

Dragan Jovanović
Mirjana Zafirović-Vukotić
Institut "Mihajlo Pupin"
Beograd, Volgina 15

PROJEKTOVANJE I ILUSTRATIVNA REALIZACIJA TRANSPORTNOG SERVISI I PROTOKOLA
ZA MULTIMEDIJALNU KOMUNIKACIJU

DESIGN AND ILLUSTRATIVE REALIZATION OF A TRANSPORT SERVICE AND PROTOCOL
SUPPORTING MULTIMEDIA COMMUNICATION

SADRŽAJ: U radu se predlažu originalni transportni servis i protokol za multimedijalnu komunikaciju saglasni OSI referentnom modelu. Primenjeni su mehanizmi transportnog sloja koji su prethodno predloženi u radu [1]. Podskup predloženog transportnog servisa i protokola ilustrativno je realizovan na DECstation 3100 radnim stanicama povezanim u IEEE 802.3/Ethernet LAN.

ABSTRACT: An original transport service and protocol supporting multimedia communication and conforming to the ISO OSI Reference Model are proposed in this paper. The applied transport layer mechanisms have been previously proposed in the paper [1]. A subset of the proposed transport service and protocol is illustratively realized on DECstation 3100 workstations interconnected by an IEEE 802.3/Ethernet LAN.

1. UVOD

ISO OSI (International Standards Organization, Open Systems Interconnection) transportni servis i protokol [6, 7] usvojeni su u vreme uskopropusnih monomedijalnih mreža i krajnjih sistema. Zbog toga oni nisu sasvim prilagođeni zahtevima širokopropusne multimedijalne komunikacije.

U poslednjih nekoliko godina ostvaren je napredak u razvoju širokopropusnih prenosnih sistema i računarskih i komutacionih sistema visokih performansi. Ovaj razvoj doveo je do zahteva za tzv. "lakim" (light-weight) protokolima koje odlikuje težnja za smanjenjem protokolske obrade u krajnjim sistemima. Međutim, još uvek ne postoje odgovarajući međunarodni standardi za transportni i više slojeve OSI referentnog modela [5]. Transportni protokoli do sada predloženi u literaturi, čiji je pregled dat u [4], mogu se samo u ograničenom stepenu primeniti u multimedijalnoj komunikaciji. Organizacija viših slojeva u multimedijalnim komunikacionim sistemima pod pretpostavkom relativno jednostavnog transportnog servisa predstavlja predmet članka [2].

U radu [1] odabrani su mehanizmi transportnog sloja za multimedijalnu komunikaciju. Ovaj rad usvaja tu selekciju mehanizama. Osnovni kriterijum pri izboru bio je povećanje propusne moći i smanjenje kašnjenja i varijacije kašnjenja korisničkih podataka s kraja na kraj. Pošto je gubitak paketa usled zagušenja mreže i posebno usled prepunjenja baferskog prostora na prijemu osnovni izvor grešaka u multimedijalnoj širokopropusnoj komunikaciji, poboljšanje mera performansi postiže se smanjenjem protokolske obrade u krajnjim sistemima na račun nešto povećanog korišćenja propusnog opsega.

Multimedijalni transportni poziv (u nastavku *multimedijalni poziv*), instanca komunikacije između dva ili više multimedijalnih korisnika transportnog servisa, na osnovu [1] ostvaruje se preko jedinstvene kontrolne transportne veze i posebnih transportnih veza za svaki tok podataka. Transportne veze uspostavljaju se i raskidaju mehanizmom "rukovanja"

(handshake). Multipleksiranje se ne ostvaruje u transportnom sloju. Odluka o mehanizmu potvrđivanja donosi se za svaku vezu toka podataka. Protokol se upravlja kombinacijom regulacije brzine predaje i sheme kredita. Mehanizmi izveštavanja i ispravljanja grešaka su negativno potvrđivanje + "Go-Back-N" i selektivno odbijanje + selektivno ponovno slanje.

U nastavku se opisuju osnovne odlike transportnog servisa i protokola za multimedijalnu komunikaciju sa uspostavom veze, saglasnih OSI referentnom modelu. Naglasak je na kvalitativnim novinama u odnosu na ISO OSI standarde. Prezentira se i ilustrativna realizacija podskupa opisanog servisa i protokola.

2. TRANSPORTNI SERVIS ZA MULTIMEDIJALNU KOMUNIKACIJU

ISO OSI transportni servis [6] ne odgovara u potpunosti zahtevima multimedijalne komunikacije. Navedimo neke od razloga:

- parametri kvaliteta servisa prilagođeni su samo klasičnom komuniciranju podacima,
- signalizacija se ostvaruje u propusnom opsegu i
- nije moguće ostvariti komunikaciju sa više učesnika.

ISO OSI transportni servis odgovara tokovima podataka koji ne zahtevaju prenos i obradu u realnom vremenu (non-real-time stream - NRTS) [3]. Ne podržava tokove u realnom vremenu (real-time stream - RTS) [3], npr. glas i video, koji zahtevaju zagarantovano kašnjenje i varijaciju kašnjenja s kraja na kraj.

U transportnom servisu za multimedijalnu komunikaciju uvedena su dva nova servisna elementa u odnosu na definiciju ISO OSI transportnog servisa: T-CALL-CONNECT i T-CALL-DISCONNECT. Njihovim primitivama uspostavljaju se i raskidaju kontrolna veza, odnosno multimedijalni poziv, a opcionalno i veze tokova podataka. Novi servisni elementi omogućuju upravljanje multimedijalnim pozivom i signalizaciju van propusnog opsega.

Prilikom uspostavljanja multimedijalnog poziva, korisnici transportnog servisa pregovaraju parametre poziva koristeći parametar korisničkih podataka T-CALL-CONNECT primitiva. Parametri poziva su: broj i vrsta medija i broj obaveznih i maksimalni broj opcionalnih tokova u okviru svakog medija. Preko kontrolne veze prenose se kontrolne informacije veza tokova podataka.

Veze tokova podataka mogu se uspostavljati i posle uspostavljanja kontrolne veze, odnosno multimedijalnog poziva, ukoliko je to saglasno parametrima poziva. Veze opcionalnih tokova po potrebi se naizmenično uspostavljaju i raskidaju. Međutim, u slučaju raskidanja veze obaveznog toka, raskidaju se i ostale veze tokova podataka i kontrolna veza, odnosno multimedijalni poziv. Veze tokova podataka po pravilu se raskidaju pre ili u toku raskidanja kontrolne veze, odnosno multimedijalnog poziva.

Pored QOS parametara navedenih u definiciji ISO OSI transportnog servisa, transportni servis za multimedijalnu komunikaciju obuhvata i sledeće parametre: varijaciju kašnjenja, trajanje vršnog perioda (peak duration) i vremensku raspodelu perioda aktivnosti i neaktivnosti (burstiness). Ovi parametri doprinose boljem opisivanju dinamike ulaznog saobraćaja i potpunijem izražavanju QOS zahteva posebno na vezama RTS podataka.

Naglasimo značaj QOS parametra prioriteta, koji označava relativnu važnost transportnih veza u odnosu na redosled pogoršanja njihovih performansi i njihovog raskidanja u slučaju nemogućnosti da se obezbedi zahtevani kvalitet servisa. Korisnici transportnog servisa najviši prioritet dodeljuju kontrolnoj vezi. Transportnim vezama RTS podataka po pravilu se dodeljuje viši prioritet nego vezama NRTS podataka. To je jedna od metoda za postizanje zagarantovanih mera performansi prenosa RTS podataka.

Prema specifikaciji ISO OSI transportnog protokola sa uspostavom veze [7], transportne celine prilikom uspostavljanja veze međusobno pregovaraju vrednosti klase i opcija. Klasa definiše skup funkcija, a opcije - funkcije unutar klase koje se mogu, ali ne moraju koristiti. U OSI referentnom modelu transportni servis transparentno prenosi podatke korisnika servisa. Transportnim celinama nije poznat tip podataka i izbor klase i opcija vrši se

pre svega na osnovu kvaliteta mrežnog servisa. To zadovoljava u slučaju jednog tipa podataka, ali ne i u multimedijalnoj komunikaciji, pošto transportne celine ne mogu sasvim da prilagode vrednost klase i opcija tipovima podataka koji se prenose.

Pošto su informacije o tipovima podataka i njihovim odlikama poznate korisnicima transportnog servisa, transportni servis za multimedijalnu komunikaciju omogućuje njihovo učešće u pregovaranju skupa vrednosti funkcija. Skup vrednosti funkcija je generalizacija pojmova klase i opcija. Vrednost funkcije je mehanizam kojim se funkcija ostvaruje, a jednaka je nuli ukoliko se funkcija ne koristi na vezi odgovarajućeg toka podataka.

3. TRANSPORTNI PROTOKOL ZA MULTIMEDIJALNU KOMUNIKACIJU

ISO OSI transportni protokol [7] ne odgovara sasvim zahtevima multimedijalne komunikacije. Između ostalog, specifikacijom protokola fiksirani su njegovi mehanizmi. Postoji samo mogućnost da se ne koriste neke opcionalne funkcije unutar odabrane klase. Neki mehanizmi ne odgovaraju širokopropusnoj komunikaciji, npr. upravljanje protokom shemom kredita.

Protokol je prilagodan uskopropusnim mrežama. Zbog toga se u paketima prenose samo neophodne informacije. Zaglavlje paketa deli se na stalni i promenljivi deo i primenjuje se bitsko mapiranje informacija. Međutim, time se povećava protokolska obrada za dekodovanje složenih formata paketa, što ne odgovara širokopropusnoj komunikaciji.

Signalizacija je u propusnom opsegu, dok je u transportnom protokolu za multimedijalnu komunikaciju signalizacija van propusnog opsega. Ostvaruje se preko posebne kontrolne veze jedinstvene za multimedijalni poziv. Radi uspostavljanja i raskidanja kontrolne veze, uvode se novi TPDU-ovi u odnosu na specifikaciju ISO OSI transportnog protokola: CCR (Call Connection Request), CCC (Call Connection Confirm), CDR (Call Disconnect Request) i CDC (Call Disconnect Confirm).

U ISO OSI transportnom protokolu neki mehanizmi su međusobno zavisni, npr. mehanizmi potvrđivanja i upravljanja protokom, pošto se u oba koriste redni brojevi paketa. U transportnom protokolu za multimedijalnu komunikaciju svi mehanizmi su međusobno nezavisni i moguće je njihovo paralelno izvršavanje i eventualna zamena.

Nezavisnost funkcija omogućuje i organizaciju transportnog protokola kao "protokola sa menijem" [8]. Korisnici transportnog servisa učestvuju u pregovaranju skupa vrednosti funkcija i time prilagodavaju izvršavanje protokola osobinama tipova podataka. Po pravilu se npr. predlažu nulte vrednosti funkcija potvrđivanja, izveštavanja i ispravljanja grešaka na vezama RTS podataka, pošto se toleriše izvestan gubitak informacija, dok su previše zakašnjeni podaci neupotrebljivi. Ukoliko se zahteva fiksni propusni opseg, protok se reguliše samo kontrolom pristupa [3]. Korišćenje samo neophodnih funkcija doprinosi smanjenju protokolske obrade i poboljšanju performansi prenosa RTS podataka.

Kako bi se smanjila ukupna protokolska obrada i omogućilo paralelno izvršavanje, sva polja u zaglavlju TPDU-ova su fiksne dužine i po pravilu se nalaze na fiksnim mestima. Najmanji nosilac informacija je oktet, osim u slučaju bitske mape koja se koristi za selektivno odbijanje. U fazi prenosa prenose se sva polja TPDU-ova. Smanjenje trajanja protokolske obrade postiže se na račun nešto većeg korišćenja propusnog opsega.

Za razliku od ISO OSI transportnog protokola, u transportnom protokolu za multimedijalnu komunikaciju postoje posebni zbirovi provere za zaglavlje i podatke. Zbir provere za podatke je opcionalan i npr. po pravilu se ne koristi za glas i video. Razdvajanjem zbrova provere omogućuje se paralelna obrada zaglavlja i korisničkih podataka.

Osnovni element funkcije potvrđivanja i sheme kredita je blok TPDU-ova. Grupisanjem TPDU-ova u blokove omogućuje se selektivno odbijanje i postiže smanjenje varijacije kašnjenja paketa kao i broja aktivnih tajmera. Ukoliko se ispravljanje grešaka ostvaruje "Go-Back-N" mehanizmom, smanjuje se i veličina tabela potrebnih radi eventualnog ponovnog slanja.

U transportnom protokolu za multimedijalnu komunikaciju izveštavanje o greškama ostvaruje se negativnim potvrđivanjem ili selektivnim odbijanjem. Negativno potvrđivanje podrazumeva slanje negativne potvrde odmah po otkrivanju greške. U slučaju selektivnog odbijanja, informacija o TPDU-ovima koje treba ponovo poslati daje se bitskom mapom. Relativni položaj bitova u mapi odgovara položaju TPDU-ova u bloku. Ukoliko je neki bit postavljen, traži se ponovno slanje odgovarajućeg paketa. Pošto se u ISO OSI transportnom protokolu ne vrši izveštavanje o greškama, u transportnom protokolu za multimedijalnu komunikaciju postoje dodatni RD (Resend Data) i RED (Resend Expedited Data) TPDU-ovi.

4. ILUSTRATIVNA REALIZACIJA TRANSPORTNOG SERVISIA I PROTOKOLA ZA MULTIMEDIJALNU KOMUNIKACIJU

Neki razlozi što je realizacija samo ilustrativna su:

- složenost predloženog servisa i protokola,
- neodgovarajuće raspoloživo komunikaciono i hardversko-softversko okruženje, koje čine DECstation 3100 radne stanice sa ULTRIX V4.1 operativnim sistemom [12] povezane u IEEE 802.3/Ethernet LAN [10] i
- nedostatak periferija kao što su kamere, mikrofoni, zvučnici itd. koji generišu tokove podataka.

Ostvarena je softverska realizacija i to u korisničkom adresnom prostoru. Na si. 1 data je organizacija procesa i međuprocenke komunikacije. Inicijalizaciju sistema vrši proces INIT, koji nije prikazan. Proces USER realizuje neke funkcije viših slojeva i generiše ulazni saobraćaj. Funkcije transportnog sloja ostvaruju se u procesu TRANS, a prazan mrežni sloj u procesu NETW. Proces TIMER realizuje tajmerske funkcije.

Pristup sloju linka za podatke ostvaruje se preko sistemskog interfejsa DLI (Data Link Interface) [13]. DLI omogućuje LLC (Logical Link Control) tipa 1 klase I [11], dakle LLC bez uspostave veze. Servis sloja linka za podatke se zbog nultog mrežnog sloja direktno preslikava na mrežni servis.

Međuprocenska komunikacija je asinhrona. Koriste se fifo mehanizmi ULTRIX-a (u nastavku redovi). Procesi USER i TRANS međusobno komuniciraju jednim parom redova po vezi. U ilustrativnoj realizaciji postoji tri para redova, pošto se u svakom trenutku dozvoljava najviše jedan poziv sa tri toka: kontrolnim, RTS i NRTS. Od ulaznih redova prvo se obrađuju redovi sa kontrolnim informacijama, zatim sa RTS podacima i na kraju oni sa NRTS podacima. Time se doprinosi postizanju zagarantovanih mera performansi prenosa RTS podataka s kraja na kraj.

Pretpostavljaju se samo dva učesnika u komunikaciji i nesimetričnost transportnog servisa. Pozivajući učesnik uspostavlja i raskida sve uspostavljene veze tokova poziva, a u fazi razmene on je jedini pošiljalac. Pozvani učesnik može da odbije uspostavljanje veza tokova poziva.

Softver čine dva programa koji realizuju strane u komunikaciji. Prilikom razvoja i testiranja korišćeni su prozori DECwindows sistema [14]. U jednom prozoru poziva se program koji realizuje jednu stranu i lokalno se izvršava. Prilikom pozivanja drugog programa navodi se adresa radne stanice na kojoj će se izvršavati. Prozori omogućuju praćenje značajnih događaja na predajnoj i prijemnoj strani: prijem mrežnih SDU-ova i transportnih PDU-ova i izvršavanje transportnih servisnih primitiva. Softver je realizovan u jeziku C [9] i ima 2700 linija izvornog koda. Primenjeni su principi modularnog programiranja i jedan od ciljeva je bila maksimalna prenosivost softvera.

Pomoću velikog broja generisanih sekvenci događaja ostvareno je elementarno testiranje implementacije predloženog transportnog servisa i protokola.

5. ZAKLJUČAK

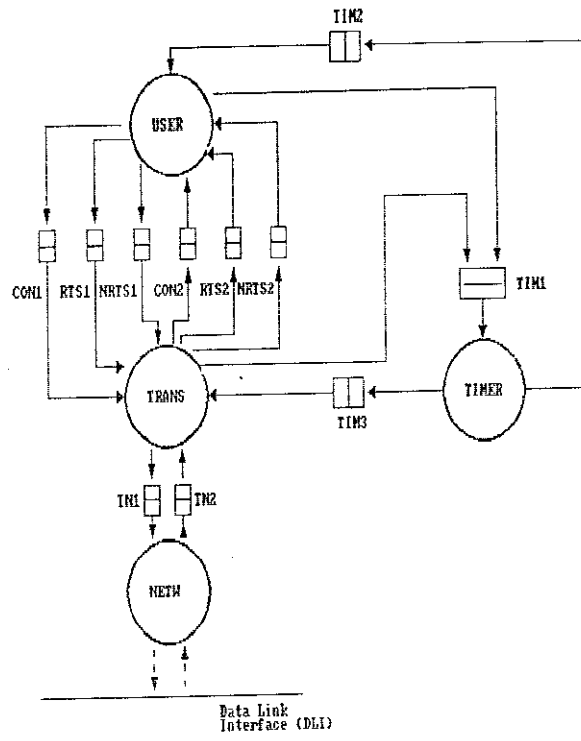
ISO OSI transportni servis i protokol ne odgovaraju sasvim zahtevima multimedijalne komunikacije. U ovom radu predloženi su novi transportni servis i protokol za multimedijalnu komunikaciju koji su saglasni OSI referentnom

modelu. Nove primitive transportnog servisa i jedinice podataka transportnog protokola omogućuju upravljanje multimedijalnim transportnim pozivom i signalizaciju van propusnog opsega. Novi QOS parametri doprinose boljem opisivanju dinamike ulaznog saobraćaja i QOS zahteva, posebno na vezama RTS podataka kao što su npr. glas i video. U pregovaranju skupa vrednosti funkcija učestvuju i korisnici transportnog servisa i transportne celine. Skup vrednosti funkcija je generalizacija pojmova klase i opcija. Vrednost funkcije je mehanizam kojim se ta funkcija ostvaruje. Struktura i kodiranje TPDU-ova omogućuje paralelno izvršavanje i smanjenje protokolske obrade na račun nešto povećanog korišćenja propusnog opsega. Ugradnja mogućnosti izbora mehanizama transportnog sloja i broja učesnika u toku trajanja veza tokova podataka ostaje za dalji rad.

Podskup predviđenog transportnog servisa i protokola ilustrativno je realizovan na DECstation 3100 radnim stanicama sa ULTRIX operativnim sistemom povezanim u IEEE 802.3/Ethernet LAN. Zahvaljujući inherentnom paralelizmu, moguća je potpuna efikasna realizacija na multiprocesorskim sistemima.

6. LITERATURA

- [1] D. Jovanović i M. Zafirović-Vukotić, "Funkcije transportnog protokola za multimedija komunikacije," Zbornik radova XXXVI konferencije ETAN-a, Kopaonik, sept. 1992, sveska V, str. 43-50.
- [2] M. Zafirović-Vukotić and I. G. Niemegeers, "Multimedia Communication Systems: Upper Layers in the OSI Reference Model," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 10, no. 9, Dec. 1992.
- [3] D. Jovanović, "Transportni sloj za multimedijalnu komunikaciju," magistarski rad, Elektrotehnički fakultet, Beograd, apr. 1993.
- [4] W. A. Doeringer, D. Dykeman, M. Kaiserswerth, B. W. Meister, H. Rudin, and R. Williamson, "A Survey of Light-Weight Transport Protocols for High-Speed Networks," IEEE Transactions on Communications, vol. 38, no. 11, pp. 2025-2039, Nov. 1990.
- [5] ISO 7498, "Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model," 1984.
- [6] ISO 8072, "Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Transport Service Definition," 1986.
- [7] ISO 8073, "Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Connection Oriented Transport Protocol Specification," 1988.
- [8] Z. Haas, "A Protocol Structure for High-Speed Communication over Broadband ISDN," IEEE Network Magazine, pp. 64-70, Jan. 1991.
- [9] B. W. Kernighan and D. M. Ritchie, "The C Programming Language," Prentice Hall Software Series, 1988.
- [10] IEEE, "Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications," IEEE 802.3 Standard, 1985.
- [11] IEEE, "Logical Link Control," IEEE 802.2 Standard, 1985.
- [12] DEC, "ULTRIX Technical Summary," June 1990.
- [13] DEC, "ULTRIX Guide to the Data Link Interface," June 1990.
- [14] DEC, "ULTRIX Worksystem Software, DECwindows User Information," June 1990.



Slika 1. Organizacija procesa i međuprocenane komunikacije u ilustracionoj realizaciji