



Smart environments make technology invisible for the user

The research of information technology is finding a new focus in context-aware, ubiquitous mobile technologies. They are used in creating new interactive, intelligent mobile services, which adapt according to user profiles, to suit any given situation according to resources provided by a given environment.

The CAPNET (Context-Aware Pervasive Networking) research programme includes several projects aiming at the described kind of smart environment. The core of the programme consists of four major integrated sections: diversity management, adaptive software technologies, smart adaptation of service content, and smart interfaces. The final result will be a smart environment, where actual technology is hidden from the end user.

The actual needs of users are the basis for the development of this new technology. This is why the mobile services in the CAPNET programme are tested in an environment as authentic as possible, with use cases that have real value in view of real people.

The writers of the article work in the Department of Electrical and Information Engineering and the Department of Information Processing Science at the University of Oulu. Professor Jaakko Sauvola (jaakko.sauvola@oulu.fi) is the Director of MediaTeam Oulu research group

Älykäs ympäristö tarjoaa palveluja

Mobiilipalvelut tehokäyttöön



Kuva: Mediateam

Informaatioteknologian tutkimuksen uudeksi painopistealueeksi ovat nousemassa käyttöympäristöstä tietoiset, kaikkialla läsnä olevat mobiiliteknikat. Niiden avulla luodaan uusia vuorovaikutteisia, älykkäitä mobiilipalveluja, jotka mukautuvat käyttäjän profiiliin ja kulloisenkin käyttöympäristön tarjoamien resurssien mukaan tilanteeseen sopiviksi.

Sisältö, tietoliikenne ja tietojenkäsittely sulautuvat toisiinsa tiiviisti samalla kun valtavirtateknologiat muuttuvat avoimiksi, helposti ohjelmoitaviksi ja oliomaisiksi pitkälle verkottuneissa, älykkäissä ympäristöissä. Kehitysuuntaan ovat vaikuttaneet monet tekijät. Tietokonejärjestelmät ovat kutistuneet, mutta niiden suorituskyky on samanaikaisesti kasvanut, ohjelmoitavan elektroniikan hinta alentunut, ja erilaiset järjestelmät ovat sulautuneet toisiinsa. Tämä on

johtamassa siihen, että pian pystytään valmistamaan suuria määriä pieniä laitteita. Tällaista niin sanottua laitepölyä voidaan ohjelmoida käyttötilanteisiin sopivaksi ja sijoittaa lähes mihin tahansa aina kaupan hyllyllä olevasta jauhelihapaketista olohuoneen digi-tv-päätteeseen.

CAPNET-tutkimusohjelma (Context-Aware Pervasive Networking) sisältää useita hankkeita, joissa tavoitteena on edellä kuvatun mukainen älykäs ympäristö. Ohjelmassa keskitytään siihen, kuinka älykkään

ympäristön palveluja voidaan luoda, hallita ja jakaa liikkuvale käyttäjälle ohjelmistoperusteisesti. Tavoitteena on niin ikään luoda ratkaisuja, joiden avulla käyttäjä pääsee mahdollisimman vaivattomasti eri palvelujen äärelle.

Ohjelman ytimeen on valittu neljä toisiinsa integroitua teknologia-alueita, jotka ovat monimuotoisuuden hallinta, mukautuvat ohjelmistotekniikat, palvelusisällön älykäs mukauttaminen ja älykkäät käyttöliittymät. Varsinainen teknologiaperusta käyttää pitkälti olemassa olevia, käytössä parhaiksi havaittuja teknologioita rakentamalla innovatiivisesti uutta arkkitehtuuria niin, että olemassa olevaa infrastruktuuria voidaan hyödyntää suoraan. Lopputuloksena on älykäs ympäristö, jonka tarkoituksena on helpottaa arjen rutiineja ja jossa varsinainen teknologia on piilotettu loppukäyttäjältä.

Käyttäjien tarpeet kartoitettava

Uutta teknologiaa kehitettäessä on olennaista selvittää, mitkä ovat käyttäjien todelliset tarpeet. Jotta teknologia pystyisi toimimaan taustalla älykkäästi ilman käyttäjän suoraa ohjausta, tulee palvelun tai sovelluksen kehittäjän tuntee loppukäyttäjän tarpeet ja vaatimukset niin hyvin, että hän pystyy optimoimaan kehitettävän sovelluksen kulloiseenkin tehtävään.

Tutkimus on perinteisesti ollut hyvin teknologiaivetoista: ensin on kehitetty teknisiä ratkaisuja ja vasta sitten mietitty, missä ja miten niitä voitaisiin käyttää. Useimmat eri tutkimushankkeissa ja julkisuudessa esitetyistä sovelluksista ovat varsin yhdenmukaisia loppukäyttäjän elämänlaadun kannalta. Parantaako uusi teknologia ihmisen elämänlaatua oleellisesti, vai lisääkö se vain koneellistumisen myötä yhteiskunnassa kasvanutta tehokkuu-

den ilmapiiriä? Kuinka uusi teknologia lopulta vaikuttaa käyttäjänsä yksilötasolla ja yhteiskuntaan kokonaisuutena?

CAPNETissa näihin kysymyksiin pyritään vastaamaan testaamalla kehitettävät mobiilipalvelut mahdollisimman autenttisessa ympäristössä. Tähän mennessä suunnitellut käyttöpaukset liittyvät ostoksien tekemiseen, ravintolassa käymiseen, urheiluun ja hyvinvointiin, tunteiden välittämiseen sekä palveluiden käyttöön erityyppisissä ympäristöissä.

Käyttöliittymät mukautuvat

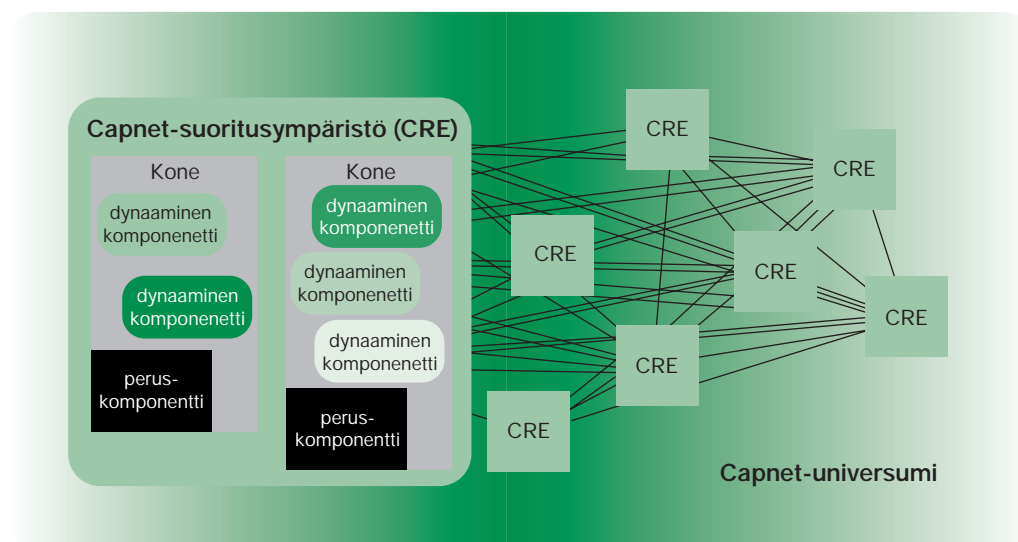
Käyttöliittymän rooli on merkittävä kehitettäessä hyödyllisiä ja helppokäyttöisiä palveluja. Käyttöliittymän tulee ymmärtää käyttäjänsä toimintaa ja kommunikointitapoja. Näin käyttäjän ei tarvitse opetella koneen kieltä ja ohjaustapaa. Jotta käyttäjiä ei asetettaisi eriarvoiseen asemaan, käyttöliittymän tulee mukautua kaikkien potentiaalisten käyttäjien taitoihin: sen pitäisi soveltua niin lukutaidottomille lapsille kuin huononäköisille vanhuksillekin – oleellista on helppokäyttöisyys ja nopeus. Lisäksi käyttöliittymän tulee ottaa huomioon käyttäjänsä kulttuurinen tausta, kuten kieli ja uskonto.

Toinen mukautuvan käyttöliittymän tärkeä tehtävä on suodattaa saatavilla olevaa informaatiota ja palveluja käyttäjän tilanteen mukaan. Tällainen suodatus on keskeistä laitteiden verkottuessa ja verkon sisältämän informaatio- ja palvelutarjonnan kasvaessa. Käyttöliittymä voi mukautua myös muokkaamalla itseään käyttötilanteeseen sopivaksi.

Tilannetiedon käyttö ongelmallista

Voidakseen mukauttaa toimintaansa tilanteeseen sopivaksi palvelut tarvitsevat tietoa käyttäjän arkitilanteesta, ympäröivästä fyysisestä ympäristöstä, käyttäjän biofyysisestä tilasta sekä tietoteknisestä ympäristöstä. Käytännössä tietoa kerätään antureilla, jotka sijaitsevat käyttäjän mobiilipäätelaitteessa, vaatetuksessa tai erilaisissa ympäristöissä, kuten rakennuksissa.

Mitattua tietoa jalostetaan korkeammalle abstraktiotasolle yhdistelemällä useiden erityyppisten antureiden välittämää tietoa ulkoisista tietopankeista saatavaan tietoon. Esimerkiksi pienpäätelaitteen sijainti – onko laite laukussa, kädessä vai pöydällä – voidaan arvioida laitteen sijoitetuilla kiihtyvyyden ja valoantureilla. Sijaintiosoitte



Jokaisessa laitteessa on CAPNET-suoritusympäristö koneineen (CAPNET Runtime Environment, CRE). Kone sisältää aina peruskomponentin, joka tarjoaa perustoiminnallisuuden. Koneen toiminnallisuutta voidaan täydentää joko sovellusta käynnistettäessä tai suorituksen aikana dynaamisilla komponenteilla.

Each device includes the CAPNET Runtime Environment (CRE) along with its engine. An engine always contains a basic component providing primary functionality. The functionality of the engine can be complemented with dynamic components either on application start-up or during runtime.

taas voidaan selvittää esimerkiksi GPS-paikantimen ja osoitetietokannan avulla. Koska ei ole järkevää, että jokainen palvelujärjestelmä vaatisi omat anturinsa, on rakennettava tilannetietoa mittaava ja jalostava infrastruktuuri, jota eri palvelut voivat hyödyntää.

Kerättyä ja jalostettua tietoa analysoimalla saadaan tietoa käyttäjän henkilökohtaisista rutiineista. Näiden rutiinien avulla voidaan mukauttaa tekniikat ja palvelut käyttäjälle sopiviksi. Tilannetieto on luonteeltaan usein erittäin henkilökohtaista,

ja tilannetietoisten palveluiden käyttöön liittyikin pelko yksityisyyden menettämisestä. Jotta tieto ei joutuisi väärin käsiin, on sovellettava erilaisia tunnistus- ja salaustekniikoita. Yksityisyyden suojaamista voidaan edistää myös arkkitehtuurisilla ratkaisuilla.

Tutkimuksellisia haasteita liittyy paitsi tiedon mittaamiseen ja jalostamiseen myös menetelmiin, joiden avulla samassa tilassa olevat laitteet voivat keskustella ja hyödyntää toisiaan. Näin muodostetaan palveluja, joihin laitteet yksinään eivät

pystyisi. Laitteiden ja palveluiden yhteistoiminnan keskeiset ongelmat liittyvät niin ad hoc -verkkojen muodostamiseen kuin laitteiden välisen yhteisen kielen löytämiseen eli yhteisiin tiedonesitystapoihin.

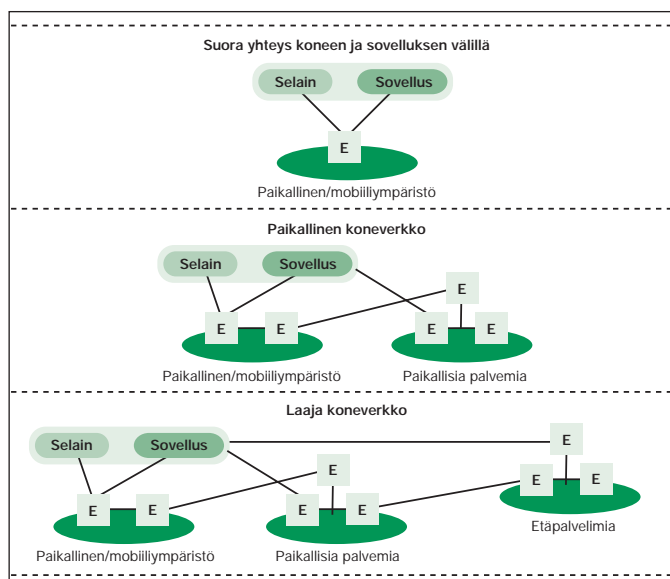
Uusia palveluja entistä helpommin

Tilannetietoa hyödyntämällä voidaan paitsi tuoda lisäarvoa olemassa oleviin palveluihin myös luoda aivan uudenlaisia palvelukonsepteja. Erityisen käyttökel-poista tilannetieto on kommunikatiopalveluissa.

Nykyisten matkapuhelimien aikakaudella puhelu aloitetaan usein kysymällä vastapuolelta, onko tämä sellaisessa tilanteessa, että pystyy puhumaan. Jos soittaja jo soittopäätöstä tehdessään saisi tiedon, että tavoiteltu henkilö on kokouksessa tai muuten varattu, voisi hän päättää soittavansa myöhemmin tai päätyä käyttämään vaihtoehtoista viestintämuotoa.

Myös tilannetietoiset muistilaput ovat oiva esimerkki uuden tyyppisistä älykkäistä palveluista. Palvelu voisi muistuttaa ystävien meille suosittelemista kirjoista ollessamme kirjastossa tai kirjakaupassa tai vaikkapa kehottaa jäämään bussista pois oikealla pysäkillä bussin saapumisa määränpöhin.

CAPNETissa tutkitaan verkko-ohjautettua tilannetiedon prosessointia, rutiinien tunnistamisessa käytettäviä algoritmeja sekä menetelmiä, joilla ohjelmistorakenteita mukautetaan dynaamisesti vallitsevan tilanteen mukaan. Uudenlaisilla ti-



Koneista voidaan koota sovelluksen tarpeiden mukaisia järjestelmiä. Yksinkertaisimmillaan käyttäjän päätelaite sisältää koko järjestelmän. Tätä vaativammissa sovelluksissa voidaan hyödyntää myös palvelimien toiminnallisuutta.

Devices can be united into systems as required by the application in question. In the simplest case, the user's terminal device contains the whole of the system. In more demanding applications, also the functionality of servers can be utilised.



Puhelin oppii, kuinka käyttäjä toimii esimerkiksi arkipäivän tilanteissa. Näin puhelin mukautuu erilaisiin ympäristöihin käyttäjän tapojen mukaisesti.

The phone learns how its user acts for example in everyday situations. Thus it can adapt to different environments according to the user's habits.

lannetietoa mittaavilla menetelmillä on tärkeä rooli. Testilaboratoriossamme on käytössä muun muassa paineenmuutokset tunnistaava älylattia, jonka avulla tilassa kulkevien ihmisten liikkeitä voidaan seurata.

Kehitettävät tilannetietopalvelut yksinkertaistavat ja nopeuttavat uusien palveluiden suunnittelua. Vastuu kontekstietiedon käsittelystä pyritään siirtämään mahdollisimman pitkälti pois palvelunkehittäjiltä. Kun perusrakenteita ja tilannetietopalvelut saadaan käyttöön, voidaan erilaisia innovatiivisia tilannetietoa hyödyntäviä palvelukonsepteja prototypoida helposti.

Uusilla tekniikoilla tehoa jakeluun

Mobiilitekniikoiden kehittymisen tilannetietoisiksi ja kaikkialla saataviksi monipuolistaa sovellusten ja sisältöpalveluiden käyttötapoja. Tällöin tietoturvan merkitys korostuu: multimediasisältöjen turvaamiseksi tarvitaan jo käytössä olevien tekniikoiden lisäksi aivan uudenlaisia työkaluja. Etenkin vesileimaustekniikat ovat tuoreita ratkaisuja, joilla suojataan digitaalisia oikeuksia. Teknisten ja taloudellisten kysymysten lisäksi on otettava huomioon myös juridisia seikkoja.

Digitaalisten oikeuksien hallinnan (DRM) ratkaisut ovat tulevaisuudessa keskeisiä niin uusien jakelutapojen kuin niiden pohjalta syntyvien uusien ansaintalogiikkojenkin kannalta. Uudet jakelukanavat muo-

toutuvat kaikkialla läsnä olevien verkkojen pohjalta. Tätä nykyä tärkeimmiksi jakelumalleiksi ovat nousseet niin kutsutut super- ja peer-to-peer-jakelu (vertaisjakelu-jakelu). Molemmissa jakelutavoissa alkuperäinen digitaalinen hyödyke tai sen kopio siirtyy loppukäyttäjältä toiselle.

Suosituksen materiaalin, kuten videotrailereiden, levittäminen käyttäjältä toiselle superjakelun avulla luo uusia mahdollisuuks-

sia sekä sisällön tuottajille että operaattoreille. Superjakelua voitaisiin soveltaa esimerkiksi jaettaessa sisältöä multimediasisältöinä (mms) matkapuhelimiin. Kaupallisen menestyksen ehtona on kuitenkin se, että käytettävät tekniikat tukevat oikeuksien hallintaa ja tekijänoikeusmaksujen maksamista. Tarvitaan myös tekniikoita, joiden avulla verkkoyhteys mukautuu asiakkaan ympäristöön, jolloin sisältöjä voidaan sujuvasti jakaa superjakelumallin mukaan monien eri verkkojen yli erityyppisiin päätelaitteisiin. Lisäksi päätelaitteiden ohjelmistojen on oltava keveitä, jotta palveluiden käytettävyys ja käyttäjätyytyväisyys eivät heikkenisi.

Tiedonpiilotus-tekniikoilla lisäarvoa

Tiedonpiilotustekniikoiden avulla mediasisältöön voidaan sisällyttää lisätietoa esimerkiksi kyseisen sisällön omistajasta siten, että lisätietoa ei voida havaita ihmisillä tai -korvalla. Lisätietoa on myös vaikea poistaa. Tätä lisätietoa voidaan sisällyttää vaikkapa äänimateriaaliin, kuviin, videoon tai tekstiin. Esimerkiksi musiikkitalenteeseen voidaan sisällyttää tiedot tekijänoikeuksista tai kopioihin liittyy koodi, joka identifioi yksittäisen kopion omistajan. Tällöin voidaan jäljittää lähde, esimerkiksi yksittäinen henkilö, joka tietoisesti tai tahattomasti levittää laittomia kopioita.

Lisätieto voi olla periaattees-

sa mitä tahansa: esimerkiksi yksi bitti voi kertoa, sallitaanko sisällön kopiointi ylipäättään. Useammalla bitillä taas voidaan kuvata oikeuksia laajemmin tai ilmaista osoitin laajempaan tietovarastoon. Tiedonpiilotustekniikoita voidaan soveltaa lukuisiin eri kohteisiin ja pysyvän vesileiman upotuksen lisäksi tekniikoita voidaan käyttää myös esimerkiksi salaiseen viestintään, jossa pyritään lisäämään tietoa niin paljon kuin mahdollista.

Arkkitehtuurilta edellytetään monipuolisuutta Arkkitehtuuri on keskeinen elementti toteutettaessa tilannetietoisia järjestelmiä. CAPNETissa kehitettävä ohjelmistoarkkitehtuuri määrittää, miten järjestelmä jaetaan osiin ja miten järjestelmän osat liitetään toisiinsa. Arkkitehtuurin avulla voidaan suunniteltua jakaa selkeisiin osiin ja yksittäiselle tutkijalle antaa näin selkeästi rajattu alue tutkittavaksi ja toteutettavaksi.

Jaettaessa järjestelmä osiin saadaan myös muuta hyötyä: sovelluksia voidaan koota osista, jotka ovat uudelleen käytettäviä, minkä lisäksi osia voidaan lisätä, siirtää ja poistaa suorituksen aikana. Arkkitehtuuri onkin tärkeä työkalu viettäessä hankkeen tuloksia tavallisille käyttäjille tarkoitettuihin sovelluksiin ja palveluihin.

CAPNETin sovellusalue asettaa arkkitehtuurille tiukat vaatimukset. Sovellus on pystyttävä hajauttamaan verkotettuihin laitteisiin ja käyttäjän päätelaitteeseen. Päätelaitteessa suoritettavan osan tulee olla kevyt. Lisäksi järjestelmän on oltava käyttöjärjestelmästä riippumaton ja tuettava yleisiä käytössä olevia teknologioita. Järjestelmän on myös tuettava sovelluksen dynaamista jakamista – ohjelmiston osia on pystyttävä siirtämään suorituksen aikana laitteesta toiseen.

Kolmentasoisia komponentteja

Syntyviin vaatimuksiin pyritään vastaamaan arkkitehtuurilla, joka jakaa järjestelmän osiin kolmella tasolla. Alimmalla tasolla ovat komponentit, joista jokainen toteuttaa tietyn toiminnallisuuden tarjoten samalla muulle järjestelmälle selkeän rajapinnan tämän toiminnallisuuden hyödyntämiseksi.

Seuraavalla tasolla komponentit jaetaan CAPNET-koneisiin toiminnallisuuden tyyppin mukaan. Arkkitehtuuri sisältää koneet muun muassa palvelunhaakuun ja mukautuville käyttöliitty-

Sanasto

Ad hoc -verkko Rakenteeton verkko, joka koostuu langattomista siirrettävistä päätelaitteista. Ad hoc -verkoissa laitteet kommunikoivat toistensa kanssa ilman kiinteää arkkitehtuuria. Lankaverkossa oleva jako päätelaitteisiin ja reitittimiin ei sovellu ad hoc -verkkoon.

DRM, Digital Rights Management Digitaalinen tekijänoikeuksien hallinta

GPS, Global Positioning System Useiden maata kiertävällä radalla olevien satelliittien lähettämien radiosignaalin saapumisaikojen vertailuun perustuva paikannusjärjestelmä.

Konteksti Mikä tahansa tieto, jolla voidaan kuvaila entiteetin tilannetta. Entiteetti voi olla henkilö, paikka tai objekti, joka koetaan oleelliseksi käyttäjän ja sovelluksen välisessä vuorovaikutuksessa.

Kontekstittietoisuus (context-awareness) Järjestelmä on kontekstittietoinen, jos se käyttää kontekstia hyväkseen tarjotakseen oleellista informaatiota tai palveluja käyttäjälle. Myös termejä "tilannetietoisuus" ja "tilanneherkkyys" käytetään.

Kryptografia (cryptography)

Tieteenala, joka käsittelee periaatteet ja menetelmät, joiden avulla informaatio esitetään ei-ymmärrettävässä muodossa (salakoodattuna), ja menetelmät, joiden avulla tämä salakoodattu informaatio palautetaan takaisin ymmärrettävään muotoon.

Peer-to-peer Peer-to-peer-jakelussa jake-lutuote siirtyy loppukäyttäjältä toiselle riippumatta tuotteen sijaintitiedon lähteestä. Tieto tuotteesta voi siis tulla eri loppukäyttäjältä kuin itse tuote.

Steganografia (steganography) Tiedonkätentekniikka, jota käytetään salatussa tiedonsiirrossa kätkemällä salaisia viestejä ei-epäilyttävään tietoon, kuten www-sivulla olevaan kuvaan tai videokonferenssissa välitettävään puheeseen.

Tiedonkätentä (information hiding) Joukko tekniikoita, joiden avulla voidaan sisällyttää mediaan lisätietoa, jota ei voida ihmisen silmin tai korvin havaita.

Vesileimaus (watermarking) Tiedonpiilotustekniikka, jossa lisättävä tieto on yleensä salainen tai henkilökohtainen tunnistuskoodi. Tieto pyritään lisäämään siten, että sen poistaminen on mahdollisimman hankalaa.



Tomi lataa puhelimensa Java-pohjaisen harjoitusohjelman sovelluksen.



Sovellus löytää ja tunnistaa automaattisesti Tomin käyttämät erilaiset rasitusmittarit.



Samalla kun Tomi kiipeää, sovellus tarkkailee hänen rasitus tilaansa.



Sovellus kehittää Tomille automaattisesti lyhyen aikavälin kunto-ohjelman ottaen huomioon hänen yleiskuntonsa.

Anturit seuraavat käyttäjän elintoimintoja, joista sovellus välittää tiedot edelleen tietojärjestelmään. Se taas antaa käyttäjälle neuvoja matkapuhelimen välityksellä ikään kuin valmentajana tai lääkärinä.

Sensors track the user's vital functions, and the application passes the information on to the information system. The system then gives advice to the user via mobile phone, as if it were a trainer or a physician.

mille, minkä lisäksi koneet tunnistavat käyttötilanteita, varastoi- vat informaatiota ja ylläpitävät tietoliikenneyhteyksiä. Esimerkiksi palvelunhakukone sisältää

perustoiminnallisuuden tarjoavat ydinkomponentit sekä näitä komponentteja hyödyntäviä monipuolisempia palveluja tarjoavia komponentteja.

Ylimmällä tasolla järjestelmä jaetaan kussakin laitteessa sijaitsevaan CAPNET-suoritusympäristöön. Sen laite- ja ohjelmistovaatimukset pyritään pitämään mahdollisimman suppeina, jotta järjestelmä voisi toimia mahdollisimman monessa erilaisessa päätelaitteessa.

Sovellus koostuu sovelluslo- giikasta sekä komponenteista, jotka tarjoavat sovelluksessa tarvittavaa toiminnallisuutta. Komponentit sijoitetaan käyttä- jän päätelaitteeseen ja verkotet- tuihin laitteisiin käytössä ole- vien resurssien ja sovelluksen asettamien vaatimusten mu- kaan.

Sovelluksessa tarvittavat komponentit määrittävät, mitä koneita tarvitaan. Yksinkertai- nen sovellus koostuu sovelluslo- giikasta ja yhdestä koneesta, jot- ka molemmat sijaitsevat pätee- laitteessa. Monimutkainen so- vellus taas sisältää useita pätee- ja muissa laitteissa olevia koneita. Koneet muodostavat hierar- kian, jossa kone sille lähetettyä palvelupyyntöä suorittaessaan pyytää palveluja muilta koneilta.

Ei enää opettelua

Helppokäyttöisiä ja hyödyllisiä mobiilipalveluja kehitettäessä on vastattava moniin vaatimuk- siin. Informaation ja palvelui- den määrän kasvaessa yhä kiihtyvällä tahdilla tarvitaan uusia ratkaisuja, joilla erotetaan olen- nainen epäolennaisesta. Käyttä- jän liikkuminen taas asettaa omat vaatimuksensa palvelui- den toiminta-alueelle ja resurs- sien käytölle.

CAPNETissa tähän haasteeseen on tartuttu käyttäjälähtöi- sellä tutkimusotteella ja mu- kauttamalla palvelut käyttötilan- teeseen. Kehitettävät palvelut pyritään valitsemaan todellisten tarpeiden pohjalta ja samalla huolehtimaan siitä, että käyttä- jälle tarjotaan kulloisessakin til- lanteessa vain aidosti hyödylli- siä palveluja. Käyttäjän ja kone- en väliset vuorovaikutussuh- teet ovat kiinteä osa tutkimusta.

Pelkkä teknologisten vaati- musten täyttäminen tai tekniikan ja palvelujen helppokäyttöi- syys ei kuitenkaan riitä, vaan palveluiden ympärille on pystyttyvä luomaan liiketoimintaa – niistä on saatava luonnollista lisä- arvoa. Digitaalinen oikeuk- sien hallinta on tässä keskeises- sä asemassa. Samalla suojataan käyttäjien yksityisyyttä. Tutki- muksessa onkin otettava huomi- oon paitsi tekniset myös juridi- set ja taloudelliset näkökohdat.

Artikkelissa kuvatulla tutki- musalueella tehdään tutkimusta monissa muissakin koti- ja ul-

komaisissa tutkimuslaitoksissa. CAPNET kuitenkin poikkeaa muusta tutkimuksesta erityisesti siten, että siinä yhdistyvät tie- tensisäisten ja -välisten osa- alueiden osaaminen, näkökul- mat ja menetelmät. Tutkimuk- sen kunnianhimoisena tavoitteena on saada alkuun kehitys, joka muuttaa nykyisen elinympäris- tömme askelittain älykkääksi, jolloin ihmiset voivat keskittyä teknologian opettelun sijaan jokapäiväiseen elämään. ●

Aiheesta enemmän

Mäkäräinen, M., Isomursu, P.: Exploiting Multimedia Components in Small User Interfaces. In the proceedings of ICME 2002. (The International Conference on Multimedia an Expo) Lausanne 26 – 29 August 2002.

Oulun yliopisto:

www.ee.oulu.fi/research/ig/

Mediateam:

www.mediateam.oulu.fi/projects/info/capnet/?lang=fi

Mobile Forum:

www.mobileforum.org

Ubicomp:

www.personal-ubicomp.com/

Stego Archive:

www.stegoarchive.com

Watermarking World:

www.watermarkingworld.org

XML-syntaksi:

<http://xml.coverpages.org/drm.html>

Taustat

Kirjoittajat: TkT Jaakko Sauvola, Oulun yliopisto, CAPNET-ohjelman johtaja, MediaTeam Oulu -tutkimusryhmän johtaja. TkT Jukka Rieki, professori, Oulun yliopisto, tutkimuspäällikkö, Älykkäiden järjestelmien ryhmä. FT Minna Isomursu, professori Oulun yliopisto, Human-Computer Interaction -tutkimusryhmä. DI: Anja Keskinarkaus, Nonna Kostamo ja Heikki Tienari työskentelevät MediaTeamin tutkijoina.

Yhteyshenkilö: jaakko.sauvola@oulu.fi

Tutkimus: CAPNET (Context-Aware Pervasive Networking)

Yhteistyössä: MediaTeam Oulu, Älykkäiden järjestelmien ryhmä ja Human Computer Interaction -ryhmä Oulun yliopistosta, Marylandin yliopiston Institute for Advanced Computer Studies (USA), Linköpingin yliopisto (Ruotsi), CCC, Hantro, IBM, Nokia, Sonera ja Tekes.

Teknologiaohjelma: NETS