

M. Zafirović-Vukotić  
 Institut Mihajlo Pupin  
 Volgina 15  
 Beograd

**MULTIMEDIJA KOMUNIKACIJSKI SISTEM:  
 VIŠI SLOJEVI OSI REFERENTNOG MODELA**

**MULTIMEDIA COMMUNICATION SYSTEM:  
 UPPER LAYERS IN THE OSI REFERENCE MODEL**

**SADRŽAJ** - Najznačajnije komunikacijsko okruženje multimedija sistema čine širokopropusne podmreže. Polazeći od raznih podmreža, njihovih usluga i odgovarajućih usluga transportnog sloja, u ovom radu se predlažu struktura i osnovne funkcije komunikacijskih protokola viših slojeva OSI modela kao i odgovarajuće usluge. Ispituje se upotreba tehnika kodiranja različitih intenziteta. Interesantni su problemi menadžmenta multimedija veze u celini, podrška veza više tačaka i sinhronizacija tokova. Izvršena je takodje analiza važnih elemenata implementacije, kao i performanse u vezi sa predloženim rešenjima.

**ABSTRACT** - Broadband subnetworks are strongly determining communications environment of multimedia systems. Structure, major communications protocol functions and services in the upper layers of the OSI model have been proposed in this paper, assuming diverse subnetworks, their services and the corresponding transport layer services. Use of variable bitrate coding techniques has been investigated. Integral management, multiparty connections and stream synchronization appear to be particularly interesting issues in multimedia communication. First analysis of important implementation issues and performance analysis have been provided.

**1. UVOD**

Multimedija krajnji sistem čini aplikativni proces i komunikacijski otvoreni sistem, a on podržava istovremeno korišćenje, manipulaciju i prenos različitih klasa podataka u okviru jedinstvene aplikacije i komunikacije sa drugim takvim sistemom. Različite klase podataka nazivaju se medijima, a u kontekstu komunikacije instance u okviru klase podataka nazivaju se tokovima. Primeri tokova su sledeći: komprimovani video, glas, interaktivni podaci, grafika, itd. Multimedija sistemi koji uključuju HDTV, interaktivnu televiziju i

slične izvore veoma velikih intenziteta saobraćaja, su van opsega ovog rada. Primer multimedija komunikacije je telekonferencija. Drugi primer je multimedija aplikacija na radnoj stanici, dakle lako dostupna na radnom stolu u kancelariji, gde se na ekranu u raznim prozorima nalaze predstave odgovarajućih medija, kao npr slika za video, grafička predstava, program ili algoritam koji se uređuje. Multimedija krajnji sistemi su danas prisutni na tržištu, ali sa skromnim stepenom integracije medija, npr sistemi koji integrišu glas i video, zatim glas i grafiku.

Uskopropusne pod mreže kao X.25 i ISDN, imaju ograničenu primenljivost za multimedija komunikaciju. Poseban uticaj na razvoj multimedija komunikacije imaju širokopropusne komunikacijske pod mreže (propusna moć veća od 100 Mbit/s). U toku je proces standardizacije BISDN-a, metropoliten mreža i lokalnih mreža velikih brzina (npr FDDI standard ANSI X3T9.5 i DQDB kao IEEE 802.6). Još uvek postoji neizvesnost oko izgleda budućih IBC (Integrated Broadband Communication) korisničkih sistema. Posmatrane pod mreže mogu se svrstati u dve grupe: one koje obezbeđuju jednu vrstu usluge, i one koje obezbeđuju dve vrste usluga. *Usluga prenosa asinhronog saobraćaja* (npr interaktivni podaci, prenos datoteka) je prisutna kod svih posmatranih širokopropusnih mreža. Kašnjenje transporta je promenljive dužine. Ova usluga može se koristiti i za prenos sinhronog saobraćaja (npr glas, video) uz odgovarajuće adaptacije usluge. *Usluga prenosa sinhronog saobraćaja* javlja se samo kod onih mreža koje nude dve vrste usluge. Kašnjenje prenosa podataka je konstantno. Vršni se rezervisanje kapaciteta mreže.

Usluge transportnog sloja kao i transportni protokoli za širokopropusne mreže su još uvek u fazi istraživanja. Pretpostavićemo u ovom radu da postoje dve vrste transportnih protokola koje pružaju usluge transportnog sloja koje su zasnovane na uslugama dveju različitih klasa pod mreža koje su već razmatrane. Transportni sloj dakle pruža jednu vrstu usluge i to prenos asinhronog saobraćaja, ili dve vrste usluga i to prenos asinhronog i prenos sinhronog saobraćaja.

U ovom radu polazimo od standardizovanih usluga, protokola i funkcionalnih blokova viših slojeva OSI modela [2] i predlažemo modifikacije i dopune radi podrške multimedija komunikaciji.

Pretpostavlja se da se primenjuje tehnika kodiranja promenljivog intenziteta za kodiranje videa, kojom se obezbeđuje manji srednji intenzitet toka, ali je intenzitet tog toka.

Multimedija veza više tačaka (multiparty veza) se realizuje centralizovano preko master stanice. Svaka stanica šalje masteru informacije, a master selektovanu informaciju šalje svima. Priljučenje novog učesnika ili oporavak posrnulog u razgovoru više tačaka zahteva rafinirane funkcije resinhronizacije.

## 2. FUNKCIJE, USLUGE I PROTOKOLI

U ovom poglavlju predložena rešenja ilustrovana su na slici 1. Multimedija komunikacija na aplikativnom sloju je po svojoj prirodi konektivna (connection-oriented). Prirodno potrebno je realizovati komunikaciju pomoću jedinstvene veze na aplikativnom sloju. Predlažemo za uspostavljanje, raskidanje i upravljanje multimedija veze između dva krajnja korisnika u aplikativnom sloju, korišćenje funkcija menadžmenta, a ne primitiva protokola. Već u nižem delu aplikativnog sloja predlažemo ostvarivanje veza tokova pomoću funkcija protokola između odgovarajućih entiteta.

U sloju aplikacije potrebno je: obezbediti jedinstvenu vezu za multimedija razgovor; obezbediti veze za svaki tok podataka; i kontrolu integriteta multimedija veze.

U aplikativnom sloju koristi se ACSE (association control service element) radi uspostavljanja i raskidanja veze svakog toka. Za prenos asinhronog saobraćaja koriste se RTSE, ROSE [2] ili slični elementi (koji po pravilu koriste uslugu ACSE-a). Za prenos sinhronih podataka potrebno je specificirati poseban element nazovimo ga STSE (synchronous transfer service element). On koristi usluge ACSE-a, prosledjuje nepromenjene informacije prezentacionom sloju, reguliše tok podataka i dr.

U sloju prezentacije potrebno je: obezbediti specifičnu funkciju prezentacijskog sloja za svaki tok pojedinačno; i uvesti tehniku kodiranja promenljivog intenziteta.

U sloju prezentacije različiti SAP-ovi su na raspolaganju različitim vrstama saobraćaja, radi omogućavanja primene bitno različitih tehnika prezentacije podataka (koristi se tehnika kodiranja promenljivog intenziteta za video). Jedna asocijacija (realizovana putem ACSE-a) preslikava se na jednu vezu prezentacije. Razmena ključeva mogla bi da bude jedinstvena za

svaku vezu (dakle svaki tok) ili za svaki SAP.

U sloju sesije potrebno je: obezbediti kontrolu dijaloga, sinhronizaciju i resinhronizaciju za svaki tok podataka pojedinačno; obezbediti sinhronizaciju i resinhronizaciju za multimedija vezu; obezbediti multipleksiranje tokova; obezbediti asemblovanje kompozitnih paketa; i obezbediti kontrolu toka svakog toka podataka.

U sloju sesije shodno OSI modelu [1] jedna veza prezentacije preslikava se na jednu vezu sesije, ali dozvoljena je opcija za multipleksiranje i asembliranje u sloju sesije. Koristimo ovu opciju za multimedija komunikaciju i stoga organizujemo sesiju u sledeća dva podsloja: gornji - sinhronizacija, i donji - adaptacija. Oba podsloja pružaju konektivni servis. Gornji podsloj sinhronizacija obavlja funkcije uobičajene za sloj sesije shodno OSI Referentnom Modelu. Dakle, podsloj sinhronizacije obavlja uspostavu i raskidanje veze, kontrolu dijaloga, sinhronizaciju i resinhronizaciju svakog toka u multimedija konverzaciji, itd. Donji podsloj adaptacija obavlja funkciju multipleksiranja veza tokova u jednu (ili više) vezu multimedija, asemblovanje podataka, obezbedjenje konstantnog kašnjenja u prenosu podataka, tretman posebnih PDU-ova i kontrolu toka pojedinačnih tokova podataka. Razmotrimo sada funkcije adaptacije.

Funkciju asemblovanja primenjujemo za veze za koje je primenjena i funkcija multipleksiranja. Funkcija multipleksiranja podsloja adaptacije zavisi od vrste usluga transportnog sloja.

1) Pretpostavimo da transportni sloj pruža jednu vrstu usluge tj prenos asinhronih podataka. Tada uvodimo funkciju multipleksiranja tokova podataka. Veze tokova sa podsloja sinhronizacije se preslikavaju u manji broj veza u podsloju adaptacije. Preslikavanjem u jednu vezu postiže se jednostavnost menadžmenta multimedija razgovora u nižim slojevima OSI modela. Preslikavanjem u više veza npr u dve veze, jednu za sinhroni i jednu za asinhroni saobraćaj postiže se jednostavnost u nešto manjoj meri i mogućnost kontrole toka i izbora kvaliteta usluga za dve vrste saobraćaja odvojeno.

2) Pretpostavimo da transportni sloj pruža dve vrste usluga tj prenos sinhronog i asinhronog saobraćaja. Tada uvodimo funkciju multipleksiranja tokova asinhronih podataka. Zbog problema sinhronizacije izvesnih tokova sinhronog saobraćaja (glas i

pokretna slika npr) takvi tokovi se mogu multipleksirati. Uopšte, sinhroni tokovi ne moraju biti multipleksirani, čime se postiže mogućnost odvojenog menadžmenta veza ovih tokova na nižim slojevima. Korišćenje tehnike kodiranja promenljivog intenziteta za slučaj dve vrste usluga transportnog sloja implicira da je iskorišćenost rezervisanih kanala za tokove sinhronog saobraćaja mala, i da nije dobijena ušteda u kapacitetu zbog primene ove tehnike koja bi opravdala cenu njene primene.

Postupak asembliranja obavlja se tako da se obezbedjuje *konstantno kašnjenje* paketa tj trajanje usluge podsloja adaptacije. Protokol podsloja adaptacije takodje podržava *posebne PDU-ove* koji se odlikuju posebnim formatom PDU-a i eventualno odgovarajućim CEI (connection endpoint identifier). *Kontrola toka* podataka vrši se u transportnom protokolu, i stoga u slučaju multipleksiranja veza tokova kontrola se vrši nad integralnom multimedija vezom. Kontrolu toka je potrebno ostvariti nad svakim tokom podataka zbog različitih tehnika kontrole intenziteta izvora za svaki tok.

Menadžment treba da obezbedi kontrolu nad svakim tokom u multimedija razgovoru, u različitim slojevima OSI modela, kao i kontrolu multimedija veze u celini. Posebno *menadžment multimedija aplikacije* se nalazi u sloju aplikacije i između ostalih [1] obavlja sledeće funkcije: kontrola integriteta i poveravanja (commitment); "checkpointing" kontrola i oporavak; i dr. *Menadžment aplikativnog sloja* reguliše između ostalog uspostavljanje, raskidanje i održavanje jedinstvene veze na aplikativnom sloju za multimedija aplikaciju, funkciju autorizacije, aktivira i kontroliše elemente aplikativnog sloja koji uspostavljaju, raskidaju i održavaju veze tokova i obavljaju prenos podataka na aplikativnom sloju i dr. *Menadžment sloja sesije* reguliše funkciju sinhronizacije i resinhronizacije multimedija veze na osnovu sinhronizacije i resinhronizacije tokova i dr.

### 3. ELEMENTI I KOMPLEKSNOŠT IMPLEMENTACIJE

Funkcije objedinjavanja kontrole veza tokova i kontrole multimedija veze realizuju se u menadžment elementu aplikativnog sloja, sloja sesije i multimedija aplikacije. Kompleksnost odgovarajućeg sklopa elemenata menadžmenta je relativno velika, i zahteva poznavanje specifičnosti zahteva za kvalitetom (QoS) pojedinih tokova.

Jasno je da u procesiranju podataka i kontroli veza saglasno protokolima viših slojeva za multimedija aplikaciju postoji veliki stepen paralelizma. To sugerise mogućnost implementacije protokola na mašini koja ima izvestan stepen paralelnosti.

Radi obezbedjenja konstantnog s kraja na kraj kašnjenja za sinhroni saobraćaj može se realizovati elemenat (slika 2) koji u regularnim vremenskim intervalima polira tokove podataka. Na izvoristu se poliraju razni tokovi podataka u regularnim vremenskim intervalima i formiraju se kompozitni paketi, dok se na odredištu obrnutim postupkom raspakuje paket. Zbog regularnosti poliranja postiže se konstantno trajanje usluge prenosa podataka u podsloju adaptacije. Implementacije sličnih elemenata pri manjim intenzitetima tokova podataka već postoje i u upotrebi su. Ukoliko se multipleksira na više veza uvodi se više ovakvih elemenata. Zbog manjeg opterećenja brzina rada u ovakvim elementima je manje kritična, ali broj ovakvih elemenata može biti problem.

U slučaju kada se multipleksiranje ne primenjuje, moguće su veće fluktuacije u kašnjenju prenosa informacija koje pripadaju raznim vezama, pa dakle i raznim tokovima. Zbog toga je potrebno obezbediti dodatni prostor za odlaganje podataka radi obezbedjenja konstantnog kašnjenja između dva krajnja korisnika.

#### 4. PERFORMANSE

Razmotrimo sada kašnjenje paketa u fazi prenosa podataka koje nastaje radi obrade saglasno protokolima gornjih slojeva OSI modela.

U donjem sloju sesije ostvaruje se multipleksiranje veze i asemblovanje kompozitnog paketa, a kašnjenje zbog toga iznosi jedan ciklus (trajanje poliranja svih tokova). Uobičajeno je da su ciklusi dužine 2-10ms za prenos glasa na LAN-ovima. U multimedija komunikaciji očekuje se kraći ciklus zbog većeg ukupnog intenziteta izvora. Slično komponovanju paketa, njegovo raspakivanje traje jedan ciklus, koji je iste dužine kao i onaj na izvoru. Na odredištu treba obezbediti dodatno odlaganje poliranja radi dekomponovanja paketa radi dopuštanja promenljivog trajanja transporta paketa uslugom transportnog sloja. Srednji broj baferovanih paketa zavisi od varijanse kašnjenja paketa. Obeležimo sa  $z$  dužinu ciklusa i sa  $k$  broj baferovanih paketa na odredištu koji nisu u procesu otpakivanja. Ukupno srednje kašnjenje zbog

baferovanja iznosi više od  $(2+k) z$ .

Najveće kašnjenje u prezentaciji od tokova koji se danas koriste je kašnjenje zbog kodiranja/ dekodiranja komprimovanog videa ( $y$ ) i iznosi nekoliko stotina milisekundi. Radi sinhronizacije svih tokova potrebno je neke tokove zadržati pre prikazivanja krajnjem korisniku, te je s toga ukupno kašnjenje prenosa podataka u multimedija vezi jednako kašnjenju komprimovanog videa. Izuzetak su neki tokovi npr fajl transfer, gde se dodatno kašnjenje ne uvodi. Označimo sa  $Id$  identifikator postojanja dodatnog baferovanja.  $Id$  uzima vrednost 1 ako takvo baferovanje postoji, a inače uzima vrednost 0. Ukupno kašnjenje paketa zbog ovoga je  $2 y Id$ .

Procesiranje shodno protokolima viših slojeva OSI modela npr u aplikaciji, takodje doprinosi kašnjenju ( $x$ ). Kašnjenje zbog ovog iznosi  $2 x$ .

Iz prethodne tri komponente zaključujemo da ukupno kašnjenje paketa radi obrade u višim slojevima OSI modela  $T$  iznosi

$$T = 2 x + 2 y Id + (2+k) z.$$

Dva poslednja sabirka u dobijenoj formuli su povezani sa korišćenjem tehnike kodiranja promenljivog intenziteta.

## 5. ZAKLJUČAK I BUDUĆI RAD

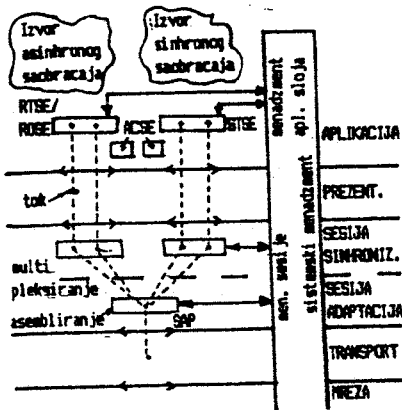
Funkcije, usluge i elementi protokola koji su predloženi za podršku multimedija komunikaciji u višim slojevima OSI modela predstavljaju prvi korak u sistematizaciji strukture viših slojeva OSI modela za multimedija komunikacije. Polazeći od postojećih standarda došlo se do predloga koji je saglasan OSI modelu i koristi opciju u njemu. Prva analiza s ozirom na kompleksnost implementacije pokazuje kompleksnost menadžmenta viših slojeva, visok stepen paralelnosti procesiranja i ukazuje na probleme realizacije konstantnog kašnjenja i sinhronizacije tokova. Prva analiza performansi ukazuje na trade-off koji postoji između dobitka stečenog korišćenjem tehnike kodiranja promenljivog intenziteta radi smanjenja srednjeg intenziteta toka, i mogućnosti efikasnog korišćenja kapaciteta pod mreže i resursa u vezi sa protokolima viših slojeva.

Ovaj rad je napisan u okviru tek započetog projekta "Multimedija korisnički komunikacijski sistemi" i nastavak je istraživanja [3]. Rad takodje predstavlja osnovu za određivanje modela opterećenja

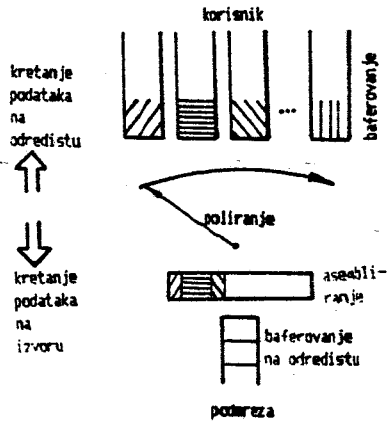
podmreža i dalje ispitivanje i razradu odgovarajućih protokola.

LITERATURA

- [1] ISO 7498, Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model (1984), ili CCITT Recommendation X.200 u [2].
- [2] Data Communication Networks, Open Systems Interconnection (OSI) Model and Notation, Service Definition, CCITT Blue Book, Vol. VIII, Fasc. VIII.4, November 1988.
- [3] M.Zafirović-Vukotić, Performance Modelling and Analysis of High Speed Serial Interconnection Structures, Ph.D. Thesis, University of Twente, Holland, December 1988.



Slika 1. Ilustracija strukture visih slojeva OSI modela u multimediji komunikaciji, sa naznacenim vaznijim elementima, funkcijama i interfejsima.



Slika 2. Ilustracija asemblovanja paketa.