

## KONFIGURACIJA, PROTOKOLI I KVALITET SERVISA ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE PREKO ATM MREŽE

Mirjana Zafirović-Vukotić, Vladimir Zarić, *Institut Mihajlo Pupin, Beograd*

**Sadržaj** - U ovom radu se razmatra protokolska arhitektura koja je pogodna za daljinsko upravljanje korišćenjem ATM mreže. Daljinsko upravljanje zahteva visoke performanse mrežnih servisa i servisa sa kraja na kraj, kao što su visoka raspoloživost, ograničeno kašnjenje, integritet i bezbednost u prenošenju podataka. Razmatrani su protokoli kroz sve slojeve, počevši od aplikacionog. Predloženo je korišćenje dve mrežne veze i jedne aplikacione asocijacije. Takođe je predloženo novi zajednički aplikacioni servisni element QRSE koji pripada kontrolnoj ravni.

### 1. UVOD

Značaj i kompleksnost daljinskog upravljanja će u bliskoj budućnosti porasti zbog potrebe da se poveća bezbednost i kvalitet procesa kojima se upravlja. Staviše, neki tehnički sistemi će raditi znatno bliže maksimalnom kapacitetu, čime se pomeraju i zahtevi za daljinskim upravljanjem [7].

Daljinsko upravljanje je kritična aplikacija koja ima stroge zahteve u pogledu kašnjenja, raspoloživosti, integriteta i bezbednosti.

Daljinsko upravljanje može koristiti komunikacione mreže opšte namene za prenos podataka. U ovom radu se razmatra konfiguracija sa dve permanentne mrežne veze: kroz A i kroz B mrežu. Mreža A je ATM mreža [1], [2], a B može biti ATM ili neka druga mreža opšte namene.

Do sada u literaturi nije razmatrano korišćenje dve mrežne veze u području jednog aplikacionog. Stoga se u ovom radu posmatraju se specifičnosti servisa i funkcija protokola da bi se podržala pouzdana i efikasna komunikacija za daljinsko upravljanje koje se obavlja preko dve takve mrežne veze.

Standardizovani aplikacioni element za daljinsko upravljanje TASE (Telecontrol Application Service Element) [6] može biti upotrebljen u slučaju raznovrsnih mreža opšte namene [3], a ovdje se posmatra njegova upotreba u ATM okruženju i u izabranoj konfiguraciji.

Radi obezbeđenja kvaliteta servisa u aplikacionom sloju i to u kontrolnoj ravni razmatrano je grupisanje kontrolnih funkcija.

### 2. ZAHTEVI ZA KVALITETOM SERVISA

Zahtevi sa kraja na kraj za kvalitetom servisa za daljinsko upravljanje su sledeći.

1. **Kašnjenje:** Kašnjenje u prenošenju mora biti manje od sekunde.
2. **Zahtev za raspoloživost:** Raspoloživost mreže za komunikaciju između dva centra upravljanja (Remote Telecontrol Unit - RTU, Control Centre - CC) treba da bude najmanje 99.98%.
3. **Integritet:** IEC57 definiše klasu I2 za prenošenje podataka koje je inicirano nekim događajem sa verovatnoćom rezidualne greške od  $10^{-10}$  za BER od  $10^{-4}$ . Klasa I3 je za prenošenje kritičnih informacija kao što su daljinske komande, a verovatnoća rezidualne greške je  $10^{-14}$  za BER od  $10^{-4}$ .
4. **Elastičnost (Resilience):** Transportna veza ne treba da bude prekinuta u slučaju lošeg rada mrežne veze npr. zbog rekonfiguracije koja se dešava posle pada mrežnog resursa. Takav loš rad može trajati do 6s.

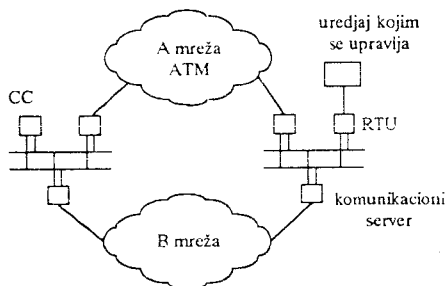
*Elastičnost* se odnosi na slučaj raskidanja transportne veze na zahtev davaoca transportnog servisa (tj. generisanje T- DISCONNECT indication bez prethodnog T- DISCONNECT request u OSI komunikaciji). Minimizovanje elastičnosti je isto što i maksimizovanje verovatnoće neraskidanja veze zbog donjih grešaka. Transportna veza ne treba da se prekine u slučaju rekonfiguracije bilo mreže pristupa korisnika, gradske mreže ili same ATM mreže.

Veoma značajno pitanje u vezi sa elastičnošću je kako da se odredi ozbiljan pad ili loš rad mreže koji dovodi do pada mrežne veze. Studija rekonfiguracije DQDB (Distributed Queue Dual Bus) mreže [4] pokazuje da je vreme pada mreže plus vreme rekonfiguracije i restauracije mreže manje od 5.5s, što u nedostatku drugih sličnih studija, uzimamo za osnovu procene da možemo uzeti 6s za gornju granicu trajanja restauracije mrežne veze tj. za vreme elastičnosti transportne veze.

### 3. SCENARIO I KONFIGURACIJA

Scenario za daljinsko upravljanje je predstavljen na slici 1. Uredjaj kojim se upravlja je priključen na RTU (Remote Telecontrol Unit). CC (Control Centre) upravlja RTU-ovima. CC i RTU su priključeni na ATM mrežu pristupa. Stoga DQDB funkcioniše kao pristupna

meža za B-ISDN. Štaviše, DQDB mreža je priključena na dve mreže: označene kao A i B mreža. Priključci na mrežu su urađeni pomoću različitih komunikacionih servera da bi se povećala pouzdanost.



Sl. 1. Mrežni scenario za daljinsko upravljanje

Primitimo da je DQDB specijalno projektovana kao ATM orijentisana mreža koja ima visoku performansu i pouzdanost. DQDB ima dve paralelne sabirnice, kao i veoma efikasnu proceduru rekonfiguracije za slučaj prekida sabirnica između dve susedne stanice.

CC i RTU održavaju dve permanente mrežne veze: jednu kroz ATM mrežu A, a drugu kroz neku mrežu B koja može biti i ATM tipa. Uobičajeno se prva veza naziva primarna, a druga se naziva sekundarna. Primarna veza se koristi za prenošenje podataka, a sekundarna se samo održava živom, kao toplo rezervisanje.

#### 4. EVALUACIJA KVANTITATIVNIH ZAHTEVA

Evaluirajmo sada zahteve za kašnjenjem, raspoloživošću i integritetom koji su zadati za daljinsko upravljanje. Najpre, *kašnjenje u prenošenju sa kraja na kraj* aplikacione poruke jednako je:

$$appl\_mess\_delay = TPDU\_transmission\_time + TPDU\_propagation\_delay + PDU\_process \quad (1)$$

Uzimajući da ukupno trajanje procesiranja PDU-ova u raznim slojevima u zbiru ne iznosi više od

$$PDU\_process = 2ms \quad (2)$$

i uzimajući (A.4), (A.5), dobijamo

$$appl\_mess\_delay = 13.1ms + 1ms + 2ms \leq 17ms \quad (3)$$

Jasno je da ukupno kašnjenje aplikacione poruke manje od 17 ms zadovoljava zahtev za kašnjenjem u daljinskom upravljanju.

Uzmimo sada da svaka komponenta ima raspoloživost  $x = 99.99\%$ . Stoga je  $x$  raspoloživost RTU, CC, jednostruke DQDB sabirnice, ATM čvora, ATM linka itd. U primeru na slici 2, komponente su nabrojane. Svaka od njih ima raspoloživost  $x$ , osim

DQDB mreža (označenih sa 2 i 12). Primitimo da DQDB sa dvostrukom sabirnicom ima sposobnost rekonfiguracije, tako da u slučaju pada jednog linka, DQDB bi se rekonfigurisao, održavajući sve komunikacione funkcije. Kako je raspoloživost jedne sabirnice  $x$ , raspoloživost dvostruke sabirnice je  $1 - (1 - x)^2$ .

Raspoloživost jedne mrežne veze  $A_{sc}$  u primeru na slici 2 je:

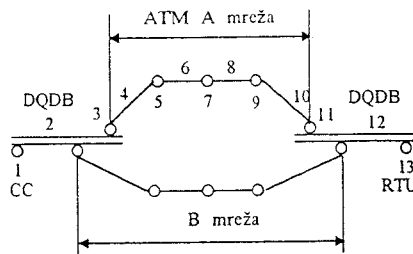
$$A_{sc} = x^{11} [1 - (1 - x)^2]^2 = 99.89\% \quad (4)$$

Raspoloživost dvostruke veze u primeru na slici 2 je:

$$A = x^2 [1 - (1 - x^2)]^2 [1 - (1 - x^9)]^2 = 99.98\% \quad (5)$$

gde je  $1 - (1 - x^9)^2$  raspoloživost dvostruke veze kroz dve mreže, a  $1 - (1 - x)^2$  raspoloživost dvostruke konfiguracije DQDB mreže, a vodeće  $x$  u (5) raspoloživost krajnje stanice.

Formula (5) pokazuje dovoljnu raspoloživost veze sa kraja na kraj u daljinskom upravljanju.



Sl. 2. Numerisane komponente koje podržavaju mrežne veze

Zahtev za integritetom je svakako zadovoljen koristeći AAL (ATM Adaptation Layer) protokol preko ATM-a. AAL tip 5 sadrži CRC-32, a AAL tip 3 sadrži CRC-10. Osim toga, ATM mreže koriste prevashodno optička vlakna, te se može smatrati da je zbog malih bitske greške zadovoljen i zahtev za integritetom u linijskom prenosu. Primitimo da i standardizovan transportni protokol klase 4 (TP4) takodje zadovoljava klasu I2 kao što je pokazano u [3].

Analiza ispunjenja zahteva za *elastičnošću bezbednosti* (koji nisu kvantitativni) je predmet drugog rada. Suština zadovoljenja tih zahteva je u izboru odgovarajućih protokola, novih elemenata servisa i vrednosti parametara. Održavanje sekundarne primarne veze živim je značajno za obezbedjenje zahteva za elastičnošću. U vezi sa tim je i određivanje vrednosti parametra neaktivnosti koji je dat u Apendiksu i ko pokazuje na realističnu vrednost ovog parametra 600ms za TP4 [8].

## 5. PROTOKOLI U VIŠIM SLOJEVIMA

Funkcionalni profili koji su do danas standardizovani za daljinsko upravljanje zasnivaju se na OSI i TCP/IP arhitekturama. Oni sadrže OSI TASE.1 ili TASE.2 aplikacioni servisni element IEC 870-6 [6]. (U ovom radu ne razmatramo zastareli IEC 870-5 protokol koji se zasniva na emulaciji terminala.) TASE.1 koristi servise aplikacionih elemenata OSI ROSE (Remote Operations Service Element) i ACSE (Application Control Service Element), a TASE.2 koristi MMS (Manufacturing Massaging System) sistem. Primetimo da TASE definiše i informatičke aspekte obekata koji se razmenjuju, i koji se odnose na funkcije daljinskog upravljanja.

U ovom radu proučavamo korišćenje ATM mreže u podršci TASE protokolu.

Adaptacija referentnog modela za B-ISDN protokole (kome ATM pripada) sa jedne strane, i sa druge strane OSI i TCP/IP modeli protokola u višim slojevima kojima TASE pripada, nije predmet ovog rada s obzirom da je to opšta tema, a ovdje se bavimo posebnostima u vezi sa daljinskim upravljanjem.

Objasnimo sada korišćenje dve mrežne veze. Kada su dve mreže različite npr. mreža A je ATM mreža, a mreža B je IP mreža koja ide preko iznajmljenih linija i koja nema zajedničkih resursa sa mrežom A, onda je sasvim jasno da će dve mrežne veze imati različite SAP-ove (Service Access Point). Štaviše, tada će različite celine biti korisnici mrežnog servisa, a eventualno će i protokoli iznad tog mrežnog servisa biti različiti (AAL, TCP i dr.). Ukoliko su dve veze uspostavljene kroz dve mreže iste vrste, dakle kroz dve ATM mreže, pretpostavljamo da će opet postojati različiti korisnici mrežnih veza.

Objasnimo sada protokole aplikacionog sloja, servise koji se pružaju i servise koji se koriste. Što se aplikacije daljinskog upravljanja tiče, ona se obraća jednoj vezi (to je aplikaciona asocijacija), koja je realizovana pomoću dve mrežne veze i po par veza u svakom sloju iznad mrežnog sve do aplikacionog. Protokoli aplikacionog sloja koriste dve različite donje veze, a aplikacija se obraća jednoj aplikacionoj asocijaciji. Što se aplikacije tiče, ona treba da bude uključena u uspostavljanje aplikacione asocijacije. U fazi prenošenja podataka, aplikacija predaje podatke aplikacionoj asocijaciji. U slučaju problema, aplikaciona asocijacija jeste, a aplikacija nije, uključena i ponovnu predaju podataka, kao i proveru i ispravljanje greške zbog mogućeg dupliranja podataka, bitskih grešaka ili čak gubitka podataka.

Kako je samo jedna veza u upotrebi, a druga je u "standby" režimu, aplikacioni protokol koristi komunikacioni servis ispod njega na uobičajen način, osim u slučaju da se pojavi problem (zbog pada primarne veze, privremenih produženih kašnjenja i sl.). U tom slučaju aplikaciona asocijacija treba da se prebaci na sekundarnu vezu. Pri prebacivanju na sekundarnu

vezu, da bi se očuvala sinhronizacija rada aplikacionog protokola, prenošenje podataka treba da počne od sinhronizacione tačke. Tako npr. TASE.1 koristi RTSE koji obezbeđuje potvrđeni prenos podataka. Kada se zamenjuje primarna za sekundarnu vezu, nedovršeni RTSE (Reliable Transfer Service Element) transfer ukoliko postoji, treba da bude ponovljen kroz drugu vezu.

## 6. QRSE

Upravljačke funkcije se obavljaju unutar aplikacionog sloja čime se aplikaciona asocijacija kontrolise. U tu svrhu, predlažemo novi aplikacioni servisni element: QRSE (Quality, Reliability and Security service Element).

QRSE pripada kontrolnoj ravni u referentnom modelu za B-ISDN protokole, a može koristiti i davati servis i upravljačkoj ravni. Ukoliko se ne primenjuje taj profil onda je QRSE samo još jedan aplikacioni servisni element.

QRSE takođe obavlja signalizaciju i nadzire dve donje veze: aktivnu primarnu i pasivnu sekundarnu. On održava sekundarnu vezu živom. On takođe pomaže u procesu donošenja odluke o tome da li su zahtevane vrednosti parametara kvaliteta servisa ispoštovane ili ne za svaku pojedinačnu vezu (kašnjenje, raspoloživost, bezbednost i sl.). Podržana je veza velike elastičnosti.

Proces donošenja odluke treba da bude specifikovan i uključen u aplikaciju upravljanja komunikacijom (ovo je analognog upravljačkoj aplikaciji koja se izvršava nad MfB- Management Information Base) i saglasno [5]. Alternativno, metode i algoritmi treba da budu specifikovani i implementirani unutar QRSE protokola kao što se često čini u TCP/IP RFC dokumentima.

Metode, algoritmi, alatke, sredstva, programski interfejsi i slično što se odnosi na upravljanje komunikacijama su van fokusa ovog rada.

Tabela 1. *Elementi QRSE servisa i primitive*

| element / primitiva | request | indicati on | respon se | confirm |
|---------------------|---------|-------------|-----------|---------|
| CONNECT NEW         | x       | x           | x         | x       |
| PROBLEM             |         | x           |           |         |
| TRAFFIC             | x       | x           | x         | x       |
| QUALITY             | x       |             |           | x       |

Tabela 1 predstavlja pregled elemenata QRSE servisa i njegove primitive. QRSE koristi servise ravni prenosa podataka i servise kontrolne ravni, a i u interakciji je sa upravljačkom ravni. Interakcija QRSE sa okolnim celinama, kao i detaljniji opis njegovih funkcija, nisu sadržani u ovom radu.

## 7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je razmatrana mogućnost korišćenja ATM mreža za daljinsko upravljanje. Vodeći se zahtevom za visokom pouzdanošću predloženo je korišćenje dve, po putevima nezavisne, mrežne veze. Pri tome se dozvoljava da druga veza bude ostvarena kroz bilo koju mrežu, dok je za prvu vezu pretpostavljena ATM mreža.

U aplikacionom sloju je prihvaćeno korišćenje već standardizovanog TASE servisnog elementa. Što se aplikacije daljinskog upravljanja tiče, ona se obraća jednoj vezi (to je aplikaciona asocijacija), koja je realizovana pomoću dve mrežne veze i po par veza u svakom sloju iznad mrežnog sve do aplikacionog.

Uočeno je da je pogodno uvesti novi aplikacioni servisni element koji se naziva QRSE, čiji je zadatak upravljanje ovakvom aplikacionom asocijacijom, upravljanje korišćenjem dvojnih veza i servisa nižih slojeva, uključujući i uspostavljanje sekundarnih veza. Predložene su moguće primitive servisa za QRSE.

### LITERATURA

- [1] ITU-T I.121 Broadband Integrated Services Digital Networks (B-ISDNs) (grupa preporuka).
- [2] ITU-T I.362 BISDN ATM adaptation layer (AAL) (grupa preporuka).
- [3] CIGRE Ref 79 WG 35.03, The Use of the Transport Layer in Telecontrol Systems, June 1993.
- [4] V. Zarić, M. Zafirović-Vukotić, "Analiza postupka rekonfiguracije DQDB mreže", Zbornik radova XL konferencije ETRAN-a, sveska II, Budva, juni 1996, str. 106-109.
- [5] A. Campbell, G. Coulson, D. Hutchison, "A quality of service architecture", *ACM SIGCOMM Comp. Commun. Rev.*, vol. 24, no. 2, April 1994, pp. 6-27.
- [6] IEC 870-6-501/2: Telecontrol equipment and systems -Part 6: Telecontrol protocols compatible with ISO standards and ITU-T recommendations - Section 502/1: TASE.1 service/protocol definitions.
- [7] CIGRE Ref 107 WG35.07 Power System Communications in the High Speed Environment, 1996.
- [8] ISO 8073, ITU-T X.224, Connection Oriented Transport Protocol Specification.

### APENDIKS

Funkcije transportnog sloja mogu biti korišćene da bi se sekundarna veza održala živom. Do sada standardizovane ATM i AAL funkcije ne obuhvataju i kontrolu neaktivnosti.

Saglasno standardnom TP4 [8], *tajmer neaktivnosti* (*t*) se koristi da bi se odredilo da li je transportna veza živa ili ne. Odredimo vrednost tajmera neaktivnosti koja može biti korišćena za daljinsko upravljanje. Ta vrednost je:

$$I = 2 * N * \max \{ T1, W \} \quad (A.1)$$

gde

N- maksimalni broj TPDU-ova koji mogu biti poslati bez potvrde; Uzimamo

$$N = 10 \quad (A.2)$$

W- maksimalno vreme koji čeka transportna celina potvrdu TPDU-a pre nego što počne sopstvenu ponovnu predaju; Pri velikim brzinama, komunikaciji sa malim kašnjenjima, kao što je ovde slučaj,  $W < T1$ .

$$T1 - vreme ponovne predaje i jednako je \quad (A.3)$$

$$T1 = 2 * TPDU\_propagation\_delay + TPDU\_transmission\_time + ACK\_transmission\_time$$

Da bismo odredili vrednost *I*, pretpostavljamo da je propusnost transportne veze 5 Mb/s. Maksimalna dužina TPDU-a je 8192 okteta, a TPDU transmission\_time, dakle trajanje predaje jednog TPDU je

$$TPDU\_transmission\_time = \frac{8192 \text{ octet}}{5 \text{ Mb/s}} = 13.1 \text{ ms} \quad (A.4)$$

Uzimajući,

$$TPDU\_propagation\_delay = 1 \text{ ms} \quad (A.5)$$

dobijamo

$$T1 \leq 30 \text{ ms} \quad (A.6)$$

Dalje, iz (A.1), (A.2) i (A.6) sledi,

$$I = 600 \text{ ms} \quad (A.7)$$

Da bi se transportna veza održala živom, i da bi se proverila mrežna veza, svaka transportna celina treba da pošalje poseban TPDU (saglasno TP4 to je ACK TPDU), približno 100ms posle poslednje aktivnosti na svakoj mrežnoj vezi.

*Abstract - Protocol architecture suitable for telecontrol over an ATM network is considered in this paper. Telecontrol requires high performance network services and end-to-end services, such as high availability, bounded data transfer delays, integrity and security. Protocols throughout the layers are discussed, starting from the application layer. Two network connections, and a single application association is used. A new control plane common application service element QRSE is proposed.*

### CONFIGURATION, PROTOCOLS AND QUALITY OF SERVICE FOR TELECONTROL OVER ATM

M. Zafirović-Vukotić, V. Zarić