

**UNIVERZITET U SAREAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET
Odsjek za telekomunikacije**

Postdiplomski studij

**P L A N I P R O G R A M
POSTDIPLOMSKOG STUDIJA
IZ
OBLASTI TELEKOMUNIKACIJA
U
ŠKOLSKOJ 2006./2007. godini**

Sarajevo, septembar 2006. godine

Predmet: Prenos podataka
Predmetni nastavnik: Prof dr Narcis Behlilović

Sadržaj predmeta:

U okviru ovog predmeta obrađuju se aspekti zaštite prenosa podataka u cilju uočavanja i ispravljanja grešaka, koje nastaju tokom prenosa podataka, te zaštita podataka od narušavanja njihovog integriteta, ili pak neovlaštenog pristupa podacima. Navedeni ciljevi realiziraju se kroz slijedeće metodске jedinice:

- 1) Blok struktura telekomunikacionog sistema za digitalni prenos podataka;
- 2) Osnovni principi korekcionih kodova;
- 3) Elementi algebre i polja Galois
- 4) Linearni blok kodovovi
- 5) Linearni ciklični kodovi, binarni i q-uarni kodovi;
- 6) Konvolucionni kodovi;
- 7) Primjena konvolucionnih kodova u mobilnim komunikacijama;
- 8) Dekodovanje putem tvrdog i mekog odlučivanja;
- 9) LDPC kodovi i njihova primjena;
- 10) Postupci kodiranja kod LDPC kodova;
- 11) Postupci dekodiranja kod LDPC kodova;
- 12) Tanerovi grafici sa aspekta LDPC kodova
- 13) Tornado kodovi i njihova primjena;
- 14) Osnove standardne enkripcije podataka;
- 15) Simetrični algoritmi ankripcije;
- 16) Asimetrični algoritmi enkripcije;
- 17) Napredni enkripcijski algoritam - Rijndael
- 18) Identifikacija, autentifikacija i autorizacija na WWW;
- 19) Digitalni potpis;
- 20) IP sigurnost i sigurnost VPN;
- 21) Pametne kartice;
- 22) Kriptografija u sistemima E-poslovanja

Predmet: Optoelektronski sistemi
Odgovorni nastavnik: Prof. emeritus dr Dragoljub Milatović

Sadržaj predmeta:

Optička vlakna. Prostiranje svjetlosti kroz optički talasovod. Slabljenje svjetlosti u vlaknu: apsorpcija i raspršenje. Ramanov i Brilluonov efekat. Spajanje vlakana. Priključivanje svjetlosti na vlakno. Sprežnici svjetlosti pomoću dva bliska vlakna. Sprežnik Y tipa. Optički izolatori. Intermodalna i intramodalna disperzija u optičkim vlaknima. Pojas propuštanja signala. Noviji tipovi optičkih vlakana sa poravnatom i pomjerenom disperzijom. Kompenzacija disperzije. Nelinearni efekti u optičkim vlaknima i njihov uticaj na prijenos signala. Solitoni i proračun solitonske veze. Optički predajnici. Vrste lasera koji se koriste kao predajnici i međusobne razlike. Vrste fotodetektora i njihove karakteristike. Koherentna detekcija optičkih signala (heterodinska i homodinska). Optički pojačavači: poluprovodnički, rezonatorskog tipa, sa putujućim talasom i detaljnije EDFA- pojačavači. Ramanovi i Brilluonovi pojačavači. Parametarski pojačavač. Modulacija optičkih signala. Tipovi modulatora. Talasno multipleksiranje (WDM i DWDM). Disperzioni elementi. Uticaj nelinearnih efekata na multipleksiranje. Optičke mreže i primjena u kablovskoj TV. Prenos optičkih signala i višenivojski protokol SONET/SDH.

Predmet: Informacione mreže
Odgovorni nastavnik:

Sadržaj predmeta:

- 1) Pregled istorijskog razvoja mreža
 - Mreže sa komutacijom kanala: POTS, ISDN, PSTN, GSM
 - Mreže sa komutacijom paketa: X.25, FR, ATM, IP, GPRS
- 2) NGN – Mreža slijedeće generacije – Osnovi i pristupi

- 3) NGN Zajedničke komponente
 - USPF: User Profile Server Function – Server funkcija korisničkog profila
 - SLF: Subscription Locator Function – Funkcija lokacije pretplate
 - ASF: Application Server Function – Funkcija Servera Aplikacija
 - Funkcije tarifiranja
 - IWW: Interworking funkcija – funkcija saradnje
 - IBCF: Interconnection Border Control Function – Funkcija upravljanja granicom povezivanja
- 4) Transportni nivo
 - BGF: Border Gateway Function – Funkcija gateway-a na granici
 - L2TF: Layer 2 Termination Function – Funkcija terminacije nivoa 2
 - ARF: Access Relay Function – Funkcija prenošenja pristupa
 - MGF: Media Gateway Function – Funkcija medijskog gateway-a
 - MRFP: Media Resource Function Processor – Procesor funkcije medijskih resursa
 - SGF: Signalling Gateway Function – Funkcija gateway-a signalizacije
- 5) Sistem upravljanja resursima i pristupom RACS
 - Podrška za dva tipa QoS
 - Uslužno bazirano upravljanje lokalnom politikom
 - Rezervacija resursa
 - Upravljanje pristupom
- 6) Podsystem povezivanja na mrežu - Network Attachment Subsystem NASS
 - Network Address Configuration Function (NACF) – Funkcija konfigurisanja mrežnih adresa
 - Access Management Function (AMF) – Funkcija menadžmenta pristupom
 - Connectivity Session Location Repository Function (CLF) – Funkcija repozitorija lokacije sesija i konektivnosti
 - User Access Authorization Function (UAAF) – Funkcija autorizacije pristupa korisnika
 - Profile Database Function (PDBF) – Funkcija baze podataka profila
 - Customer Premises Equipment Configuration Function (CPECF) – Funkcija konfigurisanja CPE
 - Customer Network Gateway (CNG) – Korisnički mrežni gateway
- 7) Nivo usluga u NGN
 - PSTN/ISDN Emulation Subsystem (PES)
 - PSTN/ISDN Simulation Subsystem (a.k.a. IMS)
 - Streaming Subsystem – Podsystem tokova
 - Content Broadcasting Subsystem – Podsystem emitovanja sadržaja
 - Budući podsystemi
- 8) IMS arhitektura
 - Call Session Control Function (CSCF)- Funkcija upravljanja sesijom poziva
 - Media Gateway Control Function (MGCF) – Funkcija upravljanja medijskim gateway-em
 - Multimedia Resource Function Controller (MRFC) – kontroler funkcije medijskih resursa
 - Breakout Gateway Control Function (BGCF) – upravljačka funkcija probojnog gateway-a
- 9) IMS aplikacije
 - Push to Talk over Cellular (PoC)
 - Multimedijalne konferencije
 - Govorne i video poruke
 - Click-to-dial usluge
- 10) SIP uloga u NGN
 - SIP i IPv6
 - SIP i QoS
 - SIP i Java
 - SIP i HTTP
 - SIP aplikacioni server

Predmet: Univerzalne mobilne komunikacije – UMK
Odgovorni nastavnik: Doc. dr Nediljko Bilić, dipl. el. inž.

Sadržaj predmeta:

Ciljevi i struktura UMK-a

- 1) Osnovni ciljevi predmeta su:
 - proširiti i osavremeniti znanja iz mobilnih radio komunikacija,

- upoznati savremene koncepcije, tehnike i tehnologije na kojima se baziraju terestrijalne i satelitske mobilne komunikacije,
 - spoznati trendove u mobilnim radio komunikacijama.
- 2) Strukturu predmeta čini 5 cjelina:
- - osnove mobilnih komunikacija (P1),
 - - tehnologije mobilnih celularnih sistema (P2 i P3),
 - - mreže i usluge mobilnih komunikacija (P3, P4, P5, P6, P7 i P8),
 - - poslovni aspekti mobilnih komunikacija (P9) i
 - - trendovi u mobilnim komunikacijama (P10).
- 3) Teme predavanja
- P1 – Tehnološka i radio osnova mobilnih komunikacija (MK),
P2 – Terestrijalni mobilni sistemi (2G; 2,5G; 2,75G; 3G),
P3 – Satelitski mobilni sistemi (na GEO i LEO orbiti),
P4 – Mreže mobilnih komunikacija,
P5 - Univerzalni (wireless) pristup mrežama MK-ja,
P6 – Integracija Fiksni i Mobilnih komunikacija,
P7 - Internet i mobilne komunikacije,
P8 - Usluge i billing sistemi mobilnih komunikacija,
P9 – Poslovni aspekti mobilnih komunikacija,
P10 -Trendovi i budućnost mobilnih komunikacija,

Predmet: Projektovanje telekomunikacionih sistema
Odgovorni nastavnik: Doc. dr Mesud Hadžialić, dipl. el. inž.
Gostujući nastavnik: Prof. dr Ivo Kostić, dipl. el. inž.

Sadržaj predmeta:

- Telekomunikacijske mreže, tokovi i svojstva: matematički modeli informacijskog toka; problemi analize i sinteze mreža.
- Mreže i algoritmi u procesima projektovanja i optimizacije mreža: projektni parametri; traženje minimalnog stable; najkraći putevi u mreži; minimalni rez, maksimalni tok.
- Parametri za vrednovanje svojstva telekomunikacionih mreža. Mreže sa komutacijom paketa: analiza kašnjenja; izbor kapaciteta; raspodjela tokova; analiza kapaciteta, tokova i topologije.
- Optimizacija telekomunikacionih mreža i sistema: heurističke i adaptivne tehnike. Optimizacija pristupnih mreža.
- Rutiranje i protokoli: adaptivni algoritmi za rutiranje, strategija upravljanja saobraćajnim tokovima.
- Gostujuće predavanje:
- Modeliranje radio - kanala i analiza kvaliteta prenosa.
- Specifičnosti modeliranja outdoor i indoor prostiranja vezano za aktuelne mobilne i ad-hoc sisteme. Statističke karakteristike sporog fedinga (shadowing) i multipath fedinga.
- Statističke karakteristike brzog nedisperzivnog fedinga.
- Osnovne mjere kvaliteta prenosa: srednja vjerovatnoća greške; vjerovatnoća prekida veze; izračunavanje statičke vjerovatnoće greške; izračunavanje dinamičke vjerovatnoće greške.
- Analiza vjerovatnoće greške prouzrokovane kompozitnim fedingom. Novi pristupi u dizajnu i projektovanju mobilnih mreža.

Osnovna literatura:

- [1] David W. Corne, Martin J. Oates., D. Smith, Telecommunications Optimization: Heuristic and Adaptive Techniques. New York: John Wiley & Sons, LTD, 2000.
- [2] Gerald R. Ash, Dynamic Routing in Telecommunication Networks. New York: McGraw-Hill, 1998.
- [3] G. I. Stuber, Principales of Mobile Communications. Norwell, Kluwer Academic, 2001.
- [4] T. S. Rappaport, Wireless Communications. New York: McGraw-Hill, 2001.
- [5] J. Proakis, Digital Communications. New York: McGraw-Hill, 2001.

Predmet: Funkcionalne mreže / Multiservisne mreže
Odgovorni nastavnik: Prof. dr Vlatko Lipovac, dipl. el. inž.

Cilj predmeta: Mjerenja i testiranja kvaliteta servisa (QoS) i performansi multiservisnih mreža: što kažu signali, biti, okviri/čelije, paketi i protokoli ... ?

Sadržaj predmeta:

1. Arhitektura javne telekomunikacijske mreže
Opći model i fundamentalni parametri komunikacijskog sistema. Praktična hijerarhija suvremene javne mreže. Trendovi digitalizacije, integracije servisa i uvođenje paketske komunikacije. Performansa prijenosa digitalnim sistemom; teorijska vjerovatnoća bit-greške, praktična performansa sistema (BER), implementacijski margin, rezidualna bit-greška; kontrola grešaka (ARQ i FEC). Konekcijske i bezkonekcijske mrežne arhitekture. LAN i WAN mreže. Javna telekomunikacijska mreža i Internet.
2. Arhitektura Interneta
Pregled LAN tehnologija i osnova TCP/IP. WAN transport za IP: Frame Relay i ATM. Internet i govor. VoIP aplikacije i servisi.
3. Arhitektura VoIP sistema
Inherentna nepogodnost Interneta za prijenos telefonskog signala. VoIP i javna telekomunikacijska mreža. Komponente VoIP mreže. H.323 operativni model mreže; Terminal, Gateway, Gatekeeper, Multipoint Control Unit (MCU). Obrada "predajnog gateway-a". Vektorska kvantizacija i linearna predikcija; CELP koderi. Obrada "prijemnog gateway-a"; Prijem paketa i jitter-ski buffer. Signalizacija i upravljanje pozivom kod VoIP. Usporedba H.323, SIP i MEGACO. Transportni protokoli za VoIP. Studija RTP i RTCP – faktori i pitanja isporuke govornih paketa u realnom vremenu. Koegzistencija klasične i VoIP mreže. VoIP i inteligentna mreža (IN)
4. Kvalitet servisa (QoS) u multiservisnim mrežama
4.1) IV.1 QoS kao upravljanje dijeljenim resursima pod zagušenjem (od cestovnog prometa do ATM, FR, IP, MPLS...). Kontrola pristupa (IP/MPLS: RSVP, ATM: PNNI). Policing/shaping prometa (ATM shaping, Frame Relay shaping, IP: GTS, MPLS inženjering prometa). QoS tehnika u LAN/WAN mreži. IP QoS arhitektura. Klasifikacija paketa; IP Precedence, Differentiated Services (DiffServ). RTP i QoS. QoS pitanja u VoIP. Parametri performanse krajnjeg korisnika. Definicija kvaliteta signala govora; subjektivni (MOS) i objektivni kriteriji. Kašnjenje. Varijacije kašnjenja i jitter-ski buffer. Odjek i poništavači odjeka. Izobličenja IP mreže i njihov utjecaj na performansu VoIP servisa kod krajnjeg korisnika. Jitter IP paketa i jitter RTP paketa. Utjecaj jittera na gubitak paketa. Gubitak paketa i njegov utjecaj na kvalitetu govora. Kašnjenje paketa i njegov utjecaj na gubitak paketa, kašnjenje govora i odjek.
5. Testiranja prilikom uvođenja VoIP servisa
Ravnina signalizacije: interoperabilnost. Ravnina medija: QoS. Testiranje VoIP signalizacije i testiranje VoIP kvaliteta (VQT). Izazovi testiranja konektivnosti između klasične TDM mreže i mreže IP telefonije. Uspostava poziva, registracija/rezolucija i translacija adrese. Nedovoljni mrežni resursi. Analiza signalizacijskih protokola H.323, SIP, MGCP. Klasična analiza protokola. Dekodiranje i statistička analiza za detekciju novih protokola i mrežnih elemenata. Testiranje sukladnosti standardnih i privatnih protokola standardima. Ekspertna analiza protokola i brza identifikacija problema interoperabilnosti. Faktori kod testiranja VoIP QoS. Pasivna mjerenja; parametri performanse IP mreže. RTP i RTCP monitoring. Trendovi jitter-a i gubitka paketa i identifikacija njihovog uzroka putem korelacije sa dekodiranim RTP paketima. Ekspertna RTP analiza. ITU-T E-model. Pasivna prediktivna mjerenja MOS kvaliteta. Aktivna mjerenja perceptualnog kvaliteta govora (VQT). MOS i emulacija VoIP paketa. Perceptualni i kognitivni model. PSQM, PSQM+, PESQ, PAMS; poređenje metrika vjernosti. Testiranje kašnjenja. Testiranja odjeka (PACE) te parametara poništavača odjeka. Testiranja generatora pozadinskog šuma i izobličenja DTMF tonova. Centralizirano i distribuirano VQT testiranje. Tipične konfiguracije (analogno- IP i obratno; IP- IP). Tipični scenariji kod distribuiranog VQT testiranja. Korelacija IP/RTP - QoS testiranja sa VQT mjerenjima kao integralni konačni metod procjene VoIP QoS.
6. Faktori implementacije konvergentnih mreža
Životni ciklus VoIP mreža. Preliminarne metode procjene podobnosti mreže za VoIP i IP podatkovne servise. Postavljanje ciljne performanse za IP mrežu (gubitak paketa, jitter, kašnjenje) i kvalitet govora (jasnoća, MOS, ukupno kašnjenje govora, npr. prema ITU-T Rec. G.114, odjek, prema ITU-T Rec. G.131 prema nivou odjeka, kašnjenja i gubitka signala). Instalacija i utvrđivanje srednje performanse VoIP servisa i IP mreže. Usporedba kvaliteta govora VoIP i klasične mreže. Održavanje mreže; izolacija i rješavanje problema. Proaktivni i reaktivni pristup. Korištenje MIBova ili namjenskih RMON agenata, ili analizatora protokola? Mjerenje performanse krajnjeg korisnika i/ili performanse same IP mreže? Trendovi i izazovi rješavanja problema. Segmentacija mreže aktivnim i pasivnim testiranjem radi izolacije izobličenja i identifikacije problema. Analiza "odozdo-nagore" slojeva 1-3 (gubitak signala,

raspoloživost, propusnost, kvalitet signalizacije, kašnjenje, jitter, odjek, gubitak paketa, frekvencijski odziv, ...) Verifikacija problema aktivnim testiranjem performanse. Optimizacija/planiranje i upravljanje performansom za postizanje kvaliteta govora. Planiranje rasta mreže bez narušavanja VoIP QoS.

Literatura:

- [1] V. Lipovac, "Testing QoS of Multiservice Networks", CRC Press New York (u pripremi; izlazi iz štampe do septembra 2005.
 - [2] V. Lipovac, "Rezidualna performansa MSK baziranih mobilnih sistema sa malom vremenskom disperzijom", (u pripremi; izlazi iz štampe do 31.10. 2004.)
 - [3] V. Lipovac, "Mikrovalni komunikacijski sistemi" (u pripremi; izlazi iz štampe do kraja 2004.)
-

Predmet: Računarsko upravljanje mrežama

Odgovorni nastavnik: Prof. dr Zikrija Avdagić, dipl. el. inž.

Cilj predmeta:

Sadržaj predmeta:

1. UVOD U MENADŽMENT MREŽNIH SISTEMA
definicije, zadaci i ciljevi, nivoi integriranog menadžmenta, piramida menadžmenta, dimenzije menadžmenta, tipovi mreža, standardi.
2. SISTEMI REALNOG VREMENA
terminologija, definicije, referentni model, komunikacije u realnom vremenu, komunikacije u multiračunarskom sistemu, Internet protokoli.
3. DISTRIBUIRANO RAČUNARSTVO
koncepti distribuiranog procesiranja, arhitekture distribuiranih sistema, projektovanje distribuiranih aplikacija, dekompozicija sistema, definisanje podsistemskih interfejsa.
4. REDOVO ČEKANJA U KLIJENT-SERVER MREŽAMA
5. ALAT ZA DIZAJNIRANJE MREŽA
Opnet IT Okruženje
6. AGENTNE TEHNOLOGIJE U TELEKOMUNIKACIJAMA
koncepti, modeli učenja, servisi, primjeri.
7. MENADŽMENT MREŽNIH SISTEMA
zadaci, funkcije, arhitektura.
8. ANALIZA I DIZAJN AKTIVNIH MREŽA
arhitekture, embedded aplikacije, modeliranje na bazi objektno orjentisane tehnologije.
9. MENADŽMENT TELEKOMUNIKACIONIH MREŽA
funkcionalna arhitektura, informaciona struktura, fizička arhitektura, slojevita logička arhitektura, razmatranje detalja arhitekture TMN-a.
10. INTELIGENTNE MREŽE
pozivi i usluge u inteligentnoj mreži, konceptualni model, slojevi inteligentne mreže, moduli usluga, funkcijski entiteti, servisi dodatnih vrijednosti.
11. PRIMJENA METODA VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE U MREŽAMA
fuzzy ekspertni sistem u ATM mrežama, primjena genetičkih algoritama u dizajnu telekomunikacionih sistema

Literatura: