Mikroprocesszorok utasításkészletének célszerű táblázatos összefoglalása

A különféle mikroprocesszor típusok gyors és széles körű elterjedésével egyre többen kerülnek közvetlen kapcsolatba ezekkel az áramkörökkel. A felhasználónak hatékony segítséget nyújt az adott típushoz mellékelt dokumentáció (felhasználói, programozási kézikönyv), amely az áramkörcsalád tulajdonságainak részletes megismerését teszi lehetővé. Ezenkívül szokásos még egy rövid „összefoglaló kártya" készítése is, amely a folyamatos munka során a rendszert ismerő felhasználó számára tömör emlékeztetőként fogja össze az utasítások fontos jellemzőit. Ezen „összefoglalók" egyik lényeges része az utasítások gépi kódjának jegyzéke, amely funkció, esetleg növekvő gépi kód szerint csoportosítva felsorolja az utasításokat és a megfelelő gépi kódokat.

Az utasítás gépi kódja az esetek túlnyomó többségében egy 8-bites bináris számmal jellemezhető. A bináris megadás körülményessége miatt elterjedt a hexadecimális formájú jelölés, mert a tömörség (2 karakter) mellett könnyű és szemléletes a konverzió a bináris formára. A gépi kód decimális jellemzése nem célszerű, mert a bináris-decimális konverzió nehézkes, a decimális forma pedig nem szemléletes.

A hexadecimális formában két karaktert kitevő gépi kódok adják annak lehetőségét, hogy az így jellemzett utasítások elrendezhetők egy 16×16-os táblázatban. A táblázat elemei az utasítás azonosítói (pl. az adott típushoz kifejlesztett assembler azonosítói), a megfelelő gépi kód pedig a táblázat fejlécéből olvasható le.

A fenti alapelv felhasználásával minden, 8-bites kódokkal jellemezhető utasításkészletű processzorra készíthető ilyen táblázat. Az áttekinthetőséget növeli, hogy az egyes konkrét típusokhoz készített változatok esetén mód nyílik mezők összevonására.

Az egyszerűsítési lehetőségek biztosítják továbbá, hogy szükség esetén a táblázatban elhelyezhető legyen a 7-bites ASCII-karakter kódtáblázat is. A gyártó által összeállított egyszerű fejlesztési rendszerek ugyanis általában közvetlenül csatlakoztathatók egy ASCII-kódban működő soros perifériához (pl. ASR), ezért a kézikönyvekben szerepel e kódok összefoglalása is. Ilyen tömörítéssel egy 16×16-os táblázatban áttekinthető formában elhelyezhető mindaz, ami az említett kézikönyvekben néhány oldalt vesz igénybe.

A fentiek szemléletetésére alkalmas a következő négy táblázat, melyben hat típus (Intel 4004, 4040, 8008, 8080, 8085, Fairchild F8) utasításai szerepelnek.

Az 1. táblázatban az Intel 4004-es és 4040-es típusú 4-bites processzorainak utasításkészlete található. A függőleges fejléc a felső 4 bitet (OPR) adja, míg a vízszintes az alsó 4 bitet (OPA), amely lehet paraméter, adat, vagy cím az utasítás jellegétől függően. A feltételes ugrási utasítások feltételeinek jellemzésére bevezetett rövid jelölés: T-teszt; C-carry; Z-zéró; '— invert feltételek. Az index-regiszterpárok azonosítója a # jel után a pár első regiszterének sorszáma. Az egy regiszterpárhoz tartozó négy mező a regiszterpárra vonatkozó négy utasítás kódjait fedi le a táblázat szélein található elrendezésnek megfelelően. Tehát pl. FIM≠0=20H, SRC≠0=21H, FIN≠0=30H, JIN≠0=31H, ahol a „H" jelölés a szám hexadecimális jellegére utal. A táblázatban használt utasítás azonosíttók a fentieken túl megegyeznek [1]-ben használttal. A táblázat középső nyolc sorát foglalja el az ASCII-kódtáblázat.

A 2. táblázatban az Intel 8008-as típusú 8-bites processzorának utasításkészlete található. A táblázat

1. táblázat

Az i4004/i4040 utasításkészlete

OPR \ OPA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NOP	BLT	BBS	LCR	QR4	QR5	AN6	AN7	DBC	DB1	SBC	SB1	EIN	DIN	RPM	
1		T	O	CT	Z	ZT	ZO	ZOT		T	O	CT	Z'	ZT'	ZC	ZCT
2		#0		#2		#4		#6		#8		#A		#C		#E
3																
4	JCN 0															
5	JCN 1															
6	JCN 2															
7	JCN 3															
8	FIM 0															
9	FIM 1															
A	FIM 2															
B	FIM 3															
C	SRC 0															
D	SRC 1															
E	SRC 2															
F	SRC 3															
0	JUN 0	CLB	CLC	CMC	CMA	RAL	RAR	TCC	DAC	TCS	STC	DAA	RBP	DCL		
1	JUN 1															
2	JUN 2															
3	JUN 3															
4	JMS 0	WRM	WMP	WRR	WPM	WR0	WR1	WR2	WR3	RDM	RDR	ADM	RD0	RD1	RD2	RD3
5	JMS 1															
6	JMS 2															
7	JMS 3															
8	JIN 0															
9	JIN 1															
A	JIN 2															
B	JIN 3															
C	INC 0															
D	INC 1															
E	INC 2															
F	INC 3															
0	ISZ 0															
1	ISZ 1															
2	ISZ 2															
3	ISZ 3															
4	ADD 0															
5	ADD 1															
6	ADD 2															
7	ADD 3															
8	SUB 0															
9	SUB 1															
A	SUB 2															
B	SUB 3															
C	LD 0															
D	LD 1															
E	LD 2															
F	LD 3															
0	XCH 0															
1	XCH 1															
2	XCH 2															
3	XCH 3															
4	BBL 0															
5	BBL 1															
6	BBL 2															
7	BBL 3															
8	LDM 0															
9	LDM 1															
A	LDM 2															
B	LDM 3															
C	4040 0															
D	4040 1															
E	4040 2															
F	4040 3															

Az i8008 utasításkészlete

2. táblázat

			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F			
	0		HLT	HLT	RLC	RNC	ADI	RST 0	MVI A,	RET	INR B	DCR B	RRC	RNZ	ACI	RST 1	MVI B,	RET	0		
	1		INR C	DCR C	RAL	RP	SUI	RST 2	MVI C,		INR D	DCR D	RAR	RPO	SBI	RST 3	MVI D,		1		
	2		INR E	DCR E	—	RC	ANI	RST 4	MVI E,		INR H	DCR H	—	RZ	XRI	RST 5	MVI H,		2		
	3		INR L	DCR L	—	RM	ORI	RST 6	MVI L,		—	—	—	RPE	CPI	RST 7	M∀I M,		3		
	4		JNC	IN 0	CNC	IN 1	JMP	IN 2	CALL	IN 3	JNZ	IN 4	CNZ	IN 5	JMP	IN 6	CALL	IN 7	4		
	5		JP	OUT 8	CP	OUT 9		OUT 10		OUT 11	JPO	OUT 12	CPO	OUT 13		OUT 14		OUT 15	5		
	6		JC	OUT 16	CC	OUT 17		OUT 18		OUT 19	JZ	OUT 20	CZ	OUT 21		OUT 22		OUT 23	6		
	7		JM	OUT 24	CM	OUT 25		OUT 26		OUT 27	JPE	OUT 28	CPE	OUT 29		OUT 30		OUT 31	7		
ADD	8	0	NULL	SOM	EOA	EOM	EOT	WRU	RU	BELL	FE	H. Tab.	LF	V. Tab.	Form	CR	SO	SI	0	8	ADC
SUB	9	1	DCO	X-On	T. On	X-Off	T. off	Error	Sync	LEM	SO	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	1	9	SBB
ANA	A	2	SP	!	"	#	$	%	&	'	(	)	*	+	,	—	.	/	2	A	XRA
ORA	B	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?	3	B	CMP
MOV A,	C	4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	4	C	MOV B,
MOV C,	D	5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	↑	.	5	D	MOV D,
MOV E,	E	6																←	6	E	MOV H,
MOV L,	F	7																Robout	7	F	MOV M,
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F			
			A	B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M			

CO=NOP

FF=HLT

Az i8080/i8085 utasításkészlete

3. táblázat

			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F			
	0		NOP	LXI B	STAX B	INX B	INR B	DCR B	MVI B,	RLC		DAD B	LDAX B	DCX B	INR C	DCR C	MVI C,	RRC	0		
	1			LXI D	STAX D	INX D	INR D	DCR D	MVI D,	RAL		DAD D	LDAX D	DCX D	INR E	DCR E	MVI E,	RAR	1		
	2		RIM*	LXI H	SHLD	INX H	INR H	DCR H	MVI H,	DAA		DAD H	LHLD	DCX H	INR L	DCR L	MVI L,	CMA	2		
	3		SIM*	LXI SP	STA	INX SP	INR M	DCR M	MVI M,	STC		DAD SP	LDA	DCX SP	INR A	DCR A	M∀I A,	CMC	3		
MOV B,	4	0											LF			CR			0	4	MOV C,
MOV D,	5	1																	1	5	MOV L,
MOV H,	6	2	SP	!	"	#	$	%	&	'	(	)	*	+	,	—	.	/	2	6	MOV E,
MOV M,	7	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?	3	7	MOV A,
ADD	8	4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	4	8	ADC
SUB	9	5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	↑	←	5	9	SBB
ANA	A	6																	6	A	XRA
ORA	B	7																	7	B	CMP
	C		RNZ	POP B	JNZ	JMP	CNZ	PUSH B	ADI	RST 0	RZ	RET	JZ		CZ	CAL	ACI	RST 1	C		
	D		RNC	POP D	JNC	OUT	CNC	PUSH D	SUI	RST 2	RC		JC	IN	CC		SBI	RST 3	D		
	E		RPO	POP H	JPO	XTHL	CPO	PUSH H	ANI	RST 4	RPE	PCHL	JPE	XCHG	CPE		XRI	RST 5	E		
	F		RP	POP PSW	JP	DI	CP	PUSH PSW	ORI	RST 6	RM	SPHL	JM	EI	CM		CPI	RST 7	F		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F			
			B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M	A			

76=HLT

4. táblázat

A Fairchild F8 utasításkészlete

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	LR A,KU	LR A,KL	LR A,QU	LR A,QL	LR KU,A	LR KL,A	LR QU,A	LR QL,A	LR K,P	LR P,K	LR A,IS	LR IS,A	PK	LR PO,Q	LR Q,DC	LR DC,Q
1	LR DC,H	LR H,DC	SR 1	SL 1	SR 4	SL 4	LM	ST	COM	LNK	DI	EI	POP	LR W,J	LR J,W	INC
2	LI	NI	OI	XI	AI	CI	IN	OUT	PI	JMP	DCI	NOP	XDC			
3																
4																
5																
6																
7							CLR									
8	BT 0	BP	BC	BT 3	BZ	BT 5	BT 6	BT 7	AM	AMD	NM	OM	XM	CM	ADC	BR 7
9	BR	BM	BNC	BF 3	BNZ	BF 5	BF 6	BF 7	BNO	BF 9	DF A	BF B	BF C	BF D	BF E	BF F
A											LF			CR		
B																
C																
D																
E																
F																

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0																
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7									LISLa	LIS i						
8																
9																
A																
B																
C																
D																
E																
F																

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0																
1																
2																
3	DS r															
4	LR A,r															
5	LR r,A															
6	LISUa															
7																
8																
9																
A	INS a															
B	OUTSa															
C	ASr															
D	ASDr															
E	XSr															
F	NSr															

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0																
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
A																
B																
C																
D																
E																
F																

alsó fele „kifordult", így az ott elhelyezkedő utasítások a függőleges fejlécek külső és a vízszintes fejléc alsó széle mellett látható azonosítórészek megfelelő összeolvasásával nyerhetők (pl.: ADD A=80 H; MOV D, B=D9H stb.). A két kivétel (NOP, HLT) a táblázat két alsó sarkánál külön szerepel. Az így „kiürített" részben nyert elhelyezést az ASCII-kódtáblázat, melyben a nyomtató karakterkódokon túl a többi kód is megtalálható. A táblázatban szereplő azonosítók megegyeznek a [2]-ben használttal.

A 3. táblázat szerkezetét tekintve megegyezik az előzővel, a különbség csupán annyi, hogy az ASCII-kódtáblázatmező a középső nyolc sorba tolódott. A táblázat az Intel 8080-as és 8085-ös processzorának utasításait tartalmazza. A *-gal jelölt két utasítás (RIM, SIM) csak a 8085-ös által értelmezett. Az azonosítók megegyeznek a [3]-ban használttal.

A 4. táblázat a Fairchild F8 típusú processzorának utasításkészletét jellemzi. Az ASCII-táblázat itt az alsó 6 sorba tolódott. Az azonosítók megegyeznek a [4]-ben használttal.

A táblázatok használatakor természetesen szükséges az utasítások hatásának pontos ismerete, hiszen a gépi kódon kívül semmi közelebbit nem tudunk meg a végrehajtásról. Több szín alkalmazásával további információk is adhatók (pl. egy-, két- és hárombyte-os utasítások különböző színnel történő ábrázolása). a tapsztalat szerint azonban ez már nem túl lényeges. (Pl. már minimális gyakorlattal is magától értetődő és nehezen tévesztheto el, hogy az „ugrás" kódja után a címnek kell következnie.)

E táblázatok előnye tehát a kézikönyvben, illetve az összefoglaló kártyákon szereplő listákhoz képest, hogy rövidebbek, áttekinthetőbbek, és nem adnak lényegesen kevesebb információt azoknál.

Szekér Ottó BME

IRODALOM

[1] MCS—4 Microcomputer Set Users Manual, Intel Corporation march. 1974. Rev. 5. USA.
[2] MCS—8 Microcomputer Set Users Manual, Intel Corporation nov. 1973. Rev. 4. USA.
[3] MCS—85 User's Manual, Intel Corporation 1977. USA.
[4] Guide to programming, Fairchild Camera et. Instrument Corp. 1976. USA.

Az 1978. évi BNV-díjasai

Nagydíjas

A Telefongyár kiscsatornaszámú átvételtechnikai gyártmánycsaládját, mely jelenleg a Bo—12—E—2 és BM—24 típusjelű berendezésekből áll, Nagydíjjal tüntették ki.

Vásárdíjasok

— A Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet hibrid kivitelű katalógus áramköri családjáért;
— a Híradástechnikai Szövetkezet az MC—6 típusú precíziós in-line képcsővel felépített színes monitorjáért;
— a Magyar Kábelművek a vaselin töltésű helyi távbeszélőkábelekért, melyeket folyóiratunk ez évi 4—5. számában ismertettek;
— a Mechanikai Laboratórium STM—610 sztereó stúdiómagnetofonjáért;
— az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. HGMI 250/D típusjelű fémhalogén lámpájáért kapott vásári díjat.