

Dragan Jovanovic
Mirjana Zafirovic-Vukotic

Laboratorija za telekomunikacije
Institut Mihajlo Pupin
Beograd, Volgina 15

FUNKCIJE TRANSPORTNOG PROTOKOLA ZA MULTIMEDIJA KOMUNIKACIJE
TRANSPORT PROTOCOL FUNCTIONS FOR MULTI-MEDIA COMMUNICATION

Sadržaj: Protokoli i servisi za podršku multimedija komunikacija su u fazi istraživanja. Polazeći od osnovnih karakteristika servisa sloja mreže i pretpostavljenih zahteva korisnika transportnog servisa, u ovom radu predlažu se mehanizmi za realizaciju funkcija i osnovni principi grupisanja funkcija transportnog protokola za multimedija komunikacije koji omogućuju poboljšanje propusne moći i vremena kašnjenja za korisničke podatke.

Abstract: Multi-media protocols and services are being researched. Major network service properties and transport service user requirements are assumed. Mechanisms for protocol functions and major function grouping rules for the transport protocol for multi-media communication are proposed. This enables throughput and delay improvement.

1. UVOD

Multimedija krajnji sistem čini aplikativni proces i komunikacijski otvoreni sistem, a on podržava istovremeno korišćenje, manipulaciju i prenos različitih tipova informacija jedinstvene aplikacije i komunikaciju sa drugim takvim sistemom. Bitno različiti tipovi podataka nazivaju se medijima, a u kontekstu komunikacije instance u okviru tipa podataka nazivaju se tokovima. Primeri tokova su sledeći: komprimovani video, glas, interaktivni podaci, grafika, itd. Primer multimedija komunikacije je telekonferencija. Drugi primer je multimedija aplikacija na radnoj stanici, gde se na ekranu u raznim prozorima nalaze predstave odgovarajućih medija, kao npr slika za video, grafička predstava, program ili algoritam koji se uredjuje. Implementacija krajnjeg sistema naziva se terminal. 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 [1]. Eksperimentalni prototip je realizovan u [2] i [3].

Poseban značaj za multimedija komunikacije ima mrežni servis širokopropusnih komunikacijskih (pod)mreža, zbog svoje velike propusne moći koju zahtevaju pojedini tokovi u multimedija komunikaciji. Istraživanja i standardizacija širokopropusnog ISDN-a (B-ISDN) pokazuju tendenciju ka stavljanju raznih funkcija u podmrežu kao što su konvertovanje koda, kompresija informacija, sinhronizacija tokova multimedija iako se ne smatra da ove funkcije pripadaju u niza tri sloja OSI referentnog modela [4]. Na ovaj način je potrebna jednostavna terminalna oprema i mrežni čvorovi postaju značajno složeniji. Suprotni argumenti ovoj strategiji u prvom koraku uvođenja B-ISDN-a se takodje mogu čuti gde se polemise u prilog jednostavnosti projektovanja B-ISDN-a. Primitimo da FDDI kao jedini standardizovani HSLAN pruža servise DLL-a nekonektivnog tipa i sa dva različita kvaliteta usluga. B-ISDN razdvaja kontrolnu od korisničke ravni, dok je kod FDDI signalizacija u propusnom opsegu. Primitimo da B-ISDN treba da pruži kvalitetne servise za multimedija komunikaciju, kao što su sinhronizacija tokova podataka, veza više tačka itd.

Nije mnogo poznato o multimedijalnom korisniku transportnog servisa. Ipak sublimirajući razne radove pre svega u vezi sa eksperimentalnim sistemima zaključujemo sledeće:

- Multimedija komunikacija na aplikativnom sloju je po svojoj prirodi konektivna (connection-oriented). Prirodno potrebno je realizovati komunikaciju pomoću jedinstvene veze na aplikativnom sloju;
- Servis prezentacije i sesije treba ponuditi svakom toku podataka odvojeno;
- Potrebno je odvojiti korisničku od kontrolne ravni i u višim slojevima;
- Sinhronizacija raznih tokova podataka je funkcija viših slojeva npr sesije mada može takodje biti podržana i od strane mrežnog servisa;
- Potrebno je pružiti servis različitog kvaliteta raznim tokovima u multimedija komunikaciji.

Predmet ovog rada je transportni protokol za multimedija komunikacije. Na osnovu raznih objavljenih istraživanja tzv lakih (light weight) transportnih protokola i na osnovu zahteva multimedijalne komunikacije potrebno je izvršiti izbor mehanizama ostvarivanja značajnih transportnih protokolskih funkcija i odrediti način njihovog izbora i principe grupisanja.

2. Mehanizmi za realizaciju funkcija transportnog protokola

Tradicionalni, uskopropusni transportni protokoli zasnovani su na principu "najboljeg pokušaja" [9]. Propusni opseg u takvim mrežama je relativno skup, a verovatnoća greške u fizičkim medijumima velika. Zbog toga se liberalno koristi procesorska snaga kako bi se smanjili troškovi prenosa i

korišćenje propusnog opsega za oporavak od grešaka [6].

Pojava širokopropusnih mreža sa fizičkim medijumima male verovatnoće greške pomerila je usko grlo na procesiranje potrebno za izvršavanje protokola [10]. Protokoli treba da budu zasnovani na principu "orijentacije prema uspehu" [8], odnosno uspešan prenos podataka treba da bude jeftiniji, a oporavak od greške skuplji u odnosu na tradicionalni pristup, pri čemu je kriterijum cene procesorska obrada i kašnjenje. U fazi razmene potrebno je razdvojiti prenos podataka od kontrole veze čime se postiže efikasniji prenos podataka. Takode, prilikom izbora mehanizama za realizaciju pojedinih funkcija mora se voditi računa o kvantitativnim aspektima širokopropusnih mreža koji su relevantni za taj izbor, na primer mreže sa velikim proizvodom propusne moći i kašnjenja ponašaju se kao veliki memorijski prostor za podatke u tranzitu.

U slučaju multimedija komunikacija potrebno je uvažiti i neke njene specifičnosti kao na primer:

- obezbediti kontrolu integralne multimedija komunikacije,
- obezbediti vezu više strana,
- ponuditi odgovarajuće servise multimedija korisniku transportnog servisa.

U nastavku rada predlažu se efikasni mehanizmi za sledeće funkcije: upravljanje vezom, multipleksiranje, potvrđivanje, upravljanje protokom i obrada grešaka.

Upravljanje vezom zasniva se na održavanju informacije o stanju veze i na signalizaciji koju posmatramo kao razmenu informacija radi upravljanja vezom. Signalizacija u propusnom opsegu podrazumeva razmenu kontrolnih i korisničkih podataka po istoj vezi. Prilikom prijema svakog TPDU-a vrši se razvrstavanje ovih vrsta podataka čime se povećava ukupno vreme obrade uobičajenih korisničkih podataka i smanjuje propusna moć. Signalizacijom van propusnog opsega razdvajaju se tokovi kontrolnih i korisničkih podataka čime se poboljšavaju performanse sistema za korisničke podatke kao što je pokazano u članku [6]. U specifičnom slučaju multimedija komunikacije može se otići i korak dalje. Moguće je ne samo razdvajanje kontrolnih i korisničkih podataka pojedine vrste podataka u odvojene tokove već i objedinjavanje kontrolnih informacija različitih tokova u jedinstven kontrolni tok. Time se postiže efikasnija koordinacija korisničkih tokova u multimedija vezi.

Uspostavljanje i raskidanje veze može se ostvariti mehanizmom "rukovanja" (handshake), pri čemu se eksplicitno razmenjuju poruke između transportnih entiteta, ili implicitno, pri čemu se veza uspostavlja prijemom prvog TPDU-a, a raskida po isticanju tajmera [6]. Implicitno uspostavljanje i raskidanje veze zahteva precizno određivanje timeout-a kako bi se sprečio prijem TPDU-ova koji pripadaju ranije raskinutoj vezi [11]. Ostvaruje se signalizacijom u propusnom opsegu. Ne postoji mogućnost pregovaranja parametara kvaliteta

servisa (QOS) prilikom uspostavljanja veze, već samo u toku prenosa podataka [6]. "Rukovanje" se može ostvariti i signalizacijom van propusnog opsega koju smo identifikovali kao pogodniju za multimedija komunikaciju. Takođe, parametri se mogu pregovarati i prilikom uspostavljanja veze što je posebno važno za multimedija vezu, jer pojedini tokovi mogu imati bitno različite zahteve za kvalitetom servisa. Pri tome se podrazumeva i mogućnost uspostavljanja multimedija veze između više strana.

Multipleksiranje u transportnom sloju omogućuje ekonomičnije korišćenje resursa mrežnog sloja u slučaju jedne vrste podataka, jer se smanjuje broj veza koje treba uspostaviti i održavati. Međutim, demultipleksiranje na određitu zahteva dodatno procesiranje čime se smanjuju performanse sistema za normalne korisničke podatke [6].

Multipleksiranjem različitih tokova u multimedija komunikacijama može se postići njihova primitivna sinhronizacija uniformnim tretiranjem rezultujućeg toka u nižim slojevima. Međutim, time se gubi informacija o kvalitetu servisa [7]. Ako se multipleksiraju tokovi sa različitim QOS, rezultujućem toku mora se obezbediti viša vrednost kvaliteta servisa. Kako bi se ekonomičnije i fleksibilnije koristili mrežni resursi, potreban je sofisticiraniji mehanizam u nekom drugom sloju, na primer sesiji [5]. Multipleksiranjem se takođe onemogućuje dinamičko upravljanje pojedinačnim tokovima u sloju mreže i time smanjuje efikasnost kontrole pristupa [7]. Krajnji zaključak je da u multimedija komunikacijama multipleksiranje ne treba vršiti u transportnom sloju.

Funkcija potvrđivanja koristi se kao indikacija uspešnog prenosa određene količine korisničkih podataka. Na osnovu primljene informacije predajni entitet može da ažurira informaciju o stanju. Potvrđivanje se može generisati zavisno ili nezavisno od predajnika [6]. Potvrđivanje zavisno od predajnika može biti generisano ili posle uspešnog prijema paketa ili po prijemu eksplicitnog zahteva od strane predajnika [12]. S obzirom da protokoli imaju tendenciju da zahtevaju veću obradu po TPDU-u na prijemu nego na predaji [8], potvrđivanje na osnovu eksplicitne komande predajnika uravnotežuje opterećenje predajnog i prijemnog entiteta. Potvrđivanje nezavisno od predajnika zasniva se na asinhronom generisanju potvrda od strane prijemnika nezavisno od akcija predajnika, na primer periodično pod kontrolom tajmera [14]. Na taj način smanjuje se obrada prilikom prijema svakog TPDU-a na račun održavanje jednog tajmera po vezi [6]. S obzirom da se multimedija veza sastoji od više tokova s različitim zahtevima za kvalitetom servisa i različitom raspodelom obrade između prijema i predaje i da su troškovi za upravljanje tajmerima relativno visoki, naše je mišljenje da izbor mehanizma potvrđivanja treba vršiti za svaki tip podataka posebno.

Pojavom širokopropusnih mreža upravljanje protokom dobija sve veću važnost, jer se povećava količina informacija na putu između transportnih entiteta. Takođe, prepunjenje bafera u prijemniku postaje glavni izvor gubitka TPDU-ova [6]. U multimedija komunikacijama visokih performansi poželjno je da, pored upravljanja protokom s kraja na kraj, pomoću kog prijemnik štiti svoje resurse, postoji i kontrola pristupa na interfejsu prema mreži.

Kontrola pristupa zasniva se na aktivnoj ulozi čvorova mreže u razmeni kontrolnih informacija između prijemnog i predajnog entiteta. Tokom veze prijemnik može da menja inicijalne parametre za upravljanje protokom. Ti parametri se takođe mogu modifikovati na inicijativu i od strane čvorova mreže radi upravljanja zagušenjem [6]. Na taj način mreža efikasno štiti svoje resurse. Ovakva kontrola pristupa je mnogo efikasnija i fleksibilnija nego kad se kašnjenje od slanja TPDU-a do dobijanja odziva (roundtrip delay) koristi kao estimacija zagušenja mreže kao što je primenjeno u TCP protokolu [13].

Postoje dva mehanizma za realizaciju funkcije upravljanja protokom: pomoću prozora (window flow control) i kontrolom intenziteta (rate flow control). U upravljanju pomoću prozora prijemnik specificira, na primer na osnovu raspoloživosti ulaznih bafera, količinu informacija (prozor) koju predajnik može da preda do sledeće eksplicitne specifikacije [6]. U mrežama sa velikim proizvodom propusne moći i kašnjenja izbor veličine prozora je kritičan [8].

U interkontinentalnim videokonferencijama, na primer, veoma je teško odrediti veličinu prozora u slučaju kad se javlja novi učesnik sa velikom količinom informacija, koju treba preneti drugim učesnicima u kratkom vremenskom intervalu. Ukoliko je prozor suviše mali, mogu se javiti dugi periodi neaktivnosti predajnika dok se čeka nova kontrolna informacija od prijemnika. Ukoliko je prozor suviše veliki, postoji opasnost od gubitka TPDU-ova usled prepunjenja prijemnog bafera čime se inicira ponovno slanje i takođe dolazi do degradiranja performansi sistema.

Upravljanje protokom kontrolom intenziteta predstavlja efikasan način zaštite prijernih resursa u slučaju istovremenog pristizanja podataka s više veza kao što je slučaj u multimedija komunikacijama [8]. Jedan način realizacije je da se za svaki tok podataka specificira količina informacija koja može kontinualno da se preda (burst size) i interval do sledećeg slanja (burst interval). Drugi način je specificiranje vremena čekanja između slanja dva paketa (interpacket delay). Upravljanje protokom kontrolom intenziteta ima manje troškove u odnosu na upravljanje pomoću prozora, jer je potrebno da se intenzitet menja samo prilikom značajnih promena u stanju mreže ili prijemnika [6]. Takođe, ne zavisi od funkcije potvrđivanja [8]. Ukoliko je sloj mreže zasnovan na ATM tehnologiji, na ovaj način mogu se objediniti

kontrola pristupa i upravljanja protokom s kraja na kraj na istom mehanizmu - kontroli intenziteta [8].

Obrada grešaka obuhvata detekciju, izveštavanje o greškama i njihovu korekciju [6]. Detekcija greške može se ostvariti pomoću rednih brojeva, polja dužine pojedinih delova i/ili celog TPDU-a i pomoću kontrolnih suma. Tako se mogu detektovati izgubljeni, izmenjeni, nepotpuni, ponovljeni TPDU-ovi, kao i TPDU-ovi koji nisu u sekvenci [11].

Prijemnik može na različite načine da izvesti predajnik o grešci. Najjednostavniji način je da se negativnom potvrdom identifikuje izgubljeni paket. Selektivno odbijanje predstavlja sofisticiraniji mehanizam, jer se mogu identifikovati opsezi TPDU-ova koji nedostuju [12]. Postoji i mogućnost da se uopšte ne vrši izveštavanje predajnika o grešci. Ponovno slanje se inicira isticanjem retransmissionog tajmera na predaji [14]. Pri tome se javlja problem optimalne vrednosti timeout-a [6]. Eksplicitnim izveštavanjem o grešci ubrzava se korekcija greške u odnosu na rešenje sa tajmerom. Ukoliko se za neki tok uopšte vrši obrada greške i postoje dovoljni računarski resursi, izveštavanje o grešci selektivnim odbijanjem predstavlja najpogodniji mehanizam za iniciranje ponovnog slanja u multimedija komunikacijama.

Korekcija greške ostvaruje se retransmisijom koja može biti "vratiti se na koraka unazad" (Go-back-N) ili selektivna [8]. Prvim mehanizmom ponovo se predaju svi paketi počevši od prvog za koji nije stigla potvrda ili je stigla negativna potvrda. Selektivnom retransmisijom ponavljaju se samo TPDU-ovi koji su eksplicitno traženi od strane prijemnika. Prednost prvog metoda je jednostavnost, jer se ne zahteva ponovno uređivanje paketa, a mana što može doći i do ponovnog slanja ispravno primljenih paketa [8]. Selektivnom retransmisijom ponovo se predaju samo nespispravni paketi, ali se zahteva veći bafer i obrada zbog ponovnog uređivanja paketa [6]. Koji je metod pogodniji za multimedija vezu zavisi od kvaliteta mrežnog servisa, raspoloživih resursa i zahteva korisnika transportnog servisa.

3. Grupisanje funkcija transportnog protokola

Prilikom izbora mehanizama za realizaciju funkcija transportnog protokola vodilo se računa da izvršavanje mehanizma za realizaciju jedne funkcije ne utiče na druge funkcije. Tipičan primer problema koji mogu da proisteknu kad se ne vodi računa o ovom principu je korišćenje rednih brojeva i za potvrđivanje prijema podataka i za upravljanje protokom pomoću prozora iako ove dve funkcije često imaju različite ciljeve u različitim tipovima mreža [8].

Razdvajanjem promenljivih stanja omogućuje se promena mehanizma za

realizaciju jedne funkcije bez uticaja na druge funkcije. Medusobno nezavisne funkcije mogu se izvršavati paralelno čime se smanjuje vreme kašnjenja i povećava propusna moć [8]. Ukoliko izvršavanje jedne funkcije zavisi od rezultata druge, funkcija se ipak može uslovno izvršavati. Time se smanjuje vreme obrade ukoliko je postojala potreba za zavisnom funkcijom [9].

Transportni protokol treba da omogući komunikaciju iznad mreža sa različitim bitskim intenzitetima, različite geografske rasprostranjenosti i treba da omogući različite servise višim slojevima. Ovi zahtevi mogu se postići korišćenjem "protokola sa menijem" [9]. Tako korisnik transportnog servisa može da specificira kombinaciju funkcija koje su potrebne da se postigne određeni nivo performansi. Pri tome za svaku funkciju mogu da se odaberu specifični parametri. Zahtevi mogu da se menjaju u vremenu i prostoru [9]. U veoma pouzdanom okruženju, korisnik može, na primer, da specificira jednostavni "Go-back-N" mehanizam za realizaciju retransmisije. Ukoliko se javi zagušenje, on može, međutim, da se adaptira izborom selektivne retransmisije. Mehanizam se takođe može menjati i na prelazu između dve podmreže.

Realizacija transportnog protokola kao "protokola sa menijem" posebno je atraktivna u multimedija sistemima. Tako se za svaki tok podataka može specificirati odgovarajuća kombinacija funkcija sa izborom specifičnih parametara za svaku od njih. Takođe je moguće da se više susednih slojeva funkcionalno organizuje kako bi se sprečilo ponavljanje funkcija i eliminisalo izvršavanje nepotrebnih funkcija [8], [9].

4. Zaključak

Multimedija komunikacije visokih performansi podrazumevaju širokopropusnu mrežu i fizičke medijume male verovatnoće greške. Takvo okruženje omogućuje poboljšanje propusne moći i vremena kašnjenja za uobičajene korisničke podatke "orijentacijom prema uspehu". U ovom radu primenjena je tehnika smanjenja procesiranja transportnog protokola u multimedija krajnjim stanicama čak i na račun povećanog korišćenja propusnog opsega. U slučaju greške povećava se trošenje oba ova resursa u odnosu na tradicionalne tehnike. Na osnovu toga predloženi su odgovarajući mehanizmi za realizaciju funkcija koji se mogu primeniti i za širokopropusnu komunikaciju uopšte. Pri izboru mehanizama vodeno je računa o nezavisnosti funkcija. Predloženo je organizovanje transportnog protokola za multimedija komunikacije kao "protokola sa menijem" pri čemu se parametri funkcija za pojedine tokove mogu dinamički menjati u prostoru i vremenu.

Smatramo da predloženi pristup daje osnov za budući rad na projektovanju.

i implementaciji efikasnog transportnog protokola za multimedija komunikacije.

Literatura

- [1] Reklama, Byte, Vol. 16, No. 11, pp. 22, 1991.
- [2] A. Hopper: "Pandora-An Experimental System for Multi-media Applications", Operating Syst. Rev., Vol. 24, No. 2, April 1990.
- [3] K.G. Coolegem et al.: "Multimedia Desktop Conferencing with MIAS", Telecommunication Access Networks Technology and Service Trends, Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), 1991.
- [4] S.E. Minzer, D.R. Spears: "New directions in Signalling for Broadband ISDN", IEEE Communications Magazine, Vol. 27, No. 2, pp. 6-14, February 1989.
- [5] M. Zafirović-Vukotić, I.G. Niemegeers: "Multi-media Communication System: Upper Layers in the OSI Reference Model", članak treba da bude objavljen u IEEE Transactions on Communications
- [6] W.A. Doeringer et al.: "A Survey of Light-Weight Transport Protocols for High-Speed Networks", IEEE Transactions on Communications, Vol. 38, No. 11, pp. 2025-2039, November 1990.
- [7] D.C. Feldmeier: "Multiplexing Issues in Communication System Design", Proc. ACM SIGCOMM '90 Symposium, pp. 209-219, September 1990.
- [8] T.F. La Porta, M. Schwartz: "Architectures, Features, and Implementation of High-Speed Transport Protocols", IEEE Network Magazine, Vol. 4, No. 2, pp.14-22, May 1991.
- [9] Z. Haas: "A Protocol Structure for High-Speed Communication over Broadband ISDN", IEEE Network Magazine, pp 64-70, Jan. 1991.
- [10] M. Zitterbart: "High-Speed Transport Components", IEEE Network Magazine, pp. 54-63, Jan. 1991.
- [11] R.W. Watson, S.A. Mamrak: "Gaining Efficiency in Transport Services by Appropriate Design and Implementation Choices", ACM Transactions on Computer Systems, Vol. 5, No 2, pp. 97-120, May 1987.
- [12] H. Shimizu et al.: "Packet Communication Protocol for Image Services on a High-Speed Multimedia LAN", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 7, No. 5, pp 782-788, June 1989.
- [13] D. Comer: "Internetworking with TCP/IP", Prentice-Hall International Edition, 1988.
- [14] OSI Transport Protocol Specification, Standard ISO-8073, 1986.