

Abdoulmajid Hakki
LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Tietoteknikan osasto
Digitaalisen viestintä ja tietojohdaminen

DIPLOMITYÖ

MULTIMEDIATIETOPANKKI VERKOSSA

DIMEUS
Digital Media Development Centre

Ohjajat: Professori Mika-Ala Korpela,
MSc. Risto Mäkipää

Abdoulmajid Hakki

LAPPEENRANTA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Department of Information technology

Digital Communicatins and Knowledge Management

MASTER TEHSIS MULTIMEDIA DATABANK ON NETWORKS

Inspector: MA. Juhani Grönhagen

Supervisors: Professor Mika Ala-Korpela, MSc. Risto Mäkipää

19.12.2002 Lapeenranta – Finland

ABSTRACT

In this work, we describe both the content management and development of the multimedia data bank. The Multimedia databank in networks is dynamic and rich-in-content, which includes statistic and moving images (video, animation, photograph, 3D, graphic), voice (music and other so on) and supports by a combination of databases.

The different sections of the databank content and its interaction support the entity of multimedia databank, which has its own communication meaning. This entity will be delivered to the end users via www, digital television and mobile networks.

The multimedia databank is involved in the development of new methods in order to provide services within integrated media environment, which, in this context, is accessing the multimedia content, using Internet, mobile, WAP, PDA and digital television technologies.

The project is divided into different sections, where the aim is to describe the details of multimedia databank in technology and content-management point of view.

The content authoring of multimedia databank and hypertext has been accomplished using XHTML language. The multimedia objects and their metadata are saved in multimedia databank, which supports queries from any type of media responder.

In this paper, we shall concentrate on the Multimedia databank management system's functions and its architecture. We describe the authoring issues of multimedia databank and the query method of the databank content.

Keywords:

Multimedia databank, video, mobile, multimedia database management systems, query, SQL

Abdoulmajid Hakki

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Tietoteknikan osasto

Digitaalisen viestintä ja tietojohdaminen

DIPLOMITYÖ MULTIMEDIATIE TOPANKKI VERKOSSA

Ohjaaja: FM. Juhani Grönhagen

Valvojat: Professori Mika Ala-Korpela, MSc. Risto Mäkipää

19.12.2002

TIIVISTELMÄ

Työ käsittelee multimediatietopankin tietosisällön hallintaa ja kehittämistä. Multimediatietopankki verkossa -projektissa multimediatietopankilla tarkoitetaan vuorovaikutteista ja sisältörikasta liikkuvan ja staattisen kuvan (video, animaatio, valokuvat, 3D, grafiikka), äänten (musiikki ja muut äänet) ja tietokantojen yhdistelmää.

Sisällön eri osa-alueet ja vuorovaikutteisuus tukevat kokonaisuutta, jolla on oma viestinnällinen tarkoituksensa. Tätä kokonaistoteutusta levitetään www:n, digitaalitelevision ja mobiililaitteiden välityksellä loppukäyttäjälle.

Multimedia- ja matkaviestinteknologioiden nopea kehitys antaa mahdollisuuden kehittää uusia palveluja. Erilaisiin päätelaitteisiin ja vaihteleviin ympäristöihin tarkoitettujen helppokäyttöisten multimedia- ja mobiilipalvelujen kysyntä on jatkuvassa kasvussa.

Multimediatietopankkiprojektissa esitetään kuinka multimediapalveluita voidaan toteuttaa integroidussa ympäristössä. Integroidulla ympäristöllä tässä työssä tarkoitetaan Internetin, mobiilien palvelujen, WAP:in, kämmentietokoneen, digitaalisen television sekä uusien multimediakännköiden käyttöä multimediatietopankin tarjoamien palvelujen välittämisessä. Projekti on jaettu yksittäisiin lukuihin, joissa tarkoituksena on syventää multimediatietopankin yksityiskohtia sisällön tuottamisessa teknologian näkökannalta.

Multimediatietokannan toteutuksessa mallinnetaan palvelun sisältö tietokantaan XHTML-muodossa mediaolioiden sisään sekä tallennetaan tietopankin metatietoa multimediarelaatitietokantaan, josta on mahdollista hakea tietoa minkä tahansa päätelaitteen kyselyjen avulla.

Tässä työssä keskitytään multimediatietokannan hallintajärjestelmän tehtäviin ja rakenteeseen, siihen miten multimediatdata tallennetaan tietokantaan sekä siihen miten tietokannassa olevaa metatietoa haetaan käyttäen tietokannassa kehitettyjä hakumenetelmiä.

Avainsanat:

multimediatietokannat, video, mobiili, multimediatietokannan tiedonhallintamenetelmä, tiedonhaku, SQL

ALKUSANAT

Multimediatietopankki verkossa – diplomityön on ohjannut filosofian maisteri Juhani Grönhagen Dimeuksesta. Kiitän mielenkiintoisesta aiheesta, ohjauksesta ja monista ideoista. Diplomityötä on valvonut professori Mika Ala-Korpela Lappeenrannan teknillisestä korkeakoulusta ja MSc. Risto Mäkipää Hämeen ammattikorkeakoulusta. Kiitän ohjauksesta ja rohkaisevista neuvoista.

Diplomityö on toteutettu Hämeen ammattikorkeakoulun Riihimäen yksikössä Digitaalisen median kehittämiskeskuksessa. Työ kuuluu osana Etelä-Suomen lääninhallituksen kautta EU-rakennerahastosta rahoitettua multimediatietopankki- verkossa projektia. Projektiryhmään kuuluivat kirjoittajan ja diplomityön ohjaajan lisäksi mediataiteilija AMK Matti Kokkonen, mediatekniikan opiskelijat Mikael Liljejdhal, Mirva Hosio, Anu Grön, Petri Sadinmäki ja Mikko Nylander. Kiitän projektiryhmää, asiantuntijaryhmää, johtoryhmää ja työtovereitani hyvästä yhteistyöstä.

Projektipäällikkö Juha Matti-Saksa on viimeisten kahden vuoden aikana tukenut opiskeluprosessiani ja rohkaisut minua kohtamaan haasteita. Olen hänelle erityisen kiitollinen hyvistä neuvoista ja innoittavasta yhteistyöstä.

Diplomityön aikana sekä viimeisten puolentoista vuoden aikana vaimoni Leila Abdulkader Hakki on uhrautuvasti tukenut opiskelujani ja joutunut yksin huoltamaan vasta syntynyttä poikaamme Hejaria. Omistan tämän teoksen hänelle ja kiitän sydämellisesti häneltä saamastani rohkaisevasta tuesta.

Riihimäellä 02.09.2002

Abdoulmajid Hakki

SISÄLLYSLUETTELO

ABSTRACT	2
TIIVISTELMÄ.....	4
ALKUSANAT	6
LYHENTEET	10
1. JOHDANTO.....	18
1.1. SISÄLTÖ LUVUITTAIN	20
2. PROJEKTIN KUVAUS.....	21
3. PROJEKTIN TARKOITUS	24
3.1. PALVELUT.....	24
3.2. PALVELUUN LIITTYVÄT OSAPUOLET	25
4. PALVELUN TOIMINNALLISUUS	27
4.1. DIGITAALITELEVISIO, WEB-TV.....	27
4.1.1. <i>Superteksti-tv</i>	30
4.2. WAP.....	31
4.2.1 <i>Informaatiovuoto</i>	34
5. JOHDATUS VERKKOMULTIMEDIAAN	36
5.1. ÄÄRETÖN TILA	37
5.2. HAETTAVUUS.....	37
5.3. REAALIAIKAINEN PÄIVITYS	37
5.4. GLOBAALI SAATAVUUS.....	38
5.4.1. <i>Hypermedia</i>	39
5.5. VIESTINTÄ.....	39
6. JAKELUKANAVAT.....	41
6.1. PALVELUN MONIMUOTOISUUS.....	41
6.1.1. <i>Peruskonsepti</i>	41
6.1.2. <i>Runkorakenne</i>	43
6.2. JÄRJESTELMÄN PERUSTEET	43
6.2.1. <i>PHP-arkkitehtuuri</i>	44
6.3. PALVELUN TUOTTAMINEN	45
6.3.1. <i>TIETOKANNAN LUONTI</i>	46
6.4. SISÄLLÖN ADAPTOINTI.....	48
6.5. PÄÄTELAITTEIDEN SPESIFINEN TOTEUTUS.....	49

7. MULTIMEDIATietopankin palvelin	52
7.1. Keskitetyt järjestelmät	52
7.2. Client-server -järjestelmät.....	53
7.3. Verkkoväylä	58
7.4. Mobiiliväylä (Mobile Web Gateway)	60
7.4.1. Avoin multimediasovellus.....	60
7.4.2. MM7 rajapinta	62
8. Toteutuksen suunnittelu	65
8.1. Viestintätapahtuma.....	65
8.2. Ympäristölähtöinen viestintä	67
8.3. Digitaalinen viestintä.....	68
8.3.1. Numeerinen esitys.....	68
8.3.2. Modulaarisuus	70
8.3.3. Automatisointi.....	71
8.3.4. Säädettävyys	72
8.3.5. Trankoodaus	73
9. MULTIMEDIATietopankin tuotanto	74
9.1. Työryhmä	74
9.2. Suunnitteluvaihe.....	74
9.3. Materiaalin tuotanto	75
9.3.1. Teksti.....	76
9.3.2. Kuvat	76
9.3.2.1 Resoluutio	79
9.3.2.2. Tilan tarve	81
9.4. Äänen suunnittelu	83
9.4.1. Äänen digitointi	84
9.4.2. G.7xx.....	85
9.4.3. MPEG	86
10. Tietokannan rakenne.....	88
10.1. Tietokantamenetelmien kartoitus	88
10.1.1. Relaatiomenetelmä	89
10.1.2. Oliorelaatiomenetelmä.....	90
10.1.3. Oliomenetelmät	91
10.1.4. Tekstitietokannat (IR).....	93
10.2. Multimedian hallintajärjestelmät	94
10.3. Multimediatietopankinhallintajärjestelmän vaatimukset	97

10.4. INDEKSOINTI.....	98
10.5. TEKSTITIETOJEN HAKU.....	102
10.6. KUVIEN INDEKSOINTI JA HAKUMENETELMÄT.....	103
10.7. VIDEON INDEKSOINTI.....	105
10.8. METATIETOMÄÄRITYSTEN LAATIMINEN.....	110
10.9. MULTIMEDIATIEKANNAN SUUNNITTELUN VAATIMUKSET.....	114
10.10. DOKUMENTTIEN REPRESENTAATIO TIETOKANNASSA.....	118
10.11. MULTIMEDIATIEKANNAN SUUNNITTELUN VAATIMUKSET.....	119
11. SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	120
11.1. MULTIMEDIATIEKANNAN KOEJÄRJESTELMÄN TIETOKANTARAKENNE.....	122
11.2. KYSELYT TIETOKANNASTA.....	123
11.3 TOTEUTUS.....	124
12. YHTEENVETO.....	126
13. LÄHTEET.....	128

LIITTEET

LIITE 1: MPEG-STANDARDEISTA

LIITE 2: ERI TIETOKANTAMENETELMIEN OMINAISUUKSIEN
VERTAILU

LIITE 3: MMDB:N TOIMINNALLISUUS

LIITE 4: CD-ROM: RIIHIMÄEN ESIHISTORIA

LYHENTEET

AAC	<i>Advanced Audio Control</i>
AD	<i>Art Director</i>
ADPCM	<i>Adaptive Differential Pulse Code Modulation</i> , Puheenkoodausmenetelmä, missä koodataan näytteiden absoluuttiarvojen sijasta peräkkäisten näytteiden erot. 64 kbit/s PCM-koodattu puhe kompressoidaan ADPCM:llä tyypillisesti 32 kbit/s:iin. Käytetään mm. CD-rom sovelluksissa ja langattomassa viestinässä.
ADT	<i>Abstract Data Type</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
API	<i>Application Programming Interface</i> , Ohjelmointi- ja viestintäraja-pinta, jonka yleisiä (geneerisiä) ominaisuuksia käytetään hyväksi yksittäisten sovellusten ja sovelluksille sekä tietokoneen perustoiminnoille yhteisten ohjelmien väliseen toimintaan.
AVI	<i>Audio Visual Interactive</i>
BMP	<i>BMP (=Bit Map Picture)</i> julkaistiin Windows'in mukana eli se on Microsoftin tuote. BMP:n kanssa identtinen tiedostomuoto on DIP (=Device Independent Bitmap).
CATV	<i>Cable Television</i> , Kaapeli-TV
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i> , digitaalinen access-menetelmä, missä käyttäjiä ei eroteta toisistaan ajallisesti eikä eri taajuuksille. Käyttäjät erotetaan toisistaan yksittäisten koodien avulla.
CDPD	<i>digital Cellular Packet dates</i> , on langattoman verkkoon pääsy spesifikaatio.
CELP	<i>Code Excited Linear Prediction</i> , koodikirjan avulla toteutettava lineaarisen ennustukseen perustuva puhekoodausalgoritmi.
CPU	<i>Central Processing Unit</i> , keskusyksikkö on jo vanhentunut termi mikroprosessorille, tietokonejärjestelmän sydämelle, joka sisältää tietokoneohjelmien suorittamiseen tarvittavat loogiset piirit.
CS-ACELP	<i>Conjugate Structure Algebraic Code book Excitation Lienear Prediction</i> , ITU-T standardin G.729 mukainen CELP koodaukseen peurstuva puhekoodausalgoritmi.
CSD	<i>Circuit Switched Data</i> , piirikytkentäinen datayhteys

DBMS	<i>Database Management System, Tietokantahallintajärjestelmä</i>
DBS	<i>Direct Broadcast Satellite,</i>
DCC	<i>Digital Compact Cassette</i>
DCT	<i>Discrete Cosine Transofrm</i>
DDF	<i>Description Definition Language, kuvauksen määrittelykieli</i>
DID	<i>Digital Item Declaration, digitaalisen kohteen esittely</i>
DII&D	Digital Item Identification and Description
DMS	<i>Digital Media Server</i>
DSM-CC	<i>Digital Media Storage Command and Control</i>
DTD	<i>Document Type Definition; XML-kieleen liittyvä dokumentin kuvaus. DTD sisältää teollisuudenalan tai yrityksen käyttämän dokumentaation muotostandardin määrittelyn. Liittyy SGML- ja XML-dokumenttien rakennekuvaukseen.</i>
DVB	<i>Digital Video Broadcast, digitaalisen TV:n jakelutekniikka. Käyttää MPEG-2 standardia informaation siirtämiseksi, aluksi set-top boxiin ja myöhemmin suoraan TV-päätteseen.</i>
DVB-C	<i>DVB Cable, kaapeli Digitaalisen TV:n jakelutekniikassa.</i>
DVB-S	<i>DVB Satellite, satelliitti DVB</i>
DVD	<i>Digital Video Disk, yleinen nimi digitaalisille optisille elokuvia ja muita videoita sisältäville tallenteille sekä uuden HDCD (High Density CD)-teknologian standardiformaatti. HDCD voi tallentaa yhdelle puolelle ja yhteen kerrokseen jopa 4.7 gigatavua informaatiota (133 minuuttia videota).</i>
EPS	<i>Encapsulated Post Script</i>
ER-malli	<i>Entity Relationship Model</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
FPS	<i>Frame Per Second, liikkuvan videokuvan nopeus sekunnissa. Euroopassa videon standardinopeus on 25 ja Pohjois-Amerikassa 30 kuvaa/s.</i>
FWGS	<i>Flexible Web Gateway Server</i>
G.7.xx	IP sovelluksissa käytetty äänen pakkausmenetelmä.
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i>
GMC	<i>Global Motion Compensation, MPEG-4 äänen virheen korjausmenetelmä.</i>
GPRS	<i>General Packed Radio Service, pakettikytkentäinen verkkoteknologia, joka mahdollistaa maksimissaan 115 kb/s tiedonsiirtonopeuden.</i>

GPS	<i>Global Positioning System</i> , paikannusteknologia, joka perustuu maata kiertäviin satelliitteihin, jotka lähettävät tietoa GPS-vastaanottiin.
GSM	<i>Global System Mobile Communications</i> , matkapuhelimien verkkoteknologia, joka on erittäin yleinen Euroopassa ja Kauko-Aasiassa. GSM toimii 900 MHz ja 1900 MHz taajuuksilla.
GUI	<i>Graphic User Interface</i> , graafinen käyttöliittymä.
HDTV	<i>High Definition Television</i> , uusia televisio standardeja. Kun nykyisen television kuvaruutu sisältää noin puoli miljoonaa kuvapistettä, HDTV:n ruutu sisältää yli 2 miljoonaa pistettä (Japanin MUSE-standardissa 1125 ja eurooppalaisessa HD-MAC-standardissa 1250 juovaa). HDTV-kuvan tarkkuus on vähintään yhtä hyvä kuin elokuvateattereiden elokuvien tai 35 mm filmien tarkkuus.
HSCSD	<i>High Speed Circuit Switched Data</i> , nopeampi protokolla GSM data-yhteyksiin. Lisää GSM:n nopeuden jopa nelinkertaiseksi (56,7 kb/s).
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i> , web dokumenttien kuvauskieli. Perustuu SGML-standardiin.
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i> , protokolla, millä web-dokumentteja siirretään Internetissä.
HyTime	HyTime (Hypermedia/Time-based Structuring Language) on SGML:lle pohjautuva kansainvälinen standardi (ISO/IEC 10744). HyTime kehitettiin järjestelmäriippumattomaksi siirtokieleksi hypermediainformaatio-objekteille, joiden välillä on aika- ja tilariippuvuuksia. Kyseisiä informaatio-objekteja käytetään hypermedia-, multimedia- ja hypertekstisovelluksissa.
ICE	<i>Information and Content Exchange</i> , XML-kielen sisällön siirron ja muodon määrittämiseksi.
IIS	<i>International Information Service</i>
ISO	<i>International Standard Organisation</i>
ITU-T	International Telecommunications Union-Telecommunications
JDBC	<i>Java Database Connectivity</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i> , digitoitujen kiinteiden värillisten valokuvien standardin kompression algoritmi.
JTC1	JTC1:n alakomitea SC32:n nimi on Data Management and

	Interchange. Termillä tarkoitetaan sellaista organisaatioiden välisen tiedonsiirron menettelytapaa, jota voidaan käyttää organisaatioiden välillä ilman ennakkosopimuksia tiedonsiirtotavoista, siirrettävistä tiedoista tms.
LAN	<i>Local Area Network</i> , työasemien ja palvelimien välinen nopea verkko. Tärkeimmät tyypit Ethernet, Token Ring ja FDDI
LD-CELP	<i>Low Delay – CELP</i> , pystyy siirtämään puhetta hyvällä laadulla 16 kbit/s nopeudella. LD-CELP on paljon prosessointia käytettävä tekniikka ja se edellyttää piirikorttiratkaisuja.
LZW	<i>Lempel Ziw Welch</i> , tiedostojen pakkaustapa
MDS	<i>Multimedia Description Schemes</i> , multimedia kuvausskeemat
MGUI	<i>Multimedia Graphical User Interface</i> , multimedian graafinen käyttöliittymä
MHP	<i>Multimedia Home Platform</i> , MHP-standardi on kokoelma erilaisia määrittelyjä. Nämä määrittelyt yhdessä muodostavat ensimmäisen avoimen digitaaliseen televisioon tarkoitetun ohjelmistorajapinnan. MHP-määrittely pitää sisällään eritasoisia profiileja, jotka on tarkoitettu eri käyttötarkoituksiin
MIDI	<i>Musical Instrument Digital Interface</i> , joukko digitaalisia väylästandardeja digitaalisten musiikki-instrumenttien liittämiseksi tietokoneeseen.
MMDMS	<i>Multimedia Database Management System</i> , multimedian tietokannan hallintajärjestelmä.
MMS	<i>Multimedia Messaging Service</i> on WAP Forum:n ja 3GPP:n standardisoima langattoman ympäristön viestintäpalvelu. MMS eli multimediasanoma on hyvin samankaltainen sanomapalvelu kuin Short Message Service (SMS)
MP	<i>Motion Picture</i> , digitaalisen videon ja äänen tallennusstandardi.
MPEG	<i>Motion Picture Experts Group (ISO/IEC)</i> , digitaalisen videon ja äänen kompressoinnin standardiperhe.
MUSICAM	MPEG-koodauksen perustana on <i>MUSICAM</i> -koodaus. Tämä on algoritmi, joka kehitettiin ennen MPEG-standardeja. Algoritmi oli siinä määrin hyvin tehty, että se otettiin käyttöön MPEGissä. MUSICAMista tehtiin yksinkertaistettu versio, joka lanseerattiin käyttöön Layer 1:ssä
NICAM	<i>Near Instantaneously Commanded Audio Multiplex</i> , äänen digitaalinen koodausmenetelmä.

NordDig	Digitaalisen television NordDig 3 standardin boxit ovat kahta laatua, jossa molemmat sisältävät Pentium-tasoisen tietokoneen tehon.
NTSC	<i>National Television Standards Committee</i> , Pohjois-Amerikan ja Japanin väri TV-standardi.
ODB	<i>Object Database</i> , tietokanta, mikä voi sisältää monentyyppistä ja kompleksista dataa kuten strukturoimatonta tekstiä, videokuvia, grafiikkaa, ääntä, bittikuvia jne.
OBDC	<i>Open Database Connectivity</i> , eri tietokantoihin pääsyn standardi.
ODBMS	<i>Object Oriented Management Systems</i> , oliokannan hallintaohjelmisto.
ODL	<i>Object Definition Language</i> , vastaa käyttötarkoitukseltaan relaatiotietokantojen tiedon määrittelykieltä
OID	<i>Object Identifier</i> , objektitunniste
OQL	<i>Object Query Language</i> , objekti (olio) hakukieli.
PAL	Eurooppalainen ja eräiden muiden maiden väri-TV-standardi (25 kuva/s ja 625 juovaa/näyttö).
PCM	<i>Pulse Code Modulation</i> , analogisten signaalien muuttaminen binääriseksi koodaamalla kvantisoidut näytteet.
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i> , yleistermi, jolla tarkoitetaan pieniä ja kevyitä kämmentietokoneita.
PDF	<i>Portable Document Format</i> , Adobe Systemsin Acrobat-ohjelmistossa käytetty dokumenttien kuvauskieli.
Perl	<i>Practical Extraction and Report Language</i> on tulkettava ohjelmointikieli, joka on optimoitu käymään läpi tekstitiedostoja, poimimaan niistä tietoa ja tulostamaan tämän tiedon pohjalta raportteja.
PHP	<i>Hyper Text Preprocessor</i> , PHP on ohjelmointikieli, jolla voidaan sisällyttää dynaamista materiaalia yksinkertaisesti sivulle kuin sivulle. PHP eroaa Perlistä siinä, että se on kehitetty yksinomaan web-sivuilla käytettäväksi.
PNG	<i>Portable Network Graphic Format</i>
PSI	<i>MPEG-2 ohjelman erityistiedot</i>
QoS	<i>Quality of Service</i> , palvelun laatu.
RGB	RGB on lyhenne, joka tulee väreistä punainen (red), vihreä (green) ja sininen (blue). Näillä kolmella perusvärillä voidaan

	esittää kaikki muut värit.
RLE	<i>Run Length Encoding</i> , pakkausalgoritmi tarjoaa kaksi eri mahdollisuutta pakata bittikarttoja. Bittikartat voivat olla joko 4- tai 8-bittisiä ja niiden pakkaamisella voidaan vähentää huomattavasti tarvittavan levy- ja muistitilan määrää.
RTMP	<i>Real Time Media Protocol</i> , ylläpitää reititin informaatiota AppleTalk tietoverkoille.
SB	<i>Service Broker</i> , palvelun välittäjä
SB-ADPCM	<i>Sub Band ADPCM</i> , ITU-T:n käyttämä videokoodauksen käyttämä standardi, missä otetaan näytteitä 16 kHz taajuudella 14 bitin tarkkuudella.
SCP	<i>Server Control Protocol</i> , mediapalvelimen kontrolliprotokolla.
SMS	<i>Short Message Service</i> , teknologia, jolla matkapuhelimiin voidaan lähettää maksimissaan 160 merkkiä pitkiä tekstipohjaisia viestejä.
SQL	<i>Standard Query Language</i>
SSL	<i>Secure Sockets Layer</i> , yhteyskäytäntö suojaa sanomat muuttamista ja lukemista vastaan.
SVG	<i>Scalable Vector Graphic</i> , vektorikuva, bittikartta ja teksti.
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i> , matkapuhelinverkkoteknologia, jossa varataan aikajaksoja radiotaajuudesta matkapuhelimen käyttöön. Näin estetään mahdolliset häiriötekijät verkossa.
TIFF	<i>Tagged Image File Format</i>
TKHJ	<i>Tietokanta Hakujärjestelmä</i>
TLS	<i>Transport Layer Section</i> , TLS on tiedonsiirtoprotokolla, joka luo turvallisen, yhtenäisen ja läpinäkyvän yhdyskäytävän server- ja client-sovelluksen välille.
UDP	<i>User Datagram Protocol</i> , on TCP:n tapainen, mutta paljon kevyempi protokolla, jonka luotettavuustaso on heikko. UDP olettaa, että alla oleva verkkoprotokolla on IP.
UML	<i>Unified Modeling Language</i> , UML tarjoaa oliosuuntautuneille kehittäjille yhden yhteisen kielen ohjelmistojärjestelmien mallinnukseen ja kehittämiseen.
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication Systems</i> , eurooppalainen versio kolmannen sukupolven matkapuhelinverkkoteknologiasta. Siirtonopeudet verkossa

	vaihtelevat 144 kbit/s – 3 Mbit/s.
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i> , Internetissä käytetty nimeämistapa tietokoneen tai sisällön hakemiseen.
URL	<i>Uniform Resource Locator</i> , tiedostojen, www-sivujen jne. sijainnin määriteltävä osoite.
USSD	<i>Unstructured Supplementary Service Data</i> , mahdollistaa reaaliaikaisen tiedonsiirron GSM-verkossa. Viestin pituus voi olla maksimissaan 182 merkkiä pitkä. WAP-verkkopalvelu.
VOD	<i>Video on Demand</i> , telesovellus missä tilaaja valitsee TV:n tai PC:n valikosta filmin tai muita sovelluksia ja katsoo niitä puhelinverkon kautta on-line
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i> , interaktiivisten 3D-virtuaalimaailmojen mallinnuskieli.
WAE	<i>Wireless Application Environment</i> , on sovelluskerros, joka on koottu ns. mikroselainohjelmaan, joka toimii suunnilleen kuin tavallinen WWW-selain. WAE koostuu sellaisista osista kuin Wireless Markup Language (WML), WMLScript ja Wireless Telephony Application (WTA).
WAIS	<i>Wide Area Information Server</i>
WAP	<i>Wireless Application Protocol</i> , avoin maailmanlaajuinen standardi palvelujen luomiseksi matkapuhelimille. Mahdollistaa reaaliaikaisten, interaktiivisten palveluiden luomisen.
WBMP	<i>Wireless Bitmap</i> , bittikartta-grafiikkaan tarkoitettu formaatti. Suunniteltu erityisesti matkapuhelimien käyttöön.
WBXML	<i>Wireless Binary XML</i> , WML:n binäärimuotoinen esitystapa, jolla saadaan pienennettyä tiedonsiirron tarvetta verkosta puhelimeen.
WDP	<i>Wireless Datagram Protocol</i> , on kuljetuskerros, joka lähettää ja vastaanottaa viestejä toimien eri siirtopalveluiden yleisenä palveluna. WDP toimii yleisenä siirtopalveluna kommunikoiden näkymättömästi yhden tällaisen tiedonsiirtopalvelun päällä
WML	<i>Wireless Markup Language</i> , XML-kieleen perustuva sivun kuvauskieli matkapuhelimille.
WMLScript	Ohjelmointikieli, jolla WAP-palveluille voidaan lisätä enemmän toiminnallisuutta. Perustuu ECAMScript-kieleen (yleinen määritelmä script-kielelle), mutta on optimoitu hitaisiin verkkoihin ja matkapuhelinkäyttöön.

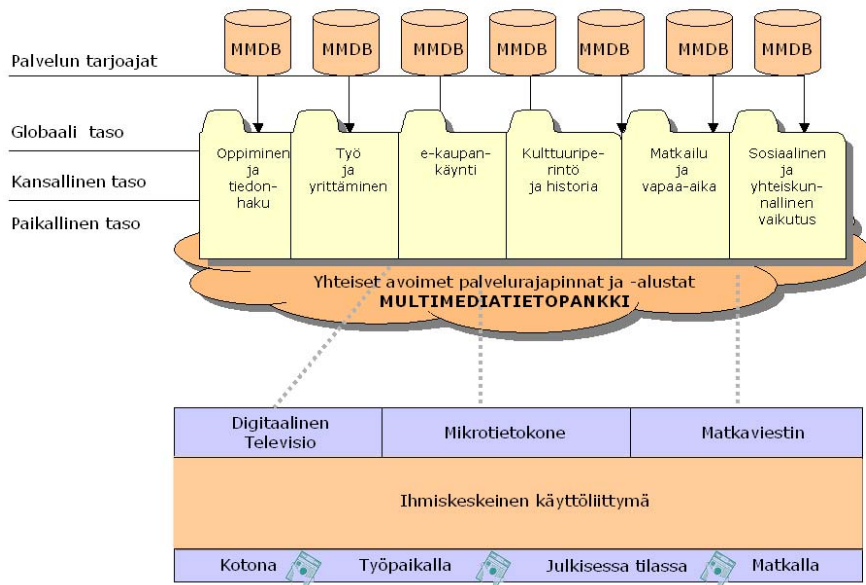
WSP	<i>Wireless Session Protocol</i> , osa WAP-protokollapinoa, joka kontrolloi tiedonsiirtoa asiakkaan ja palvelimen välillä.
WTA	<i>Wireless Telephony Application</i> , laajennus WAE-kerrokseen. Mahdollistaa puhelimen ohjauksen suoraan WAP-sovelluksissa.
WTLS	<i>Wireless Transport Layer Security</i> , osa WAP protokollapinoa. Kontrolloi tietuoturvaan liittyviä ominaisuuksia langattomassa tiedonsiirrossa.
WTP	<i>Wireless Transaction Protocol</i> , WTP-tapahtumakerros vastaa tiedonsiirrosta lisäten luotettavuutta WDP:n avulla. WTP-kerros toimii WSP:n ja WTLS:n välillä.
WWW	<i>World Wide Web</i>
X3/H2-ryhmä	<i>The database standardization committee of ASC X3</i> , ANSIN oliotietokantajärjestelmä SQL3 standardi kyselykehitysryhmä.
xDSL	<i>Digital Subscriber Line</i> , on tekniikka, jolla voidaan siirtää tietoa puhelinlinjoilla kymmeniä kertoja nopeammin kuin tavallisilla modeemeilla.
XHTML	<i>Extensible Hypertext Markup Language</i> , on HTML-kielen seuraaja. Tällä hetkellä XHTML:n uusin versio on 1.0, ja se seuraa aikajärjestyksessä HTML 4.01:tä.
XML	<i>Extensible Markup Language</i> , XML on rakenteellisten dokumenttien määrittelykieli. XML sisällön määrittelemää tiedostoa kutsutaan DTD:ksi. XML-kielen määritelmä löytyy osoitteesta: www.w3.org/XML

1. JOHDANTO

Multimediatietopankki verkossa –hankkeen punaisena lankana on hyödyntää tieto-, ja viestintätekniiikan mahdollisuuksia ihmisten palveluksessa. Tällöin oppiminen ja tiedonhaku, työ ja yrittäminen, asiointi ja kaupakäynti, terveydenhoito, harrastukset ja viihtyminen sekä sosiaalinen ja yhteiskunnallinen vuorovaikutus on tietoliikenneverkkojen avulla ihmisten ulottuvilla niin kotona, työpaikoilla, julkisissa tiloissa kuin matkallakin.

Tietoliikenneverkkojen yhtenäisten ja avointen palvelurajapintojen ja -alustojen avulla palveluntarjoajat, esimerkiksi museot, koulut, julkinen sektori ja järjestöt voivat tuottaa omat palvelunsa. Multimediatietopankin tarjoaman palvelurajapinnan avulla palvelun tarjoajat voivat tuottaa omat palvelunsa. Toisaalta kansalaiset voivat käyttää tuotettuja palveluja hyväkseen erilaisten päätelaitteiden kuten digitaalisen television, mikrotietokoneen tai matkaviestimen avulla.

Multimediatietopankkihankkeessa tarkastellaan alla olevan kuvan mukaisesti tietoliikenneverkkojen sekä tietopankin järjestelmiä. Kokonaisuudesta käytetään nimitystä multimediatietopankki, joka siis voidaan ymmärtää digitaalisen mediasisällön tuotannon ja tarjonnan infrastruktuuriksi. Sen avulla eri osapuolet voivat luoda multimediasisältöjä ilman maantieteellisiä rajoitteita.



kuva 1.1. multimediatietopankki ihmisen palveluksessa

Multimediatietopankin tulisi tukea paikallisten yritysten kilpailukykyä, alueellisia palveluja sekä kansalaisten hyvinvointia. Tällaisessa ohjelmassa tarvitaan interaktiota, jossa keskeisinä osapuolina ovat yritykset, julkinen sektori ja kansalaiset yleensä. Ensimmäisen vaiheen kohderyhmänä ovat Riihimäen alueen kulttuuriperinnön tahot kuten museot ja kirjastot, koulut ja muut sisällöntuotannon kehittäjät sekä kansalaiset, jotka hyödyntävät tietoverkkoja. Sellaisille yrityksille, jotka itse tuottavat multimediatietopankin sisältöä ja dynaamisia palveluja, tietoverkko on varsinainen liiketoiminnan kohde. Multimediatietopankki tarjoaa palveluja myös korkeakoulujen ja opistojen verkko-oppimisympäristöille.

Multimediatietopankin kehittämiseen tullaan sisällyttämään kaikki kommunikointiin ja tiedon välittämiseen tarvittavat verkot ja sisällön tuottamiseen tarvittava tekniikka.

Multimediatietopankki antaa tekniset valmiudet sisällön tuottajille kehittää dynaamista sisällöntuotannon ympäristöä. Tavoitteena on ollut kehittää tietokantamenetelmiä komponenttipohjaisen multimedian hallintaan ja toteuttaa menetelmiä koejärjestelmien muodossa. Kehitystyössä valitaan sopivimpia menetelmiä, suunnitellaan, rakennetaan ja testataan koejärjestelmän pohjalta metatiedonhallintaa ja käyttöliittymää.

Multimediatietopankin kehittämisen yhteydessä käsitellään kommunikointiin ja tiedon välittämiseen tarvittavia verkkoja ja tarvittavat sisältötuotannon tekniikat. Diplomityössä on ensi vaiheessa keskitytty multimediatietopankin sisällön tuotantoteknisiin vaatimuksiin ja multimediarelaatiotietotietokannan luomiseen. Digitaalisen television vaatimiin multimediatietokannan sisältömäärityksiin on otettu hyvin abstrakti kanta. Multimediatietopankki pyrkii tässä yhteydessä antamaan tekniset valmiudet sisällön tuottajille kehittää dynaamista sisällön tuotantoympäristöä. Tavoitteena on kehittää komponenttipohjaisen multimedian hallintaan tarvittavia tietokantoja ja toteuttaa menetelmiä koejärjestelmän muodossa.

Työssä valitaan sopivimpia menetelmiä, suunnitellaan, rakennetaan ja testataan koejärjestelmästä sen metatiedonhallinta ja käyttöliittymä.

1.1. SISÄLTÖ LUVUITTAIN

Luvussa 2 ja 3 kartoitetaan projektin kuvausta, sen vaikutusta inhimillisiin voimavaroihin ja osaamiseen sekä palveluun liittyviin osapuoliin. Palvelujen kehittämistä ja multimediatietopankin palveluominaisuuksia käsitellään luvussa 4, jossa tarkastellaan eri multimediaprotokollien ominaisuuksia.

Verkkomultimedialla tarkoitetaan tässä yhteydessä mediaelementtien jakelua moniverkkoympäristössä. Luku 5 on johdatusta verkkomultimediaan ja sen ominaisuuksiin. Multimediatietopankin tarkoituksena on olla saattavissa käyttäen mitä tahansa mediaa. On huomioitava että multimediatietopankin käyttäjien vastaanottimien tehokkuus ja verkkojen ominaisuudet vaihtelevat käyttäjästä toiseen. Luvussa 6 eritellään multimediatietopankin jakelukanavien kehyksiä.

Luvussa 7 tarkastellaan multimediatietopankin vaatimaa mediapalvelinta. Tarkoituksena on keskittyä mahdollisiin ongelmiin ja niiden ratkaisuun multimediatietopankin palvelimen rakentamisessa.

Multimediatietopankkiprojekti tukee Riihimäen alueen IT-struktuuria kehittämällä uusia tuotantomalleja. Luvussa 8 tarkastellaan multimediatietopankin suunnittelussa sovellettavaa viestintäprosessia, josta on esitetty useita erilaisia teoreettisia malleja. Multimediatietopankin tuotantoprosessi ja siihen liittyvät tekniset ominaisuudet sekä materiaalin tuotannon ominaisuudet kuten teksti, ääni, kuvat, videot ja niin edelleen käsitellään luvussa 9.

Multimediatietopankkijärjestelmää on tarkasteltu rajoitettujen komponenttipohjaisten järjestelmien metatiedon hallintaa selvittävän kirjallisuuden pohjalta. Tiedonhallintamenetelmäksi kehitetään tiedonkäsittelyjärjestelmää hyödyntäen relaatiotietokantamenetelmää, jota käsitellään luvussa 10. Tässä ja edellisessä luvussa kartoitetaan metatietojen tietomalleja. Kappaleessa 11. kuvailaan miten diplomityönä luodun multimediatietopankin koejärjestelmä ja sen pohjalta rakennetun *Riihimäen esihistoria-ohjelman* demoversio on toteutettu

Tulevaisuuden suunnittelua hahmotetaan luvussa 12 yhteenvedon yhteydessä.

2. PROJEKTIN KUVAUS

Multimediatietopankilla tarkoitetaan erilaisten mediaosien kuten äänen, videokuvan ja animaation jakelua verkkoympäristössä. Mediaelementtien katselu tapahtuu www-selainten, digitaalitelevision tai mobiilivastaanottimien kautta. Tavoitteena on tukea Kanta-Hämeen, Riihimäen-Hyvinkään seutukuntien kehittyvää IT-struktuuria kehittämällä uusia mediatekniikan tuotantomalleja. Tavoitteena on synnyttää multimediatietopankki, johon voidaan liittää minkä tahansa palvelutuottajan digitaalista tietoa. Laajamittaisesti toteutetulla multimediatietopankilla on monenlaisia käyttöalueita, jotka hyödyntävät tiedon tuottajia, jalostajia ja käyttäjiä. Tässä projektissa multimediana tarjottava tieto on hyödynnettävissä esimerkiksi kulttuuriteollisuuden raakamateriaaleina, oppimateriaaleina, matkailu- ja kulttuurituotteina sekä erilaisina palveluina [1].

Multimedia- ja matkaviestinteknologioiden nopea kehitys antaa mahdollisuuden kehittää uusia palveluja. Erilaisiin päätelaitteisiin ja vaihteleviin ympäristöihin tarkoitettujen helppokäyttöisten multimedia- ja mobiilipalvelujen kysyntä on jatkuvassa kasvussa.

Multimediatietopankkiprojektissa esitetään kuinka multimediapalveluita voidaan toteuttaa integroituun ympäristöön. Integroidulla ympäristöllä tässä yhteydessä tarkoitetaan Internetin, mobiilien palvelujen, kämmentietokoneen, digitaalisen television sekä uusien multimediakännköiden käyttöä multimediatietopankin tarjoamien palvelujen välittämisessä. Projekti on jaettu yksittäisiin lukuihin, joissa tarkoituksena on syventää multimediatietopankin yksityiskohtia sisällön tuottamisessa teknologian näkökannalta.

Työn ensimmäinen osa toimi teoreettisena johdatuksena Internetin ja verkkopalveluiden alueisiin sekä määrittelee integroidun multimedian, sen funktiot, käyttöliittymät sekä järjestelmän arkkitehtuurit.

Työn toisessa osassa perehdytään multimediatietokannan jakelukanaviin ja sen hyödyntämiseen erilaisissa mediaratkaisuissa kuten Internetissä, mobiililaitteiden kolmannessa sukupolvessa, sekä MBS:ssa (Mobile Broadband System).

Kolmannessa osassa kuvataan projektin tärkein työvaihe, tavoitteiden määrittely, multimediatietopankin arkkitehtuuri sekä tekniset vaatimukset ja standardit. Tässä luvussa määritellään multimediatietopankin palvelun toiminnalliset ominaisuudet ja vaatimukset.

Työssä huomioidaan myös projektin hallinta ja dokumentointi, joiden avulla on tarkoitus hahmottaa projektikonaisuutta.

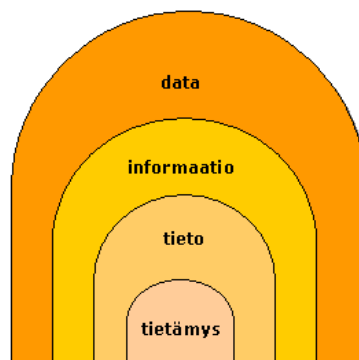
Seudullisen verkkoportaalin kautta levitettävällä multimedialla on mm. seuraavanlaisia vaikutuksia inhimillisten voimavarojen ja osaamisen sekä palvelujen kehittämiseen Kanta-Hämeen ja Hyvinkään alueella [1]:

Teknologian hyväksikäyttö: Hyödyntää ja luovasti soveltaa olemassa olevia teknologiaoita so. Internet- ja multimediatietokantoja. Multimediatietopankki luo laajasti hyödynnettävän mallin.

Leviämisvaikutukset: Hanke luo edellytykset myöhemmässä vaiheessa levittää luotua tietokantamallia ja muita innovaatioita valtakunnallisesti ja kansainvälisesti. Multimediatietopankin materiaali on laajasti levitettävissä/käytettävissä eri medialaitteiden kautta.

Verkostovaikutukset: Aineistot ovat hyödynnettävissä jo luotuja verkostoja ja teknologiaa soveltaen koko maakuntaan ja levitettävissä kansainvälisesti Internet-verkossa.

Työllisyysvaikutukset: Työllisyysvaikutukset konkretisoituvat monipuolisena sisältö- ja palvelutuotantona sekä välillisesti mm. uusina matkailu- ja kulttuurituotteina sekä palveluina.



Kuva 2.1. Ilkka Niiniluodon "tiedon sipuli" (1988) jakaa kuluttajan ja verkon välillä siirrettävän kontekstin ja siirtomäärän eri tasoihin.

Koulutusvaikutukset: Kehittää alueen asiantuntijuutta ja luo oppimateriaaleja olemassa oleville instituutioille.

Vaikutukset osaamiseen tasoon: Vahvistaa alueen asiantuntijuutta multimedian ja mediatekniikan alueilla (kuva 2.1).

Muut vaikutukset: Tarkoituksena on koota olemassa olevasta ja jatkuvasti kertyvästä materiaalista mahdollisimman kattava koko suomalaista yhteiskuntaa hyödyttävä multimediatietopankki.

Aluksi kulttuuria ja ympäristötietoutta taltioivan seudullisen portaalin kautta näkyvä multimediatietopankki antaa sekä raaka- että jalostettua materiaalia Riihimäelle perustettavalle yrityskeskittymälle erilaisina aihesisältöinä ja mm. matkailuelinkeinolle selvää lisäarvoa.

3. PROJEKTIN TARKOITUS

Sisältöjen ja uusien palveluiden suunnitteleminen lähtee oletetuista loppukäyttäjien tarpeista. Multimediatietopankkiprojektin tarkoituksena on rikastuttaa yritysten, yhteisöjen ja kuntalaisten sähköisestä asioinnista saatua kokemusta. Tavoitteena on myös pyrkiä kehittämään uusia, yksilöllisiä ja kilpailukykyisiä toimintamuotoja asiakkaan ja paikallisen portaalin kautta tapahtuvaan sähköiseen asiointiin. Tarkoituksena on tarjota asiakkaille liiketoiminnan kannattavuutta sähköisen asiointin avulla. Samalla pyritään nostamaan alueellisesti sähköisen kaupankäynnin osaamistasoa ja käyttöastetta sekä yhtiöiden arvostusta.

Multimediatietopankin tarkoituksena on tarjota heterogeenista tietoa käyttäjälle soveltaen dynaamista tietokantajakelusovellusta, missä käyttäjä voi räätälöidä eri tietolähteistä saadut tiedot yhteen tarpeensa mukaan. Multimediatietopankilla voi olla kaksi palvelukanavaa, jotka tarjoavat yleistä ja personoitua tietoa. Yleiskanava voi tarjota kaikille yleistä tietoa yleisellä käyttöliittymällä ja personoitu kanava toimii käyttäjän omien tarpeiden tai mieltymysten mukaan. Käyttäjä määrää mitä tietoa haluaa itselleen ja toimii henkilökohtaisen profiilin mukaisesti. Viestinnän näkökulmasta ideaalinen tilanne on se, että käyttäjälle aluksi tarjotaan tiivistelmä tietopankin eri lähteistä metatietona.

Markkinoilla on erilaisia multimediatietopankkipalveluja ja paikallisportaaleja. Projektin toteutuksen yhteydessä kehitetään sellaisia ominaisuuksia, jotka antavat lisäarvoa multimediatietopankkihankkeeseen.

3.1. PALVELUT

Sisältöjen ja uusien palveluiden suunnittelemisen ongelmana näkyy kuluttamistarve ja sen puute. Jarmo Mäkäläinen [2] esittää että "loppukäyttäjät huomaavat tarvitsevansa sisältöä vasta sitten, kun sitä heille tarjotaan." Tieto- ja viestintätekniikan nopea kehitys ja integroituminen vaikuttaa yhä enemmän ihmisten arkkielämään: tapaan tehdä työtä, viettää vapaa-aikaa, hoitaa taloudellisia asioita sekä muuttaa keskinäisen vuorovaikutuksen. Teollista ja jälkiteollista yhteiskunnasta ollaan siirtymässä tietoyhteiskuntaan, joka saa nopeasti uusia piirteitä. Yhteiskunnan rakenteisiin vaikuttava muutosprosessi on hyvin merkittävä.

Tiedon ja osaamisen yhteiskunta (knowledge-based society) asettaa omia erityisvaatimuksia julkiselle vallalle ja hallinnolle [3]. Tieto- ja viestintäteknologian avulla voidaan parantaa eri palvelutasojen laatua ja sisäistä tehokkuutta sekä helpottaa resurssien yhteiskäyttöä. Multimediatietopankin eräs keskeisimmistä eduista perinteiseen tietokanta-asiointiin on joustavuus: asiointi on mahdollista ajasta ja paikasta riippumatta ja useat käyttäjät voivat käsitellä asioita samanaikaisesti.

Multimediatietopankin avulla voidaan parantaa sisällön tuottajien palvelutasoa, sisäistä tehokkuutta ja helpottaa resurssien yhteiskäyttöä. Tietoyhteiskuntakehityksen painopiste on siirtymässä sisällöllisten sovellusten ja palvelujen kehittämiseen ja tuotantoon [3]. Multimediatietopankin tavoitteena on kehittää sähköisiä tietosisältöpalveluja helppokäyttöisiksi ja turvallisiksi Kanta-Hämeen kaikkien asukkaiden ulottuville yhtäläillä mikrotietokoneen, digitaalisen television tai matkaviestimen avulla.

3.2. PALVELUUN LIITTYVÄT OSAPUOLET

Multimediatietopankin painopiste on sisällöllisten sovellusten ja palvelujen kehittäminen ja tuottaminen.

Multimediatietopankki verkossa -projektin ohjausryhmän kokoonpano on seuraava:

- Ohjausryhmän puheenjohtajana toimii koulutusohjelman johtaja Tommi Sukuvaara.
- Hämeen ammattikorkeakoulun kehittämissyksikön edustaja, projektipäällikkö Kaisa Rissanen.
- Riihimäen kaupungin edustaja, koulutoimenjohtaja Esa Santakallio.
- Hyrinetin edustaja, projektipäällikkö Pentti Palomäki. Hyrinet on DIMEUKSEN keskeisimpiä yhteistyökumppaneita, joka tarjoaa alueellisen portaalin projektin käytettäväksi. Kumpikin projekti on rahoitettu EU:n rakennerahastoista.
- Riihimäen kaupungin museo/ Suomen Lasimuseon edustaja, museonjohtaja Heikki Matiskainen, joka on projektin keskeinen kumppani. Matiskainen on arkeologi, jonka osaamista käytetään Riihimäen esihistoriaprojektin yhteydessä.
- Suomen Metsästysmuseon edustaja, museonjohtaja Lauri Haataja.

- Riihimäen Puhelin Oy:n edustaja, kehitysjohtaja Raimo Turtiainen. Riihimäen Puhelin Oy on kiinnostunut teknisistä alustoista ja yhteistyöstä palvelukonseptin levittämiseksi.
- Riihimäen ammattioppilaitoksen edustaja, projektipäällikkö Jouko Hava. Riihimäen ammattioppilaitoksessa toimii viestintäalan perustutkintoon valistava opintolinja sekä ylioppilas- että peruskoulupohjaisena.

4. PALVELUN TOIMINNALLISUUS

Internetin käyttö on kasvanut räjähdysmäisesti viimeisten vuosien aikana. Internetistä on helppoa hakea dokumentteja, maksaa laskuja, tehdä ostoksia yms. Ennen kaikkea WWW on helpottanut informaationjakelua ja mahdollisuutta paikkariippumattomaan työskentelyyn ja toiminnan tietokoneiden välillä. Internetin laajenemiseen liittyy erilaisten välineiden markkinoille tulo. Multimediatietopankki tulee käyttämään hyväkseen langattomia Internet-palveluja. Rahtauspalvelut (bearer) tukevat jatkuvasti päälläolevia GPRS- (General Packed Radio Service) ja UMTS (Universal Mobile Telephone System) yhteyksiä ja uusien langattomien palvelujen kehittyessä laajakaistaisemmiksi. Verkkomultimedia tarjoaa korkeatasoista liikkuvaa kuvaa langattomissa verkoissa [4, 5].

Multimediatietopankki tarjoa erilaisille jakelukanaville sellaista palvelua, joka mukauttaa jokaisen jakelukanavan suunnitteluresursseja.

4.1. DIGITAALITELEVISIO, WEB-TV

Digitaalitelevision kuva on perinteistä tv-kuvaa teräväpiirtoisempi tai vaihtoehtoisesti yhdelle digitaalikanavalle voi mahdollistaa useita matalaresoluutioisia kuvia. Digitaalisen television NordDig 3 standardin boxit ovat kahta laatua, joissa molemmat sisältävät Pentium-tasoisien tietokoneen tehon. Standardimallissa on digitaalinen audio-out ja paluukanava. High end-vastaanottimen teho vaihtelee puolestaan 200-400 MHz välillä ja sen kovalevy sisältää 10 – 20 GB muistitilaa [4, 6].

Digitaalinen televisio mahdollistaa erittäin korkean kuvan ja äänen laadun. Erityisesti elokuvat ja musiikkiesitykset voidaan esittää lähes CD-levyn tai jopa DVD-videon tasoisina tuotteina. Digitaalitelevision tarjoaa myös käyttöliittymän Internetiin ja ohjelmien tilauksen katsojalle sopivaan aikaan (VOD – video-on-demand). Ohjelmien uusintänäyttö, online-nauhoitus ja vuorovaikutteiset tv-ohjelmat ovat digitaalitelevision palveluita [4, 6].

Interaktiivisuus ja sen tarjoamat mahdollisuudet ovat kiinnostaneet yleisöä pitemmän aikaa, ja juuri se on ominaisuus joka useimmiten liitetään digitaaliseen televisioon [6].

Suomessa digitaalisen television toteutukseen on valittu DVB-MHP-standardi (Digital Video Broadcasting, Multimedia Home Platform). DVB-organisaation määrittelemä MHP-standardi on kokoelma erilaisia rajapintoja. Nämä määrittelyt yhdessä muodostavat ensimmäisen avoimen digitaaliseen televisioon tarkoitetun ohjelmistorajapinnan. MHP-määrittely pitää sisällään eritasoisia profiileja, jotka on tarkoitettu erilaisiin käyttötarkoituksiin. Profiilit ovat Enhanced Profile, Interactive Profile ja Internet Access Profile [7,8].

DVB

Digi-TV:n yleisin jakelutekniikka on DVB, Digital Video Broadcasting. Tekniikka toimii maanpäällisessä Digital Video Broadcasting Terrestrial-lähetysjärjestelmässä, kaapeliverkoissa (DVB-C, cable) ja satelliitin välityksellä (DVB-S, satellite). Digital Broadcasting on kansainvälinen projekti, joka määrittelee digitaalisen television lähetykseen liittyviä standardeja. Yhteisen standardien tavoitteena on luoda avoin yhteensopiva ja joustava kokonaisuus, joka mahdollistaa horisontaaliset ja avoimet markkinat [8].

Digi-TV:n paluukanavana voi toimia tietokoneen Internetiin liitetty kanava. Mahdollisia tekniikoita ovat puhelinmodeemi tai ISDN, kaapelimodeemi, laajakaistaliittymä tai langaton verkkoyhteys [7].

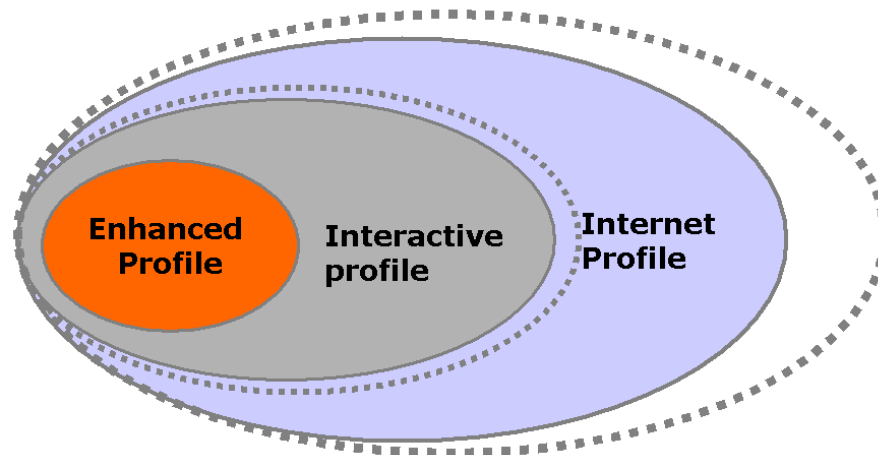
Vastaanotinten sovellusrajapinta eli ns. API (Application Programming Interface, ohjelmistorajapinta) on ohjelmistokehittäjän rajapinta, jonka avulla voidaan luoda vuorovaikutteisia sovelluksia vastaanottimiin. Rajapinnasta riippuen sovellukset voivat olla käytettävissä yhdessä tai useammassa eri laitekannoissa. MHP:n tapauksessa sovellukset sopivat kaikkiin Suomessa käyttöön otettaviin digi-tv-vastaanottimiin [8]. Tämä on merkittävää multimediatietopankin kannalta. Silloin eri vastaanottimia varten ei tarvita eri sovelluksia tai sovellusten versiointia, mikä vähentää tuotannon monimutkaisuutta ja tuotantokustannuksia.

DVB:n määrittelemät MHP-rajapinnat ovat Java-pohjaisia ja ne voidaan jakaa kolmeen profiiliin: Enhanced Broadcast Profile (laajennettu lähetys), Interactive Broadcasting profile (vuorovaikutteinen lähetys) ja Internet Profile (Internet-profiili) [8, 9].

DVB ympäristö sallii entistä helpommin hybridimedioiden luonnin. Esimerkiksi Riihimäen alueen esihistorian 3D -malleja voidaan hakea digitaalisen television kautta. Multimediatietopankkia on mahdollista hyödyntää myös virtuaaliopetuksessa digitaalisen etäopetuksen luokissa, jotka ovat kosketuksissa keskenään verkkopalvelujen kautta.

Laajennettu lähetys-profiili (Enhanced Broadcast) mahdollistaa palvelut, jotka eivät sisällä paluukanavan käyttöä. Niissä joko ei ole vuorovaikutusta tai niissä on vain ns. paikallista vuorovaikutusta. Laajennetun lähetyksen mahdollistamia palveluja ovat esimerkiksi sähköinen ohjelmaopas ja supertekstitelevisio (ks. 4.1.1.).

Vuorovaikutteinen lähetysprofiili (interactive Broadcast) mahdollistaa edellisen lisäksi palvelut, joissa hyödynnetään jossain määrin paluukanavaa. Esimerkiksi voidaan ajatella tilannetta, jossa ihmiset voivat osallistua reaaliaikaisesti ohjelmaan kaukosäätimen avulla ja äänestää vaikkapa tv-väittelyssä parhaista mielipiteistä [8].



Kuva 4.1. DVB-MHP:n API-profiilit [10]

Internet-profiili (Internet Profile) mahdollistaa katsojalle todelliset avoimet Internet-palvelut esimerkiksi www-sivujen selailuun avoimessa Internetissä. Se mahdollistaa monipuolisen palautteen katsojalta palveluntuottajalle ja myös erilaisen materiaalin, kuten sähköisten postikorttien lähettämisen toiselta katsojalta toiselle. Internet -profiili sisältää myös mahdollisuuden linkittää Internet- ja tv-lähetyspalvelut (kuva 4.1) [8].

Interaktiivisuus

Interaktiivisuudella digitaalitelevision yhteydessä tarkoitetaan usein katsojalle tarjottua mahdollisuutta vaikuttaa katsomansa ohjelman sisältöön tai laatuun. Tämän määritelmän mukaisesti interaktiivisuutena voitaisiin pitää jo kanavan vaihtamista tai kuvan sävyn tai äänen voimakkuuden säätelyä. Interaktiivisuudella tarkoitetaan tässä kuitenkin nimenomaan ensin mainittua, sisältöön vaikuttamista, ohjelmaan tai ohjelman tekoon osallistumista [9]. Digitaalisen television verkkopalveluiden ansiosta massaviestintä muuttuu kaksisuuntaiseksi täsmäpalveluksi, jossa tieto ja palvelut tarjotaan henkilökohtaisesti vuorovaikutteisena. Esimerkiksi jääkiekkokilpailua katsottaessa voi selata pelaajien tietoja ja pohtia heidän maalintekoa. Ohjelmaa katsellessaan voi myös lähettää sähköpostilla oman veikkauksensa ohjelmalveluun [6].

Video On Demand tarkoittaa multimediatietopankin ja digi-tv:n yhteydessä televisioverkon kautta levitettäviä ohjelmia, esimerkiksi paikallistapahtumia tai kulttuuriperintöön liittyviä dokumentteja. Vuorovaikutus tässä tapauksessa merkitsee katsojalle mahdollisuutta valita haluamansa videon multimediatietopankista tarjolla olevista videoista. Video on demand antaa katsojalle myös samat ominaisuudet kuin videonkatselussa. Hän voi esimerkiksi käynnistää, pysäyttää tai pikakelata tilaamaansa videota [8].

4.1.1. SUPERTEKSTI-TV

Superteksti-tv:ssä katsoja voi kauko-ohjaimen välityksellä hallita yhteyttä datakarusellin kautta jaettuihin tieo sisältöihin pop-up valikkojen superteksti-tv sivujen linkkien avulla, joista valikoista ensimmäisenä on kaikille kanaville yhteinen sähköinen ohjelmatietovalikko. Siihen voidaan liittää erilaisia muistutus- ja nauhoitustoimintoja, jotka liitetään videonauhuriin. Sitä kautta voidaan myös etsiä ja seuloa erilaisia tietoja ja muun muassa jäljempänä esitelty Oma-kanava kuuluu tulevien mahdollisten superteksti-palveluiden piiriin. Superteksti-tv:n ulkoasu voidaan suunnitella graafisesti viimeistellymmäksi ja sen ulkonäkö vastaamaan korkeatasoisen typografian vaatimuksia (kuva 4.2). XML-standardin mukainen tekstin koodaus tekee superteksti-tv:stä eräänlaisen www-selaimen, jonka kautta katsojalla on rajattu pääsy Internetiin ja erilaisiin palveluihin [6].



Kuva 4.2. Superteksti-tv on perinteisen teksti-tv:n uudistettu ja monipuolisempi versio. Se tarjoaa mahdollisuuden lisätä sivulle tarkkoja värikuvia, grafiikkaa ja linkkejä sisältäviä tekstiä [11]

Superteksti-tv tulee laajenemaan ja kehittymään odotettavasti sähköisen sanomalehden tai aikakauslehden suuntaan. Superteksti-tv ei kuitenkaan ole Internet televisiossa. Eroja on monia. Broadcast -ympäristössä kapasiteettia on rajoitetusti eikä sisältöä siksi mahdu järjestelmään rajattomasti, kuten Internetiin. Myös television käyttötapa poikkeaa www-selaimen käytöstä. Www-selaimelle suunnitellut sivut eivät useinkaan toimi TV-käytössä [6, 7].

4.2. WAP

Langattomassa ja liikkuvassa tietoliikenteessä tulee eteen useita sellaisia ongelmia, joita kiinteissä verkoissa ei ole. Niitä ovat muun muassa liikkuvuuden seuranta, reititys liikkuvalla koneelle ja langattoman siirtoyhteyden vaihteleva laatu. WAP (Wireless Application Protocol) on avoin, maailmanlaajuinen standardi matkapuheluihin ja se mahdollistaa matkapuhelimien kytkemisen Internet-verkkoon. WAP mahdollistaa reaaliaikaiset, interaktiiviset matkapuhelinpalvelut älypuhelimien ja kommunikaattoreihin. WAPin tuomista ominaisuuksista tärkeimmät ovat päätelaitteen pieni koko ja langattomuus. Pientä langatonta päätelaitetta, joka ei vie paljon tilaa, on helppo kuljettaa mukana. Juuri laitteen pieni koko on kuitenkin myös yksi sen suurimmista ongelmista. Laitteella ei ole

kovinkaan kätevää kirjoittaa pitkiä viestejä. Lisäksi kuvien ja grafiikan käyttö WAP- päätelaitteella on rajoittunutta. WAP- protokollan ja Internet-protokollan erot selviävät seuraavasta taulukosta (taulukko 4.1.).

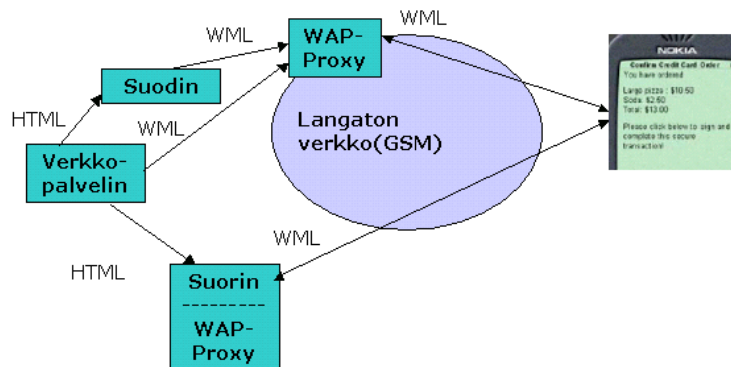
Internet	Wireless Application Protocol (WAP)
HTML, JavaScript	Wireless Application Environment (WAE)
HTTP	Wireless Session Protocol (WSP) Wireless Transaction Protocol (WTP)
TLS, SSL	Wireless Transport Layer Security (WTLS)
TCP/IP	Wireless Datagram Protocol (WDP)
UDP/IP	User Datagram Protocol (UDP)
	Verkkopalvelut SMS, USSD, CSD, GPRS, CDPD, HSCSD jne.
<i>Taulukko 4.1. Wireless Application vs. Internet Protokollat [12].</i>	

WAP (Wireless Application Protocol)-valmius matkapuhelimessa tai vastaavassa tietokonelaitteessa tarkoittaa varautumista WML- (Wireless Markup Language) ja WML-scriptien käyttöön. WML- ja WML-script vastaavat Internetin HTML-kieltä sekä Java-scriptiä. Langattomassa ympäristössä WAP-näytöt ja niihin liittyvät Java-scriptit korvaavat Internetin HTML-sivut ja niillä olevat script-ohjelmat. WML on kieli jota käytetään käyttäjärajapinnan toteuttamiseen, syötön käsittelyyn, tiettyjen tapahtumien seurausten määrittämiseen ja niin edelleen. Kieli sisältää tuen myös ajastimien asettamiseen ja lukemiseen yms. [4, 13].

WAP-palvelut perustuvat pääosin jo olemassa oleviin SMS-tekstiä hyödyntäviin informaatio- ja Internetpalveluihin. WAP-käyttäjänä voidaan hakea matkapuhelimeen mm. paikkatietoa, uutisia, tapahtumia, puhelinnumeroita ja alueellista palvelutietoa. WML-kielessä on vähemmän komentoja kuin HTML:ssä mutta se on XML:n tavoin hyvin tiukasti säänneltyä, eivätkä mikroselaimet hyväksy muotovirheitä [4, 5]. WML on niin kutsuttu merkkikieli, joka ohjelmoidaan käyttämällä *tageja*, joilla merkitään elementin jakson alku, esimerkiksi `<card>` ja elementin lopettava tagi `</card>`. Kieli sisältää myös joitakin elementtejä, joilla ei ole sisältöä, vaan ainoastaan ohjaava funktio. WML perustuu toimikorttien (Card) luomaan käyttöliittymäpohjaan. Kortin maksimikoko vaihtelee käyttäjän laitteen mukaan, joka vaikuttaa multimediasuunnittelun mobiilikäyttöön. Multimedia suunnittelussa on varauduttava pitämään näytettävän kortin koko 1300 tavussa [4, 13].

WML-script on proseduuri pohjainen script-kieli, joka perustuu Java-scriptin osajoukkoon, jota on laajennettu muun muassa niin että WML-script tukee tavukoodiksi kääntämistä. Esitys tavukoodimuodossa mahdollistaa scriptien tehokkaan lähettämisen verkon kautta ja muodostaa kannettavan yksikön suhteellisen yksinkertaisella virtuaalikoneella [13].

HTML-sivut ovat WAP-ympäristössä korttipinoja, joissa on yksi tai useampi kortti. Korttipino käännetään ennen lähetystä WAP-selaimelle. Tässä tiivistetyssä korttipinossa on varauduttava 1500 tavun maksimikokoon, koska vanhimmissa Nokia 7110 WAP-selaimissa on tarjolla vain vähän muistitilaa. WML-kielillä pystytään toteuttamaan multimediatietopankin palveluvalikoita ja ohjata käyttäjää palveluvalintoihin. Multimediatietopankin jakelunäkökulmalta on tärkeää muistaa, että WAP-näyttöä on voitava käsitellä yhdellä kädellä sekä pientä merkkien kokonaismäärää, joka on keskeistä suunnittelun lähtökohtana.



Kuva 4.3. HTML kääntyy WML:ksi joko suoraan palvelimelta tai suotimella. Sisällön suunnitteluun ja esittämiseen vaikuttaa ratkaisevasti se, että matkapuhelin WAP-ruutu on pienikokoinen [4].

WAP-käyttö aluksi muistuttaa tekstiviestin eli SMS (Short Messaging Service) käyttöä. WAP on kuitenkin huomattavasti interaktiivisempi. Koska eri valmistajien puhelimen käyttöliittymät ovat kuitenkin kovin erilaisia, joudutaan käytännössä WAP-palvelut kuitenkin muotoilemaan laiteriippuvaisesti (kuva 4.3.) [5].

WAP toimii GSM 900-, GSM 1800, GSM 1900-, CDMA- (Code Division Multiple Access) ja TDMA-verkoissa (Time Division Multiple Access) sekä myös 3G-verkoissa [12]. Nokian toimitusjohtaja Jorma Ollila ennusti vuonna 2000 että vuonna 2002 kaikista myydyistä digitaalisista matkapuhelimista 10 - 15 % on Internet-kelpoisia. UMTS (Universal Mobile Telecommunication) on kolmannen sukupolven matkapuhelinjärjestelmä, jonka verkossa voidaan siirtää multimediaa, koska tiedonsiirtonopeus on 2 Mbit/s. GSM-verkon perusnopeus 9600 bit/s ei riitä vilkkaaseen kuvansiirtoon edes ruuhkattomana aikana. GPRS (General Packed Radio Service) on perinteisten GSM-verkkojen tiedonsiirtomahdollisuuksia laajentava tekniikka. Sen avulla tiedon siirtonopeus kasvaa yli 100 kilobitin sekunnissa. Perustekniikkaan nähden yli kymmenenkertainen tiedonsiirtonopeus täydentää GSM-lyhytsanomien välitystä, jolloin käyttäjät voivat kokeilla kolmannen polven verkkotekniikan mahdollisuuksia vanhoilla GSM-verkoilla toimittaessa [4].

Jo nyt Internetin kautta matkapuhelimen käyttäjä voi tilata GSM-puhelimeensa säätiedot, uutiset, lottonumerot sekä säveltää oman soittoäänän tai piirtää ikoneita. Infopalvelut on ajastettavissa myös GSM-puhelimella. Tämä on multimediatietopankinkin kannalta hyödynnettävä ominaisuus, jolla tuodaan sisältöä kolmannen sukupolven matkaviestintään. Lähitulevaisuudessa saadaan nauttia MBS;n (Mobile Broadband System) käytöstä, jossa siirtonopeus on 2 - 100 Mbit/s välillä. Tämä mahdollistaa korkealaatuisen videon jatkuvan siirron ja muut multimediapalvelut.

4.2.1 INFORMAATIOVUOTO

Kannettavalla yksiköllä on useita tapoja päästä käsiksi informaatioon WAPin avulla. Palvelimelle tallennettua informaatiota voidaan hakea niin, että kannettava yksikkö lähettää kyselyn palvelimelle, joka sitten vastaa lähettämällä pyydetyn sisällön.

Informaatio siirretään jollakin erilaisista kuljetuspalveluista. Näitä käytetään eri tilanteissa WML-sivuja tai sovelluksia ladattaessa. Kuljetuksissa informaatiota siirretään sekä luotettavasti että epäluotettavasti. Luotettavaa siirtoa vaaditaan silloin kun lähettäjä tekee aloitteen siirrosta. Epäluotettava siirto ei vaadi kuittausta ja sitä saa käyttää sellaisissa

multimediatietopankkipalveluissa, jossa ei vaadita rekisteröintiä.
Jakelukanavaluvussa käsitellään tarkemmin tiedonsiirron rakennetta.

5. JOHDATUS VERKKOMULTIMEDIAAN

Verkkomultimedialla tarkoitetaan tässä työssä erilaisten mediaelementtien kuten äänen, videokuvan ja animaation jakelua verkkoympäristössä. Mediaelementtien keskinäinen yhdentymisen multimediaesitykseksi tapahtuu www-selaimen, mobiilikäynnyn tai digitaalisen television kautta. Verkkomultimedian ja perinteisen multimedian välisiä keskeisiä kehityssuuntia ovat jakelukanavien ja välineiden rinnakkaisuus, päällekkäisyys ja yhteistyö [2]. Verkkomultimediassa kuluttajat osallistuvat joukkoviestimien lähetyksiin, käyttävät vuorovaikuttavia laitteita ja ohjelmia sekä hakevat sisältöjä ja palveluita eri päätelaitteilla.

Kari Hintikka [2] jakaa verkotetun median hyödyt sisällöntuottajan näkökulmasta seuraavasti:

- Samaa sisältöä tai palvelua voidaan sovittaa useille eri päätelaitteille.
- Sisältö tai palvelu voi olla osittain tai kokonaan käyttäjän itsensä synnyttämää ja tuottajan koordinoimaa.
- Sisältö tai palvelu voi koostua usean eri kanavan yhteistyössä.

Integroidussa multimediatietopankissa yhdistetään erityyppisiä sisältöjä eri lähteistä. Yhdessä personointimahdollisuuden kanssa tämä merkitsee, että eri lukijat saavat luettavakseen erilaisen omiin tarpeisiin ja kiinnostukseensa sovitettua mediasisällön [14].

Tämän tyyppisen median oikeutus perustuu hypoteesille, joka mukaan joukkoviestintäyleisöt segmentoituvat. Eri henkilöt haluavat erilaisia sisältöjä. Yhtenäisen massayleisön sijaan on joukko mediakuluttajia omine tarpeineen ja arvostuksineen, joihin viestinnän tulee vastata räätälöimällä kullekin käyttäjälle sopivaa tarjontaa. Integraatio antaa myös sisällön tuottajalle mahdollisuuden hyödyntää eri viestimissään samaa sisältöainesta joko sellaisenaan tai hieman muunneltuna [14].

Verkkomediassa on kolme peruselementtiä: Sen ydin on informaatio, jonka on oltava kaikkien saattavilla. Informaatio on jäsennetty tietokanta verkkoasemassa. Verkkoasema on peruskuvauskanta, joka tarjoaa asiakkaiden vaatimaa palvelua [15]. Täällä on muistettava verkkomultimedian viisi tärkeintä tunnusmerkkiä, jotka erottavat sen tavallisesta multimediatuotannosta [15]:

- ääretön tila
- haettavuus
- reaaliaikainen päivitys
- globaali saattavuus
- viestintä.

5.1. ÄÄRETÖN TILA

Verkkotietokanta voi sisältää suuria määriä tietoa. Tieto ohjautuu vain verkkoaseman tietokoneen kautta. Koska koneen muisti on aina laajennettavissa, tietokantaan voi tallentaa isoja määriä tietoa. Massiivinen tietokanta voi tarjota kattavaa tietoa määritetystä alueesta, jota muut mediat eivät pysty tarjoamaan. Tämä voi olla erityisen käyttökelpoista kulttuuriperinnön, historian tai arkkielämässä lain ja lääketieteen aihepiireissä. Mutta koko voi myös aiheuttaa ongelmia. Koska ei ole asetettu tietokannan rajoituksia julkaisija voi hukkoa tiedon kattavuuteen, joka voi johtaa liiankin suureen informaatioon tietystä alueesta. Erittäin kattava tila aiheuttaa sen että, sisällöntuottajat taltioivat sellaisia tietoja, jotka kiinnostavat tuskin ketään. Tällöin tietokanta on epäonnistunut ja käyttäjän informaation etsintämahdollisuudet vaikeutuvat [15].

5.2. HAETTAVUUS

Verkkotietokanta on haettava. Kattavuudella on tuskin käyttöä, jos käyttäjät eivät pysty saamaan juuri mitä etsivät. Haettavuuden avaintekijä on tiedonhakujärjestelmä, jonka ohjelman tuottajat tarjoavat käyttäjille. Hakuohjelma toimii elektronisena yhdistäjänä käyttäjän vaatimusten ja olemassa olevien vastauksien välillä. Se kerää kaikki aiheeseen kuuluvat asiat antamaan käyttäjälle vastauksen. Hakuohjelma voi olla osana käyttöliittymää, missä käyttäjä voi kommunikoida sen kanssa [15].

5.3. REAALIAIKAINEN PÄIVITYS

Verkkomultimedia voi päivittyä jatkuvasti. Liikkuvassa viestinnässä tulee korostumaan palvelujen reaaliaikaisuus sekä niiden sosiaalinen luonne. Reaaliaikaisuus tulee näkyviin myös sisällön tuottamisessa. Tämä tarkoittaa sitä että sisällöntuottajat voivat tarjota nopeasti uudistuvaa sisältöä. 1980-

luvun loppupuolella teollisuutta tietokannassa kiinnostanut ominaisuus oli sen reaaliaikaisuus. Tätä ennen tietokantojen päivitys oli harvinaista. [5]. Kun materiaali on sisällöntuottajalla, voidaan sitä helposti päivittää ja muutokset näkyvät heti kaikille käyttäjille. Reaaliaikaisuus ja paikkatietojen keskitetty hallinta tuo lisäarvoa multimediatietokannoille.

Multimediatietopankki toimii reaaliajassa: asiakas hakee tietoa Internetistä, liikkuvasta vastaanottimesta, palvelin tekee haun varsinaisesta tietokannasta ja palauttaa haun tulokset asiakkaalle näyttöruutuun.

5.4. GLOBAALI SAATAVUUS

World Wide Web muodostaa ensimmäisen maailmanlaajuisen hypermediajärjestelmän, jonka jatkuvasti kasvavaan ja päivittyvään informaatiovaruuteen pääsee jokainen Internet-tietokoneverkoston kymmenistä miljoonista käyttäjästä.

Multimediatietopankki on oikeaa hypermediaa, jossa hyperdokumentit voivat tekstin lisäksi sisältää kuvia, ääniä ja videoleikkeitä. Tämä hypermedia kuitenkin sijaitsee CD-ROM-levyn sijasta kansainvälisessä Internet-tietokoneverkostossa ja on jatkuvasti ajankohtaisena jokaisen Internetin käyttäjän saavutettavissa. Lisäksi verkkomultimedia antaa monia etuja ja mahdollisuuksia, jotka ovat tavallisten hypermediaohjelmien ulottumattomissa. Verkkomultimedia ei tunnista valtion rajoja. Käyttäjä voi koska tahansa ja mistä tahansa päästä verkkomultimediaan. Laaja käyttäjien saavutettavuus nostaa esille sisällön tekijänoikeudelliset kysymykset [15]. Tekijänoikeus on perinteisesti ollut alueellinen oikeus. Tekijä on voinut myöntää alueellisia käyttöluovia ja tekijänoikeusjärjestöt ovat lisensoineet edustamiensa tekijöiden oikeuksia alueellisesti. Verkkoympäristössä tämä ei ole mahdollista. Kun teos saatetaan avoimeen verkkoon, kuten Internetiin, teos on saatavilla kaikissa niissä maissa, joissa on mahdollista kytkeytyä verkkoon. Tällöin alueellinen lisenssiointi ei enää ole tarkoituksenmukaista. Luultavaa onkin, että alueellisen lisenssiöinnin periaatteista joudutaan tällaisissa tapauksissa luopumaan [15, 16].

5.4.1. HYPERMEDIA

Hypermedia on hypertekstiä monipuolisempi tiedon esittämismuoto, jossa voidaan käyttää tekstin lisäksi myös kuvia, liikkuvaa kuvaa ja ääntä. Hypermedian ominaisuus on myös vuorovaikutteisuus, mikä erottaa sen multimediasta, joka on passiivista tiedon jakamista. Televisio, elokuvat, yritysesittelyanimaatiot ja ns. tietokonedemot ovat esimerkkejä multimediasta, joiden kulkuun ei voi mitenkään vaikuttaa. Hypermedia on siis hypertekstin ja multimedian yhdistelmä.

Lähes kaikki tänä päivänä tehdyt digitaalisen median ohjelmat perustuvat hypermediaan, sillä se antaa parhaimmat mahdollisuudet ohjelman tekijöille. Varjopuolena hypermedialla tehdyssä sovelluksessa on sen työläys. Pelkän tekstin tuottaminen on vielä suhteellisen helppoa, mutta kun siihen liitetään kuvia, ääntä ja videokuva, joudutaan työssä käyttämään apuna kuva- ja muiden alojen ammattilaisia.

5.5. VIESTINTÄ

Viestintä on sosiaalisen kanssakäymisen ehdoton edellytys. Tuotanto ja talous, kulttuuri ja hyvinvointi ovat riippuvaisia osaamisesta tai sosiaalisesta toiminnasta. Työ- ja yksityiselämän viestintätilanteet edellyttävät ihmisiltä monenlaisia viestinnällisiä taitoja, kuten taitoja solmia ja ylläpitää erilaisia ihmissuhteita, taitoja eri viestintävälineiden avulla ilmaista ja käsitellä tunteita monin eri tavoin, taitoa vaikuttaa ja perustella kussakin viestintätilanteessa siihen parhaiten sopivalla välineellä ja tavalla.

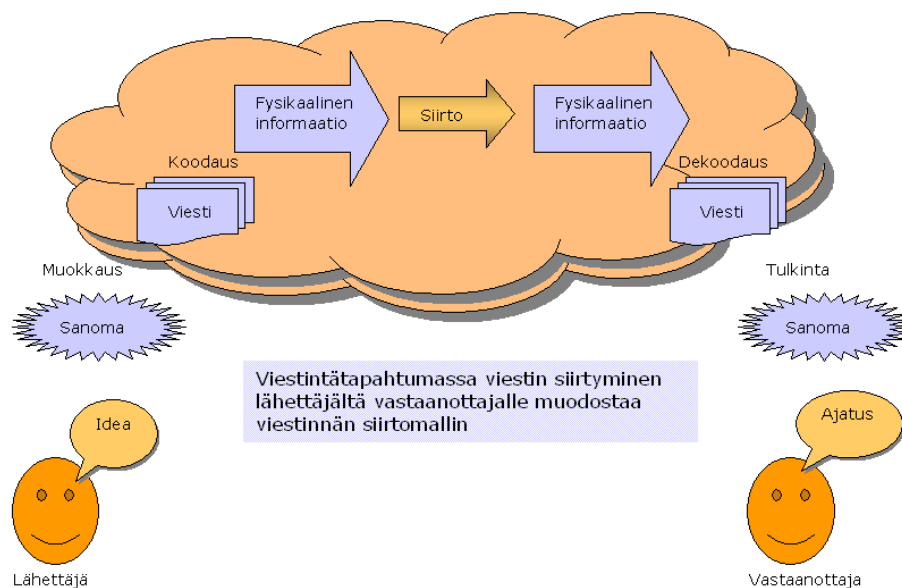
Ihmisen viestintäarkuus tai viestintäherkkyys vaikuttaa hänen viestintäosaamiseensa. Viestintäaran henkilön on vaikea osallistua keskusteluihin ja ilmaista itseään. Viestintävälineet saattavat silloin olla suureksi avuksi. Esimerkiksi tekstiviestien avulla nuoret sanovat monia intiimejä asioita, joiden ilmaiseminen muulla tavoin olisi vaikea. Multimedian mahdollistamalla medioiden yhdistämisellä voidaankin luoda areenoita, joiden avulla viestintäarkuutta voidaan poistaa [17].

Välineellisemmät taidot, kuten kielitaito tai tekninen osaaminen vaikuttavat viestintäarkuuteen sosiaalisen kyvykkyyden tai sanomisen motiivin lisäksi. Uudet sähköiset kielenkääntöohjelmat antavat monille uskallusta harjoittaa

vuorovaikutusta sähköpostin avulla ja vieraalla kielellä. Näin voi menetellä esimerkiksi kirjallisen kulttuurin piirissä.

Multimediatietopankin tarjoamaa sisältöä voidaan pitää integroituna ja luovana viestintänä, joka dynaamisesti tuotettuna ja säilytettyä palvelee sekä tuottajaa että kuluttajaa. Luova viestintä on ääneen ajattelua ja vuorovaikutusta. Se sallii multimediatietopankin osapuolten esittää uusia näkökulmia ja tulkintoja, mikä vahvistaa uusien rakenteiden syntyä.

Viestintätekniiikan näkökulmasta multimediatietopankki ymmärretään fyysikaalisen informaation siirroksi jonkin merkkijärjestelmän avulla yhdessä paikasta ja/tai ajankohdasta toiseen ja lähettäjältä vastaanottajalle. Viestintätapahtuman osat ovat viestin lähettäjä, viesti, siirtokanava ja viestin vastaanottaja (kuva 5.1). Sanoma voi kulkea lähettäjän ja vastaanottajan välillä yksisuuntaisesti tai vuorovaikutteisesti, jolloin tapahtumaan kuuluu palaute viestin lähettäjälle [17].



Kuva 5.1. Viestintä teknisenä ilmiönä muodostaa viestinnän siirtomallin [17].

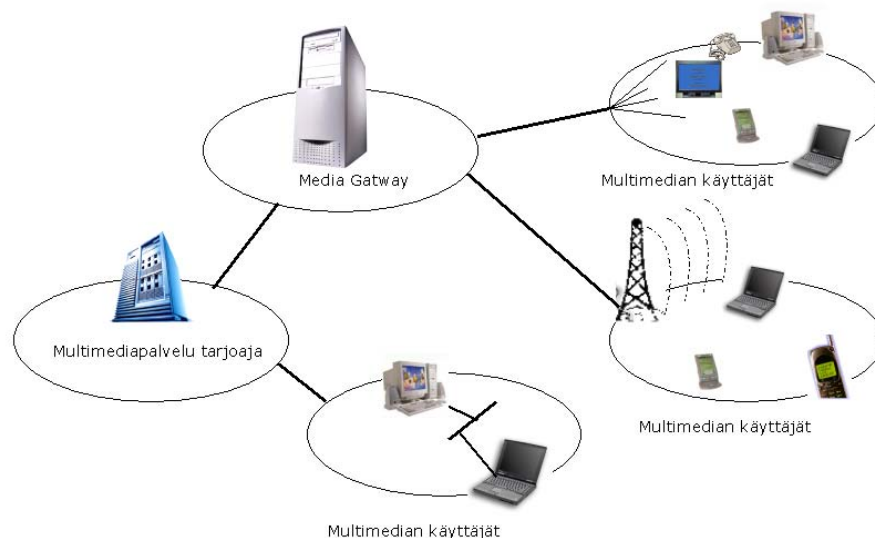
6. JAKELUKANAVAT

Multimediatietopankin tarkoituksena on olla saatavissa kaikkialla minkä tahansa median kautta. On muistettava että multimediatietopankin käyttäjien vastaanottimien tehokkuus ja verkon ominaisuus vaihtelevat käyttäjästä toiseen. Jopa saman multimediaspalvelun tarjoajan ja käyttäjän välillä saattaa dynaaminen end-to-end resurssien saatavuus vaihdella. Tällaisessa heterogeenisessä ympäristössä haasteena on tarjota laadukasta multimediaspalvelua kunkin käyttäjän tarpeen mukaan. Tässä luvussa eriytetään multimediatietopankin jakelukanavien kehyksiä.

6.1. PALVELUN MONIMUOTOISUUS

6.1.1. PERUSKONSEPTTI

Multimediatiedonsiirtoa tarvitaan vuorovaikutteisessa audiovisuaalisessa viestinnässä. Vuorovaikutteisuuden saavuttamiseksi tarvitaan siirtojärjestelmä, joka välittää videota, ääntä ja dataa sovelluksen vaatimusten täyttämiseen riittävällä kaistanleveydellä ja viiveellä. Myös lähteen koodaustekniikan valinnalla on oleellinen merkitys järjestelmän vaatimusten toteuttamiseksi.



Kuva 6.1. *Multimediaspalvelu heterogeenisessä ympäristössä [18]*

Dynaamisessa ja heterogeenisessä ympäristössä multimediapalvelut on sijoitettu laaja-ala verkkoon, joka on saavutettavissa miltei tahansa käyttäjöpääteeltä (kuva 6.1). Palvelu vaihtelee mediasisällön jakelusta mediadatan prosessointiin, kyselyyn ja tallennukseen. Tässä multimediapalvelinta kutsutaan *palvelun tarjoajaksi* (service provider). Eräät palvelun tarjoajat tallentavat tai generoivat oman mediadatan lähteensä, kuten videopalvelimen tai kamerapalvelimen, kun taas toiset palvelun tarjoajat ottavat ja prosessoivat muilta saatua tietoa. Multimedian käyttäjät vaihtelevat kämmentietokoneen käyttäjästä digitaalisen television katsojaan saakka. Multimedian sisällönsiirto toteutuu erilaisissa verkkoympäristössä, kuten LAN- (Local Area Network), kaapeli-, xDSL- (Digital Subscriber Line) tai langattomassa verkossa [18].

Tämän teknologian valossa multimediatietopankin tarkoituksena on implementoida multimediapalvelut erilaisten palvelujen kokoonpanona. Palvelukomponentti on funktionaalinen yksikkö, joka osallistuu yhteen tai moneen palveluun ja moninkertaistaa palvelukomponentit yhteistyössä muiden palvelun tarjoajien kanssa [18].

Perinteisesti palvelut on tuotettu erikseen erilaisille päätelaitteille ja yhteyksille. Multimediatietopankin tarkoituksena on olla keskitetty palvelukeskus, joka tarjoaa tietoa heterogeeniseen ympäristöön [19].

Sisällön tuotanto ja sen mallintaminen mobiiliympäristöön on elinvoimainen asia. Palvelun sisältö pitää mallintaa niin, että sen adaptointi tukee erilaisia kieliä (mark-up-language). Sisältömoduulin pitäisi myös tukea lisäominaisuuksia kuten käyttäjäprofiilia, dynaamisia informaatiopäivityksiä, push-palvelua¹, digitaalista tekijänoikeuksien hallintaa, laskutusta jne. Täten moduulikielen (modeling language) esitysmetodit pitää lajitella, jäljitellä sekä esitys on suunniteltava huolellisesti huomioiden järjestelmän arkkitehtuurin kehittämistä [19, 20].

Tässä luvussa esitetään multimediatietopankin sisällön lajittelumallia heterogeenisille vastaanottajille. Olettamuksena on se, että tiedot on tallennettu multimediatietopankkiin aktiivisina mediaobjekteina. Multimediatietopankin sisältö on lajiteltu käyttäen XHTML sisällön

¹ Tiedon siirto ilman käyttäjän vuorovaikutusta.

modulointikieltä, joka tukee metadatan sulauttamista järjestelmään. Metadatan on käytetty tietokannan luetteloinnissa ja informaation adaptointiin (katso lisää luku 10).

6.1.2. RUNKORAKENNE

Multimediatietopankin jakelun runkorakenne muodostuu kolmesta pääosasta: 1: Sovellustaso, 2. ohjelmoijien käyttöliittymä palvelun sisällön luomiseksi sekä 3. suoritusvaiheen arkkitehtuuri, jonka tarkoitus on toimia käyttäjätukena.

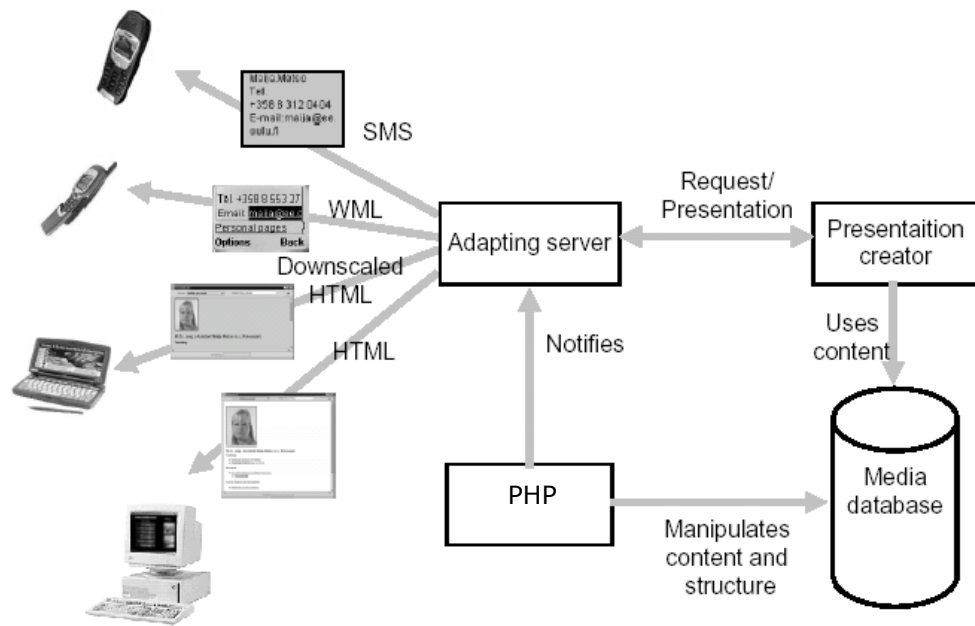


Kuva 6.2. Palvelun monimuotoisuus.

6.2. JÄRJESTELMÄN PERUSTEET

Multimediatietopankin tuottamaa palvelua käytetään heterogeenisessä ympäristössä (kuva 6.3). Alkuperäinen lähde on XHTML muodossa, jota on laajennettu tarvittavilla *tageilla* erilaisiin vastaanottimiin. Adaptoidut palvelut on konvertoitu SMS, WML tai HTML muotoon jakelukanavista riippuen. Tämä tarkoittaa esimerkiksi kuvan muodon vaihtamista vastaanottajan päätelaitteeseen sopivaksi. Toisessa esimerkissä MPEG videot saattavat jossain tapauksessa korvautua kuvilla [19].

Adaptointipalvelin sisältää kaksi osaa: digitaalisen mediapalvelimen (Digital Media Server, DMS) ja palvelun välittäjän (Service Broker, SB). Palvelun välittäjä saa käyttäjän kyselyn, se uudistaa niitä ja lähettää eteenpäin DMS:lle. Se on myös vastuussa käyttäjähallinnasta, profiloinnista sekä tarvittaessa laskutuksesta. DMS kantaa vastuuta palvelusta. Adaptointimekanismi voi muokata HTML koodeja, MPEG videoita tai kuvan sisältöä vastaanottajan vaatimusten mukaan [19].

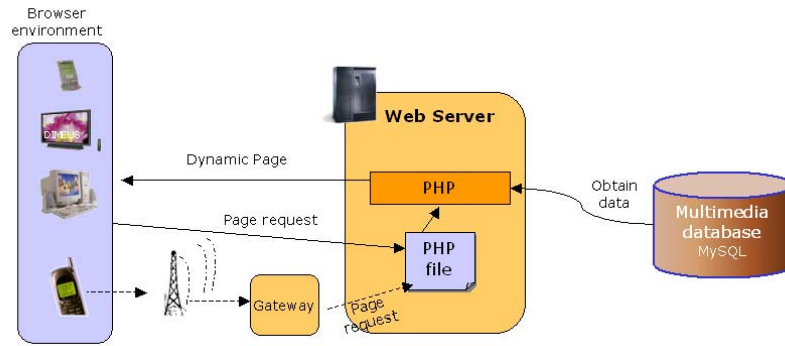


Kuva 6.3. Multimediatietopankin arkkitehtuurin periaate [19].

Palvelulla on *presentation creator*-niminen komponentti, joka on vastuussa palvelun toiminnasta. Se vastaanottaa kyselyjä ja jäsentää asiakkaan haluamat esitykset hänen vaatimuksen mukaan. Multimediatietopankin seuraavassa vaiheessa kehitetään globaali *presentation creator*-palvelin, joka voi olla monen sovelluksen käytössä. Tämän hetken komponentti pystyy tarjoamaan palvelua käyttäen PHP tekniikkaa.

6.2.1. PHP-ARKKITEHTUURI

PHP (Hypertext Preprocessor) on HTML:n sisään upotettava palvelinpuolella suoritettava komentosarjakieli. Syntaksiltaan se muistuttaa hyvin paljon C, Java ja Perl-kieliä, joihin on lisättyä muutamia PHP-keskeisiä kommentteja. Komentosarjakielten ensisijaisena tavoitteena on tarjota nopeasti hyödynnettävä kehitysympäristö. PHP:n avulla voidaan käyttää dynaamista verkkoympäristöä, hyödyntäen useampia sen tukemia tietokantoja kuten MySQL, Oracle, PostgreSQL, Sybase tietokanta ja ODBC [21].



Kuva 6.4. PHP:n sovelluksen toimintaperiaate.

PHP on nopea, tehokas ja turvallinen kieli integroidun multimedian julkaisulle. Vaikka PHP on suunniteltu HTML-kielelle, sitä voidaan käyttää yhtä hyvin dynaamisten WML-kielisten dokumenttien tekemiseen (ks. kuva 6.4 ja esimerkki 6.1).

```

<?php
    header ('Content-type: text/vnd.wap.wml');
    echo '<?xml version="1.0!?"', "\n";
?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM/DTD WML 1.1/EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">

<wml>
<card id="paivaa">
<p>
<?php echo "Päivää maailma<br/>\n" ?>
</p>
</card>
</wml>

```

Esimerkki 6.1. Päivää maailma -esimerkki WML-muotoiltuna

PHP on Open Source-ohjelmistoa, joka on vapaasti käytettävissä ja levitettävissä².

6.3. PALVELUN TUOTTAMINEN

Multimediatietokanta sisältää mediaobjekteja, jotka määräävät palvelun toimintaa. Mediaobjektit sisältävät informaatiota ja esityksiä, joita käytetään mediapalvelimessa palvelun tuottamiseen ja kyselyihin vastaamiseen. Tietokanta on rakennettu puumaisena, jolla on neljä haaraa ja mediaobjektit

² PHP:n virallinen kotisivu on osoitteessa <http://www.php.net>, josta voi imuroida ohjelman lisäksi kattavan oppaan kielestä.

sen lehtinä. Ensimmäistä haaraa kutsutaan juureksi ja jokaisella palvelulla/aiheella on oma juurensa. Tietokannan juuria voidaan lisätä sisällön tuottajien tarpeen mukaan. Jokaisella juurella ja haaralla on oma nimensä, joka auttaa mediaobjektien nimittämisessä ja kyselyjen löytämisessä.

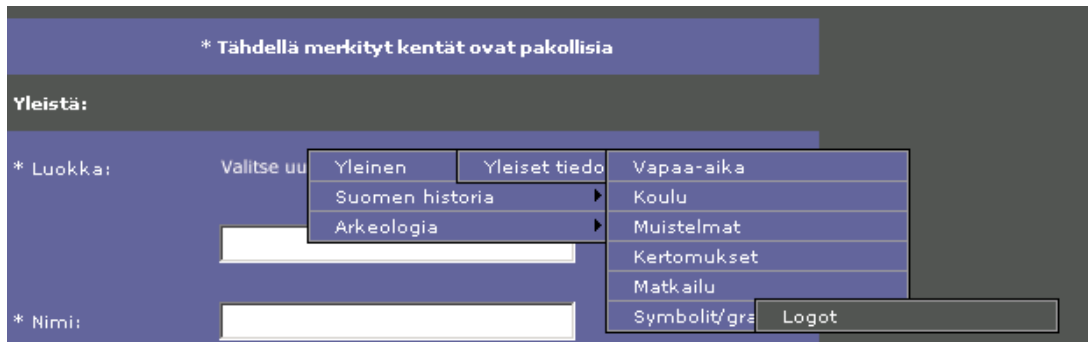
Jokainen mediaobjekti sisältää kaksi avainarvoa informaation talletukseen. Arvot voivat olla kokonaislukuja, tekstiä tai niiden yhdistelmiä. Avainarvo on "nimi", joka on pakollinen, koska sitä käytetään tunnistamaan mediaobjektia. "Avainsanat" arvoa käytetään mahdollistamaan tietokannan kyselyjä.

6.3.1. TIETOKANNAN LUONTI

Tietokannalla on graafinen käyttöliittymä, joka on esitetty kuvassa 6.5. Siinä on monia ominaisuuksia, jotka tekevät tietokannan luomisen helpommaksi. Tietokannalla on valintapuu, joka kuvastaa tietokannan struktuuria ja helpottaa median juuren, haaran ja lehden valintaa mediaobjektin syöttämiseksi (kuva 6.6). Kun mediaobjekti on valittu valintapuusta, sen avainarvo näkyy valintasarakkeen alla.

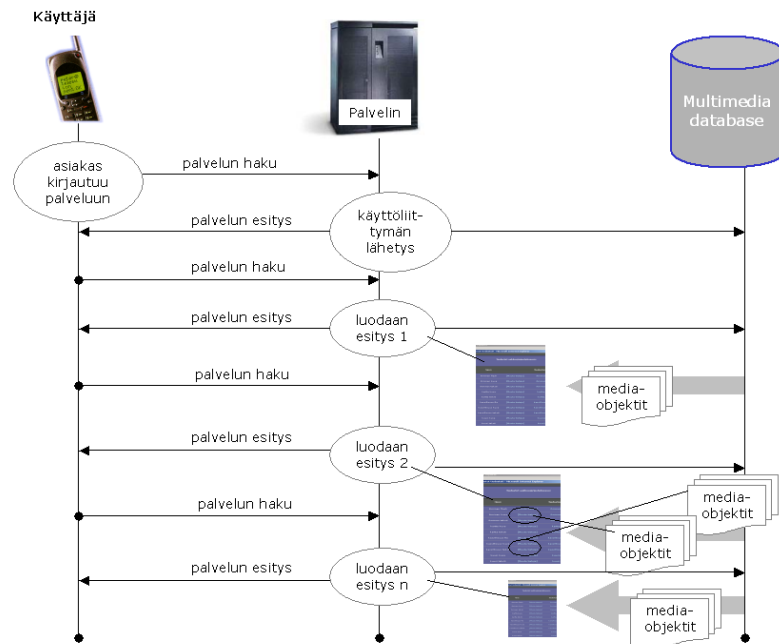
Kuva 6.5. Multimediatietokannan käyttöliittymä.

Mediaobjektin käsittely tapahtuu kuvissa 6.6 ja 10.8:ssä esitettyssä ympäristössä. Se sallii käyttäjän tallentaa modifioitua tietoa ja mediaobjekteja tietokantaan. Se sallii myös käyttäjän lisätä, vähentää tai poistaa tietoja avainarvoista, kuten avainsanojen lisääminen/poistaminen, mediaobjektin päivitys jne.



Kuva 6.6. Multimediatietopankin valintapuu.

Tuotepalvelu jaetaan mediapalvelimen välityksellä. Mobiilissa ympäristössä ensimmäisenä askeleena asiakas/käyttäjä (client) kirjautuu palveluun käyttäjäksi. Kun käyttäjä on onnistuneesti kirjautunut hän saa tietokannasta katalogin, joka sisältää tietokannan sisällön linkkejä. Kun hän valitsee jonkun linkin, selain lähettää palvelukyselyn mediapalvelimeen, joka luo presentaation ja lähettää sen käyttäjälle. Jokaisen palvelukyselyn yhteydessä käyttäjä saa uuden presentaation. Jos käyttäjä käyttää GSM tai WAP puhelinta, palvelu hakee ja lähettää WML tai SMS viestin (kuva. 6.7).



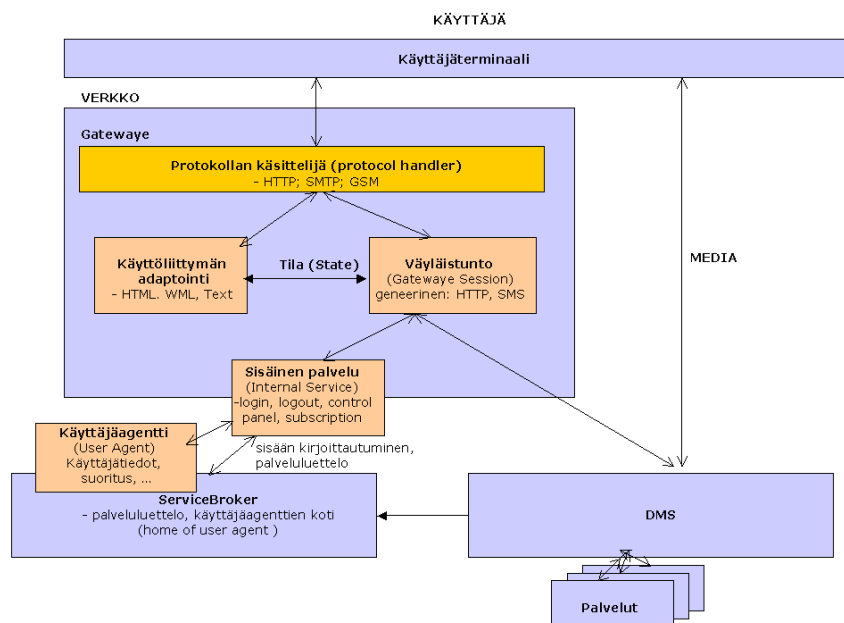
kuva 6.7. Multimediatietopankin palvelunhaku mobiilin päätelaitteen käyttäjälle.

6.4. SISÄLLÖN ADAPTOINTI

Multimediatietopankin palvelupresentaation mallintamisessa on otettava huomioon seuraavat vaatimukset:

- Kykenee esittämään aiheet yksinkertaisella käyttöliittymällä laiteriippumattomasti
- On laajennettavissa helpottamaan tutkimukseen tarkoitettuja hakuja
- On standardipohjainen, jotta kehittäminen tulevaisuudessakin on mahdollista. Olemassaolevat työkalut ovat käytettävissä tietojen talletukseen ja esitykseen

XML, XHTML, ja SMIL ovat käytettyjä standardeja multimediatietopankin sisällön presentatiossa [22].



kuva 6.8. Media-adaptoinnin periaatteellinen arkkitehtuuri [22].

Riippuen käyttäjän teknologiasta käyttöliittymän adaptointiin voi tehdä monitasoisesti (interaktion tyyli, mallinnus ja kuvauskielet). Laajennettavassa multimediatietopankissa myös verkon ominaisuudet vaikuttavat adaptointiin:

- **Palvelulaatu (Quality of Service):** esim. kaistanleveys, reaktioaika, luotettavuus ja virheiden elpyminen vaikuttavat interaktion nopeuteen ja joustavuuteen.

- Viestintäprotokollat vaikuttavat interaktion laatuun.
- Turvallisuus: Esimerkiksi autentikointimethodi vaikuttaa yleiseen käytettävyyteen.
- Liikkuvuus: Miten läpinäkyvästi käyttäjä voi toimia terminaalien kanssa tai vaihtaa niitä?

Kuva 6.8 esittää periaatteellista media-adaptoinnin arkkitehtuuria, joka sisältää seuraavia komponentteja:

- Väylä (Gateway) (verkossa toimiva gateway): Käsittelee käyttöliittymän adaptointia.
 - Protokollan käsittelijä: Protokollatason operointi, terminaali- ja verkko-ominaisuuksien tunnistus.
 - Käyttöliittymän adaptointi: XHTML:n adaptointi käyttäjän terminaalin mukaan (ks. myös kuva 6.3).
 - Väyläistunto (Gateway session): istunnon jäljitys.
 - Sisäinen palvelu (internal service): Istunnon hallinnan (control) ja käyttäjän suorituksen geneerinen palvelu.
- ServiceBroker: Sisältää käyttäjäagentteja ja palveluluetteloja Multimediatietopankissa ServiceBrokerin tehtävät hoitaa sovelluspalvelin.
- DMS (Digital Media Server): media-adaptointi ja sisällön toimintakäyttöliittymä (interface) [22].

6.5. PÄÄTELAITTEIDEN SPESIFINEN TOTEUTUS

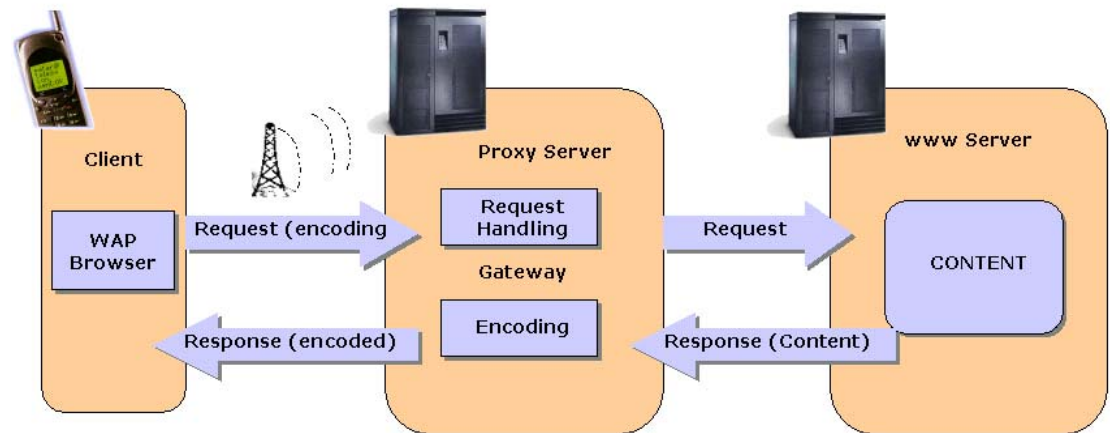
WWW- World Wide Web (WWW) - järjestelmä on verkon avulla toisiinsa linkitettyjä palvelimia, joissa on hypermedia elementtejä (tekstiä, kuvaa, ääntä, videokuvaa). WWW:tä käytetään selaimien (browser) avulla (Netscape Navigator, Microsoft Explorer, Mosaic, jne.). XHTML on interaktiivisen multimedian sisällön esittämiseen sopiva kieli www- ympäristössä. (W3C 2002³)

WAP: WAP-protokollan ohjelmointimalli pohjautuu www:n ohjelmointimalliin. WWW-standarin mukaiset URL-osoitteet ovat käytössä myös WAP-arkkitehtuurissa. WAP-sisältötyypit pohjautuvat www- sisältötyyppeihin jne. Olennaisena lisänä WAP-arkkitehtuuri määrittelee kuitenkin välityspalvelimessa käytettävän WAP-

³ www.w3c.org

yhdykäytävän (WAP gateway), joka toimii langattoman päätelaitteen ja esimerkiksi Internetissä sijaitsevan sisältöpalvelimen välillä. WAP-yhdykäytävä muuntaa asiakaslaitteen pyynnöt WAP-protokollasta (WSP, WTP, WTLS ja WDP) muuksi perinteiseksi protokollaksi kuten www:ssä käytettäväksi http/TCP/IP-protokollaksi (kuva 6.9).

WML-kieli on WAP-esityksen sisällön tuotannossa käytetty kieli. Se on HTML-kaltainen kieli, joka määritelty XML-dokumenttityyppinä ja on optimoitu pieniä näyttöjä ja rajoitettua muistikapasiteettia varten. WML pohjautuu HDML-kielen (Handheld Device Markup Language) versioon 2.0, mutta sitä on muokattu enemmän HTML-kieltä muistuttavaksi [23, 24].



Kuva 6.9. WAP-ohjelmointimalli [23].

SMS: (Short Message Service), on GSM-verkoissa käytetty lyhytsanomapalvelu. SMS:llä on käyttöongelmia. Tekstipohjainen komentoreaktio rasittaa käyttäjän muistia, terminaalilla on yleensä rajattu peukalonäppäimistö, joka aiheuttaa vaikeuksia tekstin kirjoittamisessa etenkin joidenkin kirjaimien kohdalla (esim. skandinaaviset merkit). SMS:n siirtokapasiteetti on rajattu 160 merkkiin viestiä kohden. SMS:n interaktiivisen sisällön suunnittelussa on otettava seuraavat seikat huomioon:

- Linkkien seuraamisen mahdollisuus: Käyttäjä voi tunnistaa linkin SMS tekstissä esimerkiksi: "näytä lisää tietoa (\$link1)". Linkki voidaan aktivoida lähettämällä palvelimeen linkkitunnus (esimerkiksi linkki 1 tässä tapauksessa) [22].

- Tietosyötön mahdollisuus: Verkkolomakkeita on vaikea esittää lyhyessä viestissä, joten niiden käyttö on hyvin vaativaa. Täten lomakkeiden käyttö on ei ole suositeltavaa SMS verkossa.

SMS:n käytettävyyden kehittämiseksi multimediatietopankin sisällön tuottajien on otettava huomioon seuraavat seikat:

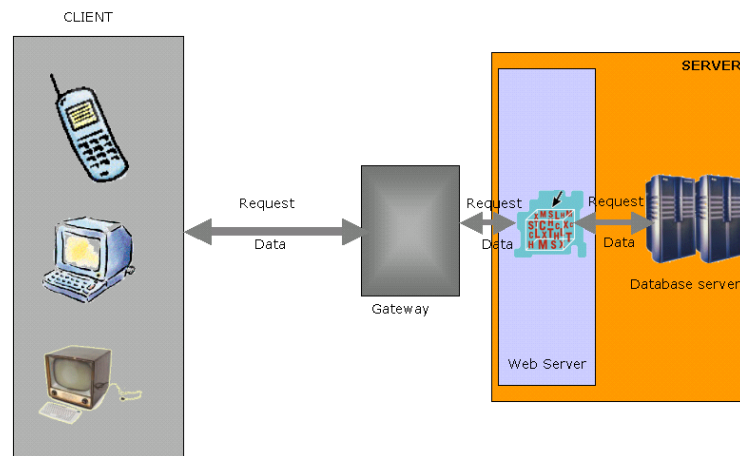
- Interaktion on oltava yksinkertainen
- On vältettävä monilinkitystä yhden asian tiedottamisessa, viestin saanti ja lähettäminen käyttäjälle monilinkityksessä saattaa vähentää käyttäjän intoa ja kuluttajalle se on kallis tapa saada tietoa
- Tekstisisällön on oltava hyvin relevanttia, jotta se mahtuu 160 merkin sisälle.

TV: Digitaalisen television päätelaite käyttää FAT (Forward Application Transport) -pätelaitearkkitehtuuria, missä selain on kirjoitettu JAVA-ohjelmalla. PC:n ja digitaalisen television käyttöliittymät voivat olla lähes samanlaisia. Sekä PC:stä että TV:stä saa samanlaista informaatiota. Erona on Tv-näytön pieni resoluutio, joka vaikuttaa multimediaelementtien esitykseen. TV:n käyttöliittymässä on myös otettava huomioon kaukosäätimen ominaisuuksia [22, 25].

7. MULTIMEDIATIETOPANKIN PALVELIN

Tässä luvussa tarkastellaan multimediatietopankin vaatimaa mediapalvelinta. Tarkoituksena on keskittyä mahdollisiin ongelmiin ja niiden ratkaisuun palvelimen rakentamisessa.

Palvelin on ohjelma, jonka avulla voidaan ajaa yhtä tai useampaa palvelua. Kuvassa 7.1. on kuvattu palveluiden ja palvelimen keskinäiset suhteet. Palvelin muodostuu kolmetasoisesta client-server arkkitehtuurista. Ensimmäinen taso ajaa käyttöliittymätasoa, toinen taso ajaa sovelluslogiikkaa ja kolmas taso ajaa tietohallintafunktiota. Internet-ympäristössä kuluttaja käyttää selainta, keskitaso sisältää verkkopalvelimen, joka ottaa yhteyttä tietokantapalvelimeen [26].



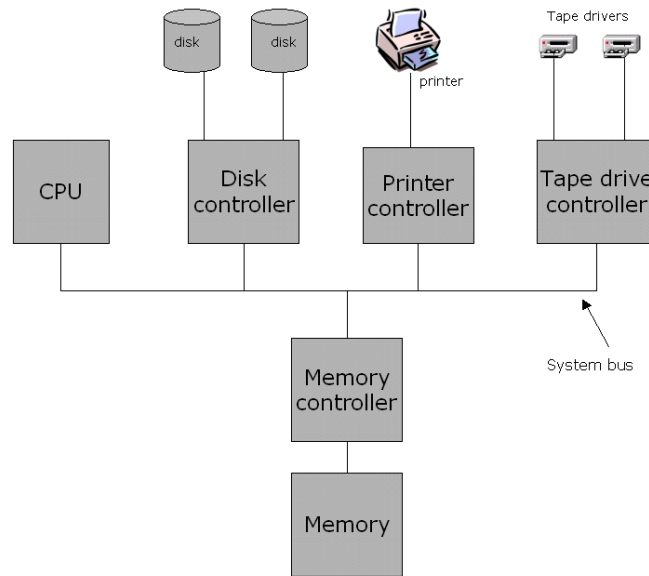
Kuva 7.1. Palvelimen kolmen tason arkkitehtuuri

Tässä luvussa tarkastellaan tietokantajärjestelmien arkkitehtuuria aloittaen perinteisestä keskitetystä järjestelmästä hajautettuihin tietokanta järjestelmiin.

7.1. KESKITETYT JÄRJESTELMÄT

Keskitetyt järjestelmät ovat niitä järjestelmiä jotka toimivat yhden tietokannan ympäristössä eivätkä keskustele muiden tietokonejärjestelmien kanssa. Tällaiset tietokantajärjestelmät ovat jonkun henkilökohtaisessa käytössä tai sisältävät korkeatasoisia tietokantoja, jotka ovat loppukäyttäjän käytössä [27]. Moderni keskitetty tietokantajärjestelmä sisältää muun muassa muutaman keskusyksikön (CPU) sekä muutamia laitehallintoja,

jotka yhteyslinjan kautta jakavat tietoa (kuva 7.2.). Järjestelmän voi jakaa kahteen käyttötarkoitukseen: yksittäiskäyttö (single user) ja monikäyttö (multiuser). Tyypillinen yksittäiskäyttäjä on *desktop*-yksikkö, joka on yhden hengen käytössä. Monikäyttäjäjärjestelmä sen sijaan sisältää monta levyä (disk) sekä enemmän muistia ja keskusmuistia (CPU) [27].



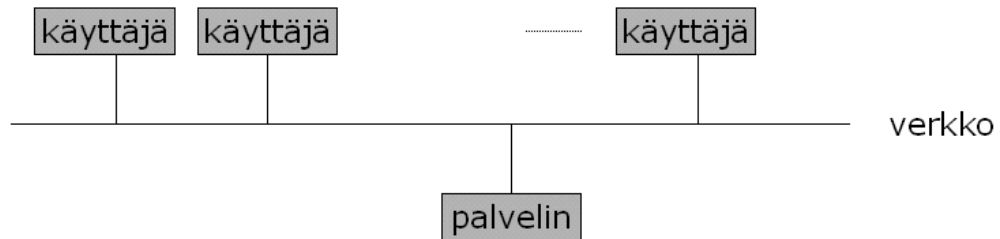
Kuva 7.2. Keskitetty tietokonejärjestelmä [27].

Yksittäiskäyttäjälle tarkoitettu tietokanta ei sisällä kaikkia monikäyttäjälle tarkoitettuja ominaisuuksia. Tällaisissa järjestelmissä vioittuneen tiedon uudelleenhakua ja tallennusta ei juurikaan ole käytettävissä. Järjestelmä ei tue mm. SQL-tietokantaa ja on rakennettu yksinkertaisen kyselyn perusteella. Monikäyttäjäjärjestelmät tukevat erilaisia tietokantaratkaisuja [27].

7.2. CLIENT-SERVER -JÄRJESTELMÄT

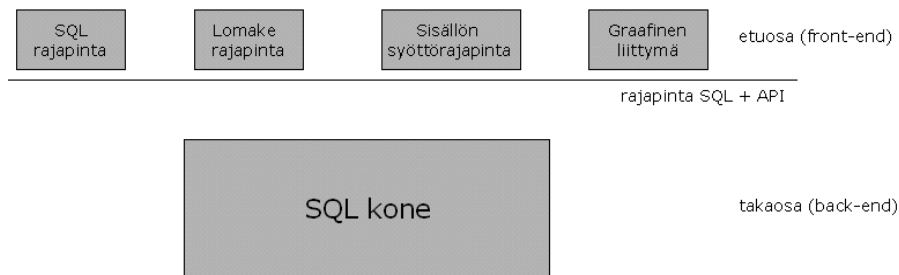
Client-server -järjestelmä sisältää verkon kautta toisiinsa linkitettyjä sivukokoelmia, jossa osa sivuista on asiakas sivuja (client) ja osa palvelinsivuja. Nykyään keskitetty järjestelmä toimii *palvelinjärjestelmänä*, joka mahdollistaa client-server kyselyt. Kuva 7.3. esittää client-server-järjestelmän yleisrakennetta. Tietokannan voi funktionalisesti jakaa kahteen osaan: etu- ja takaosaan (kuva 7.4). Takaosa hallitsee pääsyn struktuuria (access structure), kyselyn evoluutiota ja optimointia, rinnakkaishallintaa (concurrency control) ja palautusta. Tietokannan etupuoli sisältää tietokannan rajapinnan (SQL interface), sisällön syötön sekä

graafisen käyttöliittymän. Etu- ja takaosan välinen rajapinta tapahtuu SQL:n tai jonkun muun sovelluksen avulla [27, 28].



kuva 7.3. Client-server -järjestelmän yleisrakenne

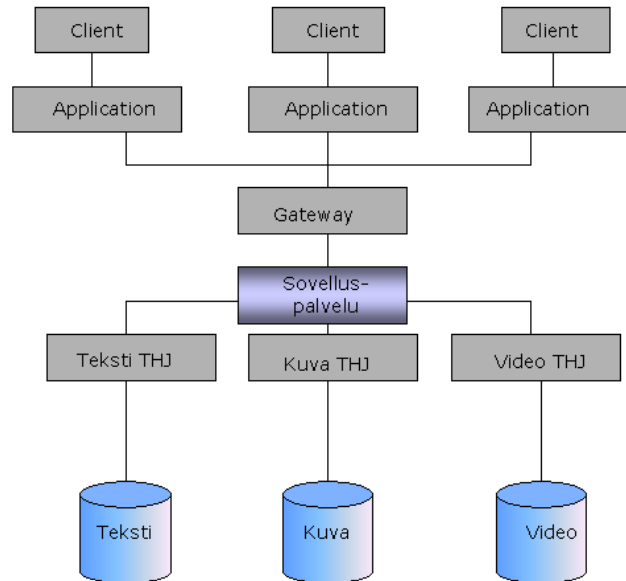
Client-server-järjestelmä mahdollistaa tiedon tehokkaan käytön. Järjestelmän perusominaisuuksia ovat 1. Datan representaatio, joka huolehtii käyttäjän tiedonhaun rajapinnasta. 2. Datan prosessointi, joka tuottaa konekielikoodia. 3. Tiedonhaku, joka löytää tiedon sijainnin, toimittaa operaation ja palauttaa tulokset hakijalle. 4. Dataviestintä, joka on vastuussa tiedon vastaanottamisesta ja lähetyksestä verkossa [28].



Kuva 7.4. Etu- ja takaosan funktionaalisuus [27]

Palvelinjärjestelmä on usein poikkialustainen (cross-platform), missä käyttäjällä voi olla useita sovelluksia ja palvelin sisältää heterogeenisen tietokantajärjestelmän. Lukuisat sovellus- ja laitevaihtoehdot aiheuttavat yhteensopivuuden, viestinnän ja keskustelun ongelmia. Käytännössä ongelma ratkaistaan käyttäen väliohjelmistoa (middleware) yhdistämään ja konvertoimaan heterogeenistä järjestelmää (kuva 7.5). Jokaisella client:lla voi olla oma sovellusalustansa (application platform). Väylän (tässä väylä käsittää serviceBrokerin ja sovelluspalvelimen, katso esim. kuva 7.9) kautta käyttäjä pääsee multimediatietokannan palvelimen takaosaan. Väylä tai reititin kääntää tietohaun ja lähettää sen ajurille, joka vastaavasti ottaa

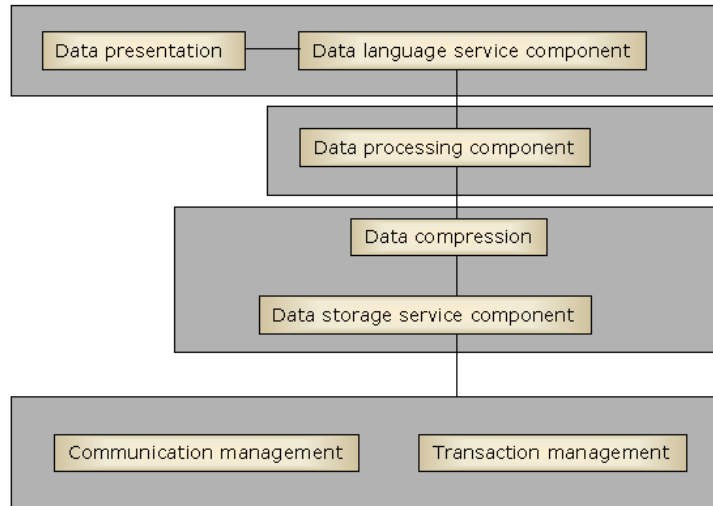
yhteyttä palvelimeen toimittaakseen haun. Kun haun käsittely on loppunut palvelin lähettää tulokset käyttäjälle väylän kautta [28].



Kuva 7.5. Esimerkki Client-Server -väliohjelmistoliittymästä.

Multimediatietopankin palvelinarkkitehtuuri sisältää multimediatietokannan vaatimia ominaisuuksia ja toimintoja kuten ylhäällä on kuvattu. Jokaiselle clientille palvelin tarjoaa neljä järjestelmäkomponenttikerrosta kuten kuvassa 7.6 on esitetty. Ensimmäinen taso sisältää datan representaation ja datakielen palvelukomponentin. Toisessa tasossa on tiedon prosessointikomponentti. Kolmas kerros sisältää tiedon pakkaus- ja sen tallennuspalvelukomponentin. Neljäs kerros sisältää viestinnän- (communication) ja transaktion hallintakomponentin [28].

Ensimmäistä komponenttia kutsutaan multimedian graafiseksi käyttöliittymäksi (Multimedia Graphical User Interface, MGUI), joka sisältää multimedian navigoinnin ja selaimen. Toinen komponentti sisältää sovelluslogiikan ja rajapinnan tietokantoihin, joka rajapinta sallii käyttäjän määrittää multimedian kaavion ja asettaa relaatiokyselyt. Kolmas komponentti on multimedian dataprosessori, jolla muodostetaan kieli optimoimaan kokoonpanon hakua [28].



Kuva 7.6. Multimediatietopankin Client/server -järjestelmän arkkitehtuuri

Käyttäjä pääsee palvelimeen joko client- tai palvelinsovelluksen kautta:

- Kaksitasoisessa client/server-järjestelmässä asiakas käyttää omaa sovellusta päätelaitteella, jota kutsutaan clientiksi ja on yhteydessä verkon kautta SQL-palvelimeen. Käyttäjäsovellus sisältää sekä sovelluslogiikan että käyttöliittymän.
- Monitasoisessa client/palvelin järjestelmässä client-sovellus toimii kahdessa paikassa:
 - *Thin client* toimii käyttäjän päätelaitteessa ja keskittyy saatujen tulosten esittämiseen.
 - Business logic sijaitsee palvelinsovelluksessa palvelimessa. Thin client pyytää tehtävät palvelinsovelluksesta, joka on itsekin monisäiesovelluksena (multithreaded) kykenevä toimimaan samanaikaisesti monen käyttäjän kanssa. Palvelinsovellus ottaa yhteyttä tietokantapalvelimeen ja voi toimia myös tietokannan kanssa samassa palvelimessa, tai se voi ottaa yhteyttä verkon kautta erilliseen tietokantapalvelimeen [29].

Tämä on tyypillinen toiminto Internet-sovelluksissa. Esimerkiksi palvelin voi ajaa Microsoft Internetin informaatiopalvelua (Internet Information Service, IIS) ja palvella tuhansia thin klientejä, jotka käyttävät Internetiä tai intranetia. Palvelinsovellus käyttää yhteenliittymäyhteyttä viestittämään SQL-palvelimen kanssa. SQL-palvelin on mahdollista asentaa IIS:n kanssa

samaan koneeseen tai eri palvelimeen, joka toimii tietokantapalvelimena [29].

Keskitettyssä palvelimessa tiedon tallennuksella on seuraavia etuja:

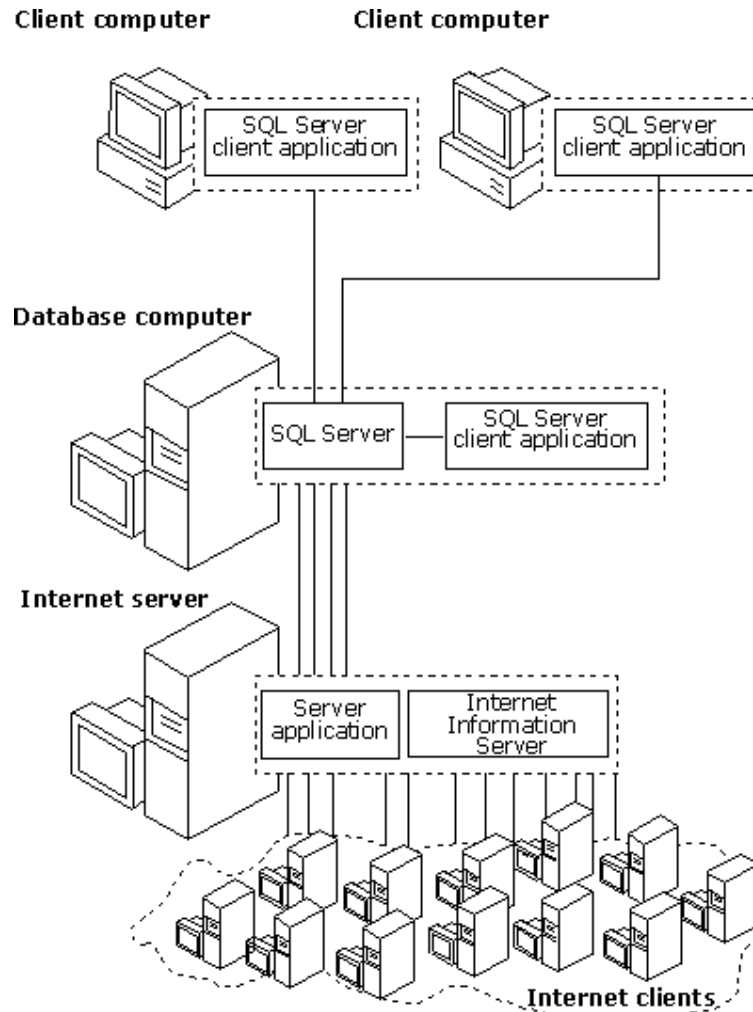
- Jokainen tieto on tallennettu keskuspaikkaan, joka on kaikkien käyttäjien saattavissa.
- Toiminta- ja turvallisuuspelisäännöt voivat olla yhtä aikaa palvelimessa ja tulla voimaan kaikille käyttäjille tasavertaisesti. Tämä voi tulla voimaan tietokannassa käyttäen rajoituksia, tallennusproseduuria ja laukaisuehtoja (triggers). Se voi myös tapahtua palvelinsovelluksessa.
- Relaatiotietokantapalvelin optimoi verkkoruuhkaa palauttamalla tietoa sovelluksen tarpeen mukaan. Esimerkiksi jos jonkin tiedostopalvelimen sovelluksen on näytettävä Riihimäen historiasta ajanjakso, milloin rakennettiin ensimmäinen koulu, sen pitää jäljittää historian kaksituhatta luvun tiedostoja. Relaatiotietokanta lähettää seuraavan kommentin palvelimeen:

```
SELECT koulu, riihimaki
FROM 2000_luku
WHERE koulu_title = 'ensimmäinen koulu'
AND koulu_state = 'OR'
```

Relaatiotietokanta lähettää vain kyseisen koulun nimen, eikä tietoa kaikista kaupungin kouluista.

- Laiteresurssit voidaan minimoida. Koska tietoa ei ole tallennettu jokaiseen clientiin, niiden ei tarvitse varata varastotilaa tiedon tallentamiseen. Client ei myöskään tarvitse prosessointikapasiteettia hallitakseen tietoa paikallisesti eikä palvelimen tarvitse varata prosessointienergiaa datan esittämiseen. Palvelin voi konfigroitua vastaamaan levyn I/O kykyä, joka tarvitaan tietojen jäljittämisessä ja käyttäjä voi konfigroitua optimoimaan palvelimesta jäljittävien tietojen formaattia ja näyttöä.
- Kunnossapito ja ylläpito kuten varmuuskopiointi sekä tiedon uudelleen tallennus on yksinkertaista koska on mahdollista fokuoitua keskuspalvelimeen. Laajassa client/palvelin-järjestelmässä tuhansia käyttäjiä saattaa olla yhteydessä SQL-palvelimeen samanaikaisesti (kuva 7.7). SQL-palvelimen tulee olla hyvin suojatussa ympäristössä, missä käyttäjät voivat

samanaikaisesti hakea samaa tietoa tai päivittää sitä. SQL-palvelin myös varaa tehokkaasti tarvittavia resursseja kuten tarvittavan määrän muistia, verkkotaajuutta sekä levytilaa I/O monikäyttötilanteessa.



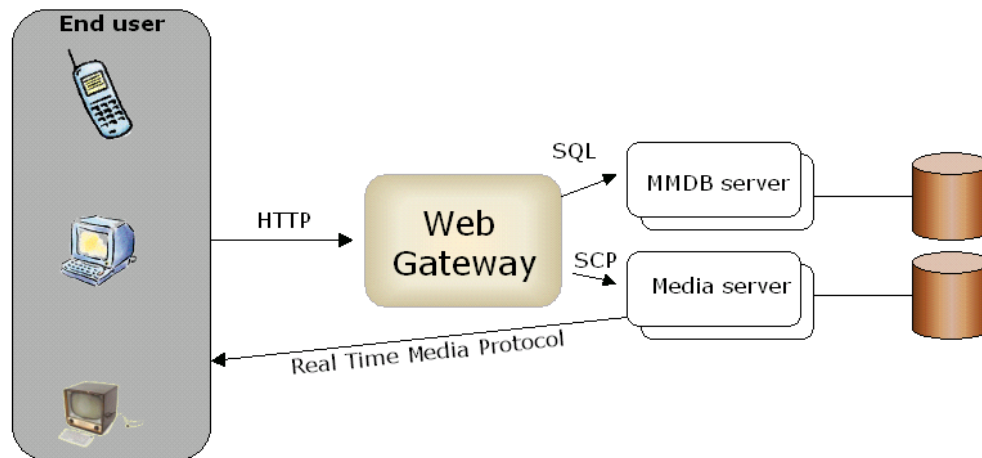
Kuva 7.7. SQL-palvelinarkkitehtuuri [29].

7.3. VERKKOVÄYLÄ

Verkkorakenteen perustoiminto ei tue jatkuvaa video- tai audiovirtaa. Toisaalta digitaaliset mediapalvelimet on suunniteltu korkeatasoiseen nopeaan tiedon siirtoon. Tarvitaan verkkojen ja tiedonsiirtopalveluiden parhaiden puolien yhteensovittamista, eli Internet- ja mediapalvelua nopeille verkoille.

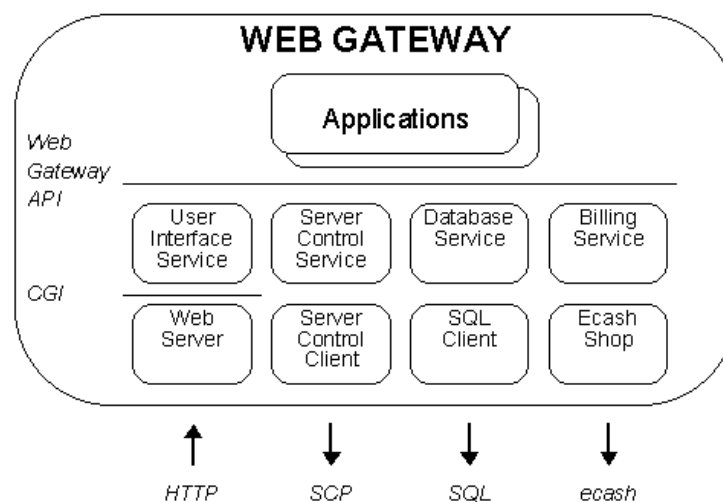
Web-teknologia käyttää sovellusväylää, jonka arkkitehtuuri sovittaa yhteen mediapalvelimen, tietokantapalvelimen ja elektronisen maksutavan. Tämän

järjestelmän vahvuutena ovat modulaarisuus, skaalattavuus ja avoimuus, jotka tukevat jatkuvaa mediajulkaisua Web-palvelimessa.



Kuva 7.8. Reaaliaikaisen multimediapalvelun väylä. Periaatteena sovellusmoduulit ja kommunikointiprotokollat [30]

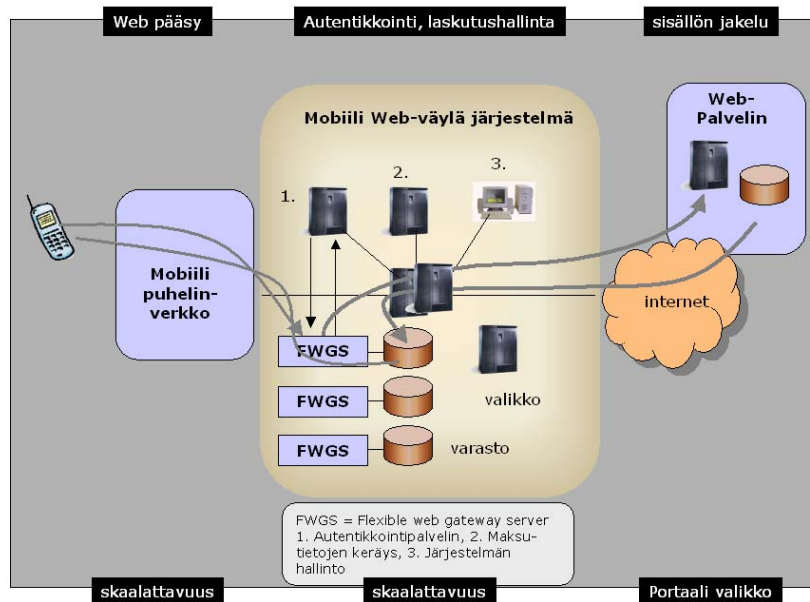
Kuten kuvassa 7.9. näkyy, väyläpalvelin (Gateway Server) lähettää kommentit mediapalvelimelle käyttäen tiettyä palvelimen kontrolliprotokollaa (SCP, Server Control Protocol). Mediapalvelin käyttää omaa client-server-protokollaa, räätälöityä Real Time Media Protocol:aa (RTMP). Tietokanta pohjautuu myös sovellustasoprotokollaan (Application level protocol). Väylän toiminnallisuus pohjautuu palvelinsovellukseen korkeatasoisen ohjelmointirajapinnan yläpuolella eli Web-väylällä (API) (kuva 7.8).



Kuva 7.9. Web-väylän sovellusarkkitehtuuri. Sovellukset on rakennettu korkeatasoisen ohjelmointirajapinnan ylläpuolelle (Web Gateway API) [30].

7.4. MOBIILIVÄYLÄ (MOBILE WEB GATEWAY)

Kuva 7.10. hahmottaa mobiiliväylän toimintaperiaatetta. Järjestelmä sisältää tilaajatietokannan, loppupalvelimen, joka sisältää laskutusinformaation kollektorin ja järjestelmähallinnan. Väylä tarjoaa mobiilikäyttäjille Internet-käytön toimintoja. Järjestelmä sisältää eston hallinnan-, portaalivalikko-, käyttäjäautentikointi- ja laskutusominaisuuksia jne [31].



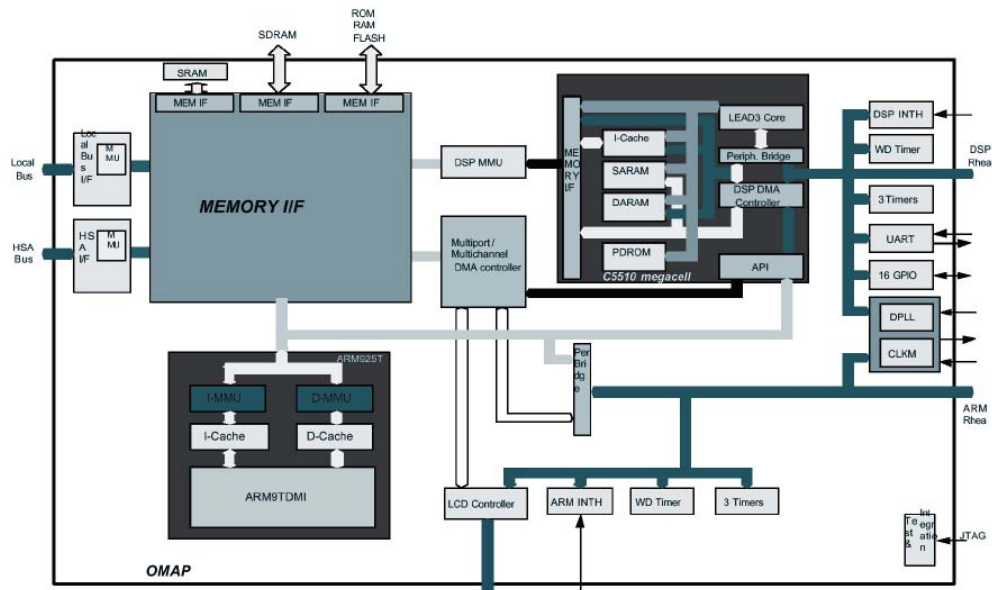
Kuva 7.10. Mobiili Webväylä. Internetiin pääsy mobiililiitynnän kautta. [31]

7.4.1. AVOIN MULTIMEDIASOVELLUS

Jokainen langaton laite sisältää kaksi olennainen osa: modeemin ja sovelluksen prosessointi- ja esitysjärjestelmän. Modeemi kommunikoi verkon kanssa lähettämällä ja vastaanottaen dataa langattoman verkon rajapinnan kautta. Sovelluskomponentti tarjoaa niitä funktioita, jota käyttäjä tarvitsee multimedia ohjelmassa. Ohjelma voi sisältää puhetta, ääntä, kuvareproduktion ja videoleikkeen tai faksi-, henkilökohtainen organisaattorifunktiot, pelin, sähköpostin, Internet-yhteyden ja muita mahdollisia ohjelmia. Sovelluskomponentti toimii myös rajapintana

tunnistamaan mm. puhetta (äänitunnistus), näppäimistöä sekä kirjaimia [32].

Nykyisillä taajuuksilla multimediaviesti vaatii raskaita signaalikomponentteja käsittelemään ääniä, videota, kuvaa ja tekstiä langattomalle asiakkaalle. Mobiilin päätelaitteen käyttäjä tarvitsee lisäksi ylimääräisen signaaliprosessin, jonka algoritmin tehtävänä on estää samanaikaisia häiriöitä ja kaikua perusfunktionaaliseen käyttöön kuten puhelimeen.

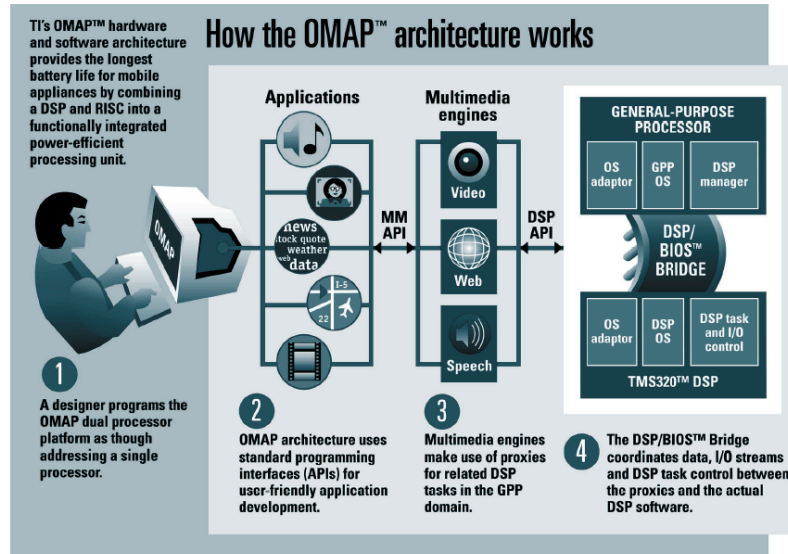


Kuva 7.11 OMAP-arkkitehtuuri [32]

Nykypäivän toisen sukupolven mobiililaitteessa modeemi käyttää DSP:tä (Digital Signal Processing) häiriön estäjänä. Sovellus sijaitsee GPP (General Purpose Processor) rajapinnan päällä, joka tarjoaa sovellustason signaaliprosessointia käyttäjä rajapinnalle ja yleisiä hallintafunktioita [32].

Kolmannen sukupolven mobiilipalvelut sisältävät lukuisia sovelluksia, jotka mahdollistavat laajakaistaisen tiedonsiirron. Nämä vaativat reaaliaikaista signaaliprosessointia sekä DSP:a että GPP:tä. Mutta signaalien määrän noustessa funktionaalinen rajapinta näiden signaaliprosessien välillä häviää. Täten DSP:sta tulee pääprosessori sekä moodemille ja sovellustasolle, vaikka se on optimoitu intensiiviselle signaalille. GPP taas ottaa sekundaarista roolia ja huolehtii järjestelmä hallinnasta, kommenttihallinnasta ja käyttäjän rajapintatoiminnasta. Avoin multimedia-sovellusarkkitehtuuri (OMAP, Open Multimedia Applications Platform) tarjoaa

kaksoisprosessia näiden kahden mobiilikomponentin välillä ja saumattomasti käyttää GPP:n ja DSP:n kykyä. Nokia, Ericsson, Sony, Handspring ja muut mobiililaitteiden tuottajat ovat soveltaneet OMAP laite- ja sovellusarkkitehtuuria [32].



kuva 7.12. OMAP-arkkitehtuurin toiminta [32].

OMAP-laite (kuva 7.11.) on suunniteltu maksimoimaan 3G laitteiden suorituskykyä vähimmällä teholla [32].

OMAP-arkkitehtuuri sisältää avoimen sovellusinfrastruktuurin, joka tukee ohjelmakehitystä ja tarjoaa dynaamisia päivitysmahdollisuuksia heterogeeniselle multiprosessorijärjestelmäsuunnittelulle. Tämä infrastruktuuri sisältää sovellusten kehitystä, joka tukee järjestelmäsuunnittelua ja API:a kohdejärjestelmälle (kuva 7.12).

OMAP-multiprosessoriarkkitehtuuri on suunniteltu optimoimaan raskaita mediasovelluksia kuten videota ja puhetta 3G-litteille. Tämän lisäksi tämä kaksoisprosessorijärjestelmä on edullinen ja vaatii alhaista prosessointitehoa [32].

7.4.2. MM7 RAJAPINTA

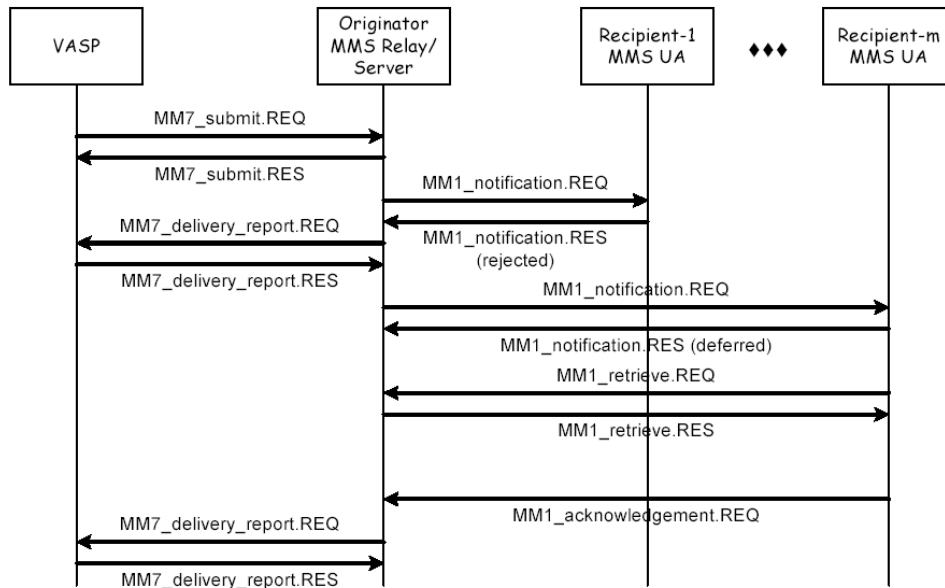
MM7 (Multimedia Message Release 7) sallii sisällön tuottajan (VASP, Value Added Service Provider) yhteydenottoa MMSC-keskuksen (Multimedia

Messaging Service Centre) saadakseen lähettää ja vastaanottaa käyttäjien viestiä osana palveluna. Esimerkiksi joku käyttäjä voi saada paikallisia uutisia multimediatekstinä tai haluaa saada paikallista sää- ja ruuhka tietoa [33].

MM7 on funktionaalisesti rikas ja se täyttää VASP:ien tarvetta tukemalla erityislaskutusjärjestelmiä, kehittyneellä autentikointitekniikalla ja transaktiohallinnalla.

Mobiiliviestinnässä on olemassa kolme tapaa käyttäjän ja sovelluksen välisessä vuorovaikutuksessa:

- **Ennakkotilaus ("Push"):** Käyttäjän ennakkotilauksen perusteella palvelun tarjoaja lähettää hänelle tilatut viestit määrätyyn aikaan mennessä (kellon ajan perusteella tai laukaistaan aika ajoon päivän tapahtumakuvia, uutisaiheita jne.).
- **On-Demand ("Pull"):** Käyttäjä lähettää viestin palvelukeskukselle (VAS, Value Added Service) ja vaatii tiettyä palvelua (esimerkiksi "Säätiedot" aiherivillä). VAS saa viestin, prosessoi sen ja lähettää uuden päivitetyn viestin tilaajalle.
- **Käyttäjältä VAS:lle:** Lähetetään viestiä käyttäjältä palvelun tuottajalle ilman mitään palveluvaatimuksia. Tämä voidaan käyttää silloin kun esimerkiksi käyttäjä haluaa lähettää ottamansa kuvan omaan henkilökohtaiseen kuvapankkiinsa (kuva 7.13).



Kuva 7.13. VASP-viestintäverta [32]

MM7 määriteltiin 3GPP (3rd Generation Partnership Project) standardiksi ja päätettiin toukokuussa 2002. Spesifikaatio määrittelee palvelun tuottajan ja multimediaviestintäkeskuksen (MMSC) välisen loogisen vuorovaikutuksen viestien lähettämisen ja vastaanottaa. Lisäksi spesifikaatio määrittää yksityiskohtaisesti tämän rajapinnan implementaatiota perustuen SOAP (Simple Object Access Protocol) 1.1. version [33].

8. TOTEUTUKSEN SUUNNITTELU

Multimediatietopankki verkossa -projekti tukee Riihimäen alueen IT-struktuuria kehittämällä uusia tuotantomalleja. Digitaaliseen muotoon saatettua kulttuuriperusteista materiaalia jalostetaan seudulliseen portaaliin. Multimediatietokannan suunnittelu edellyttää käsitteellisen multimediatietokannan suunnittelua. Vittal [35] korostaa neljää seikkaa multimediatietokannan suunnittelussa:

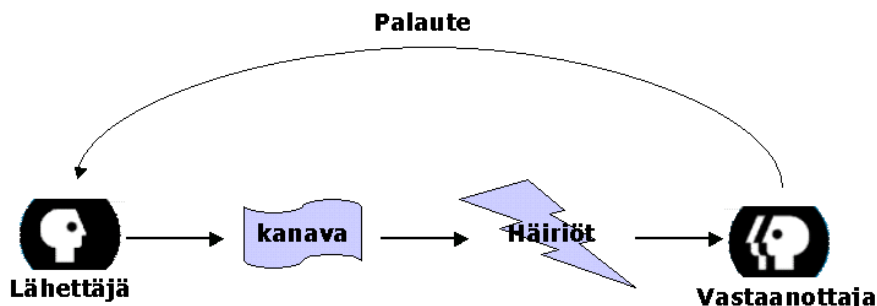
- i. Multimedian eri komponentit on tallennettava tietokantaan. Näitä komponentteja kutsutaan monomediaobjekteiksi ja niiden varastointirakenne on kriittinen onnistuneeseen performanssiin.
- ii. Multimedian esittely vaatii dokumenttien loogista rakennetta. Kaikki multimediatuotteet eivät esitä tarkkaa dokumenttirakennetta. On hyvin tärkeää esittää multimedian rakenne tarkasti sekä haulle että näytölle.
- iii. Multimediadokumenttien esitysmuodossa käsitellään monomediaobjektien välistä ulottavuutta ja väliaikaisia suhteita. Suhteet ovat tärkeä osatekijä esityksen onnistumiselle.
- iv. Järjestelmän toimimiseksi vaadittava meta- ja deskriptiivinen informaatio on determinoitu ja lajiteltu tietokannassa. Tietojen kysely ja saanti on tehty helpoksi [35].

On huomattava kuitenkin että tiedonhaku suhteessa multimediatietokannan sisältöön ei saa olla liian korostunutta. Tiedon syöttö ja -haku ovat multimediatietokannan rakentamisen kaksi tärkeintä tekijää.

Onnistuneen multimediatietopankin edellytyksenä on yllä mainittujen seikkojen lisäksi selkeä näkemys siitä, mitä halutaan sanoa. Viestintä on inhimillistä toimintaa, johon liittyvät asiat on hyvää huomioida etukäteen. Multimediatietopankin suunnittelussa voidaan soveltaa viestintäprosessia, josta on esitetty useita erilaisia teoreettisia malleja. Seuraavassa niitä tarkastellaan käytännön tilanteiden kautta [35].

8.1. VIESTINTÄTAPAHTUMA

Viestinnässä on kaksi osapuolta, jotka ovat viestin lähettäjä ja vastaanottaja. Viestin tapahtuma vaatii välineen tai kanavan, jota pitkin viesti välitetään. Viestitapahtumaan liittyy myös palautteen mahdollisuus, missä vastaanottaja reagoi viestiin (kuva 8.1).

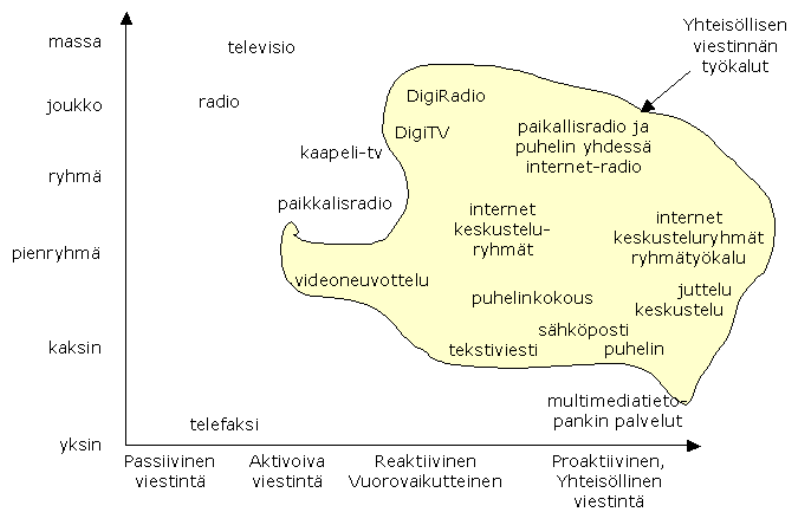


Kuva 8.1. Viestinnän tapahtuma kahden pisteen välillä.

Viestinnän ongelmana ovat erilaiset häiriöt, jotka vaikeuttavat viestin ymmärtämistä tai estävät sen vastaanottamista. Informaation siirtoon perustuva viestintä on perinteisesti jaettu kohde- ja joukkoviestintään. Digitaalitekniikkaa käyttävät laitteet ovat hämärtäneet jaottelua. Esimerkkeinä ovat matkapuhelimiin lähetettävä tekstiviestimainonta tai digitaalisen television mahdollistamat yhdelle ihmiselle suuntautuneet viestit. Multimediatietopankkiverkossa kulkee tekstiä, ääntä, kuvaa ja videota joko kahden keskeisenä viestintänä tai suurten joukkojen sisällä ja välillä. Tällöin voidaan puhua kokonaisvaltaisesta viestinnästä, jossa profiloinnin avulla on mahdollista muokata saadut viestit vastaanottajan tarpeen mukaan (kuva 8.2) [35, 17].

Perinteinen joukko- ja kohdeviestintä perustui informaation fyysikaalisen siirron antamiin aikaisempiin mahdollisuuksiin. Joukkoviestinnässä tieto koodattiin ja siirrettiin suurille joukoille joko sähköisesti tai fyysisesti. Kohdeviestinnässä koodattu informaatio siirrettiin kerrallaan yhdeltä yhdelle.

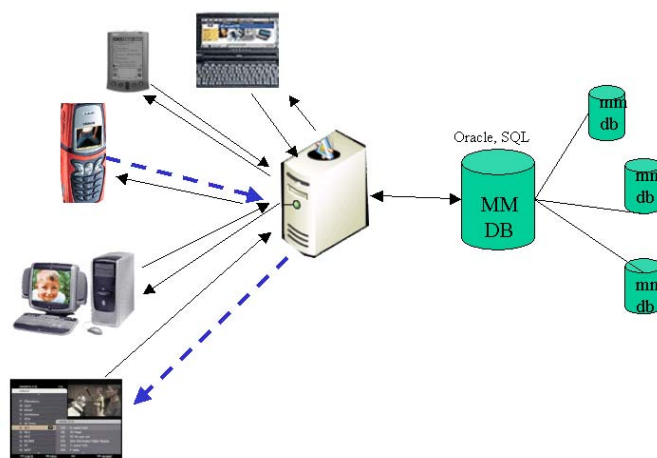
Multimediatietopankkiverkko antaa mahdollisuuden samanaikaiseen vuorovaikutukseen. Viestintä voidaan jakaa vuorovaikutuksen aktiivisuuden ja vuorovaikutukseen osallistuneiden määrään mukaan 1) yhdensuuntaiseen, joko passiiviseen tai aktiiviseen viestintään 2) vuorovaikutteiseen, reaktiiviseen viestintään ja 3) yhteisölliseen, proaktiiviseen eli aloitteelliseen viestintään [35].



kuva 8.2. multimediatietopankin tila viestinnässä [35].

8.2. YMPÄRISTÖLÄHTÖINEN VIESTINTÄ

Multimediatietopankki projekti koostuu useista eri työvaiheista, joihin osallistuu monia henkilöitä. Projektin tuotantoprosessi lähtee ympäristötekijöiden lähtökohdista ja tarpeista. Digitaalisuuteen perustuva kehitys näkyy käyttäjälle tietoverkkojen ja palvelujen läpinäkyvyytenä, mikä mahdollistaa multimediatelevisioiden: palvelut ovat riippumattomia päätelaitteista. Käyttäjä pystyy viestimään päätelaitteista toisiin, lähettämään vaikkapa kännykästään oman isoäitinsä televisioon kuvaan sekä kertomaan päivän kuulumiset. Myös sisällön tuottaja pystyy helposti toimittamaan omaa sisältöään useaan liityntäverkkoon yhtä aikaa. Kuva 8.3. esittää tätä tapahtuma.



kuva 8.3. Verkkojen läpinäkyvyys ja palvelujen päätelaiteriippumattomuus

Läpinäkyvät tietoverkot mahdollistavat palvelujen nopean ja joustavan levittämisen ympäri maailmaa, jolloin maantieteelliset rajat murtuvat. Globalisoituminen näkyy multimediatietopankin yhteydessä usealla tasolla. Makroympäristötasolla verkosto on näkyvässä maailmanlaajuisesti, minkä vuoksi projektimallille avautuu globaalinen markkina-alue. Tässä tilanteessa on mahdollista saada uusia yhteisökumppaneita uusilla konsepteilla.

8.3. DIGITAALINEN VIESTINTÄ

Digitaalinen media tai *uusi media* on määritelty tähän asti lähinnä käänteisesti. Se on jotain, mikä eroaa perinteiseksi katsotusta mediasta, joukkoviestinnästä. Digitaalisen median keskeisiin väline on tietokone, joka mahdollistaa digitaalisen informaation muokkauksen ja välityksen sekä erilaisten toimintojen (kuten ihmistyön, hyvin rajoitetusti ajattelun) ohjelmoidun automatisoinnin. Kun tietokone kytketään tietoverkkoon, palveluiden ja käyttäjien kanssa voidaan olla reaaliaikaisesti kaksisuuntaisessa vuorovaikutuksessa. Digitaalinen media on synnyttänyt ilmiöitä, joiden olemassaolo ei olisi mahdollista perinteisessä muodossa tai niiden ilmenemismuoto olisi kokonaan toinen. Tällaisia ovat esimerkiksi vuorovaikutus, navigointi kyberavaruudessa, visuaalinen viestintä, virtuaalinen identiteetti, virtuaaliyhteisöt ja -ympäristöt sekä agentit.

Informaation käsittelyssä digitaalisuuden ominaisuuksia ovat mm. moukkattavuus, tallennus, monistus sekä jakelu. Nämä ominaisuudet kuuluvat periaatteessa perinteiseen mediaan. Digitaalisuus tuo ne kuitenkin arkipäiväisesti jokaisen ulottaville ja toisaalta ne vaikuttavat rakenteellisesti perinteisen yhteiskunnan toimintoihin. Lev Manovich [36] on tiivistänyt digitaalisen median ominaisuuksia 1. numeeriseen esitykseen, 2. modulaarisuuteen, 3. automatisointiin, 4. säädettävyyteen ja 5. koodinvaihtoon.

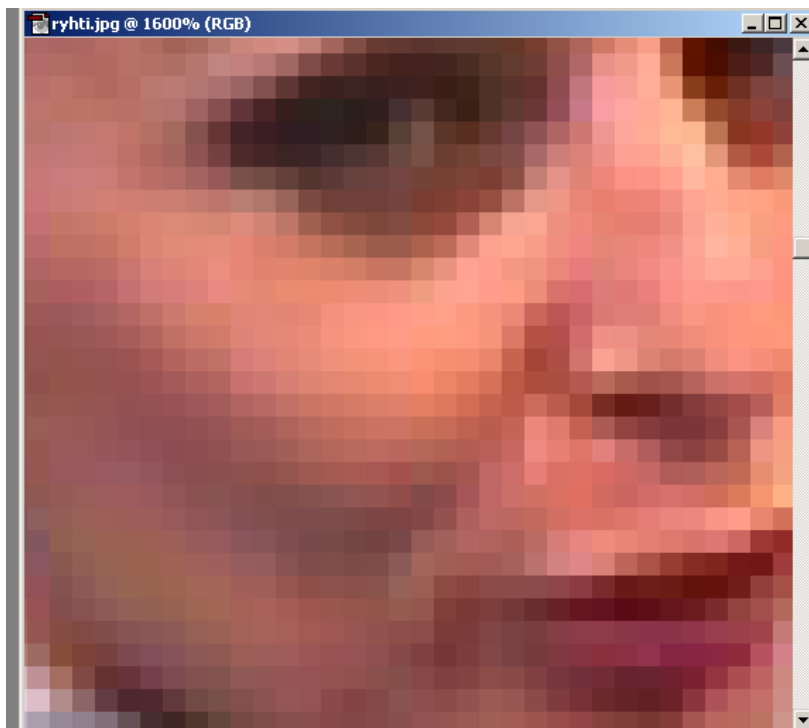
8.3.1. NUMEERINEN ESITYS

Manovichin mukaan [36] kaikki digitaalisen median objektit on kirjoitettu digitaalisilla koodeilla, jotka ovat numeerisia esityksiä. Tästä tosiasiaista on kaksi seurausta:

1. Digitaalisen median objektia voi kuvailla numeerisesti. Esimerkiksi kuva tai varjo voidaan esittää matemaattisena funktiona.

2. Digitaalisen median objekti on algoritmisesti manipuloitavissa. Esimerkiksi tieto algoritmia käyttämällä voidaan helposti poistaa kuvien kohinaa, parantaa niiden kontrastia, hioa varioiden reunoja tai muuttaa niiden rakennetta. Toisin sanoen mediasta tulee ohjelmoitava.

Käsiteltäessä digitaalisen median objektia tietokoneella se muuttuu numeeriseksi muodoksi. Mutta usein digitaalisen median objekteja on konvertoitu perinteisestä mediasta. Digitaalisessa mediassa oletetaan tiedon olevan tyypillisesti jatkuvaa, jonka akselit tai ulottavuudet on mitattu ja jolla ei ole näennäistä jakamatonta [36]. Jatkuvan tiedon konvertointia numeeriseen esitykseen kutsutaan *digitoinniksi*. Digitointi sisältää kaksi askelta: poiminnan ja kvantisoinnin. Ensiksi tieto on poimittu, useasti aikajaksoittain, kuten digitaalisesti esittäväksi poimitun kuvan bittiruudut. Poimimisen tiheyttä kutsutaan resoluutioksi. Poimiminen kääntää jatkuvaa tietoa diskreetiksi tiedoksi, joka on selvästi erottavaa tietoa kuten ihmiset, kirjan sivut, pikselit jne. Toiseksi tieto on kvantisoitu niin että, sille on annettu kunkin kuvan kohdalle numeerista arvoa (esim. 0 – 256) 8-bittisessä harmaasävykuvassa (kuva 8.4).

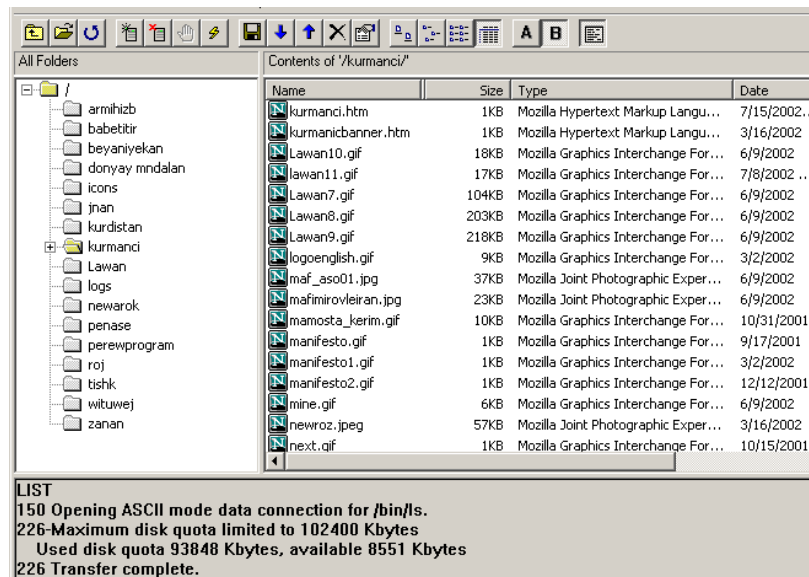


Kuva 8.4. Esimerkki kuva erittää kuvien eri pikseleitä. Kuvan resoluutio ilmaistaan pikseliä/tuuma.

8.3.2. MODULAARISUUS

Tätä ominaisuutta voidaan kutsua digitaalisen median fraktaaliosaksi. Samalla kun fraktaali on muodostunut erilaisista sävystä, digitaalinen median objekti on alusta loppuun muodostunut moduuleista. Mediaelementit (ääni, kuva, video, jne.) ovat diskreettien kooste. Nämä elementit muodostavat laajan skaalan objekteja mutta samalla säilyttävät oman identiteettinsä. Objektit voidaan kombinoida muiden objektien kanssa niiden menettämättä itsenäisyyttään. Esimerkiksi Macromedia Directorilla tehty multimedia voi sisältää tuhansia QuickTime videoita, kuvia ja ääniä, jotka on tallennettu erikseen ja luotu ajoikaan. Koska elementit on tallennettu erikseen, voidaan niitä käsitellä muutamatta Director-videota.

WWW on kokonaisuudessaan modulaarinen. Se sisältää lukuisia Internet sivuja, jotka sisältävät lukuisia mediaelementtejä. Websivujen elementtien erillinen saanti on aina mahdollista (kuva 8.5).



Kuva 8.5. Websivu on moduulinen kooste eri tiedostoista.

Fraktaalimetaphoran lisäksi on mahdollista verrata digitaalisen median modulaarisuutta tietokoneohjelmoinnin kanssa. Rakenteellinen tietokoneohjelmointi muodostuu pienistä proseduuriesta, jotka yhdessä muodostavat laajempia ohjelmia. Useat digitaalisen median objekteista ovat tietokoneohjelmia, jotka seuraavat rakenteellisen ohjelmoinnin tyyliä. Esimerkiksi suurin osa Macromedia Directorilla tehdyistä ohjelmista on

tehty Lingo-kielellä. Lingo-ohjelma tarjoaa skriptejä, joiden avulla voidaan kontrolloida usein käytettyjä multimediaobjekteja kuten navigointipainikkeita. Multimediaobjektien osia on mahdollista käsitellä muutamatta niiden rakennetta. Tällä ominaisuudella on myös omat rajansa: kun tietty osa ohjelmasta on poistettu se ei enää toimi. Mutta verrattaessa perinteiseen mediaan, digitaalimedian osien poisottaminen ei muuta sitä tarkoituksettomaksi. Esimerkiksi HTML dokumentti on syntynyt useista HTML-lauseista, joten on hyvin helppoa lisätä uusia lauseita, poistaa tai muuttaa niitä [36].

8.3.3. AUTOMATISOINTI

Digitaalisen median numeerinen esitys (ominaisuus 1) ja sen modulaarinen rakenne (ominaisuus 2) mahdollistavat monien toimenpiteiden automatisoinnin.

Seuraavassa on muutama matalatasoautomatisoinnin esimerkki, joiden avulla käyttäjä voi hioa mediaobjekteja yksinkertaisilla algoritmeilla ja saada haluamansa muutokset automaattisesti. Nämä ominaisuudet on niin hyvin rakennettu, että ne ovat tarjolla lähes kaikissa kaupallisissa kuvan-, 3-D-, tekstin- ja graafisissa käsittelyohjelmissa. Ne ovat tarjolla myös kuvankäsittelyohjelmien filttarien kanssa, jotka muuttamalla esim. värisävyä tai kuvan variaatiota muuttavat automaattisesti kuvan ominaisuuksia. Tekstinkäsittelyohjelman ja websivujen käsittelyohjelmien kanssa tulee *agentteja*, jotka automaattisesti luovat uusia layouteja dokumenteille. Myös monet websivujen generointi tapahtuu automaattisesti käyttäjän koneesta keräämällä tietoja tietokannasta ja muotoilemalla niitä käyttäen yleisiä malleja ja skriptejä.

Suunnitteilla olevan semanttisen webin tarkoituksena on kehittää korkeatasoinen automatisointi, jonka tehtävänä on ymmärtää käyttäjän ilmaisemia viestejä ja tulkita niitä käyttäjälle. Semanttisen webin tarjoamat algoritmit mahdollistavat käyttäjien ja palvelujen tarjoamisen entistä monipuolisemmin.

Internet laajana hajautettuna tietokantana, joka sisältää runsaasti tietoa kiteyttää tietoyhteiskunnan perusteita. Yksi tapaa tähän on ollut agentti ohjelmien kehitys, joiden tehtävä on ollut automatisoida relevanttien tietojen etsimistä. Jotkut agenteista toimivat filttereinä välittämällä pienen

määrän saadusta informaatiosta. Toisten avulla käytännössä on mahdollista syventää sisältöhakua ja valintoja.

Vaikka automaattinen mediaan pääsy tuli liikkuvan kuvan seurauksena loogiseksi prosessiksi, digitaalisen median kehityksen yhteydessä tietoyhteiskunnan toisessa vaiheessa mediaobjektien saanti ja uudelleen käyttäminen on yhtä tärkeää kuin niiden luominen [36].

8.3.4. SÄÄDETTÄVYYS

Digitaalisen median objekti ei ole vakio muotoinen kaikille, vaan se voi olla tarjolla käyttäjille lukemattomissa versioissa. Tämän on yksi mediaobjektin numeerisen esityksen ja modulaarisuus ominaisuuden tuloksista.

Säädettävyydestä on tullut digitaalinen median vahvuus. Yhden masterikopion sijaan digitaalimedian objekti mahdollistaa vaihtoehtoisia versioita. Lisäksi sen sijaan, että työ olisi tehty kokonaan ihmisvoimin sitä kootaan automaattisesti tietokoneella. Esimerkiksi websivujen päivitykset on mahdollista tehdä tietokannasta käyttäen suunnittelijoiden mallisivuja.

Käytännössä digitaalisen median säädettävyyttä voidaan tiivistää seuraavasti:

1. Mediaelementit on tallennettu *mediatietokantaan*. Lukuisia mediaobjekteja on tallennettu loppukäyttäjää varten eri resoluutiossa tietokantaan, josta ne on generoitavissa joko ennen hakua tai sen jälkeen.
2. Sisältöjen tason erottaminen *datan* ja käyttöliittymän välillä on mahdollista. Voidaan siis rakentaa samalle informaatiolle erilaisia käyttöliittymiä. Digitaalisen median objekti voidaan käyttää multimediatietopankin erilaisissa käyttöliittymissä.
3. Multimediatietopankin personointi on mahdollista automaattisesti keräämällä käyttäjien ja heidän päätelaitteittensa tietoja.
4. Personointiin liittyvä käytännön esimerkki on myös tietopankin sisällön haarautuminen. Kun käyttäjä valitsee multimediasisällöstä

jonkin objektin, ohjelma tarjoaa erilaisia vaihtoehtoja, joista hän valitsee haluamansa.

5. Hypermedia on myös yksi digitaalisen median rakenteista (ks. 5.4.1).
6. Jaksottainen digitaalisen median objektien päivitys mahdollistaa multimediatietopankin ajankohtaisuuden ja kiinnostavuuden.
7. Digitaalinen media kykenee esittämään erikokoisia vaihtoehtoja samasta objektista (skaalattavuus).

Digitaalisessa mediassa on mahdollista myös luoda samasta objektista erilaisia versioita, jotka eroavat huomattavasti toisistaan.

8.3.5. TRANKODAAUS

Transkoodaus tarkoittaa jonkun objektin muunnosta toiseen formaattiin. Mutta koska digitaalinen media on tietokonepohjainen, joka on luotu, tallennettu ja jaettavissa digitaalisesti sen logiikka tulee vaikuttamaan perinteisen median logiikkaa. Joten voidaan odottaa, että tietokone vaikuttaa kulttuuriin.

Manovichin mielestä digitaalisessa mediassa voidaan nähdä kaksi erillistä tasoa: kulttuurinen taso ja tietokonetaso. Transkoodaus mahdollistaa kulttuurien ja tietokonejärjestelmien monitasoiset suhteet. Esimerkiksi käyttöliittymän muuntaminen vaikuttaa hypermedian suunnitteluun. Ihmiset, jotka rakentavat digitaalista tietopankkia käyttävät eri prosessia kuin ihmiset, jotka ottavat talteen organisaation raaka-materiaalia. Ohjelmoijat saattavat rakentaa käyttöliittymää, joka on hahmoteltu kulttuuristen objektien pohjalta.

Digitaalisen median logiikka sopii post-teollisuusyhteiskuntaan, joka arvostaa yksilöllisyyttä yhdenmukaisesti, missä voidaan rakentaa oma henkilökohtaisen elämän tyyliä ja valita oma ideologia monista vaihtoehtoista [36].

9. MULTIMEDIATIETOPANKIN TUOTANTO

Multimediatietopankki verkossa tarjoaa monipuoliset mahdollisuudet toteuttaa mitä erilaisimpia visuaalisesti näyttäviä ja teknisesti monimutkaisia ratkaisuja. Projektin suunnittelussa viestin perille meno on ollut ensisijainen tavoite. Tässä projektissa kaikkia tietokannan tarjoamia mahdollisuuksia ei ole tarkoituksenmukaista käyttää. Tässä työssä viestintä tehdään muille ja käytettävät keinot valitaan projektin sisällön tuottajien sekä asiakkaiden tarpeiden ja mahdollisuuksien perusteella.

Tässä luvussa käsitellään tarkemmin multimediatietopankin tuotantoprosessia ja siihen liittyviä asioita.

9.1. TYÖRYHMÄ

Multimediatietopankin työryhmä muotoutuu projektin vaatimusten mukaan erilaisiin osatehtäviin. Projektin johdon apuna toimii kaksi assistenttina, jotka vastaavat sisällön tuotannon käsikirjoituksesta sekä teknillisestä määrittelemisestä. Sisällön tuottajan tehtävänä on myös toimia AD:nä (Art Director), joka vastaa teoksen tyyliin vaikuttavista asioista. Projektissa on myös mukana mediasuunnittelijoita, jotka suunnittelevat ja valmistavat mediaelementtejä. Mediasuunnittelijat ovat erikoistuneet mm. www-suunnitteluun, tietokantasuunnitteluun, mobiilisovelluksen suunnitteluun sekä 3D-animaatioihin.

9.2. SUUNNITTELUVAIHE

Multimediatietopankin suunnittelussa ensimmäisiä asioita ovat projektisuunnitelma, konseptisuunnitelma ja teknisen rakenteen määrittely. Suunnitelmassa kuvataan kaikki multimediatietopankin työnkulun pääjuonteet, perustoiminnot ja asiakokonaisuudet. Seuraavissa luvissa esitetään yksityiskohtaisemmin projektin teknisiä ratkaisuja. Projektissa on pyritty huolelliseen suunnitteluun, johon on varattu suurin osa tuotteelle varatusta aikataulusta. Multimediatietopankin lähtökohtana on valmistaa minimediavastaanottimessa toimiva demo [4, 17].

Multimediatietopankin suunnittelun ja rakentamisen jokaiseen vaiheeseen liittyy oma dokumentaationsa ja muut jakson lopputuotteet, jotka on muutettavissa muutoshallinnan ohjauksessa.

Projektin nykyisen vaiheen dokumentit ovat seuraavat:

- Synopsis
- Asiakäsikirjoitus
- Rakennesuunnitelma
- Käyttöliittymäsuunnitelma
- Tuotantosuunnitelma
- Tuotantokäsikirjoitus
- Budjetti
- Aikataulut
- Sopimukset

9.3. MATERIAALIN TUOTANTO

Miten paljon jo olemassa olevaa materiaalia voidaan multimediatietopankin tuottamisessa hyödyntää, riippuu paljon rakennettavasta tuotteesta sekä sen käyttökohteesta. Multimediatauotteen materiaalin formaatin lisäksi verkkomaailman kulttuuri ja sisällöntuotannolliset seikat vaikuttavat materiaalin valintaan. Jos verkkomultimedia rakennetaan suoraan olemassa olevien paperimateriaalien sekä videoiden ja kuvien mukaisesti, tällöin mediaesityksen lisäarvo perinteisiin välineisiin nähden pienenee, eikä se erityisemmin houkuttele käyttäjiä ja sen käyttöikä jää lyhyeksi [37].

Tiedon ajankohtaisuus, yhdistäminen, sen saannin nopeus ja täsmällisyys ovat verkkomultimediatietopankin lisäarvoja verrattuna perinteiseen off-line multimediaan.

Multimediatietopankin tuotannossa käytettyjen materiaalien oikeudet tulee tarkistaa systemaattisesti. Sellaisen materiaalin käyttö, jonka käyttöoikeuksia ei ole varmennettu, voi johtaa ennakoimattomiin jälkilaskuihin [37].

Materiaalin kartoituksessa kerätään, jäsennetään ja luetteloidaan jo olemassa oleva materiaali. Tehdään suunnitelma itse tuotettavasta uudesta ja myös mahdollisesta ulkopuolelta hankittavasta materiaalista. Esimerkiksi tuotantoon hyväksyttävien valokuvien valikoinnin järjestäminen ja luettelointi on melkoinen projekti, jossa tarvitaan kokonaisuuden hahmottamista ja tajua siitä, millainen materiaali toimii multimediaesityksessä. Sama pätee kaikkeen multimediatuotannon

materiaaliin. Seuraavassa esitellään multimediatuotannon vaatimia materiaalimuotoja.

9.3.1. TEKSTI

Teksti on yksi multimediatietopankin peruselementeistä. Digitaalisen tekstin etuna muihin mediaelementteihin verrattaessa on pieni tiedostokoko ja vähäinen kaistanleveyden tarve siirroissa. Tämä tekee tekstistä käyttökelpoisen mediaelementin kaikissa multimediatietopankkivälineissä ja -sovelluksissa.

Multimediatietopankki mahdollistaa laajojenkin tekstikokonaisuuksien käytön. Tekstin kirjoittaminen multimediatietopankkiympäristöön eroaa kuitenkin paperilla julkaistavaksi tarkoitetusta tekstistä. Verkossa olevan tekstin näytöltä lukeminen on hitaampaa kuin paperilta. Tekstin lukemista näytöltä helpottavat mm. seuraavat asiat:

- lyhyet kappaleet
- selkeät ja lyhyet lauseet
- selkeä otsikoiden käyttö
- luetteloiden käyttö [17].

Mobiilikäyttöön tarkoitetun tekstin täytyy olla lyhyttä ja ytimekästä. Liian pitkät, usealle riville jakautuneita lauseita on vaikea hahmottaa.

9.3.2. KUVAT

Tietokoneen näytönohjain muodostaa näytölle kuvan kuvapisteistä eli pikseleistä (Picture Element, pxel). Jokaisella pikselillä on oma väriarvonsa. Värit muodostetaan RGB-värijärjestelmän mukaisesti. RGB-järjestelmässä värit muodostuvat kolmesta pääväristä, jotka ovat punainen (Red), vihreä (Green) ja sininen (Blue). Värijärjestelmää kutsutaan *additiiviseksi* eli *lisääväksi värijärjestelmäksi*.

Kaikki tietokonenäytöt, televisiot ja videoprojektorit käyttävät RGB-järjestelmää värien esittämisessä. Näytöllä olevien pikselien väri muodostuu kolmesta RGB-arvosta. Jokainen pääväri voi saada oman lukuarvonsa välillä 0 – 255 (taulukko 9.1).

	Red	Green	Blue
Valkoinen	255	255	255
Musta	0	0	0
Sininen	0	0	255
Vihreä	0	255	0
Punainen	255	0	0

Taulukko 9.1. Värien RGB-arvot

Kuvamuotoja on useita kymmeniä erilaisia. Seuraavassa on luettelo yleisimmistä multimediatietopankin kannalta tärkeistä pikselikuvien (bittikarta) ja viivapiirrosten (vektorikuvan) määrittelyistä:

AVI Audio Visual Interleaved data, Microsoft AVI, Audio-video. Värimäärä 16 miljoonaa. (24 bittiä) RIFFin mukaan, pakkaustapa RLE RIGGIN mukaan.

BMB (.bmb)BitMap, versioita: Microsoft BMB ja OS/2 BMB bittikartta. Värimäärä 1, 16, 256 ja 16 milj. (24 bittiä), Pakkaustapa RLE (Run-Lenght Encoding). Tämä pienentää tiedoston kokoa kiintolevyllä. RLE on häviötön pakkausmenetelmä, joka ei hävitä kuvainformaatiota. WBMB (.wbmb) on yhteensopiva multimedian kännykkä- ja WAP-ympäristöissä.

GIF (.gif)Graphics Interchange Format, Bittikartta, värimäärä 1 – 256. Se sopii parhaiten piirretyille kuville, kuten logoille, teksteille tai kaavioille. GIF-tiedoston värien määrä on rajoitettu 256 väriin, minkä vuoksi 24-bittinen kuva muutetaan ennen tallennusta Indexed Color-tilaan. Sen värisyvyys ei useinkaan riittä valokuville, joten kuville kannattaa käyttää JPEG-tiedostomuotoa.

GIF tiedostomuodosta on olemassa kaksi versiota: GIF87 ja GIF89a. Jälkimmäisessä on kolme ominaisuutta: 1. Yhteen tiedostoon voidaan tallentaa useita kuvia, eli voimme tehdä GIF-animaatiokuvia. 2. Yksi väri on mahdollista määrittää läpinäkyväksi, jolloin WWW-sivun taustavärit näkyvät läpi. 3. Kolmas ominaisuus on interlaced, jolla määritellään kuvan piirtyminen näytölle vaiheittain. GIF-tiedostojen pakkaustapa

- on LWZ (Lempel-Ziw_Welch).
- JPEG** (.jpg, jpe) Joint Photographic Experts Group, on yleisin kuvatiedostojen pakkaustapa. JPEG pakkaustapana käytetään JPEG DCT:iä (Discrete Cosine Transform). JPEG on häviöllinen pakkausmenetelmä. Informaation häviämisen määrään vaikuttaa kompressiosuhde, joka valitaan kuvan käsittelyohjelmassa kuvaa tallentaessa. Mitä enemmän tiedostoa pakataan, sitä vähemmän se vie tilaa levyllä, mutta samalla kuvan laatu heikkenee.
- JPEG-kuvissa ei ole värisyvyyden rajoituksia, joten JPEG soveltuu parhaiten valokuville.
- JPEG-tiedostoon ei voida tallentaa läpinäkyvää väriä, mutta kuva voidaan tallentaa lomitettuna. Toisin sanoen se tallennetaan progressiiviseksi.
- PNG** (.png) Portable Network Graphics Format, joka lausutaan ping. On ollut GIF-tiedostomuodon ilmaisena vaihtoehtona. GIF-formaatti käyttää Unisysin patentoimaa LWZ-pakkausta, jonka käytöstä kaupallisissa ohjelmissa on maksettava lisenssimaksu. PNG-tiedostonoudossa tällaista lisenssimaksua ei ole.
- PNG:n pakkaus on häviötön, ja se tukee indeksoituja värikuvia 256 väriin asti. 16-bittisiä harmaasävykuvia sekä täysivärikuvia 48 bittiin asti. PNG-tiedostomuoto ei ole toistaiseksi kovin yleinen. Vanhat selaimet eivät osaa käsitellä sitä. Selainten 4.x-versiot osaavat näyttää PNG-kuvia.
- TIFF** (.tiff) Tagged Image File Format, on Alduksen kehittämä tiedostomuoto, jonka nykyisin omistavat Adobe ja Microsoft. Alkuaikoina se ei sisältänyt pakkausta, mutta versiosta 6.0 lähtien Tiff-moudossa on ollut mukana Unisysin LWZ-pakkaus. Vaikka LWZ-pakkauksen käytöstä kaupallisissa ohjelmissa on maksettava Unisysille lisenssimaksu, on TIFF-formaatista tullut yksi yleisimmin käytetyistä formaateista. Se tukee 32-bittisiä kuvia ja ns. *rajaavia reittejä* (clipping path), joita käytetään kuvassa olevan kohteen irrottamiseen taustasta.
- EPS** (**.eps**) Encapsulated PostScript) on monien verkkografiikkaohjelmien ja PostScript tulostimien hyväksymä tiedostomuoto. Se koostuu kahdesta osasta: 1) PostScript kielinen versio grafiikasta, jonka ensimerkiksi taitto-ohjelma lähettää tulostimelle ja 2) esikatselukuva, jonka ohjelma

näyttää näytöllä. Nämä ominaisuudet ovat kytketty saman tiedoston sisään ja ne näkyvät yhtenä tiedostona käyttäjälle. TIFF-tiedostomuodon tavoin EPS-tiedostomuoto tukee rajaavia reittejä (clipping path), joiden avulla kuvassa oleva kohde voidaan irrottaa taustastaan.

PDF **(.pdf)** Portable Document Format, on Adoben kehittämä järjestelmä. PDF-dokumentti voidaan avata kaikissa tietokoneissa ja käyttöjärjestelmissä ilman dokumentin luontiin käytettyä ohjelmaa tai kirjasimia. Dokumentti luetaan ilmaisella Acrobat Reader-ohjelmalla. PDF perustuu PostScript-sivukuvauskieleen, joten se on suositeltava tapa raskaisiin materiaaleihin. Formaatti on erityisen hyödyllinen tallennettaessa useampia kuvia ja tekstiä sisältäviä dokumentteja, jotka halutaan mahdollisimman monen käyttäjän ulottuville. PDF käyttää kuvien pakkauksen JPEG-menetelmää, joten tiedostoista saadaan myös pienikokoisia lisäämällä kompressointia.

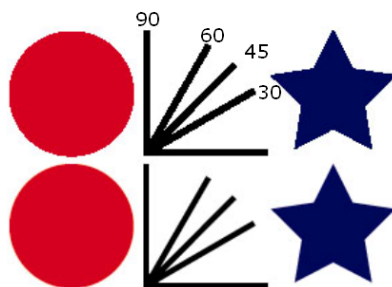
SVG **(.svg)** Scalable Vector Graphics, vektorikuva, bittikartta ja teksti. SVG perustuu XML-kuvaukseen. Värimäärä on 16 milj. (24 bittiä). SVG on perusmuodossa ja pakkaamaton.

MPEG **(.mpeg)** Motion Picture Experts Group, Audio-video. MPEG soveltuu output-formaatiksi verkotettuihin interaktiivisiin ja reaaliaikaisiin multimediasovelluksiin ja palveluihin. Värimäärä on 16 milj. (24 bittiä). Pakkaustapana on DCT (Discrete Cosine Transform) ja blokkimenetelmä, jossa on liikekorjaus. Aiheesta lisää videokappaleessa.

QuickTime **(.mv)** QuickTime Movie Resource Format, Apple QuickTime Audio-video. Värimäärä on 16 milj. (24 bittiä). Pakkaustapoina ovat RLE, JPEG ja muita.

9.3.2.1 RESOLUUTIO

Erottelukkuudella tarkoitetaan eri pikselien kykyä erotella yksityiskohtia. Mitä enemmän kuvassa on pikseleitä, sitä paremmin yksityiskohdat erottuvat. Pikselien lukumäärän avulla ilmaistaan näyttöpäätteiden suurin mahdollinen kuvakoko. Multimediatietopankin jakelukanavat haastavat tuotantoprosessin ottamaan huomioon eri medioiden näyttöresoluutiot.



Kuva 9.1. Alias- (yläkuva) ja antialias kuvien ero. Keskikuvien suorakulmat eivät tarvitse aliasointia mutta 45-asteiset kulmat tarvitsevat.

Näkyvaikutelmassa kuvapisteet ja värit pystyvät täydentämään toisiaan. Usealla miljoonalla värillä esitetyssä kuvassa sävyjen määrä auttaa yhtenäisten hahmojen muodostamisessa. 16 väriä näyttävällä kuvapinnalla vino viivoitus näkyy samalla lailla sahalaitaisena kuin mosaiikissa. Monilla väreillä voidaan viivaa varjostaa ja pehmentää (antialias), jolloin näköaisti pyrkii muodostamaan viivahahmosta jatkumon [4].

Laite	Näyttö
Nokia 3310	Valaistu Grafikkanäyttö, resoluutio 48 x 48 pikseliä
Nokia 6310	Resoluutio: 65 x 96
PDA	Värimäärä: 32000 Resoluutio: 2400 X 2400 pikseliä
Pentium III, PC näyttö 19"	Värimäärä: 16 milj. Resoluutio: 1280 x 1024
Kannettava PC, näyttö 14"	Värimäärä: 16 milj. Resoluutio: 1280 x 1024
Samsungin kaksituumainen UFB-LCD-näyttö	Värimäärä: 65000 Resoluutio: 128 x 160
Benefon Esc!	Resoluutio: 100 X 160
Nokia 7650	Näyttö resoluutio: 176 X 206 Kuvaus resoluutio: VGA, 640 x 480
Trium Mondo	Resoluutio: 240 x 320
Sony CLIE PEG-NR70V [PDA]	Resoluutio: 320 x 480
Dual LCD Folder SGH-A200/A288	Resoluutio: 128 X 64
Toshiba Pocket PC e310 [PDA]	Resoluutio: 240 x 320
SIEMENS IC35	Resoluutio: 240 x 160 yksi värinen
Pocket PC 2002 Phone	Resolution: 240 x 320
Nokia 9200	Näyttö: 4096 väriä
Nokia 3590, Nokia 3585	monovärinen, 96 x 65

Taulukko 9.2. Päätelaitteiden värimäärä ja resoluutio.

Antialias tarkoittaa menetelmää, jossa sahalaitaisen viivan reunoja pehmennetään harmaasävyllä (kuva 9.1) . Kuvan asteluvut ilmoittavat viivaparin piirtokulman. Toinen on antialias-käsittely ja toinen on piirretty suoraan pikseliviivana. 45 ja 90 asteiset linjat piirtyvät aina puhtaasti. Noin 13 asteen kulma vaatii antialiasoinnin [4].

Käytön ja käyttöliittymäsuunnittelun kannalta ideaalisessa päätelaitteessa on rajattomasti näyttötilaa, suuri värikuvan näyttömahdollisuus, nopea muisti sekä rajaton tiedonsiirtonopeus ja suuri prosessoriteho [38]. Multimediataietopankin käyttöliittymän teossa vaikuttavia seikkoja värin ja resoluution näkökulmasta on esitetty taulukossa 9.2, jossa erilaisten päätelaitteiden värimäärää ja resoluutiota on vertailtu.

9.3.2.2. TILAN TARVE

Paperilla tai filmillä oleva kuva voidaan muuttaa digitaaliseen muotoon kuvanlukijalla, joka jakaa kuvan vaakasuoriksi viivoiksi. Jokainen viiva jakautuu vielä yksittäisiin pisteisiin. Pisteiden määrä ilmoitetaan dpi-arvolla (dots per inch). Tarkkuutta ilmaistaan myös ppi-avolla (picture elements per inch). Tasokuvanlukijan tarkkuus vaihtelee 200 – 2000 ppi, 8 bit/väri. Diaskannerilla päästään 3000 ppi:iin 12 bit/väri ja rumpuskannerilla jopa 8000 ppi:iin, 8 – 14 bit/väri. Digitaalisella kameralla kuvat saadaan automaattisesti digitaaliseen muotoon. Digitaalisten kameroiden resoluutio vaihtelee. Näppäilykameroiden tarkkuus voi tällä hetkellä olla 2 milj. pikseliä. Laatukameroiden tarkkuus voi olla 5 – 6 milj. pikseliä. Stillskannaavat studiokamerat pääsevät jopa 6,9 milj. pikseliin [39].

Kuvatiedoston koko saadaan laskemalla seuraavasta kaavasta:

$$B = \frac{w \times h \times b_c}{a_c}$$

Missä:

B = koko (tavu)

w = leveys (pix)

h = korkeus (pix)

b_c = bittisyvyys

a_c = kanavanleveys

Kuvan bittisyvyys ilmoittaa, kuinka paljon sävyinformaatiota kuvassa on:

1-bit = 2 sävyä	6-bit = 64 sävyä
2-bit = 4 sävyä	7-bit = 128 sävyä
3-bit = 8 sävyä	8-bit = 256 sävyä
4-bit = 16 sävyä	16-bit = 65536 sävyä
5-bit = 32 sävyä	24-bit = 16777216 sävyä

Taulukko 9.3. kuvasävyinformaatio

Yhden kuvapisteen tarvitsema muistimäärä riippuu siitä, kuinka monta väriä (sävyä) halutaan samanaikaisesti esittää. Kuten edellisessä kappaleessa on esitetty, RGB-muodossa yksi kuvapiste saa kolme arvoa. Jos värikomponentille on varattu tilaa kahdeksan bittiä, voidaan esittää 256 erilaista värisävyä. Näiden jokaisen kolmen värin 256 sävyä yhdistellen saadaan $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ väriä, jolloin puhutaan 24-bittisestä kuvasta [40, 41].

24-bitin kuva, jonka leveys on 800 pikseliä ja korkeus 640 pikseliä ja joka koostuu kolmesta kahdeksanbitin kanavasta, tarvitsee $(800 \times 640 \times 24) : 8 = 153600 \approx 1.5$ Mb. Värien määrä kuvassa kasvattaa kuvatiedoston kokoa, kun 1024×1024 pikselin kokoisessa harmaasävykuvassa on 1048576 pikseliä, se tarvitsee yhden megatavun. Mikäli kuvatarkkuutta halutaan nostaa, on pikselien määrää lisättävä.

Digitaalisen kuvan päätyypit ovat viivakuva, harmaasävykuva ja värikuva. Viivakuvan kuva-alkio on 1-bittinen. Käytössä on musta ja valkoinen väri. Harmaasävykuvassa kuva-alkio on 8-bittinen. Se tarvitsee kahdeksan kertaa enemmän tilaa kuin viivakuva. Käytössä on 256 harmaasävyä (0 = musta, 255 = valkea). Värikuva voi olla 24 bittinen RGB kuva, jolloin käytössä on kolme 8-bitin kanavaa tai 32-bittinen CMYK-kuva (Cyan, Magenta, Yellow, Black), kun käytössä on neljä 8-bitin kanavaa. Jokainen kanava pystyy esittämään 256 sävyä.

Täysivärikuvan tiedoston koko on ongelma www-tekniikassa ja multimedia-animaatioissa. Helpoin keino muistin säästämiseksi on vähentää kuvapisteelle varatun muistin määrä, jolloin kuvassa olevien värien määrä laskee. Samoin käytettävissä olevien sävyjen määrä vähenee, mikä vaikuttaa värikuvien laatuun. Jos harmaasävykuva esitettäisiin 64 eri

harmaansävyyllä sen laatu olisi vielä suhteellisen hyvä. Vastaavan muistitilan käyttävä värikuva olisi laadultaan huomattavasti heikentynyt [40].

RGB-kuvan muuttaminen indeksoituun muotoon on toinen keino muistitilan säästämiseksi. Tällöin sen mukana tallennetaan väribaletti, jossa oleviin väreihin kuvapisteestä tallennetavassa tiedostossa viitataan. Indeksoitu värikuva (Indexed Colour) kuva-alkio esitetään kahdeksanbittisenä käyttäen väribalettia, jossa on enintään 256 väriä. Tilan säästämiseksi käytetään myös väribaletteja, jotka ovat suppeampia kuin 256 väriä [40]. Jos baletista puuttuu kuvan väri se korvataan lähimmällä paletista löytyvällä värillä tai rasteroinnilla. Rasteroinnin käyttö heikentää kuvan tarkkuutta. Indeksointi vähentää muistin tarpeen kolmannekseen, mutta heikentää kuvan laatua.

Kuvan muistitilaa voidaan pienentää myös pakkauksen eli kompressoinnin avulla. Tunnetut pakkausmenetelmät ovat kuvatietoa hävittäviä (lossy) tai kaiken kuvatiedon säilyttäviä (nonlossy). TIFF ja GIF ovat yleisesti käytettyjä pakkaavia kuvantallennusmuotoja, jotka eivät hävitä kuvatietoa. Näiden pakkausmenetelmien tehokkuus perustuu kuvien rakenteeseen: mitä enemmän samanlaisia alueita löytyy, sitä tehokkaampi pakkaus on mahdollista.

9.4. ÄÄNEN SUUNNITTELU

Äänielementit sisältävät puhetta, musiikkia tai tehosteita kuten ympäristön ääniä. Erityisessä asemassa ovat ääniviestinnässä signaaliäänet kuten soittoäänet tai piippaukset.

Ääni on värähtelyä, joka etenee ilmassa ilmamolekyylien harventumina ja tiivistyminä. Äänen korkeutta kutsutaan äänen taajuudeksi. Mitä korkeammalta ääni kuulostaa, sitä suurempi on sen taajuus.

Digitaalisessa tallennuksessa äänen värähtelymuoto tallennetaan ensin sähköiseksi ja viipaloidaan siten, että värähtely voidaan myöhemmin taas toistaa mahdollisimman hyvin. Seuraavassa käsitellään äänen digitointia ja tallennusmuotoa.

Yleisin puheenkoodausmenetelmä on PCM (*Pulse Code Modulation*), jota käytetään muun muassa kaikkialla digitaalisissa puhelinverkoissa. Puhetta koodataan verkko- ja puheviestintäsovellusten lisäksi myös digitaalisiin tallenteisiin [42].

Multimedia käyttää erilaisia äänisignaalin koodausalgoritmeja sekä integroitua ratkaisua, kuten MPEG-standardia. NICAM-tekniikkaa (*Near-Instantaneously Commanded Audio Multiplex*) käytetään yleisesti TV-signaalien stereoäänen vastaanotossa. Eri näytteenottonopeuksilla toimivaa 16-bittistä lineaarista PCM-koodausta käytetään sekä ammattituotteissa että kuluttajalaitteissa kuten CD-levyissä ja DAT-nauhoissa (Digital Audio Tape) [42, 43].

9.4.1. ÄÄNEN DIGITOINTI

Ääniaallot mitataan hertseinä (Hz). Ihmisen kuuloalue kattaa parhaimmillaan taajuusalueen 20 - 20 000 Hz. Ihmiskorva on herkimmillään taajuusalueella 2000 - 6000 Hz (2 - 6 kHz) - tälle niin sanotulle preesensalueelle sijoittuvat monet hälytys- ja varoitusäänet. Iän myötä kuuloalue kapenee. Ihmisen korvan tärykalvo välittää äänen kuuloluiden (vasaran) välityksellä simpukkamaiseen elimeen, joka tunnistaa eri värähdystaajuudet. Äänihavainto on eri taajuuksien synnyttämä kokonaisuus, jonka tulkinta tapahtuu aivoissa. Ihminen pystyy tuottamaan tyypillisesti äänialueen 40 Hz - 4 kHz. Näitä rajoituksia seuraavat tärkeimmät digitaalisen äänen koodauksen parametrit. Esimerkiksi multimediateknologian työsäätöjärjestelmät suunnitellaan yleensä huomattavasti matalammalle äänen laatutasolle kuin mihin ihmiskorva kykenisi [42].

Ääntä digitoitaessa sisään tulevasta analogisesta audiosignaalista otetaan sovitulla näytteenottotaajuudella näytteitä. Saadut näytearvot sitten kvantisoidaan eli muutetaan halutulla resoluutiolla binääriluvuiksi. Mitä suurempaa näytteenottotaajuutta ja useampaa kvantintasoa käytetään, sitä tarkemmin digitoitu signaali vastaa alkuperäistä. Nyquistin teoreeman mukaan analogisesta signaalista pitää ottaa näytteitä vähintään kaksinkertaisella nopeudella verrattuna signaalin suurimpaan taajuuteen, jotta sen digitoitu signaali vastaisi alkuperäistä. Digitaalinen äänidata

kuvataan näytteenottonopeuden, bitti per näyte, kanavien määrän parametreilla. Kanavien määrä tarkoittaa siitä että käytetään yhtä kanavaa mono-, kahta stereokanavalle, jne.

Yleinen Nyquistin teoria näytteistyksestä kertoo sen, että näytetaajuuden tulee olla ainakin kaksinkertainen korkeimpaan sisääntulosignaalin edustaaajuuskaistaan verrattuna prosessoituakseen virheettömästi. Tavallisesti käytetään *analogista alipäästösuođinta* (engl. Low-pass filter) signaalin esiprosessoimiseksi niin, ettei A/D-muuntimelle pääse kuin suuruudeltaan korkeintaan puolet näytteistystaajuudesta olevia signaaleja [44]. Tällä taajuudella näytteenotto on virheetöntä (*lossless*), koska näytteistä voidaan rekonstruoida alkuperäinen signaali virheettömästi pelkällä alipäästösuođattimella. Tämän mukaan 8 kHz on riittävä näytteenottonopeus puheelle ja 40 kHz koko ihmiskorvan kuuloalueen kattamiseksi [42].

Näytearvot kvantisoidaan lähimpään sovittuun arvoon ja koodataan binäärisesti. Digitaalisen äänen kvantisoitujen arvojen koodaus vaihtelee yleensä 8 bitistä 24 bittiin. Audion digitointipiirissä on suurena taipumuksena standardoida pääasiassa vain muutama näytteistystaajuus, tiedostoformaattien eroista huolimatta. Näitä ovat 8000 Hz:n 8-bittinen u-law mono, 22050 Hz:n 8-bittinen merkitsemätön mono ja stereo, sekä 44100 Hz:n, 16-bittinen merkitty mono ja stereo [44].

Äänen pakkaamiseen on olemassa useita eri kompressiomenetelmiä. Yleisimpiä ovat ITU-T:n G.7xx sarjassa määrittelemät puheen pakkausmenetelmät, joita käytetään tavallisessa puhelinverkossa ja videoneuvottelusovelluksissa. Muun äänen kuin puheen koodaamiseen soveltuvat paremmin koko kuuloalueella toimivat koodausmenetelmät. Näistä yleisimpiä ovat ISO:n määrittelemät MPEG/audio, Philipsin ja Sonyn [45] kehittämä CD-DA (Compact Disk-Digital Audio) ja BBC:n [42] televisioon kehittämä NICAM.

9.4.2. G.7xx

Eräs yleisimmistä äänen pakkaamisessa käytetyistä menetelmistä on PCM (Pulse Code Modulation), jonka puhelinverkossa käytettävä versio on

määritelty ITU-T:n standardissa G.711. Siinä käytetään 8 kHz näytteenottotaajuutta, logaritmista kvantisointitaulukkoa (A- tai μ -lain mukaista) ja 8 bitin resoluutiota, jolloin siirrettävän puhevirran nopeudeksi tulee 64 kbit/s. Koska ihmiskorva ei ole yhtä herkkä kaikille äänille käytetään logaritmista kvantisointia äänen laadun parantamiseksi. Käytettäessä logaritmista kvantisointia päästään 8 bitillä saamaan laatutasoon kuin noin 14 bitillä ja lineaarisella kvantisoinnilla päästäisiin [42].

PCM:stä on edelleen kehitetty tehokkaampia pakkausmenetelmiä, kuten ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) ja SB-ADPCM (Sub-Band ADPCM), jotka on määritelty muun muassa ITU-T:n standardissa G.722. Käytettävä näytteenottotaajuus on nostettu 7 kHz:iin, jolloin päästään parempaan äänenlaatuun. Itse koodaus perustuu samanlaiseen ideaan kuin liikekompensoinnissa. Todennäköisyys sille, että peräkkäiset näytteet ovat melko samanlaisia, on suuri, ja seuraava näyte voidaan ennustaa käyttäen hyväksi nykyistä ja edellistä näytettä. Koodausalgoritmi laskee näytteen ja siitä tehdyn ennusteen ja koodaa vain näiden erotuksen. Tämän koodaamiseen tarvitaan yleensä vähemmän bittejä kuin koko näytteen koodaamiseksi. G.722:ssa käytettävät puhevirran nopeudet ovat 64 kbit/s:n lisäksi joko 56 kbit/s tai 48 kbit/s [Sc96]. Alle 64 kbit/s nopeuksilla loppu siirtokapasiteetti käytetään datan siirtämiseen [42].

Vielä tehokkaampaa pakkausta käytetään ITU-T:n standardeissa G.728 ja G.729. G.728:ssa käytettävällä CELP:hen (Code Excited Linear Prediction) perustuvalla LD-CELP (Low Delay-CELP) menetelmällä voidaan hyvälaatuista puhetta siirtää jo 16 kbit/s nopeudella. G.729:ssa käytettävällä CS-ACELP (Conjugate Structure Algebraic Codebook Excitation Linear Prediction) menetelmällä päästään jopa 8 kbit/s:n nopeuteen. Molemmat menetelmät perustuvat ennustamiseen ja vaativat monimutkaisten koodausalgoritmien vuoksi melkoista laskentatehoa käytettävältä prosessorilta [46].

9.4.3. MPEG

MPEG (Moving Pictures Experts Group) (tiedostotarkentimina mm. MPG:t .mp2 ja .mp3) on *ISO*n (International Standard Organization), eli kansainvälisen standardoimisliiton komitea, joka kehittää liikkuvan kuvan ja

audion pakkaamisen standardeja. Tämä alati laajeneva komitea on perustettu vuonna 1988 ja edustajia siinä on 20 maasta.

MPEG-1	Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5 Mbit/s. Valmistui 10/92.
MPEG-2	Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio. Valmistui 11/94.
MPEG-3	Suunniteltiin HDTV-sovelluksiin, mutta on nyttemmin sisällytetty MPEG-2:een. Ei siis ole enää olemassa.
MPEG-4	Very Low Bitrate Audio-Visual Coding. MPEG-komitean päätehtävä nyt, kehitellään vielä, mutta periaattelliset speksit valmistuivat 1995.
Taulukko 9.4. MPEG-standardit.	

MPEG-audio on geneerinen äänen kompressiostandardi. Useista vokaalimalleihin perustuvista puheelle optimoiduista koodausmenetelmistä poiketen se kompressoi signaalia olettamatta mitään itse lähteen luonteesta. MPEG/audio koodaa kaiken, minkä ihmiskorva voi kuulla. Standardissa on useita kompressiomoodeja. MPEG/audion bittijonoon voidaan lisäksi kohdistaa satunnaishakuja ja suorittaa nopeutettua kelausta. MPEG-komitea, kuten muutkin standardoimiskomiteat, luo standardeja versioittain. Tämän vuoksi myös MPEG on nimennyt standardinsa numeroimalla ne taulukon 9.4 osoittamalla tavalla.

System	Määrittelee audio- ja videosignaalin synkronoinnin ja multipleksauksen.
Video	Määrittelee videosignaalin kompression.
Audio	Määrittelee audiosignaalin kompression.
Testaus	Määrittelee koodekin bittivirran ominaisuudet ja dekodeausprosessin.
Taulukko 9.5. MPEG-standardien pääosat.	

MPEG-1 ja -2 ovat täysin valmiita standardeja, joita useimmat äänen ja/tai kuvan pakkausta tarvitsevat sovellukset käyttävät. Molemmat standardit koostuvat taulukossa 9.5. esitellyistä neljästä pääosasta. Liitteessä 1 tarkastellaan MPEG-pakkauksen eristandardeja.

10. TIETOKANNAN RAKENNE

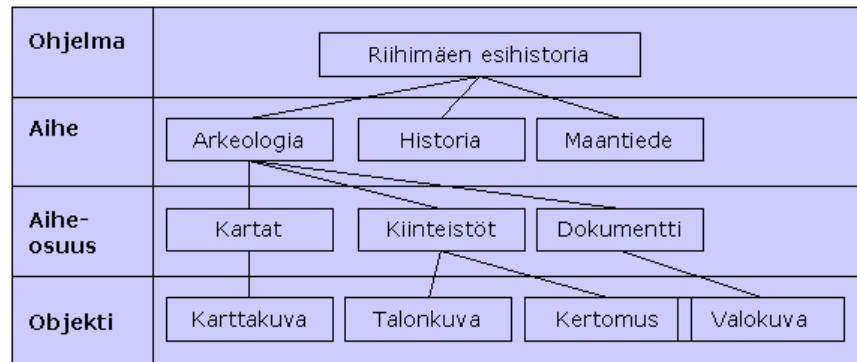
10.1. TIETOKANTAMENETELMIEN KARTOITUS

Tietokantojen hallintajärjestelmissä käytetään kahdentyyppisiä tietokantoja: *käyttötietokantaa ja analyttisiä tietokantoja* [47].

Multimediatietopankki tulee olemaan dynaamisen datatallennuksen ja haun ympäristö, missä data muuttuu jatkuvasti ja tarjoaa ajan tasalla olevia tietoja. Osa multimediatietopankista toimii analyttisenä tietokantana, jossa keskitytään historiallisten ja ajasta riippuvien tietojen tallettamiseen ja seuraamiseen. Nämä tiedot ovat staattisia, mikä tarkoittaa että tietoja ei koskaan (tai ainakaan usein) muuteta ja että tietokanta koskee tiettyä ajankohtaa. Esimerkkinä on Riihimäen esihistoria joka käsittelee alueen geologiaan, arkeologiaan ja kulttuuriperintöön liittyvää tietoa.

Tietokantamenetelmiä valittaessa on huomioitava seuraavia seikkoja:

1. Lähtökohtaisesti valitaan oliopohjaisin menetelmin toteutettava käyttöliittymä, jossa käytetään Java-ohjelmointikieltä.
2. Lisäksi huomioidaan tietojen välisten riippuvuuksien esittäminen. Metatiedot ovat monitasoisessa segmentoinnissa puumaisesti rakentuneita. Juuressa kuvataan kokonaisten ohjelmien metatiedot, alemmilla tasoilla ohjelmien osien tiedot. Alemman tason metatiedot eivät voi olla olemassa ilman ylemmän tason tietoja ja kullakin tasolla hankitaan metatietoa samanlaisista asioista (kuva 10.1).



Kuva 10.1 Esimerkki Riihimäen esihistorian monitasoisesta indeksoinnista

3. Metatiedon hallinnan kannalta tärkeät toiminnot ovat tietojen *lisäys* ja *haku*. Päivitykset eivät ole usein toistuvia pysyvissä multimediatietopankkijärjestelmissä.
4. Komponenttipohjaisten järjestelmien erityisominaisuus on niiden sisältämä teksti. Ohjelman osista voidaan tallentaa puhe tekstimuotoon tai video-ohjelmasta voidaan tehdä tekstimuotoisia kuvauksia.

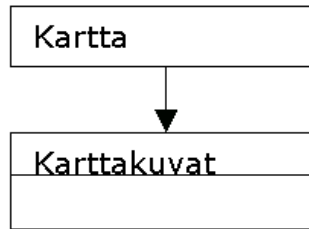
Relaatiomenetelmässä (kohta 10.1.1) on tietotyyppinä käytettävissä ainoastaan perustyytit: kokonaisluvut, liukuluvut, merkit jne. Kun relaatiotietokantoja käytetään olio-ohjelmoinnissa, jossa tietotyypit ovat käyttäjän määriteltävissä, joudutaan tekemään konversioita tietotyyppien välillä. Tämä konversio-ongelma (impedence mismatch) ratkaistaan oliorelaatiomenetelmässä (kohta 10.1.2.) yhdistämällä SQL ja olio-ohjelmointi (kohta 10.1.3). Tekstihakumenetelmässä on muista menetelmistä puuttuvia tekstihakuominaisuuksia.

10.1.1. RELAATIOMENETELMÄ

Relaatiomenetelmässä käytetään standardia SQL:ää. Olio-ohjelmointikieliin SQL on yhdistettävissä JDBC ajurin version 1.x avulla (JDBC = Java Database Connectivity).

Relaatiotietokannat suunnitellaan usein ER-mallilla (Entity Relationship model). Entiteetit ovat perusobjekteja, joista tietokanta koostuu. Samantyyppiset yksilötyypit (entity) muodostavat entity-joukon. Relaatiolla kuvataan entityjen välisiä yhteyksiä. Relaatiomalleja kuvataan relaatiokaavioin. Yksilötyypit merkitään kaavioissa suorakaiteilla. Joukkojen yhteenkuuluvuus ilmaistaan viivoilla. Yksilötyypillä on lisäksi ominaisuuksia ja näiden arvoja, joista ominaisuuksien nimet kirjoitetaan kaavioon. Yksilötyyppi joukko voi olla myös toisen yksilötyypin osajoukko. Kun osajoukko ei voi olla olemassa ilman ympäröivää joukkoa on osajoukko riippuva osajoukko. Joukon osajoukkoja merkitään ER-kaavioissa suorakaiteilla ja viivalla sen vasemmassa reunassa. Riippuvissa osajoukoissa viiva piirretään suorakaiteen yläreunaan [48].

Riippuvia osajoukkoja ovat kartoissa karttakuva, joka ei voi olla olemassa ilman karttakuvia (kuva 10.2).



kuva 10.2. Karttojen ja karttakuvien kuvaus ER-kaaviolla.

Relaatiokaavioista muodostetaan relaatiotaulut normalisointisääntöjen mukaisesti. Riippuvien osajoukkojen tapauksessa relaatiotaulut muodostetaan yhdistelmäavainten avulla. Riippuvan osajoukon avaimeksi tulee dominoivan joukon ja riippuvan joukon avaimen yhdistelmä. Relaatiotauluissa sarakkeet nimetään ER-kaavion attribuuttien nimen perusteella ja kukin rivi vastaa yhtä yksilötyyppiä [48].

Relaatiotauluja käsitellään standardin SQL-kielen (SQL = Standard Query Language) avulla. Lisäksiin käytetään INSERT-lauseketta ja hakuihin SELECT-lauseketta:

- INSERT INTO TABLE taulun_nimi VALUES ('1','1','2'); -- lisää arvoja tauluun
- SELECT *FROM TABALE taulun_nimi; -- valitsee arvoja taulusta

Valintakomentoihin liitetään ehtoja WHERE-lausekkeen avulla. Samalla SELECT-lausekkeella voidaan valita useammasta eri taulusta.

10.1.2. OLIORELAATIOMENETELMÄ

Oliorelaatiotietokantoihin kehitetään standardia kyselykieltä SQL3:ta ANSI X3/H2-ryhmän toimesta (ANSI = American National Standards Institute). SQL3 on perinteisen SQL:n laajennus. Oliorelaatiotietokantamenetelmässä käytetään olioperustaista ohjelmointikieltä SQL3:n kanssa ja JDBC-ajurin version 2.x avulla.

SQL3:n osat, jotka antavat perustan objektorientoituneille rakenteille ovat Manolan mukaan [49]:

- Käyttäjän määrittelemät tyypit
- Tyyppien konstruktoijat rivityypeille
- Tyyppien konstruktoijat kokoelmatyypeille
- käyttäjän määritelmät funktiot ja proseduurit

- Suurten objektien tuki.

Käyttäjän määrittelyssä olevia tyyppejä ovat abstraktit tietotyypit (ADT = Abstract Data Type), rivityypit (row types) ja erilliset tyypit (distinct type). Abstraktit tietotyypit vastaavat olio-ohjelmoinnin luokkamäärittelyjä kapseloiteineen (encapsulation).

Esimerkiksi Aiheet-tyyppi abstraktina tietotyyppinä:

```

CREATE TYPE Kartat
(
  PUBLIC
    name char (50);
    kuvaus char(255);
          alkuaika int,
          loppuaika int,
  PUBLIC
    FUNCTION kesto (alkuaika int, loppuaika int) RETURNS int
      (return loppuaika-alkuaika)
)

```

Tietojen väliset riippuvuudet ovat oliorelaatiomenetelmää käyttävässä tietokannassa kuten relaatiomenetelmässä ja sovellusohjelmassa kuten oliomenetelmässä. Tiedot lisätään INSERT-lausekkeilla ja haetaan SELECT-lausekkeilla.

10.1.3. OLIOMENETELMÄT

Oliotietokannan muodostavat objektimalli, objektien määrittelykieli, objektien kyselykieli ja liittäminen ohjelmointikieliin [34].

Objektimalli vastaa käyttötarkoitukseltaan relaatiotietokantojen tietomallia. Objektimallin perustana on OMG:n (Object Oriented Management Group) kehittämä objektimalli, joka on laajennettu käsittämään oliotietokantojen vaatimuksia. Näitä ovat esimerkiksi objektien säilyvyys (presistence), joka tarkoittaa niiden tallettamista pysyvään muistiin. Käytännössä säilyvyys toteutetaan määrittelemällä objektit säilyvien luokkien instansseiksi.

Objektien määrittelykieli (ODL = Object Definition Language) vastaa käyttötarkoitukseltaan relaatiotietokantojen tiedon määrittelykieltä (DDL = Data Definition Language). Objekteja lisätään tietokantaan ja haetaan tietokannasta OML:n avulla [34].

Objektien kyselykielen (OQL) avulla voidaan tehdä assosiatiivisia hakuja. Assosiatiiviset haut perustuvat objektien ominaisuuksien arvoihin, eivätkä objektien nimiin tai objektitunnisteisiin (OID 0 Object Identifier). Nimiin tai objektitunnisteisiin perustuvat haut ja lisäykset tehdään samoin kuin olio-ohjelmoinnissa ilman tietokantoja [34, 50].

Olio-ohjelmoinnissa käytetään suunnittelussa UML-kaavioita. Luokkakavioilla kuvataan olio-ohjelmoinnin luokkia ja niiden välisiä suhteita. Assosiaatio edustaa jotain sellaisten luokkien välistä suhdetta, jolla on tietty pysyvyys. Assosiaatio kuvataan viivalla ja täytetyllä kolmiolla. Periytyminen kuvaa erikoistus/yleistys-suhteen kahden luokan välillä. Suhde piirretään paksukärkisenä ylikuokkaan osoittavana nuolena. Erityinen assosiaatiolaji on kooste (aggregation). Kooste esittää suhteen "on-osa" tai "kuuluu" luokkien välillä. Kooste piirretään luokkien välille viivalla ja vinoneliöllä sisältävässä päässä [51]. Esimerkiksi kartta koostuu karttakuvista. (kuva 10.3)



kuva 10.3. Kokoelma

Luokkien väliset riippuvuudet määritellään relationship-inverse operaatioparilla [52] esim.

```
class ohjelma {
...
    relationship Set <Aihe> koostuu
    inverse Aihe:::on_osa
...
}
class Aihe {
...
    relationship Ohjelma on_osa
    invers Ohjelma:: koostuu;
...
}
```

Komponenttipohjaisen järjestelmän riippuvuus muista metatiedoista on oliopohjaisissa järjestelmissä monitasoinen kokoelma (multilevel collection). Yhdistelmien (composite object), joiden erikoistapaus kokoelma on, toteuttaminen on oliopohjaisissa järjestelmissä kesken. Muun muassa eheysrajoitteita ei huomioida tässä tapauksessa jos käytetään normaalia assosiaatiota riippuvuuden kuvaamiseen [52].

10.1.4. TEKSTITIETOKANNAT (IR)

Tekstitietokanta sisältää alkuperäislähteen koko tekstin, esim. uutistoimistojen sähköitä, sanoma- ja aikakauslehtien artikkeleita jne. Tekstitietokannoissa tekstin sanoista muodostetaan hakemisto, jolloin haettaessa tekstistä ei tarvitse käydä koko tekstiä läpi ja saadaan aikaan nopeita hakuja. Hauissa tarpeettomat sanat voidaan sulkea pois tallettamalla ne erilliseen, tätä tarkoitusta varten olevaan tiedostoon [53].

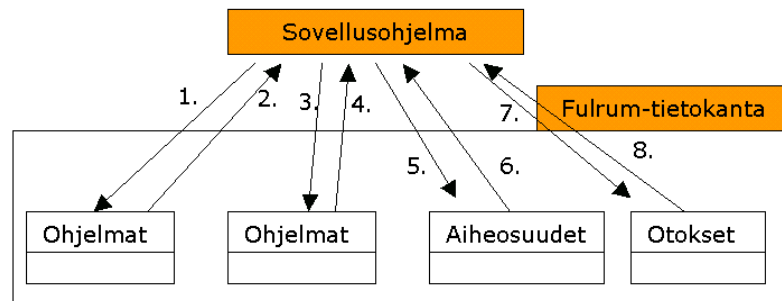
Menetelmässä käytetään tesaurusia (Thesaurus of Sociological Indexing Terms) yms. apuvälineitä, joiden avulla haetaan hakulausekkeen sanaa vastaavia synonyymejä ja lyhenteitä sekä voidaan verrata hakulausekkeessa perusmuodossa olevaa sanaa tietokannassa taivutettuna olevaan sanaan. Tekstihakumenetelmällä on mahdollisuus myös huomioida isojen ja pienten kirjainten ero haussa (case sensitivity), sanojen rungot (perusmuodot), synonyymit ja lyhenteet sekä muodostaa hakusanoista hakulausekkeitä [54].

Tekstitietokannoissa haut voivat olla joko täsmällisiä Boolean logiikkaan perustuvia tai kyselyyn osittain täsmäviä. Osittain täsmäviä menetelmiä ovat vektorimalliin (vector space model), sumeisiin joukkoihin (fuzzy set), todennäköisyyslaskelmiin (probability based) ja nimikirjoitustiedostoihin (signature-file) perustuvat menetelmät. Osittain täsmäviä menetelmiä perustellaan sillä, että tiedontarvetta voidaan harvoin esittää yksikäsitteisesti hakuavaimen avulla. Näissä suoritetaan hakusanan esiintymistiheyteen perustuva dokumentin oleellisuuden arviointi [55, 56].

Tietojen väliset riippuvuudet ja rakenteellisuus on näissä järjestelmissä toteutettava ohjelmallisesti käyttäjän sovellusohjelmassa. Fulcrum-tekstitietokannassa eri tiedostoissa olevia ja eri tunnistein merkittyjä tekstejä on mahdollista indeksoida eri tauluihin [57]. Tällöin esimerkiksi koko ohjelmaa ja koko aihetta koskevat tiedot ovat omissa tiedostoissaan ja näiden sisältämät tiedot talletetaan ohjelmat ja aiheet-tauluihin. Talletuksen tauluihin tekstitietokanta hoitaa automaattisesti käyttäjän antamien määrittelyjen mukaan ns. rakenteellisten tekstien lukijalla. Tällä annetaan tiedoston tunnistetiedon (metatiedon, esim. XHTML tai XML:n tunnisteet) alku- ja loppu merkkijonoa sekä taulukon sarakenumero. Tunnistetiedon

väliin jäävä tieto talletetaan taulukkoon sarakeneron määräämään sarakkeeseen.

Tekstitietokannan kyselykielen avulla on kerrallaan haettavissa tietoa vain yhdestä taulusta, eikä taulutietoja voi tallettaa muuttujiin. Ketjuttamalla kyselyt sovellusohjelmassa koskemaan ensin aihetaulua ja muodostamalla sovellusohjelmassa uuden kyselyn edellisen vastausten perusteella saadaan yhdistettyjä tiedot eri tauluista (kuva 10.4.).



1. Sovellusohjelmasta tehdään ohjelmaa koskeva kysely
- 2., 4., 6. Tietokannasta palautetaan vastaus edelliseen kyselyyn
3. Sovellusohjelmassa muodostetaan uusi kysely aiheisiin, käyttäen edellisessä vaiheessa saatuja ohjelmaa koskevia tietoja
5. Sovellusohjelmassa muodostetaan uusi kysely aiheisiin, käyttäen edellisessä vaiheessa saatuja ohjelmaa, aiheita ja aiheosuuksia koskevia tietoja
7. Sovellusohjelmassa muodostetaan uusi kysely otoksiin, käyttäen edellisessä vaiheessa saatuja ohjelmaa, aihetta ja aiheosuuksia koskevia tietoja

kuva 10.4. Tiedonhaku tekstitietokannasta kun tiedot sijaitsevat toisistaan riippuvaisissa tauluissa.

10.2. MULTIMEDIAN HALLINTAJÄRJESTELMÄT

Tietokantahallintajärjestelmät ovat toimivia lähestymistapoja monimediaympäristölle. Yksi multimediatietokantajärjestelmän vahvuuksista on sen kyky hallita heterogeenistä dataa. Tietokantahallintajärjestelmä kykenee tarjoamaan järjestelmäriippumattomaa palvelua. Multimediadatan heterogeenisyyden takia multimediallisen tallentamiseen, siirtämiseen, esittämiseen ja hallitsemiseen käytettävien järjestelmien täytyy tukea huomattavasti useampia ominaisuuksia kuin perinteisten tiedonhallintajärjestelmien [58].

Multimediatietokannan hallintajärjestelmältä vaaditaan seuraavia ominaisuuksia:

1. Järjestelmän on kyettävä mallintamaan kaiken tyyppistä multimediatietoa (video, ääni, teksti ja kuva) eikä pelkästään yksinkertaista dataa kuten merkkejä ja numeerisia arvoja.
2. Järjestelmän tulee olla avoin ja laajennettavissa sekä tietokannan arkkitehtuurin näkökulmasta että tietojen tallennuksen määrästä riippumatta.
3. Järjestelmä kykenee tallentamaan ja hallitsemaan erilaisia dokumenttityyppejä yhdessä tietokannassa.
4. Sen pitää helpottaa multimediatietojen automaattista syöttämistä multimediatietokantaan ja mahdollistaa tietojen hakua sekä dokumenttien sisällön että objektielementtien (kuva, teksti, ...) mukaan [59].

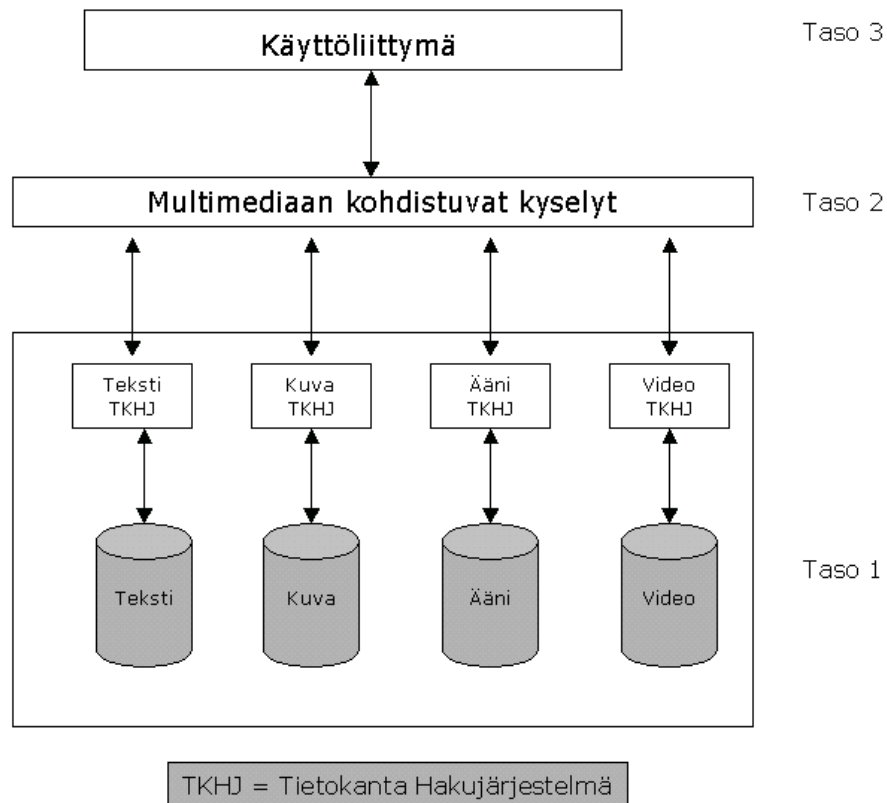
Tietokantaa ylläpitävän tietokannan hallintajärjestelmän tehtäviin kuuluu kätkeä käyttäjiltä tiedon tallentamiseen ja tiedon hallintaan liittyvät yksityiskohdat. Multimediatietokannan hallintajärjestelmä (Multimedia Database Management System, MMDMS) toimii multimediatietokantaa hyödyntävän sovelluserroksen ja tiedon fyysisen tallentamisen suorittavan laitekerroksen välillä [60, 61].

Minimaalinen MMDMS voidaan määritellä järjestelmänä, joka täyttää kaikki MMDMS:lle asetetut vaatimukset tuntematta järjestelmää hyödyntäviä sovelluksia. MMDMS:n täytyy tukea tiedon syöttämistä, tulostamista, muokkaamista, poistamista, vertailua ja automaattista tulkitsemista (tulkittaessa esimerkiksi ääntä tekstiksi). MMDMS:n tehtäviin kuuluu myös tiedon säilymisen takaaminen niin, että tiedon ikä voi ylittää käytössä olevien sovellusten iän. Tietokantahallintajärjestelmä huolehtii myös tiedon yhteiskäytöstä ja tietoturvasta. Se tarjoaa myös kyselykielen (esimerkiksi SQL), jonka avulla voidaan käsitellä tietokannassa olevia tietoa [60].

Multimediakäsittely tekee mahdolliseksi suurten tietomäärien tallentamisen erilaisten tallennuslaitteiden avulla [60]. Multimediatietokannan hallintaan liittyviin keskeisiin tekijöihin kuuluu tehokkaiden fyysisten tallennusmenetelmien sekä tiedon organisointi-, indeksointi- ja hakumenetelmien kehittäminen. Multimediakäsittely asettaa myös tosiaika-

ja synkronointivaatimuksia multimediatietokannan hallintajärjestelmälle [58].

Kuvassa 10.5. esitetään kolmetasoinen arkkitehtuuri multimediatietokannan hallintajärjestelmälle. Mallin alin taso tarjoaa erilliset palvelut yksittäisten tyyppien hallinnalle. Tällä tasolla tietokantahallintajärjestelmä käyttää hyväkseen kunkin tietotyypin ominaisuudet huomioonottavia tehokkaita indeksointi- ja hakumenetelmiä. Tasolla huolehditaan tiedon tehokkaasta fyysisestä tallentamisesta, koska huono tiedon sijoittaminen saattaa aiheuttaa merkittävää laadun heikentymistä esimerkiksi videon toistossa silloin kun järjestelmää hyödyntää useampi käyttäjä samanaikaisesti.



Kuva10.5. Multimediatietokannan hallintajärjestelmän arkkitehtuuri [60]

Tietokannan keskimmisellä tasolla (taso 2) yhdistetään eri tietotyypit toisiinsa. Tällä tasolla käsitellään käyttäjän tekemät multimediatadaan kohdistuvat kyselyt ja generoidaan sopivat alikyselyt yksittäistä tietotyyppiä tukevalle tietokannalle [58].

Ylin taso koostuu erilaisista käyttöliittymäkomponenteista, jotka tarjoavat muun muassa tuen kuvien, äänien ja videoiden esittämiselle, selaamiselle ja muokkaamiselle. Käyttöliittymätaso tarjoaa käyttäjälle myös kyselykielen, jonka avulla päästään käsiksi tietokantaan tallennettuun tietoon.

Tämä arkkitehtuuri on avoin ja johon voi sovittaa muutaman erilaisen multimediaspalvelimen. Sellaisia ovat usein tiedostojärjestelmäpalvelimia, joissa ei ole kokonaista tietokantahallinnan ominaisuutta. Multimediatietokannassa on mahdollista rakentaa linkkejä erilaisiin palvelimiin, jotka voivat sijaita eri paikoissa [59].

10.3. MULTIMEDIATIEOPANKINHALLINTAJÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET

Kappaleessa 9 kuvattiin millaista tietoa multimediatieto on ja millaisia ovat näiden erilaisten tietojen yleisimmät pakkausmenetelmät. Kaikkien näiden tietojen tietotyyppien hallintaan ei yksin tietokantahallintajärjestelmä (Database Management Systems, DBMS) riitä, sillä se on kehitetty käsittelemään vain strukturoitua tietoa. Ennen DBMS riitti yksinkertaisten tietokantojen hallintaan, jotka sisälsivät vain merkkijonoja ja kokonaislukuja. Vaativampaa tietoa kuten sovellusten konfigurointia ja käyttäjän määrittelytietoja pystytään hallitsemaan oliotietokantahallintajärjestelmillä (Object Oriented Database Management Systems), jotka yhdistävät relaatiotietokantojen kyvyn tallentaa ja hakea olio-suuntautuneita ominaisuuksia (kapselointiin, periytymiseen ja olioiden identiteetteihin) [40, 62].

Yksi nykypäivän trendeistä on DBMS:n käyttö multimediatietokantojen hallitsemisessa, etenkin kun nyt sovellukset, verkot ja tietokoneet toimivat paremmin sekä äänen ja videon siirto ja käyttö on vaivatonta nykYTEKNOLOGIASSA. Jo vuodesta 1980 multimediatietoa on tallennettu DBMS:aan, mutta hyvin rajoitetulla tavalla. 1990 luvulla ODMBS:sta tuli yleinen multimediatietokantahallintajärjestelmä, koska sen mekanismi tuki multimediaa paremmin kuin muut vaihtoehdot. Kuitenkin rajoitettujen varastointimahdollisuuksiensa takia ODMBS on menettänyt suosiotaan [62].

Multimediatietokantahallintajärjestelmä asettaa seuraavat vaatimukset:

- Järjestelmässä on oltava työkaluja, jotka automaattisesti tai puoliautomaattisesti poimivat multimediatietoihin liittyvät sisällöt ja ominaisuudet
- Järjestelmän tulee mahdollistaa moniulotteinen multimediatietojen indeksointirakenne, jolla voidaan hallita multimediatietojen ominaisuuksia
- Järjestelmän tulee tarjota samankaltaisuus mittareita suoritettavia hakuja varten sillä multimediatietoja vertailtaessa, tietojen tarkkaa vertailu (extract match) tuota tulosta ei ole mahdollista
- Järjestelmään tulee kuulua tallennusjärjestelmä, jolla voidaan hallita suurikokoisia ja korkeataajuisia tietoja. Sen on vastattava reaaliaikavaatimuksiin
- Järjestelmän käyttöliittymän tulee mahdollistaa joustavat kyselyt eri tietotyyppeiden multimediaesityksille [40].

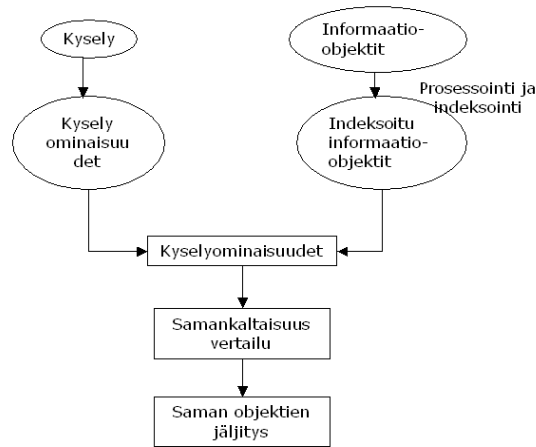
Näihin vaatimuksiin pyritään vastaamaan MPEG-7 ja 21 formaateilla.

10.4. INDEKSOINTI

Indeksointi on tietorakenne, jonka avulla tiedonhallintajärjestelmä löytää tietyt objektit multimediatietokannasta nopeammin ja näin ollen kyselyjen vasteaika käyttäjälle lyhenee. Avainsanat (keyword) ovat vallitseva tapa hakea multimediadataa. Avainsana tavallisesti valitaan tietyistä sanastoista. Vaikka se olisi helppo ja näkemyksellinen, on sen käyttö ongelmallista haettaessa multimediadataa. Se vaatii aikaa ja manuaalista työtä [63].

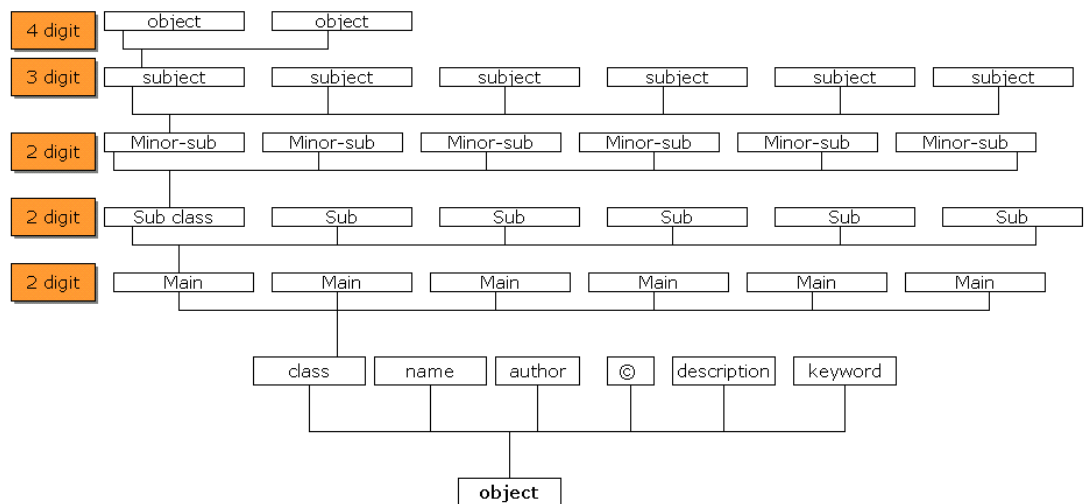
Yleisesti multimediatietojen indeksointi- ja hakuprosessi suoritetaan kuvan 10.6 mukaisesti. Multimediatietopankin indeksiä eli hakemistoa voidaan verrata kirjaston hakemistoon. Tietoa etsittäessä koko kirjastoa ei tarvitse kahlata alusta loppuun, vaan etsimällä hakemiston oikea luokka ja termi saadaan suoraan sitä vastaava aihe multimediatietopankissa. Käyttäjän tekemän haun tuloksia eriytetään ja verrataan tietokannan tietoihin. Kyselyn lopputuloksena esitetään toisiinsa lähinnä vastaavat tiedot. Vaikka prosessi vaikuttaa selkeältä ja yksinkertaiselta, mutta kyselyn määrittelyyn, suorittamiseen, analysointiin ja tietoalkioiden määrittelyyn liittyy monia vaikeasti ratkaistavia kohtia. Jotta tietoja voitaisiin tehokkaasti ja joustavasti hallinnoida, multimediatietopankin hakuprosessin tulee tarjota käyttäjälle hyvinkin erilaisten kyselyjen tekemisen ja niihin mielekkään

tuloksen saamisen. Prosessihaun helpottamiseksi tietokanta on perustettu viisitason tiedon indeksointipohjalle (kuva 10.7) [40, 64].



kuva 10.6. Yleinen tiedonhakuprosessin malli [40]

Tietokannan kaikkien sarakkeiden pohjalta voidaan hakea tietoa tietokannasta. Indeksoiduilla sarakkeilla tiedonhakeminen tapahtuu huomattavasti nopeammin kuin indeksoimattomilla. Jos kyselyn ehtona oleva attribuutti on indeksoimaton, joudutaan käymään koko multimediatietopankki läpi, jotta haluttu tieto löytyisi. Multimediatietopankin perusavainkenttä kertoo multimediaobjektien luokituksesta, sen aliluokista ja aiheista. Viisikerroksinen indeksointi (kuva 10.7.) mahdollistaa multimediatietopankin aiheita jakamisen 100:lle eri pääluokalle, jossa kukin luokka jakaantuu lukuisiin aliluokkiin, näin voidaan tallentaa 10^{12} tietoa yhteen luokkaan.

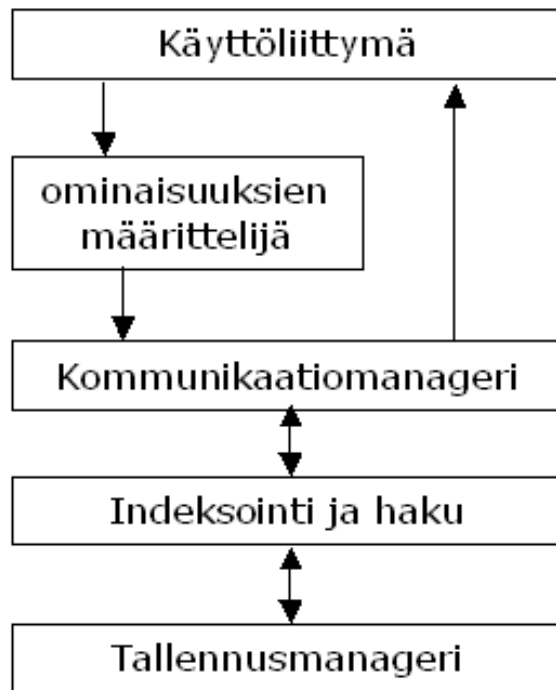


Kuva 10.7. Multimediatietokannan luokituskaava.

Prosessin on tuettava seuraavia hakuja:

- Metadataan perustuvia kyselyjä, jotka käsittelevät strukturoituja tietoja, kuten tiedoston tai tekijän tietoja, DBMS:n avulla
- Tiedostoon liittyvään selitykseen liittyvä kysely
- Jonkin erityispiirteen mukaisesti määriteltyä kyselyä esimerkiksi: tiedon koko, pituus yms.

Toinen tapa multimedian indeksoinnissa on sisällön mukainen lajittelu, joka viittaa multimediatietopankin sisältöön tai sisällölliseen informaatioon. Intensiivisen haun tarkoituksena on käyttää multimedian tiettyjä sisällöllisiä ominaisuuksia. Tämän lisäksi lukuisat ominaisuudet kuten väri, muoto, tekstuuri, spatiaaliinformaatio, symbolimerkit ja niin edelleen ovat multimedian indeksoinnin metodeja. [40, 63, 64]



Kuva 10.8. Multimediatietopankin arkkitehtuuri

Tarkoituksena on siis tukea erilaisia sovelluksia, kyselytyyppejä ja tiedostojen ominaisuuksia. Asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi on muodostettava järjestelmälle useanlaisia osatoimintoja (funktioista), joilla on oma tehtävänsä, jotka voidaan päivittää erikseen toimivuuden takaamiseksi. Se että multimediatiedostot ovat perinteisesti kooltaan hyvin

suuria sekä niihin kohdistuvat käyttökulttuuri vaikuttavat siihen, että järjestelmä on toteutettava hajautettuna (useita servereitä ja klienteja).

Multimediatietopankki rakentuu seuraavista toimivista osista; käyttöliittymä, ominaisuuksien määrittelijä, kommunikaatiomanagerit, indeksointi ja hakukone sekä tallennusmanageri. Näiden toimintojen tarkoituksena on huolehtia uusien multimediatietojen lisäämisestä tietokantaan ja tietojen hakemisesta kannasta (kuva 10.8).

Ylläpitäjä lisää tietoja multimediatietokantaan käyttöliittymän kautta. Lisättävien tietojen ominaisuudet ja sisältö liitetään joko automaattisesti tai puoliautomaattisesti systeemissä olevalla työkalulla. Käyttäjän syöttämä tieto ja määritellyt ominaisuudet lisätään serverille indeksointikaavion mukaisesti (kuva 10.9).

* Tähdellä merkityt kentät ovat pakollisia

Yleistä:

* Luokka: Valitse uudestaan
Yleinen
Suomen historia
Arkeologia Kanta-häme Riihimäki
C14
Kiinteistöt
Löydöt
Kartta
Löytokuva
Periodi
Tyyppi
Yleispiirre
C14
Dokumentti

* Nimi:

* Avainsanat:

* Kuvaus:

* Aihe:

Tekijä:

Copyright:

* Tiedosto: Browse...

LÄHETÄ

Kuva 10.9. Multimediatietokannan tallennuskäyttöliittymä

Haettavan tiedon määrittely tapahtuu myös käyttöliittymän avulla. Käyttäjä voi määrittellä kriteereiksi syöttämäänsä tietoa, paikallisella koneella olevaa tallennettua tietoa tai valita objektit tietokannasta selattavissa olevista tiedoista.

10.5. TEKSTITIETOJEN HAKU

Tietokantahallintajärjestelmän yhtenä osana on perinteinen tekstitietojen haku, jonka avulla voidaan tehokkaasti hallita laajojakin tietokannassa olevia tekstitietoja. Multimediatietoihin voidaan sisällyttää selityksiä tai huomautuksia, jolloin näihin tietoihin perustuvia hakuja tehtäessä hyödynnetään juuri tätä tekstitietojen hakujärjestelmää.

Tiedonhakujärjestelmiä arvioidaan yleisesti kahdella tavalla: tarkkuudella ja saannilla. Tarkkuus mittaa, kuinka hyvin löydettyt dokumentit vastaavat annettua hakulauseketta. Saannilla kuvataan sitä, kuinka suuren osan relevanteista dokumenteista haku palauttaa. Saanti ei ole ongelma tietokantahakujen yhteydessä. Dokumentteja löytyy yleensä paljon, mutta tarkkuus on heikko. Tähän ovat syynä indeksoinnin mataluus ja hakukielen rajoitukset. Mitä suurempi osa dokumentista indeksoidaan, sitä varmempaa on, että se löytyy jollakin haulla. Koko tekstin indeksointi on kuitenkin kustannus- ja aikakysymys. Multimediatietokannan tehokasta hyödyntämistä rajoittavat seuraavat seikat:

- Multimediatietoon liittyvän selityksen oheistaminen on tavallisesti aikaa vievä manuaalinen prosessi
- Selitykset ovat epätäydellisiä ja subjektiivisia
- Multimediaominaisuuksia on usein vaikeaa kuvata sanoin [40, 65]

Multimediatietojen hallinnoinnissa DBMS:n avulla hoidetaan tietojen tallennukseen liittyvät perustoiminnot, kuten tiedoston nimeäminen tai tekijätietojen tallentaminen sekä perustoimintojen että mahdollisten tietoon liittyvien selvitystietojen hallinnointi. Varsinaisen multimediatietokannan hallinnointiin tarvitaan näiden lisäksi tehokas menetelmä, joka pystyy käsittelemään informaatioalkioiden ominaisuuksia ja semantiikkaa [40].

Multimediatietokannan tekstin indeksoinnissa ehdotetaan dokumentin otsikon, väliotsikkojen, tekstin ensimmäisten 20 rivin sekä koko tekstin 100 tärkeimmän sanan indeksointia. Tällainen mittava haku helpottaa sisällön hakua ja tekee käyttäjälle mahdolliseksi vertailla saatuja tuloksia. Järjestelmän WAIS-painokertoimet näyttävät miten usein hakusanat esiintyvät dokumentissa ja kuinka lähellä sen alkua [65]. WAIS (Wide Area Information Server) on Internetin hyötyfunktio ja se mahdollistaa avainsanan tekemisen 500:lle sadalle indeksille Internetissä. Indeksi

esittää lukuisia olemassa olevia aiheita. Etsityn aiheen tulos tarkentuu lyödettyjä aiheita merkityksen mukaan⁴.

10.6. KUVIEN INDEKSOINTI JA HAKUMENETELMÄT

Yksi tietokantajärjestelmän tarjoama perusominaisuus on mahdollisuus tehdä kyselyitä. Käyttäjän pitäisi voida suorittaa hakuja joko eksplisiittisesti yksikölle annetun nimen tai implisiittisesti yksikön sisällön mukaan. Tekstipohjaisessa järjestelmissä haetaan tietoa, joka vastaa tarkasti kyselyissä annettuja hakuetoja (ks. edellinen luku). Kyselyjen määrittäminen on vaikeampaa haettaessa multimediatietokannasta esimerkiksi kuvia. Yksi tapa on kuvata kuvien sisältöä tekstinä ja hyödyntää tekstipohjaista hakuja. Kuvien sisällön kuvaileminen sanallisesti ja tarpeeksi tarkasti ei kuitenkaan ole mahdollista. Toinen mahdollisuus on käyttää käsin piirrettyjä luonnoksia tai muita valmiita kuvia hakukuvina ja etsiä samankaltaisia kuvia tietokannasta. Käytettäessä käsin piirrettyjä luonnoksia ongelmaksi nousevat tavoittelun tarkkuuden saavuttaminen hakuoperaatioissa ja järjestelmän helppokäyttöisyyden takaaminen. Lisäksi on vaikea määrittellä kahden kuvan samankaltaisuutta [66].

Kuvien tallennukseen käytetään lukuisia eri indeksointimenetelmiä, mutta tässä esityksessä keskitytään neljään päälähestymistapaan, joiden mukaisesti kuvien indeksointia ja hakuja voidaan suorittaa. Ne perustuvat joko strukturoituihin attribuutteihin, objektien tunnistamiseen, tekstiin tai matalatasoisiiin kuvan piirteisiin.

Attribuutteihin perustuvassa indeksoinnissa ja hakumenetelmissä kuvien sisällöt on muotoiltu manuaalisesti sarjaksi attribuutteja ja esivalmisteltu perinteisten tietokantasysteemien mukaisesti. Kyselyissä käytetään attribuutteja, jotka on määritelty kuvantallennusvaiheessa. Hakumenetelmällä voidaan silloin käyttää esimerkiksi tiedostonnimeä, kuvan luokitusta, kuvanottopäivää, aiheita, tekijää ja kuvan lähdeä. Suurin haittapuoli tässä menetelmässä on se, että attribuutit eivät kuvaa sisältöä täydellisesti ja kyselyt on rajoitettava tehtyihin attribuutteihin. Multimediatietopankkiprojektissa tätä menetelmää on laajennettu niin että kuvien sisältö, aihe sekä avainsanat antavat enemmän tietoa kuvaobjekteista [40].

⁴ <http://www.accesscom.com/support/macintosh/macwais.html#what>

Toinen päämenetelmä on integroitu piirre-suodatus/objektin tunnistamista -alimenetelmä. Tämä alimenetelmä automatisoi piirteiden suodattamisen ja objektin tunnistamisen. Tätä menetelmää käytetään kuvankäsittelyohjelmissa.

Kolmannessa päämenetelmässä käytetään vapaata tekstiä kuvaamaan kuvia ja työstetään informaatiota hakutekniikoilla. Teksti voidaan laatia kuvan sisältämän korkeantason sisällön mukaisesti. Kuvan määrittelyä eivät silloin rajoita mitkään attribuutit tai rakenteet ja se ei ole toimialaan erikoistunut. Testikuvaukset voivat lisätä tiedonvarmentamista. Tämän menetelmän haittapuolina ovat epätäydellisyys ja subjektiivisuus, mutta se voi osittain tuottaa relevanttia palautetta ja toimialan tietoa [40].

Neljäs päämenetelmä käyttää matalatason kuvapiirteitä, kuten esimerkiksi väriä ja tekstuuria. Etuna Taiston mukaan [40] tässä menetelmässä on se että indeksointi ja hakuprosessi voidaan tuottaa automaattisesti ja on helppo ottaa käyttöön. Menetelmä on nopea ja hakutuloksiltaan hyvä. Multimediatietopankki-projektissa tätä menetelmää ei kuitenkaan oteta käyttöön.

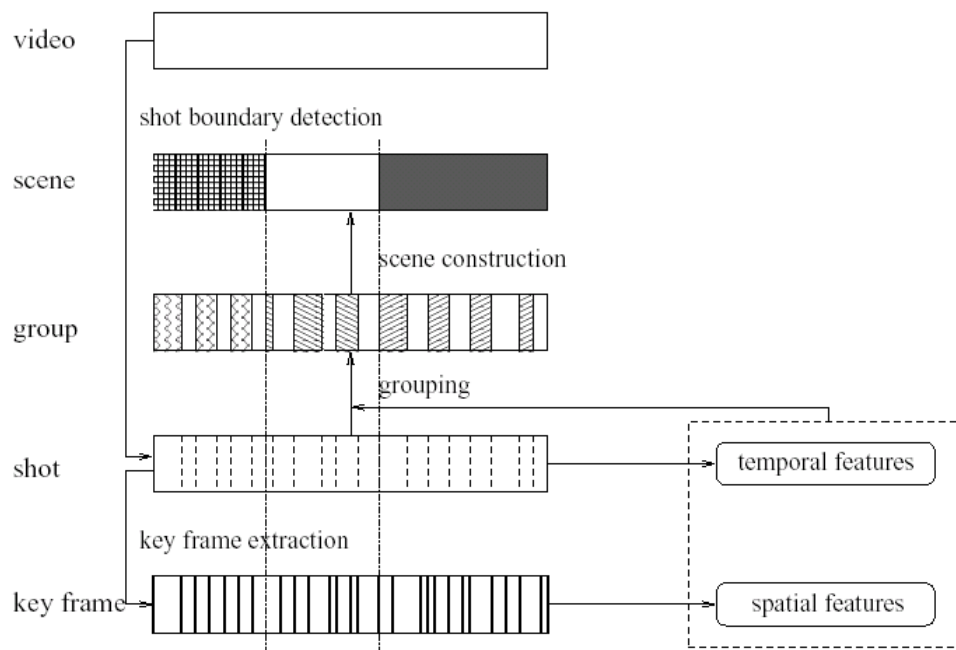
Neljättä päämenetelmää kutsutaan sisältöpohjaiseksi kuvanhakumenetelmäksi, koska haku kohdistuu kuvan aiheeseen [40].

Kuvien samankaltaisuuteen perustuvat kyselyt voidaan jakaa kolmelle tasolle. Alimmalla tasolla ovat konkreettisiin ominaisuuksiin, kuten tekstuuriin, väriin tai muotoon perustuvat kyselyt. Toisella tasolla haetaan kuvia johdettujen attribuuttien mukaan. Tällöin on suoritettava yksinkertaisia loogisia päätelmiä kuvassa olevien objektien olemuksesta. Korkeimmalla tasolla haetaan kuvia abstraktien attribuuttien mukaan. Tällä tasolla joudutaan suorittamaan subjektiivista pohdintaa kuvattujen objektien tarkoituksesta [66].

Multimediatietopankissa voidaan käyttää miljoonia kuvia, videoita ja ääniä tallennukseen. Multimediatiiedostot tallennetaan erillisinä objekteina, joten järjestelmä ei ole riippuvainen sinne tallennetun multimediadatan muodosta.

10.7. VIDEON INDEKSOINTI

Video sisältää erittäin paljon tietoa. Se voi sisältää tekstiä, ääniraitoja ja nauhoitettuja kuvia, joita esitetään tietyllä nopeudella. Video voidaan siis käsittää tekstin, audion ja kuvien yhdistelmänä aikajanalla. Lisäksi siihen liittyy myös metatietoa, kuten videon nimi ja tekijän/tuottajan jne. nimet. Perinteiset staattisten kuvien arkistointi- ja hakujärjestelmät perustuvat kuvista automaattisesti tunnistettavien ominaisuuksien määrittelyyn. Indeksoituva määrä kuvissa ovat mm. väri, muodot ja tekstuurit. Värien kartoittaminen on monimutkaisempaa. Kuvan sisältämien objektien ääriviivat on ensin löydettävä, minkä jälkeen yksittäiset muodot voidaan luetteloida ominaisuuksiensa perusteella, joka vaatii puolestaan tekstuurialueiden löytämisen ja niiden mallintamisen esimerkiksi funktioiden avulla. Tällaisissa järjestelmissä kuvien hakujärjestelmät mahdollistavat usein käyttäjän syöttämän tai piirtämän esimerkkikuvan mukaiset tehtävähaut [40, 67].



kuva 10.10. viisitasoinen videon kuvaus [68].

Otos (shot) on yhden kameran kuvaama osa videosta. Otos on katkeamaton sarja kehyksiä ja sitä rajaavat otoksen rajat. Avainkehyksellä (key frame) tarkoitetaan kehystä, joka kuvaa otoksen keskeistä sisältöä. Otoksen sisällön monimutkaisuudesta riippuen voidaan

löytää yksi tai useampi avainkehys kuvastamaan sisältöä. Videon kohtauksella (scene) ymmärretään semanttisesti samankaltaisten ja ajallisesti peräkkäisten otosten ryhmittymää. Videon kohtaus on semanttinen kokonaisuus ja kuvastaa tarinan juonta katsojalle. Videoryhmä (group) on käsite, joka sijoittuu fyysisen otoksen ja semanttisen kohauksen väliin ja toimii yhdistävänä tekijänä näiden välillä. Ryhmään voivat esimerkiksi kuulua visuaalisesti samankaltaiset otokset tai vierekkäiset otokset. Videoita voidaan täten kuvata viisitasoisella hierarkialla (kuva10.10.) [68].

Videoanalyysillä tarkoitetaan otosten rajojen havaitsemista ja avainkehysten poimintaa videosta. Otosten rajojen löytämiseksi (shot boundary detection) voidaan käyttää monia eri metodeja. Asiaa onkin tutkittu paljon ja tehokkaita menetelmiä on löydetty. Automaattinen otosten rajojen havaitseminen voidaan jakaa viiteen kategoriaan: pikseleihin, statistiikkaan, muutokseen, piirteisiin ja histogrammiin perustuvaan havaitsemiseen. Histogrammiin perustuva havaitseminen on todettu tarkkuudeltaan ja nopeudeltaan tehokkaimmaksi.

Otosten löytymisen jälkeen voidaan poimia otoksesta sitä parhaiten kuvaavat avainkehukset (key frame extraction). Yksinkertaisin tapa on määrittää avainkehysiksi otoksen ensimmäinen ja viimeinen kehys. Tässä tutkielmassa esitettävässä menetelmässä käytetään otosten rajojen havaitsemiseen histogrammiin perustuvaa tekniikkaa ja avainkehysinä toimivat otoksen ensimmäinen ja viimeinen kehys [69].

Yueting Zhuang, Yong Rui ja Thomas S. Huang [70] ovat kehittäneet menetelmän, jossa käytetään hyväksi kuulovammaisia varten videoihin liitettyä tekstitystä. Tekstitys on koodattu liikkuvaan kuvaan NTSC-videosignaalistandardin mukaisesti. Menetelmässä video digitalisoidaan ja tämän jälkeen siitä puretaan tekstitys. Video ja tekstitys synkronoidaan aikaleimoilla ja jokaista otosta kohden poimitaan siihen liittyvä tekstitys. Tekstistä löydetään avainsanat AZTagger-ohjelmalla.

Videon indeksointi- ja hakumenetelmiä on useita ja ne esitellään seuraavaksi:

Metatietoon perustuva menetelmä: Metatietoon perustuvassa menetelmässä indeksointi ja haku tapahtuu perinteisiin tietokantajärjestelmin. Yleistä metatietoa ovat videon nimi, käsikirjoittajan, tuottajan ja ohjaajan nimet, tuotantopäivämäärä ja videon tyyppi.

Tekstiin perustuva menetelmä: Tekstiin perustuvassa menetelmässä käytetään yhdistettyjä alaotsikoita, jolloin käytetään informaation hakutekniikoita ja filmeissä olevia tekstejä.

Audioperustainen menetelmä: Videon indeksoinnissa ja hakumenetelmissä voidaan käyttää yhdistettyjä ääniraitoja. Audio on jaettu puhe- ja hiljaisuusryhmiin. Puheentunnistuksessa käytetään puhesignaaleja tuotetuista sanoista. Sen jälkeen käytetään IR-tekniikoita tiedon indeksoinnissa ja hakumenetelmissä. Jos hiljaisuussignaalit tunnistetaan, saadaan tietoa videosta ja sen ääniefekteistä. Väliaikainen tieto yhdistetään äänikehitykseen.

Sisältöpohjainen menetelmä: Sisältöpohjaisia menetelmiä on olemassa kaksi: ensimmäisessä menetelmässä videota käsitellään yksittäisten kehyksien ja kuvien kokoelmana. Ongelmana tässä menetelmässä on se, että se ei ota huomioon videokehysten ajallisia suhteita ja tällöin joudutaan käsittelemään suurta kuvamäärää. Toisessa menetelmässä videosegmentit jaetaan samankaltaisuusryhmiin, jolloin indeksointi ja haut kohdistetaan edustavaan kehysjoukkoon (kutsutaan otoksiksi, shots). Tätä menetelmää kutsutaan otospohjaiseksi videon indeksointi- ja hakumenetelmäksi.

Yhdistetty menetelmä: Kaksi tai useampi edellä mainituista menetelmistä yhdistetään [40].

Automaattinen videon sisällysluettelon luonti sisältää kolme päävaihetta. Ensimmäinen järjestelmä jakaa indeksoituvan videon osiin esittämällä otosten rajat. Tämän jälkeen järjestelmä tunnistaa toisiinsa liittyvät otokset. Näiden perusteella systeemi luo lopullisen hierarkkisen hakemistorakenteen.

Tavallisin videon indeksointitapa on käyttää r-frameja eli edustavia kehyksiä. R-kehukseen tallentuu otoksen sisältö. Tämän kehyksen eli framen piirteet poimitaan ja indeksoidaan väreistä, muodosta ja/tai

tekstuurista. Haussa kyselyjä verrataan tämän kehyksen piirrevektoreihin. Jos kehyksessä löytyy kysytyt piirteet, ne näytetään käyttäjälle. Jos käyttäjä hyväksyy voi hän katsoa otoksen.

R-kehysten määrän valinnassa on useita menetelmiä ja seuraavaksi muutama tavallisin menetelmä:

1. Ensimmäisessä menetelmässä käytetään yhtä otoksen r-kehystä. Tämän menetelmän rajoitteena on se, että se ei sisällä silloin otoksen pituutta ja sisältömuutoksia.
2. Toisessa menetelmässä, joka on keksitty edellisen ongelman ratkaisemiseksi r-kehysten määrä määräytyy niiden pituuden mukaisesti. Jos otoksen pituus on yhtä suuri tai pienempi kuin sekunti, otetaan vain yksi r-kehys. Jos otoksen pituus on enemmän kuin yksi sekunti otetaan r-kehys jokaisesta sekunnista. Tässä menetelmässä ei oteta otoksen sisältöä huomioon.
3. Kolmannessa menetelmässä otos jaetaan aliotoksiin tai näytöksiin ja jokaiseen sellaiseen merkitään r-kehys. Sisältö määräytyy liikevektoreihin, optiseen virtaan ja kehys-kehykseltä tapahtuviin muutoksiin [40].

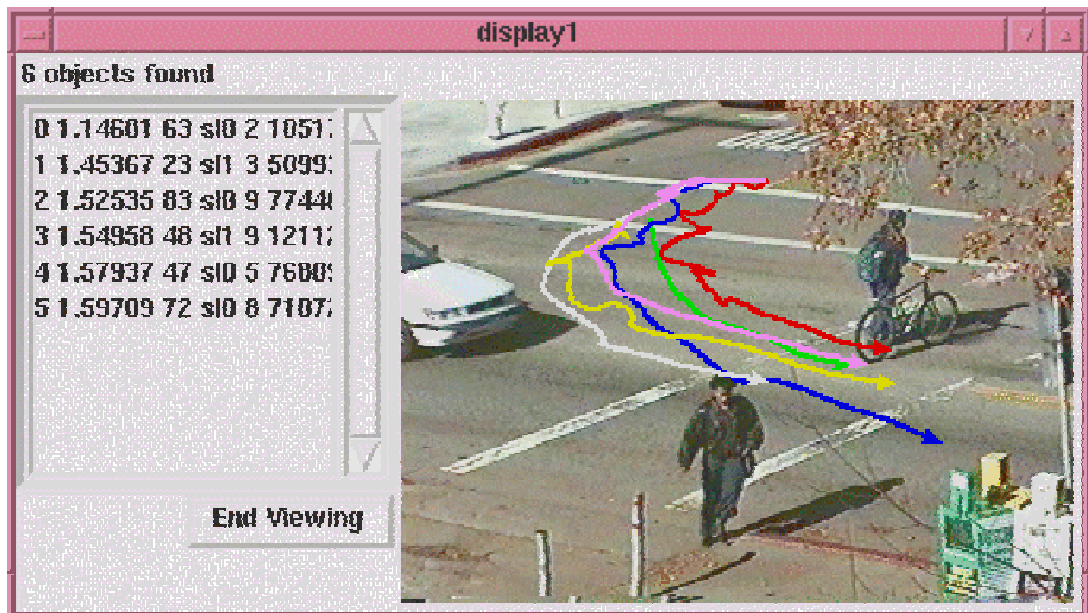
Kyselyn määräyksen määrittelyn jälkeen, jokaiseen otokseen jollakin edellä olevilla menetelmillä, pitää miettiä miten r-kehykset valitaan. Seuraavaksi esitellään yleisesti segmentointia, mikä viittaa edellä mainittuihin kolmeen tapaan määrätä kehysten määrä. Yleisimmät tavat valita r-frame segmentoinnissa ovat seuraavat:

1. Jokaisen segmentin ensimmäistä kehystä käytetään r-kehyksenä. Tämä valinta perustuu siihen havaintoon, että kuvaajat luonnehtivat segmenttiä muutamassa ensimmäisessä kehyksessä, ennen kuin varsinainen kuvaus alkaa. Täten segmentin ensimmäinen kehys näyttää segmentin yleissisällön [40].
2. Toisessa menetelmässä määrätään keskiarvokehys sitten että lasketaan pikselikeskiarvo jostakin kohtaa kehystä ja sama valinta tapahtuu jokaisessa kehyksestä samasta kohtaa. Tällöin se segmenttien kehys valitaan r-kehykseksi, mikä on lähinnä keskiarvoa.
3. Kolmannessa menetelmässä käytetään värihistogrammeja sitten, että niistä valitaan lähinnä keskiarvoa oleva kehys.

4. Neljännessä menetelmässä käytetään segmenttien kameras vaakavieritysliikkeitä. Segmentin jokainen kuva tai kehys jaetaan edustaan ja taustaan. Suuri tausta on silloin kaikissa kehyksissä ja kehysten edustalla olevat oliot on laitettu taustan päälle [40].

Liikkeeseen perustuva indeksointimenetelmä toimii seuraavaksi:

1. Liikkeen sisältö: Tässä käytetään likimääriä esimerkiksi kuinka paljon jokin pallo on siirtynyt paikasta toiseen eli se mittaa vektorin liikkeen. Tällä menetelmällä mitataan videolta liikkeen sisältöä.
2. Liikkeen samankaltaisuus: Tässä menetelmässä mitataan liikkeen tasaisuutta jollakin tietyllä ajalla, esim. pallon liikekerta.
3. Liikkeen vaakavieritys: Tässä kaapataan liikkeen vaakavieritys (vasemmalta oikealle tai oikealta vasemmalle kameraan nähden).
4. Liikkeen kallistumassa mitataan vektorin suunta vertikaalisesti videosekvenssissä. Vaakavierityksessä on pienempi arvo kuin vertikaalisessa liikkeessä [40].



Kuva 10.11. Esimerkki kuvan hausta. Haku on tehty vasemman käden liikkumisesta [71].

Jokainen videon tapahtuma on kokoelma objekteja. Niiden sijainti ja fyysinen laatu ja interaktio muiden objektien kanssa määrää tapahtuman kulun. Jos olisi sellainen menetelmä käytössä jossa pystytään erottamaan objekteja sekvenssistä ja löytyisi tapa joka perustuu jokaiseen objektiin indeksointiin, se voisi tapahtua kaappaamalla objektin muutokset. Still-

kuvassa objektien segmentointi ja identifiointi on vaikeaa, mutta videossa objekti liikkuu kokonaisuutena. Täten voidaan ryhmittää pikselijoukko, joka liikkuu objektissa. Tämä menetelmä voi olla erittäin toimiva objektin segmentoinnissa. MPEG on hyvin sopia tähän menetelmään (kuva 10.11.).

Videon metatietoa on kaikissa standardin mukaisissa vidoissa. Tällöin käytetään DBMS-menetelmiä indeksoinnissa ja haussa. Esimerkiksi MPEG-2 ohjelman erityistiedot (PSI) voidaan esittää neljässä eri taulussa, jotka sisältävät tarpeellista tietoa kanavista jne. Muut tiedot kuten tekijänoikeudet ja kieli saadaan ohjelmakarttataulusta.

Videokuva voidaan myös indeksoida annotaation perusteella. Annotaatiot ovat joko staattisia tai dynaamisia. Staattiset annotaatiot kuvaavat videon ajallista rakennetta ts. video-osien alku- ja loppuaikoja. Dynaamiset annotaatiot vaihtelevat video-ohjelman tyyppin mukaan. Tyyppejä ovat esim. historia ja urheilu. Annotaatio on tärkeä siksi että sillä voidaan kaapata korkeantason sisältöä videosta. [40, 72] Annotaatio tapahtuu seuraavilla tavoilla:

1. Video voidaan tulkita ja annotoida käsin, joka vie paljon aikaa, mutta sitä käytetään edelleen, koska korkean tason sisällön tutkiminen ei vielä ole mahdollista.
2. Moniin videoihin on yhdistetty tekstiä ja alaotsikoita, joita voi suoraan käyttää annotaatioprosessissa.
3. Jos alaotsikoita ei ole, puheen tunnistusta voidaan käyttää siten, että tunnistetaan ääniraidoilta puheen sanoja. Menetelmä on haastava, koska puhe ja hiljaisuus on miksattu ääniratoihin ja siellä voi olla myös musiikkia ja melua [40].

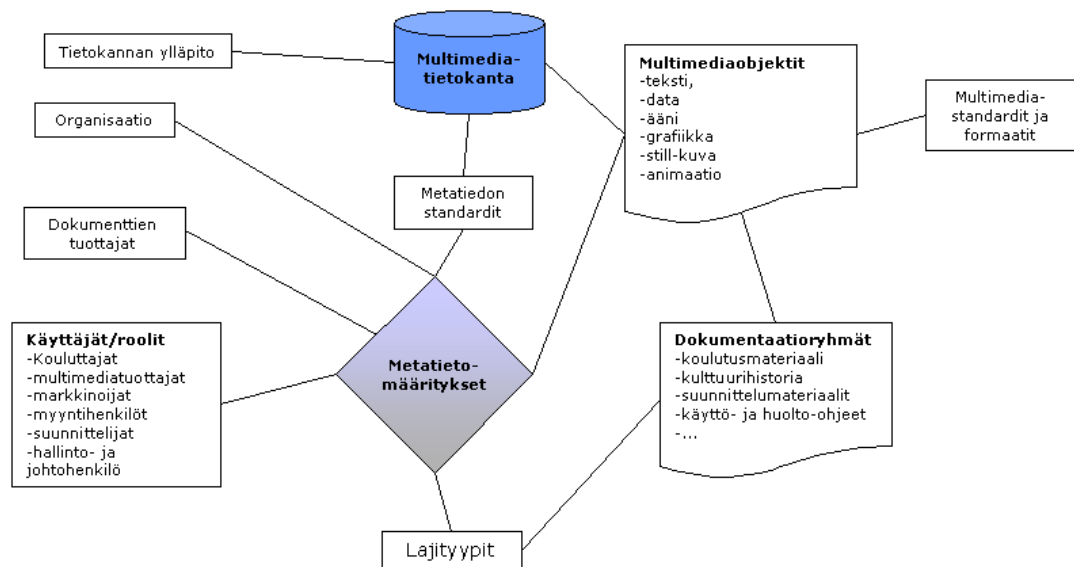
10.8. METATIETOMÄÄRITYSTEN LAATIMINEN

Tiedon määrän nopeasti kasvaessa sen hallittavuus ja löytäminen ovat keskeisiä haasteita multimediatietokannalle. Digitaalisen tiedon hallinnan apuna mutta myös sen ongelmana on siihen liittyvä teknologia. Lisäksi ihmisen kyky ja halu käsitellä tietoa vaihtelee suuresti [73].

Laadukasta metatietoa pidetään yhtenä keskeisenä keinona tehostaa tiedon saantia. Metatieto on tietoa tiedosta. Sillä voidaan kuvata sisältöä,

prosessointia ja sisällön semantiikkaa. Metatietoa ei kannata tuottaa vain tuottamisen vuoksi vaan tiedostettuun tarpeeseen.

Toisin kuin teksti dokumentit kuvilla, tai videoilla ei ole yhtenäistä (consistent) formaattia, indeksi tai metadata. Esimerkiksi kymmenkuntaa kuvaformaattia on käytetty videon tai kuvan esittämiseen Web sivuilla ja useampia teknologioita on käytetty indeksoinnin ominaisuuksien soveltamiseksi digitaalisissa tietokannoissa. Lisäksi multimediatietokantajärjestelmien välillä ei ole vielä keskinäistä toimintaa (inter-operability). Metatiedon avulla voidaan dokumentoida tietoja, jotka tukevat aineiston pitkäaikaissäilytystä mutta myös muita erillisiä tarpeita kuten autenttisuuden varmistamista, kokoelman hallintaa tai tekijänoikeuksiin liittyviä asioita [74, 75].



Kuva 10.12. Metatietojärjestelmän laatisympäristö [73].

Seuraavassa on lueteltu metatiedon avulla saavutettavia hyötyjä:

Pienempi tilantarve

Metatieto on sisällön semantiikkaa kuvaava tiivistetty esitys alkuperäisestä. Tekstin kohdalla säästö ei ole välttämättä ratkaiseva, mutta metatieto ääni- ja kuvamateriaalista vie vain murto-osan alkuperäisestä tilantarpeesta.

Vähemmän laskentaa

Varsinkin ääni- ja kuvatiedon hakeminen on nopeampaa, jos sisällöstä on olemassa aikaisemmin tuotettua metatietoa eikä koko sisältöä tarvitse käydä läpi haun yhteydessä.

Useiden formaattien tukeminen

Yksi metatiedon esitysmalli voi tukea useita lähdeformaatteja. Kun kaikki formaatit on kuvattu yhteisellä metatiedon mallilla, niin esimerkiksi haut eri formaattien välillä ovat mahdollisia.

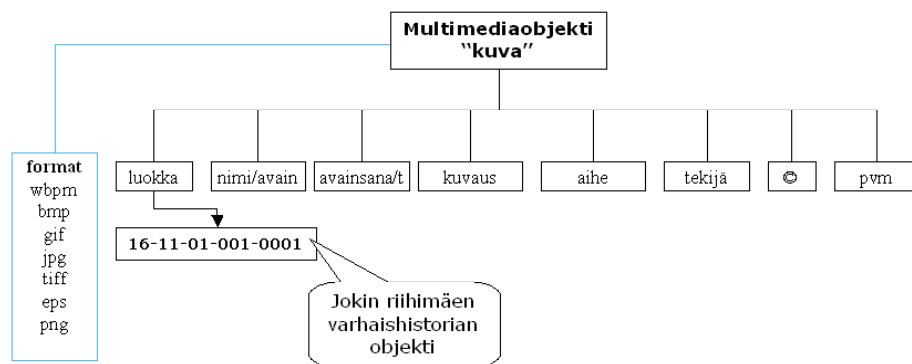
Sisällön täsmäminen

Semanttinen metatieto pakottaa sisällön tuottajan ilmaisemaan sisällön täsmällisesti. Tämä auttaa löytämään avainsanat ja tekee sisällöstä selkeämmän.

Parempi informaation laatu

Metatiedon mahdollistamat paremmat indeksointi- ja hakumahdollisuudet auttavat tiedon suodattamisessa [76].

Metadatalle tulee olemaan tärkeä rooli multimediatietopankin pitkäaikaissäilytykseen liittyvissä toimintamalleissa tai strategioissa ja sitä kautta itse multimediatietopankin käytössä (kuva 10.12).



Kuva 10.13. Multimedian metadatan sisällön määrittely, esim. kuvatiedosto

Multimediatietopankki on metadataformaatti, joka määrittelee joukon elementtejä erilaisten kohteiden kuvailuun. Tarkoituksena on kehittää formaatti tehostamaan verkkotallenteiden hakua. Ajatuksena on se, että

tiedonhaun mahdollisuudet paranevat kun verkkotallenteista on olemassa laadukasta kuvailutietoa, johon haku voidaan kohdistua. Tässä vaiheessa ehdotetaan kuvan 10.13 mukaista sisällön määrittelyä. Yhtenä tavoitteena on että luodaan multimediatietopankkistandardi myös virallisissa standardoimisorganisaatioissa.

Multimediatietopankin metadatan sisällön tarkoituksena on olla yksinkertainen kuvailuformaatti. Multimediatietopankin kohderyhmänä eivät ole pelkästään alan ammattilaiset vaan kaikki jotka julkaisevat omia tuotoksiaan verkossa. Tästä syystä formaattia pyritään kehittämään niin että se olisi sovellettavissa myös kansainvälisenä formaattina, jossa kuvailijan kieli tai kotimaa ei ole ongelma. Huomioitava on kuitenkin se, että joudutaan tasapainottelemaan kahden asian kanssa: toisaalta formaatin on oltava riittävän yksinkertainen, että kaikki voivat sitä käyttää mutta toisaalta sen on oltava myös tehokas apuväline tiedonhaussa. Itse formaatti koostuu 8 elementistä, joista 5 on pakollista (ks. kuva 10.9). Elementtiä voi myös tarpeen mukaan toistaa sekä tarkentaa erilaisten tarkenteiden avulla. Kuvan 10.13. esityksen mukaan voidaan todeta että kyseessä on suppea, vain ydinelementit sisältävä kuvailuformaatti. Tarkenteiden avulla voidaan vaikuttaa elementtien arvoon tai sen semanttiseen merkitykseen. Yksi multimediatietopankin periaatteista on sen joustavuus ja laajennettavuus. Formaatti tarjoaa vaihtoehdon tarkempien kuvailumallien rakentamiselle. Multimediatietopankin metadataformaatti on laajennettavissa eri sisällöntuottajien tarpeiden mukaan. Hyvä esimerkki on kuvien ja videoiden metatiedon määrittelyn laatiminen, missä kuvien formaatti koostuu kymmenistä elementeistä.

Metatiedon tehtävä ei ole pelkästään toimia tiedonhakuun tarkoitettuna sovelluksena. Metadatan rakenteella on käyttöä myös pitkäaikaissäilytyksen kontekstissa. Gilliland-Swetland [77] määrittelee säilytykseen liittyvän metadatan omaksi luokakseen, jossa muut luokat ovat hallinnollinen, kuvaileva, tekniikkaan ja käyttöön liittyvä metadata.

Tämäntyyppisessä metadatassa on kyse esimerkiksi digitaalisten aineistojen säilytykseen tähtäävien toimien kuten siirtomenetelmän dokumentoinnista. [77]. Toisaalta vaikka säilytykseen liittyvä metadata on jaoteltu Gilliland-Swetlandin työssä omaksi ryhmäkseen, ovat myös tekniset tiedot tärkeitä

säilytyksen kannalta [75]. Pitkäaikaissäilytyksen metadata voisi sisältää mm. seuraavia elementtejä tai kenttiä:

- identifikaatiotunnus
- laitteisto, käyttöjärjestelmä ja ohjelmisto, joita tarvitaan dokumentin käyttämiseen
- fyysisiä yksityiskohtia käsin kosketeltavista (tangible) julkaisuformaateista kuten CD-rommeista, levykkeistä
- koodausstandardi ja versio
- siirtotoimenpiteiden historia ja sen onnistuminen
- autenttisuuden päättelemisessä avustavaa tietoa (data)
- tietoja tekijänoikeuksista (ks. kuva 10.13)
- tietoa versiosta ja päivämäärästä [75].

Metatiedon julkaiseminen on jatkuva prosessi, joka liittyy kiinteästi julkaisemiseen. Sen tuottamisen pitää olla helppoa ja nivoutua luonnollisesti julkaisuprosessiin, jotta tiedon tuottajat suostuisivat tuottamaan kunnollista metatietoa.

Metatiedon tuotantoprosessia tulee automatisoida niin paljon kuin mahdollista. Apuvälineet auttavat tuottamaan yhtenäisempää ja parempaa metatietoa. Apuvälineet helpottavat ensisijaisesti suurten tietomäärien ja irrallisten tietojen hallinnassa. Koska multimedia ei rakennu älykkäästi eikä tekoäly pystyy täydellisesti toimimaan ihmismielen tavoin, tulee lopullinen päätös julkaistavasta metatiedosta jättää ihmiselle [76].

10.9. MULTIMEDIATIETOKANNAN SUUNNITTELUN VAATIMUKSET

Multimediatietopankin suunnittelu sisältää myös multimediatietopankin sisällönsuunnittelua. Vittal [35] esittää neljä ehtoa multimediatietopankin suunnittelulle (ks. luku 8.)

Multimediassa erityyppiset ja eri lähteistä tulevat mediat yhdistävät yhdeksi yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Jotta toteutus olisi mahdollisimman toimiva ja käyttäjäystävällinen sen pitää olla kunnossa kaikilla tasoilla. Toisin sanoen palveluiden vähimmäislaatuvaatimukset on tiedettävä ja määriteltävä.

Multimediaobjekti jaetaan kahteen luokkaan, ajasta riippuviin mediavirtoihin ja staattisiin, ajasta riippumattomiin objekteihin. Jos mediavirran peräkkäisten *esityyksiköiden* (presentation unit) ajallinen suhde on

lineaarinen vakio, on kyseessä *jatkuva mediavirta*. Esimerkkejä jatkuvista mediavirroista ovat mm. videokuva ja äänitteet. Ajasta riippumattomia mediaobjekteja ovat esimerkiksi kiinteä teksti ja kuvat [79].

Median sisäisessä synkronoinnissa viiveet eivät saa aiheuttaa huojuntaa (jitter) mediavirrassa. Jos joudutaan odottamaan mediaesitystä tulee aukko-ongelma (gap problem), jonka johdosta multimediaesityksen yhtenäisyys ja käyttäjäystävällisyys katkeavat.

Multimediatietokannan suunnittelussa tulee huomioida seuraavat vaatimukset:

Käyttäjävaatimusten määrittely

Projektissa noudatetaan käyttäjäkeskeisiä suunnittelumenetelmiä. Käyttäjäkeskeisen suunnittelun avulla voidaan varmistaa kehitettävän projektin julkaisujärjestelmän hyödyllisyys ja helppokäyttöisyys. Projektin alussa määritellään alustavat käyttäjävaatimukset. Projektin aikana tehtäviä suunnitteluratkaisuja visualisoidaan käyttäjälle ja demovaiheen lopussa käyttäjäpalautteen perusteella tarkennetaan käyttäjävaatimuksia koko ajan projektin edetessä.

Käytettävyyden tutkimus sisältää seuraavat vaiheet:

- Alustavat käyttäjävaatimukset
- Visualisointi
- Käytettävyydestit suunnittelun aikana
- Kenttätestaus

Alustavat käyttäjävaatimukset määrittelevät käyttäjien vaatimukset julkaisulle päätelaiteympäristössä (PC, TV, mobiili). Vaatimukset kerätään nykyisen DIMEUS-projektin tuloksia analysoimalla, kirjallisuustutkimuksen avulla sekä haastatteleamalla kuluttajia ja multimediatietopankin sisällöntuottajia. Käytettävien päätelaitteiden ominaisuuksien kartoitus on myös osa vaatimuksen määrittelyä.

Sisältöjen tuotanto, integrointi ja automaattinen koostaminen

Projektsuunnittelun sisältötuotanto jakautuu kahteen päälinjaan: Olemassa olevan aineisto muunnetaan integroidun multimediatietopankin tarpeen

mukaan niin, että sisältö hyödyntää uuden tekniikan erityisominaisuuksia ja kerronnallisia mahdollisuuksia.

Integrointi ja koostaminen suoritetaan Dimeuksessa välipalvelimen avulla. Tässä projektissa laajennetaan välipalvelimen ominaisuuksia multimedian vaatimusten tasolle. Integroinnin ja koostamisen edellytys on aineistojen merkintä (eksplisiittinen metatieto) hyödyntäen esitystapoja kuten XML, MPEG ja ICE (Information & Content Exchange). Myös implisiittisen metadatan generointi videon äänen ja tekstin analyyseilla ja agenttitekniikoilla on keskeinen tutkimusaihe. Koosteen typografinen ulkoasu saadaan riittävän hyväksi hyödyntämällä taittosääntöjä ja tyyliomakkeita, joita myös kehitetään projektissa. Tekijänoikeusrajoituksia ohjelmoidaan sisään siten että, jokaisella mediaelementillä on omat käyttäjärajoitukset. Esimerkiksi tietty *Riihimäki muuttuu* -projektin tietoihe, joka voidaan julkaista vain www-sivuilla ei ollenkaan näy mobiili- tai digitaalitelevisiosovelluksissa.

Helppokäyttöisyys

Käyttämällä multimediaa ja animaatiota laajasti lisätään havainnollisuutta. Kerronta muodostetaan sujuvaksi luomalla luontevia etenemispolkuja.

Projektissa kehitetään käyttöliittymä PC-, digitaali-TV- ja mobiiliympäristöön. Erityisesti tutkitaan käyttöliittymäratkaisuja mobiiliympäristössä.

Käyttöliittymän suunnittelu aloitetaan visualisoimalla käyttöliittymän malleja eri päätelaittoympäristöihin. Visualisoinnit testataan demoversion yhteydessä. Testitulosten perusteella valitaan toteutettavat käyttöliittymän mallit.

Personointi

Sisällön ja ulkoasun personointia kehitetään useassa eri ulottuvuudessa. Personointi paikan, ikäryhmän, ammattikunnan, harrastusten/alakulttuurien ja henkilökohtaisen maun mukaan on tärkeä erityisesti PC päätelaitteella. Päivyri on kiinnostava personoinnin malli mobiililaitteille. Se organisoii mediatarjonnan paikkakunnan tapahtumat ym. henkilökohtaisen päivyriin muotoon. Adaptiivinen eli lukukäyttäytymisen mukaan oppiva personointi on kiinnostava keino tarkentaa kiinnostusprofiilia [14].

Mobiilialusta

Uudet siirtotekniikat (HSCD, GRPS ja UMTS) mahdollistavat lähiaikoina nykyistä huomattavasti nopeammat langattomat yhteydet mobiilipäätteisiin (43 kbit/s – 2 Mbits/s). Näillä nopeuksilla voidaan jo välittää multimedia-aineistoja hyödyntäviä integroitua julkaisuja. Media-aineistojen komponenttiesitys on tässä keskeinen, koska siirtokaistan käyttö on optimoitava välipalvelimen avulla. Keskeisiä ovat push- ratkaisut, joista aineisto tallennetaan paikalliseen muistiin (cache) ja siirretään vain muutoksia. Ei ole järkevää siirtää esimerkiksi kokonaisia aihelähetyksiä, joista katsotaan vain muutamaa aihetta. Paitsi että hyödynnetään Dimeuksen välipalvelinta tarkoituksena on hyödyntää yhteisökumppaneiden osaamista erityisesti WAP (Wireless Application Protocol) puolella.

Sisältötuotannon näkökulma on otettava mukaan alusta alkaen. Tätä kysymystä voidaan lähestyä kahdesta näkökulmasta: tarpeellisen ja mahdollisen. *Tarpeellisen näkökulma* merkitsee sitä, mitä käyttäjät haluavat mobiiliviestimestä vastaanottaa. Tämän lisäksi on pohdittava mitä sisältöjä nimenomaan mobiiliviestin voi tarjota muun viestintätarjonnan lisäksi. Tässä tulee kysymykseen esimerkiksi satelliittipaikannuksen (GPS) hyödyntäminen sisällön personoinnissa. Se mahdollistaa käyttäjää lähellä olevia palveluja koskevan informaation välittämisen. *Mahdollinen näkökulma* liittyy siihen miten mukana olevien sisältötuottajien aineistoa moukataan mielekkäästi mobiiliviestimeen. Tässä tulee kyseeseen niin sisällön itsensä luominen ja muokkaaminen kuin myös sen luokiteltu ja jäsentäminen esimerkiksi avainsanojen ja luokittelun avulla [14].

Multimedian käytettävyys keskittyy seuraaviin seikkoihin:

- erilaisten päätelaitteiden käyttöliittymien vertailu
- helppokäyttöisyys
- viihteellisyys
- personointi
- mobiilisuus
- paikallisuus

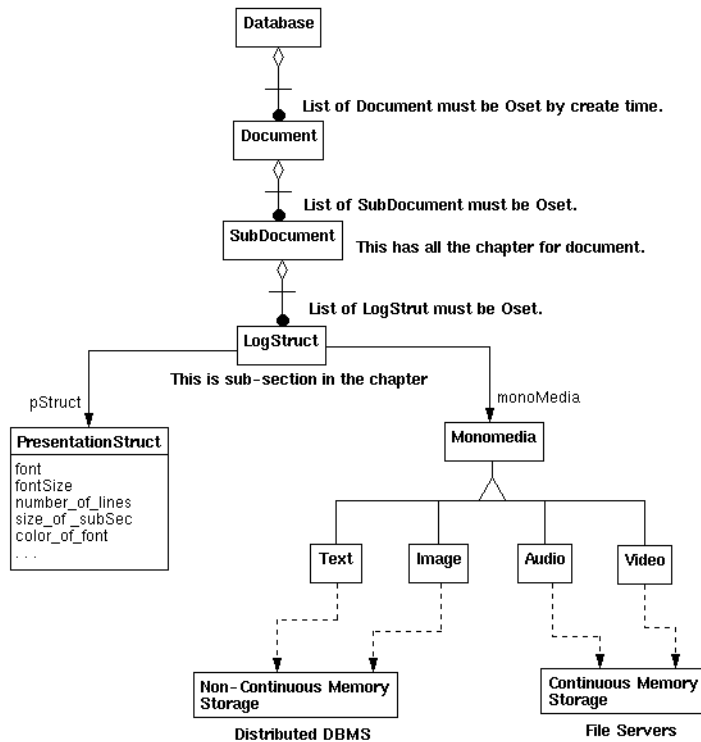
Multimediadokumenttien esitysmuodossa seurataan kansainvälisiä standardeja. SGML on valittu standardiksi sen sopivuuden, vahvuuden ja yleisyyden takia, lisäksi sen rooli HyTime-standardin perustana tukee

valintaa. SGML keskittyy tekstidokumentteihin, kun HyTime tukee monimutkaisempia dokumentteja [78].

10.10. DOKUMENTTIEN REPRESENTAATIO TIETOKANNASSA

Rakenteellinen lähestymistapa sisältää loogisen ja representaatio rakenteen. Looginen rakenne käsittää varsinaisen ulkoasun, jonka käyttäjä näkee. Esimerkiksi dokumentit voidaan esittää hierarkkisesti luvun, osan, kappaleen jne. mukaan. Toisaalta esitysrakenne kuvaa dokumentin informaation kuten kirjaimet, kirjaimen koon kunkin dokumentin osalta, dokumentin rivien määrän ja niin edelleen. Kuva 10.14. esittää yksinkertaisen dokumenttien rakenteellisen lähestymistavan [80].

Käyttäjän hakeman tiedon saannin nopeus riippuu tiedon esille saannin nopeudesta. Jos informaatiota ei ole tallennettu ja jäljitystä ei ole tehty riittävästi, tietovarastosta voi tulla pullonkaulatekijä järjestelmälle [80].



Kuva 10.14. Dokumenttien representaatio multimediatietopankissa [80].

10.11. MULTIMEDIATIEVARASTO

Tallennettu multimediadata on jaettu kahteen tyyppiin: ei-jatkuva media kuten staattinen media mm. teksti ja kuva sekä jatkuva media kuten dynaaminen media (video ja panoraama, animaatiot). Jatkuvalle medialle on reaalitajainen ominaisuus, kun taas ei-jatkuvalle medialle ei ole sitä. Joten on pääteltävissä että nämä kaksi mediatyyppiä tarvitsevat erilaisia tallennusmekanismia. Hyödyntääkseen täyttä reaalitajaisista ominaisuuksista moni jatkuva media on tallennettu eri palvelimiin. Mutta ei-jatkuva media on tallennettu palvelimeen metadatatiedolla [80]. Vittal [78] esittää seuraavia multimedian tietovarastoinnissa huomioitavia asioita:

1. Mediaobjektien representaatio tallennusjärjestelmässä
2. Dokumenttien struktuurin representaatio
3. Mediaobjektien ajallinen sijainnin relaatio media-aiheisiin.

Multimediadata käyttää SGML/HyTime standardia dokumenttien representaatioon. SGML on metakieli, joka kuvaa dokumenttien loogista rakennetta käyttäen merkkikieltä. Nämä merkkikieliset näytöt missä dokumentissa on loogisen rajat. HTML käyttää myös SGML perusteita. HyTime käyttää SGML:n representaation syntaksia sekä jakaa rakenteellista informaatiota sekä kykenee linkittämään tietoa rakenteellisesta informaatiosta ja päinvastoin. HyTime pystyy ajoittamaan ja korvaamaan (rendering) informaatiota. Multimediajärjestelmä sisältää laajaa staattista ja aktiivista informaatiota erilaisilla ominaisuuksilla kuten teksti, video, ääni, kuva ja animaatio. Kyselyjen lisäksi multimediainformaatio sisältää hyvin rakennettuja navigointimahdollisuuksia [81].

11. SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Tässä kappaleessa kuvaillaan miten diplomityönä luodun multimediatietopankin⁵ koejärjestelmä ja sen pohjalta rakennetun *Riihimäen esihistoria-ohjelman* (liite CD) demoversio on toteutettu www- ja wap-ympäristössä⁶. Multimediatietopankin tietokantamenetelmä valitaan tietokantamenetelmien relaatio-, oliorelaatio-, olio- ja tekstihakumenetelmistä (luku 10.1). Multimediatietopankin vaatimien ominaisuuksien kriteerinä huomioitiin RDF-pohjainen tietomalli:

- i. Liittäminen Java-ohjelmaan
- ii. Koejärjestelmien tiedot on rakennettu hierarkkisesti siten että ohjelman aihe, aiheosuuksien ja objektien tiedot ovat hierarkkisesti järjestettyjä. Alemmalla tasolla olevien tietojen suhdetta ylemmällä tasolla oleviin kuvataan suhteella *on-osa*. Esimerkiksi aihe on ohjelman osa (kuva 10.1).
- iii. Tietojen syöttö tietohallintajärjestelmään ja tietojen haku tietohallintajärjestelmästä:
 - a. Kaikki ohjelman tiedostojen sisältämät tiedot on syötettävä tiedonhallintajärjestelmään.
 - b. Hakulausekkeen avulla tehdään tietokantaan kyselyjä.
- iv. Hakulausekkeen avulla haetaan sanojen kuvauksia ja transkriptejä, jotka sisältävät pitkäköjiä tekstimuotoisia tietoja.

Mahdollisen tuotteistuksen kannalta tärkeitä seikkoja ovat myös

- v. Standardi
- vi. Tietohallintamenetelmän käyttöönoton ja oppimisen helppous
- vii. Hintaluokka (koejärjestelmässä menetelmien hintaa ei ole otettu huomioon).

Yleisiä ohjelmistoilta vaadittavia ominaisuuksia kuten käytettävyys, suorituskyky ja dokumentaation saatavuus tai yleisiä tietokantaominaisuuksia kuten tapahtumankäsittelyä ja rinnakkaisten päivitysten hallintaa ei ole tarkasteltu.

Liitteessä 2 on vertailu eri menetelmien ominaisuuksista.

⁵ lume.hamk.fi/mmdb/mikael

⁶ lume.hamk.fi/mmdb/wap

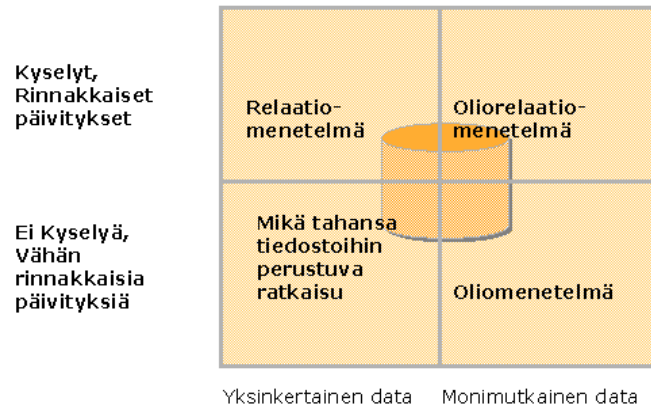
Multimediatietopankin tietojen välisiä riippuvuuksia kuvataan relaatio- ja oliorelaatiomenetelmissä riippuvina osajoukkoina ja oliomenetelmässä koosteina. Tekstihakumenetelmässä tietojen välinen riippuvuus joudutaan toteuttamaan sovellusohjelmassa.

Tietokannan monitasoiset tiedostot (kuva 10.1) on syötettävä tiedonhallintajärjestelmään monimutkaisten kyselyjen mahdollistamiseksi. Relaatiomenetelmän päälle on rakennettu Flash-parsari, joka tallentaa luettua tietoa suoraan sovellusohjelman käyttämiin säilyviin muuttajiin. Erillistä talletusta ohjelman luokitukseen ei tarvita.

Tieto haetaan sovellusohjelmaan SQL-lausekkeella. Relaatio-, oliorelaatio ja oliomenetelmissä yhdellä SELECT-komennolla voidaan hakea useammasta taulusta kerrallaan. Oliomenetelmässä on lisäksi mahdollista yksinkertaisempien kyselyjen kohdalla kysellä suoraan sovellusohjelman säilyvistä luokkainstansseista. Tekstitietokannoissa voidaan kysellä vain yhdestä taulusta kerrallaan, tietojen yhdistäminen toteutetaan sovellusohjelmassa.

Relaatiomenetelmä näyttää olevan ainut standardimenetelmä. Oliorelaatio- ja oliomenetelmiä pyritään standardoimaan, mutta työ on tällä hetkellä kesken [82]. Tekstihakumenetelmä on standardoimaton. Relaatio- ja oliorelaatiomenetelmät ovat yleisimmin käytössä.

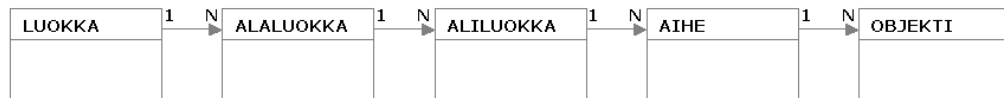
Kuvan 11.1 nelikentässä tietokantamenetelmän valinta perustuu käsiteltävän datan yksinkertaisuuden/monimutkaisuuden, tehtävien kyselyiden ja rinnakkaisten päivitysten määrän mukaan nelikenttään. Tämän mukaisesti oliomenetelmä olisi paras vaihtoehto multimediakoejärjestelmän tietojen käsittelyyn. Tosin koejärjestelmässä tarvitaan vähän ja harvoin päivityksiä. Nelikentän esityksessä ei ole huomioitu oliomenetelmässä käytössä olevaa kyselykieltä (OQL, Object Query Language) ja mahdollisuutta tehdä kyselyjä suoraan ohjelmointikielestä.



Kuva 11.1. Tietokantamenetelmän valinta käsiteltävien tietojen ja tehtävien kyselyiden mukaisesti nelikentässä [83].

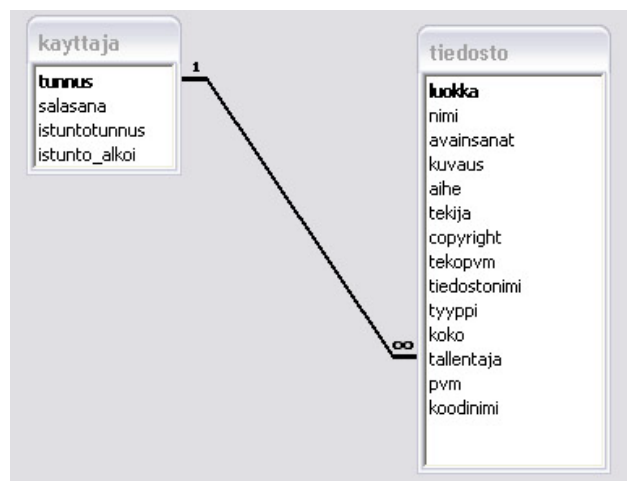
11.1. MULTIMEDIATIEPANKIN KOEJÄRJESTELMÄN TIETOKANTARAKENNE

Multimediatietopankkiin valittiin tietokantamenetelmäksi relaatiomenetelmä. Tietokannan tietomallin luokka, alaluokka, aliluokka, aihe ja objekti (kuvat 10.1 ja 10.7) ovat riippuvaisia osajoukkoja. Näiden kuvaus ER-kaaviona on kuvan 11.2. mukainen.



kuva 11.2. ER-kaavio

ER-kaavioilla kuvatut riippuvat osajoukot muunnetaan relaatiotauluiksi. Relaatiotaulut on esitetty kuvassa 11.3.



Kuva 11.3. Multimediatietopankin relaatiotaulut: käyttäjä ja tiedosto

11.2. KYSELYT TIETOKANNASTA

Hakulausekkeen esittämät kyselyt kohdistuvat käyttöliittymän kyselyn tarkkuus valinnan pohjalta oletettavasti luokka, alaluokka, aihe ja objekti - tauluihin tarkemmin näiden taulujen kuvaus -kenttiin (mysql_select_db) ja lisäksi aihe tasolla myös aiheeseen liittyvään transkriptiin (\$haku%' OR kuvaus LIKE '%'). Haku aiheet-, aiheosuudet- ja/tai objektit -tauluista

Kivikauden eläimistön tarkat tiedot	
Nimi: Kivikauden eläimistö	Luokka: 16-11-01-001-0010
Tyyppi: text/plain	Koko: 873 tavua
Avainsanat: kulttuuri, historia, arkeologia	
Kuvaus: eläimet, luonto, karhu, hirvi, metsäpeura, majava, kettu, näätä, jänis, villisika, kuusipeura, aikuharka, gronlanninhylje, saukko	Aihe: ihminen ja eläimet
	Tekijä:
	Tekopvm: 0000-00-00
	Copyright:
Tallentaja: mirva	Tallennuspvm: 20020820131623

kuva 11.4. *Multimediatietotankin hakutulos.*

voidaan käyttöliittymän valinnalla haun tarkkuus poissulkea kyselystä ja näin nopeuttaa hakua tai täsmentää käyttäjän haluaman tiedon kohdistamista esimerkiksi pelkästään objektin kuvauksia koskeviksi.

Kyselylausekkeissa otetaan myös huomioon aiheiden luontiaika ja tulosten järjestys.

Hakutuloksina saadaan käyttöliittymässä näytettäväksi hakutaulussa objektin nimi, luokka, tyyppi, koko, asiasanat, kuvaus, aihe, tekijä, tekopäivämäärä ja tekijänoikeus (kuva 11.4).

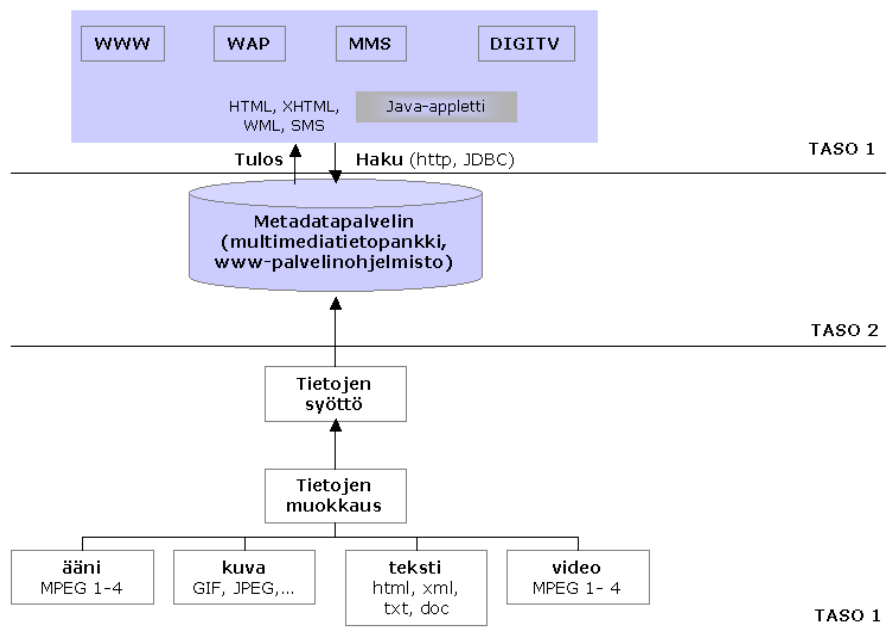
Käytännössä tietokantakysely suoritetaan kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa haetaan luokka, nimi, avainsanat, kuvaus aihetaulukkoista SELECT-lausekkeella (kuva 11.5). Toisessa vaiheessa valitaan edellä mainituista taulukoista vain yksi aihe/objekti sen nimen mukaan (kuva 11.4).



kuva 11.5. *Multimediatietopankin hakutulos*

11.3 TOTEUTUS

Multimediatietopankin toteutusosan lähtökohtana oli suunnitella ja toteuttaa graafinen, vuorovaikutteinen, relaatiopohjainen, laajennettava, parametrisoitu ja laiteriippumaton tietopankki. Multimediatietopankki-hankkeen toteuttamiseksi työ jaettiin kappaleessa 9. esitetyn multimediatietopankin tuotantoprojektin vaatimusten mukaan erilaisiin osatehtäviin, joista diplomityöntekijän tehtävänä oli suunnitella MMDB:n arkkitehtuuria ja esittää sen toteutustapoja.



Kuva 11.6. *Multimediatietopankki-järjestelmän arkkitehtuuri.*

MMDB:n demojärjestelmän arkkitehtuuri on esitetty kuvassa 11.6. Kuvan 3. taso kuvaa metatiedon hakua ja hallintaa. Toisessa tasossa on multimediatietopankin palvelin ja ensimmäinen taso kuvaa multimediatietopankin käsittelytasoa. Liitteessä 3 on määritelty MMDB:n toiminnallisuus. Multimediatietopankin materiaalityöntä on käsitelty luvussa 9.3.

12. YHTEENVETO

Työssä toteutettiin SQL-pohjainen multimediatietokantajärjestelmä, johon demovaiheessa liitettiin *Riihimäen esihistoria* valokuva-aineiston pohjalta. Tavoitteena on luoda palvelumalli, jonka avulla paikalliset käyttäjät voivat nauttia digitaalisen viestinnän tarjoamia palveluita. Työssä toteutettiin esimerkkitapauksena kaksi Riihimäen kulttuurihistoriaan liittyvää multimediapalvelua, jotka on hyödynnettävissä kulttuuriteollisuuden raakamateriaalina, oppimateriaaleina yms.

Riihimäen esihistoria -projektiin on rakennettu oma käyttöliittymänsä, jonka tiedot ovat tallennettu multimediatietokantaan ja jotka ovat saatavilla erityisillä käyttöliittymällä. Multimediatietopankin käyttö tapahtuu www-pohjaisen sekä mobiilipohjaisen käyttöliittymän kautta.

Multimediatietopankin toteutuksessa mallinnetaan palvelun sisältö tietokantaan XHTML-muodossa mediaolioiden sisään sekä hoidetaan käyttäjäkohtaista personointia tarjoamalla tietoa käyttäjän tarpeen mukaan. Tavoitteena on rakentaa täysin automaattinen metatietojärjestelmä, joka auttaa sisällöntuottajia toteuttamaan multimediatietokantansa.

Koejärjestelmää tullaan testamaan pienimuotoisella käytettävyydestillä, jolla pyritään selvittämään käyttöliittymän ymmärrettävyyttä ja käytön toimivuutta. Käytettävyydesti toteutetaan antamalla koehenkilöille erilaisia testitehtäviä. Testaaja kirjaa tehtävien suorituksessa ilmenevät ongelmat ja käyttäjän mielipiteet. Lopuksi henkilöt arvioivat ohjelman käyttötarkoituksen ymmärrettävyyttä ja käytettävyyttä kyselylomakkeen avulla.

Multimediatietopankin palvelun tarkoituksena on olla kaikkialla saatavilla oleva palvelu, joka on saavutettavissa paikasta ja ajasta riippumatta käyttäen mitä tahansa päätelaitetta. Samalla multimediatietopankin jakeluympäristöstä on tulossa heterogeenisempi ja dynaamisempi: perinteiset ja nykyaikaiset käyttäjät voivat käyttää rinnakkain multimediatietopankin palveluja erilaisilla prosessointikapasiteeteilla ja verkkoyhteyksillä. Näin koko ketjussa resurssien saatavuus vaihtelee kuluttajien ja palvelun tuottajien välillä. Tämä vaatii uudenlaisen multimediapalvelun rungon, jossa jokaisella asiakkaalla on mahdollisuus

koota ja valita haluamansa palvelu. Haasteena on tarjota jokaiselle käyttäjälle laadukasta multimediapalvelua hänen omien vaatimustensa mukaisesti. Näiden vaatimusten täyttämiseksi multimediatietopankkiin on kehitettävä profilointi- ja personointiominaisuus, jonka tehtävänä on vastata asiakkaan vaatimuksiin monimuotoisessa ympäristössä. Tällaisen palvelun avainominaisuuksia ovat: 1. Palvelun monimuotoisuus on palvelun tarjoajien ohjelmoinnissa. 2. Palvelun konfigurointi ja valinta on vapaa asiakkaan interventiossa ja 3. palvelun konfigurointi ja havainto on saumattomasti integroitu sekä palvelun konfiguroinnin valintapäätös ja palvelun esittäminen ovat molemmat mahdollisia [18].

Multimediatietopankin edelleen kehittämiseksi ehdotetaan seuraavia toimenpiteitä:

- relaatiomultimediatietopankin metadamerkityksen parempi ymmärrys ja sen indeksoinnin kehittäminen,
- laajempi videoindeksointi sisällön mukaan,
- multimediatietokannan erilaiset käyttöliittymät käyttäjien profiiliin ja personoinnin ja aiheen sisällön mukaan,
- systemaattinen analyysi mobiiliviestinnän korvautuvuusongelmista (redundanssi) ja mobiilipalvelun sisällön kehittäminen,
- sisällöntuotantoratkaisut heterogeenisille näyttöpäätteille.

Multimediatietopankin sisällön kasvaessa monikieliseksi ja laajentuessa julkishallintoon ja yksityissektorille sisällön integrointi vaatii yksinkertaistamista.

13. LÄHTEET

1. DIMEUS, Digital Media Development Centre, Hyrinet-Portaalin palvelut, vaatimusmäärittelydokumentti, Palvelu: Multimediatietopankki verkossa, 2002
2. Jarmo Mäkäläinen, abc digi, sisällöntuottajan käsikirja, Opetusministeriö, Edita, Helsinki 2001
3. Eino Hosia, Kohti tietoyhteiskuntaa - julkisten verkkopalvelujen kehittämisen lähtökohdat, Sisäasiainministeriö, 1999
4. Markku Metsämäki, Verkkopalvelun suunnittelu, Oy Edita Ab, 2000
5. Juha Jääskinen, WAP: Internet palvelujen soveltaminen WAP-puhelimeen, Teknillinen korkeakoulu, 1.11.1999
6. Inari Teinilä-Smid, Sisällöntuotanto digitaalisen television ympäristössä, Tietoyhteiskunnan tutkimuskeskus, Tampereen yliopisto 2000
7. Mikael Rinnemäki, Ari Pöyhtäri, Digi-TV:n palveluntekijän opas, Tekes, Helsinki 2001
8. Kirsi Hannula-Stenqvist, Digitaalinen televisio aloittaa 27.8.2001 – Mikä on interaktiivisuuden rooli?, Taideteollinen Korkeakoulu, Medialaboratorio, Lopputyö 24.4.2001
9. Kari Jääskänen, Interaktiivisen television sisällöntuotanto, Espoo Enterprises OY, Tampere 1997
10. YLEN TEKNIIKAN TIEDOTUSLEHTI, nro. 72, Joulukuu 1999
11. YLEN TEKNIIKAN TIEDOTUSLEHTI, nro. 84
<http://www.yle.fi/tekniikka/tklehti/tk84/super.htm>, viitattu 15.05.2002
12. Mika Huhtamäki, Ville Virtanen, WAP-ohjelmointi, Teknolit Oy, 2000
13. Mikael Hillborg, Wireless Application Protocol, Schildts Kustannus Oy, Pagina 1999
14. Hannele Glödstaf, Integroitu julkaiseminen – Tekniikka ja käyttökokemukset, Kansallisen multimediaohjelman IMU-hanke, TEKE, 2/99
15. Tony Feldman, An Introduction to Digital Media, Published by Routledge, London 1997.
16. Kristiina Harenko, MITÄ TEKIJYYS VOI MERKITÄ DIGITAALIAJASSA, <http://www.nettiradio.fi/nettiakatemia/oppiaineisto/oikeudet/oikeudet.html>, 14.05.2002
17. Esin Darici Haritaoglu , Wideband Speech and Audio Coding, 1997, <http://www.umiacs.umd.edu/~desin/Speech1/new.html>, 24.06.2002

18. Jari Forstadius, Jussi Ala-Kurikka, Antti Koivisto ja Jaakko Sauvola, Model for Adaptive Multimedia Service, Media Team Oulu, University of Oulu, 2002
19. Jari Forstadius, Jussi Ala-Kurikka, Antti Koivisto ja Jaakko Sauvola, Model for Adaptive Multimedia Service, Media Team Oulu, University of Oulu, 2002
20. Yi-Hung Wu, Yong-Chuan Chen, Chen A.L.P., Enabling personalized recommendation on the Web based on user interests and behaviors, Research issues in Data Engineering, 2001, proceeding pages: 17 – 24
21. Keijo Kortelainen, 2kmediat.com, <http://www.2kmediat.com/php/tietokannat.asp>, 05.08.2002
22. Jari Korva, Johan Polmp, Petri Määttä, Maija Metso, On-line service adaptation for mobile and fixed terminal services, VTT Electronics, oulu 2000
23. Pekka Niskanen, Tomi Malinen, Kimmo Tamminen, Inside WAP-businessovellukset, IT Press, Helsinki 2001
24. Matti Parkanen, WML vs. WWW, Teknillinen Korkeakoulu, 1.11.1999, <http://www.hut.fi/~mparkkon/tlark/essee10.html>, 09.08.2002
25. Caj Södergård, Integrated news publishing – technology and user experiences, Report of the IMU2 project, VTT Information Technology, Espoo 2001
26. Paul Beynon-Davies, Database Systems, second edition, Macmillan Press LTd 2000
27. Abraham Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sundarshan, Database System Concepts, fourth edition, MacGraw-Hill Higher Education, 2002
28. JiaLang Seng, Client Server Multimedia Database System Development, National ChengChi University, Taipei, Taiwan 1996, <http://hsb.baylor.edu/ramsower/ais.ac.96/papers/SHENG2.htm>, 13.08.2002
29. Microsoft Office, Getting Start wit SQL Server 7., Microsoft Office Corporation, 1998, http://www.ddart.net/mssql/sql70/8_gs_00.htm, 15.08.2002
30. Jaripekka Salminen, Sami Tikka, Antti Ylä-Jääski, Web Gateway to Real-Time Multimedia Services, Nokia Research Centre, Published in the Poster Proceedings of the Fourth International World Wide Web Confrence, 11-14 December 1995, Boston, Massachusetts, USA, pp. 68 – 69

31. Kansuke Kuroyanagi, Yashuhiro Takahashi, Fumio Noda, Takashi Nishikado, Web Gateway System Supporting Network-type, Content Business, HITACHI REVIEW, Volume 51 Number 2, June 2002
32. Jamil Chaui, OMAP Program Manager, Dedicated System Magazine, 2001 Q2, <http://www.dedicated-systems.com>, viitattu 25.11.2002
33. Comverse Developer, Comverse MMS MM7 VASP Interface Development Guide, Comverse, February 2002, www.comverse.com, viitattu 25.11.2002
34. Thomas Tesch and Jürgen Wäsch, Global Nested Transaction Management for ODMG-complaint Multi-Database Systems, Integrated Publication and Information System Institute (GMD-ISPI, 1997
35. Chiradeep Vittal, An Object Oriented Multimedia Database System for News-On-Demand Application, Technical Report TR 95-06, Department of Computer Science, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada, June 1995
36. Lev Manovich, The Language of New Media, Massachusetts Institute of Technology, USA, 2001
37. Vesa Keränen, Niko Lamberg, Jukka Penttinen, Digitaalinen viestintä, Docendo Finland Oy, 2. painos maaliskuu 2001
38. Jyrki Kanerva, Jukka Packalén, Maarit Puttonen, Ideasta multimediaksi, Edita 1998
39. Sari H. Pitkänen et al, Tietokone tutuksi, Joensuun yliopisto, 03.09.2001, <http://tkk.joensuu.fi/tekno/materia/tutuksi/index.html>, 02.07.2002
40. Orjasniemi Taisto, Multimedia Database Management Systems, Oulun Yliopisto, 2001
41. Timo Sirviö, Graafinen käyttöliittymä, Jyväskylän yliopisto, http://www.multimedia.jyu.fi/timo/luento_1, 02.07.2002
42. Heikki Keränen, Mobiili hakukäyttöliittymä heterogeenisille multimediadokumenteille, Oulun yliopisto, Sähkötekniikan osasto, Diplomityö, 2001
43. Esa Kerttula, Multimedialla tiedon valtatielle, Liikenneministeriö, Edita, Helsinki 1996
44. Esin Darici Haritaoglu , Wideband Speech and Audio Coding, 1997, <http://www.umiacs.umd.edu/~desin/Speech1/new.html>, 24.06.2002
45. Jan-Markus Holm, Audioformaattit, Jyväskylän Yliopisto, Matematiikan laitos, 1998, <http://www.cc.jyu.fi/~hojagr/audio/audioformats.html>, 24.06.2002

46. Steinmetz, R., Nahrstedt, K., Multimedia: computing, communications, and applications. Prentice Hall PTR.1995
47. Michael J. Hernandez, Tietokannat, Suunnittelu käytännössä, IT Press, Jyväskylä 2000
48. Fred R. McFadden, et la, Modern Database Management, fifth edition, Addison-Wesley Educational Publishers Inc. May 1999
49. Frank Manola, SQL3 Object Model, <http://www.objs.com/x3h7/sql3.htm>, viitattu 11.07.2002
50. Jussi Rajamäki, Tiedonhallinnan perusteet, Helsingin Ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja Liikenne, 1.5. 2000
51. Kai Koskimies: Oliokirja. Suomen Atk-Kustannus 2000
52. Timo Kuronen, Hajautettu dokumenttien hallinta, Johdatus tekstin ja dokumenttien käsittelyyn tietoverkoissa, Oulun yliopisto, 15.11.1997
53. Elisa Bertino, Elena Ferrari, Giovanna Guerrini, and Isabella Merlo, Extending the ODMG Object Model with Time, Dipartimento di scienze dell'Informazione, Università degli Studi di Milano, Vancouver Canada, October 1 – 22, 1998
54. Eurovoc thesaurus, <http://europa.eu.int/celex/eurovoc>, viitattu 30.6.2002.
55. Giuseppe Attardi, Antonio Gulli, Fabrizio Sebastiani, Automatic Web Page Categorization by Link and Context Analysis, Dipartimento di Informatica, Università di Pisa, Italy, 1999
56. Järvinen, Kalervo, Tekstitedonhaku tietokannoista, Suomen ATK-kustannus Oy, Jyväskylä 1995
57. Patricia Tovo, Cray Research, Inc., Eagan, Minnesota, USA, Design and Deployment of a Dynamic Information System on the World Wide Web, Spring 1996
58. Arif Ghafoor, Multimedia Database Management Systems. ACM Computing Surveys, 27.4.1995, <http://www.acm.org/pubs/articles/journals/surveys/1995-27-4/p593-ghafoor/p593-ghafoor.pdf>
59. M. Tamer Özsu, Paul Iglinski, Daune Szafron, Sherine El-Medani and Manuela Junghanns, An Object-Oriented SGML/HYTIME Compliant Multimedia Database Management System, University of Alberta, 1997
60. Steinmetz, R., Nashrsted, K. Multimedia: Computing, Communications and Applications, Prentice Hall, 1995

61. Karl Aberer and Wolfgang Klas, The impact of Multimedia Data on Database Management Systems, IEEE Workshop on Multimedia Computing, Pittsburgh, PA, 1993
62. Paul Pazandak, Jaideep Srivastava, Requirements for MMDBMS, Distributed Multimedia Center, University of Minnesota, 25 March 1996
63. Narayanan Veeramani, Multimedia Database, University of Colorado at Boulder, Department of Computer Science, University of Colorado at Boulder, 1998
64. Juha Koski, SQL-ohjelmointi, Opetusmoniste, Lapin Yliopisto, 2002
65. Tuija Sonkkila, TietäNet, Teknillisen korkeakoulun kirjaston lehti, Miten internetistä haetaan, 3/1995, <http://lib.hut.fi/TietäNet/3.95/a10.html>, viitattu 22.07.2002
66. Niklas Laine, Multimediataitokannat, Helsingin Yliopisto, tietojenkäsittelylaitos, 29.1.2001
67. Jukka Kariola, Videokuvien indeksointi ja sisältökyselyt, Multimediatietokannat seminaari, Helsingin Yliopisto, 27.11.2000
68. Yong Rui, Thomas S. Huang, and Sharad Mehrotra, Constructing Table-of-Content for Videos, to appear in *ACM Multimedia Systems Journal*, Special Issue Multimedia Systems on Video Libraries, Sept, 1999
69. John S. Boreczky, Lawrence A. Rowe, Comparison of video shot boundary detection techniques, <http://bmrc.berkeley.edu/research/publications/1996/133/shots.html>, 24.06.2002
70. Yueting Zhuang, Yong Rui, Thomas S. Huang, and Sharad Mehrotra, Applying Semantic Association to Support Content-Based Video Retrieval, Proc. of IEEE VLBV98 workshop, pp45-48, Urbana, IL, USA, October 8 – 9. 1998
71. Emile Sahouria, Video Indexing Based on Object Motion, UC Berkeley Video and Image Processing Lab, 1997, <http://www-video.eecs.berkeley.edu/~emile/publications/ms/ms.html>, 30.07.2002
72. Eija Ruotsalainen, Diplomityö, Multimedian komponenttipohjainen hallinta, teknillinen korkeakoulu, tietotekniikan osasto, 28.12.1999
73. Tarj Naskila, Metatietomääräysten laatiminen multimediatietokantaan hallintaan, Jyväskylän yliopisto, Informaatioteknologian tiedekunta, Digitaalisen median maisteriohjelma, Jyväskylä 1999
74. Yong Rui, Thomas S. Huang, Shih-Fu Chang, Digital Image/Video library and MPEG-7: Standardization and research issues, University of Illinois at Urbana-Champaign, Columbia University, 1999

75. Jani Stenvall, Metadata elektronisten julkaisujen pitkäaikaissäilytyksessä, Pro gradu-tutkielma, Tampereen yliopisto, Informaatiotutkimuksen laitos, Tampere 03.01.2001
76. Ville Lindfors, Ontologia ja metatieto, Helsingin Yliopisto, Multimediatietokantojen seminaari, Helsinki 9.11.2000
77. Anne. J. Gilliland-Swetland, Introduction to Metadata, Pathways to digital Information, <http://www.getty.edu/research/institute/standards/intrometadata/pdf/swetland.pdf>, 30.07.2002
78. Miro Lehtonen, Mediavirtojen synkrointi, Helsingin Yliopisto, Multimedia ja tietoliikenne-seminaari, Helsinki, 24. maaliskuuta 2001
79. Chiradeep Vittal, M. Tamer Özsu, Duane Szafron, Ghada El Medani, The logical design of a multimedia database for a news-on-demand application, Department of computing science, The University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada 1994
80. Jiwen Liu, *ICS691: Multimedia Distributed Database*, Department of Information and Computer Science, University of Hawaii at Manoa, <http://www2.ics.hawaii.edu/~jiwen/ics691/research2.html>, 1.08.2002
81. YuMi Kim, Multimedia Database Systems, <http://www.cs.rpi.edu/~kimy/multimedia.html>, 13.3.2002
82. Wolski, Antoni. Perspectives of object-relational data management. Object Computing Europe '98, VTT Information technology. Information Systems. 1998
83. Michael, Stonebraker, Object-relational Database Management Systems, The next great wave. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 1996

LIITTEET

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

1. MPEG

1.1. MPEG-1 JA -2 SEKÄ NIIDEN RAKENNE

MPEG-1 ISO/IEC JTC1/SC29 WG11 (tunnetaan myös nimellä Moving Pictures Expert Group) on ensimmäinen, muttei suinkaan vähäpätöisin standardi. Se sai kansainvälisen standardin aseman lokakuussa 1992. Siinä on viisi osaa, joista neljä on MPEG-1:lle ja MPEG-2:lle yhteisiä. Viides osa on ohjelmistosimulaatio, joka on raportti kolmen ensimmäisen osan teknisestä ohjelmistorakenteesta. Näytteenottotaajuuudet MPEG-1:ssä ovat 32, 44.1 ja 48 kHz [1, 2].

Kompressoitu bittijono voi tukea yhtä tai kahta äänikanavaa jollakin neljästä vaihtoehdosta:

- yhden kanavan monomoodi,
- kahden riippumattoman äänikanavan monomoodi,
- stereokanaville stereomoodit, jotka jakavat keskenään bitit, mutta eivät käytä yhdistettyä stereokoodausta,
- yhdistetty stereomoodi, joka hyödyntää joko stereokanavien välistä korrelaatiota tai kanavien välistä vaihe-eroa, tai molempia.

MPEG-1:llä on ennalta määrätyt bittinopeudet. Kompressoitulla bittijonolla voi olla useita ennalta määrättyjä kiinteitä nopeuksia välillä 32...224 kbit/s kanavaa kohti. Kompressiotasoja MPEG-1:llä on kolme erilaista.

Lisää standardin yksityiskohdista löytyy julkaisusta [3].

MPEG-2 ITU ja ISO/IEC JTC1/SC29 WG11 on MPEG-1:n seuraaja ja valmistui marraskuussa 1994. Tämän standardin tarkoitus ei siis ole korvata MPEG-1:stä, vaan täydentää sitä. Tästä syystä MPEG-2:n yhdeksästä osasta viisi ensimmäistä ovat lähes samoja kuin MPEG-1:ssä.

MPEG-2:ssa on minikanavaäänituki. Se tukee viittä hifiaudiokanavaa. Nämä ovat pääkanavat (vasen & oikea etu), keskikanava, sekä takakanavat (niin sanotut surround-kanavat). Lisäksi on optionaalinen pienitaajuuksinen lisäkanava, joka on tarkoitettu subwoofer-informaatiolle eli alhaisimmille taajuuksille. Tämä kanava on nimetty *LFE*:ksi (engl. Low Frequency Enhancement). Standardissa on myös lisäys

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

seitsemän itsenäisen kanavan järjestelmälle, jolloin saadaan lisää sovelluksia standardin piiriin. Tämän lisäyksen pääkäyttökohteena on kuitenkin monikielisen audiodatan tallennus.

MPEG-2 ja MPEG-1 on toteutettu keskenään yhteensopiviksi. Eteenpäin yhteensopivuuden mukaisesti MPEG-2:n pitää hyväksyä kaikki MPEG-1:n näytteenottotaajuudet ja bittinopeudet. Taaksepäin yhteensopivana MPEG-1:n koodekki osaa avata MPEG-2:lla tehdyn koodauksen. *Matrixing*-laskentametodilla surround-informaatio lasketaan mukaan downmix-koodauksessa, jossa MPEG-1:n dekooderilla koodataan auki MPEG-2:sen monikanavaista informaatiota. MPEG-2:ssa on myös pienempiä näytteenottonopeuksia. Standardi sisältää 32, 22.1 ja 48 kHz näytteenottonopeuksien lisäksi näiden puolinopeudet (16, 22.05 ja 24 kHz).

Bittijonot ovat alhaisemmin kompressoituja. Standardi sisältää lisäksi mataliin nopeuksiin 8 kbit/s saakka kompressoituja bittinopeuksia.

Lisäinformaatiota on saatavissa lähteestä [3].

MPEG-1 ja MPEG-2 -standardien audio-osa (numero 3) määrittelee MPEG-audiokoodauksen perusrakenteen, joka koostuu kolmesta *kerroksesta* (engl. layer). Näitä kutsutaan myös kolmeksi algoritmiksi. Layer on terminä yleisesti käytössä monissa kielissä, ja on näin joissakin yhteyksissä käytetympi nimitys kuin kerros. Layerit ovat tehokkuusjärjestyksessä Layer 3:n ollessa tehokkain ja Layer 1:n taasen yksinkertaisin.

1.2. MPEG-KOODAUS

MPEG-koodauksen perustana on *MUSICAM*-koodaus. Tämä on algoritmi, joka kehitettiin ennen MPEG-standardeja. Algoritmi oli siinä määrin hyvin tehty, että se otettiin käyttöön MPEGissä. *MUSICAM*ista tehtiin yksinkertaistettu versio, joka lanseerattiin käyttöön Layer 1:ssä. Huonona puolena MPEG-1:ssä on se, että se tarvitsee varsin suuren bittinopeuden, eikä siis pakkaa audiodataa tehokkaasti [1].

MPEG-koodauksen perusrakenteen ensimmäisessä vaiheessa PCM-audiosignaali jaetaan alikaistoihin, kun se ensin muutetaan taajuusjakoiseksi käyttämällä suodinpankkia. Seuraavassa vaiheessa muodostetaan psykoakustinen malli, jossa käytetään apuna nopeaa Fourier-muunnosta (FFT, Fast Fourier Transform).

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

Psykoakustinen malli laskee tehotasot ja määrittelee näitten avulla peittoäänten tehon.

MPEG-purkaja on huomattavasti yksinkertaisempi kuin kooderi, sillä sen ei tarvitse muodostaa mitään malleja, eikä suorittaa ylimääräisiä laskutoimituksia. Dekooderi ainoastaan purkaa paketit, rakentaa kvantisoidun spektrin ja muuntaa taajuusjakoisen koodin aikatasoon.

1.3. MPEG-AUDIOKERROKSET

MPEG-audiokoodaus on jaoteltu jo aiemmin mainittuihin kolmeen kerrokseen. Kooderin rakenne monimutkaistuu huomattavasti siirryttäessä Layer 2:sta kolmanteen. Tämä on suora seuraus siitä, että pakkauskertoimet suurenevät huomattavasti juuri tällä askeleella. Kaikilla kerroksilla on samat perustoiminnot, joissa kooderi analysoi datan, muodostaa mallin ja koodaa datan.

Koodauksessa syntyy paketteja, jotka sisältävät eri määrän audiosignaalin näytteitä kerroksesta riippuen. Ensimmäisen kerroksen paketissa on 384 näytettä, sekä 2. ja 3. kerroksilla on 1152 näytettä yhdessä paketissa. Tässä on siis huomattava ero. Jokaisen paketin alussa on 32 bittinen otsikko- eli header-kenttä. Otsikkokenttä pitää huolta synkronoinnista ja sekä kuljettaa koodausparametrit.

- Layer-1:stä käytetään pääasiassa *DCC*-kaseteissa (Digital Compact Cassette). Järjestelmässä käytetään maksimibittitasoa, eli 192 kbit/s/kanava.
- Layer-2 on eräänlainen kompromissimalli. Se sijoittuu kahden enemmän käytetyn layerin väliin, eikä sille tehtyjä sovelluksia ole paljoakaan.

1.4. MPEG-LAYER 3

MPEGin layer 3 on tällä hetkellä ehdotonta eliittiä audiokoodausmaailmassa. Sen perusominaisuuksiin kuuluu laadukas äänenlaatu tiiviistä pakkauksesta huolimatta. Pakkaussuhde on 1/12 alkuperäisestä, jolloin saadaan CD-tasoista ääntä ilman havaittavaa äänenlaadun heikkenemistä. Tästä voidaan laskea, kuinka mainio tilankäyttö systeemillä on. Layer 3 on määritelty sekä MPEG-1:ssä että MPEG-2:ssa [27].

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

Layer 3 soveltuu korkean äänenlaatusa puolesta kaikenlaiseen musiikin tallennukseen ja kohtalaisen alhaisten bittinopeuksiensa vuoksi myös audiodatan siirtoon. Esimerkkeinä voitaneen mainita korkealaatuinen stereoääni ISDN-linjan läpi. Tällä on useita käyttötarkoituksia, kuten äänen radiotyylinen lähettäminen alhaisen bittinopeuden omaavien satelliittikanavien kautta, äänen siirto tietokoneverkoissa (kuten Internetissä), lähinnä musiikin tallennus huomattavan pieneen tilaan, korkealaatuisen puheen siirto (käyttöä esimerkiksi uutisraportoinnissa) ja DVD-levy.

Äänen laatu	Kaistanleveys (kHz)	Mono/stereo	Siirtonopeus (kbps)	Pakkaussuhde
puhelin	2.5	mono	8	96:1
LA-puhelin	4.5	mono	16	48:1
AM-radio	7.5	mono	32	24:1
FM-radio	11	stereo	56...64	26...24:1
lähes CD	15	stereo	96	16:1
CD	>15	stereo	112...128	14...12:1

Taulukko 1. Vertailutaulukko eri lähteiden mukaan [2].

PC-koneisiin on suunniteltu ohjelmistoja, joilla voidaan koodata ja purkaa Layer 3 -dataa, sekä soittaa mp3-musiikkia (Layer 3 -musiikin maailmanlaajuinen nimitys) reaaliajassa. *Real Time Player* eli reaaliaikainen toistosovellusta on ollut vaikea kehittää, mutta innostus mp3:a kohtaan on suurta ja markkinoille tulee jatkuvasti uusia sovelluksia käyttöön. Näitä ovat mm. *Audioactive*, *Winplay* ja *MuseArc* sekä Xing-Technologyn *StreamWorks*, joka on nykysovelluksista kenties varteenotettavin.

1.5. MPEG-4

MPEG-4 on uusin stardointivaiheessa oleva komitean projekti, joka on tarkoitettu erittäin matalia bittitaajuuksia tarvitseville järjestelmille. Suurin muutos on interaktiivisuus. Vastaanottaja voi kesken tiedonsiirron esimerkiksi muokata bittinopeutta ja/tai muuttaa stereo-signaalin mono-signaaliksi, jolloin bittinopeus kasvaa.

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

Audio-osan perustavoitteena on multimediasovellukset, kuten video/internet-puhelimet. MPEG-4 -audiokoodaus jaetaan synteettiseen ja luonnolliseen koodaukseen. Standardi tukee erilaisia audioformaatteja, kuten näytteenottotaajuutta, amplitudiresoluutiota, kvantsoinnin luonnetta sekä kanavien lukumäärää. Synteettinen audio on tulevaisuuden alaa ja MPEG-4:ssä on määriteltynä mm. synteettinen puhedata ja 3D-kuuleminen.

2. VIDEO

Liikkuva kuva koostuu useasta kuvasta, jotka esitetään lyhyessä ajanjaksossa. Liikkeen vaikutelma syntyy kun yksittäisiä kuvia esitetään peräkkäin riittävällä nopeudella. Ihmissilmä on varsin hidas, joten liikkuvasta kuvasta syntyy verkkokalvolle liikkuva vaikutelma, jos kuvien esitysnopeus on 17 kuvaa sekunnissa. Elokuvaprojektorit esittävät 24 kuvaa sekunnissa (frame per second, fps) ja video 25 kuvaa/sekunti. Video voi olla muodoltaan digitaalista tai analogista signaalia. Digitaalitekniikka mahdollistaa kuvan ja äänen jälkikäsitteilyn. TV-lähetysten siirtyessä digitaalitekniikkaan televisioista on tulossa interaktiivisen multimedian välittämisen välineitä [4].

Perinteinen videokuva on analogista. Mikäli analogista videomateriaalia halutaan käsitellä tietokoneella, videokuva pitää digitoida. Videokameran tuottama datamäärä on liian suuri, jotta sitä voitaisiin lähettää verkossa pakkaamattomana. Jos PAL-videon¹ jokainen ruutu tallennettaisiin tiedostoon pakkaamattomana resoluutiolla 720 x 574 ja 24 bitin värisyvyydelle, se veisi tilaa runsaan megatavun. 25 kuvaa sekunnissa vaatii lähes 30 megatavua tilaa. Jotta informaatio voidaan lähettää verkon yli, sitä täytyy kompressoida. Seuraavassa käsitellään videokuvan digitointia ja pakkausmenetelmiä [5].

Digitaalisessa videokamerassa objektiivin kautta tuleva valo hajotetaan prismassa kolmeksi eri väriksi: punainen, vihreä ja sininen (Red, Green ja Blue, RGB). Jokaista kuvaa varten on oma CCD-kenno, joista kameran elektroniikka muodostaa halutunlaisen videosignaalin. Television kuvaputkella on vastaavanlaisia pisteitä, jotka ryhmässä muodostavat väripisteen.

¹ Suomessa käytössä olevassa television värijärjestelmässä PAL näytetään 25 kuvaa sekunnissa.

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

2.1 VIDEOKUVAN PAKKAAMINEN

Digitaalinen videosignaali voi olla kompressoimatonta tai kompressoitua. Kompressoimaton signaali sisältää kaiken kuvainformaation, minkä kamera on tallentanut. Videokuva veisi pakkaamattomana kohtuuttoman paljon tilaa ja olisi käytännössä mahdotonta siirtää reaaliaikaisesti verkkojen yli. Kuvapakkauksessa pakattava kuva esitetään tavalla, joka vie vähemmän muistitilaa alkuperäiseen verrattuna [4].

Pakatun kuvan laatu säilyy koko tuotantoprosessin ajan identtisenä. 9.3.2.2:ssä käsiteltiin yksittäisten kuvien tilan tarvetta. Liikkuvan kuvan yhteydessä joudutaan hukkamaan muistia moninkertainen määrä.

Liikkuvan kuvan pakkauksessa voidaan käyttää samoja menetelmiä kuin yksittäisten kuvien pakkauksessa. Tämä menetelmä mahdollistaa yksittäisten kuvien muokkaamisen vielä tallentamiseen jälkeen. Tärkeimpiä pakkausmenetelmiä ovat still-kuvien JPEG-pakkauksessa käytetty spatiaalinen pakkaus, peräkkäisissä videoruuduissa samana säilyvän informaation eli temporaalinen pakkaus sekä kuvan koon ja kuvataajuuden pudottaminen. JPEG-kuvapakkauksessa jokainen erillinen kuva pakataan ennen muistivälineelle tallentamista. Elokuvan pakkauksesta saatu hyöty koostuu jokaisen erillisen kuvan pakkauksesta saadusta hyödystä. Näin pakatun elokuvan jokainen kuva on purettava ennen esittämistä. Tämä pakkausmenetelmä ei ota huomioon peräkkäisten kuvien yhtäläisyyttä, vaan pakkaa jokaisen peräkkäisen ruudun erikseen, vaikka ne olisivat täysin identtiset [4].

Losless-menetelmiä

GIF, TIFF ja PICT ovat pakkausmenetelmiä, jotka eivät heikennä kuvan laatua. Kompressoinnissa kuvainformaatiosta esitetään alueita, joiden sisältö on yhteneväistä. Näiden alueiden tieto tallennetaan vähemmällä biteillä. Losless-pakkausmenetelmät soveltuvat huonosti liikkuvan kuvan pakkaamiseen, koska tilan säästö ei ole riittävä ja tarvittaviin laskutoimituksiin menee liikaa aikaa.

Lossy-menetelmä

Lossy-menetelmän jälkeistä kuvaa ei voi enää palauttaa alkuperäiseen asuunsa, koska pakkauksessa tiedon määrä vähenee lopullisesti. Kompressoinnin tehokkuudesta riippuu, kuinka paljon kuvainformaatiota menetetään.

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

Menettämisestä huolimatta käyttö on mahdollista, koska ihmisen silmä kykenee huonosti erottelemaan värimuunnoksia ja liikettä. Kuluttajan kannalta vähemmän tärkeä kuvainformaatio voidaan suodattaa pois. Yksittäisen kuvan sisällä tapahtuvaa pakkausta kutsutaan intraframe-kompressioksi. Tällaisia menetelmiä ovat JPEG ja M-JPEG. Nämä menetelmät mahdollistavat editoinnin yhden ruudun tarkkuudella, mutta tuotokset vievät paljon muistitilaa verrattuna saavutettuun kuvan laatuun [4, 6].

Kuvien välisessä koodauksessa (Interframe coding) peräkkäisten kuvien välisiä riippuvuuksia hyödynnetään huomioonottaen liikkeitä (motion compensation). Kuvat jaetaan sopiviin makrolohkoihin, joita verrataan peräkkäisissä kuvissa. Jos kuvan kohde liikkuu, makrolohkot voivat sijaita eri kohdissa kuvaa, mutta sisältö tulkitaan samaksi virhemarginaalin puitteissa, liikevektorin avulla (motion vector). Esimerkkinä huoneessa liikkuva ihminen. Liikevektorit ja virhetermit koodataan entropiakoodauksella, kuten kuvakohtaisessa ja JPEG-koodauksessa [6].

Suurempiin pakkaustehoihin ja parempaan kuvan laatuun päästään tarkasteltaessa peräkkäisissä kuvissa tapahtuvia muutoksia. Tätä kompressiotapaa kutsutaan interframe-kompressioksi, jossa tallennetaan tietyin välein niin kutsuttuja keyframeja. Nämä ruudut sisältävät tiedon koko kuva-alasta. Seuraaviin ruutuihin nk. deltaframeihin tallennetaan ainoastaan muutokset suhteessa keyframeen. Koska muutokset kuvien välillä ovat pieniä, ne voidaan pakata hyvin pieneen tilaan. Erotuskuvien muodostaminen alkaa aina avainkuvasta (I-kuva, intraframe), joka pakataan intraframe-menetelmällä. Erotuskuvien muodostaminen ei kuitenkaan ole tehokasta, jos kuvassa kamera panoroi tai zoomaa. Tällöin jokaisen kuvapisteen tieto muuttuu kuva kuvalta. Erotuskuvien pakkauksen tehostamiseksi käytetään siksi menetelmää, jota kutsutaan liikekompensoinniksi. Hahmontunnistuksen avulla kuvan osien liikkeet tunnistetaan ensin lohko lohkolta. Havaitut liikkeet kompensoidaan sitten siirtämällä lohko takaisin alkuperäiselle paikalleen. Näin saadaan koodattavat peräkkäiset kuvat lähes samanlaisiksi, jolloin pakkaus on tehokkaampaa. MPEG-menetelmässä liikekompensointia sovelletaan kahdella tavalla. Liike tunnistetaan ensin vertaamalla edelliseen avainkuvaan. Näitä erotuskuvia kutsutaan P-kuviksi (Predicted, ennustettu). Liiketunnistus voidaan tehdä myös käyttäen edellistä avainkuvaa ja esimerkiksi joka kolmatta P-kuvaa. Näin koodattuja kuvia kutsutaan nimellä B-kuva (Birectional, kahdensuuntainen). Kahdensuuntainen liiketunnistus on tarkempaa ja tehostaa pakkausta edelleen. Tyypillinen MPEG-pakkauksen jakso on

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

12 kuvan sarja, jonka aloittaa I-kuva, joka kolmas kuva on P-kuva ja muut B-kuvia [4, 6].

Interframe-menetelmillä päästään suuriin pakkaustehoihin kuvanlaadun kärsimättä. Tätä menetelmä käyttävät mm. DV, Betacam SX ja MPEG formaatit. MPEG-formaattia käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa.

Diskreetti kosinimuunnos (Discrete Cosine Transform, DCT) on häviöllinen algoritmi, jonka avulla videokuvasta voidaan karsia ylimääräistä informaatiota. Videokuvaa pakattaessa käytetään kaksiulotteista muunnosta, joissa muuttujina ovat korkeus- ja leveyskoordinaatit. DCT- menetelmässä verrataan peräkkäisiä pikseleitä toisiinsa ja vain muutos tallennetaan. Videokuvat muodostetaan videosignaalilla, joka koostuu useasta eritaajuisesta ja vaiheisesta siniaallosta. Kullekin 8*8 pikselin perusyksikölle lasketaan DCT -kertoimet ja kuvalohko esitetään näistä kertoimista koostuvana matriisina. Koska ihmissilmä ei erota tarkasti pieniä värin muutoksia, voidaan eri kuvalohkoja koodata samalla värikkyydsarvolla ja korvata kertoimia keskiarvoilla. Lopuksi kertoimet järjestellään sopivaan järjestykseen Huffman-koodausta varten [4, 6].

2.2. MPEG-MENETELMÄ

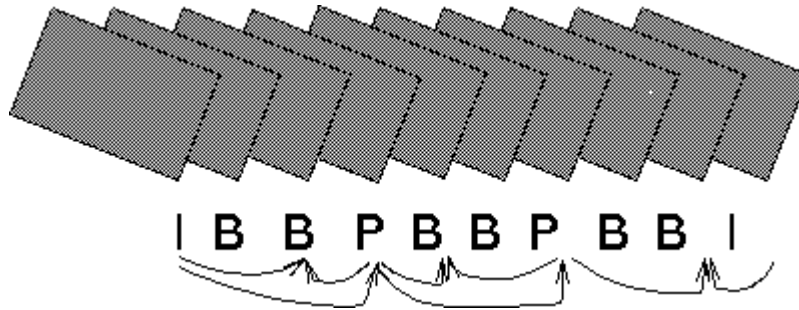
Moving Pictures Expert Group (MPEG) on ISO/IEC JTC 1/SC 29:n ryhmä, liikkuvan videon ja siihen liittyvän äänen standardoinnille. Ensimmäisessä versiossa (MPEG 1) tavoiteltiin CD-ROM:ille ja vastaaville siirtonopeuksille (1.5 Mbit/s) sopivaa menetelmää, kun video vaatii 221 Mbit/s. Yksittäisille kuville (Intracoded frames, I-kuvat) päädyttiin JPEG:in ja H.261:n kaltaiseen ratkaisuun. Videovirran toistossa on päästy koko ruudun kokoisella kuvalla lähes VHS-laatuun. Se sallii kelauksen, takaperin toiston, kanavan vaihdon eikä ole herkkä siirtovirheille jne. Itse MPEG-1 ei rajoita kuvan kokoa millään tavalla, mutta purkukortit noudattavat ns. Constrained Parameters Bitstream -määrittystä, joka määrittelee kuvakoot ja ruutumäärät.

MPEG videovirta koostuu järjestelmätasosta ja pakkaustasosta. Järjestelmätaso hoitaa videon ja äänen synkronoinnin lisäämällä bittivirtaan aikaleimoja (time stamp). Järjestelmätaso pitää myös huolen puskurien hallinnasta sekä multiplexoinnista eli kerrosten yhdistämisestä reaaliaikaisesti. Pakkaustaso

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

käsittelee ääntä ja videokuvaa. MPEG-pakkaus vaatii laadukkaan lähtömateriaalin. Jos pakattava materiaali on huonolaatuista on pakkausten jälkeen laatu vielä huonompi. MPEG-pakkauksessa käytetään tehokkaasti hyväksi videokuvan peräkkäisissä kehyksissä olevaa muutosinformaatiota. Saavutettu pakkaussuhde on hyvä laadun kärsimättä [7].

Pakkausmenetelmä voidaan jakaa intra- ja enterpakkaukseen. Intra-pakkaus pakkaa kuvan riippumatta seuraavasta tai edellisestä kuvasta. Nämä kuvat toimivat yleensä ns. avainkuvina. Interpakkaus eli ns. delta- koodaus pakkaa peräkkäisiä kuvia niiden erojen perusteella. Peruseriaate on se että kaikkia pakattuja yksittäisruutuja ei tallenneta kokonaan vaan ainoastaan kuvien muutokset. MPEG kuvavirta koostuu I-, P, ja B-frameista (kuva 9.2).



Kuva 1.. MPEG kuvavirta koostuu I-, P-, ja B-frameista.

I-frame (intra) on vähän pakattu, 0,5 sekunnin välein esiintyvä kuva. P-frame (predict) on I- tai P-framesta liikkeen arvioinnin avulla ennustettu kuva, joka sisältää vain edeltävästä framesta muuttuneen informaation. Liikkeen arvioinnin perustuu kuvan jakamiseen. Eli seuraavasta kuvasta etsitään vastaava makrolohko, jonka jälkeen koodataan vain sen muutokset suhteessa edelliseen kuvaan sekä kyseisen makrolohkon uudet koorinaatit liikevektorien avulla.

B-frame (bi-directional) viittaa sekä edelliseen että seuraavaan frameen. Koska se sisältää vain informaation joka eroaa molemmista frameista, se on luonnollisesti eniten pakattu. B-frames eivät voi olla lähteenä muille frameille. Lähtöruutuna toimiva I-frame tulee ensin, a sen jälkeen sarja B-frameja sekä P-frameja. Yleensä I-frames jälkeen tulee B-frame, jonka perässä on P-frame. Tällöin on ennustettu P-frame ja sitten saatu interpoloinnilla B-frame. Tyypillinen framesarja MPEG-1 standardissa on IBBPBBP.

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

I-kuvien pakkauksessa käytetään JPEG-kompression kaltaista häviöllistä pakkausmenetelmää, joka perustuu ihmisen näkökyvyn huijaamiseen hävittämällä sellainen kuvainformaatio, jota silmä ei pysty erottamaan. Esimerkiksi koska silmä ei ole yhtä herkkä väri vaihteluille kuin kirkkauden vaihteluille, väri-informaatiota tallennetaan vähemmän. Pakkaamiseen käytetään mm. diskreettiä kosinimuunnosta (DTC), kvanttisointia, RLE-koodausta (Run Length Encodig) ja Huffman-koodausta.

2.2.1. MPEG-1

MPEG-1 (ISO-11172) valmistui 1992. Se on standardi varastoivalle multimedialle, lähinnä CD-Rom järjestelmille. Tarkoituksena oli saavuttaa VHS-tasoista kuvaa ja ääntä CD-Rom nopeuksilla. Vaikka MPEG-1 standardi on suunniteltu ennen kaikkea videokuvan pakkaamista varten, se on saavuttanut suurta suosiota erinomaisten äänenpakkausominaisuuksiensa takia. MP3 (MPEG-1 audio layer 3) on tällä hetkellä eräs kaikkein suosituimmista äänen pakkausformaateista. MPEG -q:n siirtonopeus on 1,5 Mb/s ja suositeltu kuvakoko on 352 x 288 pikseliä 25 kuvan sekuntinopeudella. MPEG-1:sen pakkaussuhde voi olla jopa 1:200. Hyvällä kuvanlaadulla päästään pakkaussuhteeseen 1:50.

Standardiosat

Standardiosa	Selitys
Systems ISO/IEC 11172-1	määrittelee äänen ja kuvan synkronoimisen yhdeksi tietovirraksi aikaleimojen avulla
Video ISO/IEC 11172-2	määrittelee videodatan koodauksen
Audio ISO/IEC 11172-3	määrittelee äänen koodauksen
Conformance Testing ISO/IEC 11172-4	määrittelee standardin mukaiset testausmenetelmät
Software simulation ISO/IEC 11172-5	Tekninen raportti, kertoo kuinka standardin kolme ensimmäistä osaa voidaan käytännössä toteuttaa

Taulukko 2. MPEG-1:n standardiosat

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

Esimerkki käyttökohteista

MP3

MP3 on MPEG-1:n äänenpakkausformaatti (MPEG-1 audio layer 3). MPEG-1 audiodatan pakkauksessa on määritelty kolme kerrosta, joista MP3 on tehokkain; se on eniten pakattu, mutta myös hankalin toteuttaa. MP3 mahdollistaa tehokkaan pakkauksen (1:12) äänenlaadun kärsimättä (ääni vastaa lähes CD:n tasoa). CD-levyjen (ja muiden audioformaattien) muuntaminen MP3-tiedostoiksi ja niiden edelleen levittäminen verkossa on tullut erittäin suosituksi. MP3:n suosio on saanut myös monet laitevalmistajat lisäämään tuotteisiinsa MP3-tiedostojen lukumahdollisuuden. Tämän lisäksi nykyään on saatavilla myös varsinaisia MP3-soittimia ja jotkut uusimmista kännykkämalleista sisältävät mahdollisuuden MP3-tiedostojen kuuntelemiseen [8].

Video CD

Video CD on myös erittäin suosittu sovellus, jossa käytetään MPEG-1 pakkauksformaattia. Sitä voidaan pitää, jossain mielessä, DVD:n edeltäjänä. Video CD:n resoluutio on 352x288 (PAL) ja se on verrattavissa lähes VHS:n laatuun. Video CD voi keskimäärin sisältää 70 minuuttia elokuvaa, joten elokuvat on yleensä pakattu kahdelle CD:lle. [9]

Muita esimerkkejä MPEG-1 pakkauksen käyttökohteista ovat mm. Video on Demand (VOD), CD-ROM multimediaesitykset ja -tietokonepelit.

2.2.2. MPEG-2

MPEG-2 (ISO-13818) valmistui vuonna 1994. Standardi suunniteltiin alunperin digitaalitelevisiota varten, jolloin tarvittiin parempaa kuvan- ja äänenlaatua. Koska MPEG-2 sovellukset vaativat korkeampaa laatua kuin MPEG-1 sovellukset, MPEG-2 suunniteltiin myös käsittelemään suurempia siirtonopeuksia. Toisen version siirtonopeus on 2-20 Mb/s ja kuvakoko 720x576 pikseliä. MPEG-2:n pakkaussuhde on välillä 1:30 –1:100, esimerkiksi DVD käyttää normaalisti pakkaussuhdetta 1:40. [9, 10]

Myöhemmin, kun huomattiin MPEG-2 -standardin olevan vaatimuksiltaan riittävä, siihen liitettiin HDTV-standardiksi (High Definition TV) aiottu MPEG-3.

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

Standardin osat

Systems ISO/IEC DIS 13818-1	Video ISO/IEC DIS 13818-2
Audio ISO/IEC DIS 13818-3	Compliance Testing ISO/IEC DIS 13818-4
Software simulation ISO/IEC DIS 13818-5	Digital Storage Media Command and Control, DSM-CC (ISO/IEC DIS 13818-6)

Taulukko 3. MPEG-2:n standardiosat

Joukko protokollia, jotka pitävät huolta bittivirtojen kontrollitoiminnoista ja -operaatioista keskitetysti.

Advanced Audio Coding, AAC (ISO/IEC DIS 13818-1)
Spesifikaatio monikanavaiselle ääneenkoodaukselle. On parannettu versio MPEG-1:n äänenpakkausformaatille (MP3)

Tuki videonkoodaukselle yli 8 bitin näytteenottotarkkuudella. Osan kehittely on lopetettu tarpeettomana

Real Time Interface (ISO/IEC DIS 13818-9)
Määrittää reaaliaikaisen rajapinnan verkon yli siirrettävän bittivirran dekodereille. [7]

Profiilit ja tasot

Monet sovellukset käyttävät MPEG 2:ta moniin eri tarkoituksiin ja eri sovelluksilla on eri vaatimukset mm. resoluutiolle, laadulle ja siirtonopeuksille. MPEG-2 standardi tarjoaa näitä eri käyttötarkoituksia varten useita profiileja ja tasoja. Profiili määrittää kuinka ja mitä työkaluja käyttäen bittivirta voidaan tuottaa ja tasot määrittävät sen mitä arvoja kukin parametri voi saada tietyssä profiilissa. Profiileja on viisi: yksinkertainen (simple), pääprofiili (main), kohinaskaalattava (SRN scalable), pinta-alaskaalattava (spatial scalable) ja korkea (high). Tasoja on neljä (low, main, high 1440 ja high).

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

Erot MPEG-1:seen

MPEG-2:n perusrakenne on periaatteessa sama kuin MPEG-1:n. Määrittämiä laajennettaessa vastaamaan digitaalisen television ja HDTV:n vaatimuksia monia sen ominaisuuksia on kuitenkin parannettu huomattavasti. Tärkeimpiä eroja MPEG-1:een verrattuna ovat resoluution (720x576) ja siirtonopeuksien parantaminen. Muita eroja ovat mm. skaalautuvuus (tuki mm. useille siirtonopeuksille, eri resoluutioille, eri laatuksille tietovirroille), lomitettujen videosignaalien tuki, vaihtelevan kokoiset makrolohkot, liikevektorien tarkkuuden parantaminen, mahdollisuus valita DCT:n tarkkuus, tuki moniäänisille lähetyksille, vaihtoehtoiset kielikanavat, parempi virheensietokyky sekä vaihtoehto lähettää dataa joko siirtotai ohjelmavirtana (transport stream, program stream).

Esimerkki käyttökohteista

Digitaalinen televisio

Digitaalinen televisiolähetys on digitaalisesti koodattu käyttäen MPEG-2 pakkausstandardia. MPEG-2 koodaus takaa mm. paremman äänen- ja kuvanlaadun. Tällä hetkellä suurin osa televisiovastaanottimista on vielä analogisia, jonka takia digitaalisen lähetyksen vastaanottamiseen tarvitaan ns. set-top boksi, joka muuntaa mpeg-2-pakatun digitaalisen lähetyksen sellaiseen muotoon että analoginen tv-vastaanotin osaa sen näyttää. Toinen vaihtoehto on hankkia digitaalinen televisiovastaanotin, joka osaa suoraan tulkitä digitaalisessa muodossa tulevan datan [11].

Muita esimerkkejä MPEG-2 pakkauksen käyttökohteista ovat mm. DVD, digitaaliset videokamerat, CATV (Cable Television), DBS (Direct Broadcast Satellite) ja HDTV (High Definition Television) [11].

2.2.3. MPEG-3

MPEG-3 suunniteltiin HDTV-sovelluksiin, mutta on nyttemmin sisällytetty MPEG-2:een, sitä ei siis enää ole olemassa.

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

2.2.4. MPEG-4

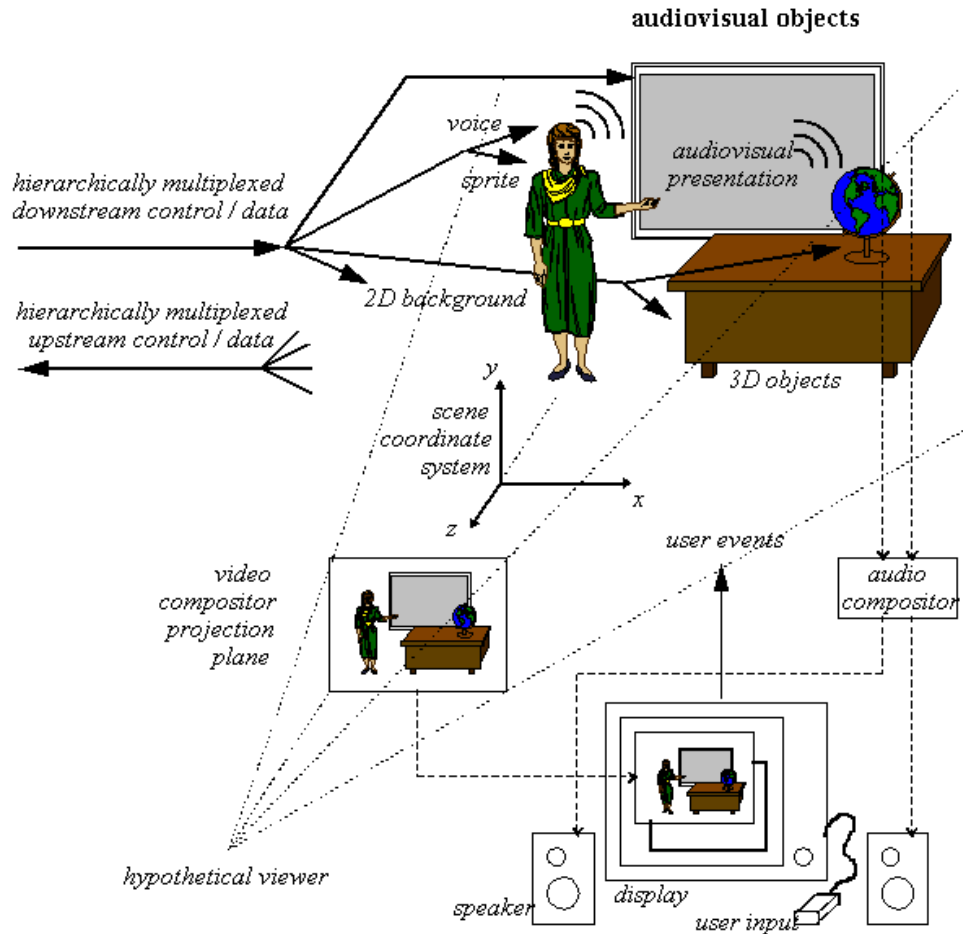
MPEG-4 standardi valmistui vuoden 1998 lokakuussa ja virallisesti siitä tuli kansainvälinen standardi vuoden 1999 alussa. MPEG-4 standardia voidaan käyttää seuraavilla sovellusalueilla: digitaalinen video, interaktiiviset grafiikkasovellukset ja interaktiivinen multimedia.

MPEG-4 poikkeaa suuresti aikaisemmista standardeista. MPEG-1 ja MPEG-2 standardien kehysajattelusta on siirrytty oliopohjaiseen kuvan ja äänen pakkaukseen. Kuvasta pyritään löytämään sen eri osat (objektit: pöytä, tuoli, ihminen, ääni) ja niitä käsitellään erikseen [12].

MPEG-4 formaatti perustuu *audiovisuaalisiin objekteihin* (engl. "audio-visual object"). Jokainen objekti pakataan erikseen sille parhaiten sopivalla pakkausalgoritmilla ja kootaan vastaanottopuolella osaksi kokonaisuutta. Tällä tavalla pienemmällä siirtonopeudella saadaan laadukkaampi lopputulos. Esimerkiksi videokuvan päällä oleva kuvateksti voidaan lähettää erikseen tekstinä ja piirtää videokuvan päälle esitettävää kuvaa rakennettaessa. Näin teksti on terävää, koska videonpakkauksessa käytetty häviöllinen pakkaustekniikka ei vaikuta siihen. Tekstiä tarvitsee siirtää vain kun se vaihtuu [12].

Audiovisuaalisia objektityyppejä voivat olla mm. videokuva, ääni, pakattu puhe, syntetisoitu puhe, nuottipohjainen musiikkiformaatti, joka sisältää MIDI formaatin osajoukkonaan, kaksiulotteinen kuva, kolmiulotteinen esine, animoidut kolmiulotteiset kasvot, jotka on mahdollista synkronoida syntetisoidun puheen kanssa.

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA



Kuva 2. MPEG-4 vuon esittäminen klientin puolella. [13]

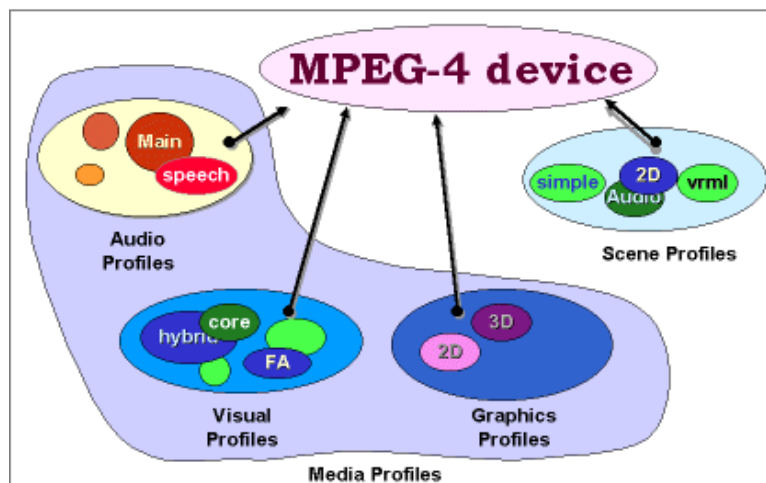
MPEG-4:n etuina aikaisempiin standardeihin verrattuina ovat mm.: itsenäinen kuvan ja videon pakkaus, tehokkaampi videon ja kuvan sekä tekstuuriin pakkaaminen, hyvin suurten kuvien ja tekstuuriin tuki, parempi virheenkorjausmenetelmä, pieni puskuriviive, Global Motion Compensation (GMC) sekä sisältöriippuvainen tekstuuriin skaalaus. Joustavuutensa ansiosta standardi sallii myös oliopohjaisen pakkausmenetelmän käyttämisen. Lukuisista objektien määrityksistä huolimatta MPEG-4 video voidaan tallentaa suhteellisen pieneen tilaan, sillä jokainen objekti pakataan erikseen sille parhaiten sopivalla pakkausalgoritmillä, ja kootaan vastaanottoapuolella osaksi kokonaisuutta. Tällä tavalla pienemmällä siirtonopeudella saadaan laadukkaampi lopputulos [12].

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

MPEG-4:n pakkaussuhde MPEG-2:n verrattuna on noin 1/11. MPEG-4:n pohjalta on kehitetty myös paljon puhuttu DivX kodeekki, jota mm. elokuvapiraattien tekijät käyttävät DVD-elokuvien pakkaamiseen. [11]

Audiovisuaaliset objektit kootaan yhteen MPEG-4 vuota esitettäessä. Objektien sijaintia ohjataan esityksen kuvauksella ("scene description"). Se voi olla yksinkertainen kuvaus joka määrittelee eri objekteille koordinaatit tai täysin kolmiulotteinen, VRML tyyppinen kuvaus, jossa videokuvaa voi esimerkiksi käyttää kolmiulotteisen esineen tekstuurina (kuva 9.3).

MPEG-4 vuo voi sisältää linkkejä verkossa olevaan materiaaliin, josta haettu materiaali liitetään osaksi esitystä. MPEG-4 mahdollistaa myös eri interaktiotapoja. Käyttäjä voi ohjata esitystapaa, esimerkiksi siirtyä eri paikkoihin VRML-tyyppistä esityksenkuvausta käytettäessä. Käyttäjä voi myös tuottaa tapahtumia ("user events"). Tapahtumat voivat olla joko paikallisia asiakasohjelmassa tai ne voivat lähettää informaatiota palvelimelle erillistä vuota pitkin, mahdollistaen kommunikoinnin asiakkaan ja palvelimen välillä.



Kuva 4. MPEG-4 formaatti jaetaan useampaan profiiliin, joista MPEG-4 laite tai ohjelma voi tukea sen tarvitsemaa osajoukkoa [14]

Koska täydellinen MPEG-4 tuki on aika työläs toteuttaa ja käyttää paljon resursseja, on myös mahdollista toteuttaa vain halutut osa-alueet, eli *profiilit*. MPEG-4 formaatin sisältämät pakkausmenetelmät on jaettu neljään profiiliin, audio-, visuaali-, grafiikka-, sekä esitysprofiiliin (kuva 9.4).

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

2.2.5. MPEG-7

MPEG-7 (ISO-15938) tuli kansainväliseksi standardiksi syksyllä 2001. Toisin kuin aikaisemmat standardit, MPEG-7 ei ole tarkoitettu videonpakkaukseen, vaan se on multimedian sisällönkuvausrajapinta (Multimedia Content Description Interface). MPEG-7:n avulla voidaan luoda standardoituja kuvauksia multimediamuotoista. Sisältöön viittaavat kuvaukset mahdollistavat nopean ja tehokkaan AV-materiaalin haun ja paikannuksen. Sisällöstä voidaan kuvata esimerkiksi: nauhoituspäivä, nimi, tekijä, kopiointioikeudet, formaatti, luokitus, yms. Sisällönkuvausten välttämättömyys kasvaa jatkuvasti, koska tiedon määrä ja tarve saada tietoa sisällöstä kasvavat sekä sisällönhallinta (etsiminen, organisointi, yms.) vaikeutuu.

Standardi ei sisällä kuvausten automaattista luomista, eikä määrittele hakukonetta tai muuta ohjelmaa, joka kuvausta voisi käyttää. MPEG-7:ää hyödyntävien ohjelmien kehitys onkin jätetty sovelluksenkehittäjille [15, 16].

Standardin osat

Systems tools (Järjestelmätyökalut): Käytetään kuvausten siirtämiseen, säilyttämiseen, yms

Description Definition Language (Kuvauksenmäärittelykieli)

Visual tools (Visuaaliset työkalut): Visuaalisuuden kuvaajat ja kaavat

Audio tools (Audiotyökalut): Audioon liittyvät kuvaajat ja kaavat

Multimedia Description Schemes (Multimedian kuvauskaaviot)

Reference Software (Viiteohjelmistot): MPEG-7 oleellisten osien ohjelmallinen toteutus

Conformance (Yhdenmukaisuus): Ohjeistukset ja menetelmät, joilla voi testata MPEG-7 sovellusten yhdenmukaisuutta.

Taulukko 3. MPEG-7:n standardiosat

MPEG-7:n kuvauksenmäärittelykieli

DDL:n (Description Definition Language, Kuvauksenmäärittelykieli) avulla voidaan luoda kuvauksia AV-informaatiosta. XML:n suosion takia MPEG-7:n DDL:nä käytetään XML -kaavaa. Koska XML-kaavaa ei erikseen ole suunniteltu audiovisuaaliselle informaatiolle, siihen on lisätty MPEG-7:n vaatimukset täyttäviä laajennuksia (esimerkiksi taulukko- ja matriisitietotyypit). Materiaalista kertovissa

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

kuvauksissa (Description) määritellään materiaalin ominaisuuksia (Feature), käyttämällä kuvauskaavoja (Description Schemes) ja kuvaajia (Descriptors). Kuvaajat voivat kuvata materiaalin korkean tason, kuten teoksen nimi, tekijät, yms. ominaisuuksia tai matalan tason, kuten värit, layout, yms ominaisuuksia.

Koska XML-kaava on joustava, siihen voidaan luoda sovelluksen erityistarpeet huomioivia kuvauskaavoja ja mahdollisesti myös uusia kuvaajia. Valmiita kuvauskaavoja voidaan laajentaa ja muunnella. Kuvauskaavoja ja kuvaajia voidaan koota kuvausvälineiden kirjastoksi, joka kattaa laajasti yleiset tarpeet [16, 17].

MPEG-7:n mahdollisia sovellusalueita

MPEG-7 voi tulevaisuudessa olla hyödyksi esimerkiksi monilla aloilla, esimerkiksi

käyttöala	sovellus
journalismi	tietyn poliitikon puheita voidaan etsiä nimen, äänen tai kasvojen perusteella
viihde	pelien etsiminen
rikostutkimus	kasvonpiirteiden tunnistus
sosiaalinen toiminta	treffipalvelu
filmi	video- ja radioarkistoissa
digitaaliset kirjastot	kuvatietokannat
multimediatietopalvelut	keltaisilla sivuilla
kulttuuripalvelut	museoissa, taidegallerioissa, yms.
valvonta	liikennekontrollissa yms.

Taulukko 4. MPEG-7:n mahdollisia sovelluksia

Erilaisia hakuvaihtoehtoja

AV-materiaaliin voidaan tehdä hakuja useilla eri kriteereillä, mm: tekstin (avainsanojen) avulla, semanttisten kuvausten avulla, käyttämällä kuvaa esimerkkinä, nuottien avulla, matalan tason ominaisuuksien (esimerkiksi liikeratojen) avulla, yms. [18].

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

2.2.6. MPEG-21

Tällä hetkellä multimedian arvo- ja toimitusketjussa (sisällöntuottajilta loppukäyttäjille) tuotetaan ylimääräistä informaatiota ja palveluja, koska ketjun eri vaiheille on eri työkalut.

Vaikka tietoon ja palveluihin voidaan tarjota yhteys lähes mistä vain, eri sektorien yritykset eivät kuitenkaan vielä kykene keskenään tehokkaaseen vuorovaikutukseen. Yleistä multimediamiitekehystä tarvitaan tukemaan uudentyypistä multimediakäyttöä. Multimediamiitekehys tehostaa ja helpottaa eri sektorien välistä yhteistyötä määrittelemällä erilaisia malleja, sääntöjä ja menetelmiä multimedian luomiseen. Multimediamiitekehysten avulla pyritään tunnistamaan, kuvaamaan, käyttämään ja suojaamaan informaatiota sekä tekemään multimediasisältöä kuljettavista järjestelmistä yksinkertaistettuja ja automatisoituja.

Ratkaisuksi näihin tarpeisiin aloitettiin kesällä 2000 MPEG-21 (ISO-18034) –standardin kehittäminen. MPEG-21-multimediamiitekehys tunnistaa ja määrittelee multimedian toimitusketjua tukevat avainelementit, niiden väliset suhteet ja niiden tukemat operaatiot. Se pyrkii helpottamaan sisällön luomista, tuottamista, jakamista, käyttämistä ja uudelleenesittämistä erilaisten verkkojen ja laitteiden kautta. MPEG-21 määrittelee elementtien ominaisuuksien syntaksin ja semantiikan. Se pyrkii myös parantamaan tapahtumista raportointia.

MPEG-21:n seitsemän ominaisuutta

- 1.** Digital Item Declaration (Digitaalisen kohteen esittely) pyrkii luomaan yhtenäisen ja joustavan abstraktion ja yhteensopivan skeeman digitaalisten kohteiden julkaisemiselle. Medioresurssit ja kuvaava data pyritään tekemään täysin eroteltaviksi. Digitaalisista kohteista pyritään tekemään avoimia ja laajennettavia mihin tahansa mediatyyppiin ja kuvauskaavaan. Kohteita tulee pystyä rakentamaan muista kohteista ilman että niiden ominaisuudet tai rakenne menetetään. Digitaalisiin kohteisiin tulee pystyä tekemään tehokkaita hakuja. Digitaalisen kohteen esittelyyn käytetään DIDL:iä (Digital Item Declaration Language). Elementtien syntaksit määritellään XML-kaavan rakenteilla, eli DIDL-dokumentit ovat XML 1.0 dokumentteja. Digitaalisen kohteen esittelyä odotetaan kansainväliseksi standardiksi v. 2002 [18].

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

- 2.** Digital Item Identification and Description (DII&D) spesifikaatio määrittelee kuinka digitaaliset kohteet ja niiden osat, sekä muut vastaavat kokonaisuudet voidaan tunnistaa ja kuvailla yksilöidysti. Tunnistaminen tapahtuu MPEG-21 viitekehyksessä sisällyttämällä URI (Uniform Resource Identifier) kuvauskaavoihin. Digitaalisen kohteen tunnistin voi olla myös URL. DII&D antaa myös mahdollisuuden sisällyttää metadatan useista eri lähteistä ja useissa eri muodoissa (mm. XML, tavallinen teksti). Edelleen DII&D sallii olemassa olevien kuvauskielten sitomisen metadataan, jotta tätä dataa voitaisiin käsitellä oikein. Tämä mahdollistaa esim. MPEG-7 tai Dublin Core kuvausten sisällyttämisen DII&D elementtiin. Odotetaan kansainväliseksi standardiksi v. 2002 [19].
- 3.** Content Handling and Usage (Sisällön käsittely ja käyttö) tarjoaa sisällön luomisen, manipulaation, etsimisen, saatavuuden, varastoinnin, kuljetuksen ja (uudelleen)käytön mahdollistavat rajapinnat.
- 4.** Intellectual Property Management and Protection (Tekijänoikeuksien hallinta ja suojele) -osa määrittelee puitteet tekijänoikeuksien hallinnalle ja suojelelle. Tähän kuuluvat keinot, joilla sisältöä voidaan pysyvästi ja luotettavasti hallita erilaisissa verkoissa ja laitteissa. Pian MPEG-4:n tultua kansainväliseksi standardiksi, todettiin että erilaisia MPEG-4 soittimia ja sovelluksia voitaisiin tulla kehittämään eri valmistajien toimesta, mutta monet niistä eivät olisi yhteensopivia. Tämän takia käynnistettiin projekti, jonka tarkoituksena oli yhdenmukaistaa tekijänoikeuksien hallintaa ja suojeleä (IPMP). Projektiin kuuluu standardoituja tapoja hakea IPMP -välineitä eri kohteista, viestiminen IPMP-välineiden välillä sekä välineiden ja päätteen välillä. Odotetaan kansainväliseksi standardiksi v. 2002 [19].
- 5.** Terminals and Networks (Päätteet ja verkot) tarkoittaa yhteensopivaa ja hajauttumatonta yhteyttä sisältöön verkkojen ja päätteiden kautta.
- 6.** Content Representation (Sisällön esittely). Tapa, jolla mediaresurssit kuvataan.

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

7. Event Reporting (Tapahtumista raportointi). Tämä mahdollistaa sen, että käyttäjät ymmärtävät raportoitavissa olevien tapahtumien toiminnan viitekehyksessä [18, 19].

MPEG-21 on vielä kehitysvaiheessa. Se on kuitenkin tarkoitus saada valmiiksi lähivuosina. Jos eri sisällöntuottajat suostuvat käyttämään MPEG-21:stä sen valmistuttua, multimedian tuotanto nopeutuu ja tehostuu.

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

LÄHTEET:

1. Heikki Keränen, Mobiili hakukäyttöliittymä heterogeenisille multimediadokumenteille, Oulun yliopisto, Sähkötekniikan osasto, Diplomityö, 2001
2. Esin Darici Haritaoglu , Wideband Speech and Audio Coding, 1997, <http://www.umiacs.umd.edu/~desin/Speech1/new.html>, 24.06.2002
3. Schaphorst, R., Videoconferencing and video telephony: technology and standards. Artech House, Inc.1996
4. Orjasniemi Taisto, Multimedia Database Management Systems, Oulun Yliopisto, 2001
5. Sari H. Pitkänen et la, Tietokone tutuksi, Joensuun yliopisto, 03.09.2001, <http://tkk.joensuu.fi/tekno/materia/tutuksi/index.html>, 02.07.2002
6. Kijersti Aas, Line Ekvil, A Survey on: Content-based Access to Image and Video Database, Norwegian Computing Centre, March 1997
7. Nuutti Laitala, MPEG – standardit, Jyväskylän Yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos , 2002
8. <http://www4.tomshardware.com/mobile/00q3/000910/index.html>, viitattu 09.07.2002
9. <http://www.geocities.com/Athens/Forum/2496/vcdfaq.html>, viitattu 09.07.2002
10. Leonardo Chiariglione – Convenor, Short MPEG-2 description, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N, MPEG 00/October 2000
11. Jan Enlund, Digitaalinen Televisio Oppimisympäristönä, Teknillinen korkeakoulu, 1999
12. Hietala, M. & Vartiainen, R., Videokuvan pakkaaminen ja siirtäminen verkossa, 14.4.1998, <http://www.ee.jytol.fi/henkunta/hauja/materiaalia/tietokoneverkot/hartyot/mpeg.htm> [viitattu 01.06.2002]
13. Rob Koenen, Overview of the MPEG-4 Standard, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4668. March 2002
14. Rob Koenen, *MPEG-4: a Powerful Standard for Use in Web and Television Environments*, 1998. <http://www.w3.org/Architecture/1998/06/Workshop/paper26/> viitattu 09.07.2002

Liite 1: MPEG-STANDARDEISTA

15. Philippe Salembier, *Olivier Avaro*, MPEG-7: Multimedia Content, Description interface, Introduction to MPEG-21 workshop Introduction to MPEG-21 workshop, 20th & 21st of March 20th & 21st of March 2000
16. Philippe Salembier, Overview of MPEG Overview of MPEG--7: Multimedia 7: Multimedia Content Description Interface Content Description Interface, Universitat Politecnica de Catalunya, July 2001
17. José M. Martínez, Overview of the MPEG-7 Standard, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4031, March 2001
18. Jan Bormans, Keith Hill, MPEG-21 Overview v.4, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N4801, Fairfax, May 2002
19. Jussi Rajamäki, Tiedonhallinnan perusteet, Helsingin Ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja Liikenne, 1.5. 2000

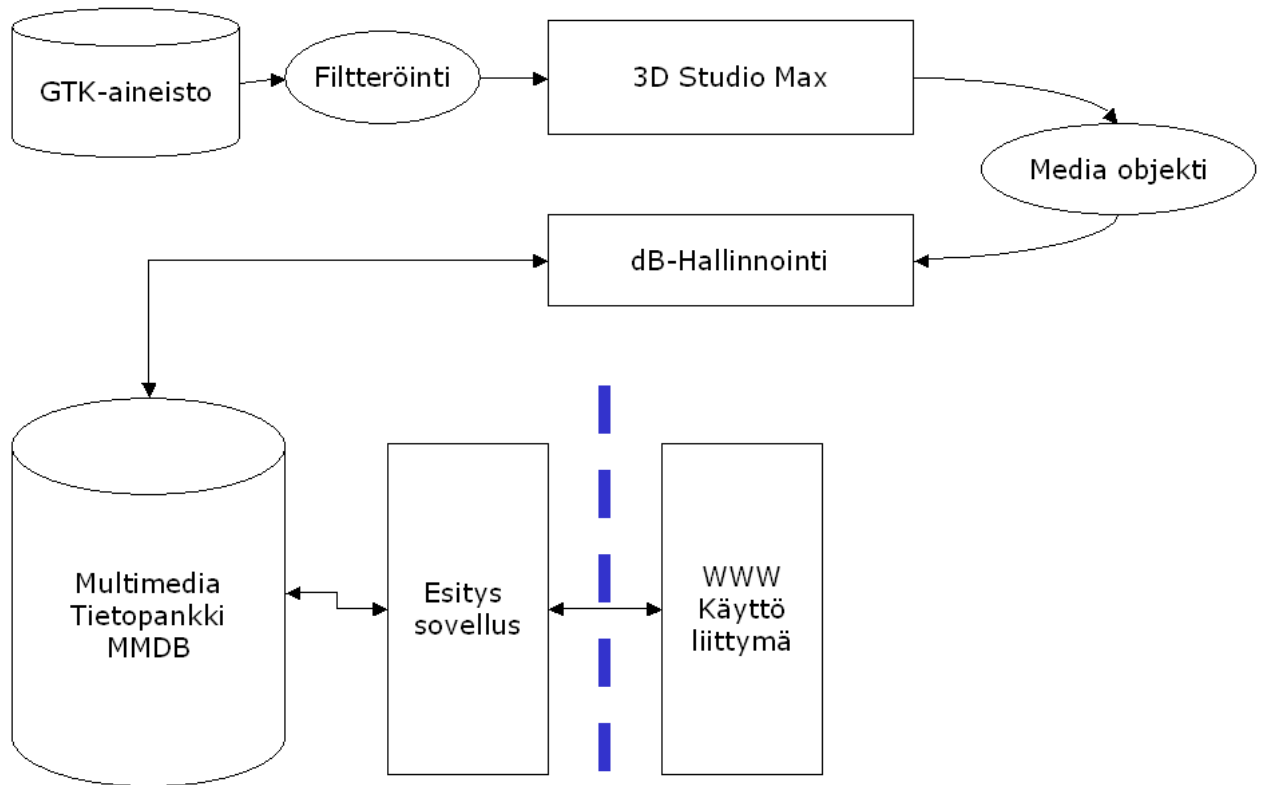
LIITE 2 : ERI TIETOKANTAMENETELMIEN OMINAISUUKSIEN VERTAILU

Sarakkeiden numerointi viittaa kappaleessa 11. esitettyjen kriteerien numeroihin.

Menetelmä	Liittäminen Java-ohjelmaan (i)	Kenttien väliset riippuvuudet (ii)	Tiedon syöttö järjestelmään (iii) a.	Tiedon syöttö järjestelmään (iii) b.	Tekstinhaku (iv)	Standardi (v)	Oppiminen/käyttöön-otto (vi)
Relaatio	JDBC 1.x	riippuvat osajoukot	tiedot lisätään tietokantaan INSERT-lausekkeella (SQL)	SELECT (SQL)	ei	SQL	Hyvä, yleisesti käytössä
Oliorelaatio	JDBC 2.x	monitasoinen yhdistelmä (multiple-level), ei toteutettu menetelmässä	tieto lisätään INSERT-lausekkeella (SQL-3)	SELECT (SQL-3)	ei	SQL-3 standardi kehitteillä	hyvä, yleistymässä
Olio	ei tarvita erikseen	monitasoinen yhdistelmä (multiple-level), ei toteutettu menetelmässä	XML-parserilla luettu tiedosto talletetaan suoraan sovellusohjelmaan säilyviin luokkainstansseihin	SELECT (OMDG-94:OQL) tai ohjelmointikielen lausekkeella	ei	OMDG-94, standardi kehitteillä	oppimiskynnys korkea, harvoin käytetty
IR	JDBC 1.x	toteutettava ohjelmallisesti	automaattinen, vain tiedostojen nimet annettava.	SELECT (valmistajan määritelmä-kyselykieli)	monipuolinen , erilaisia tekstihakuja	SQL-tyyppinen, kysely yhdestä taulusta kerrallaan	oppimiskynnys korkea, harvoin käytössä

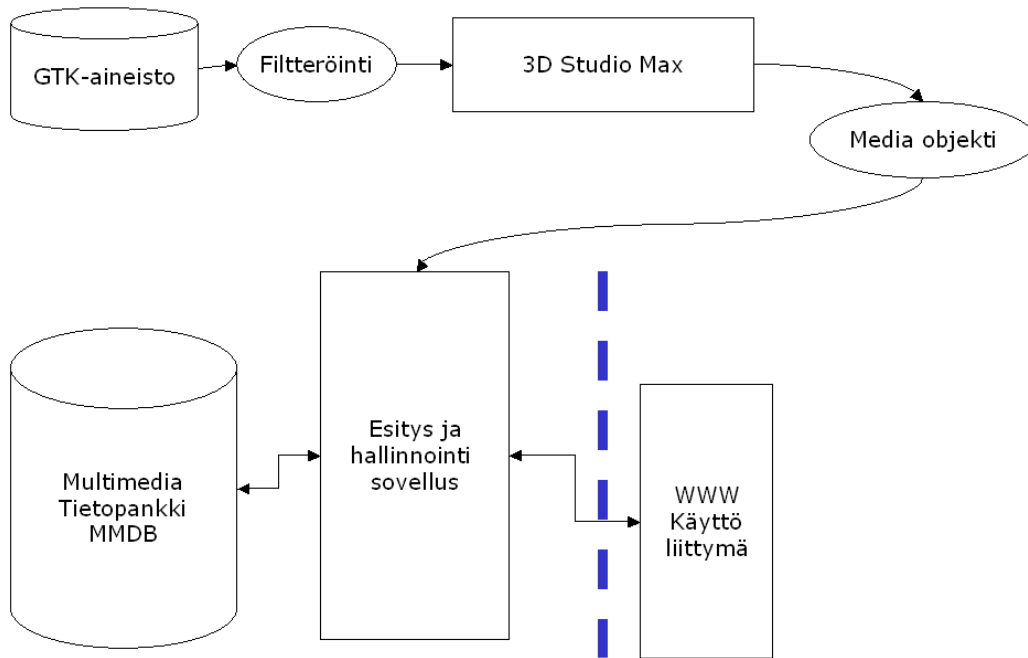
LIITE 3: MULTIMEDIATIETOPANKIN TOIMINNALLISUUS

Animoinnin tuotantoprosessi versio 1.

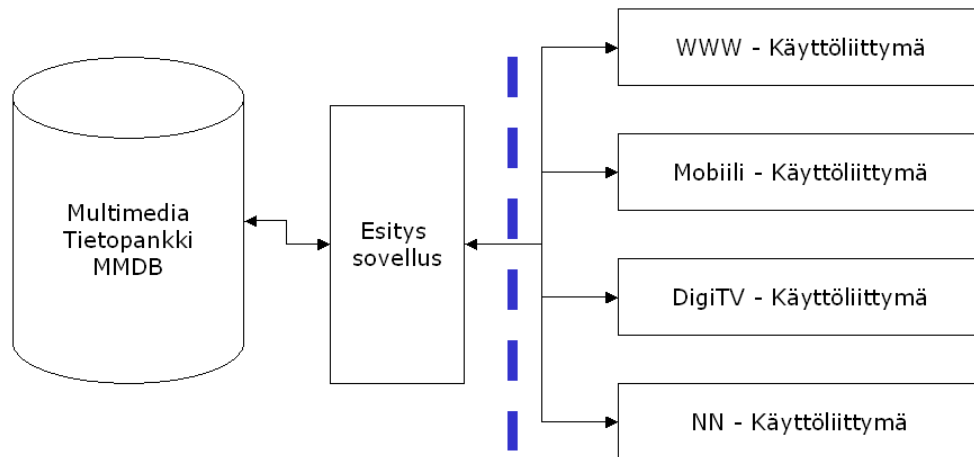


LIITE 3: MULTIMEDIATIETOPANKIN TOIMINNALLISUUS

Animoinnin tuotantoprosessi versio 2.



MMDB välitysprosessit



LIITE 3: MULTIMEDIATIETOPANKIN TOIMINNALLISUUS

MMDB hallinnointimoduli

