



## Search technologies become more intelligent

The increasing amounts of digital data being offered to consumers require more and more intelligent and versatile databases, search engines, and adapters. A new breed of agent-like software has already been developed, and the work continues. One research group focusing on the development of search technology and related service and network platforms is MediaTeam Oulu. This article deals with their and their partners' approaches to solving the problems of search technology, presenting an overview of state-of-the-art technologies, with a special perspective on search and distribution of media contents.

The research of telecommunications is developing toward the study of more and more versatile contents and value-added functions, which make it possible to offer new types of media services to different and larger user groups. The efficient use of different content types requires automation of multimedia processing, analysis, and transfer techniques. Media contents have to be delivered to end users in a form that fits their terminal devices or server applications in the desired manner.

The writers of the article work in the MediaTeam Oulu research group at the University of Oulu. Professor Jaakko Sauvola (jaakko.sauvola@oulu.fi) is the director of the group, with Professor Tapio Seppänen as the scientific director. The other writers Saku Kaukonen, Kimmo Hagelberg, Jani Korhonen, and Heikki Tienari all work on research and development of different technology platforms and methods for multimedia retrieval.

# Mobiileihin ja monikanavaisiin multimediahakuun kehitetään uusia tehokkaita menetelmiä

## Älykkäämpää hakuteknologiaa



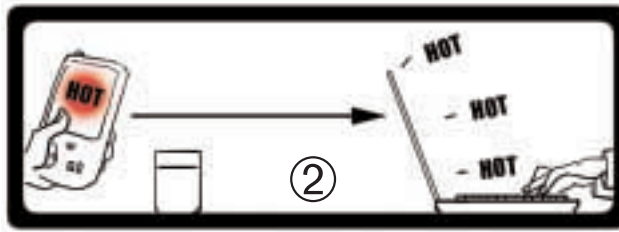
Kuluttajien ulottuvilla on yhä enemmän digitaalista ja helposti myös monikanavaisesti jaettavaa aineistoa sekä niitä hyödyntäviä palveluja. Jotta tietoverkoissa hajallaan olevia, pirstaleisiakin digitaalisia tietovarantoja ja arkistoja voidaan käyttää tehokkaasti, on niiden hakuun ja jakeluun kehitettävä entistä älykkäämpiä ja monipuolisempia tietovarantoja, hakurobotteja ja sovitimia.

**K**ehittyneitä ja sisällöltään monipuolisia eri mediatyyppejä (tekstiä, kuvaa, ääntä, videota, multimediaa) sisältäviä verkottuneita palveluja tuotetaan ja tarjotaan markkinoille yhä enemmän. Kuluttajat ovat alkaneet vaatia uusia ja entistä parempia sisältöjä paitsi henkilökohtaisiin tietokoneisiinsa myös helposti mukana kuljettaviin mobiilipäätelaitteisiin ja vaihtoehtoisin kanaviin, kuten digitaaliseen televisioon.

Eri tavoin aktiiviset sisällön käsittely- ja hajautetut kommunikaatiomenetelmät ovat nykyisin melkoisessa murroksessa, mihin ovat vaikuttaneet eri teknologioiden sulautumisen syvyys ja uudet proaktiiviset toimintamallit. Uusia teknologioita

kehittäessä kiinnitetään huomiota erityisesti mobiiliteettiin eli liikkuvuuteen, jonka merkitys on laajenemassa langattomuudesta eri palvelu- ja verkkoalustojen sekä päätelaitetyyppien saumattomaksi yhteistoinnaksi. Eri teknologiat ja palvelut yleistyvät tätä nykyä etenkin horisontaalisesti.

Kun nykyisiä suunnittelukriteerejä ja -toimintoja mallinnetaan uudestaan, on muistettava vaatimukset päätelaitteiden ja teknologia-alustojen yhteensopivuudesta. Keskeisiä seikkoja tällöin ovat muun muassa digitaalisten sisältöjen ja oikeuksien jakelumallit sekä vuorovaikutteisuus. Seuraavan sukupolven viestintäteknologian avainelementteihin kuuluvat paitsi mo-



Superdistributiolla digitaalisia mediasisältöjä jaetaan monikanavaisesti vertaisperiaatteella. Käyttäjä hakee palveluntarjoajalta haluamansa multimediapalvelun, kuten pelin (1), jota hän voi levittää edelleen muille käyttäjille (2). Nämä voivat joko tallettaa palvelun tai käyttää sitä erityyppisillä päätelaitteillaan (3).

In super-distribution, digital media contents are distributed through multiple channels on a peer-to-peer basis. The user acquires the desired multimedia service from a service provider, such as a game (1) which he/she can then distribute further to other users (2). They can either save the service or use it with their varying terminal devices (3).

nitasoineen verkottuminen myös horisontaalisuus ja kehittyneet rajapintateknologiat. Näyttää myös siltä, että tuotesovellukset koostuvat yhä useammin yksittäisistä ja pienemmistä komponenteista, joista jokaisella on oma tarkasti määritelty tehtävänsä sovelluksessa.

### Multimedia rikastaa viestintää

Tietoliikenteen tutkimuksessa on tähän saakka keskitytty lähinnä siihen, kuinka tiedonsiirtokapasiteetti voidaan maksimoida tietokoneverkoissa ja toisaalta siihen, kuinka ääntä voidaan välittää tehokkaasti telekommunikaatioverkoissa. Lisäksi muun muassa viestipalveluissa on käytetty hyväksi siirto-protokollien liitännäisominaisuuksia.

Sittemmin on alettu kehittää yhä monipuolisempia sisältöjä ja lisäarvoimintoja, joilla pyritään tarjoamaan uudenlaisia, niin sanottua rikasta mediaa ja toiminnallisuutta sisältäviä palveluja eri käyttäjäryhmille. Kun kiinteiden ja mobiiliverkkojen siirtokapasiteetti-ongelmat saadaan ratkaistua, voidaan keskittyä varsinaiseen sisältö- ja palveluteknologiaan. Periaatteessa vain mielikuvitus on rajana kehitettäessä uusia, eri tyypisiä ääntä, videokuvaa ja muita mediatyyppejä sisältäviä sovelluksia.

Monikanavaisuus tuo sovellusten kehittämiseen suurta lisäarvoa: tällöin voidaan käyttää hyväksi muun muassa uusia käyttöympäristöön ja käyttäjään liittyviä henkilökohtaisia parametreja. Tällaisia ovat esimerkiksi käyttäjän sijainti, toimintastatus, konteksti ja päätelait-

teen staattiset tai dynaamiset ominaisuudet. Uusien tekniikoiden myötä tieto käyttöympäristöstä saadaan usein automaattisesti.

Eri sisältötyyppien tehokas käyttö edellyttää multimediasisällön käsittelyn, analysoinnin ja siirtotekniikoiden automatisointia: sisältöjä on pystyttävä välittämään oikeassa muodossa niistä kiinnostuneiden käyttäjien päätelaitteisiin tai palvelimen sovelluksille tavalla, joka on loppukäyttäjien toivomusten mukainen.

Kommunikaatioon saadaan aivan uudenlaisia ulottuvuuksia, kun käyttäjät saavat reaaliaikaista "ennakkotietoa" tulevasta viestintätilanteesta ja sen onnistumisesta. Tätä ennen on selvitettävä käyttäjien tarpeet ja hankittava ajantasaista tietoa tulevasta käyttöympäristöstä: millaisia rajoituksia käyttäjä on voinut asettaa ja toisaalta, millaisia mahdollisuuksia yksittäiseen viestintätapahtumaan liittyy.

Käyttäjän tahtotilaan liittyy hiljattain käyttöönottettu termi presence, joka kuvaa käyttäjän saatavuutta, etäläsnäoloa, jonka perusteella voi tehdä ratkaisuja esimerkiksi viestintäsessioiden aloittamisesta. Käyttäjät voivat vaikkapa seurata reaaliaikaisesti, onko heidän viestintäkumpaneillaan ylipäättään mahdollisuutta osallistua kommunikaatioon.

### Kehittyvät protokollat ja käytännöt

Tulevaisuuden monipuoliset multimediaviestintään suunnitellut sovellukset edellyttävät kehittyneitä signaalintimenetelmiä ja -teknologioita sekä tietoa

sovellusten palveluarvosta. Oulun yliopiston MediaTeam-tutkimusryhmässä näihin seikkoihin on perehdytty sovellettaessa IP-pakettiverkkopohjaisia sovelluskerroksen protokollia ja menetelmiä. Lupaavimpia ja mielenkiintoisimpia teknologioita edustavat IP-puhelin- sekä mobiilit ohjelmistoagentti-teknologiat.

IP-pohjaiset puhelinteknologiat ovat tehneet tuloaan 1990-luvun puolestavälistä asti. Teknologia on vaikuttanut alusta asti lupaavalta, ja viimeisen parin vuoden aikana on markkinoille alkanut tulla teollisia ratkaisuja, joilla korvataan tai täydennetään jo olemassa olevia puhelinverkkoratkaisuja.

IP-puhelinviestinnän protokollista ovat eniten mielenkiintoa herättäneet H.323 ja SIP. Eri hankkeissa on tutkittu muun muassa sitä, kuinka SIP-protokollan helppoa laajennettavuutta voidaan käyttää hyväksi välitettäessä etäläsnäolo- ja tilannetietoa. Yksi SIP:n vahvuuksista on signaalointi-infrastruktuurin skaalautuvuus. Perusinfrastruktuurilla voidaan helposti, verkon rakennetta muuttamatta, välittää sovelluskohtaista tietoa verkon elementeille ja käyttäjäsovelluksille. Hiljattain on tullut markkinoille myös SIP-signaalointia tukevia yhdyskäytäväkomponentteja, joiden avulla IP-pohjainen puhelinverkko voidaan liittää esimerkiksi toimiston puhelinvaihteeseen.

### Sisältöhakupalvelut kehittyvät

Uudenlaisten protokollien, liityntätekniikoiden ja uusien palvelujenhakumenetelmien myötä tehokkaat sisällönhakutekniikat

kehittyvät edelleen. Digitaalisten tietokantojen kasvaessa tarvitaan entistä tehokkaampia hakukoneita. Myös tietokantojen sisältö on suuressa muutoksessa – pelkien tekstitietokantojen asemesta aletaan tuottaa yhä enemmän myös muista mediatyypeistä koostuvia sisältöjä. Tämä asettaa hakutekniikoille ja median indeksoinnille uusia vaatimuksia.

Vaikka uuden teknologian avulla multimediiasisältöjä voidaan tuottaa, käsitellä, tallettaa ja siirtää tehokkaasti, on multimediainformaation sisältöä edelleen vaikea indeksoida ja hakea.

Esimerkiksi laajoja postimyyntiluetteloita ja tuotekatalogeja selaavat asiakkaat muistavat kuvan paremmin kuin teksti, joten pelkkään tekstiin perustuva haku digitaaliseen muotoon muutetusta kuvastosta on rajoittavaa.

Keväällä päättyneessä kaksivuotisessa Countess-hankkeessa etsittiin ratkaisuja sisältöpohjaisen kuvanhaun ongelmiin. Hankkeessa kehitetty CMRS (Content-based Multimedia Retrieval System) on sisältöpohjaisiin multimediahakujärjestelmiin liittyvän tutkimuksen tarpeita varten suunniteltu skaalautuva ja modulaarinen asiakas-palvelin-järjestelmä. Sen tarkoituksena on auttaa tutkijoita kehittämään multimedia-tietokannoissa tarvittavia piirteidenirrotus- ja hakualgoritmeja sekä testaamaan niitä eri kohdeympäristöissä.

Järjestelmän arkkitehtuuri koostuu perustoiminnallisuuden tarjoavasta alustasta, joka ei ole sidoksissa mihinkään yksittäiseen mediatyyppiin, sekä mediatyyppikohtaisista laajennuksista, jotka tarjoavat yksittäisiä mediatyyppejä varten luodut analyysi- ja hakutoiminnot. Ratkaisu on helposti laajennettavissa tukemaan uusia sisältöjä ja hakuominaisuuksia siten, ettei jo olemassa oleviin ominaisuuksiin tarvitse tehdä muutoksia. Laajennettavuus on saavutettu kapseloidulla tietyin mediatyyppien käsitteilyyn tarvittavat operaatiot, data ja käyttöliittymä samaan komponenttiin.

Järjestelmän ensimmäiseen versioon kehitettiin tuki, jolla voidaan hakea kuvia niiden sisällön mukaan. Sovellus voi muun muassa irrottaa kuvista ja

niiden osista visuaalisia piirteitä ja suorittaa hakuja niiden perusteella. Nykyinen toteutus sisältää tietokantaa käsittelevän itsenäisen palvelin- sekä asiakasovelluksen, joista jälkimmäiseen kuuluu käyttöliittymä tietokannan hallintaan ja sisältöpohjaisiin kuvanhakuihin.

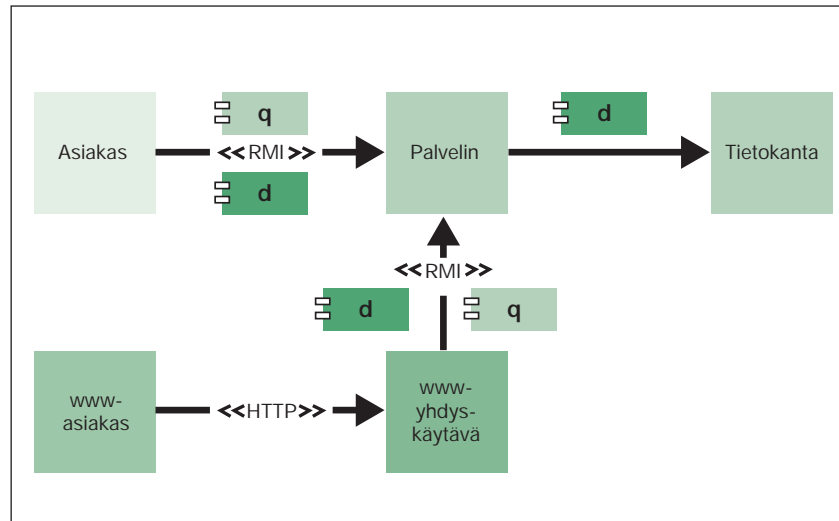
Visuaalisia piirteitä hyödynnäviä hakutapoja on kaksi: käyttäjä voi hakea kuvia valitsemiansa esimerkkikuvien mukaan tai hahmottelemalla mallikuvan. Hakukriteerejä ovat muun muassa väri, tekstuuri, muoto ja sisällöllinen käsittealue. Järjestelmän käyttöliittymästä on tehty myös yksinkertaistettu, selaimella käytettävä versio, johon voi tutustua osoitteessa [www.ee.oulu.fi/research/mediateam/cmrsdemo/](http://www.ee.oulu.fi/research/mediateam/cmrsdemo/)

Myöhemmin CMRS:ää on laajennettu niin, että se tukee myös sisältöpohjaista äänen- ja videonhakua. Multimedianhakumenetelmiä kehitetään edelleen Vikings-hankkeessa, jonka keskiössä on sisältöpohjainen videonhakujärjestelmä. Kyseisen tekniikan avulla voidaan löytää tallenteista haluttuja kohtia – hakukriteereinä voidaan käyttää erilaisia tallenteen sisältöä kuvaavia ilmaisuja. Periaatteessa järjestelmää voi käyttää kuka tahansa video- ja äänitallenteita etsivä henkilö. Tulevaisuudessa tietojärjestelmä voi etsiä esitettyihin hakukriteereihin sopivia kohteita esimerkiksi elokuvan yksittäisten tapahtumien avulla.

### Digitaalisen sisällön uudet jakelumekanismit

Kehitettävien viestintäteknologioiden sovelluksia voidaan luoda periaatteessa rajattomasti, ja esimerkiksi elektroniseen kaupankäyntiin liittyvä superdistributio (superjakelu) on yksi tällaisista. Sen myötä digitaalista sisältöä jaetaan monikanavaisesti vertaisperiaatteella, minkä myötä nykyisen kaltaisten tekijänoikeuksien asemesta alettaisiin soveltaa käyttöoikeuksia. Käyttö- ja omistusoikeuden voi määrittellä usealla eri tavalla, ja niihin vaikuttavat monet muututtajat, kuten jakelukanaava, kulutuspaikka ja sisällön ajalliset ominaisuudet.

Tällöin jokaisella käyttäjällä voisi periaatteessa olla elektroninen omistusoikeus johonkin sisältöön, mutta vasta käyttöoikeus oikeuttaisi hänet käyttämään kyseistä sisältöä. Toisin sanoen käyttäjällä voi olla esimerkiksi palvelusisältö hallussaan, mutta häntä laskutetaan vasta palvelun käytöstä. Uusissa



CMRS-järjestelmän ajonaikainen näkymä koostuu palvelimesta, työasemassa toimivasta asiakasohjelmasta ja www-pohjaisen toiminnallisuuden toteuttavasta www-yhdyskäytävästä.

The operating view of the CMRS system consists of a server, a client program running in the workstation, and a WWW gateway implementing a WWW-based functionality.

jakelumalleissa palvelujen käyttäjät voivat omilla valinnoillaan osoittaa, mitkä palvelut kannattavat ja ovat hyviä heidän kannaltaan. Huonoille palveluille ja sisällöille käy mallin mukaan taas päinvastaisesti. Tämä vaikuttaa käsityksemme siitä, millaista langattoman kaupankäynnin ja mainonnan pitäisi tulevaisuudessa olla.

Uudet sisällönjakelumallit vaikuttavat siis tiedon leviämiseen käyttäjien kesken entistä nopeammin, kun aiemmin suunta on ollut vertikaalinen, ylhäältä alaspäin. Horisontaalisesta tiedon leviämisestä mainittakoon esimerkkinä langattoman palvelun käyttäjä, joka voi jakaa saamaansa tietoa edelleen muille ilman, että näiden tarvitsee itse hakea kyseistä tietoa palveluntarjoajalta.

Saatuana palvelunkomponentin päätelaitteeseensa uudet käyttäjät voivat joko tallettaa palvelun tai käyttää sitä. Kun uudet käyttäjät alkavat käyttää palvelua, päätelaitteen näytölle tulee tieto palvelun maksullisuudesta. Tällöin uusi käyttäjä joko suorittaa palvelumaksun, jättää palvelun käyttämättömänä odottamaan tulevaa käyttöä tai poistaa palvelun kokonaan päätelaitteestaan. Tieto siitä, että uusi käyttäjä suostuu maksamaan palvelun, välittyy palvelun alkuperäiselle tarjoajalle, joka veloittaa suorituksen ja lähettää asiakkaalle sähköisen kuitin. Kuitti sisältää niin sanotun avaimen, jonka avulla palvelu voidaan ottaa käyttöön.

Käytännössä erilaisia maksutapoja on lukuisia. Superdistributio yhdistettynä erilaisiin sisällönsuojaustekniikoihin (esim. vesileimaus, kryptografia, aidonnus) tarjoaa menetelmän, jonka avulla voidaan estää digitaalisen sisällön nopeaa leviämistä ja samalla ehkäistä laitto-

mien sisältöjen, kuten ohjelmistojen, yleistymistä: mediasisällöt ovat salattuja, ja salauksen voi purkaa vain maksua vastaan yksittäisessä käyttötilanteessa.

### Sisältöpalvelujen mukauttaminen monikanavaympäristöön

Keskeisiin sovelluksiin kuuluvat menetelmät, joilla verkkopalveluja mukautetaan (adaptoidaan) yksittäisen käyttäjän tarpeisiin. Koska uudenlaisia päätelaitteita tulee markkinoille jatkuvasti, palveluita on yhä haastavampaa mukauttaa eri laitteisiin. Yhtä yksittäistä palvelua on työlästä ja myös kallista suunnitella, toteuttaa ja ylläpitää useita eri päätelaitteita varten, ja siksi tarvitaan teknikoita, joilla palvelu mukautetaan automaattisesti eri päätelaitteisiin ja käyttötilanteisiin.

Toinen tapa mukauttaa mediasisältöä on se, että palveluntarjoaja tarjoaa mahdollisimman täydellisen ja moniulotteisen käyttöliittymäversion, minkä jälkeen joku toinen osapuoli mukauttaa sisällön yksittäiseen päätelaitteeseen parhaiten sopivaan muotoon. Tällöin verkossa voisi olla esimerkiksi www-sivuja skaalaava palvelin, jonka kautta hidasta tietoliikenneyhteyttä käyttävät liikkuvat verkossa.

Myös ohjelmistoagentit soveltuvat palvelujen adaptointiin. Tällöin käyttäjän hidasta tietoliikenneyhteyttä käyttävästä langattomasta päätelaitteesta lähetetään nopeaan verkkoon agentti, joka hakee palvelun käyttöliittymän, räätälöi sen päätelaitteeseen sopivaksi ja palauttaa muokatun version päätelaitteeseen.

MediaTeamin Princess-hankkeessa on luotu kokeellinen järjestelmä mobiileille multime-

diapalveluille (esim. elokuva-, verkkokauppa-, videovalvonta- ja tiedonhakupalveluille), joita voidaan käyttää useimmilla päätelaitteilla seuraavan sukupolven matkapuhelimesta multimediatietokoneeseen. Järjestelmä räätälöi palvelun käytettävän päätelaitteen mukaan. Näin palvelun tarjoajan ei tarvitse tehdä samasta palvelusta useita versioita eri käyttäjäryhmillä.

Tutkijat testasivat järjestelmää muun muassa urheilupalvelulla, joka tarjoaa esimerkiksi tulostietoja ja niihin liittyvää taustatietoa. Multimedia-PC:n käyttäjät voivat saada urheilupalvelusta muun muassa videokuvaa sisältävän version, kun taas PDA-laitteiden käyttäjät varten kuvat skaalataan pienemmiksi ja video muutetaan automaattisesti vain avainruudut näytäväksi kuvamontaaseksi; WAP-käyttäjille suunnataan palvelusta vielä pelkistetympi versio.

Erilaisten älypuhelimien kaltaisten päätelaitteiden yleistyessä mediasisältöjä tarvitsee mukauttaa entistä enemmän ja tehokkaammin. Ratkaistavia ongelmia on edelleen lukuisia: vielä nykyään sisältöjä mukautetaan lähinnä päätelaitteen ja siirtotien ominaisuuksien mukaan, kun taas tulevaisuudessa verkkosisältöjä mukautetaan myös niiden sisällön ja käyttäjän kiinnostuksen mukaan. Tällöin palvelusta näytetään vain tai aluksi ne osat, joista käyttäjä on kiinnostunut.

### Palvelun generointi hajautetaan

Monikanavaisiin eri jakelumalleihin pohjautuvat tulevaisuuden sovellukset koostuvat useista verkkoon hajautetuista sulautetuista palveluista. Näiden sovellusten ja erilaisten tiedonesitystekniikoiden (XML-kielet),

