

Univerzitet u Sarajevu
Elektrotehnički fakultet u Sarajevu
Nastavnonaučno vijeće – putem Vijeća Odsjeka za Telekomunikacije
Sarajevo, 29.09.2011 godine.

Predmet: Prijava teme doktorskog rada na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu

Poštovani,

U skladu sa Pravilnikom o postupku podnošenja i prihvatanja teme doktorskog rada na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu, broj 04-1-3076/09 od 28.10.2009. godine, podnosim pismenu prijavu teme doktorske disertacije.

U nastavku prijave, a u skladu sa pomenutim Pravilnikom, dati su potrebni elementi prijave.

Kandidat:

Mr.sci. Nerma Šečić-Haračić, dipl. ing. el.

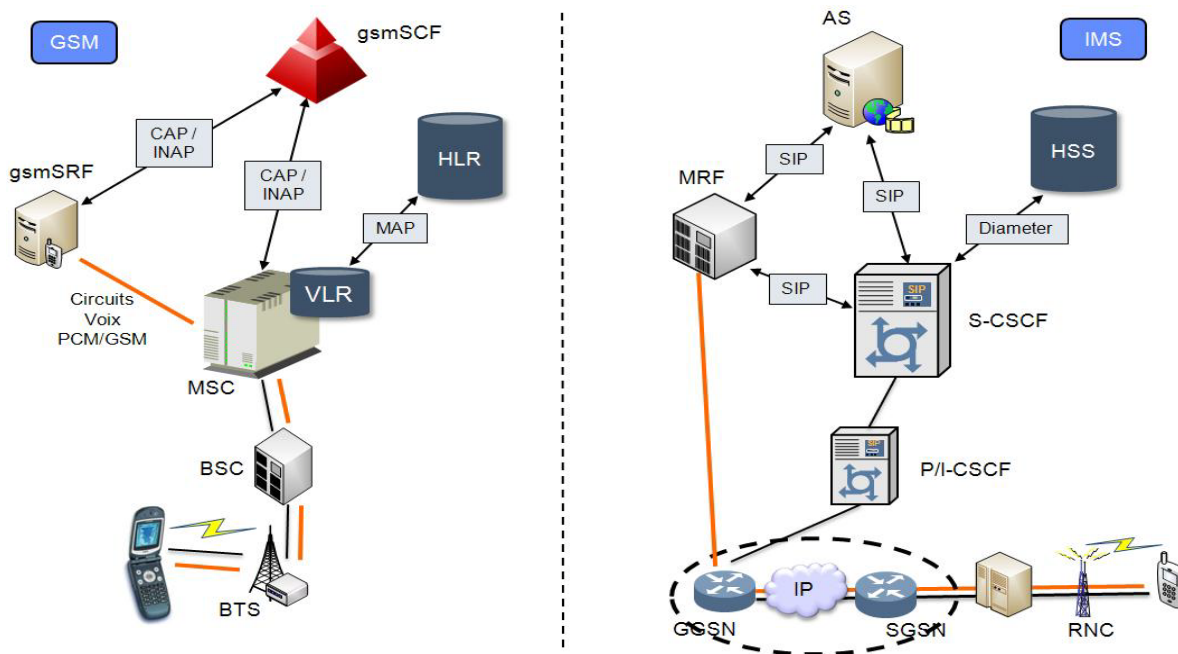
1. Prijedlog naslova disertacije

Predloženi naslov disertacije na bosanskom jeziku je: „Pristup dimenzionisanju IMS mreže“.

Naslov disertacije na engleskom jeziku je: „An approach to dimensioning of IMS network“

2. Obrazloženje teme

IP Multimedia Subsystem (IMS) predstavlja IP (eng. Internet Protocol) baziranu infrastrukturu nove generacije koja omogućuje konvergenciju podataka, govora, videa i mobilnih tehnologija. On predstavlja soluciju koja obezbjeđuje nove multimedijalne komunikacione servise na nezavisnoj IP baziranoj arhitekturi, definisanoj od strane 3GPP (eng. 3rd Generation Partnership Project), 3GPP2 i IETF (eng. Internet Engineering Task Force) standarda. IMS posjeduje odvojen signalni i nivo za prenos medija za razliku od recimo Public Switched Telephone Network (PSTN), ili GSM (eng. Global System for Mobile Communications) mreža koje servise realizuju pomoću lokalnih MSC/VLR elemenata [Slika (1)].



Slika 1. GSM vs IMS servisna arhitektura

IMS arhitektura se bazira na funkcionalnom elementu Serving Call/Session Control Functions (S-CSCF-u) koji se dinamički alocira pri korisnikovoj registraciji bilo gdje na mreži, a uvijek se nalazi u korisničkom administrativnom domenu.

Različiti protokoli obezbjeđuju različite IMS servise. Session Initiation Protocol (SIP) predstavlja jezgro IMS arhitekture. SIP je signalni protokol odgovoran za VoIP (eng. Voice over IP) uspostavljanje poziva i njegovo manipulisanje. IMS bazirana mreža se sastoji od jednog ili više SIP servera, korisničke baze Home Subscriber Servers (HSS), aplikacionog servera Application Servers (AS), Media Resource Functions (MRF), PSTN gateway-a itd. SIP serveri predstavljaju esencijalna čvorišta IMS-a. Oni obavljaju funkcije kontrole poziva/sesije karakterizirane kao Proxy-CSCF (P-CSCF), Interrogating-CSCF (I-CSCF) i Serving-CSCF (S-CSCF).

Razvoj telekomunikacionih mreža vodi ka konvergenciji fiksnog, mobilnog i Internet saobraćaja na IP bazirane mreže. Session Initiation Protocol (SIP) je signalni protokol aplikacionog nivoa standardizovan od strane IETF-a za kreiranje, modifikaciju i terminaciju multimedijalnih sesija na Internetu. On se prenosi po Transport Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP), ili Stream Control Transmission Protocol (SCTP).

Glavna tijela za standardizaciju 3GPP, ITU (eng. International Telecommunication Union) i ETSI su usvojile SIP kao signalni protokol za Next Generation Networks (NGN) dominantno bazirane na IMS arhitekturi, gdje SIP serveri predstavljaju osnovne komponente i odgovorni su za procesiranje i rutiranje signalnog saobraćaja.

Kako je IMS mreža predviđena za prihvatanje i obradu velikog broja poruka, problem koji se nameće sam po sebi jeste problem dimenzionisanja mrežnih čvorova i IMS mreže u cjelini.

Problemi, pad QoS-a (eng. Quality of Service) i QoE-a (eng. Quality of Experience) se javljaju kada je količina saobraćaja koji se pojavljuju na čvorištima IMS-a mnogo veća od predviđenog dnevnog saobraćaja za koji je mreža dimenzionisana. Operatori tradicionalnih PSTN mreža su odavno prepoznali potrebu za kontrolom overload-a i kvalitetnim upravljanjem prometom. Za vrijeme overload-a može se očekivati veliki broj neopsluženih poziva, ali se ne smije dozvoliti kompletan zastoj određenog servisa. Hitan saobraćaj i drugi bitni stream-ovi moraju biti opsluženi u bilo kojem slučaju.

Postoje dva tipa zagušenja. Jedan je mrežno zagušenje kod kojeg se paketi gube na IP nivou. Drugi je zagušenje servera. U tom slučaju performanse servera će degradirati, a u oba slučaja, to će uticati na kvalitet servisa.

Zagušenje servera nije novi problem. Ovakav problem je primjećen i u PSTN mrežama, gdje se telefonski saobraćaj ponekad koncentrisao na specifičnu telefonsku centralu. U takvim slučajevima kontrola overload-a je značajno pomagala.

Zagušenje se pojavljuje kada SIP serveri nemaju dovoljno resursa da procesiraju sve dolazne SIP poruke. Resursi mogu da budu CPU (eng. Central Processor Unit), memorija, mrežni opseg, U/I jedinice ili disk resursi.

SIP protokol obezbjeđuje limitiran ugrađen mehanizam za kontrolu overload-a kroz *503 Service Unavailable* kod odgovora. Međutim, kako cijena odbijanja SIP

sesije obično ne može da se ignoriše, to ovaj mehanizam ne može da prevenira zagušenje servera. Kada SIP server mora da odbije veliku količinu dolaznih sesija, njegove performanse degradiraju i dodatno mogu da rašire overload stanje kroz mrežu – ovo je ključna observacija koja razlikuje SIP server overload problem od drugih problema. Potreba za povećanjem performansi i minimiziranjem efekta overload-a kod SIP signalnih mreža je veoma bitna, posebno u današnjem servis orijentisanom svijetu telekomunikacija gdje su korisnici jako zahtjevni i rijetko opraštaju. U tom smislu je potrebno predložiti pristup dimenzionisanju kao i mehanizam za očuvanje QoS-a i QoE-a koristeći analitički utemeljene formulacije.

3. Oblast istraživanja

Oblasti koje će se obrađivati u ovoj disertaciji su:

- IMS arhitektura koja ima veoma visoke zahtjeve QoS-a,
- signalni i transportni protokoli koji obezbjeđuju IMS servise i
- oblast relevantnih mehanizama za upravljanje saobraćajem

Svi navedene oblasti su dobro istražene. Ono što je neistraženo jeste veza između IMS arhitekture i zakonitosti prometnih modela čijom bi se primjenom u dizajniranju moglo doći do određenih analitičkih zakonitosti.

IMS arhitektura [Slika 2.] posjeduje kontrolni nivo sastavljen od mrežnih čvorova koji mogu biti realizovani na više načina.



Slika 2. IMS arhitektura [3GPP / TISPAN IMS Arhitektura]

Funkcionalnosti više elemenata se mogu realizovati na jednom fizičkom čvoru ili se pojedini čvorovi mogu multiplicirati za potrebe dimenzionisanja, load balancing-a ili organizacije mreže [45]. Da bi se garantovale performanse servis provajderima i krajnjim korisnicima potrebna je adekvatna organizacija i menadžment na kontrolnom nivou što je dijelom definisano 3GPP preporukama, a dijelom predstavlja problematiku koju je potrebno rješavati

Obzirom na strukturu protokola na svim nivoima, problematika koja se javlja na čvorištima IMS sistema se znatno razlikuje od problematike tradicionalnih sistema. Iako se smatralo da su pojedini protokoli riješili problem overload-a odgovarajućim porukama i parametrima unutar poruka, pokazalo se da zbog same strukture prenosa po IP mreži taj problem nije tako jednostavan.

Kako je SIP protokol široko prihvaćen u NGN mrežama kao glavni signalni protokol, to se problematika optimizacije IMS mreže sa stanovišta signalnih protokola svodi na povećanje performansi i sprječavanje overload-a izazvanog velikom količinom SIP poruka koje se pojavljuju na IMS čvorovima. Pored SIP protokola postoje i drugi signalni protokoli kao HTTP(S) (eng. HyperText Transfer Protocol (Secure)), Radius, Diameter, DNS (eng. Domain Name System), COPS (eng. Common Open Policy Service), SNMP (eng. Simple Network Management Protocol), SMPP (eng. Short Message Peer-to-Peer), SAML (eng. Security Assertion Markup Language), LDAP (eng. Lightweight Directory Access Protocol), Parlay, Java, SOAP (eng. Simple Object Access Protocol), H.248, SIP-I, INAP (eng. Intelligent Network Application Part) i drugi. Neki od njih kao i SIP posjeduju povratne signalne kodove prilikom detekcije overload-a, ali ni jedan ne posjeduje overload kontrolni mehanizam. Istražit će se uticaj mehanizama primjenjenih na SIP, i na ostale protokole.

Pored IMS arhitekture i detaljne analize kompletne specifikacije protokola koja uključuje servise, okruženje, sintaksu, semantiku i proceduralna pravila, istražiti će se i različiti prometni modeli u funkciji relevantnih parametara koji utiču na performanse i pojavu overload-a i time ostvariti prvi cilj disertacije.

Teoriju prometa u literaturi se definiše kao *primjena teorije vjerovatnoće na rješavanje problema planiranja, procjene performansi, i održavanja telekomunikacionih sistema*. Discipline koje igraju važnu ulogu u teoriji prometa su stohastički procesi, teorija redova čekanja i numeričke simulacije. Obzirom da je krajnji cilj svakog projektanta dizajnirati mrežu koja će svojim kapacitetima za dostupna sredstva zadovoljavati sve unaprijed definisane zahtjeve korisnika, ovo se postavlja kao cilj teorije prometa, a time i drugi cilj ove disertacije.

Potrebno je dobro definisati sve pojmove, kao što je model, promet, usluga, kvalitet usluge, itd. Posebno je bitno definisati mjerljive parametre pomoću kojih se može postaviti minimalno jedna analitički i empirijski utemeljenu formulacija i zavisnost kojim bi se moglo dobiti rješenje o ponašanju sistema u funkciji vektora ograničenja, koje nameću mreža i aplikacija.

4. Ciljevi teze

- Osnovni cilj je prijedlog pristupa u identifikaciji optimalne topologije IMS arhitekture.
- Dizajnirati mrežu koja će svojim kapacitetima za dostupna sredstva zadovoljavati sve unaprijed definisane zahtjeve korisnika,
- Postaviti minimalno jednu analitički i empirijski utemeljenu formuluaciju i zavisnost kojim bi se moglo dobiti rješenje o ponašanju sistema u funkciji vektora ograničenja, koje nameću mreža i aplikacija.

5. Lična motivacija

Autor se odlučio za ovu problematiku zato što pružatelji telekomunikacijskih usluga sve više prihvataju višemedijski podsistem IMS - IP Multimedia Subsystem kao preferirani način implementacije infrastrukture za pružanje usluga nove generacije. IMS je međunarodni priznati standard, koji zahtijeva visok nivo kvaliteta usluge što pred pružatelja usluga nameće visoke standarde. Jedan od temeljnih problema se javlja zbog pojave sve većeg broja korisnika i servisa koje oni koriste, a IMS im pruža. Veliki broj korisnika i servisa znači sve veći signalni promet na mreži i IMS čvorištima tako da problematika dimenzionisanja, optimizacije i samog overload-a čvorišta značajno može da utiče na QoS i QoE.

Autor će dati pregled i analizu ključnih parametara čijim podešavanjem se može uticati na QoS i QoE IMS sistema, povezati to sve sa prometnim modelima koji analitički daju rješenja i predložiti kako se to može praktično primjeniti na neke od budućih implementacija IMS arhitekture ili kako se može poboljšati QoS i QoE već implementiranih IMS mreža.

6. Istraživački metodi

Za postizanje ciljeva istraživanja, u ovom radu, primijenit će se kombinacija više naučnih metoda kojima se može obuhvatiti ukupna složenost problematike vezane za dimenzionisanje IMS mreže.

Prilikom izrade ove disertacije koristit će se sljedeće metode:

- metoda analize deskriptivnim i eksplikativnim metodama i to:
 - IMS čvorišta i IMS mreže u funkciji signalizacije koju obrađuje;
 - prometnih modela primjenjivih na predmetne arhitekture;
 - saobraćajnog toka u različitim kategorijama saobraćaja i na različitim nivoima;

- komparativna metoda za poređenje prometnih modela i mrežnih arhitektura IMS-a;
- metode matematičke sinteze za definisanje matematičkog modela parametara vezanih za ukupno ponašanje IMS sistema;
- metode modeliranja i simulacije za potrebe verifikacije predloženih rješenja;
- statističke metode za obradu rezultata mjerenja.

7. Trenutna rješenja optimizacije IMS čvorišta

Rezultati koje će autor koristiti u ovoj disertaciji i koji su do sada postignuti na predmetnom polju su podijeljeni u nekoliko skupina.

Postoji niz radova koji mjere performanse SIP servera, zatim radovi koji ukazuju na probleme overload-a, te radovi koji se bave različitim analizama i mehanizmima kojim bi pojava overload-a eliminisala. Problematika se posmatra u zavisnosti od transportnog protokola koji se koristi kao i mrežnog elementa na kojem se vrši detekcija i eliminisanje pojave overload-a.

Nešto manje, ali nikako zanemariv broj radova je rađen na polju optimizacije IMS mreža. Tu ima dobrih i manje dobrih rješenja koja svakako predstavljaju osnovu za autorov dalji rad.

Veći broj autora [1,2,3,4] je mjerio performanse SIP servera, bez osvrtnja na problem overload-a. Ejzak et al. [5] je izvršio kvantitativnu komparaciju overload-a u PSTN SS7 mrežama i SIP mrežama. Rosenberg u [6] daje detaljnu analizu SIP overload problema, problema sa 503 Service Unavailable povratnim kodom kao i zahtjeve za SIP overload kontrolnim mehanizmom.

Whitehead [7] je opisao framework nezavisan od protokola, GOCAP, ali njegovo mapiranje u SIP još nije definisano.

Noel and Johnson u knjizi "Initial Simulation Results That Analyze SIP Based VoIP Networks Under Overload" [8] su proučavali SIP bazirane telefonske mreže koje se sastoje od Media Gateway-a i kontrolera poziva bez upotrebe aplikacionih servera. Pokazali su da se podešavanjem različitih SIP tajmera te kombinovanjem externe i interne kontrole overload-a može znatno uticati na blokiranje poruka kod overload-a i 1-4 puta povećati projektovana propusnost.

Jing Sun u radu „Flow Management for SIP Application Servers“ [9] je intenzivnim experimentima pokazao da FEFM (eng. Front End Flow Management) mehanizam koji uključuje upravljanje porukama, kontrolu pristupa i uklanjanje retransmisije, obezbjeđuje zaštitu od overload-a u periodu najvećeg saobraćaja i značajno poboljšanje performansi.

Charles Shen, Henning Schulzrinne i Erich Nahum u radu "SIP Server Overload Control: Design and Evaluation" [10] su pokazali da algoritmi koji se baziraju na dužini reda čekanja ili kašnjenju zbog reda čekanja kao win-disc, win-cont i rate-

abs imaju generalno bolje performanse i bolje im se mogu podešavati parametri, od algoritama koji se zasnivaju na okupiranosti procesora kao rate-occ.

Yaogong Wang u radu "SIP Overload Control: A Backpressure-based Approach" [11] predlaže povratni mehanizam za kontrolu SIP overload-a - BASSOON. Algoritam se sastoji iz dva dijela: prvi je dokaziv load balancing algoritam koji obezbjeđuje potpuno iskorištenje mrežnih resursa. Svaki SIP server upravlja zasebnim redovima čekanja za poruke koje se šalju na različite destinacije i razmjenjuje povratne log informacije o tim redovima sa direktnim susjedima. Taj red čekanja koji je usko vezan sa destinacijom je ključna struktura Bassoon algoritma.

Drugi dio je end-to-end algoritam kontrole saobraćaja koji inteligentno prigušuje preveliku količinu saobraćaja na krajevima mreže. Pokazao je da Bassoon postiže mnogo bolje rezultate od npr. algoritma koji se bazira na zauzetosti procesora ili hop-by-hop algoritma koji kontrolu vrši direktno na zagušenim serverima.

Autori u [12] se među prvima bave problematikom overload-a TCP baziranog SIP servera i predlažu jedan algoritam kontrole bez izmjena kernela ili modifikacija na nivou protokola. Oni predlažu limitiranje ulaznih poruka izmjenom veličine TCP buffera i SIP server aplikacionog bafera kao i upotrebu smart forwarding-a.

U [13] i [14] su dokumentovani osnovni mehanizmi TCP kontrole zagušenja i toka poruka uopšte. Modifikacije osnovnog TCP algoritma su predlagane da poboljšaju različite aspekte TCP performansi, kao start-up ponašanje [15], retransmission fast recovery [16], packet loss recovery efficiency [17], [18], ili sveukupna poboljšanja [19], [20]. Istraživanja su rađena da se optimizira TCP algoritam za novije mrežne arhitekture kao mobilne i bežične mreže [21],[22], [23], [24], [25] kao i high-speed mreže [26], [27], [28], [29]. Takođe su rađena istraživanja sa metodama podešavanja soket bafera [30], [31], [32], [33].

Sljedeća kategorija gdje su rađena istraživanja su ruteri npr. aktivni bafer menadžment [34], [35] kao i promjena veličine ruter bafera [36].

IMS se sastoji uglavnom od SIP servera različite namjene tako da analiza performansi i overload-a IMS mreže može posmatrati analizom posebnih servera, ali i kompozicije servera koji zajedno čine IMS arhitekturu.

Luca Monacelli u [37] predlaže upotrebu traffic shaper-a za kontrolu overload-a u IMS mrežama.

U [38] je dat prijedlog povećanja performansi pomoću nove strategije nazvane co-located DHT IMS koja je izvodiva alternativa za implementaciju u realnim sistemima. George Din u [39] je predložio mjerenje performansi i posmatranje sistema u slučaju kada broj poziva u sekundi i broj korisnika jako poraste, pomoću TTCN-3 testova.

M. Mkwawa i D. D. Kouvatsos, u svom radu "Performance Modelling and Evaluation of IP Multimedia Subsystems" [40], porede analitičke i eksperimentalne rezultate modeliranja IMS aplikacija, registracije korisnika i uspostave multimedijalne sesije. Pokazali su da registracija korisnika i uspostava multimedijalne sesije odgovara dobro poznatom central server QNM modelu. Koristeći Buzen-ov algoritam i Little-ov teorem izračunate su servisne brzine za S-CSCF, AS-ove i HSS-ove, vjerovatnoće prelaza, iskorištenosti servera kao i

propusnost modela. Rezultati simulacije za iskorištenost servera i propusnosti za iste servisne brzine i vjerovatnoće prelaza su pokazali da se veoma dobro podudaraju sa analitičkim modelom. Pokazano je da S-CSCF predstavlja usko grlo IMS mreže koje obrađuje ogroman broj poruka. Ovaj rad ne daje nikakve rezultate u oblasti povećanja performansi i sprječavanja overload-a, ali ukazuje na problematične elemente IMS mreže. Autor će se u disertaciji upravo nastaviti na ovu tematiku i pokušati modelirati mrežu tako da S-CSCF-ovi ne predstavljaju problematične tačke, a u svakom slučaju da ne dođe do njihovog drastičnog pada performansi.

A.M.Amoee i A.Falahati u radu "Overcoming Overload in IMS by Employment of Multiserver Nodes and Priority Queues" [41] istražuju efekat dodavanja servera u IMS mreži. Autori su analize kašnjenja i uticaja prioritetizacije poziva radili pretpostavljajući M/M/r model koristeći Erlanogovu C formulu. Pokazali su da se dodavanjem servera u mrežu smanjuje ukupno vrijeme čekanja u sistemu, a time direktno utiče na overload. Pokazali su takođe da prioritetizacija poziva takođe utiče na vrijeme čekanja s tim da se treba paziti na graničnu vrijednost količine prioritetnih poziva koja će zaista davati bolji QoS i povećati performanse. Autori se u radu nisu dotakli većine istraživačkih problema kojima se autor disertacije namjerava baviti, a koji su bitni sa aspekta problematike koja se izučava. Ovaj rad predstavlja dobar početak istraživanja koji je potrebno dodatno razraditi. Potrebno je uporediti analitičke i eksperimentalne rezultate da bi se definisao model koji ima maksimalne performanse u zavisnosti od opterećenja, definisati granične vrijednosti relevantnih parametara iznad kojih sistem ulazi u overload kao i predložiti model za njegovo eliminisanje.

8. Struktura teze i plan istraživanja

U prvom dijelu će se obraditi arhitektura IMS mreže uz detaljnu analizu pojedinih čvorišta. Tematika će akcentirati kontrolni nivo; arhitekturu, interfejsu i funkcionalnosti koristeći [42], [43], [44], [45], [46], [47].

U drugom dijelu će se definisati pojam overload-a u telekomunikacionim sistemima. Hronološki će se uraditi pregled relevantnih radova koji su obrađivali problematiku overload-a u TDM i IP mrežama i dali određene rezultate na ovom polju.

U trećem dijelu će se obraditi transportni protokoli koji služe za prenos signalizacije kao i signalni protokoli koji obezbjeđuju IMS definisane servise. Napravit će se detaljna analiza transportnih protokola, i dati prijedlog koji od njih bi bio najprikladniji sa stanovišta optimizacije IMS čvorišta i mreže. Analiza protokola će se napraviti uz radove objavljene na tu temu, ali i samu definiciju i strukturu protokola datu odgovarajućim preporukama.

Nakon analize IMS mreže, relevantnih protokola, overload-a specifičnog za SIP servere i relevantnih radova objavljenih na tu tematiku, autor će predložiti mehanizme za detekciju i potpuno uklanjanje predmetne problematike.

U četvrtom dijelu će se teoretski i analitički obraditi prometni modeli i relevantni mehanizmi za upravljanje saobraćajem. Razmatrat će se korelacija između količine ulaznog saobraćaja, vremena posluživanja poruka, dužine reda čekanja, vremena koje poruka provede u redu čekanja, faktora opterećenja poslužitelja i drugih bitnih parametara, a sve u cilju predlaganja modela koji bi imao najbolji QoS i QoE.

Predložit će se empirijska i grafička zavisnost ponuđenog prometa sa odgovarajućim modelom i njegovim parametrima. Dat će se prijedlog razvojne implementacije određenog čvorišta kao i arhitekture cijele mreže u zavisnosti od ponuđenog ulaznog saobraćaja.

Peti dio obradit će eksperimentalnu validaciju analitički dobivenih rezultata. Uporedit će se analitički i eksperimentalni rezultati dobiveni primjenom odgovarajućih prometnih modela, i tuniranjem određenih parametara. Na osnovu dobivenih uporednih rezultata predložit će se preporuke inženjerima koji se bave razvojem softverskih aplikacija IMS čvorišta kao i inženjerima koji se bave dimenzionisanjem IMS mreže.

Optimizacija IMS-a će se razmatrati sa aspekta optimizacije pojedinačnih IMS čvorišta, kao i optimizacije sistema u cjelini.

Slučaj optimizacije čvorišta će se eksperimentalno razmatrati podešavanjem mjerljivih parametara kao što su količina ulaznog saobraćaja, vrijeme posluživanja poruka, dužina reda čekanja, vrijeme koje poruka provede u redu čekanja, faktora opterećenja poslužitelja, broj poslužitelja i dr. Bitan parameter, broj poslužitelja, u ovom slučaju će se razmatrati sa dva aspekta:

- broja thread-ova koji će posluživati mrežni čvor ili
- korištenjem hyper threading tehnologije u kombinaciji sa različitim brojem thread-ova.

Rezultati će se uporediti sa analitičkim rezultatima dobivenim korištenjem različitih saobraćajnih modela da bi se odredile granične vrijednosti upotrebljive u praksi obzirom da se izborom broja thread-ova i hardvera tj. multicore procesora, direktno utiče na QoS i QoE.

Za slučaj optimizacije sistema u cjelini analitički i eksperimentalno će se utvrditi optimalan broj S-CSCF-ova za određeni ulazni saobraćaj kao i predložiti algoritam za pronalazak najadekvatnijeg S-CSCF-a za željeni QoS i QoE.

Posmatrat će se i uticaj prioritizacije poziva na vrijeme čekanja kao i odnosa količine prioritiziranih i neprioritiziranih poziva na performanse i pojavu overload-a.

Svi eksperimenti će se izvoditi na OpenIMS platformi izrađenoj na Fraunhofer institutu koja može biti polazna tačka za razvoj komercijalnih IMS platformi. Autor će mijenjati izvorni kod pojedinih čvorišta da bi mogao eksperimentalno realizovati pojedina analitička rješenja i uporediti ih. Takođe će se koristiti NS-2 i OPNET simulatori za generisanje velike količine SIP saobraćaja.

9. Očekivani izvorni naučni doprinos disertacije

Osnovni teoretski doprinosi:

- Poboljšani pristup modeliranja telekomunikacionih čvorišta i mreža sa aspekta efikasnosti izvršavanja aplikacija i količine obrađenog prometa.
- Metod odabira prometnog modela koji optimizira QoS i QoE IMS čvorišta i topologije u zavisnosti od ulaznog opterećenja sistema.

Dodatni teoretski doprinosi

- Određivanje zavisnosti ulaznog opterećenja, QoS-a i QoE-a od odgovarajućeg modela upravljanja prometom.
- Prijedlog mehanizma koji sprječava ulazak čvorišta ili sistema u stanje preopterećenja i drastičnog pada performansi.

Praktični doprinosi:

- Parametrizacija čvorišta i mreže pri ulasku u stanje overload-a.
- Prijedlog metode verifikacije dobijenih rezultata na implementaciju IMS mreže.
- Prijedlog metode verifikacije dobijenih rezultata na implementaciju IMS čvorišta.

10. Relevantna literatura

- [1] E. Nahum and J. Tracey and C. Wright. Evaluating SIP server performance. Association for Computing Machinery (ACM), June 2007.
- [2] K. Ono and H. Schulzrinne. One server per city: Using TCP for very large SIP servers. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Oct 2008.
- [3] K. Kumar Ram, I. Fedeli, A. Cox, and S. Rixner. Explaining the impact of network transport protocols on SIP proxy performance. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), USA, April 2008.
- [4] C. Shen, E. Nahum, H. Schulzrinne, and C.P.Wright. The impact of TLS on SIP server performance. Technical Report CUCS-022-09, Columbia University Department of Computer Science, May 2009.
- [5] R. Ejzak, C. Florkey, and R. Hemmeter. Network overload and congestion: A comparison of ISUP and SIP. Bell Labs Technical Journal, November 2004.
- [6] Rosenberg, J., "Requirements for Management of Overload in the Session Initiation Protocol", IETF (SIPPING, Internet Draft), October 2006.
- [7] M. Whitehead. GOCAP - one standardised overload control for next generation networks. BT Technology Journal, 2005.
- [8] E. Noel and C. Johnson. Initial simulation results that analyze SIP based VoIP networks under overload. ITC, 2007.
- [9] J. Sun, J. Hu, R. Tian, and B. Yang. Flow management for SIP application servers. Communications, IEEE, June 2007.
- [10] C. Shen, H. Schulzrinne, and E. Nahum. Session Initiation Protocol (SIP) server overload control: Design and evaluation. LNCS, Oct 2008.
- [11] Y. Wang. SIP Overload Control: A Backpressure-based Approach. ACM, October 2010.
- [12] C. Shen, H. Schulzrinne. On TCP-based SIP server overload control. IPTComm, 2010.
- [13] V. Jacobson. Congestion avoidance and control. ACM, 1988.
- [14] J. Postel. Transmission Control Protocol. RFC 793, IETF, September 1981.
- [15] J. Hoe. Improving the start-up behavior of a congestion control scheme for TCP. ACM, 1996.
- [16] S. Floyd, T. Henderson, and A. Gurtov. The NewReno Modification to TCP's Fast Recovery Algorithm. RFC 3782. IETF, April 2004.
- [17] S. Floyd, J. Mahdavi, M. Mathis, and M. Podolsky. An Extension to the Selective Acknowledgement (SACK) Option for TCP. RFC 2883. IETF, July 2000.
- [18] M. Mathis, J. Mahdavi, S. Floyd, and A. Romanow. TCP Selective Acknowledgement Options. RFC 2018, IETF, October 1996.
- [19] M. Allman, V. Paxson, and W. Stevens. TCP Congestion Control . RFC 2581, IETF, April 1999.
- [20] L.S. Brakmo and L.L. Peterson. TCP vegas: end to end congestion avoidance on a global internet. Selected Areas in Communications, IEEE, Oct 1995.

- [21] A. Bakre and B. R. Badrinath. I-TCP: indirect TCP for mobile hosts. IEEE, 1995.
- [22] K. Brown and S. Singh. M-TCP: TCP for mobile cellular networks. ACM, 1997.
- [23] H. Elaarag. Improving TCP performance over mobile networks. ACM, 2002.
- [24] X. Wu, M. Chan, and A. Ananda. Improving TCP performance in heterogeneous mobile environments by exploiting the explicit cooperation between server and mobile host. Computer Networks, 2008.
- [25] R. Yavatkar and N. Bhagawat. Improving end-to-end performance of TCP over mobile internetworks. IEEE, 1994.
- [26] S. Ha, I. Rhee, and L. Xu. Cubic: a new TCP-friendly high-speed TCP variant. ACM, 2008.
- [27] D. Kliazovich, F. Granelli, and D. Miorandi. Logarithmic window increase for TCP westwood for improvement in high speed, long distance networks. Computer Networks, 2008.
- [28] L. Xu, K. Harfoush, and I. Rhee. Binary increase congestion control (bic) for fast long-distance networks. IEEE, 2004.
- [29] T. Yoshino, Y. Sugawara, K. Inagami, J. Tamatsukuri, M. Inaba, and K. Hiraki. Performance optimization of TCP/ip over 10 gigabit Ethernet by precise instrumentation. ACM, 2008.
- [30] T. Dunigan, M. Mathis, and B. Tierney. A TCP tuning daemon. ACM, 2002.
- [31] Y. Guo, Y. Hiranaka, and T. Akatsuka. Autonomic buffer control of web proxy server. Worldwide Computing and Its Applications (WWCA), 1998.
- [32] G. Hasegawa, T. Terai, T. Okamoto, and M. Murata. Scalable socket buffer tuning for high-performance web servers. Network Protocols, November 2001.
- [33] J. Semke, J. Mahdavi, and M. Mathis. Automatic TCP buffer tuning. ACM , 1998.
- [34] S. Floyd and V. Jacobson. Random early detection gateways for congestion avoidance. ACM, August 1993.
- [35] R. Morris. Scalable TCP congestion control. IEEE, March 2000.
- [36] A. Vishwanath, V. Sivaraman, and M. Thottan. Perspectives on router buffer sizing: recent results and open problems. ACM, 2009.
- [37] L. Monacelli. Including overload control in existing IMS compliant networks by using traffic shapers. IEEE, 2009.
- [38] Y. Peng, Z. Chunhong, M. Tao, G. Xuerong. Improving Performance and Reliability of IMS by Co-location DHT. International Conference on e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning (IC4E), 2010.
- [39] G. Din. An IMS Performance Benchmark Implementation based on the TTCN-3 Language. International Journal on Software Tools for Technology Transfer (STTT), July 2008.
- [40] I. M. Mkwawa, D.D. Kouvatsos. Performance Modelling and Evaluation of IP Multimedia Subsystems. ACM, 2008.
- [41] A.M. Amooee, A. Falahati. Overcoming Overload in IMS by Employment of Multiserver Nodes and Priority Queues. IEEE, 2009.
- [42] TS 23.228: "IP Multimedia Subsystem (IMS)". 3GPP. 2011.

- [43] TS 24.173: "IMS Multimedia telephony service and supplementary services". 3GPP. 2010.
- [44] TS 23.892: "IP Multimedia Subsystem (IMS) centralized services". 3GPP. 2008.
- [45] TS 23.218: "IP Multimedia (IM) session handling; IM call model". 3GPP. 2011.
- [46] ES 282 007: "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking". ETSI. 2008.
- [47] TS 23.517: "IP Multimedia Subsystem (IMS); Functional architecture," 3GPP.2008.