

# Digitalni zapis podataka

## Predavanje 4

24. novembar 2022.

# Sadržaj

- 1 IEEE 754 standard sa binarnom osnovom
- 2 Zapis teksta
  - Kodne strane

# Sadržaj

- 1 IEEE 754 standard sa binarnom osnovom
- 2 Zapis teksta

# IEEE 754 standard sa binarnom osnovom

U zapisu u dvostrukoj tačnosti

- znak se kodira sa jednim bitom (0 za +, 1 za -)
- broj bitova za eksponent : 11
  - zapisuje se sa uvećanjem 1023
- broj bitova za frakciju: 52
  - frakcija se predstavlja u obliku  $1.f'$ , a pri zapisu se prva jedinica ignoriše, tj. zapisuje se samo  $f'$

## Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem →

# Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem →

i		0	1	2	3	4
$X_i$		10	5	2	1	0
$x_i$		0	1	0	1	

**Tabela:** Šematski prikaz pevođenja broja  $(10)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

# Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow$

i		0	1	2	3	4
$X_i$		10	5	2	1	0
$x_i$		0	1	0	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(10)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

i		0	1	2
$X_{-i}$		0.25	0.5	0
$x_{-i}$		0.	0	1

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(0.25)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

# Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (10.25)_{10} = (1010.01)_2$

i		0	1	2	3	4
$X_i$		10	5	2	1	0
$x_i$		0	1	0	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(10)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

i		0	1	2
$X_{-i}$		0.25	0.5	0
$x_{-i}$		0.	0	1

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(0.25)_{10}$  u sistem sa osnovom 2



## Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (10.25)_{10} = (1010.01)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow$

## Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (10.25)_{10} = (1010.01)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1010.01)_2 = (1.01001)_2 * 2^3$

# Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (10.25)_{10} = (1010.01)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1010.01)_2 = (1.01001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 1023  $\rightarrow$

# Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (10.25)_{10} = (1010.01)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1010.01)_2 = (1.01001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 1023  $\rightarrow 1023+3=1026$

# Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (10.25)_{10} = (1010.01)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1010.01)_2 = (1.01001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 1023  $\rightarrow 1023+3=1026$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow$

# Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (10.25)_{10} = (1010.01)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1010.01)_2 = (1.01001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 1023  $\rightarrow 1023+3=1026$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow$

i		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$X_i$		1026	513	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0
$x_i$		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(1026)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

## Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (10.25)_{10} = (1010.01)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1010.01)_2 = (1.01001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 1023  $\rightarrow 1023+3=1026$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow (1026)_{10} = (1000000010)_2$

i		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$X_i$		1026	513	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0
$x_i$		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(1026)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

# Primer zapisa u dvostrukoj tačnosti

Zapisati broj  $(10.25)_{10}$  u standardu IEEE 754 u dvostrukoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (10.25)_{10} = (1010.01)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1010.01)_2 = (1.01001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 1023  $\rightarrow 1023+3=1026$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow (1026)_{10} = (1000000010)_2$
- zapis u formatu S EEEEEEEEEEEEE

```

FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF →
0 1000000010 01001000000000000000000000000000000000000000000000
  
```



# IEEE 754 standard sa binarnom osnovom

Podržani su i subnormalni brojevi

- subnormalni brojevi su oni brojevi koji su veoma bliski nuli
- predstavljeni su sa svim nulama u eksponentu
- pri isčitavanju frakcija je oblika  $0.f'$  umesto  $1.f'$ , a eksponent je -126 u jednostrukoj tačnosti i -1022 u dvostrukoj tačnosti
- npr. zapis 0 00000000 000010000000000000000000 u jednostrukoj tačnosti čitamo  $(+0.00001)_2 * 2^{-126} = -2^{-5} * 2^{-126} = 2^{-131}$

# IEEE 754 standard sa binarnom osnovom

Podržane su specijalne vrednosti

- 0 - piše se sa svim nulama u eksponentu i frakciji, a bit za znak može biti 0 ili 1
- beskonačno - piše se sa svim jedinicama u eksponentu i svim nulama u frakciji, a bit za znak može biti 0 ili 1
- NaN vrednosti se javljaju u izuzetnim situacijama
  - signalni NaN (sNaN) se javlja pri greškama u inicijalizaciji ili konverziji - piše se sa svim jedinicama u eksponentu, prvi bit frakcije je 0, a kod ostatka frakcije nisu svi bitovi jednaki nuli
  - tihi NaN (qNaN) se javlja pri greškama u aritmetičkim operacijama (npr.  $0/0$ ,  $\infty - \infty$ ) - piše se sa svim jedinicama u eksponentu, prvi bit frakcije je 1, a ostatak frakcije je proizvoljan

# Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem →

## Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem →

i		0	1	2	3	4
$X_i$		13	6	3	1	0
$x_i$		1	0	1	1	

**Tabela:** Šematski prikaz pevođenja broja  $(13)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

## Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem →

i		0	1	2	3	4
$X_i$		13	6	3	1	0
$x_i$		1	0	1	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(13)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

i		0	1	2	3	4
$X_{-i}$		0.0625	0.125	0.25	0.5	0
$x_{-i}$		0.	0	0	0	1

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(0.0625)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

## Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (13.0625)_{10} = (1101.0001)_2$

i		0	1	2	3	4
$X_i$		13	6	3	1	0
$x_i$		1	0	1	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(13)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

i		0	1	2	3	4
$X_{-i}$		0.0625	0.125	0.25	0.5	0
$x_{-i}$		0.	0	0	0	1

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(0.0625)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

# Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (13.0625)_{10} = (1101.0001)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow$

# Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (13.0625)_{10} = (1101.0001)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1101.0001)_2 = (1.1010001)_2 * 2^3$



# Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (13.0625)_{10} = (1101.0001)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1101.0001)_2 = (1.1010001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow$

## Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (13.0625)_{10} = (1101.0001)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1101.0001)_2 = (1.1010001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+3=130$

# Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (13.0625)_{10} = (1101.0001)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1101.0001)_2 = (1.1010001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+3=130$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow$

## Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (13.0625)_{10} = (1101.0001)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1101.0001)_2 = (1.1010001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+3=130$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow$

i		0	1	2	3	4	5	6	7	8
$X_i$		130	65	32	16	8	4	2	1	0
$x_i$		0	1	0	0	0	0	0	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(130)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

## Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (13.0625)_{10} = (1101.0001)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1101.0001)_2 = (1.1010001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+3=130$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow (130)_{10} = (10000010)_2$

i		0	1	2	3	4	5	6	7	8
$X_i$		130	65	32	16	8	4	2	1	0
$x_i$		0	1	0	0	0	0	0	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(130)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

## Zadaci

Zapisati broj  $(-13.0625)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (13.0625)_{10} = (1101.0001)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow$   
 $(1101.0001)_2 = (1.1010001)_2 * 2^3$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+3=130$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow (130)_{10} = (10000010)_2$
- zapis u formatu S EEEEEEEEE FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF  $\rightarrow$   
 1 10000010 101000100000000000000000

# Zadaci

Odrediti koji je dekadni broj predstavljen sa  
0 10001100 000101000110000000000000  
u IEEE 754 standardu sa 32 bita.

# Zadaci

Odrediti koji je dekadni broj predstavljen sa

0 10001100 000101000110000000000000

u IEEE 754 standardu sa 32 bita.

- određivanje znaka na osnovu prvog bita

0 10001100 000101000110000000000000 → +



## Zadaci

Odrediti koji je dekadni broj predstavljen sa

0 10001100 000101000110000000000000

u IEEE 754 standardu sa 32 bita.

- određivanje znaka na osnovu prvog bita

0 10001100 000101000110000000000000  $\rightarrow +$

- prevođenje eksponenta

0 10001100 000101000110000000000000  $\rightarrow (10001100)_2 - 127 = 128 + 8 + 4 - 127 = 13$

## Zadaci

Odrediti koji je dekadni broj predstavljen sa

0 10001100 0001010001100000000000

u IEEE 754 standardu sa 32 bita.

- određivanje znaka na osnovu prvog bita

0 10001100 0001010001100000000000  $\rightarrow +$

- prevođenje eksponenta

0 10001100 0001010001100000000000  $\rightarrow (10001100)_2 - 127 = 128 + 8 + 4 - 127 = 13$

- prevođenje frakcije

0 10001100 0001010001100000000000  $\rightarrow$

$(1.0001010001100000000000)_2 = (1.00010100011)_2 =$

$(100010100011)_2 * 2^{-11} = (1 + 2 + 32 + 128 + 2048) * 2^{-11} = 2211 * 2^{-11}$

## Zadaci

Odrediti koji je dekadni broj predstavljen sa

0 10001100 0001010001100000000000

u IEEE 754 standardu sa 32 bita.

- određivanje znaka na osnovu prvog bita

0 10001100 0001010001100000000000  $\rightarrow +$

- prevođenje eksponenta

0 10001100 0001010001100000000000  $\rightarrow (10001100)_2 - 127 = 128 + 8 + 4 - 127 = 13$

- prevođenje frakcije

0 10001100 0001010001100000000000  $\rightarrow$

$(1.0001010001100000000000)_2 = (1.00010100011)_2 =$

$(100010100011)_2 * 2^{-11} = (1 + 2 + 32 + 128 + 2048) * 2^{-11} = 2211 * 2^{-11}$

- računanje broja  $\rightarrow +2211 * 2^{-11} * 2^{13} = 2211 * 2^2 = 8844$

# Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem →

## Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow$

i		0	1	2	3	4	5	6	
$X_i$		125	62	31	15	7	3	1	0
$x_i$		1	0	1	1	1	1	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(125)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

## Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow$

i		0	1	2	3	4	5	6	
$X_i$		125	62	31	15	7	3	1	0
$x_i$		1	0	1	1	1	1	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(125)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

i		0	1
$X_{-i}$		0.5	0
$x_{-i}$		0.	1

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(0.5)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

## Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (125.5)_{10} = (1111101.1)_2$

i		0	1	2	3	4	5	6	
$X_i$		125	62	31	15	7	3	1	0
$x_i$		1	0	1	1	1	1	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(125)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

i		0	1
$X_{-i}$		0.5	0
$x_{-i}$		0.	1

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(0.5)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

# Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (125.5)_{10} = (1111101.1)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow$



# Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (125.5)_{10} = (1111101.1)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1111101.1)_2 = (1.1111011)_2 * 2^6$

# Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (125.5)_{10} = (1111101.1)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow$   
 $(1111101.1)_2 = (1.1111011)_2 * 2^6$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow$

# Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (125.5)_{10} = (1111101.1)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1111101.1)_2 = (1.1111011)_2 * 2^6$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+6=133$

# Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (125.5)_{10} = (1111101.1)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1111101.1)_2 = (1.1111011)_2 * 2^6$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+6=133$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow$

## Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (125.5)_{10} = (1111101.1)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1111101.1)_2 = (1.1111011)_2 * 2^6$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+6=133$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow$

i		0	1	2	3	4	5	6	7	8
$X_i$		133	66	33	16	8	4	2	1	0
$x_i$		1	0	1	0	0	0	0	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(133)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

## Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (125.5)_{10} = (1111101.1)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow (1111101.1)_2 = (1.1111011)_2 * 2^6$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+6=133$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow (133)_{10} = (10000101)_2$

i		0	1	2	3	4	5	6	7	8
$X_i$		133	66	33	16	8	4	2	1	0
$x_i$		1	0	1	0	0	0	0	1	

Tabela: Šematski prikaz pevođenja broja  $(133)_{10}$  u sistem sa osnovom 2

## Zadaci

Zapisati broj  $(-125.5)_{10}$  u standardu IEEE 754 u jednosturkoj tačnosti.

- prevođenje broja u binarni sistem  $\rightarrow (125.5)_{10} = (1111101.1)_2$
- dovođenje frakcije na oblik  $1.f'$  i ažuriranje eksponenta  $\rightarrow$   
 $(1111101.1)_2 = (1.1111011)_2 * 2^6$
- uvećanje eksponenta za 127  $\rightarrow 127+6=133$
- prevođenje uvećanog eksponenta u binarni sistem  $\rightarrow (133)_{10} = (10000101)_2$
- zapis u formatu S EEEEEEEEE FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF  $\rightarrow$   
 1 10000101 111101100000000000000000

# Zadaci

Odrediti koji je dekadni broj predstavljen sa  
0 10001010 00011010000000100000000  
u IEEE 754 standardu sa 32 bita.



# Zadaci

Odrediti koji je dekadni broj predstavljen sa

0 10001010 00011010000000100000000

u IEEE 754 standardu sa 32 bita.

- određivanje znaka na osnovu prvog bita

0 10001010 00011010000000100000000 → +

## Zadaci

Odrediti koji je dekadni broj predstavljen sa

0 10001010 00011010000000100000000

u IEEE 754 standardu sa 32 bita.

- određivanje znaka na osnovu prvog bita

0 10001010 00011010000000100000000  $\rightarrow +$

- prevođenje eksponenta

0 10001010 00011010000000100000000  $\rightarrow (10001010)_2 - 127 = 2 + 8 + 128$   
 $-127 = 11$

## Zadaci

Odrediti koji je dekadni broj predstavljen sa

0 10001010 00011010000000100000000

u IEEE 754 standardu sa 32 bita.

- određivanje znaka na osnovu prvog bita

0 10001010 00011010000000100000000  $\rightarrow +$

- prevođenje eksponenta

0 10001010 00011010000000100000000  $\rightarrow (10001010)_2 -127 = 2 + 8 + 128 -127 = 11$

- prevođenje frakcije

0 10001010 00011010000000100000000  $\rightarrow$

$(1.00011010000000100000000)_2 = (1.000110100000001)_2 =$

$(1000110100000001)_2 * 2^{-15} = (1+256+1024+2048+32768) * 2^{-15} = 36097 * 2^{-15}$

## Zadaci

Određiti koji je dekadni broj predstavljen sa

0 10001010 00011010000000100000000

u IEEE 754 standardu sa 32 bita.

- određivanje znaka na osnovu prvog bita

0 10001010 00011010000000100000000  $\rightarrow +$

- prevođenje eksponenta

0 10001010 00011010000000100000000  $\rightarrow (10001010)_2 - 127 = 2 + 8 + 128 - 127 = 11$

- prevođenje frakcije

0 10001010 00011010000000100000000  $\rightarrow$

$(1.00011010000000100000000)_2 = (1.000110100000001)_2 =$

$(1000110100000001)_2 * 2^{-15} = (1 + 256 + 1024 + 2048 + 32768) * 2^{-15} = 36097 * 2^{-15}$

- računanje broja  $\rightarrow 36097 * 2^{-15} * 2^{11} = 36097 * 2^{-4} = 2256.0625$

# Sadržaj

- 1 IEEE 754 standard sa binarnom osnovom
- 2 Zapis teksta

# Tekst u računarima

- u računarima se tekst predstavlja kao jednodimenzioni niz karaktera iz unapred određenog skupa karaktera
- osnovna ideja: svakom karakteru se dodeljuje neoznačen ceo broj na unapred definisan način koji se u računarima zapisuje binarno

# Kodiranje i dekodiranje

- funkcija kodiranja  $f : S_1 \rightarrow S_2$  gde su  $S_1$  i  $S_2$  skupovi elemenata
- kodiranje je izračunavanje  $f(e) = k$  za svaki element  $e$  iz skupa  $S_1$ , a  $k$  je element iz skupa  $S_2$
- kod skupa  $S_1$  je skup svih vrednosti  $f(e)$ , gde je  $e$  element iz skupa  $S_1$
- inverzna funkcija  $g = f^{-1}$  se naziva funkcija dekodiranja
- funkcija dekodiranja  $g : S_2 \rightarrow S_1$
- dekodiranje je izračunavanje  $g(k) = e$  za element  $k$  iz skupa  $S_2$ , a  $e$  je element iz skupa  $S_1$

karakter	kodiranje 1	kodiranje 2
+	00	10
-	01	11
*	10	01
/	11	00

Tabela: Primeri funkcija kodiranja karaktera +, -, \*, /

# Kodne strane

- **kodovi karaktera** (engl. character codes) - neoznačeni celi brojevi dodeljeni karakterima na unapred definisan način
- kodna strana (engl. code page) - tabela karaktera sa pridruženim kodovima
- 7-bitni kodovi, 8-bitni kodovi, 16-bitni kodovi, 32-bitni kodovi, kodiranja promenljive dužine
- u kodnim stranama potrebno je predstaviti karaktere:
  - slova
  - brojevi
  - interpunkcijski znaci
  - specijalni karakteri (npr. prelazak u novi red, tabulator)
- standardne tabele kodova ovih karaktera su se pojavile za englesko govorno područje tokom 1960-ih godina



# ASCII standard

- ASCII - American Standard Code for Information Interchange
- uspostavljen 1960-tih godina
- standard iz koga se razvila većina danas korišćenih standarda za zapis karaktera
- definiše sedmobitan zapis koda svakog karaktera
- ukupno 128 različitih karaktera može da se zapiše

# ASCII standard

Dec	Chr	Dec	Chr	Dec	Chr	Dec	Chr	Dec	Chr
0	NUL	26	SUB	52	4	78	N	104	h
1	SOH	27	ESC	53	5	79	O	105	i
2	STX	28	FS	54	6	80	P	106	j
3	ETX	29	GS	55	7	81	Q	107	k
4	EOT	30	RS	56	8	82	R	108	l
5	ENQ	31	US	57	9	83	S	109	m
6	ACK	32		58	:	84	T	110	n
7	BEL	33	!	59	;	85	U	111	o
8	BS	34	"	60	<	86	V	112	p
9	HT	35	#	61	=	87	W	113	q
10	LF	36	\$	62	>	88	X	114	r
11	VT	37	%	63	?	89	Y	115	s
12	FF	38	&	64	@	90	Z	116	t
13	CR	39	'	65	A	91	[	117	u
14	SO	40	(	66	B	92	\	118	v
15	SI	41	)	67	C	93	]	119	w
16	DLE	42	*	68	D	94	^	120	x
17	DC1	43	+	69	E	95	_	121	y
18	DC2	44	,	70	F	96	`	122	z
19	DC3	45	-	71	G	97	a	123	{
20	DC4	46	.	72	H	98	b	124	
21	NAK	47	/	73	I	99	c	125	}
22	SYN	48	0	74	J	100	d	126	~
23	ETB	49	1	75	K	101	e	127	DEL
24	CAN	50	2	76	L	102	f		
25	EM	51	3	77	M	103	g		

Izvor: <https://www.lookupables.com/text/ascii-table>

# ASCII standard

Osnovne osobine:

- prva 32 karaktera (od  $(00)_{16}$  do  $(1F)_{16}$ ) su specijalni kontrolni karakteri
- 95 karaktera ima pridružene grafičke likove (engl. printable characters)
- cifre 0-9 predstavljene su kodovima  $(30)_{16}$  do  $(39)_{16}$ , tako da se njihov ASCII zapis jednostavno dobija dodavanjem prefiksa 011 na njihov binarni zapis
- kodovi velikih i malih slova se razlikuju u samo jednom bitu u binarnoj reprezentaciji
- slova su poređana u skladu sa engleskim alfabetom

## 8-bitna proširenja ASCII tabele

- ASCII karakteri se zapisuju tako što se njihov sedmobitni kod proširi vodećom nulom
- jednobajtni zapisi u kojima je vodeća cifra 1 nisu iskorišćeni
- ISO i značajne korporacije su standardizovale nekoliko tabela koje koriste i jednobajtni zapisi u kojima je vodeća cifra 1 i sadrže karaktere potrebne za zapis određenog jezika odnosno određene grupe jezika

## 8-bitna proširenja ASCII tabele

Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO (engl. International Standard Organization) je definisala familiju 8-bitnih kodnih strana koje nose zajedničku oznaku ISO/IEC 8859

kodna strana		grupa jezika
ISO-8859-1	Latin 1	većina zapadnoevropskih jezika
ISO-8859-2	Latin 2	centralno i istočnoevropski jezici
ISO-8859-3	Latin 3	južnoevropski jezici
ISO-8859-4	Latin 4	severnoevropski jezici
ISO-8859-5	Latin/Cyrillic	ćirilica većine slovenskih jezika
ISO-8859-6	Latin/Arabic	najčešće korišćeni arapski
...		

## 8-bitna proširenja ASCII tabele

Kompanija Microsoft definisala je familju 8-bitnih strana koje se označavaju kao Windows-125x

<b>kodna strana</b>	<b>grupa jezika</b>
Windows-1250	centralno i istočnoevropski jezici
Windows-1251	ćirilica većine slovenskih jezika
...	

# Unicode

- ideja: jedinstven zapis za sve jezike
- 1980-tih započeta je standardizacija tzv. univerzalnog skupa karaktera (engl. Universal Character Set — UCS)
- organizacija ISO, kroz standard 10646 i projekat Unicode
- Unicode standard predstavlja veliku tabelu koja svakom karakteru dodeljuje broj
- Unicode danas dodeljuje kodove od  $(000000)_{16}$  do  $(10FFFF)_{16}$ 
  - podeljeni u ravni od po 65536 karaktera
  - najčešće je u upotrebi osnovna višejezička ravan koja sadrži karaktere koji se najčešće koriste i imaju kodove između  $(0000)_{16}$  do  $(FFFF)_{16}$  (ASCII, Latin-1, proširenje latinice, grčki alfabet, ćirilica ...)

# Unicode

- standardi koji opisuju kako se niske Unicode karaktera prevode u nizove bajtova se definišu dodatno
- UCS-2 standard: svaki Unicode karakter osnovne višejezičke ravni zapisuje se sa odgovarajuća 2 bajta
- UTF-8 (engl. Unicode Transformation Format)
  - algoritam koji Unicode karakteru dodeljuje određeni niz bajtova čija dužina varira od 1 do najviše 4
  - svakom dvobajtnom Unicode karakteru dodeljuje se određeni niz bajtova čija dužina varira od 1 do najviše 3
  - UTF je ASCII kompatibilan
  - konverzija za dvobajtno Unicode karaktere se vrši na osnovu sledećih pravila, te se čitanjem samo početka jednog bajta može odredi da li je u pitanju karakter zapisan korišćenjem jednog, dva ili tri bajta

raspon	binarno zapisan Unicode kod	binarno zapisan UTF-8 kod
0000-007F	00000000 0xxxxxxx	0xxxxxxx
0080-07FF	00000yyy yyxxxxxx	110yyyyy 10xxxxxx
0800-FFFF	zzzzyyyy yyxxxxxx	1110zzzz 10yyyyyy 10xxxxxx



# Alat za konverziju realnih brojeva u pokretni zapis po IEEE-754 standardu

<https://www.h-schmidt.net/FloatConverter/IEEE754.html>

# Litearatura

- dr Stefan Mišković, Materijali za kurs Uvod u organizaciju i arhitekturu računara 1 na Matematičkom fakultetu
  - <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~stefan/uoar1/5.pdf>
    - deo 5.1
    - deo 5.5
- dr Filip Marić, dr Predrag Janičić, Materijali za kurs Programiranje 1 <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~janicic/books/p1a4.pdf>
  - deo 2.3 - Zapis teksta
- Home Unicode <https://home.unicode.org>

## Korišćen materijal za pripremu slajdova

- Stefan Mišković, Materijali za kurs Uvod u organizaciju i arhitekturu računara 1 na Matematičkom fakultetu
- Filip Marić, Predrag Janičić, Programiranje 1, 2021.