ARHITEKTURA RAČUNARSKIH SISTEMA

Siniša Minić,
Sinisa.minic@pr.ac.rs

BROJNI SISTEMI

BROJNI SISTEMI

- Brojni sistem je način zapisivanja brojeva i njihovog tumačenja.
- U upotrebi je pozicioni (položajni) brojevni sistem.To je sistem kod kojeg položaj cifre (znamenke) u zapisu određuje njezinu vrednost. Svaki je brojni sistem određen vlastitim skupom cifara, a ukupan broj različitih cifara naziva se bazom bronog sistema. Baza brojnog sistema se obično zapisuje kao indeks nakon samog broja
- (zapis 102_{10} značava da je broj 102 zapis u dekadnom brojnom sistemu;
- zapis 101010001_2 označava broj zapisan u binarnom brojnom sistem u).

- U svakom brojnom sistemu vredi da svaka cifra u nizu ima jedinstvenu težinsku vrednost. Težinska se vrednost svake cifre dobijena način da se osnova brojnog sistema potencira eksponentom čija vrednost zavisi o položaju cifre.

BROJEVNI SISTEM	OSNOVA	CIFRE
BINARNI	2	0, 1
OKTALNI	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
DEKADNI	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
HEKSADECIMALNI	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F (A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15)

PRETVARANJE IZ DEKADNOG U OSTALE BROJNE SISTEME

- Pretvaranje iz dekadnog brojevnog sistema u ostale izvodi se deljenjem s osnovicom željenog sistema (deljenjem sa 2, 8 ili 16).

- Deli se sve dok celobrojni rezultat deljenja ne postane 0.

- Novi broj se dobija od ostataka deljenja počevši od zadnjeg ostatka.

Pretvaranje iz dekadnog u ostale brojne sisteme

439 :2	
219	1
109	1
54	1
27	0
13	1
6	1
3	0
1	1
0	1

439 :8	
54	7
6	6
0	6

439 :16	
27	7
1	11=B
0	1

$$\boxed{439_{10} = 110110111_2}$$

$$\boxed{439_{10} = 1B7_{16}}$$

$$\boxed{439_{10} = 667_8}$$

Pretvaranje iz dekadnog u ostale brojne sisteme

335:2	
167	1
83	1
41	1
20	1
10	0
5	0
2	1
1	0
0	1

335:8	
41	7
5	1
0	5

335:16	
20	15=F
1	4
0	1

$$335_{10} = 101001111_2$$

$$335_{10} = 517_8$$

$$335_{10} = 14F_{16}$$

Pretvaranje iz binarnog, oktalnog i heksadecimalnog brojnog sistema u dekadni izvodi se ***<u>množenjem</u>***.

2 1 0

$$439_{10} = 4\cdot 10^2 + 3\cdot 10^1 + 9\cdot 10^0 = 4\cdot 100 + 3\cdot 10 + 9\cdot 1 = 439_{10}$$

8 7 6 5 4 3 2 1 0

$$\begin{aligned} 110110111_2 &= 1\cdot 2^8 + 1\cdot 2^7 + 0\cdot 2^6 + 1\cdot 2^5 + 1\cdot 2^4 + 0\cdot 2^3 + 1\cdot 2^2 + 1\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 \\ &= 1\cdot 256 + 1\cdot 128 + 0\cdot 64 + 1\cdot 32 + 1\cdot 16 + 0\cdot 8 + 1\cdot 4 + 1\cdot 2 + 1\cdot 1 \\ &= 256 + 128 + 32 + 16 + 4 + 2 + 1 = 439_{10} \end{aligned}$$

$$\overset{2}{6}\overset{1}{6}\overset{0}{7}_8 = 6\cdot 8^2 + 6\cdot 8^1 + 7\cdot 8^0 = 6\cdot 64 + 6\cdot 8 + 7\cdot 1 = 384 + 48 + 7 = 439_{10}$$

$$\overset{2}{1}\overset{1}{B}\overset{0}{7}_{16} = 1\cdot 16^2 + 11\cdot 16^1 + 7\cdot 16^0 = 1\cdot 256 + 11\cdot 16 + 7\cdot 1 = 256 + 176 + 7 = 439_{10}$$

TEŽINA POJEDINOG MESTA
ZAVISNO OD BROJNOG SISTEMA

MESTO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SISTEM	2	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
	8	1	8	64	512	4096						
	10	1	10	100	1000							
	16	1	16	256	4096							

PRETVARANJE IZ BINARNOG U OKTALNI I HEKSADECIMALNI BROJNI SISTEM

- Iz poznatog izraza $\mathbf{2^3=8^1}$ možemo zaključiti kako svaki binarni broj od **3** cifre ima tačno **1** odgovarajući oktalni broj.

- Takođe iz izraza $\mathbf{2^4=16^1}$ možemo zaključiti kako svaki binarni broj od **4** cifre ima tačno **1** odgovarajući heksadecimalni broj.

2	8
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

2	16
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10=A
1011	11=B
1100	12=C
1101	13=D
1110	14=E
1111	15=F

- Pretvaranje iz binarnog u oktalni brojni sistem vrši se grupisanjem vrednosti u binarnom prikazu broja u trojke s desna na levo.
- Ako ukupan broj bitova nije deljiv sa tri, onda se dopisuje potreban broj vodećih nula.

$$10010011_2 = \underline{010}\,\underline{010}\,\underline{011}_2 = 223_8$$

$$11010110111_2 = \underline{11}\,\underline{010}\,\underline{110}\,\underline{111}_2 = 3267_8$$

- Pretvaranje iz binarnog u heksadecimalni brojni sistem obavlja se grupisanjem vrednosti u binarnom prikazu broja u četvorke s desna na levo.
- Ako broj bitova nije deljiv sa četiri, onda se dopisuje potreban broj vodećih nula.

$$10010011_2 = \underline{1001}\,\underline{\underline{0011}}_2 = 93_{16}$$

$$11010110111_2 = \underline{110}\,\underline{\underline{1011}}\,\underline{0111}_2 = 6B7_{16}$$

- **Pretvaranje iz oktalnog u heksadecimalni brojni sistem i obratno se obavlja preko binarnog brojnog sistema.**

$$2035_8 = \underline{\underline{010}}\,\underline{000}\,\underline{\underline{011}}\,\underline{101}_2 = \underline{0100}\,\underline{\underline{0001}}\,\underline{1101}_2 = 41D_{16}$$

$$6E9_{16} = \underline{0110}\,\underline{\underline{1110}}\,\underline{1001}_2 = \underline{\underline{11}}\,\underline{011}\,\underline{\underline{101}}\,\underline{001}_2 = 3351_8$$

Pretvaranje: REALNI DEKADNI BROJ → REALNI BINARNI BROJ

Ako realni broj u dekadnom brojnom sistemu želimo pretvoriti u realni broj u binarnom sistemu, postupak je sledeći: dio ispred decimalne tačke delimo sa 2 (kao što je prethodno objašnjeno) a deo iza decimalne tačke množimo sa 2.

$$43.6875_{10} = 101011.1011_2$$

:2		·2	
43		0.6875	
21	1	1.375	1
10	1	0.75	0
5	0	1.5	1
2	1	1	1
1	0	0	
0	1		

$$25.35_{10} = 11001.01\overline{0110}_2$$

:2		·2	
25		.35	
12	1	0.7	0
6	0	1.4	1
3	0	0.8	0
1	1	1.6	1
0	1	1.2	1
		0.4	0
		0.8	0
		1.6	1
		....	...

Pretvaranje: REALNI BINARNI BROJ → REALNI DEKADNI BROJ

$$\overset{5}{1}\overset{4}{0}\overset{3}{1}\overset{2}{0}\overset{1}{1}\overset{0}{1}.\overset{-1}{1}\overset{-2}{0}\overset{-3}{1}\overset{-4}{1}{}_2 = 1\cdot 2^5 + 0\cdot 2^4 + 1\cdot 2^3 + 0\cdot 2^2 + 1\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 + 1\cdot 2^{-1} + 0\cdot 2^{-2} + 1\cdot 2^{-3} + 1\cdot 2^{-4}$$

$$= 1\cdot 32 + 0\cdot 16 + 1\cdot 8 + 0\cdot 4 + 1\cdot 2 + 1\cdot 1 + 1\cdot \frac{1}{2} + 0\cdot \frac{1}{4} + 1\cdot \frac{1}{8} + 1\cdot \frac{1}{16}$$

$$= 32 + 8 + 2 + 1 + 0.5 + 0.125 + 0.0625$$

$$= 43.6875_{10}$$

$$\overset{4}{1}\overset{3}{1}\overset{2}{0}\overset{1}{0}\overset{0}{1}.\overset{-1}{0}\,\overset{-2}{1}\,\overset{-3}{0}\,\overset{-4}{1}\,\overset{-5}{1}\,\overset{-6}{0}{}_2 = 1\cdot 2^4 + 1\cdot 2^3 + 1\cdot 2^0 + 1\cdot 2^{-2} + 1\cdot 2^{-4} + 1\cdot 2^{-5}$$

$$= 1\cdot 16 + 1\cdot 8 + 1\cdot 1 + 1\cdot \frac{1}{4} + 1\cdot \frac{1}{16} + 1\cdot \frac{1}{32}$$

$$= 16 + 8 + 1 + 0.25 + 0.0625 + 0.03125$$

$$= 25.34375_{10}$$

U drugom slučaju nismo dobili početni broj (25.35) jer smo se zaustavili s izračunavanjem na petoj decimali iza tačke. Greška je 0.00625. Da smo računali na više decimala, greška bi bila manja ali nikada ne bi bila jednaka 0, tj. nemoguće je dobiti potpuno isti rezultat. Iz ovog se vidi da najčešće računanje s realnim brojevima nije apsolutno tačno nego uz neku grešku.

- U dekadnom brojnom sistemu negativni brojevi se predstavljaju znakom “-” (pozitivni znakom “+” ili se znak izostavlja) napisanim ispred cifara koje definišu apsolutnu vrednost broja.

- U binarnom brojnom sistemu je ovakav način predstavljanja označenih brojeva nemoguć, jer računari mogu da prepoznaju samo dva znaka, a to su “0” i “1”. Samim tim je znakove “-” i “+” potrebno na neki način predstaviti pomoću “0” i ”1”.

- Jedan od načina za zapis označenih brojeva u binarnom brojnom sistemu je pomoću znaka i apsolutne vrednosti.

- U ovom zapisu, apsolutnoj vrijednosti broja se na vodećem mestu dodaje jedna cifra i to 0 ako je broj pozitivan i cifra 1 ako je broj negativan.

,

7(10) = 111(2) ………. Neoznačen binarni broj

+7(10) = 0111(2) ……. Označen pozitivan binarni broj

-7(10) = 1111(2) ……. Označen negativan binarni broj

12(10) = 1100(2) …….. Neoznačen binarni broj

+12(10) = 01100(2) …. Označen pozitivan binarni broj

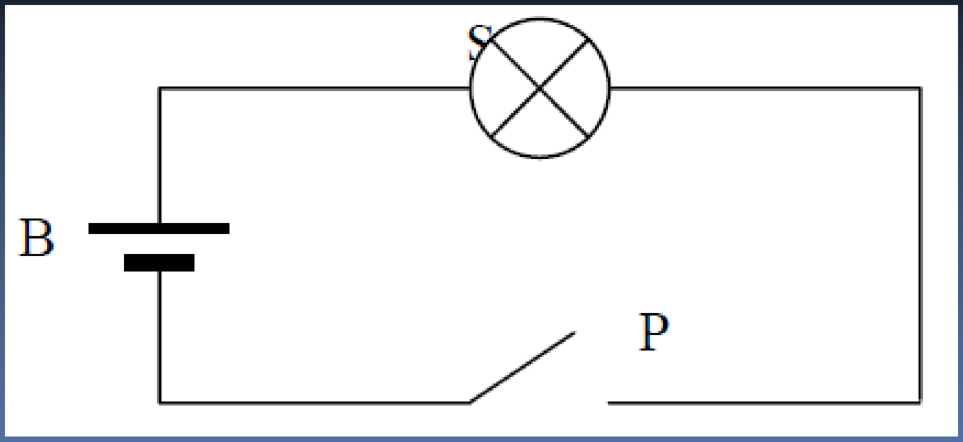
-12(10) = 11100(2) …. Označen negativan binarni broj

PREDSTAVLJANJE PODATAKA

U komunikaciji sa računarom koriste se različiti oblici informacija: tekst, brojevi, slika, zvuk, video i animacija. Svi oblici se moraju predstaviti u obliku koji je razumljiv računaru.

Podaci se u računaru mogu memorisati i obrađivati jedino u binarnom obliku. Razlog zašto računari rade na binarnim principima je u tome što je većina komponenata računara bazirana na elektronskim elementima koje mogu razlikovati samo dva stanja: da li struje ima ili nema.

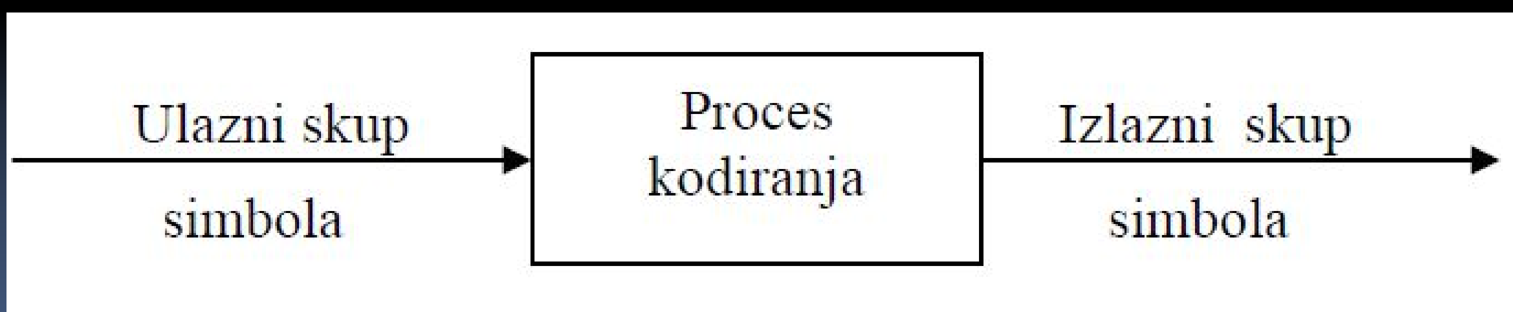
Na taj način ovi elementi omogućuju definisanje dva stanja svoga rada, koji odgovarajubinarnim ciframa "1" i "0" (latinski "bini" – po dva).



ILIUSTRACIJA DIGITALNOG NAČELA

PREDSTAVLJANJE PODATAKA

Očito je da se binarni brojevi lako mogu zapisati i obrađivati u računaru, jer su njegove komponente prilagođene ovakvom radu. Međutim, podaci i programi koje računaru dajemo na ulazu obično nisu u ovom obliku. Čovjeku je lakše sa računarom komunicirati preko standardnih znakova koje upotrebljava u svakodnevnom obavljanju svojih zadataka. To su razna slova, cifre decimalnog brojnog sistema, kao i neki specijalni znaci: (,), ?, !, = „ itd. Da bi računar mogao da prihvati ove podatke, potrebno ih je kodirati. Kodiranje znači pretvaranje jednog skupa simbola u drugi skup.



PROCES KODIRANJA

KOD I KODIRANJE

- Pretpostavka uspješnog komuniciranja računara u razmjeni ili obradi podataka je DOGOVOR o skupu znakova koji će se u radu s računarom koristiti kao i o binarnim kombinacijama za svaki od znakova. Dogovor se vremenom proširuje i dograđuje, a on je ili ozakonjeni standard države ili preporuka neke međunarodne organizacije.

- Koja kombinacija nula i jedinica predstavlja koji znak definiše se tabelom koja se naziva **KOD**.

BCD kod

- Ukoliko svaku cifru dekadnog broja predstavimo u binarnom obliku, dobijamo tzv. **binarno kodirani dekadni broj** ili skraćeno **BCD(Binary Coded Decimal)**.

Dekadni broj	28	
BCD	0000 0010	0000 1000
	prvi bajt predstavlja cifru 2	drugi bajt predstavlja cifru 8

BCD kod

- Osnovna mana ovog sistema je to što se jednim bajtom može predstaviti samo 10 vrijednosti. To je **nepakovani** BCD sistem.
- Kod **pakovanog** BCD sistema svaki polubajt (nibl) predstavlja posebnu cifru pa se jednim bajtom može predstaviti 100 različitih vrednosti.

Dekadni broj	28
BCD	$\underbrace{\mathbf{0010}}_{\text{cifra 2}}\ \underbrace{\mathbf{1000}}_{\text{cifra 8}}$

BCD kod

$$0110001101000111_{BCD} = 0110 \quad 0011 \quad 0100 \quad 0111$$

$$6 \quad 3 \quad 4 \quad 7 = 6347_{10}$$

- Kako računar, osim s brojevima radi i sa slovima i drugim posebnim znakovima, potrebno je uzeti veći broj binarnih kombinacija. Osnova današnjih računara je ASCII kod.

ASCII kod

- ASCII kod je skraćenica od početnih slova rečenice '***American Standard Code for Information Interchange***', što prevedeno znači: Američki standardni kod za razmjenu informacija. Tokom razvoja računara definisano je više varijanti ovoga koda.
- To je osmo-bitni kôd (kôd čija je dužina 8 bita), koji omogućuje prikaz velikih i malih slova, specijalnih znakova (na primjer, *, +, =, ?, $, %, itd.), te upravljačkih znakova (na primjer, početak poruke, kraj poruke, novi red, itd.).

ASCII kod

- Ukupno je sa osam bita moguće prikazati 256 ($2^8=256$) različitih znakova. Međutim, prvih 128 znakova je zaista standardizovano, a preostalih 128 nije jedinstveno standardizovano.
- ASCII kod definiše 128 karaktera od koji su prvih 31 kontrolni karakteri koji se koriste za slanje dodatnih informacija o poslatim podacima.

ASCII kod 65 : veliko slovo A

ASCII kod 61: =

ASCII kod 101: malo slovo e

ASCII kod

- Pored ASCII koda postoje i drugi kodovi.
- Svaki korisnik može kreirati sopstveni kod, u kome će, na primjer, slovu A biti dodijeljen broj 1. Ali u tom slučaju gubi se svaka kompatibilnost sa PC računarima.

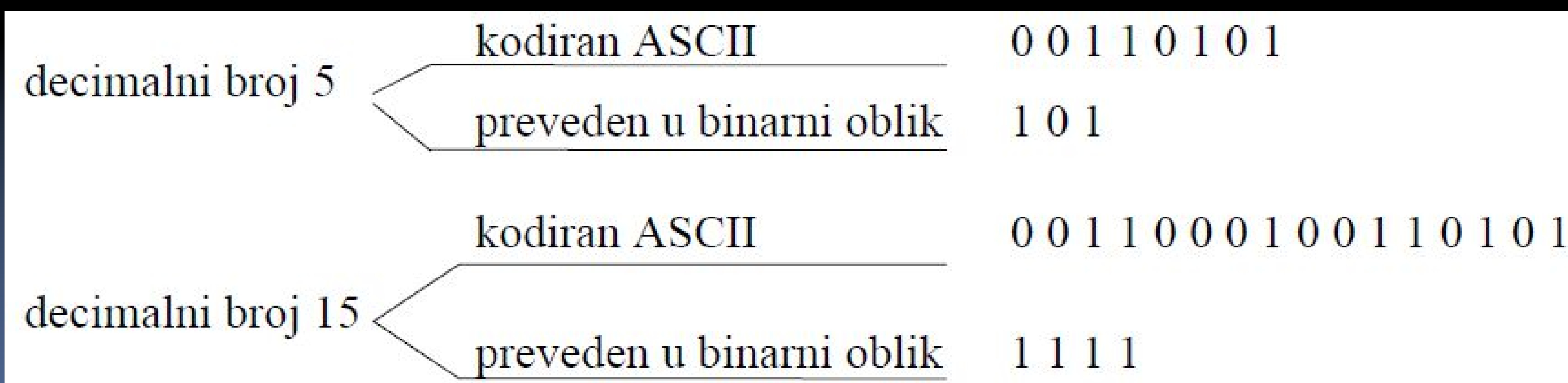
Dio ASCII tabele

Decimalni broj	Znak	Decimalni broj	Znak
32	razmak	80	P
33	!	81	Q
34	"	82	R
35	#	83	S
36	$	84	T
37	%	85	U
38	&	86	V
39	'	87	w
40	(	88	X
41	)	89	Y
42	*	90	Z
43	+	91	[
44	,	92	\
45	-	93	]
46	.	94	^

RAZLIKA IZMEĐU KODIRANJA I KONVERZIJE

Kod slova i specijalnih znakova konverzija uopšte ne postoji, pa ne postoji ni problem razlikovanja.

Prilikom konverzije kompletan decimalni broj posmatra se kao jedinstven (a ne cifra po cifra) i konvertuje se u binarni oblik. U računaru se binarne operacije provode samo nad binarnim brojevima nastalim konverzijom, a ne i nad binarnim kodovima.



PRIMJERI RAZLIKE IZMEĐU KODIRANJA I KONVERZIJE