บทที่ 8
ระบบคอมพิวเตอร์

8.1 บทนำ

ระบบคอมพิวเตอร์นั้นจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

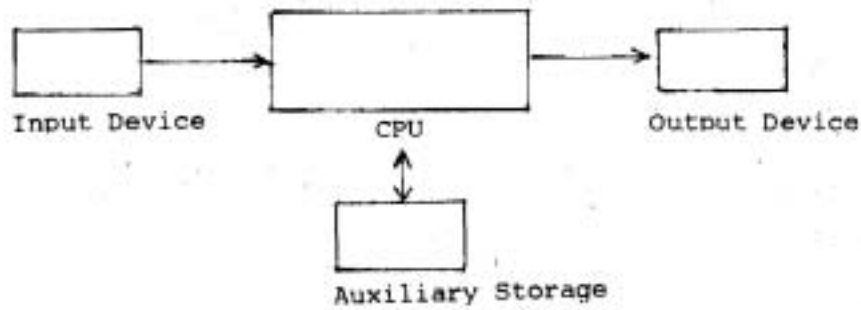
1. ส่วนนำข้อมูลเข้า (Input Unit)
2. ส่วนประมวลผล (Processing Unit)
3. ส่วนนำข้อมูลออก (Output Unit)

ในการใช้งานแต่ละประเภทก็จะมีผลทำให้เลือกใช้อุปกรณ์แตกต่างกันออกไป เช่น ถ้าเป็นงานประเภทประมวลผลคำ (Word Processing) อุปกรณ์นำข้อมูลเข้าก็จะเป็นแป้นพิมพ์ (Keyboard) และอุปกรณ์นำข้อมูลออกก็มักจะเป็นเครื่องพิมพ์ (Printer) แต่ถ้าเป็นงานลอกแบบของสถาปนิก อุปกรณ์นำเข้าอาจจะใช้สแกนเนอร์ (scanner) และอุปกรณ์นำข้อมูลออกอาจจะเป็นจอภาพที่มีความคมชัดมาก ๆ หรืออาจจะใช้เครื่องพล็อตเตอร์ (plotter) ก็ได้ หรือถ้าเป็นระบบงานการเสียภาษีของรัฐก็จะมีการส่งข้อมูลของผู้เสียภาษีผ่านเทอร์มินัล (Terminal) เพื่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางของกระทรวงการคลังเพื่อประมวลผลรายการภาษีของผู้เสียภาษี และได้รับข้อมูลออกมาทางเครื่องพิมพ์

องค์ประกอบทั้งสามส่วนคือ ส่วนนำข้อมูลเข้า ส่วนประมวลผล และส่วนนำข้อมูลออก นั้นเราอาจจะรวมเรียกว่า **ส่วนเครื่อง (Hardware)**

ส่วนเครื่อง (Hardware)

องค์ประกอบของส่วนเครื่องนั้นมีโครงรูปดังนี้ คือ



ในรูปข้างต้นนี้บางคนนิยมที่จะเรียก รวมระหว่างอุปกรณ์นำข้อมูลเข้า (Input Device) กับอุปกรณ์นำข้อมูลออก (Output Device) และหน่วยความจำอนุกรณ์ (Auxiliary Storage) ว่า **อุปกรณ์รอบนอก (Peripheral Device)** ดังนั้น เราจึงอาจสรุปได้อีกนัยหนึ่งว่า ส่วนเครื่องนั้นจะประกอบด้วย

1. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)
2. อุปกรณ์รอบนอก (Peripheral Unit)

2.1 อุปกรณ์รับข้อมูลหรือโปรแกรมเข้า (Input Device) เช่นเครื่องอ่านบัตร, แป้นพิมพ์

2.2 อุปกรณ์นำข้อมูลออก (Output Device) เช่น จอภาพ, เครื่องพิมพ์

2.3 หน่วยความจำอนุกรณ์ (Auxiliary Storage) เช่น เครื่องขับเทป (Magnetic tape) เครื่องขับดิสค์ (Disk Drive) เครื่องขับจานแม่เหล็ก (Diskette Drive)

8.2 ซีพียู (CPU)

การประมวลผลข้อมูลที่ดีนั้นย่อมเกิดจากการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะที่ดีและรวดเร็วต่อการนำไปใช้งาน (**Efficiency** of Storage and Retrieving) เป็นปัจจัยสำคัญ

การเก็บข้อมูลในระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ประมวลผลนั้นแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

ระบบที่ 1 เรียกว่า Internal Storage คือการจัดเก็บข้อมูลไว้ในซีพียูโดยตรง

ระบบที่ 2 เรียกว่า External Storage คือการจัดเก็บไว้ในตัวกลางต่าง ๆ เช่น ดรัมเทปแม่เหล็ก จานแม่เหล็ก จานแม่เหล็กชนิดอ่อน เป็นต้น เราอาจจะเรียกระบบที่ 1 ว่าเป็นระบบการเก็บแบบ Primary Storage และการเก็บระบบที่ 2 ว่า Secondary Storage

Primary Storage ก็คือส่วนที่เราเรียกว่า CPU นั่นเอง ใน Primary Storage จะประกอบไปด้วยวงแหวนแม่เหล็ก (Magnetic Core) เล็ก ๆ จำนวนมาก (จำนวนมากแค่ไหนอยู่กับขนาดสมองของคอมพิวเตอร์) บางครั้งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเครื่องปัจจุบันที่วิวัฒนาการทางเทคโนโลยีเจริญขึ้นมาก เราใช้หน่วยความจำชนิดอื่นที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า เช่น Magnetic Thin Film หรือ Large-Scale Integrated Circuits ในที่นี้จะขอใช้ชื่อแทนหน่วยความจำ

ย่อย ๆ เหล่านี้ว่าวงแหวน วงแหวนแต่ละตัวจะมีลักษณะเป็นไปได้ 2 สถานภาพ ซึ่งในที่นี้จะขอเทียบกับระบบในเลขฐานสองคือ 0 และ 1 การที่สถานภาพจะเป็น 0 หรือ 1 ได้นั้นจะเป็นอย่างหนึ่งอย่างใดขึ้นอยู่กับเงื่อนไข เมื่อนำวงแหวนจำนวนมาก ๆ มาประกอบกันเข้าก็เหมือนกันกับนำเลขซึ่งเป็นระบบเลขฐานสองหลายจำนวนนำมาประกอบกันเข้าเป็นรหัสต่าง ๆ

ตัวอย่างเช่น มีเลขฐานสองหนึ่งหลักสามารถสร้างรหัส ได้ 2 ตัวคือ

0 หมายถึงรหัสตัวที่ 1

1 หมายถึงรหัสตัวที่ 2

ถ้าเราขยายไปเป็นเลขสองหลักประกอบกันเราก็สามารถสร้างรหัสได้ถึง 4 ตัว ดังนี้

00 แทนรหัสตัวที่ 1

01 แทนรหัสตัวที่ 2

10 แทนรหัสตัวที่ 3

11 แทนรหัสตัวที่ 4

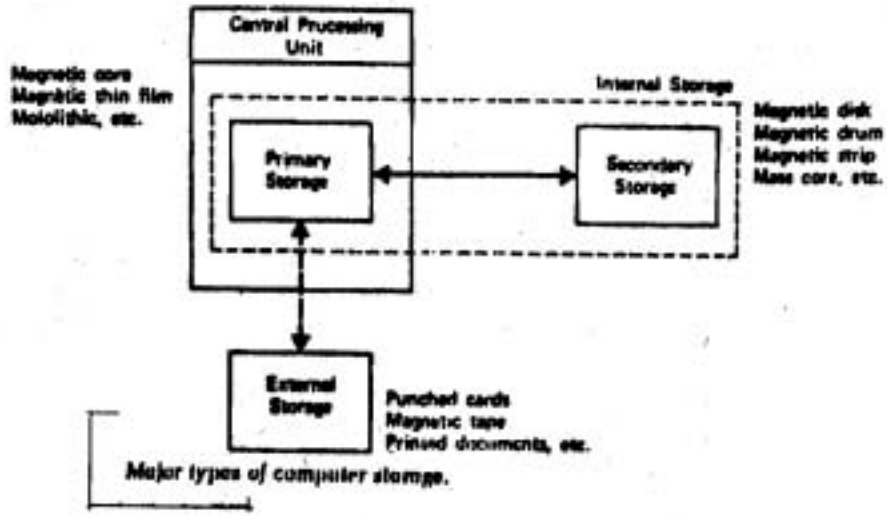
นั่นหมายความว่ายิ่งเรามีจำนวนวงแหวนมากขึ้นเท่าใด เราก็สามารถที่จะสร้างรหัสได้มากขึ้นเท่านั้น

หลักการสร้างรหัสมีหลายแบบด้วยกันเช่น รหัสระบบแบบ Hollerith แบบบีซีดี (BCD = Binary Coded Decimal) แบบเอบซีดิก (EBCDIC = Extended Binary Coded) แบบแอสคี (ASCII = American Standard Code for Information Interchange).

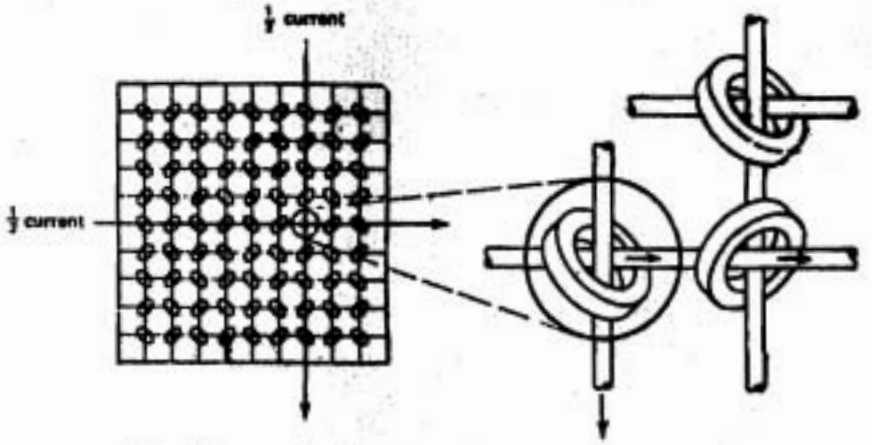
ลักษณะการเก็บข้อมูลใน Primary Storage จะบ่งถึงตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลโดยการใช้ตำแหน่งที่เรียกว่า แอดเดรส (Address) เป็นหลัก ซึ่งการเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์แต่ละยูนิตก็ยังอาจจะแตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับว่าคอมพิวเตอร์ยูนิตนั้นเป็นแบบ Fixed Word Length หรือเป็นแบบ Variable Word Length หรือผสมกันทั้ง Fixed และ Variable Word Length

Primary Storage นอกจากจะใช้เป็นที่เก็บข้อมูลแล้วยังเป็นที่เก็บคำสั่งที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการอีกด้วย เมื่อใดที่การประมวลผลสำเร็จก็จะส่งข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลนั้นไป Secondary Storage (คือตัวกลางทั้งหลายที่บันทึก Output data นั่นเอง)

ลักษณะการทำงานและความสัมพันธ์ระหว่าง Primary Storage กับ Secondary Storage จะมีลักษณะดังนี้คือ

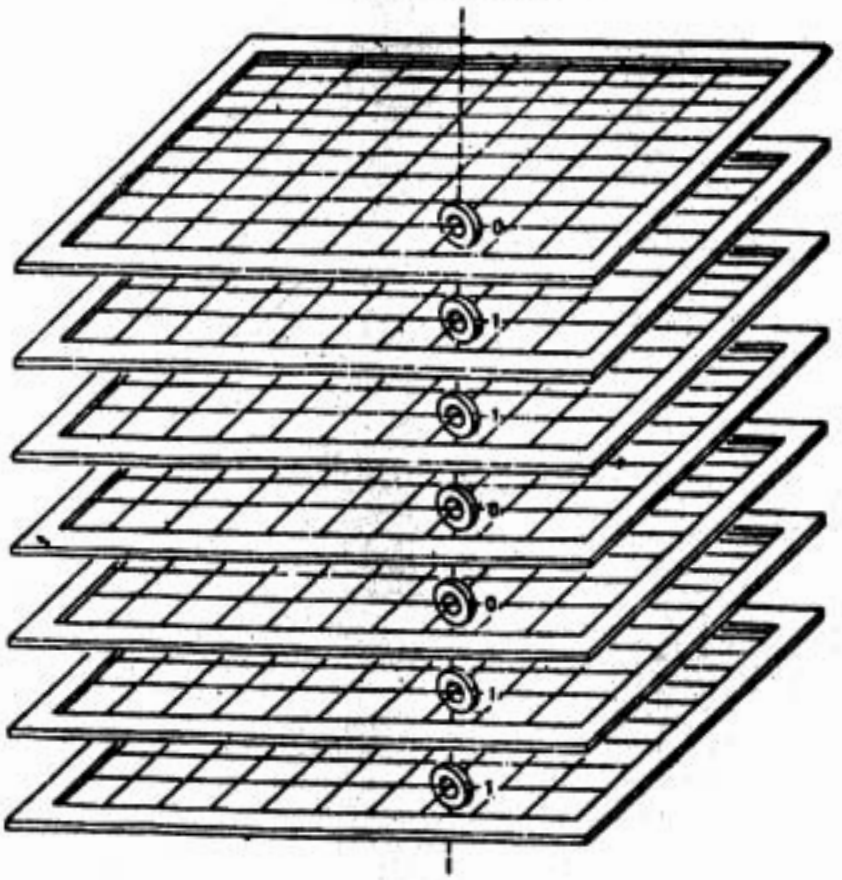


ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วแต่ต้นว่า Primary Storage ประกอบด้วยวงแหวน ซึ่งผิวของวงแหวนนั้นจะฉาบด้วยสารแม่เหล็ก และแต่ละวงแหวนจะเชื่อมต่อกันด้วยเส้นลวด (wire) ทำให้เกิดเป็นแผงเรียกว่า Core Plane ดูรูปหน้า 287 ประกอบ



Magnetic core plane.

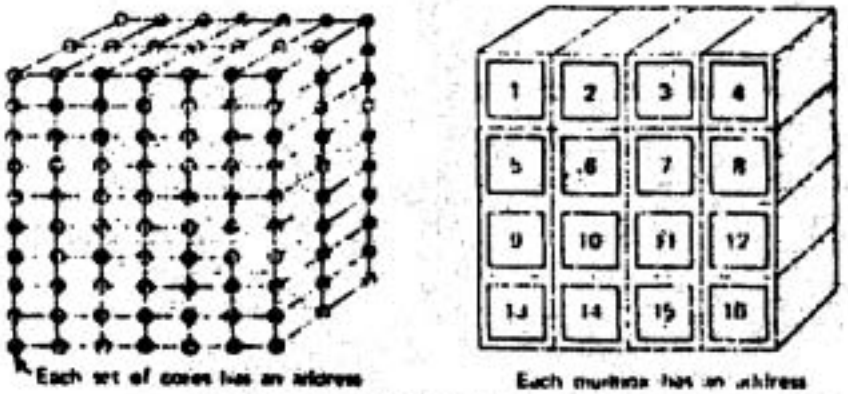
LETTER C



การเก็บข้อมูลในระบบ Internal Storage นั้นมีการเก็บโดยใช้การประกอบกันของจำนวน Core ซึ่งก็คือ Core Plane นั่นเอง

เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องคำนวณที่สามารถจดจำทั้งคำสั่งและข้อมูลได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดที่ตั้ง (ตำแหน่ง) ที่จะเก็บข้อมูลแต่ละชนิดไว้ ทั้งนี้ เพื่อที่จะเรียกมาใช้ได้อย่างถูกต้องเวลาที่ต้องการ ตำแหน่งที่เก็บนั้นเราเรียกว่า แอดเดรส โดยที่ความหมายของแอดเดรสก็คือกลุ่มหนึ่งของจำนวนวงแหวน ณ ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในซีพียู ซึ่งมีไว้เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการประมวลผลนั่นเอง สรุปสั้น ๆ ได้ว่า แอดเดรสก็คือที่ตั้ง (Location) ที่เก็บข้อมูลหรือคำสั่งต่าง ๆ นั่นเอง เราอาจจะเปรียบ **แอดเดรส** ได้เท่ากับเลขตู้ไปรษณีย์ การที่จะเก็บข้อมูลไว้ที่ใดนั้น ผู้ใช้เพียงแต่บ่งถึงชื่อของแอดเดรส ก็เสมือนกับการจ่าหน้าถึงตู้ไปรษณีย์ที่ต้องการส่งของนั่นเอง เมื่อไรที่เราต้องการข้อมูลเราก็อ้างถึงแอดเดรสที่ใส่ข้อมูลไว้ จะมีข้อแตกต่างระหว่างแอดเดรสของตู้ไปรษณีย์กับแอดเดรสในคอมพิวเตอร์ก็คือ ของที่อยู่ในตู้ไปรษณีย์ซึ่งหมายถึง Content ในแอดเดรสนั้น เมื่อเราหยิบของออกจากตู้ไปรษณีย์แล้วตู้ก็จะว่างเปล่า แต่ถ้าเราให้เครื่องคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลจากแอดเดรสนั้น ข้อมูลในแอดเดรสก็ยังคงอยู่ ยกเว้นในกรณีที่เราใช้คำสั่งเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแอดเดรสดังกล่าวจึงจะทำให้ข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

รูปแสดงลักษณะของแอดเดรสของตู้ไปรษณีย์กับของคอมพิวเตอร์



Each set of cores has an address

Each mailbox has an address

Comparison of addresses for mailboxes and computer storage.

ความหมายของการเก็บข้อมูลแบบ Fixed Word Length และ Variable Word Length

Fixed Word length เป็นการเก็บข้อมูลในลักษณะที่แต่ละ **แอดเดรส** จะหมายถึงจำนวนบิทคงที่ (เท่ากัน) กลุ่มหนึ่ง (หมายถึงว่าจำนวนบิท (ความหมายบิทคือวงแหวนเองนั่นเอง) เท่า ๆ กันของแต่ละกลุ่มต่อ 1 **แอดเดรส** ซึ่งจะประกอบกันเป็น 1 Word)

Variable Word Length เป็นการเก็บข้อมูลโดยที่แต่ละแอดเดรสจะมีจำนวน bit มากน้อยแตกต่างกันไป ดังนั้น แอดเดรสในกรณีนี้เก็บข้อมูลโดยวิธีนี้ก็หมายถึง Character addressable นั่นเอง ซึ่งแตกต่างไปจากแบบแรกที่เป็นแบบ Word Addressable

โดยที่ความยาวของแต่ละ Character **ในกรณีของทั้ง** Fixed และ Variable Word Length อาจจะเป็นระบบอะไรก็ได้เช่นระบบ BDC, EBCDIC ซึ่งขึ้นอยู่กับระบบของคอมพิวเตอร์ ถ้าเป็นระบบ BCD ก็ใช้ 6 bit ถ้าเป็นระบบ EBCDIC ก็ใช้ 8 bits ประกอบกันเป็น 1 character

การเก็บข้อมูลทั้งสองแบบก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป คือถ้าเป็นแบบ Variable Word Length นั้นหมายความว่าความยาวของแต่ละ Word ไม่เท่ากัน ดังนั้น การใช้วิธีนี้จะทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าแต่ถ้าพิจารณาในด้านการทำงานแล้วแบบ Fixed Word Length ทำงานได้เร็วกว่า ทั้งนี้ เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดที่ยุ่งยากในเรื่องขนาดของ Word มาเกี่ยวข้องนั่นเอง โดยทั่วไปแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานทางด้านวิทยาศาสตร์มักจะใช้ระบบ Fixed Word Length แต่ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดกลางหรือขนาดเล็กที่ใช้กันในด้านธุรกิจมักจะใช้ระบบ Variable Word Length คอมพิวเตอร์บางเครื่องก็ใช้ทั้งสองระบบ

ในระบบการเก็บข้อมูลแบบ Fixed Word Length นั้นโดยทั่วไปนิยมให้ 1 Word เท่ากับ 16 bits ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก และจะใช้ 1 Word เท่ากับ 64 bits ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่

ตัวอย่างแสดงถึงจำนวน bits ต่อ 1 Word ในคอมพิวเตอร์ชนิดต่าง ๆ

Computer	Type	Word Size (bits)
H-P 3000	Mini Computer	16
IBM 370	Midium Scale	32
UNIVAC	Large General Purpose	36
CDC 6400	Large General Purpose	64

การเปรียบเทียบแสดงถึงวิธีการเก็บข้อมูลในทั้ง 2 ระบบ

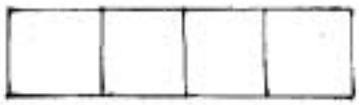
1. Fixed Word length:

Address location

610	611	612	613	614	615	616	617	618
				1	7	5	9	8

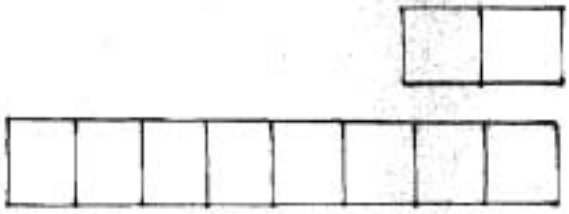
การเก็บข้อมูลที่มีค่า 17598 ในระบบ Fixed Word Length โดยที่ 1 Word มีค่าเท่ากับ 9 Characters (byte) คอมพิวเตอร์ของบริษัท IBM ระบบ System/370 การใช้คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับความยาวของ Word จะมีข้อพิเศษเพิ่มขึ้นคือว่ามีการใช้คำสั่งสำหรับ Half Word (2 bytes = 16 bits) หรือ Double Word (8 bytes = 64 bits) ได้นอกเหนือจากการใช้ Fixed Format แบบธรรมดาซึ่งถือเป็น Full Word

รูปที่แสดงถึง Fixed Word ชนิดต่าง ๆ ที่แยกย่อยลงไป

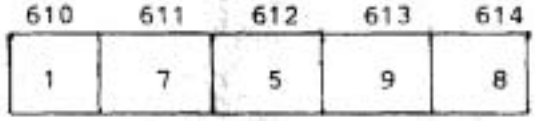


8 bits byte

32-bits Word = Full Word



2. Variable Word Lenqth:



Instruction Specific First Character Address

5

Instruction Specifies Number

of Character in Variable Word lenqth

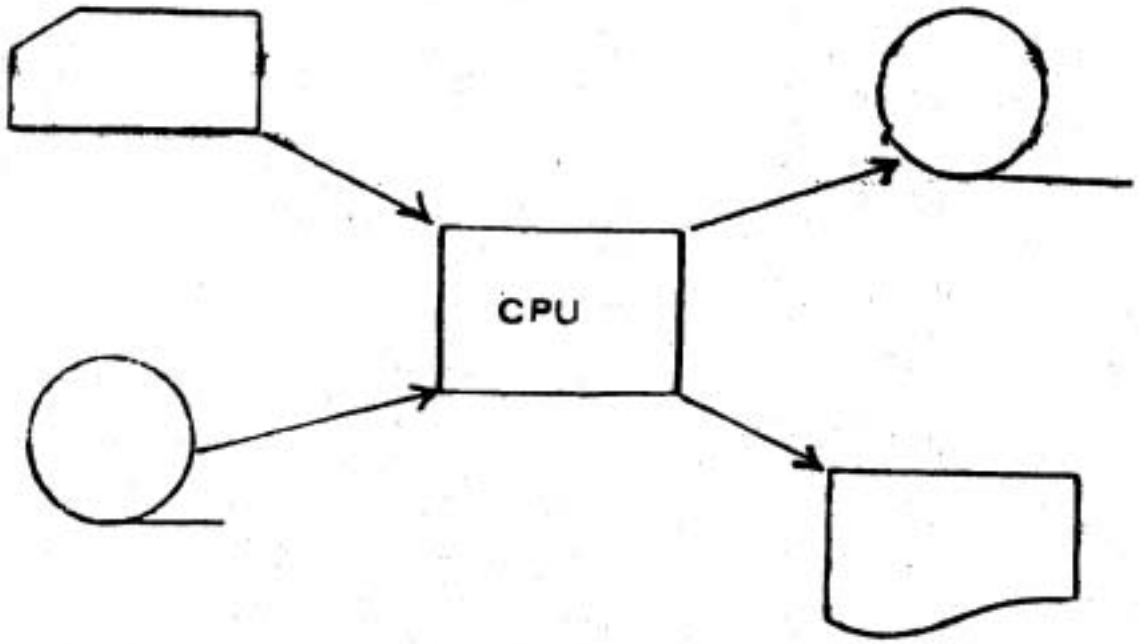
การบ่งถึงข้อมูลที่เก็บในระบบนี้ต้องบ่งถึง Character Addressable ที่ 1 ของ Word และความยาวของ Word ว่ามีกี่ Character

ระบบคอมพิวเตอร์ที่กล่าวมาแล้วในเฉพาะส่วนของเครื่องว่าประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ คือ

1. CPU

2. Peripheral Unit

CPU ก็คือตัวคอมพิวเตอร์นั่นเอง ส่วน Peripheral ที่หมายถึง อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ นอกคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้การทำงานต่าง ๆ สำเร็จไปได้ ตัวอย่างของ Peripheral Unit ต่าง ๆ เช่นอุปกรณ์ต่างเป็นต้น

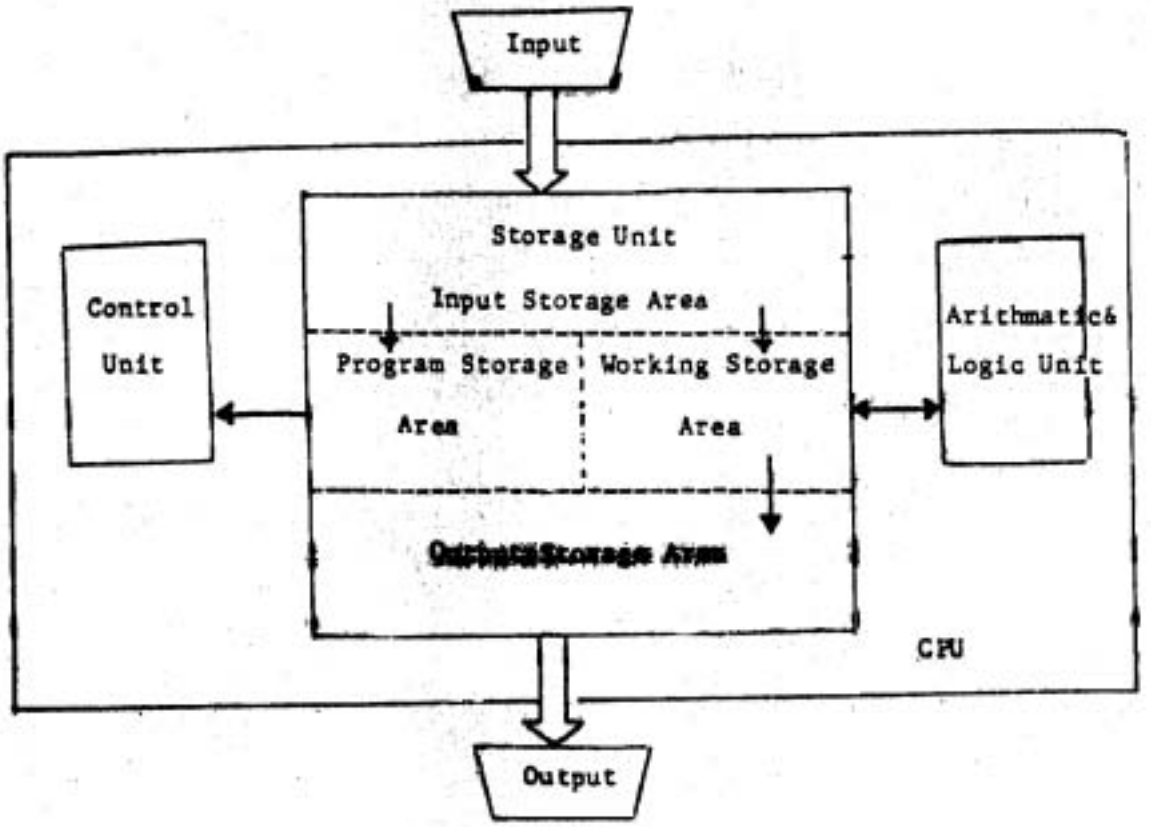


ในตอนต้นของบทนี้ได้กล่าวไว้แล้วว่ารายละเอียดต่าง ๆ ของ CPU มีอะไรบ้าง เช่น ประกอบด้วยวงแหวน และยังกล่าวถึงวิธีการเก็บข้อมูลใน CPU อีกด้วย

ถ้าเราจะพิจารณา โครงสร้างใหญ่ ๆ โดยเน้นถึงการทำงาน (Function) ของคอมพิวเตอร์แล้วเราสามารถจะแบ่ง CPU ออกได้เป็นส่วน ๆ ดังนี้คือ

1. Storage Unit
2. Arithmetic & Logic Unit (ALU)
3. Control Unit

รูปแสดงถึงโครงสร้างภายใน CPU



หมายเหตุ พื้นที่ที่เป็นเส้นประนั้นหมายความว่าไม่ได้แบ่งกันโดยเด็ดขาด ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานแต่ละงาน

1. Storage Unit:

จะเป็นส่วนที่ใช้สำหรับเก็บ Input Information ซึ่งในที่นี้ได้แก่คำสั่งและข้อมูล พื้นที่ส่วนนี้จะแยกย่อยออกได้เป็น

1.1 Input Storage Area :

เป็นส่วนที่จะรับข้อมูลและคำสั่งจาก Input Device เข้ามา

1.2 Working Storage Area :

พื้นที่ส่วนนี้ใช้สำหรับประมวลผลข้อมูล ในกรณีที่เป็นงานที่มีการคำนวณพื้นที่ส่วนนี้เทียบได้กับกระดาษทด หรือ กระดานดำที่ใช้ในการหดเลขนั่นเอง

1.3 Output Storage Area :

เป็นส่วนที่ใช้เป็นที่พักข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว เตรียมจะส่งออกมาทาง Output Device

2. Control Unit: จะเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานทุกขั้นตอนในคอมพิวเตอร์ภายใต้คำสั่งที่ต้องการ ตั้งแต่ขั้นตอนการนำข้อมูลเข้าจนถึงขั้นการนำข้อมูลออกทาง Output

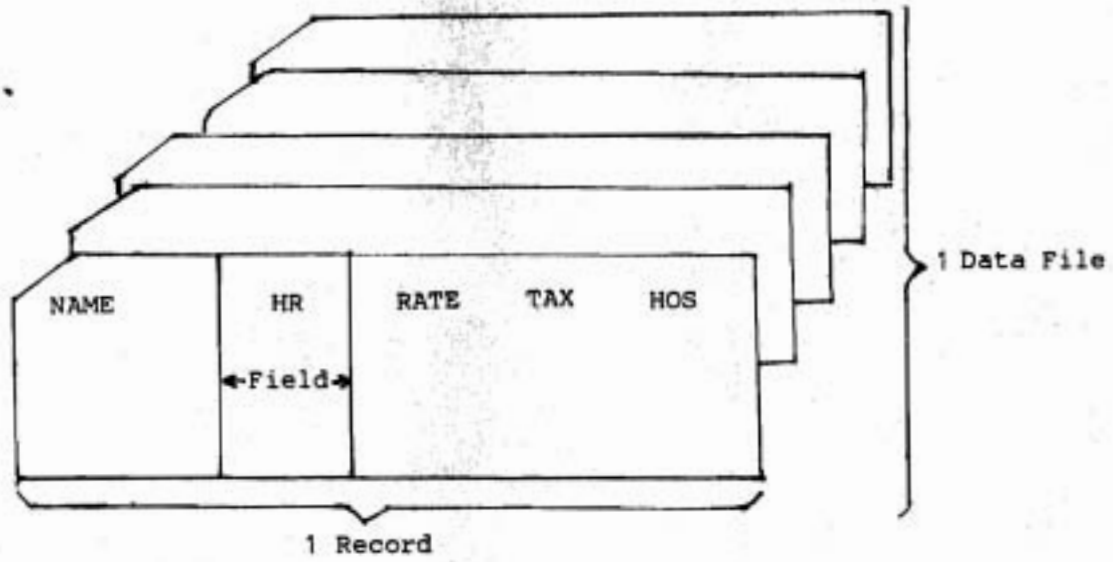
3. Arithmetic & Logic Unit:

เป็นส่วนที่จะช่วยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณและการตัดสินใจในขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล

ลักษณะการทำงานในซีพียู

เมื่อคำสั่งเข้ามาในซีพียูแล้ว คำสั่งจากส่วนที่อยู่ใน Program Storage Area จะส่งไปให้ Control Unit ทำงานตามที่ต้องการ (โดยที่ Control Unit จะควบคุมไปยังส่วนที่เกี่ยวข้องกับคำสั่งนั้น) การทำงานก็จะทำทีละคำสั่งเรื่อย ๆ ไปจนกว่าจะหมด และคำสั่งจะสั่งให้เครื่องหยุดทำงาน

เพื่อความเข้าใจในลักษณะการทำงาน จะขอยกตัวอย่างประกอบดังนี้คือ สมมติว่าในบริษัทแห่งหนึ่งต้องการที่จะคิดเงินเดือนของคนงาน ใน ๑ สัปดาห์ โดยที่ระเบียนข้อมูล (Record) ในแฟ้มข้อมูล (data file) นี้มีลักษณะดังนี้คือ



คนงาน 1 คนมีข้อมูล 1 Record และรายละเอียดใน Record มีดังนี้คือ

Field 1 NAME	:	ชื่อคนงานแต่ละคน
Field 2 HR	:	จำนวนชั่วโมงการทำงาน 1 สัปดาห์
Field 3 RATE	:	อัตราต่อชั่วโมงในการทำงาน
Field 4 TAX	:	ภาษีที่จะต้องจ่าย
Field 5 HOS	:	ค่าประกันสุขภาพ

สมมติว่าคนงานคนที่ 1 มีข้อมูลดังนี้คือ

DANG	40	5	0.2	5	
NAME	HR	RATE	TAX	HOS	

ชื่อนายแดง ทำงานในสัปดาห์นี้จำนวน 40 ชั่วโมง อัตราค่าจ้างชั่วโมงละ 5 บาท ต้องคิดภาษี 20% (.2) เสียค่าประกันสุขภาพ 5 บาท

ดังนั้น คำสั่งที่เราจะต้องป้อนให้เครื่องคอมพิวเตอร์รับเข้าไปและทำงานที่เราต้องการ ก็คือ

1. เครื่องเริ่มทำงาน
2. เริ่มอ่านบัตรของคนงานคนที่ 1 เข้ามาและเก็บรายละเอียดที่อ่านเข้ามาไว้ใน Storage Area
3. นำจำนวนชั่วโมงที่ทำได้มาคูณกับอัตราค่าจ้างต่อชั่วโมง เพื่อหายอดเงินได้จากการทำงาน
4. นำยอดเงินที่ได้ในข้อ 3. มาคิดภาษีว่าจะต้องเสียค่าภาษี
5. นำภาษีที่คิดได้ในข้อ 4. มารวมกันกับค่าประกันสุขภาพเป็นยอดเงินที่จะเป็นส่วนลด
6. นำเงินที่คิดได้ในข้อ 5. มาหักออกจากยอดเงินที่ได้จากการทำงาน จะได้เงินได้สุทธิของคนงานคนนั้น
7. พิมพ์เช็คเงินให้กับคนงานคนนั้นโดยใส่ชื่อและยอดเงินให้ถูกต้องด้วย
8. ถ้าหากการประมวลผลจนถึงบัตรใบสุดท้ายก็ให้หยุดทำงานได้ สมมติว่าในปัญหานี้เราจะใช้เก็บคำสั่งและข้อมูลใน Address ตั้งแต่ 00-23 ดังรูป

Storage Area

00	01	02	03	04	05
06	07	08	09	10	11
12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23

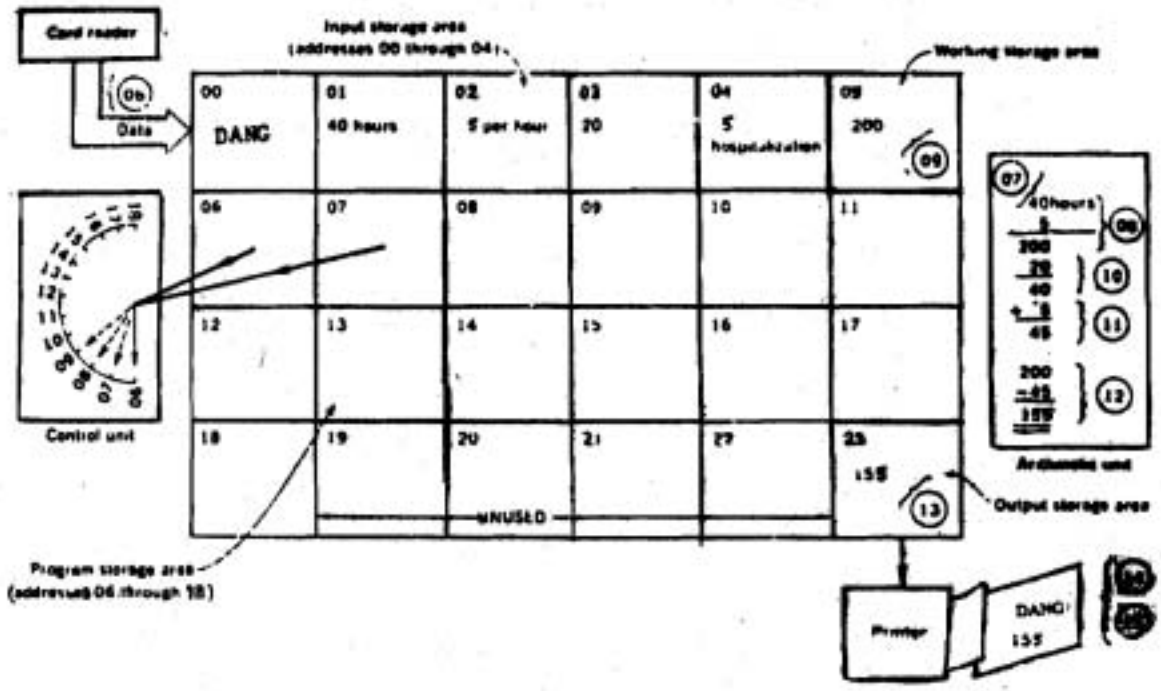
จากคำสั่งที่ 8 ที่บอกถึงเงื่อนไขในการทำงานนั้น ถ้าเราจะใช้สั่งกับคอมพิวเตอร์เราจะต้องแยกรายละเอียดในแต่ละตอนลงไปอีก มิฉะนั้น คอมพิวเตอร์จะไม่สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ

ลักษณะคำสั่งที่ปรับปรุงใหม่จะเป็นดังนี้คือ

Address	คำสั่งที่
(06)	1. เครื่องเริ่มทำงาน ให้อ่านข้อมูลจาก Record ที่ 1 และเก็บแต่ละ field ไว้ใน Address ที่ 00, 01, 02, 03 และ 04 ตามลำดับ ดังนั้น field ที่ 1 ที่ชื่อ DANG จะไปเก็บที่ Address ที่ 00 และ field ที่ 2 ค่า 40 จะถูกเก็บไว้ที่ Address ที่ 01 เป็นต้น
(07)	2. เขียน Content ของ Address 01 ให้ปรากฏที่ Arithmatic Unit
(08)	3. คูณ Content ใน Arithmatic Unit ด้วย Content จาก Address 02
(09)	4. จำลองคำตอบที่ได้จาก Arithmatic Unit ไปไว้ที่ Address 05
(10)	5. คูณ Content ใน Address 03 กับ Content ใน Arithmatic Unit
(11)	6. บวก Content ใน Address 04 เข้ากับ Content ใน Arithmatic Unit
(12)	7. นำค่าของ Content ใน Arithmatic ไปหักออกจาก Content ใน Address 05
(13)	8. นำคำตอบที่ได้จากขั้นที่ 7 ใน Arithmatic Unit ไปไว้ที่ Address 23
(14)	9. พิมพ์เช็คเงินโดยใช้ยอดเงินที่ได้ใน Address 23
(15)	10. พิมพ์เช็คโดยใช้ชื่อใน Content ใน Address 00
(16)	11. ถ้าเป็นบัตรที่กำลังประมวลผลอยู่เป็นใบสุดท้าย (Record สุดท้ายใน data File) ไปที่ Address 18
(17)	12. ไปที่ Address 06
(18)	13. หยุดการทำงาน

เนื่องจากคำสั่งก็เหมือนกับข้อมูลคือต้องการที่อยู่ ดังนั้น จึงต้องมีการนำคำสั่งทั้งหมดไปเก็บไว้ที่ Address ต่าง ๆ ในคอมพิวเตอร์ ในที่นี้เพื่อความสะดวกจะขอเก็บคำสั่งที่ 1 ไว้ที่ Address 06 คำสั่งที่ 2 ไว้ที่ Address 07 จนถึงคำสั่งสุดท้ายให้เก็บไว้ที่ Address 18

พิจารณารูปการเก็บคำสั่งและข้อมูลต่าง ๆ ใน Record ที่ 1 ไว้ในคอมพิวเตอร์



00	01	02	03	04	05
06 Read payroll data card into addresses 00, 01, 02, 03, and 04.	07 Write contents of address 01 into arithmetic unit.	08 Multiply contents of arithmetic unit by contents of address 02.	09 Duplicate preceding answer in address 05.	10 Multiply contents of address 03 by preceding answer in arithmetic unit.	11 Add contents of address 04 to preceding answer in arithmetic unit.
12 Subtract preceding answer in arithmetic unit from contents of address 05.	13 Move preceding answer to address 23.	14 Write check for amount in address 23.	15 Make check payable to contents of address 00.	16 If last card, then go to address 18.	17 Go to address 06.
18 Stop processing	19	20	21	22	23

จากรูปจะแสดงให้เห็นว่า

Address ที่ 06 ถึง 18 จะทำหน้าที่เป็น Program Storage Area

Address ที่ 00 ถึง 04 จะทำหน้าที่เป็น Input Storage Area

Address ที่ 05 จะทำหน้าที่เป็น Working Storage Area

Address ที่ 23 จะทำหน้าที่เป็น Output Storage Area

Address ที่ 19 ถึง 22 จะทำหน้าที่เป็น Unused Area

จากตัวอย่างในปัญหานี้ผู้อ่านคงจะนึกเทียบได้กับลักษณะงานชนิดอื่นซึ่งก็จะมีระบบการเก็บคำสั่งและข้อมูลตลอดจนถึงการทำงานคล้ายคลึงกับตัวอย่างนี้ และคงจะนึกเลยไปถึงว่าทำไมจึงต้องคำนึงถึงขนาดของคอมพิวเตอร์ในการทำงานแต่ละชนิด โดยการยึดแนวทางของปัญหานี้เป็นพื้นฐานต่อไป

8.3 ตัวกลางที่ใช้เก็บข้อมูล (Media)

เนื่องจากว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถอ่านตัวหนังสือที่อยู่ในเอกสารได้ จึงต้องมีการถ่ายทอดข้อมูลจากเอกสารเบื้องต้นให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องสามารถอ่านได้ (Machine Readable Form) ตัวกลางที่บรรจุข้อมูลที่มีคุณสมบัติดังกล่าวมีหลายชนิด เช่น

1. บัตรเจาะรู (Punched Card)
2. เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape)
3. จานแม่เหล็ก (Magnetic Disk)
4. ดรัมแม่เหล็ก (Magnetic Drum)
5. เทปกระดาษ (Paper Tape)
6. ดาต้าเซล (Data Cell)
7. จานแม่เหล็กชนิดอ่อน (Diskette)

ในบรรดาตัวกลางเหล่านี้ จะขอยกมากล่าวเพียงบางตัวที่สำคัญๆ และใช้กันมากเท่านั้น

บัตรเจาะรู (Punched Card)

ผู้ที่คิดค้นบัตรเจาะรูขึ้นมาใช้เป็นครั้งแรกคือ Joseph Jacquard ชาวฝรั่งเศส จุดประสงค์ในการคิดค้นนี้คือ การนำเอาบัตรดังกล่าวมาใช้ควบคุมในการทอผ้า เพื่อให้ได้ลวดลายของผ้าตามที่ต้องการ ต่อมา Dr.Herman Hollerith ได้นำความคิดนี้มาใช้กับบัตรเจาะรูเพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลในการสำมะโนประชากรของสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1980 บัตรเจาะรูนี้เรียกว่า Hollerith Card (เรียกกันภายหลังว่าบัตร IBM) นอกจากจะคิดค้นใช้บัตรเจาะรูแล้วก็ยังมีการคิดค้นเครื่องจักรกลที่ใช้ในการจำแนกบัตรด้วย

ลักษณะของบัตรเจาะรู

บัตรเจาะรูซึ่ง Hollerith ออกแบบในปี ค.ศ. 1887 มีลักษณะเป็นบัตรแข็งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดยาว $7\frac{3}{8}$ นิ้ว ความกว้าง $3\frac{1}{4}$ นิ้ว ถึงแม้ปัจจุบันนี้ ลักษณะของบัตรที่ใช้กันอยู่ก็ยังคงเดิม บัตรดังกล่าวแบ่งเป็น 80 สดมภ์ แต่ในปัจจุบันมีบัตรชนิดใหม่มีลักษณะแตกต่างไปอีกหลายแบบ เช่นเป็นบัตรที่มี 96 สดมภ์ และมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สำหรับใช้กับเครื่อง

IBM System/3 และยังมีบัตรชนิด 90 สดมภ์ แต่ไม่ค่อยนิยมใช้กันมากเหมือนบัตรชนิด 80 สดมภ์ และชนิด 96 สดมภ์

ลักษณะของบัตร 80 สดมภ์

บัตร 80 สดมภ์เป็นที่นิยมใช้กันมากและใช้กันทั่วไปในปัจจุบันนี้ ลักษณะของบัตรชนิดนี้เป็นบัตรแข็งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบ่งออกตามความยาวได้ 80 สดมภ์ โดยที่แต่ละสดมภ์จะมีเลขกำกับไว้ตั้งแต่เลข 1-80 ในแต่ละสดมภ์จะแบ่งออกเป็น 12 แถว และใน 12 แถวนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่เห็นเป็นช่องว่า (ไม่มีตัวเลขกำกับ) อยู่เหนือแถวที่เป็นเลข 0 จะเป็นที่ตั้งของแถวที่ 11 (X Punch) และแถวที่ 12 เรารวมเรียกแถวที่ 0 แถวที่ 11 แถวที่ 12 นี้ว่า Zone Punching Area ถัดจาก 0 ลงมาข้างล่างประกอบด้วยแถว 1, 2, ..., 9 ซึ่งในแต่ละแถวดังกล่าวจะมีเลขกำกับอยู่ด้วย รวมเรียกแถว 0, 1, 2, ..., 9 ว่า Digit Punching Area จะสังเกตเห็นว่าบัตรแต่ละใบจะถูกตัดริมที่มุมซ้ายออก ซึ่งเรียกส่วนนี้ว่า upper left CornerCut จุดประสงค์ที่ตัดมุมบัตรออกก็เพื่อความสะดวกในการเรียงบัตรไม่ให้กลับหัวกัน (ดูรูปประกอบ)

ในแต่ละสดมภ์ของบัตรแต่ละใบจะสามารถเจาะรูสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ได้ถึง 12 รูด้วยกัน (เพราะว่ามีอยู่ 12 แถว) ลักษณะของการเก็บข้อมูลลงในบัตรดังกล่าวโดยอาศัยตำแหน่งของรูที่เจาะในแต่ละแถวประกอบกันเข้า

ข้อมูลที่ใช้โดยทั่วไปแยกออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ข้อมูลที่เป็นตัวเลข (Numeric Data) ลักษณะการสร้างข้อมูลชนิดนี้ก็ทำโดยการเจาะตัวเลขลงในสดมภ์ที่ต้องการ ตัวเลขก็อาศัยการเจาะรูเพียง 1 รูเท่านั้น เช่นต้องการเจาะเลข 1 ในสดมภ์ที่ 1 ก็เจาะรูที่แถวที่ 1 สำหรับตัวเลขอื่นก็เจาะเช่นเดียวกัน ดังนั้น ใน 1 สดมภ์ก็จะสร้างตัวเลขได้เพียง 1 ตัวเท่านั้น

2. ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร (Alphabetic Data) จะต้องอาศัยการประกอบกันของตำแหน่งต่าง ๆ ของรูที่เจาะโดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

ตัวอักษร A-Z จะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1. A-I จะใช้การประกอบกันของการเจาะรูที่ตำแหน่งแถวที่ 12 (Zone Punch) กับตำแหน่งของตัวเลขแถวที่ 1-9 (Digit Area)

เช่น A เจาะรูที่แถวที่ 12 กับแถวที่ 1

B เจาะรูที่แถวที่ 12 กับแถวที่ 2

⋮

I เจาะรูที่แถวที่ 12 กับแถวที่ 9

กลุ่มที่ 2. J-R จะใช้การประกอบกันของการเจาะรูที่ตำแหน่งแถวที่ 11 (Zone Punch) กับตำแหน่งของตัวเลขในแถวที่ 1-9 (Digit Area)

เช่น J เจาะรูที่แถวที่ 11 กับแถวที่ 1

K เจาะรูที่แถวที่ 11 กับแถวที่ 2

⋮

R เจาะรูที่แถวที่ 11 กับแถวที่ 9

กลุ่มที่ 3. S-Z จะใช้การประกอบกันของการเจาะรูที่ตำแหน่งแถวที่ 0 (Zone Punch) กับตำแหน่งของตัวเลขในแถวที่ 2 - 9

เช่น S เจาะรูที่แถวที่ 0 กับแถวที่ 2

T เจาะรูที่แถวที่ 0 กับแถวที่ 3

⋮

Z เจาะรูที่แถวที่ 0 กับแถวที่ 9

ข้อสังเกต : S จะไม่ใช่การประกอบกันของแถวที่ 0 กับแถวที่ 1 แต่ใช้แถวที่ 2 แทน

3. **ข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์พิเศษ (Special Character)** เช่นพวกเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ และสัญลักษณ์พิเศษอื่น ๆ ให้ดูรายละเอียดในการเจาะจากตาราง

CHARACTER	PUNCH POSITION	CHARACTER	STANDARD	EXTENDED
1	1	<	-	12, 4, 8
2	2	>	-	0, 6, 8
3	3	+	12	12, 6, 8
4	4	-	-	0, 5, 8
5	5	)	12, 4, 8	11, 5, 8
6	6	(	0, 4, 8	12, 5, 8
7	7	$	-	12, 2, 8
8	8	:	-	2, 8
9	9	;	-	11, 6, 8
0	0	¬	-	11, 7, 8
-	11	,	4, 8	5, 8
&	12	?	-	0, 7, 8
.	12, 3, 8	"	-	7, 8
$	11, 3, 8	=	3, 8	6, 8
,	0, 3, 8	!	-	11, 2, 8
#	3, 8	'	-	12, 7, 8
*	11, 4, 8	¤	12, 4, 8	-
%	0, 4, 8			
@	4, 8			
/	0, 1			

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยมีเครื่องเจาะบัตรซึ่งสามารถเจาะตัวอักษรเป็นภาษาไทยโดยอาศัยการประกอบกันของการเจาะรู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ โดยที่การเจาะ 3 รูในสดมภ์เดียวกันจะได้พยัญชนะหรือสระในภาษาไทยได้ 1 ตัว

รายการข้อมูล (Data Item)

รายการข้อมูลก็คือกลุ่มของ Character ตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไปที่มีความเกี่ยวพันกันในความหมายใดความหมายหนึ่ง ตัวอย่างของรายการข้อมูล (Data Item) เช่น ชื่อคนงาน รหัสของคนงาน จำนวนเงิน เป็นต้น

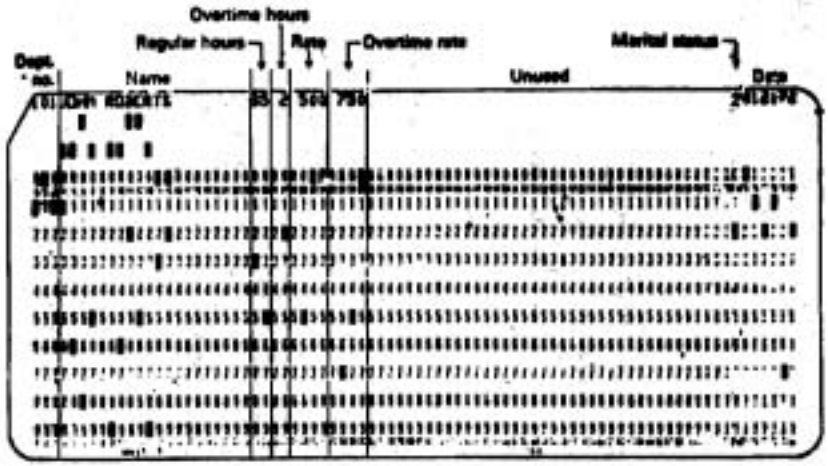
Card Field

Field คือพื้นที่ส่วนหนึ่งในบัตรซึ่งคิดจากจำนวนสคมภ์ที่ประกอบกันอยู่ Field หนึ่ง ๆ อาจจะประกอบด้วยอย่างน้อยที่สุด 1 สคมภ์ หรืออย่างมากที่สุด 80 สคมภ์ (เมื่อใช้บัตรชนิด 80 สคมภ์)

จุดประสงค์ของการสร้าง Field ก็เพื่อที่จะนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลหนึ่ง ๆ (Data Item)

ให้พิจารณาการสร้าง Card Field เพื่อเก็บข้อมูลแต่ละรายการจากเอกสารเบื้องต้น (Source Document) เพื่อประกอบความเข้าใจยิ่งขึ้น

Name	JOHN ROBERTS	Dept.	101
Regular hours	35	Overtime	2
Rate	5.00	Overtime rate	7.50
Marital status	2		
Week ending	1/21/72	Supervisor	D. Richards



Payroll card

Field name	Card column(s)
1. Department number	1-3
2. Name	4-23
3. Regular hours	24-25
4. Overtime hours	26-27
5. Rate	28-31
6. Overtime rate	32-35
Unused	36-73
7. Marital status	74
8. Pay period date	75-80

ข้อสังเกต : การเจาะข้อมูลชนิดที่เป็นตัวอักษรล้วน เช่น ชื่อคน โดยปกติเราจะเจาะชิดซ้ายของ Field นั้น (Left Justified)ดูจากตัวอย่างใน Field ที่ 2

ส่วนการเจาะข้อมูลชนิดที่เป็นตัวเลขล้วน ๆ เราจะเจาะชิดขวาของ Field นั้น ๆ (Right Justified)ดูตัวอย่างใน Field ที่ 3, 4, 5 เป็นต้น

ในบางกรณีข้อมูลในรายการอาจจะเป็นทั้งตัวอักษรและตัวเลขรวมกันอยู่ เช่น รหัสของคนงานเป็น A 1213 เรียกข้อมูลชนิดนี้ว่า Alphameric

วิธีการสร้าง Card Field เพื่อใช้กำหนดจำนวนสคมภ์ที่จะเจาะข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งที่เรียกว่า การออกแบบบัตร (Card Design) ซึ่ง Card Design นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการเก็บข้อมูลลงในบัตร

Card Design ที่ดีนั้นจะต้องประกอบคือ

Field แต่ละรายการที่สร้างจะต้องเหมาะกับข้อมูลแต่ละรายการ นั่นคือ ข้อมูลในแต่ละรายการจะต้องบรรจุลงใน Field นั้นได้พอดี คือจำนวนสคมภ์จะต้องไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปสำหรับข้อมูลแต่ละรายการ

ตัวอย่างของ Card Design ที่ไม่ดี

ก. ให้จำนวนสคมภ์ในแต่ละรายการน้อยเกินไปกว่าจำนวนข้อมูลในรายการนั้น ๆ จะบันทึกลงหมดได้ เช่น กำหนดให้ Field ในเรื่องรายได้ของคนในกรุงเทพฯ เท่ากับ 6 สคมภ์ แต่ปรากฏว่ามีตัวอย่างรายหนึ่งในกรุงเทพฯ เกิดมีรายได้เป็น 7 หลัก นั้นก็หมายความว่าข้อมูลในเรื่องรายได้ของบุคคลผู้นี้ไม่สามารถบันทึกลงใน Field ที่กำหนดไว้ได้ ทำให้เกิดผลเสียหายกับข้อมูลที่บันทึกมาตั้งแต่แรก และยังต้องทำให้มีการวาง Card Design กันใหม่

ข. การกำหนดให้จำนวนสคมภ์ใน Field ใด ๆ Field หนึ่งมากกว่าจำนวนข้อมูลในแต่ละรายการ ตัวอย่างเช่นในเรื่องข้อมูลเรื่องเพศ ซึ่งบ่งไว้ว่าถ้าเป็นเพศชายจะเจาะเลข 1 และถ้าเป็นเพศหญิงจะเจาะเลข 2 ใน Field นั้น จะเห็นได้ว่าจำนวนสคมภ์ใน Field นั้นใช้เพียง 1 สคมภ์ก็เพียงพอแต่ไปกำหนดถึง 3 สคมภ์ ซึ่งจะเสียประโยชน์ไปถึง 2 สคมภ์

การที่เหลือสคมภ์ว่างใน Field นั้น ถ้าเป็นกรณีของการประมวลผลข้อมูลที่มีข้อมูลไม่มากนักก็ไม่มีผลอย่างไร แต่ถ้ามีข้อมูลเป็นจำนวนมากแล้ว การเสียแต่ละสคมภ์ไปโดยไม่ใช่ประโยชน์ย่อมหมายถึงการเสียค่าใช้จ่ายไปจำนวนหนึ่งโดยเปล่าประโยชน์ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด

ก็คือในกรณีของการประมวลผลในงานสำมะโนประชากรของประเทศที่มีข้อมูลที่จะประมวลผลเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การ Design Card Format จึงถือเป็นเรื่องที่สำคัญมากเช่นกัน

2. Field แต่ละ Field ควรจะเรียงลำดับ เป็นไปเช่นเดียวกันกับข้อมูลที่ถ่ายทอดจากเอกสารเบื้องต้น ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกและง่ายแก่การตรวจสอบความถูกต้องภายหลัง

3. ผู้วางแบบ Card Format ควรจะเขียนรายการสำหรับผู้เจาะบัตร ในรายการดังกล่าวก็จะประกอบด้วย

3.1 ชื่อ ของ Field (Field Name) ซึ่งจะใช้รายการของข้อมูลในเอกสารเบื้องต้น

3.2 Card Column คือตำแหน่งของสดมภ์ที่เริ่มต้นของ Card Field ในแต่ละรายการ เช่น

Field Name	Card Column
1. Department Number	1-3
2. Name	4-23
3. Regular Hours	24-25

3.3 คำตอบที่เป็นไปได้ในแต่ละรายการของข้อมูล (All Possible Answers in Each Data Item) การบอกคำตอบที่เป็นไปได้ก็เพื่อจุดประสงค์ในการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลและเพื่อความสะดวกของการเจาะข้อมูล ตัวอย่างเช่น รายการของข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานภาพสมรส คำตอบ (ข้อมูล) ที่จะเป็นไปได้คือ

Field Name	Card Column	Possible Answer
Marital Status	74	1-Single
		2-Married
		3-Withdraw
		4-Widow
Age	75-76	Actual Age

ลักษณะของ Character ที่เจาะในบัตร 80 สดมภ์นี้เราเรียกว่า Hollerith Code

ลักษณะของบัตร 96 สดมภ์และการบันทึกข้อมูล

บัตร 96 สดมภ์ใช้กับคอมพิวเตอร์ IBM System/3 บัตรแต่ละใบจะแบ่งทางแถวแนวนอนเป็น 2 ส่วน (Zone)

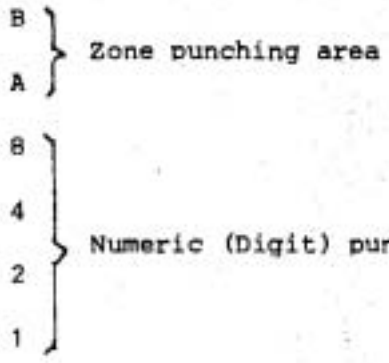
ส่วนที่ 1 เรียกว่า Print Area

ส่วนที่ 2 เรียกว่า Punch Area

ในส่วนที่ 1 คือ Print Area จะแบ่งย่อยออกเป็น 3 Print Line แต่ละ Print Line จะบรรจุได้ 32 Characters ดังนั้น 3 Print Line จะบรรจุได้ 96 Characters

ในส่วนที่ 2 คือ Punch Area จะแบ่งย่อยออกเป็น 3 Punch Area โดยที่แต่ละ Punch Area จะเจาะรูเพื่อสร้างเป็น Character ต่าง ๆ ที่ต้องการได้ถึง 32 Character โดยที่ผลลัพธ์ (ข้อมูล) ที่ได้จากการเจาะ Character ใน Punch Area ส่วนที่ 1 จะไปปรากฏในส่วน Print Area ที่ 1 (ดูรูปประกอบสำหรับรายละเอียดย่อยอื่น ๆ ในตัวบัตร)

เมื่อเปรียบเทียบบัตรชนิด 80 สดมภ์กับบัตรชนิด 96 สดมภ์จะเห็นได้ว่าบัตรชนิด 80 สดมภ์ใช้ 12 แถวในแต่ละสดมภ์ เพื่อสร้าง 1 Character แต่ในบัตร 96 สดมภ์ใช้เพียง 6 แถวในแต่ละสดมภ์เพื่อสร้าง 1 Character แต่ละแถวที่ประกอบกันขึ้นเป็น 1 สดมภ์ เราใช้สัญลักษณ์แทนดังนี้คือ



เรียกระบบนี้ว่า Binary-Coded-Decimal (BCD)

ตำแหน่ง B, A ทำหน้าที่คล้ายกับ Zone 12, 11 และ 0 ในระบบ Hollerith Code

โดยที่ตำแหน่ง A แทน Zone 0

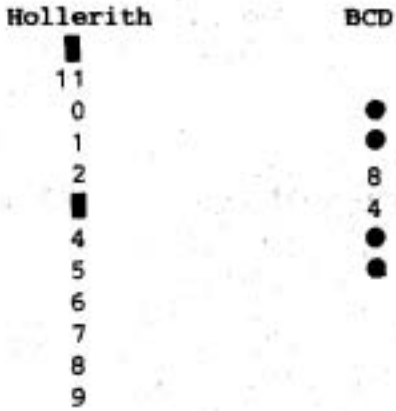
ตำแหน่ง B แทน Zone 11 และ

ตำแหน่ง A และ B แทน Zone 12

ส่วนตำแหน่ง 8, 4, 2, 1 จะทำหน้าที่คล้ายกับเลข 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ในระบบ Hollerith Code ดูรูปประกอบจะเข้าใจยิ่งขึ้น

IBM 96-column

รูปต่อนี้จะเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการแทน Character C ด้วยระบบ Hollerith Code (Zone 12 และ Digit 3 และ BCD Code)



เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการใช้บัตรเป็นตัวกลางเก็บข้อมูล

ข้อดีของการใช้บัตร

1. แก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดได้ง่าย
2. ตรวจสอบข้อมูลได้ง่าย (ใช้สายตาได้)

ข้อเสียของการใช้บัตร

1. ไม่สะดวกในการขนย้ายข้อมูลเพราะมีน้ำหนักมาก
2. เก็บรักษายากยิ่งในกรณีที่อากาศชื้นบัตรอาจจะบวม ทำให้ใช้ไม่ได้
3. เปลืองเนื้อที่ในการเก็บรักษา
4. ไม่ทนทาน เปื่อยยุ่ยง่าย
5. ใช้เก็บข้อมูลได้ครั้งเดียวไม่สามารถนำไปเก็บข้อมูลชุดใหม่ได้ (ลบข้อมูลในบัตรชุดเดิมทิ้งไม่ได้

บัตรที่ใช้เก็บข้อมูลเมื่อเวลาจะส่งเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลข้อมูลจะส่งเข้าทาง Input-Unit ซึ่งเรียกว่า Card Reader ซึ่งจะทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลจากบัตรเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปประมวลผล

ข้อสังเกต : การเจาะข้อมูลลงในบัตรไม่ว่าจะเป็นบัตรชนิดใดก็ตาม มีหลักเกณฑ์ดังนี้คือ

1. ถ้าเป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลข (Numeric Data) ให้บันทึกข้อมูลลงใน Field ที่ต้องการโดยยึดหลักว่า ให้หลักหน่วยอยู่ที่สดมภ์ทางขวาสุดของ Field นั้น วิธีนี้เรียกว่าเจาะแบบ Right Justified การบันทึกข้อมูลถ้าหากไม่เต็ม Field จะเจาะ 0 ลงไปทางสดมภ์ทางซ้ายมือที่เหลือ (หรือจะทิ้งว่าง (blank) ไว้ก็ได้)

หมายเหตุ สดมภ์ทางซ้ายสุดของ Field เราเรียกว่า High-Order-Column ส่วนสดมภ์ทางขวาสุดของ Field เรียกว่า Low-Order-Column

2. การบันทึกข้อมูลที่เป็นตัวอักษร (Alphabetic Data) ให้บันทึกข้อมูลแบบชิดไปทางซ้ายของ Field ซึ่งการบันทึกเช่นนี้เรียกว่า Left Justified ส่วนที่ไม่ได้บันทึกของ Alphabetic Field อยู่ใน Low Order

หมายเหตุ ภายใน Alphabetic Field เช่น Name Field อาจจะมีช่องว่างก็ได้ เช่น WICHAI SUDEE ในกรณีเช่นนี้ช่องว่าง หลัง WICHAI ก็ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่ต้องการบันทึกได้

เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape)

เทปแม่เหล็กเป็นตัวกลางที่เก็บข้อมูลชนิดหนึ่ง เป็นแผ่นยาวความกว้างประมาณ $\frac{1}{2}$ นิ้ว ความยาวมีหลายขนาด บรรจุเป็นม้วน (Reel) วัดความจุของเทปแม่เหล็กด้วยความหนาแน่นของจำนวน Character ที่บรรจุลงในเทปแม่เหล็ก 1 นิ้ว โดยใช้หน่วยเรียกว่า BPI (Byte per Inch) โดยปกติแล้วเทปแม่เหล็กทั่ว ๆ ไปจะมีความหนาแน่น 200-1,600 Character per Inch เทปแม่เหล็กเป็นได้ทั้ง Input และ Output Media ดังนั้น Magnetic Tape Unit จึงเป็นได้ทั้ง Input และ Output Unit สำหรับ Computer System คือเป็นได้ทั้งเครื่องอ่านและบันทึก

ข้อมูลที่จะบันทึกลงในเทปแม่เหล็กจะบันทึกอยู่ในรูปของ Magnetized Spot ซึ่งเรียกว่า bit เทปแม่เหล็กขนาดมาตรฐานคือ $10\frac{1}{2}$ inch reel (ความยาวประมาณ 2,400 ฟุต) น้ำหนักประมาณ 4 ปอนด์ จุได้ 20 Million Characters ซึ่งเทียบได้เท่ากับบัตรชนิด 80 สดมภ์ (ต้องบันทึกเต็มใบ) ประมาณ 250,000 ใบ เทปแม่เหล็กที่ยาว 2,400 ฟุต และมีขนาดความหนาแน่น (density) 800 Character ต่อนิ้ว แล้วเทปม้วนนี้จะสามารถจุได้ถึง 2,400 × 12 × 800 = 23,040,000 Characters (23 ล้าน Character เทียบได้เท่ากับบัตรชนิด 80 สดมภ์คือ 23,040,000 80 = 288,000 ใบ หรือประมาณ 144 กล่อง)

ความเร็วในการอ่านข้อมูลจากเทปไปยัง Main Storage ซึ่งเรียกว่า Transfer Rate สูงมากเมื่อเทียบกับการใช้บัตรเป็นตัวกลาง กล่าวคือ ถ้า Transfer Rate ของการใช้บัตรเป็น 2,667 Characters per second แล้ว เทปแม่เหล็กจะมี Transfer Rate ในอัตรา 350,000 Characters per second โดยปกติแล้ว Transfer Rate ของเทปแม่เหล็กขึ้นกับปัจจัย ดังต่อไปนี้คือ

1. ความหนาแน่นของเทป

2. ความเร็วในการหมุนของเทป ปกติเทปจะหมุนความเร็วประมาณ 100 นิ้วต่อวินาที

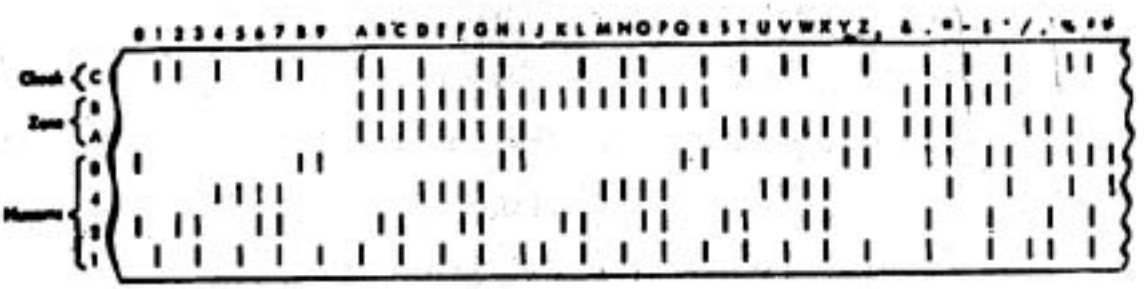
การทำงานของเทปแม่เหล็กเป็นระบบที่เรียกว่า Indirect Access หรือที่เรียกว่า Sequential File Medium เนื่องจากว่าในระบบนี้การอ่านหรือบันทึกข้อมูลต้องเริ่มตั้งต้นตั้งแต่แรกเสมอ จึงทำให้เสียเวลา

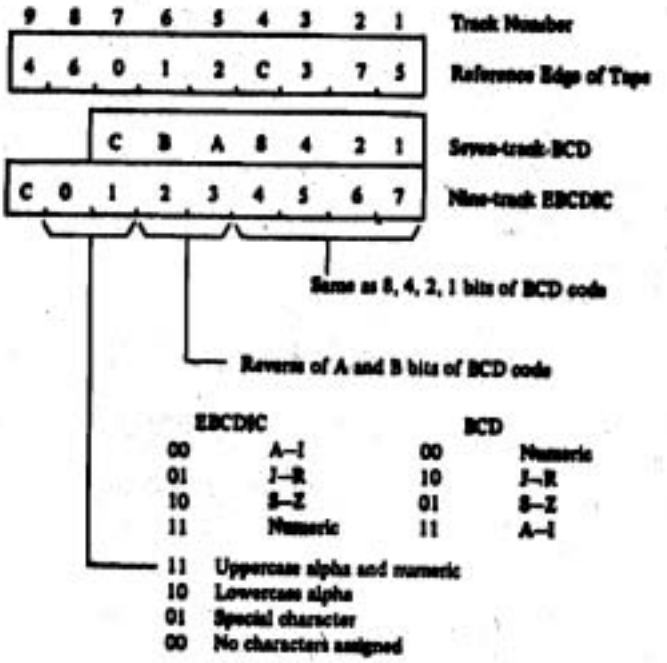
การบันทึกข้อมูลลงเทปแม่เหล็ก

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วแต่ต้นว่าเทปแม่เหล็กเป็นแผ่นยาวบรรจุเป็นม้วน (Reel) นอกจากจะแตกต่างกันในเรื่องความจุ (density) แล้ว เรายังสามารถแบ่งลักษณะของเทปแม่เหล็กออกโดยอาศัยลักษณะที่แตกต่างกันในเรื่องของการบันทึกข้อมูล กล่าวคือ แบ่งตามจำนวน แทรค ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลลงในเทปที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีอยู่ 2 แบบคือ ชนิด 7 แทรค และชนิด 9 แทรค ชนิด 7 แทรค ใช้ระบบ BCD (Binary Coded Decimal) และชนิด 9 แทรค ใช้ระบบ EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) การที่จะใช้ระบบใดในการบันทึกนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของคอมพิวเตอร์ที่ใช้

ภาพแสดงการสร้างอักขระบนเทปแม่เหล็กชนิด 7 แทรค





ภาพแสดงโครงสร้างระหว่างการบันทึกชนิด 7 แทรก และ 9 แทรก

หมายเหตุ C จะทำหน้าที่เป็น Check Bit สำหรับตรวจสอบข้อมูลที่จะบันทึกว่าถูกต้องหรือไม่

เทปแม่เหล็กแต่ละม้วนจะสามารถนำไปใช้ได้หลายครั้งเช่นเดียวกับเทปบันทึกเสียงเพียงแต่ลบข้อมูลเดิมที่ไม่ต้องการออกแล้วบันทึกข้อมูลใหม่ที่ต้องการลงไปแทน ข้อมูลเก่าก็จะถูกลบออกโดยอัตโนมัติ ผิวหน้าหนึ่งของแผ่นเทปแม่เหล็กที่ใช้บันทึกข้อมูลจะเคลือบด้วยสารแม่เหล็ก ดังนั้นเวลาใช้จึงไม่ควรจับเนื้อเทป เพราะอาจทำให้ข้อมูลที่เก็บไว้เสียหายได้ ดังนั้น ที่ต้นม้วนและปลายม้วนเทปซึ่งมีความยาวประมาณ 6 ถึง 8 ฟุต จะเป็นส่วนที่ไม่ใช้บันทึกข้อมูล แต่มีไว้เพื่อให้สามารถจับต้องได้เวลาจะใส่ม้วนเทปเข้าตู้อ่านบันทึกข้อมูล (ตู้เทป)

การใช้เทปแม่เหล็กจะต้องใช้กับตู้เทป ที่ตู้เทปจะมีหัวอ่าน-บันทึก (Read-Write Head) ตู้เทปนี้จะต้องประกอบด้วยเทป 2 ม้วนคือ File Reel เป็นม้วนเทปที่มีเทปอยู่ จะอยู่ทางด้านซ้ายมือของตู้เทป เทปม้วนนี้จะใช้เพื่อการอ่านข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลที่ต้องการลงไป อีกม้วนหนึ่งคือ Take up Reel (Machine Reel) เป็นม้วนเทปที่อยู่ทางขวามือ เป็นม้วนเปล่าไม่มี

เทป มีหน้าที่คอยเก็บเทปจาก File Reel ที่ผ่านเข้าหลังจากอ่านหรือบันทึกจากหัวอ่านบันทึกแล้ว เพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น ในขณะที่เราจะบันทึกข้อมูลลงในเทป ต้องใส่อุปกรณ์ชิ้นหนึ่งมีลักษณะเป็นพลาสติกกลม ซึ่งเรียกว่า File Protection Rell เข้ากับม้วนเทปเสมอ โดยที่วงแหวนดังกล่าวจะไปกดกับสวิทช์ที่ตู้คอมพิวเตอร์ สวิทช์นี้จะทำให้สามารถบันทึกข้อมูลที่ต้องการลงม้วนเทปได้ ถ้าเราไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงม้วนเทปนี้แต่ต้องการให้อ่านข้อมูลอย่างเดียวก็ถอดวงแหวนดังกล่าวออกเสีย ทั้งนี้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดอันอาจเกิดจากการบันทึกข้อมูลอื่นลงในข้อมูลเดิมที่ต้องการได้

การบันทึกข้อมูลหรืออ่านข้อมูลจากม้วนเทปนั้นจะทำกันทีละ Block ทั้งนี้ เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถนำข้อมูลที่อ่านแล้วไปประมวลผลได้เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์บันทึกหรืออ่านทีละช่วง แล้วหยุดก่อนที่จะไปทำกับข้อมูลชุดต่อ ๆ ไป สาเหตุที่หยุดเพราะว่าที่เทปแม่เหล็กจะมีช่องว่างระหว่าง Block ซึ่งช่วงนี้เรียกว่า Inter-Record Gap (IRG) โดยที่ IRG นี้จะยาวประมาณ $\frac{1}{4}$ - 1 นิ้ว Block แต่ละ Block ดังกล่าวจะเป็นที่เก็บข้อมูล จำนวนข้อมูลที่เก็บใน Block จะวัดกันเป็น Record เช่น 1 Block เก็บได้ 5 Records หรือ 1 Block เก็บได้ 10 Records เป็นต้น สุดแต่ความยาวของข้อมูลแต่ละ Record

เพื่อให้เข้าใจคำว่า Record จะขออธิบายย้อนไปถึงส่วนที่เกี่ยวข้องดังนี้

บิท (Bit) บิทเป็นเลขหนึ่งตัวในเลขฐานสองคือ 0 หรือ 1 เรียกเลขแต่ละตัวว่า 1 บิท ดังนั้น 1011 ประกอบด้วย 4 บิท เป็นต้น

ไบท์ (Byte) คือจำนวนบิท ชุดหนึ่งในเลขฐานสองที่ใช้แสดงแทน Character 1 ตัว ใน 1 บิท อาจจะมี 6, 7 หรือ 8 บิทสุดแล้วแต่ชนิดของระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บริษัทผู้ผลิตจะสร้างขึ้น

ตัวอักขระ (Character) ในทางคอมพิวเตอร์หมายถึงสัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบดำเนินกรรมวิธีข้อมูลหรือประมวลผลข้อมูลซึ่งได้แก่ตัวอักษร ตัวเลข หรือเครื่องหมายพิเศษต่าง ๆ

Field: เป็นพื้นที่เฉพาะที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลในแต่ละรายการ เช่น ชื่อ นามสกุล ตำแหน่ง เงินเดือน ฯลฯ

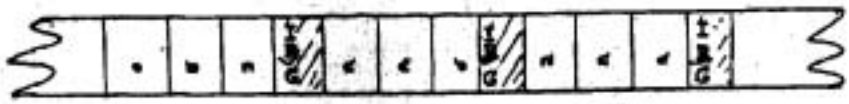
Record: คือข้อมูลชุดหนึ่งที่แสดงองค์ประกอบหลักของแฟ้มข้อมูลแฟ้มหนึ่งหรือแสดงรายการที่เปลี่ยนแปลง (Transaction) หรือหมายถึงกลุ่มของข้อมูลกลุ่มหนึ่งที่เกี่ยวข้องกันหรือหมายถึงกลุ่มของ Field หลาย ๆ Field ที่ประกอบกันขึ้นเป็นหนึ่ง Record ยกตัวอย่างง่าย ๆ ก็คือ ถ้าเราเก็บประวัติของคนงานเอาไว้ในบัตรเจาะรู โดยกำหนดได้ว่าบัตร 1 ใบจะสามารถเก็บข้อมูลประวัติของคนงานได้ 1 คน นั่นก็หมายความว่า บัตร 1 ใบจะเทียบได้กับ 1 Record

File : แฟ้มข้อมูลคือการรวมและจัดระเบียน Record ต่าง ๆ ที่มีวัตถุประสงค์ร่วมกันเอาไว้ร่วมกัน เช่น แฟ้มประวัติของคนงานในโรงงานแห่งหนึ่ง แฟ้มประวัติของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เป็นต้น โดยทั่วไปเราจำแนก File ออกเป็น 2 ชนิด คือ

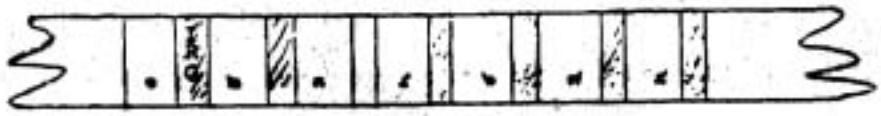
Master File คือ File ที่เก็บข้อมูลไว้ตั้งแต่ต้นทั้งหมด และ File นี้จะถูกเก็บไว้อย่างถาวร แต่ข้อมูลที่เก็บไว้อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง เพื่อให้ถูกต้องตามความเป็นจริง ตัวอย่างเช่น ทะเบียนครัวเรือนในอำเภอหนึ่ง ๆ ประวัติของนักศึกษา (ซึ่งประกอบด้วย ชื่อ รหัสประจำตัว อายุ ฯลฯ เป็นต้น)

Transaction File คือ File ย่อย ๆ ซึ่งเก็บข้อมูลบางอย่างที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลของ Master File หรืออีกนัยหนึ่ง Transaction File ก็คือ File ที่รวบรวมการเปลี่ยนแปลงบางอย่างของข้อมูลใน Master File นั่นเอง ซึ่งมักจะทำลายทิ้งไปเมื่อแก้ไข Master File ให้ทันสมัย (Updating) แล้ว ตัวอย่างเช่น ข้อมูลในการเกิด ตาย โยกย้ายที่อยู่ในระยะเวลาหนึ่ง เราถือว่าเป็น Transaction File เมื่อเราได้แก้ไข (Updating) ทะเบียนบ้านให้ตรงตามความเป็นจริงแล้ว

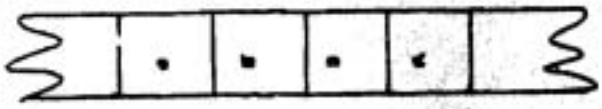
จำนวน Record ที่จะเก็บในแต่ละ Block นั้นเราเรียกว่า Blocking Factor เช่น Blocking Factor คือ 3 ก็จะได้ว่า



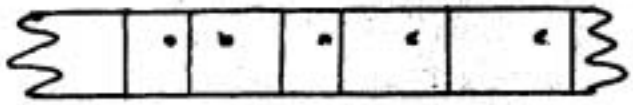
เนกรณที Blocking Factor ทย 1 จะเดวา



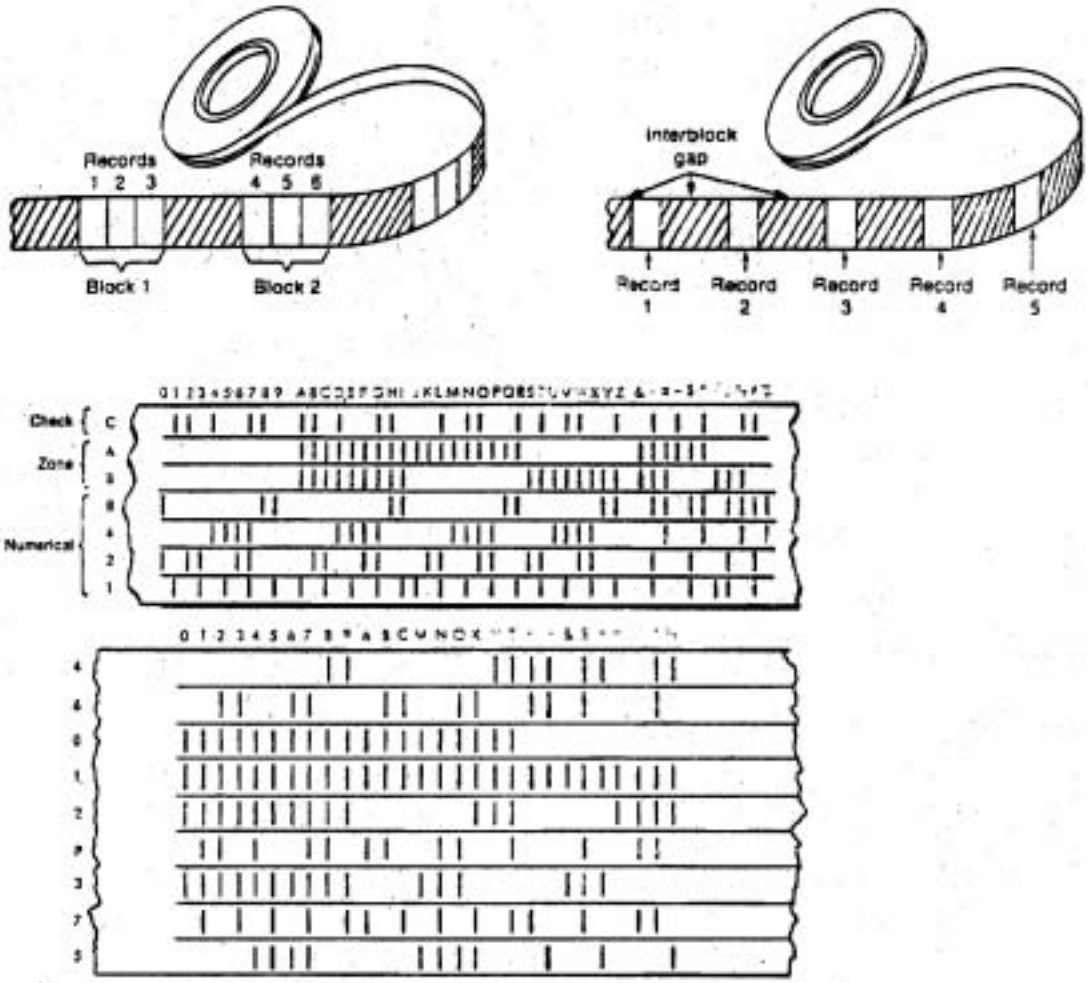
ถ้า Blocking Factor เท่ากับ 1 บางทีเรียกว่า Unblocked Record และถ้า Blocking Factor มากกว่า 1 เราเรียกว่า Blocked Record ในกรณีที่ข้อมูลในแต่ละ Record เป็นชนิดสั้น ๆ และเก็บในเทปแบบ Unblocked Record จะทำให้สิ้นเปลืองเทปไปมาก นอกจากรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วนี้ วิธีการเก็บ Record ในเทปยังสามารถเก็บได้ 2 แบบ คือชนิดที่ 1 ความยาวของทุก Record คงที่ เรียกว่าแบบความยาวคงที่ (Fixed Length) ชนิดที่ 2 ความยาวของแต่ละ Record อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ไปตามจำนวนข้อมูลของแต่ละ Record เรียกว่าแบบความยาวเปลี่ยนแปลง (Variable-Length)



ความยาวคงที่
(Fixed-Length)



ความยาวเปลี่ยนแปลง
(Variable-Lenght)



ภาพแสดงกรรมวิธีในการบันทึกข้อมูลลงในเทปแม่เหล็ก

แบบความยาวคงที่และความยาวเปลี่ยนแปลงมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน กล่าวคือ แบบความยาวคงที่ ทำให้เปลืองเทปแต่เขียนโปรแกรมใช้งานได้ง่าย ส่วนแบบความยาวเปลี่ยน-แปลงจะทำให้ประหยัดเทปได้ แต่มีความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมในการสั่งใช้งาน

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าต้นม้วนและปลายม้วนเทปจะเป็นเทปว่างยาวประมาณ 6-8 ฟุต ในส่วนที่ว่างนี้ตอนที่อยู่ใกล้กับจุดเริ่มต้นและจุดจบของแถบที่จะบันทึกข้อมูลจะมี Magnetic Mark เล็ก ๆ เรียกว่า Reflective Spot จะบอกว่าเป็น Load Point คือตั้งแต่จุดนี้เป็นต้นไปจะใช้ในการบันทึกข้อมูล ส่วนจุดสุดท้ายเป็น EOR Point (End of Reel) เพื่อบอกว่าเป็นเทปหมดแค่นี้ หลังจุดนี้ไปแล้วห้ามบันทึกข้อมูลอีก และระหว่าง Load Point กับ Record แรกจะมีส่วนที่เรียกว่า Header Control Label เป็นส่วนที่จะบอกรายละเอียดเกี่ยวกับเทปม้วนนั้น เช่นเป็นข้อมูลอะไร ใช้กับโปรแกรมใด ฯลฯ เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการใช้เทปผิดม้วน ส่วนสุดท้ายระหว่าง Record สุดท้ายกับ EOR Point จะมี Trailer Control Label ซึ่งจะเป็นส่วนที่จะบอกว่าจำนวน Record ในเทปม้วนนี้มีเท่าไร เพื่อที่เราจะตรวจสอบจำนวน Record ที่ประมวลผลไปแล้วกับจำนวน Record ในเทป

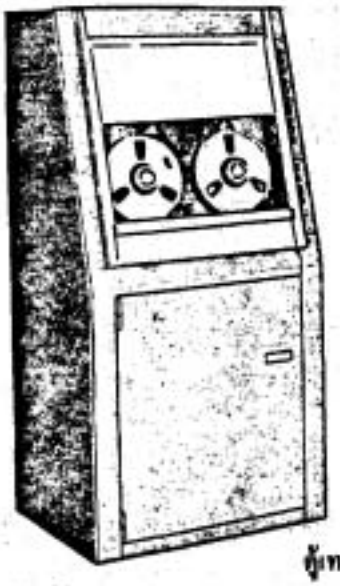
ข้อดีของเทปแม่เหล็กมีดังนี้คือ

1. เก็บข้อมูลได้มากกว่าบัตร เคลื่อนย้ายได้สะดวก และเก็บรักษาได้ง่ายกว่าบัตรและเทปกระดาษ

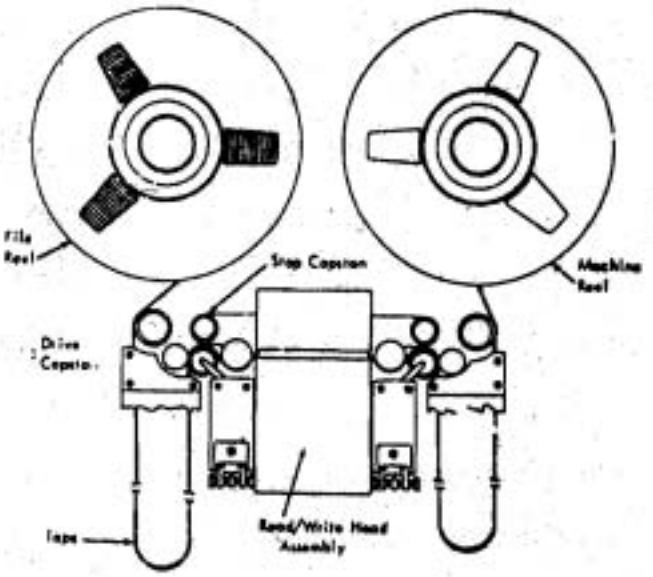
2. ราคาถูกกว่าบัตร

3. ความเร็วในการอ่านข้อมูล (Transfer Rate) ดีกว่าบัตร

4. การเก็บข้อมูลในเทปช่วยป้องกันการสับสนและการสูญหายของ Record ใน File ได้ดีกว่าการเก็บในบัตร



ตู้เทป



รูปแสดงส่วนประกอบภายในตู้เทป

ข้อเสียของการใช้เทป

1. ไม่สามารถอ่านข้อมูลได้จากเทปโดยตรง (ด้วยสายตามนุษย์) ได้เช่นเดียวกับที่อ่านจากบัตร ถ้าต้องการทราบข้อมูลต้องให้เครื่องอ่าน (Need for technical term Interpretation)

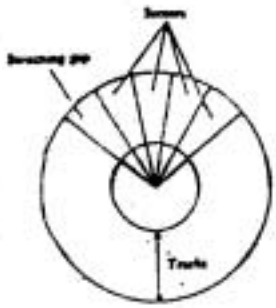
2. ถ้าต้องการข้อมูลจากส่วนหนึ่งส่วนใดในเทปม้วนนั้นจำเป็นต้องเริ่มอ่านข้อมูลตั้งแต่แรกทุกครั้ง ทั้งนี้ เพราะเทปเป็นระบบ Sequential Access อาจจะกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า การดึงข้อมูลออกมาแต่ละครั้ง จะเสียเวลามากไปกับส่วนที่เป็นข้อมูลที่ไม่ต้องการ

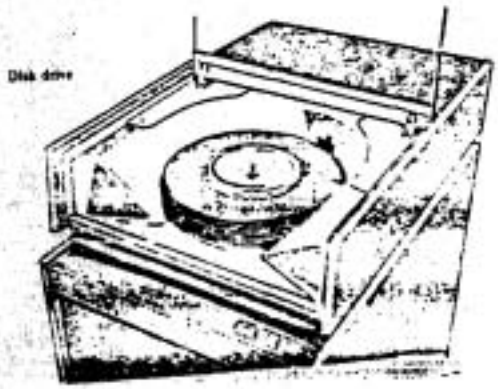
3. การเก็บเทปแม่เหล็กต้องระวังในเรื่องฝุ่นเพราะอาจมีส่วนทำให้ข้อมูลเลือนได้และยังต้องจัดเก็บเทปในที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นพอเหมาะ

4. ต้องระวังไม่ให้ข้อมูลใน File ถูกลบทิ้งไปโดยความผิดพลาด

จานแม่เหล็ก

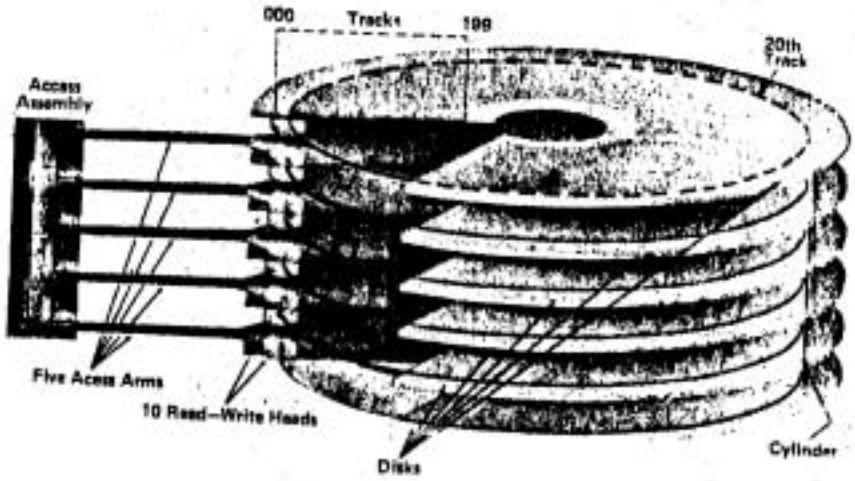
จานแม่เหล็กจะอยู่ประกอบกันเป็นชุด จานแม่เหล็ก 1 ชุดเรียกว่า Disk Pack ลักษณะของ Disk Pack คล้ายกับชุดของจานเสียง ข้อมูลจะถูกบันทึกบน แทรค ซึ่งอยู่บนผิวหน้าทั้งสองหน้าของ Disk แต่ละแผ่น ยกเว้นที่ผิวหน้า (surface) ด้านบนของแผ่นบนสุดและผิวหน้าด้านล่างของแผ่นล่างสุดในชุดของ Disk Pack แต่ละชุด ประโยชน์ก็เพื่อใช้ป้องกันผิวหน้าของจานแม่เหล็กอันอื่น ๆ ที่อยู่ในชุดเดียวกัน จานแม่เหล็กชุดหนึ่งจะมีจำนวนจานแม่เหล็กมากหรือน้อยแตกต่างกันไป และเส้นผ่าศูนย์กลางของจานแม่เหล็กแต่ละแผ่นก็มีขนาดแตกต่างกันไป โดยปกติขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปกติตั้งแต่ 6-12 นิ้ว บางขนาดอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 4 ฟุต จานแม่เหล็กแต่ละแผ่นจะแบ่งออกเป็น แทรค คล้ายกับจานแผ่นเสียง และแต่ละ แทรค ยังแยกออกเป็น Sector

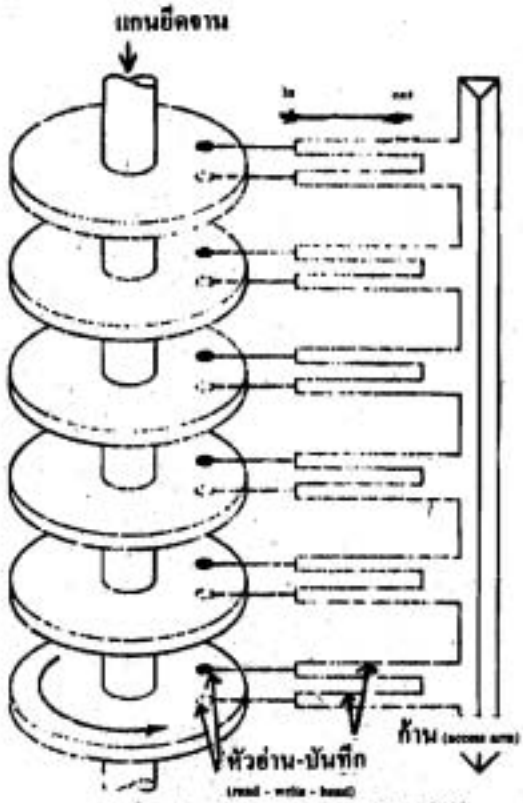




แต่ละ แทรค บนจานแม่เหล็กจะไม่ติดต่อกันแต่จะมี Switching Gap เชื่อมอยู่ Switching Gap ก็คือพื้นที่ว่างบนจานแม่เหล็กที่ไม่ใช้บันทึกข้อมูล จุดประสงค์ที่มีส่วนนี้ก็เพื่อที่จะให้หัวอ่าน-บันทึก (Read-Write head) ได้เปลี่ยน แทรค หัวอ่าน-บันทึก อาจเป็นระบบ 1 หัวต่อ surface (single-head-system) หรือระบบหลายหัวต่อ 1 surface (multiple head system)

ลักษณะการเก็บข้อมูลใน disk file





Sources of delay in accessing a disk.

เพื่อค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้ เครื่องสำหรับอ่าน-บันทึกจานแม่เหล็ก (Disk Drive) จะมีหัวอ่านบันทึกข้อมูลอยู่ ณ ตำแหน่งเหนือผิวจานแม่เหล็กแต่ละแผ่นหัวอ่าน-บันทึกดังกล่าวจะอยู่เหนือหัวแต่ละ แทรค เพื่อที่จะอ่านหรือบันทึกข้อมูลที่ต้องการ

ข้อมูลที่เก็บอยู่บนจานแม่เหล็กจะถูกบันทึกอย่างเรียงลำดับในแต่ละ Track ในลักษณะของบิท แทรค แต่ละ แทรค จะสามารถบันทึกข้อมูลได้ตั้งแต่ 25,000 ถึง 50,000 บิท และจำนวนของจานแม่เหล็กแต่ละแผ่นจะประกอบด้วยจำนวน แทรค ตั้งแต่ 2 ถึง 500 Track ดังนั้นแต่ละหน้าของจานแม่เหล็กอันหนึ่งจะสามารถบันทึกข้อมูลได้ประมาณตั้งแต่ 5 ล้านถึง 25 ล้านบิท เทียบได้ประมาณ 1-4 ล้านตัวอักขระ สรุปแล้วชุดของจานแม่เหล็ก 1 ชุด จะสามารถจุข้อมูลได้ถึง 7-100 ล้านตัวอักขระ (Characters)

เครื่องสำหรับจานแม่เหล็ก ดู้ขับดิสก์ (Disk Drive) สามารถใช้ในการดำเนินกรรมวิธีข้อมูลแบบสุ่มเลือก (Random Access) คือเรียกข้อมูลที่เก็บไว้ใช้ได้โดยตรง นอกจากนี้ ยังสามารถทำหน้าที่เป็นที่เก็บข้อมูลช่วย (Auxiliary Storage) ด้วย เครื่องนี้จะทำหน้าที่ได้ 2 อย่างคือเป็นทั้ง Input Device และ Output Device เครื่องอ่าน-บันทึก จานแม่เหล็ก 1 ชุด (Disk System) จะมีส่วนประกอบคร่าว ๆ ดังนี้คือ มี Disk Drive โดยที่แต่ละ Disk Drive จะมีแกน (Axes) สำหรับยึดกับจานแม่เหล็ก ปกติแล้วจานแม่เหล็กจะสามารถจุข้อมูลได้มากกว่าเทปแม่เหล็ก เครื่องอ่าน-บันทึกจานแม่เหล็กจะทำงานโดยการหมุนจานแม่เหล็กที่ติดกับแกนไปโดยที่อัตราเร็วในการโยกย้ายข้อมูล (Transfer Rate) ของ Disk ประมาณ 100,000 และ 400,000 Character per second

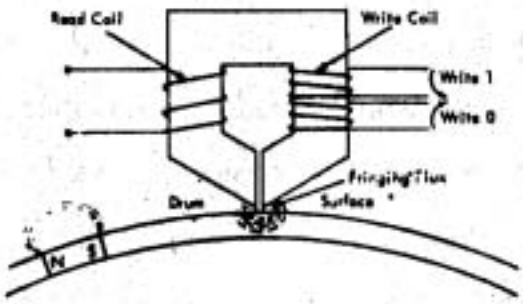
เมื่อเทียบกับเทปแม่เหล็กแล้วจะเห็นได้ว่าโดยเฉลี่ยแล้ว Access Time ของจานแม่เหล็กจะต่ำกว่าของเทปแม่เหล็ก

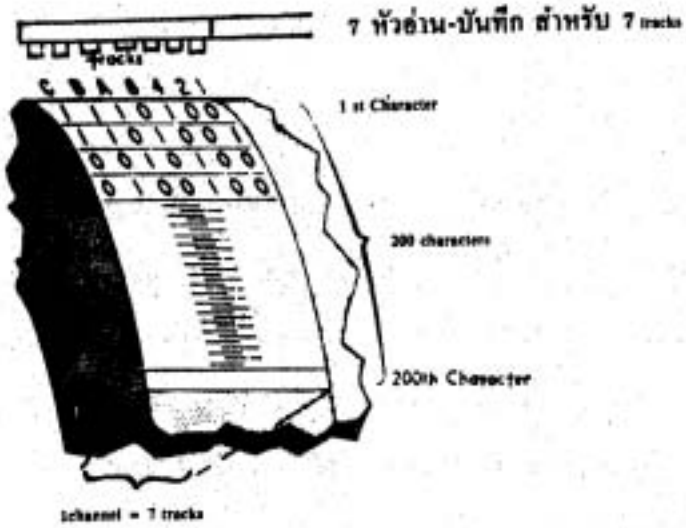
ดรัมแม่เหล็ก (Magnetic Drum)

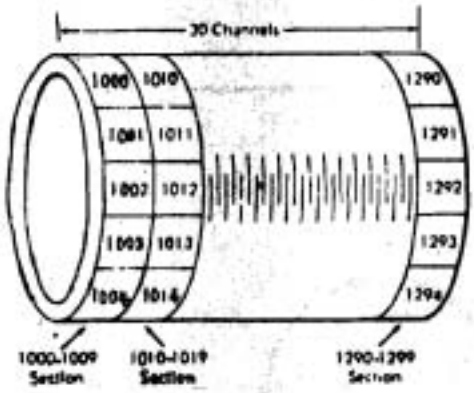
เป็นตัวกลางที่ใช้บันทึกข้อมูล ดรัมแม่เหล็กมีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก ผิวหน้าเป็น Metallic Magnetizable Film โดยที่ข้อมูลจะบันทึกลงบนพื้นที่ผิวทรงกระบอก พื้นที่ผิวนี้จะแบ่งออกเป็น แทรค โดยทั่วไปแล้วมักจะใช้ดรัมเป็นหน่วยความจำช่วย (Auxiliary Storage)

เครื่องขับดรัมแม่เหล็ก (Magnetic Drum Unit) เป็นทั้งเครื่องนำข้อมูลเข้า (Input Device) และเครื่องนำข้อมูลออก (Output Device) ในการประมวลผลข้อมูล

การทำงานของดรัมแม่เหล็กโดยอาศัยการหมุนของดรัมแม่เหล็กด้วยความเร็วคงที่ โดยที่แต่ละ Track ของดรัมแม่เหล็กจะมีหัวอ่าน-บันทึก อยู่ (ดูรูปประกอบ)





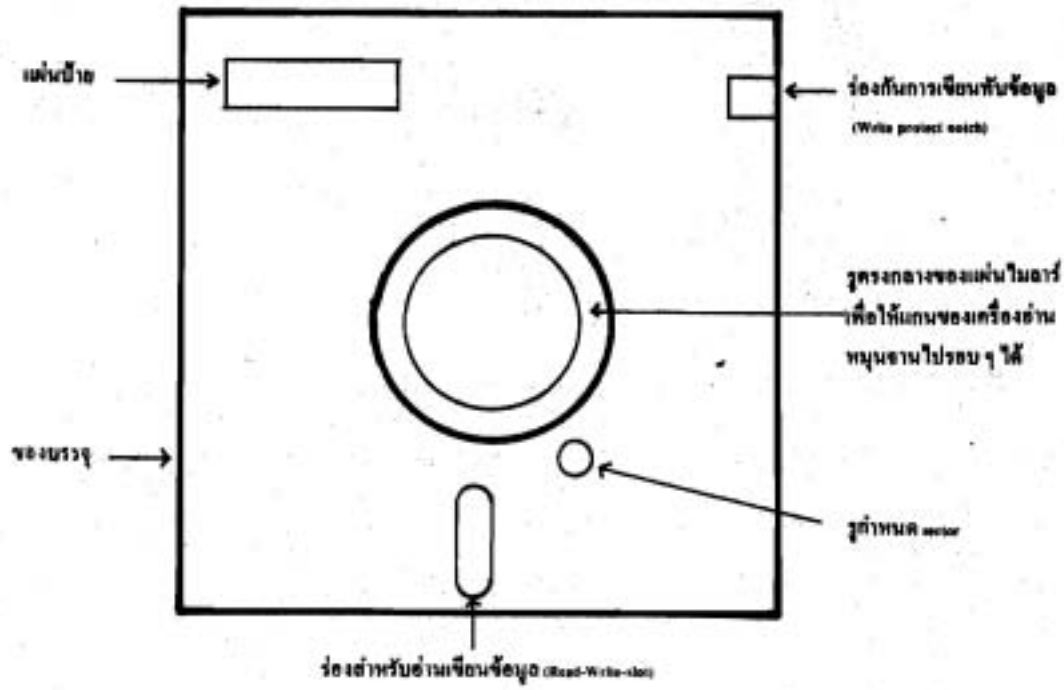


ข้อมูลที่ใช้บันทึกในดรัมแม่เหล็กจะสามารถบันทึกข้อมูลได้ใหม่โดยการบันทึกข้อมูลชุดใหม่ทับลงในข้อมูลเก่า ดังนั้น ข้อมูลเก่าก็จะหายไปปรากฏข้อมูลใหม่แทนเช่นเดียวกับเทปแม่เหล็ก

เครื่องขับดรัมแม่เหล็ก (Magnetic Drum Unit) จะทำงานโดยการหมุนตัวของทรงกระบอกของดรัมแม่เหล็กด้วยความเร็วคงที่ คือประมาณ 3,500 รอบต่อนาที (แล้วแต่ชนิดของเครื่อง)

จานเหล็กชนิดอ่อน (Diskette หรือ Floppy disk)

จานแม่เหล็กชนิดอ่อนเป็นตัวกลางใช้ในการเก็บข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายจานแม่เหล็กแต่มีขนาดเล็กกว่า (เปรียบเทียบได้กับจานแม่เหล็กขนาดเล็ก) เวลาใช้เป็นแผ่นไม่ได้ใช้เป็นชุดแบบจานแม่เหล็ก เป็นตัวกลางที่ใช้ได้สะดวก น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้ง่าย ความจุของจานขนาดเล็กแต่ละแผ่นเทียบได้เท่ากับบัตรประมาณ 3,000 × 80 สคมภ์ จานแม่เหล็กชนิดอ่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว 1 แผ่น สามารถเก็บเอกสารขนาด 8 × 11 นิ้วได้ถึง 60-130 หน้า แล้วแต่จำนวนตัวอักษร ยังมีดิสเคทขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $5\frac{1}{4}$ นิ้ว (mini floppy disk) และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $3\frac{1}{2}$ นิ้ว ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ ในการบันทึกข้อมูลอาจบันทึกหนึ่งหรือสองหน้าก็ได้แล้วแต่ชนิดของมัน แต่ละหน้าของมันแบ่งเป็น แทรค และ sector เช่นเดียวกับจานแม่เหล็ก

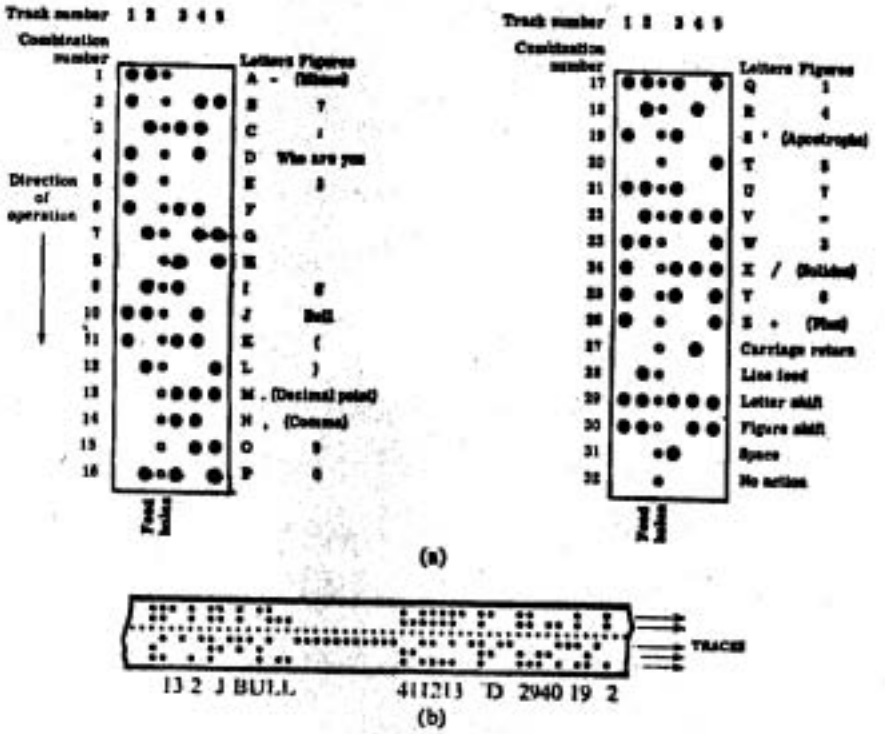


แผ่นดิสเคทบันทึกในของบรรจุ

เทปกระดาษ (Paper Tape)

เทปกระดาษมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับเทปแม่เหล็ก เพียงแต่ว่าทำจากกระดาษและการบันทึกข้อมูลลงบนเทปกระดาษก็ทำโดยการเจาะรูแทนที่จะทำให้เป็น magnetized spot เทปกระดาษมีหลายขนาด ซึ่งการที่มีขนาดแตกต่างกันก็ส่งผลถึงลักษณะของรหัสที่บันทึกลงบนเทปว่าใช้ระบบรหัสแบบใด เช่น BCD (Binary Coded Decimal) เป็นต้น

ภาพแสดงการเจาะรหัสลงบนเทปกระดาษ



Five-track Paper Tape

8.4 อุปกรณ์รอบนอก (Peripheral Device)

8.4.1 เครื่องขับเทป (Magnetic Tape Drive)

ตู้ขับเทปจะมีลักษณะคล้ายกับเครื่องอ่านบัตรในลักษณะรับแฟ้มข้อมูลประเภทเรียงลำดับ (segnential file) แต่มีข้อดีกว่าเครื่องอ่านบัตรในแง่ที่มีความสามารถในการทำงานได้หลายหน้าที่ตามแต่ผู้ใช้จะระบุความต้องการ เช่น อาจจะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์นำข้อมูลเข้าหรือเป็นอุปกรณ์ประเภทนำข้อมูลออกหรืออาจจะใช้เป็นอุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำอนุกรณ์ก็ได้

8.4.2 เครื่องขับจานแม่เหล็ก (Disk Drive)

อุปกรณ์ประเภทนี้มีความสามารถอ่านข้อมูลได้ทั้งแฟ้มประเภทเรียงลำดับและแฟ้มประเภทสุ่มจะเห็นได้ว่าพัฒนาการของเทคโนโลยีของอุปกรณ์ประเภทนี้ไปไกลมากเสียเนื่องมาจากพัฒนาการทางด้านโปรแกรมควบคุมระบบ (System Software) และสิ่งอำนวยความสะดวกในการสื่อสารข้อมูล (Communication facilities) ซึ่งมีการนำไปใช้มากมาย

ประโยชน์ของอุปกรณ์ประเภทนี้มีมากในงานประเภทออนไลน์ (Online) เราสามารถแบ่งอุปกรณ์ประเภทนี้ออกมาได้ 2 ลักษณะ คือ

ลักษณะที่ 1 แบบคงที่ (Fixed disk)

ลักษณะที่ 2 แบบเคลื่อนย้าย (removable disk)

สาเหตุที่หนึ่งที่เลือกใช้เครื่องขับจานแม่เหล็กก็คือมีความเร็วในการอ่านข้อมูล (access time) สูง โดยที่เวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ไปยังคอมพิวเตอร์หรือเวลาที่นำข้อมูลจากคอมพิวเตอร์มาบันทึกลงในตัวกลางของอุปกรณ์นั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการ คือ

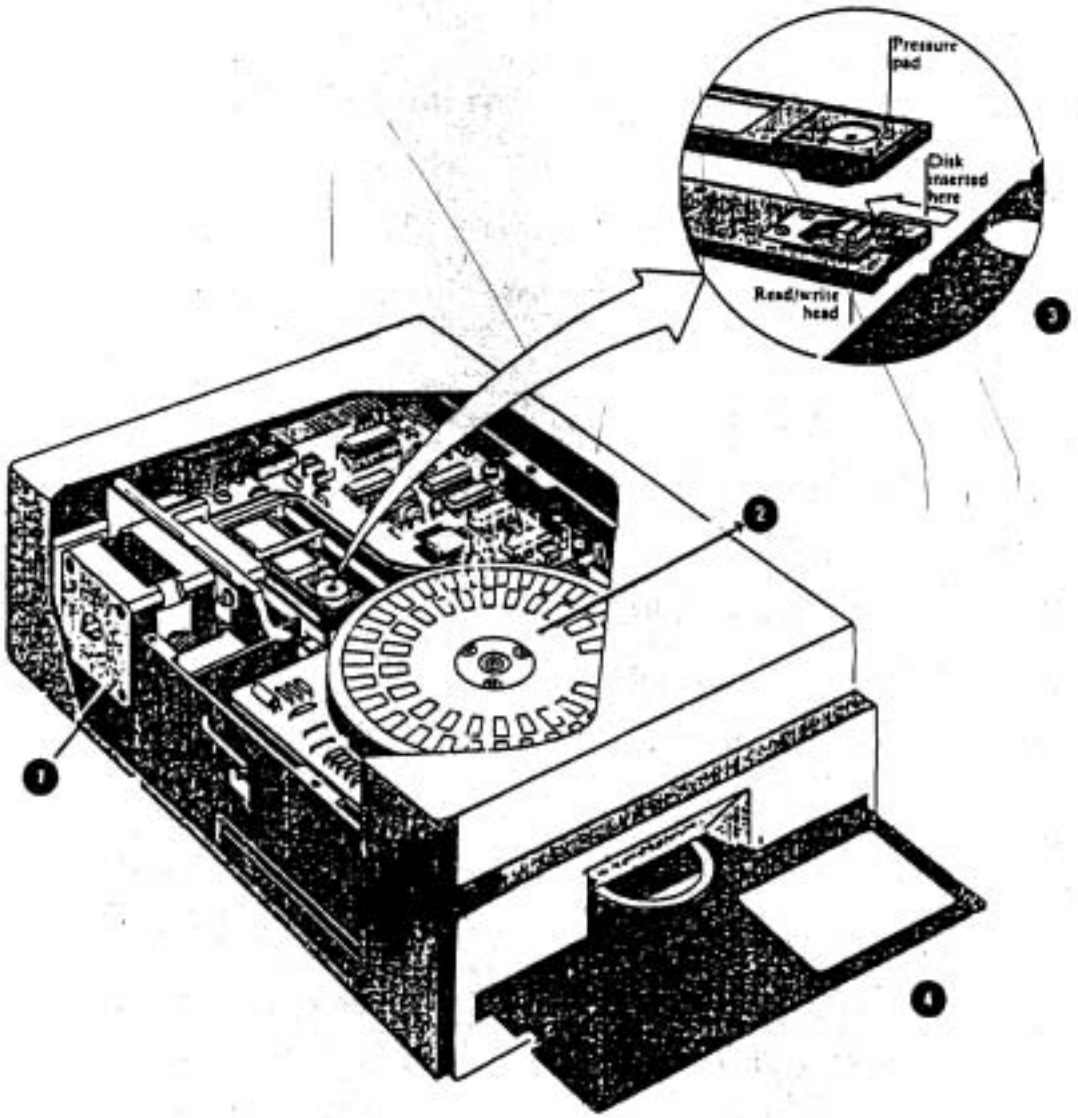
Access Motion หมายถึงเวลาที่ใช้ไปในการเลื่อนหัวอ่าน/บันทึก (Read/Write Head) ไปยังตำแหน่งของ Cylinder ซึ่งข้อมูลนั้นปรากฏอยู่

Rotational Delay หมายถึงเวลาที่ใช้ไปในการขยับอุปกรณ์ หัวอ่าน/บันทึกไปยังตำแหน่งที่ข้อมูลนั้นปรากฏอยู่

Data Transfer หมายถึงเวลาที่ใช้ไปในการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างจานแม่เหล็กกับคอมพิวเตอร์

8.4.3 เครื่องขับจานแม่เหล็กชนิดอ่อน (Diskette Drive)

เนื่องจากแนวคิดของการจัดเก็บข้อมูลลงบนจานแม่เหล็ก (disk) กับจานแม่เหล็กชนิดอ่อนจะคล้ายกันต่างกันตรงที่ว่าจานแม่เหล็กนั้นจะใช้เป็นชุด (Pack) ในขณะที่จานแม่เหล็กชนิดอ่อนจะใช้เพียงแผ่นเดียว ดังนั้น อุปกรณ์คือเครื่องขับจานแม่เหล็กชนิดอ่อนก็จะทำงานคล้ายกันกับเครื่องขับจานแม่เหล็กแต่ต่างกันตรงที่ไม่มีการค้นหาตำแหน่งของ Cylinder



8.4.4 เครื่องพิมพ์ (Printer)

เครื่องพิมพ์นับว่าเป็นอุปกรณ์แสดงผลข้อมูลชนิดแฟ้มสำเนาถาวร (hard copy) ที่คนนิยมใช้กันมาก ในสมัยเดิมเครื่องพิมพ์ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นต้องใช้กระดาษชนิดพิเศษที่เรียกว่ากระดาษต่อเนื่อง (Continuous Paper) แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปมากจนถึงขนาดใช้กับกระดาษธรรมดาได้ทั่วไป

เราแบ่งประเภทของเครื่องพิมพ์ออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของรูปแบบการพิมพ์ คือ

1. Impact Printer
2. Non-Impact Printer

1. Impact Printer อุปกรณ์ที่จัดว่าเป็นเครื่องพิมพ์ประเภท Impact Printer นี้จะมีดังนี้คือ

1.1 Chain Printer เป็นเครื่องพิมพ์ที่ประกอบด้วยโซ่ ซึ่งบนโซ่จะมีตัวอักขระต่าง ๆ เรียงปรากฏอยู่ อาการพิมพ์ก็คือการบังคับให้โซ่ไปตีกระทบหมึกพิมพ์และไปปรากฏบนกระดาษ

1.2 Drum Printer จะมีลักษณะคล้ายกับ Chain Printer เพียงแต่ว่าจะมีการสร้างโลหะทรงกระบอกขึ้นแทนโซ่ การทำงานของเครื่องพิมพ์ชนิดนี้จะอาศัยหลักการเคลื่อนที่ของทรงกระบอกแทนโซ่

1.3 Matrix Printer เครื่องพิมพ์ชนิดนี้ หัวพิมพ์จะประกอบด้วยเข็มอยู่จำนวนหนึ่ง ดังนั้น ความคมชัดของตัวพิมพ์จะขึ้นอยู่กับจำนวนเข็ม คือถ้ามีหัวเข็มมาก ความคมชัดก็มีมาก เช่น เครื่องชนิด 8 เข็ม ก็จะพิมพ์ได้คมชัดน้อยกว่าเครื่องชนิดที่มี 24 เข็ม โดยปกติเครื่องพิมพ์ชนิดนี้จะมีความเร็วในการพิมพ์ช้ากว่าประเภทที่ 1.1 และ 1.2 แต่ปัจจุบันมีเครื่องพิมพ์ชนิดได้พัฒนาให้มีบางรุ่นพิมพ์ได้เร็วถึงนาทีละ 600 บรรทัด เครื่องพิมพ์ประเภทนี้มีข้อดีที่นิยมใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปในส่วนที่ว่าราคาถูกและสามารถสร้างตัวอักขระได้หลายรูปแบบ เช่น ตัวขยาย ตัวเอียง และนอกจากนี้ ยังมีความสามารถในการทำกราฟได้ด้วย

1.4 Daisy Wheel Printer เครื่องพิมพ์ชนิดนี้จะใช้จานซึ่งหล่อออกมาเป็นก้าน

คล้ายกลีบดอกไม้ บนก้านจะมีตัวอักษรปรากฏอยู่ โครงสร้างของเครื่องประเภทนี้ก็คือเครื่องพิมพ์ดีดชนิดไฟฟ้านั่นเอง ซึ่งเครื่องพิมพ์ประเภทนี้เรามีสิทธิจะเลือกเป็น Typewriter ให้คนเป็นผู้พิมพ์หรือจะต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องดังกล่าวจะกลายเป็นเครื่อง Printer เครื่องพิมพ์ประเภทนี้จะมีความเร็วในการพิมพ์ต่ำ และโดยปกติก็จะใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แต่เครื่องประเภทนี้จะมีข้อดีในแง่ของการให้ความคมชัดของตัวอักษรที่พิมพ์

2. Non-impact Printer เครื่องพิมพ์ประเภทนี้เป็นเครื่องที่พัฒนาขึ้นมาในระยะหลัง ๆ เป็นเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ได้เร็วมาก และเสียงไม่ค่อยดังนักเวลาพิมพ์เมื่อเทียบกับประเภทที่ 1 Impact Printer เครื่องพิมพ์ที่จัดว่าอยู่ในกลุ่มของ Non-impact Printer จะมีดังนี้

2.1 Electrostatic Printer เครื่องพิมพ์ชนิดนี้จะใช้หัวพิมพ์ลักษณะเดียวกับ dot matrix printer เพียงแต่กระดาษที่ใช้จะใช้กระดาษชนิดพิเศษ ลักษณะการพิมพ์จึงทำโดยการเปลี่ยนสภาพของกระดาษให้ปรากฏเป็นตัวอักษรตามที่ต้องการ

2.2 Electrothermal Printer เป็นเครื่องพิมพ์ลักษณะคล้ายประเภทที่ 2.1 เพียงแต่ว่าเวลาพิมพ์เครื่องพิมพ์จะให้ความร้อนผ่านหัวพิมพ์ ซึ่งจะไปเปลี่ยนสภาพของกระดาษพิมพ์ให้เป็นตัวอักษรตามต้องการ

2.3 Laser Printer เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้ระบบเลเซอร์ในการพิมพ์ ลักษณะของการพิมพ์จะคล้ายกับเครื่องถ่ายสำเนาเอกสาร ผลการพิมพ์จะออกมาคมชัดเจน จะใช้มากกับงานประเภทกราฟฟิก

2.4 Xerographic Process Printer เป็นระบบการพิมพ์ซึ่งทำให้เกิดลักษณะของ electric transfer บนพื้นผิวที่อุปกรณ์หัวพิมพ์ส่องผ่าน ซึ่งจะปรากฏเป็นตัวอักษรแล้วจึงมีการเคลือบหมึกแห้งลงทับบนตัวอักษรนั้นอีก

2.5 Ink jet Printer เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้ระบบการพิมพ์โดยวิธีการฉีดหมึกออกมาเป็นตัวอักษรหรือรูปตามที่ต้องการ ปกติแล้วสีที่จะฉีดนั้นจะประกอบด้วยแม่สีสามสี คือ แดง น้ำเงิน และเหลือง ดังนั้น ถ้าเราต้องการจะเลือกสีต่าง ๆ เราจะสั่งโดยโปรแกรมซึ่งโปรแกรมดังกล่าวจะไปควบคุมให้มีการอัดสีออกมาผสมกันเป็นสีที่ต้องการ

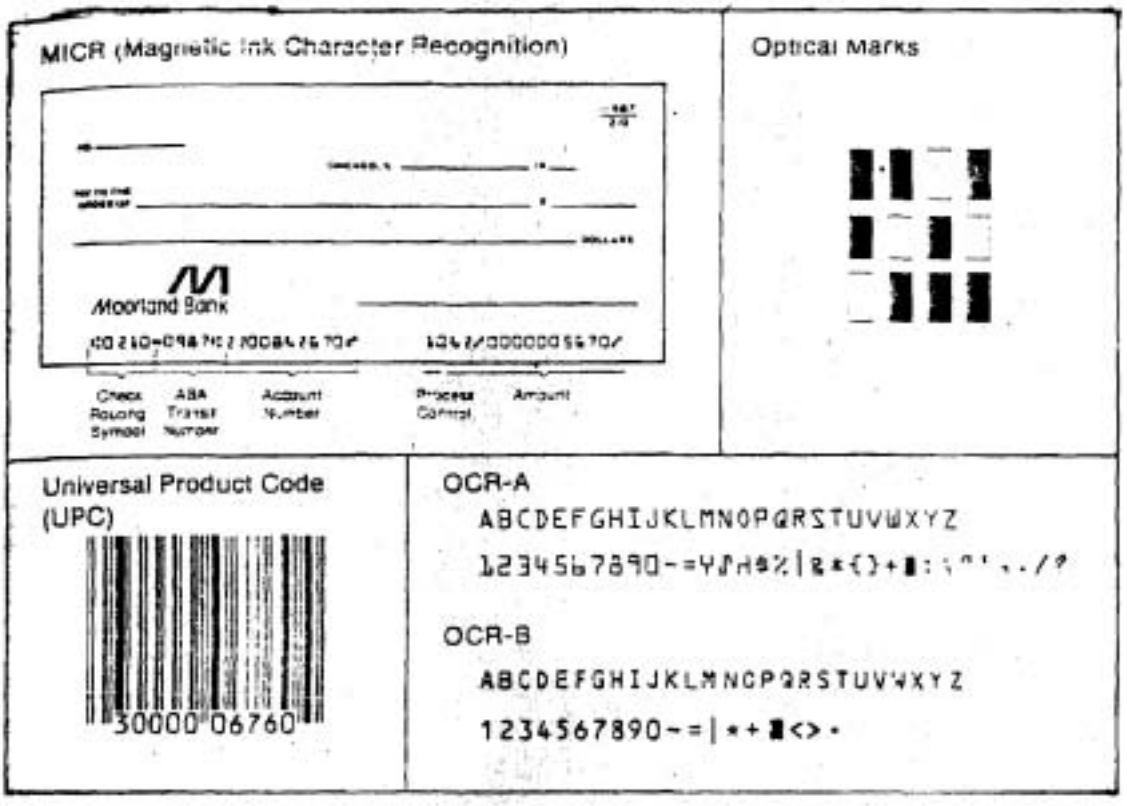
8.4.5 อุปกรณ์ปลายทาง (Remote Terminal)

อุปกรณ์ประเภทนี้อาจใช้เป็นได้ทั้งอุปกรณ์รับข้อมูลหรืออุปกรณ์แสดงผลข้อมูลก็ได้ อุปกรณ์นี้จะต่อจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปเรามักจะใช้จอภาพและแป้นพิมพ์ทำหน้าที่เป็นเทอร์มินอล เพื่อใช้ส่งข้อมูลหรือโปรแกรมผ่านทางแป้นพิมพ์เข้าไปยังคอมพิวเตอร์ โดยจะให้ผลที่จากการปฏิบัติงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ปรากฏทางจอภาพ ดังนั้น คำว่า Remote Terminal จะหมายถึงอุปกรณ์ที่ติดต่อกับตัวคอมพิวเตอร์โดยตรงเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นอุปกรณ์อะไรก็ได้ เช่น จอภาพ, แป้นพิมพ์, POS (Point Of Sale Terminal), graphic display เป็นต้น การจะเลือกใช้อุปกรณ์ใดทำหน้าที่เป็น Remote Terminal นั้นจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละระบบงาน เช่น ถ้าเป็นภายในศูนย์สรรพสินค้าก็อาจจะใช้ POS ก็ได้ เพื่อทำหน้าที่ในการคัดยอดสินค้าที่ขาย

8.4.6 Optical Scanner

อุปกรณ์ประเภทนี้คาดว่าจะใช้อย่างแพร่หลายกับหมู่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในอนาคต ด้วยเหตุที่ว่าอำนวยประโยชน์ให้กับผู้ใช้ในแง่ที่ว่าคอมพิวเตอร์สามารถรับรู้ข้อมูลจากต้นกำเนิดได้ อุปกรณ์ที่จัดว่าอยู่ในกลุ่มของ Optical Scanner จะมีปรากฏดังนี้

8.4.6.1 MICR (Magnetic Ink Character Recognition) อุปกรณ์ประเภทนี้จะใช้ในกิจการของธนาคารเพื่อใช้ตรวจสอบเช็คเงินของลูกค้า เครื่องมือนี้มีประสิทธิภาพสูงมาก บางเครื่องสามารถอ่านเอกสารได้ถึง 1,200 แผ่นภายใน 1 นาที



ภาพ 8.4.6 แสดงเอกสารใช้กับเครื่อง MICR , UPC ใช้กับเครื่อง POS และอักขระที่ใช้กับเครื่อง OCR

8.4.7 OCR (Optical Character Recognition)

เครื่อง OCR สามารถอ่านข้อมูลได้จากเอกสารโดยตรง โดยระบบที่ว่าเครื่องทำงานจะใช้แสงไฟสะท้อนข้อมูลไปกระทบ Photosensitive element แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปยังคอมพิวเตอร์

ข้อจำกัดของเครื่อง OCR ก็คือต้องรับรู้รูปแบบข้อมูลที่กำหนด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นตัวอักขระหรือเครื่องหมายก็ได้ ตัวขระที่ OCR รับรู้มีหลายรูปแบบดังแสดงในภาพที่ 8.4.6

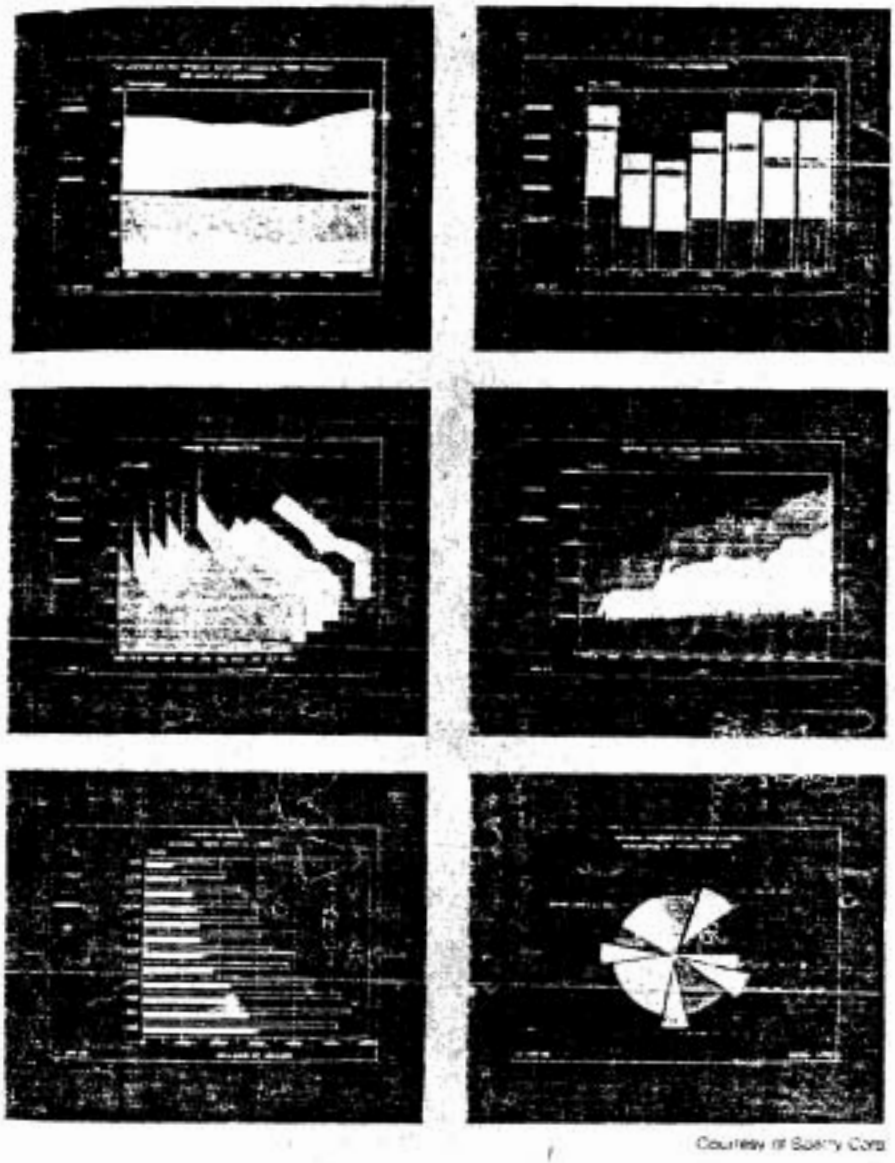
OMR นั่นเป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะการทำงานเหมือน OCR เพียงแต่จะรับรู้เฉพาะข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายเท่านั้น ตัวอย่างของข้อมูลที่อ่านด้วยเครื่อง OMR ก็คือกระดาษคำตอบปรนัยที่ตรวจด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

Courtesy Larry Cuca

8.4.8 Graphic Display Terminal

อุปกรณ์ประเภทนี้นั้นเรามักจะใช้จอภาพซึ่งมีความสามารถในการความชัด (high resolution) มาทำหน้าที่เป็น Graphic Display Terminal และในขณะเดียวกันเพื่อประสิทธิภาพให้กับเครื่องดังกล่าวเราก็สามารถนำอุปกรณ์ประเภท digitizer หรือ light pen เข้าไปใช้ร่วมด้วย

digitizer เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อตรวจ (scan) ภาพที่เกิดขึ้นเพื่อจะแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลและสิ่งต่อไปให้คอมพิวเตอร์ปฏิบัติการได้



ภาพ 8.4.8.1 ภาพจาก graphic display

8.4.9 Plotter

Plotter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วาดของกราฟหรือชาร์ท โดยใช้ข้อมูลที่อยู่ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ชนิด drum type และชนิด flatbed-type โดยที่ชนิด flatbed-type จะมีความเร็วในการปฏิบัติการสูงกว่าชนิด drum type

Courtesy of NEC Information Systems, Inc.

Plotter.

Courtesy of 3M Company

ภาพ 8.4.9.1 ของเครื่อง plotter

8.4.10 Voice Actuation

Voice Actuation หรือ Speech Recognition นับเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการคาดหมายว่าจะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานต่อไปในอนาคต แนวคิดของการใช้อุปกรณ์นี้ก็คือ ให้สามารถรับรู้ในลักษณะของคำพูดของมนุษย์เพื่อนำไปปฏิบัติงานได้ แต่ในขณะนี้นั้นการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวยังอยู่ในวงจำกัด

8.5 ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลข้อมูลนั้นจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้คือ

1. วิเคราะห์โครงสร้างระบบงาน ตั้งแต่เริ่มดำเนินงานจนกระทั่งได้ผลสำเร็จตามต้องการ เจตนาของขั้นตอนนี้นั้นเพื่อพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้

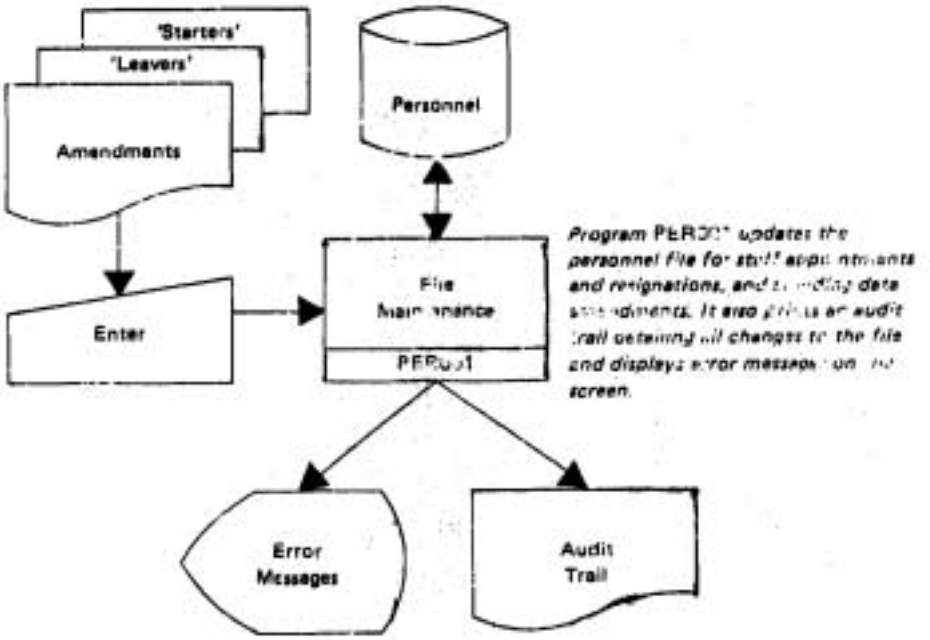
1.1 การไหลของงาน (Work Flow) ว่ามีการสั่งงานจากขั้นใดไปขั้นใด

1.2 การระบุอุปกรณ์ที่ใช้ว่าในแต่ละขั้นตอนนั้นมีการใช้อุปกรณ์ประเภทเป็นตัวเก็บข้อมูล

1.3 การสร้างโปรแกรมในแต่ละขั้นตอน ว่าขั้นตอนใดต้องใช้โปรแกรมใดในการปฏิบัติงาน

1.4 การกำหนดช่วงระยะเวลาของการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน เจตนาเพื่อจะได้ควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้

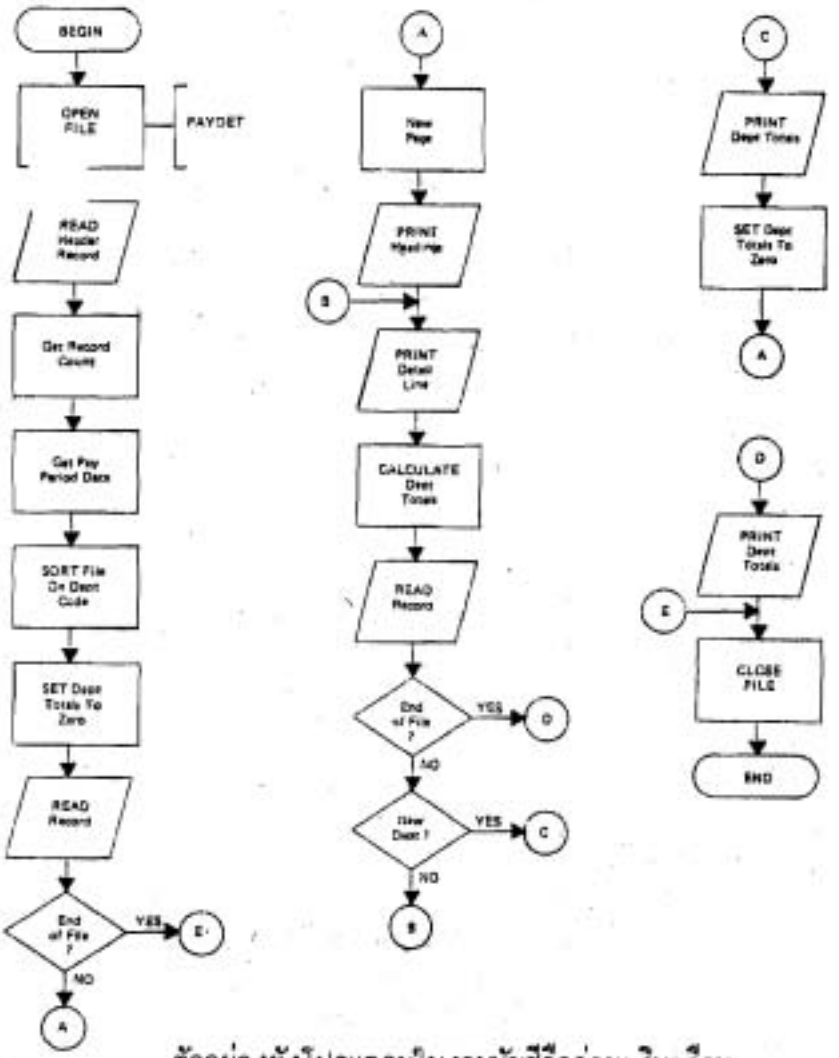
ขั้นตอนที่ 1 นี้เราเรียกกันในทางคอมพิวเตอร์ว่าการสร้างผังระบบ (System Flow Chart)



ตัวอย่างของผังระบบงาน

2. จากขั้นตอนที่ 1 ในการสร้างผังระบบในส่วนที่จะต้องนำไปเขียนโปรแกรมเพื่อให้เครื่องทำงานได้นั้น เราจะต้องมีการนำโปรแกรมจะเขียนนั้นไปออกแบบ (Program Design) วิเคราะห์โครงสร้างของข้อมูลที่จะนำมาปฏิบัติงาน การเลือกตรรกวิทยาเพื่อใช้งานและการเลือกภาษาให้เหมาะสมกับงาน ขั้นตอนนี้เราอาจจะใช้เครื่องมือได้หลายอย่างด้วยกัน เช่น ใช้ผังโปรแกรม (Programming Flow Chart) ใช้โปรแกรมลำลอง (Pseudo Program) ใช้ N-S Chart หรือ Warnier Orrdiagram เป็นต้น

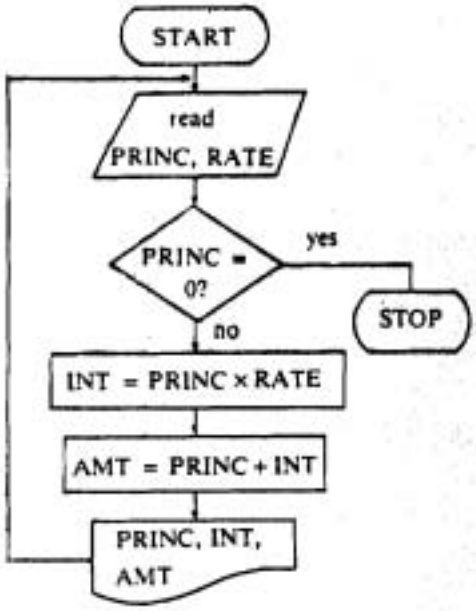
PROGRAM FLOWCHART – PAY006



ตัวอย่างผังโปรแกรมในงานบัญชีคือจ่ายเงินเดือน

3. นำสิ่งที่ได้ในขั้นที่ 2 มาเลือกภาษาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการถอดรหัส ขั้นตอนนี้เรียกว่าการเขียนโปรแกรม (Program Coding)

ตัวอย่างของการนำผังโปรแกรมไปเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาเบสิก



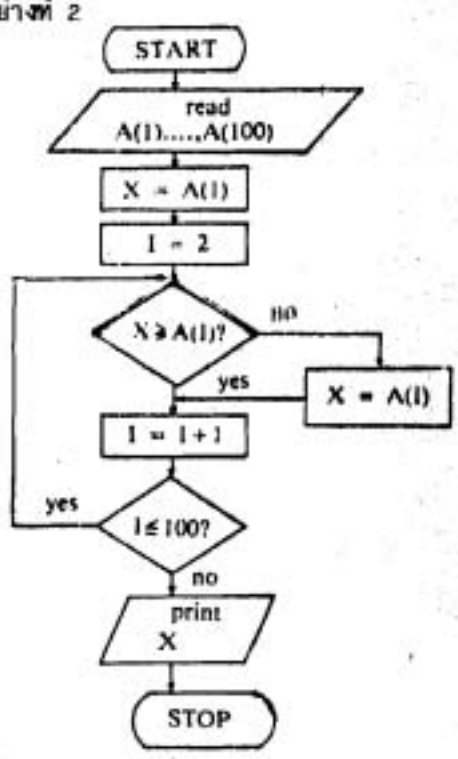
โปรแกรมภาษาพีแอลวัน

```
STRT: GET LIST (PRINC, RATE);
IF PRINC = 0 THEN STOP;
INT = PRINC * RATE;
AMT = PRINC + INT;
PUT LIST (PRINC, INT, AMT);
GO TO STRT;
```

โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน

```
13  READ (5, 10) PRINC, RATE
10  FORMAT (F 6.0, F 5.2)
    IF (PRINC. EQ. 0) STOP
    INT = PRINC*RATE
    AMT = PRINC + INT
    WRITE (6, 11) PRINC, INT, AMT
11  FORMAT (5X, F 7.0, 2X, F 5.2, F 8.
    GO TO 13
    END
```

ตัวอย่างที่ 2



โปรแกรมภาษาเบสิก

```
090  REM BASIC EXAMPLE
100  DIM A (100)
110  FOR I = 1 TO 100
120  READ A (I)
130  NEXT I
140  LET X = A(1)
150  FOR I = 2 TO 100
160  IF X >= A(I) THEN 180
170  LET X = A(I)
180  NEXT I
190  PRINT "THE LARGEST";
200  PRINT "ELEMENT IN THE"
210  PRINT "ARRAY = "; X
220  DATA 20, 16, 16,.....
230  DATA 47, 32, 64, .....
240  END
RUN
```

4. การนำโปรแกรมที่ได้ในขั้นที่ 3 ไปตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น

Syntax Error หมายถึงความผิดพลาดอันเกิดจากการใช้คำสั่งผิดพลาดในเรื่องไวยากรณ์ และกติกาการใช้คำสั่งในภาษานั้น

Logic Error หมายถึงความผิดพลาดอันเกิดจากการใช้ตรรกวิทยาผิดพลาดหรือสูตรในการคำนวณผิดพลาดหรืออื่น ๆ เราอาจจะพบความผิดในช่วงขณะทดสอบวิ่งโปรแกรม ซึ่งเราเรียกว่า run time error

ขั้นตอนที่ 4 เราเรียกว่าการ Debug และ Testing Program

8.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับซอฟท์แวร์

ซอฟท์แวร์ คือคำสั่งที่สั่งให้เครื่องปฏิบัติงานตามผู้ใช้ต้องการ เราแบ่งซอฟท์แวร์ออกมาเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ซอฟท์แวร์ระบบ (System Software) เป็นซอฟท์แวร์ช่วยให้ระบบเครื่องทำงานได้ รวมถึงซอฟท์แวร์ที่ทำหน้าที่ในแปลคำสั่งภาษาชั้นสูงให้เป็นภาษาเครื่อง เราอาจจำแนกซอฟท์-แวร์ระบบออกมาเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้คือ

- โปรแกรมควบคุมระบบ (Operating Software) เป็นโปรแกรมทำหน้าที่เหมือนแม่บ้านในการดูแลและบริหารการทำงานของเครื่องรวมถึงการติดต่อกับอุปกรณ์รอบนอกของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นไปอย่างราบรื่น

ตัวอย่างของซอฟท์แวร์ควบคุมระบบเช่น UNIX, VMS และ DOS (DOS ปกติจะใช้กันแพร่หลายบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์)

- โปรแกรมล่าม (Compiler) ตัวอย่างเช่น FORTRAN Compiler, RPG Compiler, COBOL Compiler เป็นต้น

2. โปรแกรมควบคุมฐานข้อมูล (Database Management System) ซึ่งเป็นโปร-แกรมควบคุมและบริหารฐานข้อมูล ตัวอย่างเช่น **DBMS , ORACLE**

3. โปรแกรมอำนวยความสะดวก (Utility Program) เป็นโปรแกรมที่ใช้ดำเนินงานบ่อย ๆ เช่น Sort Program, Merge Program เป็นต้น

4. โปรแกรมใช้งานเฉพาะอย่างประยุกต์ (Application Program) ตัวอย่างของโปรแกรมประเภทนี้ที่ใช้บ่อย ๆ กับบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เช่น LOTUS 123, DBASE, WS., FOXBASE เป็นต้น โปรแกรมแต่ละตัวดังกล่าวจะมีลักษณะการใช้งานเหมาะกับงานแต่ละด้าน ซึ่งพอจะสรุปดังนี้คือ

- งานเอกสาร จะใช้โปรแกรมประเภท WS., Word Perfect, Thai Star CU Writer เป็นต้น

- งานทำตาราง เช่นงานบัญชี จะใช้โปรแกรมที่ใช้กับงานประเภทกระดาษทด (spread sheet) เช่น LOTUS 123, VISICAL, Multiplan เป็นต้น

- งานเก็บแฟ้มข้อมูล เช่น แฟ้มข้อมูลคลังสินค้า แฟ้มข้อมูลคนงาน, แฟ้มประวัติคนไข้ ซึ่งจะใช้ซอฟท์แวร์ประเภท DBASE, FOXBASE, ORACLE เป็นต้น

แบบฝึกหัดบทที่ 8

1. คอมพิวเตอร์ประกอบด้วยอะไรบ้าง
2. คำว่าอุปกรณ์รอบนอกหมายถึงอะไร
3. อุปกรณ์ใช้เป็นหน่วยความจำอนุกรณ์มีอุปกรณ์อะไรบ้าง
4. เราใช้ตัวกลางใดบ้างที่บันทึกข้อมูลประเภทเรียงลำดับ และประเภทสุ่ม
5. เครื่องพิมพ์แบ่งเป็นกี่ประเภท แต่ละประเภทแตกต่างกันอย่างไร ปกติแล้วเครื่องไมโคร-คอมพิวเตอร์เราใช้เครื่องพิมพ์ประเภทใด