w01-Lec3

Brief History of Computing

Assembled for 204111
by Ratsameetip Wita

Brief History of Computing

- **History of Computing Machine**
- Von Neumann Architecture
- Hardware Organization

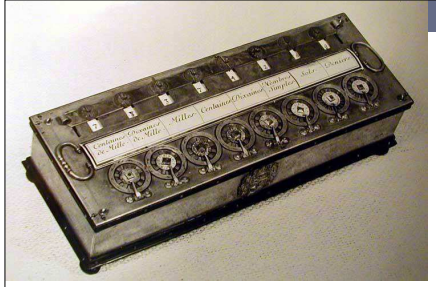
Early History in Computing

- **Computing** หรือทฤษฎีการคำนวณ ได้มีวิวัฒนาการตามประวัติศาสตร์ของมนุษย์ชาติมาอย่างยาวนาน
- ตัวอย่างของการคำนวณ
  - ระบบตัวเลข
  - การคำนวณทางดาราศาสตร์และการนำทาง
  - การพยากรณ์อากาศ
  - การเข้ารหัสต่าง ๆ
- เมื่อการคำนวณมีความซับซ้อน จึงได้มีการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อช่วยในการคำนวณในรูปแบบต่าง ๆ

https://en.wikipedia.org/?title=History_of_computing

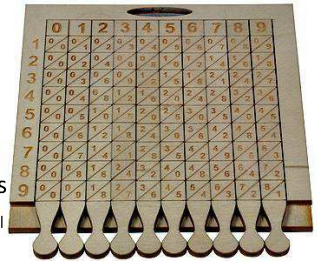
The Zeroth Generation (1642-1945)

- เครื่องคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นเครื่องจักรกลเพื่อใช้ช่วยเพิ่มความเร็วในการคำนวณ
  - **Napier's bones for multiplication**
  - **Pascaline for addition and subtraction (Blaise Pascal, 1643)**
  - **Leibniz's wheel for arithmetic operation**
- ไม่มีหน่วยความจำ
- ไม่สามารถเขียนโปรแกรมได้ มีลักษณะเป็นเครื่องมือ เช่น ลูกคิดของชาวจีน เป็นต้น



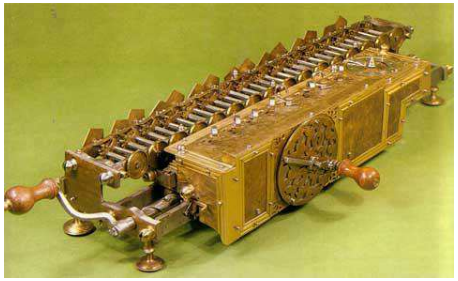
Pascaline (Blaise Pascal, 1643)

http://www.computermuseum.li/Testpage/Pascaline-Calculator-1642.htm



Napier's Bones

http://www.grand-illusions.com/acatalog/Napiers_Bones.html

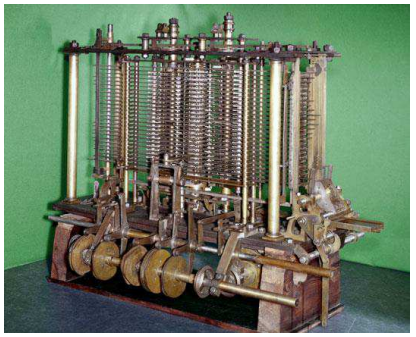


The Stepped Reckoner of Gottfried Leibniz (Leibnez, Design in 1673, Completed in 1694)

http://history-computer.com/MechanicalCalculators/Pioneers/Lebniz.html

First Programmable Machine

- **Charles Babbage's Analytical Engine**
  - เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องจักรที่สามารถเขียนโปรแกรมได้ เครื่องแรกของโลก
- ฟังก์ชั่นที่สำคัญประกอบด้วย
  - มีลักษณะการคำนวณในรูปแบบ **Arithmetic** และ **Logic**
  - มีการเก็บข้อมูลในเครื่อง
  - มีการเขียนโปรแกรมเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่อง



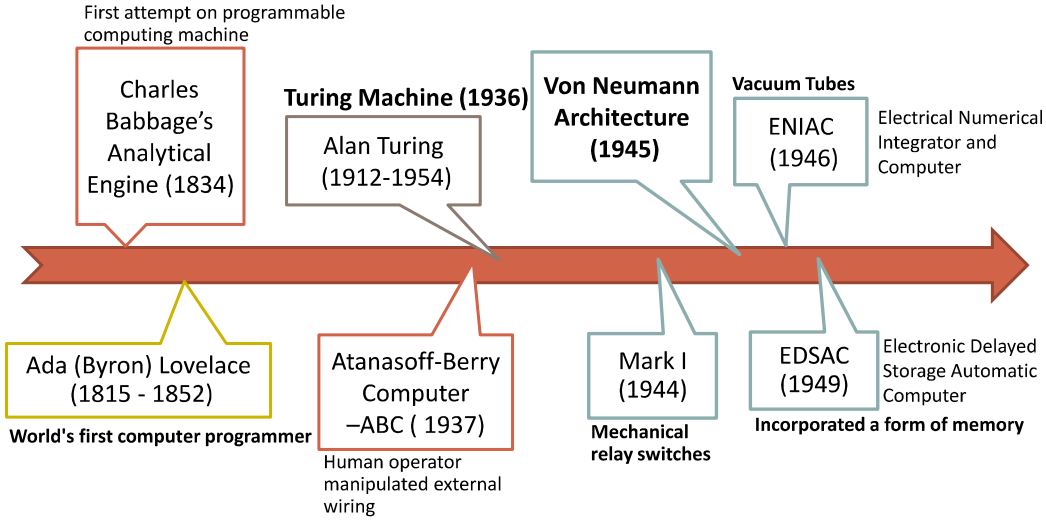
Babbage's Analytical Engine (1834)

http://www.sciencemuseum.org.uk/images/I032/10303265.aspx

Milestone in Computer Architecture

- **The Zeroth Generation (1642-1945)**
  - **Mechanical Computers: Pascal, Charles Babbage's Machine**
- **The First Generation (1945-1955)** ← Original Von Neumann Machine
  - **Vacuum Tubes: ENIAC, EDVAC**
- **The Second Generation (1955-1965)**
  - **Transistors: 16-bit machine Whirlwind I, Minicomputer**
- **The Third Generation (1965-1980)**
  - **Integrated Circuits: IBM System/360 (32-bit Architecture)**
- **The Forth Generation (1980-now)**
  - **Very Large Scale Integration -VLSI : Personal Computer (Intel 8080)**

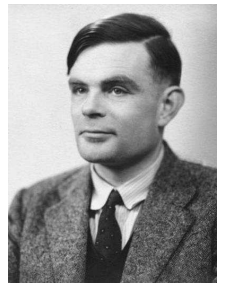
Early History of Computer System



Ada Lovelace (1815-1852)

- **An English mathematician.**
- เป็นคนแปลแบบร่างในการอธิบายการทำงานของเครื่อง**Analytical Engine** และเพิ่มคำอธิบายรายละเอียดของการคำนวณทางคณิตศาสตร์
- เป็นโปรแกรมเมอร์คนแรกของโลก
  - ทำการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในรูปแบบของการเขียนโปรแกรม

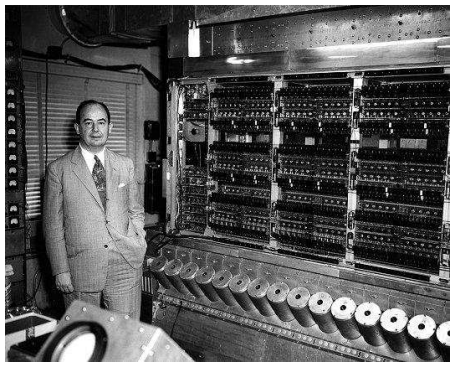
Alan Turing (1912-1954)



- เป็นผู้พัฒนาเครื่องถอดรหัส สำหรับเครื่อง Enigma ของเยอรมันในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 **(Imitation Game 2014–Movie)**
- เป็นผู้กำหนดรูปแบบการอธิบาย **algorithm** และ **computation** โดยใช้ **Turing machine**
- ได้รับการขนานนามเป็นบิดาแห่งวิทยาการคอมพิวเตอร์และปัญญาประดิษฐ์
- **Turing Award** ถือเป็นรางวัลสูงสุดด้านคอมพิวเตอร์ ตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติแก่ **Alan Turing**

John Von Neumann (1903-1957)

- **Von Neumann** ถือเป็นผู้วางรากฐานของการคิดและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
- สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ที่คิดค้นโดย **Von Neumann** ได้มีการแยกส่วนการทำงานระหว่างส่วนคำนวณ และหน่วยความจำ ออกจากกัน ซึ่งถือเป็นรากฐานสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในปัจจุบัน

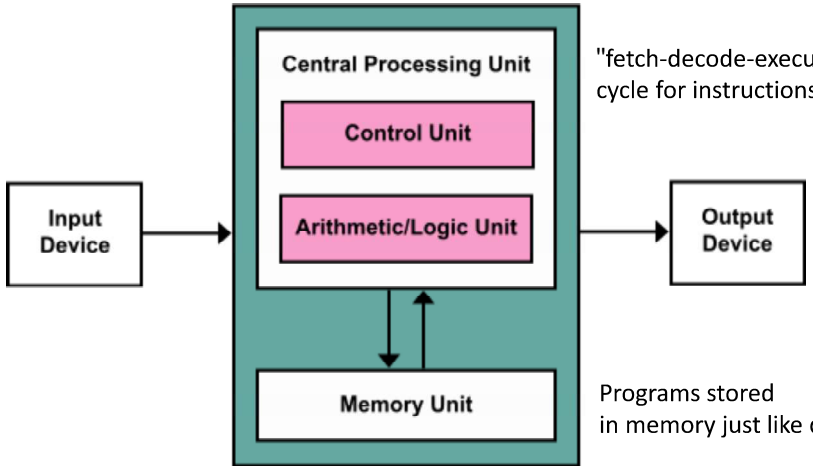


John von Neumann with the IAS computer
https://jdhise.wordpress.com/first-generation-computers/

Brief History of Computing

- History of Computing Machine
- **Von Neumann Architecture**
- Hardware Organization

Von Neumann Architecture

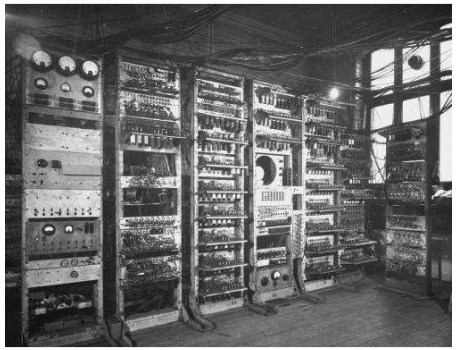


"fetch-decode-execute" cycle for instructions in programs

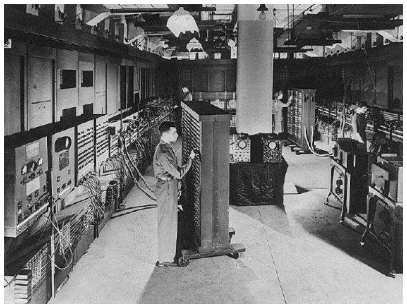
Programs stored in memory just like data

First and Second Generations

- **From Mechanic to Electric**
  - **Vacuum Tube (1st gen) and Transistor (2nd gen)**
  - **Von Neumann Architecture**



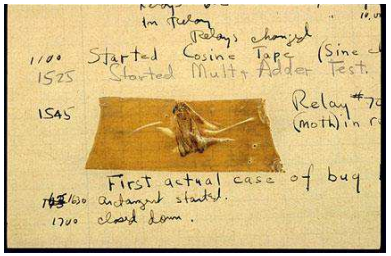
Mark1 (1944)

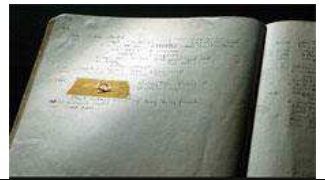


ENIAC (1946)

First Debugging

- **A moth was founded in the Harvard Mark II computer in 1947.**
- **Grace Hopper is credited with popularizing the term "debugging" for fixing computer glitches.**
- **The "Grace Hopper Celebration of Women in Computing" is an annual conference named in her honor.**





Third and Forth Generation

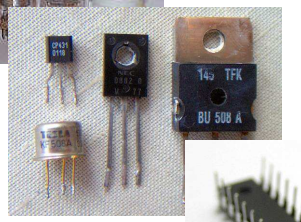
IBM/360 Mainframe (1964)

Apple II (1977) US$1,298

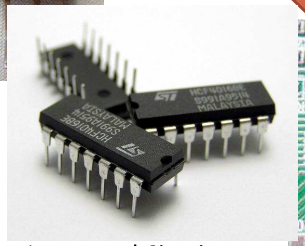
https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_II

Development of Computing Hardware

Vacuum Tube



Transistor



Integrated Circuit

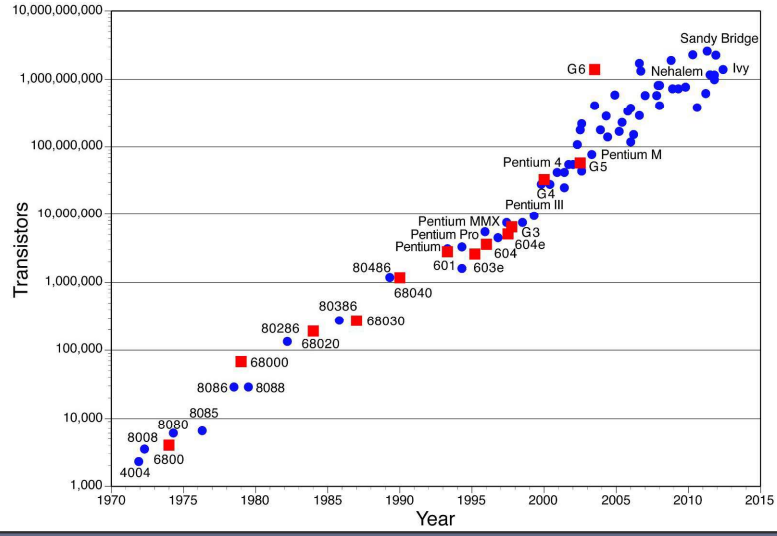
VLSI –Very Large Scale Integration

Higher in Computing Power

Smaller in Size

Moore's Law

- **The number of transistors <u>per square inch</u> on integrated circuits (Computing Power) is doubling in every 18 months.**



Computer System

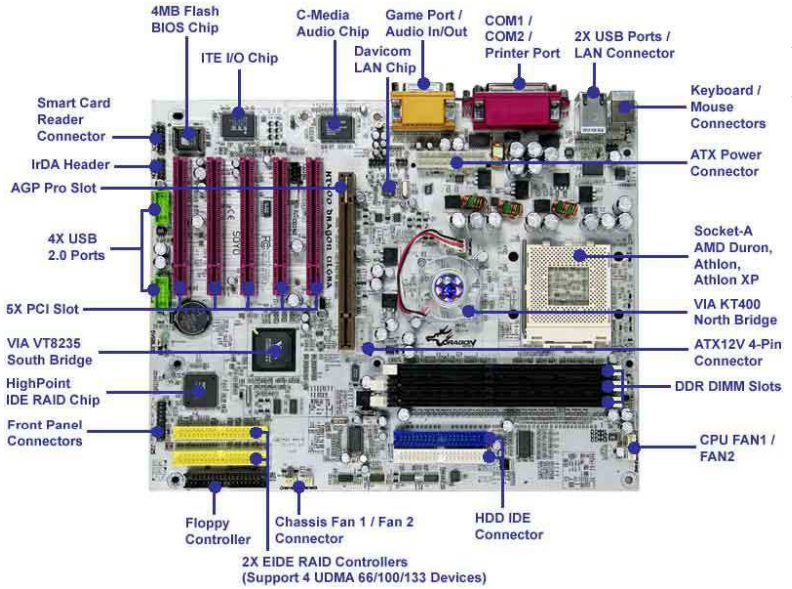
- ระบบคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย **Hardware** และ **Software** ทำงานร่วมกัน
- รายละเอียดในการสร้างระบบ (จาก **Design**) อาจเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัย แต่หลักการจะไม่เปลี่ยน
- คอมพิวเตอร์โดยมากมีโครงสร้างของระบบ **Hardware** และ **Software** ที่คล้ายกัน และทำงานได้คล้ายคลึงกัน
- โปรแกรมเมอร์จำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับ **Computer System** เพื่อ
  - เข้าใจการทำงานของส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกัน
  - เข้าใจผลกระทบของส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ ต่อความถูกต้อง และประสิทธิภาพของโปรแกรมที่เขียน

Brief History of Computing

- History of Computing Machine
- Von Neumann Architecture
- **Hardware Organization**

Hardware Organization in a Typical System

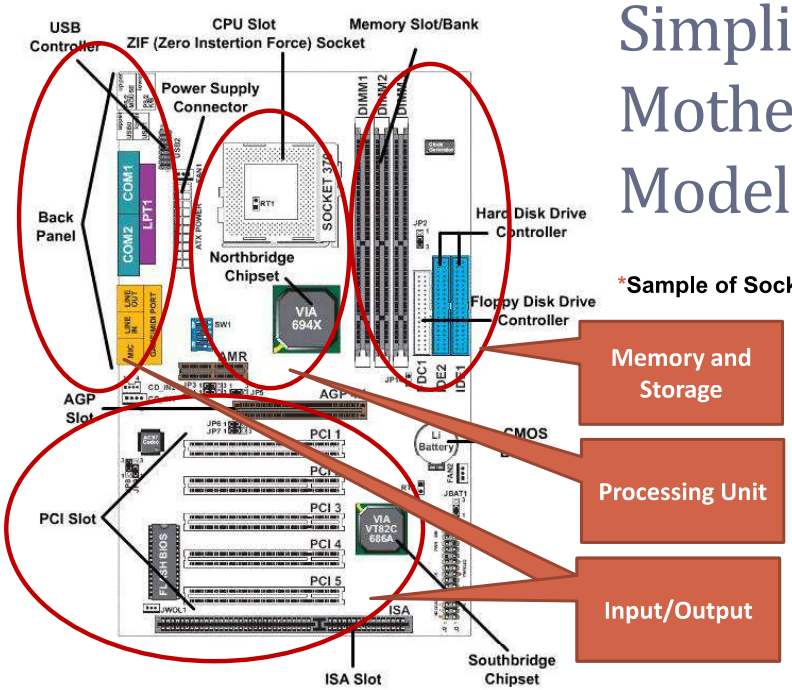
Mainboard/Motherboard



A Sample of AMD Athlon based motherboard.

Image Source:http://www.pchardware.co.uk/siteimages/soyodgondiagram.jpg

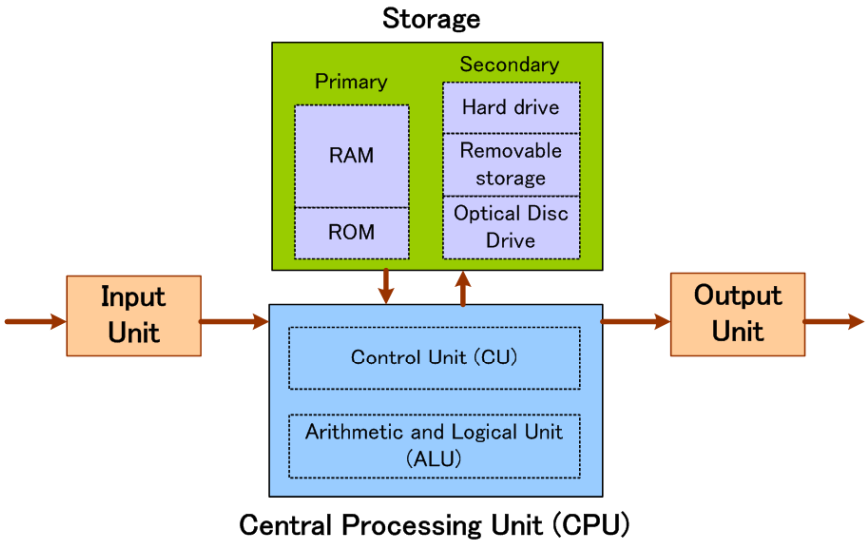
Simplified Motherboard Model*



*Sample of Socket370 CPU Model

Image Source: http://triunfandostereo.org/tag/part-of-motherboard-with-image

Hardware Organization in a Typical System [2]

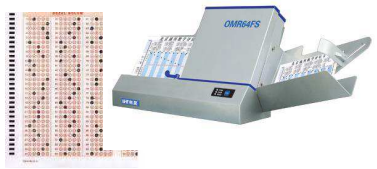


Hardware Organization in a Typical System [3]

- หน่วยรับข้อมูล (Input Unit)
- หน่วยแสดงผล (Output Unit)
- หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)
- หน่วยความจำ (Memory, Storage)
- หน่วยส่งสัญญาณข้อมูล (Buses)

Input/Output

- Input เป็นหน่วยรับข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์
  - Keyboard, Mouse, Barcode Reader, OCR, Scanner, Fingerprint Reader, Smartcard Reader, Microphone, etc.



- Output เป็นหน่วยแสดงผลของการประมวลผลข้อมูลจากคอมพิวเตอร์
  - Monitor, Speaker, Printer, Plotter, etc.

CPU-Central Processing Unit

- ศูนย์กลางการประมวลผลตามชุดคำสั่ง (Instruction set)
- ควบคุมระบบต่าง ๆของคอมพิวเตอร์ให้ทุกหน่วยทำงานสอดคล้องกัน
- ย่อลงบนแผ่นวงจรเล็ก ๆเรียกว่า ชิพ (Chip) หรือ ไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor)
  - วงจรรวม (Integrated Circuit: IC) บางประเภท อาจประกอบด้วยหลาย CPU ในชิพหนึ่งตัว (เรียก IC ดังกล่าวว่า Multi-core Processor)

CPU-Central Processing Unit [2]

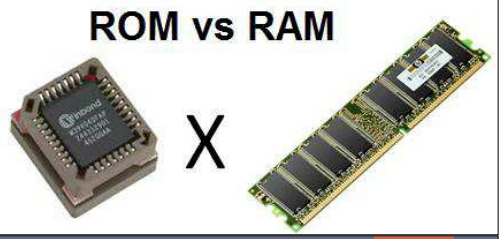
- Control Unit (CU)
  - ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของหน่วยประมวลผล
  - ควบคุมการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่าง Register, ALU และ Memory
- Arithmetic Logic Unit (ALU)
  - ดึงข้อมูลจาก Register เพื่อทำการคำนวณผลหรือเปรียบเทียบ แล้วจึงส่งผลลัพธ์เก็บไว้ใน Register
- Registers
  - หน่วยความจำขนาดเล็ก ใช้เก็บผลลัพธ์แบบชั่วคราวจากการคำนวณใน ALU

Registers

- หน่วยเก็บข้อมูลที่มีความเร็วในการเขียน/อ่าน สูงสุด
- ถือเป็นส่วนหนึ่งของ CPU
- รีจิสเตอร์ที่สำคัญได้แก่
  - Accumulator ใช้ทำคำสั่งเกี่ยวกับการคำนวณ
  - Storage Register เก็บข้อมูลและคำสั่งชั่วคราว
  - Address Register เก็บตำแหน่งของข้อมูลและคำสั่งในหน่วยความจำ
  - General Purpose Register ใช้ช่วยในฟังก์ชันต่าง ๆ
  - Floating-point Register ใช้เก็บตัวแปรแบบ Floating Point
  - Special Purpose Register เช่น Program Counter, Stack Register

Memory

- **Main/Primary Memory** เป็นหน่วยความจำหลักของระบบ ข้อมูลสามารถคงอยู่ได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง (Non-volatile Memories)
- Read-Only Memory (ROM): ถูกโปรแกรมตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต ไม่สามารถเขียนทับได้
  - Programmable ROM (PROM): สามารถเขียนโปรแกรมได้ 1 ครั้ง
  - Erasable PROM (EPROM): สามารถเขียนและลบได้โดยใช้แสง UV หรือ X-Ray



Memory [2]

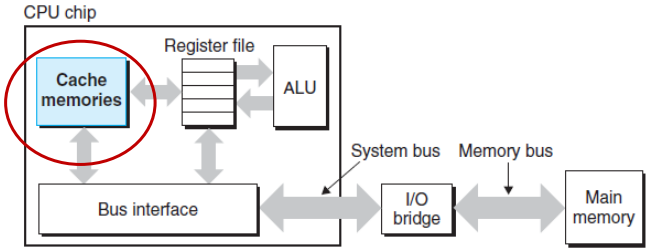
- **RAM:** Random Access Memory หน่วยความจำหลักเขียนและอ่านข้อมูลได้ เก็บข้อมูลได้เฉพาะเวลาที่มีไฟฟ้าเลี้ยง (Volatile Memories)
  - SRAM – Static RAM (Cache)
  - DRAM – Dynamic RAM

Unit of Memory

Unit	Abbr.	Size	
Byte	B	8 bits (8b)	
Kilobyte	KB	1024 B	2^{10} Bytes ≈ 10^3 Bytes
Megabyte	MB	1024 KB	2^{20} Bytes ≈ 10^6 Bytes
Gigabyte	GB	1024 MB	2^{30} Bytes ≈ 10^9 Bytes
Terabyte	TB	1024 GB	2^{40} Bytes ≈ 10^{12} Bytes
Petabyte	PB	1024 TB	2^{50} Bytes ≈ 10^{15} Bytes

Cache

- เป็นหน่วยความจำที่มีความเร็วในการอ่านและเขียนสูง ใช้ทำหน้าที่พักข้อมูล ระหว่าง CPU กับหน่วยความจำหลัก
- ในบางสถาปัตยกรรมจะมีการออกแบบเป็นระดับชั้นของ Cache เช่น L1Cache, L2Cache, L3Cache ตามลำดับความเร็วในการอ่าน/เขียนข้อมูล



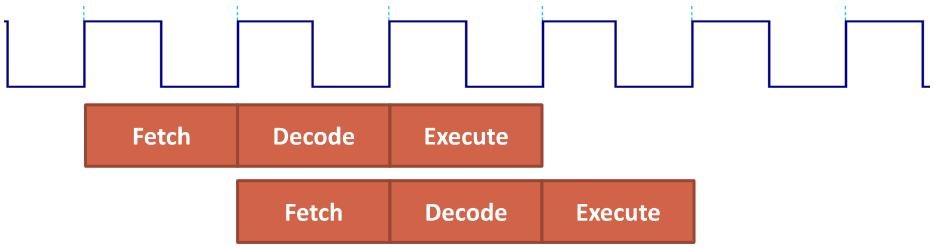
Load-Store (Fetch-Execute) Architecture

- เป็นลักษณะการทำงานร่วมกันระหว่าง CPU และ Memory ในการประมวลผลโปรแกรม
- โปรแกรมและข้อมูล จะถูกเก็บไว้ใน Memory และมีการเรียกอ่านขึ้นมาประมวลผลทีละคำสั่ง
- ทำการ Load ข้อมูลเก็บไว้ใน Register โดยตรงและให้ CPU ทำการประมวลผลจากนั้นค่อย Store เก็บไว้ใน Memory

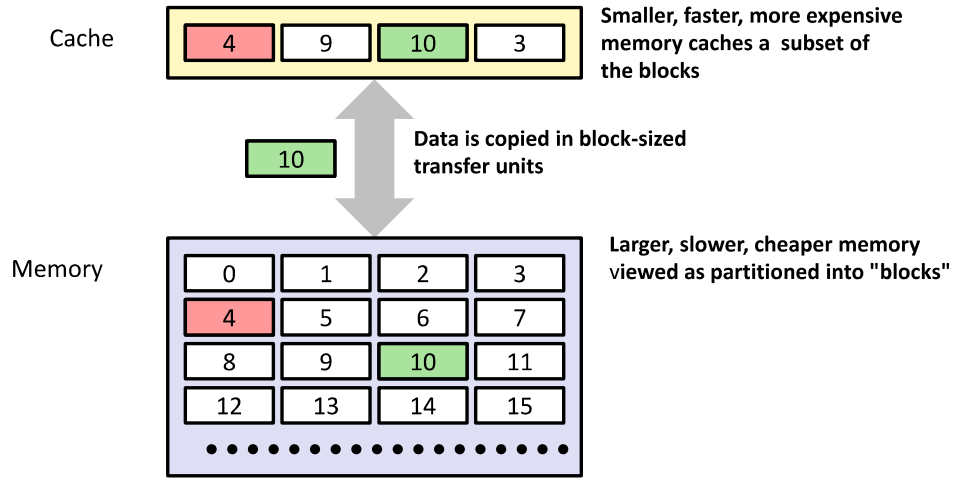
*Computer Architecture and Organization: An Integrated Approach, 1st Edition, 2007 **Computer Systems: A Programmer's Perspective, 2nd Edition

Load-Store (Fetch-Execute) Architecture

- มีขั้นตอนในการทำงานกำหนดโดยรอบสัญญาณนาฬิกา (Clock Cycle) เรียงลำดับ ดังนี้
  - Fetch – ทำการอ่านคำสั่ง ณ ตำแหน่ง Program counter
  - Decode – แปลความหมายของคำสั่งที่อ่านขึ้นมา
  - Execute – ทำการประมวลผลคำสั่ง



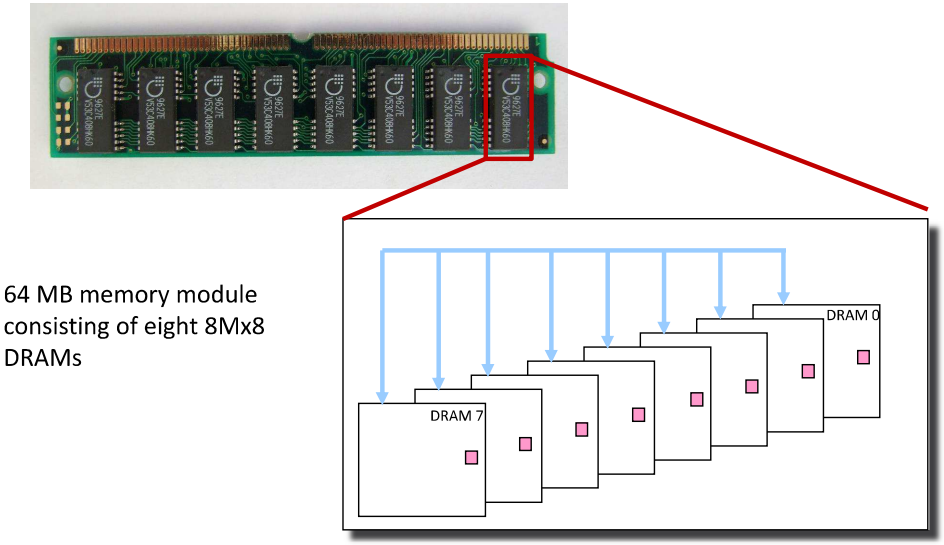
General Cache Concept



Dynamic Random-Access Memory (DRAM)

- เป็นหน่วยความจำที่อยู่ในรูปแบบชิพเซต
- มีลักษณะการอ้างถึงในรูปแบบ **Cell**
- จัดเรียงเป็นชิพเซตซ้อนกัน (เรียงแถว)
  - ในการอ้างถึงตำแหน่งใน **DRAM** จะใช้แบบสองมิติ **(rows and columns)**
- **Value must be refreshed every 10-100 ms**

DRAMs Addressing



64 MB memory module consisting of eight 8Mx8 DRAMs

Secondary Storage

- **Secondary Storage** ใช้เก็บข้อมูลทั่ว ๆไป ข้อมูลไม่หายเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง **(Non Volatile)** แบ่งตามลักษณะของวิธีการเก็บข้อมูลได้ดังนี้
  - **Solid State**
  - **Magnetic**
  - **Optical**
- **Virtual Memory** เป็นการใช้พื้นที่ของ **Secondary Storage** มาเป็นส่วนขยายของหน่วยความจำหลักของระบบ

What's Inside A Disk Drive?

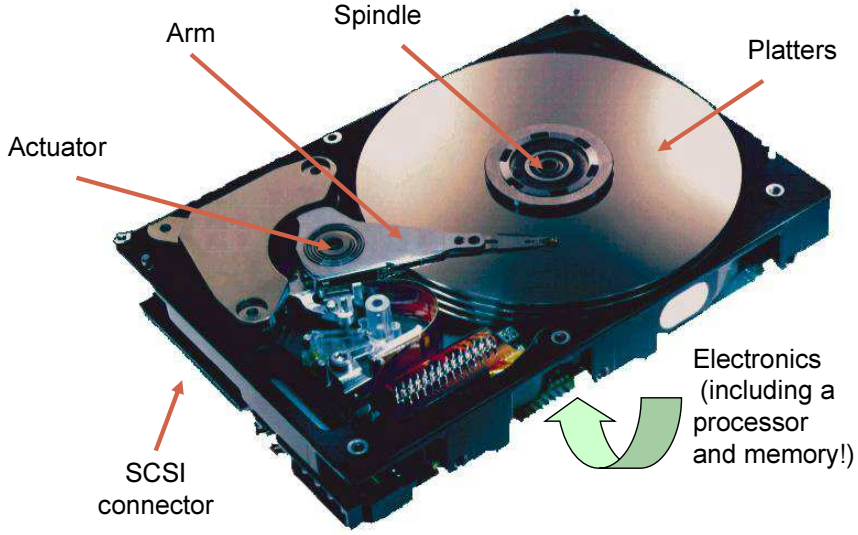
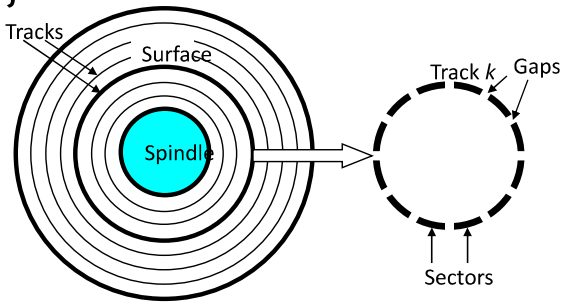


Image courtesy of Seagate Technology

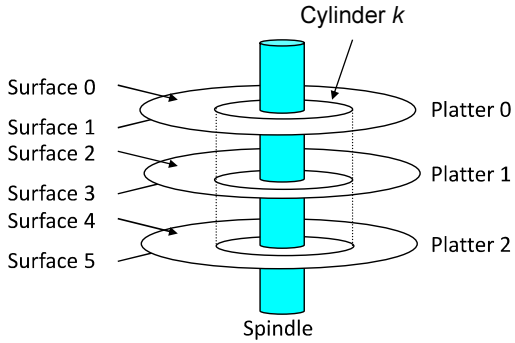
Disk Geometry

- **Disks ประกอบด้วยแผ่น Platter โดยจะบันทึกได้สองด้าน (Surface)**
- **แต่ละด้านจะมีวงแหวนเรียงตัวอยู่เรียกว่า Track**
- **และในแต่ละ Track จะมีหน่วยย่อยสุดเรียกว่า Sector เป็นส่วนเก็บข้อมูลเป็นส่วน ๆ**



Disk Geometry (Muliple-Platter View)

- **Aligned tracks form a cylinder.**



Capacity = (# bytes/sector) x (avg. # sectors/track) x (# tracks/surface) x (# surfaces/platter) x (# platters/disk)

Computing Disk Capacity

Example:

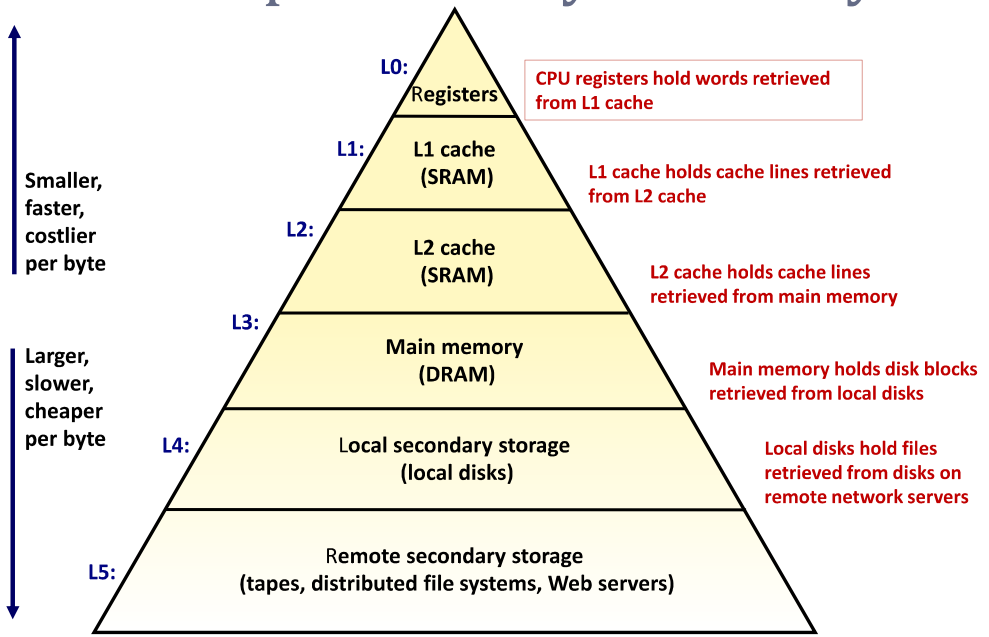
- **512 bytes/sector**
- **300 sectors/track (on average)**
- **20,000 tracks/surface**
- **2 surfaces/platter**
- **5 platters/disk**

Capacity = 512 x 300 x 20000 x 2 x 5

= 30,720,000,000

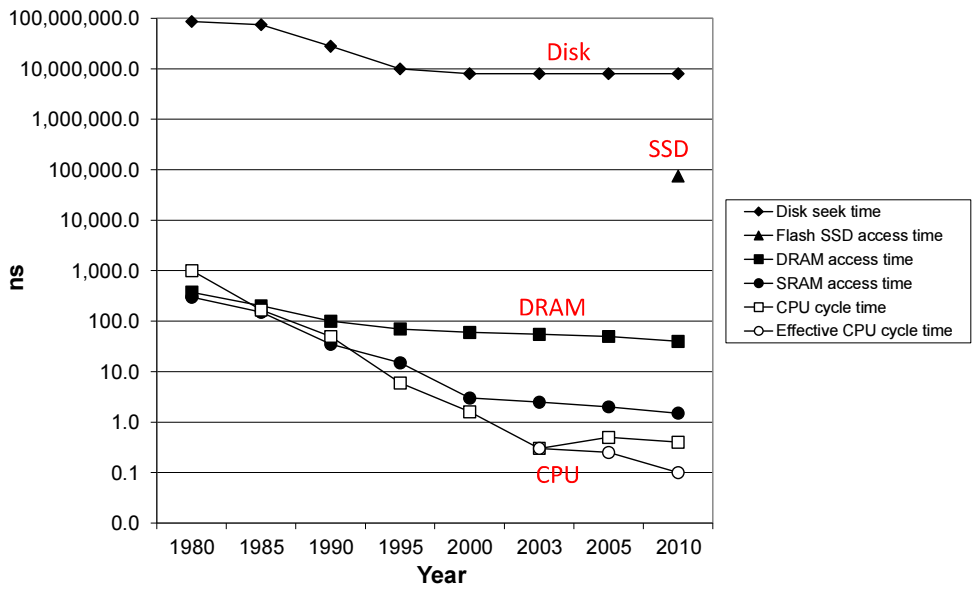
= 30.72 GB

An Example Memory Hierarchy



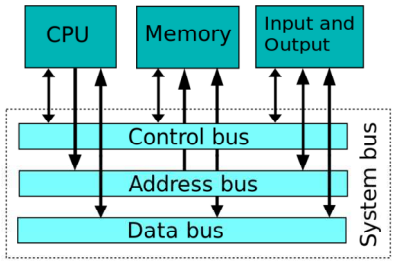
The CPU-Memory Gap

The gap widens between DRAM, disk, and CPU speeds.



System Buses

- เป็นตัวเชื่อมระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆที่ทำงานร่วมกันในระบบ ใช้เพื่อส่งข้อมูลในรูปแบบ **Fixed-size chunk** ในหน่วย **word (1 word = 4 bytes (32bit) or 8 bytes (64bit))**
- **System Buses** ประกอบด้วย
  - **Control Bus** ใช้ส่งสัญญาณควบคุม
  - **Address Bus** ใช้ส่งข้อมูลตำแหน่ง
  - ในหน่วยความจำ
  - **Data Bus** ใช้ส่งข้อมูลต่าง ๆ



Summary

- **History of Computing – calculation machine**
  - **from mechanical equipment to electronics**
- **Von Neumann Architecture**
  - **Separate memory and processing unit**
- **Hardware Organization**
  - **Input / Output / Memory / Processing Unit / Buses**

References

- **R. Bryant and D. O'Hallaron, *Computer Systems: A Programmer's Perspective*, 2nd Edition, Prentice Hall, 2011**
- **M. Murdocca and V. Heuring, *Computer Architecture and Organization: An Integrated Approach*, 1st Edition, 2007**