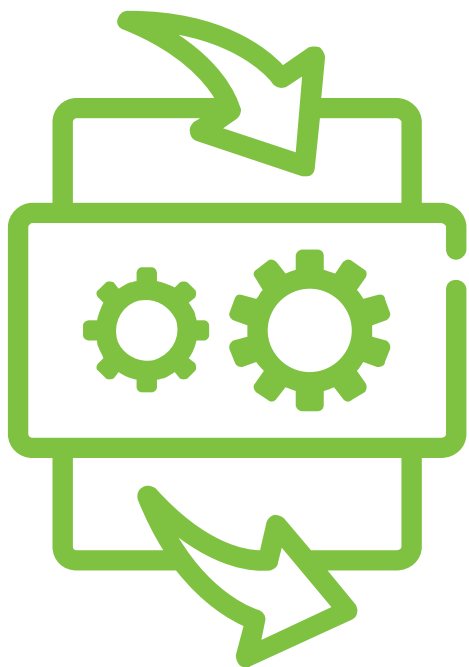


Revija

ISSN 1332-1382

Broj/No 1, 2011. Ericsson Nikola Tesla d.d.



PARALELNI SIP PARSER
NA VIŠEJEZGRENIM PROCESORIMA

USLUGE NAPREDNE KOMUNIKACIJE
ZA POSLOVNE KORISNIKE



ČETVRTA GENERACIJA
IP MREŽA



ERICSSON



Revija

Broj 1/2011.

ISSN 1332-1382

Izdavač:

Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45, p.p. 93
HR – 10 002 Zagreb
Hrvatska

e-mail: etk.company@ericsson.com

tel.: +385 1 365 4647

tel.: +385 1 365 4055

Priprema:

Kompanijske komunikacije
Ericssona Nikole Tesle

Uredništvo:

Snježana Bahtijari, Hrvoje Benčić,
mr. sc. Tomislav Blajić, Damir Bušić,
dr. sc. Saša Dešić, mr. sc. Boris Drilo,
mr. sc. Branko Dronjić, mr. sc. Jasna Glavaš,
mr. sc. Gordana Kovačević, mr. sc. Smiljan Pilipović,
Igor Poljanšek, Željko Popović,
mr. sc. Dinka Vuković, mr. sc. Milan Živković

Glavna urednica:

mr. sc. Jasna Glavaš

Grafička urednica:

Ana Hećimović



Ohrabren sve raširenijom primjenom širokopojasnog pristupa Internetu te upotrebom raznovrsnih prijenosnih, a ponajprije tablet računala, izdavač „Revije“ odlučio je, zasada, nastaviti publiciranje ovog stručnog časopisa isključivo u e-formi. Time osiguravamo nastavak redovitog izlaženja te aktualnost sadržaja. Stoga je i recentni broj primarno prilagođen čitanju izravno s računala ili, ovisno o preferencijama čitatelja, ispisu pojedinačnih članaka.

Ključne teme broja vezane su uz specifične probleme paralelnog procesiranja u višejezgrenim procesorima, usluge napredne komunikacije za poslovne korisnike te četvrtu generaciju IP mreža.

Novi broj, potpuno nestandardno, otvara tema koja nije izravno i/ili isključivo vezana uz Ericssonov portfelj proizvoda i rješenja. U prvom je članku prikazan dizajn paralelnog parsera za protokol uspostave sjednice (SIP) te načela višejezgrenih implementacija. Detaljno je opisan algoritam parsera, neovisan o konkretnom programskom jeziku, te implementacija algoritma u dva programska jezika namijenjena programiranju višejezgrenih procesora. Tekst sadrži i prikaz eksperimentalnih rezultata koji pokazuju uspješnu implementaciju paralelnog SIP parsera te potvrđuju ispravnost dizajna paralelnog parsera. Važno je spomenuti da su implementacije parsera ispitane službenim SIP-ovim ispitnim porukama.

Sljedeći tekst opisuje cjelovito komunikacijsko rješenje za poslovne i krajnje korisnike, Ericssonov Business Communication Suite (BCS), koje korisnicima omogućava pristup uslugama poslovne suradnje neovisan o pristupnom uređaju, a kompanijama omogućuje kontrolu troškova i povećanje efikasnosti poslovanja. Uvođenje BCS rješenja u mrežnu arhitekturu znači poboljšanje kvalitete komunikacije i za operatore, dok korisnici dobivaju novu dimenziju dostupnosti, mobilnosti i produktivnosti. Opisano rješenje utemeljeno je na standardima te usklađeno s trendovima modernizacije mreža i prelaskom na konvergentne mreže utemeljene na arhitekturi IP multimedijskog podsustava (IMS).

Konačno, zaključni je članak posvećen četvrtoj generaciji IP mreža koje karakterizira znatan porast mobilnog širokopojasnog pristupa, video promet, usluge u oblaku i mogućnosti priključenja velike količine raznovrsnih uređaja. Stoga dizajn tih novih mreža mora omogućiti jednostavnu prilagodbu tako nametnutim novim zahtjevima te odrediti novi pristup arhitekturi IP mreže. Ovaj članak također daje i pregled odgovarajućih Ericssonovih proizvoda i rješenja koje je moguće lako i brzo prilagoditi novim modelima korištenja te složenim zahtjevima na mrežne performanse.

Više o svemu pročitajte u člancima novog broja stručnog časopisa „Revija“.

Jasna Glavaš
glavna urednica



SADRŽAJ:

I	PARALELNI SIP PARSER NA VIŠEJEZGRENIM PROCESORIMA	STR. (5 - 14)
II	USLUGE NAPREDNE KOMUNIKACIJE ZA POSLOVNE KORISNIKE	STR. (15 - 36)
III	ČETVRTA GENERACIJA IP MREŽA	STR. (37 - 50)



Ivan Skuliber, Tomislav Štefanec

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Hrvatska
Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia

PARALELNI SIP PARSER NA VIŠEJEZGRENIM PROCESORIMA

PARALLEL SIP PARSER ON MULTICORE PROCESSORS

Sažetak

Rad prikazuje paralelni parser za protokol uspostave sjednice (SIP). SIP je protokol koji koristimo u 3GPP-ovom radnom okviru višemedijskog podsustava zasnovanog na Internet protokolu (IP Multimedia System - IMS). Parser koristi višestruke jezgre višejezgrenog procesora i zasniva se na SIP-ovoj službenoj gramatici napisanoj u proširenom *Backus Naur* obliku, kojim se definiraju SIP-ove leksičke i sintaksne značajke. Rad detaljno opisuje algoritam parsera, neovisan o konkretnom programskom jeziku, te implementaciju algoritma u dva programska jezika namijenjena programiranju višejezgrenih procesora (C++ s CILK višejezgrenom bibliotekom i Java s JSR-166 višejezgrenom bibliotekom). Implementacije parsera ispitane su službenim SIP-ovim ispitnim porukama. Na kraju rada prikazana su eksperimentalna mjerenja te obrazložene prednosti i nedostaci pojedine implementacije.

Abstract

The paper presents a parallel parser for the Session Initiation Protocol (SIP), a protocol used in the 3GPP's IP Multimedia System (IMS) framework. The parser utilizes multiple cores of a multicore processor and is based on SIP's official Augmented Backus Naur Form (ABNF) grammar that specifies SIP's lexical and syntactic properties. The paper describes in detail the parser's algorithm, which is not bound to any programming language and its implementations in two multicore-oriented programming languages (C++ with CILK multicore library and Java with JSR-166 multicore library). The parser's implementations are tested with official SIP Torture suite of messages. Experimental results are shown and based upon them the strengths and weaknesses of each of the implementations are discussed.

KLJUČNE RIJEČI:	KEY WORDS:
Protokol za uspostavu sjednice (SIP) Paralelno parsiranje	Session Initiation Protocol (SIP) Parallel parsing
Višejezgreni procesori	Multicore processors

1 Uvod

Zahvaljujući sveprisutnosti i prihvaćenosti usluga zasnovanih na Internet protokolu (IP) sve veća je važnost protokola poput protokola za uspostavu sjednice (engl. Session Initiation Protocol, SIP). SIP je tekstualno zasnovan signalizacijski protokol za stvaranje, upravljanje, izmjenu i zatvaranje sjednica [1]. Osnovni je protokol u 3GPP-ovom IP Multimedia System (IMS) radnom okviru, a primarnu namjenu ima u uspostavi i upravljanju audio i video pozivima (npr. VoIP i telekonferencije), IPTV-u te instant porukama (engl. instant messaging).

Službena specifikacija SIP standarda sadrži formalnu gramatiku napisanu u proširenom Backus Naur obliku (engl. Augmented Backus Naur Form, ABNF) [2] čime je strogo definiran leksički i sintaksni zapis protokola. Takva je gramatika lako čitljiva i razumljiva, no istodobno zahtjeva iznimna računalna sredstva za validaciju ispravnosti SIP poruka. Postojeći radovi i istraživanja jasno pokazuju vremensku zahtjevnost i značajnu potrošnju računalnih sredstava prilikom obrade SIP poruka. Pri tome, trećina ukupnog vremena obrade SIP poruke troši se na postupak parsiranja SIP poruka [3, 4, 5]. Zbog toga je potencijalno ubrzanje postupka parsiranja SIP poruka itekako korisno, a korištenje višejezgrenih procesora je jedan od načina kojim se to ubrzanje može postići.

Parsiranje, u općenitom smislu, za dani tekstualni ulaz radi analizu ulaznog teksta. Analiza se izvodi prema pravilima definiranim u formalnoj specifikaciji, tzv. formalnoj gramatici. Uspješna analiza završava organiziranjem ulaznog teksta u hijerarhijske cjeline definirane formalnom specifikacijom. Neuspješna analiza označava neslaganje ulaznog teksta s formalnom specifikacijom. Primijenjeno na općeniti tekst, parsiranje bi tekst organiziralo u hijerarhijske cjeline od poglavlja, odjeljaka, paragrafa i rečenica sve do imenica, glagola, priloga, prijedloga i interpunkcijskih znakova. U pogledu SIP poruke, parsiranje analizira poruku u cilju prepoznavanja hijerarhijski organiziranih cjelina poruke pri čemu su te cjeline (SIP zahtjev, SIP odgovor, zaglavlja, oblik IPv4 i IPv6 adresa i dr.) formalno definirane SIP-ovom gramatikom. Osnovne informacije o parsiranju mogu se pronaći na stranicama [6].

U ovome radu opisan je dizajn i implementacija paralelnog SIP parsera namijenjenog izvođenju na višejezgrenim procesorima s ciljem poboljšanja radnih svojstava u usporedbi s tradicionalnim, jednojezgrenim SIP parserima. Potrebno je istaknuti kako su postupci parsiranja po prirodi slijedni postupci što otežava njihovu paralelizaciju. Zbog toga paralelizacija parsiranja ne jamči poboljšanje radnih svojstava [7]. Postojeći radovi s općeprihvaćenim SIP parserima potvrđuju ovu tvrdnju, jasno pokazujući da je razmjerni rast (engl. scalability) paraleliziranih SIP parsera već na višejezgrenim procesorima s tri i četiri jezgre manji od linearnog [8].

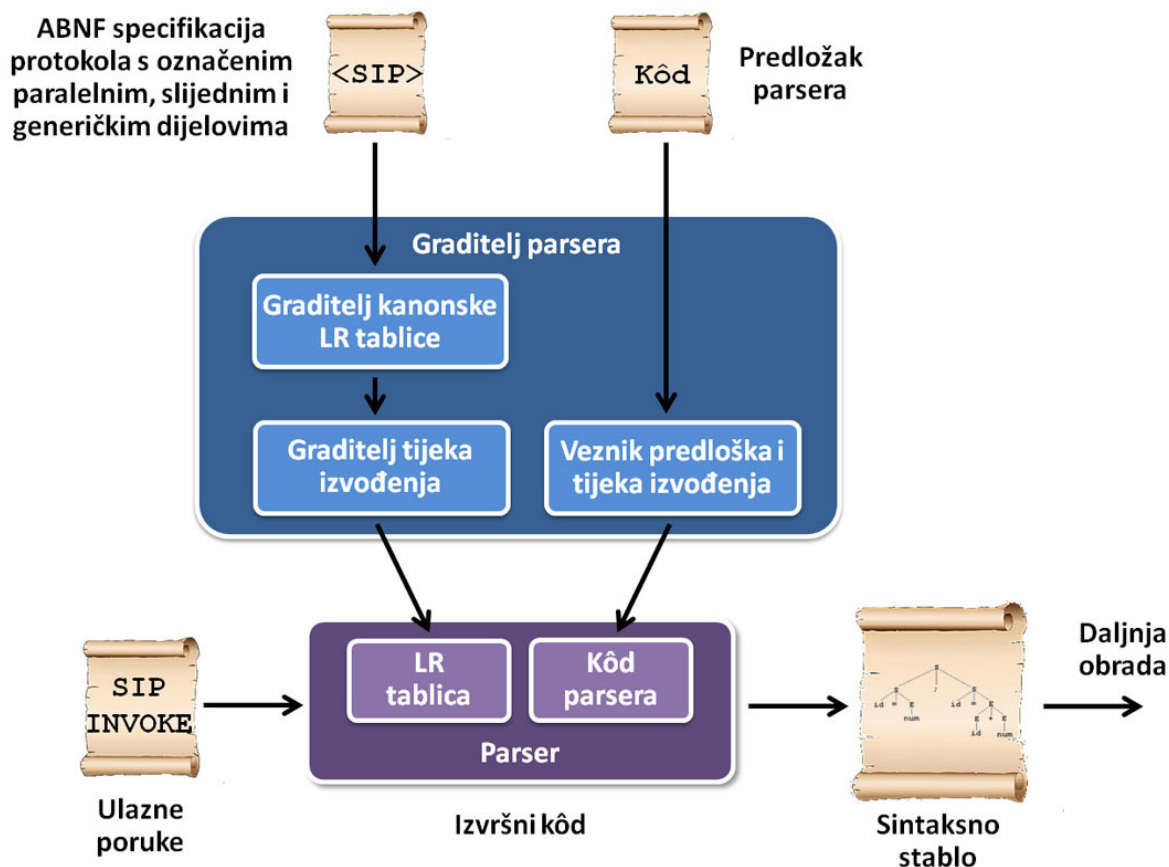
Implementacija paralelnog SIP parsera ostvarena je u programskom jeziku C++ pomoću CILK višejezgrene programske biblioteke [9] i programskom jeziku Java pomoću JSR-166 višejezgrene programske biblioteke [10]. Razlog odabira navedena dva programska jezika je njihova opća prihvaćenost te široka primjena, a razlog odabira navedenih višejezgrenih programskih biblioteka je mogućnost ostvarivanja paralelnih programa korištenjem jednostavnih programskih paradigmi i mehanizama.

2 Postupak izgradnje parsera

Za izradu paralelnog SIP parsera koristimo deterministički postupak generiranja kanonskog LR (eng. *Left to Right*) parsera na osnovi zadane gramatike parsera [7]. Navedeni postupak je izmijenjen u cilju stvaranja nedeterminističkih parsera na osnovi zadanih nedeterminističkih gramatika kao što su ABNF gramatike. Postupak generiranja kanonskog LR parsera je odabran jer prihvaća širok spektar potencijalnih formalnih gramatika i rezultira parserima s brzim vremenom izvođenja. Nadalje, navedeni postupak je jedan od osnovnih postupaka za prevođenje programskih jezika te su njegova svojstva dobro poznata.

Postupak izgradnje paralelnog SIP parsera prikazan je na slici 1. Ulazni parametri za izgradnju parsera su gramatička pravila u ABNF zapisu (u ovom slučaju, pravila SIP gramatike iz [1, 9, 10]) te predložak samog parsera.

Predložak parsera sadrži generički algoritam za parsiranje kojim se upravlja kroz podatke iz tablice parsera. Kao što je već naznačeno u uvodu, predlošci su ostvareni u programskom jeziku C++ uz korištenje CILK višejezgrene programske biblioteke te u programskom jeziku Java uz korištenje JSR-166 višejezgrene programske biblioteke. Predlošci su zapravo nedeterministički potisni automati koji čitaju znak po znak iz ulazne poruke te na osnovu pročitanoj znaku i stanja internog stoga [11] prelaze u novo stanje. Prijelazom u novo stanje mijenja se stanje internog stoga te se parser pomiče na idući znak u ulaznoj poruci. Dodatno, predložak sadrži listu instrukcija u meta-jeziku koje definiraju pozive funkcija za određena gramatička pravila.



Slika 1: Postupak izgradnje paralelnog SIP parsera

Instrukcije u meta-jeziku se obrađuju u generatoru parsera, gdje se povezuju s odgovarajućim dijelovima LR tablice. U konačnici, na osnovu predloška parsera i LR tablice, generator parsera stvara izvorni kod parsera koji je vezan na tu specifičnu LR tablicu.

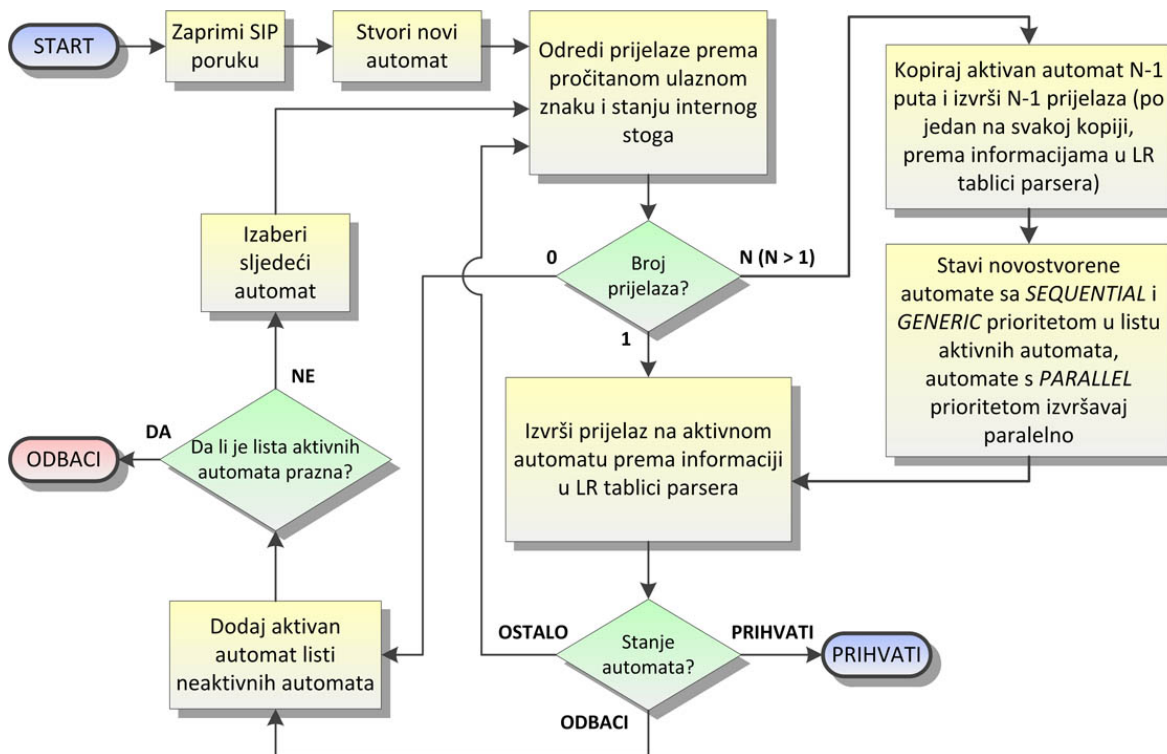
ABNF zapis gramatičkih pravila omogućava stvaranje kanonske LR tablice prema postupku opisanom u literaturi [7] uz dodatak proširenja koja omogućavaju nedeterminizam [12]. Dodatno, gramatička pravila proširena su s paralelizacijskim prioritetima, čime su naznačeni nedeterministički dijelovi gramatike koji se mogu paralelno obrađivati. Za SIP gramatiku razlikujemo tri tipa paralelizacijskih prioriteta. *PARALLEL* paralelizacijski prioritet označava gramatičko pravilo koje se može paralelno obrađivati. Na primjer, sva pravila vezana uz SIP zaglavlja označavamo *PARALLEL* paralelizacijskim prioritetom te na taj način omogućavamo da se svako pojedino zaglavlje može obrađivati potpuno neovisno o drugim zaglavljima i u isto vrijeme kad i druga zaglavlja. *SEQUENTIAL* paralelizacijski prioritet označava pravila koja se moraju obrađivati slijedno te da se njihova obrada ne može paralelizirati. Na primjer, sva pravila vezana uz leksičke jedinice (engl. token) moraju biti označena ovim paralelizacijskim prioritetom jer ona definiraju razmake, riječi i bročane konstante koje koristimo svugdje u SIP gramatici. Kad ta pravila ne bi bila označena *SEQUENTIAL* paralelizacijskim prioritetom, tad bi se u vrlo kratkom vremenu stvorio velik broj dretvi (paralelnih procesa s gledišta višejezgrenih programskih biblioteka, engl. thread) koje bi zagušile današnje višejezgrene procesore. Treći paralelizacijski prioritet korišten u SIP gramatici je *GENERIC*. Ovaj prioritet je specifičan za SIP gramatiku i koristimo ga za označavanje gramatičkih pravila koja služe proširivanju SIP-a i omogućavaju prihvaćanje gotovo bilo kakve ulazne poruke. Uobičajene SIP poruke ne koriste ova pravila, već se ona primjenjuju jedino kod manjeg broja specifičnih testnih poruka [13]. Zbog toga je *GENERIC* najniži paralelizacijski prioritet i označava pravila koja će se koristiti tek kad su sve druge mogućnosti iskorištene. Ovakav pristup može negativno utjecati na radna svojstva u slučaju parsiranja specifičnih testnih poruka, ali osigurava ispravno parsiranje svih SIP poruka napisanih u skladu sa SIP standardom.

Generirana LR tablica za SIP gramatiku je iznimno velika (više od 300 MB). Zbog toga ju je nužno optimirati korištenjem agregacije prijelaza pomoću grupa znakova, pri čemu se agregiraju prijelazi koji za različite ulazne znakove iz trenutnog stanja prelaze u isto stanje, te putem eliminacije višestrukih identičnih stanja i mogućih grana parsiranja. Nakon optimizacije, generirana LR tablica zauzima nešto više od 30 MB (deseterostruko smanjenje). Konačno, generator parsera računa *hash* vrijednost (mjesto u nizu elemenata

na kojem treba tražiti odgovarajuću vrijednost) za svako pravilo gramatike te organizira izračunate *hash* vrijednosti u četiri razine instrukcija tijekom izvođenja (engl. *control-flow statements*), čime se omogućava brz i učinkovit pristup svakom gramatičkom pravilu.

3 Algoritam paralelnog parsiranja

Paralelni SIP parser zasnovan je na generičkom algoritmu za parsiranje prikazanom na slici 2.



Slika 2: Algoritam paralelnog SIP parsera

Algoritam svoj rad započinje primanjem SIP poruke i stvaranjem novog nedeterminističkog potisnog automata. Zatim počinje sam postupak parsiranja, odnosno glavna petlja parsera. Postupak parsiranja čita znak po znak iz SIP poruke s ciljem završavanja čitanja cijele SIP poruke u trenutku kada se potisni automat nalazi u stanju kojim se označava ispravnost SIP poruke (npr. automat obradu završava u stanju prihvaćanja poruke). Prijelazi između stanja automata odvijaju se na osnovu pročitanoj znaku ulazne poruke i vrijednosti internog stoga. Kod nedeterminističke gramatike, kao što je SIP gramatika, može se dogoditi da za pročitani znak i vrijednosti internog stoga postoji više mogućih prijelaza. Kod slijednih parsera moguće je izvršiti samo jedan prijelaz [12], dok se kod paralelnih parsera teoretski mogu izvršiti svi prijelazi stvaranjem odgovarajućeg broja dretvi od kojih svaka predstavlja jedan mogući prijelaz. Trenutačno je ova mogućnost paralelnih parsera još isključivo teoretska budući da stvaranje velikog broja dretvi može izazvati ozbiljno narušavanje radnih svojstava, zbog zagušenja procesora i memorije. Prema tome, potrebno je odabrati podskup prijelaza koji će se izvršiti paralelno, dok će se ostali prijelazi izvršiti slijedno. Prijelazi koji će se izvršiti paralelno i oni koji će se izvršiti slijedno odabiru se na temelju paralelizacijskih prioriteta opisanih u poglavlju "Postupak izgradnje parsera". Prijelazi označeni s *PARALLEL* izvršavaju se paralelno; svaka dretva dobiva kopiju potisnog automata, što uključuje stanje automata, stanje internog stoga i poziciju zadnjeg pročitanoj znaka iz ulazne poruke te nad svojim automatom izvršava prijelaz. Prijelazi označeni sa *SEQUENTIAL* i *GENERIC* spremaju se u listu aktivnih automata i obrađuju se tek kad trenutačni automat odbaci poruku, odnosno kad iscrpi sve moguće prijelaze.

U cilju dodatnog smanjenja nedeterminizma parsiranja SIP poruka, koristi se lista neaktivnih automata. Lista neaktivnih automata sadrži *hash* vrijednosti automata koji su odbacili poruku. *Hash* vrijednosti automata se računaju u trenutku kad automat može izvršiti više od jednog prijelaza te se računaju na osnovu trenutnačne pozicije u ulaznoj poruci, zadnjeg pročitano znaka i gornjih pet vrijednost internog stoga. Takva *hash* vrijednost omogućava provjeru prijelaza, čime izbjegavamo ponavljanje prijelaza koji su već prije bili ispitani. Lista aktivnih automata sadrži *hash* vrijednosti neobrađenih prijelaza (i odgovarajućih automata), čime izbjegavamo uvišestručavanje aktivnih automata.

Obrada SIP poruke završava ili prihvatanjem ili odbacivanjem ulazne poruke. Poruka se prihvaća ako bar jedan potisni automat završi u stanju prihvatanja, a odbacuje se ako svi automati završe u stanju odbacivanja i lista aktivnih automata je prazna.

3.1 C++ s CILK višejezgrenom bibliotekom

Implementacija paralelnog SIP parsera u programskom jeziku C++ sa CILK višejezgrenom bibliotekom izravno slijedi postupak parsiranja opisan u poglavlju "Algoritam paralelnog parsiranja". Glavna petlja parsera koja čita znak po znak iz ulazne poruke ostvarena je kao rekurzivna metoda koja se poziva kad treba pročitati sljedeći znak. Paralelizacija je ostvarena pomoću CILK-ove paralelne *for*-petlje (ključna riječ *cilk_for*) koja se koristi za paralelno izvršavanje svih prijelaza označenih *PARALLEL* paralelizacijskim prioritetom. Na taj način se rekurzivni pozivi svakog od ovih prijelaza izvršavaju paralelno. Prijelazi označeni sa *SEQUENTIAL* i *GENERIC* obrađuju se korištenjem normalne *for*-petlje programskog jezika C++ i svi rekurzivni pozivi se izvršavaju u istoj dretvi.

3.2 Java s JSR-166 višejezgrenom bibliotekom

Inicijalna JSR-166 implementacija paralelnog SIP parsera koristila je ista načela kao i CILK implementacija. No, kako JSR-166 višejezgrema biblioteka ne ograničava maksimalni broj korištenih dretvi, bilo je potrebno uvesti mehanizam nadziranja broja trenutno korištenih dretvi i ograničavanja maksimalnog broja dretvi u sustavu.

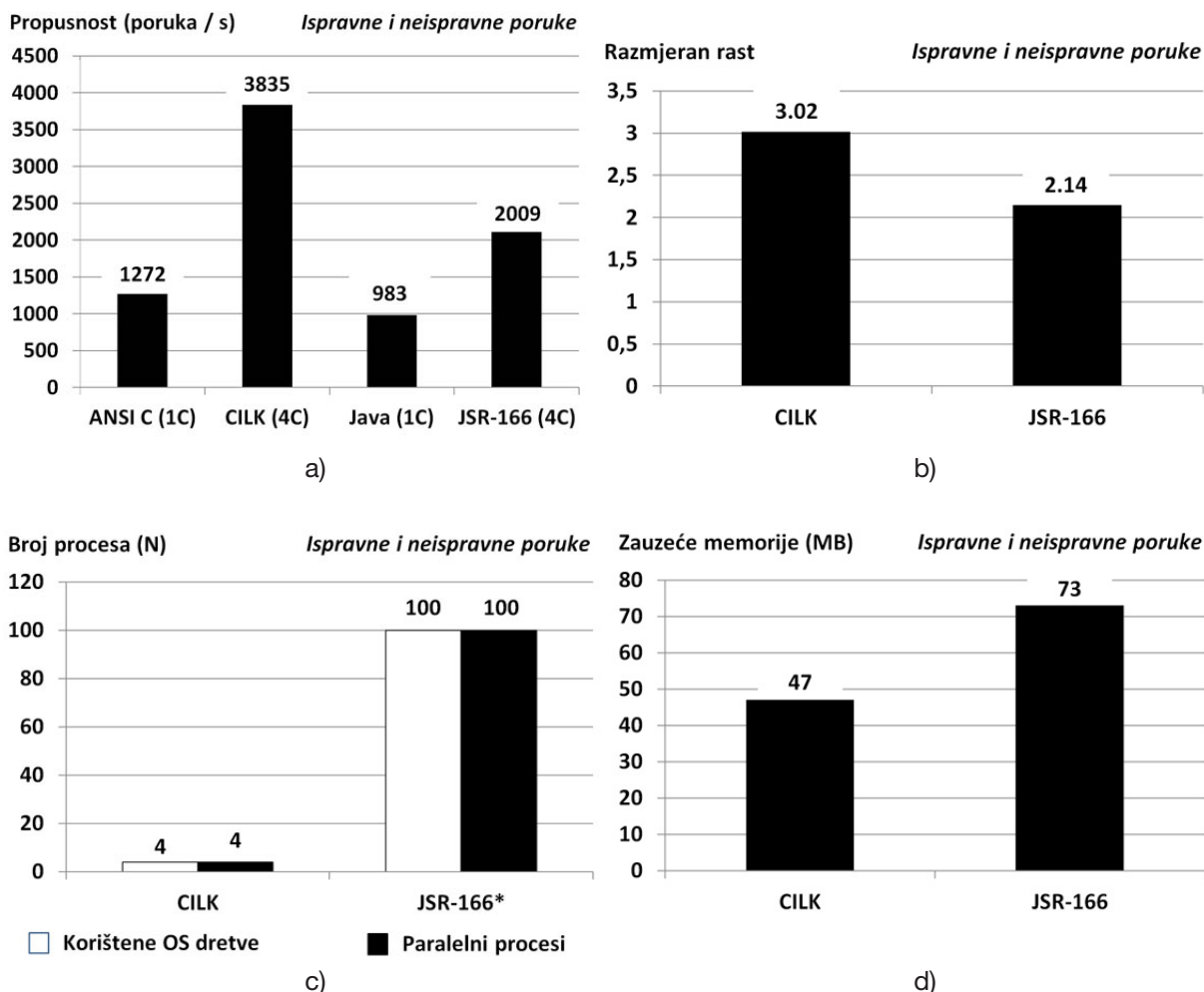
Glavna petlja parsera ostvarena je, kao i u slučaju CILK implementacije, kao rekurzivna metoda koja se poziva kod čitanja sljedećeg znaka ulazne poruke. Razlika postoji zbog nadzornog mehanizma koji za prijelaze označene s *PARALLEL* ne stvara nove dretve odmah, već ih dodaje u listu zadataka (tzv. *callable tasks* u Javi). Prije izvršavanja zadataka provjerava se trenutni broj dretvi te se zadaci izvršavaju ako je taj broj dretvi manji od maksimalnog. U suprotnom, odgovarajući automati se dodaju u listu aktivnih automata i obrađuju se slijedno.

4 Eksperimentalna mjerenja

Za procjenu uspješnosti paralelizacije slijednog parsera izvršena je analiza radnih svojstava implementacije paralelnog SIP parsera. Mjerenja su provedena na računalu s četverojezgrenim Intel Q9400 procesorom frekvencije 2.66 GHz i 4 GB radne memorije na kojem je instaliran Windows 7 SP 1 operacijski sustav. Procesor nema *hyper-threading* mogućnosti te je maksimalan broj simultanih dretvi 4.

Paralelni SIP parser ostvaren uz pomoć CILK-a koristi zadnju verziju CILK-a tvrtke Cilk Arts Inc. To je verzija prije nego je CILK integriran u Intelove proizvode za razvoj paralelnog softvera, dok paralelni SIP parser ostvaren u Javi koristi JSR-166 verzije "y". Mjerenja su provedena korištenjem 500 različitih poruka, što ispravnih, što neispravnih, prikupljenih iz uobičajenih poruka iz literature [1] te korištenjem testnih poruka iz literature [13, 14] i posebno osmišljenih varijanti tih poruka. Eksperiment je izvršavan tijekom 30 sekundi unutar kojih se ciklički obrađuje navedenih 500 poruka. Poseban naglasak u implementaciji paralelnih SIP parsera stavljen je na potpuno poštivanje formalne SIP gramatike [1], čime je osigurano točno prepoznavanje ispravnih i neispravnih SIP poruka što uključuje i specifične testne poruke.

Slika 3.a prikazuje propusnost svih implementacija paralelnih SIP parsera. Na slici su vidljiva i radna svojstva slijednih parsera implementiranih u ANSI C-u i Javi. Slijedni parseri koriste isti dizajn kao i paralelni parseri, osim što se se nikad ne stvaraju nove dretve već se koristi lista aktivnih automata u svim slučajevima kada bi se pokrenule nove dretve u paralelnim parserima [12].

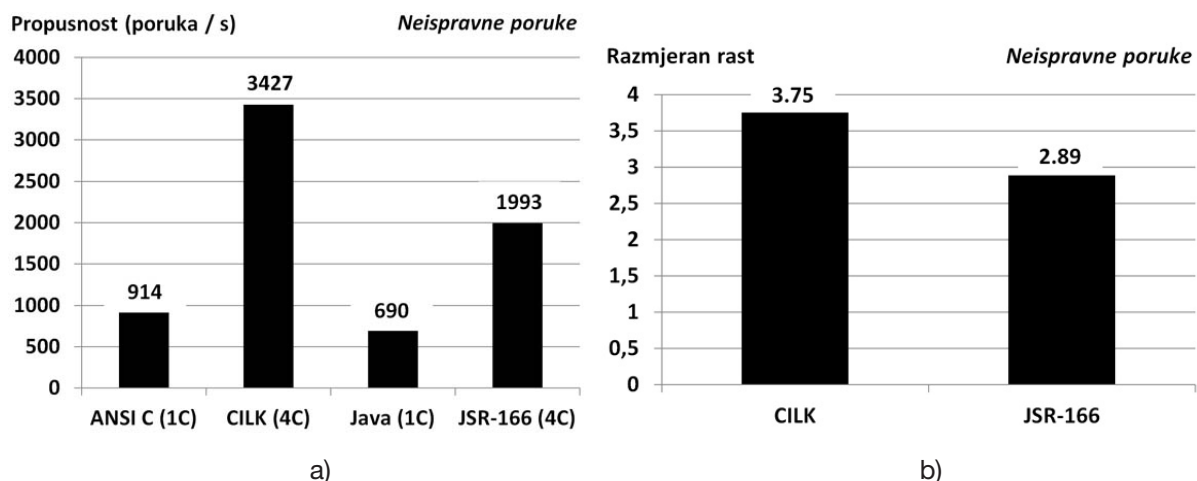


Slika 3: Analiza radnih svojstava implementacije paralelnog SIP parsera: a) propusnost; b) razmjernan rast paralelnog SIP parsera prilikom izvođenja na četverojezgrenom procesoru u odnosu na slijedni parser; c) usporedba korištenih dretvi operacijskog sustava u odnosu na korištene paralelne procese u višejezgrenoj biblioteci (* JSR-166 implementacija je programski ograničena na korištenje 100 paralelnih procesa); d) prosječno zauzeće radne memorije za vrijeme eksperimenata

CILK implementacija je dvostruko brža od JSR-166 implementacije. To je očekivani rezultat budući da JSR-166 implementacija koristi Java virtualni stroj te se izvršava kao interpretirani kôd, dok je CILK implementacija prevedena u strojni kôd, specifičan za korišteni procesor. U svojstvu razmjernog rasta CILK implementacija pokazuje rast manji od linearnog, ali istovjetan razmjernom rastu *open-source* SIP parsera koji su danas u upotrebi [8]. JSR-166 implementacija pokazuje još slabiju skalabilnost te samo dvostruki rast u odnosu na slijedni parser.

Kako bismo u potpunosti razumjeli rast manji od linearnog moramo analizirati radne karakteristike paralelnih SIP parsera. Potrebno je odrediti broj dretvi koje se stvaraju za vrijeme parsiranja te način njihovog raspoređivanja na dretve operacijskog sustava (slika 3.c). CILK implementacija u prosjeku koristi broj dretvi koji odgovara broju jezgara u procesoru, što znači da je svaki paralelni proces raspoređen na dretvu operacijskog sustava. JSR-166 implementacija na jednak način raspoređuje paralelne procese na dretve operacijskog sustava, ali ne ograničava ukupan broj dretvi u sustavu, što može dovesti do zagušenja procesora. Čak i za jednostavne SIP poruke, dužine svega 6-7 linija, JSR-166 implementacija stvara preko 400 paralelnih procesa koji zauzimaju jednak broj dretvi operacijskog sustava, što uzrokuje prestanak rada Java virtualnog stroja. Zbog toga je u JSR-166 implementaciji maksimalan broj dretvi ograničen na 100, što se pokazao kao izbor koji omogućava najbolju propusnost ove implementacije. Nadalje, lošiji razmjernan rast JSR-166 implementacije može se pripisati razlici u upravljanju dretvama između CILK i JSR-166 biblioteka.

Memorijski zahtjevi CILK implementacije su u prosjeku 50 MB radne memorije, a JSR-166 implementacije su prosječno 70 MB (slika 3.d), što je dvostruko više od slijednog ANSI C SIP parsera koji koristi svega 30 MB memorije, što je otprilike jednako veličini optimirane LR tablice za SIP [12].



Slika 4: Analiza radnih svojstava paralelnog SIP parsera prilikom parsiranja neispravnih SIP poruka: a) propusnost; b) razmjernan rast paralelnog SIP parsera prilikom izvođenja na četverojezgrenom procesoru u odnosu na slijedni parser

U slučaju parsiranja isključivo neispravnih poruka, radna svojstva implementacije paralelnog SIP parsera su znatno bolja (slika 4).

Naime, u tom slučaju potrebno je ispitati sve moguće puteve u sintaksnom stablu, odnosno sve nedeterminističke prijelaze u svim automatima koji parsiraju SIP poruke. Ispitivanje svih mogućih puteva odlično se može paralelizirati što potvrđuje razmjernan rast CILK implementacije parsera. Propusnost parsera u ovom slučaju je očekivano manja zbog ispitivanja svih mogućih puteva u sintaksnom stablu.

5 Zaključak

U ovome članku prikazan je dizajn paralelnog SIP parsera te načela višejezgrenih implementacija u programskom jeziku C++ pomoću CILK višejezgrene programske biblioteke i programskom jeziku Java pomoću JSR-166 višejezgrene programske biblioteke.

Eksperimentalni rezultati pokazuju uspješnu implementaciju paralelnog SIP parsera te potvrđuju ispravnost dizajna paralelnog parsera. Pri tome CILK implementacija pokazuje odličnu propusnost, dobar razmjernan rast i primjereno zauzeće memorije. Razmjernan rast je odličan u slučaju parsiranja neispravnih poruka kada se zahtijeva istraživanje svih mogućih puteva u sintaksnom stablu. JSR-166 implementacija ima u prosjeku 30% lošiju propusnost i manji faktor razmjernog rastajednim dijelom zbog toga što JSR-166 biblioteka ne koristi nikakav mehanizam za ograničavanje maksimalnog broja paralelnih procesa te raspoređivanja tih procesa na dretve operacijskog sustava.

6 Literatura

- [1] J. Rosenberg et al., SIP: Session Initiation Protocol, RFC 3261, IETF, 2002.
- [2] D. Crocker, P. Overell: "Augmented BNF for Syntax Specifications: ABNF", RFC 5234, IETF, 2008.
- [3] M. Cortes, J.E. Ensor, J.O. Esteban: "On SIP Performance", Bell Labs Technical Journal 9(3), Nov. 2004, p.p. 155-172
- [4] S. Wanke, M. Scharf, S. Kiesel, S. Wahl: "Measurement of the SIP Parsing Performance in the SIP Express Router", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4606/2007, Aug. 2007, p.p. 103-110
- [5] Nahum, J. Tracey, C. Wright: "Evaluating SIP Proxy Server Performance", In Proc. of the 17th International Workshop Network and Operating System Support for Digital Audio and Video(NOSSDAV), Urbana-Champaign, IL, USA, June 2007.
- [6] Parsing, <http://en.wikipedia.org/wiki/Parsing>
- [7] A. Aho, M. Lam, R. Sethi, J. Ullman: "Compilers: Principles, Techniques and Tools", 2nd Ed, Addison Wesley, 2006.
- [8] "PJSIP – High Performance Open Source SIP Stack", <http://www.pjsip.org/high-performance-sip.htm>
- [9] A. Vaha-Sipila: URLs for Telephone Calls, RFC 2806, IETF, 2000.
- [10] P. Mockapetris: Domain Names - Implementation and Specification, RFC 1035, IETF, 1987.
- [11] M. Sipser, Introduction to the Theory of Computation, PWS Publishing Co, 1996.
- [12] T. Štefanec, I. Skuliber: "Grammar-based SIP Parser Implementation with Performance Optimizations", to be published in Proc. of ConTEL 2011 conference, Graz, Austria, June 15-17, 2011.
- [13] V. Gurbani, C. Boulton, R. Sparks: "Session Initiation Protocol (SIP) Torture Test Messages for Internet Protocol Version 6 (IPv6)", RFC 5118, IETF, 2008.
- [14] R. Sparks et al: "Session Initiation Protocol (SIP) Torture Test Messages", RFC 4475, IETF, 2006.

7 Popis kratica

3GPP	Third Generation Partnership Project
ABNF	Augmented Backus Naur Form
IMS	IP Multimedia Subsystem
LR parser	Left-to-right parser producing Rightmost derivation
SIP	Session Initiation Protocol

Adrese autora:

Ivan Skuliber
e-mail: ivan.skuliber@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10002 Zagreb
Hrvatska

Tomislav Štefanec
e-mail: tomislav.stefanec@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10002 Zagreb
Hrvatska

Uredništvo je primilo rukopis 24. listopada 2011.



Vanesa Čačković

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Hrvatska
Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia

USLUGE NAPREDNE KOMUNIKACIJE ZA POSLOVNE KORISNIKE

BUSINESS COMMUNICATION SUITE

Sažetak

Ericssonov Business Communication Suite (BCS) je cjelovito komunikacijsko rješenje za poslovne i krajnje korisnike koji BCS uslugama poslovne suradnje mogu pristupati neovisno o tome koji pristupni uređaj koriste, povećavajući pritom dostupnost, mobilnost i produktivnost.

BCS kompanijama omogućuje kontrolu troškova i povećanje efikasnosti te ujedno korisnicima omogućava sve više traženu mobilnost.

Za operatore, uvođenje BCS rješenja znači obogaćivanje trenutne ponude potpunim rješenjem za objedinjenu komunikaciju. Uvođenjem takvog objedinjenog rješenja svojim poslovnim korisnicima, operatori i njihovi kupci razvijaju snažan partnerski odnos.

Abstract

Ericsson Business Communication Suite (BCS) is a comprehensive solution for enterprise communications. By removing device dependencies, implementing a unified collaboration experience and reducing latency, it brings accessibility, mobility, productivity and cost control to enterprises of all sizes.

BCS addresses many different communication needs of business organizations and their employees - in particular, their growing mobility requirements.

From an operator perspective, BCS offers a complete, unified communication solution that enables operators to offer a one-stop-shop proposition to the enterprise segment. Put another way, BCS transforms operators from “bit-pipe providers” into “enterprise partners” that are closely aligned with the enterprise's business goals.

KLJUČNE RIJEČI:	KEY WORDS:
BCS, Usluge napredne komunikacije za poslovne korisnike	BCS, Business Communication Suite
IMS, IP multimedijски podsustav	IMS, IP Multimedia Subsystem
UC, Objedinjena komunikacija	UC, Unified Communication
Usluge za poslovnu suradnju	Collaboration services
Informacija o dostupnosti	Presence
Konferencijske usluge	Conferencing
Mobilnost	Mobility
Konvergencija	Convergence

1 Uvod

Nema sumnje da tehnološki razvoj u zadnjih nekoliko godina ima utjecaja na način i količinu komunikacije koje je sve više, na sve više različitih načina, bilo u poslovnom svijetu za vrijeme radnog vremena ili u slobodno vrijeme. Komunikacija elektroničkom poštom zamijenila je pisanje pisama, elektronički kalendari zamijenili su papirnate, direktoriji su zamijenili starinske adresare.

Postalo je sasvim normalno da jedan prosječan zaposlenik neke tvrtke sa sobom nosi mobilni telefon i prijenosno računalo te da se u svakom trenutku, pa i od kuće, može spojiti na svoj e-sandučić elektroničke pošte ili čak na kompanijsku mrežu.

Prosječna kompanija (koja se ne bavi nužno nekom informacijskom djelatnosti) kao da ne postoji ukoliko nema e-mail adresu i web stranicu te pristup Internetu u svojim prostorijama.

Učestala komunikacija može značiti povećanje broja i kompleksnosti komunikacijskih rješenja kako za kompanije, tako i za operatore. Iz tog razloga nužno je na vrijeme prepoznati promjene te uvesti rješenja koja istodobno podržavaju više vrsta komunikacija. Tim rješenjima nužno je jednostavno upravljati, održavati ih i nadograđivati.

Ericssonov Business Communication Suite (BCS) je upravo takvo rješenje. Ono obuhvaća više aplikacija koje zajedno tvore rješenje za objedinjenu komunikaciju.

BCS rješenje obuhvaća sve suvremene načine komunikacije kao što su poručivanje (eng. messaging), govorna komunikacija, usluge napredne govorne komunikacije i konferencija u jednom rješenju koje je intuitivno i jednostavno za korištenje.

Objedinjena komunikacija za kompanije znači smanjenje troškova i poslovnih rizika te povećanje produktivnosti kroz održavanje novih načina rada i ubrzanje poslovnih procesa.

Operatori su, kako bi u današnje vrijeme opstali na tržištu, prisiljeni pratiti razvoj tehnologija i obogaćivati ponudu novim multimedijalnim uslugama. Činjenica je da se prihodi od govorne komunikacije svake godine sve više smanjuju i da su novi igrači na tržištu već uzeli dio prihoda. Cijena minute razgovora sve je manja, a korisnici biraju aplikacije prema korisnosti, prikladnosti i dostupnosti. Sama cijena minute više nije primaran faktor odabira. Komunikacijske platforme sve više nalikuju jedna drugoj, platforme elektroničke pošte često uključuju mogućnost uspostave govorne komunikacije (npr. Lync - Microsoft Outlook), chat je dostupan na servisima govorne komunikacije (Skype), društvene mreže u sebi imaju integriranu mogućnost chata i/ili govorne komunikacije (Facebook).

Uvođenje vertikalnih sustava koji dotiču samo određeni tip komunikacije za operatore nije dobro rješenje. Vertikalno rješenje znači uvođenje i zasebnog sustava podrške što rezultira povećanjem kompleksnosti mreže i troškova održavanja.

Rješenje je u uvođenju integriranog konvergentnog rješenja koje omogućuje nekoliko vrsta komunikacije, a koje se temelji na standardima i povezuje s kontrolnim slojem te sustavima podrške preko standardiziranih sučelja.

Ericsson vidi BCS kao jedno takvo rješenje. Ono je temeljeno na otvorenim standardima, a radi na komercijalno dostupnom hardveru. BCS se u arhitekturi IP multimedijalnog podsustava (IMS) nalazi na aplikacijskom sloju, a aplikacije koje BCS pruža dostupne su korisnicima preko svih vrsta pristupa, fiksne mreže, mobilne mreže ili IP mreže. BCS se sa sustavima podrške (provizioniranje, naplata, operativna podrška - OSS i sl.) integrira preko standardiziranih sučelja.

Ericssonova ideja je da BCS rješenje u budućim revizijama slijedi trendove na tržištu te da je implementacija novih funkcionalnosti pojednostavljena kroz standardizirana, otvorena sučelja: korisnik-mreža (eng. User-to-Network - UNI), mreža-mreža (eng. Network-to-Network - NNI), mreža-posao (eng. Network-to-Business - NBI) te sučelja aplikacijskog programiranja (eng. Application Programming Interface - API) i pružatelja usluge (eng. Service Provider Interface - SPI).

UNI je sučelje putem kojeg klijenti, npr. mobilni uređaji i IMS klijenti raznih proizvođača komuniciraju sa IMS mrežnim elementima.

NNI je sučelje koje omogućava operatorima da surađuju sa drugim operatorima, npr. u slučaju *roaming-a*.

NBI i API omogućavaju programerima povezivanje sa aplikacijama na unaprijed definirani i strukturirani način što pojednostavljuje i ubrzava razvoj novih aplikacija i funkcionalnosti.

2 Business Communication Suite rješenje – usluge napredne komunikacije za poslovne korisnike

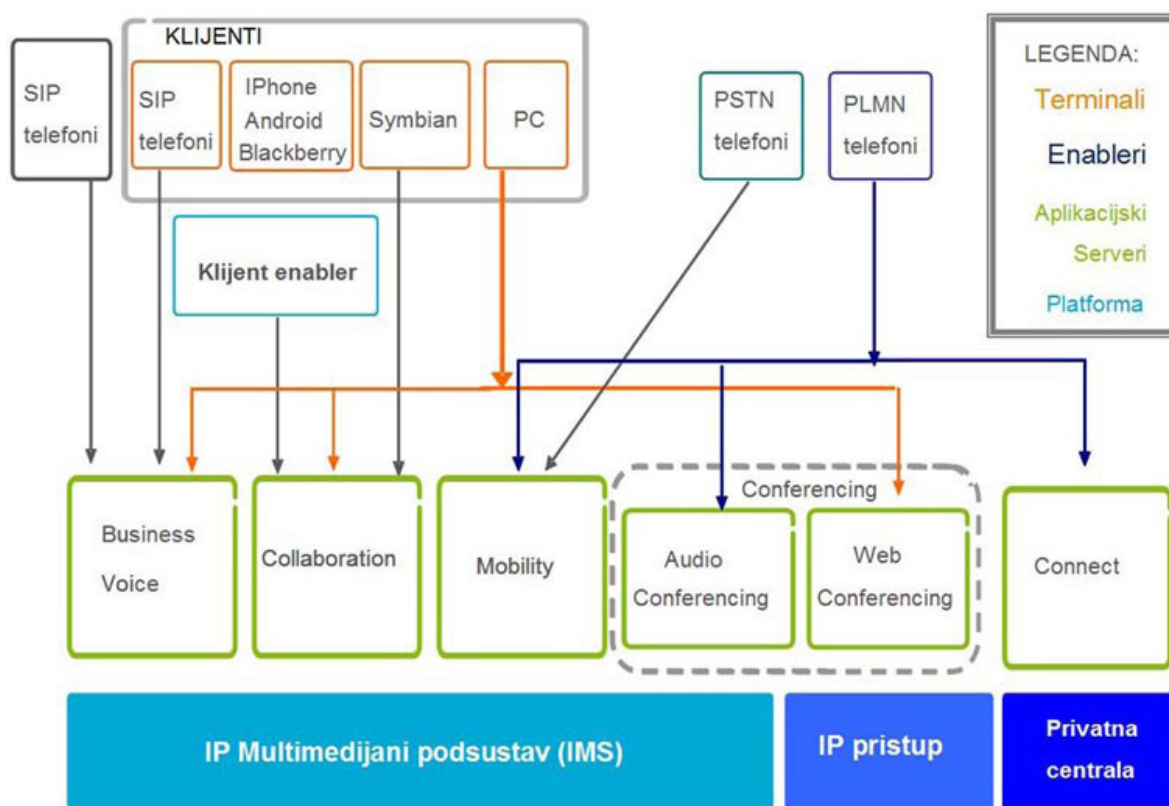
BCS rješenje sastoji se od nekoliko komponenti koje adresiraju četiri različita područja korisničkih usluga:

- » BCS Voice (napredne usluge govorne komunikacije za poslovne korisnike),
- » BCS Collaboration (BCS klijenti za mobilne i IP telefone, te povezivanje s poslovnim sustavima),
- » BCS Mobility (omogućava mobilnim i fiksnim TDM korisnicima pristup BCS rješenju),
- » BCS Conferencing (konferencijska rješenja),
- » BCS Connect (rješenja za spajanje mobilnih telefona s privatnim centralama (eng. PBX - Private Branch Exchange)).

BCS komponente mogu se implementirati zasebno ili zajedno sa drugim komponentama kao dio cjelovitog rješenja za objedinjenu komunikaciju za poslovne korisnike.

Ovaj članak detaljno opisuje komponente, međuzavisnost jedne komponente od drugih kao i usluge koje su adresirane pojedinom komponentom.

Komponente BCS rješenja prikazane su na slici 1.



Slika 1: Komponente BCS rješenja

3 BCS Business Voice – napredne usluge govorne komunikacije za poslovne korisnike

Neizostavan dio svakog komunikacijskog rješenja za poslovne korisnike su usluge govorne komunikacije. BCS Voice rješenje je Ericssonovo rješenje za osnovne i napredne usluge govorne komunikacije, a namijenjeno je prvenstveno malim i srednje velikim kompanijama te malim uredima. Pod pojmom mala

kompanija podrazumijeva se kompanija s maksimalno 50 zaposlenika, a srednje velika kompanija je ona s minimalno 50 do maksimalno 250 zaposlenika. Pod pojmom mali ured podrazumijevaju se kompanije s maksimalno 10 zaposlenika.

BCS Voice rješenje omogućava kompaniji pojednostavljenje svakodnevne komunikacije, kontrolu troškova, a zaposlenicima kompanije omogućava povećanje dostupnosti te time i povećanje sveukupne efikasnosti.

BCS Voice rješenje omogućava:

- » **uslugu govorne komunikacije i praćenje troškova;**
Osnovna funkcionalnost koju BCS Voice rješenje pruža je praćenje troškova razlikujući pozive koji su napravljeni unutar kompanije od onih koji su napravljeni prema odredištima izvan kompanije. Osim toga, kako bi se pojednostavila komunikacija unutar kompanije, BCS Voice omogućuje i međusobno pozivanje korisnika unutar kompanije biranjem kratkog broja, kao i čitav niz komunikacijskih usluga na koje su poslovni korisnici do sada navikli (npr. preusmjerenje poziva po različitim kriterijima, prezentacija broja, zabrana odlaznih poziva po različitim kriterijima itd.)
- » **podršku za rad u grupama i usluge za napredne korisnike;**
BCS Voice podržava i usluge upravljanja pozivom kao što su Call Pick Up ili Consultative Call Transfer. Call Pick Up uslugu definiramo na individualnoj ili grupnoj razini, a omogućava da zaposlenici koji su na istoj lokaciji mogu prihvatiti pozive upućene drugima kako bi se povećala efikasnost i smanjila vjerojatnost da neki poziv bude neodgovoren.

Consultative Call Transfer je usluga koja je u javnoj komutiranoj telefonskoj mreži (eng. PSTN – Public Switched Telephone Network) poznata kao telefonska „sekretarica“, a omogućuje stavljanje poziva na čekanje, konzultaciju s trećom stranom, nakon čega se poziv preusmjerava na treću stranu.

- » **podršku za kompanije koje su zemljopisno raspodijeljene;**
BCS Voice podržava hijerarhijsku strukturu kompanije do dubine šest slojeva. Ovakav način definiranja kompanije olakšava administriranje korisnika, kao i definiranje velikih kompanija koje su geografski raspodijeljene na nekoliko mjesta. Primjerice, možemo definirati kompaniju ispod koje definiramo podružnice po gradovima i njihove administratore, a još razinu dublje definiramo odjele, njihove administratore te zaposlenike.
- » **smanjenje neodgovorenih ili odbačenih poziva.**
BCS Voice rješenje sadrži i usluge za napredne poslovne korisnike kao što su Auto Attendant ili Call Distribution Group (CDG).

Auto Attendant usluga omogućava kompaniji da na pozivanje kompanijskog broja svira glasovna poruka koja nudi nekoliko različitih načina na koje poziv može biti završen. Primjerice biranjem broja kompanije javlja se poruka: “Dobili ste kompaniju Komunikacijske usluge; za provjeru računa pritisnite broj 1, za informacije o novim uslugama pritisnite broj 2, a za razgovor s operatorom pritisnite broj 3.”

Auto attendant usluga obično se kombinira sa BCS Voice funkcionalnostima kao što su automatsko usmjerenje za vrijeme radnog vremena, standardna pozdravna poruka i slično, kako bi se kompletna usluga čim bolje prilagodila određenoj kompaniji.

CDG je grupni broj čijim biranjem poziv može biti prosjeren na nekoliko agenata te grupe. Primjerice, CDG je broj help desk kojeg zaposlenici kompanije mogu nazvati u slučaju da im treba pomoć, dok će sam poziv preuzeti jedan od nekoliko agenata koji rade u help desk službi.

Agenti mogu biti dinamički alocirani, te se mogu sami prijaviti/odjaviti kao slobodni/zauzeti kroz web portal. Poziv mogu preuzeti jedino prijavljeni/slobodni agenti.

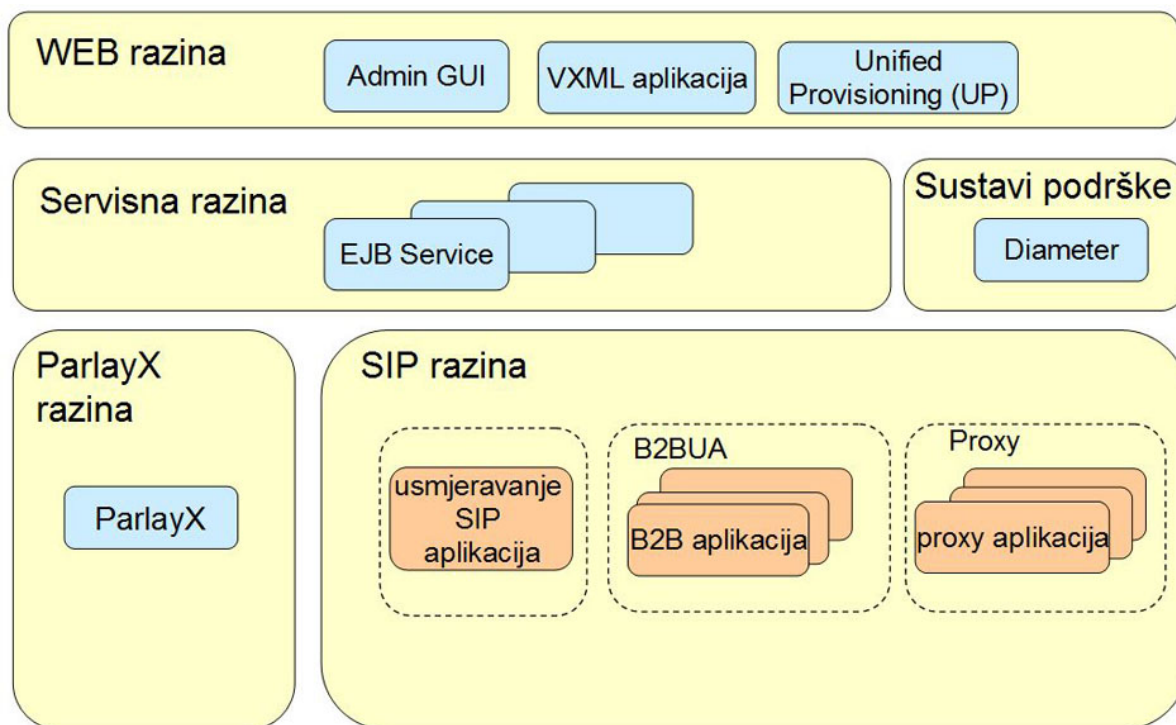
Redoslijed spajanja agenata je moguće prioritizirati. Administrator kompanije može definirati prioritet prosparanja, ukupan broj agenata koji se mogu javiti na poziv, vrijeme koliko stranke smiju biti na čekanju, način na koji će se distribuirati pozivi (sekvencijalno, npr. dva agenta uvijek istovremeno zvone i sl.)

Administratori mogu podesiti i radno vrijeme za vrijeme kojeg CDG usluga treba biti aktivna.

CDG usluga obično se kombinira sa BCS Voice funkcionalnostima kao što su standardna pozdravna poruka i poruka za čekanje u redu, kompanijska pozdravna poruka, automatsko podešavanje radnog vremena i slično, sve u cilju što bolje prilagodbe cjelovite usluge određenoj kompaniji.

3.1 BCS Business Voice komponente

Logički prikaz komponenti BCS Voice može se prikazati kao na slici 2.



Slika 2: Logičke komponente BCS Voice rješenja

Prema funkcionalnostima komponenti, razlikujemo nekoliko osnovnih razina:

» **SIP razina;**

Kontrola poziva i SIP signalizacije za BCS korisnike odvija se na SIP razini.

Tu se pozivaju i odgovarajuće aplikacije u ovisnosti o pozivanoj strani koja može biti drugi BCS Voice korisnik, eksterni korisnik ili neka druga usluga.

Na SIP aplikacijskoj razini obavlja se pozivanje odgovarajuće aplikacije za odlazni ili dolazni poziv, što znači kontrolu redoslijeda kojom se aplikacije pozivaju i uvjete pod kojima se aplikacije pozivaju.

» **ParlayX razina;**

BCS Voice ima ParlayX API koji omogućuje korištenje *Click-to-Dial* usluge. *Click-to-Dial* usluga omogućava kompaniji da na web portalu napravi izborni gumb kojeg korisnik može pritisnuti kako bi zatražio da ga netko iz kompanije nazove. Nakon toga čuje kompanijsku pozdravnu poruku i izbornik koji ga vodi kroz mogućnosti kako bi izabrao željenu destinaciju (npr. služba za korisnike).

» **servisna razina;**

Sadrži nekoliko EJB (eng. Enterprise JavaBeans) usluga koje aplikacijske komponente koriste kako bi realizirale željenu funkcionalnost (aplikaciju).

» **web razina.**

Ona nije sastavni dio BCS Voice rješenja, ali se kroz nju radi provizioniranje rješenja, pa se stoga nalazi i na slici 2.

4 BCS Collaboration and Clients – napredne usluge poslovne komunikacije i BCS klijenti

BCS Collaboration rješenje omogućuje korisnicima napredne usluge poslovne komunikacije, kao i povezivanje s poslovnim aplikacijama.

Za krajnjeg IMS poslovnog korisnika to znači govornu komunikaciju kroz usluge prisutnosti (eng. presence), obogaćenu favoriziranu listu IMS kontakata, povezivanje s kompanijskim adresarom, outlook kalendarom, mogućnost *chat*-a te slanje SMS-a i MMS-a.

BCS Collaboration klijenti povećavaju svakodnevnu efikasnost komunikacije pružajući isti „*look and feel*“ za krajnjeg korisnika, bilo da je korisnik prijavljen na IP telefonu, mobilnom telefonu s instaliranim BCS klijentom, PC soft klijentu ili tabletu.



Slika 3: BCS klijenti

BCS Collaboration rješenje kombiniramo s ostalim komponentama iz BCS grupe rješenja (npr. sa BCS Voice rješenjem, BCS Mobility i BCS Conferencing rješenjem), stvarajući tako rješenje za objedinjenu komunikaciju kroz atraktivno grafičko sučelje.

4.1 BCS Business Collaboration komponente

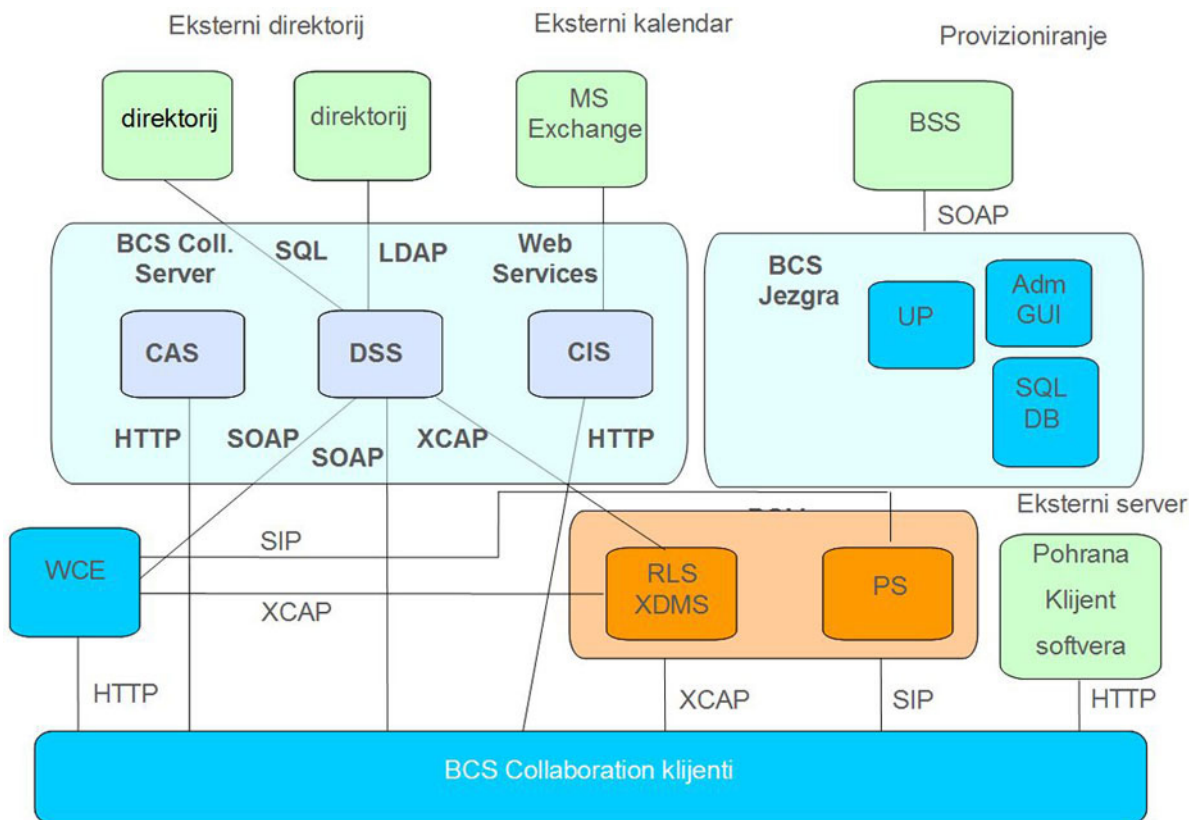
BCS Collaboration ne može postojati sam za sebe, već ga je potrebno integrirati sa drugim rješenjima kao što su aplikacijski server za govornu komunikaciju temeljen na IMS-u (npr. BCS Voice) te poslužitelj za usluge prisutnosti (eng. presence server).

Uslugama BCS Voice rješenja korisnici mogu pristupiti s IP telefona, fiksnog telefona koji je priključen na integrirani pristupni uređaj (eng. Integrated Access Device) ili s PC soft klijenta. Ukoliko se BCS Voice rješenje kombinira sa BCS Collaboration rješenjem, korisnici mogu pristupiti uslugama i s pametnih telefona kao što su iPhone, Blackerry ili Android bazirani telefoni.

BCS Collaboration koristi informacije o prisutnosti, za distribuciju kojih je zadužen poslužitelj za usluge prisutnosti, kako bi korisnici znali tko je od njihovih kontakata *online*, *offline*, raspoloživ za razgovor, zauzet itd. Integracijom BCS Collaboration rješenja s poslovnim sustavima kao što je Microsoft Exchange, korisnicima se automatski obnavlja njihov status iz kalendara, što korisnicima unutar grupe pojednostavljuje planiranje radnog vremena.

Integracijom BCS Collaboration rješenja s korporativnim adresarom korisnicima je omogućeno pretraživanje korporativnog adresara po nekoliko kriterija kao što su ime, prezime, broj telefona, kompanija, lokacija itd.

BCS Collaboration rješenje sastoji se od nekoliko komponenata, koje logički možemo podijeliti kao na slici 4.



Slika 4: BCS Collaboration komponente i eksterna sučelja.

BCS Collaboration poslužitelj obuhvaća set usluga koje omogućuju:

- » konfiguraciju klijenata i njihovu nadogradnju ukoliko postoji nova revizija klijenta, (eng. Client Authorisation Service - CAS);
- » pretraživanje korporativnog direktorija (eng. Directory Search Service - DSS);
- » integraciju korporativnog kalendara (eng. Calendar Integration Service - CIS).

Web Client Enabler (WCE) je komponenta koja služi kao proxy funkcionalnost i omogućuje BCS klijentima korištenje informacija o prisutnosti kroz web bazirano sučelje (REST/HTTP), pretraživanje korporativnog direktorija, upravljanje grupama i *instant messaging* usluge.

WCE je HTTP-XML sučelje preko kojega telefoni temeljeni na SIP protokolu pristupaju uslugama, a razvojnim programerima omogućuje razvoj BCS klijenata. To BCS Collaboration čini izuzetno atraktivnim rješenjem.

WCE je zadužen i za pristup telefona temeljenih na SIP protokolu rješenju kroz XML baziranu aplikacijsku komponentu.

DSS je komponenta koja omogućuje pretraživanje kontakata po različitim kriterijima. Kriterij može biti jedna ili više riječi, samo dio riječi ili prazno polje. Pretraživanje je moguće na svim kontaktima definiranim u korporativnom direktoriju.

BCS Unified Provisioning – je sučelje preko kojega se u BCS direktorij upisuju podaci o pružatelju usluge, kompaniji te krajnjim korisnicima.

CAS je komponenta zadužena za upravljanje funkcionalnostima kao što su:

- » autentikacija korisničkog imena i zaporke,
- » autorizacija klijenata,
- » automatizacija konfiguracije klijenata,
- » automatizacija nadogradnje softvera (ukoliko je dostupna nova revizija klijenata).

CIS je komponenta koja omogućuje korisnicima pregledavanje kalendara sa BCS klijenta. CIS se u slučaju integracije s Microsoft Exchange sustavom ponaša kao klijentska aplikacija koja periodički dohvaća podatke s Exchange servera za BCS korisnike.

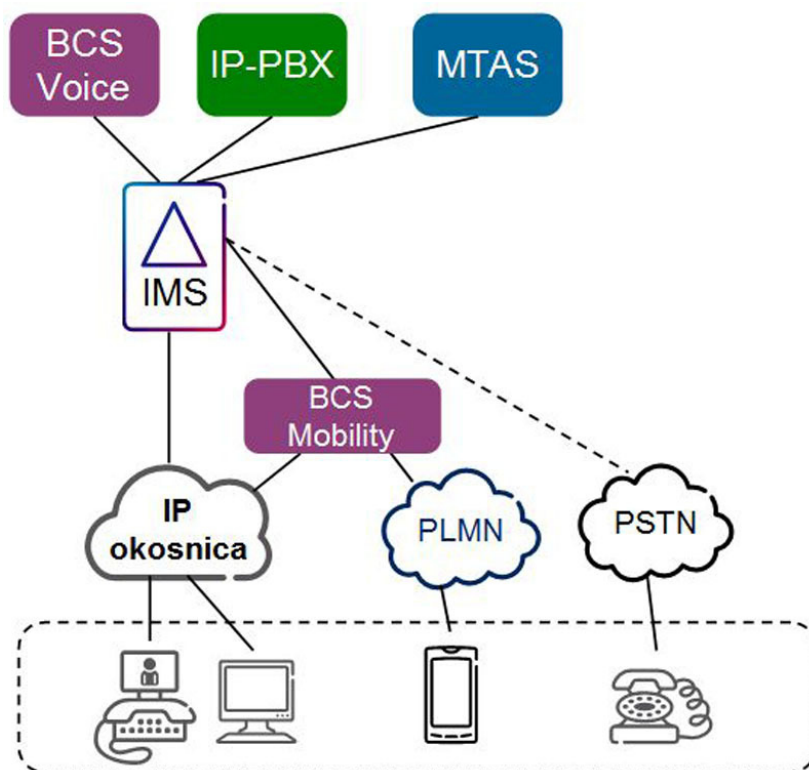
BCS klijenti omogućuju krajnjem korisniku jedinstvenu okolinu za korištenje na PC-u, IP ili pametnom telefonu, prilagođenu operatoru ili kompaniji lokalizacijom i *brandingom* samog klijenta.

Unified Provisioning (UP) je komponenta BCS rješenja koja je zadužena za provizioniranje podataka potrebnih za rad BCS komponenti. UP se koristi za provizioniranje BCS Voice, BCS Collaboration te BCS Conferencing rješenja.

Poslužitelji: Resource List Server (RLS), XML Document Management Server (XDMS) i Presence Server (PS) su dio rješenja za upravljanje uslugama prisutnosti i grupama (eng. Presence and Group Management), a služe za pohranu pretplatnih lista i distribuciju informacija o prisutnosti.

5 BCS Mobility

BCS Mobility rješenje omogućava proširenje korištenja IMS usluga na klasične fiksne i mobilne telefone bez IMS klijenta. Na taj način BCS Mobility omogućava proširenje baze privatnih i poslovnih korisnika IMS usluga, veću komunikacijsku efikasnost, korištenje IMS usluga s više pristupnih uređaja te korištenje IMS pozivanja u *roamingu* (slika 5).



Slika 5: BCS Mobility koncept.

BCS Mobility sudjeluje u registraciji postojećih fiksni i mobilni korisnika (ne SIP korisnika) u IP multimedijski podsustav te kontroli poziva. Time omogućava preusmjerenje poziva iz fiksne ili mobilne domene u IMS domenu.

Iako BCS Mobility rješenje podržava integraciju s fiksnom i s mobilnom mrežom, rješenje je, zbog arhitekture same mobilne mreže, podobnije upravo za takvu integraciju. Naime, u fiksnoj mreži ne postoji centralna baza (kao što je Home Location Register –HLR) u kojoj se nalaze podaci o korisnicima, već svaki pretplatnik

pripada određenoj centrali na kojoj su definirani njegovi podaci. Usmjeravanje se za korisnike fiksne mreže u IP multimedijском podsustavu mora realizirati ili pomoću funkcionalnosti inteligentne mreže ili na nekoliko čvorova u mreži.

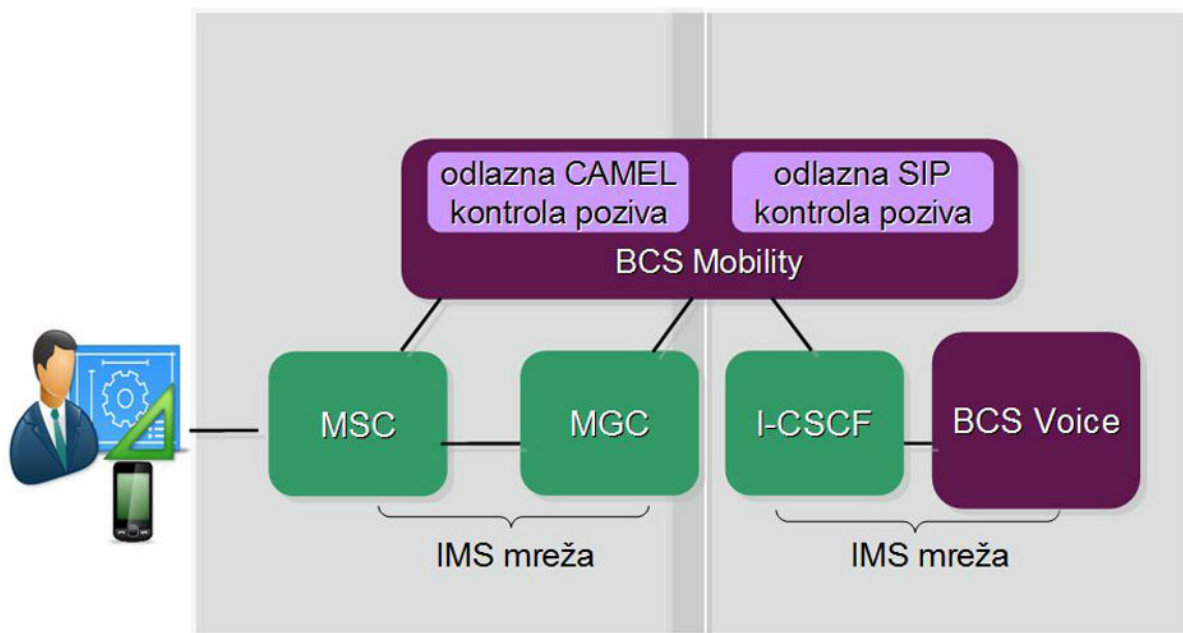
Stoga je ovdje objašnjen princip odgovarajuće kontrole poziva za mobilnog korisnika.

Integracija BCS Mobility čvora s mobilnom domenom vrši se putem CAMEL phase 2 (SIGTRAN) protokola (signalizacijski protokol koji se koristi u inteligentnim mrežama).

BCS Mobility zadužen je za kontrolu korisničkih poziva u oba prometna slučaja, bilo da je poziv iniciran sa strane BCS Mobility korisnika (originating) ili kada poziv završava na takvom korisniku (terminating).

5.1 Odlazni BCS Mobility poziv (originating)

Ukoliko BCS Mobility korisnik inicira poziv, u HLR-u treba imati dodijeljenu O-CSI (Originating - CAMEL Subscription Information) kategoriju i okinuti BCS Mobility CAP (CAMEL Application Part) kontrolu odlaznog poziva. Na temelju CASpV2 Connect poruke i Destination Routing Address parametra, MSC će usmjeriti poziv u IMS domenu gdje MGCF (Media Gateway Controller Function) okida BCS Mobility SIP kontrolu odlaznog poziva. Sljedeća slika prikazuje pojednostavljeni signalizacijski tijek odlaznog dijela uspostave BCS Mobility poziva.

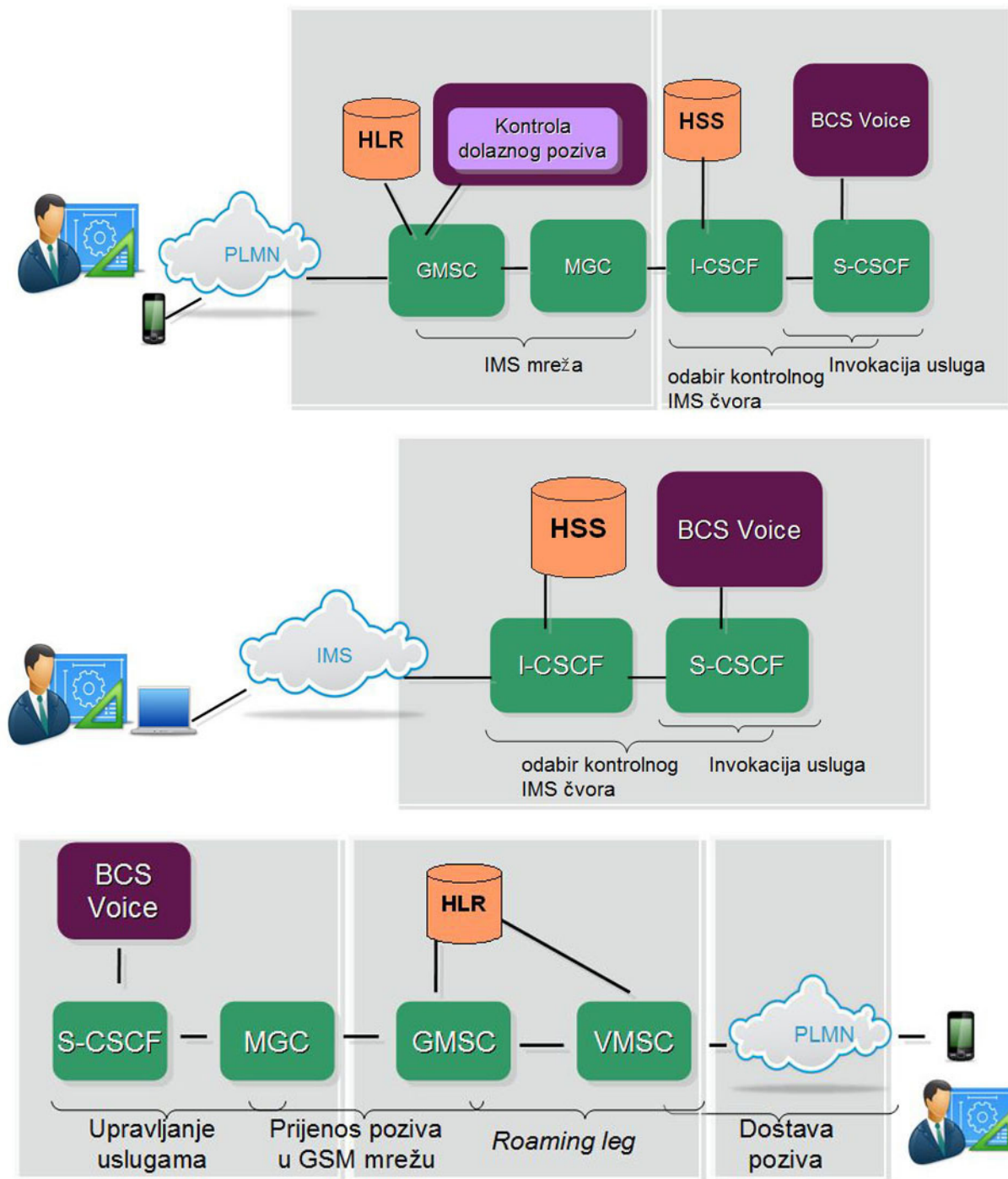


Slika 6: Odlazni BCS Mobility poziv

U slučaju odlaznih poziva kojeg generira BCS korisnik u *roamingu*, potreban je *roaming* ugovor s VPLMN (Visited Public Land Mobile Network) mrežom.

5.2 Dolazni BCS Mobility poziv (terminating)

Za poziv upućen prema postojećem broju u javnoj komutiranoj telefonskoj mreži koji je postao BCS Mobility korisnik, potrebno je provesti preusmjeravanje kroz IMS. Takav korisnik mora u HLR-u imati posebnu dolaznu kategoriju na osnovu koje će GMSC pristupnik (eng. Gateway Mobile Switching Centre) putem CAP2 (SIGTRAN) kontaktirati BCS Mobility dolaznu kontrolu poziva koja će omogućiti preusmjeravanje poziva u IMS domenu. Primjer dolaznog poziva na BCS Mobility korisnika, ako poziv dolazi iz javne komutirane telefonske mreže ili IMS domene, odnosno kako završava na BCS Mobility pretplatniku prikazan je na slici 7.



Slika 7: Dolazni BCS Mobility poziv

U slučaju da je BCS Mobility korisnik u *roamingu*, ovo rješenje podržava usmjeravanje određenih odlaznih poziva preko GSM mreže umjesto preko IMS mreže.

Možemo definirati usmjeravanje svih poziva s određenim servisnim ključem preko GSM mreže ili pak usmjeravanje samo nekih određenih brojeva preko GSM mreže. Moguće je definirati i da korisnik, prije biranja željene destinacije, ukoliko želi da mu poziv ne bude proslojen preko IMS-a, bira neki kod koji znači usmjeravanje poziva preko GSM mreže.

6 BCS Conferencing

BCS Conferencing je rješenje koje omogućuje korisnicima uspostavu konferencijske veze na jednostavan način. Domaćin definira konferenciju, bilo instantno ili kao sastanak prema rasporedu. Sudionici konferencije mogu sudjelovati na konferenciji ili govornom komunikacijom ili video komunikacijom ili prijenosom podataka. Pojam prijenosa podataka u ovom slučaju uključuje i razmjenu dokumenata, dijela zaslona, radne površine, aplikacijskih programa, video zapisa te zajedničko pretraživanje materijala.

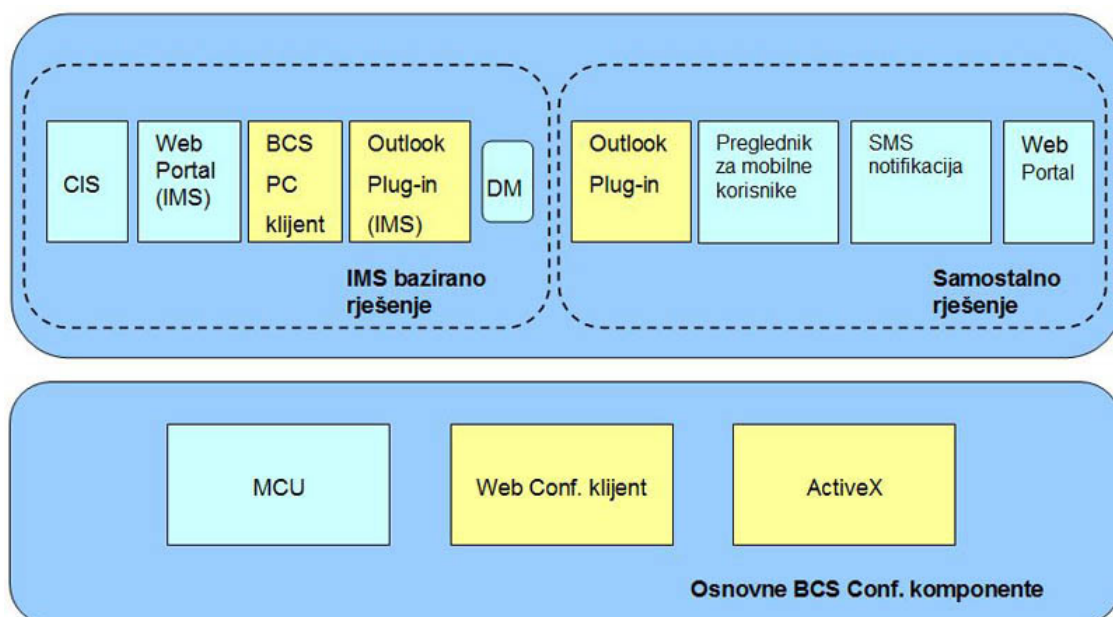
BCS Conferencing rješenje dolazi u dvije inačice: BCS Web Conferencing i BCS Audio Conferencing.

6.1 BCS Web Conferencing

BCS Web Conferencing rješenje namijenjeno je dvama tržišnim segmentima kao što je prikazano na slici 8.

U mrežama u kojima već radi IMS baziran aplikacijski server za govornu komunikaciju, BCS Conferencing rješenje pruža IMS korisnicima osjećaj virtualne online konferencijske sale.

U mrežama koje koji nemaju IMS arhitekturu, BCS Conferencing može postojati kao samostalno, zasebno rješenje. U tom slučaju, korisnicima daje mogućnost uspostave online sastanka s PC-ja.



Slika 8: BCS Conferencing rješenje.

Rješenje se sastoji od dijela koji je zadužen za obradu svog audio, video i podatkovnog prometa pod nazivom Multimedia Control Unit (MCU) te BCS Conferencing portal-a koji dolazi u dvije inačice, ovisno o implementaciji u okolinu sa ili bez IMS sustava.

U IMS baziranoj implementaciji, portal je grafičko sučelje kroz koje korisnik može pristupiti i ostalim IMS baziranim uslugama poput naprednih usluga govorne komunikacije.

U implementaciji bez IMS-a korisnici se mogu kroz outlook plug-in obavijestiti SMS-om o konferenciji te im je moguće poslati poziv na konferenciju. Sadržaj SMS poruke može sadržavati informacije o konferenciji kao što su: tema, vrijeme, domaćin, web poveznica na preglednik. Mobilni korisnici preko preglednika mogu vidjeti što se događa na konferenciji.

Conference Integration Server (CIS) postoji samo u IMS baziranoj implementaciji i služi kao aplikacijski server koji komunicira sa kontrolnim IMS čvorom (eng. Call Session Control Function) i obrađuje signalizaciju koja se odnosi na konferenciju. U bazi podataka (DM), koja je kolocirana sa CIS modulom, nalaze se pohranjeni svi profili za korisnike konferencijskog sustava.

BCS Conference klijent sadrži klijente preko kojih se može jednostavno pristupiti ili napraviti konferencija. To može biti BCS PC klijent kojeg je moguće prihvatiti s web conference web-a, outlook plug-in i slično.



Slika 9: Pristup Web konferenciji

6.2 BCS Audio Conferencing

BCS Audio Conferencing rješenje omogućava korisnicima sudjelovanje u konferencijskoj vezi i to s mobilnog, fiksnog PSTN ili SIP telefona.

Korisnici se mogu priključiti konferenciji korištenjem *dial-in* funkcionalnosti, tj. birajući broj konferencije i unoseći PIN-a. *Dial-in* vrijedi samo za konferencije koje su unaprijed najavljene.

Podržana je i *dial-out* funkcionalnost, tj. korisnici mogu napraviti konferencijsku vezu i instantno bez prethodne najave birajući brojeve sudionika konferencije.

Razni načini pristupanja konferenciji prikazani su na slici 10.



Slika 10: Pristup audio konferenciji

7 BCS Connect

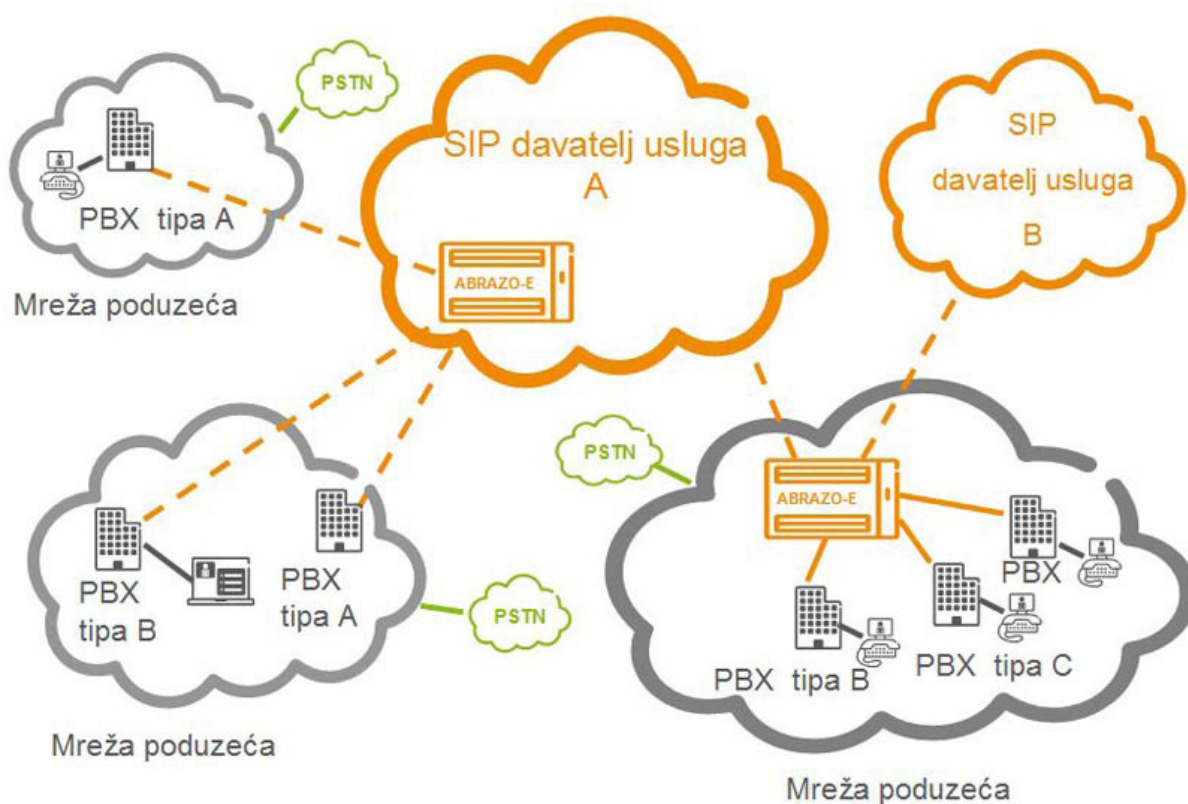
BCS Connect rješenje se, za razliku od ostalih rješenja u BCS obitelji, može implementirati u potpunosti neovisno o tome ima li operator već IMS arhitekturu u mreži ili ne. Ono služi povezivanju mobilnih telefona s postojećim privatnim centralama (eng. Private Branch Exchange –PBX) koje su instalirane u kompaniji.

Povezivanjem mobilnih telefona s PBX centralama korisnici imaju jedinstven plan numeracije, a mogu s mobilnih telefona pristupati PBX uslugama čime im se povećava radna efikasnost.

BCS Connect se sastoji od dvije logičke cjeline:

- » Connect-E čvor koji je omogućava integraciju privatnih centrala preko SIP sučelja. Connect-E podržava razne tipove privatnih centrala pa može poslužiti kao integracijsko rješenje spajanja različitih privatnih centrala u jednu cjelinu. Podržana je arhitektura u kojoj je nekoliko privatnih centrala spojeno na jedan centralni čvor te arhitektura u kojoj nekoliko postoji nekoliko kompanija na jednom čvoru. Moguća je instalacija u mrežu operatora ili pak u kompanijsku mrežu.
- » Connect-C čvor smješta se u mrežu operatora i služi kao kontrolni čvor (eng. Service Control Point) u mobilnoj mreži. Connect-C kroz različite protokole (CAP, CAMEL, IS-41 i WIN) podržava GSM i CDMA mreže.

Connect-C i Connect-E čvorovi komuniciraju preko sigurnog IP linka. Tipično je povezivanje po jednog Connect-C čvora, instaliranog u mrežu operatora, s nekoliko Connect-E čvorova, kao što je prikazano na slici 11.



Slika 11: BCS Connect rješenje

8 Zaključak

Uvođenje BCS rješenja u mrežnu arhitekturu znači poboljšanje kvalitete komunikacije za operatore, kompanije i krajnje korisnike.

BCS rješenje operatorima daje mogućnost pružanja potpunog rješenja za objedinjenu komunikaciju, kombinirajući govornu i podatkovnu komunikaciju, *messaging*, konferencijska rješenja te klijente za

pristup uslugama i to za sve vrste pristupa, bilo da se radi o fiksnim, mobilnim ili SIP telefonima. Raznim kombinacijama usluga za poslovne korisnike te lokalizacijom i personalizacijom usluga, operatori mogu prilagoditi rješenje svojim korisnicima te tako zadržati ili čak povećati broj poslovnih korisnika.

BCS rješenje je utemeljeno na otvorenim standardima, a integracija rješenja u mrežnu arhitekturu radi se preko standardiziranih sučelja, što operatorima omogućava jednostavnost implementacije, nadogradnje i održavanja mreža.

BCS rješenje za kompaniju znači uvođenje napredne tehnologije koju kompanija vidi kao mjesečni trošak bez potrebe većih investicija u postojeću infrastrukturu. Pojednostavljenjem komunikacije i uvođenjem naprednih alata kao što su konferencija i Collaboration klijenti, smanjuju se troškovi putovanja. Kroz web portal administratori kompanija mogu postaviti pravila o količini upućenih ili primljenih poziva, u ovisnosti o radnom vremenu, poziciji zaposlenika i slično, čime se optimiziraju troškovi.

Uvođenje BCS rješenja za kompaniju znači i osuvremenjivanje komunikacije. Korisnici su danas navikli na mrežne alate kao što je npr. Skype, a BCS rješenje im omogućuje svakodnevnu komunikaciju obogaćenu informacijama o prisutnosti, *chat*-om, prijenosom podataka itd.

BCS rješenje za krajnjeg korisnika znači povećanje efikasnosti i dostupnosti. Korisnicima omogućava nekoliko načina pokretanja poziva; bilo biranjem kratkog broja, pritiskom na izbornik, iz kontakta u direktoriju, kako god im više odgovara. BCS krajnjim korisnicima omogućava i rad na daljinu, s mobilnog telefona, u okruženju kao da se nalaze u uredu.

BCS rješenje je utemeljeno na standardima te usklađeno s trendovima modernizacije mreža i prelaskom na konvergentne mreže bazirane na IMS arhitekturi.

9 Popis kratica

ADM - Advanced Data Management

API - Application Programming Interface

BCS – Business Communication Suite

CAP - CAMEL Application Part

CAS - Client Authorization Service

CDG – Call Distribution Group

CIS - Calendar Integration Service

DSS - Directory Search Service

EJB - Enterprise JavaBeans

GSM - Groupe Spécial Mobile, Global System for Mobile communications

HLR - Home Location Register

HTTP - Hypertext Transfer Protocol

IAD - Integrated Access Device

IMS - IP Multimedia Subsystem

IN – Intelligent Network

IP - Internet Protocol

LDAP - Lightweight Directory Access Protocol

MCU - Multimedia Control Unit

MGC - Media Gateway Controller

MMS - Multimedia Messaging Service

MSC - Mobile Switching Center

MSISDN - Mobile Station International ISDN Number

NBI - Network-to-Business Interface

NNI - Network-to-Network Interface
O-CSI - Originating - CAMEL Subscription Information
OSS - Operations Support System
PBX - Private Branch Exchange (private telephone switchboard)
PIN – Personal Identification Number
PS - Presence Server
PSTN - Public Switched Telephone Network
REST - Representational State Transfer
RLS - Resource List Server
SCP – Service Control Point
SIP - Session Initiation Protocol
SMS - Short Message Service
SPI - Service Provider Interface
TDM – Time-division multiplexing
UNI - User-to-Network Interface
UP - Unified Provisioning
VPLMN - Visited Public Land Mobile Network
VPN - Virtual Private Network
WCE - Web Client Enabler
XDMS - XML Document Management Server
XML - Xtended Markup Language

10 Literatura

Interna Ericssonova dokumentacija

Adresa autora:

Vanesa Čačković
e-mail: vanesa.cackovic@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10002 Zagreb
Hrvatska

Uredništvo je primilo rukopis 02.studenog 2011.



Željko Popović

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Hrvatska
Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia

ČETVRTA GENERACIJA IP MREŽA

FOURTH GENERATION OF IP NETWORKS

Sažetak

Nagli porast broja pametnih telefona, tablet računala i mobilnih aplikacija te značajno povećanje video prometa postavljaju nove zahtjeve na mrežu. Nove mreže trebaju biti tako dizajnirane da se jednostavno mogu prilagoditi novim zahtjevima. Četvrta generacija mreža je usmjerena na znatan porast mobilnog širokopojsnog pristupa, video promet, usluge u oblaku i mogućnosti priključenja velike količine raznovrsnih uređaja. Nova generacija mreža zahtijevat će bitno drugačiji pristup arhitekturi IP mreže. Mreže koja će se lako i brzo prilagoditi novim modelima korištenja i zahtjevima na performanse mreže. Ovaj članak također daje pregled Ericssonovog portfelja proizvoda i rješenja za četvrtu generaciju IP umrežavanja.

Abstract

The rapid growth of smartphones, tablets and mobile applications, along with the increase in bandwidth-hungry video traffic are putting new demands on network. The new networks needs to be easily adapted to support new demands. The 4th Generation of IP Networking addresses the huge growth in mobile broadband, video, cloud services and the opportunity to connect all devices. The new generation network will require a refreshed architectural approach to IP networking. A new network will easily and quickly adapt to new usage models and performance requirements. This article also provides an overview of Ericsson's portfolio of products and solutions for the 4th generation of IP networking.

KLJUČNE RIJEČI:	KEY WORDS:
IP umrežavanje	IP networking
Mrežna arhitektura	Network infrastructure
OTT usluge	OTT (Over the top) services
Usluge u oblaku	Cloud services
Skalabilnost	Scalability
Vrhunske performanse	Superior performance
Pametne mreže	Smart networks

1 Uvod

Jedan od najznačajnijih trendova na telekomunikacijskom tržištu je nagli rast korištenja širokopojasnog pristupa u pokretnim mrežama ubrzan snažnim povećanjem broja pametnih telefona, povezanih osobnih računala i tablet računala te podržan uvođenjem boljih performansi mreže. Korisnici pametnih telefona sve više koriste aplikacije i pristup Internetu u pokretu. Globalno, podatkovni promet u pokretnim mrežama nastavlja i dalje snažno rasti. Procjenjuje se da će ukupni promet (govor i podaci) u pokretnim mrežama narasti za 15 puta do 2016. godine. Glavni pokretač ovog rasta prometa je video kao dominantni tip prometa.

Većina se širokopojasnih usluga pomiče prema novom konceptu isporuke usluga, a to su usluge u oblaku (eng. cloud services) i OTT (eng. Over-the-Top) usluge. Mnoge od ovih usluga su osobne i korisnici im žele pristupati bilo od kuda, u bilo koje vrijeme i preko više uređaja. Ovo je svakako veliki izazov za mrežne operatore ali i velika poslovna prilika da korištenjem ovog trenda povećaju vrijednost svojih IP mreža.

Masovnijim korištenjem usluga i aplikacija u oblaku dolaze do izražaja zahtjevi korisnika kao što su dobra kvaliteta iskustava korisnika (eng. QoE - Quality of Experience), visoka raspoloživost mreže i mobilnost.

Dosadašnji način isporuke usluga iz oblaka i OTT usluga preko Interneta temelji se na modelu najbolje moguće komunikacije (eng. best effort) gdje se svi oblici prometa tretiraju na isti način te nije moguće garantirati kvalitetu usluge. Kao odgovor na znatno povećanje prometa i broja povezanih uređaja, operatori trebaju u svojim mrežama povećati kapacitete i pokrivenost. Ovo je moguće investiranjem u širokopojasne radio pristupne mreže, spojne mreže (eng. backhaul), paketske jezgrene mreže, proširujući postojeću mrežu migracijom ka novim generacijama tehnologija kao što je LTE (eng. Long Term Evolution).

Fiksne i konvergirane širokopojasne mreže se također moraju mijenjati da bi zadovoljile nove zahtjeve, a potrebno je usvojiti i zahtjeve na mobilnost IP mreže. Današnji IP usmjertelji u ovim mrežama nisu dizajnirani da upravljaju mobilnošću i količinom signalizacija sa priključenih uređaja, dok metro i spojne mobilne mreže (eng. mobile backhaul) nisu sjedinjene i dovoljno jednostavne da bi zadovoljili ove zahtjeve.

Dva značajna trenda ističu važnost performansi mreže u osiguranju visoke kvalitete iskustva korisnika. QoE je važna mjera performansi na razini usluge iz korisničke perspektive i predstavlja važan podatak za projektiranje sustava i inženjerstva.

Sadašnja struktura mreže će morati proći kroz značajne promjene kako bi se isporučile personalizirane IP usluge i aplikacije.

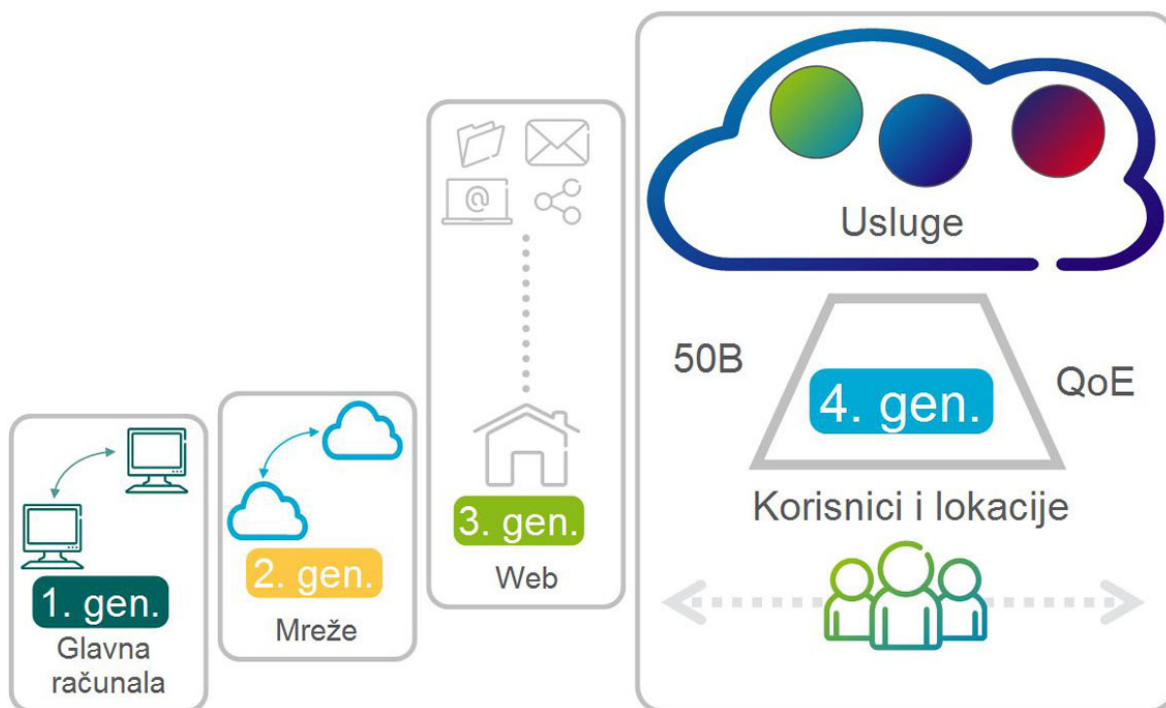
Na tržištu postoje razlike u količini prometa generiranog u fiksnim mrežama nasuprot pokretnim mrežama. Fiksne mreže zahtijevaju značajnije kapacitete mreže, a povećanje kapaciteta uzrokovano je videom kao dominantnim tipom prometa. Da bi povećali profitabilnost, operatori trebaju ponuditi različite cjenovne modele za razliku od *flat rate* pristupa i početi naplaćivati sadržaj od davatelja usluga u oblaku (eng. cloud services). Jedan od načina da bi se to postiglo je povećanje inteligencije na razini mrežnih usluga, tako da operatori mogu proširiti mogućnosti ponude krajnjim korisnicima s boljim iskustvom.

Flat rate pristup sveprisutnim uslugama koje nude OTT davatelji usluga sve je veća prijetnja mrežnim operatorima u ostvarenju njihovih profita.

Da bi implementirali složenije cjenovne i poslovne modele za OTT video usluge, davatelji usluga moraju osigurati inteligentnije i fleksibilnije mreže. Ovo se postiže kroz pametno umrežavanje koje uključuje upravljanje širokopojasnom politikom, pomagalicama kao što su duboka inspekcija paketa DPI (eng. Deep Packet Inspection) te upravljanjem prometom na aplikacijskom sloju.

Kroz kombinaciju duboke inspekcije paketa i heurističke analize moguće je prepoznati promet koji se prenosi preko mreže. Ovo je osnova za isporuku usluga visoke kvalitete i jednostavnog korištenja usluge koje je moguće naplatiti na način smislen za pretplatnike. Prepoznavanjem i kategorizacijom različitih tipova prometa, mrežni resursi se mogu iskoristiti na pametniji način. Ovo znači prioritizaciju zahtjevnih usluga u pogledu kapaciteta i usluga osjetljivih na kašnjenje koje su često profitabilne *premium* usluge. Povećanjem kontrole, operatori mogu osigurati da manji dio korisnika ne zauzima mnoštvo mrežnih resursa.

Kao posljedica ovih trendova nastaje nova generacija IP mreža koju smo definirali kao četvrtu generaciju IP umrežavanja. Nova generacija mreža će zahtijevati znatno drugačiji pristup dizajnu IP mreže. Slijedeća generacija IP mreža je jednostavnije arhitekture i s visokim performansama, pametnija i skalabilnija. Mreža će omogućiti jednostavniju promjenu poslovnih modela. Nova generacija mreža će omogućiti kvalitetu korisničkog iskustva, troškovno učinkovit transport, skalabilnost, mobilnost i razlikovne usluge.



Slika 1. Generacije IP mreža

Prve dvije generacije mreža odnose se na povezivanje glavnih računala odnosno međusobno povezivanje mreža. Treća generacija mreža je izgrađena za podršku pristupa Internetu. Treća generacija mreža također uvodi usluge elektroničke pošte i poruka na temelju osobne komunikacije.

Mobilni širokopojasni pristup je jedno od najbrže rastućih područja u telekomunikacijama. Promet raste 60% godišnje, nastaju nove inovativne i nepredvidive aplikacije, a implementacijom raznovrsnih tehnologija pristupa kao što je HSPA, LTE i WiFi povećava se značajno pokrivenost i kapacitet. Na mnogim je tržištima u tijeku evolucija mobilnog širokopojasnog pristupa iz prve faze u drugu, gdje postoji segmentacija pretplate, personalizacija i povezivanje velikog broja raznovrsnih uređaja (više od 50 milijardi do 2020.g).

2 Temeljni zahtjevi na slijedeću generaciju IP mreža

Sigurno je da će budući poslovni modeli biti sve raznolikiji, međutim nije moguće utvrditi na koji način, primjerice s kojim uslugama, koja partnerstva, koji modeli, kakva regulacija itd. Veliki izazov u dizajnu budućih mreža je osiguranje kontrole i mogućnosti prilagodbe nepredvidivih promjena. Stoga će osnovne značajke nove generacija IP umrežavanja biti:

- » skalabilnost; Ako operatori ugrade skalabilnost mreže na pravi način i u pravo vrijeme, bit će u mogućnosti bez problema upravljati povećanim prometom, pretplatnicima i uređajima.
- » inteligencija; S ugrađenom inteligencijom u mreži, operatori će imati snažne alate za razlikovanje usluga i brzine isporuke usluga, a istovremeno će funkcije inteligencije omogućiti učinkovitije korištenje mrežnih resursa.
- » vrhunske performanse; Korisnici postaju svjesniji i ovisniji o dobroj kvaliteti mreže. Pokrivenost, kapacitet, brzina, kašnjenje, kolebanje kašnjenja i ostali parametri performansi mreže osiguravaju mogućnost razlikovanja operatora. Ove performanse također omogućuju učinkovitiju organizaciju.

Dobro dizajnirana mreža će maksimizirati ukupnu vrijednost vlasništva (eng. Total Value of Ownership - TVO) i dobru ravnotežu između brzine upravljanja nepredvidivim promjenama te kontrole troškova, kako bi se osigurala isporuka profitabilnih usluga.

Usluge u Internetu koriste tzv. *best effort* model: mreža će nastojati zadovoljiti korisnikove zahtjeve, ali bez ikakvih garancija na traženu kvalitetu usluge. U većini primjera zastupa se elastičan pristup kvaliteti usluge, tj. prilagođavanje promjenama u propusnosti i kašnjenju, a usluga se ne odbija, niti u slučaju mrežnog zagušenja, već svi korisnici osjećaju pogoršanje kvalitete. Za multimedijske primjene, kao i primjene u stvarnom vremenu, takav model nije prihvatljiv.

2.1 Skalabilnost mreže

Različite usluge skaliraju u različitim smjerovima. Za usluge televizije visoke rezolucije (HDTV) zahtjeva se visoki kapacitet prijenosa dok usluge telemetrije povezuju veliki broj uređaja ali zahtijevaju male kapacitete.

Za isporuku videa i ostalih multimedijskih usluga, mreža treba pohraniti sadržaj što bliže korisniku kako bi se smanjili transportni troškovi i u velikoj mjeri poboljšala kvaliteta iskustva korisnika zbog manje latencije.

Razni čimbenici rasta, u rasponu od rasta prometa do rasta broja veza i uređaja ili promjene tipa prometa, imaju različite utjecaje na mrežu. Mreže trebaju skalirati u tri različite dimenzije, a to su kapacitet, uređaji i signalizacija (slika 2).



Slika 2. Skaliranost mreže u tri dimenzije

Skaliranje kapaciteta: Rast prometa ima utjecaj na kapacitet usmjeritelja, pristupnika, transportne i pristupne čvorove te sigurnost pristupnika, ali nema neposrednog utjecaja na sustav operativne potpore i sustav za upravljanje odnosima s korisnicima (CRM). Najznačajniji faktor skaliranja u radio mrežama će i dalje biti omogućavanje brzine i pokrivenosti. Jedno od rješenja je korištenje heterogenih mreža, u kojima radio bazne postaje odašilju razne razine snage, ili čak korištenje različitih bežičnih pristupnih tehnologija.

Skaliranje uređaja: Skaliranje kapaciteta mora biti usklađeno s odgovarajućom skalabilnosti nadzornog sustava koji se odnosi na priključene uređaje. Provizioniranje će biti potrebno za upravljanje velim brojem povezanih uređaja koji su u većini slučajeva povezani s partnerima davatelja usluga. Da bi se osigurao dovoljan adresni prostor potrebno je uvesti IPv6.

Skaliranje signalizacije: Pametni telefoni, tableti i veliki broj novih uređaja generiraju značajno više kontrolnog prometa po korisniku nego za tradicionalne govorne usluge. Mreže moraju osigurati skaliranost nadzornih ravnina kako bi zadovoljile zahtjeve na aktivne aplikacije.

Pokretne mreže prolaze ogromne transformacije za rješavanje današnjih izazovnih zahtjeva. Zahtjevi na mrežu postavljaju se u tri različite dimenzije. Nove jezgrene mreže trebaju obrađivati veći broj različitih uređaja, upravljati kapacitetom i raznim signalizacijama koje koriste ti uređaji. Osnovni problem rješavanja ovih izazova jest činjenica da zahtjevi na mrežu mogu s vremenom varirati na bilo kojoj od tih dimenzija. Tijekom radnog vremena može postojati više signalnih poruka zbog aktiviranih sinkronizacija ili ažuriranja lokacije, dok bi u večernjim satima mogao biti veći zahtjev na kapacitet zbog gledanja videa. Ako imamo mrežu koja može skalirati samo jednu ili dvije dimenzije, korisničko iskustvo će biti narušeno.

Nova mreža također može upravljati različitim uređajima. Primjerice, pametni mjerni uređaji mogu napraviti kratka ažuriranja u pravilnim vremenskim intervalima, a može ih biti milijun, dok pametni telefon može generirati mnogo signalizacije, a uređaj za daljinski nadzor može trošiti veliku širinu pojasa. Nova mreža treba biti u mogućnosti dinamički se pobrinuti o ovim različitim zahtjevima.

2.2 Pametne mreže

Pametna mreža je mreža koja posjeduje znanje o svojim pretplatnicima, zna kontrolirati promet i naplatiti usluge.

Aspekt znanja o pretplatnicima podrazumijeva da mreža poduzima akcije u različitim situacijama na temelju ažurne informacije o pretplatničkim profilima i postavkama.

Informacije se mogu registrirati preko operatorskog sustava za provizioniranje ili sami pretplatnici mogu to učiniti korištenjem portala.

Upravljanje prometom ima dvije glavne namjene. Prvo, važno je oblikovati promet za vrijeme većih opterećenja mreže i posebno za vrijeme velikih događanja, da bi se spriječila zagušenja mreže i mreža istodobno zaštitila od potpunog ispada. Upravljanje prometom na pravi način znači da su osigurane performanse *premium* usluga i aplikacija osjetljivih na kašnjenje, dok je u isto vrijeme osigurana optimizacija resursa mreže.

Općenito, postoje dva tipa politike: ona usmjerena na mrežu (eng. network-centric) te politika usmjerena na pretplatu (eng. subscription-centric).

Politika usmjerena na mrežu se uglavnom odnosi na upravljanje prometom. Do sada najpopularnija aplikacija je politika pravednog korištenja (eng. fair usage) koja štiti manjinu zahtjevnih korisnika od narušavanja korisničkog iskustva uzrokovano potraživanjima većine pretplatnika. Ostale važne aplikacije su kontrola kvalitete usluge i sesije inicirane od mreže. Kontrola QoS-a može se koristiti za davanje prioriteta prometu iz perspektive krajnjeg korisnika, prije nego ograničavanjem prometa u jezgrenom mreži.

Druga značajka, sesije inicirane mrežom će biti važna za *premium* i OTT usluge kao i za M2M aplikacije. Značajka se može koristiti za uspostavu posvećenih (eng. dedicated) sesija sa specifičnom kvalitetom usluge ili iniciranje sesije za pasivne terminale.

Politika usmjerena na pretplatu, uglavnom se odnosi na komercijalne uvjete ponuda. One bi se na primjer mogle koristiti za različite oblike promocija, kampanja ili realizaciju paketa različitih tipova usluga.

2.3 Vrhunske performanse

Da bi se postigle ciljane vrhunske performanse mreže, potrebno je razmatrati cjelokupni sustav i dizajn mreže, kao i performanse proizvoda, optimizaciju performansi potpunog sustava, definiranje okvira usluga, kao i osigurati izgradnju mreže učinkovite dostupnosti i odgovarajućeg kapaciteta.

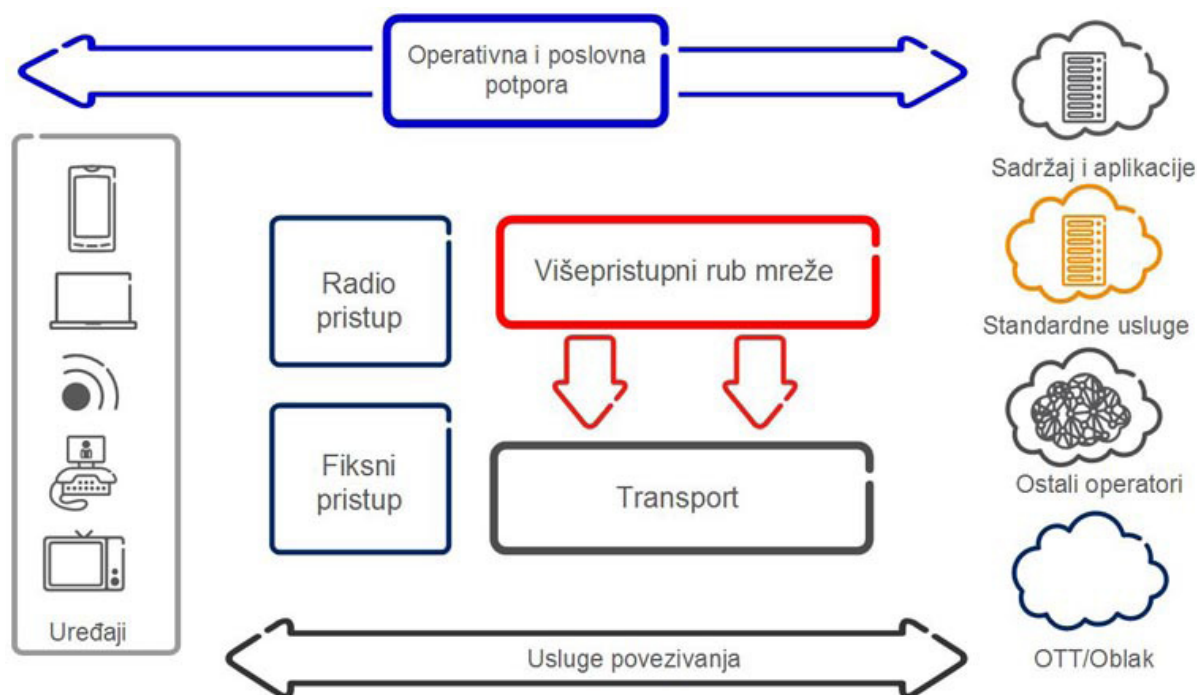
Procjene su da oko 25 posto korisnika prelazi drugim operatorima zbog slabih performansi mreže. Ostali aspekti kvalitete usluge odnose se na jednostavno ugovaranje usluga, jednostavni pristup uslugama i kvalitetu potpore.

Korisnici prije svega percipiraju izvrsnu kvalitetu iskustva i vrijednost *premium* usluga kroz performanse koje su vidljivo bolje od ostalih usluga, u pogledu raspoloživosti, integriteta (npr. latencija i gubitak bitova) i sigurnosti. Performanse se mogu razlikovati za rangirane cjenovne modele i vrijednost kroz zajamčenu isporuku određenih OTT usluga i sadržaja. Dobre performanse usluge mogu povećati spremnost korisnika da plati *premium* klasu usluge, smanji troškove podrške te istodobno smanjiti prijelaz korisnika drugom operatoru. Osoblje mrežne operativne podrške također ima koristi od sustava podrške visokih performansi.

Za razliku od *best-effort* usluga, QoS usluge obično zahtijevaju rezervaciju resursa. Put je predefiniiran i resursi na definiranom putu su rezervirani prije stvarnog prijenosa podataka. Drugim riječima, put ili veza između izvorišta i odredišta se prvo uspostavlja, pa tek onda kreće prijenos podataka. Kada je prijenos završen, oslobađa se put i rezervirani resursi. Da bi se rezervirali resursi toka podataka, usmjeritelji na putu moraju imati informaciju o stanju toka. Ukratko, da bi se osigurala kvaliteta usluge usmjeritelji moraju imati informacije o vezi i informacije o stanju.

3 Izgradnja budućih mreža

Funkcionalno, pristupne i transportne domene su neophodne kako bi se omogućilo skaliranje mreža s prometom. Višestruki pristupni rub mreže je ključan za osiguranje sposobnosti inteligencije dok je operativna i poslovna potpora ključna za osiguranje usluga povezanosti s visokim performansama, uz korištenje mrežne opreme koja sve to omogućuje.



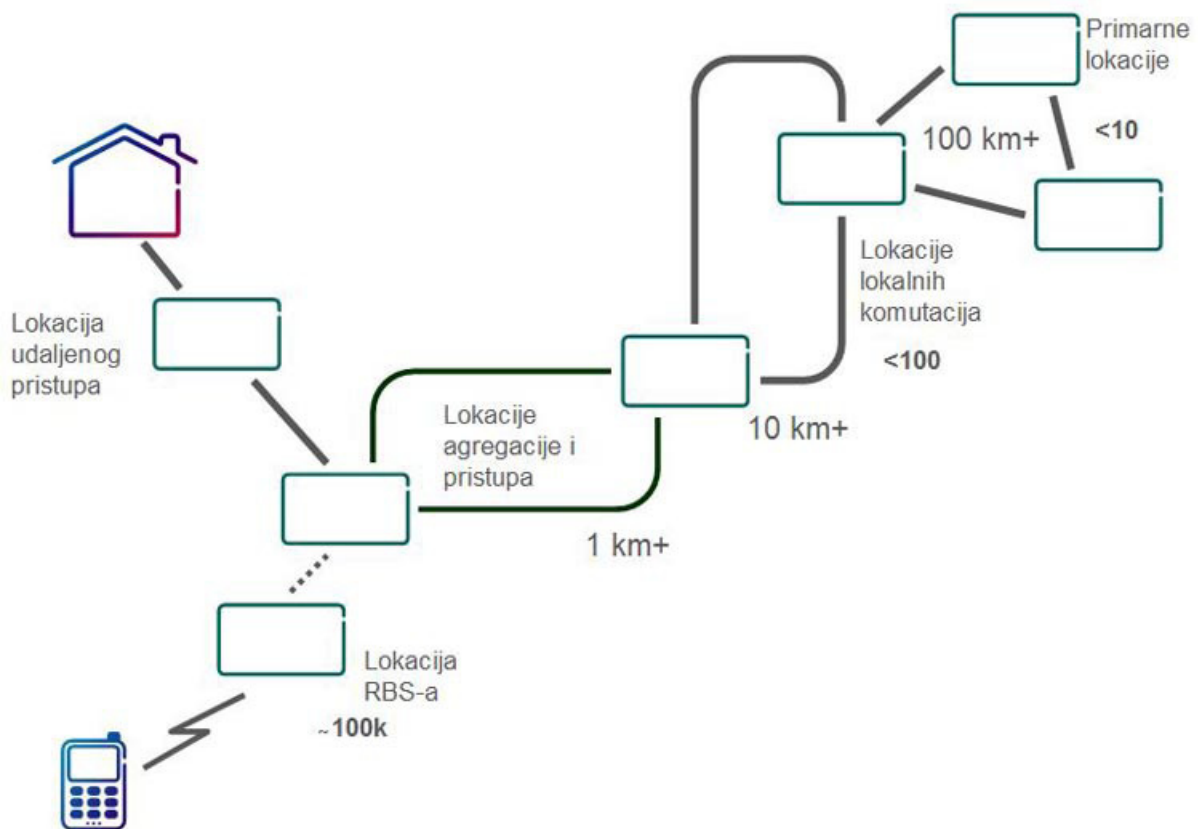
Slika 3. Pojednostavljena referentna funkcionalna arhitektura mreže

Topološki prikaz mreže je presudan za analizu ukupne vrijednosti vlasništva, ovisno o pouzdanosti, geografskoj udaljenosti, broju lokacija, troškovima prijenosa i smještaju točaka pristupa na mrežu.

Potreba za povećanjem brzine pristupa i pokrivenosti u fiksnim mrežama pokreće operatore na instaliranje optičke infrastrukture što bliže krajnjem korisniku korištenjem P2P (eng. Point-to-point) ili P2MP (eng. Point to Multi Point) veza.

Jedna od mogućih prednosti uvođenja optičke infrastrukture, zamjenom postojeće žične infrastrukture, jest mogućnost povećanja doseg a što omogućuje smanjenje broja postojećih pristupnih čvorova. Ovakvo optimizirana pristupna mreža ima utjecaja na smanjenje operativnih troškova odnosno na povećanje ukupne vrijednosti vlasništva.

Unutar svakog tržišnog segmenta, dizajn mreže, ovisno o zahtijevanim performansama i ukupnoj vrijednosti vlasništva, bit će ovisan o odabranom setu usluga. Na primjer, u segmentu povezivanja poslovnih korisnika, težište je na isporuci usluga u oblaku, što pretpostavlja strukturu povezanosti u obliku stabla, dok se za usluge virtualnih privatnih mreža (eng. Virtual private Network - VPN) zahtjeva isprepletena (eng. mesh) struktura mreže. Mjesto i veličina funkcionalnosti procesiranja prometa pokrenuti su uslugama koje trebaju inspekciju prometa i kontrolu politike memoriranje sadržaja.



Slika 4. Pojednostavljeni prikaz topološke arhitekture

3.1 Optimizacija transportne i agregacijske mreže

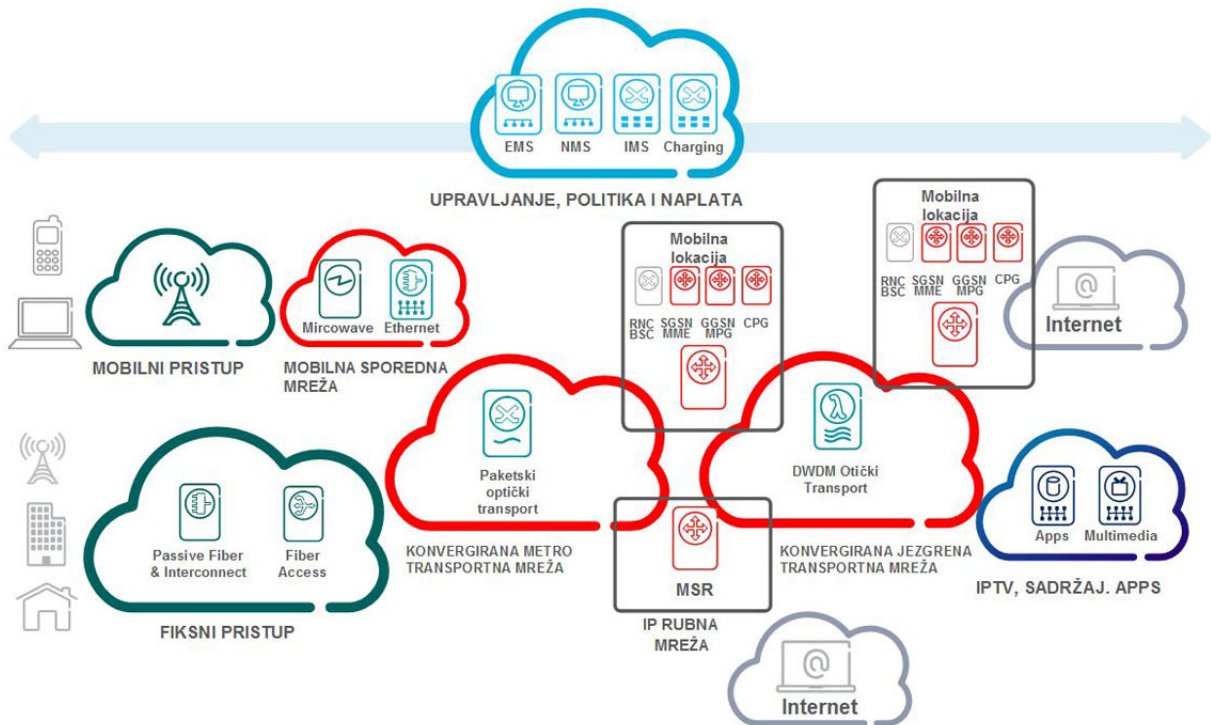
Postoji potreba transformacije i migracije transportne, transmisijske i agregacijske mreže. S vremenom ove mreže trebaju upravljati puno većim volumenom prometa i brzim porastom prometa. To zahtjeva jednostavnu strukturu mreže, veće raspoloživosti za OTT usluge, kao i prilagodljivost za nove usluge i puno veću skalabilnost za podršku promjena prometa.

Sloj povezivosti ostvaruje protok korisničke informacije između korisnika priključenih preko jedne ili više pristupnih mreža te prema korisnicima koji su spojeni na istovrsne mreže ili na druge vrste mreža. Povezivanje se ostvaruje sustavima koji komutiraju i usmjeravaju korisničku informaciju.

Protokolni složaj poveznog sloja ovisan je o prijenosnom mediju (žično – parica, bežično, optičko vlakno) i načinu komuniciranja (kanal, paket), pri čemu se primjenjuju različita rješenja za paketsku arhitekturu (npr. IP/SDH/optičko vlakno, IP/Ethernet/optičko vlakno, IP over Dense Wavelength Division Multiplex). Kanalski se način rada zamjenjuje paketskim, s mrežnim protokolom IP.

Zbog značajnog porasta prometa u mreži, operatori traže nova rješenja kako bi osigurali dovoljano kapacitet. Zahtjevi za visokom kvalitetom usluge QoS i povećanje kapaciteta za usluge kao što su video i širokopolasni pristup u pokretnim mrežama, znače da jednostavno dodavanje kapaciteta nije zadovoljavajuće rješenje. Slojeviti pristup mreži je potreban da bi se unaprijedile performanse svakog dijela mreže.

U transportnom sloju, postoje određeni zahtjevi za smanjenje troškova te povećanje kapaciteta i fleksibilnost za paketski i za komutirani promet. Jedno od rješenja koje se primjenjuje je optička transportna mreža (eng. Optical Transport Network - OTN), definirana kroz preporuku G.709 od strane ITU-T standardizacijskog tijela [1]. OTN definira zahtjeve mrežne arhitekture, sučelja i hijerarhiju raspona brzina. OTN će povećati prednosti SDH mreža povećanjem optičkih prijenosnih kapaciteta i dometa na kojima se može ostvariti prijenos optičkih signala. Buduće OTN mreže će u kombinaciji s WDM (eng. Wavelength division multiplexing) tehnologijom, omogućiti neposredno i fleksibilno mapiranje velike količine korisničkih signala temeljenih na različitim protokolima (IP, Ethernet, SDH ili OTN) na pojedine valne duljine.



Slika 5. Konvergirana transportna mreža

U istoj mreži treba omogućiti suživot komutacije kanala i komutacije paketa u optičkoj domeni, pri čemu one imaju različita obilježja s obzirom na prijenos podataka, a time pružaju i različitu podršku kvaliteti usluge. Uz pitanje komutacije nameće se i optimizacija protokolnog složaja iz današnjeg složaja s velikim brojem protokola i preklapajućom funkcionalnosti prema jednostavnoj paradigmi IP-preko-optike (eng. IP over optical) u kojoj postoji zajednička upravljačka ravnina i dijeljenje podataka o topologiji i usmjeravanju, što je ujedno i osnova inteligencije fotoničkog sloja.

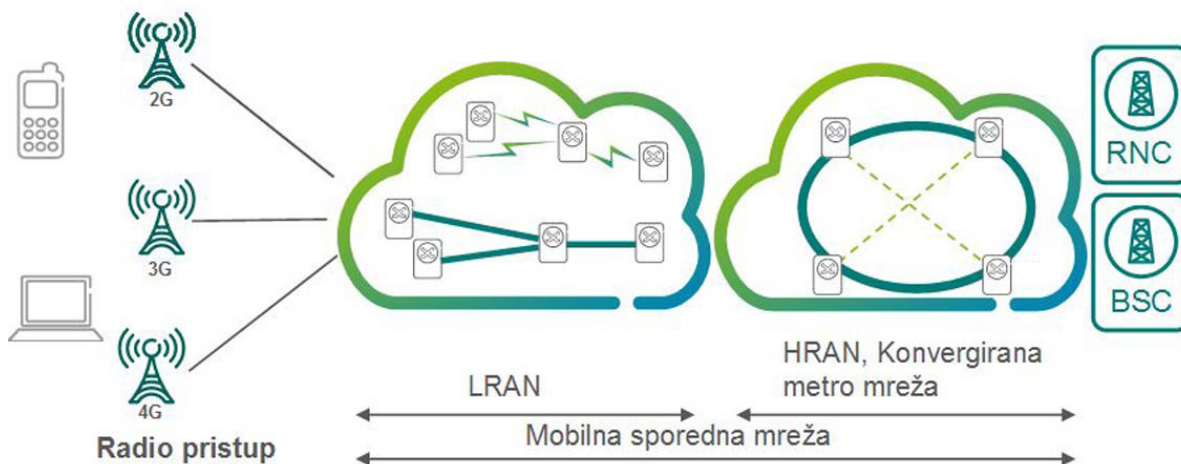
Cilj dodavanja inteligencije upravljanja optičkoj mreži je automatiziranje dodavanja resursa u samoj optičkoj mreži kao i između optičke i paketske mreže ovisno o traženoj usluzi. Takva je inteligencija nužna za potpuno iskorištavanje raspoloživih elektroničkih i optičkih mrežnih elemenata.



Slika 6. Pojednostavljenje transportne mreže

3.2 Optimizacija mobilne transportne mreže

Znatan rast podatkovnog prometa stvara nove zahtjeve na transportnu i sporednu mobilnu mrežu MBH (eng. mobile backhaul). Povećanjem brzine u radio pristupnoj mreži, sporedna mobilna mreža postaje usko grlo i može narušiti kvalitetu korisničkog iskustva. Prilikom dizajna transportne mreže operatori se moraju usmjeriti na dva segmenta sporedne mreže (slika 7.).



Slika 7. Mobilna sporedna mreža (backhaul)

LRAN (eng. Low Radio Access Network) je pristupni dio radio mreže koji sadrži raznovrsne pristupne tehnologije (mikrovalne veze, žičane veze i optičko vlakno). HRAN (eng. High Radio Access Network) je dio mreže koja skuplja, agregira i koncentrira promet iz LRAN za povezivanje s kontrolom radio pristupa (eng. Radio Network Controller - RNC) i baznih stanica (eng. Base Station Controller - BSC). Ovaj dio mreže temelji se na optičkoj tehnologiji.

Mikrovalni sustavi su znatno zastupljenija tehnologija za mobilno rješenje sporedne mreže kako bi se omogućila troškovno učinkovita i brza izgradnja širokopojasnog pristupa u pokretnim mrežama. Mikrovalna radijska rješenja se temelje na postojećim mikrovalnim vezama i tradicionalnom frekvencijskom pojasu, a mogu se razvijati za prijenos većih kapaciteta. Primjenom različitih tehnika, kao što su adaptivne modulacije, MIMO (Multiple- input, multiple-output) i druge, mogu se povećati kapaciteti do 2 Gbit/s u postojećem frekvencijskom pojasu, što ih čini pogodnim za buduće LTE sustave.

Primjena ove tehnologije na novo dostupnim frekvencijskim pojasevima od 42GHz i 70/80GHz omogućava postizanje kapaciteta od približno 10Gbit/s i 40Gbit/s [6].

Prednosti rješenja primjenom mikrovalnih tehnologija su brza implementacija, fleksibilnost i niski ukupni trošak.

U agregacijskom dijelu mreže dominantne tehnologije će biti Ethernet ili MPLS (eng. Multi-protocol label Switching), podržane u optičkoj paketskoj transportnoj platformi POTP (eng. Packet Optical Transport Platform).

U agregacijskoj mreži koristi se protokol MPLS-TP (eng. Multi-protocol label Switching Transport profile) koji sadrži poboljšanja postojećeg MPLS protokola, a uz to i podršku tradicionalnih transportnih funkcionalnosti, kao što je podrška za kvalitetu usluge i snažniji mehanizmi za funkcije održavanja i nadzora (OAM).

Prvi korak u evoluciji je uvođenje MPLS-TP u metro agregacijski dio mreže (HRAN) te i dalje podržavanje tradicionalnog TDM i paketskog prijenosa. Drugi korak u evoluciji je uvođenje MPLS-TP u LRAN.

GMPLS (eng. Generalized Multi-Protocol Label Switching) proširuje MPLS skup protokola kako bi osigurao mogućnost signalizacije i usmjeravanja u različite domene prijenosa. Ovo je omogućeno potpunim odvajanjem kontrolne ravnine i podatkovne ravnine preko različitih mreža.

4 Ericssonovi proizvodi i rješenja za IP umrežavanje

Novi Ericssonovi proizvodi i rješenja dizajnirani su kako bi ubrzali rast mobilnog širokopojasnog pristupa, video usluga i usluga u oblaku, kao i M2M aplikacija.

Ericssonov portfelj za četvrtu generaciju mreža uključuje slijedeće proizvode i rješenja:

- » Smart Services Router (SSR)
- » Evolved Packet Gateway (EPG)
- » Sljedeća generacija Serving SGSN-MME (eng. GPRS Support Node – Mobility Management Entity)
- » MINI-LINK SP (eng. Smart Packet) and PT (eng. Packet Terminal)
- » Smart Packet Optical (SPO) 1400
- » Rješenje Deep Fiber Access (DFA)
- » IP Transport NMS (eng. Network Management System)

4.1 Smart Services Router

Pametni uslužni usmjeritelj SSR (Smart Service Router) je Ericssonov usmjeritelj slijedeće generacije koji skalira u više dimenzija:

- » procesiranje više aplikacija: video, mobilnost, poslovne i rezidencijske usluge sa snažnom dubokom paketskom inspekcijom (DPI) i provedbom politike;
- » pretplatnici / uređaji: skalabilnost broja pretplatnika, signalizacija i broja aplikacija, u kombinaciji s fleksibilnim upravljanjem pretplatnika;
- » kapacitet: 16 Tb/s za sustav, 400 Gbit/s full-duplex po utoru, jednostavna nadogradnja.

Uvođenjem SSR-a operatori će prepoznati nove prilike za prihode kroz brze implementacije usluga s dodanom vrijednošću i optimizacijom korisničkog iskustva. Oni također mogu smanjiti operativne troškove kroz funkcionalnu konsolidaciju, jedinstveno upravljanje i nisku potrošnju električne energije.

4.2 Evolved Packet Gateway

Unaprijeđeni paketski pristupnik EPG (eng. Ericsson Packet Gateway) je proširenje linije proizvoda mobilnih paketskih pristupnika, dizajniran za podršku masivnog mobilnog širokopojasnog pristupa. EPG je ključna aplikacija koja će:

- » biti instalirana na SSR platformi s programskom podrškom za mobilnost;
- » omogućiti masovnost mobilnog širokopojasnog pristupa s IPv6 te funkcionalnost duboke paketske inspekcije DPI,
- » podržati skaliranost u dimenziji signalizacije za podršku velikog volumena M2M komunikacija i pametnih telefona.

EPG omogućuje kapacitet i integraciju aplikacija ovisno o operatorskim potrebama za skaliranjem svojih 3G i 4G (LTE) mreža kako bi povećali tržišni udjel na konkurentnom tržištu mobilnog širokopojasnog pristupa.

4.3 Sljedeća generacija SGSN-MME

Nova generacija potpornog čvora SGSN-MME MkVIII je rezultat razvoja postojećeg SGSN čvora gdje je MME (eng. Mobility Management Entity) funkcionalnost postignuta jednostavnim uvođenjem nove verzije programske podrške. SGSN-MME proizvod ima svojstva:

- » vrlo visoke skalabilnosti i procesorske snaga za obradu transakcija i signalizaciju,
- » podrške za raznovrsne radio pristupne tehnologije (2G,3G i LTE).

4.4 MINI-LINK SP (Smart Packet) i PT (Packet Terminal)

MINI-LINK SP sadrži seriju višepriputnih agregacijskih platformi koje osiguravaju migraciju od kanalskog prijenosa ka sljedećoj generaciji paketskih mreža.

Njegove odlike su:

- » kompaktnost: čvorovi male potrošnje pogodni za pružanje usluga i agregaciju prometa;
- » integracija TDM, paketa i DWDM-a za smanjenje troškova energije i upravljanja;
- » korištenje Ethernet i MPLS-TP koje pojednostavljuje paketsko umrežavanje;
- » ugrađena visoka zaštita i obnavljanje za TDM, paketski i DWDM prijenos.

Sve tri komponente 4. generacije IP umrežavanja (MINI-LINK, SP, PT i Ericsson SPO) koriste zajednički sustav upravljanja.

Novi proizvodi MINI-LINK SP i MINI-LINK PT proširuju rješenje za mobilne sporedne mreže. Rješenje integrira mikrovalne veze i optički transport u jedinstvenu platformu.

MINI-LINK PT osigurava:

- » najniži trošak, otvoreni radio transport za konfiguracije visokih kapaciteta;
- » visoki kapacitet veze za spajanje baznih postaja različitih generacija (2G, 3G i 4G/LTE)

MINI-LINK SP osigurava:

- » fleksibilnost podrške za različite medije (optičko vlakno i mikrovalne veze) u sporednim mobilnim mrežama;
- » sučelja za brzine do 10 Gb;
- » mogućnost kombiniranja s MINI-LINK PT-om za mikrovalne veze u sporednim mobilnim mrežama;
- » zajedničko rješenje za upravljanje mrežom za MINILINK liniju proizvoda.

4.5 Smart Packet Optical (SPO) 1400

SPO 1400 je linija paketskih optičkih transportnih platformi (POTP) koji imaju hibridnu arhitekturu s podrškom za TDM, WDM i paketske prijenosne tehnologije. SPO 1400 podržava protokol MPLS-TP (Transport Profile) koji osigurava konekcijski orijentiran prijenos za paketske i TDM usluge te omogućuje povezivanje s jezrenom mrežom koja se temelji na SDH, Ethernetu ili IP/MPLS. Kao konvergirana platforma za TDM i paketski prijenos SPO 1400 je pogodan za rješenja posrednih mreža fiksnog pristupa velikim brzinama kao i radio pristupnih mreža (2G, 3G i 4G). Glavne značajke proizvoda SPO 1400 su:

- » skalabilnost za TDM usluge u rasponu od E1 do STM-64;
- » skalabilnost za Ethernet usluge u rasponu od 100 Mbit/s do 10 Gbit/s;
- » veliki kapacitet TDM prospojnika – 60Gbit/s;
- » veliki kapacitet prospajanja za Ethernet – 320 Gbit/s;
- » velika gustoća sučelja po modulu za TDM, Ethernet i WDM.

4.6 Deep Fiber Access (DFA)

Ericssonov DFA portfelj sadrži rješenja i proizvode za izgradnju fiksne širokopojasne infrastrukture. Obitelj proizvoda EDA sadrži potpuno konvergiranu širokopojasnu pristupnu platformu koja je izrazito fleksibilna za bilo koji scenarij instalacije te posjeduje fleksibilnost za rast poslovanja.

EDA 1500 osigurava GPON (Gigabit Passive Optical Network) i XGPON za rezidencijske i poslovne aplikacije a glavne značajke su:

- » gustoća od 14.000 FTTH pretplatnika po jednom kućištu;
- » integrirani TDM Gateway (ITG), omogućuje konvergiranu platformu za paketske i kanalske usluge za fiksne poslovne i mobilne aplikacije;
- » arhitektura osigurava najbolju kvalitetu iskustva putem distribuirane arhitekture upravljanja prometom.

Sustav EDA 1500 GPON i njegova aplikacijska podrška može se troškovno učinkovito implementirati za sve instalirane sustave te se može koristiti za sporedne veze u heterogenim mrežama (HetNet).

4.7 IPT Transport NMS

Sustav za upravljanje mrežom (IPT-NMS) objedinjuje elemente portfelja četvrte generacije pod zajedničkim sustavom, a karakterizira ga: višeslojna arhitektura (0-3, IP, Ethernet, SDH, WDM, MPLS-TP) i podrška za više domena (širokopojasni pristup, mikrovalna veza, optika, rubna mreža). S prikazom jedne mreže i potpuno integrirano administriranje, održavanje i nadzor (OAM), omogućena je postupna evolucija mreže za SDH (Synchronous digital hierarchy) ka paketskom prijenosu, mobilna sporedna mreža te izgradnja IP i Ethernet paketske mreže. IPT-NMS poboljšava poslovanje s provizioniranjem paketskih usluga, preko više slojeva i domena te omogućava jedinstven multi-vizualni (fizički, logički, grafički, hibridni) prikaz mreže i potpuno integrirani nadzor i upravljanje (O&M).

5 Zaključak

Četvrtu generaciju IP umrežavanja karakterizira ogroman rast mobilniog širokopojasnog pristupa, video usluge, usluge u oblaku i mogućnosti povezivanja raznovrsnih uređaja.

Usljed znatnog porasta prometa i broja povezanih uređaja, operatori trebaju povećati kapacitet i pokrivenost u svojim mrežama. Ovo je moguće postići investiranjem u širokopojasne pokretne mreže i to u dijelovima radio pristupa, mobilnih sporednih mreža i paketske jezgrene mreže, proširenjem postojeće mrežne infrastrukture kao i migracijom ka novim tehnologijama kao što je LTE. Osigurati najbolje korisničko iskustvo preko vrhunskih performansi mreže je način diferencijacije operatora na tržištu.

6 Literatura

- [1] ITU-T, December 2009. Interfaces for the Optical Transport network (OTN), Recommendation G.709.
- [2] Ericsson AB., August 2009. Evolution to optical packet transport (white paper). [Online]. Available at: http://www.ericsson.com/news/090801_evolution_to_optical_packet_transport_20100510174715 [Accessed August 20 2010].
- [3] Ericsson AB., August 2010. Deciding when and where to use MPLS to improve end-to-end packet performance (white paper). [Online].
Dostupno na: http://www.ericsson.com/res/docs/whitepapers/MPLS_0822_high.pdf
- [4] Ericsson AB., February 2011. Network 4 – Scalable, Smart networks with superior performance (white paper) [Online].
Dostupno na <http://www.ericsson.com/res/docs/whitepapers/wp-network4.pdf>
- [5] Ericsson AB, August 2010, Data switching Future (White paper)
- [6] J.Hansery, J. Edstam, Microwave capacity Evolution, Ericsson Review, No1, 2011.
- [7] Trojer, E., Dahlfort, S., Hood, D. and Mickelsson, H.: Current and next-generation PONs: A technical overview of present and future PON technology. Ericsson Review, Vol. 85(2008)2, pp. 64–69.
- [8] F. Castro, I. Michael Forster, A. Mar, A. Sanz Merino, J. Javier Pastor, G. Steven Robinson, SAPC: Ericsson's convergent policy controller, Ericsson Review, No 1, 2010.
- [9] R. Chundury, Mobile
- [10] Broadband backhaul: Addressing the Challenge, Ericsson Review, No.3, 2008.

7 Popis kratica

DFA	Deep Fiber Access	POTP	Packet optical transport platform
DPI	Deep Packet Inspection	ROADM	Raconfigurable Optical add-drop multiplexer
GGSN	Gateway GPRS Support Node	QoE	Quality of Experience
GMPLS	Generalized Multi-protocol Label Switching	QoS	Quality of Service
HDTV	High Definition TV	SAPC	Service-Aware Policy Controller
HRAN	High RAN	SDH	Synchronous digital hierarchy
HSPA	High-speed Packet Access	SGSN	Serving GPRS Support Node
IPv6	Internet Protocol version 6	SSR	Smart Services Router
LRAN	Low RAN	RAN	Radio access network
LTE	Long Term Evolution	TCO	Total Cost of Ownership
M2M	Machine-to-Machine	TDM	Time division multiplexing
MBH	Mobile Backhaul	TVO	Total Value of Ownership
MIMO	Multiple-input, Multiple-output	VPN	Virtual private network
MPLS-TP	Multi-protocol label Switching Transport profile	WAN	Wide area network
MSER	Multi-service edge router	WCDMA	Wideband Code-division multiple access
OPEX	Operating Expenditure	WDM	Wavelength division multiplexing
OTN	Optical Transport Network	WSS	Wavelength selective switching
OTT	Over - the - Top		

Adresa autora:

Željko Popović
e-mail: zeljko.popovic@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10002 Zagreb
Hrvatska

Uredništvo je primilo rukopis 28. listopada 2011.

