว่า คือ จะทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ -55 ถึง 125 °C สำหรับ ตัวอักษร XX ที่ต่อท้าย หมายถึง หมายเลขที่อ้างถึงลักษณะเฉพาะของมัน ตัวอย่างเช่น ไอซีเบอร์ 7408 เป็น ไอซี ทีทีแอล แอนด์เกต 2 อินพุต 4 เกต ไอซีเบอร์ 7432 เป็นทีทีแอล ออร์เกต 2 อินพุต 4 เกต เป็นต้น สำหรับไอซี 54XX ตัวเลขที่ต่อท้ายจะเป็นชุดเดียวกันกับไอซี 74XX ซึ่งหมายถึง เกตชนิดเดียวกัน เช่น 5404 กับ 7404 ต่างก็เป็น ทีทีแอลอินเวอร์เตอร์ แต่ 5404 จะใช้งานได้ในย่านอุณหภูมิที่สูงกว่า ดังได้กล่าวมาแล้ว

ไอซีตระกูล 74XX ได้มีการปรับปรุงออกมาอีกหลายรุ่น เพื่อให้ใช้งานได้เหมาะสมตามลักษณะงานที่ผู้ใช้ต้องการ ตัวอย่าง เช่น แบบความเร็วสูง (high speed) จะใช้ตัวอักษร "H" แสดงบนเบอร์ของไอซี ดังนี้ 74HXX ราคาแพงขึ้น และเกตแต่ละเกตต้องการกำลังไฟฟ้าสูงขึ้นด้วย แบบใช้พลังงานต่ำ (low power) จะใช้ตัวอักษร "L" (74LXX) เช่น 74L04 74L11 เป็นต้น แต่จะทำงานช้ากว่าแบบมาตรฐาน แบบชอคกี้ (schottky) เป็นการใช้ทรานซิสเตอร์พิเศษที่ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งเรียกว่า ชอคกี้ทรานซิสเตอร์ จะใช้ตัวอักษร "S" (74SXX) เป็นผลทำให้ความเร็วสูงขึ้น และจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นด้วย

ในตารางที่ ๖-๑ แสดงคุณสมบัติเฉพาะของทีทีแอล อนุกรม 74XX ชนิดต่างๆ จะเห็นว่าบางชนิดมีการพัฒนาโดยเอาแต่ละแบบมารวมกัน เช่น 74LSXX ซึ่งเรียกว่า แบบชอคกี้กำลังต่ำ (low – power schottky) ทำให้ได้คุณสมบัติดีขึ้น คือ ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ และมีความเร็วสูง

ตารางที่ ๖-๑ แสดงคุณสมบัติเฉพาะของทีทีแอล

ชนิด	ชื่อ	กำลังไฟฟ้า (Power) mw	ช่วงหน่วงเวลา (Deley time) ns
74XX	แบบมาตรฐาน	10	10
74HXX	แบบความเร็วสูง	22	6
74LXX	แบบใช้พลังงานต่ำ	1	35
74SXX	แบบชอคกี้	20	3
74LSXX	แบบชอคกี้พลังงานต่ำ	2	10

๗.๒.๒ ไอซีตระกูลอีซีแอล

เป็นไอซีที่ทำงานได้เร็วกว่าแบบทีทีแอล แต่ต้องการพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง มีช่วงหน่วงเวลา ประมาณ 2 ns

๗.๓ มอสทรานซิสเตอร์

มอสทรานซิสเตอร์ เป็นทรานซิสเตอร์แบบเฟต (FET : Field – Effect Transistor) จึงเรียกทรานซิสเตอร์ชนิดนี้ว่า มอสเฟต (MOSFET) มอสเฟตที่นำมาสร้างไอซีดิจิทัลมีตระกูลต่าง ๆ ดังนี้

๗.๓.๑ พีแชนเนลมอส (PMOS : p - channel MOSFET)

เป็นมอสที่มีความเร็วต่ำมากและปัจจุบันไม่มีการผลิตแล้ว

๗.๓.๒ เอ็นแชนเนลมอส (NMOS : n - channel MOSFET)

เป็นมอสที่มีความเร็วสูงใช้มากสำหรับไอซีหน่วยความจำ และไมโครโปรเซสเซอร์

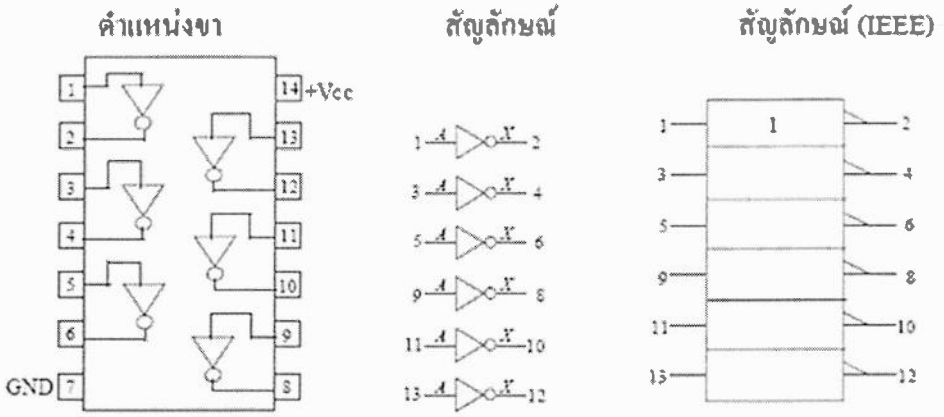
๗.๓.๓ ซีมอส (CMOS : complementary MOSFET)

เป็นตระกูลมอสที่รวมเอา พี และเอ็น แชนเนลเข้าด้วยกัน ดังนั้นจึงมีข้อดีที่ได้ทั้งความเร็วและความหนาแน่นของเกตบนชิป

ไอซีประเภทมอสเริ่มแรกบริษัท อาร์ซีเอ ได้ออก อนุกรม 4000 แต่การทำงานค่อนข้างช้าและไม่สามารถใช้ร่วมกับ ทีทีแอล ได้ ต่อมาได้มีการผลิตอนุกรม 74CXX (C หมายถึง CMOS) เป็นตระกูลที่เข้ากันได้ และเป็นเบอร์ที่สอดคล้องตรงกันกับ TTL ตระกูล 74XX เช่น 74C08 กับ 7408 ต่างก็เป็น AND เกต 2 อินพุต 4 เกต โดยมีขาต่อขาตรงกัน เนื่องจากอุปกรณ์ประเภทมอสมีความเร็วต่ำดังกล่าวมาแล้ว จึงได้มีการพัฒนาเพื่อให้มีความเร็วสูงขึ้น จะเห็นไอซีมอสปัจจุบันมีเบอร์เป็น 74HCXX (HC: High Speed CMOS) เป็นส่วนใหญ่

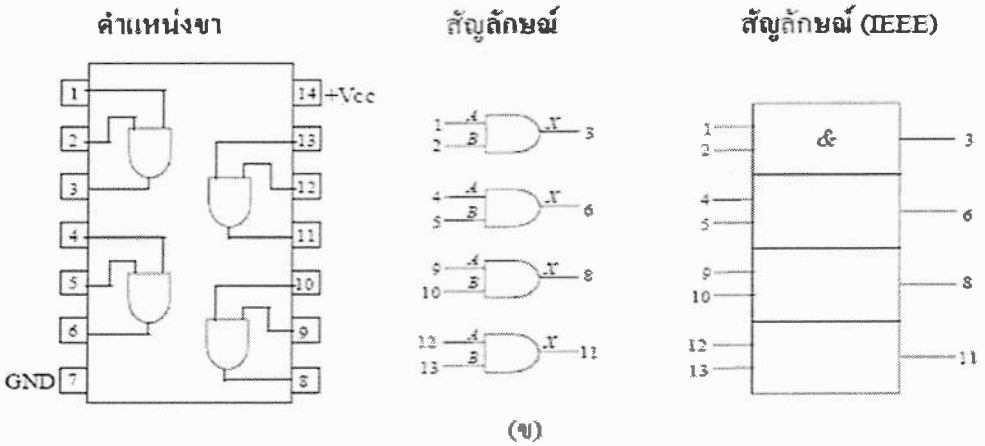
๗.๔ สัญลักษณ์ทางลอจิก

สัญลักษณ์ทางลอจิกที่ใช้เขียนเป็นตัวแทน อุปกรณ์ลอจิกนั้นได้ถูกกำหนดมาจากสถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (IEEE : The Institute of Electrical and Electronic Engineers) ร่วมด้วยสถาบันมาตรฐานแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (ANSI : American National Standard Institute) ซึ่งปัจจุบันมีใช้กันอยู่ ๒ แบบ แบบแรกจะเป็นแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป อาจจะเรียกว่าแบบมาตรฐาน ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นสัญลักษณ์รูปร่างสี่เหลี่ยม เป็นสัญลักษณ์ของสถาบัน IEEE หรืออาจเรียกว่าแบบมาตรฐานของ IEEE การใช้งานจริงมักจะใช้รูปแบบมาตรฐานหรือสัญลักษณ์ที่ผู้ผลิตให้มาพร้อมกับข้อมูลไอซี ในภาพที่ ๖-๒๖ เป็นตัวอย่างไอซี แสดงตำแหน่งขาพร้อมสัญลักษณ์

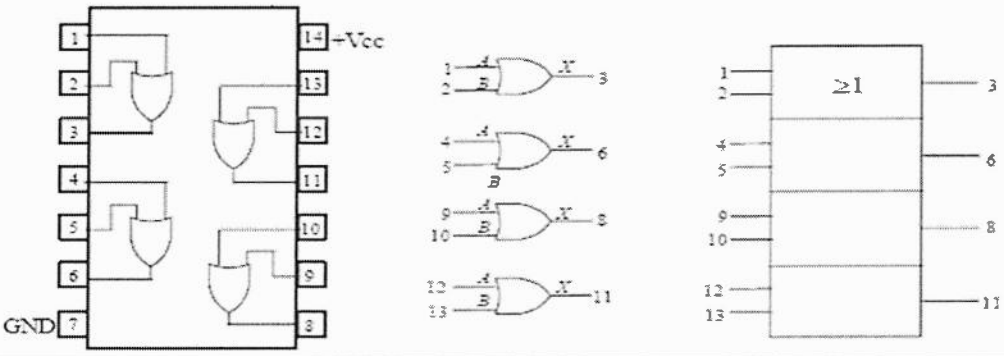


(ก)

ภาพที่ ๖-๒๖ แสดงตัวอย่างไอซีดิจิทัลและสัญลักษณ์



(ข)



(ค)

ภาพที่ ๖-๒๖ (ต่อ) แสดงตัวอย่างไอซีดิจิทัลและสัญลักษณ์

(ก) 7404 : อินเวอร์เตอร์ 6 เกต (Hex inverter)

(ข) 7408 : แอนด์เกต 2 อินพุต 4 เกต (Quad two – input AND gate)

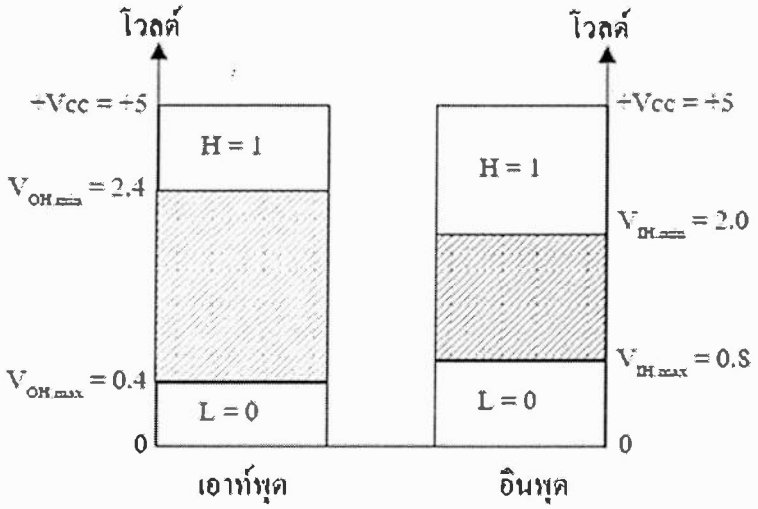
(ค) 7432 : ออร์เกต 2 อินพุต 4 เกต (Quad two – input OR gate)

๘. ระดับลอจิกของไอซีดิจิทัล

ผู้ใช้งานไอซีดิจิทัลจำเป็นต้องรู้ระดับแรงดันที่ไอซีดิจิทัลทำงาน เพื่อสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง เช่น การวัดระดับลอจิกในห้องปฏิบัติการ การต่อเชื่อมไอซีดิจิทัลต่างตระกูล การต่อเชื่อมวงจรดิจิทัลกับวงจรดิจิทัลอื่น ๆ เป็นต้น ไอซีดิจิทัลแต่ละตระกูลจะมีระดับแรงดันจุดทำงานเฉพาะไม่เหมือนกันทั้งด้านอินพุตและด้านเอาท์พุต ของไอซี ๒ ตระกูลที่นิยมใช้กันมากคือตระกูลทีทีแอล และตระกูล ซีมอส

๘.๑ ระดับลอจิกของไอซี ทีทีแอล

74XX และ 74LSXX เป็นไอซี ทีทีแอล ที่มีใช้กันมาก และจะมีระดับแรงดันใช้งานเหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ ๖-๒๗ จะเห็นว่าระดับลอจิกทางเอาท์พุต ระหว่าง 2.4 ($V_{OH.min}$) ถึง +5 (+Vcc) ระดับลอจิกเป็น HIGH = 1 และระหว่าง 0 ถึง 0.4 V เป็น LOW = 0 ส่วนระดับลอจิกทางอินพุต แรงดันระหว่าง 2.0 V ($V_{IH.min}$) ถึง +5 V (+Vcc) เป็นลอจิก HIGH = 1 และ ระหว่าง 0 V ถึง 0.8 V ($V_{IH.max}$) เป็นลอจิก LOW = 0

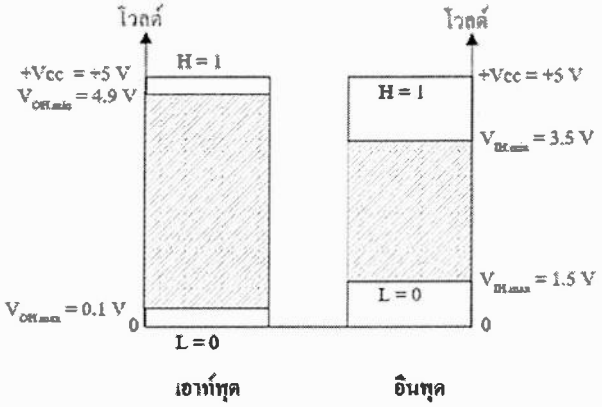


ภาพที่ ๖-๒๗ แสดงระดับลอจิกของ 74XX และ 74LSXX

พิจารณาในภาพที่ ๖-๒๗ จะเห็นว่าช่วงระดับแรงดันที่เป็น HIGH ของเอาท์พุตจะอยู่ภายในของเขตของช่วงระดับแรงดันที่เป็น HIGH ของอินพุต ทำนองเดียวกัน ช่วงระดับแรงดันที่เป็น LOW ของเอาท์พุต จะอยู่ภายในของเขตของช่วงระดับแรงดันที่เป็น LOW ของอินพุตดังนั้นแรงดันเอาท์พุตของ 74XX และ 74LSXX สามารถที่จะใช้เป็นสัญญาณอินพุตของ 74XX และ74LSXX เบอร์ใด ๆ (XX) ก็ได้

๘.๒ ระดับลอจิกของไอซี ซีมอส

74HCXX เป็นไอซี ซีมอส ที่ใช้งานทั่วไป มีระดับแรงดันทางเอาท์พุตและอินพุต ดังแสดงในภาพที่ ๖-๒๘ จะมีระดับแรงดันทางเอาท์พุตระหว่าง 4.9 V ($V_{OH.min}$) ถึง +5 V (+Vcc) เป็นระดับลอจิก HIGH = 1 และระหว่าง 0 V ถึง 0.1 V ($V_{OL.max}$) เป็นระดับลอจิก LOW = 0 ส่วนระดับแรงดันทางอินพุตระหว่าง 3.5 V ($V_{IH.min}$) ถึง +5 V (+Vcc) เป็นลอจิก HIGH = 1 และ ระหว่าง 0 V ถึง 1.5 V ($V_{IL.max}$) เป็นลอจิก LOW = 0



ภาพที่ ๖-๒๘ แสดงระดับลอจิกของ 74HCXX

พิจารณาเปรียบเทียบ ภาพที่ ๖-๒๗ และภาพที่ ๖-๒๘ จะเห็นว่าสามารถที่จะใช้ไอซี CMOS เบอร์ 74HCXX ขับไอซี TTL 74XX และ 74LSXX ได้เพราะช่วงของแรงดันเอาท์พุตของ CMOS อยู่ในช่วงที่อินพุตของ TTL รับรู้ระดับลอจิกได้ถูกต้อง แต่ไอซี TTL 74XX ไม่สามารถที่จะขับไอซี CMOS 74HCXX ได้ เพราะระดับแรงดันเอาท์พุตของ TTL บางช่วงทำให้ CMOS อ่านค่าลอจิกผิดพลาด

บทที่ ๗

การเข้ารหัส

๑. รหัสบีซีดี (BCD : Binary - Code Decimal)

เป็นรหัสเลขฐานสองขนาด 4 บิต หรือ 1 นิบเบิ้ล โดยสร้างขึ้นมาเลียนแบบเลขฐานสิบ ดังนั้น รหัส BCD จึงมีจำนวนเท่ากับเลขฐานสิบ คือมี 10 รหัส การแปลงเลขฐานสิบให้เป็นรหัส BCD นั้น เลขฐานสิบแต่ละหลักจะถูกแทนด้วยรหัส BCD (4 บิต) ตัวอย่างเช่น ให้แปลงเลขฐานสิบ 2,975 เป็นรหัส BCD จะได้ดังนี้

2	9	7	5
↓	↓	↓	↓
0010	1001	0111	0101

ให้แปลงเลขฐานสิบ 8,304 เป็นรหัส BCD

8	3	0	4
↓	↓	↓	↓
1000	0011	0000	0100

เพราะฉะนั้นรหัส BCD 1000 0011 0000 0100 จะเท่ากับเลขฐานสิบ 8,304 ถ้าต้องการแปลงรหัส BCD กลับมาเป็นเลขฐานสิบบ้าง ตัวอย่างเช่น รหัส BCD 0110 0001 1001 0111 เป็นเลขฐานสิบจะได้ดังนี้

0110	0001	1001	0111
↓	↓	↓	↓
6	1	9	7

การใช้รหัส BCD ในวงจรดิจิทัล จะแทนเลขฐานสิบที่จะส่งเข้าหรือนำออกจากระบบดิจิทัล ตัวอย่างเช่น การประมวลผลรหัส BCD ในเครื่องคิดเลข เราจะต้องป้อนเลขฐานสิบผ่านทางแป้นพิมพ์ และเห็นเลขฐานสิบปรากฏบนจอเครื่องคิดเลข แต่ภายในวงจรจะส่งผ่านค่าเป็นรหัส BCD ตัวอย่างอื่น ๆ เช่น เครื่องนับอิเล็กทรอนิกส์ ดิจิทัลโวลต์มิเตอร์ หรือนาฬิกาดิจิทัล จะทำงานด้วยรหัส BCD ทั้งสิ้นใน ตาราง แสดงระบบตัวเลขของเลขฐานสิบ เลขฐานสิบหก เลขฐานสอง และรหัส BCD เปรียบเทียบกัน ระบบเลขแต่ละระบบที่อยู่ในแถวเดียวกันจะมีค่าเท่ากัน

ตารางที่ ๗-๑ เปรียบเทียบเลขฐานสิบ เลขฐานสิบหก เลขฐานสองและรหัส BCD

เลขฐานสิบ	เลขฐานสิบหก	เลขฐานสอง	รหัส BCD
1	1	0000 0001	0000 0000 0001
2	2	0000 0010	0000 0000 0010
3	3	0000 0011	0000 0000 0011
4	4	0000 0100	0000 0000 0100
5	5	0000 0101	0000 0000 0101
6	6	0000 0110	0000 0000 0110
7	7	0000 0111	0000 0000 0111
8	8	0000 1000	0000 0000 1000
9	9	0000 1001	0000 0000 1001
10	A	0000 1010	0000 0001 0000
11	B	0000 1011	0000 0001 0001
12	C	0000 1100	0000 0001 0010
13	D	0000 1101	0000 0001 0011
14	E	0000 1110	0000 0001 0100
15	F	0000 1111	0000 0001 0101
16	10	0001 0000	0000 0001 0110
32	20	0010 0000	0000 0011 0010
64	40	0100 0000	0000 0110 0100
128	80	1000 0000	0001 0010 1000
255	FF	1111 1111	0010 0101 0101

๒. รหัสแอสกี้

การนำข้อมูลเข้าประมวลผลในคอมพิวเตอร์ ต้องนำเข้าข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ ซึ่งจะต้องอยู่ในรูปของรหัสเลขฐานสอง แต่ข้อมูลที่เข้าหรือออกจากคอมพิวเตอร์เป็นข้อมูลประเภทตัวอักขระ ซึ่งมีทั้งตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์พิเศษ จึงจะต้องเข้ารหัสตัวอักขระเหล่านั้นเสียก่อน ในสมัยก่อนบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์แต่ละบริษัท จะใช้รหัสแทนอักขระเป็นของตนเอง แต่ในปัจจุบันได้ใช้รหัสเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการใช้งานร่วมกัน เรียกว่า รหัสแอสกี้ (ASCII : American Standard Code for Information Interchange) ซึ่งเป็นรหัสเลขฐานสองขนาด 7 บิต ใช้แทนอักขระ 128 ตัว โดยรวมรหัสควบคุมต่าง ๆ ด้วย รหัสแอสกี้ถือเป็นรหัสมาตรฐานที่ใช้ในคอมพิวเตอร์เพื่อรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ แสดงตัวอักขระทางจอภาพ และส่งข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์ การใช้ตารางแอสกี้รหัสแอสกี้เป็นรหัส 7 บิต มีรูปแบบดังนี้ X6X5X4X3X2X1X0

ตารางที่ ๗-๒ ตารางรหัสแอสกี้

$X_3X_2X_1X_0$	$X_6X_5X_4$					
	010	011	100	101	110	111
0000	SP	0	@	P		p
0001	!	1	A	Q	a	q
0010	"	2	B	R	b	r
0011	#	3	C	S	c	s
0100	$	4	D	T	d	t
0101	%	5	E	U	e	u
0110	&	6	F	V	f	v
0111	,	7	G	W	g	w
1000	(	8	H	X	h	x
1001	)	9	I	Y	i	y
1010	*	:	J	Z	j	z
1011	+	;	K		k	
1100	,	<	L		l	
1101	-	=	M		m	
1110	.	>	N		n	
1111	/	?	O		o	

การใช้ตารางเพื่อหารหัสแอสกี้ของอักขระแต่ละตัว ซึ่งจะมีทั้งตัวพิมพ์ใหญ่ ตัวพิมพ์เล็ก ตัวเลข และสัญลักษณ์พิเศษ ตัวอย่างเช่น ตัวอักษร A (ตัวพิมพ์ใหญ่) จะมีค่า X6X5X4 เท่ากับ 100 และค่า X3X2X1X0 เท่ากับ 0001 ดังนั้นรหัสแอสกี้ของ A จะเป็น 1000001 อาจจะเขียนใหม่โดยแบ่งเป็นกลุ่ม จะอ่านง่ายขึ้น ดังนี้

100 0001 (A)

ตัวอย่างอื่น ๆ

100 0010 (B)

100 0011 (C)

ถ้าเป็นตัวพิมพ์เล็ก

110 0001 (a)

110 0010 (b)

110 0011 (c)

ถ้าเป็นอักขระพิเศษและตัวเลข

010 0011 (#)

010 0101 (%)

011 1101 (=)

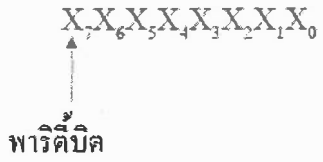
011 0011 (3)

011 0110 (6)

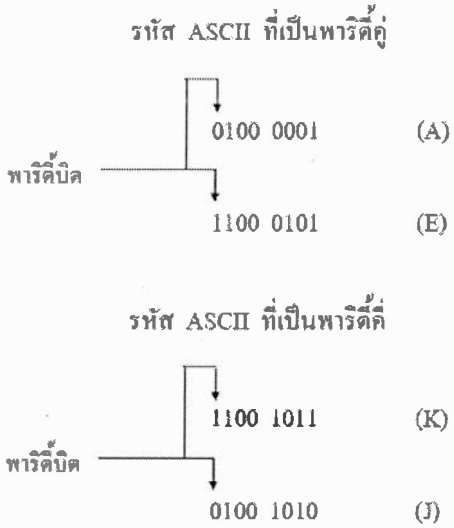
สำหรับ "SP" ที่ปรากฏอยู่ในตารางแทนตัวอักขระที่เป็นช่องว่าง หรือ Space ถ้าเราเคาะแป้น [Space bar] บนแป้นพิมพ์ จะมีรหัสแอสกี้ส่งเข้าคอมพิวเตอร์ ดังนี้

010 0000 (Space)

พาริตี้บิตในการส่งข้อมูลดิจิทัลซึ่งเป็นรหัสเลขฐานสอง จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในระบบดิจิทัล เช่น การใช้รหัสแอสกี้ ส่งไปบนสายโทรศัพท์ การถ่ายโอนข้อมูล หรือการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง ระหว่างการเคลื่อนย้ายข้อมูล อาจทำให้เกิดความคาดเคลื่อนของข้อมูลได้ ทำให้เครื่องรับได้รับสัญญาณที่ผิด สาเหตุของความคลาดเคลื่อนก็คือการรบกวนทางไฟฟ้า หรือสัญญาณรบกวน ด้วยเหตุนี้จึงมีการออกแบบเครื่องมือตรวจสอบ และแก้ไขความผิดพลาด วิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันก็คือ พาริตี้ (parity) วิธีพาริตี้ เป็นการเพิ่มบิตเข้าไปในชุดของข้อมูลที่จะส่งอีก 1 บิต เรียกบิตนี้ว่าพาริตี้บิต ในรหัสแอสกี้แต่ละรหัสจะมีข้อมูล 7 บิต เมื่อเพิ่มพาริตี้อีก 1 บิต ก็จะเป็น 8 บิต ดังมีรูปแบบดังนี้



เมื่อต้นทางผู้ส่งเป็นผู้สร้างพาริตี้บิตฝากส่งมาพร้อมกับข้อมูลเมื่อถึงผู้รับ ผู้รับจะทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องก็จะรับข้อมูลนั้นไป ถ้าผิดก็จะแจ้งให้ผู้ส่งทราบ เพื่อส่งมาใหม่ สำหรับพาริตี้บิตมีอยู่ 2 แบบ คือ พาริตี้คู่ (even – parity) และพาริตี้คี่ (odd parity) พาริตี้คู่เป็นการเพิ่มบิต เข้าไปรวมกับข้อมูลที่จะส่ง แล้วทำให้ข้อมูลกลุ่มนั้นมีจำนวนลอจิกที่เป็น "1" เป็นคู่ ส่วนพาริตี้คี่ ก็จะมีความหมายตรงกันข้าม คือ กลุ่มข้อมูลนั้นจะมีจำนวนลอจิกที่เป็น "1" เป็นคี่ ดังตัวอย่าง รหัส ASCII ที่เป็นพาริตี้คู่



ตัวอย่าง จงหาค่ารหัสแอสกี้ ที่ออกจากแป้นพิมพ์เมื่อกดแป้นพิมพ์แต่ละครั้ง สมมติว่าท่านพิมพ์คำว่า “Digital”

<u>วิธีทำ</u> จะมีรหัสออกตามลำดับดังนี้ (อ่านจากตารางที่ 7-2)

กดแป้น D → 100 0100
i → 110 1001
g → 110 0111
i → 110 1001
t → 111 0100
a → 110 0001
l → 110 1100

ตัวอย่างที่ คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งส่งข้อมูลไปให้อีกเครื่องหนึ่ง โดยส่งพาริตี้บิตแบบพาริตี้คู่รวมไปด้วย ดังมีรหัสแอสกี้กับพาริตี้บิต ตามลำดับดังนี้

1100 1100

1100 1111

0101 0110

1100 0101

1100 1100

0101 1001

จงหาความหมายของรหัสที่ส่งไป

<u>วิธีทำ</u>

บิตทางซ้ายสุดจะเป็นพาริตี้บิต ชนิดพาริตี้คู่ ตรวจสอบดูทุกรหัสไม่มีผิดพลาด ต่อไปจะใช้ตารางที่ ๗-๒ แปลงรหัสแอสกี้เป็นตัวอักษร ถ้าทำได้ถูกต้องจะได้ข้อความว่า LOVELY

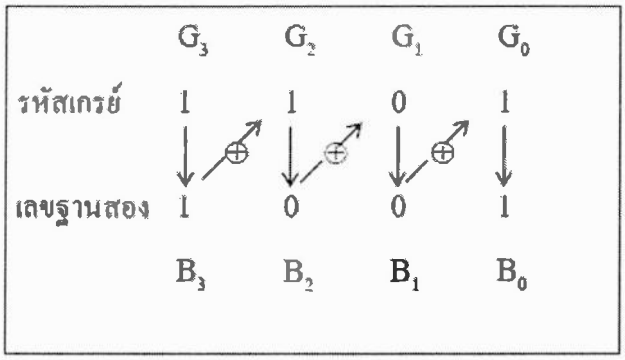
๓. รหัสเกรย์

รหัสเกรย์ (Gray code) เป็นรหัสที่ไม่มีน้ำหนัก (unweight code) คือ แต่ละตำแหน่งของบิตไม่มีตัวใดบ่งบอกถึงน้ำหนักเป็นพิเศษ ดังนั้นรหัสเกรย์จึงไม่เหมาะกับการคำนวณ แต่มักจะใช้กับอุปกรณ์ อินพุต/เอาท์พุตของระบบดิจิทัลบางประเภท รหัสเกรย์ที่อยู่ติดกันและเรียงลำดับกันจะมีรหัสแตกต่างกัน 1 บิต ตัวอย่างเช่น ในตารางระหว่างเลขฐานสอง 7 กับ 8 มีรหัสเกรย์เป็น 0100 กับ 1100 จะเห็นว่าบิตที่แตกต่างกัน จะเป็นบิตที่มีนัยสำคัญสูงสุด (MSB) สำหรับตัวอย่างอื่น ๆ เช่น ระหว่างเลขฐานสอง 14 กับ 15 มีรหัสเกรย์เป็น 1001 กับ 1000 บิตที่แตกต่างกันจะเป็นบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) เป็นต้น

ตารางที่ ๗-๓ รหัสเกรย์

เลขฐานสิบ	รหัสเกรย์	เลขฐานสอง
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0011	0010
3	0010	0011
4	0110	0100
5	0111	0101
6	0101	0110
7	0100	0111
8	1100	1000
9	1101	1001
10	1111	1010
11	1110	1011
12	1010	1100
13	1011	1101
14	1001	1110
15	1000	1111
16	1 1000	1 0000
17	1 1001	1 0001
18	1 1011	1 0010
19	1 1010	1 0011
20	1 1110	1 0100

ในบางครั้งเราจำเป็นต้องเปลี่ยนรหัสเกรย์ให้เป็นเลขฐานสอง เพื่อสะดวกในการประมวลผลหรือการคำนวณ ในภาพที่ 7-1 เป็นแผนภูมิการเปลี่ยนรหัสเกรย์เป็นเลขฐานสอง ซึ่งจะเป็นการบวกโดยไม่สนใจตัวทด หรือใช้เอ็กคลูซีฟออร์ (Exclusive OR) ซึ่งเป็นตัวดำเนินการทางลอจิกมากระทำ ตัวอย่างเช่น ต้องการแปลงรหัสเกรย์ 1101 เป็นเลขฐานสอง ดังแสดงในภาพข้างล่าง

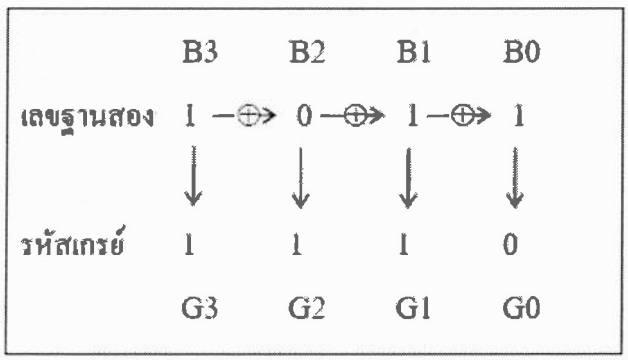


ภาพที่ ๗-๑ แสดงการแปลงรหัสเกรย์ เป็นเลขฐานสอง

จากตัวอย่างจะได้รหัสเกรย์ 1101 เท่ากับเลขฐานสอง 1001 ดังนั้นจึงสรุปเป็นสมการได้ดังนี้ ($\oplus$ เป็นเครื่องหมายเอ็กคลูซีฟออร์)

$$B_3 = G_3$$
$$B_2 = B_3 \oplus G_2$$
$$B_1 = B_2 \oplus G_1$$
$$B_0 = B_1 \oplus G_0$$

สำหรับการแปลงเลขฐานสองให้เป็นรหัสเกรย์ แสดงเป็นแผนภูมิในภาพที่ ๗-๒ สมมติว่าต้องการแปลงเลขฐานสอง 1011 ให้เป็นรหัสเกรย์ ให้พิจารณาจากภาพที่ ๗-๒



ภาพที่ ๗-๒ แสดงการแปลงเลขฐานสองให้เป็นรหัสเกรย์

ภาพการแปลงเลขฐานสองให้เป็นรหัสเกรย์จากตัวอย่างจะได้เลขฐานสอง 1011 เท่ากับรหัสเกรย์ 1110 ดังนั้นจึงสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$G_3 = B_3$$
$$G_2 = B_3 \oplus B_2$$
$$G_1 = B_2 \oplus B_1$$
$$G_0 = B_1 \oplus B_0$$

ตัวอย่าง จงแปลงเลขฐานสอง 11010 เป็นรหัสเกรย์

<u>วิธีทำ</u>

เลขฐานสอง	1	1	0	1	0
	↓	↓	↓	↓	↓
รหัสเกรย์	1	0	1	1	1

๔. รหัสเพิ่ม ๓

รหัสเพิ่ม ๓ หรือรหัสเติม ๓ (Excess – 3 code) เป็นรหัสขนาด 4 บิต มีอยู่ 10 รหัส ใช้แทนเลขฐานสิบตั้งแต่ 0 ถึง 9 เหมือนรหัสบีซีดี (BCD) แต่รหัสเพิ่ม 3 ทุกรหัสจะมีค่ามากกว่ารหัสบีซีดี อยู่ 3 ดังนั้นการแปลงเลขฐานสิบแต่ละหลักให้เป็นรหัสเพิ่ม 3 จะต้องบวก 3 เข้าเลขฐานสิบทุกหลักก่อน แล้วจึงแปลงเป็นรหัสเลขฐานสอง 4 บิต ตัวอย่างเช่น ให้แปลงเลขฐานสิบ 32 เป็นรหัสเพิ่ม 3

ขั้นที่ 1 บวกด้วย 3 ทุกหลัก

3	2
+3	+3
6	5

ขั้นที่ 2 แปลงเป็นรหัสเลขฐานสอง 4 บิต

6	5
↓	↓
0110	0101

ดังนั้น 0110 0101 เป็นรหัสเพิ่ม 3 ที่เท่ากับเลขฐานสิบ 32 ตัวอย่างอื่น ๆ เช่น จงแปลงเลขฐานสิบ 89 เป็นรหัสเพิ่ม 3

```
 8    9
+3   +3
11   12
 ↓    ↓
1011 1100
```

ดังนั้น 1011 1100 เป็นรหัสเพิ่ม 3 ที่เท่ากับเลขฐานสิบ 89

ในตารางแสดงรหัสเพิ่ม 3 ซึ่งเทียบเท่ากับเลขฐานสิบ และรหัสบีซีดี จะเห็นว่าแต่ละรหัสเพิ่ม 3 จะมีค่ามากกว่ารหัสบีซีดีอยู่ 3 สำหรับวงจรรวมหรือไอซีตระกูล ทีทีแอล ที่ใช้แปลงรหัสเพิ่ม 3 เป็นเลขฐานสิบ จะใช้ไอซีเบอร์ 7443 ซึ่งมีอินพุต 4 อินพุต สำหรับป้อนรหัสเพิ่ม 3 และมีเอาท์พุต 10 เอาท์พุต สำหรับแสดงเลขฐานสิบ ตั้งแต่ 0 – 9

ตารางที่ ๗-๔ รหัสเพิ่ม 3

เลขฐานสิบ	รหัสบีซีดี	รหัสเพิ่ม 3
0	0000	0011
1	0001	0100
2	0010	0101
3	0011	0110
4	0100	0111
5	0101	1000
6	0110	1001
7	0111	1010
8	1000	1011
9	1001	1100

บทที่ ๘
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Big Data

๑. ความหมายและความสำคัญของ Big Data

ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) หมายถึง ข้อมูลที่มีปริมาณมากในขนาดตั้งแต่เทราไบต์ไปจนถึงเซตตะไบต์ ขนาดของข้อมูลมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว และมีรูปแบบที่หลากหลาย แหล่งที่มาของข้อมูลมีความซับซ้อน ทำให้ไม่สามารถจัดเก็บและวิเคราะห์ด้วยวิธีการ ซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์แบบดั้งเดิมได้ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลประเภทต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากระบบเซ็นเซอร์, อุปกรณ์เคลื่อนที่, โซเชียลมีเดีย, อุปกรณ์บันทึกวิดีโอ/เสียง, เครือข่ายอินเตอร์เน็ต, ไฟล์บันทึก, แอปพลิเคชันธุรกรรมออนไลน์, ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI), และ Internet of Thing (IoT) เป็นต้น โดยข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วยประเภทข้อมูลที่มีโครงสร้างแน่นอน กึ่งโครงสร้างหรือแม้กระทั่งข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง และมีความซับซ้อน จึงต้องการเทคโนโลยีและซอฟต์แวร์เฉพาะทางมาช่วยในการจัดการ จัดเก็บ การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) ทำให้เห็นถึงข้อมูลเชิงลึก (Insight) ที่สำคัญและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ภายในข้อมูลจำนวนมหาศาล ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนหรือการตัดสินใจได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ทรัพยากรข้อมูลที่มีอยู่ในองค์กรสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการขับเคลื่อนและพัฒนาองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยการบริหารจัดการข้อมูล การเก็บรักษารวบรวมข้อมูลในรูปแบบศูนย์กลางข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคในการดึงข้อมูลที่สำคัญออกจากชุดข้อมูลขนาดใหญ่ เปิดเผยรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูล ทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ในปัจจุบัน Big Data ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งทางด้านธุรกิจ ภาครัฐและเอกชน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนธุรกิจ/องค์กร โดยการวิเคราะห์แนวโน้มที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตจากการสร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นได้จากข้อมูลทางสถิติที่มีอยู่ อีกทั้งสามารถช่วยสนับสนุนการวางแผนและการตัดสินใจได้ อาทิเช่น การใช้ Big Data เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการบริหารจัดการข้อมูลภายในองค์กร, การพยากรณ์สภาพอากาศจากข้อมูลที่ถูกตรวจจับโดยเครื่องมือวัดทางดาวเทียม เรดาร์แบบเรียลไทม์, การสร้างความได้เปรียบทางธุรกิจโดยการนำข้อมูลจำนวนมากมาวิเคราะห์หาค่าเชิงสถิติเพื่อทราบพฤติกรรมการซื้อสินค้าของลูกค้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการและพฤติกรรมของผู้บริโภค, และใช้ Big Data เป็นเครื่องมือช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจและวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านการเงิน เป็นต้น

๒. คุณลักษณะสำคัญของ Big Data

๒.๑ ขนาดของข้อมูล (Volume)

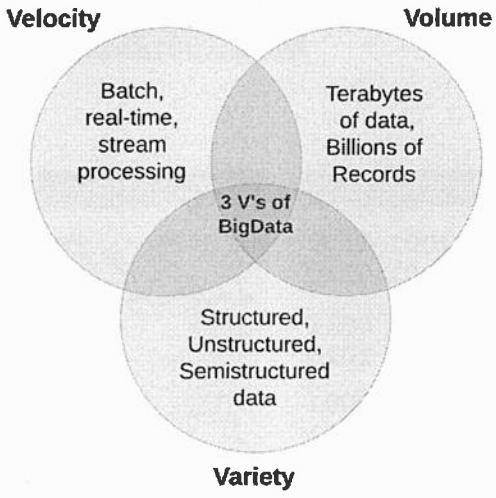
หมายถึง ขนาดของข้อมูลที่มีปริมาณมาก ในปัจจุบันขนาดข้อมูลที่ถือว่ามีขนาดใหญ่มาก เริ่มต้นที่ Terabyte ขึ้นไป (เท่ากับ ๑,๐๒๔ Gigabyte) หรือ ตั้งแต่ระดับ Petabyte ขึ้นไป (เท่ากับ ๑,๐๒๔ Terabyte) โดยการจัดเก็บข้อมูล ทั้งที่เป็นแบบมีโครงสร้าง (Structured) หรือ ไม่มีโครงสร้าง (Unstructured) ก็ได้ จากปริมาณข้อมูลที่มากทำให้การจัดการเก็บข้อมูลไม่สามารถใช้วิธีการจัดการแบบปกติได้ เช่น การจัดเก็บข้อมูลใน Excel หรือ การจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

๒.๒ ความเร็ว (Velocity)

หมายถึง ข้อมูลมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มักเป็นแบบ Real-time เช่น ข้อมูลจากการทำธุรกรรมการเงินออนไลน์, ร้านค้าออนไลน์ และข้อมูลจากการสนทนาบน Social Media แพลตฟอร์ม เป็นต้น

๒.๓ ความหลากหลาย (Variety)

หมายถึง ความหลากหลายของข้อมูลและชนิดของข้อมูล ทั้งข้อมูลประเภทที่มีโครงสร้าง ได้แก่ ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบตาราง หรือที่เรียกว่า ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database), ข้อมูลประเภทที่ไม่มีโครงสร้าง หรือข้อมูลประเภทกึ่งโครงสร้าง



ภาพที่ ๘-๑ คุณลักษณะสำคัญของ Big Data

๓. ประเภทของข้อมูล Big Data

๓.๑ ข้อมูลที่มีโครงสร้าง (Structured Data)

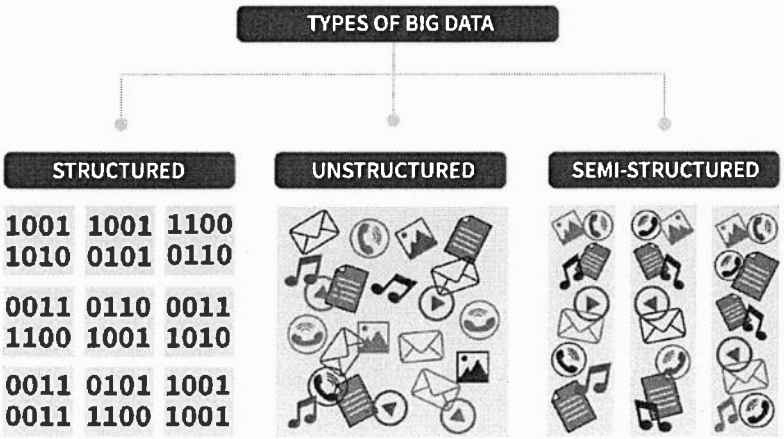
คือ ข้อมูลที่มีโครงสร้างรูปแบบมาตรฐานที่กำหนดไว้เป็นอย่างดี มีความสัมพันธ์ระหว่างคอลัมน์และแถวที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ทันที เช่น ตารางข้อมูลประเภทไฟล์ Excel, ฐานข้อมูล SQL หรือฐานข้อมูลในรูปแบบเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) ที่มีการจัดเรียงอย่างเป็นรูปแบบ มีการกำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลไว้แล้ว เป็นต้น

๓.๒ ข้อมูลกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Data)

ถูกกำหนดให้เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถจัดเรียงในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์หรือไม่มีโครงสร้างการทำงานที่แม่นยำ แต่มีคุณสมบัติเชิงโครงสร้างบางประการ ข้อมูลกึ่งโครงสร้างมีโครงสร้างเป็นแบบลำดับขั้น (Hierarchy) สามารถค้นหา (Search) หรือแท็ก (Tag) ได้ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับสถานะในโซเชียลมีเดีย, Hash-tag บนโลกออนไลน์, ไฟล์ XML และ ไฟล์ JSON เป็นต้น

๓.๓ ข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Data)

คือ ชุดข้อมูล ที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน หรือไม่สามารถระบุความแน่นอนของข้อมูลนั้น ๆ ได้ ตัวอย่างเช่น วิดีโอ, เสียง, ข้อความบทสนทนาบนสื่อโซเชียลมีเดีย และรูปภาพ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่สามารถประมวลผลเพื่อนำไปใช้ได้ทันที และไม่สามารถจัดเก็บในรูปแบบ Relational Database ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ระบบจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงสัมพันธ์ (Non-Relational Database) หรือที่เรียกว่า NoSQL (Not-only SQL) ในการจัดการ



ภาพที่ ๘-๒ ประเภทของข้อมูล Big Data

๔. การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่

การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) คือ กระบวนการในการค้นหารูปแบบ แนวโน้ม และความสัมพันธ์ในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีรูปแบบหลากหลายและมีปริมาณมาก การวิเคราะห์ที่ซับซ้อนเหล่านี้ต้องการเทคนิคการวิเคราะห์ เครื่องมือ และเทคโนโลยีเฉพาะมารองรับ สำหรับรูปแบบของการวิเคราะห์ข้อมูล Big Data เป็นได้หลากหลายแล้วแต่รูปแบบการนำไปใช้งาน โดยสามารถแบ่งรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

๔.๑ Descriptive analytics

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบพื้นฐาน คือการวิเคราะห์ในเชิงสถิติเพื่ออธิบายสถานะและรายละเอียดของข้อมูลว่าเกิดอะไรขึ้น บอกจำนวน ความถี่ที่เกิดขึ้น อธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น รายงานผลการใช้งานเว็บไซต์ เป็นต้น

๔.๒ Diagnostic analytics

การวิเคราะห์แบบเชิงวินิจฉัย คือการวิเคราะห์ข้อมูลโดยศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกัน ทำให้เห็นเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ตัวแปรต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ต่อกันของสิ่งที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างยอดการกู้ยืมและกลุ่มอายุของผู้กู้

๔.๓ Predictive analytics

การวิเคราะห์แบบพยากรณ์ คือการวิเคราะห์ในลักษณะการประเมินแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ด้วยการนำข้อมูลที่เกิดขึ้นแล้วในอดีตมาคาดการณ์อนาคต เช่น การคาดการณ์ความเสี่ยงด้านภัยคุกคามทางไซเบอร์จากสถิติและลักษณะการถูกโจมตีที่ผ่านมา

๔.๔ Prescriptive analytics

การวิเคราะห์แบบให้คำแนะนำ เป็นทั้งการพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น การตั้งสมมุติฐาน หากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นแล้วจะผลเกิดขึ้นอย่างไร ได้ผลลัพธ์อย่างไร ร่วมถึงการให้คำแนะนำทางเลือกต่าง ๆ ที่มีอยู่ และผลของแต่ละทางเลือก เช่น การแนะนำแนวทางในการดำเนินการทางธุรกิจด้านการตลาดในอนาคต

๕. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่

การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่มีขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

๕.๑ การรวบรวมข้อมูล (Data collection)

เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผล เช่น การรวบรวมข้อมูลจากแอปพลิเคชันขององค์กร, ฐานข้อมูลออนไลน์, เว็บเพจ, ระบบเซ็นเซอร์, และเครื่องมือทางการตลาด เป็นต้น ข้อมูลจะถูกดึงข้อมูลผ่านการสตรีมข้อมูลทั้งข้อมูลที่มีโครงสร้างหรือไม่มีโครงสร้าง

จำนวนมาก การเก็บข้อมูลที่ถูกต้องและเพียงพอเป็นสิ่งสำคัญในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทำงาน

๕.๒ การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

คือ การนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาผ่านกระบวนการตรวจสอบ โดยการลบข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่ซ้ำซ้อน และข้อมูลไม่ถูกต้องออกไป ในขั้นตอนนี้เรียกว่าการทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) การเตรียมข้อมูลยังรวมถึงการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น (Data Exploration) ซึ่งเป็นการตรวจสอบ และวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อให้เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับข้อมูล อีกทั้งเป็นการตรวจความผิดพลาดของชุดข้อมูลก่อนที่จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

๕.๓ การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics)

คือ กระบวนการนำข้อมูลมาเรียบเรียง จัดหมวดหมู่ให้อยู่ในกลุ่มที่มีความเกี่ยวข้องหรือความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อหาความหมายหรือคำตอบตามเป้าหมาย กล่าวคือชุดข้อมูลจะถูกนำมาหาความสัมพันธ์ที่มีผลลัพธ์คล้ายคลึงกันมากที่สุด แล้วจึงนำข้อมูลเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ขั้นสูงเพื่อเปลี่ยนจากข้อมูลขนาดใหญ่ให้เป็นข้อมูลเชิงลึก (Insight) ตัวอย่างวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) โดยจะเรียงลำดับชุดข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อระบุรูปแบบและความสัมพันธ์โดยการสร้างคลัสเตอร์ข้อมูล (Data Clustering)

๕.๔ การแสดงผลข้อมูล (Data Visualization)

การนำข้อมูลเชิงลึก (Insight) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลมาแสดงผลเพื่อให้ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจกับข้อมูลได้ง่าย โดยใช้รูปแบบรายงาน แผนภูมิ ตัวเลข เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดสิ่งที่ต้องการนำเสนอ ตัวอย่างเช่น รูปกราฟแท่ง, รูปพายกราฟ, และแดชบอร์ด (Dashboard) เป็นต้น

๖. เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Big Data

การทำงานของ Big Data ต้องอาศัยเทคนิคและเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่สามารถรองรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ซับซ้อน และหลากหลายได้ ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีด้าน Big Data ที่หลากหลาย แต่ละเทคโนโลยีมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ที่แตกต่างกันออกไป โดยเทคโนโลยีหลักที่มีความสัมพันธ์กับการทำงานของ Big Data ได้แก่

๖.๑ AI (Artificial Intelligence)

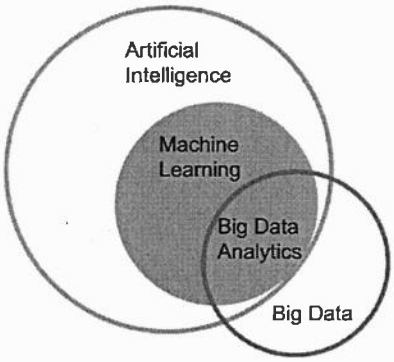
ปัญญาประดิษฐ์ คือ เทคโนโลยีที่ถูกออกแบบให้มีระบบการทำงานเหมือนสมองมนุษย์ โดยมีความสามารถในการเรียนรู้พฤติกรรม การคิด จดจำ การตัดสินใจ ประมวลผลคาดการณ์ และตอบสนองได้ชาญฉลาดเช่นเดียวกันกับสมองของมนุษย์

Big Data และ AI เป็นการทำงานที่สัมพันธ์กัน และช่วยส่งเสริมความสามารถของกันและกัน เนื่องจาก AI ต้องการข้อมูลมหาศาลที่มีคุณภาพเพื่อการเรียนรู้ และวิเคราะห์อย่าง

แม่นยำ ส่วน Big Data นั้นก็ต้องการความฉลาดของ AI เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลมหาศาลให้ออกมาได้อย่างสมบูรณ์แบบ ดังนั้น Big Data จึงเป็นพื้นฐานของ AI และการทำงานร่วมกันของทั้งสองเทคโนโลยี ช่วยให้ได้มาซึ่งข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป กล่าวคือ Big Data และ AI คือการทำงานร่วมกันระหว่างระบบซอฟต์แวร์ ข้อมูล และอัลกอริทึม โดยซอฟต์แวร์จะทำหน้าที่ในการรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ข้อมูลที่มีคุณภาพในการขับเคลื่อน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด ประกอบกับอัลกอริทึมอย่าง Machine learning ที่ช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลของ AI เป็นไปอย่างชาญฉลาดมากขึ้น

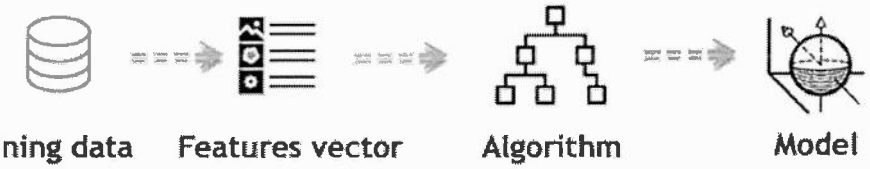
๖.๒ Machine Learning

Machine Learning (การเรียนรู้ของเครื่องจักร) คือ การสอนให้ระบบคอมพิวเตอร์ทำการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง โดยการสร้างแบบจำลอง (Model) ทางคณิตศาสตร์ที่มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวเองเข้ากับข้อมูลที่ได้รับ เพื่อที่จะสามารถเรียนรู้ แก้ปัญหา และคาดการณ์อนาคตได้ด้วยตัวเอง ตัวอย่างเช่น ระบบตรวจจับธุรกรรมที่น่าสงสัย, ระบบแนะนำสินค้าและบริการ, รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ, การค้นหาด้วยเสียงอย่าง Siri และระบบพยากรณ์สภาพอากาศ เป็นต้น



ภาพที่ ๘-๓ ความสัมพันธ์ของ Big Data, AI และ Machine Learning

Machine learning เปรียบเสมือนสมองของระบบปัญญาประดิษฐ์ เป็นระบบที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้ข้อมูล โดยการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) นั้นคล้ายกับการเรียนรู้ของมนุษย์ที่เรียนรู้จากประสบการณ์ ยิ่งเรียนรู้ข้อมูลตัวอย่างมากเท่าไรยิ่งง่ายต่อการคาดการณ์ว่าอะไรจะเกิดขึ้นต่อไป ซึ่งในขั้นตอนแรกข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะถูกแบ่งออกเป็นชุดเพื่อให้ Machine ได้ฝึกเรียนรู้เรียกว่า Training Data Set จากนั้นทำการเรียนรู้ข้อมูลจนได้ออกมาเป็นโมเดล แล้วนำโมเดลที่ได้มาทำนายข้อมูลที่ไม่เคยเจอมาก่อน ด้วยชุดข้อมูลที่เรียกว่า Testing Data Set เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลที่ได้ทำการสร้างขึ้นจากชุดข้อมูล Training Data ว่ามีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด



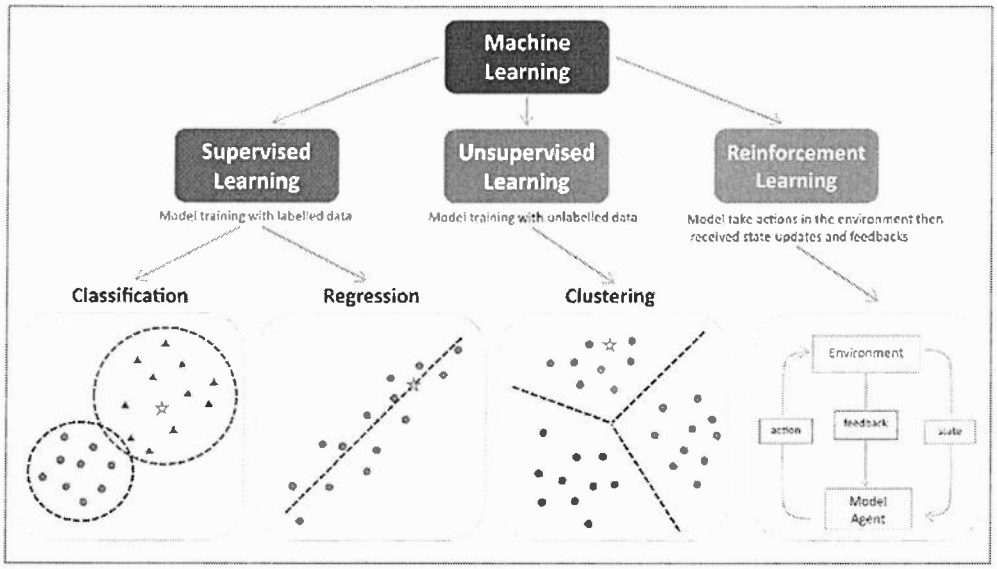
ภาพที่ ๘-๔ ขั้นตอนการเรียนรู้ของ Machine learning

โดยรูปแบบการเรียนรู้ของเครื่องจักรหรือ Machine Learning Algorithms แบ่งออกเป็น ๓ ประเภทดังนี้

๖.๒.๑ Supervised Learning (การเรียนรู้โดยมีผู้สอน) คือ การสอนให้คอมพิวเตอร์ เครื่องจักรกล (ระบบหรือหุ่นยนต์) หาคำตอบของปัญหาหรือทำนายผลลัพธ์ได้ด้วยตนเองด้วยการเรียนรู้จากชุดข้อมูลตัวอย่างประกอบไปด้วยข้อมูลและผลลัพธ์ของข้อมูลที่ป้อนให้ เช่น การสร้างโมเดลแยกประเภทของสัตว์ โดยการสอนด้วยชุดข้อมูลสอน (Training Data) ที่ป้อนภาพของสัตว์แต่ละชนิดพร้อมกับคำตอบที่ถูกต้อง (หรือที่เรียกว่า Label) ให้คอมพิวเตอร์ทำการเรียนรู้ หลังจากที่เครื่องได้เรียนรู้จากข้อมูลที่ให้แล้วนั้น หากถูกป้อนภาพที่ไม่ได้อยู่ใน Training Data ก็จะสามารถให้คำตอบชนิดของสัตว์ได้โดยวิเคราะห์จากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะของสัตว์และคำตอบ เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะนี้เรียกว่า Classification

๖.๒.๒ Unsupervised Learning (การเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอน) คือ เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง โดยไม่มีการสอน ไม่มีค่าผลลัพธ์ที่กำหนดไว้ให้ล่วงหน้า มีเพียงชุดข้อมูลที่ประกอบไปด้วยคุณลักษณะเท่านั้น เครื่องคอมพิวเตอร์จะเรียนรู้เองโดยการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การจัดโครงสร้าง จำแนกและสร้างรูปแบบจากข้อมูลที่ได้รับ ตัวอย่างเช่น การแบ่งกลุ่มของสัตว์ หากป้อนข้อมูลรูปนก และแมว เข้าไปแต่ไม่ได้ระบุว่าเป็นรูปสัตว์ชนิดใด เมื่อคอมพิวเตอร์นำไปประมวลผลก็จะทราบว่ารูปที่ป้อนเข้าไปนั้นมีลักษณะอย่างไร เช่น มี ๒ ปีก ๒ ขา หรือ มี ๒ หู ๔ ขา ๑ หาง เป็นต้น แล้วจึงจัดกลุ่มให้กับข้อมูลจากลักษณะที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งเราเรียกเทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลนี้ว่า Clustering

๖.๒.๓ Reinforcement Learning (การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง) เป็น Machine Learning Algorithm แบบหนึ่งที่มีหลักการทำงานเสมือนกับการที่มนุษย์เรียนรู้บางสิ่งบางอย่างด้วยการลองผิดลองถูก การให้ระบบเรียนรู้จากการรับรู้ผลลัพธ์จากการกระทำของตัวเองในสภาวะต่าง ๆ โดยมีการให้รางวัลหรือลดคะแนนเพื่อเป็นตัวกำหนดในการแนะนำการกระทำต่อไปของระบบ การเรียนรู้เกิดมาจากการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้เรียนรู้ (Agent) กับสิ่งแวดล้อม (Environment) ตัวอย่างเช่น การสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้จัดเรียงสินค้าในคลังสินค้า และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อเล่นเกมส์หมากกระดาน เป็นปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถเรียนรู้และแนะนำกลยุทธ์ในการเดินหมากบนกระดานรูปแบบต่าง ๆ ได้



ภาพ ๘-๕ ประเภทของ Machine Learning

๖.๓ Cloud Computing

Cloud Computing (เทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ) คือ เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการแบบเครือข่ายออนไลน์ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและใช้งานบริการซอฟต์แวร์ แอปพลิเคชัน ระบบเครือข่าย ทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์และโครงสร้างพื้นฐานด้าน IT ต่าง ๆ ได้ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยสามารถเลือกความเร็วในการประมวลผลและจำนวนทรัพยากรได้ตามความต้องการในการใช้งาน ทำให้ลดความยุ่งยากในการติดตั้ง ดูแลระบบ ช่วยประหยัดเวลา และลดต้นทุนในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายเอง

๖.๓.๑ ประเภทของ Cloud Computing

๖.๓.๑.๑ Public Cloud เป็นรูปแบบที่ผู้ให้บริการสาธารณะจัดสรรการให้บริการการเข้าถึงข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยการใช้งานจะเป็นในรูปแบบจ่ายตามการใช้งานจริง (Pay-as-you-go)

๖.๓.๑.๒ Private Cloud เป็นการใช้งานระบบคลาวด์ภายในองค์กร ซึ่งเป็นการใช้สมรรถนะของ Data Center ภายในองค์กรเอง

๖.๓.๑.๓ Hybrid Cloud คือ โซลูชันการใช้งานที่นำข้อดีของ Private Cloud และ Public Cloud มาใช้ร่วมกัน โดยการรวมคุณสมบัติของระบบคลาวด์สาธารณะที่มีค่าบริการถูก (แต่มีความปลอดภัยต่ำ) กับระบบคลาวด์ส่วนตัวที่มีค่าบริการค่อนข้างสูง (แต่มีความปลอดภัยสูง) ซึ่งทั้งระบบเชื่อมต่อกันด้วย Private Link ในการสลับการใช้งานระหว่างกัน

๖.๓.๒ ประเภทของ Cloud Computing

๖.๓.๒.๑ Software as a Service (SaaS) เป็นการให้บริการด้านซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันสำเร็จรูปผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยประมวลผลบนระบบของผู้ให้บริการผ่านระบบ Cloud

๖.๓.๒.๒ Platform as a Service (PaaS) เป็นการให้บริการด้านแพลตฟอร์มและครอบคลุมถึงระบบโครงสร้างพื้นฐานสำหรับผู้พัฒนา (Developer) ที่ต้องการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น ชุดคำสั่งสำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ แอปพลิเคชัน และเว็บไซต์ โดยรันอยู่บนพื้นฐานของระบบผู้ให้บริการ

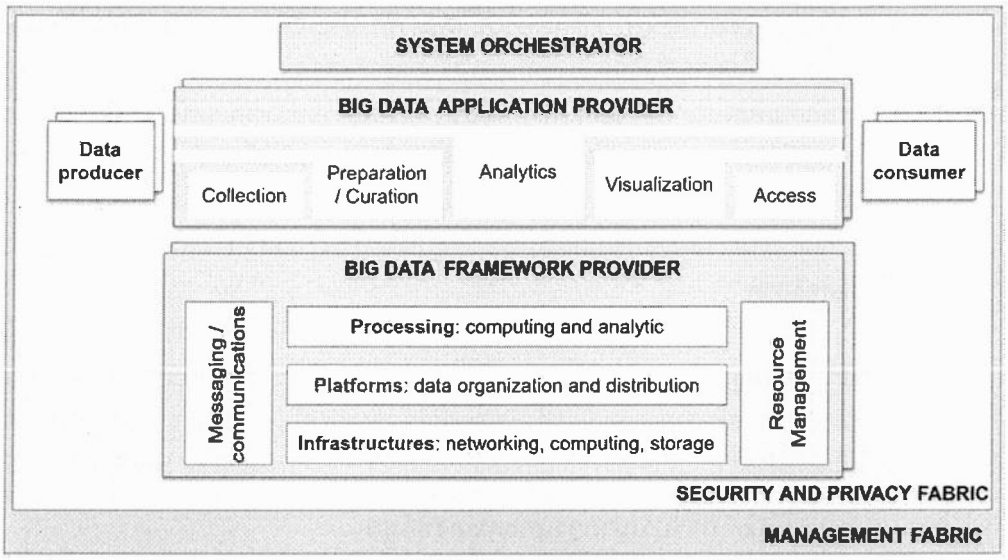
๖.๓.๒.๓ Infrastructure as a Service (IaaS) เป็นบริการให้ใช้โครงสร้างพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์อย่างหน่วยประมวลผล ระบบจัดเก็บข้อมูล ระบบเครือข่ายในรูปแบบระบบเสมือน (Virtualization) ตัวอย่างเช่น Microsoft Azure และบริการ Cloud storage อย่าง DropBox

๖.๔ Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) หรือ เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง คือการที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ผ่าน Protocol การสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยที่สรรพสิ่งหรืออุปกรณ์มีวิธีการระบุตัวตน มีปฏิสัมพันธ์และรับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ ทำให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ ได้ ตัวอย่างเช่น Smart Home, Smart City, และ Connected Car ที่ใช้ IoT ทำให้รถยนต์กลายเป็นเซ็นเซอร์เคลื่อนที่สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลการจราจนจากท้องถนน เป็นต้น

๗. สถาปัตยกรรม Big Data : เทคนิคและเครื่องมือ

สถาปัตยกรรม Big Data เป็นเฟรมเวิร์กที่ครอบคลุมสำหรับการจัดการ จัดเก็บประมวลผล และวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการทำงานของระบบ Big Data สิ่งสำคัญคือการเลือกเครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมตามความต้องการเฉพาะของโครงสร้างสถาปัตยกรรม Big Data ขององค์กร



ภาพ ๘-๖ สถาปัตยกรรม Big Data

๗.๑ เทคนิคการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูล

การรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลเป็นงานพื้นฐานในสถาปัตยกรรม Big Data องค์กรจะต้องรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และจัดเก็บอย่างเหมาะสมเพื่อนำไปประมวลผลในภายหลัง ซึ่งจำเป็นต้องมีใช้เครื่องมือและเทคนิคที่สามารถรองรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ในระดับของเทราไบต์หรือเพธาไบต์ได้

๗.๑.๑ การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลสามารถรวบรวมได้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น อุปกรณ์ Internet of Things (IoT) แพลตฟอร์มโซเชียลมีเดีย หรือบันทึกจากแอปพลิเคชัน เป็นต้น เทคนิคที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาและประเภทของข้อมูล ได้แก่

- ข้อมูลการสตรีม : หมายถึงข้อมูลที่สร้างขึ้นอย่างต่อเนื่องจากเซ็นเซอร์ อุปกรณ์ IoT หรือฟีดโซเชียลมีเดีย สามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น Apache Kafka, หรือ Apache Flink เพื่อประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลประเภทนี้ได้
- ข้อมูลเป็นชุด : หมายถึงข้อมูลที่รวบรวมในช่วงเวลาที่กำหนดหรือเป็นกลุ่ม ข้อมูลชุดสามารถจัดเก็บและประมวลผลโดยใช้เครื่องมือเช่น Hadoop, Amazon S3 หรือ Google Cloud Storage

๗.๑.๒ การจัดเก็บข้อมูล

การเลือกโซลูชันการจัดเก็บข้อมูลที่เหมาะสมถือเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการและเข้าถึงข้อมูลที่รวบรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โซลูชันที่นิยมใช้ในการจัดเก็บ ได้แก่

- ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) : ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

แบบดั้งเดิม เช่น MySQL, PostgreSQL และ Microsoft SQL Server ยังคงเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บข้อมูลแบบมีโครงสร้าง แต่หากข้อมูลมีขนาดใหญ่มาก ก็อาจจะประสบกับปัญหาต้นทุนที่สูง ยากที่จะจัดเก็บ อีกทั้งข้อจำกัดเรื่องการจัดการกับชุดข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง

- ฐานข้อมูล NoSQL : ออกแบบมาเพื่อความสามารถในการปรับขนาด ความยืดหยุ่น และประสิทธิภาพสูง เช่น MongoDB, BigTable, Redis, Cassandra, HBase และ CouchDB สามารถจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลทั้งที่มีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ระบบไฟล์แบบกระจาย: ระบบไฟล์แบบกระจายสามารถจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลปริมาณมากผ่านหลายโหนด (Node) ได้ ระบบไฟล์แบบกระจายสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพและความทนทานต่อข้อผิดพลาดได้อย่างมากโดยการกระจายข้อมูลไปยังเครื่องหลายเครื่อง ตัวอย่างโซลูชั่นที่ได้รับความนิยมได้แก่ Hadoop Distributed File System (HDFS)

๗.๒ การบูรณาการและแปลงข้อมูล

การรวมและการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเป็นหนึ่งในกระบวนการสถาปัตยกรรม Big Data ในการรวมข้อมูล ทำความสะอาดและเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป เทคนิคและเครื่องมือสำคัญสำหรับการบูรณาการ และการเปลี่ยนแปลงข้อมูลมีดังนี้

๗.๒.๑ เทคนิคการรวมข้อมูล

เทคนิคการรวมข้อมูลช่วยให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ สามารถเข้ากันได้และมีโครงสร้างเป็นหนึ่งเดียว เช่น การรวมกลุ่มข้อมูลที่กำหนดเวลาไว้จะถ่ายโอนจากหลายแหล่งไปยังตำแหน่งศูนย์กลางเป็นประจำ, การรวมข้อมูลด้วยการซิงโครไนซ์ (Synchronization) แบบเรียลไทม์อย่างต่อเนื่องระหว่างแหล่งที่มาและตำแหน่งศูนย์กลาง, และเทคนิค Data Virtualization ซึ่งเป็นกระบวนการที่ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ถูกเข้าถึงและจัดการผ่านการจำลองข้อมูลเสมือนโดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายข้อมูลทางกายภาพ

๗.๒.๒ เทคนิคการแปลงข้อมูล

การแปลงข้อมูลเป็นการดำเนินการกับข้อมูลเพื่อสร้างมาตรฐาน ทำความสะอาดข้อมูล และจัดโครงสร้างให้กับข้อมูล เทคนิคการเปลี่ยนแปลงทั่วไป ได้แก่

๗.๒.๒.๑ การทำความสะอาด (Data Cleaning) โดยการลบรายการข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ไม่สมบูรณ์ หรือซ้ำกันออกไป

๗.๒.๒.๒ การทำให้เป็นมาตรฐาน (Standardizing) การปรับขนาดและจัดกึ่งกลางค่าข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลออกมาในรูปแบบเดียวกัน และมีความสอดคล้องกัน

๗.๒.๒.๓ การรวมกลุ่ม คือ การรวมข้อมูลจากแหล่งหรือแถวต่าง ๆ ให้เป็นค่าเดียว เช่น การคำนวณผลรวม ค่าเฉลี่ย หรือการนับ

๗.๒.๒.๔ การเพิ่มคุณค่า เป็นการเพิ่มข้อมูลที่มีนัยสำคัญเพิ่มเติมลงในชุดข้อมูล เช่น ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์หรือข้อมูลประชากรที่ถูกเพิ่มเข้าไปทำให้ข้อมูลที่มีเกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

๗.๒.๓ เครื่องมือสำหรับการรวมและการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

มีเครื่องมือจำนวนมากรองรับกระบวนการบูรณาการข้อมูลและการเปลี่ยนแปลงในสถาปัตยกรรม Big Data ตัวอย่างเช่น

- Tableau Prep: เป็นโปรแกรมที่ใช้ทำ Data Preparation ผ่านการสร้าง Flow ที่จะแสดงให้เห็น Step และ Link การเชื่อมระหว่าง Step ต่างๆ เพื่อให้เห็นลำดับและที่มาการไหลของข้อมูล รวมถึงการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลอีกด้วย จึงสามารถอำนวยความสะดวกในการทำความสะอาดข้อมูลและเปลี่ยนแปลงข้อมูล (Data transformation)

- Apache NiFi: แพลตฟอร์มการบูรณาการและการจัดการข้อมูล Open source ที่ใช้ในการนำเข้า การกำหนดเส้นทาง และการประมวลผลข้อมูลแบบอัตโนมัติ

- Apache Kafka: แพลตฟอร์มสตรีมมิ่งแบบกระจายที่ช่วยให้สามารถรวมและประมวลผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ระหว่างระบบและแอปพลิเคชัน

- Talend: แพลตฟอร์มบูรณาการข้อมูลที่รองรับกระบวนการ ETL (แยก, แปลง, โหลด) และ ELT (แยก, โหลด, แปลง)

๗.๓ การประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่

การประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่เกี่ยวข้องกับการนำเข้า การจัดระเบียบข้อมูลที่รวบรวมเพื่อดึงข้อมูลเชิงลึกที่มีความหมายมาใช้ประโยชน์ เมื่อมีการป้อนข้อมูลเข้าสู่เครื่องแล้ว ระบบประมวลผลจะทำการรันข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึม ทั้งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ และปัญญาประดิษฐ์ในการประมวลผลเป็นหลัก เพื่อสร้างผลลัพธ์ให้ตรงกับความต้องการนั้น ๆ โดยรายละเอียดอาจจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลและวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้งาน เครื่องมือและเฟรมเวิร์กสำหรับการประมวลผล Big Data ได้แก่

๗.๓.๑ เครื่องมือสำหรับการประมวลผล

- Apache Hadoop: Hadoop เป็น Platform หลักที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับระบบงาน Big Data โดยเฉพาะ สามารถจัดการสร้าง Hadoop Cluster ด้วยหลักการทำงานแบบ Node ที่สามารถแบ่งไฟล์ออกเป็นส่วน และให้สามารถทำงานพร้อมกันได้ กล่าวคือ Hadoop ถูกออกแบบมาเพื่อประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ข้ามคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์แบบกระจาย ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายอย่าง รวมถึง Hadoop Distributed File System (HDFS) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลและ MapReduce ที่เป็น Framework สำหรับการประมวลผลข้อมูลด้วยหลักการทำงานการประมวลผลแบบคู่ขนาน (Parallel) พร้อมกันไปทั้งคลัสเตอร์ ทำให้การประมวลผลของ Hadoop เป็นไปอย่างรวดเร็ว

- Apache Spark: Spark เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือประมวลผล Big Data แบบ Open source ที่สามารถประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่แบบ Real-Time ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถจัดการกับข้อมูลแบทช์และข้อมูลสตรีมมิ่งได้ ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา Scala, Java, Python หรือจะเขียนโดยใช้ภาษาคล้ายคลึงกับ SQL ได้เช่นกัน Spark สามารถบูรณาการเข้ากับ Hadoop และระบบจัดเก็บข้อมูลอื่น ๆ ได้ จึงเป็นตัวเลือกที่หลากหลายสำหรับ

งานประมวลผล Big Data รวมถึงการเรียนรู้ของเครื่องและการประมวลผลแบบกราฟอีกด้วย

- Apache Flink: Flink เป็นระบบประมวลผลแบบ Open source แบบกระจายที่ออกแบบมาสำหรับการสตรีมข้อมูลโดยเฉพาะ มีความหน่วงต่ำ ทำให้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์และการตัดสินใจที่รวดเร็ว Flink สามารถผสานรวมกับระบบจัดเก็บข้อมูลอื่น ๆ เช่น Apache Kafka, Hadoop หรือ Amazon S3 ได้อย่างราบรื่น จึงเป็นหนึ่งตัวเลือกที่ยืดหยุ่นและเหมาะสำหรับการประมวลผลสตรีมข้อมูลแบบเรียลไทม์

นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือและเฟรมเวิร์กอื่น ๆ อีกมากสำหรับการประมวลผล Big Data เช่น Presto, Dask หรือ Apache Nifi ทั้งนี้การเลือกเครื่องมือมาใช้กับงาน Big Data ควรพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ประเภทข้อมูล ความเร็วในการประมวลผล ข้อกำหนดด้านความสามารถในการปรับขนาด และความง่ายในการผสานรวมกับระบบอื่น ๆ เนื่องจากเครื่องมือที่มีความสามารถในการทำงานร่วมกัน ซึ่งช่วยให้การไหลของข้อมูลระหว่างส่วนต่าง ๆ ของระบบเป็นไปอย่างราบรื่น ดังนั้น การประเมินปัจจัยเหล่านี้จะช่วยให้องค์กรสามารถเลือกสถาปัตยกรรมการประมวลผล Big Data ได้อย่างหมาะสมที่สุด

๗.๔ การวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงภาพ

เมื่อรวบรวม บูรณาการ และแปลงข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไปในกระบวนการสถาปัตยกรรม Big Data คือการวิเคราะห์และแสดงภาพข้อมูล ส่วนนี้จะครอบคลุมถึงเครื่องมือและเทคนิคที่มักถูกนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงภาพเพื่อรับข้อมูลเชิงลึกอันมีค่าจากชุดข้อมูลขนาดใหญ่ สำหรับเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่เป็นไปได้หลากหลายรูปแบบ ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ ๔ การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ หน้า ๑๕๓

๗.๔.๑ เทคนิคการแสดงภาพข้อมูล

เกี่ยวข้องกับการสร้างการแสดงข้อมูลแบบกราฟิกเพื่อนำเสนอชุดข้อมูลที่ซับซ้อนให้ถูกทำให้เข้าใจและเข้าถึงได้มากขึ้น เทคนิคการแสดงภาพข้อมูลทั่วไป เช่น แผนภูมิแท่ง, แผนภูมิวงกลม, แผนภูมิเส้น และแผนที่ความร้อน โดยการใช้การไล่ระดับสีเพื่อแสดงค่าเมทริกซ์หรือพื้นที่ทางภูมิศาสตร์

๗.๔.๒ เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงภาพ

มีเครื่องมือมากมายสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงภาพ เครื่องมือบางส่วนที่ได้รับความนิยม ได้แก่

- ภาษา R: ภาษาและสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมโอเพ่นซอร์สสำหรับการคำนวณทางสถิติและกราฟิก ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงภาพ

- Python: ภาษาการเขียนโปรแกรมพร้อมด้วยไลบรารีสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงภาพ เช่น pandas, NumPy และ matplotlib

- Tableau และ Power BI: แพลตฟอร์มการแสดงภาพ และการวิเคราะห์ข้อมูลช่วยให้สามารถสร้างแดชบอร์ดแบบโต้ตอบได้

สิ่งสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่คือการเลือกเครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมตามความต้องการเฉพาะของโครงสร้างสถาปัตยกรรม Big Data ขององค์กร เช่น ประเภทข้อมูล ขนาด และผลลัพธ์การวิเคราะห์ที่ต้องการ ดังนั้นการทำงานของ Big Data จำเป็นต้องพิจารณาเลือกเทคโนโลยีและเครื่องมือที่เหมาะสมกับลักษณะของโครงการ Big Data นั้น ๆ โดยต้องคำนึงถึงขนาดของข้อมูล ความถี่ของข้อมูล ความต้องการประมวลผล งบประมาณ และความปลอดภัยของข้อมูล

บรรณานุกรม

ตำราเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ และระบบดิจิทัล. (๒๕๕๑). กวก.สอ.ทอ.

เรียบง่ายธีม.เครือข่ายคอมพิวเตอร์.(๒๕๕๗, ๗ เมษายน), ๒๗ มิถุนายน ๒๕๖๗. (เว็บบล็อก) http://group7-403.blogspot.com/2014/04/blog-post.html.

บางเบาธีม.พื้นฐานสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ๒๗ มิถุนายน ๒๕๖๗ (เว็บบล็อก) http://mucy-fiat.blogspot.com/p/blog-page.html.

Rtaf.Mi.Th, องค์ประกอบคอมพิวเตอร์.pdf. กองทัพอากาศ http://kmrtaf.rtaf.mi.th/multimedia/com-fc/File/

จักรกฤษณ์ ปาเมืองมูล. โครงสร้างข้อมูล (Data Structure). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง http://plewfire.freetzi.com/data.html.

ณัฐกิจ ทองอยู่. TCP/IP กับ OSI Model. แผนกอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม https://osimode01.weebly.com/tcpip358536333610osi-model.html.

STEPS Academy. "เปลี่ยนเกมการตลาดด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล ตัวอย่างความสำเร็จจากธุรกิจชั้นนำ." STEPS Academy, 30 มกราคม 2024, https://stepstraining.co/changing-the-marketing-game-with-data-analysis-techniques.

ทีมงาน Analytics. "Data Analytics คือ อะไร?" Affinity Solution, 15 กันยายน 2021, https://affinity.co.th/data-analytics/.

Blendata. "รวม 10 คำถามยอดฮิตเรื่อง Big Data", 7 มิถุนายน 2024, https://www.blendata.co/big-data/

ธนชาติ นุ่มนนท์. "เทคโนโลยีสำหรับ Big Data: Storage และ Analytics."17 สิงหาคม 2015, https://thanachart.org/2015/08/17/เทคโนโลยีสำหรับ-big-data/big-data/.

ยงยุทธ ลิขิตพัฒนากุล. "ความท้าทายในการทำ Data Preparation และการนำ Tableau Prep มาแก้ปัญหา." AiTeam Co., Ltd, 11 ตุลาคม 2021, https://www.aiteam.co.th/challenging-data-preparation-tableau-prep/.

ichillshop.com. "ไขข้อสงสัย RAM DDR 1-5 คืออะไร ต่างกันแค่ไหน." 5 พฤษภาคม 2022, https://www.ichillshop.com/content/28362/ram-ddr-1-5-ichill-shop.

บทความในวารสาร IEEE Communications Magazine, IEEE Network, และ IEEE Internet of Things Journal. 7 สิงหาคม 2024

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาอังกฤษ

Abacus. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 21 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Abacus&oldid=1230203215.

John Napier. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 13 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=John_Napier&oldid=1228761332.

Blaise Pascal. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 19 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Blaise_Pascal&oldid=1229996736.

Gottfried Wilhelm Leibniz. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 25 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Gottfried_Wilhelm_Leibniz&oldid=1231003841.

Dr.James B. Calvert. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 17 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Slide_rule&oldid=1229510684.

Charles Babbage. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 23 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Charles_Babbage&oldid=1230544639.

Science Museum archive. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 24 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Analytical_engine&oldid=1230807910.

Ada Lovelace. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 17 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ada_Lovelace&oldid=1229638548.

George Boole. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 17 May 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=George_Boole&oldid=1224361612.

Herman Hollerith. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 25 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Herman_Hollerith&oldid=1230942780.

Howard Aiken. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 22 Apr. 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Harvard_Mark_I&oldid=1220189994.

John W. Mauchly & J. Prespern Eckert. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 20 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=ENIAC&oldid=1230027065.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาอังกฤษ

Dr. John Bardeen.Wikipedia, The Free Encyclopedia, 19 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Transistor&oldid=1229991283.

Texas Instruments Co.,Ltd. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 16 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Integrated_circuit&oldid=1229328401.

Microprocessor. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 22 June 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Microprocessor&oldid=1230470529.

Wells, Christopher J. "The OSI Reference Model." Technologyuk.net, 28 Jan. 2009, https://www.technologyuk.net/telecommunications/telecom-principles/osi-reference-model.shtml.

Hardware. Wikiversity.org, 27 June 2024. https://en.wikiversity.org/wiki/Hardware.

Rathasat. rathasat2555, 27 June 2024. https://rathasat2555.wordpress.com.

Pixabay.com, 5 Aug. 2024. https://pixabay.com.

Sonkar, Siddharth. "What Is Big Data? A Quick Introduction for Analytics and Data Engineering Beginners." Analytics Vidhya, 25 Nov. 2020, https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/11/what-is-big-data-a-quick-introduction-for-analytics-and-data-engineering-beginners/.

Prakash, Abhinav. "What Is Big Data?" Scaler Topics, 16 Sept. 2021, https://www.scaler.com/topics/what-is-big-data/.

Researchgate.net, 6 Aug. 2024. https://www.researchgate.net/figure/Big-Data-Analytics-Process-Data-Preparation-The-most-important-stage-of-big-data_fig1_303216930.

Datacamp.com, 6 Aug. 2024. https://www.datacamp.com/blog/how-to-analyze-data-for-business.

Linkedin.Depa.or.Th, 6 Aug. 2024. https://www.depa.or.th/th/article-view/tech-series-artificial-intelligence-ai.

MongoDB. "What Is Big Data Architecture?" 6 Aug.2024. https://www.mongodb.com/resources/basics/big-data-explained/architecture.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาอังกฤษ

Sonkar, Siddharth. "What Is Big Data? A Quick Introduction for Analytics and Data Engineering Beginners." Analytics Vidhya, 25 Nov. 2020. https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/11/what-is-big-data-a-quick-introduction-for-analytics-and-data-engineering-beginners/.

Prakash, Abhinav. "What Is Big Data?" Scaler Topics, 16 Sept. 2021. https://www.scaler.com/topics/what-is-big-data/.

Clickworker. "Leveraging Big Data: Important Data AI Researcher Should Track" Clickworker.com, clickworker, 26 Nov. 2020. https://www.clickworker.com/customer-blog/ai-and-big-data/.

Whitebox Machine Learning. SEON. 22 Feb. 2022. https://seon.io/resources/dictionary/whitebox-machine-learning/.

Uprivate. admin, 7 Oct. 2023. https://uprivateta.com/machine-learning-daixie-2023/.

Nist.gov. 6 Aug. 2024. https://www.nist.gov/itl/big-data-nist/big-data-nist-documents/nbdif-version-30-final.

Geeks for Geeks. "Central Processing Unit (CPU)." 14 June 2021. https://www.geeksforgeeks.org/central-processing-unit-cpu/.

AMD Engineering. Amd.com, 7 Aug. 2024. https://www.amd.com/system/files/documents/high-bandwidth-memory-hbm.pdf.

Hard Disk Drive. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 31 July 2024, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Hard_disk_drive&oldid=1237709858.

Emberton, Nathan. "About Computer Hope." Computerhope.com, 7 Aug. 2024. https://www.computerhope.com/more.htm.

Paul Goransson. "Software Defined Networks: A Comprehensive Approach" 7 Aug. 2024.

Sameh Ghwanmeh."Network Function Virtualization: Concepts and Applicability in 5G Networks" 7 Aug. 2024.

Larry Peterson, Bruce Davie. "5G Mobile Networks: A Systems Approach" 7 Aug. 2024.