

**Univerzitet u Beogradu
Elektrotehnički fakultet**

Projektni zadatak
iz Osnova telekomunikacija

Student: Ervin Seke
2017/0046

Beograd
školska 2018/19. godina

1 Uvod

Cilj ovog projekta je bio da se ispituju različite metode zaštitnog kodiranja sa i bez interleavinga. Takođe u okviru ovog projekta poređene su situacije kada se na liniji prenosa javljaju pojedinačni bitovi grešaka i kada se greške javljaju u grupama od n bitova.

2 Metod

U okviru projekta upoređene su 3 metode zaštitnog kodiranja:

1. Repeticiono kodiranje: kod ovog zaštitnog kodiranja svaki bit se šalje određen broj puta zaredom. Dekodovanje repeticionog kodiranja se vrši tako što se uzme simbol koji se pojavljuje češće u sekvenci odgovarajuće dužine.
2. Hamming(8,4) kod: ako je $x_1 x_2 x_3 x_4$ ulazna sekvenca onda se biti izlazne sekvence $y_1 y_2 y_3 y_4 y_5 y_6 y_7 y_8$ izračunava na sledeći način:

$$y_1 = x_1 \text{ xor } x_2 \text{ xor } x_4$$

$$y_2 = x_1 \text{ xor } x_3 \text{ xor } x_4$$

$$y_3 = x_1$$

$$y_4 = x_2 \text{ xor } x_3 \text{ xor } x_4$$

$$y_5 = x_2$$

$$y_6 = x_3$$

$$y_7 = x_4$$

$$y_8 = y_1 \text{ xor } y_2 \text{ xor } y_3 \text{ xor } y_4 \text{ xor } y_5 \text{ xor } y_6 \text{ xor } y_7.$$

Pri dekodovanju Hamming(8,4) koda se detektovatuje i ispraviti jedna greška, takođe se može detektovati postojanje još jedne greške. Prvo se proverava da li je suma svih bitova parna ili neparna. U slučaju da je parna onda ne postoji greška ili postoji paran broj grešaka što zavisi od sindroma, u ovom slučaju se ne može ništa ispraviti. U slučaju da je neparna postoji neparan broj grešaka. Sindrom na govori na kom bitu je greška. Sindrom se računa na sledeći način:

$$s_1 = y_1 \text{ xor } y_3 \text{ xor } y_5 \text{ xor } y_7$$

$$s_2 = y_2 \text{ xor } y_3 \text{ xor } y_6 \text{ xor } y_7$$

$$s_3 = y_4 \text{ xor } y_5 \text{ xor } y_6 \text{ xor } y_7$$

3. Hamming(14,10) kod: ako je $x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 x_7 x_8 x_9 x_{10}$ ulazna sekvenca onda se biti izlazne sekvence izračunava na sledeći način:

$$y_1 = x_1 \text{ xor } x_2 \text{ xor } x_4 \text{ xor } x_5 \text{ xor } x_7 \text{ xor } x_9$$

$$y_2 = x_1 \text{ xor } x_3 \text{ xor } x_4 \text{ xor } x_6 \text{ xor } x_7 \text{ xor } x_{10}$$

$$y_3 = x_1$$

$$y_4 = x_2 \text{ xor } x_3 \text{ xor } x_4 \text{ xor } x_8 \text{ xor } x_9 \text{ xor } x_{10}$$

$$y_5 = x_2$$

$$y_6 = x_3$$

$$y_7 = x_4$$

$$y_8 = x_5 \text{ xor } x_6 \text{ xor } x_7 \text{ xor } x_8 \text{ xor } x_9 \text{ xor } x_{10}$$

$$y_9 = x_5$$

$$y_{10} = x_6$$

$$y_{11} = x_7$$

$$y_{12} = x_8$$

$$y_{13} = x_9$$

$$y_{14} = x_{10}$$

Dekodovanje Hamming(14,10) koda se vrši na potpuno isti na čin kao i Hamming(8,4) samo što ne postoji bit za proveru parnosti.

Takođe u ovom projektu je ispitivan i uticaj interlivinga na grešku pri prenosu. Pri interlivingu sekvence bita se zapisuju u vrste matrice. Dok se rezultat interlivinga čita iz novodobijene matrice po kolonama. Deinterliving se vrši inverznim sledom operacija.

U okviru projekta greška na liniji veze je generisana na dva načina:

1. Nasumično se sa određenom verovatnoćom određuju biti koji se invertuju.
2. Nasumično se određuju mesta u sekvenci na kojima se grupa on n bita zaredom invertuje.

3 Rezultati

3.1. Uticaj verovatnoće pojavljivanje nekog simbola na izvoru na grešku pri prenosu

Pri interlivingu $i = 7$

0,5 0,5	0,8 0,2	Greška pri prenosu 2%		Greška pri prenosu 0,5%		Nburst = 4		Nburst = 10	
Hamming(8,4) bez interlivinga		0,25%	0,22%	0,02%	0,01%	0,23%	0,17%	0,19%	0,2%
Repeticiono sa $n=3$ bez interlivinga		0,16%	0,17%	0%	0,01%	0,14%	0,16%	0,13%	0,13%
Hamming(8,4) sa interlivinga		0,25%	0,21%	0,02%	0%	0%	0%	0,11%	0,11%
Repeticiono sa $n=3$ sa interliingom		0,12%	0,13%	0%	0%	0%	0%	0,07%	0,08%

3.2. Uticaj tipa kodiranja na grešku pri prenosu

Verovatnoća izvora: 0,5/0,5

Pri interlivingu $i = 7$

	Greška pri prenosu 2%	Nburst = 4	Nburst = 10
Repeticiono sa $n=3$ bez interlivinga	0,14%	0,16%	0,15%
Repeticiono sa $n=5$ bez interlivinga	0,02%	0,07%	0,08%
Repeticiono sa $n=7$ bez interlivinga	0%	0,05%	0,04%
Hamming(8,4) bez interlivinga	0,29%	0,2%	0,21%

Hamming(14,10) bez interlivinga	1,28%	0,29%	0,28%
Repeticiono sa n=3 sa interlivingom	0,15%	0%	0,07%
Repeticiono sa n=5 sa interlivingom	0%	0%	0%
Repeticiono sa n=7 sa interlivingom	0%	0%	0%
Hamming(8,4) sa interlivingom	0,32%	0%	0,12%
Hamming(14,10) sa interlivingom	1,32%	0,16%	0,2%

3.3. Uticaj interlivinga i tipa greške na liniji veze na grešku pri prenosu

Korišćeno je repeticiono kodiranje sa $n = 5$

Verovatnoća izvora: 0,5/0,5

	Greška pri prenosu 2%	Nburst = 4	Nburst = 5	Nburst = 8	Nburst = 10
Repeticiono bez interlivinga	0,01%	0,07%	0,08%	0,06%	0,08%
Repeticiono sa interlivingom $i = 7$	0,02%	0%	0%	0%	0%
Repeticiono sa interlivingom $i = 9$	0,01%	0%	0%	0%	0%
Repeticiono sa interlivingom $i = 11$	0,02%	0%	0%	0%	0%
Hamming(8,4) bez interlivingom	0,28%	0,19%	0,2%	0,2%	0,2%
Hamming(8,4) sa interlivingom $i = 7$	0,28%	0%	0%	0,06%	0,12%
Hamming(8,4) sa interlivingom $i = 9$	0,28%	0%	0%	0%	0,04%
Hamming(8,5) sa interlivingom $i = 11$	0,28%	0%	0%	0%	0%

4 Zaključak

3.1. Uticaj verovatnoće pojavljivanje nekog simbola na izvoru na grešku pri prenosu

Iz dobijenih rezultate se zaključuje da pri Hamming(8,4) kodiranju i kada je verovatnoća nekog znaka na izvoru dosta veća od verovatnoće pojavljivanja drugog znaka greška prenosa se smanjuje sem kada je smetnja na liniji prenosa niz od 10bita, takođe kod repeticonog kodiranja nema razlike u grešci između ova dva izvora.

3.2. Uticaj tipa kodiranja na grešku pri prenosu

Iz dobijenih rezultata se može zaključiti da repeticiono kodiranje ima manju grešku nego Hammingov način kodiranja, što je i očekivamo. Problem repeticionog kodiranja je to što se za prenos koristi dosta više bita nego kod Hammingovog kodiranja.

3.3. Uticaj interlivinga i tipa greške na liniji veze na grešku pri prenosu

Procenat pogrešno prenetih bita ne zavisi od toga da li postoji interliving kada se greška na liniji prenosa javlja na pojedinačnim bitima. Kada nema interlivinga procenat pogrešno prenetih bitova ne zavisi od broja bita u bloku izmenjenih bita kada se greške javljaju u blokovima bita na liniji veze. Pri repeticionom kodiranju kada se na liniji prenosa greške javljaju u blokovima bita svi biti se pravilno prenose. Pri Hemingovom kodiranju kada se na liniji prenosa greške javljaju u blokovima bita do greške dolazi kada je broj vezanih izmenjenih bita veći od koeficijenta i interlivinga, takođe greška raste sa brojem izmenjenih bitova.