

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/136



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4289
Naslov projekta	Sistem za merjenje in nadzor kvalitete storitve in kvalitete uporabniške izkušnje v večpredstavnostnih komunikacijskih okoljih
Vodja projekta	16386 Andrej Kos
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	8430
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan" 118 ISKRATEL, telekomunikacijski sistemi, d.o.o., Kranj
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.08 Telekomunikacije
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

V sodobnih komunikacijskih sistemih, ki so usmerjeni v profesionalno zagotavljanje storitev, predstavlja ključno dodano vrednost zagotavljanje kakovosti na vseh nivojih komunikacije. Kakovost se tipično izraža z dvema komplementarnima meriloma, kvaliteto storitve (QoS) in kvaliteto uporabniške izkušnje (QoE), ki se dopolnjujeta na različnih nivojih zagotavljanja

storitve in delovanja sistema. Interpretacija QoS in QoE ni enotna; obstaja vrsta standardov in priporočil za zasnovo metrik in načine merjenja parametrov kvalitete, vendar ti ne podajajo konkretnih smernic za prenos v realna komunikacijska okolja. Poleg tega je QoE podvržen interpretaciji uspešnosti delovanja storitve v konkretnih okoliščinah in na subjektiven način, zato predstavlja snovanje rešitev za zagotavljanje QoE s tega vidika kompleksen razvojno-raziskovalni in aplikativni izziv.

QoS in QoE danes pridobivata nove razsežnosti zlasti v multimedijско bogatih okoljih nove generacije z visoko stopnjo storitvene dinamike in interaktivnosti ter nosilno infrastrukturo, ki prevzema tehnologije in karakteristike interneta. Ključen vidik predstavlja zmanjšana obvladljivost sistema in storitev zaradi vedno večje tehnološke odprtosti in posledično možnosti proste izbire storitve, dostopovnega načina in terminalne opreme. Zato je v tovrstnih sistemih potrebno kvaliteto obravnavati na celotni komunikacijski poti in za merjenje QoE zajeti vse nivoje komunikacije od podatkovnega do vključno aplikacijskega sloja.

V tem razvojno-raziskovalnem aplikativnem projektu smo zasnovali in pilotno vzpostavili porazdeljen sistem za merjenje in upravljanje kvalitete uporabniške izkušnje za heterogena komunikacijska omrežja s tehnologijami IP v hrbtnici in raznolikimi fiksnimi in mobilnimi širokopasovnimi tehnologijami na dostopu ter s ponudbo multimedijско bogatih storitev (3Play). Sistem je arhitekturno in funkcionalno zasnovan na principih odjemalec – strežnik. V odjemalskem delu sistema agenti, implementirani na izbrani terminalni, agregacijski in omrežni opremi, pasivno ter na osnovi emulacije uporabniške aktivnosti merijo parametre kvalitete ter jih v primernih oblikah in v definiranih časovnih vzorcih posredujejo v strežniški del sistema. Strežniški del sistema obsega funkcionalnosti za sprejem in predobdelavo prejetih parametrov, nato pa s pomočjo modulov za analizo, interpretacijo in vizualizacijo podatke obdela, obogati in vizualizira ter s tem poda indikatorje, primerne za oceno dosežene kvalitete uporabniške izkušnje. V ta namen smo definirali objektivne kvantitativne QoS in QoE metrike, nato pa zasnovali serijo ustreznih orodij za potrebe analize, interpretacije in vizualizacije. Sistem je zasnovan na neintruziven način z možnostjo funkcionalnega vpetja v tipične sisteme za krmiljenje dostopa, delo z uporabniškimi profili ter nadzor in upravljanje QoS in QoE. Na ta način smo zagotovili tudi izhodišča za nadaljnjo komercializacijo sistema.

ANG

In modern communications systems aimed at professional services provisioning, quality assurance at all levels of communication represents a key added value. Quality is generally expressed through two complementary criteria, Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE), which complement each other on different levels of service provisioning and system performance. The interpretations of QoS and QoE are not uniform. There is a range of standards and recommendations available for quality-related metrics design and measurement approaches, no guidelines are provided for their implementation into real-world communications environments. Additionally, QoE is subjected to various subjective interpretations regarding the effectiveness of service operation in concrete situations, therefore making the QoE assurance solution design a very complex R&D and applicative challenge.

Today QoS and QoE are acquiring new dimensions particularly in terms of new generation of multimedia-rich environments with high degrees of service dynamics, interactivity and underlying IP-based infrastructure. One key aspect is the decreased manageability of such systems and services because of the increasing technological openness and limitless possibilities of choice of services, access methods and terminals. Therefore, in these systems, it is necessary to address quality throughout the entire communications path and measure QoE throughout all levels of communication from the data layer up to the application layer.

Within the proposed project, a distributed system for measurement and management of the end-user's quality of experiences was designed and pilot implemented for heterogeneous communications networks with IP-based backbone and various fixed and mobile broadband access technologies and a variety of multimedia-rich 3Play services. The system is based on client-server principles. In the client side of the system, agents implemented within terminal, aggregation and network equipment perform quality-related data measurements based on passive observations and end-users' activity emulation, and transfer these data in appropriate formats and at defined times into the server side of the system. The server side of the system aggregates and pre-processes the received data, followed by complex data analysis, visualization, interpretation and enrichment, herewith providing indicators for evaluation of achieved end-user's quality of experience. For this purpose, objective and quantitative QoS and QoE metrics were defined and appropriate analysis, interpretation and visualisation tools were

designed. The system is designed non-intrusively with further potential for its implementation into typical admission control systems, profile handling procedures and solutions for QoS and QoE provisioning. Herewith, foundations were built for further system commercialization activities.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Realizacija projekta je potekala skladno s predloženim programom dela, opredeljenim v prijavnici dokumentaciji. Dinamika izvedbe aktivnosti po fazah je bila sledeča

Faza 1 (2011)

V letu 2011 smo izvajali aktivnosti, opredeljene v okviru faze 1 ter pričeli z izvajanjem faze 2. V okviru prve faze smo izvedli znanstvenoraziskovalne aktivnosti, povezane z idejno in visokonivojsko zasnovo sistema, ki vključujejo analizo karakteristik omrežij IP in multimedijskih storitvenih okolij, ter raziskave uveljavljenih principov in rešitev za merjenje, analizo, vizualizacijo in interpretacijo, ter zagotavljanje QoS in QoE.

Pripravili smo pregled tehnik in orodij za izvajanje meritev kvalitete uporabniške izkušnje in opisali naravo modeliranja QoE. Identificirali smo generične parametre, ki vplivajo na QoE in opisali konkretne pristope za merjenje QoE govornih, multimedijskih in spletnih storitev. V analizi smo potrdili hipotezo, da lahko uporaba omrežnih meritev kljub kompleksnosti vodi k boljši oceni QoE kot druge metode, identifikacija omrežnih vzrokov znižanja kvalitete pa posledično lahko služi za izboljšanje QoE. V analizi smo nadalje definirali standardne merilne postopke in predlagane vrednosti indikatorjev delovanja (KPI) in indikatorjev kvalitete (KQI) ter raziskali izzive aplikacij naslednje generacije in predlagali ogrodje za njihovo analizo.

Nato smo primerjali zahteve posameznih tipov storitev in preučili arhitekture, ki implementirajo mehanizme za zagotavljanje kakovosti storitev tako v dostopovnih kot v jedrnih omrežjih. Preučili in primerjali smo mehanizme nadzora oz. krmiljenja dostopa (angl. AdmissionControl), razvrščanja prometnih tokov (angl. Classification), glajenja (angl. Shaping), krmiljenja (angl. Policing), označevanja prometnih tokov (angl. Marking), odpravljanja (angl. Scheduling, Queuing) in aktivnega upravljanja čakalnih vrst. Analizirali smo tipske primere dostopovnih in jedrnih segmentov omrežij ter primerjali različne pristope za zagotavljanje kakovosti storitev; podrobneje smo preučili arhitekture PacketCable, TR-059 in RACS/RACF. Prva faza je obsegala tudi analizo primerov dobre prakse sorodnih sistemov in rešitev, tehnologij in orodij, ki so primerni za uporabo oz. za izhodišče pri zasnovi in realizaciji predlaganega sistema.

Nadalje smo podali podrobno konceptualno zasnovo sistema za merjenje uporabniške izkušnje, kjer smo na osnovi izhodiščnih visokonivojskih scenarijev uporabe definirali zahteve sistema s stališča uporabnika, komunikacijskega sistema in upravljavca sistema. Podali smo izhodišča za delovanje sistema po modelu odjemalca/strežnika, ki temelji na centraliziranem strežniškem delu in porazdeljenih odjemalskih agentih. Med ključnimi zahtevami smo identificirali avtonomnost delovanja odjemalca, oddaljeno konfiguracijo in neintruzivnost. Omenjene zahteve pogojujejo visoko prostorsko (veliko število merjenih omrežnih lokacij) in časovno (longitudinalne meritve) skalabilnost meritev. Opredelili smo visokonivojsko zahtevo sistema in opisali predviden potek komunikacije in izvedbe posamezne meritve, ter analizirali koncept emulacije uporabnika, ki predstavlja edini način za sistematično pridobitev verodostojnih podatkov v realnem in nenadzorovanem heterogenem okolju. Razdelali smo funkcionalnosti strežniškega dela sistema, katerega osnovna naloga je zajem raznolikih informacij o kvaliteti delovanja omrežja in storitev, podatkov o uporabniku in njegovi terminalni opremi ter drugih informacij, ki opredeljujejo širši kontekst komunikacije, ter njihova interpretacija in vizualizaciji za potrebe prikaza dosežene kvalitete uporabniške izkušnje. Na podoben način smo razčlenili arhitekturo, funkcionalnosti in zgradbo odjemalca oz. sonde. Nadalje smo definirali tudi ključne tipe metrik, ki se neposredno navezujejo na kvaliteto uporabniške izkušnje.

Faza 2 (2011 in 2012)

V okviru druge faze projekta smo izvedli aktivnosti identifikacije in podrobne razčlenitve ciljnih multimedijskih scenarijev. Slednja vključuje tehnološko specifikacijo komunikacijskega omrežja in storitev, konkretnih elementov in sistemov ter izbrane terminalne opreme.

Prvi identificirani scenarij obsega avtonomnega in konfigurabilnega agenta na platformi x86, ki omogoča izvajanje meritev nabora internetnih storitev, ki je tipično v rabi pri domačih in poslovnih končnih uporabnikih. Pomembno vodilo predstavlja možnost izvedbe nivoja kvalitete storitve od uporabnika do strežnika (end-to-end), kar predstavlja edini način za zagotovitev visoke relevantnosti izmerjenih rezultatov.

Drugi identificirani scenarij se osredotoča na analizo in definicijo parametrov in meritev storitev Ethernet MAN (Metropolitan Area Network). Scenarij predvideva, da operater omogoča dostop geografsko razpršenih lokacij svojih poslovnih strank do globalnega operaterja VPN (Virtual Private Network). Dostop do globalnega VPN poteka preko enotne točke NNI (Network to Network Interface). Projektna aktivnost je obsegala analizo in definicijo zahtev za celovito upravljanje storitve in spremljanje storitve med izvajanjem. Upravljanje storitve temelji na vpeljavi SLA monitoring & provisioning sistema (SLA – Service Level Agreement), ki ga uporabimo za kreiranje, namestitvev in nadzor (spremljanje izvajanja) storitve. V procesu kreiranja je potrebno izvesti več ločenih korakov, ki v končni fazi predstavljajo enoten scenarij: kreiranje uporabnika, kreiranje transporta, kreiranje QoS & SLA profila, kreiranje varnostnih mehanizmov storitve, kreiranje ETH_OAM profila in končno kreiranje storitve. V fazi nadzora izvajanja storitve smo zasnovali sistem za spremljanje in primerjanje parametrov omrežja glede na dogovorjeni SLA.

Nato smo pripravili arhitekturo in funkcionalne elemente ter opisa delovanja sistema. V sklopu zasnove smo nadgradili idejno zasnovo s podrobno arhitekturo sistema in funkcionalno specifikacijo posameznih gradnikov, ter podali opis delovanja sistema kot celote.

Faza 3 (2012 in 2013)

Na podlagi raziskovalnih in razvojnih ugotovitev smo ciljne scenarije, opredeljene v fazi 2, dodatno razširili in nadgradili. Rezultirajoča scenarija sta »Internetne storitve« in »L2 VPN storitve«. Scenarij »Internetne storitve« je osredotočen na meritve kakovosti uporabniške izkušnje pri rabi storitev interneta, in sicer na meritve QoE parametrov za nabor osnovnih internetnih storitev (obisk spletne strani, prenos datoteke, dostop do strežnika, dostop do DNS in razpoznavanje domenskega imena). Scenarij »L2 VPN storitve« se osredotoča na meritve trenutnih vrednosti SLA/QoE parametrov za storitev povezljivosti L2 VPN na drugem nivoju OSI sklada pri poslovnih strankah. Scenarija sta sistemsko in logično prepletena, s ciljem doseči nadzor in predikcijo zagotavljanja SLA/QoE na celotni komunikacijski poti (end-to-end).

V okviru vzporednih faz 3a, 3b in 3c smo pripravili podrobno funkcionalno in tehnično zasnovo posameznih segmentov ciljne rešitve, in sicer zasnovo in specifikacijo strežniških modulov v fazi 3a, zasnovo in specifikacijo odjemalskih modulov v fazi 3b, ter v fazi 3c strukturiranje analitičnega modula strežniškega dela sistema za podporo ciljnih scenarijev z end-to-end zmogljivostmi.

Strežniški del rešitve obsega module za zbiranje in obdelavo podatkov, ter module za analitiko in vizualizacijo podatkov za podporo opredeljenih e2e scenarijev s poudarkom na analitiki in interpretaciji QoE ter SLA dogovorov. Za konfiguracijo in zajem podatkov internetnega scenarija sta na strežniški strani zadolžena QoE Web konfiguracijski dispečer, ki skrbi za pripravo in posredovanje merilnih QoE scenarijev na QoE agente v odjemalskem delu, ter zbirnik podatkov (parser). Oba sta zasnovana v okolju PHP z VmWare ESX virtualizacijo. Za konfiguracijo merilnih profilov je specifikiran spletni vmesnik. Definiran komunikacijski vmesnik za interakcijo med dispečersko funkcijo konfiguracijskega strežnika in agenti uporablja REST spletne storitve, preko katerih se prenaša vsebina konfiguracij v formatu XML.

Za podporo scenarija L2 VPN na strežniški strani skrbita QoE konfigurator in QoE Ethernet OAM prehod oziroma sonda. QoE konfigurator je realiziran na platformi Linux/JBoss/WEBapp, s testnimi konfiguracijskimi matricami skladnimi z Y.1713 in IEEE 802.ag ter poslovno logiko za meritve SLA preko časovnega razporejanja na vmesnik/uporabnika/storitev. QoE prehod je realiziran na platformi Linux/Jboss/WEBapp in predstavlja EthOAM sondo z izvajanjem testov na zahtevo. QoE VPN konfigurator komunicira z odjemalsko stranjo preko QoE VPN prehoda, ta pa ima za komunikacijo z merilnimi agenti na MSAN (Lumia) podprt vmesnik tipa SNMP preko MIBov. Konfiguracije ODOLT testov in rezultati so posredovani v obliki XML datotek.

Centralna podatkovna baza shranjuje zbrane podatke meritev QoE internetnega scenarija, merjene SLA parametre VPN scenarija, ter rezultate analitike in interpretacije. Ustrezno smo specifikirali model podatkovne baze in predvidene strukture za shranjevanje meritev glede na specifikirane metrike.

V segmentu za analitiko in interpretacijo podatkov so specifikirani trije moduli. Za scenarij internetnih storitev smo uporabili profesionalno vizualizacijsko okolje Tableau, ki omogoča namensko konfiguracijo analitike in vizualizacije za predviden scenarij. Pripravili smo analitsko politiko s podrobnimi specifikacijami tipov zajetih podatkov in predvidene analize nad temi. Uporabljeno okolje je v pilotni fazi omogočalo dinamično delo nad zbranimi podatki ter prilagodljivost analitike tekom izvajanje kalkulacij za podporo dinamičnim nadzornim ploščam. Za scenarij VPN smo specifikirali modul za namensko analizo in predikcijo SLA dogovorov na

podlagi zajetih podatkov iz naslova meritev EthOAM ter tudi QoE. Nivo granulacije analitike in predikcije je nastavljen na elementarno poslovno stranko s ključno metriko v obliki povprečnih vrednosti tipskih QoS parametrov ter možnostjo nadaljnjega vpogleda do nivoja vmesnika med uporabnikom in omrežjem (UNI). Pripravili smo poročila za posamezne SLA parametre za storitev L2 VPN, vključujoč parametre informacijska hitrost, zakasnitev informacije, variacija zakasnitve informacije, odstotek izgube paketov informacije, ter izgubljen povezljivost (časovni izpad, število izpadov).

Na odjemalski strani sta definirana in specificirana dva tipa odjemalskih modulov oziroma merilnih agentov. Za podporo internetnega scenarija je to QoE agent, nameščen na terminalni opremi (PC, laptop, strežniki), ki obsega funkcionalnosti za izvedbo QoE meritev s podporo IPv4/IPv6 (ping API, web API, Download (wget), Upload (ftp), Har proxy API), lokalno podatkovno bazo za shranjevanje izmerjenih podatkov ter vmesnik za posredovanje v podatkov v strežniški del sistema. Agent je implementiran v okolju Python v2.7/Java v1.6+ na OS Linux Ubuntu. Za scenarij VPN je odjemalski modul nameščen na platformi Iskratel MSAN (Lumia) z Fibre/VDSL EthOAM in ES EthOAM vmesniki. Podprte so meritve po IEEE 802.1ag - Connectivity Fault Management (CFM), in ITU-T Y.1731- OAM functions & mechanisms for Ethernet Based Networks, Performance Monitoring, ki so podprti preko MIB-ov (AcmePacket) za izgubo povezljivosti, zakasnitve in variacije zakasnitve, izgube in hitrost.

Faza 4 (2013 in 2014)

Faza 4 je potekala vzporedno s Fazo 3, v okvir katere smo izvedli pilotno implementacijo predstavljenega sistema. V ta namen smo pripravili pripadajoče pilotne načrte izgradnje sistema v razvojnih okoljih partnerjev, implementirali identificirane komponente, in izvedli njihovo integracijo. Nato smo skladno z ustaljenimi protokoli izvedli testiranje in verifikacijo komponent v sodelovanju vseh projektnih partnerjev.

Na podlagi predstavljenih rezultatov in pridobljenih znanj smo celoten čas trajanja projekta pripravljali objave v revijah s faktorjem SCI ter sodelovali pri pripravi mednarodnih patentnih prijav. Del rezultatov smo predstavili na relevantnih konferencah in dogodkih s tega področja, poleg tega pa je predmet raziskav predstavljal osnovo za podiplomsko usposabljanje magistrskih in doktorskih študentov na Fakulteti za elektrotehniko.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Glede na vsebinski opis in program dela ter cilje in predvidene rezultate ugotavljamo, da je bila realizacija projekta uspešna.

Podali smo idejno zasnovo sistema in predlog porazdeljene arhitekture na osnovi modela odjemalec/strežnik. Specificirali smo dva scenarija uporabe (»Internetne storitve« in »L2 VPN storitve« za poslovne stranke) in pripadajoče funkcionalne zahteve sistema, nato pa zasnovali in specificirali posamezne segmente rešitve na strežniški in odjemalski strani. Izvedli smo pilotne implementacije predlaganih modulov rešitve ter pripadajočih mehanizmov in algoritmov za konfiguracijo, upravljanje in izvajanje meritev QoE in SLA s pomočjo distribuirane agentske arhitekture ter centraliziranega zbiranja in analize rezultatov. Sem sodijo tudi naslednji ključni rezultati:

- napredna merilna metodologija in metrike za zajem QoE in SLA indikatorjev v kompleksnih 3Play scenarijih, ki so aplikabilni na sodobna komunikacijska omrežja s poudarkom na heterogenosti komunikacijske infrastrukture;
- arhitekturne in funkcionalne specifikacije implementiranih modulov rešitve;
- tehnike podatkovne analize in vizualizacije za detekcijo zagotovljenega QoE z uporabo nadzornih plošč ter poslovne logike za podporo zagotavljanju SLA na celotni komunikacijski poti za poslovne stranke; ter
- integrabilnost predlagane rešitve v obstoječ portfelj komunikacijskih produktov Iskratel.

Na osnovi opisanih raziskovalnih aktivnosti smo potrdili, da je področje merjenja, modeliranja in zagotavljanja QoE nosi velik raziskovalni in komercialni potencial. Zaradi ekonomske neoptimalnosti predimenzioniranja omrežja je v času vedno večjih prometnih zahtev sodobnih storitev uporaba naprednih tehnik spremljanja in modeliranja QoE ključnega pomena za konkurenčnost ponudnikov širokopasovnih povezav in storitev. Se posebej je na tem področju pomembno avtomatizirano in distribuirano izvajanje meritev na veliki skali, ki je s klasično opremo in obstoječimi pristopi neizvedljivo. Potrdili smo hipotezo, da je na osnovi ustrezne

obdelave podatkov mogoče določiti doseženo kvaliteto uporabniške izkušnje na primernejši način kot to omogočajo danes uveljavljeni sistemi in rešitve. Uporaba distribuiranega sistema merilnih agentov z možnostjo visoke penetracije telekomunikacijskega sistema na celotni komunikacijski poti je nujna za doseganje ustrezne količine vzorcev, ki je za to potrebna. Emulacija uporabnika predstavlja učinkovit način za sistematično pridobitev verodostojnih podatkov od omrežnega do aplikacijskega nivoja v realnem nenadzorovanem in heterogenem okolju, ki obsega omrežja več ponudnikov. Razvoj novih modelov emulacije uporabnika, ki omejujejo intruzivnost, ter kombiniranje s pasivnim spremljanjem uporabniške aktivnosti, zagotavljajo nov in obetaven mehanizem za modeliranje kompleksnih telekomunikacijskih sistemov.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Izvedba projekta je potekala brez znatnih sprememb programa raziskovalnega projekta. Struktura programa dela je dovoljevala evolucijsko izgradnjo predlaganega sistema, kar je omogočilo inkrementalni pristop k njegovi zasnovi in zvedbi ter vzpostavitvi pripadajočih metodologij in principov delovanja.

Z vidika sestave projektne skupine smo tekom izvajanja projekta izvedli zamenjavo nekaterih članov projektne skupine, vendar so bile spremembe planirane in izvedene na takšen način, da niso imele vpliva na razpoložljivost predvidenih kompetenc in znanj v projektu, ter niso povzročile sprememb v velikosti projektne skupine ter v vsoti ur, namenjeni za izvedbo projekta.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek														
1.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>10775636</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td><i>SLO</i></td> <td>Sistem za zagotavljanje kakovosti v brezžičnih in mobilnih omrežjih za večuporabniški sistem OFDMA</td> </tr> <tr> <td><i>ANG</i></td> <td>Novel cross-layer QoE-aware radio resource allocation algorithms in multiuser OFDMA systems</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Opis</td> <td><i>SLO</i></td> <td>Opisani sistem temelji na uporabniško usmerjenem pristopu dodeljevanja virov in omogoča neposredno povečanje percepcije kakovosti končnega uporabnika. Glavno novost predstavlja neposredna vpeljava percepcije kakovosti, v smislu QoE, v proces dodeljevanja virov tako za interaktivne, kot tudi za časovno kritične storitve realnega časa. Za večuporabniški sistem OFDM je bil definiran optimizacijski problem, ki temelji na konceptu QoE oziroma na matematičnih modelih percepcije kakovosti. Na podlagi optimizacijskega problema sta bila razvita dva uporabniško usmerjena algoritma dodeljevanja virov, ki z majhno kompleksnostjo dodeljujeta razpoložljive vire, v skladu s specifičnimi zahtevami heterogenih storitvenih podatkovnih tokov. Namen prvega algoritma (t.j., MaxMin MOS) je maksimiranje minimalne vrednosti MOS in predstavlja suboptimalno rešitev predlaganega optimizacijskega problema. V suboptimalnem algoritmu je optimizacija parametrov izvedena s strategijo združenega dodeljevanja podnosilcev in moči. Drugi algoritem (t.j., QoE-OFDM) vzpostavlja učinkovito ravnovesje med kakovostjo uporabniške izkušnje in spektralno učinkovitostjo sistema OFDMA. Algoritem QoE-OFDM odpravlja tudi nekatere pomanjkljivosti algoritma MaxMin MOS.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>The assurance of quality of experience (QoE) and provisioning of high throughput of the system represent the main goals of future wireless and mobile networks. This paper presents novel and practical crosslayer QoE-aware radio resource allocation (RRA) algorithms for the downlink of a heterogeneous orthogonal frequency division multiple access (OFDMA) system. The objective of the proposed algorithms is to assure the appropriate level of QoE for each user of the system by incorporating applicationlayer parameters and subjective human perception of quality</td> </tr> </table>	COBISS ID	10775636	Vir: COBISS.SI	Naslov	<i>SLO</i>	Sistem za zagotavljanje kakovosti v brezžičnih in mobilnih omrežjih za večuporabniški sistem OFDMA	<i>ANG</i>	Novel cross-layer QoE-aware radio resource allocation algorithms in multiuser OFDMA systems	Opis	<i>SLO</i>	Opisani sistem temelji na uporabniško usmerjenem pristopu dodeljevanja virov in omogoča neposredno povečanje percepcije kakovosti končnega uporabnika. Glavno novost predstavlja neposredna vpeljava percepcije kakovosti, v smislu QoE, v proces dodeljevanja virov tako za interaktivne, kot tudi za časovno kritične storitve realnega časa. Za večuporabniški sistem OFDM je bil definiran optimizacijski problem, ki temelji na konceptu QoE oziroma na matematičnih modelih percepcije kakovosti. Na podlagi optimizacijskega problema sta bila razvita dva uporabniško usmerjena algoritma dodeljevanja virov, ki z majhno kompleksnostjo dodeljujeta razpoložljive vire, v skladu s specifičnimi zahtevami heterogenih storitvenih podatkovnih tokov. Namen prvega algoritma (t.j., MaxMin MOS) je maksimiranje minimalne vrednosti MOS in predstavlja suboptimalno rešitev predlaganega optimizacijskega problema. V suboptimalnem algoritmu je optimizacija parametrov izvedena s strategijo združenega dodeljevanja podnosilcev in moči. Drugi algoritem (t.j., QoE-OFDM) vzpostavlja učinkovito ravnovesje med kakovostjo uporabniške izkušnje in spektralno učinkovitostjo sistema OFDMA. Algoritem QoE-OFDM odpravlja tudi nekatere pomanjkljivosti algoritma MaxMin MOS.		The assurance of quality of experience (QoE) and provisioning of high throughput of the system represent the main goals of future wireless and mobile networks. This paper presents novel and practical crosslayer QoE-aware radio resource allocation (RRA) algorithms for the downlink of a heterogeneous orthogonal frequency division multiple access (OFDMA) system. The objective of the proposed algorithms is to assure the appropriate level of QoE for each user of the system by incorporating applicationlayer parameters and subjective human perception of quality
COBISS ID	10775636	Vir: COBISS.SI												
Naslov	<i>SLO</i>	Sistem za zagotavljanje kakovosti v brezžičnih in mobilnih omrežjih za večuporabniški sistem OFDMA												
	<i>ANG</i>	Novel cross-layer QoE-aware radio resource allocation algorithms in multiuser OFDMA systems												
Opis	<i>SLO</i>	Opisani sistem temelji na uporabniško usmerjenem pristopu dodeljevanja virov in omogoča neposredno povečanje percepcije kakovosti končnega uporabnika. Glavno novost predstavlja neposredna vpeljava percepcije kakovosti, v smislu QoE, v proces dodeljevanja virov tako za interaktivne, kot tudi za časovno kritične storitve realnega časa. Za večuporabniški sistem OFDM je bil definiran optimizacijski problem, ki temelji na konceptu QoE oziroma na matematičnih modelih percepcije kakovosti. Na podlagi optimizacijskega problema sta bila razvita dva uporabniško usmerjena algoritma dodeljevanja virov, ki z majhno kompleksnostjo dodeljujeta razpoložljive vire, v skladu s specifičnimi zahtevami heterogenih storitvenih podatkovnih tokov. Namen prvega algoritma (t.j., MaxMin MOS) je maksimiranje minimalne vrednosti MOS in predstavlja suboptimalno rešitev predlaganega optimizacijskega problema. V suboptimalnem algoritmu je optimizacija parametrov izvedena s strategijo združenega dodeljevanja podnosilcev in moči. Drugi algoritem (t.j., QoE-OFDM) vzpostavlja učinkovito ravnovesje med kakovostjo uporabniške izkušnje in spektralno učinkovitostjo sistema OFDMA. Algoritem QoE-OFDM odpravlja tudi nekatere pomanjkljivosti algoritma MaxMin MOS.												
		The assurance of quality of experience (QoE) and provisioning of high throughput of the system represent the main goals of future wireless and mobile networks. This paper presents novel and practical crosslayer QoE-aware radio resource allocation (RRA) algorithms for the downlink of a heterogeneous orthogonal frequency division multiple access (OFDMA) system. The objective of the proposed algorithms is to assure the appropriate level of QoE for each user of the system by incorporating applicationlayer parameters and subjective human perception of quality												

			into the RRA process. We propose two user-oriented joint subcarrier and power allocation algorithms with low complexity for realtime and interactive services. The first algorithm dynamically allocates resources by assuring the same level of QoE to all users of the system, whereas the second algorithm introduces the efficient tradeoff between the user's QoE and the spectral efficiency of the system. By considering application-layer parameters and user's perception of quality, high users' QoE and explicit control of data rates can be achieved. The numerical results show that the proposed algorithms achieve significant increase in the level of QoE compared to previous works, a fair distribution of capacity among users and near to optimal solution of QoE for the OFDMA system.
		ANG	
	Objavljeno v		Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE transactions on communications; 2014; Vol. 62, no. 9; str. 3196-3208; Impact Factor: 1.979; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.41; A': 1; WoS: IQ, YE; Avtorji / Authors: Rugelj Miha, Sedlar Urban, Volk Mojca, Sterle Janez, Hajdinjak Melita, Kos Andrej
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	10322772	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nov model predikcije zadovoljstva uporabnika za sodobno omrežno zagotavljanje
		ANG	A novel user satisfaction prediction model for future network provisioning
	Opis	SLO	Članek predstavlja model za predikcijo zadovoljstva uporabnikov v sodobnih komunikacijskih omrežjih, raziskovalni rezultat, ki je nastal v okviru eksperimentalne študije, fokusirane na prediktivno modeliranje odnosov med uporabnikovo percepcijo, zadovoljstvom in objektivnimi tehničnimi parametri v podatkovnih komunikacijskih storitvah. Predlagan model, ki uporablja probabilistično teorijo na osnovi Markovske verige, je bil preverjen v okviru dveh praktičnih eksperimentalnih študij, ki sta potrdili, da ima predhodna uporabnikova izkušnja pomemben vpliv na uporabnikovo dožemanje kakovosti, s tem pa vitalen element prihodnjih prediktivnih uporabniških modelov ter mehanizmov za omrežno zagotavljanje v sodobnih komunikacijskih sistemih.
		ANG	This paper presents results of an experimental study focused on predictive modeling of the relations between the user perception, user satisfaction and objective technical parameters in data communication services. A new model for prediction of user satisfaction was devised using probability theory based on Markov chain. Two experiments were completed for web browsing scenarios, confirming that previous user experience has significant effect on the user perception of quality and should represent a vital element of future predictive user models. This model can significantly improve level of user satisfaction with services in telecommunications systems if implemented within advanced system design, optimization and quality assurance procedures.
	Objavljeno v		Springer; Telecommunication systems; 2014; Vol. 56, no. 3; str. 417-425; Impact Factor: 1.163; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.41; WoS: YE; Avtorji / Authors: Rugelj Miha, Volk Mojca, Sedlar Urban, Sterle Janez, Kos Andrej
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	9594452	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kontekstualiziran nadzor in odkrivanje izvora napake v sistemih IPTV na osnovi vizualizacije podatkov
		ANG	Contextualized monitoring and root cause discovery in IPTV systems using data visualization

	Opis	SLO	Članek opisuje arhitekturo in zasnovo sistema za nadzor kvalitete storitve v omrežju IPTV, ter scenarije uporabe, ki jih zbrani podatki omogočajo. Sistem temelji na porazdeljenih agentih v IPTV terminalni opremi (Set-top box), ki zbirajo in pošiljajo podatke na strežnik, kjer so shranjeni in obdelani. V članku raziskujemo, kako je mogoče uporabiti velike količine zbranih podatkov za nadzor kvalitete storitve in kakovosti trenutne uporabniške izkušnje, ter za odkrivanje dolgoročnih trendov in anomalij. Zbrane podatke je nadalje mogoče obogatiti z zunanjimi viri podatkov, ki omogočajo poglobljeno razumevanje sistema z odkrivanjem korelacij z dogodki zunaj nadzorovane domene. Opisani so štirje primeri uporabe, med njimi tudi uporaba vremenskih informacij za razlago degradacije kakovosti uporabniške izkušnje. Sistem je bil uspešno zagnan in je v uporabi v omrežju slovenskega ponudnika IPTV Telekoma Slovenije.
		ANG	The paper describes the architecture and design of an IPTV network monitoring system and some of the use cases it enables. The system is based on distributed agents within IPTV terminal equipment (Set-top box), which collect and send the data to a server where it is analyzed and visualized. In the paper we explore how large amounts of collected data can be utilized for monitoring the quality of service and user experience in real-time, as well as for discovering trends and anomalies over longer periods of time. Furthermore, the data can be enriched using external data sources, providing a deeper understanding of the system by discovering correlations with events outside of the monitored domain. Four supported use cases are described, among them using weather information for explaining away the IPTV quality degradation. The system has been successfully deployed and is in operation at the Slovenian IPTV provider Telekom Slovenije.
	Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE network; 2012; Vol. 26, no. 6; str. 40-46; Impact Factor: 2.853; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.252; A': 1; WoS: ES, ET, IQ, YE; Avtorji / Authors: Sedlar Urban, Volk Mojca, Sterle Janez, Serbec Radovan, Kos Andrej	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	8231252	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Aplikacijski krmilnik NGN QoE
		ANG	Application-based NGN QoE controller
	Opis	SLO	Sodobna multimedijsko bogata komunikacijska omrežja so podvržena zahtevi za zagotavljanje kakovosti komunikacije na celotni komunikacijski poti enakovredno upoštevajoč kvaliteto uporabniške izkušnje in kvaliteto storitve. V članku je predstavljen predlog izvedbe namenskega storitvenega elementa v okviru aplikacijskega strežnika podsistema IMS, ki s pomočjo uporabe striktno standardiziranih tehnologij, protokolov in procedur podsistemov IMS, RACS in NASS v storitveno verigo vnaša krmilno inteligenco profiliranja in konfiguracije komunikacije na celotni poti z namenom doseči najustreznejše razmere njenega delovanja z vidikov QoS in QoE. Aplikacijska inteligenca predlaganega storitvenega elementa temelji na zbiranju podatkov o uporabniku, storitvah in komunikacijski verigi, njihovi interpretaciji s pomočjo objektivnih QoE modelov, na podlagi teh pa akcijah za popravke profilov in konfiguracij v postopku vzpostavljanja komunikacije. Predstavljeni so rezultati pilotne implementacije opisanega okolja v laboratorijskem okolju s prikazom načina vpetja predlaganega storitvenega elementa, njegovega delovanja in učinkov na doseženo kvaliteto uporabniške izkušnje za primer multimedijске komunikacije.
			Modern multimedia communications networks are required to provide end-to-end quality assurance by equally assuming both quality of service (QoS) and quality of experience (QoE). In the article, an IMS service enabler is

		ANG	<p>proposed that provides intelligent QoE control into the service chain based on reuse of strictly standardized existent NGN/IMS, RACS and NASS technologies, protocols and procedures. QoE control is achieved through service intelligence that collects available data on end users, services, contents and communication chain, their interpretation using objective QoE models, and appropriate proactive actions for profile and configuration modifications to achieve enhanced QoE and QoS conditions. Results of pilot implementation are given in laboratory environment, presenting QoE controller operation and its effects on the achieved quality of experience for a multimedia communication case.</p>
	Objavljeno v		<p>Communications Society of the Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE communications magazine; 2011; Vol. 49, no. 1; str. 92-101; Impact Factor: 3.785; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.215; A': 1; WoS: IQ, YE; Avtorji / Authors: Sterle Janez, Volk Mojca, Sedlar Urban, Bešter Janez, Kos Andrej</p>
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	7862612	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Pristop k modeliranju in krmiljenju QoE v omrežjih naslednje generacije
		ANG	An approach to modeling and control of QoE in next generation networks
	Opis	SLO	<p>Predlog novih generičnih modelov za modeliranje QoS in QoE v konvergenčnih multimedijских komunikacijskih okoljih. Predstavljeni so rezultati simulacije objektivnega QoE modeliranja v standardiziranem omrežju NGN s podsistemi IMS, RACS in NASS. Uspešnost zagotavljanja profesionalnih operaterskih storitev po internetnem vzoru v omrežjih NGN je pogojena z uspešnostjo zagotavljanja kakovosti komunikacije v primerjavi z internetnim »best effort« n načinom. Pri tem v primeru sodobnih dinamičnih in interaktivnih multimedijско podprtih storitvah pomen dosežene kvalitete uporabniške izkušnje (QoE) dosega ali celo presega pomen kvalitete storitve (QoS). To področje je po navedbah relevantne znanstvene literature izrednega pomena, vendar do danes ni na voljo primernih standardov, priporočil ali izsledkov, ki bi bili neposredno primerni za prenos v realna okolja. Prispevek podaja rezultate podrobne raziskave načinov profiliranja QoE in QoS na vseh nivojih komunikacije in predstavi modeliranje in simulacije QoE v omrežju NGN s podsistemi IMS, RACS in NASS. Predstavljeni rezultati in izsledki so skladni z obstoječimi standardi in priporočili za vzpostavitev objektivnih »endtoend« modelov, predstavljeni modeli temeljijo izključno na pouporabi obstoječih profilov, funkcionalnosti, procedur in protokolov omrežja NGN.</p>
		ANG	<p>A proposal of novel generic QoS and QoE models for convergent multimedia communications environments. Simulation results of objective QoE modelling in standardized NGN environment with IMS, RACS and NASS subsystems are presented. Technical and commercial success of professional operator services in NGN networks using Internet model are conditioned with ability to provide appropriate quality of the communication compared to best effort services in the Internet. Herewith, in case of modern dynamic and interactive multimedia-rich services the importance of achieved Quality of Experience (QoE) equals or exceeds importance of Quality of Service (QoS). This area of research is of substantial importance according to relevant scientific literature; however, today there is indigence in appropriate standards, recommendations and research results that would serve for direct application into realworld environments. The article presents results of detailed analysis on QoE and QoS profiling on all communication layers and presents modelling and simulations of QoE in NGN network using IMS, RACS and NASS subsystems. The presented results and findings are compliant with existent</p>

		standards and recommendations for objective endtoend modelling. Presented models are based exclusively on existent profiles, functionalities, procedures and protocols available in an NGN.
Objavljeno v		Communications Society of the Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE communications magazine; 2010; Vol. 48, no. 8; str. 126135; Impact Factor: 2.837; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.959; A': 1; WoS: IQ, YE; Avtorji / Authors: Volk Mojca, Sterle Janez, Sedlar Urban, Kos Andrej
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	9627732 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Metoda za izbor frekvence 4G vozlišča <i>ANG</i> Method for 4G node frequency selection
	Opis	<i>SLO</i> Metoda za izbor frekvence 4G vozlišča opisuje mehanizem za samodejno izbiro frekvence novo nameščene bazne postaje, pri čemer optimizira pretok na enoto površine novo nameščene bazne postaje v vnaprej določenem območju. Metoda temelji na iterativnem pristopu za izračun, ki združuje omrežja v "realnem svetu" in meritve baznih postaj z nominalnimi specifikacijami novo nameščenih baznih postaj (diagram antene, izhodna moč) in lokacije ter smeri letih. <i>ANG</i> A method for 4G node frequency selection describes a mechanism for automatically selecting the frequency of a newly installed base station, thereby optimizing the throughput per area unit of the newly installed base station in its predefined vicinity area. The method is based on an iterative calculation approach, which combines realworld network and base station measurements information with the nominal specifications of the newly installed base station (antenna diagram, output power) and the location and direction thereof.
	Šifra	F.32 Mednarodni patent
	Objavljeno v	United States Patent and Trademark Office; 2012; A': 1; A': 1; Avtorji / Authors: Likar Bojan, Posel Robert, Kalagasidis Andreas, Bešter Janez, Kos Andrej, Volk Mojca, Sedlar Urban, Mali Luka, Sterle Janez
	Tipologija	2.24 Patent
2.	COBISS ID	9172052 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Metoda za izbor kognitivne 4G okolice <i>ANG</i> Method for cognitive 4G neighborhood selection
	Opis	<i>SLO</i> Metoda za izbor kognitivne okolice v 4G omrežjih opisuje mehanizem za samodejni, samostojni izbor sosednjih baznih postaj v namen zagotavljanja nemotenega izločanja v gosto razporejenih piko in makro baznih postajah. Ko je 4G omrežje spremenjeno z dodajanjem novih baznih postaj, se optimalni izločevalni pragovi in okolica baznih postaj ponovno samodejno izračunajo na način, ki zmanjšuje število nepotrebnih izločitev v gostem omrežju z velikim številom piko in makro baznih postaj. <i>ANG</i> A method for cognitive neighbor selection in 4G networks describes a mechanism for automatic selflearning selection of neighboring base stations for the purpose of providing seamless handoffs in a dense deployment of pico and macro base stations. When a 4G network is modified by adding new base stations, the optimum handoff thresholds and advertised base

		station neighbors are automatically recalculated in a manner that reduces the number of unnecessary handoffs in a dense network with large number of pico and macro base stations.
	Šifra	F.32 Mednarodni patent
	Objavljeno v	United States Patent and Trademark Office; 2012; 8 str.; A': 1;A': 1; Avtorji / Authors: Likar Bojan, Posel Robert, Kalagasidis Andreas, Bešter Janez, Kos Andrej, Volk Mojca, Sedlar Urban, Mali Luka, Sterle Janez
	Tipologija	2.24 Patent
3.	COBISS ID	10302036 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Metoda za izogibanje zamašitvam v 4G omrežjih
		<i>ANG</i> Method for congestion avoidance in 4G networks
	Opis	<i>SLO</i> Namen invencije je izogibanje in razreševanje zamašitev v brezžičnih 4G omrežjih. Metoda temelji na centralnem samoorganizacijskem (SON) strežniku, ki dinamično prilagaja liste sosedov na preobremenjenih baznih postajah in na vseh baznih postajah v bližnji okolici. Procedura se sproži s pomočjo meritev relativnega dodeljenega prometa in izrabe radijskega vmesnika bazne postaje. Ko bazna postaja postane zamašena, o tem obvesti SON strežnik, slednji pa kreira novo listo sosedov za vse bazne postaje v bližnji okolici in s te odstrani zamašeno bazno postajo.
		<i>ANG</i> This invention aims to avoid and resolve congestions in wireless 4G networks. The method is based on a central selforganizing network (SON) server, which dynamically changes neighbor lists on congested base station and on all base stations in vicinity. The procedure is triggered by measuring relative committed traffic rate and air interface utilization of the base station. When base station enters into congested state, it notifies the SON server. The SON server creates new neighbor lists for all base stations in the vicinity and removes the congested base station from these lists.
	Šifra	F.32 Mednarodni patent
	Objavljeno v	United States Patent and Trademark Office; 2013; A": 1;A': 1; Avtorji / Authors: Likar Bojan, Posel Robert, Kalagasidis Andreas, Bešter Janez, Kos Andrej, Volk Mojca, Sedlar Urban, Mali Luka, Sterle Janez
	Tipologija	2.24 Patent
4.	COBISS ID	26902823 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Metoda za samoorganizirajoče delovanje omrežja
		<i>ANG</i> Method for self organizing network operation
	Opis	<i>SLO</i> Izum se nanaša na telekomunikacijska omrežja, natančneje na nadzor in upravljanje samoorganiziranega brezžičnega telekomunikacijskega omrežja. Predstavljena je metoda za frekvenčno optimizacijo brezžičnega omrežja, ki deluje po principih interneta stvari (IoT); z zbiranjem informacij baznih postaj z večjega števila vozlišč ter agregacijo, hrambo in obdelavo podatkov na strežniku sistem izračunava optimalne konfiguracijske parametre baznih postaj, nakar se rezultati izračunov uporabijo za rekonfiguracijo omrežja. Zbiranje podatkov poteka neprestano, periodična optimizacija omrežja pa zagotavlja, da se omrežje sproti prilagaja na spremembe v okolju.
		<i>ANG</i> The invention relates to telecommunication networks and, in particular, to control and management of a self organizing wireless telecommunication network. A method for network and frequency optimization in wireless networks is presented, which operates in an IoT fashion; by collecting base station information from a variety of distributed nodes, data is aggregated and analyzed on the server to calculate optimal base station configuration parameters. The system then proceeds with base station reconfiguration;

		the data acquisition is happening in an online fashion and the optimization is periodically repeated to correct for changes in the environment.
	Šifra	F.32 Mednarodni patent
	Objavljeno v	United States Patent Office; 2013; A": 1;A': 1; Avtorji / Authors: Likar Bojan, Posel Robert, Kalagasidis Andreas, Javornik Tomaž, Kandus Gorazd, Sterle Janez, Sedlar Urban, Bešter Janez, Kos Andrej, Mali Luka
	Tipologija	2.24 Patent
5.	COBISS ID	9171796 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Prenos znanstvenih in raziskovalnih dosežkov IKT v industrijski razvoj
		<i>ANG</i> Transfer of the scientific and research ICT achievements in the industry development
	Opis	<i>SLO</i> Slovenija nujno potrebuje nova in sveža vlaganja v tehnološki razvoj, okrepiti mora razvojne oddelke podjetij ter sodelovanje med znanostjo, industrijo in šolstvom. Uspešen in hiter prenos teoretičnih znanj v prakso skozi projektno sodelovanje univerz in podjetij lahko znatno prispeva k hitrejši oživitvi gospodarstva, odpravljanju posledic trenutne gospodarske krize, odpiranju novih visokokvalificiranih delovnih mest ter splošemu družbenemu razvoju. V zaostrenih gospodarskih razmerah je obvladovanje stroškov sicer razumljivo in nujno, a hkrati le vlaganja v raziskave, razvoj in projektno sodelovanje omogočajo obstoj in nadaljnji razvoj podjetij.
		<i>ANG</i> Slovenia urgently needs new and fresh investment in technological development and needs to strengthen the development departments of companies and cooperation between science, industry and education. The successful and rapid transfer of theoretical knowledge into practice through project cooperation between universities and businesses can contribute considerably to a quicker recovery of business, the elimination of the consequences of the current economic crisis, the creation of new highly skilled jobs and overall social development. In harsh economic climate, the cost management is understandable and necessary, but at the same time only investment in research, development and project cooperation allow the existence and further development of enterprises.
	Šifra	D.11 Drugo
	Objavljeno v	Gospodarski vestnik; Finance; 2012; Št. 80; str. 13; Avtorji / Authors: Kos Andrej
	Tipologija	1.22 Intervju

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine^Z

Na podlagi pridobljenega znanja in kompetenc ter izkušenj z načrtovanjem merilnih sistemov in merilno metodologijo za detekcijo in analizo kakovosti uporabniške izkušnje (QoE) je Laboratorij za telekomunikacije dodatno okrepil svoj portfelj kompetenc, ki so zanimive za industrijsko sodelovanje na področju telekomunikacij. V okviru aplikativnega sodelovanja s slovenskimi partnerji je potrdil tržni potencial tovrstnih rešitev, obenem pa je pridobljene raziskovalne in razvojne kompetence vgradil v programe in mentorstva dodiplomskega in podiplomskega študija na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Poleg tega je Univerza v Ljubljani intelektualno lastnino, ki je nastala v okviru tega projekta in je v njeni lasti, v okviru odkupne pogodbe prenesla v start-up podjetje z namenom nadaljnje eksploatacije QoS/QoE tehnologije in njeno uporabo v produktnem portfelju. S tem smo v okviru projekta dosegli pomemben družbeno-ekonomski učinek, ki prispeva k učinkovitemu transferju znanja in tehnologij iz raziskovalne sfere v industrijo ter ustvarjanju mladih konkurenčnih visokotehnoloških podjetij v slovenskem prostoru.

V Iskratelu smo na podlagi pridobljenih znanj in kompetenc s področja vgradnje funkcij EthernetOAM IEEE 802.1ag – Connectivity Fault Management (CFM), in ITU-T Y.1731- OAM

functions & mechanisms for Ethernet Based Networks, Performance Monitoring v dostopovne elemente z najsodobnejšima tehnologijama optičnega dostopa in VDSL2 dostopa na bakreni parici, izdelali scenarije in predlagali rešitve, ki so neposredno uporabne pri naših kupcih in jim bodo omogočile pridobivanje novih, predvsem poslovnih strank. Hkrati pa bodo dodatni motiv pri obstoječih strankah, da ne menjajo ponudnika storitev. Pri verifikaciji scenarijev na vsej komunikacijski poti, ki je en od ključnih ciljev projekta, smo ugotovili znatni tržni potencial, in v integraciji z obstoječim sistemom za podporo operativnim procesom produktne družine SI3000 dodatno konkurenčno prednost.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Ta projekt predstavlja znanstveno relevantno raziskovalno in razvojno delo, saj naslavlja nekatere aktualne raziskovalne in implementacijske izzive s področja zagotavljanja sodobnih multimedijско bogatih komunikacijskih storitev z visoko stopnjo dinamike in tesno kontekstualno povezavo med njihovo vsebino, kvaliteto delovanja in kakovostjo dosežene uporabniške izkušnje. Kot lahko opazimo v tehnoloških trendih zadnjih let, se koncept komunikacij z vzponom področja multimedije in interneta stvari intenzivno nadgrajuje in odpira povsem nova uporabniška in poslovna področja. Vzporedno s tem je pospešen tudi razvoj ustreznih komunikacijskih tehnologij, rešitev in storitev v smeri 4G in 5G, pri čemer je vsem skupen močen fokus na zagotavljanje ustrezne kakovosti storitve in kakovosti uporabniške izkušnje.

Rdeča nit tega projekta je znanstveni izziv, kako kakovost v takšnem heterogenem okolju na strukturiran, objektivni in avtomatiziran način zaznavati in obvladovati. Izvedene raziskave, ter pridobljene ugotovitve in razvite prototipne rešitve so relevantne zlasti na naslednjih znanstveno zanimivih področjih:

- razvoj in izboljšava modelov za matematično modeliranje QoS in QoE, ki omogoča objektivno in kvantitativno ocenjevanje kakovosti uporabniške izkušnje na osnovi omrežnih podatkov v skoraj-realnem času;
- razvoj novih modelov emulacije uporabnika, ki s pasivnim spremljanjem uporabniške aktivnosti zagotavljajo neintruziven mehanizem za opazovanje delovanja kompleksnih komunikacijskih sistemov;
- razvoj orodja za napredno vizualizacijo dosežene QoE v navezavi na realne multimedijske scenarije ter delujočo postavitev sodobnega komunikacijskega omrežja s tehnologijami IP, primerne za uporabo in integracijo v obstoječe komunikacijske produkte.

Ključnega pomena za opisane raziskave je dejstvo, da so postopki modeliranja, analize, interpretacije in vizualizacije podatkov z namenom zagotavljanja omrežne inteligence zasnovani na realnih podatkih živega komunikacijskega sistema, pridobljeni z distribuiranimi merilnimi agenti na celotni komunikacijski poti. Ker uporaba opisanega sistema omogoča pridobivanje podatkov tako v nadzorovanem laboratorijskem okolju kot tudi v širšem in visoko distribuiranem realnem okolju, ima analiza pridobljenih podatkov relevantno težo, saj omogoči vpogled v karakteristike spreminjanja kvalitete uporabniške izkušnje v realnem okolju.

Rezultati in pridobljena znanja predstavljajo pomemben doprinos k razreševanju ter nadaljnjemu razvoju področja razumevanja, interpretacije, modeliranja in vizualizacije uporabniške izkušnje v komunikacijskih okoljih na objektivnih in kvantitativnih temeljih. Izbrane znanstveno in strokovno relevantne rezultate so konzorcijski partnerji ovrednotili z vidika pripadajoče intelektualne lastnine, nastale rezultate in dognanja pa v primernih oblikah posredovali v slovensko in mednarodno znanstveno sfero. Na ta način so partnerji obenem poskrbeli za dvig prepoznavnosti slovenske znanstvene sfere v mednarodnem obsegu ter pospešeno in ciljno orientirano diseminacijo rezultatov z namenom promocije in vzpostavljanja novih raziskovalnih in komercialnih sodelovanj.

ANG

This project holds considerable scientific importance as it addresses highly recognized scientific and research challenges in the area of advanced multimedia-rich communications service

provisioning with high degrees of dynamics and tight contextual relations between their contents, quality of operation and quality of the achieved end-user's experience. As can be observed in recent trends, the concept of communication has dramatically evolved since the rise of multimedia and Internet of Things (IoT), introducing disruptive user and business directions related to communication domain. This in turn incited development of novel communication technologies, solutions and services in the direction of 4G and 5G, with a strong underlying focus on manageable quality of service and quality of experience.

The focal theme of this project is a scientific challenge investigating how the quality in such heterogeneous environment can be detected and managed in a structured, objective and automated manner. The conducted research and the achieved results and findings bear relevance for the following scientific areas:

- models for mathematical modelling of QoS and QoE, which enables objective and quantitative evaluation of QoE based on network data in near-real-time;
- new models of user emulation, which provide novel and non-intrusive mechanisms for observations of performance in complex communications systems based on passive end-user activities monitoring;
- tools for advanced QoE visualisation in relation to real-world multimedia scenarios and professional IP-based communications network implementation, suitable for use and integration into existent communication products.

The fact that approach to data modelling, analysis, interpretation and visualization is based on real-world data from operational communication networks, captured using distributed agent-based measurement system with high end-to-end penetration into the system, represents crucial foundation to the proposed research work. Since the described system allows for data acquisition within a controlled laboratory environment and also within a broader and highly distributed real-world environment, it bears relevance in the context of providing insights into the dynamics and complex patterns of the quality of user experiences in real-world systems.

The results and acquired knowledge in this project represent an important contribution to establishment and further development of objective and quantitative understanding, interpretation, modelling and visualisation of the end-users' experience in communications systems. The acquired scientific results were evaluated by the consortium partners in the context of their scientific relevance and the corresponding intellectual property. Selected results and findings were transferred in appropriate forms into the Slovenian and international scientific sphere. Herewith, the consortium partners contributed to raising the international visibility of the Slovenian scientific sphere as well as to assure rapid and focused dissemination of the results with the aim of promoting and establishing new research and commercial collaborations.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

V kontekstu pomena za razvoj Slovenije nosijo sistem za merjenje kakovosti uporabniške izkušnje ter pripadajoči modeli, tehnologije in algoritmi velik raziskovalno-razvojni, aplikativni in komercialni potencial. Rezultati projekta predstavljajo osnovo za dograditev obstoječih in komercializacijo novih produktov za merjenje QoS/QoE ter obvladovanje SLA v komunikacijskih omrežjih, zlasti v segmentu zagotavljanja storitev za poslovne stranke, ter za razvoj portfelja novih storitev, predvsem nadzor QoS/QoE in SLA na celotni komunikacijski poti ter analiza in svetovanje pri načrtovanju omrežnih nadgradenj za izboljšavo kapacitet in kakovosti njegovega delovanja.

Vse identificirane storitve in rešitve imajo neposreden namen obogatitve ponudbe in dviga konkurenčnosti na področju komunikacijskih produktov in storitev slovenske industrije, ter vzpostavitev novih visokotehnoloških start-up podjetij s potencialom za prodor na evropske in svetovne trge. V tem smislu kot vidne rezultate in učinke projekta velja omeniti zlasti:

- 1) uspešen prenos intelektualne lastnine in komercializacijo tehnologije, ki je nastala v okviru aktivnosti Univerze v Ljubljani v tem projektu, v slovensko start-up podjetje; in
- 2) soavtorstvo na uspešno pridobljenih mednarodnih patentih na Univerzi v Ljubljani, katerih vsebina je povezana z izvajanjem tega projekta.

Poleg tega učinki projekta prispevajo k razširitvi portfelja obstoječih slovenskih podjetij, kar

priporome k ohranitvi in dvigu njihovega konkurenčnega položaja na tradicionalnih trgih ter prodoru na nove globalne trge.

Poleg opisanih kratkoročnih učinkov pričakujemo nadaljnje dolgoročne učinke projekta po njegovem končanju v obliki prispevanja k splošni vzpostavitvi in promociji modernih heterogenih komunikacijskih sistemov, katerih profesionalna raba je v veliki meri pogojena z uspešnostjo zagotavljanja kvalitete, ter k povečevanju njihovega investicijskega potenciala in stimulacije konkurenčne ponudbe telekomunikacijskih in multimedijjskih produktov na trgu. Z zagotovitvijo kakovostnih rezultatov, objavo znanj in izkušenj v priznanih publikacijah in na odmevnih dogodkih ter z uspešnimi primeri komercializacije bodo konzorcijski partnerji še naprej skrbeli za krepitev medsebojnega sodelovanja in prenosa znanj med univerzo, raziskovalnimi institucijami in slovensko industrijo, v okviru skupnih prizadevanj pa dvigovali kakovost in prepoznavnost slovenske razvojno-raziskovalne in industrijske sfere v mednarodnih dimenzijah.

ANG

In the context of positive impact on further development and positioning of the Republic of Slovenia, the system for quality of experience measurements and the belonging models, technologies and algorithms carry substantial R&D, application and commercial potential. The project results represent a strong IPR base to expand the range of current and development of new products for QoS/QoE measurements and SLA management in communication systems, in particular in quality assurance for business customers. There is also a high potential to establish new service portfolios incorporating end2end QoS/QoE and SLA monitoring and analysis and consulting in the area of quality-aware network planning. The identified products and services are geared towards immediate enhancements to existing portfolios and increased competitiveness in the field of communications systems and services of the Slovenian industry, as well as establishment of new high-tech start-up companies with a potential to enter European and global ICT markets. In this sense, the following short-term impacts of this project are particularly relevant:

- 1) successful transfer of IPR and productization of the technology, that was developed within this project by the University of Ljubljana, into a Slovenian start-up company; and
- 2) co-authorship of successfully awarded series of international patents at University of Ljubljana, the content of which is related to implementation of this project.

Additionally, impacts of this project further contribute to enhancements of the portfolio of established Slovenian ICT vendors, which bears a positive effect on increasing their competitive advantage on traditional markets as well as entry into new global markets.

Aside the above mentioned short-term impacts, further long-term impacts are expected from this project that reach beyond its duration. Further contributions to development, general adoption and promotion of modern heterogeneous communications systems are expected, the professional use of which largely depends on the successful quality provisioning. Also, further positive effects on investment potential are expected as well as stimulation of competitive offers of telecommunications and multimedia products on the market following project impacts. By providing quality results, disseminating the acquired knowledge and experience in recognized publications and events, and setting successful commercialization examples, the consortium partners will continue to contribute to strengthening of global cooperation and knowledge transfer. Herewith, the partners will continue to engage in joint efforts to raise the quality and visibility of the Slovene R&D and industrial sphere on the international scale.

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj	
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/> ▼
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="V celoti"/> ▼
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj

	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.05	Spodobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	Delno
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti

F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Ni uporabljen"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>

Komentar

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: Razvoj specializiranega visoko kvalificiranega kadra na visokotehnoškem področju (doktor zanosti, magister)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: Vzpostavitev novih visokotehnoških podjetij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

Sofinancer			
1.	Naziv	Iskratel, d.o.o.	
	Naslov	Ljubljanska c. 24a, SI-4000 Kranj	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	100.000	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	27	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	Definicija 3Play scenarijev sistema ter opis njegovega delovanja in funkcionalnih zahtev za sistem z vidika izbranih 3Play scenarijev	F.11
	2.	Arhitekturna in funkcionalna zasnova sistema ter opis njegovega delovanja	F.11
	3.	Odjemalski modul za storitev L2 VPN	F.23
	4.	Integracija strežniškega in odjemalskega dela sistema	F.17
	5.	Testiranje delovanja pilotne implementacije na porazdeljenih lokacijah	F.17
Komentar	<p>V okviru projekta ARRS QoE smo izvedli naslednje ključne aktivnosti. Izvedli smo industrijske raziskave, ki so vključevale definiranje funkcionalnosti odjemalca v scenariju, kjer je največji poudarek na storitvi L2 VPN. Tehnološko-tehnični parametri, ki so del Dogovora o nivoju storitev (ang. Service Level Agreement - SLA), smo preslikali v izviren nabor testov na osnovi Ethernet OAM mehanizma v omrežju, in jih realno spremljali na podlagi zajema in hrambe podatkov na strežniški strani (Faza 2, 3 in 4).</p> <p>Zasnovali smo funkcionalnosti odjemalca za izbrane tipe omrežne in terminalne opreme ter definirali komunikacijske vmesnike in protokole za povezavo s strežniškim delom sistema (del faze 3). Definirali smo protokole za povezavo s strežniškim delom (Faza 3), na način poenotene arhitekture in funkcionalne zasnove celotnega sistema ter možnosti nadgradenj z novimi poslovnimi storitvami ter njihovimi medsebojnimi vplivi pri določanju uporabniške izkušnje.</p> <p>Uporabili smo definirane komunikacijske vmesnike za nabor potrebnih testov, ki jih izvaja QoE agent za dano storitev, s katerimi pridobiva podatke, ki so povezani z SLA parametri na eni strani in usmerjeni v principe zagotavljanja nivoja storitev na celotni komunikacijski poti. Pripravili smo nabor poročil za posamezno kategorijo SLA parametrov z ozirom na uporabnika in kakovost njegovih storitev.</p> <p>Izvedli smo integracijo vseh modulov strežniškega in odjemalskega dela (Faza 3 in 4) in zaključili preizkus v prejšnjih fazah definiranega koncepta za scenarij QoE s poudarkom na storitvi L2 VPN in zagotavljanju njene kakovosti. V okolju Iskratelovih omrežnih elementov smo izvedli pilotski preizkus z namenom, da potrdimo tako tehnološka izhodišča kot tudi funkcijska izhodišča (potrebe pri kupcih), nato pa še izvedli oceno primernosti za vključitev v Iskratelov produktni portfelj.</p> <p>Ključni rezultati, ki smo jih izdelali v navezavi na zgoraj opisane aktivnosti, so:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definicija 3Play scenarijev sistema ter opis njegovega delovanja in funkcionalnih zahtev za sistem z vidika izbranih 3Play scenarijev • Arhitekturna in funkcionalna zasnova sistema ter opis njegovega 		

	<p>delovanja, ki predstavlja integrirani rezultat (Zasnova arhitekture in funkcionalnih elementov) in 2.3. (Opis delovanja sistema).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sklopi tehnične dokumentacije, ki obsegajo: Funkcionalna zasnova odjemalca za izbrane tipe omrežne opreme optičnega in VDSL2 uporabniškega dostopa do jedrnega omrežja z uporabo storitve L2 VPN; Definicija komunikacijskih vmesnikov in protokolov za komunikacijo s strežniškimi delom QoE; Zasnova mehanizmov za zajem in posredovanje podatkov iz omrežnega elementa optičnega in VDSL2 uporabniškega dostopa preko QoE prehoda za storitev L2 VPN; Pilotna implementacija odjemalskega dela sistema. • Implementacija pilota (prototip), ki zajema vzpostavljeno pilotsko okolje za celotni sistem s poudarkom na storitvi L2 VPN; integriran strežniški in odjemalski del sistema; testirano delovanja pilotske implementacije.
Ocena	<p>Rezultati za sofinancerja predstavljajo pomembno razvojno usmeritev glede konkretizacije scenarijev in funkcionalnih zahtev na področju meritev kakovosti storitev (QoE) ter produktne usmeritve za uvedbo QoE rešitev v Iskratelov portfelj.</p> <p>Rezultati industrijskih raziskav za sofinancerja predstavljajo pomembno osnovo za nadaljnjo podrobnejšo razgradnjo funkcionalnih elementov, podatkovnih modelov in arhitekturno-tehnoloških specifikacij, ki v fazi prototipiranja že omogočajo oblikovanje funkcijskih specifikacij na vseh nivojih in elementih zelene prototipne rešitve (strežnik, odjemalec in optimizacija arhitekture in funkcionalnosti za delovanje v realnem času).</p> <p>Rezultati z arhitekturno-tehnološkega vidika in poslovnega učinka smiselno umeščajo izbrani 3Play scenarij v produktni portfelj sofinancerja, s tem pa po oceni sofinancerja tudi potencialni (tehnološki in tržni) preboj v tržni niši aplikacij in storitev za nadzor kakovosti storitev.</p> <p>Funkcionalna zasnova sistema na osnovi konkretnih scenarijev za Iskratel kot sofinancerja predstavlja izhodišče za pripravo kakovostnih predstavitev rezultatov in vizije, tako glede promocije lastnih izdelkov in rešitev, kakor tudi prispevkov na konferencah in srečanjih ciljne akademske in znanstvene sfere.</p> <p>Pridobljeni tehnični dokumenti in programska oprema prototipa so izhodišče za konceptualizacijo širše zasnovanega produkta za upravljanje uporabniške izkušnje (Customer Experience Management - CEM), ki za sofinancerja predstavljajo izhodišče za pripravo nabora funkcij in njihove posamezne vsebine za storitev L2 VPN, ki je le ena od storitev na celotni komunikacijski poti od uporabnika do internetnih strani in ostalih internetnih storitev. Prototip in specifikacije že omogočajo oblikovanje zelene prototipne rešitve na vseh nivojih in na vseh njihovih funkcijskih modulih (strežnik, odjemalec in optimizacija arhitekture in funkcionalnosti za delovanje v realnem času). Le-te se uporabljajo v poslovnih okoljih, kjer so zahteve zanje veliko ostrejšje kot v družabnem internetnem okolju. Optimalne in uravnotežene meritve kakovosti storitev (QoE) na celotni komunikacijski poti dobijo tako še večjo težo in pomen.</p> <p>Specifikacija modulov na osnovi konkretnih scenarijev za Iskratel predstavlja izhodišče za pripravo kakovostnih predstavitev rezultatov in vizije, tako glede promocije lastnih izdelkov in rešitev, kakor tudi prispevkov na konferencah in srečanjih ciljne akademske in znanstvene sfere. Prototipna implementacija pa podaja realno osnovo za oceno kompleksnosti dane rešitve ter primernosti izbranih arhitektur in tehnologij za izbrane storitve.</p> <p>Rezultati preizkusa koncepta z validacijo vzpostavljenega pilota z arhitekturno-tehnološkega vidika in poslovnega učinka smiselno umeščajo izbrano storitev L2 VPN v odnosu z ostalimi storitvami v produktni portfelj sofinancerja, s tem pa po oceni sofinancerja tudi potencialni (tehnološki in tržni) preboj v tržni niši aplikacij in storitev za nadzor kakovosti storitev.</p>

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Dosežek: Zasnova sistema za zagotavljanje kakovosti v brezžičnih in mobilnih omrežjih za večuporabniški sistem OFDMA
Opis: Sistem temelji na uporabniško usmerjenem pristopu dodeljevanja virov in omogoča povečanje percepcije kakovosti končnega uporabnika. Glavno novost predstavlja neposredna vpeljava percepcije kakovosti, v smislu QoE, v proces dodeljevanja virov tako za interaktivne, kot tudi za časovno kritične storitve realnega časa. Dosežek obsega razvoj dveh uporabniško usmerjenih algoritmov dodeljevanja virov, ki z majhno kompleksnostjo dodeljujeta razpoložljive vire v skladu s specifičnimi zahtevami heterogenih storitvenih podatkovnih tokov (MaxMin MOS za maksimiranje minimalne vrednosti MOS; inQoE OFDM za vzpostavitev ravnovesja med kakovostjo uporabniške izkušnje in spektralno učinkovitostjo sistema OFDMA). Predlagana algoritma sta primerna za vpeljavo v sodobna komunikacijska OFDMA omrežja z namenom obvladovanja in izboljšanja kakovosti uporabniške izkušnje.

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
elektrotehniko

Andrej Kos

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

12.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/136

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v

zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a
FD-FC-7C-C6-EA-02-F9-95-FC-F1-1B-3E-76-0B-CB-39-85-27-59-EB