

เอกสารประกอบการสอน

หลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์

1. บทนำ

ระบบคอมพิวเตอร์ (Computer System) เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล (Data Processing System) โดยใช้หลักการทางไฟฟ้าและตรรกศาสตร์ดิจิทัลเป็นพื้นฐาน ข้อมูลทุกชนิดจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลในรูปแบบเลขฐานสอง (Binary System) เพื่อให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์สามารถประมวลผลได้ (Stallings, 2019)

การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ไม่ใช่เพียงการคำนวณ แต่รวมถึงการ “ควบคุม (Control) การสื่อสาร (Communication) และการจัดเก็บข้อมูล (Storage)” ซึ่งทำงานประสานกันผ่านสถาปัตยกรรมระบบคอมพิวเตอร์ เช่น Von Neumann Architecture

2. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ฮาร์ดแวร์เป็นองค์ประกอบที่เป็นกายภาพของระบบ ซึ่งทำงานโดยอาศัยกระแสไฟฟ้าและสัญญาณดิจิทัล

2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

CPU ทำหน้าที่เป็น “สมองของคอมพิวเตอร์” โดยมีการทำงานเป็นวัฏจักรเรียกว่า **Instruction Cycle**

(1) Fetch

CPU ใช้ Program Counter (PC) ชี้ตำแหน่งของคำสั่งในหน่วยความจำ แล้วดึงคำสั่งเข้าสู่ Instruction Register

(2) Decode

Control Unit แปลคำสั่งเป็นสัญญาณควบคุม เช่น การเลือก ALU operation

(3) Execute

ALU จะดำเนินการ เช่น บวก ลบ เปรียบเทียบ หรือย้ายข้อมูล

 จุดสำคัญเชิงลึก:

- การทำงานแต่ละรอบถูกกำหนดด้วย **Clock Cycle**
 - CPU สมัยใหม่ใช้ **Pipeline** เพื่อซ้อนขั้นตอนการทำงานหลายคำสั่ง
-

2.2 รีจิสเตอร์ (Registers)

Registers เป็นหน่วยความจำที่เร็วที่สุดในระบบ ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราว เช่น

- Accumulator
- Program Counter
- Instruction Register

 หน้าที่สำคัญ: ลดเวลาการเข้าถึงข้อมูลจาก RAM

2.3 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต

ระบบ I/O ต้องมี **Controller** เพื่อควบคุมการสื่อสาร เช่น DMA Controller

 แนวคิดสำคัญ:

- Interrupt-driven I/O
 - Polling
 - Direct Memory Access (DMA)
-

3. ซอฟต์แวร์ (Software)

ซอฟต์แวร์ทำหน้าที่ “ควบคุมลำดับการทำงานของฮาร์ดแวร์”

3.1 ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

ทำหน้าที่เป็น Resource Manager เช่น

- CPU Scheduling
- Memory Management
- File System

 เชิงลึก:

OS ใช้ Kernel Mode และ User Mode เพื่อควบคุมสิทธิ์การเข้าถึง

3.2 ซอฟต์แวร์ประยุกต์

ทำงานบน OS โดยเรียกใช้ System Calls เช่น

- การเปิดไฟล์
 - การจัดการเครือข่าย
-

4. ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor)

ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นวงจรรวมที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์จำนวนหลายล้านถึงพันล้านตัว

โครงสร้างภายใน:

- Arithmetic Logic Unit
- Control Unit
- Cache

เทคนิคเพิ่มประสิทธิภาพ:

- Superscalar execution
- Out-of-order execution
- Branch prediction

👉 แนวคิดสำคัญ:

ยิ่ง Clock Speed สูง → ประมวลผลเร็วขึ้น แต่ต้องแลกกับพลังงานและความร้อน

5. โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์

ระบบทั่วไปใช้ Von Neumann Architecture ซึ่งมีข้อดีคือเรียบง่าย แต่มีข้อจำกัดที่เรียกว่า

👉 “Von Neumann Bottleneck”

เนื่องจากใช้บัสเดียวกันสำหรับข้อมูลและคำสั่ง

ทางแก้:

- Harvard Architecture
 - Cache Memory
-

6. หน่วยความจำ (Memory)

6.1 Memory Hierarchy

ลำดับจากเร็ว → ช้า:

1. Registers
2. Cache
3. RAM

4. Secondary Storage

 แนวคิด:

Locality of Reference

- Temporal locality
 - Spatial locality
-

6.2 Cache Memory (เชิงลึก)

Cache ใช้หลัก **Cache Mapping**

- Direct Mapping
- Fully Associative
- Set-Associative

 ปัญหา: Cache Miss

 วิธีแก้: Replacement Algorithm เช่น LRU

7. วงจรตรรกะ (Logic Circuits)

วงจรตรรกะใช้ Boolean Algebra

ตัวอย่างการทำงาน:

- AND: ใช้เปรียบเทียบเงื่อนไข
- XOR: ใช้ในวงจรตรวจสอบข้อผิดพลาด

วงจรลำดับ (Sequential Circuits)

ใช้ Flip-Flop

- SR Flip-Flop
- JK Flip-Flop
- D Flip-Flop

 ใช้สร้าง:

- Register
- Counter
- Memory

8. ระบบบัส (Bus System)

ระบบบัสเป็นโครงสร้างสำคัญในการสื่อสารข้อมูล

การทำงาน:

- CPU ส่ง Address → Address Bus
- ส่ง/รับข้อมูล → Data Bus
- ส่งสัญญาณควบคุม → Control Bus

ปัจจัยประสิทธิภาพ:

- Bus Width (เช่น 32-bit, 64-bit)
 - Bus Speed
 -
-

9. สัญญาณสั่งการ (Control Signals)

Control Signals คือสัญญาณที่ใช้กำหนดพฤติกรรมของฮาร์ดแวร์

ตัวอย่างเชิงลึก:

- Memory Read (MEMR)
- Memory Write (MEMW)
- Interrupt Request (IRQ)
- Clock Pulse

 Clock ทำหน้าที่ Synchronization ของทั้งระบบ

10. วงจรควบคุม (Control Unit)

Control Unit สร้างสัญญาณเพื่อควบคุม datapath

10.1 Hardwired Control

- ใช้วงจรไฟฟ้าล้วน
- เร็วมาก แต่ยืดหยุ่นต่ำ

10.2 Microprogrammed Control

- ใช้ Micro-instruction
- ปรับเปลี่ยนได้ง่าย

 เชิงลึก: Microcode ใช้ ROM เก็บชุดคำสั่งควบคุม

11. การอินเทอร์เฟส (Interface)

อินเทอร์เฟสเป็นการเชื่อมต่อระหว่างระบบ

ระดับการอินเทอร์เฟส:

1. Hardware Interface (USB, PCIe)
2. Software Interface (API)
3. User Interface

แนวคิดสำคัญ:

- Compatibility
 - Protocol
 - Data Transfer Rate
-

12. สถาปัตยกรรม

ระบบคอมพิวเตอร์เป็นระบบที่ทำงานแบบ “ประสานงานหลายชั้น (Layered System)” โดยมีการทำงานดังนี้:

- Hardware → ทำหน้าที่ประมวลผล
- Software → ควบคุมคำสั่ง
- Control Unit → ประสานงาน
- Bus → เชื่อมโยงข้อมูล

👉 หัวใจสำคัญคือ “การซิงโครไนซ์ (Synchronization)” ผ่าน clock signal

บรรณานุกรม (APA 7th Edition)

Mano, M. M., & Kime, C. R. (2018). *Logic and computer design fundamentals* (5th ed.). Pearson.

Null, L., & Lobur, J. (2018). *The essentials of computer organization and architecture* (5th ed.). Jones & Bartlett Learning.

Patterson, D. A., & Hennessy, J. L. (2021). *Computer organization and design: The hardware/software interface* (6th ed.). Morgan Kaufmann.

Stallings, W. (2019). *Computer organization and architecture: Designing for performance* (11th ed.). Pearson.

Tanenbaum, A. S., & Austin, T. (2013). *Structured computer organization* (6th ed.). Pearson.