

Rad s podacima u računaluTipične vrste podataka i njihovi prikazi• CJELOBROJNI PODACI↳ BEZ PREDZNAKA• NBC (Natural Binary Code) - svaki bit jedna znamenka- opseg od 0 do $2^n - 1$

- 00100101 = 37

• BCD (Binary Coded Decimal) - grupa od 4 za dekadiske znamenke

- 0011 0111 = 37 (pakirani)

- 0000 0011 0000 0111 = 37 (nepakirani)

↳ S PREDZNAKOM• PRIKAZ S BITOM ZA PREDZNAK

- mesla ima 2 prikaza +0; -0

P APSOLUTNI VEŠES BROJA

- opseg $[-2^{n-1}, +2^{n-1}-1]$ ↳ predznak: 0 pozitivan broj
1 negativan broj• PRIKAZ S JEDINIČNIM KOMPLEMENTOM (1'k) - pozitivni

0 težinski zapis

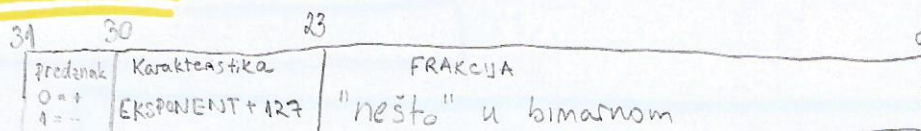
- negativni zamijeni 0 i 1 ↑

• PRIKAZ DVOJNIM KOMPLEMENTOM (2'k) - pozitivni isto ↑

- negativni isto ↑ i na kraju pribrožiš 1 tom negativnom

• BROJEVI V POMIČNOM ZAREZU

• IEEE format
1. hešto · 10^{eksponent}



- zero : $0 \rightarrow K=0, F=0$
- overflow $\rightarrow K=255, F=0, E > 127$
- underflow $\rightarrow K=0, F \neq 0, E < 126$
- NaN $\rightarrow K=255, F \neq 0$

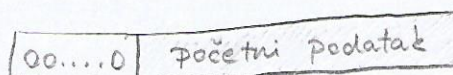
• ASCII (American Standard code for Information Interchange)

- a...z = 97...122
 - A...Z = 65...90
 - 0...9 = 48...57
- i ostali \rightarrow interpunkcijski, kontrolni

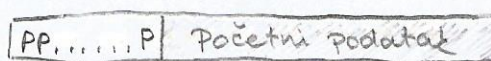
\rightarrow u praksi : NBC za unsigned int
2'k za signed int.

Proširivanje podataka

• Proširivanje podataka ničticama



• Predznačno proširivanje podataka



\rightarrow u praksi : ničticama* za NBC
predznačno** za 2'k

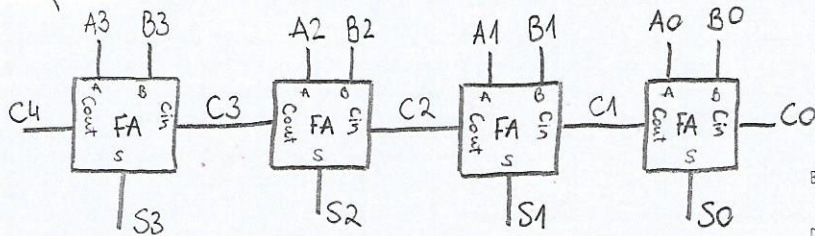
* čuva samo pozitivne 2'k

** čuva samo donju polovinu opsega NBC



Osnovne operacije s podacima u računalu

Zbrajalo



• A i B - 4-bitni brojevi

• S - 4-bitni rezultat

• C - carry, "jedan dalje"
na C0 dovodimo 0.

Broj/Ref. No.

Datum/Date

Za oduzimanje po formuli $A - B = A + (-B) = A + (\bar{B} + 1)$
na B dovedem \rightarrow , na ulaz C0 dovedem 1

- Zastavice - bistabili koji "pokazuju" stanje aritmetičko logičke jedinice nakon operacije
- služe za otkrivanje grešaka, uspoređivanje brojeva itd

za n-bitno zbrajalo

općenite definicije zastavica
ipak, one ovise o procesoru

Prijenos (carry)
Prepliv (overflow)
Predznak (sign)
ničica (zero)
posudba (borrow)

$$C = C_n$$

$$OV = C_n \text{ XOR } C_{n-1}$$

$$S = S_{n-1}$$

$$Z = \text{not } (S_0 \text{ OR } S_1 \text{ OR } \dots \text{ OR } S_{n-1})$$

$$b = \text{not } C = \text{not } C_n$$

Greške kod aritmetičkih operacija i zastavice

- 1) Greške kod zbrajanja NBC brojeva - kad rezultat prekorači $2^n - 1$
- "zaduži" prijenos je 1

$$\begin{array}{r} 0111 \\ 5 \\ + 3 \\ \hline 8 \\ 1000 \end{array}$$

$$C = C_n = 0$$

SUPER!

$$\begin{array}{r} 1001 \\ 9 \\ + 13 \\ \hline 22 \\ 0110 \end{array}$$

$$C = C_n = 1$$

GREŠKA!

▪ Hrvatska kontrola zračne plovidbe d.o.o. / Croatia Control, Croatian Air Navigation Services, Ltd.

▪ Sjedište / Registered Office
Rudolfa Fizića 2, Velika Gorica, Hrvatska / Croatia
Pošta - adresa / Postal Address
10150 ZAGREB-ZRAČNA LUKA, p.p. 45
HR-10150 ZAGREB-AIRPORT, CROATIA, P.O.B. 45

▪ T: +385 (0) 1 6259-400
F: +385 (0) 1 6228-101
E: ured.direktora@crocontrol.hr
dg.office@crocontrol.hr
www.crocontrol.hr

▪ Privredna banka Zagreb d.d.
SWIFT: PBZGHR2X
2340009-1100198272
IBAN: HR6023400091100198272

▪ Zagrebačka banka d.d.
SWIFT: ZABAHZ2X
2360000-1101513818
IBAN: HR9323600001101513818

▪ Trgovački sud u Zagrebu / Commercial Court in Zagreb
MBS / Registration No. 080328617
Temeljni kapital / Subscribed Capital
352.759.600,00HRK
Matični broj / Company No. 1475886
OIB / VAT No. 33052761319

▪ Direktor / Director General: Dragan Bilac
Predsjednik NO-a / President of the SB: Darko Prebežac

2) Greške kod oduzimanja NBC brojeva - kad rezultat ispadne negativan

- "zadnji" prijenos je 0 ili

posljednji "zadnji" posudba je 1.

Posudba

$$\begin{array}{r} 5 \\ -3 \\ \hline 2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0010 \\ 0101 \\ -0011 \\ \hline 0010 \end{array}$$

$$b = \bar{c}_n = 0$$

$$c = c_n = 1$$

Prijenos

$$\begin{array}{r} 1191 \\ 0101 \\ 1100 > \bar{3} \\ + 1 \\ \hline 0010 \end{array}$$

SUPER!

$$\begin{array}{r} 6 \\ -10 \\ \hline -4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1000 \\ 0110 \\ -1010 \\ \hline 1100 \end{array}$$

$$b = \bar{c}_n = 1$$

$$c = c_n = 0$$

GREŠKA!

$$\begin{array}{r} 1111 \\ 0110 \\ 0101 \\ + 1 \\ \hline 1100 \end{array}$$

3) Greške kod zbrajanja 2^k brojeva - moguće je prekoračiti doje granice opsega $[-2^{n-1}, +2^{n-1}-1]$

→ zbrajanje 2 broja različitog predznaka uvijek daje TOČAN rezultat

→ zbrajanje 2 broja istog predznaka može dati KRIVI rezultat

• kada je rezultat suprotnog predznaka od pribrojnika

$$\begin{array}{r} 1000 \\ 1001 \\ + 1110 \\ \hline 0111 \end{array}$$

neki negativni pribrojnici
neki pozitivni rezultat

GREŠKA

→ provjeravam gledajući zastavice overflow tj. napravim

XOR za "zadnji" 2 prijenosa: $ov = 1 \text{ XOR } 0 = 1 \rightarrow \text{greška}$

4) Greške kod oduzimanja 2^k brojeva

→ isto kao kod zbrajanja

$$\text{dakle } ov = c_n \text{ XOR } c_{n-1} = \begin{cases} 1 \rightarrow \text{GREŠKA} \\ 0 \rightarrow \text{OK} \end{cases}$$



Usporedba brojeva i zastavice

1) Ispitivanje jednakosti (i za NBC i za 2^k)

- $X = Y \Leftrightarrow X - Y = 0$ tj. zastavica ništice $Z = 1$
- $X \neq Y \Leftrightarrow X - Y \neq 0$ tj. zastavica ništice $Z = 0$

Broj/Ref. No.

Datum/Date

2) Usporedba

a) za NBC brojeve

- $X > Y \Leftrightarrow C = 1 \text{ AND } Z = 0$
- $X < Y \Leftrightarrow C = 0$
- $X \geq Y \Leftrightarrow C = 1$
- $X \leq Y \Leftrightarrow C = 0 \text{ OR } Z = 1$

b) za 2^k brojeve

- $X > Y \Leftrightarrow (S \text{ XOR } OV) = 0 \text{ AND } Z = 0$
- $X \geq Y \Leftrightarrow (S \text{ XOR } OV) = 0$
- $X < Y \Leftrightarrow (S \text{ XOR } OV) = 1$
- $X \leq Y \Leftrightarrow (S \text{ XOR } OV) = 1 \text{ OR } Z = 1$

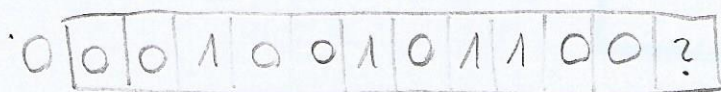
Sve ovo vrijedi samo pod uvjetom da nema greške prekoračenja opsega u operaciji oduzimanja

Provjera → korigiranje zastavice S:

- nema greške: $OV = 0$ pa $S \text{ XOR } OV = S$
- ima greške: $OV = 1$ pa $S \text{ XOR } OV = \bar{S}$

Operacije pomaka i rotacije

npr. broj 000100101100 pomaknem (ulijevo)



IZLAZNI BIT

ULAZNI BIT

• obično se sprema u zastavicu za prijem

• mora mu se definirati točna vrijednost

1) Logički pomak u lijevo

→ na ulazni bit dovedem 0

→ odgovara množenju s 2^n za NBC (iako radi i za 2^k)

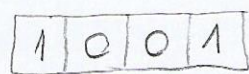
2) Logički pomak u desno

→ na ulazni (sada najlijevi) bit dovedem 0

→ pomak za n bitova udesno odgovara dijeljenju s 2^n za NBC

→ ne radi za 2^k jer negativnim brojevima mijenja predznak

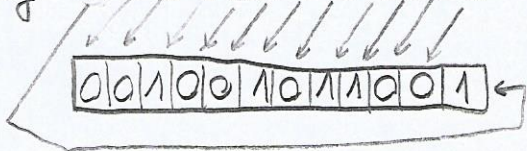
3) Aritmetički pomak u desno



→ bit najveće težine "ponoviš" radi očuvanja predznaka

→ pomak za n bitova udesno odgovara dijeljenju s 2^n za 2^k

npr. broj 100100101100 rotiram (ulijevo)



→ kao ulazni bit se uzme stara vrijednost zastavice

→ izlazni bit postaje novo stanje zastavice