

Pitanja za prvi deo gradiva (izvlači se 1 pitanje)

- 1) Model binarnog kanala. Ako su poznate verovatnoće pojavljivanja simbola na ulazu u kanal i verovatnoće greške u kanalu (uslovne verovatnoće izlaznih simbola ako su poznati ulazni), odrediti verovatnoću greške pri prenosu binarnog simbola kroz kanal, verovatnoće simbola na izlazu i uslovne verovatnoće simbola na ulazu ako je poznato da je primljen jedan od izlaznih simbola.
- 2) Objasniti pojam diskretnih, kontinualnih i mešovutih slučajnih promenljivih. Objasniti na koji način se navedeni tipovi slučajnih promenljivih mogu kompletno matematički opisati (zakon raspodele, funkcija gustine verovatnoće, kumulativna funkcija verovatnoće)? Na jednom primeru ilustrovati pojam funkcije gustine verovatnoće diskretne ili mešovite slučajne promenljive.
- 3) Uslovna verovatnoća događaja i uslovna gustina verovatnoće. Statistička nezavisnost događaja i slučajnih promenljivih. Objasniti na primeru. Korelacija i koeficijent korelacije. Kada su slučajne promenljive nezavisne a kada nekorelisane?
- 4) Kako se definiše srednja vrednost (matematičko očekivanje), srednja kvadratna vrednost i varijansa diskretne a kako kontinualne slučajne promenljive? Definirati n-ti moment i n-ti centralni moment diskretne i kontinualne slučajne promenljive. Koje je fizičko tumačenje momenata prvog i drugog reda ako se kao slučajna promenljiva posmatra naponski ili strujni signal?
- 5) Linearna transformacija jedne slučajne promenljive. Navesti karakterističan primer, recimo preslikavanje slučajne promenljive X sa Gausovom raspodelom u slučajnu promenljivu Y funkcijom $Y=aX+b$ (videti i računске vežbe za primere).
- 6) Transformacija više slučajnih promenljivih. Ilustrovati na nekom primeru, recimo na primeru zbira dve Gausove ili dve uniformne slučajne promenljive (videti i računске vežbe za primere).
- 7) Definicija karakteristične funkcije kontinualne i diskretne slučajne promenljive. Kako se pomoću karakteristične funkcije mogu odrediti momenti slučajne promenljive? Kako se pomoću karakterističnih funkcija može odrediti raspodela zbira dve nezavisne slučajne promenljive?
- 8) Binomna raspodela. Napisati izraz za zakon raspodele. Navesti karakterističan primer primene u telekomunikacijama. Napisati izraz kako se računa verovatnoća da se u paketu od n bita pojavi (1) tačno k grešaka, (2) bar k grešaka i (3) ne više od k grešaka.
- 9) Uniformna raspodela. Napisati izraz za funkciju gustine verovatnoće i izvesti kumulativnu funkciju raspodele, kao i srednju vrednost, srednju kvadratnu vrednost i varijansu. Kako glasi karakteristična funkcija uniformne raspodele nulte srednje vrednosti? Kako se uz pomoć uniformne raspodele može dobiti proizvoljna raspodela? Navesti karakterističan primer primene uniformne raspodele u telekomunikacijama.
- 10) Gausova raspodela. Napisati izraz za funkciju gustine verovatnoće i izvesti kumulativnu funkciju raspodele. Kako glasi karakteristična funkcija Gausove raspodele nulte srednje vrednosti? Dati karakterističan primer primene u telekomunikacijama.
- 11) Definirati srednju vrednost, varijansu i autokorelacionu funkciju slučajnog procesa po vremenu i po ansamblu i objasniti stacionarnost i ergodičnost slučajnog procesa. Navesti primer jednog stacionarnog i ergodičnog procesa, jednog nestacionarnog procesa i jednog stacionarnog ali neergodičnog procesa.
- 12) Navesti definicione izraze i objasniti sličnosti i razlike između definicije autokorelacione funkcije periodičnih, aperiodičnih i slučajnih signala. Veza između autokorelacije i spektra snage / energije periodičnih, aperiodičnih i slučajnih signala – Parsevalova, Rejljeva i Viner-Hinčinova teorema. Kako se određuje ukupna snaga/energija periodičnog, aperiodičnog i slučajnog signala. Zašto Viner-Hinčinova teorema ima veliki značaj u analizi slučajnih signala?
- 13) Sinusoida sa slučajnom fazom – izvesti izraz za funkciju gustine verovatnoće, srednju vrednost, srednju kvadratnu vrednost, autokorelacionu funkciju i spektralnu gustinu snage. Simulacioni model uskopojasnog šuma. Šta se može postići sumiranjem većeg broja sinusoida sa slučajnom fazom? Objasniti na primeru NF filtera ili PO filtera.

Pitanja za drugi deo gradiva (izvlači se 1 pitanje)

- 1) Izvori bez memorije. Količina informacije, entropija, informacioni fluks, proširenje izvora i entropija proširenog izvora. Binarni izvor bez memorije, entropija binarnog izvora. Koji je maksimum entropije i za koje vrednosti verovatnoće simbola se postiže? Koliko iznosi maksimalna entropija izvora bez memorije sa q simbola i za koje verovatnoće simbola se postiže ovaj maksimum?
- 2) Izvori sa memorijom (Markovljevi izvori). Količina informacije, parcijalna entropija i entropija izvora sa memorijom. Pridruženi i prošireni izvor i entropija pridruženog i proširenog izvora. Zašto je entropija pridruženog izvora uvek veća od entropije izvora sa memorijom? Diferencijalni koder kao primer Markovljevog izvora: nacrtati dijagram stanja koder a i odrediti entropiju na izlazu diferencijalnog koder a i entropiju njemu pridruženog izvora.
- 3) Vrste statističkih kodova. Objasniti pojam nesingularnog, jednoznačno dekodabilnog i trenutnog koda. Predstavljanje koda kodnim stablom. Navesti primere za svaki od pomenutih kodova i za kodno stablo.
- 4) Kraftova nejednakost. Napisati izraz i objasniti na primerima odgovarajućih kodova. Da li Kraftova nejednakost daje odgovor na pitanje kako napraviti trenutni kôd (objasniti zašto)?
- 5) Definicija srednje dužine kodne reči. Šta je to kompaktni kôd? Na primerima objasniti kako treba birati dužine kodnih reči ako se koduju poruke si čije verovatnoće pojavljivanja $P(s_i)$ jesu jednake i kako ako nisu jednake.
- 6) Formulacija i dokaz prve Šenonove teoreme. Ilustracija na primeru.
- 7) Lempel-Zivov algoritam. Na jednom primeru poruke koja se sastoji od samo dva simbola „a“ i „b“ objasniti kako se formira rečnik i kako se vrši kodovanje. Uporediti LZ sa Hafmanovim algoritmom (prednosti i mane). Za koje tipove izvora je bolji Hafman a za koje LZ algoritam?

Pitanja za treći deo gradiva (izvlače se 2 pitanja)

- 1) Ekvivokacija kanala – napisati izraz i objasniti šta on predstavlja, koji značaj ima. Kolika je vrednost ekvivokacije kada je kanal bez šuma? Prenesena informacija (međuinformacija) – napisati izraz i objasniti šta on predstavlja, koji značaj ima. Pod kojim uslovima se ostvaruje maksimum prenesene informacije? Kako se određuje kapacitet kanala i koeficijent iskorišćenja kanala?
- 2) Prenos informacija kroz BSC kanal. Izvesti izraz za maksimalnu prenesenu informaciju i kapacitet binarnog simetričnog kanala. Nacrtati zavisnost maksimalne prenesene informacije od verovatnoće greške u kanalu, prodiskutovati nacrtani grafik.
- 3) Kako se određuje ekvivalentni kanal za kaskadnu vezu dva ili više BSC? Odrediti tranzicionu matricu i nacrtati grafik kapaciteta ekvivalentnog kanala za kaskadnu vezu dva BSC.
- 4) Kôd sa ponavljanjem bita. Koji su nedostaci ovakvog pristupa smanjenju verovatnoće greške u kanalu? Navesti dva moguća kriterijuma odlučivanja. Koja je (zaostala) verovatnoća greške u oba slučaja? Uporediti ova dva kriterijuma – koje su prednosti a koji nedostaci?
- 5) Kako se definišu kodni količnik i informacioni protok? Formulacija i komentar druge Šenonove teoreme. Objasniti značaj ove teoreme u savremenim komunikacionim sistemima.
- 6) Hemingovo rastojanje kodnih reči. Veza minimalnog Hemingovog rastojanja i određivanje sposobnosti koda za detekciju i korekciju grešaka. Hemingova i Singletonova granica.
- 7) Hemingov kôd. Značaj, prednosti, oblasti primene. Objasniti način konstrukcije Hemingovog koda (7,4). Spektar težina Hemingovog (7,4) koda - koliko grešaka zadati kôd može da koriguje, a koliko da detektuje? Objasniti zašto. Zaostala greška Hemingovog (7,4) koda.
- 8) Hemingov kôd. Značaj, prednosti, oblasti primene. Objasniti način konstrukcije Hemingovog koda (8,4). Spektar težina Hemingovog (8,4) koda - koliko grešaka zadati kôd može da koriguje, a koliko da detektuje? Objasniti zašto. Zaostala greška Hemingovog (8,4) koda.
- 9) Kako se definiše kodni dobitak i od čega zavisi? Koji je njegov značaj? Kako se može iskoristiti dobitak nastao zaštitnim kodovanjem u praktičnim primenama? Objasniti zašto sistem za zaštitnim kodom ima dobitak u odnosu na nekodovani sistem za velike vrednosti odnosa signala šum (E_b/N_0), ali je lošiji od nekodovanog sistema za male vrednosti E_b/N_0 . Kako se procenjuje verovatnoća greške p_{max} do koje se kôd može da primenjuje?
- 10) Pojam i značaj interlivinga. Objasniti na primeru kako se biraju parametri interlivera ako je smetnja periodična sa poznatom periodom T_p i trajanja τ . Za dati primer, odrediti parametre optimalnog Hemingovog koda za korekciju jedne greške. Objasniti princip rada projektovanog interlivera pri čemu u kanalu dolazi do pojave paketa grešaka koji nije veći od stepena interlivera.
- 11) Dati primer konvolucionog koda, recimo $g=[7,5]$. Nacrtati logičku šemu (strukturu) koderu, dijagram stanja i treliš. Za neku proizvoljno zadatu sekvencu od bar 5 bita na ulazu koderu, odrediti sekvencu na izlazu koderu.
- 12) Šta je to ML dekođer? Šta je to "hard" i "soft" dekođer? Objasniti na jednom primeru Viterbijev algoritam za dekodovanje konvolucionog koda, recimo za konvolucionu koder $g=[7,5]$. Za neku proizvoljno zadatu binarnu sekvencu od bar 8 bita na ulazu dekođera, prikazati treliš dijagram dekođera i dekodovane bite na izlazu dekođera (ako je za zadatu sekvencu dekodovanje moguće ili objasniti zašto je dekodovanje nemoguće).
- 13) Na jednom primeru konvolucionog koderu (CC) objasniti postupak punktiranja kod ovih koderu. Šta se postiže postupkom punktiranja? Koje su dobre a koje loše strane punktiranja? U kojim sistemima se koriste (su se koristili) CC kodovi? Nacrtati šemu koja odgovara kodu CC (2,1,5), $G = [35 \ 23]$.
- 14) Turbo kodovi. Nacrtati strukturu koderu i dekođera i opisati osnovni princip rada. Kako utiče dužina kodne reči i broj iteracija na efikasnost dekodovanja? Navesti oblasti primene turbo koda u savremenim komunikacionim sistemima.
- 15) LDPC kodovi. Objasniti konstrukciju regularnih i neregularnih LDPC kodova. Uporediti njihove performanse sa turbo kodovima. Navesti oblasti primene ovih kodova u savremenim komunikacionim sistemima. Posebno objasniti primenu LDPC kodovanja u 5G sistemima.
- 16) Navesti vrste cikličnih kodova koje se najčešće koriste u praksi. Navesti najznačajnije osobine i oblasti primene svakog od ovih kodova u savremenim komunikacionim sistemima.
- 17) Kaskadno vezivanje koderu/dekođera. Nacrtati blok šemu i objasniti osnovne razloge za kaskadno povezivanje koderu na primeru povezivanja konvolucionog (CC) i Rid Solomonovog (RS) koderu.
- 18) Adaptivno kodovanje. Nacrtati principsku šemu predajnika i prijemnika sa adaptivnim kodovanjem i objasniti princip rada ovog sistema.