

# เทคโนโลยีแพลตฟอร์มคอมพิวเตอร์

## Computer Platform Technology

# บทที่ 1

## บทนำ

### ภาพรวมในการศึกษา

#### ทำไมต้องศึกษองค์ประกอบและสถาปัตยกรรมของคอมพิวเตอร์?

1. เพื่อการออกแบบโปรแกรมที่ดีขึ้น รวมถึงซอฟต์แวร์ระบบต่าง ๆ เช่น ตัวแปลภาษา ระบบปฏิบัติการ (Operating Systems) และตัวขับอุปกรณ์ต่าง ๆ (Device Drivers)
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงาน (Benchmark) ของระบบคอมพิวเตอร์ได้
4. เพื่อให้เข้าใจและให้ความสำคัญเกี่ยวกับการใช้เวลา และพื้นที่จัดเก็บข้อมูลในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์

### วัตถุประสงค์

1. อธิบายความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ (Computer organization) กับสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ (Computer architecture) ได้
2. อธิบายหน่วยวัดต่าง ๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ได้
3. อธิบายวิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์ได้
4. อธิบายระบบการทำงานแต่ละเลเยอร์ของคอมพิวเตอร์ได้
5. อธิบายสถาปัตยกรรมของ ฟอน นอยมันน์ (von Neumann) และฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานของแต่ละองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ได้

### ความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์และสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์

- องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ (Computer organization)
  - ครอบคลุมทุกส่วนทางด้านกายภาพของระบบคอมพิวเตอร์ เช่น วงจร การควบคุมสัญญาณ ประเภทหน่วยความจำ เป็นต้น
  - มองในแง่มุมมองการทำงานว่า คอมพิวเตอร์ทำงานอย่างไร?
- สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ (Computer architecture)
  - จะเกี่ยวกับการสร้างและใช้งานคอมพิวเตอร์ในมุมมองของนักเขียนโปรแกรม เช่น ชุดคำสั่ง รูปแบบคำสั่ง ชนิดข้อมูล การอ้างอิงแอดเดรส
  - มองในแง่มุมมองการออกแบบว่า จะออกแบบคอมพิวเตอร์อย่างไร?

## ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์

พิจารณาในระดับพื้นฐานที่สุด คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย 3 ส่วน

1. โปรเซสเซอร์ (Processor) หรือหน่วยประมวลผล สำหรับแปลและสั่งให้โปรแกรมทำงาน (Execute programs)
2. เมมโมรี (Memory) หรือหน่วยความจำ สำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูล
3. กลไกในการถ่ายโอนข้อมูลกับภายนอก

5

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

การวัดความจุ และความเร็ว (Measures of capacity and speed)

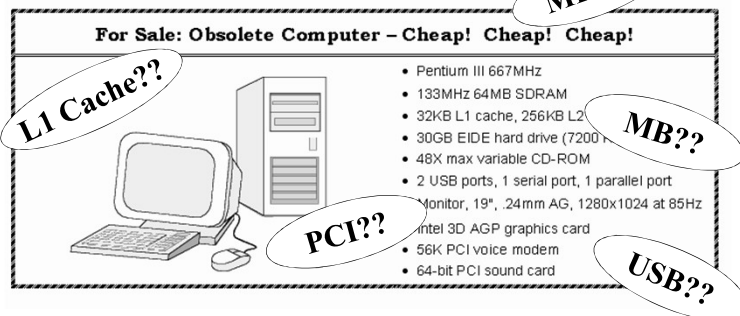
- Kilo- (K) = 1 พัน (thousand) =  $10^3$  and  $2^{10}$
- Mega- (M) = 1 ล้าน (million) =  $10^6$  and  $2^{20}$
- Giga- (G) = 1 พันล้าน (billion) =  $10^9$  and  $2^{30}$
- Tera- (T) = 1 ล้านล้าน (trillion) =  $10^{12}$  and  $2^{40}$
- Peta- (P) = 1 ล้านล้านล้าน (quadrillion) =  $10^{15}$  and  $2^{50}$

การใช้หน่วยวัดเป็นสิบยกกำลัง หรือสองยกกำลังนั้น โดยทั่วไปแล้วจะขึ้นอยู่กับว่าจะวัดอะไร

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

พิจารณาโฆษณาต่อไปนี้:

**For Sale: Obsolete Computer – Cheap! Cheap! Cheap!**



**Specifications:**

- Pentium III 667MHz
- 133MHz 64MB SDRAM
- 32KB L1 cache, 256KB L2
- 30GB EIDE hard drive (7200)
- 48X max variable CD-ROM
- 2 USB ports, 1 serial port, 1 parallel port
- Monitor, 19", .24mm AG, 1280x1024 at 85Hz
- Intel 3D AGP graphics card
- 56K PCI voice modem
- 64-bit PCI sound card

**Callouts:**

- L1 Cache??
- MHz??
- MB??
- PCI??
- USB??

*What does it all mean??*

6

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

- Hertz = รอบสัญญาณไฟฟ้าต่อวินาที (clock cycles per second) หรือหน่วยวัดความถี่ (frequency)
  - 1 MHz = 1,000,000 Hz
  - ความเร็วของโปรเซสเซอร์ มีหน่วยวัดเป็น MHz หรือ GHz.
- Byte = หน่วยในการจัดเก็บ
  - 1 KB =  $2^{10}$  = 1024 Bytes
  - 1 MB =  $2^{20}$  = 1,048,576 Bytes
  - หน่วยความจำหลัก (RAM) มีหน่วยวัดความจุเป็น MB หรือ GB
  - ดิสก์เก็บข้อมูล มีหน่วยวัดความจุเป็น GB หรือ TB.

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

### หน่วยวัดเวลา และพื้นที่

- Milli- (m) = 1 thousandth =  $10^{-3}$
- Micro- ( $\mu$ ) = 1 millionth =  $10^{-6}$
- Nano- (n) = 1 billionth =  $10^{-9}$
- Pico- (p) = 1 trillionth =  $10^{-12}$
- Femto- (f) = 1 quadrillionth =  $10^{-15}$

9

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

- รอบเวลาคือส่วนกลับของความถี่ของสัญญาณนาฬิกา
- บัสทำงานที่ความเร็ว 133 MHz มีรอบเวลาเท่ากับ 7.52 นาโนวินาที (nanoseconds)

133,000,000 รอบ/วินาที = 7.52ns/รอบ

Now back to the advertisement ...

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

- Millisecond = 1 thousandth of a second
  - ฮาร์ดดิสก์มักจะมีเวลาในการเข้าถึงข้อมูล 10 ถึง 20 มิลลิวินาที (Hard disk drive access times are often 10 to 20 milliseconds)
- Nanosecond = 1 billionth of a second
  - หน่วยความจำหลักมักจะมีเวลาในการเข้าถึงข้อมูล 50 ถึง 70 นาโนวินาที (Main memory access times are often 50 to 70 nanoseconds)
- Micron (micrometer) = 1 millionth of a meter
  - ชิปวงจรต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์มีหน่วยวัดเป็นไมครอน (Circuits on computer chips are measured in microns)

10

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

The microprocessor is the “brain” of the system. It executes program instructions. This one is a Pentium III (Intel) running at 667MHz.

er - Cheap! Cheap! Cheap!

- Pentium III 667MHz
- 133MHz 64MB SDRAM
- 32KB L1 cache, 256KB L2 cache
- 3.0GB EIDE hard drive (7200 RPM)
- 48X max variable CD-ROM
- 2 USB ports, 1 serial port, 1 parallel port
- Monitor, 19" 24mm AG, 1280x1024

A system bus moves data within the computer. The faster the bus the better. This one runs at 133MHz.

12

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

- คอมพิวเตอร์ที่มีความจุของหน่วยความจำหลักขนาดใหญ่จะสามารถรันโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ด้วยความเร็วที่สูงกว่าคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำหลักขนาดเล็ก
- RAM ย่อมาจาก *Random Access Memory*. Random Access หมายความว่า ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำสามารถเข้าถึงได้โดยตรงถ้ารู้ตำแหน่งที่จัดเก็บ
- Cache เป็นหน่วยความจำประเภทเก็บข้อมูลชั่วคราวที่ทำงานเร็วกว่า RAM.

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

Hard disk capacity determines the amount of data and size of programs you can store.

This one can store 30GB. 7200 RPM is the rotational speed of the disk. Generally, the faster a disk rotates, the faster it can deliver data to RAM. (There are many other factors involved.)

**Cheap! Cheap! Cheap!**

- Pentium III 667MHz
- 133MHz 64MB SDRAM
- 32KB L1 cache, 256KB L2 cache
- 30GB EIDE hard drive (7200 RPM)
- 48X max variable CD-ROM
- 2 USB ports, 1 serial port, 1 parallel port
- Monitor, 19", 24mm AG, 1280x1024 a

15

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

This system has 64MB of (fast) synchronous dynamic RAM (SDRAM) ...

... and two levels of cache memory, the level 1 (L1) cache is smaller and (probably) faster than the L2 cache. Note that these cache sizes are measured in KB.

**Cheap! Cheap! Cheap!**

- Pentium III 667MHz
- 133MHz 64MB SDRAM
- 32KB L1 cache, 256KB L2 cache
- 30GB EIDE hard drive (7200 RPM)
- 48X max variable CD-ROM
- 2 USB ports, 1 serial port, 1 parallel port
- Monitor, 19", 24mm AG, 1280x1024 a

14

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

EIDE stands for *enhanced integrated drive electronics*, which describes how the hard disk interfaces with (or connects to) other system components.

A CD-ROM can store about 650MB of data, making it an ideal medium for distribution of commercial software packages. 48x describes its speed.

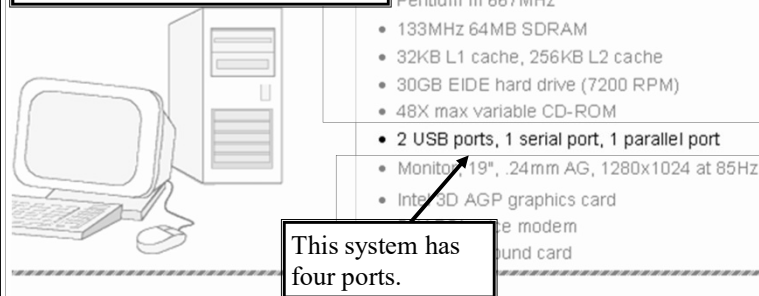
**Cheap! Cheap! Cheap!**

- Pentium III 667MHz
- 133MHz 64MB SDRAM
- 32KB L1 cache, 256KB L2 cache
- 30GB EIDE hard drive (7200 RPM)
- 48X max variable CD-ROM
- 2 USB ports, 1 serial port, 1 parallel port
- Monitor, 19", 24mm AG, 1280x1024 a

16

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

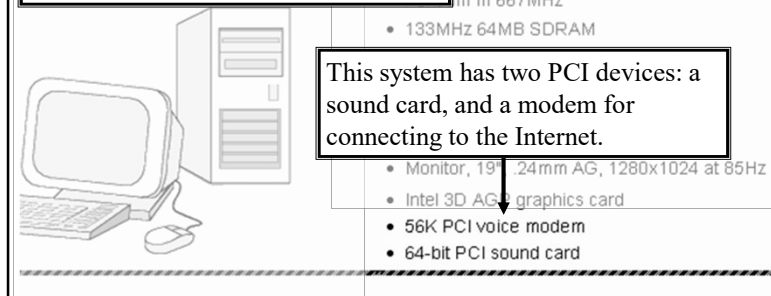
Ports allow movement of data between a system and its external devices.



17

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

System buses can be augmented by dedicated I/O buses. PCI, *peripheral component interface*, is one such bus.



19

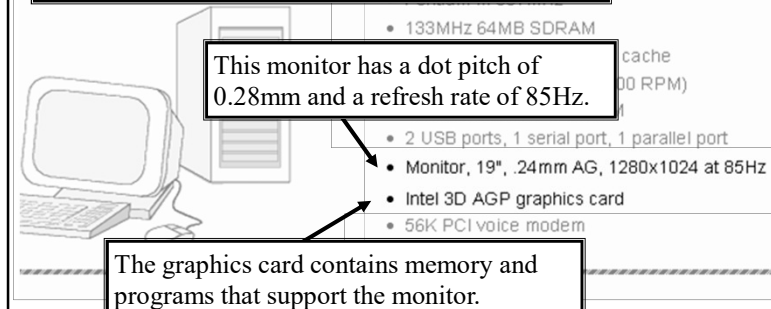
## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

- พอร์ตอนุกรม (Serial ports) จะส่งข้อมูลเป็นชุดของพัลส์บนสายส่งสัญญาณ 1 หรือ 2 เส้น
- พอร์ตขนาน (Parallel ports) จะส่งข้อมูลเป็นชุดของพัลส์บนสายส่งสัญญาณอย่างน้อย 8 เส้น
- USB (Universal Serial Bus) เป็นการเชื่อมต่อแบบอนุกรมอัจฉริยะที่สามารถตั้งค่าการทำงานได้ด้วยตัวเอง สนับสนุนการทำงานแบบ “plug and play”

18

## ตัวอย่างรายละเอียดของคอมพิวเตอร์

The number of times per second that the image on the monitor is repainted is its *refresh rate*. The *dot pitch* of a monitor tells us how clear the image is.



20

## องค์กรมาตรฐานสากล

### Standards Organizations

- The Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)
  - กำกับ ดูแลกลุ่มที่สนใจพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า
  - สร้างมาตรฐานสำหรับส่วนประกอบคอมพิวเตอร์ การแทนข้อมูล และรูปแบบการส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ

21

## องค์กรมาตรฐานสากล

### Standards Organizations

- The International Organization for Standardization (ISO)
  - สร้างมาตรฐานต่าง ๆ ทั่วโลก
  - กำหนดมาตรฐานสำหรับฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ รวมถึงมาตรฐานการผลิตของโรงงาน

Note: ISO is **not** an acronym. ISO comes from the Greek, *isos*, meaning “equal.”

23

## องค์กรมาตรฐานสากล

### Standards Organizations

- The International Telecommunications Union (ITU)
  - กำกับ ดูแลเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันของระบบโทรคมนาคม รวมถึงการสื่อสารข้อมูล และโทรศัพท์
- มีสมาชิกเป็นกลุ่มองค์กรที่กำหนดมาตรฐานของแต่ละประเทศ เช่น
  - The American National Standards Institute (ANSI)
  - The British Standards Institution (BSI)

22

## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

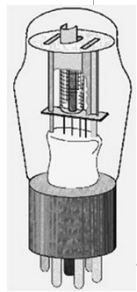
- ยุคที่ 0: เครื่องจักรคำนวณ (1642 - 1945)
  - Calculating Clock - Wilhelm Schickard (1592 - 1635).
  - Pascaline - Blaise Pascal (1623 - 1662).
  - Difference Engine - Charles Babbage (1791 - 1871), also designed but never built the Analytical Engine.
  - Punched card tabulating machines - Herman Hollerith (1860 - 1929).

Hollerith cards were commonly used for computer input well into the 1970s.

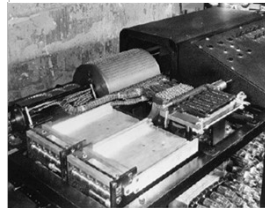
24

## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

- ยุคที่ 1: คอมพิวเตอร์ที่ใช้หลอดสุญญากาศ (1945 - 1953)



- Atanasoff Berry Computer (1937 - 1938) solved systems of linear equations.
- John Atanasoff and Clifford Berry of Iowa State University.



25

## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

- ยุคที่ 1: คอมพิวเตอร์ที่ใช้หลอดสุญญากาศ (1945 - 1953)

- IBM 650 (1955)
- Phased out in 1969.



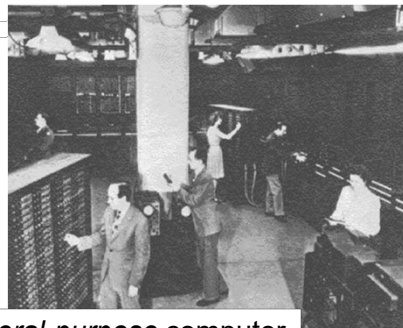
The first *mass-produced* computer.

27

## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

- ยุคที่ 1: คอมพิวเตอร์ที่ใช้หลอดสุญญากาศ (1945 - 1953)

- Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC)
- John Mauchly and J. Presper Eckert
- University of Pennsylvania, 1946



The first *general-purpose* computer.

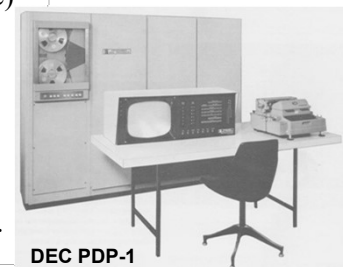
26

## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

- ยุคที่ 2: คอมพิวเตอร์ที่ใช้วงจรรานซิสเตอร์ (1954 - 1965)



- IBM 7094 (scientific) and 1401 (business)
- Digital Equipment Corporation (DEC) PDP-1
- Univac 1100
- ... and many others.



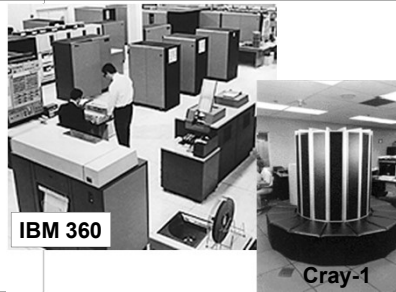
DEC PDP-1

28

## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

### • ยุคที่ 3: คอมพิวเตอร์ที่ใช้ไอซี (1965 - 1980)

- IBM 360
- DEC PDP-8 and PDP-11
- Cray-1 supercomputer
- . . . and many others.



29

## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

- Moore's Law (1965)
  - Gordon Moore, Intel founder
  - “The density of transistors in an integrated circuit will double every year.”
- Contemporary version:
  - “The density of silicon chips doubles every 18 months.”

**But this “law” cannot hold forever ...**

31

## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

### • ยุคที่ 4: คอมพิวเตอร์ที่ใช้วงจรร VLSI (1980 - ????)

- Very large scale integrated circuits (VLSI) have more than 10,000 components per chip.
- Enabled the creation of microprocessors.
- The first was the 4-bit Intel 4004.



Later versions, such as the 8080, 8086, and 8088 spawned the idea of “personal computing.”

30

## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

- Rock's Law
  - Arthur Rock, Intel financier
  - “The cost of capital equipment to build semiconductors will double every four years.”
  - In 1968, a new chip plant cost about \$12,000.

**At the time, \$12,000 would buy a nice home in the suburbs.**

**An executive earning \$12,000 per year was “making a very comfortable living.”**

32



## วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

- Rock's Law

- In 2003, a chip plants under construction will cost over \$2.5 billion.

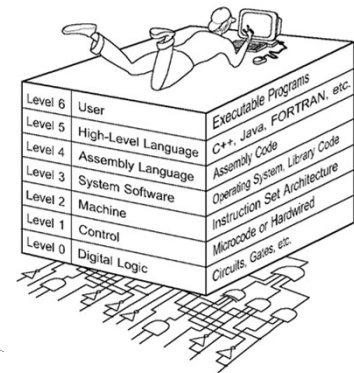
**\$2.5 billion is more than the gross domestic product of some small countries, including Belize, Bhutan, and the Republic of Sierra Leone.**

- For Moore's Law to hold, Rock's Law must fall, or vice versa. But no one can say which will give out first.

33

## การแบ่งชั้นการทำงานในระบบคอมพิวเตอร์

- แต่ละชั้นมีหน้าที่การทำงานเฉพาะของตัวเอง โดยอาจเรียกใช้งานชั้นที่อยู่ระดับล่างลงไป
- สุดท้ายจะเป็นการทำงานในระดับฮาร์ดแวร์



35

## การแบ่งชั้นการทำงานในระบบคอมพิวเตอร์

- คอมพิวเตอร์มีส่วนประกอบจำนวนมาก
- การทำงานของคอมพิวเตอร์ต้องอาศัยซอฟต์แวร์
- การเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนจำเป็นต้องมีการเขียนโปรแกรมแบบแบ่งงานออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อให้การแก้ปัญหาทำได้ง่าย และแต่ละส่วนจะแก้ปัญหาที่มีขนาดเล็กลง
- ระบบคอมพิวเตอร์ที่ซับซ้อนจะใช้เทคนิคการสร้างคล้ายกับการเขียนซอฟต์แวร์โดยมีแนวคิดการทำงานแบ่งเป็นชั้นต่าง ๆ

34

## การแบ่งชั้นการทำงานในระบบคอมพิวเตอร์

- Level 6: The User Level
  - Program execution and user interface level.
  - The level with which we are most familiar.
- Level 5: High-Level Language Level
  - The level with which we interact when we write programs in languages such as C, Pascal, Lisp, and Java.

36

## การแบ่งชั้นการทำงานในระบบคอมพิวเตอร์

- Level 4: Assembly Language Level
  - Acts upon assembly language produced from Level 5, as well as instructions programmed directly at this level.
- Level 3: System Software Level
  - Controls executing processes on the system.
  - Protects system resources.
  - Assembly language instructions often pass through Level 3 without modification.

37

## การแบ่งชั้นการทำงานในระบบคอมพิวเตอร์

- Level 1: Control Level
  - A *control unit* decodes and executes instructions and moves data through the system.
  - Control units can be *microprogrammed* or *hardwired*.
  - A microprogram is a program written in a low-level language that is implemented by the hardware.
  - Hardwired control units consist of hardware that directly executes machine instructions.

39

## การแบ่งชั้นการทำงานในระบบคอมพิวเตอร์

- Level 2: Machine Level
  - Also known as the Instruction Set Architecture (ISA) Level.
  - Consists of instructions that are particular to the architecture of the machine.
  - Programs written in machine language need no compilers, interpreters, or assemblers.

38

## การแบ่งชั้นการทำงานในระบบคอมพิวเตอร์

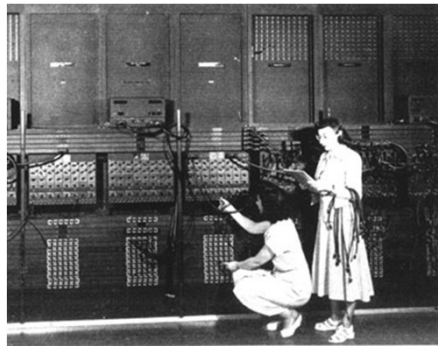
- Level 0: Digital Logic Level
  - This level is where we find digital circuits (the chips).
  - Digital circuits consist of gates and wires.
  - These components implement the mathematical logic of all other levels.

40

## ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### The von Neumann Model

- On the ENIAC, all programming was done at the digital logic level.
- Programming the computer involved moving plugs and wires.



41

## ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### The von Neumann Model

- Today's stored-program computers have the following characteristics:
  - Three hardware systems:
    - A central processing unit (CPU)
    - A main memory system
    - An I/O system
  - The capacity to carry out sequential instruction processing.
  - A single data path between the CPU and main memory.
    - This single path is known as the *von Neumann bottleneck*.

43

## ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### The von Neumann Model

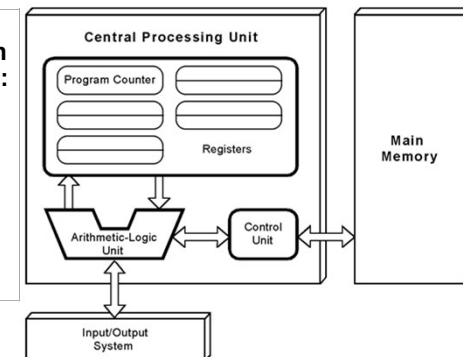
- Inventors of the ENIAC, John Mauchley and J. Presper Eckert, conceived of a computer that could store instructions in memory.
- The invention of this idea has since been ascribed to a mathematician, John von Neumann, who was a contemporary of Mauchley and Eckert.
- Stored-program computers have become known as von Neumann Architecture systems.

42

## ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### The von Neumann Model

- This is a general depiction of a von Neumann system:
- These computers employ a fetch-decode-execute cycle to run programs as follows . . .

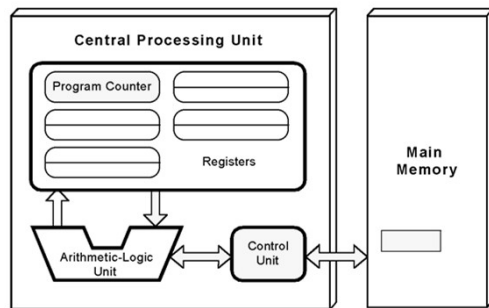


44

## ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### The von Neumann Model

- The control unit fetches the next instruction from memory using the program counter to determine where the instruction is located.

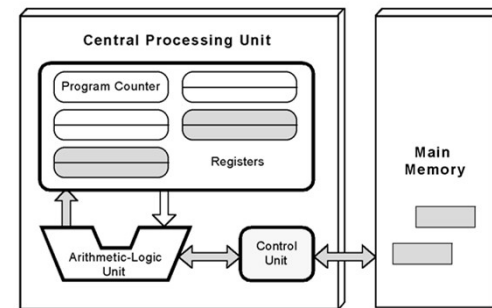


45

## ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### The von Neumann Model

- Any data operands required to execute the instruction are fetched from memory and placed into registers within the CPU.

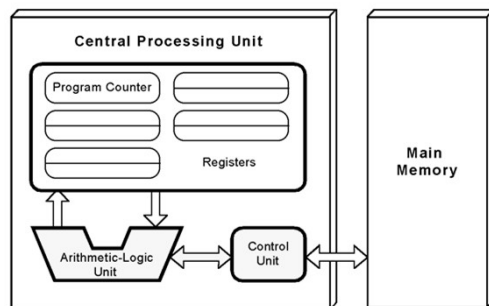


47

## ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### The von Neumann Model

- The instruction is decoded into a language that the ALU can understand.

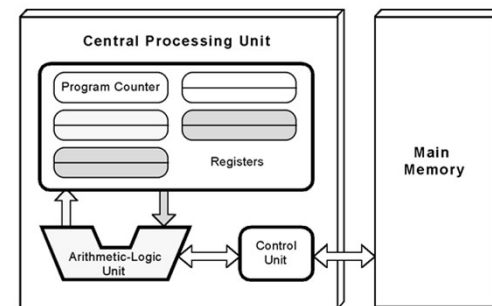


46

## ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### The von Neumann Model

- The ALU executes the instruction and places results in registers or memory.



48

## นอน-ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### Non-von Neumann Models

- Conventional stored-program computers have undergone many incremental improvements over the years.
- These improvements include adding specialized buses, floating-point units, and cache memories, to name only a few.
- But enormous improvements in computational power require departure from the classic von Neumann architecture.
- Adding processors is one approach.

49

## นอน-ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### Non-von Neumann Models

- Parallel processing is only one method of providing increased computational power.
- More radical systems have reinvented the fundamental concepts of computation.
- These advanced systems include genetic computers, quantum computers, and dataflow systems.
- At this point, it is unclear whether any of these systems will provide the basis for the next generation of computers.

51

## นอน-ฟอน นอยมันน์ โมเดล

### Non-von Neumann Models

- In the late 1960s, high-performance computer systems were equipped with dual processors to increase computational throughput.
- In the 1970s supercomputer systems were introduced with 32 processors.
- Supercomputers with 1,000 processors were built in the 1980s.
- In 1999, IBM announced its Blue Gene system containing over 1 million processors.

50

## Conclusion

- This chapter has given you an overview of the subject of computer architecture.
- You should now be sufficiently familiar with general system structure to guide your studies throughout the remainder of this course.
- Subsequent chapters will explore many of these topics in great detail.

52