

# Teorija informacije

Akademska godina: 2009./2010.  
2. međuispit

3. prosinca 2009.

## Napomena:

- Točno riješen zadatak: 2,5 bodova
- Netočno rješenje: -0,5 bodova
- Zadatak nije rješavan: 0 bodova
- Ukoliko zadatak NIJE rješavan, molim, na obrascu za test NE precrtavati polja!
- Trajanje ispita: 135 minuta
- Ukupni broj zadataka: 10
- Nije dopušteno pisanje po papirima s ispitnim zadacima!

## GRUPA B

**Zadatak-1:** Dan je Hammingov binarni kod  $K[n, k]=[7, 4]$ . Kodne riječi koda  $K$  se prenose komunikacijskim kanalom s brisanjem simbola. Odredite kodnu riječ  $c=[0010abc]$ ,  $a, b, c \in \{0, 1\}$ , koja je poslana ako je primljena kodna riječ  $c'=[0010777]$ . **Napomena:** Kontrolni bitovi u kodnoj riječi nalaze se na pozicijama 1, 2 i 4.

### Rješenje:

- a)  $a = 0$
- b)  $a = c$
- c)  $(a+b+c) \bmod 2 = 1$
- d)  $a = b$

**Zadatak-2:** Dan je binarni kod  $K[n, k]=[7, 4]$  s generirajućom matricom

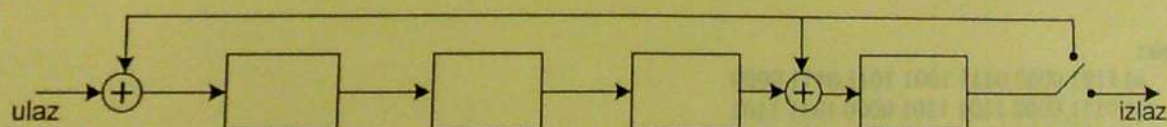
$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Neka je  $K^*$  prošireni kod čije su kodne riječi dobivene tako što je na početak svake kodne riječi koda  $K$  dodan bit pariteta (pari!). Na ulazu dekodera kanala koda  $K^*$  pojavljuje se slijed bitova 1010111010001011... Odredite sindrom za prvu primljenu kodnu riječ.

### Rješenje:

- a) 1010
- b) 1011
- c) 1100
- d) 0011

**Zadatak-3:** Na slici je dan koder za ciklični kod  $[15, k]$ . Odredite cikličnu provjeru zalihosti (engl. *Cyclic Redundancy Check*, CRC) za prvu kodnu riječ koja se pojavljuje na izlazu iz koder ako se na ulazu koder pojavljuje slijed bitova: 101010101100101...



### Rješenje:

- a) 1111
- b) 1110
- c) 0111
- d) 1011



**Zadatak-4:** Mjerenjem je utvrđeno da u binarnom komunikacijskom kanalu djeluju smetnje koje mogu uzrokovati pogrešan prijenos od jednog bita u slijedu od najmanje 17 uzastopnih bita. Za zaštitu informacije uporabljen je Hammingov koder, a duljina zaštitno kodiranog bloka prilagođena je uvjetima koji vladaju u kanalu. Za slijed bitova 1110101011010... odredite prvi zaštitno kodirani blok bitova (kodna riječ  $c$ ) ali tako da je kodna brzina maksimalna.

**Rješenje:**

- a) težina kodne riječi  $c$  je 9
- b) težina kodne riječi  $c$  je 8
- c) težina kodne riječi  $c$  je 7
- d) težina kodne riječi  $c$  je 6

**Zadatak-5:** Slijed bita  $x$  ulazi u Hammingov koder  $[n, k] = [15, 11]$  i nakon toga se prenosi prijenosnim kanalom u kojem je vjerojatnost pogrešnog prijenosa bita  $m$ . Odredite omjer vjerojatnosti ispravnog dekodiranja ( $p_{\text{ispdek}}$ ) slijeda  $x$  ako se umjesto Hammingovog kodera kao zaštita uporabi paritet (parni!), tj. odredite  $p_{\text{ispdek}}(\text{HAMMING}) / p_{\text{ispdek}}(\text{PARITET})$ .

**Rješenje:**

- a)  $(1+14m)(1-m)^3$
- b)  $(1+14m) / (1-m)^2$
- c)  $(1+14m)(1-m)^2$
- d)  $(1-14m)(1-m)^3$

**Zadatak-6:** Dan je linearni binarni blok kôd  $K[n, k] = [7, 4]$  s matricom provjere pariteta  $H$ :

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Odredite kodnu riječ koja se prva pojavljuje na izlazu kodera kanala kôda  $K^\perp$  ako se na njegovom ulazu pojavljuje slijed bitova 11101110...

**Rješenje:**

- a) 0110101
- b) 0111101
- c) 0111111
- d) 0101101

**Zadatak-7:** Dan je Hammingov  $[6, 3]$  binarni blok kôd s generirajućom matricom  $G$  u standardnom obliku. Neka je primljena kodna riječ 100011. Odredite poruku koja je poslana, kao i vjerojatnost ispravnog dekodiranja ( $p_{\text{id}}$ ) ako je vjerojatnost pogrešnog prijenosa bita u kanalu  $p_e = 0,01$ .

**Rješenje:**

- a) 110;  $p_{\text{id}} \approx 1,5 \times 10^{-3}$
- b) 100;  $p_{\text{id}} \approx 0,9985$
- c) 100;  $p_{\text{id}} \approx 1,5 \times 10^{-3}$
- d) 110;  $p_{\text{id}} \approx 0,9985$

**Zadatak-8:** Dan je linearni binarni kôd  $K \subset F_2^4$  s kodnim riječima {0000, 1011, 1110, 0101}. Na izlazu nekog kodera kanala pojavljuju se kodne riječi kôda  $K^\perp$ . Za niže dane slijedove bitova (izlaz kodera kanala) odredite onaj koji pripada kodu  $K^\perp$ .

**Rješenje:**

- a) 1101 0000 0111 1001 1011 0111 0000
- b) 0111 0000 1101 1101 0000 1011 1101
- c) 0000 0111 1101 0000 1101 1101 1001
- d) 0111 1010 1010 1101 1101 0111 0000



**Zadatak-9:** Neka je  $K$  linearni ciklični kôd kojem pripada kodna riječ 1110100. Kodirajte poruku 011 koristeći generirajuću matricu danog koda koja nije u standardnom obliku.

**Rješenje:**

- a) 0111010
- b) 1010011
- c) 0100111
- d) 0011101

**Zadatak-10:** Izvorište generira 64 poruke, iz skupa od 64 jednako vjerojatna simbola  $X = \{x_0, \dots, x_{127}\}$ , koje se kodiraju binarnim kodom (Shannon-Fano!). Poruke se prije odašiljanja u kanal kodiraju Hammingovom metodom zaštitnog kodiranja. Na ulazu dekodera kanala pojavljuje se slijed bitova 000100101001001101... Odredite prvu poruku (**d**) koja je odaslana.

**Rješenje:**

- a) zadnja tri bita u poruci **d** su 110
- b) zadnja tri bita u poruci **d** su 111
- c) prva četiri bita u poruci **d** su 0000
- d) prva četiri bita u poruci **d** su 0010