

hyväksymispäivä

arvosana

arvostelija

Multimediatietokannat

Niklas Laine

Helsinki 29.1.2001

Seminaari: Multimedia ja tietoliikenne

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Multimediatietokannat

Niklas Laine

Seminaari: Multimedia ja tietoliikenne

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Helsingin yliopisto

29.1.2001, 17 sivua

Tässä seminaaritutkielmassa käsitellään multimediatietokantoja, multimediatietokannan hallintajärjestelmän tehtäviä, multimediatietokannan kuvaamista luonnollisen kielen avulla, kuvien etsimistä tietokannasta ja tietokantahakujen tulosten esitystä SQL+D-kyselykielen avulla. Työssä esitetään multimediatietokannan hallintajärjestelmälle kolmitasoinen arkkitehtuuri, sekä tutkitaan multimediatietokannoissa käytettyjä rakenteellisia ja rakenteettomia sisällön kuvauksia.

Aiheluokat (Computing Reviews 1998): H.2.3, H.2.4, H.2.5, H.3.3

Avainsanat: multimediatietokanta, multimediatietokannan hallintajärjestelmä, tiedonhaku, SQL+D-kyselykieli

Sisältö

1 Johdanto	1
2 Multimediatietokannan hallintajärjestelmä	2
3 Multimediadatan tallentaminen tietokantaan	4
4 Kuvien etsiminen tietokannasta	6
4.1 Tekstipohjainen haku	8
4.2 Kuvien samankaltaisuutta vertaileva haku	9
5 Hakutulosten esittäminen	11
6 Yhteenveto	15
Lähteet	16

1 Johdanto

On olemassa tarve tietokannoille, joihin voidaan tallentaa tekstin lisäksi kuvia, ääniä tai videokuvaa. Näihin niin sanottuihin multimediatietokantoihin saatetaan tallentaa satoja tuhansia tai miljoonia kuvia. Tiedon määrä ja multimediatatan heterogeenisuus asettavat omia vaatimuksiaan tiedonhallintajärjestelmille.

Eräs käytännön esimerkki multimediatietokannasta on valokuva-arkisto historiallisista tapahtumista. Tällaisen digitaaliarkiston materiaali saattaa koostua hyvinkin vanhoista, arvokkaista ja hauraista originaaleista. Multimediatietokannan avulla esimerkiksi historioitsijat voivat päästä nopeasti käsiksi tietokantaan tallennettuihin kuviin koskematta originaaleihin.

Multimediatietokantoja ja erityisesti kuvien sisältöön perustuvia hakumenetelmiä on tutkittu paljon viime vuosina. Tässä seminaaritutkielmassa keskitytään multimediatietokannan hallintajärjestelmän tehtäviin ja rakenteeseen, siihen miten multimediatadataa tallennetaan tietokantaan sekä siihen, miten tietokannassa olevia kuvia haetaan käyttäen sanallisia kuvauksia tai käyttämällä hakukuvia. Lopuksi tutkitaan SQL-kyselykielen laajennusta SQL+D:tä, jonka avulla hakutulosten esitystapa voidaan määrittää kyselyiden yhteydessä.

2 Multimediatietokannan hallintajärjestelmä

Multimediatietokantoihin voidaan tekstin lisäksi tallentaa kuvia, ääniä ja videokuvaa. Multimediatietokannan heterogeenisyyden takia multimediatietokannan tallentamiseen, siirtämiseen, esittämiseen ja hallitsemiseen käytettävien järjestelmien täytyy tukea huomattavasti useampia ominaisuuksia kuin perinteisten tiedonhallintajärjestelmien [Gha95].

Tietokantaa ylläpitävän tietokannan hallintajärjestelmän (TKHJ) tehtäviin kuuluu kätkeä käyttäjiltä tiedon tallentamiseen ja tiedon hallintaan liittyvät yksityiskohdat. Multimediatietokannan hallintajärjestelmä (MTKHJ) toimii multimediatietokantaa hyödyntävän sovelluskerroksen ja tiedon fyysisen tallentamisen suorittavan laitekerroksen välissä. [StN95]

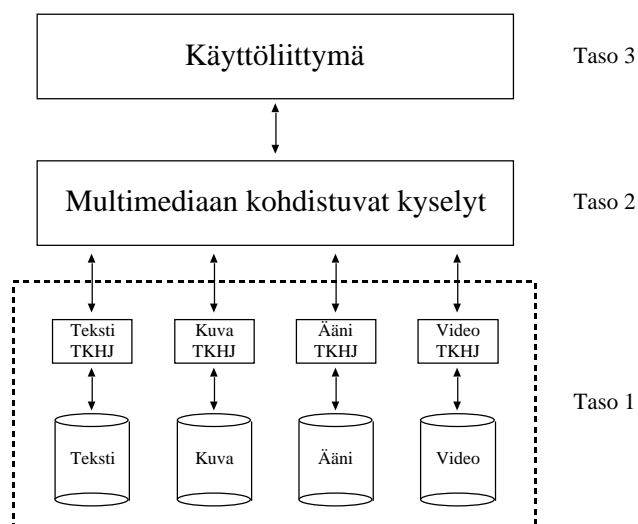
Minimaalinen MTKHJ voidaan määritellä järjestelmänä, joka tyydyttää kaikki MTKHJ:lle asetetut vaatimukset tuntematta järjestelmää hyödyntäviä sovelluksia. MTKHJ:n täytyy tukea tiedon syöttämistä, tulostamista, muokkaamista, poistamista, vertailua (käytetään haettaessa tietoa) ja automaattista tulkitsemista (tulkittaessa esimerkiksi ääntä tekstiksi). MTKHJ:n tehtäviin kuuluu myös tiedon pysyvyyden takaaminen niin, että tiedon ikä voi ylittää käytössä olevien sovellusten iän. TKHJ huolehtii myös tiedon yhteiskäytöstä ja tietoturvasta. Se tarjoaa myös kyselykielen (esimerkiksi SQL), jonka avulla voidaan käsitellä tietokannassa olevaa tietoa. [StN95]

Multimediatietokannan käsittely tekee välttämättömäksi suurten tietomäärien tallentamisen erilaisten tallennuslaitteiden avulla [StN95]. Multimediatietokannan hallintaan liittyviin keskeisiin tekijöihin kuuluu tehokkaiden fyysisten tallennusmenetelmien sekä tiedon

organisointi-, indeksointi- ja hakumenetelmien kehittäminen [Gha99]. Multimedian käsittely asettaa myös tosiaika- [StN95] ja synkronointivaatimuksia [Gha99] MTKHJ:lle.

Ghafoor [Gha95] esittää kolmitasoisien arkkitehtuurin multimediatietokannan hallintajärjestelmälle (kuva 1). Mallin alin taso tarjoaa erilliset palvelut yksittäisten tietotyyppien (teksti, kuva, ääni, video) hallinnalle. Tällä tasolla TKHJ käyttää hyväkseen kunkin tietotyypin ominaisuudet huomioonottavia tehokkaita indeksointi- ja hakumenetelmiä. Lisäksi tasolla huolehditaan tiedon tehokkaasta fyysisestä tallentamisesta, sillä huono tiedon sijoittelu saattaa aiheuttaa merkittävää laadun heikentymistä esimerkiksi videon toistossa silloin, kun järjestelmää hyödyntää useampi käyttäjä samanaikaisesti.

Mallin keskimmaisella tasolla yhdistetään eri tietotyypit toisiinsa. Tällä tasolla käsitellään käyttäjän tekemät multimediatietokantaan kohdistuvat kyselyt ja generoidaan sopivat alikyselyt kutakin yksittäistä tietotyyppiä tukevalle tietokannalle. [Gha95]



Kuva 1. Multimediatietokannan hallintajärjestelmän arkkitehtuuri.

Mallin ylin taso koostuu eri käyttöliittymäkomponenteista, jotka tarjoavat muun muassa tuen kuvien, äänien ja videoiden esittämiselle, selaamiselle ja muokkaamiselle. Tämä taso tarjoaa käyttäjille myös kyselykielen, jonka avulla päästään käsiksi tietokantaan tallennettuun tietoon. [Gha95]

3 Multimediadatan tallentaminen tietokantaan

Sovellusten tulisi pystyä käsittelemään tietokantaan tallennettua tietoa riippumatta sen muodosta. Tietokannan hallintajärjestelmä saattaa tallentaa tiedon pakattuna, mutta sovellukselle data voidaan esittää pakkaamattomana. Multimediadataa voidaan tallentaa tietokantaan raakana (*raw*), rekisteröitynä (*registering*) tai kuvattuna (*descriptive*). [StN95]

Raakana esitettävä tieto koostuu pitkistä sekvenssistä yksittäisiä bittejä. Esimerkiksi raakana tallennettu bittikarttakuva tallennetaan kuvan muodostavien pikseleiden sekvenssinä. Rekisteröitynä tallennettu data sisältää tiedon käytetystä koodauksesta. Tekstiä käsittelevissä tietokannoissa tekstin koodaustapa on lukittu (esimerkiksi ASCII), tällöin erillistä tietoa koodauksesta ei tarvita. Multimediatietokannoissa kuvaus tarvitaan, jotta sinne tallennettua tietoa voidaan jälkeenpäin tulkita. Bittikarttakuvien yhteyteen voidaan sisällyttää muun muassa tieto kuvan korkeudesta ja leveydestä sekä tieto käytetystä koodaustavasta (esimerkiksi JPEG). [StN95]

Kuvattu data sisältää mukanaan luonnollisen kielen kuvauksen, jota käytetään hyväksi tiedon hakemisessa. Kuvaus voidaan esittää rakenteellisena tai rakenteettomana.

Esimerkiksi bittikarttakuva voidaan kuvailla tietokantaan rakenteettomana seuraavasti:

"Uuden vuoden aatto 31.12.1995. Syntymäpäiväjuhlat Lisan lempiravintolassa."

Vastaava kuvaus voidaan esittää rakenteellisena:

Tapahtuma = Uuden vuoden aatto / Lisan syntymäpäivä

Päivämäärä = 31.12.1995

Paikka = Ravintola

Avainsana = Uuden vuoden juhlat.

Jälkimmäisessä tapauksessa tietoon päästään käsiksi käyttämällä hyväksi tiedon rakennetta. Hakuja voidaan suorittaa esimerkiksi päivämäärän avulla. [StN95]

Yksilöön liittyvät ominaisuudet voivat olla joko riippuvia tai riippumattomia.

Esimerkiksi auton hinta saattaa olla riippumaton jostakin tietystä videosta. Sen sijaan vihreä auto viittaa johonkin tiettyyn videoon. Yksilön ominaisuudet voidaan kerätä ja määrittää ihmisvoimin tai automaattisesti. Joissain tilanteissa ominaisuuksien automaattinen tunnistaminen saattaa olla ainoa mahdollinen vaihtoehto. Esimerkiksi satelliittikuvia saattaa kertyä lyhyessä ajassa erittäin paljon. Toisissa tilanteissa automatisointi ei ole mahdollista. Esimerkiksi lääketieteellisissä sovelluksissa on huolehdittava tulosten tarkkuudesta. [MaS96]

Yhden tai usean eri tietotyypin (teksti, ääni, video, kuva) välille voidaan määrittää relaatioita. Näitä relaatioita ovat attribuuttirelaatio (*attribute relation*), komponenttirelaatio (*component relation*), korvausrelaatio (*substitution relation*) ja synkronointirelaatio (*synchronization relation*). Attribuuttirelaatio esittää erilaisia

kuvauksia samasta objektista. Esimerkiksi tietokantaan, johon on tallennettu tietoja linnuista, voidaan tallentaa jokaisesta linnusta sanallinen kuvaus, äänipätkä linnun laulusta ja video linnun lentämisestä. Relaatiotietokannoissa tämä voidaan toteuttaa kullekin linnulle määriteltynä attribuuttivektorina. Komponenttirelaatio sen sijaan määrittelee, minkälaisista osista jokin objekti koostuu. Esimerkiksi auto koostuu useista eri autonosista. Korvausrelaatio määrittelee erilaisia kuvauksia samalle tiedolle, esimerkiksi tilastoja voidaan esittää taulukkoina tai diagrammeina. Synkronointirelaatio määrittelee, miten eri komponentit tulisi synkronoida keskenään, esimerkiksi huulten synkronointi äänen kanssa. [StN95]

4 Kuvien etsiminen tietokannasta

Yksi tietokantajärjestelmän tarjoama perusominaisuus on mahdollisuus tehdä kyselyitä. Käyttäjien pitäisi voida suorittaa hakuja joko eksplisiittisesti yksilölle annetun nimen tai implisiittisesti yksilön sisällön mukaan. Tekstipohjaisissa järjestelmissä haetaan tietoa, joka vastaa tarkasti kyselyissä annettuja hakuheitoja. Kyselyjen määrittäminen on vaikeampaa haettaessa multimediatietokannasta esimerkiksi kuvia. Yksi tapa on kuvata kuvien sisältö tekstinä ja hyödyntää tekstipohjaista hakua. Kuvien sisällön kuvaileminen sanallisesti ja tarpeeksi tarkasti ei kuitenkaan ole aina mahdollista. Toinen mahdollisuus on käyttää käsin piirrettyjä luonnoksia tai muita valmiita kuvia hakukuvina ja etsiä samankaltaisia kuvia tietokannasta. Käytettäessä käsin piirrettyjä luonnoksia ongelmiksi nousevat tavoitellun tarkkuuden saavuttaminen hakuoperaatioissa ja järjestelmän helppokäyttöisyyden takaaminen. Lisäksi on vaikeaa määrittellä kahden kuvan samankaltaisuus. [Chi94]

Kuvien samankaltaisuuden 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. [Elk99]

Vertailtaessa tietokantajärjestelmien hakuominaisuuksille asetettuja tarpeita hahmontunnistusjärjestelmien tarjoamiin ominaisuuksiin voidaan löytää eroja. Kuvatietokannoista etsitään tyypillisesti hyvinkin monimutkaisia kuvia ja lisäksi tietokannoissa kuvia saattaa olla erittäin paljon. Hahmontunnistusjärjestelmissä voidaan käyttää peräkkäishakua, koska niissä kuvia on yleensä paljon vähemmän kuin tietokantajärjestelmissä. Kuvatietokantajärjestelmissä voidaan pitää realistisena tavoitteena sitä, että hakujen yhteydessä voidaan poissulkea tarpeeksi monta väärää vaihtoehtoa ja jättää jäljelle jääneiden hakuehtoja vastanneiden kuvien tarkempi tarkastelu ihmisten tehtäväksi. [Chi94]

Joissain tilanteissa saattaa myös olla tarpeellista laajentaa annettuja hakuehtoja. Jos käyttäjä hakee esimerkiksi kokovartalokuvia Bill Clintonista ja niitä ei löydy, haun tuloksiin saatetaan ottaa mukaan myös Clintonin kasvokuvat. Jotkut kuvat saattavat myös olla "parempia" kuin toiset ja hakuehdoissa voidaan kiinnittää huomiota myös esimerkiksi kuvan laatuun. [MaS96]

4.1 Tekstipohjainen haku

Yapp, Yamashita ja Zick [YYZ97] esittelevät multimediatietokantajärjestelmän, jota voidaan käyttää miljoonien kuvien, videoiden tai äänien tallennukseen. Esitellyssä järjestelmässä multimediatiedostot tallennetaan erillisinä objekteina, joten järjestelmä ei ole riippuvainen sinne tallennetun multimediatiedoston muodosta.

Järjestelmässä kuhunkin objektiin liitetään erillinen kuvaustiedosto, joka sisältää avainsanoja, joita käytetään hyväksi indeksointi- ja hakuoperaatioissa. Kuvaustiedosto on koodattu HTML-tyylisin elementein, jotka määrittelevät kenttiä, esimerkiksi [YYZ97]:

```
<title>Island of St. John</title>  
<description>Picture of a beach...</description>  
<date>01011997</date>
```

Järjestelmä pystyy lisäksi indeksoimaan videon automaattisesti tunnistamalla videon ääniraidalla olevia sanoja. Käytännössä tämä toimii niin, että henkilö sanelee tiettyjä järjestelmälle opetettuja avainsanoja videon ääniraidalle ja järjestelmä kerää tiedot ylös kuvaustiedostoon. Jalkapallo-ottelussa avainsanoja voisivat olla muun muassa "maali", "kulmapotku" tai "vapaapotku". [YYZ97]

Järjestelmä tarjoaa kolme sanastotoimintoa, jotka avustavat käyttäjiä kyselyiden teossa: sanakirja, hierarkkinen synonyymisanakirja ja korvaussanasto (*use-for*). Sanakirja sisältää kaikki objektien kuvausten yhteydessä tietokantaan syötetyt sanat. Jos käyttäjä

antaa hakuehtojen yhteydessä sanoja, joita ei löydy sanakirjasta, järjestelmä merkitsee puuttuvat hakusanat punaisella ja käyttäjälle tarjotaan vaihtoehtoisia, annettua hakusanaa lähellä olevia sanoja korvaaviksi sanoiksi. Synonyymisanakirjaa käytetään hakuehtojen rajaamiseen. Esimerkiksi sanat "Yhdysvallat" ja "Kanada" on ryhmitetty termin "Pohjois-Amerikka" alle ja "harmaakarhu" ja "jääkarhu" sanan "karhu" alle. Korvaussanasto-toiminto vastaavasti esittää mahdollisia korvaavia hakusanoja annetuille hakuehdoille. Esimerkiksi muinaishistoriaa käsittelevässä tietokannassa "Iran" voidaan korvata sanalla "Persia". [YYZ97]

Kun haku on suoritettu, järjestelmä luetteloi hakuehtoja vastanneet tietueet. Videoita voidaan lisäksi etsiä tapahtumajonojen avulla. Tietokannasta voidaan esimerkiksi hakea kaikki tilanteet jalkapallo-otteluista, joissa on tehty maali kulmapotkun jälkeen.

[YYZ97]

4.2 Kuvien samankaltaisuutta vertaileva haku

Haku, joka vertaa kahden kuvan samankaltaisuutta, voi perustua esimerkiksi väriin, tekstuuriin, muotoon, kuvassa olevien tilojen suhteisiin tai liikkeeseen. Näistä tilan samankaltaisuuteen (*spatial similarity*) perustuvaa hakua voidaan käyttää esimerkiksi tilanteessa, jossa haetaan kaikkia MRI-kuvia aivoista, joissa on havaittu kasvain samassa paikassa. Tällaisen kyselyn avulla voidaan esimerkiksi selvittää kaikki hakukuvan tilannetta vastaavat sairaustapaukset ja niiden hoitomenetelmät ja hoitojen tulokset. Kahden kuvan esittämät tilat määritellään identtisiksi, jos niissä on samat

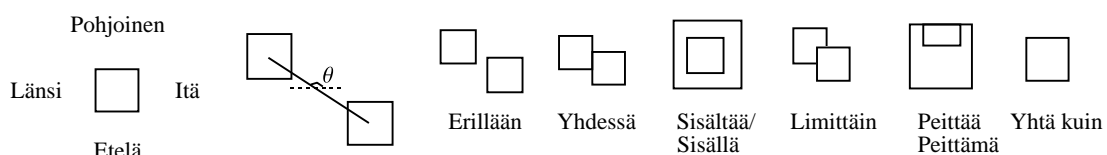
objektit ja jos kaikkien kuvissa olevien objektien väliset suhteet ovat kuvissa samat.

[Elk99]

Tilan samankaltaisuusalgoritmi (*spatial similarity algorithm*) järjestää tietokannan kuvat sen mukaan, miten samankaltaisia kuvat ovat hakuehtona käytetyn kuvan kanssa.

Tilan samankaltaisuutta tutkittaessa tulisi voida tunnistaa kuvaan tehdyt muunnokset (siirto, skaalaus, kierto). Jos samankaltaisuusalgoritmi ei tunnista esimerkiksi kiertoja, se saattaa tulkita kaksi hyvinkin samanlaista kuvaa erilaisiksi. [EIK99]

Kuvassa olevien objektien väliset suhteet voivat olla suunnattuja (*directional*) tai topologisia (kuva 2). Suunnatut suhteet ilmaistaan ilmansuuntien avulla (esimerkiksi pohjoinen, etelä, itä tai länsi). Kahden objektin välinen suunnattu suhde voidaan myös selvittää yhdistämällä objektien keskipisteet toisiinsa suoralla ja selvittämällä tämän suoran kulma. Topologiset suhteet ilmaistaan seuraavin termein: erillään (*disjoint*), sisältää (*contains*), sisällä (*inside*), yhdessä (*meet*), yhtä kuin (*equal*), peittää (*covers*), peittämä (*covered-by*) ja limittäin (*overlap*). Joissain tapauksissa kuvissa olevien objektien väliset suunnatut suhteet voivat olla samat, vaikka kuvien tilat eivät olekaan identtisiä. Joissain tapauksissa suunnattuja suhteita ei ole ollenkaan. Sen sijaan topologisia suhteita on aina. [Elk99]



Kuva 2. Suuntaan perustuvat ja topologiset suhteet [Elk99].

Syötettäessä kuvia tietokantaan jokaisesta kuvassa olevasta objektista muodostetaan yksinkertaistettu looginen esitys (*logical representation*). Kuvassa olevat objektit voidaan yksinkertaisimmillaan esittää objekteja ympäröivien suorakulmioiden (*minimum bounding rectangle*) avulla. Tämä tapahtuu joko automaattisesti tai puoliautomaattisesti ihmisen avustuksella. Suorakulmioiden avulla voidaan selvittää esimerkiksi se, ovatko objektit päällekkäin. Menetelmää käyttämällä voidaan poissulkea kyselyistä ne vaihtoehdot, jotka eivät voi tyydyttää annettuja hakuetoja. Hajautetuissa järjestelmissä alkuperäinen kuva tallennetaan keskitetysti ja loogiset esitykset sisältävät symboliset kuvat paikallisesti. Tällöin kyselyt voidaan suorittaa paikallisen tietokannan avulla. Lopulta jäljelle jääneet, hakuetoja vastanneet kuvat, voidaan tutkia tarkemmin muita menetelmiä käyttäen. [Elk99]

5 Hakutulosten esittäminen

Multimediatietokantaan tehdyn kyselyn tuloksena ei välttämättä saada tekstinä esitettävää vastausta. Tuloksena saattaa olla monipuolinen multimediaesitys, jota käyttäjä voi selata. Käyttäjä saattaa suorittaa kyselyn, jossa haetaan esimerkiksi kuvia siitä, miltä automerkin mallit ovat näyttäneet eri vuosina tai miltä alle 100 000 markkaa maksavat autot näyttävät. [MaS96]

Jotta multimediatietokantaan tehtyjen kyselyiden tulokset voidaan esittää mielekkäästi, on kullekin tietokantaa hyödyntävälle sovellukselle tehtävä räätälöity graafinen käyttöliittymä tai on käytettävä jonkinlaista selainta, jolla voidaan käydä läpi kyselystä saadut tulokset. Kolmas mahdollisuus on määrittää suoraan kyselyissä, miten tulokset

esitetään. SQL+D-kyselyiden avulla käyttäjät voivat itse määrittää, miten kyselyn tulokset esitetään. Lisäksi kieli tarjoaa mahdollisuuden kertoa, milloin eri elementit esitetään. [BGN98]

SQL+D on SQL:n laajennus. SQL+D kyselyt koostuvat SQL-kyselystä ja lauseista, jotka määrittelevät, miten tulokset esitetään. SQL+D luo tulosten esitystä varten oman ikkunansa, joka sisältää niin sanotun pääpaneelin (*main panel*), sekä joukon navigointinappeja. Navigointinappien avulla voidaan esimerkiksi siirtyä seuraavaan tietueeseen tai keskeyttää tai lopettaa esitys. Pääpaneeli voi sisältää useita säiliöpaneeleita (*container panel*) tai muita elementtejä. Elementit voivat olla kyselyn yhteydessä määritettyjä vakioelementtejä, tietokannasta haettujen attribuuttien arvoja, toimintoja, joiden avulla voidaan esittää videoita, kuvia, ääniä tai dokumentteja tai muita käyttöliittymäkomponentteja, kuten nappeja tai valintaruutuja. [BGN98]

SQL+D:n yksinkertaistettu syntaksi on seuraavanlainen (tarkempi syntaksi löytyy lähteestä [BGN98]):

```
<query> → <SQL Query> | <SQL Query> DISPLAY <disp specs>
<disp specs> → panel <id>, <container panels>
                WITH <disp element> [SHOW <presentation>]
                [AUTOSKIP <time length>]
<container panels> → <panel list> ON <id>.<loc>[( <layout>)]
<panel list> → panel <id> | panel <id>, <panel list>
<disp element> → [ALL | DISTINCT] <data elem list>
                AS <disp mechanism>[<id>]
                ON <id>.<loc>[( <layout>)] [<trigger>]
<disp elem list> → [ALL | DISTINCT] <data elem list>
                AS <disp mechanism>[<id>]
```

```

<data elem list> → <data elem> | <data elem>, <data elem list>
<data elem> → Attr | <constant>
<constant> → filename | "char string"
<trigger> → TRIGGER executable[(<parameters>)]
<id> → <alphanumeric> | <alphanumeric><alphanumeric>
<loc> → North | South | East | West | Center
<layout> → Horizontal | Vertical | Overlay
<display mechanism> → audio | image | video | text |
                    button | boxedtext | user defined data type

```

Kutakin esitettävää elementtiä kohtaan kerrotaan *miten* se esitetään ja *missä* se esitetään. *Miten* kertoo, onko kyseessä esimerkiksi kuva vai video. Elementin sijainti ikkunassa määritetään kertomalla, mihin paneeliin se kuuluu ja mihin kohtaan paneelia se sijoitetaan. Esimerkiksi kysely, joka esittää professorien henkilötiedot voidaan muotoilla kyselyksi seuraavasti [BGN98]:

```

SELECT      *
FROM        PROFESSORS
DISPLAY    panel main, panel A on main.East, panel B on A.Center,
WITH       name AS list ON main.West,
           picture AS image ON A.North,
           "Education at", "Email address" AS text ON B.West(Vertical),
           univ, email AS boxedtext ON B.East(Vertical),
           "Home Page" AS button ON B.South
TRIGGER    'netscape('+address+')
```


Yksinkertaisimmillaan haun tulokset voidaan esittää yllä olevan esimerkkikyselyn tapaan yhdellä ruudullisella tai diaesityksenä siten, että jokaiselle näytettävälle ruudulliselle määritellään kesto esimerkiksi sekunteina. SQL+D:ssä kesto määritellään AUTOSKIP-lauseen avulla vakiona tai muuttujan avulla. Esimerkiksi AUTOSKIP LEN(V) esittää kunkin monikon yhteydessä olevaa videota V niin pitkään, kunnes esitettävä video päättyy. [BGN98]

Monimutkaisemmissa esityksissä on pystyttävä määrittämään, kuinka pitkään yksittäisiä elementtejä esitetään ja missä järjestyksessä kukin niistä esitetään. SQL+D:ssä tämä määritetään SHOW-lauseella. Alla olevassa esimerkissä on kysely, joka esittää tietoja eri monumenteista. Jokaisesta monumentista esitetään ensin video- ja äänipätkä ja tämän jälkeen tekstikuvaus sekä kaksi kuvaa. Tekstiä esitetään 10 sekunnin ajan ja kutakin kuvaa 5 sekuntia, tämän jälkeen siirrytään seuraavaan tietueeseen. Esimerkissä LEN(SHOW) laskee SHOW-lauseessa määritetyn esityksen keston [BGN98]:

```

SELECT      *
FROM        MONUMENT
DISPLAY    panel main,
WITH       intro AS audio, clip AS video V ON main.Center(Overlay),
           p1 AS image I1, p2 AS image I2 ON main.Center(Overlay),
           description AS text T ON main.South,
SHOW       V THEN I1 FOR 5 THEN I2 FOR 5 ON L1;
           A FOR LEN(V) THEN T FOR 10 ON L2
AUTOSKIP   LEN(SHOW)

```

6 Yhteenveto

Tiedon määrä ja multimediadatan heterogeenisyys asettavat omia vaatimuksiaan tiedonhallintajärjestelmille. Eri tietotyyppien (teksti, ääni, video, kuva) ominaisuudet huomioonottava tietokannanhallintajärjestelmä (TKHJ) voidaan toteuttaa kolmitasoisien mallin mukaan. Mallissa alimmalla tasolla ovat tietotyyppikohtaiset TKHJ:t. Arkkitehtuurin keskimmaisella tasolla yhdistetään eri tietotyypit toisiinsa, multimediadataan kohdistuvat kyselyt puretaan ja niistä generoidaan sopivat alikyselyt, jotka kuljetetaan edelleen alimmalle tasolle. Mallin ylin taso tarjoaa muun muassa käyttöliittymän.

Multimediadata voidaan tallentaa tietokantaan raakana, rekisteröitynä tai kuvattuna. Kuvattu data sisältää tiedon sisällöstä sanallisen kuvauksen, jota voidaan käyttää hyväksi kyselyissä. Hakuehtojen määrittelyä voidaan tukea erilaisin aputoiminnoin, kuten sanastojen, synonyymisanakirjojen ja korvaussanastojen avulla.

Kuvien vertaileva haku voidaan suorittaa käsin piirrettyjen luonnosten tai valmiiden kuvien avulla. Kuvien samankaltaisuutta vertaileva haku voi perustua esimerkiksi väriin, tekstuuriin, muotoon, kuvassa olevien tilojen suhteisiin tai liikkeeseen. Kahden kuvan esittämät tilat määritellään identtisiksi, jos niissä on samat objektit ja jos kaikkien kuvissa olevien objektien väliset suhteet ovat molemmissa kuvissa samat. Etsittäessä kuvia riittää yleensä, että suljetaan pois tarpeeksi monta vaihtoehtoa ja jätetään jäljelle jääneiden kuvien tarkastelu ihmisten tehtäväksi.

Multimediatietokantaan kohdistuvan kyselyn tuloksena saattaa olla monipuolinen multimediaesitys. Yksi mahdollisuus esittää kyselyn tulokset on määrittellä niiden esitystapa kyselyiden yhteydessä. SQL+D on SQL-kyselykielen laajennus, joka mahdollistaa monipuolisten, ajasta riippuvien esitysten teon.

Lähteet

- Gha95 Ghafoor, A., *Multimedia Database Management Systems*. *ACM Computing Surveys* 27, 4 (1995), 593-598. <http://www.acm.org/pubs/articles/journals/surveys/1995-27-4/p593-ghafoor/p593-ghafoor.pdf>, 11.1.2001.
- StN95 Steinmetz, R., Nahrstedt, K., *Multimedia: Computing, Communications and Applications*. Prentice Hall, 1995, 463-480.
- MaS96 Marcus, S., Subrahmanian, V.S., *Foundations of Multimedia Database Systems*. *Journal of the ACM* 43, 3 (1996), 474-523. <http://www.acm.org/pubs/articles/journals/jacm/1996-43-3/p474-marcus/p474-marcus.pdf>, 14.1.2001

- Chi94 Chiueh, T., Content-Based Image Indexing. *Proc. Conf. Very Large Data Bases*, Santiago de Chile, Chile, September 12-15, 1994, 582-593. <http://www.vldb.org/conf/1994/P582.PDF>, 11.1.2001.
- EIK99 EL-Kwae, E., Kabuka, M.R., A Robust Framework for Content-Based Retrieval by Spatial Similarity in Image Databases. *ACM Transactions on Information Systems* 17, 2 (1999), 174-198. <http://www.acm.org/pubs/articles/journals/tois/1999-17-2/p174-el-kwae/p174-el-kwae.pdf>, 13.1.2001.
- YYZ97 Yapp, L., Yamashita, C., Zick, G., CONTENT: A practical, scalable, high-performance multimedia database. *Proc. ACM Conf. Digital Libraries*, Philadelphia, Pennsylvania, USA, July 23 - 26, 1997, 185-192. <http://www.acm.org/pubs/articles/proceedings/dl/263690/p185-yapp/p185-yapp.pdf>, 13.1.2001.
- BGN98 Baral, C., Gonzalez, G., Nandigam, A., SQL+D extended display capabilities for multimedia queries. *Proc. ACM Conf. Multimedia*, Bristol, United Kingdom, September 13 - 16, 1998, 109-114. <http://www.acm.org/pubs/articles/proceedings/multimedia/290747/p109-baral/p109-baral.pdf>, 13.1.2001.