

เป็น  $4 (2^2)$  ถัดไปเป็น  $8 (2^3)$  ถัดไปเป็น  $16 (2^4)$  และต่อไปเป็นลำดับ ดังนั้น ค่าของเลขฐานสองใดๆ ประกอบด้วยการรวมค่าของแต่ละตำแหน่งของเลขโคตฐานสองแต่ละตัว และไม่สนใจกับตำแหน่งที่มีเลขโคตค่า 0 ด้านหน้า รูป 3-7 แสดงให้เห็นว่าระบบเลขฐานสองแทนมูลค่าของฐานสิบได้อย่างไร

BINARY POSITION VALUES								EQUIVALENT DECIMAL NUMBERS
$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	
64	32	16	8	4	2	1	0	
BINARY NUMBERS								
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	1	3
0	0	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	0	0	1	0	0	4
0	0	0	0	1	0	0	0	8
0	0	0	1	0	0	0	0	16
0	0	1	0	0	0	0	0	32
0	0	0	0	0	0	0	64	
1	0	0	0	0	0	0	0	128

3-7

ระบบเลขฐานแปด (Octal Number System) และ ระบบเลขฐานสิบหก (Hexadecimal Number System) ได้ถูกนำมาใช้เป็นวิธีในการแสดงข้อมูลฐานสองในคอมพิวเตอร์ยุคปัจจุบัน เนื่องจากระบบเลขฐานสองมีข้อเสีย คือต้องใช้ใช้กลุ่มเลขโคตขนาดใหญ่เพื่อแสดงค่าของเลขที่กำหนด การใช้ระบบเลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก ซึ่งเป็นระบบที่สัมพันธ์กับระบบเลขฐานสองอย่างเป็นสัดส่วน จึงเป็นวิธีที่ช่วยลดความยาวของสายอักขระ (string) ที่ประกอบด้วย 0 กับ 1 ของเลขฐานสอง สิ่งนี้ช่วยให้งานของนักเขียนโปรแกรม และนักปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องเป็นผู้ระบุข้อมูล หรือคำสั่งของคอมพิวเตอร์ ทำได้ง่ายขึ้น รูป 3-8 แสดงค่าในฐานสอง

ฐานแปด และฐานสิบหก ที่เท่ากับ 0 ถึง 16 ในฐานสิบ จากความสัมพันธ์ในรูป 3-8 ตัวเลข 17 ในเลขฐานสิบ แสดงออกมาเป็นฐานสองได้เท่ากับ 10001 ฐานแปดจะแสดงด้วย 21 และในฐานสิบหกจะแสดงด้วยเลข 11 มีหลายวิธีที่ใช้ในการเปลี่ยนเลขฐานสิบไปเป็นฐานสอง ฐานแปด หรือ ฐานสิบหก หรือในทางกลับกัน คือเปลี่ยนเลขในฐานอื่นๆ ให้เป็นฐานสิบ หรือ การใช้เลขฐานต่างๆ ในปฏิบัติการคำนวณ

Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

3-8 Equivalents of decimal numbers

### 3.3.2 รหัสคอมพิวเตอร์

วงจรภายในของคอมพิวเตอร์ใช้เฉพาะเลขฐานสอง คือ 1 และ 0 ในการปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม ระบบรหัสหลายๆ ระบบได้รับการออกแบบให้แสดงรหัสคำสั่งภาษาเครื่องที่กระทำการ

โดยหน่วยประมวลผลกลาง และใช้แทนอักขระของข้อมูลที่ได้รับการประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ รหัสเหล่านี้ทำให้การสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้ง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณ-ตรรกะ และ ความสามารถในการเก็บ ให้สูงขึ้นด้วย

รหัสคอมพิวเตอร์พื้นฐานที่สุด คือ การใช้ระบบเลขฐานสองแท้ๆ ในการแทนข้อมูล สำหรับการปฏิบัติการทั้งหมดของคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ซึ่งใช้งานทางด้านวิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์พิเศษเฉพาะด้าน จะใช้เฉพาะรหัสฐานสองวิธีการเดียวกันนั้นในการแทนข้อมูล ภายใน อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ในปัจจุบัน ใช้รหัสฐานสอง ในการปฏิบัติการบางประการ และใช้รหัสพิเศษโดยใช้ระบบเลขฐานสอง ฐานแปด หรือ ฐานสิบหก

รหัสคอมพิวเตอร์จะเป็นชุดของระบบรหัส เช่น เลขฐานสิบเข้ารหัสฐานสอง (บีซีดี, Binary Coded Decimal, BCD) ในระบบนี้ เลขโคคฐานสิบถูกแสดงแทนในรูปฐานสองโดยใช้เพียง 4 ตำแหน่งแรกเท่านั้น จากรูป 3-8 เลขโคคฐานสิบ 0 ถึง 9 ถูกแสดงด้วย 4 ตำแหน่งฐานสอง ดังนั้นเลขฐานสิบใดๆ สามารถแสดงออกมาในรูปของกลุ่มของ เลขโคคฐานสอง 4 ตัว ตัวอย่างเช่น เลขฐานสิบ 1987 แสดงออกมาในรูปของ บีซีดี ได้เป็น

Decimal Form	1	9	8	7
BCD Form	0001	1001	1000	0111

รหัสสลับเปลี่ยนเลขฐานสิบเข้ารหัสฐานสองแบบขยาย (แอบซีดีค) (Extended BCD Interchange Code (EBCDIC)) เป็นรูปแบบรหัสที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนมากในปัจจุบัน ซึ่งสามารถทำให้เกิดการจัดรูปแบบที่แตกต่างกันได้ถึง 256 ( $2^8$ ) ในรูป 3-9 แสดงถึงรหัสแปดบิต ประกอบด้วย 4 บิตตัวเลข (Numeric bits) ทางด้านขวา และ 4 ไชนบิต (Zone bits) ทางด้านซ้าย เมื่อรวมไชนบิตและบิตตัวเลขเข้าด้วยกัน จะใช้แทนตัวอักขระประเภทต่างๆ ได้

Character	EBCDIC	ASCII
0	11110000	0110000
1	11110001	0110001
2	11110010	0110010
3	11110011	0110011
4	11110100	011 0100
5	11110101	0110101
6	11110110	0110110
7	11110111	0110111
8	11111000	0111000
9	11111001	0111001
A	11000001	100 0001
B	11000010	1000010
C	11000011	1000011
D	1100 0100	1000100
E	11000101	1000101
F	11000110	1000110
G	11000111	1000111
H	11001000	1001000
I	11001001	1001001
J	11010001	1001010
K	11010010	1001011
L	11010011	1001100
M	11010100	1001101
N	11010101	1001110
O	11010110	1001111
P	11010111	1010000
Q	11011000	1010001
R	11011001	1010010
S	11 100010	1010011
T	11 100011	1010100
U	11 100100	1010101
V	11 100101	1010110
W	11 100110	1010111
X	11 100111	1011000
Y	11101000	1011001
Z	11101001	1011010

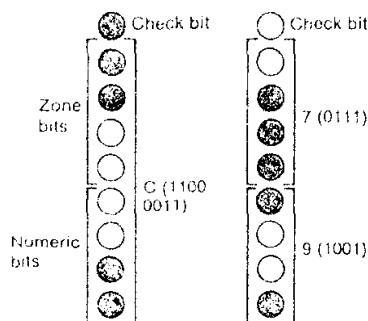
3-9

รหัสที่เป็นที่นิยมอีกรูปแบบหนึ่งคือ ระบบรหัสมาตรฐานของสหรัฐอเมริกาที่ใช้เพื่อการสับเปลี่ยนสารสนเทศ (แอสกี) (American Standard Code for Information Interchange, ASCII) ลักษณะของระบบรหัส เป็นรหัส 7 บิต ใช้แสดง อักขระได้ 128 รูปแบบ หรือ 2<sup>7</sup> รูปแบบ รหัสแอสกีเป็นรหัสมาตรฐานที่ถูกพัฒนาเริ่มแรกเพื่อใช้งานสำหรับสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์นำเข้า/นำออกข้อมูล อย่างไรก็ตามรหัสดังกล่าวถูกนำไปใช้งานทั้งในไมโครคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์ขนาดอื่นด้วย เนื่องจากความแตกต่างระหว่างรหัสแอสกี และรหัสแอสกี คอมพิวเตอร์จึงต้องสามารถเปลี่ยนรหัสจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้ รหัสแอสกีเป็นรหัสที่ได้รับการพัฒนาให้เป็นรหัสมาตรฐานโดยองค์การมาตรฐานแห่งชาติ และสากล

จึงเป็นรหัสที่มีแนวโน้มจะเป็นที่นิยมใช้กันมากในอนาคต

รหัสคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะมีบิตเพิ่มเข้าไปอีก 1 บิต เรียกว่า บิตตรวจสอบ (Check Bit) หรือเรียกอีกอย่างว่า บิตภาวะคู่หรือคี่ (Parity bit) เราใช้บิตดังกล่าวเพื่อตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ใส่รหัส คอมพิวเตอร์จำนวนมากจะมีความสามารถในการตรวจสอบอยู่ภายในเพื่อตรวจสอบบิตที่เกิน หรือสูญหายระหว่างการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างองค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ เช่น คอมพิวเตอร์ได้รับการออกแบบให้ตรวจสอบสถานะคี่ (Odd Parity) อย่างต่อเนื่อง นั่นคือ เลขคี่ของ 1 (ในระบบฐานสอง) หรือ ตำแหน่ง 0 ของบิต ในอักขระแต่ละตัวของข้อมูลที่มีการถ่ายโอน ในกรณีเช่นนั้น จะตรวจบิตตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าเลขคี่ของตำแหน่งบิตที่เป็น ON อยู่ในอักขระทุกๆ ตัวของข้อมูล ดังนั้น บิตตรวจสอบทำให้คอมพิวเตอร์สามารถระบุว่ามีถ่ายโอนเลขที่ถูกต้องของตำแหน่งบิตที่แทนข้อมูลได้โดยอัตโนมัติ

รูป 3-10 แสดงถึงการแทนข้อมูลด้วยรหัสแอสซิงค ในคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน การใช้รหัสแอสซิงค 8 บิต ในรูป 3-10 แสดงให้เห็นว่า 1 ตัวอักษร หรือ อักขระพิเศษ หรือ เลขฐานสิบ 2 ตำแหน่ง ถูกแสดงแทนด้วย 1 รหัส 8 บิต วงกลมแทนองค์ประกอบวงจรกึ่งตัวนำหรือรูปแบบอื่นของสวิตช์ โดยวงกลมแรเงาแสดงสถานะเปิด (ON) -ของอิเล็กทรอนิกส์ หรือทางแม่เหล็ก ในขณะที่วงกลมที่ไม่ได้แรเงา แทนสถานะปิด (OFF) ดังนั้นสดมภ์แรกของวงกลมจะแทนอักษร C ในขณะที่สดมภ์ที่ 2 เรียกว่า รูปแบบเลขฐานสิบ 2 ตำแหน่ง (packed decimal) เนื่องจากเลขฐานสิบ 2 ตำแหน่ง คือ 7 และ 9 จะแทนด้วยเลขฐานสอง 8 บิต



3-10

ดังนั้น ตำแหน่งเก็บแต่ละตำแหน่งของคอมพิวเตอร์ ใช้รหัสแอสกี ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือ ตำแหน่งสื่อแม่เหล็กที่สามารถแสดงแทนได้อย่างน้อย 8 ตัวของเลขโคจรฐานสอง ตำแหน่งเก็บแต่ละตำแหน่งสามารถเก็บได้ 1 ตัวอักษร หรือ 1 อักษรพิเศษ หรือ อัปเดตด้วยเลขโคจรฐานสิบ 2 ตัว กลุ่มของเลขฐานสอง 8 ตัวในแอสกี (7 ตัวในแอสกี) เรียกว่า 1 ไบต์ (Byte) ในกรณีของอักษร C ตามรูป 3-10 บิตที่ 9 หรือ บิตตรวจสอบ (Check bit) เป็นสถานะเปิด (ON) เพื่อแสดงภาวะคี่ (Odd Parity) ในกรณีของไบต์เลขฐานสิบอัปเดต ที่มีเลข 7 และเลข 9 บิตตรวจสอบจะเป็นสถานะปิด (OFF) แสดงภาวะคี่ (Odd parity) หมายถึง บิตเลขที่ (5 บิต) อยู่ในสถานะเปิด

### 3.3.3 องค์ประกอบข้อมูลคอมพิวเตอร์

การออกแบบวงจรภายในของคอมพิวเตอร์ และระบบรหัสที่ใช้ เป็นตัวที่กำหนดองค์กรของข้อมูลภายในคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ได้รับการออกแบบให้ใช้ระบบรหัสแอสกี ดังนั้น การจัดองค์กรข้อมูลจะใช้ระบบแอสกีเป็นพื้นฐาน ส่วนคอมพิวเตอร์ที่ใช้การจัดองค์กรข้อมูลรูปแบบอื่นนั้นจะแตกต่างกันในเรื่อง ขนาด และชื่อของส่วนย่อยของข้อมูลที่ใช้ แต่จะมีแนวความคิดพื้นฐานเหมือนกัน

Name	Size
BIT	One binary digit.
BYTE	Eight bits (EBCDIC)
WOHD	Fixed word-length format 8, 16, or 32 bits
	Variable word-length format. 1 to 256 bytes
PAGE	2K or 4K bytes.

## บิต (Bit)

รูป 3-11 แสดงระดับชั้นของส่วนย่อยของข้อมูลที่ใช้กันโดยทั่วไป ส่วนย่อยของข้อมูลที่เล็กที่สุด เรียกว่า บิต (มาจากคำว่า Binary Digit) ซึ่งมีค่าเป็น 0 หรือ 1

## ไบต์ (Byte)

ได้แก่กลุ่มของบิตที่แทนอักขระ (Character) ไม่ว่าจะเป็นระบบลรหัสแอสกีติก หรือระบบลรหัสแอสกี ใน 8 บิตของรหัสแอสกีติก อาจจะประกอบด้วย 1 ตัวอักษร (Alphabetic) หรือ 1 อักขระพิเศษ หรือ เลขโคตรฐาน 10 2 ตำแหน่งที่อัดแน่น (packed) ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ในปัจจุบันจัดว่าไบต์เป็นหน่วยข้อมูลพื้นฐาน

การวัดความจุของหน่วยเก็บ และอุปกรณ์เก็บข้อมูลจึงมักจะวัดออกมาเป็นจำนวนไบต์ โดยมีหน่วยเป็น กิโลไบต์ (Kilobytes ย่อเป็น K) หรือ เมกกะไบต์ (Megabyte ย่อเป็น MB หรือ M) ถึงแม้ว่าในระบบเมตริก คำว่า 'กิโล' จะหมายถึงจำนวน 1,000 แต่สำหรับทางด้านคอมพิวเตอร์แล้ว กิโล หรือ K จะหมายถึงจำนวน 1,024 หรือ  $2^{10}$  ดังนั้นขนาดของหน่วยความจำ 256 K จะหมายถึงตำแหน่งเก็บ 262,144 ตำแหน่ง แทนที่จะเป็น 256,000 ตำแหน่ง แต่เพื่อให้สอดคล้องการระบุความจุหน่วยเก็บ จึงละเลยต่อส่วนที่แตกต่างนั้น ดังนั้น 1 เมกกะไบต์ จึงมีค่าประมาณ 1 ล้านไบต์ 1 จิกะไบต์ (Gigabyte, GB) มีค่าประมาณ 1 พันล้านไบต์ และ 1 เทราไบต์ (Terabyte, TB) ค่าประมาณ 1 ล้านล้านไบต์ของหน่วยเก็บ (1 เทราไบต์ มีค่าเท่ากับ  $2^{40}$  หรือ 1,099,511,627,776 ไบต์ หรือประมาณ 1 Trillion bytes)

## คำ (Word)

หมายถึงกลุ่มของไบต์ ที่เคลื่อนผ่านวงจรไฟฟ้าไปตามเส้นทางข้อมูล (Data Path) ระหว่างหน่วยเก็บหลัก กับ เรจิสเตอร์ของหน่วยคำนวณ ตรรกะ และหน่วยควบคุม ดังนั้นคอมพิวเตอร์ขนาดความยาวคำ 32 บิต จะมีเรจิสเตอร์ความจุ 32 บิต ทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลหรือคำสั่ง เป็นกลุ่มของ 32 บิต ไปภายในหน่วยประมวลผลกลาง คอมพิวเตอร์ 32 บิต ควรจะประมวลผลข้อมูลได้เร็วกว่าคอมพิวเตอร์ความยาวคำ 16 บิต หรือ 8 บิต อย่างไรก็ตามขนาดคำไม่ได้ขึ้นกับความจุของเรจิสเตอร์ในหน่วยประมวลผลกลางเพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นกับความจุ หรือ ความกว้างของเส้นทางข้อมูล หรือ บัสข้อมูล (Data Bus) ซึ่งเป็นเส้นทางที่ข้อมูลและคำสั่งต่างๆ ผ่านไปตามวงจรของหน่วยประมวลผลกลาง

คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เรจิสเตอร์ 32 บิต อาจจะเคลื่อนย้ายข้อมูลความยาว ครึ่งคำ 16 บิต หรือ เป็นทวีคูณ 64 บิต (ในทำนองเดียวกัน ตัวประมวลผลขนาดเล็ก อาจใช้การออกแบบโดยใช้ การแบ่งบิต (Bit Slicing) คือข้อมูลเคลื่อนย้ายในรูปของชิ้นส่วนของ 2 บิต หรือ 4 บิต

หรือเรียกว่า Nibble (หมายถึงครึ่งไบต์ หรือ 4 บิต) ไปภายในวงจรของตัวประมวลผลขนาดเล็ก)

ไมโครคอมพิวเตอร์บางรุ่นใช้การออกแบบที่เรียกว่า การแบ่งบิต (Bit Slice) โดยข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น ส่วน เป็น 2 บิต หรือ 4 บิตอยู่ภายในวงจรของไมโครโพรเซสเซอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์จำนวนมากใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ที่มีเรจิสเตอร์ 16 บิต แต่มีเส้นทางข้อมูล (Data Path) ขนาด 8 บิต เท่านั้น ดังนั้น ขนาดของคำสั่งที่ใช้จึงมีขนาด 8 บิต เมื่อต้องการขนย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำไปใส่ในเรจิสเตอร์ 16 บิต จึงต้องใช้เส้นทางข้อมูลขนาด 8 บิต 2 เส้นทาง ซึ่งในลักษณะเช่นนี้จะเป็นการลดความเร็วในการประมวลผลของไมโครคอมพิวเตอร์ลง

ดังนั้นขนาดของคำสั่งจึงมีความสำคัญต่อความเร็วในการประมวลผลข้อมูล อย่างไรก็ตามขนาดของคำสั่งสัมพันธ์กับความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่สำคัญอีก 3 ประการ คือ

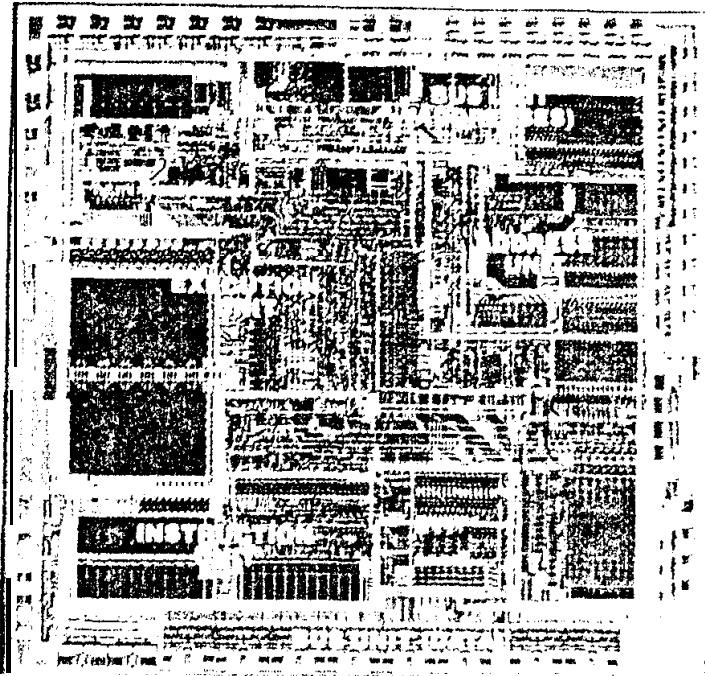
1. จำนวนชนิดของคำสั่งพื้นฐานที่หน่วยประมวลผลกลางจะกระทำการได้ เช่นคอมพิวเตอร์ 32 บิต โดยทั่วไป จะมีชุดของคำสั่งเครื่อง (Instruction Set) พื้นฐานมากกว่าคอมพิวเตอร์ 16 บิต
2. ความถูกต้องของการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น เครื่องขนาด 32 บิตสามารถดำเนินการกับจำนวนตัวเลขได้ถึง 32 ตำแหน่งของเลขฐานสอง ในขณะที่คอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิตจำกัดการจัดดำเนินการตัวเลข 16 ตำแหน่งของเลขฐานสอง แต่ในทั้ง 2 กรณีสามารถเพิ่มฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อเพิ่มความถูกต้องของการคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้
3. ความจุหน่วยความจำหลัก เช่น ไมโครโพรเซสเซอร์ 8 บิต ที่เป็นที่นิยมหลายๆ ตัวสามารถเข้าถึงหน่วยความจำได้โดยตรง 64 กิโลไบต์ และถ้าเป็น ไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิตสามารถเข้าถึงหน่วยความจำได้โดยตรงจำนวนเป็นล้านไบต์

ขนาดของคำ แบ่งออกเป็นลักษณะของความยาวของคำที่ใช้ ว่าเป็นแบบความยาวคำตรึง (Fixed-word-length) และ ความยาวคำแปรได้ (Variable word length) การปฏิบัติการในภาวะความยาวคำตรึงนั้น คำจะประกอบด้วยจำนวนบิต หรือ จำนวนไบต์คงที่ แต่ถ้าเป็นความยาวคำแปรได้นั้น ขนาดของคำจะขึ้นกับคำสั่งที่ถูกกระทำการ และขนาดของส่วนย่อยของข้อมูลที่ถูกประมวลผลอยู่ คอมพิวเตอร์ที่ใช้สภาวะความยาวคำตรึง เป็น 1 คำ จะประกอบด้วย 4 ไบต์ (32 บิต) และสามารถแปรเปลี่ยนได้ตั้งแต่ 1 ไบต์ ไปจนถึง 256 ไบต์ ในสภาวะความยาวคำแปรได้ การออกแบบความยาวคำ ความจุเรจิสเตอร์ และ ความกว้างของเส้นทางข้อมูล จะขึ้นกับความต้องการในการลดต้นทุน ความซับซ้อน และประสิทธิภาพในการประมวลผล



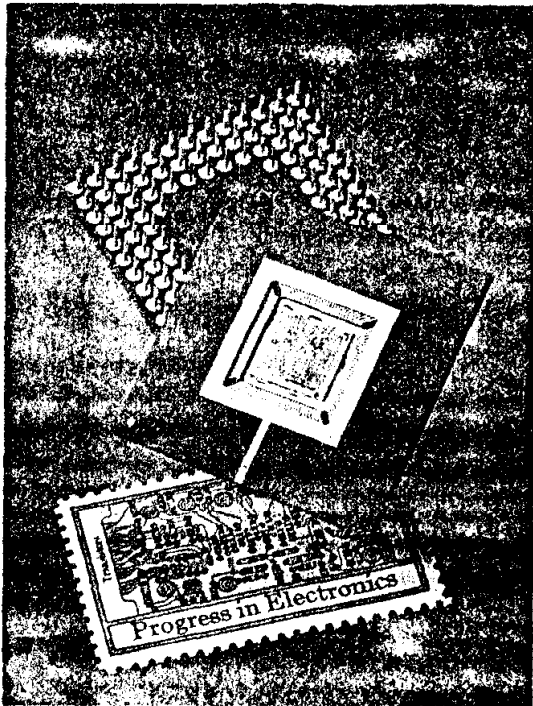
รูป 3.12 แสดงไมโครโพรเซสเซอร์

**ANATOMY OF THE 80286**



A Intel 80286. An advanced 16-bit microprocessor with a 16-bit data path and a 24-bit address register. Used in the IBM PC AT. Note the functions performed by major parts of the chip.

B



B Motorola MC68020. A 32-bit microprocessor "mainframe on a chip" with a 32-bit data path.

## หน้า (Pages)

หน้า หมายถึง ส่วนย่อยประเภทหนึ่งของข้อมูลคอมพิวเตอร์ซึ่งถูกสร้างขึ้นเนื่องจากการพัฒนาหน่วยความจำเสมือน (Virtual Memory) ซึ่งหน่วยเก็บรองจะทำหน้าที่ขยายหน่วยเก็บหลักของคอมพิวเตอร์ หน้าโปรแกรม หรือ หน้าข้อมูล จะถูกเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างหน่วยเก็บหลัก กับ หน่วยเก็บรอง ในกระบวนการหน่วยความจำเสมือน ที่เรียกว่า การสลับหน้า (Paging) คอมพิวเตอร์ส่วนมากนั้น 1 หน้า จะมีขนาด 2 กิโลไบต์ หรือ 4 กิโลไบต์

## 3.4 ฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย เครื่องมือ หรือ อุปกรณ์ที่รวมกันออกมาเป็นระบบคอมพิวเตอร์ รวมทั้ง ส่วนเข้า/ส่วนออก และสื่อเก็บต่างๆ เช่น เทปแม่เหล็ก จานแม่เหล็ก ซึ่งเป็นวัตถุที่จับต้องได้ซึ่งใช้เก็บข้อมูล ฮาร์ดแวร์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ

### ตัวประมวลผลคอมพิวเตอร์ (Computer Processors)

หน่วยฮาร์ดแวร์หลักของระบบคอมพิวเตอร์ คือ หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit, CPU) หน่วยประมวลผลกลาง จะประกอบด้วย หน่วยคำนวณและตรรกะ (Arithmetic-Logic Unit, ALU) หน่วยควบคุม (Control Unit) และ หน่วยเก็บหลัก และยังรวมถึงอุปกรณ์พิเศษอื่นๆ เช่น เรจิสเตอร์ (Registers) และ วงจรบวก (Adders) อุปกรณ์ต่อประสานรับเข้า/ส่งออก (Input/Output Interface Devices) เช่น บัฟเฟอร์ (Buffer) และช่องทาง (Ports) นอกจากนี้ระบบคอมพิวเตอร์ยังรวมถึงตัวประมวลผลพิเศษเพิ่มเติม (Specialized Processors) เช่น ตัวประมวลผลการคำนวณ และ ตัวประมวลผลส่วนเข้า/ส่วนออก ซึ่งจะช่วยให้หน่วยประมวลผลกลางทำงาน

### บริภัณฑ์รอบข้าง (Peripheral Equipment) และ สื่อ (Media)

ฮาร์ดแวร์ในส่วนนี้รวมถึงอุปกรณ์ที่แยกออก แต่ยังอยู่ในลักษณะ เชื่อมตรง (On-line) คือ เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อทางอิเล็กทรอนิกส์ และถูกควบคุมด้วยหน่วยประมวลผลกลาง อุปกรณ์รอบข้าง (Peripherals) รวมถึงอุปกรณ์นำเข้า/นำออก (Input/Output or I/O Equipment) ต่างๆ เช่น เครื่องปลายทางจอภาพ (Video Display Terminals) และ อุปกรณ์หน่วยเก็บรอง เช่น เครื่อง

จับงานแม่เหล็ก ซึ่งเชื่อมต่อโดยตรง หรือ เชื่อมการสื่อสารกับหน่วยประมวลผลกลาง สื่อที่ใช้โดย  
บริษัทรอบข้างหลักๆ ประกอบด้วย งาน และ เทปแม่เหล็ก และ เอกสารต่างๆ

### บริษัทช่วย (Auxillary Equipment) และ สื่อ (Media)

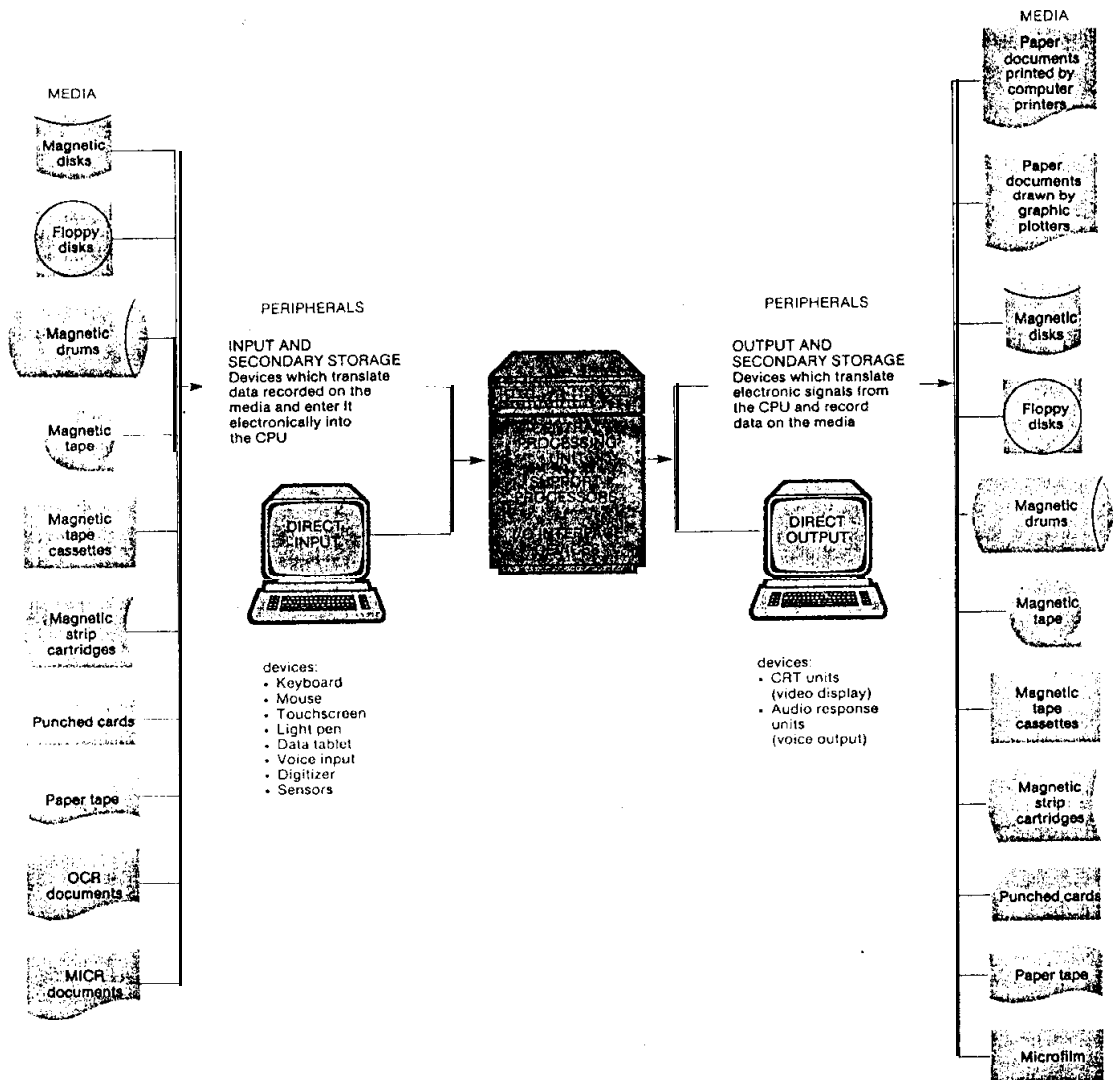
ส่วนนี้จะเป็นอุปกรณ์นอกสาย หรือ อุปกรณ์ไม่เชื่อมต่อตรง (Off-line) หมายถึงอุปกรณ์  
ที่แยกออกจาก และ ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของหน่วยประมวลผลกลาง บริษัทช่วย จะช่วย  
ระบบคอมพิวเตอร์ในส่วนนำเข้า นำออก และ หน้าที่เก็บ รวมไปถึง

1. การบันทึกข้อมูลแบบไม่เชื่อมต่อตรง (Offline Data Entry) เช่น หน่วยบันทึกแถบ  
(Key-to-tape) ซึ่งเปลี่ยนข้อมูลจากเอกสารต้นฉบับ (Source Documents) ไปสู่ สื่อนำเข้าแม่เหล็ก  
สำหรับนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ในภายหลัง

2. ส่วนออกชนิดไม่เชื่อมต่อตรง (Offline Output) และ อุปกรณ์เก็บข้อมูล เช่น อุปกรณ์  
ทำสำเนา

บริษัทคอมพิวเตอร์และสื่อหลายชนิดสามารถใช้ทั้งหน้าที่นำเข้า นำออก หรือใช้ทั้ง  
3 หน้าที่ คือ นำเข้า นำออก และ หน่วยเก็บสำรอง เช่น อุปกรณ์งานแม่เหล็กใช้งานแม่เหล็กเป็น  
สื่อข้อมูล และทำหน้าที่ทั้ง นำเข้า นำออก และ หน่วยเก็บสำรอง

อุปกรณ์บริษัทรอบข้างบางตัวไม่จำเป็นต้องใช้ สื่อข้อมูล สำหรับ นำเข้า หรือ นำออก  
เช่น เครื่องปลายทางประกอบด้วยแป้นพิมพ์ (Keyboard) เพื่อป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์  
โดยตรง และ จอภาพ (CRT Video Screen) แสดงข้อมูลออกโดยตรง บริษัทรอบข้างเหล่านี้  
ไม่ได้ใช้สื่อข้อมูล จึงเรียกว่า อุปกรณ์นำเข้า/นำออก โดยตรง (Direct input/output devices)



3-13

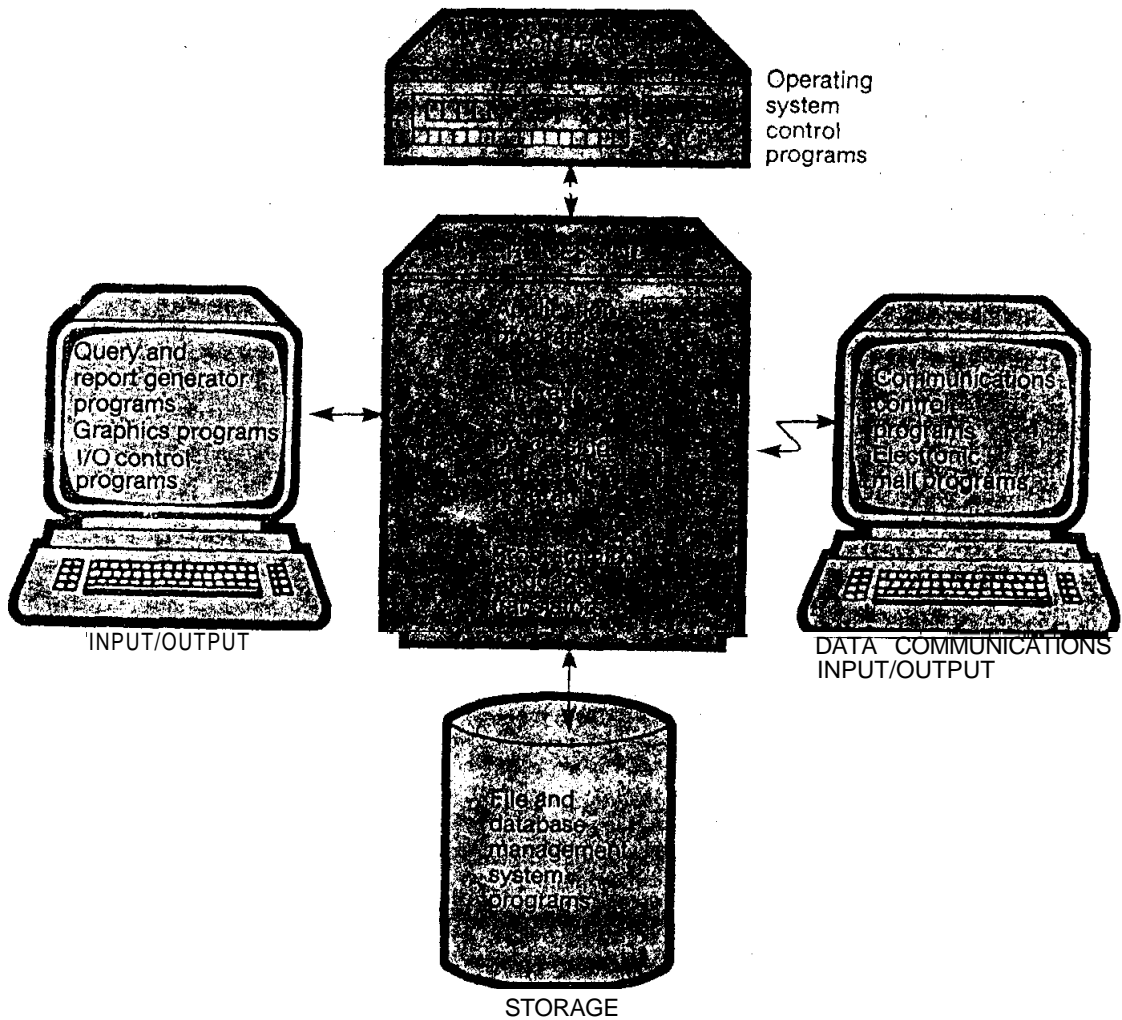
รูป 3-13 ชนิดของฮาร์ดแวร์หลักๆ ในระบบคอมพิวเตอร์

### 3.5 คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์

คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ หมายถึง โปรแกรมทุกชนิด ซึ่งทำหน้าที่สั่งการและควบคุม สมรรถนะหน้าที่ประมวลผลสารสนเทศของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ ซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) และซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application Software)

ซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) หมายถึง โปรแกรมซึ่งควบคุม และสนับสนุนการ ปฏิบัติการระบบคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ระบบรวมถึงโปรแกรมต่างๆ เช่น ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ระบบจัดการฐานข้อมูล (Data Base Management Systems) โปรแกรมควบคุมการสื่อสาร (Communication Control Programs) โปรแกรมบริการและอรรถประโยชน์ (Service and Utility Program) และตัวแปลภาษาโปรแกรม แต่ละโปรแกรมเหล่านี้จะทำหน้าที่ สำคัญในระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้ใช้คอมพิวเตอร์ควรจะทำความเข้าใจในการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้

ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application Software) หมายถึง โปรแกรมซึ่งกำหนดการประมวล ผลการใช้ หรือ การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เฉพาะงาน ซอฟต์แวร์ประยุกต์ หรือ โปรแกรม ประยุกต์ กำหนดกิจกรรมประมวลผลสารสนเทศที่จะทำให้งานเฉพาะของผู้ใช้คอมพิวเตอร์ เสร็จ สมบูรณ์ ดังนั้น จึงมีการเรียกซอฟต์แวร์ประยุกต์ว่า โปรแกรมผู้ใช้ (User Programs) และมัก จะแบ่งออกเป็น โปรแกรมประยุกต์ทางธุรกิจ กับ โปรแกรมประยุกต์ทางวิทยาศาสตร์ และ โปรแกรมประยุกต์ด้านอื่นๆ โปรแกรมทางด้านธุรกิจ เช่น โปรแกรมควบคุมสินค้าคงคลัง หรือ โปรแกรมคำนวณค่าจ้าง โปรแกรมทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น การควบคุมกระบวนการทางเคมี หรือ โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง โปรแกรมประยุกต์อื่นๆ เช่น โปรแกรมช่วยสอน โปรแกรม ด้านการศึกษา และบันเทิง รูป 3-14 แสดงชนิดหลักของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ รายละเอียดของโปรแกรมต่างๆ เหล่านี้ จะอยู่ในบทที่ 7 ในเรื่องของซอฟต์แวร์ระบบ และ ซอฟต์แวร์ประยุกต์ รูป 3-14. ยังชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของซอฟต์แวร์กับหน้าที่นำเข้าไป ประมวลผล นำออก และควบคุมระบบคอมพิวเตอร์



3-14

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนา ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป (Software Packages) ซึ่งเป็นระบบที่เขียนขึ้นล่วงหน้า หรือ โปรแกรมประยุกต์ ซึ่งผู้ใช้คอมพิวเตอร์สามารถซื้อมาใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้กับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ การพัฒนาซอฟต์แวร์สำเร็จรูปมีการเจริญเติบโตอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว

ชนิดของซอฟต์แวร์ระบบ ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำเร็จที่สำคัญที่สุดและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ระบบปฏิบัติการ (Operating Systems) ตัวแปลภาษาโปรแกรม (Programming Language Translators) และ ระบบจัดการฐานข้อมูล (Data Base Management Systems) ส่วนซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่เป็นที่นิยมที่สุด ได้แก่ โปรแกรมตารางทำการ (Spreadsheet Program) และ โปรแกรมประมวลผลคำ (Word Processing Program) รวมถึงโปรแกรมประยุกต์ทางธุรกิจต่างๆ

รูป 3-15 สรุปชนิดต่างๆ ของซอฟต์แวร์ที่เป็นที่นิยม

---

#### SYSTEM SOFTWARE

- **Operating System-an** integrated group of programs that supervise and support the operations of a computer system as it executes the application programs of users.
- **Database Management System (DBMS)-a** group of programs that control the creation, maintenance, and use of a database of stored data and information that can be accessed for several different user applications.
- **Programming Language Translator-a** program that converts the instructions of programs written in a programming language like BASIC or COBOL into binary-based *machine* language instruction codes that the CPU can execute It also allows users and programmers to write their own programs.

#### APPLICATION SOFTWARE

- **Electronic Spreadsheet Package-a** program that displays a worksheet of rows and columns into which a user can insert data and formulas that represents a *model* of the user's problem. The program then automatically manipulates the data in the spreadsheet in response to commands of the user, thus providing an excellent tool for analysis and planning.
  - **Word Processing Package-a** program that automates the creation, editing, and printing of documents (letters, reports, etc.) by electronically processing *text data* (words, phrases, sentences, and the like) for a user.
  - **Common Business Packages-**programs that perform the information processing activities required by common accounting and other business functions. Examples are sales analysis, billing, accounts receivable and payable, inventory control, general ledger accounting, and payroll processing.
-

## บทสรุป

คอมพิวเตอร์เป็นระบบซึ่งกระทำหน้าที่ในส่วน นำเข้า เก็บข้อมูล เก็บโปรแกรม คำนวณ ควบคุม และ นำออกข้อมูล องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ของระบบคอมพิวเตอร์รวมถึง อุปกรณ์นำเข้า หน่วยประมวลผลกลาง อุปกรณ์เก็บบันทึก และ อุปกรณ์นำออก

การกระทำการคำสั่งของคอมพิวเตอร์ แบ่งออกเป็น รอบคำสั่งเครื่อง (เมื่อคอมพิวเตอร์เตรียมกระทำการคำสั่ง) และ รอบกระทำการ (เมื่อคอมพิวเตอร์กระทำการคำสั่ง)

ข้อมูลในคอมพิวเตอร์จะอยู่ในรูปฐานสอง เพราะเป็นสถานะที่เกิดขึ้นในทางอิเล็กทรอนิกส์ และทางแม่เหล็ก กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ใช้รหัสพิเศษซึ่งเป็นระบบเลขฐานสอง รวมถึงรหัสเอ็บซีดิก (EBCDIC) และรหัสแอสกี (ASCII)

ในคอมพิวเตอร์ ข้อมูลจะถูกจัดให้อยู่ในรูปของ บิต ไบต์ คำ และ หน้า คอมพิวเตอร์ปัจจุบันส่วนใหญ่ แต่ละตำแหน่งของหน่วยเก็บจะเก็บข้อมูล 1 ไบต์ และมีตำแหน่งเฉพาะทำให้สามารถระบุตำแหน่งของข้อมูลที่เก็บออกมาได้

ชนิดหลักของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ แสดงไว้ในรูป 3-13, 3-14



## คำถามทบทวน

1. องค์ประกอบ และหน้าที่พื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ ได้แก่อะไรบ้าง
2. จงอธิบายถึง 3 หน่วยย่อยหลักของหน่วยประมวลผลกลาง
3. จงบอกถึงความแตกต่างระหว่างหน้าที่ของหน่วยเก็บหลัก และ หน่วยเก็บรอง
4. จงอธิบายถึงกระบวนการปฏิบัติตามคำสั่งของคอมพิวเตอร์
5. เหตุใดคอมพิวเตอร์จึงใช้ระบบเลขฐาน 2 เป็นพื้นฐานสำหรับการแทนข้อมูล
6. จงบอกความแตกต่างของส่วนย่อยข้อมูลต่างๆ คือ บิต, ไบต์, คำ และ หน้า
7. ใน 1 ตำแหน่งของหน่วยเก็บ สามารถบรรจุข้อมูลได้เท่าใด และ คอมพิวเตอร์ระบุข้อมูลในแต่ละตำแหน่งอย่างไร
8. จงบอกความแตกต่างระหว่างอุปกรณ์เชื่อมต่อตรง กับ อุปกรณ์ไม่เชื่อมต่อตรง พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ
9. บริษัทฯรอบข้างใดไม่จำเป็นต้องใช้สื่อนำเข้า/นำออก จงอธิบาย
10. จงบอกความแตกต่างระหว่างซอฟต์แวร์ระบบและซอฟต์แวร์ประยุกต์ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ