

# บทที่ 4

## ระบบรับเข้า/ ส่งออก (Input/Output System)

I/O/G/O

### อินพุต/เอาต์พุตฮาร์ดแวร์ (I/O Hardware)

- : นักวิชาการแต่ละสาขาจะการมอง อินพุต / เอาต์พุตฮาร์ดแวร์ ในมุมมองที่แตกต่างกัน
- : นักวิศวกรรมไฟฟ้าเห็นว่า อินพุต/เอาต์พุตฮาร์ดแวร์ คือ ตัวฮาร์ดแวร์ที่นำมาประกอบกัน ได้แก่ มอเตอร์ สายไฟ ชุดจ่ายกระแสไฟฟ้า
- : อินพุต/เอาต์พุตฮาร์ดแวร์ คือ โปรแกรมที่ใช้ติดต่ออุปกรณ์ต่างๆ ทำงานร่วมกัน
- : เป็น โปรแกรมที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการทำงาน

### อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (I/O Devices)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลในคอมพิวเตอร์มีจำนวนมาก แต่สามารถแบ่งกลุ่มตามลักษณะการใช้งานได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

- : อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)  
เช่น เทป, ดิสก์
- : อุปกรณ์ช่วยในการส่งผ่านข้อมูล (Transmission Devices)  
เช่น โมเด็ม, Networks cards
- : อุปกรณ์ช่วยในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ (Human interfaces Devices) เช่น จอภาพ, เมาส์, แป้นพิมพ์

อุปกรณ์	ความเร็ว
ฮาร์ดดิสก์	10 ไบต์/วินาที
เมาส์	100 ไบต์/วินาที
โมเด็ม 56K	7 กิโลไบต์/วินาที
เซกเมนต์โทรศัพท์	8 กิโลไบต์/วินาที
ผู้ส่ง ISDN	16 กิโลไบต์/วินาที
เครื่องพิมพ์เลเซอร์	100 กิโลไบต์/วินาที
สแกนเนอร์	400 กิโลไบต์/วินาที
ซีเคอร์เนต (Classic)	1.25 เมกะไบต์/วินาที
USB (Universal Serial Bus)	1.5 เมกะไบต์/วินาที
ดิจิทัลแคมคอร์ดเดอร์	4 เมกะไบต์/วินาที

ลำดับความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลของอุปกรณ์จากช้าไปเร็ว

อุปกรณ์	ความเร็ว
ดิสก์ IDE	5 เมกะไบต์/วินาที
ซีดีรอม 40X	8 เมกะไบต์/วินาที
ซีดีรอมเร็ว (Flash)	12.5 เมกะไบต์/วินาที
บัล ISA	16.7 เมกะไบต์/วินาที
ดิสก์ PIDE (ATA 2)	16.7 เมกะไบต์/วินาที
Firmware (IEEE 1394)	50 เมกะไบต์/วินาที
เมมโมรี่ XGA	80 เมกะไบต์/วินาที
เมมโมรี่ SONET OC-12	78 เมกะไบต์/วินาที
ดิสก์ SCSI Ultra 2	80 เมกะไบต์/วินาที
อีเธอร์เน็ต (Gigabit)	125 เมกะไบต์/วินาที
เดสก์ Ultraium	320 เมกะไบต์/วินาที
ไฟ PCI	528 เมกะไบต์/วินาที
Sun Gigaplane XB backplane	20 กิกะไบต์/วินาที

ลำดับความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลของอุปกรณ์จากช้าไปเร็ว(ต่อ)

### อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (I/O Devices)

อุปกรณ์ต่างๆ จะติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์โดยส่งสัญญาณไปตามสาย และเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จุดเชื่อมต่อ **“พอร์ต (port)”** ถ้ามีอุปกรณ์จำนวนมาก จะใช้สายหรือจุดเชื่อมต่อเดียวกันหรือเรียกว่า **“บัส (bus)”**

อุปกรณ์แต่ละชนิดจะมี **ตัวควบคุมอุปกรณ์ (device controller)** ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ โดยจะได้รับคำสั่งต่างๆ จากซีพียู วิธีการติดต่อระหว่างซีพียูกับอุปกรณ์มีดังนี้

### อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (I/O Devices)

#### 1. การแมพหน่วยความจำ (Memory-Mapped I/O : MMIO)

- : ระบบปฏิบัติการ จะเป็นตัวประสานการทำงานระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ กับซีพียู แล้วแต่การร้องขอและความจำเป็นของอุปกรณ์นั้นๆ
- : ตัวควบคุมแต่ละตัวจะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้ติดต่อกับซีพียูโดยตรง
- : รีจิสเตอร์ที่สำคัญ คือ
  - : รีจิสเตอร์สถานะ (**Status Register**) ควบคุมสถานะของอุปกรณ์รับเข้า-ส่งออก โดย OS กำหนดให้
  - (**busy bit = 1** : อุปกรณ์ไม่ว่าง , **busy bit = 0** : อุปกรณ์ว่าง)
  - : รีจิสเตอร์คำสั่ง (**Command Register**) ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

### อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (I/O Devices)

#### 1. การแมพหน่วยความจำ (Memory-Mapped I/O : MMIO)

- : รีจิสเตอร์คำสั่ง (**Command Register**) ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดย OS กำหนดให้
- (**command ready bit = 1** : มีคำสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน , **command ready bit = 0** : เมื่ออุปกรณ์ทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว)

การแมพหน่วยความจำ วิธีนี้เป็นการกำหนดให้ส่งหรือแมพ (map) รีจิสเตอร์ทุกตัวของตัวควบคุมอุปกรณ์ และบัพเฟอร์ของอุปกรณ์ไปไว้ที่หน่วยความจำหลัก โดยหน่วยความจำส่วนนี้จะไม่ถูกนำไปใช้งานอื่นหรือจัดสรรให้กับโปรเซสได

## อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (I/O Devices)

### 2 การเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง(Direct Memory Access : DMA)

- : ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิธีนี้ต้องมีตัวควบคุม DMA (DMA controller)
- : DMA เป็นฮาร์ดแวร์ที่ประกอบด้วยรีจิสเตอร์จำนวนมาก
- : DMA ทำหน้าที่ควบคุมการรับเข้า-ส่งออก ระหว่าง อุปกรณ์รับเข้า-ส่งอกกับหน่วยความจำหลัก
- : สามารถรับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับหน่วยความจำได้โดยตรง ไม่จำเป็นต้องผ่านซีพียู
- : รับ-ส่งข้อมูล รวดเร็ว
- : ซีพียูถูกใช้งานอย่างเต็มที่ เต็มประสิทธิภาพ

9

## อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (I/O Devices)

### 3 การขัดจังหวะ (Interrupts)

- : ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิธีนี้ต้องมีตัวควบคุม DMA (DMA controller)
- : DMA เป็นฮาร์ดแวร์ที่ประกอบด้วยรีจิสเตอร์จำนวนมาก
- : DMA ทำหน้าที่ควบคุมการรับเข้า-ส่งออก ระหว่าง อุปกรณ์รับเข้า-ส่งอกกับหน่วยความจำหลัก
- : สามารถรับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับหน่วยความจำได้โดยตรง ไม่จำเป็นต้องผ่านซีพียู
- : รับ-ส่งข้อมูล รวดเร็ว
- : ซีพียูถูกใช้งานอย่างเต็มที่ เต็มประสิทธิภาพ

10

## ซอฟต์แวร์ของการรับเข้า/ส่งออก (I/O Software)

นอกจากวิธีการทางฮาร์ดแวร์แล้ว ระบบคอมพิวเตอร์ยังสามารถควบคุมการรับเข้า-ส่งออกข้อมูลด้วยวิธีทางซอฟต์แวร์ โดยที่ซอฟต์แวร์ต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

- : สามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ได้โดยตรง
- : ความเป็นอิสระของอุปกรณ์
- : สามารถจัดการกับข้อผิดพลาดต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

11

## ซอฟต์แวร์ของการรับเข้า/ส่งออก (I/O Software)

การควบคุมการรับเข้า-ส่งออกโดยวิธีทางซอฟต์แวร์ สามารถทำได้

### 3 วิธี คือ

- : การรับเข้า-ส่งออกด้วยโปรแกรม (Programmed I/O)
- : การรับเข้า-ส่งออกด้วยการขัดจังหวะ (Interrupt-driven I/O)
- : การรับเข้า-ส่งออกด้วยการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (I/O using DMA)

12

## ซอฟต์แวร์ของการรับเข้า/ส่งออก (I/O Software)

### การรับเข้า-ส่งออกด้วยโปรแกรม (Programmed I/O)

- : เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด
- : การจัดการข้อมูลของ **Programmed I/O** สามารถแสดงได้จากตัวอย่างการส่งข้อมูลออกพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์
- : ในขณะที่ข้อมูลถูกส่งออกพิมพ์ถ้าเครื่องพิมพ์ว่างก็จะพิมพ์ทันที แต่ถ้าเครื่องพิมพ์ไม่ว่าง ก็จะรอจนกว่าเครื่องพิมพ์ว่าง
- : แต่ซีพียูต้องเสียเวลาทั้งหมดในการควบคุมการทำงาน เพื่อรอให้เครื่องพิมพ์ทำงานเสร็จ
- : เป็นวิธีที่เป็นการใช้งานซีพียูอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ

13

## ซอฟต์แวร์ของการรับเข้า/ส่งออก (I/O Software)

### การรับเข้า-ส่งออกด้วยการขัดจังหวะ (Interrupt-driven I/O)

- : เป็นวิธีที่นำการขัดจังหวะเข้ามาช่วยในการควบคุมการรับเข้า-ส่งออก
- : ซีพียูสามารถสลับไปทำงานอย่างอื่นได้ โดยไม่หยุดการทำงานเพื่อรอให้เครื่องพิมพ์ทำงานเสร็จ
- : เมื่อเครื่องพิมพ์ทำงานเสร็จ ก็จะส่งสัญญาณขัดจังหวะไปยังซีพียู เพื่อให้ซีพียูกลับมาทำงานต่อ
- : เป็นวิธีที่ใช้งานซีพียูอย่างเต็มประสิทธิภาพ
- : แต่ต้องเสียเวลาในการขัดจังหวะ

14

## ซอฟต์แวร์ของการรับเข้า/ส่งออก (I/O Software)

### การรับเข้า-ส่งออกด้วยการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (I/O using DMA)

- : เป็นวิธีที่ระบบสามารถเข้าถึงหน่วยความจำได้โดยตรง
- : ซีพียูสามารถสลับไปทำงานอื่นได้ ไม่จำเป็นต้องเสียเวลาการทำงานของอุปกรณ์
- : ซีพียูไม่ต้องเสียเวลาในการขัดจังหวะ
- : วิธีนี้ช่วยให้จำนวนครั้งของการขัดจังหวะลดลง

15

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

- : อุปกรณ์ที่ใช้บันทึกข้อมูล เช่น เทป, ดิสก์, ซีดีรอม ฯลฯ
- : เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นหน่วยความจำสำรอง สำหรับบันทึกข้อมูลที่ยังไม่ต้องการประมวลผล



16

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

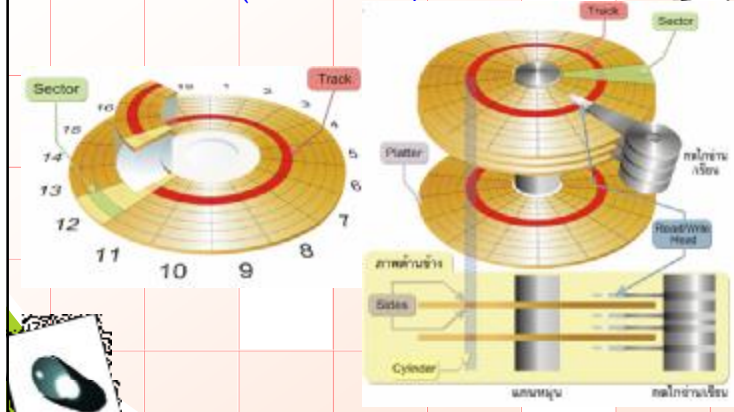
### โครงสร้างของดิสก์ (Disk Structure)

- : การจัดเนื้อที่บนดิสก์แม่เหล็กแบ่งออกเป็น “**แทร็ก(track)**” และ “**เซกเตอร์(sector)**”
- : ดิสก์แต่ละแผ่น (**Platter**) ถูกแบ่งเป็นวงกลมหลายๆ วง เรียกว่า “**แทร็ก**” แต่ละแทร็ก ถูกแบ่งเป็น “**เซกเตอร์**”
- : ในฮาร์ดดิสก์มีการนำเอาดิสก์หลายๆ แผ่นมาเรียงซ้อนกัน แทร็กที่อยู่ตรงกันของดิสก์แต่ละแผ่นเราเรียกว่า “**ไซลินเดอร์(cylinder)**”
- : การเรียงลำดับแทร็กจะเริ่มจากนอกสุดของดิสก์จนถึงด้านในสุด

17

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### โครงสร้างของดิสก์ (Disk Structure)



## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### โครงสร้างของดิสก์ (Disk Structure)

- ความเร็วในการทำงานของดิสก์ (**Disk speed**) ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 2 ข้อ
1. **อัตราการโอนย้ายข้อมูล (Transfer Rate)** หมายถึงอัตราเวลาที่ใช้ในการโอนย้ายข้อมูลระหว่างหน่วยจับดิสก์กับซีพียู
  2. **อัตราการค้นหาตำแหน่ง (Positioning Rate)** หมายถึง อัตราเวลาที่ใช้ในการค้นหาตำแหน่งข้อมูลที่ต้องการ ประกอบด้วย
    - ระยะเวลาการค้นหา (**Seek Time**) คือระยะเวลาในการเคลื่อนหัวอ่าน-เขียนไปยังไซลินเดอร์ที่ต้องการ
    - ระยะเวลาที่ใช้หมุนดิสก์ (**Rotational Latency Time**) คือระยะเวลาที่รอให้ดิสก์หมุน จนกระทั่งเซกเตอร์ที่ต้องการเคลื่อนมาอยู่ใต้หัวอ่าน-เขียน

19

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### การจัดรูปแบบดิสก์ (Disk Formatting)

- : ก่อนที่ดิสก์จะถูกนำไปใช้งานต้องมีการจัดรูปแบบก่อน
- : เพื่อให้ดิสก์อยู่ในรูปแบบที่สามารถบันทึกข้อมูลได้.
- : OS จะทำหน้าที่ในการเตรียมดิสก์ให้พร้อมใช้ด้วยวิธีดังนี้
  - : การจัดรูปแบบระดับต่ำ (**Low level format**)
  - : การแบ่งดิสก์ (**Disk partition**)
  - : การจัดรูปแบบดิสก์ระดับสูง (**High level format**)

20

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### การจัดรูปแบบระดับต่ำ (Low level format)

- : OS ทำหน้าที่ในการจัดรูปแบบของดิสก์ในระดับต่ำ
- : เรียกอีกอย่างว่า “การจัดรูปแบบทางกายภาพ(Physical format)”
- : ด้วยการแบ่งดิสก์ออกเป็น แทร็ก และ เซกเตอร์
- : หลังจากดิสก์ถูกจัดรูปแบบแล้วจะถูกนำไปบันทึกข้อมูล
- : การทำงานในลักษณะนี้ ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เสียเวลารอ เพื่อให้ดิสก์หมุนไปอีกรอบ

21

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### การแบ่งดิสก์ (Disk Partition)

- : เกิดหลังจากดิสก์ถูกจัดรูปแบบในระดับต่ำเรียบร้อยแล้ว
- : OS จะแบ่งพื้นที่ของดิสก์ออกเป็น ส่วนเรียกว่า “พาร์ติชัน”
- : เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลและ โปรแกรม
- : ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับข้อมูลที่เก็บบนดิสก์
- : อาจแบ่งดิสก์ออกเป็นหลายๆ พาร์ติชัน หรือ 1 พาร์ติชันบนดิสก์มากกว่า 1 ดิสก์
- : โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 พาร์ติชัน หรือ 2 ไดรฟ์ คือ C: และ D:

22

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### การแบ่งดิสก์ (Disk Partition)

- : พาร์ติชันแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ
- : **พาร์ติชันหลัก**: เป็นพาร์ติชันหลักของระบบคอมพิวเตอร์ ใช้สำหรับการบูต(Boot) เข้าระบบคอมพิวเตอร์
- : **พาร์ติชันเสริม**: ใช้สำหรับเก็บข้อมูลและโปรแกรม เมื่อมีการสร้างพาร์ติชันนี้จะเกิดพาร์ติชันตรรกะโดยอัตโนมัติ
- : **พาร์ติชันตรรกะ**: เป็นพาร์ติชันที่อยู่ภายใต้พาร์ติชันเสริม

23

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### การจัดรูปแบบระดับสูง (High level format)

- : เรียกอีกอย่างว่า “การจัดรูปแบบทางตรรกะ(Logical format)”
- : เป็นการกำหนดระบบเพิ่มข้อมูลให้แก่ดิสก์
- : โดยการกำหนดชนิดของเพิ่มข้อมูลให้กับดิสก์นั้นขึ้นอยู่กับ OS ที่ระบบเลือกใช้ด้วย
- : ตัวอย่างของระบบเพิ่มข้อมูล เช่น
- : **FAT**: เป็นระบบเพิ่มข้อมูลสำหรับ OS DOS และ Windows ซึ่งเป็นที่นิยมจึงสามารถใช้ร่วมกับ เช่น Linux, OS/2 และ OS อื่นๆ ได้อีกด้วย

24

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### การจัดรูปแบบระดับสูง (High level format)

- : **NTFS** : เป็นระบบไฟล์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับ **Windows NT** โดยมีประสิทธิภาพที่ดีในด้านการรักษาความปลอดภัยในการเข้าถึงเพิ่มข้อมูล
- : **FAT32** : ระบบเพิ่มข้อมูลชนิดนี้อยู่ใน **Windows 95 OSR2** ในเวอร์ชันที่มีการติดตั้งจากผู้ผลิต และ **Windows 98** ระบบเพิ่มข้อมูลนี้ไม่สามารถใช้กับ **OS** อื่นได้ นอกจาก **Windows 95 OSR2** และ **Windows 98**
- : ตัวอย่างของระบบเพิ่มข้อมูลอื่นๆ เช่น **VFAT, HPFS**

25

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### การจัดเวลาการใช้ดิสก์ (Disk Scheduling)

- : เป็นการพิจารณาการร้องขอใช้ดิสก์ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
- : ด้วยการลดระยะเวลาที่ใช้ในการค้นหาตำแหน่งของดิสก์ที่ต้องการให้เหลือน้อยที่สุด
- : เพื่อลดเวลาการเข้าถึงข้อมูล
- : ระบบสามารถทำงานได้เร็วขึ้น ได้จำนวนงานเพิ่มขึ้นแต่ใช้เวลาเท่าเดิม
- : การจัดเวลาการใช้ดิสก์ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

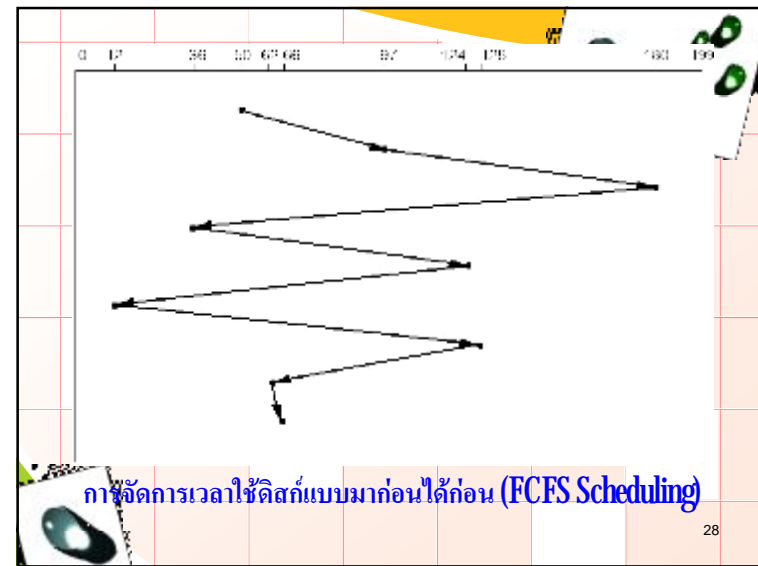
26

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### 1. การจัดเวลาแบบมาก่อนได้ก่อน (FCFS)

- : เป็นวิธีการจัดเวลาการใช้ดิสก์ที่ง่ายที่สุด
- : โดยจัดสรรดิสก์ให้กับโปรเซสที่ร้องขอใช้ดิสก์ก่อน
- : การจัดเวลาแบบนี้ทำให้หัวอ่าน-เขียนต้องเคลื่อนที่มาก
- : ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานค่อนข้างต่ำ
- : จากตัวอย่างซึ่งเป็นลำดับที่ของไซลินเดอร์ที่ต้องการเรียกใช้งาน คือ **97, 180, 36, 124, 12, 128, 62, 66**

27



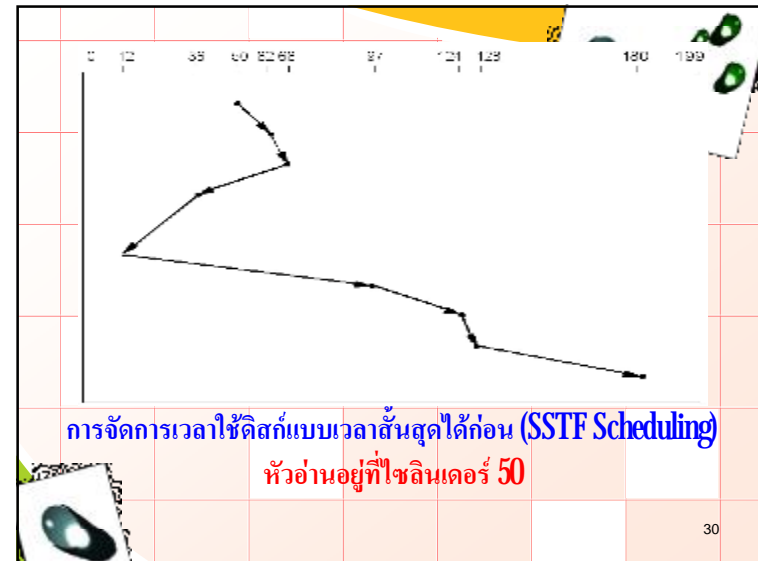
28

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### 2. การจัดเวลาแบบสั้นที่สุดได้ก่อน (SSTF)

- : หัวอ่าน-เขียน จะเคลื่อนที่ไปยังไซลินเดอร์ที่ใกล้ตำแหน่งปัจจุบันของหัวอ่าน-เขียนมากที่สุดก่อน
- : เวลาในการค้นหา(Seek time) น้อยลง
- : อาจทำให้เกิด “ปัญหาการรอดตาย” คืออาจมีบางรายการไม่ได้รับการจัดสรรให้ใช้ดิสก์ เลยทำให้ต้องรอตต่อไปเรื่อยๆ
- : จากตัวอย่างซึ่งเป็นลำดับที่ของไซลินเดอร์ที่ต้องการเรียกใช้งาน คือ **97, 180, 36, 124, 12, 128, 62, 66** (หัวอ่านอยู่ที่ไซลินเดอร์ **50**)

29



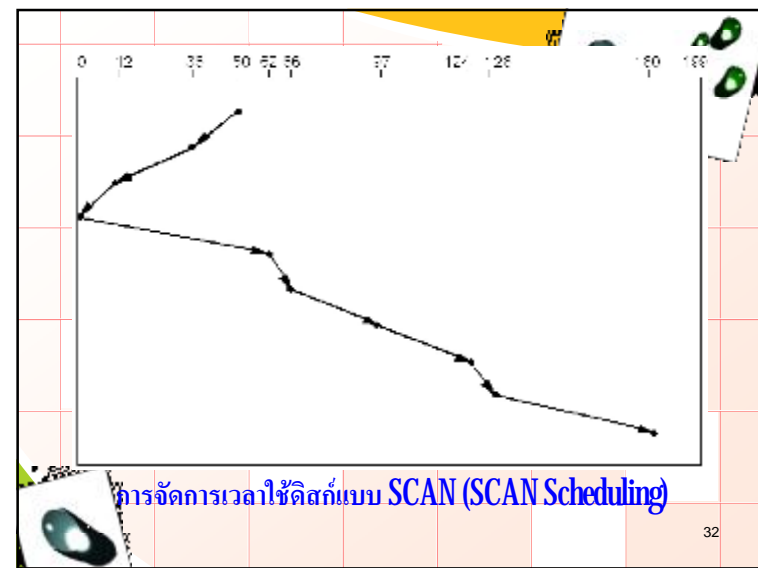
30

## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### 3. การจัดเวลาแบบสแกน (SCAN)

- : หัวอ่าน-เขียนจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งปัจจุบันไปยังไซลินเดอร์ที่อยู่ใกล้ขอบของดิสก์มากที่สุด(ขอบในหรือขอบนอกก็ได้)
- : จากตัวอย่างซึ่งเป็นลำดับที่ของไซลินเดอร์ที่ต้องการเรียกใช้งาน คือ **97, 180, 36, 124, 12, 128, 62, 66** (หัวอ่านอยู่ที่ไซลินเดอร์ **50**)

31



32

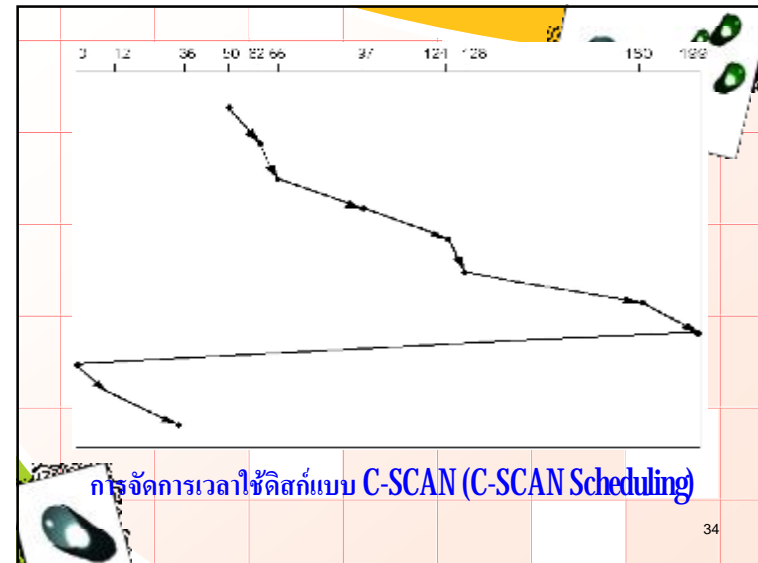


## อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล (Storage Devices)

### 4 การจัดเวลาแบบซี-สแกน (C-SCAN)

- : หัวอ่าน-เขียนจะเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งของดิสก์ไปยังอีกด้านหนึ่งของดิสก์
- : โดยทันทีที่หัวอ่าน-เขียนเคลื่อนที่ไปถึงขอบด้านหนึ่งของดิสก์แล้วจะเคลื่อนที่กลับไปอีกด้านทันที
- : จะไม่มีการบริการใดๆ ระหว่างการเคลื่อนที่ที่กลับนี้
- : จากตัวอย่างซึ่งเป็นลำดับที่ของไซลินเดอร์ที่ต้องการเรียกใช้งาน คือ **97, 180, 36, 124, 12, 128, 62, 66**

33



34

THE END

35

### แบบฝึกหัดที่ 4

1. ตัวควบคุมอุปกรณ์ (device controller) คืออะไร ระบบคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. วิธีการติดต่อระหว่างอุปกรณ์กับซีพียูมีกี่วิธี อะไรบ้าง
3. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในการทำงานของดิสก์ (disk speed)
4. ในการจัดรูปแบบดิสก์นั้น เหตุใดต้องมีไซลินเดอร์สกิว (cylinder skew)
5. อธิบายข้อดีและข้อเสีย ของวิธีการจัดการใช้ดิสก์ วิธีต่อไปนี้
  - 5.1 การจัดการเวลาแบบมาก่อนได้ก่อน (FCFS)
  - 5.2 การจัดการเวลาแบบสแกน (SCAN)
  - 5.3 การจัดการเวลาแบบซี-สแกน (C-SCAN)

36