

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
Fakultet elektrotehnike i računarstva

Predmet: Teorija informacije
Ak. godina: 2010./2011.

Laboratorijske vježbe:
I Z V J E Š T A J

Grupa MK15:

1. Martin Markač, 0036440657
2. Siniša Biđin, 0036433736
3. Mate Bogović, 0036445968
4. Dijana Bregar, 0036444203

Zadatak

Zadan je komunikacijski sustav koji se sastoji od izvora informacije, koda informacije, koda kanala, kanala na koji utječu smetnje, dekodera kanala, dekodera informacije i odredišta. Izvorište generira 10,000 simbola sa zadanim vjerojatnostima pojavljivanja. Te je simbole potrebno kodirati jednom od metoda entropijskog kodiranja. Nakon toga, novonastale sljedove simbola (tzv. kodiranu poruku) potrebno je kodirati jednom od metoda zaštitnog kodiranja. Zaštitno kodirana poruka prenosi se komunikacijskim kanalom u kojem u jednom slučaju nema, a u drugom slučaju ima smetnji koje djeluju na poslane podatke. Podatke koji su prošli kroz komunikacijski kanal potrebno je dekodirati na odredištu.

Vjerojatnosti pojavljivanja simbola na izvoristu: $p(a) = 0.2$, $p(b) = 0.2$, $p(c) = 0.6$

Metoda entropijskog kodiranja: **aritmetičko kodiranje**

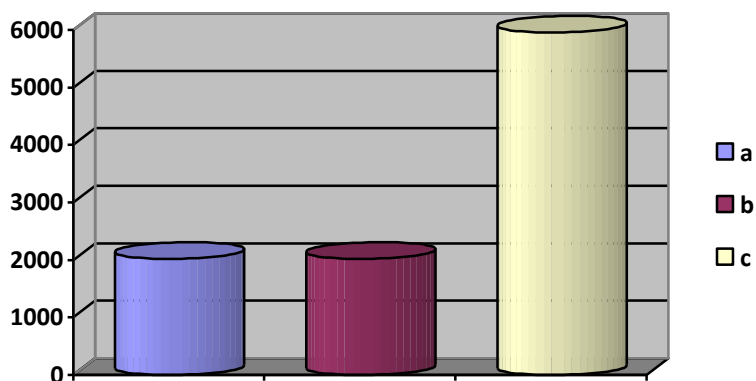
Metoda zaštitnog kodiranja: **Hammingov kôd [13, 9, 3]**

Vjerojatnost pogreške u prijenosu bita kanalom: $p = 1/10$

Rješenje

Informacijska svojstva kanala

Histogram generiranog slijeda simbola:



Vjerojatnosti pojavljivanja simbola u generiranom slijedu:

$$p(\mathbf{a}) = \underline{0.2023}; p(\mathbf{b}) = \underline{0.2021}; p(\mathbf{c}) = \underline{0.5956}.$$

Entropija izvorišnog skupa simbola:

$$H(\text{izvor}) = \underline{1.37787} \text{ bita/simbolu.}$$

Entropija odredišnog skupa simbola u slučaju da se **koristi** zaštitno kodiranje:

$$H(\text{odredište}) = \underline{1.37768} \text{ bita/simbolu.}$$

Transinformacija u slučaju da se **koristi** zaštitno kodiranje:

$$I(X;Y) = \underline{0.516632} \text{ bita/simbolu.}$$

Entropija odredišnog skupa simbola u slučaju da se **ne koristi** zaštitno kodiranje:

$$H(\text{odredište}) = \underline{1.37704} \text{ bita/simbolu.}$$

Transinformacija u slučaju da se **ne koristi** zaštitno kodiranje:

$$I(X;Y) = \underline{0.317814} \text{ bita/simbolu.}$$

Zaštitno kodiranje

Napomena: Sve niže definirane vrijednosti je generiranjem velikog broja ulaznih simbola potrebno odrediti statistički. Ako možete odrediti tu vjerojatnost računski, tada provjerite da li rezultat računa odgovara rezultatu dobivenom statističkom analizom.

1. Statistički dobivena udaljenost za zadani zaštitni kôd iznosi: $d(K) = \underline{3}$.
2. Računski dobivena udaljenost za zadani zaštitni kôd iznosi: $d(K) = \underline{3}$.
3. Kôd može ispraviti jednu grešku.
4. Kôd može detektirati do dvije greške.
5. Navedite primjer u kojem zaštitni kôd ne bi mogao ispraviti niti detektirati pogrešku:

Ukoliko u prijenosu kodne riječi dođe do grešaka koje je izmijenjene u drugu valjanu kodnu riječ, zaštitni dekodirer neće detektirati ni ispraviti grešku.

6. Vjerojatnost ispravnog dekodiranja poruke iznosi: 0.90583.
7. Kodna brzina zaštitnog kôda iznosi: $R = \underline{9/13}$.
8. Navedite generirajuću matricu **G**:

```
[1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0]
[0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0]
[0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0]
[0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0]
[0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1]
[0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1]
[0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 1]
[0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1]
[0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1]
```

9. Navedite matricu provjere pariteta **H** za zadani kôd:

```
[1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0]
[1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 0 0]
[0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0]
[0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1]
```

Entropijsko kodiranje

1. Prosječna duljina kodne riječi: $L = \underline{18}$.
2. Za zadani kôd navesti postupak kodiranja zadanog izvorišta.

Korišteno je aritmetičko kodiranje. Izvorni generirani niz simbola razloma se na poruke duljine 5 simbola koje se zatim procesom aritmetičkog kodiranja pretvaraju u binarnu poruku duljine 18 bitova.

Svakoj se varijanti ulazne poruke od 5 simbola (ulazne abecede **a**, **b** i **c**), na temelju vjerojatnosti generiranja pojedinih simbola od kojih je sačinjena, dodjeljuje jedinstven raspon brojeva većih od 0 i manjih od 1. Jedan od brojeva iz tog raspona se zatim predstavlja u svojoj binarnoj reprezentaciji, ograničen na 18 bitova, i prosljeđuje prema odredištu.

Detaljnije: pošto se simboli **a** i **b** generiraju jednako često, a simbol **c** dvostruko češće od simbola **a** i **b**, možemo definirati raspone vjerojatnosti generiranja tih simbola. Za simbol **a** to je raspon **[0, 0.2]**, za simbol **b** raspon **[0.2, 0.4]** i za simbol **c** **[0.4, 1.0]**.

Započevši s početnim rasponom $[0, 1]$, promatra se vjerojatnost generiranja prvog simbola primljene poruke. Pošto je u slučaju primjera ulazne poruke **babac** to simbol **b**, uzima se *drugih* 20% početnog raspona i završava s rasponom

$$[0 + 0.2 \times (1 - 0), 0 + 0.4 \times (1 - 0)],$$

odnosno $[0.2, 0.4]$. Zatim, koristeći tako dobiven raspon, proces se ponavlja s idućim simbolom **a**, u čijem slučaju se uzima *prvih* 20% raspona i dobiva

$$[0.2 + 0 \times (0.4 - 0.2), 0.2 + 0.2 \times (0.4 - 0.2)],$$

odnosno $[0.2, 0.24]$. Proces ponavljamo za sve simbole ulazne poruke, nakon čega završavamo s relativno uskim rasponom brojeva. Za kraj, uzimamo broj unutar tog raspona (npr. središnji) kojeg zatim predstavljamo u binarnom zapisu duljine 18 bitova i prosljeđujemo prema odredištu.

Dodatak

Entropijski koder razloma ulazni niz simbola na poruke duljine 5 simbola koje zatim kodira u poruke duljine 18 bitova. Količina od 18 bitova nije odabrana zato što je bila najkvalitetniji izbor: testiranjem smo primijetili da bi koder ulazna 5 simbola mogao kodirati u do najmanje 13 bitova bez gubitka informacije. Do odluke o izboru upravo 18 bitova je došlo samo zbog lijepe posljedice koju bi takva odluka imala na težinu izrade programske implementacije zaštitnog koda i dekodera. Pošto Hammingov koder [13, 9] razloma ulazni niz na poruke duljine 9 bita, 13 bi bitova na izlazu aritmetičkog koda značilo da zaštitni koder, u slučaju generiranih 10,000 simbola, ne bi mogao razlomiti sve primljene podatke u poruke jednake duljine: zadnja bi preostala poruka bila duljine manje od 9, što bi značilo da bismo je trebali ili odbaciti, ili omogućiti kodiranje i takvih, nepotpunih poruka.