

# Personalne mreže za upravljanje komunikacionim uslugama u inteligentnom ambijentu

Aleksandra Dimitrijević, dipl. ing.<sup>1</sup>, Latinka Vasiljković, dipl. ing.<sup>2</sup>, Danka Miladinović, dipl. ing.<sup>3</sup>, Goran Drakulić, dipl. ing.<sup>4</sup>

**Sadržaj** — Komunikacione usluge koriste veliki broj komunikacionih resursa za ostvarivanje permanentne komunikacije, pa je neophodno kreiranje personalnih mreža koje integrišu sve elemente u jedinstvenu celinu, stvarajući inteligentno okruženje. Rešenje za uspostavljanje potrebne povezanosti komunikacionih usluga u inteligentnom okruženju zasniva se na kreiranju personalne distribuirane okoline u kojoj korisnici mogu da budu u interakciji i u situacijama kada se ne nalaze u bliskom okruženju.

**Ključne reči** — bežične mreže, inteligentni ambijent komunikacione usluge, personalne mreže.

## I. UVOD

Ključni koncept modela inteligentnog ambijenta jeste pretvaranje klasičnog sistemskog okruženja u „inteligentno“, odnosno, preuzimanje osnovnih analitičkih sposobnosti od samih subjekata, koje će okruženje izvoditi sa ciljem ispunjavanja zahteva vezanih za komunikacione usluge. Da bi okruženje postalo inteligentni partner u upravljanju komunikacionim uslugama, primenjuju se nove nevidljive mreže sačinjene pretežno od mreže senzora koje treba da budu inteligentne, odnosno sposobne za donošenje odluka.

Komunikaciona usluga se može definisati kao usluga koja se sastoji od prenosa poruka kroz personalnu mrežu, između personalnih mreža i između personalnih i ostalih mreža u skladu sa zahtevima korisnika i prirodom komunikacionog procesa. Prema klasičnoj definiciji, korisnik komunikacione usluge može biti fizičko ili pravno lice koje koristi ili želi da koristi komunikacione usluge na osnovu zaključenog ugovora ili na drugi predviđeni način, dok provajder komunikacione usluge može biti pravno ili fizičko lice koje gradi, poseduje i

eksploatiše personalnu mrežu i/ili pruža komunikacionu uslugu. [10] U inteligentnom ambijentu ta definicija se koriguje u smislu da je kontekstno svesna sredina izvor i generator informacija iz promena i ponašanja ljudi u prostoru koji je po svojoj prirodi interakcioni. [13] Dakle, osim interakcije ljudi sa ljudima, ljudi sa sistemima i procesima, interakcioni prostor definišu i interakcije sa svesnom okolinom. Zbog toga se uvodi inova paradigma - personalne mreže ili PN.

Arhitektura personalne mreže (PN) predstavlja distribuirano mrežno rešenje za podržavanje potreba korisnika integrisanjem svih njegovih uređaja, odnosno inteligentnih sistema sposobnih za mrežno povezivanje, bilo u njihovoj (bežičnoj) blizini ili na udaljenim lokacijama. [2] Prema [4], od primarnog značaja su interakcija i komunikacija između više korisnika u pojedinim komunikacionim scenarijima, koje takođe treba podržati primenom PN koncepta.

## II. INTELIGENTNI AMBIJENT KOMUNIKACIONIH USLUGA

Ambijentalna inteligencija je koncept u kome inteligentni interfejsi omogućavaju ljudima i uređajima da budu u međusobnoj interakciji sa okolinom u realnom vremenu. Interfejs između okruženja i krajnjeg korisnika, karakteriše transparentnost a upravo inteligentni sistem predstavlja ključ za ostvarivanje transparentnosti, jer integriše tehničko znanje sa znanjem o korisniku i znanjem o okruženju. [9]

Model inteligentnog ambijenta ističe direktno prikupljanje podataka dobijenih putem senzora u realnom vremenu i njihovo čuvanje u bazi podataka, sa adaptivnom kontrolom mreža senzora koja se zasniva na ovim novim informacijama. [1] Pretvaranje senzora u sisteme distribuiranih informacionih jedinica sposobnih za donošenje odluka u realnom vremenu omogućava interoperabilnost različitih sistema i okruženja. Interoperabilni sistemi imaju nove sposobnosti koje obuhvataju i filtriranje i procesiranje signala sa ciljem uklanjanja šuma na izvoru sirovih podataka, uz podršku globalnih podataka i znanja u centralnim čvorovima i bazama podataka. [3]

Bežične mreže senzora su samokonfigurujuće bežične mreže koje se sastoje od velikog broja čvorova, od kojih svaki realizuje percepciju okruženja, procesiranje i komunikaciju. [11] Komponenta percepcije može biti seizmička, magnetna, termalna, vizuelna, infracrvena,

<sup>1</sup>Aleksandra Dimitrijević, Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: aleksadim@yahoo.com), Stipendista Ministarstva nauke Republike Srbije

<sup>2</sup>Latinka Vasiljković, Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: latinka3457@eunet.yu), Stipendista Ministarstva nauke Republike Srbije

<sup>3</sup>Danka Miladinović, Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: danka@nspoint.net), Stipendista Ministarstva nauke Republike Srbije

<sup>4</sup>Goran Drakulić, Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: drakulic@hotmail.com), Stipendista Ministarstva nauke Republike Srbije

akustična ili radarska; komponenta procesiranja uključuje analizu identifikovanih ili prikupljenih podataka, a komponenta komunikacije obuhvata radiofrekventnu transmisiju između čvorova unutar transmisiona oblasti. Bežične mreže senzora moraju biti optimalno raspoređene u okruženju i povezane sa udaljenim bazama podataka provajdera komunikacionih usluga, sa ciljem formiranja (obimnog) distribuiranog informacionog sistema za odlučivanje i upravljanje realizacijom komunikacione usluge. Senzori i bežične mreže senzora predstavljaju lokalne informacione jedinice koje su u direktnoj interakciji sa kontrolnim modelima subjekata. [11] Baze podataka, globalne informacione jedinice, obezbeđuju kontekstualno znanje za lokalne jedinice i olakšavaju sakupljanje i grupisanje podataka i prilagođavanje kontrolnog znanja na ovim uređajima. Senzori i baze podataka zajedno formiraju lokalno-globalni model za odlučivanje i upravljanje koji čini okruženje inteligentnim. Interakcija u realnom vremenu konstituiše procese odlučivanja i upravljanja koji se kontinualno prilagođavaju tokom celokupnog procesa realizacije komunikacione usluge.

### III. PERSONALNE MREŽE

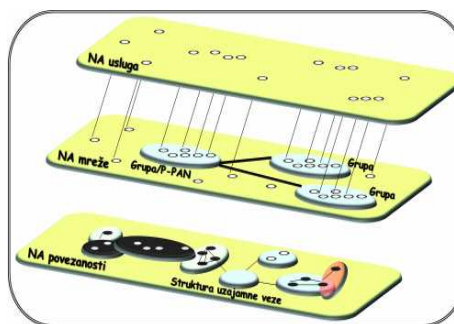
Koncept personalnog umrežavanja može da pruži sigurnu komunikaciju između velikog broja lokalnih i udaljenih personalnih uređaja. Prema [14] personalna mreža je dinamičan skup međusobno povezanih heterogenih personalnih uređaja, ne samo lokalnih uređaja u neposrednoj blizini korisnika već i personalnih uređaja na udaljenim lokacijama kao što su uređaji u mreži poslovnice, kancelarijskoj mreži i mreži u automobilu. Ona je organizovana u međusobno povezane grupe, koje se sastoje od heterogenih uređaja, i koje su povezane različitim mehanizmima interkonekcije (npr., Internet, WLAN, GSM, UMTS, PSTN, itd.). Različite grupe su međusobno povezane sigurnim linkovima između uređaja koji poseduju sposobnosti gateway-a. Pored toga, različiti uređaji u grupi mogu biti heterogeni u smislu snage procesiranja, kapaciteta skladištenja podataka, radio interfejsa, resursa baterija, veličine displeja, itd.

Brzina i pouzdanost su dva osnovna zahteva koje personalna mreža mora da ispuni, dok su jednostavnost za upotrebu, modifikaciju, konfiguraciju i održavanje ostali zahtevi. Različiti heterogeni personalni uređaji moraju automatski da formiraju grupe, odnosno, nakon priključivanja personalni uređaj bi trebao odmah da bude prepoznat od strane drugih lokalnih personalnih uređaja i automatski integrisan u grupu, bez intervencije korisnika. Grupa mora da bude sposobna da radi sa različitim tehnologijama povezivanja, jer ne moraju svi uređaji imati isti radio interfejs. Grupe moraju automatski da otkrivaju potencijalne pristupe strukturama za međusobno povezivanje sa drugim uređajima ili uslugama u drugim grupama, uz kreiranje sigurnog linka. [14]

Svaka usluga, uređaj, grupa i personalna mreža treba da imaju jedinstveno ime, a svi mrežni interfejsi jedinstvenu adresu. Razlog posedovanja imena je prikrivanje irelevantnih informacija od korisnika i olakšavanje korisničkog pristupa uređajima i uslugama. Korisnik

komunikacione usluge ne treba da bude upoznat sa stvarnom lokacijom/direktorijumom ili bilo kojim drugim detaljnim informacijama provajdera. Kako se grupe i personalne mreže stalno dinamično menjaju, adresiranje različitih uređaja i interfejsa može biti takode promenljivo. Korisnik PN-a ne treba da brine koja dinamička adresa odgovara kom uređaju, već samo da koristi isto ime za isti uređaj, a samo adresiranje treba da obezbedi efikasno rutiranje. [15]

Slika 1 prikazuje arhitekturu personalne mreže, koja je sastavljena iz tri nivoa apstrakcije (NA): povezanosti (nivoa veze), mreže i usluga. NA povezanosti sadrži različite ožičene i bežične tehnologije za povezivanje, organizovane u radio domene, uključujući i infrastrukturne veze. [2]

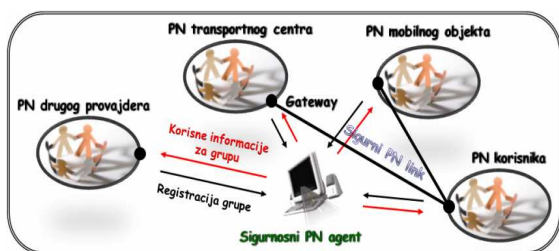


Sl. 1. Tri nivoa apstrakcije u arhitekturi personalne mreže

Da bi se omogućila komunikacija bilo koja dva uređaja u okviru PN potreban je mrežni NA, koji deli čvorove i uređaje na interne (sopstvene) i eksterne čvorove i uređaje na osnovu odnosa poverenja među njima. Samo uređaji koji mogu da uspostave trajne i dugoročne odnose poverenja mogu biti deo korisničke personalne mreže. Dugoročni odnosi poverenja podrazumevaju da se deljenje uređaja takode uzima u obzir (npr., porodični uređaji, poslovni uređaji, itd.). Personalni uređaji koji uobičajeno imaju takve odnose poverenja formiraju grupe, a ove grupe mogu da komuniciraju sa drugim grupama preko struktura za međusobno povezivanje. P-PAN ili privatna mreža lične oblasti je posebna grupa koja predstavlja skup personalnih uređaja oko određenog korisnika. Najviši nivo u ovoj arhitekturi je NA usluga, a on uključuje dva tipa komunikacionih usluga - javne i privatne komunikacione usluge. Javne usluge su široko dostupne, dok su privatne usluge ograničene na korisnika ili korisnike od poverenja i koje karakteriše kontrolisanje pristupa i autentifikacija.

U inteligentnom ambijentu komunikacionih usluga personalna mreža može da ima više grupa koje su geografski dislocirane, ali koje imaju pristup međusobno povezanim strukturama preko izlaznih čvorova. Da bi se formirala privatna mreža uvodi se koncept PN agenta, koji predstavljaju okvir upravljanja koji može ili da bude centralizovan, pod kontrolom jednog operatera, ili distribuiran na više operatera. Grupe koji su dobile pristup međusobno povezanoj infrastrukturi najavljuju svoje prisustvo tom PN agentu. Ove informacije o prisutnosti trebalo bi da uključe bar ime privatne mreže kojoj grupa

pripada, tačku priključivanja na međusobno povezanu strukturu, odnosno IP adrese izlaznih čvorova koje grupa može da koristi, kao i potvrde ovih informacija. PN agent prosleđuje ove informacije izlaznim čvorovima grupe nakon čega se kreiraju sigurni linkovi među grupama, kao što je prikazano na slici 2. Svrha linkova je dvostruka, pružaju sigurnu međugrupnu komunikaciju štiteći internu PN komunikaciju od eksternog okruženja i dinamično se kreiraju. Kada se grupe pomeraju, informacija u PN agentu se ažurira, pa on funkcioniše kao sigurna baza podataka koja prati PN grupe. [2]



Sl. 2. Formiranje i održavanje personalne mreže.

#### IV. FUNKCIJE PERSONALNIH MREŽA U INTELIGENTNOM AMBIJENTU KOMUNIKACIONIH USLUGA

U nastavku rada biće predstavljene najvažnije funkcije personalnih mreža u inteligentnom ambijentu komunikacionih usluga.

##### A. Razumevanje i otkrivanje konteksta

Razumevanje konteksta je preduslov za realizaciju vizije inteligentnog okruženja. Pored toga, neophodna je brza adaptacija personalne mreže na kontekst. Termin kontekst označava vremenske informacije (dan, sat), lokaciju (geografski položaj i okruženje), plan i raspored korisnika PN-a i njegove aktivnosti, resurse mreže (npr., dostupna širina opsega), stanje mreže (npr., kvalitet veze, latentnost), dostupnost personalnih uređaja, osobine uređaja (npr., tip displeja, rezolucija, kapacitet baterije), prisustvo eksternih korisnika PN-a i njihovi dostupni uređaji i usluge, profili korisnika (npr., pretplata na Internet pristup), itd. [8] Dakle, potrebno je definisati okvir za otkrivanje konteksta koji ima za cilj prikupljanje i ažuriranje informacija o kontekstu i prosleđivanje relevantnih informacija o kontekstu svim delovima procesa realizacije komunikacione usluge koji su svesni konteksta. Ako je okvir otkrivanja konteksta dostupan, primena resursa provajdera ili komunikaciona usluga koja je svesna konteksta ne mora da prikuplja informacije o kontekstu, već samo treba da se osloni na okvir otkrivanja konteksta. [5]

##### B. Pronalaženje usluga

Ova funkcija personalne mreže obuhvata pronalaženje i selekciju zahtevane usluge u skupu velikog broja ponuđenih usluga. Neophodno je lociranje mesta na kojima se usluga inicira, određivanje onoga što usluga pruža i opisivanje procedure za pristupanje i upravljanje uslugom. Ne treba da bude ograničena na lokalno pronalaženje usluga, odnosno pronalaženje usluga koje se nalaze u neposrednoj blizini korisnika, već treba da bude u

moćnosti da otkrije udaljene usluge u udaljenim grupama privatne mreže ili usluge ponuđene od strane drugih provajdera komunikacionih usluga iz drugih privatnih mreža. Pored toga, mora da uzme u obzir i dinamiku privatne mreže, odnosno mora da bude svestan privremenosti veza između korisnika i grupa korisnika. Stoga mehanizam za pronalaženje usluga ne može (uvek) da se osloni na servere zasnovane na infrastrukturi provajdera komunikacionih usluga. [7]

##### C. Organizacija grupa

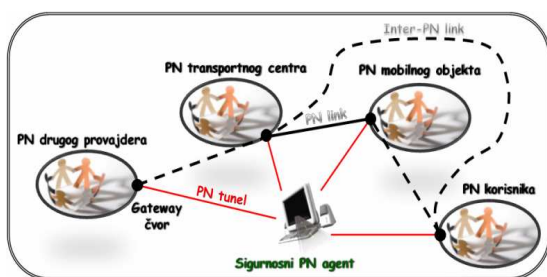
Organizacija grupa podrazumeva početno dodeljivanje dugoročnog (ili trajnog) ključa, koje se dešava kada se novi personalni uređaj prvi put uključuje u P-PAN. U slučaju kada se otkriva više personalnih uređaja sa kojima je moguća uspostava sigurne komunikacione veze, formira se grupa personalnih uređaja koja se sastoji samo od sigurnih komunikacionih veza. Kratkoročno određivanje ključa se dešava često, i to svaki put kada se formira grupa (npr., svakog jutra kada korisnik uključi svoje personalne uređaje koji ga okružuju), dok se kreiranje dugoročnog ključa dešava samo jednom (kada se novi uređaj uključuje u mrežu po prvi put). Pored toga, grupa može biti i multi-hop mreža jer nemaju svi uređaji u grupi direktnu vezu sa svim drugim čvorovima pošto se koriste različite tehnologije nivoa veze ili ograničenja radio dometa. Međutim, grupa ne radi samo kao samostalna mreža, već je i u interakciji sa okruženjem, na primer sa lokalnim eksternim čvorovima. Čvorovi u grupi koji imaju sposobnost povezivanja sa čvorovima i uređajima van grupe zovu se izlazni čvorovi. Izlazni čvorovi zahtevaju posebne funkcije kao što su mapiranje adrese, podešavanje i održavanje linkova, filtriranje dolaznih tokova, i sl. Proces traženja odgovarajućih izlaznih čvorova koji poseduju veze sa eksternim čvorovima je još jedna od funkcija mreže koju grupa treba da obezbedi.

Kompletna i logična rešenja za ambijentno umrežavanje omogućavaju lako i dinamično formiranje različitih mreža bez obzira na sve veću heterogenost tehnologija i struktura provajdera. Glavni ciljevi su definisanje skupa prilagodljivih i samokonfigurisanih komponenti mobilnih mreža, koji smanjuje planiranje, korišćenje, konfiguraciju i troškove održavanja mreže i dizajn razumljivog, integrisanog bezbednosnog okvira, koji pruža zaštitu mreže s kraja na kraj i odlikuje se velikom izdržljivošću na napade. [12] Personalne mreže predstavljaju opšti koncept za pružanje individualizovanog rešenja orijentisanog na korisnika, koji obezbeđuje dugoročnu integraciju svih komunikacionih i informacionih resursa. Pored toga, automatizacija, individualizovan pristup znanju i kolaborativne tehnologije takođe pomažu provajderima komunikacionih usluga u realizaciji željenih zadataka na određeni način. Neke od tih tehnologija su i senzori i bežične mreže senzora, WWAN i RFID tehnologija. Dinamične, samokonfigurisane mreže pomažu u lociranju resursa provajdera komunikacionih usluga, kao i u upravljanju komunikacionom uslugom.

##### D. Multi-PN komunikacija

Inter P-PAN je prvi tip multi-PN komunikacije i

predstavlja komunikaciju između personalnih uređaja dva provajdera komunikacionih usluga koji se nalaze na veoma maloj udaljenosti. Ova komunikacija može biti direktna (komunikacione staze ne uključuju uređaje koji pripadaju trećem korisniku) i indirektna (komunikacione staze uključuju čvorove koji pripadaju drugim korisnicima). Inter P-PAN komunikacija se ne oslanja na fiksnu infrastrukturu, već postoje multi-hop bežične komunikacione staze. To podrazumeva da svi mrežni mehanizmi kao što su pronalaženje resursa i usluga, dodeljivanje imena, adresiranje i rutiranje treba da funkcionišu u takvom infrastrukturnom okruženju. Inter PN komunikacija je komunikacija između personalnih uređaja dva korisnika koji su na udaljenim lokacijama, kao što je prikazano na slici 3. Centralni agent ima funkciju brokera za uspostavljanje komunikacije između PN-ova, jer se na osnovu informacija dobijenih od PN agenta uspostavlja sigurni link između PN-ova. [7]



Sl. 3. Multi-PN komunikacija.

## V. ZAKLJUČAK

Tehnološki napredak i zahtevi tržišta za mobilnim i bežičnim mrežama doveli su do razvoja različitih terminala i bežičnih uređaja (laptopova, PDA, mobilnih telefona, GPS-terminala, kamera, senzora, itd.) i do razvoja različitih multimedijalnih komunikacionih usluga (tekst i multimedijalne poruke, video emitovanje u realnom vremenu, višestruko emitovanje, video-konferencija, video na zahtev, bežična plaćanja, igre, četovanje, daljinsko praćenje, itd.). [6] Koncept personalnog umrežavanja može da zadovolji potrebe inteligentnog ambijenta komunikacionih usluga, pružajući sigurnu komunikaciju između lokalnih i udaljenih komunikacionih uređaja.

U komunikacionim uslugama se koristi veliki broj uređaja, npr., mobilni telefon, terminal za broadband pristup Internetu, LCD displeji, slušalice, itd., pa je neophodno formirati grupu kooperabilnih uređaja koji kreiraju virtuelno poslovno okruženje. [4] U skladu sa tim PN koji podržava inteligentno okruženje komunikacione usluge mora biti definisan kao distribuirano mrežno rešenje koje integriše sve uređaje sposobne za mrežno povezivanje, bez obzira da li su pozicionirani u neposrednoj blizini ili na udaljenim lokacijama. Pored toga, pošto inteligentno okruženje komunikacione usluge obuhvata više korisnika i sastoji se od velikog broja interakcija od primarnog značaja je njihovo osnaživanje funkcijama PN koncepta. Pojava personalnih mreža na našim prostorima se očekuje u masovnom broju u najskorije vreme.

## LITERATURA

- [1] C. Hsu and A. Wallace, „An Industrial Network Flow Information Integration Model for Supply Chain Management and Intelligent Transportation,” *Journal of Enterprise Information Systems*, forthcoming.
- [2] M. Jacobsson, W. Lu, A. Lo, A. Slingerland, i N. Vulic, „Architecture of PNs,” Tech. Rep. Freeband/PNP2008/D1.1v1.0, Delft University of Technology, May 2005.
- [3] C. Hsu, „Service Enterprise Integration: An Enterprise Engineering Perspective,” Springer, New York, 2007.
- [4] E. Turban, D. Leidner, E. McLean and J. Wetherbe, „Information technology for management: Transforming Organization in the Digital Economy,” 5th Edition, Baylor University, USA, 2006.
- [5] G. Drakulić, M. Banjanin, M. Rovčanin, M. Radmilović, „Model za upravljanje informaciono-komunikacionom infrastrukturom provajdera transportnih usluga,” SM2008 – XIII internacionalni naučni skup: Strategijski menadžment i sistemi podrške odlučivanju u stratejskom menadžmentu, Palić, 2008.
- [6] M. Banjanin, A. Dimitrijević, „Kvalitet komunikacije u prostorno disperzivnim projektima,” Festival kvaliteta, Kragujevac, 2006.
- [7] R. Fledderus i drugi, „Wireless Personal Communications,” Springer Netherlands, 2006.
- [8] M. Strimpakou, I. Roussaki, C. Pils, M. Angermann, P. Robertson, and M. Anagnostou, „Context modelling and management in ambient-aware pervasive environments,” u *Location- and Context-Awareness*, T. Strang and C. Linnhoff-Popien, Eds., Heidelberg, Springer-Verlag, Germany, 2005.
- [9] M. Banjanin, „Multimodalne interakcije u inteligentnom okruženju”, Naučno- stručni simpozijum Infoteh-Jahorina, Jahorina, 2008.
- [10] L. Petrović, M. Banjanin, M. Rovčanin, D. Miladinović, „E-logistički menadžment u servisno - orijentisanom inženjeringu preduzeća,” SM2008 – XIII internacionalni naučni skup: Strategijski menadžment i sistemi podrške odlučivanju u stratejskom menadžmentu, Palić, 2008.
- [11] P. Mahalik, „Sensor Networks and Configuration – Fundamentals, Standards, Platforms and Applications,” Springer, Berlin, 2007.
- [12] E. Turban, D. Leidner, E. McLean i J. Wetherbe, „Information technology for management: Transforming Organization in the Digital Economy”, 5th Edition, Baylor University, USA, 2006.
- [13] M. Banjanin, „Informaciona okolina i komunikacioni kontekst za razvoj longitudinalne trajektorije studenta,” XIV skupTrendovi razvoja, Kopaonik, 2008.
- [14] F.T.H. Hartog i drugi, „First experiences with Personal Networks as an enabling platform for service providers,” Fourth Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking & Services, 2007.
- [15] „The Invaluable Benefits of Personal Networks,” dostupno na <http://www.kellogg.northwestern.edu>

## ABSTRACT

With the aim to create permanent communication, communication services use great number of resources. Personal networks creating process is necessity, due to their function to integrate all elements in a unique whole and developing intelligent ambient. In intelligent ambient, establishment of required connection among communication services is based on creation personal distributed ambient, where users could be in interaction even they are not close to each other.

## PERSONAL NETWORKS FOR MANAGING COMMUNICATION SERVICES IN INTELLIGENT AMBIENT

Aleksandra Dimitrijević, Latinka Vasiljković, Danka Miladinović, Goran Drakulić.