หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ระบบคอมพิวเตอร์ ไซเบอร์ 18 - 20 และรหัสตัวอักษรที่ใช้ในระบบ

รายละเอียดของระบบคอมพิวเตอร์ไซเบอร์ 18 - 20[2]

ระบบคอมพิวเตอร์ไซเบอร์ 18 - 20 เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับใช้งานได้ทั่วไปทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ และธุรกิจ มีหน่วยประมวลผลกลางซึ่งทำงานด้วยระบบไมโครโปรแกรม (micro program) ส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น เพอริเฟอร์ลดีไวซ์ต่าง ๆ สามารถจะต่อเข้ากับหน่วยประมวลผลกลางได้โดยอาศัยวงจรอินเตอร์เฟส หรือเพอริเฟอรัลคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นแผ่นวงจร (printed wiring assembly) เสียบอยู่ในช่องภายในโครงของหน่วยประมวลผลกลาง โดยเชื่อมต่อผ่านไตรสเตทบัส (tristate bus) ซึ่งจะผ่านข้อมูลไปยังเพอริเฟอรัลต่าง ๆ โดยใช้สายเคเบิลอีกต่อหนึ่งด้วย

หน่วยความจำ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ไมโครเมโมรี (micro memory) และแมโครเมโมรี (macro memory) ไมโครเมโมรี มีความยาว 64 บิทใน 1แอ็กเกรส (address) โดยแต่ละแอ็ดเดรสแบ่งเป็น 2 คำสั่ง (instruction) คำสั่งละ 32 บิท ไมโครเมโมรี มี 2 แบบ แบบแรกเป็นร็อม (ROM - Read Only Memory) มีจำนวน 1024 คำสั่ง ใช้ในการอีมูเลท (emulate) ซึ่งเรียกว่าทรานสฟอร์ม อีกส่วนหนึ่งเป็นแร็ม (RAM - Random Access Memory) ขนาดสูงสุด 4096 คำสั่ง ใช้เป็นเฟิร์มแวร์ (firmware) โดยมีความเร็วในการแอ็กเซส (access) ข้อมูล 70 นาโนวินาที (nanosecond) ส่วนแมโครเมโมรี มีได้สูงสุด 256 กิโลไบท์ (kilobyte) เป็นหน่วยความจำยาว 16 บิท แบบมอส (MOS - Metal Oxide Semiconductor) ความเร็วเฉลี่ย 750 นาโนวินาทีต่อไซเกิล

เอแอลยู (ALU - Arithmatic Logic Unit) ใช้ระบบไบนารี (binary) โดยสามารถเลือกใช้เลขคอมพลีเมนท์ (complement) ได้ทั้งแบบวันส์

หรือทูส์ คอมพลีเมนท์ (One's or two's complement) และสามารถทำการคำนวณได้พร้อมกันถึง 4 ส่วนในคำสั่งระดับไมโครเพียงคำสั่งเดียว

ระบบอินเตอร์รับ (interrupt) มี 16 ระดับ (level) ทั้งในระดับแมโครและไมโครโดยสามารถกำหนดระดับความสำคัญ (priority) ได้ในซอฟท์แวร์ ซึ่งทำให้สามารถเปลี่ยนระดับความสำคัญได้แม้ในขณะที่กำลังเอ็กซีคิวท์ (execute)

โครงสร้างของระบบอินพุทเอาท์พุท (input/output) ใช้โครงสร้างแบบบัส โดยเลือกอินพุท เอาท์พุท กับฟังก์ชัน (function) ผ่านบัสชนิด 16 บิท ที่ต่อกับคิวรีจิสเตอร์ (Q register) และส่งผ่านข้อมูลโดยใช้บัสชนิด 16 บิทที่ต่อกับเอรีจิสเตอร์ (A register)

การส่งผ่านข้อมูลระหว่างหน่วยความจำกับเพอริเฟอรัล มี 3 แบบ คือ

1. ส่งผ่านโดยวิธีดีเอ็มเอ (DMA - Direct Memory Access) ข้อมูลระหว่างหน่วยความจำกับเพอริเฟอรัลจะส่งถึงกันโดยไม่ผ่านหน่วยประมวลผลกลาง

2. ส่งผ่านโดยวิธีเอดีที (ADT - Auto Data Transfer) ข้อมูลระหว่างหน่วยความจำกับเพอริเฟอรัลจะส่งถึงกันเมื่อมีการอินเตอรับระดับไมโคร

3. ส่งผ่านในระดับแมโคร ข้อมูลระหว่างหน่วยความจำกับเพอริเฟอรัลจะส่งถึงกันเมื่อมีการอินเตอรับระดับแมโคร

คอนฟิกูเรชัน (configuration) ของระบบ[3] ระบบคอมพิวเตอร์ไซเบอร์ 18-20 สามารถต่อเพอริเฟอรัลดีไวซ์ต่าง ๆ ได้สูงสุดดังนี้

1. เครื่องบันทึกและอ่านจานแม่เหล็ก (storage module drive) ขนาดบรรจุข้อมูลได้ 50 ล้านไบท์ ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (transfer rate) 1.2 ล้านไบท์ (megabyte) ต่อวินาที แอ็กเซสไทม์ (access time) เฉลี่ย 30 มิลลิวินาที จำนวน 8 เครื่องโดยผ่านคอนโทรลเลอร์/ฟอร์แมทเตอร์ (controller/formatter) ซึ่งสามารถทำโอเวอร์แล็บซีค (Overlap seek) ได้

2. เครื่องพิมพ์บรรทัด ความเร็วในการพิมพ์ 300, 600 หรือ 900 บรรทัดต่อนาที ฟอร์แมทเทป (format tape) 12 แชนแนล (channel) พิมพ์จำนวนคอลัมน์ได้ 132 หรือ 136 คอลัมน์ 6 หรือ 8 บรรทัดต่อนิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

3. เครื่องอ่านบัตร (card reader) ความเร็วในการอ่าน 300 หรือ 600 บัตรต่อนาที สามารถอ่านได้ทั้งบัตรเจาะรู และบัตรที่กาด้วยดินสอดำ จำนวนคอลัมน์ไม่เกิน 80 คอลัมน์ ขนาดบัตรมาตรฐานจำนวน 1 เครื่อง

4. ระบบจอภาพ ขนาดบรรจุตัวอักษร 80 คอลัมน์ 24 บรรทัด จำนวน 16 เครื่อง และอีก 1 เครื่องสำหรับเป็นมาสเตอร์คอนโซล (master console)

5. เครื่องบันทึกและอ่านเทปแม่เหล็ก (magnetic tape transport) จำนวน 4 เครื่อง ซึ่งเลือกได้ดังนี้

ก) ระบบเอ็นอาร์แซดไอ/พีอี 9 แทร็ค (NRZI/PE, 9 - track) ความเร็ว 50 นิ้วต่อวินาที การเลือกระบบทำได้จากซอฟท์แวร์ เมื่อใช้ระบบเอ็นอาร์แซดไอ บิทเดนซิตี (bit density) เป็น 800 บิทต่อนิ้ว (BPI - bit per inch) ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 40 กิโลไบท์ต่อวินาที และเมื่อใช้ระบบพีอี บิทเดนซิตี 1,600 บิท-ต่อนิ้ว ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 80 กิโลไบท์ต่อวินาที ความเร็วในการรีวายด์ (rewind) 160 นิ้วต่อวินาที

ข) ระบบเอ็นอาร์แซดไอ 9 แทร็ค ความเร็ว 25 นิ้วต่อวินาที บิทเดนซิตี 800 บิทต่อนิ้ว ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 20 กิโลไบท์ต่อวินาที ความเร็วในการรีวายด์ 150 นิ้วต่อวินาที

ค) ระบบ เอ็นอาร์แซดไอ 7 แทร็ค ความเร็ว 25 นิ้วต่อวินาทีบิทเดนซิตี 800 บิทต่อนิ้ว ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 20,000 ตัวอักษร (6 บิท) ต่อวินาที ความเร็วในการรีวายด์ 150 นิ้วต่อวินาที

6. เครื่องบันทึกและอ่านจานเฟล็กซิเบิลดิสค์ (flexible disk drive) ใช้กับดิสเก็ท (diskette) ที่มีความจุข้อมูล 256 กิโลไบท์ต่อหน้า เมื่อใช้ฟอร์แมทของไอบีเอ็ม 3740 (128 ไบท์ต่อเซ็กเตอร์) หรือความจุข้อมูล 280 กิโลไบท์ต่อหน้า เมื่อใช้ฟอร์แมทของซีดีซี 1700 (192 ไบท์ต่อเซ็กเตอร์) ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 31.2

กิโลไบต์ต่อวินาที แอ็กเซสไทม์โดยเฉลี่ย 343 มิลลิวินาที จำนวน 2 เครื่อง

7. เครื่องบันทึกและอ่านเทปคาสเซทท์ (cassette tape transport) ใช้ฟอร์แมทของอีซีเอ็มเอ - 34 (ECMA -34) และเอเอ็นเอสไอเอ็กซ์ 3131/638 (ANSI x 3131/638) ความเร็วเทป 7.5 นิ้วต่อวินาที ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 750 ไบท์ต่อวินาที จำนวน 2 เครื่อง

8. เครื่องพิมพ์ระบบจุดแมทริกซ์ (matrix printer) พิมพ์จุดแมทริกซ์ ขนาด 7 x 7 หรือ 7 x 9 หรือ 9 x 9 ความเร็ว 70 บรรทัดต่อนาที บรรทัดกว้าง 132 คอลัมน์ ใช้งานเทียบเท่ากับระบบจอภาพ 1 ระบบ หรือจะใช้ต่อกับระบบจอภาพเพื่อพิมพ์สำเนาของภาพบนจอก็ได้

ไอโอพอร์ท (I/O port)[4] ไอโอพอร์ทของไซเบอร์ 18 - 20 มีได้สูงสุด 16 พอร์ท ซึ่งเตรียมไว้เป็นสล็อต (slot) สำหรับใส่แผ่นวงจรอินเตอร์เฟส หรือคอนโทรลเลอร์ ทั้งสิ้น 10 ชุด โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. พอร์ทชนิดเอ/ดิว (A/Q) มีทั้งสิ้น 6 สล็อต ใช้สำหรับต่อกับแผ่นวงจรอินเตอร์เฟส หรือเพอริเฟอรัลคอนโทรลเลอร์ ชนิดที่ส่งผ่านข้อมูลกับหน่วยความจำในระดับแมโคร และเอกีที เช่น คอนโทรลเลอร์ของเครื่องอ่านบัตรกับเครื่องพิมพ์บรรทัดระบบจอภาพ (8 ระบบต่อ 1 วงจร) และเครื่องบันทึกและอ่านเฟล็กซิเบิลดิสค์ เป็นต้น

2. พอร์ทชนิด เอ/ดิว-ดีเอ็มเอ (A/Q - DMA) มีทั้งสิ้น 4 สล็อต ใช้สำหรับต่อกับแผ่นวงจรอินเตอร์เฟส หรือ เพอริเฟอรัลคอนโทรลเลอร์ ชนิดที่ส่งผ่านข้อมูลกับหน่วยความจำแบบดีเอ็มเอ เช่นวงจรอินเตอร์เฟสของเครื่องบันทึกและอ่านจานแม่เหล็ก เครื่องบันทึกและอ่านเทปแม่เหล็กระบบเอ็นอาร์แซดไอ/พีอี เป็นต้น

รหัสตัวอักษรที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ไซเบอร์ 18 - 20[5]

รหัสตัวอักษรที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งสำคัญที่สุด ที่จำเป็นต้องศึกษาอย่างละเอียดก่อนจะทำการดัดแปลงระบบคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้งานกับข้อมูลภาษาไทยได้ ทั้งนี้เพราะข้อมูลทุกอย่างที่อยู่ภายในระบบจะอยู่ในรูปของรหัสตัวอักษรทั้งสิ้น (ยกเว้นค่า

ตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณ) การเพิ่มเติมภาษาไทยเข้าในระบบให้ได้นั้น จะต้องทำให้ระบบยอมรับรหัสของตัวอักษรภาษาไทยทั้งหมดเพิ่มเติมจากรหัสเดิมที่มีอยู่ และการกำหนดรหัสของตัวอักษรภาษาไทยจะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดได้ก็ต่อเมื่อเข้าใจการใช้งานรหัสตัวอักษรเดิมที่มีอยู่เสียก่อน

ระบบคอมพิวเตอร์ไซเบอร์ 18 - 20 ใช้ชุดรหัสตัวอักษรที่เรียกว่า ชุดรหัสเอเอสซีไอไอ (ASCII - American National Standard Code for Information Interchange) แทนตัวเลข (numeric) ตัวอักษร (alphabetic) ตัวอักษรพิเศษ (special character) และรหัสควบคุม รวมทั้งสิ้น 128 รหัส หรือนับเป็นการประกอบกันของบิทจำนวน 7 บิท (ดูตารางที่ 1) ซึ่งในการเก็บรหัสเหล่านี้ไว้ในหน่วยความจำจะแพ็ก (pack) ไว้เป็นตัวอักษร 2 ตัว ในแอ็คเคสอันหนึ่ง โดยใช้ที่ 8 บิท สำหรับตัวอักษรแต่ละตัว บิทที่ 8 ซึ่งเป็นบิทซ้ายสุดของแต่ละส่วนจะใส่ค่าไว้เป็นศูนย์เสมอ ในการบันทึกและอ่านจากจานแม่เหล็กหรือเทป 9 แทร็ค จะรับหรือส่งข้อมูลครั้งละ 8 บิท ระหว่างหน่วยความจำ ผ่านวงจรอินเตอร์เฟสและคอนโทรลเลอร์ไปยังเครื่องบันทึกและอ่านจานแม่เหล็กหรือเทปเสมอ

รหัสตัวอักษร 128 รหัส ประกอบด้วยรหัสควบคุม 33 ตัว ตัวอักษรใหญ่ 26 ตัว ตัวอักษรเล็ก 26 ตัว ตัวเลข 10 ตัว และตัวอักษรพิเศษอีก 33 ตัว ดังนี้

<u>รหัสควบคุม</u> ตามมาตรฐานของชุดรหัสเอเอสซีไอไอ ปี ค.ศ.1967 ได้จำแนกรหัสควบคุม 33 ตัวออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. <u>รหัสควบคุมการสื่อสาร (communication controls)</u> มีทั้งสิ้น 10 รหัส ได้แก่

ก) <u>รหัส (01)$_{16}$ หรือเอสโอเอช</u> (SOH - Start of heading)

ข) <u>รหัส (02)$_{16}$ หรือเอสทีเอ็กซ์</u> (STX - Start of text)

ค) <u>รหัส (03)$_{16}$ หรืออีทีเอ็กซ์</u> (ETX - End of text)

ง) <u>รหัส (04)$_{16}$ หรืออีโอที</u> (EOT - End of transmission)

ตารางที่ 1

ชุดรหัสเอเอสซีไอไอปี 1967

3 บิทแรก / 4 บิทหลัง	0	1	2	3	4	5	6	7
0	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	FF	FS	,	<	L	\	l	|
D	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

จ) รหัส $(05)_{16}$ หรืออีเอ็นคิว (ENQ - Enquiry)

ฉ) รหัส $(06)_{16}$ หรือเอซีเค (ACK - Acknowledge)

ช) รหัส $(10)_{16}$ หรือดีแอลอี (DLE - Data link escape)

ซ) รหัส $(15)_{16}$ หรือเอ็นเอเค (NAK - Negative acknowledge)

ฌ) รหัส $(16)_{16}$ หรือเอสวายเอ็น (SYN - Synchronous idle)

ญ) รหัส $(17)_{16}$ หรืออีทีบี (ETB - End of transmission block)

2. รหัสที่มีผลกอฟอร์แมท (format effectors) มีทั้งสิ้น 6 รหัส ได้แก่

ก) รหัส $(08)_{16}$ หรือบีเอส (BS - Backspace)

ข) รหัส $(09)_{16}$ หรือเอชที (HT - Horizontal tabulation)

ค) รหัส $(0A)_{16}$ หรือแอลเอฟ (LF - Line feed)

ง) รหัส $(0B)_{16}$ หรือวีที (VT - Vertical tabulation)

จ) รหัส $(0C)_{16}$ หรือเอฟเอฟ (FF - Form feed)

ฉ) รหัส $(0D)_{16}$ หรือซีอาร์ (CR - Carriage return)

3. รหัสที่ใช้เป็นตัวแยกข้อมูล (information separator) มีทั้งสิ้น 4 รหัสคือ

ก) รหัส $(1C)_{16}$ หรือเอฟเอส (FS - File separator)

ข) รหัส $(1D)_{16}$ หรือจีเอส (GS - Group separator)

ค) รหัส $(1E)_{16}$ หรืออาร์เอส (RS - Record separator)

ง) รหัส $(1F)_{16}$ หรือยูเอส (US - Unit separator)

4. รหัสที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์สื่อสาร (device control) มีทั้งสิ้น 4 รหัสคือ

ก) รหัส $(11)_{16}$ หรือดีซี 1 (DC1 - First punch "on")

ข) รหัส $(12)_{16}$ หรือดีซี 2 (DC2 - Second punch "on")

ค) รหัส $(13)_{16}$ หรือดีซี 3 (DC3 - Tape reader "on")

ง) รหัส $(14)_{16}$ หรือดีซี 4 (DC4 - Interrupt, or turn off ancillary devices)

5. รหัสอื่น ๆ มีทั้งสิ้น 9 ตัว คือ

ก) รหัส $(00)_{16}$ หรือเอ็นยูแอล (NUL - Null, or all zeros)

ข) รหัส $(07)_{16}$ หรือบีอีแอล (BEL - Bell, or alarm)

ค) รหัส $(0E)_{16}$ หรือเอสโอ (SO - Shift out)

ง) รหัส $(0F)_{16}$ หรือเอสไอ (SI - Shift in)

จ) รหัส $(18)_{16}$ หรือซีเอเอ็น (CAN - Cancel)

ฉ) รหัส $(19)_{16}$ หรืออีเอ็ม (EM - End of medium)

ช) รหัส $(1A)_{16}$ หรือเอสยูบี (SUB-Substitute)

ซ) รหัส $(1B)_{16}$ หรืออีเอสซี (ESC - Escape)

ฌ) รหัส $(7F)_{16}$ หรือดีอีแอล (DEL - Delete)

ตัวอักษรใหญ่ ได้แก่ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ จากเอ ถึงแซด จำนวนรวม 26 ตัว

ตัวอักษรเล็ก ได้แก่ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กจากเอ ถึงแซด จำนวนรวม 26 ตัว

ตัวเลข ได้แก่ ตัวเลขจาก 0 ถึง 9 จำนวนรวม 10 ตัว

ตัวอักษรพิเศษ ได้แก่เครื่องหมายและสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในภาษาอังกฤษทั่วไป มีทั้งสิ้น 33 ตัวดังนี้

1. เว้นวรรค	(Space)
2. อัศเจรีย์	! (exclamation point)
3. อัญญประกาศ	" (quotation mark or diacresis)
4. เครื่องหมายหมายเลข	# (number sign)
5. เครื่องหมายดอลลาร์	$ (dollar sign)
6. เปอร์เซนต์	% (percent)

7. แอมเปอแซนด์	& (ampersand)
8. อพอสโตรฟี	' (apostrophe or acute accent)
9. วงเล็บเล็กเปิด	((opening parenthesis)
10. วงเล็บเล็กปิด	) (closing parenthesis)
11. ดอกจัน	* (asterisk)
12. เครื่องหมายบวก	+ (plus)
13. จุลภาค	, (comma or cedilla)
14. ยติภังค์หรือเครื่องหมายลบ	- (hyphen or minus)
15. มหัพภาคหรือจุดทศนิยม	. (period or decimal point)
16. เครื่องหมายทับ	/ (slant)
17. มหัพภาคคู่	: (colons)
18. อัฒภาค	; (semicolon)
19. เครื่องหมายน้อยกว่า	< (less than)
20. เครื่องหมายเท่ากับ	= (equals)
21. เครื่องหมายมากกว่า	> (greater than)
22. ปรัศนีย์	? (question mark)
23. คอมเมอร์เชียลแอ็ท	@ (commercial at)
24. วงเล็บใหญ่เปิด	[(opening bracket)
25. รีเวิสสแลนท์	\ (reverse slant)
26. วงเล็บใหญ่ปิด	] (closing bracket)
27. เซอร์คัมเฟล็กซ์	^ (circumflex)
28. ขีดเส้นใต้	_ (Underline)
29. เครื่องหมายเน้นเสียงหนัก	` (grave accent)
30. วงเล็บปีกกาเปิด	{ (opening brace)
31. เส้นตามแนวตั้ง	| (vertical line)
32. วงเล็บปีกกาปิด	} (closing brace)
33. เครื่องหมายเทียบเท่า	~ (equivalent or similar)

การใช้งานรหัสตัวอักษรทางด้านฮาร์ดแวร์

ในการรับส่งข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์เพอริเฟอรัลต่าง ๆ นั้นตัวข้อมูลจะอยู่ในรูปของรหัสตัวอักษร ซึ่งอุปกรณ์เพอริเฟอรัลบางชนิดจะตรวจดูข้อมูลทุกรหัส และอาจตอบสนองรหัสบางตัวได้ อุปกรณ์เพอริเฟอรัลในระบบคอมพิวเตอร์ไซเบอร์ 18 - 20 ที่มีการตรวจดูรหัส ได้แก่ระบบจอภาพ และเครื่องพิมพ์บรรทัด

ระบบจอภาพ[5] เนื่องจากระบบจอภาพติดต่อสื่อสารกับหน่วยประมวลผลกลางโดยใช้วิธีส่งผ่านข้อมูลแบบซีเรียล (serial) และรับส่งด้วยระบบอซิงโครนัส (asynchronous) คือรับส่งครั้งละหนึ่งตัวอักษร จึงจำเป็นต้องมีวิธีที่จะบอกว่าข้อมูลซึ่งรับส่งอยู่นั้นเป็นข้อมูลจริง ๆ ที่จะแสดงบนจอหรือควบคุมการทำงานของระบบจอภาพ ดังนั้นในระบบจอภาพจึงจำเป็นต้องมีวงจรพิเศษซึ่งทำหน้าที่ตรวจดูข้อมูลทุกรหัสว่าเป็นรหัสที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบจอภาพหรือไม่

ระบบจอภาพสามารถแสดงภาพของตัวอักษร ตัวเลข และตัวอักษรพิเศษได้ครบทุกตัว และตอบสนองต่อรหัสควบคุม 13 รหัส ในรูปแบบต่าง ๆ กันดังนี้

1. รหัส $(07)_{16}$ (BEL) กำเนิดเสียงเตือนนาน 250 มิลลิวินาที

2. รหัส $(08)_{16}$ (BS) ถอยเคอร์เซอร์ (cursor) กลับ 1 ตำแหน่งโดยไม่กระทบกระเทือนข้อมูลที่กำลังแสดงบนจอภาพ

3. รหัส $(0A)_{16}$ (LF) เลื่อนเคอร์เซอร์ลงข้างล่าง 1 บรรทัด หรือม้วนภาพขึ้นข้างบน 1 บรรทัด (เลือกได้) โดยไม่กระทบกระเทือนข้อมูลที่กำลังแสดงบนจอภาพ

4. รหัส $(0D)_{16}$ (CR) เลื่อนเคอร์เซอร์ไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายสุดของบรรทัดนั้นโดยไม่กระทบกระเทือนข้อมูลที่กำลังแสดงบนจอภาพ

5. รหัส $(15)_{16}$ (NAK) เลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งถัดไปทางขวาโดยไม่กระทบกระเทือนข้อมูลที่กำลังแสดงบนจอภาพ

6. รหัส $(16)_{16}$ (SYN) ลบภาพทั้งจอตั้งแต่ตำแหน่งของเคอร์เซอร์ไปจนสิ้นสุดบรรทัดนั้น โดยไม่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งของเคอร์เซอร์

000869

7. รหัส $(18)_{16}$ (CAN) ลบภาพทั้งจอ และเปลี่ยนตำแหน่งเคอร์เซอร์ไปอยู่ที่ตำแหน่งโฮม (home)

8. รหัส $(19)_{16}$ (EM) เปลี่ยนตำแหน่งเคอร์เซอร์ไปอยู่ที่ตำแหน่งโฮมโดยไม่กระทบกระเทือนข้อมูลที่แสดงบนจอ

9. รหัส $(1A)_{16}$ (SUB) เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ขึ้นข้างบน 1 บรรทัด โดยมีกระทบกระเทือนข้อมูลที่แสดงบนจอ

10. รหัส $(1B)_{16}$ ตามด้วย $(31)_{16}$ (ESC ตามด้วย 1) รหัสที่ตามมาอีก 2 รหัสจะเป็นค่าที่กำหนดตำแหน่งของเคอร์เซอร์ตามแนวนอนและแนวตั้งบนจอภาพตามลำดับ

11. รหัส $(0E)_{16}$ (SO) เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ข้ามไป 1 ตำแหน่ง และเป็นจุดเริ่มต้นฟิลด์ (field) บนจอภาพที่มีตัวอักษรจาง (low intensity)

12. รหัส $(0F)_{16}$ (SI) เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ข้ามไป 1 ตำแหน่ง และเป็นจุดสิ้นสุดฟิลด์บนจอภาพที่มีตัวอักษรจางหรือกระพริบ (blink)

13. รหัส $(17)_{16}$ (ETB) เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ข้ามไป 1 ตำแหน่ง และเป็นจุดเริ่มต้นฟิลด์บนจอภาพที่มีตัวอักษรกระพริบ

เครื่องพิมพ์บรรทัด แม้ว่าเครื่องพิมพ์บรรทัดจะสามารถพิมพ์ได้ถึง 136 คอลัมน์ แต่ในการใช้งานตามปกติแล้วมักจะมีข้อมูลที่จะพิมพ์ไม่เต็มบรรทัด ดังนั้น ในกรณีที่มีข้อมูลไม่เต็ม เครื่องจะเสียเวลารับข้อมูลที่เป็นช่องว่างไปเป็นจำนวนมาก จึงได้ออกแบบไว้ให้เครื่องพิมพ์เริ่มพิมพ์ทันทีที่มีการตรวจพบรหัสควบคุม ซึ่งหน่วยประมวลผลกลางจะส่งมาต่อจากข้อมูลตัวสุดท้ายในบรรทัดนั้น รหัสตัวนี้มีชื่อเรียกว่าเทอร์มิเนเตอร์ (terminator) ซึ่งใช้อยู่ 3 รหัส คือ

1. รหัส $(0A)_{16}$
2. รหัส $(0C)_{16}$
3. รหัส $(0D)_{16}$

การใช้งานรหัสตัวอักษรในโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ในการรับส่งข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลาง และเพอริเฟอรัลดีไวซ์ จะต้องผ่านการอินเทอร์เฟสทั้งทางฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์เสียก่อน จึงจะเข้าไปสู่หรือส่งออกจากโปรแกรมของผู้ใช้ได้ โปรแกรมที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงส่งผ่านข้อมูลนี้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมควบคุมการทำงาน ซึ่งมีชื่อเรียกรวม ๆ ว่าโปรแกรมไดรเวอร์ (driver) โดยจะมีเฉพาะตัวของเพอริเฟอรัลดีไวซ์นั้น ๆ และจะถูกอ่านจากจานแม่เหล็กมาลงในหน่วยความจำเมื่อโปรแกรมผู้ใช้มีการเรียกใช้เพอริเฟอรัลดีไวซ์นั้น โปรแกรมไดรเวอร์แต่ละตัวอาจมีการตรวจข้อมูลก่อนที่จะรับหรือส่งอยู่ด้วย

จากการพิจารณาศึกษาโปรแกรมไดรเวอร์ของเพอริเฟอรัลดีไวซ์ต่าง ๆ[6] พบว่าข้อมูลที่เป็นรหัสตัวอักษรซึ่งมีการส่งผ่านโปรแกรมไดรเวอร์ทุกตัวไม่มีการตรวจก่อนยกเว้นในไดรเวอร์ของเพอริเฟอรัลดีไวซ์ที่รับส่งข้อมูลด้วยความยาว 7 บิท ซึ่งได้แก่ระบบจอภาพ และเครื่องพิมพ์บรรทัด มีการทำให้บิทที่ 8 มีค่าเป็นศูนย์ก่อนการส่งออก โดยเฉพาะเครื่องพิมพ์บรรทัด ซึ่งใช้ตัวอักษรในการพิมพ์เพียง 64 ตัวอักษร แต่มีการควบคุมการเลื่อนกระดาษอยู่ด้วย โปรแกรมไดรเวอร์จะมีการตรวจข้อมูลดังนี้

ก. รหัสที่มีค่าระหว่าง $(60)_{16}$ ถึง $(7E)_{16}$ เป็นตัวอักษรเล็กที่ไม่มีตัวพิมพ์ในเครื่องพิมพ์บรรทัด โปรแกรมไดรเวอร์จะเปลี่ยนให้มีค่าอยู่ระหว่าง $(40)_{16}$ ถึง $(5E)_{16}$ ตามลำดับ โดยใช้วิธีเปลี่ยนบิทที่ 6 จากค่าหนึ่ง เป็นค่าศูนย์ ทำให้ตัวอักษรที่จะพิมพ์เป็นตัวอักษรใหญ่

ข. รหัส $(03)_{16}$ และ $(04)_{16}$ (ETX และ EOT) โปรแกรมไดรเวอร์จะเปลี่ยนเป็นเทอร์มิเนเตอร์ แล้วสั่งให้ขึ้นบรรทัดใหม่

ค. รหัส $(09)_{16}$ (HT) โปรแกรมไดรเวอร์จะจำลองการตั้งย่อหน้าโดยใส่รหัสของช่องว่าง $(20)_{16}$ แทรกเข้าไปในข้อมูลที่จะพิมพ์

ง. รหัส $(0A)_{16}$ (LF) โปรแกรมไดรเวอร์จะตัดทิ้งไป

จ. รหัส $(0B)_{16}$ (VT) โปรแกรมไดรเวอร์จะใส่เทอร์มิเนเตอร์แล้วเลื่อกฟอร์มพาเนล แชนแนลที่ 2

ฉ. รหัส $(0C)_{16}$ (FF) โปรแกรมไดรเวอร์จะใส่เทอร์มิเนเตอร์แล้วเลือกฟอร์แมทเทป แชนแนลที่ 1 คือ ขึ้นหน้าใหม่

ช. รหัส $(0D)_{16}$ (CR) โปรแกรมไดรเวอร์จะใส่เทอร์มิเนเตอร์ แล้วสั่งให้ขึ้นบรรทัดใหม่

ซ. รหัส $(1B)_{16}$ (ESC) โปรแกรมไดรเวอร์จะถือว่ารหัสตัวที่ตามมาเป็นคำสั่งควบคุมเครื่องพิมพ์บรรทัด ซึ่งจะทำการตรวจต่อไปดังนี้

1. รหัสตั้งแต่ $(00)_{16}$ ถึง $(2F)_{16}$ ตัดทิ้งไป

2. รหัส $(30)_{16}$ (เลขศูนย์) สั่งพิมพ์ ไม่มีการขึ้นบรรทัดใหม่ คำสั่งพิมพ์ครั้งต่อไปจะทำให้พิมพ์เริ่มจากคอลัมน์แรก

3. รหัส $(31)_{16}$ (เลขหนึ่ง) สั่งพิมพ์แล้วขึ้นบรรทัดใหม่ คำสั่งพิมพ์ครั้งต่อไปจะทำให้พิมพ์เริ่มจากคอลัมน์แรก

4. รหัส $(32)_{16}$ (เลขสอง) สั่งพิมพ์แล้วขึ้นบรรทัดใหม่ 2 ครั้ง คำสั่งพิมพ์ครั้งต่อไป จะทำให้พิมพ์เริ่มจากคอลัมน์แรก

5. รหัสตั้งแต่ $(33)_{16}$ ถึง $(3E)_{16}$ สั่งพิมพ์แล้วเลือกฟอร์แมทเทป แชนแนลที่ 1 ถึง 12 ตามลำดับ คำสั่งพิมพ์ครั้งต่อไปจะทำให้เริ่มพิมพ์ที่คอลัมน์ต่อจากคอลัมน์สุดท้ายที่มีการพิมพ์

6. รหัส $(3F)_{16}$ เลือกให้พิมพ์เป็น 8 บรรทัดต่อนิ้ว

7. รหัส $(40)_{16}$ สั่งเคลียร์ (clear) วงจรอินเตอร์เฟสของเครื่องพิมพ์บรรทัด

8. รหัสระหว่าง $(41)_{16}$ ถึง $(7F)_{16}$ ตัดทิ้งไป

สำหรับโปรแกรมไดรเวอร์ของระบบจอภาพ จะมีการตัดบิทที่ 8 ออกทุกครั้งที่มีการรับหรือส่งข้อมูล นอกจากนี้ยังส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟสของหน่วยประมวลผลกลางกับระบบจอภาพ ซึ่งรวมทั้งการตั้งให้วงจรอินเตอร์เฟสรับส่งข้อมูลที่มีความยาว 7 บิทด้วย

นอกเหนือจากการตรวจรหัสของโปรแกรมไดรเวอร์แล้ว ทางซอฟท์แวร์ยังมีการใช้งานตัวอักษรพิเศษอีกหลายตัวในคอมพายเลอร์ภาษาต่างๆ ตามกฎเกณฑ์ของภาษานั้น ๆ ซึ่งจะไม่กล่าวถึงในที่นี้