

Jani Palsamäki

**Kuvatiedostoon upotetun metatiedon hyödyntäminen
digitaalisten valokuvakokoelmien järjestämisessä**

Tietojärjestelmätieteen
pro gradu –tutkielma
28.5.2008

Jyväskylän yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Jyväskylä

TIIVISTELMÄ

Palsamäki, Jani Henrik

Kuvatiedostoon upotetun metatiedon hyödyntäminen digitaalisten valokuvakokoelmien järjestämisessä / Jani Palsamäki

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2008.

72 s.

Tutkielma

Digitaalinen valokuvaus on lisännyt suosiotaan 2000-luvulla. Tämän seurauksena henkilökohtaisten valokuvakokoelmien kuvamäärät ovat kasvaneet ja kokoelmien hallinta vaikeutunut. Kuvamäärältään laajojen kokoelmien järjestämiseen tarvitaan automatisoituja menetelmiä, joista yleisimpiä esitellään tässä tutkielmassa. Tämän tutkielman pääpaino on kuvatiedostoon upotetun metatiedon roolin pohtimisella järjestämismenetelmien hyödyntämisessä. Kirjallisuudessa esiteltyjen järjestämismenetelmien käytännön sovelluksiin perehdytään tutustumalla ilmaiseen valokuvakokoelmienhallinta-sovellukseen. Vertailukohtana esitellään lyhyesti vastaavan kaupallisen sovelluksen järjestämiskäytäntöjä.

Sovelletuimmat digitaalisten valokuvakokoelmien järjestämismenetelmät ovat aikaperustaisia. Muita järjestämismenetelmiä ovat mm. paikkaan, tapahtumaan ja kuvasisällön analysointiin perustuvat menetelmät. Kuvatiedostoon upotetulla metatiedolla on tärkeä rooli tehokkaiden järjestämismenetelmien kehittämisessä.

AVAINSANAT: digitaalinen valokuvaus, kuvakokoelmien järjestäminen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	4
2	DIGITAALINEN VALOKUVAUS.....	10
2.1	Digitaalisen valokuvauksen suosion kehitys	10
2.2	Digitaalisten valokuvakokoelmien kasvu.....	11
2.3	Kuvienhallintajärjestelmien luokittelu	14
3	METATIETO	16
3.1	Metatiedosta yleisesti.....	16
3.2	Upotettu metatieto	22
3.3	Ulkoinen metatieto	26
3.4	Digitaalisten valokuvien metatietostandardeista	27
4	DIGITAALISTEN VALOKUVIEN JÄRJESTÄMISMENETELMIÄ	29
4.1	Aika- ja tapahtumaperustaiset järjestämismenetelmät.....	33
4.2	Paikkaperustaiset järjestämismenetelmät	40
4.3	Kuvasisältöön perustuvat järjestämismenetelmät.....	48
4.4	Vapaamuotoiseen tekstitietoon perustuvat järjestämismenetelmät	55
5	YHTEENVETO	61

1 JOHDANTO

Tässä tutkielmassa esitellään muutamia valokuvatiedostoon upotettua metatietoa hyödyntäviä menetelmiä automaattiseen valokuvakokoelmien järjestämiseen. Tavoitteena on selvittää millaisia järjestämismenetelmiä on kehitetty ja kuinka upotettu metatieto tukee näiden menetelmien käyttöä. Järjestämismenetelmiin tutustutaan kirjallisuuskatsauksen muodossa. Teoreettispainotteista kirjallisuuskatsausta tuetaan kahden kuluttajamarkkinoille suunnatun valokuvakokoelmien järjestämiseen suunnitellun sovelluksen ominaisuuksien esittelyllä. Yksi sovelluksista on ilmainen (Picasa) ja toinen kaupallinen (Adobe Bridge).

Järjestämismenetelmillä tarkoitetaan tässä tutkielmassa sellaisia menetelmiä, jotka mahdollistavat digitaalisten kuvakokoelmien sisältämien kuvien järjestämisen ja hakemisen erilaisten järjestämiskriteerien perusteella. Järjestämismenetelmiä ovat esimerkiksi aika- ja tapahtumaperustaiset järjestämismenetelmät, paikkaperustaiset järjestämismenetelmät, kuvasisällön analysointiin perustuvat järjestämismenetelmät sekä vapaamuotoiseen tekstitietoon perustuvat järjestämismenetelmät.

Tämän kirjallisuuskatsaukseen painottuvan tutkielman lopputuloksena voidaan todeta, että järjestämismenetelmien tutkimusta tarvitaan edelleen tehokkaiden kuluttasovellusten toteuttamiseksi. Esimerkiksi nopealla tahdilla yleistyvät mobiililaitteet tuovat aivan omat haasteensa järjestämiskäyttöliittymien suunnitteluun ja optimointiin. Lisäksi

kuvakokoelmien jatkuva kasvu pakottaa uusien menetelmien tutkimiseen ja kehittelyyn sekä jo tunnettujen menetelmien paranteluun.

Millaisia menetelmiä henkilökohtaisten valokuvakokoelmien järjestämiseen on kehitetty? Kuinka valokuvatiedostoihin upotettu metatieto tukee näiden menetelmien hyödyntämistä? Tämä tutkielma pyrkii tarjoamaan näkökulmia erilaisiin upotettua metatietoa hyödyntäviin menetelmiin seuraavissa kappaleissa.

Digitaalisten kameroiden suosio kuluttajamarkkinoilla on ollut voimakkaassa kasvussa 2000-luvun alusta lähtien. Vuonna 2003 myytiin 50 miljoonaa digitaalikameraa (PMA Data Watch, 2003). Camera and Imaging Products Associationin (CIPA) mukaan vuonna 2007 myytiin yli 100 miljoonaa digitaalikameraa. Ennusteet vuosille 2008 (112 miljoonaa), 2009 (120 miljoonaa) ja 2010 (126 miljoonaa) povaavat digikameramyynnin kasvun jatkuvan edelleen tulevina vuosina (CNET Blogs, 2008). CIPA toteaa osan myyntiluvuista selittyvän sillä, että kameroita hankitaan nykyisin useampia kappaleita samaan perheeseen. Kameroista onkin alkanut tulla kunkin perheenjäsenen henkilökohtaista omaisuutta MP3-soittimien ja kännyköiden tapaan.

Voimakas kilpailu kameravalmistajien välillä on lisännyt kameroiden ominaisuuksia, parantanut yleisesti laitteiden ja kuvien laatua sekä painanut hinnat kuluttajia houkutteleville tasoille. Kamerayhtiöistä esimerkiksi Canon ilmoitti julkaisevansa vuonna 2004 jopa 20 uutta kuluttajamarkkinoille tarkoitettua digitaalikameraa (Canonin lehdistötiedote, 2003). Tavallisten digitaalikameroiden lisäksi kännyköihin ja muihin mobiilipäätelaitteisiin integroidut kameraratkaisut ovat kasvattaneet voimakkaasti osuuttaan kameroiden kokonaismarkkinoista.

Digitaalisten henkilökohtaisten valokuvakokoelmien kasvu on ollut suhteessa kameramyynntiin voimakasta. InfoTrends-yhtiön selvityksen mukaan maailmassa otettiin noin 50 miljardia valokuvaa vuonna 2007. Yksittäisen henkilön arvioitiin ottavan noin 500 digikuvaa vuodessa (CNET News.com, 2007).

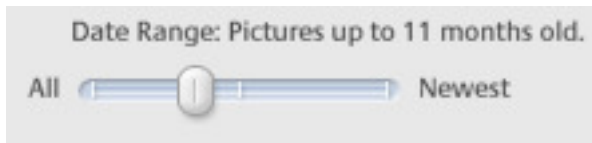
Näiden lukujen valossa voidaan olettaa, että henkilökohtaisten valokuvakokoelmien kuvamäärät voivat kasvaa suuriksi. Kuvamäärien kasvun seurauksena käyttäjät kokevat niiden hallinnan hankaloituneen (Li, Sun, Zhang H. & Zhang L., 2002, 81). Kuluttajien on todettu suhtautuvan vastentahtoisesti kuvakokoelmiensa läpikäymiseen ja järjestämiseen käsin (Creech, Freeze, Gwizdga, Kuchinsky, Pering & Serra, 1999, 497). Kuvakokoelmien manuaalinen järjestäminen on useiden kuluttajien mielestä liian aikaavievää ja työlästä suhteessa saavutettuihin hyötyihin.

Tarvitaankin sopivia työkaluja valokuvakokoelmien automaattiseen järjestämiseen (mm. Cooper, Girgensohn, Foote & Wilcox, 2003, 364; Rodden & Wood 2003, 409). Sopivien työkalujen ja sovellusten toteuttamiseksi tarvitaan puolestaan tutkimusta tehokkaista kuvakokoelmien järjestämismenetelmistä.

Kuluttajamarkkinoille suunnatuissa sovelluksissa suosituimmat menetelmät valokuvakokoelmien järjestämiseksi vaikuttaisivat olevan aikaperustaisia. Digikamerat ovat jo vuosia upottaneet kuvatiedostoihin aikaleiman, jota voidaan hyödyntää kuvien aikaperustaisessa järjestämisessä (Rodden & Wood, 2003, 412; Cooper et al, 2003, 364).

Aikaperustaisissa menetelmissä eräs suosituimmista ratkaisuista on järjestää kuvakokoelma kronologiseen järjestykseen vanhimmasta kuvasta uusimpaan

ilman spesifimpää ryhmittelyä. Kuluttajasovelluksen esimerkkinä Picasa-sovellus tarjoaa aikarajaussäätimen, jonka avulla voidaan suodattaa hakutuloksia kuvien iän perusteella (KUVIO 1). Kuvien iän päättely perustuu kuvaan upotetun aikaleiman tarkasteluun. Kuvan iäksi määritellään useissa sovelluksissa kuvatiedoston luontihetki, joka vastaa usein kuvanottohetkeä. Tämä menetelmä vastaa esim. Microsoft Windows -käyttöjärjestelmästä tuttua resurssienhallintaa, joka osaa järjestää dokumentit ja objektit mm. niiden luontiajan mukaan.



KUVIO 1 Picasa -sovelluksen tarjoama aikarajaussäädin.

Joskus alkuperäinen kuvanluontihetki voi tulla ylikirjoitetuksi, kun valokuvaa käsitellään kuvankäsittelyohjelmassa. Kaikki kuvankäsittelyohjelmistot eivät osaa säilyttää metatietoa osana kuvatiedostoa vaan poistavat tai ylikirjoittavat sen tallennusvaiheessa. Joissain tapauksissa metatiedon poistaminen kuvatiedostoista on tarkoituksenmukaista. Näissä tapauksissa pyritään optimoimaan kuvatiedoston vaatimaa tallennuskapasiteettia eliminoimalla kaikki ylimääräinen tieto, jota ei välttämättä tarvita kuvan esittämiseksi. Tällöin menetetään metatiedon tuomat hyödyt kuvien löytämisessä suuresta kuvamassasta, mutta toisaalta lyhennetään hieman kuvien latausaikoja kun niitä katsellaan esimerkiksi erittäin hitaan internet-yhteyden välityksellä.

Sofistikoituneemmissa aikaperustaisissa menetelmissä vertaillaan kuvien luontihetkien ajallista tiheyttä. Näiden vertailujen perusteella pyritään muodostamaan eräänlaisia aikaryppäitä, jotka sisältävät lyhyen ajan sisällä otettuja kuvia. Näiden kuvien voidaan usein olettaa liittyvän samaan tapahtumaan (mm. Garcia-Molina, Graham, Paepcke & Winograd, 2002, 326; Cooper et al, 2003, 365).

Paikkaperustaisissa järjestämismenetelmissä kuvia pyritään ryhmittelemään niiden maantieteellisen kuvauspaikan mukaan (Anandan, Logan, Roseway & Toyama, 2003, 156). Kuvauspaikka tallennetaan paikannussatelliittien avulla määriteltynä GPS-koordinaatteina (engl. *global positioning system*) suoraan kuvatiedostoon. Paikkatietojen tallentamista hyödyntäviä kameroita ei ole tämän tutkielman kirjoittamishetkellä suuria määriä kuluttajamarkkinoilla. Tämä johtunee GPS-tekniikan implementoinnin aiheuttamista lisäkustannuksista. GPS-tuen rajoittuneesta levinneisyydestä johtuen myös ohjelmistotuki kuluttajakäyttöön suunnatuissa sovelluksissa on vielä osittain melko vaatimatonta. Paikkatiedot ovat joka tapauksessa tärkeässä roolissa kuvakokoelmien järjestämisessä ja organisoinnissa sekä paikkatietoa hyödyntävien kuvapalveluiden tuottamisessa.

Kuvasisällön analysointiin perustuvat menetelmät ovat vielä tällä hetkellä vaatimattomalla tasolla menetelmien soveltamisen haasteellisuudesta ja tutkimusalueen problematiikasta johtuen (Chang, Jaimes & Loui, 2002, 423). Tulevina vuosina tehokkaiden kuvantunnistusmenetelmien voidaan olettaa olevan olennainen osa automaattisessa metatiedon generoinnissa ja kuvakokoelmien semanttisessa kuvaamisessa niiden kuvasisällön perusteella. Edellä mainittuja asioita käsitellään tämän tutkielman seuraavissa kappaleissa. Kappaleessa 2 käsitellään digitaalista valokuvausta ja sen suosion lisääntymisen

vaikutuksia kuluttajien valokuvakokoelmien kokojen kasvuun sekä tämän kasvun mukanaan tuomiin ongelmiin. Lisäksi esitellään lyhyesti kuvienhallintajärjestelmien luokittelu tämän tutkielman kannalta. Kappaleessa 3 esitellään lyhyesti metatiedon käsite tämän tutkielman kontekstissa. Tässä kappaleessa vertaillaan valokuvatiedostoon upotettua sekä kuvatiedostosta erilleen tallennettua metatietoa sekä näiden lähestymistapojen soveltamisen etuja ja ongelmia. Kappaleessa 4 esitellään tarkemmin erilaisia järjestämismenetelmiä, jotka pohjautuvat mm. aikaan ja tapahtumaan, paikkaan sekä kuvasisällön analysointiin. Lopuksi esitetään tutkielman yhteenveto kappaleessa 5.

2 DIGITAALINEN VALOKUVAUS

Digitaalisella valokuvauksella viitataan tässä tutkielmassa valokuvien ottamiseen digitaalisella kameralla eli *digikameralla* (ATK-sanakirja, 2003). Digikameralla puolestaan viitataan kuluttajamarkkinoille suunnattuihin taskukokoisiin digikameroihin sekä edullisiin digitaalisiin järjestelmäkameroihin (DSLR, engl. digital single lens reflex). Digitaaliset videokamerat, kännyköihin integroidut pienoiskamerat ja taskukokoisia digikameroita huomattavasti suuremmat ja kalliimmat ammattilaitteet eivät kuulu tämän tutkielman keskeiseen aihepiiriin. Tässä kappaleessa esitellään lyhyesti digitaalisen valokuvauksen suosion kehitystä vuosituhannen alusta vuosikymmenen loppuun saakka. Lisäksi pohditaan pintapuolisesti tämän valtavan suosionkasvun synnyttämiä haasteita suurten valokuvamassojen hallinnassa.

2.1 Digitaalisen valokuvauksen suosion kehitys

Digitaalisen valokuvauksen ja siihen liittyvien laitteiden sekä ohjelmistojen suosio on kasvanut voimakkaasti 2000-luvulla (Ariss, Don, Frohlich, Kuchinsky & Pering, 2002, 166). Tästä kielii digikameroiden myyntilukujen moninkertaistuminen vuodesta 1999 alkaen. Vuosituhannen vaihteen jälkeen digitaaliset kamerat ovat syöneet markkinoita analogisilta filmikameroilta, joiden lukumäärällinen myyntihuippu ajoittui vuoteen 2000. Vuodesta 2001 eteenpäin analogisten filmikameroiden myyntiluvut ovat olleet jatkuvassa laskussa digitaalisten kameroiden kasvattaessa edelleen myyntiään.

Digitaalisten kameroiden myynnin kasvun ennustetaan jatkuvan voimakkaana vielä useiden vuosien ajan. Digitaalisten kameroiden arvioitiin lähestulkoon korvaavan analogiset filmikamerat vuoteen 2008 mennessä (InfoTrends Research Group, 2003). Tavallisten digikameroiden lisäksi kameroita integroidaan moniin mobiilipäätelaitteisiin, mikä kasvattaa digitaalisten kameroiden kokonaismäärää markkinoilla voimakkaasti tulevina vuosina.

Connelly & Jung (2007, 313) mainitsevat työssään erään todennäköisesti merkittävän tekijän digitaalisen valokuvauksen suosion kasvussa. Kuvien jakamisesta erilaisten yhteisöllisten verkkopalveluiden kautta on tullut viime vuosina erittäin suosittua. Tämän yhteisöllisyyden kuvien jakamisen kautta voidaan olettaa vaikuttaneen henkilökohtaisten valokuvakokoelmien kasvuun.

2.2 Digitaalisten valokuvakokoelmien kasvu

Digitaalisten henkilökohtaisten valokuvakokoelmien kasvu suhteessa kameroiden myyntiin on ollut voimakasta. Valokuvakokoelmat kasvavat suuriksi ja tämän seurauksena niiden hallinnan on koettu hankaloituneen (Li, Sun, Zhang H., Zhang L., 2002, 81). Digitaalisia valokuvia säilytetään mm. kotitietokoneiden kovalevyillä sekä siirrettävillä medioilla kuten CD- ja DVD-levyillä. Valokuvia julkaistaan usein muiden katseltavaksi internetiin, jolloin niiden tallennuspaikkana toimii usein www-palvelinkone. Akahorin ja Fukumoton (2002, 1470) mukaan internetistä löytyvien kuvien määrä kasvaa johtuen markkinoilta löytyvien edullisten kuvantallennusvälineiden myynnin lisääntymisestä. Myös Davisin, Herrarten, Sarvasin ja Wilhelmin (2004, 36) mukaan henkilökohtaisten digitaalisten mediakokoelmien koot olivat kasvussa jo vuosikymmenen alkupuoliskolla johtuen muun muassa kamerapuhelimien yleistymisestä.

Jatkuvasti paisuvien kuvakokoelmien hallinta on ongelmallista. Deng, Gargi & Tretter (2002) toteavat työssään, että ongelmia syntyy esimerkiksi silloin kun kuvia joudutaan säilyttämään useilla erityyppisillä medioilla ja fyysisesti eri paikoissa. Tällöin kuvien hallintaa varten tarvitaan yleensä useita erilaisia rautapuolen ratkaisuja sekä ohjelmistoja.

Henkilökohtaiset valokuvakokoelmat eroavat Dengin ja kumppaneiden (2002) mukaan kaupallisista kuvakokoelmista (engl. *stock photo collections*) lukuisilla eri tavoilla. Ensinnäkin huolimatta henkilökohtaisten kuvakokoelmien jatkuvasta kasvusta kaupalliset kokoelmat ovat edelleen huomattavasti laajempia. Tällöin henkilökohtaisten kokoelmien maltillisen laajuuden ansiosta ei tule niin herkästi ongelmia tietokantojen suorituskyvyn kanssa.

Toisena erona Deng et al pitävät sitä, että modernit digikamerat lisäävät kuviin automaattisen aikaleiman, jota voidaan hyödyntää tehokkaasti kuvien järjestämisessä. Monessa kaupallisessa kokoelmassa kuvat on skannattu digitaalisen muotoon filmivedoksista, jolloin alkuperäinen kuvanottohetki ei ole välttämättä tiedossa.

Kolmantana erona kaupallisiin kuvakokoelmiin Deng et al mainitsevat, että henkilökohtaisten kokoelmien kuvat on useimmiten otettu yhdellä tai korkeintaan muutamalla erilaisella kameralla. Tällöin kuviin upotettu metatieto on rakenteeltaan usein samanlaista eri kuvien välillä. Tällöin ohjelmistojen ei tarvitse hallita jopa kymmeniä erilaisia metatietoformaatteja.

Neljänneksi, henkilökohtaisten kokoelmien kuvilla on useimmiten välitön henkilökohtainen merkitys kokoelman omistajalle. Tällöin hakutulokset ovat usein relevantimpia kuin kaupallisiin kokoelmiin kohdistettujen hakujen

tulokset. Näiden mainittujen erojen tuntemisesta voidaan olettaa olevan hyötyä kun suunnitellaan ja kehitetään nimenomaan kuluttajakäyttöön suunnattuja valokuvakokoelmienhallintasovelluksia.

Ihminen kykenee Davisin ja kumppaneiden (2004, 36) mukaan selailemaan muistiinsa turvautuen kohtuullisen tehokkaasti läpi kymmeniä tai jopa muutamia satoja kuvia sisältäviä kuvakokoelmia kuvien visuaalisen sisällön perusteella. Kun kuvien määrä alkaa liikkua tuhansissa alkaa haluttujen kuvien löytäminen hankaloitua jo huomattavasti. Ratkaisuna näihin ongelmien helpottamiseen Davis et al (2004, 36) mainitsevat kokoelmien järjestämisen automatisoinnin. Myös Benitez, Chang, Jaimes & Loui (2000) painottivat automatisoitujen tai puoliautomatisoitujen järjestämismenetelmien tarpeellisuutta. Puoliautomatisoidulla järjestämismenetelmällä tarkoitetaan tässä tapauksessa sekä automaattisesti luodun että käsin syötetyn metatiedon yhdistelemistä. Tällöin sovellus järjestää kuvat ensin tiettyjen järjestämiskriteerien perusteella. Käyttäjän tehtäväksi jää järjestämisen vieminen loppuun manuaalisesti esim. kuvatekstejä kirjoittamalla.

Kuluttajien on todettu suhtautuvan vastentahtoisesti kuvakokoelmiensa läpikäymiseen ja metatietojen kirjoittamiseen käsin (Creech, Freeze, Gwizdga, Kuchinsky, Pering & Serra, 1999, 497). Myös Davis et al (2004) toteavat metatiedon lisäämisen manuaalisesti olevan liian hidasta ollakseen käytännöllistä. Tarvitaan sopivia työkaluja valokuvakokoelmien automaattiseen järjestämiseen ja hallintaan (mm. Cooper, Girgensohn, Foote & Wilcox, 2003, 364; Rodden & Wood 2003, 409). Sopivien työkalujen luomiseksi vaaditaan puolestaan tutkimusta tehokkaista järjestämisalgoritmeista ja järjestämismenetelmistä.

Ahern, Kennedy, Naaman, Nair & Rattenbury (2007, 631) toteavat, että ohjelmistot ovat vielä suurimmaksi osin kykenemättömiä ymmärtämään valokuvien semanttista merkitystä ja sisältöä.

Davisin et al (2004, 36) mukaan useimmat heidän tutkimuksensa aikaan kuluttajakäyttöön tarkoitettut mediakokoelmienhallintatyökalut eivät tarjonneet sisältöön perustuvia tehokkaita järjestämis-, haku- ja selailuominaisuuksia. Digitaalisten mediakokoelmien kuten digitaalisten valokuvakokoelmien tehokas hallinta ei ole heidän mukaansa mahdollista ilman mediaa ja sen sisältöä kuvaavaan metatiedon olemassaoloa.

Nämä edellä mainitut järjestämisalgoritmit ja järjestämismenetelmät vaativat toimiakseen yksityiskohtaista tietoa jokaisesta järjestettävään kokoelmaan kuuluvasta valokuvasta. Yksittäisiä valokuvia tulee voida verrata keskenään niiden attribuuttien ja uniikkien ominaisuuksiensa perusteella, jotta kuvien välinen järjestys ja ryhmittely kuvakokoelmassa voidaan määrittää.

Yksittäisen kuvan attribuuttien kuvaaminen tapahtuu monesti *metatiedon* (engl. *metadata*) avulla. Digitaalisista valokuvista puhuttaessa metatieto voidaan jakaa esimerkiksi kahteen pääluokkaan; *ulkoiseen metatietoon* (engl. *external metadata*) ja sisäiseen eli *upotettuun metatietoon* (engl. *embedded metadata*). Seuraavassa kappaleessa esitellään ja määritellään nämä käsitteet tarkemmin.

2.3 Kuvienhallintajärjestelmien luokittelu

TASI (2002) pyrkii luokittelemaan kuvienhallintajärjestelmät neljään pääkategoriaan mm. niiden käyttötarkoituksen ja ominaisuuksien mukaan. Pääkategorioita ovat kansioselaimet, yksinkertaiset kuvienhallintajärjestelmät,

monipuoliset kuvienhallintajärjestelmät ja räätälöidyt kuvienhallintajärjestelmät. Tässä tutkielmassa mainitut ohjelmistot (Picasa ja Adobe Bridge) sisältävät kahden ensimmäiseen kategoriaan eli kansioselaimien ja yksinkertaisten kuvienhallintajärjestelmien ominaisuuksia. Järeämmät ja toiminnallisuudeltaan kattavammat järjestelmät ovat liian kalliita ja monimutkaisia soveltuakseen tavalliseen kuluttajakäyttöön.

Kansioselaimia käytetään puhtaasti tiedostojärjestelmän kansiorakenteiden mukaan järjestettyjen kuvien selaamiseen. Kansioselaimet osaavat joskus lukea ja esittää käyttäjälle ainakin osan kuvan sisältämästä metatiedosta, mutta ne eivät yleensä mahdollista metatietojen lisäämistä tai muokkausta. Kansioselain toimii sitä paremmin kuvien hakemisessa, mitä paremmin kansiot on järjestetty käyttäjän toimesta.

Yksinkertaiset kuvienhallintajärjestelmät tarjoavat kansioselaimia paremmat haku- ja järjestystoiminnallisuudet. Myös erilaisten metatietostandardien tuki on huomattavasti kansioselaimia kattavampi. Suurta osaa metatiedoista on mahdollista lukemisen lisäksi muokata. Yksinkertaiset kuvienhallintajärjestelmät mahdollistavat huomattavasti suurempien kuvakokoelmien hallinnan kuin kansioselaimet.

3 METATIETO

Tässä kappaleessa määritellään tämän tutkielman kannalta keskeinen termi, *metatieto* (ATK-sanakirja, 2003) (engl. *metadata*). Aluksi määritellään metatiedon käsite yleisesti digitaalisten valokuvien kontekstissa. Tämän jälkeen määritellään hieman spesifisemmin *upotetun metatiedon* (engl. *embedded metadata*) ja *ulkoisen metatiedon* (engl. *external metadata*) käsitteet. Lopuksi esitellään hyvin lyhyesti muutama erityisesti digitaalisten valokuvien semanttiseen kuvaamiseen kehitetty metatietostandardi.

3.1 Metatiedosta yleisesti

Technical Advisory Service for Images (TASI, <http://www.tasi.ac.uk/>) on Joint Information Systems Committeeen (JISC) rahoittama Isossa-Britanniassa toimiva palveluorganisaatio, joka mm. tarjoaa ohjeistuksia ja neuvoja digitaalisten kuvien luomiseen, jakeluun ja opetuksessa hyödyntämiseen. TASI (2002) määrittelee metatiedon tarkoittavan kuvaan tai muuhun resurssiin liittyvää tietoa, joko avainsanojen tai vapaan tekstin muodossa. Metatietoon voidaan kohdistaa tekstipohjaisia hakuja, joiden avulla voidaan tunnistaa ja löytää halutut resurssit. TASI:n mukaan metatiedon rooli on erityisen tärkeä visuaalisten resurssien kuten kuvien yhteydessä käytettynä. Metatieto auttaa käyttäjiä sekä löytämään resursseja, että vertailemaan niitä muiden resurssien kanssa.

TASI painottaa, että metatieto ei ole tärkeää pelkästään loppukäyttäjän kannalta. Riittävän kattavasti ja yksityiskohtaisesti lisätty tekninen ja

hallinnollinen metatieto tarjoaa apua digitaalisten kokoelmien hallinnoinnissa, ylläpidossa sekä säilytyksessä. Digitaalisten kuvien kohdalla nämä hallinnointiominaisuudet, erityisesti versionhallinta, ovat tärkeitä sillä kuvista työstetään monesti useita versioita erilaisiin käyttötarkoituksiin.

Metatieto on tietoa tiedosta (mm. Candan, Liu & Suvarna, 2001, 7; Luo, Wang & Xu, 2003, 102). Tietokoneita ja ohjelmistoja hyödyntävissä ympäristöissä metatieto on koneiden ymmärtämässä muodossa (King & Tyrelle, 2003, 177). Digitaalisten valokuvien kontekstissa metatietoa on esimerkiksi kuvanottohetki, joka muodostuu usein päivämäärästä ja kellonajasta. Myös perinteiselle filmille kehitetyn kuvan taakse esimerkiksi mustekynällä kirjoitettu päivämäärä on metatietoa. Kuvan taakse kirjoitettu metatieto on kuitenkin useimmiten tarkoitettu ainoastaan ihmisen luettavaksi. Digitaalisessa muodossa olevaa metatietoa voi yleensä lukea sekä ihminen että kone.

Davisin et al (2004) mukaan metatiedon avulla voidaan esimerkiksi kertoa keitä henkilöitä kuvassa esiintyy. Syvemmälle semanttiselle tasolle siirryttäessä metatiedolla voidaan myös kuvailla yksityiskohtaisesti kuvan tapahtumia. Davis et al (2004) totesivat vuosikymmenen puolivälin uusimpien valokuvienhallintaohjelmistojen alkaneen yhä enenevässä määrin luomaan ja hyödyntämään kuvien sisältöihin liittyvää metatietoa.

Gilliland-Swetland (2000) jaottelee metatiedon viiteen erilaiseen tyyppiin. Ensimmäinen metatietotyyppi on hänen mukaansa hallinnollinen metatieto (engl. *administrative metadata*). Hallinnollista metatietoa hyödynnetään esimerkiksi informaatioresurssien tekijänoikeuksien määrittelyssä. Toinen metatietotyyppi on kuvaileva metatieto (engl. *descriptive metadata*), jota käytetään informaatioresurssien kuvailemisessa ja tunnistamisessa.

Esimerkkinä kuvailevasta metatiedostosta Gilliland-Swetland tarjoaa kontrolloidut sanastot (engl. *controlled vocabularies*) ja käyttäjien lisäämät huomautukset. Kolmas Gilliland-Swetlandin esittämistä metatietotyypeistä on säilytykseen liittyvä metatieto (engl. *preservation metadata*). Tämä metatietotyyppi liittyy esimerkiksi resurssien fyysiseen kuntoon ja säilytysohjeisiin. Neljäs metatietotyyppi on tekninen metatieto (engl. *technical metadata*), joka liittyy esimerkiksi kuvien digitointi-informaatioon, kuten tiedostomuotoihin ja pakkaustapaan. Viides ja viimeinen Gilliland-Swetlandin esittelemä metatietotyyppi on käyttöön liittyvä metatieto (engl. *use metadata*), jonka avulla voidaan seurata resurssien käyttöä ja käyttöhistoriaa.

TASI (2000) määrittelee Gilliland-Swetlandin esittämien viiden metatietotyypin lisäksi opetuksellisen metatiedon (engl. *educational metadata*), jonka avulla voidaan kuvata resurssien kasvatustieteellistä sisältöä opetukseen soveltuvien resurssien yhteydessä.

Karatzas, Papatheodorou, Tsolis & Tsolis (2001, 55) jaottelevat omassa työssään metatiedon Gilliland-Swetlandin (2000) tavoin viiteen tyyppiin. Näitä ovat tekninen metatieto (engl. *technical metadata*), kuvan luomiseen liittyvä metatieto (engl. *image creation metadata*), kuvan historiaan liittyvä metatieto (engl. *history metadata*), kuvan sisältöä kuvaileva metatieto (engl. *content description metadata*) sekä kuvan käyttöoikeuksiin liittyvä metatieto (engl. *IPR related metadata*, IPR = *intellectual property rights*).

Tekninen metatieto liittyy Karatzasin ja kumppaneiden (2001) mukaan esimerkiksi kuvan tallennusformaattiin, kokoon, pakkausmenetelmään sekä väri-informaatioon. Kuvan luomiseen liittyvään metatietoon luetaan mm. kuvan luomisaika eli kuvanottohetki, luoja eli kuvaajan nimi sekä tietoja

kuvantallennusvälineestä. Sisältöä kuvaava metatieto tarkoittaa muun muassa tietoa kuvanottoapaikasta, kuvassa esiintyvistä henkilöistä tai muista kohteista sekä kuvanottohetkestä. Kuvan historiaan liittyvän metatiedon tarkoitus on antaa tietoa kuvan elinkaaresta kuten alkuperäiseen kuvaan tehdyistä muutoksista. Tällöin tiedetään onko kuvaa mahdollisesti rajattu, pyöritelty tai käsitelty muilla tavoilla. Kuvan käyttöoikeuksiin liittyvä metatieto kertoo mm. kuvan tekijänoikeuksista ja käyttörajoituksista.

Edellä mainittujen metatietotyyppien avulla voidaan TASI:n (2002) mukaan kuvata resurssin sisällön ja merkityksen ymmärtämisen kannalta kriittiset ominaisuudet. Yksi näistä kriittisistä ominaisuuksista on sisältö (engl. *content*), joka kertoo mitä tämä resurssi pitää sisällään tai mistä se kertoo. Toinen kriittinen ominaisuus on resurssin asiayhteys eli konteksti (engl. *context*), joka vastaa kysymyksiin kuka, mitä, miksi, missä ja miten. Kontekstitietoja ovat esimerkiksi tiedot resurssin luojasta ja sen luontiajankohdasta. Kolmas kriittinen ominaisuus on TASI:n (2002) mukaan resurssin rakenne, joka kuvaa esimerkiksi resurssin sisäistä rakennetta.

TASI:n (2002) mukaan metatiedon tulisi kuvata selkeästi kuvailtavan resurssin olennaiset ominaisuudet. Esimerkiksi tämän tutkielman kuvaamisen kannalta oleellista metatietoa voisi olla mm. seuraavat faktat:

- Tämä on pro gradu –tutkielma
- Sen on kirjoittanut Jani Palsamäki
- Sen otsikko on *Kuvatiedostoon upotetun metatiedon hyödyntäminen digitaalisten valokuvakokoelmien järjestämisessä*
- Se käsittelee digitaalisten valokuvakokoelmien järjestämistä

Digitaalisista resursseista olisi käytännössä mahdollista tallentaa valtavat määrät yksityiskohtaista ja kattavaa tietoa. TASI (2000) painottaa kuitenkin, että on tärkeää löytää sopiva tasapaino metatiedon kattavuusvaatimusten, luomisen ja ylläpitämisen aiheuttamien kustannusten välillä. Metatiedon kattavuudesta tulisi määritellä minimivaatimukset, jotka resurssin tulee täyttää ennen kuin se lisätään digitaaliseen kokoelmaan. Esimerkiksi kuvaa, jonka luontiajankohdasta tai sisällöstä ei ole olemassa mitään tietoa ei tulisi lisätä kokoelmiin ilman riittävän painavaa syytä tehdä niin. Metatiedoiltaan pahasti puutteellista kuvaa olisi käytännössä todella vaikeaa löytää muiden kuvien seasta.

Sopivan tasapainon saavuttamiseksi metatiedon tarkkuuden ja sen luomisen ja ylläpidon välille on tehtävä kompromisseja. Esimerkiksi jokaisen yksittäisen kuvan yksityiskohtainen semanttinen kuvailu metatiedon avulla on kalliimpaa ja enemmän aikaa vievää kuin koko kuvakokoelman tai pienemmän kuvakokonaisuuden kuvailu. Esimerkkinä kuluttajakontekstissa voisi olla vaellusmatka Norjan luonnossa. Oletetaan, että matkalla otetaan useita satoja kuvia. Kuvien yhteinen nimittäjä on esimerkiksi se, että ne kaikki on otettu vaellusmatkalla Norjassa. Näiden kuvien voidaan katsoa muodostavan yhtenäisen kokonaisuuden, jonka kuvaamiseksi voidaan olettaa riittävän minimissään viittaukset vaellusmatkaan Norjassa ja matkan ajankohta sekä yksittäisten kuvien GPS-koordinaatit. Tämän voidaan olettaa olevan useimmille kuluttajille riittävä tarkkuustaso. Kuluttajan omasta viitseliäisyydestä ja käytettävissä olevasta ajasta riippuu, kuinka tarkkaan hän kuvaa tämän jälkeen yksittäisten kuvien sisällön. Kaikkien kuvien yksityiskohtainen kuvaaminen ei tässä tapauksessa ole välttämättä kustannustehokkain eikä järkevin ratkaisu.

TASI:n (2002) mukaan metatiedon vaaditun tarkkuustason sanelee pitkälti kokoelman tulevien käyttäjien tarpeet. Monimutkaisen ja kattavan

kuvauskäytännön luomisen ja ylläpitämisen aiheuttamat kustannukset voivat olla hyvinkin perusteltuja, jos monipuolisen metatiedon voidaan katsoa palvelevan käyttäjiä tehokkaasti.

Kaupallisten sovellusten suunnittelussa tulisikin pyrkiä ottamaan huomioon useita erilaisia tarpeita ja näiden tarpeiden täyttämiseen vaadittavia tarkkuustasoja. Kokoelman omistajan tulisi voida kuvata kokoelmansa juuri niin suurpiirteisellä tai yksityiskohtaisella tasolla kun tämän omat tarpeet vaativat. Tietty minimivaatimustaso metatiedon tarkkuudessa olisi kuitenkin hyvä säilyttää haettavuuden säilyttämiseksi.

Kaikilla informaatioresursseilla tulisi olla olemassa niitä kuvaavaa metatietoa näiden resurssien löytämisen mahdollistamiseksi. Metatietoa ei kuitenkaan kannata lisätä resursseihin ilman yhteisesti sovittujen standardien noudattamista. Satunnaisesti lisätty ja rakenteeltaan huomattavasti vaihteleva metatieto vain vaikeuttaa haluttujen resurssien löytymistä suurista kokoelmista (TASI, 2002).

Metatietostandardien tarkoituksena on taata metatiedon yhteensopivuus ja löydettävyys useiden erilaisten kokoelmien välillä. Metatietostandardien tarkempi käsittely ei kuulu tämän tutkielman laajuuteen, mutta niistä kerrotaan kuitenkin muutamalla sanalla myöhemmissä kappaleissa.

Hawkerin & Yaun (2004, 387) mukaan metatietoa voidaan tallentaa tai säilyttää kolmella erilaisella tavalla. Ensimmäinen tapa on liittää metatieto suoraan kuvattavaan dokumenttiin. Digitaalisten valokuvien kontekstissa tämä tarkoittaa tiedon upottamista suoraan kameran luomaan kuvatiedostoon. Toinen Hawkerin & Yaun mainitsemista tavoista on sijoittaa metatieto

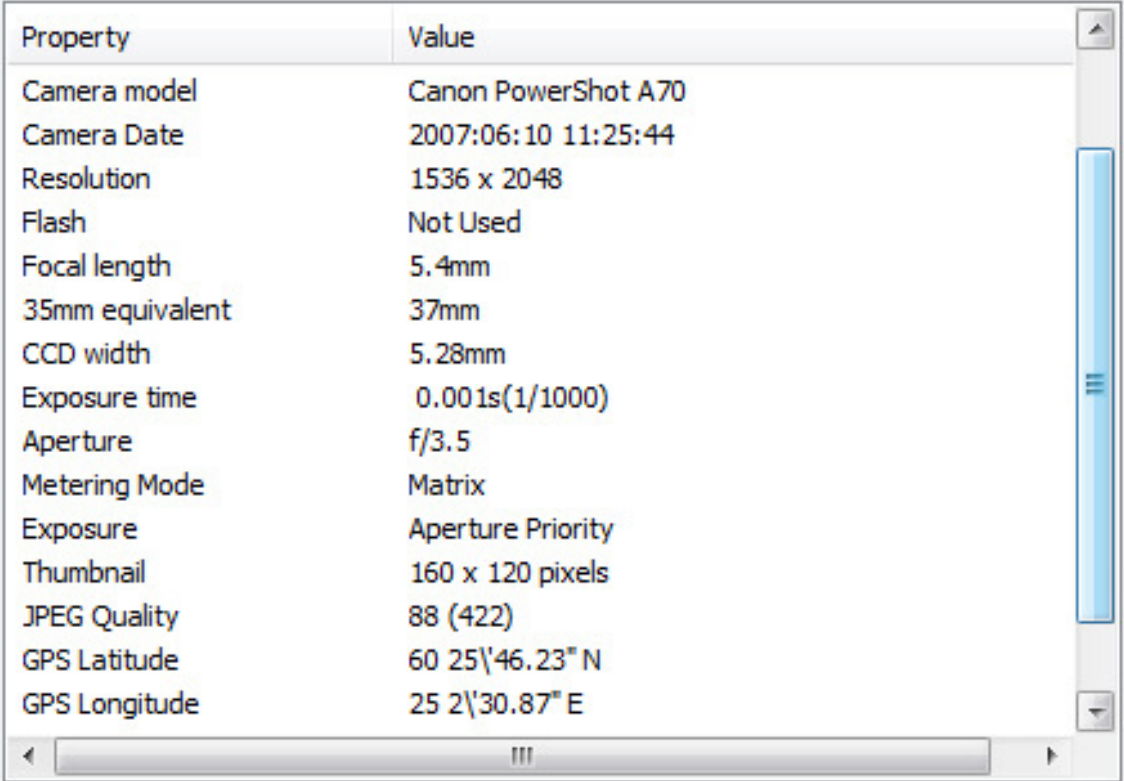
kuvattavasta dokumentista erillään olevaan itsenäiseen dokumenttiin. Tällöin metatietodokumentista viitataan kuvattavaan dokumenttiin. Kolmas Hawkerin & Yaun esittämistä tavoista perustuu metatiedon säilyttämiseen tietokannassa. Tällöin tietokantaan tallennetaan viittaukset kuvattavan dokumentin ja sitä kuvaavan metatiedon välille.

Tässä tutkielmassa käytetään termejä *ulkoinen metatieto* sekä *upotettu metatieto*. Ulkoisella metatiedolla viitataan Hawkerin & Yaun toiseen ja kolmanteen metatiedon säilyttämistapaan, joissa metatieto sijaitsee erillään kuvattavasta dokumentista. Upotetulla metatiedolla viitataan Hawkerin & Yaun mainitsemaan tapaan säilyttää metatieto sen kuvaaman dokumentin yhteydessä eli dokumentin itsensä sisällä. Seuraavaksi nämä kaksi termiä ja niiden merkitys digitaalisten valokuvien yhteydessä määritellään tarkemmin.

3.2 Upotettu metatieto

Upotetulla metatiedolla (engl. *embedded metadata*) viitataan tässä tutkielmassa kuvatiedoston sisään koodattuun, kuvatiedoston mukana kulkevaan metatietoon. Metatiedon sisältöä voidaan selailta ja monesti myös käsitellä niitä ymmärtävillä sovelluksilla. Esimerkiksi Picasa-sovelluksessa voidaan tallentaa kuvatiedostoon metatietoa IPTC Core -muodossa (KUVIO 2). Samaa tietoa voidaan myöhemmin selata ja muokata toisessa sovelluksessa, kuten esim. Adobe Bridgessa (KUVIO 3). Metatiedoista järjestämisen kannalta hyödyllisiä ovat edellä mainittujen kuviodien tapauksessa erityisesti aikaleima (Camera Date) ja GPS-koordinaatit (GPS Latitude ja GPS Longitude). Digitaalisten valokuvien kontekstissa metatiedon voidaan sanoa olevan upotettua silloin kun metatieto sijaitsee itse kuvatiedostojen sisällä. Tällöin kuva ja sen metatieto muodostavat eräänlaisen erottamattoman kokonaisuuden. Sama tiedosto

sisältää sekä kuvan, että sitä koskevan metatiedon. Tällöin kuvan tuhoutuessa myös sen sisältämä metatieto tuhoutuu.



The image shows a screenshot of a software interface, likely Picasa, displaying a table of metadata for a photograph. The table has two columns: 'Property' and 'Value'. The data is as follows:

Property	Value
Camera model	Canon PowerShot A70
Camera Date	2007:06:10 11:25:44
Resolution	1536 x 2048
Flash	Not Used
Focal length	5.4mm
35mm equivalent	37mm
CCD width	5.28mm
Exposure time	0.001s(1/1000)
Aperture	f/3.5
Metering Mode	Matrix
Exposure	Aperture Priority
Thumbnail	160 x 120 pixels
JPEG Quality	88 (422)
GPS Latitude	60 25'46.23" N
GPS Longitude	25 2'30.87" E

KUVIO 2 Kuvaan upotetun metatiedon esitystapa Picasa-sovelluksessa.

IPTC Core		
Creator		
Creator: Job Title		
Creator: Address		
Creator: City		
Creator: State/Province		
Creator: Postal Code		
Creator: Country		
Creator: Phone(s)		
Creator: Email(s)		
Creator: Website(s)		
Headline		
Description	Tämä on vapaamuotoinen kuvateksti, jonka Picasa tallentaa kuvaan upotettuna metatietona IPTC Core -muodossa.	
Keywords		
IPTC Subject Code		
Description Writer		
Date Created		
Intellectual Genre		
IPTC Scene		
Location		
City		
State/Province		
Country		
ISO Country Code		
Title		
Job Identifier		
Instructions		
Provider		
Source		
Copyright Notice		
Copyright Status	Unknown	
Rights Usage Terms		

KUVIO 3 IPTC Core -muotoisen kuvatekstin esitystapa Adobe Bridge -sovelluksessa.

Upotetun metatiedon etuna ulkoiseen metatietoon on upotetun metatiedon säilyminen osana jokaista yksittäistä kuvaa (KUVIO 4). Tällöin metatieto liikkuu kuvatiedoston mukana ja on aina saatavilla ja hyödynnettävissä olettaen, että kuvatiedosto on saatavilla sekä säilynyt ehjänä ja korruptoitumattomana. Tällöin kuvan metatietoa ei ole sidottu ainoastaan siihen valokuvienhallintaohjelmistoon, jolla sitä on muokattu tai käsitelty. Upotettua metatietoa sisältävä kuva voidaan siirtää tai lähettää fyysisesti eri paikkaan, nimetä uudelleen tai sitä voidaan muokata kuvankäsittelyohjelmassa ilman metatiedon katoamista.

Camera Data (EXIF)	
Exposure Mode	Auto
Focal Length	5,4 mm
Max Aperture Value	f/2.8
Flash	Did not fire, auto mode
Metering Mode	Pattern
Custom Rendered	Normal Process
White Balance	Auto
Digital Zoom Ratio	100 %
Scene Capture Type	Standard
Image Unique ID	BA3A74E13F5A4BF42F2657BD9641BEF8
Sensing Method	One-chip sensor
File Source	Digital Camera

KUVIO 4 Kuvaan upotetun EXIF-muotoisen metatiedon esitystapa Adobe Bridge -sovelluksessa.

Haittapuolena upotetussa metatiedossa saattaa olla ohjelmallisen lukemisen hitaus verrattuna esimerkiksi ulkoisesti tietokantaan tallennettuun metatietoon. Metatiedon lukemiseksi kuvatiedostoista on jokainen kuvatiedosto käytävä läpi

erikseen. Tämän mahdollisen hitausongelman voi ratkaista hyödyntämällä upotetun ja ulkoisen metatiedon yhdistävää toimintamallia. Tällöin aina kun valokuvienhallintajärjestelmään tallennetaan uusi kuvatiedosto, tiedostoon upotettu metatieto luetaan kerran ja tallennetaan kuvasta erilleen eli ulkoisesti esimerkiksi relaatiotietokantaan. Tästä eteenpäin metatietokyselyt ja -haut kohdistetaan relaatiotietokannassa sijaitsevaan tietoon nopeuden maksimoimiseksi. Sama metatieto sijaitsee tällöin kahdessa paikassa; kuvatiedoston sisällä sekä ulkoisessa tietokannassa.

3.3 Ulkoinen metatieto

Metatiedon voidaan sanoa olevan *ulkoista metatietoa* (engl. *external metadata*) esimerkiksi silloin kun se sijaitsee fyysisesti tai rakenteellisesti muualla kuin sen kuvaama kohde. Tällöin kuva on oma tiedostonsa ja sitä koskeva metatieto omansa. Ulkoista metatietoa voidaan katsoa käyttävän esimerkiksi relaatiotietokantaan pohjautuvan ratkaisun, jossa kuvatiedostot ja niitä kuvaava metatieto on tallennettu toisistaan erilleen. Tämän ansiosta kuvatiedostot voivat sijaita fyysisesti erillisillä palvelimilla kuin niitä koskeva metatieto. Tietokantaan tallennetaan tällöin viittaukset ja relaatiot kuvien ja niille kuuluvan metatiedon välillä. Kuvan tuhoutuessa sitä koskeva metatieto ei tuhoudu, ellei niin ole määrätty esimerkiksi tietokannan eheyssäännöissä.

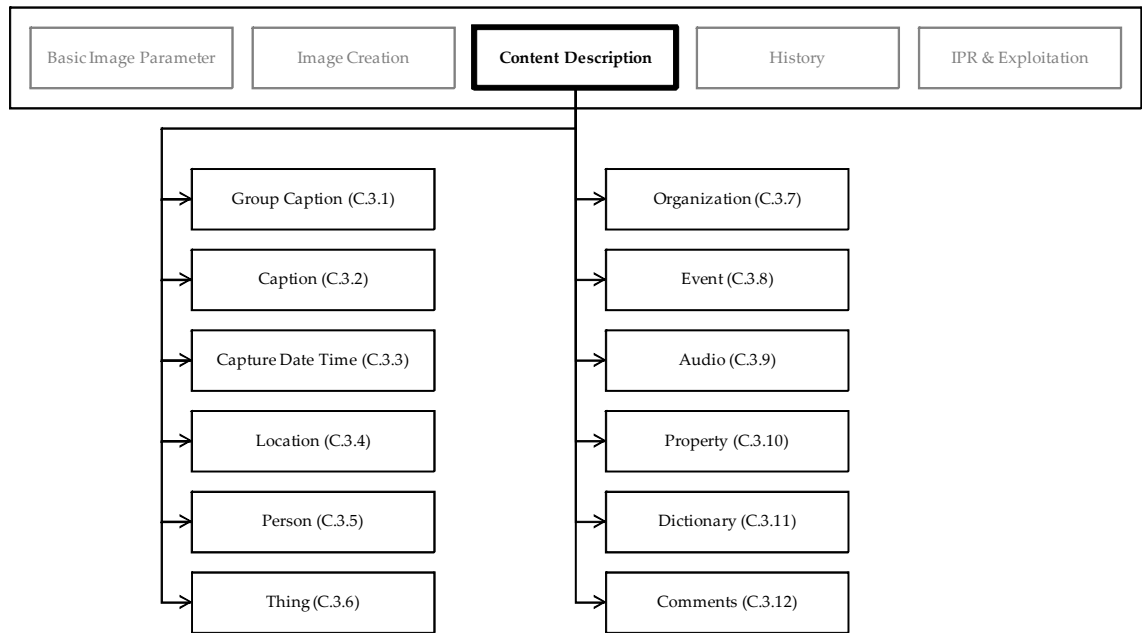
Ulkoisen metatiedon etuna upotettuun metatietoon on ulkoisen metatiedon käsittelyn nopeus riippuen metatiedon tallennustavasta. Erilleen kuvatiedostosta tallennettu metatieto on puhdasta metatietoa kun taas upotetun metatiedon tapauksessa metatieto on parsittava esiin muusta kuvatiedoston sisältämästä tiedosta. Relaatiotietokannan läpikäyminen kuvien ja niitä koskevan metatiedon viittauksia etsien on tehokkaampaa kuin jokaisen

yksittäisen kuvatiedoston prosessointi metatiedon erottelemiseksi muusta yleensä binäärimuotoisesta tiedosta.

3.4 Digitaalisten valokuvien metatietostandardeista

Digitaalisten valokuvien metatiedon kuvaamista varten on kehitetty useita eri metatietostandardeja. Näitä ovat mm. DIG35, EXIF ja IPTC. Näiden standardien tarkoituksena on löytää yhteiset pelisäännöt eri kameravalmistajien välille yhteensopivuuden, kustannussäästöjen ja kuluttajatytyväisyyden saavuttamiseksi.

Kukin mainituista standardeista kuvaa kuvien järjestämisen kannalta hyödyllisen metatiedon rakenteen. Hyödyllistä metatietoa on esimerkiksi aikaleima, sijaintitiedot ja kuvateksti. Esimerkkinä voidaan mainita DIG35-standardin kuvaama malli (KUVIO 5). Mallissa on esitetty sisällön kuvauksen kannalta oleellisen metatiedon pää rakenne. Mallista löytyy jaottelu mm. ryhmä- ja kuvatason kuvateksteille, kuvanottoajalle, sijainnille, kuvassa esiintyville henkilöille tai asioille sekä kuvaan liittyvälle tapahtumalle.



KUVIO 5 DIG35-standardin sisällönkuvauksen metatietomalli.

4 DIGITAALISTEN VALOKUVIEN JÄRJESTÄMISMENETELMIÄ

Järjestämismenetelmillä tarkoitetaan tässä tutkielmassa sellaisia menetelmiä, jotka mahdollistavat digitaalisten kuvakokoelmien sisältämien kuvien järjestämisen ja hakemisen erilaisten järjestämiskriteerien perusteella. Järjestämismenetelmät perustuvat esim. kuvanottohetkeen, kuvatekstien sisältöön tai kuvan väreihin.

Tässä kappaleessa esitellään joitain keskeisimmistä järjestämismenetelmistä. Ensiksi esitellään aika- ja tapahtumaperustaisia järjestämismenetelmiä. Toiseksi paneudutaan lyhyesti maantieteelliseen sijaintiin pohjautuviin paikkaperustaisiin järjestämismenetelmiin. Kolmanneksi keskitytään kuvan visuaaliseen sisältöön pohjautuviin järjestämismenetelmiin. Viimeisenä käsitellään pintapuolisesti vapaamuotoiseen metatietoon perustuvia järjestämismenetelmiä.

Suurten digitaalisten valokuvakokoelmien järjestäminen manuaalisesti on työlästä ja hidasta. Järjestämättömistä valokuvakokoelmista on hitaampaa löytää halutut kuvat kuin huolella järjestetyistä kokoelmista. Tarvitaan tehokkaita automaattisia järjestämismenetelmiä kokoelmien nopeaan organisointiin. Järjestämisessä voidaan käyttää useita erilaisia menetelmiä, joissa useimmista tukeudutaan kuvista saatavaan tai generoitavaan metatietoon. Metatiedon puuttuessa joudutaan turvautumaan esimerkiksi kuvasisällön analysointiin ohjelmallisesti.

Hearst, Li, Swearingen & Yee (2003, 401) mainitsevat hallitseviksi hakumenetelmiksi avainsanahaut ja kuvien samankaltaisuuteen perustuvat haut. Hyvin järjestetty kokoelma tukee näiden hakumenetelmien soveltamista ja tarjoaa täten aitoa hyötyä kuluttajalle säästetyn ajan ja hermojen muodossa.

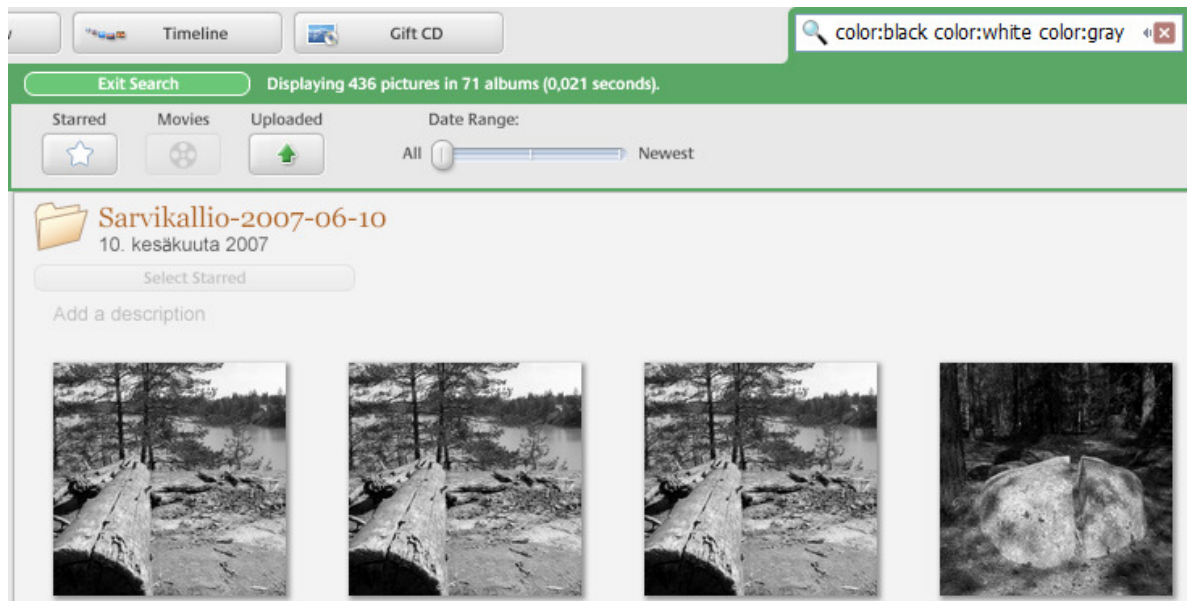
Harada, Naaman & Wang (2004, 196) jakavat olemassa olevat valokuvakokoelmien hallinnoinnin lähestymistavat kolmeen ryhmään. Ensimmäisenä he mainitsevat annotaatioiden lisäämisen mahdollistavat työkalut. Annotaatioiden kuten avainsanojen lisääminen on kirjoittajien mukaan edelleen hankalaa ja aikaavievää. Avainsanoja voidaan tallentaa kuvaan upotettuna metatietona esim. IPTC Core -muodossa (KUVIO 6). IPTC Core -muotoisia metatietoja voidaan muokata esim. Adobe Bridge -sovelluksessa (KUVIO 7). Toisena lähestymistapana Harada et al mainitsevat visuaalista selailua tukeviin zoomausmenetelmiin, joissa kuvakokoelmaa tarkastellaan eri korkeuksilta. Korkealta tarkasteltaessa nähdään suuri joukko pieniä kuvia ja lähemmäs tarkennettaessa kuvajoukko pienenee kuvien koon kasvaessa. Tämä menetelmä ei kirjoittajien mielestä kuitenkaan mahdollisesti sovellu enää kymmeniä tuhansia kuvia sisältävien kuvakokoelmien selailuun. Kolmantena lähestymistapana Harada ja kumppanit mainitsevat kuvasisällön tunnistukseen pohjaavat menetelmät. Nämä menetelmät eivät heidän mukaansa ole kuitenkaan vielä tarpeeksi kehittyneitä käytännön sovellutuksia ajatellen. Värien ja muiden matalan tason erojen tunnistamisesta (KUVIO 8) on kirjoittajien mukaan vielä pitkä matka esim. hahmontunnistukseen.



KUVIO 6 Avainsanojen lisääminen kuvatiedostoon Picasa -sovelluksessa.

IPTC Core	
Creator	Jani Palsamäki
Creator: Job Title	
Creator: Address	
Creator: City	Tuusula
Creator: State/Province	
Creator: Postal Code	
Creator: Country	Finland
Creator: Phone(s)	
Creator: Email(s)	
Creator: Website(s)	
Headline	
Description	Näkymä Sarvikalliolta, kesäkuu 2007
Keywords	Sarvikallio
IPTC Subject Code	
Description Writer	
Date Created	
Intellectual Genre	
IPTC Scene	
Location	
City	
State/Province	
Country	Finland
ISO Country Code	FI
Title	
Job Identifier	
Instructions	
Provider	
Source	
Copyright Notice	
Copyright Status	Unknown
Rights Usage Terms	

KUVIO 7 Adobe Bridge -sovellus mahdollistaa IPTC Core -muotoisen metatiedon manuaalisen muokkaamisen. Kuvan esimerkkitilanteessa kuvaan on upotettu tietoa mm. kuvan luojusta.



KUVIO 8 Picasa-sovelluksessa suoritetun mustavalkokuvahaun tulos. Hakukriteerit esitetään kuvan oikeassa yläkulmassa sijaitsevassa hakukentässä.

Gaye, Holmquist, Håkansson & Ljungblad (2006, 262) käsittelevät kirjoituksessaan mm. kuvanottohetkellä vallinneen lämpötilan tai äänen huomioimista kuvaan vaikuttavana tekijänä. Kirjoittajien huomiot ovat mielenkiintoisia, koska esim. musiikkitapahtumia käsittelevien kuvien löytäminen olisi mahdollisesti helpompaa, jos käyttäjä voisi hakea kuvia, joiden kuvanottohetkellä ympäristön ääni oli suhteellisen voimakas. Kesällä otettuja kuvia voisi puolestaan hakea lämpötilan perusteella.

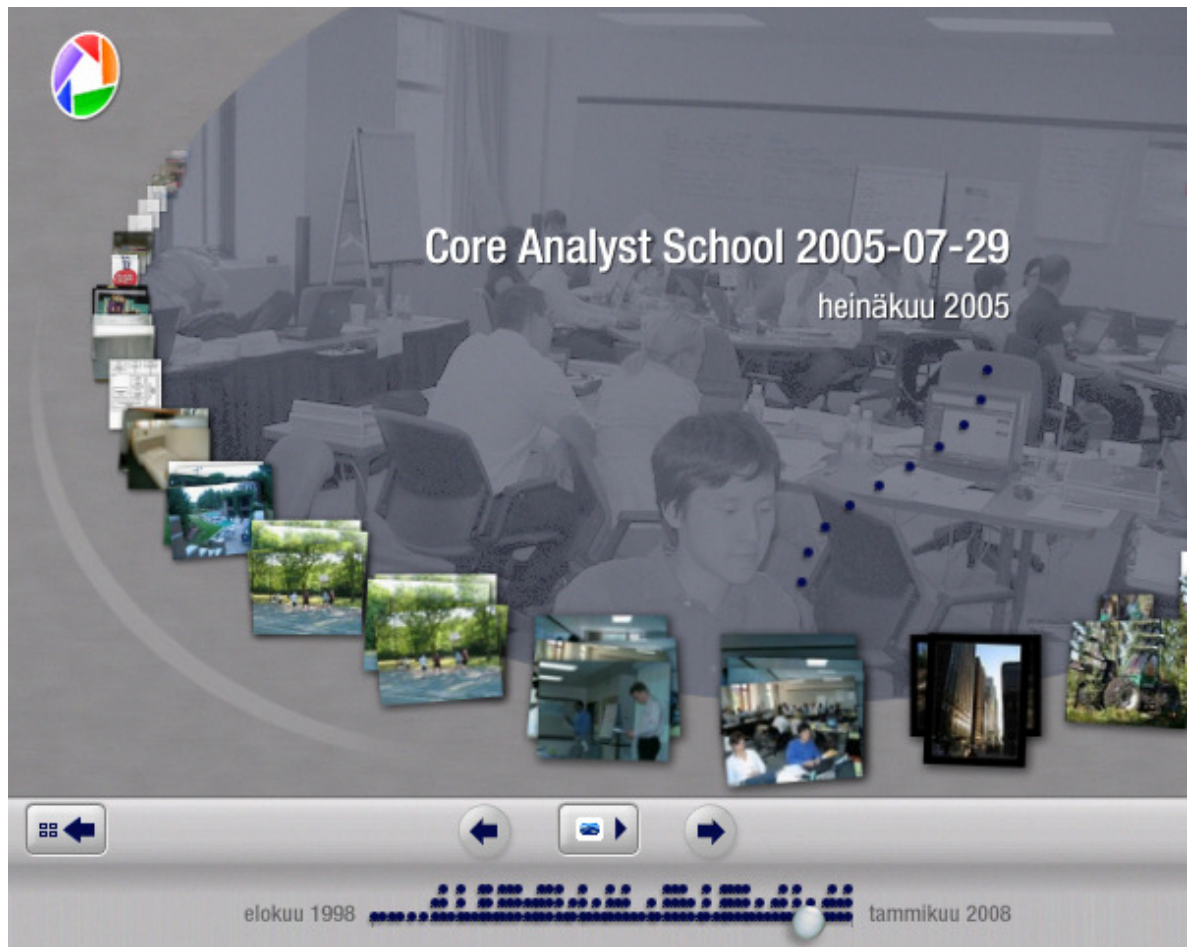
4.1 Aika- ja tapahtumaperustaiset järjestämismenetelmät

Tässä kappaleessa esitellään kuvanottoaikaan ja johonkin tiettyyn tapahtumaan perustuvan järjestämisen menetelmiä. Yksittäisen tapahtuman voidaan olettaa liittyvän kiinteästi aikaan, sillä tapahtumilla voidaan katsoa olevan sekä alku-

että loppuaika. Tämän vuoksi tapahtuman mukaan järjestämiselle ei omisteta tässä tutkielmassa omaa kappalettaan.

Tällä hetkellä käytetyimmät menetelmät automaattiseen digitaalisten valokuvakokoelmien järjestämiseen ovat aikaan perustuvia. Kuvanottoajan mukaan järjestämisen voidaan olettaa olevan ohjelmallisesti eräs yksinkertaisemmista ja selkeimmistä tavoista toteuttaa.

Modernit digitaaliset kamerat tallentavat valokuvatiedostoon tarkan kuvanottohetken kameroiden sisäisen kellon ajan perusteella standardiin EXIF-formaattiin (Adcock, Cooper, Doherty, Foote, Girgensohn & Wilcox, 2003; JEITA, 2002). Lähes kaikki modernit kuvakokoelmien hallintaan tarkoitettut ohjelmistot kykenevät järjestämään valokuvat niiden ottoajankohdan mukaan vähintäänkin kronologiseen järjestykseen. Esimerkkitilanteessa (KUVIO 9) Picasa on järjestänyt kaikki valokuvat aikaväliltä elokuu 1998 - tammikuu 2008 niiden aikaleimojen perusteella. Abowdin, Stevensin, Truongin ja Vollmerin (2003, 213) mukaan kuvanottohetki on helposti luettavissa kuvista automaattisesti, mutta se ei tarjoa aina kaikkein merkityksellisintä metatietoa kuvasta.



KUVIO 9 Picasa-sovelluksen aikajanamuotoinen esitystapa.

Adcock et al (2003) mainitsevat, että ihmiset järjestävät valokuvakokoelmansa usein jonkin tietyn tapahtuman mukaan. Samasta tapahtumasta otetut kuvat on heidän mukaansa otettu melko lyhyen aikavälin sisällä. Myös Cooper et al (2003) , Deng et al (2002) ja Loui & Stent (2001) esittävät samansuuntaisia ajatuksia kuvien ryhmittelystä tapahtumiksi. Adcockin ja kumppaneiden mukaan tapahtumien täsmällisen alku- ja loppuajankohdan määrittäminen on kuitenkin hankalaa. Tästä johtuen menetelmä ei välttämättä aina tuota haluttua tulosta, mutta sitä voidaan kuitenkin hyödyntää kokoelmien alustavassa

järjestämisessä. Alustavasti järjestetyn kokoelman voidaan olettaa olevan nopeampi järjestää loppuun manuaalisesti kuin täysin järjestämättömän.

Ariss, Don, Frochlich & Kuchinsky (2002, 168) saivat haastatteluissaan selville, että ihmiset järjestivät kuvansa usein albumeiksi. Albumit muodostettiin usein jonkin tärkeän tapahtuman mukaan (esim. merkkipäivät). Joskus albumeita koostettiin tietyn henkilön mukaan. Tällöin albumi piti sisällään kuvia kyseisen henkilön merkittävistä tapahtumista koko elämän ajalta. Loui & Savakis (2000) mainitsevat työssään automaattisen albumien luonnin.

Suurimmaksi ongelmaksi haastateltavat nostivat kuvien järjestämisen ja valikoinnin hitauden. He kaipasivat automaattisia menetelmiä kuviensa järjestämiseen ja jopa albumien luonnin avuksi. Ajan myötä yksityiskohdat kuvien ottopaikoista ja kuvissa olevista henkilöistä häipyivät haastateltavien muistista. Metatiedon lisääminen kuviin tiedostettiin tärkeäksi toiminnaksi, mutta useimmiten tämän tiedon lisäys jäi kokonaan tekemättä syystä tai toisesta. Haastateltavat harmittelivat jälkikäteen, etteivät he vaivautuneet lisäämään kuvien tietoja aiemmin kun ne olivat vielä tuoreessa muistissa.

Ariss ja kumppanit (2002) kehottavat ohjelmistojen suunnittelijoita tarjoamaan helppokäyttöisiä ja nopeita menetelmiä metatiedon lisäämiseksi kuviin. Tällöin kynnyks metatiedon lisäämiseen madaltuisi ja käyttäjät voisivat myöhemmin löytää vanhat kuvansa vaivattomammin ja tehokkaammin.

Ohjelmistojen olisi hyvä tarjota mahdollisuus lisätä sama metatietoteksti useaan kuvaan samalla kertaa eräänlaisena massamuokkaustoimintona. Saman tiedon lisääminen jokaiseen yksittäiseen kuvaan mahdollistaa yksittäisten kuvien irroittamisen kontekstistaan ilman, että niiden metatieto menetetään. Pelkkään

kokoelman ylimpään hierarkiaan lisätty metatieto toimii hyvin tilanteissa, joissa kuvia ei koskaan siirretä pois kontekstistaan eli kokoelmastaan.

Käyttäjän tulisi voida valita käyttöliittymässä esimerkiksi kaikki Norjan lomamatkallaan ottamansa kuvansa, joita voisi olla useita satoja. Hänen tulisi voida lisätä kaikkiin valitsemiinsa kuviin kerralla haluamansa avainsanat, esim. *Virtaset, loma, Norja, 2008*. Tällöin välttyttäisiin tilanteelta, jossa jokainen kuva pitäisi avata muokkausta varten erikseen. Satojen kuvien merkkaaminen yksitellen veisi aivan liikaa aikaa. Tällaisia massamuokkausmenetelmiä on alkanut löytymään osasta kuluttajakäyttöön tarkoitetuista kuvienhallintaohjelmista viimeisten vuosien aikana. Avainsanojen massalisäystä käyttöliittymässä ovat tutkineet ainakin Ames & Manguy (2006, 617).

Garcia-Molina, Graham, Paepcke & Winograd (2002) korostavat automaattisesti luotujen kuvanottoaikojen hyödyntämisen tärkeyttä henkilökohtaisten valokuvakokoelmien automaattisessa järjestämisessä. Heidän mukaansa semanttisesti toisiinsa liittyvät kuvat esiintyvät usein ajallisesti lähekkäin. Tämän voidaan olettaa liittyvän useiden tapahtumien ajallisesti lyhyisiin kestoihin. Tällöin halutaan saada mahdollisimman monta kuvaa otettua ennen tapahtuman loppumista. Esimerkkinä voidaan mainita akrobatianäytös, joka kestää rajatun ajan, mutta sisältää runsaasti kuvaamisen arvoisia hetkiä.

Garcia-Molinan et al (2002) mukaan tätä ilmiötä, jossa useita kuvia otetaan lyhyen ajan sisällä voidaan hyödyntää kuvien selaamisessa valitsemalla kustakin ajallisesti toisiaan lähellä sijaitsevasta kuvaryppästä näytekuva. Ainoastaan tämä näytekuva esitetään käyttöliittymässä, jolloin kokoelman

läpisiilmäily nopeutuu ja tehostuu huomattavasti. Näytekuva klikkaamalla näytetään kyseisin aikaryppään loputkin kuvat.

Garcia-Molinan ja kumppaneiden (2002) menetelmässä kuvat järjestetään ensin aikajärjestykseen ryhmitellen ne alustavasti aikaryppäisiin. Yhden ryppään oletetaan liittyvän yhteen tapahtumaan. Ensimmäisellä tarkkuustasolla käyttäjälle näytetään esim. vuonna 2005 otetuista kuvista automaattisesti tietyillä kriteereillä valitut ryppäitä edustavat kuvat. Yhtä näistä kuvista klikkaamalla siirrytään kuukausinäkymään, jossa edustuskuvat valitaan samalla periaatteella kuin vuosinäkymässäkin. Kuukausinäkymän kuvaa klikkaamalla siirrytään päivätasolle. Päivätasolla näytetään kuvien määrästä riippuen joko kaikki kuvat (jos kuvia on vähän) tai aikaryppäitä edustavat kuvat (jos kuvia on paljon). Näin käyttäjälle tarjotaan jatkuvasti helposti havainnoitava määrä tietoa sekä mahdollisuus nähdä halutessaan kaikki kuvat. Haastavinta tässä menetelmässä on parhaiten kutakin aikaryppästä edustavan kuvan automaattinen valitseminen. Perusteena Garcia-Molina et al käyttivät esimerkiksi suurimman kontrastin omaavien kuvien valitsemista niiden erottuvuuden vuoksi.

Yhtenä ratkaisuna tähän esitettyyn ongelmaan ryppäitä edustavien kuvien valintaperusteista voisi olla tarjota käyttäjälle mahdollisuus valita itse omasta mielestään edustavimmat kuvat kustakin ryppästä. Toisaalta tämä ratkaisu lisää käyttäjän tarvetta puuttua manuaalisesti asioihin, jotka olisi mukavaa saada hoidettua automaattisesti ilman käyttäjän apua. Sopivan tasapainon löytäminen täyden automaation ja manuaalisen vaikuttamisen välille ei ole helppoa johtuen käyttäjien vaihtelevista tarpeista ja toiveista.

Harada, Naaman, Paepcke, Song & Wang (2004, 325) totesivat tutkimuksessaan aikajanelle aikaleiman perusteella ryhmiteltyjen kuvaryppäiden toimineen hyvin selailtaessa kuvia pienien kannettavien laitteiden näytöiltä.

Loui & Savakis esittävät työssään oman lähestymistapansa kuvien järjestämiseksi tapahtumiksi ja näiden alitapahtumiksi. Ensimmäisenä ajetaan tarkoitusta varten kehitetty järjestämisalgoritmi, joka etsii tapahtumien alku- ja loppuaikoja tiettyjen kriteerien ja ehtojen perusteella. Tämän jälkeen tutkitaan löydettyjen tapahtumien rajoilla sijaitsevat kuvat, jotta voidaan varmistua niiden erilaisuudesta. Jos kuvat eivät poikkea toisistaan merkittävästi ne kuuluvat luultavimmin samaan tapahtumaan. Kolmanneksi jaetaan tapahtumiksi rajatut kuvaryppäät vielä pienemmiksi alitapahtumiksi kuvien visuaalisen samankaltaisuuden perusteella. Jälleen visuaalisesti samankaltaisten kuvien arvioidaan kuuluvan samaan tapahtumaan. Neljänneksi vertaillaan näiden alitapahtumien välisiä aikaeroja aikaleimoista saatavan metatiedon perusteella. Mikäli kahden alitapahtuman välillä ei ole merkittävää aikaeroa ne yhdistetään yhdeksi uudeksi alitapahtumaksi. Seuraavaksi etsitään alitapahtumien sisällä visuaalisesti samankaltaiset kuvat ja ryhmitellään ne lähekkäin toisiaan. Lopuksi tehdään hienosäätöä ja arvioidaan muodostettujen ryppäiden lukumäärän järkevyyttä suhteessa kuvamäärään. Tarvittaessa yhdistetään ryppäitä toisiinsa.

Kuvakokoelmien automaattinen ryhmittely tapahtumiksi on siis monimutkainen prosessi kuten edellä olevasta esimerkistä käy ilmi. On vaikeaa kehittää yleiskäyttöistä algoritmia joka toimisi täydellisesti jokaisessa olemassa olevassa valokuvakokoelmassa. Tästä johtuen jatkossakin tarvitaan käyttäjän itsensä osallistumista valokuvakokoelman järjestämiseen. Päämääränä ei tulisikaan siis olla kokoelmien järjestämisen täydellinen automatisointi vaan

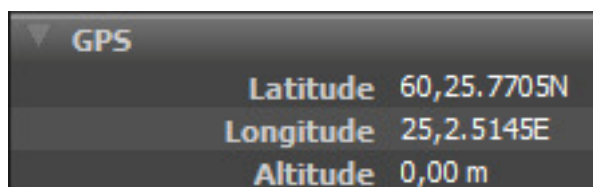
tarvittavan manuaalisen työmäärän minimointi. Sopivan tasapainon löytäminen on vaikeaa.

Seuraavassa kappaleessa esitellään lyhyesti paikkaperustaisia järjestämismenetelmiä, jotka tukevat mainiosti tässä kappaleessa esiteltyjä aikaan ja tapahtumiin perustuvia menetelmiä.

4.2 Paikkaperustaiset järjestämismenetelmät

Tässä kappaleessa esitellään maantieteellisen sijainnin perusteella määriteltyyn kuvanottoipaikkaan perustuvia kuvienjärjestämismenetelmiä. Tutkimusala on siviilivalokuvauksen osalta vielä suhteellisen nuori ja sisältää näin paljon tarkemman tutkimisen arvoisia kohteita.

Anandan, Logan, Roseway & Toyama (2003) ovat tutkineet valokuvatiedostoihin upotettujen GPS-koordinaattien (engl. *global positioning system*) tarjoamia sovellusmahdollisuuksia. Heidän mukaansa valokuvan maantieteellisen kuvauspaikan (KUVIO 10) tietäminen kertoo paljon kuvan semanttisesta sisällöstä. Maantieteellisen paikkatiedon lisääminen, indeksointi ja hakeminen on heidän mukaansa suhteellisen vaivatonta.



KUVIO 10 GPS-paikkatiedon esitystapa Adobe Bridge -sovelluksessa.

Anandanin ja kumppaneiden (2003) mukaan matkailijat ottavat usein kuvia perheenjäsenistään. Botanistit puolestaan ottavat kuvia kohtaamistaan kasvilajeista. Kiinteistövälittäjien kuvauskohteina ovat heidän välittämänsä asunnot ja tontit. Kaikissa yllä mainituista esimerkeissä paikkatiedon tallentaminen tarjoaa hyötyä kuvien ottajille sekä hakijoille. Kuvanottoa paikka voi kertoa paljon itse kuvasta jopa ennen kuvan visuaalisen sisällön näkemistä.

Anandan et al (2003) kuvailevat visiotaan maailmanlaajuisesta julkisesta valokuvakokoelmasta, josta löytyisivät kaikki internetissä sijaitsevat valokuvat. Heidän mukaansa huolellisesti järjestettynä ja sopivan käyttöliittymän tukemana tämä kokoelma loisi eräänlaisen digitaalisen rinnakkaismaailmankaikkeuden tekstipohjaisen webin rinnalle.

Sovellusalueita löytyisi Anandanin ja kumppaneiden (2003) mukaan esimerkiksi matkailun ja kiinteistövälityksen aloilta. Lomamatkalle lähtevä turisti voisi helposti selata satoja eri ihmisten ottamia kuvia tulevista matkakohteistaan lukiessaan samalla matkatoimistojen kirjoittamia esittelyjä nähtävyyksistä ja vierailemisen arvoisista paikoista. Uutta asuntoa etsivä perhe voisi suorittaa virtuaalisen kävelykierroksen tulevan talonsa sisällä, lähiympäristössä ja naapurustossa ennen paikanpäälle menemistä.

Beeharee & Steed (2006) esittävät paikkatiedon sisältävien valokuvien hyödyntämistä navigaattorihjelmissä. Heidän mukaansa tietystä paikasta otettu valokuva voisi tukea navigaattorin antamia suuntaohjeita tarjoamalla käyttäjälle visuaalisen kuvauksen hänen etsimästään paikasta. Tämä voisi helpottaa etsityn kohteen löytymistä monissa tapauksissa, joissa pelkät suuntaohjeet voivat jättää reitin arvailun varaan.

Anandanin ja kumppaneiden vuonna 2003 esittämä visio maailmanlaajuisesta valokuvakokoelmasta on alkanut konkretisoitumaan viimeisten vuosien aikana. Erilaiset internetissä toimivat yhteisölliset valokuvapalvelut kuten Flickr (<http://www.flickr.com/>) ja Picasa Web Albums (<http://picasaweb.google.com/>) sekä muut valokuvien lataamisen mahdollistavat yhteisölliset palvelut kuten Facebook (<http://www.facebook.com/>) sisältävät miljardeja palveluiden käyttäjien lataamia valokuvia. Esimerkiksi Flickr-palveluun oli ladattu marraskuussa 2007 jo kaksi miljardia valokuvaa (TechCrunch, 2007). Facebook-palveluun ladataan kirjoitushetkellä palvelun omien tilastojen mukaan päivittäin yli 14 miljoonaa valokuvaa (Facebook, 2008), ja palvelussa arvioidaan olevan jo yli neljä miljardia valokuvaa (TechCrunch, 2007).

Pelkkä tekstipohjainen metatieto avainsanoineen on Anandanin ja kumppaneiden (2003) mukaan ajoittain epäluotettavaa ja riippuvaista esim. käytetyn kielen murteista, taivutusmuodoista ja kulttuurillisista vivahteeroista. Tämän voidaankin olettaa pitävän paikkansa tapauksissa, joissa kuvien metatiedon lisäämisessä ei olla noudatettu sovittuja standardeja. Anandanin et al (2003) mukaan maantieteellinen sijainti on yksittäisistä indeksointimenetelmistä hyödyllisin, mutta sitä tukevia ohjelmistoja ei ole markkinoilla juuri lainkaan.

Ohjelmistotuen puutteen voitaneen olettaa johtuvan satelliittipaikannukseen kykenevien kameroiden vähäisestä tarjonnasta kuluttajamarkkinoilla. Osa uusista kamerakännyköistä tosin tukee usein myös GPS-paikannusta. Matkapuhelinvalmistajista esimerkiksi Nokia on kehittänyt puhelimeen liitettävän moduulin, joka lisää GPS-tuen. Myös kameravalmistajien kalliimmista ammattilaismalleista löytyy tuki GPS-tiedolle. Täten varsinaisia teknologisia esteitä paikkatiedon tallentamiselle valokuviin ei tämän tutkielman

kirjoittamisen hetkellä enää ole. Suurin hidaste paikkakoordinaattien yleistymiselle metatietona lienee teknologian implementoinnin hinta, koska hintasota on kameramarkkinoilla voimakasta ja pieniinkin hinnankorotuksiin vaaditaan vastineeksi ylivoimaisia ominaisuuksia. GPS-tuen voidaan kuitenkin odottaa yleistyvän ja muuttuvan kameroiden lisäominaisuudesta perusominaisuudeksi nopeasti tulevina vuosina.

Mikä tekee paikkatiedosta niin arvokasta ja hyödyllistä verrattuna muihin metatietotyyppeihin? Anandan et al (2003) väittävät, että kuvanotto paikalla ja kuvan semantiikalla on läheinen yhteys. Paikkatieto kertoo kuvasta paljon ennen kuin kuvaa on edes nähty. Esimerkkinä tarjotaan Disneyland-huvipuistossa otettu kuva. Tässä tapauksessa pelkkä kuvanotto paikan nimen kuuleminen riittää mielikuvan muodostumiseen kuvan mahdollisesta visuaalisesta sisällöstä.

Paikkatieto on standardissa muodossa tallennettuna universaalia ja kaikkialla maailmassa ymmärrettävää. Tällöin vältetään kielelliset, kulttuurilliset ja käyttäjästä itsestään johtuvat eroavaisuudet paikkatiedon merkkauksissa. Lisäksi paikkatiedon tarkkuustasoa on helppo skaalata tarpeiden ja tarkkuusvaatimusten mukaisesti. Tarkkuustasoa voidaan vaihdella esimerkiksi muutaman asteen tarkkuudesta (Eiffel-tornin koordinaatit) karkeampaan tarkkuuteen (Pariisi, Ranska). Kuvauspaikan perusteella tapahtuvan selauksen todetaan toimivan hyvin kuluttajien keskuudessa. Hakeminen paikan mukaan on Anandanin ja kumppaneiden (2003) tutkimusten mukaan intuitiivista ja tehokasta.

Tutkimusten mukaan käyttäjät luovat assosiaation ottamansa kuvan ja siihen liittyvän tapahtuman, paikan, kuvauskohteen sekä ajan välille (Lieberman &

Liu, 2002, 2). Kolme ensimmäistä edellä mainituista assosiaatioista liittyy Liebermanin ja Liun mukaan useimmiten kuvauspaikkaan. He määrittelevät tapahtuman, paikan ja kuvauskohteen seuraavasti:

- tapahtuma = aika + paikka
- paikka = maantieteellinen sijainti
- kuvauskohde = kuka, mitä, milloin, missä

Anandanin ja kumppaneiden (2003) mukaan tarkan paikkatiedon saamiseksi on tiedettävä kaksiulotteisten koordinaattien (pituus- ja leveysasteet) lisäksi korkeus merenpinnasta, sekä kameran suuntaus kuvanottohetkellä. Kuvauspaikan koordinaatteihin on heidän mukaansa usein hyödyllisintä tallentaa kuvattavan kohteen koordinaatit kameran koordinaattien sijaan. Tällä tarkoitettaneen esimerkiksi tilannetta, jossa kuvattava kohde sijaitsee kuvaajasta kaukana. Kameroihin on saatavilla pitkän kuvausetäisyyden mahdollistavia objektiiveja, jotka mahdollistavat kohteen kuvaamisen jopa satojen metrien päässä. Tällaisessa tilanteessa lieneekin järkevämpää tallentaa kuvan koordinaateiksi kuvattavan kohteen koordinaatit kameran koordinaattien sijaan. Kohteen koordinaattien määrittämiseksi tarvittaneen avuksi kameroihin sisäänrakennettua etäisyyden mittausta, jotta GPS-koordinaatit voidaan päivittää vastaamaan kohteen etäisyyttä kamerasta.

Ongelmaksi tässä lähestymistavassa muodostuu kuitenkin usean kuvauskohteen esiintyminen samassa kuvassa. Minkä kohteen mukaan koordinaatit tulisi tällaisessa tilanteessa määrätä? Entä kuvassa, jossa esiintyy pääosaksi taivasta tai muita etäisyydeltään hankalasti määriteltäviä kohteita? Näissä tapauksissa Anandan et al (2003) tarjoavat väliaikaiseksi ratkaisuksi itse kameran koordinaattien tallentamista, sillä nekin tarjoavat arvokasta tietoa

kuvanottopaikasta. Siviilikäytössä voidaan olettaa riittävän karkeampikin tarkkuus.

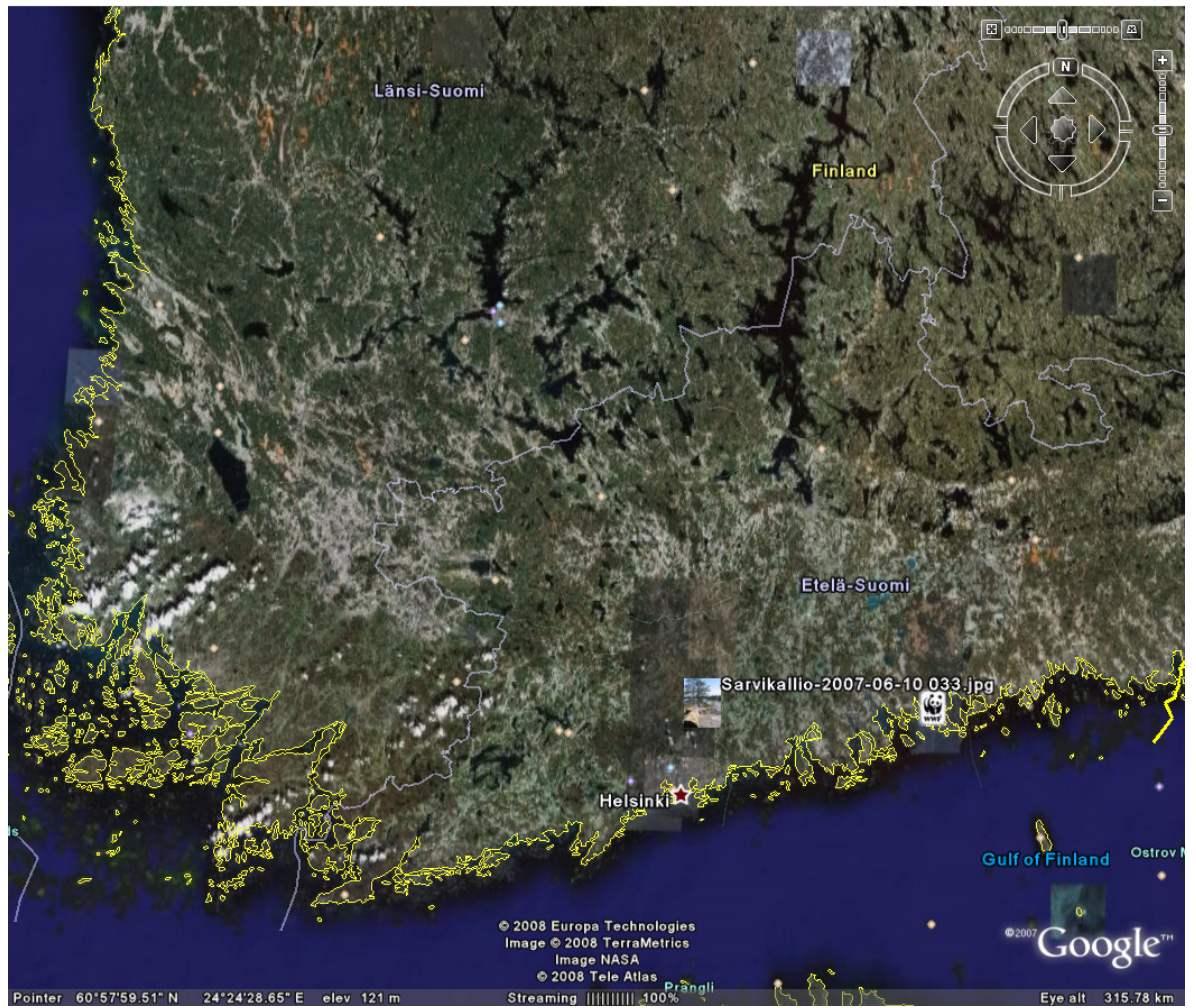
Anandan et al (2003) aikovat jatkaa tutkimusta paikkatiedon alueelta muun muassa videokuvan osalta. Videokuvassa jokainen yksittäinen kuva voi saada omat paikkatietonsa ja tämä tuo mukanaan uusia mahdollisuuksia ja haasteita paikkatiedon hyödyntämiselle.

Ahern, Naaman, Nair & Yang (2007) esittelevät kehittämänsä World Explorer –sovellusta, joka hyödyntää valokuvien paikkatietoa ja vapaamuotoisia avainsanoja. Sovellus sijoittaa avainsanoja karttanäkymän päälle ja näitä sanoja klikkaamalla käyttäjä saa näkyviinsä kyseisen avainsanan ja sen maantieteellisen sijainnin kannalta relevantteja kuvia.

Naaman, Song, Paepcke & Garcia-Molina (2004) esittävät mielipiteensä karttojen käyttöön pohjautuvien kuvien järjestämis- ja selailumenetelmien ongelmista. Heidän mukaansa kartat ovat ongelmallisia mm. siksi, että saman maantieteellisen sijainnin omaavat kuvat asettuvat kartoille tiiviiksi ryppäiksi, joista on hankala poimia haluttu kuva ilman jatkuvaa manuaalista katseluetäisyyden säätämistä. Naaman et al esittelevät omaa ratkaisuaan, jossa he yhdistävät kuviin upotettua paikkatietoa kuvan aikaleimoihin ja automatisoituun maantieteellistä sijaintia kuvaavien avainsanojen generointiin. Kirjoittajien menetelmässä kuvaan saadaan lisättyä automaattisesti mm. seuraavia metatietoja: paikan nimi (esim. Thaimaa), ajanhetki (esim. iltapäivä), säätila (esim. pilvinen), vuodenaika, lämpötila ja aikavyöhyke. Nämä tiedot saadaan kolmannen osapuolen tarjomasta järjestelmästä kyselemällä GPS-koordinaattien ja aikaleiman perusteella (esim. ”millainen sää oli koordinaattien x ja y osoittamassa sijainnissa ajanhetkenä n?”).

Vastaavia ideoita kuin Naaman et al esittävät myös Gurrin, Jones, Lee, Murphy, O'Hare & Smeaton (2005, 311). Kirjoittavat tutkivat työssään mobiililaitteilla selattavien kuvakokoelmien selailun helpottamista GPS-koordinaattien ja aikaleimojen avulla johdetuista metatiedoista, kuten vallinneesta lämpötilasta.

Google Earth –sovellus (<http://earth.google.com/>) tarjoaa mahdollisuuden selata paikkatietoja sisältäviä valokuvia vapaasti zoomailtavassa karttapallonäkymässä. Katseluetäisyyden muuttaminen on pyritty tekemään mahdollisimman sulavaksi hiiren vieritysrullan ja automaattisesti suurentuvien esikatselukuvien avulla (KUVIO 11 ja KUVIO 12). Tämä mahdollistaa yksittäisen kuvan poimimisen tiiviistäkin kuvaryppäistä.



KUVIO 11 GPS-paikkatiedon sisältävän kuvatiedoston esitystapa Google Earth -sovelluksessa. Kuvan tilanteessa katseluetäisyys on erittäin suuri.

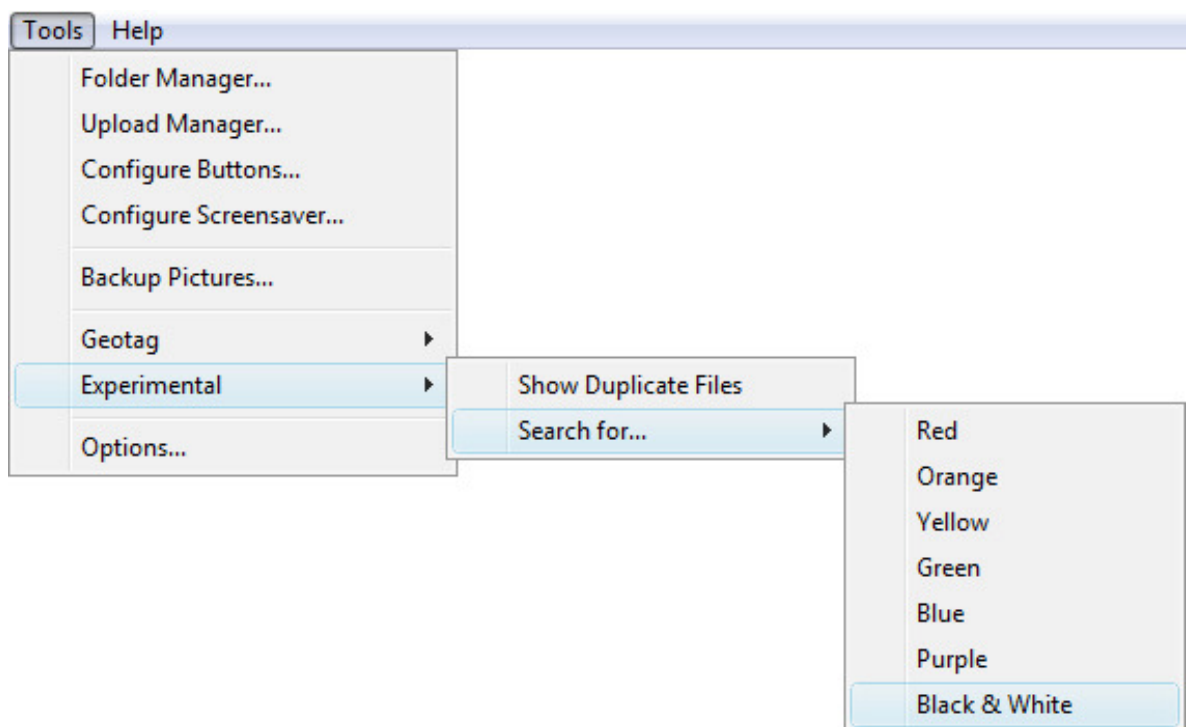


KUVIO 12 Google Earth -sovellus mahdollistaa GPS-paikkatiedon sisältävien kuvatiedostojen esittämisen satelliittikuviin pohjautuvilla kartoilla. Kuvan tilanteessa katseluetäisyyttä on lyhennetty sulavasti hiiren rullaa pyörittämällä.

4.3 Kuvasisältöön perustuvat järjestämismenetelmät

Tässä kappaleessa esitellään kuvasisällön analysointiin perustuvia järjestämismenetelmiä. Kuvasisällön analysoinnilla viitataan tässä tutkielmassa ohjelmalliseen digitaalisten valokuvien ominaisuuksien tunnistamiseen.

Chang, Sheikholeslami & Zhang (1998, 3) sekä Giles, Lu, Mitra, & Wang, (2006, 130) mainitsevat töissään, että digitaalisessa muodossa olevista kuvista voidaan ohjelmallisesti tunnistaa mm. erilaisia tekstuureja, värejä ja muotoja. Picasa-sovellus tarjoaa mahdollisuuden hakea kuvia niiden värien perusteella (KUVIO 13). Tämä helpottaa esimerkiksi tilanteita, joissa halutaan selailta ainoastaan mustavalkoisia kuvia.



KUVIO 13 Picasa-sovellus mahdollistaa kuvan värien tunnistamiseen perustuvat haut.

Chia, Liu & Rajan (2005, 391) mainitsevat yhtenä kuvantunnistusalueena myös kuvan terävyysalueiden analysoinnin. Tällä tavalla voidaan erottaa kuvakokoelmasta esim. kaikki kuvat, joissa kohde on kuvattu tarkkana ja kuvan tausta on jätetty epätarkaksi.

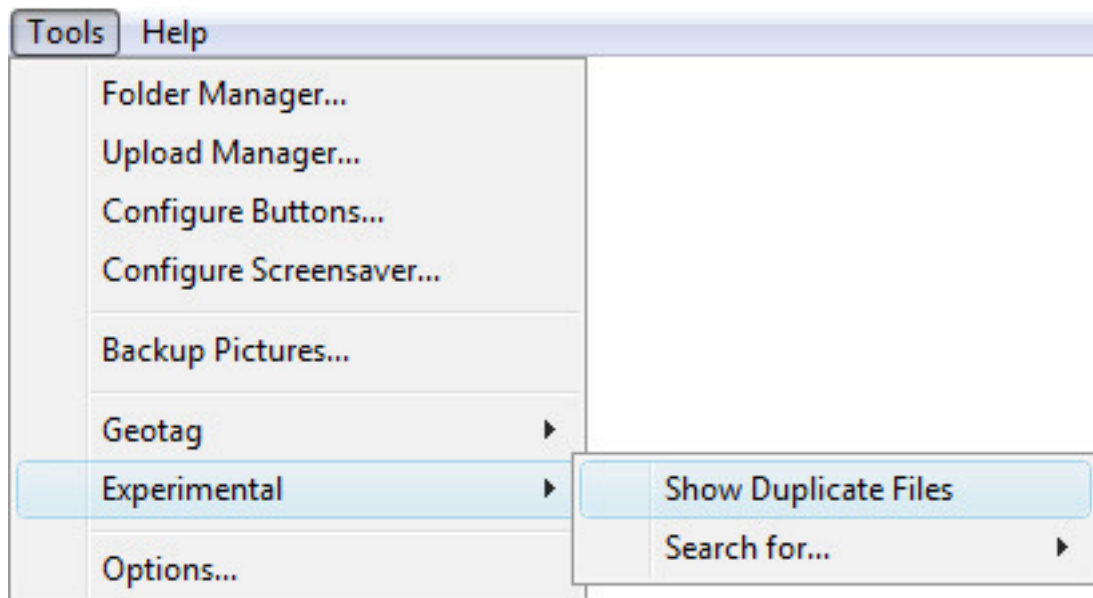
Basalaj, Sinclair, Rodden & Wood (2001, 190) selvittivät onko kuvien ryhmittelemisestä niiden samankaltaisuuden mukaan hyötyä kuvakokoelmien järjestämisessä. He olivat kiinnostuneita selvittämään helpottaisiko samankaltaisten kuvien sijoittaminen lähekkäin niiden selaamista ja hakemista. Basalaj et al (2001) määrittelevät kuvien samankaltaisuuden niiden visuaalisen sisällön sekä mahdollisten kuvatekstien ja metatiedon mukaan. Kuvien sisällön hahmottaminen lyhyellä vilkaisulla (engl. *skimming*) on heidän mukaansa nopeampaa ja helpompaa kuin tekstidokumenttien sisällön. Samankaltaisten kuvien sijaitessa lähekkäin katseen voidaan olettaa löytävän halutun sisältöiset kuvaryypät nopeasti ilman tarvetta käydä koko kokoelmaa lävitse kuva kovalta.

Basalajin ja kumppaneiden (2001) mukaan kuvat voidaan järjestää samankaltaisuuden mukaan esim. niihin liitetyn tekstimuotoisen metatiedon avulla. Heidän mukaansa tällaisen metatietopohjaisen järjestämisen voisi teoriassa olettaa tuottavan parhaan tuloksen samankaltaisten kuvien löytämisessä. Tällöin voitaisiin kuvatekstien avulla löytää kuvat, joissa esiintyvät tietyt henkilöt, paikat tai objektit. Suurin kompastuskivi tekstitiedon hyödyntämisessä on sen tarkkuus ja perinpohjaisuus tai pikemminkin näiden puute. Huolimattomasti ja epämääräisesti lisätty metatieto ei juurikaan helpota oikean kuvan löytämistä.

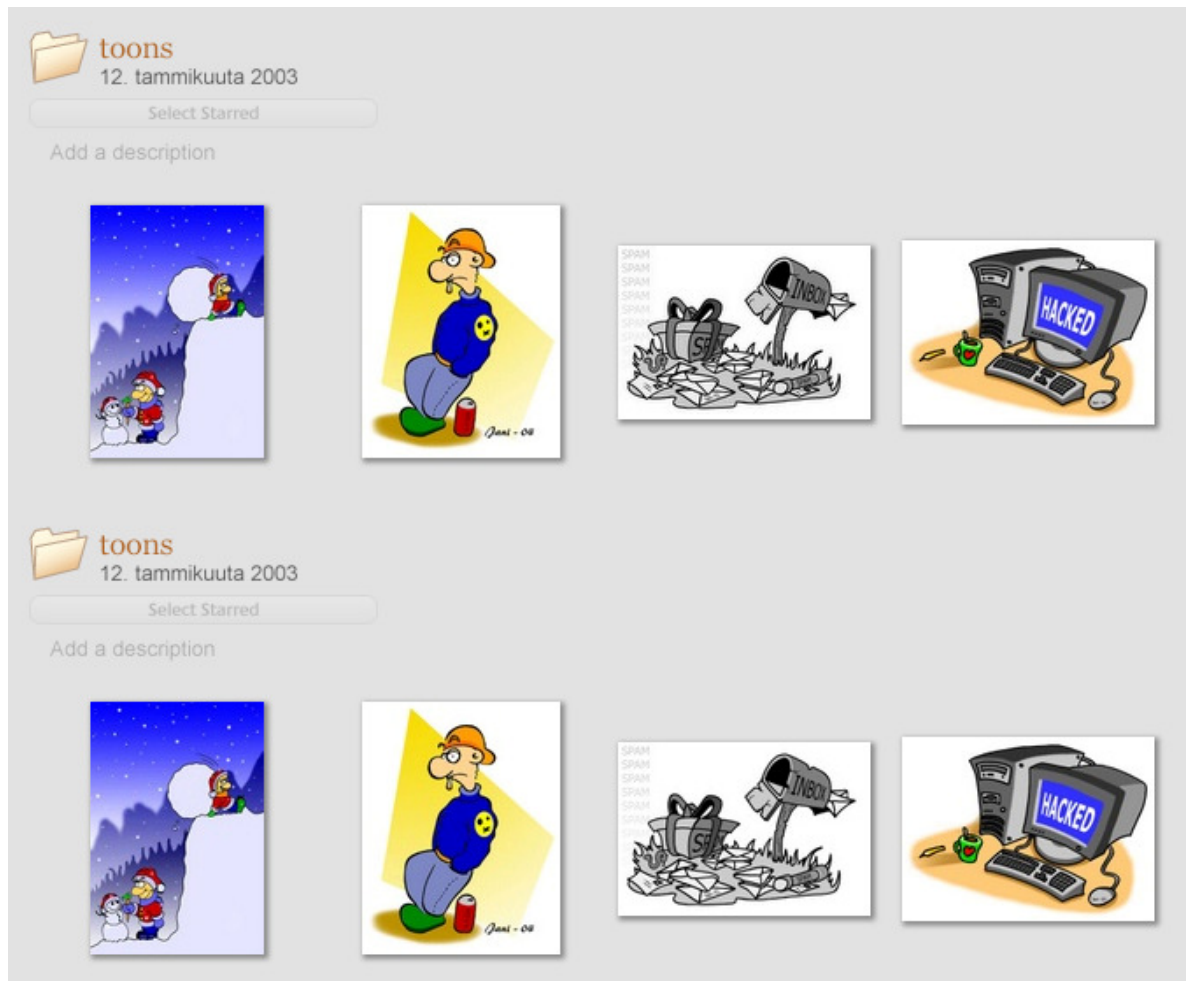
Kuvien ryhmittäminen niiden samankaltaisuuden mukaan voi aiheuttaa Basalajin ja kumppaneiden (2001) mukaan myös ongelmia. Samankaltaisten kuvien ryhmittely lähekkäin voi olla huono ratkaisu, jos kuvia selaavalla henkilöllä ei ole tarkkaa näkemystä siitä mitä hän on hakemassa. Basalaj et al (2001) huomauttavat, että järjestämättömässä kokoelmassa kuvien välinen

kontrasti on niiden visuaalisista poikkeavuuksista johtuen suurempi, jolloin yksittäinen kuva erottuu helpommin useamman kuvan ryppäästä.

Chang, Jaimes & Loui (2002, 423) tuovat tutkimuksessaan esiin kuvasisällöltään samankaltaisten kuvien automaattisen tunnistamisen haasteita ja ongelmia. Heidän mukaansa kuluttajat ottavat monesti samasta kuvauskohteesta useita kuvia hyvin lyhyen aikavälin sisällä. Näin he luovat suuren joukon *duplikaatteja* eli visuaalisesti identtisiä tai huomattavasti toisiaan muistuttavia kuvia. Parhaiden otosten valitseminen näiden duplikaattien joukosta voi olla työlästä ilman automaattisia työkaluja. Changin ja kumppaneiden (2002) mukaan on tärkeää kehittää tällaisia työkaluja kuvakokoelmien järjestämistä helpottamaan. Picasa-sovellus tarjoaa mahdollisuuden hakea duplikaattikuvia (KUVIO 14 ja KUVIO 15). Picasa-sovellus tunnistaa esimerkiksi eri hakemistoissa sijaitsevat samanlaiset kuvat toistensa duplikaateiksi. Duplikaattikuvia syntyy helposti tilanteissa, joissa käyttäjä kopioi kuviaan hakemistosta toiseen.



KUVIO 14 Picasa-sovellus tarjoaa mahdollisuuden hakea duplikaattikuvia.



KUVIO 15 Duplikaattihauun tulos Picasa-sovelluksessa.

Chang et al (2002) määrittelevät keskenään samankaltaiset kuvat seuraavasti: kuva on jonkin toisen kuvan duplikaatti, jos se näyttää samalta, liittyy samaan näkymään eikä sisällä uutta ja tärkeää kuvainformaatiota toiseen kuvaan verrattuna. Tällöin kahden kuvan ei tarvitse vastata pikselitasolla toisiaan ollakseen duplikaatteja.

Vaikeinta Changin ja kumppaneiden (2002) mukaan on juuri näiden duplikaattikuvien automaattinen tunnistaminen, sillä pelkkä pikselitason vertailu ei riitä. Ohjelman tulisi kyetä tulkitsemaan ja tunnistamaan kuvassa olevia kuvauskohteita ja pystyä vertaamaan eroja toisiin kuviin pystyäkseen päättämään onko jokin kuva riittävän paljon samankaltainen toisen kuvan kanssa ollakseen duplikaatti.

Hua, Lu & Zhang (2004, 709) mainitsevat duplikaattitunnistusmenetelmän, jossa jokaisesta kuvasta muodostetaan harmaasävyinen, pienennetty versio, jota verrataan muihin vastaavasti muodostettuihin kuviin. Duplikaateiksi määritellään kuvat, joiden harmaasävyisten pienennösten erot ovat tietyn automaattisen analyysin mukaan riittävän pienien rajojen sisällä.

Esimerkiksi henkilön tunnistamisen tämän ulkonäön perusteella voidaan olettaa olevan äärimmäisen hankalaa ohjelmallisesti. Ihminen kykenee useimmiten tunnistamaan itselleen tutun henkilön vaikka tämä olisi värjännyt ja leikkauttanut hiuksensa tai hankkinut silmälasit. Juuri tämä kyky muuttaa ulkonäköään radikaalistikin tekee henkilöiden ohjelmallisen tunnistamisen pelkän pikselitason informaation perusteella hankalaksi. Esimerkiksi erilaiset ilmeet, vaatteet, kampaukset, suunta josta kohde on kuvattu sekä ikääntymisen aiheuttamat muutokset henkilön ulkonäössä tuntuvat ylitsepääsemättömiltä esteiltä yritettäessä toteuttaa visuaaliseen informaatioon perustuva luotettava ja täysin koneellinen henkilöntunnistusmenetelmä. Tieteiskirjamaaisessa visiossa kuvattavat ihmiset voitaisiin tunnistaa heidän sisälleen upotetun sähköisen tunnistekiteen avulla, jos kamera varustettaisiin sopivilla sensoreilla. Hu, Li, Ma, Zhang & Zhang (2004, 718) toteavat, että kasvojentunnistusalgoritmit eivät ole vielä riittävän toimintavarmoja, jotta niitä voitaisiin hyödyntää esim. perhekuva-albumien henkilöiden tunnistamisessa.

Sun, Wenyin & Chang (2000) toteavat, että kuvasisällön analysointiin perustuvat hakumenetelmät ovat vielä hitaita verrattuna tekstipohjaisiin hakusanamenetelmiin verrattuna. Tulevaisuudessa kotitietokoneiden tehon nousun myötä tämä nopeusero tulee varmasti tasoittumaan. Siihen asti nopeinta mahdollista hakumenetelmää etsittäessä on käännyttävä tekstihakumenetelmien puoleen.

Hays & Efros (2007, 6) esittelevät työssään kehittelemäänsä kuvantunnistusalgoritmia, joka tunnistaa kuvasisällöltään semanttisesti samankaltaisia kuvia miljoonien kuvien tietokannasta. Hays & Efros mainitsevat, että yhden kuvan analysointi samankaltaisten kuvien löytämiseksi miljoonien joukosta vie yksittäiseltä prosessorilta lähes tunnin. Tämä antaa jotain viitettä siitä, että nykyiset kuluttajakäyttöön myytävät tietokoneet eivät ole vielä riittävän tehokkaita suurten kuvakokoelmien yksittäisten kuvien samankaltaisuuden analysoimiseksi järkevässä ajassa. Kehittyneiden kuvantunnistusalgoritmien voidaan olettaa yleistyvän kuluttajasovelluksissa vasta kun kyseiset algoritmit voidaan suorittaa muutamassa sekunnissa tuhansien kuvien kokoelmissa.

Kuluttajasovellusten kannalta tarkasteltuna suuri haaste kuvantunnistuksen sovellusalalla on erilaisten kuvantunnistustapojen moninaisuus. Kuvan sisältöä voidaan tulkita monilla eri tavoilla (Lim & Mulhem, 2002) ja sovellusten pitäisi hallita näistä tavoista mahdollisimman monia tarjotakseen tehokkaita järjestämistoimintoja.

4.4 Vapaamuotoiseen tekstitietoon perustuvat järjestämismenetelmät

Vapaamuotoisella tekstitiedolla viitataan tässä tutkielmassa muuhun kuin digikameran automaattisesti luomaan tekniseen metatietoon. Vapaamuotoista tekstitietoa on muun muassa käyttäjän tai sovelluksen lisäämät tekstikommentit (KUVIO 16). Vapaamuotoisen tekstin hyvänä puolena on sen lähes rajaton kyky kuvata mitä tahansa sanoin kuvattavissa olevaa asiaa.

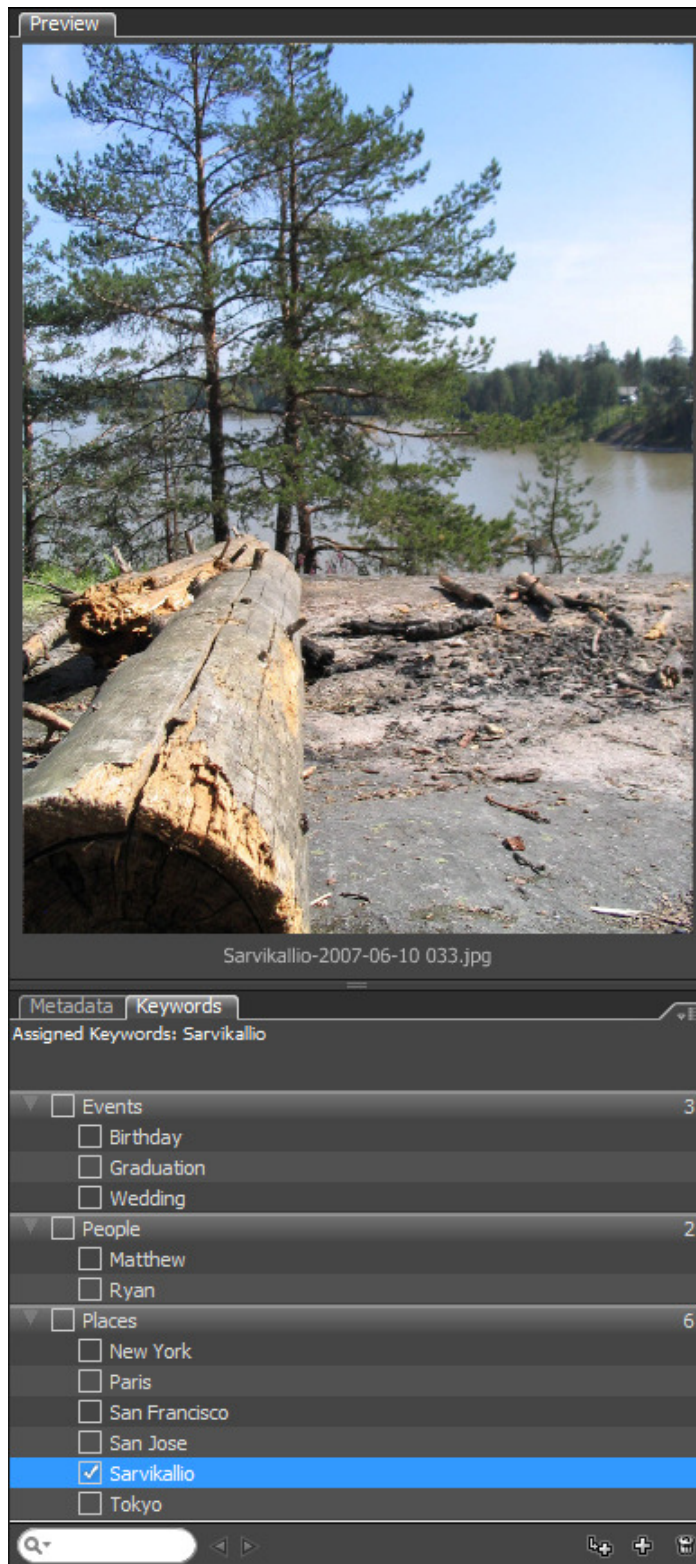


KUVIO 16 Picasa-sovelluksessa on mahdollista lisätä kuville kuvateksti IPTC Core -muotoisena upotettuna metatietona.

Vapaamuotoisen tekstin käyttäminen kuvien sisällön kuvaamisessa ei ole kuitenkaan aivan ongelmatonta. Lukuisat kielet, synonyymit, murteet ja taivutusmuodot voivat johtaa tilanteeseen, jossa haluttuja kuvia ei löydetäkään enää tarjotulla hakusanalla. Otetaan esimerkkinä kuva karhusta. Suomenkielestä löytyy lukuisia synonyymejä sanalle karhu. Esimerkiksi otso, mesikämmen, kontio ja nalle tarkoittavat samaa eläintä. Karhua voidaan kutsua myös esimerkiksi sen latinankielisellä nimellä *Ursus arctos* tai millä tahansa muulla kielellä. Millä hakusanalla kuvaa karhusta tulisi etsiä?

Clough, Sanderson & Reid (2006, 29) toteavat työssään vapaamuotoisen tekstikuvauksen ongelmiksi mm. tilanteet, joissa kuvaus on lyhyt tai se ei vastaa kuvan pääkohdetta. Kuvatekstissä voidaan esimerkiksi kommentoida ainoastaan kuvan taustalla olevia toissijaisia kohteita. Tämä vaikeuttaa kuvan pääkohteen löytämistä vapaatekstihaulla.

Vapaamuotoisen tekstin aiheuttamat ongelmatilanteet johtuvat pääasiassa liian suuresta valikoimasta käyttökelpoisia hakusanoja. Ratkaisuna tähän hakusanojen ylitarjontaan voidaan käyttää kontrolloituja sanastoja, joissa voidaan sopia käytettävät hakutermit kuhunkin tilanteeseen. Kontrolloitujen sanastojen etuna on yhdenmukaisuuden säilyttäminen hakusanojen lisäämisessä. Tällöin karhu löytyy aina hakusanalla *karhu*. Adobe Bridge –sovellus mahdollistaa käyttäjän määrittelemien sanastojen hyödyntämisen metatietojen lisäämisessä (KUVIO 17). Käyttäjä voi valita paikan itse määrittelemästään paikkasanastosta.

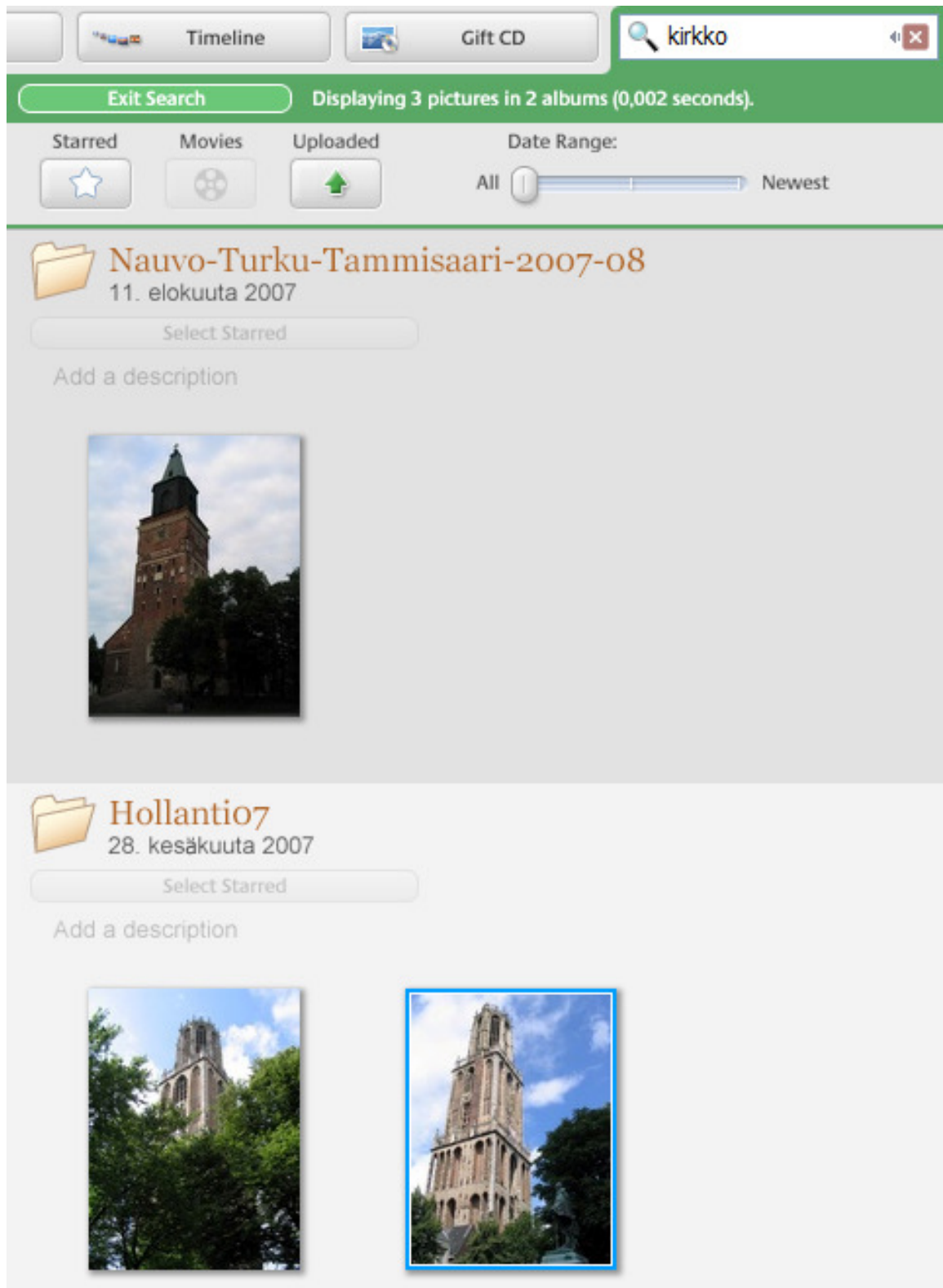


KUVIO 17 Paikkaa kuvaavan avainsanan lisääminen upotettuna IPTC Core -muotoisena metatietona Adobe Bridge -sovelluksessa.

Toinen ratkaisu liian suuren sanaston aiheuttamaan ongelmaan on käyttää ohjelmallista ratkaisua synonyymien tunnistamiseen. Kun käyttäjä kirjoittaa hakusanaksi *karhu*, käydään läpi kaikki sanat, jotka ovat kyseisen hakusanan synonyymejä. Tällaisen ratkaisun toteuttaminen kaikkia mahdollisia murteita ja synonyymejä tukevaksi ei useinkaan ole kustannustehokas vaihtoehto. Vapaamuotoista tekstiäkin tulisi siis kontrolloida jossain määrin parhaiden hakutulosten takaamiseksi.

Sun, Wenyin & Zhang (2000, 479) toteavat, että tehokas kuvahaku vaatii tuekseen tekstimuotoisten huomautusten (engl. *annotation*) käyttämistä valokuvien sisällön kuvaamisessa. Tällöin kuvia voidaan hakea avainsanojen perusteella tehokkaita tekstihakutyökaluja hyödyntäen. Esimerkkitalanteessa on haettu kaikki ne kuvat, joiden IPTC Core -muotoon tallennettuihin avainsanoihin sisältyy sana "kirkko" (KUVIO 18).

Vapaamuotoiset tekstikommentit ovat siis otollisia tekstipohjaisia haku- ja järjestämismenetelmiä ajatellen. Kommenttien lisääminen ei ole kuitenkaan täysin ongelmatonta. Dengin ja kumppaneiden (2002) mukaan tekstikommenttien kirjoittaminen satoihin ja jopa tuhansiin kuviin ei houkuttele useimpia ihmisiä. Tietojen syöttäminen käsin mahdollistaa kyllä tarkat ja täsmälliset kuvaukset, mutta on hidas ja työläs prosessi.



KUVIO 18 Picasa-sovelluksen avainsanahaun tulokset.

Hearst et al (2003, 401) päätyivät tutkimuksessaan tulokseen, että kategoriapohjaiset järjestämismenetelmät toimivat erittäin hyvin suurten valokuvakokoelmien yhteydessä.

5 YHTEENVETO

Digitaalisen valokuvauksen voimakas suosio on aiheuttanut henkilökohtaisten valokuvakokoelmien koon suurenemisen. Näiden kokoelmien järjestäminen käsin ei ole realistista eikä kuluttajien kannalta houkuttelevaa. Kuvakokoelmat tulisi voida järjestää automaattisesti mahdollisimman vähäisellä manuaalisen työn tarpeella.

Henkilökohtaisten valokuvakokoelmien automaattinen järjestäminen tarjoaa runsaasti haasteita valokuvienhallintasovellusten kehittäjille. Kuvien järjestämiseksi niitä tulee pystyä vertailemaan keskenään eri ominaisuuksien perusteella.

Tässä tutkielmassa esiteltiin lyhyesti erilaisia valokuvakokoelmien järjestämismenetelmiä. Näitä ovat aika- ja tapahtumaperustaiset järjestämismenetelmät, paikkaperustaiset järjestämismenetelmät, kuvasisällön analysointiin perustuvat järjestämismenetelmät sekä vapaamuotoiseen tekstitietoon perustuvat järjestämismenetelmät.

Kuvatiedostoihin upotetulla metatiedolla on tärkeä rooli valokuvakokoelmien järjestämisessä. Nykyiset metatietostandardit mahdollistavat kattavan metatiedon lisäämisen suoraan valokuvatiedostoon sekä kuvanottohetkellä että myöhemmin valokuvaajan tai ohjelmiston toimesta. Tätä metatietoa voidaan sitten hyödyntää tehokkaasti valokuvakokoelmien järjestämisessä.

Alan julkaisuiden perusteella yleisimmät valokuvakokoelmien järjestämismenetelmät ovat aikaperustaisia. Yksinkertaisimmat aikaperustaiset menetelmät järjestävät kuvat kronologiseen järjestykseen niiden kuvanottohetken perusteella. Kehittyneemmät algoritmit mahdollistavat kuvanottoaikojen keskinäisen vertailun ja ajallisesti toisiaan lähellä sijaitsevien kuvien ryhmittelyn ja järjestämisen tapahtumiksi. Useimmat modernit digikamerat upottavat kuvatiedostoon tarkan kuvanottohetken. Tämä tukee aikaperustaisten järjestämismenetelmien hyödyntämistä.

Paikkaperustaiset järjestämismenetelmät pohjautuvat digikameran tai sen lisälaitteen kuvatiedostoon tallentamien GPS-koordinaattien hyödyntämiseen. Kuvanottoaikan tunnistaminen on yksi hyödyllisimmistä metatiedoista kuvien semantiikan selvittämisessä. Kuvanottoaika kertoo kuvasta paljon jo ennen sen näkemistä. Ohjelmistot alkavat enenevässä määrin tukea paikkatiedon hyödyntämistä. Paikkatiedon luomat sovellusmahdollisuudet ovat houkuttelevat, joten tulevaisuudessa tullaan todennäköisesti näkemään GPS-paikannusta tukevien digikameroiden markkinoilla voimakasta kasvua.

Kuvasisällön analysointiin perustuvat järjestämismenetelmät tulevat olemaan avainasemassa kuvakokoelmien järjestämisen automatisoinnissa. Nykyisellään tarvitaan vielä käyttäjän apua kuvien sisällön tunnistamisessa ja käsin kuvaamisessa. Ohjelmallisesti toteutettu hahmontunnistus vähentäisi täydellisesti toimiessaan oleellisesti manuaalisen työn määrää kokoelmien kuvaamisessa. Kuvasisällön ohjelmallinen analysointi on kuitenkin niin haasteellista, että täydellisesti toimivien ratkaisujen ilmestymiseen markkinoille mennee vielä joitakin vuosia. Duplikaattien eli visuaalisesti samanlaisten kuvien tunnistaminen onnistuu jo kuitenkin kohtalaisen hyvällä tarkkuudella. Tällöin kokoelmista saadaan poistettua turhat kopiot.

Kuvakokoelmien järjestäminen tarjonnee vielä lähivuosina mielenkiintoisia tutkimusaiheita. Esimerkiksi kuvien hakemiseen ja löytämiseen liittyvää tutkimusta kaivattaisiin edelleen lisää. Oittinen & Westman (2006) toteavat, että etenkin todellisten kuvanhakutilanteiden tutkimukseen olisi vielä panostettava simuloitujen tutkimustilanteiden lisäksi.

Myös käyttöliittymäpuolella löytyy vielä kehittämiskohteita. Jones, Jones, Marsden & Patel (2006, 149) mainitsevat, että pieninäyttöisten päätelaitteiden yleistyminen vaatii erityistä suunnitelmallisuutta käyttöliittymien suunnittelun ja järjestämismenetelmien käytön osalta.

Tämän kirjallisuuskatsaukseen painottuvan tutkielman lopputuloksena voidaan todeta, että järjestämismenetelmien tutkimusta tarvitaan edelleen tehokkaiden kuluttasovellusten toteuttamiseksi. Esimerkiksi nopealla tahdilla yleistyvät mobiililaitteet tuovat aivan omat haasteensa järjestämiskäyttöliittymien suunnitteluun ja optimointiin. Lisäksi kuvakokoelmien jatkuva kasvu pakottaa uusien menetelmien tutkimiseen ja kehittelyyn sekä jo tunnettujen menetelmien vanhojen paranteluun.

Tässä tutkielmassa käytettyä kirjallisuuskatsaukseen pohjautuvaa tutkimusmenetelmää voisi tulevaisuudessa täydentää empiirinen sovellusvertailu, jossa otoksena olisi useita kuluttajamarkkinoille suunnattuja sovelluksia. Empiirinen vertailu mahdollistaisi kirjallisuudessa esitettyjen järjestämismenetelmien käytännönläheisen arvioinnin ja niiden tehokkuuden mittaamisen esimerkiksi käyttäjätutkimuksina ja mittauksina. Vertailun tuloksista voisi olla hyötyä niin akateemiselle tutkimukselle kuin kaupalliselle sovelluskehityksellekin.

LÄHDELUETTELO

- Abowd G., Stevens M., Truong K., Vollmer F., 2003. Getting into the living memory box: family archives & holistic design. *Personal and ubiquitous computing*, Volume 7, Issue 3-4, 210-216. July 2003. Springer-Verlag London Limited.
- Adcock J., Cooper M., Doherty J., Foote J., Girgensohn A., Wilcox L., 2003. Managing digital memories with the FXPAL photo application. *Proceedings of the eleventh ACM international conference on Multimedia*, 598-599. November 2-8. Berkeley, CA, USA. ACM Press New York, NY, USA.
- Ahern S., Naaman M., Nair R., Yang J., 2007. World Explorer: Visualizing Aggregate Data from Unstructured Text in Geo-Referenced Collections. *JCDL'07*, June 18–23, 2007, Vancouver, British Columbia, Canada. ACM.
- Ahern S., Kennedy L., Naaman M., Nair R., Rattenbury T., 2007. How Flickr Helps us Make Sense of the World: Context and Content in Community-Contributed Media Collections. *MM'07*, September 23–28, 2007, Augsburg, Bavaria, Germany. ACM.
- Akahori K., Fukumoto T., 2002. An analysis of image retrieval behavior for metadata type image database. *Proceedings of the international conference on computers in education (ICCE'02)*, 1470-1471. IEEE.

- Ames M., Manguy L., 2006. PhotoArcs: Ludic Tools for Sharing Photographs. MM'06, October 23–27, 2006, Santa Barbara, California, USA. ACM.
- Anandan P., Logan R., Roseway A., Toyama K., 2003. Geographic location tags on digital images. Proceedings of the eleventh ACM international conference on multimedia, 156-166. Berkeley, CA, USA. ACM Press New York, NY, USA.
- Ariss S., Don A., Frohlich D., Kuchinsky A., Pering C., 2002. Requirements for photoware. Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work, 166-175. November 16-20, New Orleans, Louisiana, USA. ACM Press New York, NY, USA.
- Askey P., 2004. Digital photography review: glossary. Saatavilla [www-muodossa <http://www.dpreview.com/learn/?/Glossary/>](http://www.muodossa.com/learn/?/Glossary/) [viitattu 8.6.2004]
- Basalaj W., Sinclair D., Rodden K., Wood K., 2001. Does organisation by similarity assist image browsing? Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems, 190-197. March 31 – April 4, Seattle, Washington, United States. ACM Press New York, NY, USA.
- Beeharee K., Steed A., 2006. A Natural Wayfinding - Exploiting Photos in Pedestrian Navigation Systems. MobileHCI'06, September 12–15, 2006, Helsinki, Finland. ACM.
- Benitez A., Chang S-F., Jaimes A., Loui A., 2000. Discovering recurrent visual semantics in consumer photographs. IEEE International Conference on

Image Processing (ICIP), Invited Paper on Special Session on Semantic Feature Extraction in Consumer Contents. September, Vancouver, Canada. IEEE.

Bockaert V., 2003. The 123 of digital imaging. Asimex Pte Ltd. Saatavilla [www-muodossa <http://www.123di.com/>](http://www.123di.com/) [viitattu 8.6.2004]

Candan K., Liu H., Suvarna R., 2001. Resource description framework: metadata and its applications. ACM SIGKDD explorations newsletter, Volume 3, Issue 1 (July), 6-19. ACM Press New York, NY, USA.

Chang S-F., Jaimes A., Loui A., 2002. Duplicate detection in consumer photography and news video. Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia, 423-424. December 1-6, Juan-les-Pins, France. ACM Press New York, NY, USA.

Chang W., Sheikholeslami G., Zhang A., 1998. Semantic clustering and querying on heterogeneous features for visual data. Proceedings of the sixth ACM international conference on multimedia, 3-12. Bristol, United Kingdom. ACM Press New York, NY, USA.

Chia L-T., Liu S., Rajan D., 2005. Attention Region Selection with Information from Professional Digital Camera. MM'05, November 6–11, 2005, Singapore. ACM.

Clough P., Sanderson M., Reid N., 2006. The Eurovision St Andrews Collection of Photographs. ACM SIGIR Forum, Vol. 40 No. 1 June 2006.

CNET Blogs, 2008. Forecast: SLR growth rate to taper off. Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa)

<http://www.cnet.com/8301-13951_1-9861878-63.html> [viitattu 23.2.2008]

CNET News.com, 2007. Cameras: Shipments rising, but prices falling. Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa)

<http://www.news.com/8301-13580_3-9781673-39.html?part=rss&subj=news&tag=2547-1_3-0-5> [viitattu 23.2.2008]

Connelly K., Jung H., 2007. Exploring Design Concepts for Sharing Experiences through Digital Photography. Designing Pleasurable Products and Interfaces, 22-25 August 2007, Helsinki, Finland. ACM.

Cooper M., Girgensohn A., Foote J., Wilcox L., 2003. Temporal event clustering for digital photo collections. Proceedings of the eleventh ACM international conference on Multimedia, 364-373. November 2-8, Berkeley, CA, USA. ACM Press New York, NY, USA.

Creech M., Freeze D., Gwizdga J., Kuchinsky A., Pering C., Serra B., 1999. FotoFile: a consumer multimedia organization and retrieval system. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: the CHI is the limit, 496-503. Pittsburgh, Pennsylvania, United States. ACM Press New York, NY, USA.

Davis M., Herrarte E., Sarvas R., Wilhelm A., 2004. Metadata creation system for mobile images. Proceedings of the 2nd international conference on Mobile systems, applications, and services, 36-48. June 6-9, Boston, Massachusetts, USA. ACM Press New York, NY, USA.

Deng Y., Gargi U., Tretter D., 2002. Managing and searching personal photo collections, 1-9. Hewlett-Packard Laboratories, Palo Alto, California. Hewlett-Packard company.

Facebook, 2008. Statistics. Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa.com) <<http://www.facebook.com/press/info.php?statistics>> [viitattu 4.2.2008]

Galbraith R., 2004. Sports Illustrated's digital workflow. Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa.com) <http://www.robgalbraith.com/bins/multi_page.asp?cid=7-6453-6821-6822> [viitattu 27.9.2004]

Garcia-Molina H., Graham A., Paepcke A., Winograd T., 2002. Time as essence for photo browsing through personal digital libraries. Proceedings of the second ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries, 326-335. July 13-17, Portland, Oregon, USA. ACM Press New York, NY, USA.

Garcia-Molina H., Naaman M., Paepcke A., Song J., 2004. Automatically Generating Metadata for Digital Photographs with Geographic Coordinates. WWW2004, May 17-22, 2004, New York, New York, USA. ACM.

Gaye L., Holmquist E., Håkansson M., Ljungblad S., 2006. More than meets the Eye: An Exploratory Study of Context Photography. NordiCHI 2006: Changing Roles, 14-18 October 2006, Oslo, Norway. ACM.

- Giles L., Lu X., Mitra P., Wang Z., 2006. Automatic Categorization of Figures in Scientific Documents. JCDL '06 June 11–15, 2006, Chapel Hill, North Carolina, USA. ACM.
- Gilliland-Swetland A., 2000. Setting the stage. Introduction to metadata: pathways to digital information, 1-12. Murtha Baca, Los Angeles. Getty Information Institute.
- Gurrin C., Jones G., Lee H., Murphy N., O'Hare N., Smeaton A., 2005. Mobile Access to Personal Digital Photograph Archives. MobileHCI'05, September 19–22, 2005, Salzburg, Austria. ACM.
- Harada S., Naaman M., Wang Q., 2004. Context Data in Geo-Referenced Digital Photo Collections. MM'04, October 10-16, 2004, New York, New York, USA. ACM.
- Harada S., Naaman M., Paepcke A., Song Y., Wang Q., 2004. Lost in Memories: Interacting With Photo Collections On PDAs. JCDL'04, June 7–11, 2004, Tucson, Arizona, USA. ACM.
- Hays J., Efros A., 2007. Scene Completion Using Millions of Photographs. ACM Transactions on Graphics, Vol. 26, No. 3, Article 4, 6. July 2007. ACM.
- Hua X-S., Lu L., Zhang H-J., 2004. Automatically Converting Photographic Series into Video. MM'04, October 10–16, 2004, New York, New York, USA. ACM.

- Hu Y., Li M., Ma W., Zhang H., Zhang L., 2004. Efficient Propagation for Face Annotation in Family Albums. MM'04, October 10–16, 2004, New York, New York, USA. ACM.
- Karatzas E., Papatheodorou T., Tsohis D., Tsohis G., 2001. Copyright protection and management and a web based library for digital images of the Hellenic cultural heritage. Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archeology, and cultural heritage, 53-60. November, Glyfada, Greece. ACM Press New York, NY, USA.
- Hawker J., Yau H., 2004. SA_MetaMatch: relevant document discovery through document metadata and indexing. Proceedings of the 42nd annual Southeast regional conference, 385-390. April 2-3, Huntsville, Alabama. ACM Press New York, NY, USA.
- Hearst M., Li K., Swearingen K., Yee K-P., 2003. Faceted metadata for image search and browsing. Proceedings of the conference on Human factors in computing systems, 401-408. Ft. Lauderdale, Florida, USA. ACM Press New York, NY, USA.
- Japan Electronics and Information Technology Industries Association, 2002. Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif version 2.2.
- Jones M., Jones S., Marsden G., Patel D., 2006. Improving Photo Searching Interfaces for Small-screen Mobile Computers. MobileHCI'06, September 12– 15, 2006, Helsinki, Finland. ACM.

- King G., Tyrelle G., 2003. A platform for the description, distribution and analysis of genetic polymorphism data. Proceedings of the First Asia-Pacific bioinformatics conference on Bioinformatics 2003 - Volume 19, 173-180. Australian Computer Society, Inc. Darlinghurst, Australia, Australia.
- Lieberman H., Liu H., 2002. Adaptive linking between text and photos using common sense reasoning. Adaptive hypermedia and adaptive web-based systems, second international conference, 2-11. May 29-31, Malaga, Spain. Springer-Verlag, Berlin.
- Li M., Sun Y., Zhang H., Zhang L., 2002. MyPhotos – A system for home photo management and processing. Proceedings of the tenth ACM international conference on multimedia, 81-82. December 1-6, Juan-les-Pins, France. ACM Press New York, NY, USA.
- Lim H., Mulhem P., 2002. Symbolic Photograph Content-Based Retrieval. CIKM'02, November 4-9, 2002, McLean, Virginia, USA. ACM.
- Loui A., Savakis A., 2000. Automatic image event segmentation and quality screening for albuming applications. IEEE International Conference on Multimedia and Expo. July 2000, New York City, New York. IEEE.
- Loui A., Stent A., 2001. Using Event Segmentation to Improve Indexing of Consumer Photographs. SIGIR'01, September 9-12, 2001, New Orleans, Louisiana, USA. ACM.

Loui A., Wood M., 1999. A software system for automatic albuming of consumer pictures. Proceedings of the seventh ACM international conference on Multimedia (Part 2), 159-162. October, Orlando, Florida, United States. ACM Press New York, NY, USA.

Luo Y., Wang X., Xu Z., 2003. Extension of spatial metadata and agent-based spatial data navigation mechanism. Proceedings of the eleventh ACM international symposium on Advances in geographic information systems, 102-109. November 7-8, New Orleans, Louisiana, USA. ACM Press New York, NY, USA.

Naaman M., Song J., Paepcke A., Garcia-Molina H., 2004. Automatic Organization for Digital Photographs with Geographic Coordinates. JCDL'04, June 7-11, 2004, Tucson, Arizona, USA. ACM.

Oittinen P., Westman S., 2006. Image Retrieval by End-users and Intermediaries in a Journalistic Work Context. Information Interaction in Context, IiiX, Copenhagen, Denmark. ACM.

Rodden K., Wood K., 2003. How do people manage their digital photographs? Proceedings of the conference on Human factors in computing systems, 409-416. April 5-10, Ft. Lauderdale, Florida, USA. ACM Press New York, NY, USA.

PMA Data Watch, 2003. Saatavilla [www.muodossa](http://www.muodossa.com)
<<http://www.photomarketing.com/>> [viitattu 3.5.2004]

Sun Y., Wenyin L., Zhang H., 2000. MiAlbum - a system for home photo management using the semi-automatic image annotation approach. Proceedings of the eighth ACM international conference on Multimedia, 479-480. October 2000, Marina del Rey, California, United States. ACM Press New York, NY, USA.

TechCrunch: 2 Billion Photos On Flickr, 2007. Saatavilla [www-muodossa <http://www.techcrunch.com/2007/11/13/2-billion-photos-on-flickr/>](http://www.techcrunch.com/2007/11/13/2-billion-photos-on-flickr/)
[viitattu 4.2.2008]

Technical advisory service for images (TASI), 2002. Comparison of image management systems. TASI.

Technical advisory service for images (TASI), 2002. Image management systems. TASI.

Technical advisory service for images (TASI), 2002. Metadata and digital images. TASI.

Tietotekniikan liitto ry / Sanastotoimikunta, 2003. ATK-sanakirja. Suomen ATK-kustannus Oy.