



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo
in informatiko

Univerzitetni študijski program, 3. letnik

Sistemska programska oprema

predavatelj: doc. Tomaž Dobravec

Hipotetični računalnik SIC

Hipotetični računalnik SIC

- ▶ **SIC** = Simplified Instructional Computer
- ▶ Ima vse kot veliki, nima pa odvečne navlake
- ▶ Primeri so čisti in razumljivi

- ▶ SIC poznamo v dveh različicah:
 - ▶ SIC
 - ▶ SIC/XE (XE = eXtra Equipment ali eXtra Expensive)

 - ▶ SIC/XE je povsem navzdol kompatibilen

SIC - pomnilnik

- ▶ 8-bitni pomnilnik, ena beseda je 3-bajte (24bitov).
- ▶ Naslavlja se posamezne bajte (besede se naslavlja z lokacijo najnižjega bajta).
- ▶ Celoten pomnilnik obsega 32768 (2^{15}) bajtov.

SIC - registri

- ▶ SIC ima 5 registrov, vsak ima svoj namen in uporabo.
- ▶ Velikost registrov: _____
- ▶ A
- ▶ X
- ▶ L
- ▶ PC
- ▶ SW

SIC – formati podatkov

- ▶ Cela števila so predstavljena s 24-bitnim predznačenim številom; uporablja se dvojiški komplement za negativna števila (glej [Two's complement](#)).
- ▶ Znaki so shranjeni v 8-bitnem ASCII formatu
- ▶ Ni aritmetike za realna števila

SIC - formati ukazov

- ▶ Uporablja se en sam 24-bitni format ukazov

- ▶ Iz naslova, ki je del ukaza, najprej izračunamo **uporaben naslov** (angl. target address, kratica UN), na podlagi katerega kasneje določimo operand.
- ▶ Oboje (določitev UN in operanda) je odvisno od načina naslavljanja.

Dogovor: oklepaji pomenijo isto kot * v C (dereferenčni operator)

- ▶ UN ...
- ▶ (UN) ...
- ▶ ((UN)) ...

V splošnem ločimo več načinov naslavljanja in sicer:

A) glede na način izračuna uporabnega naslova in

B) glede na način uporabe uporabnega naslova
(določitev operanda)

KA) Glede na način izračuna UN poznamo

- ▶ **neposredno** (*direct*) naslavljanje _____

- ▶ **relativno** (*relative*) naslavljanje
 - **bazno-relativno** naslavljanje _____
 - **PC-relativno** naslavljanje _____

- ▶ Vse tri načine lahko kombiniramo še z indeksnim naslavljanjem (naslovu UN prištejemo še vsebino indeksnega registra X).

KB) Glede na način uporabe UN poznamo:

▶ **enostavno** (*simple*) naslavljanje _____

▶ **takojšnje** (*immediate*) _____

▶ **posredno** (*indirect*) _____

- ▶ Glede na način izračuna naslova SIC pozna le **neposredni** (direct) način naslavljanja!
- ▶ Neposredni način naslavljanja lahko kombiniramo z indeksnim naslavljanjem.

SIC načini naslavljanja

2/2

- ▶ Glede na način uporabe UN SIC pozna samo enostaven način naslavljanja
-

SIC nabor ukazov

- ▶ SIC pozna ukaze za najpreprostejše naloge:
 - ▶ Delo z registri (shranjevanje/nalaganje).
 - ▶ Aritmetične operacije; vse se izvajajo nad registrom A in besedo v pomnilniku; rezultat se zapiše v \bar{A} .
 - ▶ Primerjava A in besede v pomnilniku.
 - ▶ Pogojni skoki na podlagi CC.
 - ▶ Klic in vračanje iz podprograma; uporaba registra L.



SIC zbirniška navodila

- ▶ RESW, RESB ... rezervira prostor za določeno število besed oziroma bajtov;
- ▶ BYTE, WORD ... rezervacija pomnilnika + inicializacija
- ▶ START ... označi ime in začetni naslov programa
- ▶ END ... označi konec programa in (opsijsko) pove, kateri je prvi izvršljivi ukaz programa

SIC vhod/izhod (IO)

- ▶ Prenos enega bajta (8 bitov) med napravo in pomnilnikom
- ▶ Naprava je podana z 8-bitno kodo
- ▶ _____ (test device) ... preveri ali je naprava pripravljena za branje/pisanje; rezultat (< ... OK, = ...NOK) se zapiše v _____
- ▶ _____ (read data), _____ (write data) ... za branje in pisanje na napravo

Primer SIC programa

- ▶ Naloga: napiši program, ki izračuna $Z = X - Y + ENA$

SIC/XE

- ▶ SIC/XE je nadgranja procesorja SIC
 - ▶ ima vse kot SIC in še več
- ▶ SIC/XE je 100% navzdol kompatibilen
 - ▶ programi napisani za SIC, delajo tudi na SIC/XE

SIC/XE - pomnilnik

- ▶ SIC/XE ima 1 MB (= _____ bajtov) pomnilnika
- ▶ Posledici povečanja velikosti pomnilnika:
 - ▶ spremenjeni (dodatni) načini naslavljanja
 - ▶ dodatni formati ukazov.

SIC/XE - registri

Dodatni SIC/XE registri:

- ▶ B
- ▶ S in T
- ▶ F

SIC/XE – formati podatkov

- ▶ Poleg 24-bitnih celih števil in 8-bitnih znakov SIC/XE pozna še 48-bitna realna števila.
- ▶ Realna števila so predstavljena na naslednji način:

SIC/XE – formati podatkov

1	11	36
s	eksponent (e)	mantisa (m)

- ▶ Mantisa je število med 0 in 1
- ▶ Število je normalizirano
- ▶ Eksponent je nepredznačeno celo število med 0 in 2047
- ▶ 0 je predstavljena s samimi ničlami

- ▶ Vrednost števila, predstavljenega s tem zapisom, je

- ▶ SIC/XE pozna 4 formate ukazov: 8, 16, 24 in 32 bitni ukazi

- ▶ Format I:

- ▶ Primer:

▶ **Format 2:**

▶ **Primer:**

▶ **Format 3:**

▶ **Primer:**

▶ **Format 4:**

▶ **Primer:** _____

SIC/XE – načini naslavljanja

A) Glede na način izračuna UN

SIC/XE – načini naslavljanja

B) Glede na način uporabe UN

Pomen bitov `nixbpe` v ukazih formata 3 in 4

Način naslavl.	Biti <code>nixbpe</code>	Zbirniški ukaz	UN	Operand	Opombe
Preprost	110000	op c			D
	110001	+op m			4D
	110010	op m			A
	110100	op m			A
	111000	op c, X			D
	111001	+op c, X			4D
	111010	op m, X			A
	111100	op m, X			A
	000---	op m			D S
	001---	op m, X			D S
Posredno	100000	op @c			D
	100001	+op @m			4D
	100010	op @m			A
	100100	op @m			A
Takojšnje	010000	op #c			D
	010001	+op #m			4D
	010010	op #m			A
	010100	op #m			A

Pomen bitov `nixbpe` v ukazih formata 3 in 4

- ▶ Legenda simbolov v tabeli na prejšnji strani
 - ▶ c ... konstanta med 0 in 4095
 - ▶ m ... naslov (ali konstanta) večja od 4095
 - ▶ 4 ... format 4
 - ▶ D ... neposredno naslavljanje
 - ▶ A ... zbirnik izbere med PC-rel. in bazno-rel. naslavljanjem
 - ▶ S ... kompatibilno s standardnim SIC

- ▶ Nekatere razlike med SIC in SIC/XE si bomo ogledali na primeru programov iz Fig 2.1 in Fig 2.5

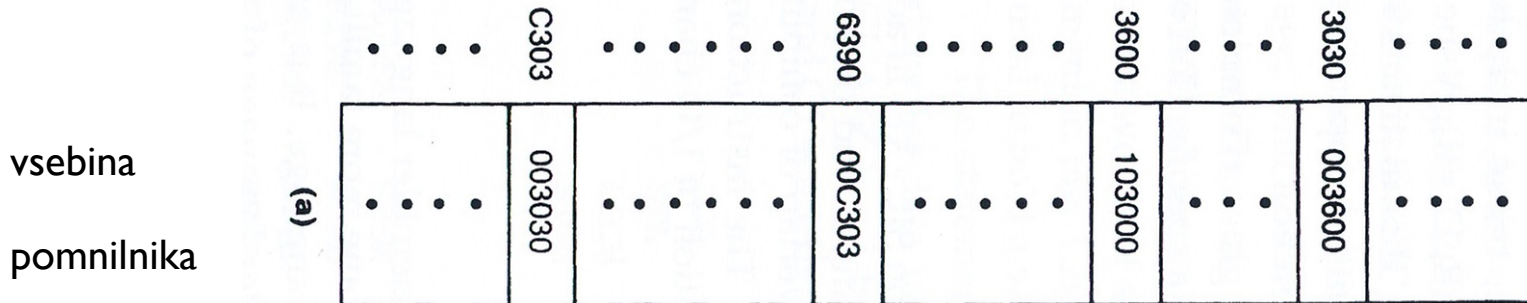
I. uporaba takojšnjega naslavljanja skrajša kodo

2. uporaba registrskega naslavljanja pospeši izvajanje

3. uporaba posrednega naslavljanja zmanjša število ukazov in pospeši delovanje.

Načini naslavljanja - primer

► (B) = 006000 (PC) = 003000 (X) = 000090



Hex	Machine instruction								Target address	Value loaded into register A
	op	n	i	x	b	p	e	disp/address		
032600	000000	1	1	0	0	1	0	0110 0000 0000		
03C300	000000	1	1	1	1	0	0	0011 0000 0000		
022030	000000	1	0	0	0	1	0	0000 0011 0000		
010030	000000	0	1	0	0	0	0	0000 0011 0000		
003600	000000	0	0	0	0	1	1	0110 0000 0000		
0310C303	000000	1	1	0	0	0	1	0000 1100 0011 0000 0011		003030

Primer programa

- ▶ Napiši program, ki sešteje vektorj ALFA in BETA, rezultat naj zapiše v GAMA; vektorja sta dolga 100 besed.
 - a) Uporabi le SIC ukaze
 - b) Uporabi tudi dodatna naslavljanja in SIC/XE nabor ukazov