

Liikkuva-sovellusprojekti

**Joel Kivelä
Erkki Koskenkorva
Mika Lehtinen
Oskari Leppäaho
Petri Partanen**

Projektiraportti

**Julkinen
Versio 0.1.0
12.5.2014**

**Jyväskylän yliopisto
Tietotekniikan laitos
Jyväskylä**

Hyväksyjä	Päivämäärä	Allekirjoitus	Nimenselvennys
Projektipäällikkö	__.__.2014		
Tilaaja	__.__.2014		
Ohjaaja	__.__.2014		

Tietoa dokumentista

Tekijät:

- Joel Kivelä (JK) joel.a.kivela@student.jyu.fi
- Erkki Koskenkorva (EK) erkki.a.koskenkorva@jyu.fi
- Mika Lehtinen (ML) mika.k.lehtinen@student.jyu.fi
- Oskari Leppäaho (OL) oskari.h.leppaaho@student.jyu.fi
- Petri Partanen (PP) petri.m.partanen@student.jyu.fi

Dokumentin nimi: Liikkuva-projekti, Projektiraportti

Sivumäärä: 37

Tiivistelmä: Liikkuva-projekti kehitti Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle käyttöliittymän konenäköpohjaiselle liikemittarille. Projektiraportissa kuvataan projektin läpivientiä käsitellen tavoitteita, resursseja, käytänteitä, tehtävien työnjakoa ja työmääriä, prosessimallia ja aikataulua sekä arvioitujen riskien toteutumista ja hallintaa. Projektiraportti vertaa projektin toteutumaa suunnitelmaan kuvaten eroja sekä niiden syitä ja vaikutuksia.

Avainsanat: Aikataulu, konenäkö, käyttöliittymä, käytänteet, liikemittari, projektiorganisaatio, prosessi, resurssit, riskienhallinta, projektin läpiviennin suunnitelma, taustaa, tavoitteet, tehtävät, tulokset, työnjako, työmäärät.

Muutoshistoria

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.0.1	29.4.2014	Dokumentin pohja luotu ja kirjoitus aloitettu projektisuunnitelman pohjalta.	EK
0.0.2	5.5.2014	Kirjoitettu luvuista 1–5.	EK
0.0.3	6.5.2014	Kirjoitettu luvusta 6.	EK
0.0.4	7.5.2014	Kirjoitettu luvusta 8.	EK
0.0.5	8.5.2014	Täydennetty lukua 8.	EK
0.0.6	9.5.2014	Täydennetty projektiraporttia.	EK
0.0.7	12.5.2014	Kirjoitettu luvusta 10.	EK
0.1.0	13.5.2014	Toimitettu versio ohjaajan tarkastettavaksi.	EK

Tietoa projektista

Liikkuva-projekti kehitti Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle käyttöliittymän konenäköpohjaiselle liikemittarille.

Tekijät:

- Joel Kivelä (JK) joel.a.kivela@student.jyu.fi
- Erkki Koskenkorva (EK) erkki.a.koskenkorva@jyu.fi
- Mika Lehtinen (ML) mika.k.lehtinen@student.jyu.fi
- Oskari Leppäaho (OL) oskari.h.leppaaho@student.jyu.fi
- Petri Partanen (PP) petri.m.partanen@student.jyu.fi

Tilaaaja:

- Taru Lintunen taru.lintunen@jyu.fi
- Heidi Pasi heidi.pasi@jyu.fi
- Kimmo Suomi kimmo.suomi@jyu.fi
- Ville Tirronen ville.e.t.tirronen@jyu.fi
- Hanna Toivonen toivonen.hanna@yahoo.com

Ohjaajat:

- Jukka-Pekka Santanen santanen@mit.jyu.fi
- Vilhunen Jarkko jarkko.s.vilhunen@student.jyu.fi

Yhteystiedot:

- Sähköpostilistat: liikkuva@korppi.jyu.fi,
liikkuva_opetus@korppi.jyu.fi
- Sähköpostiarkistot: <http://korppi.jyu.fi/kotka/servlet/list-archive/liikkuva/>,
http://korppi.jyu.fi/kotka/servlet/list-archive/liikkuva_opetus/
- Työhuone: Agora C222.2, puh. 040-8053308

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Termit	2
2.1	Kohdealueen termejä	2
2.2	Analyysin termejä	3
2.3	Ohjelmistoja ja teknisiä termejä	4
2.4	Projektin hallinnan termejä	5
3	Tavoitteiden toteutuminen ja tulokset	7
3.1	Taustaa ja kokonaistavoitteita	7
3.2	Tuettava analyysiprosessi	8
3.3	Käyttöliittymän syötteet ja vasteet	8
3.4	Sovelluksen toteutuneet tavoitteet ja toiminnallisuudet	9
3.5	Sovelluksen kokonaisrakenne	10
3.6	Projektin tulokset	11
3.7	Jäsenten oppimistavoitteet	12
4	Organisaatio ja resurssit	14
4.1	Projektiorganisaatio	14
4.2	Projektin tilat, laitteet ja verkkolevyt	15
4.3	Dokumentointityökalut	16
4.4	Ohjelmointityökalut	16
4.5	Luennot ja perehdytykset	17
5	Käytänteet	18
5.1	Palaverit	18
5.2	Tiedotus	19
5.3	Tiedostojen nimeäminen	20
5.4	Hakemistorakenne	20
5.5	Lähdekoodi	21
5.6	Testaus	24
5.7	Versiohallinta ja -numerointi	24
5.8	Katselmoinnit ja tulosten hyväksyminen	25
5.9	Tulosten koostaminen ja toimittaminen	25

6	Tehtävät, työmäärät ja työnjako	26
6.1	Vastuualueet tulosten osalta	26
6.2	Tehtävien työmäärät ja työnjako	27
6.3	Ryhmän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	28
6.4	Joel Kivelän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	28
6.5	Erkki Koskenkorvan työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	28
6.6	Mika Lehtisen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	28
6.7	Oskari Leppäahon työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	28
6.8	Petri Partasen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	28
7	Prosessi ja aikataulu	29
7.1	Prosessi	29
7.2	Aikataulu	29
7.3	Ryhmän työtunnit viikottain	29
7.4	Joel Kivelän työtunnit viikottain	29
7.5	Erkki Koskenkorvan työtunnit viikottain	29
7.6	Mika Lehtisen työtunnit viikottain	29
7.7	Oskari Leppäahon työtunnit viikottain	29
7.8	Petri Partasen työtunnit viikottain	29
8	Riskit ja niiden hallinta	30
8.1	Riskien todennäköisyydet ja haitat	30
8.2	Jäsenten tietotaidon puutteet	31
8.3	Tavoitteiden rajaaminen ja muuttuminen	31
8.4	Jäsenten poissaolot	32
8.5	Kokemattomuus projektihallinnassa	32
8.6	Analyysikomponenttiin tarvittavat muutokset	33
8.7	Tilaaajan edustajien tai ohjaajien poissaolot	33
8.8	Tiedotuksen puutteet	34
8.9	Kameroiden ja muiden laitteiden toimivuus	34
9	Jäsenten kokemuksia	35
9.1	Joel Kivelän kokemuksia	35
9.2	Erkki Koskenkorvan kokemuksia	35
9.3	Mika Lehtisen kokemuksia	35
9.4	Oskari Leppäahon kokemuksia	35
9.5	Petri Partasen kokemuksia	35

Liikkuva-projekti	Projektiraportti 0.1.0	Julkinen
10 Yhteenveto		36
11 Lähteet		37

1 Johdanto

Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitos on mukana hankkeissa, joiden avulla pyritään lisäämään liikuntaa. Hankkeiden onnistumisen kannalta on tärkeää arvioida liikuntapaikkojen käyttöä liikemäärällisesti. Liikkuva-projektin kehittämä sovellus auttaa saamaan tarkempia arvioita liikemäärän muutoksista. Liikemäärää voi tarkkailla myös ilman varsinaisen tutkijan läsnäoloa.

Sovellusprojektissa kehitetty käyttöliittymä on osa tietojärjestelmää. Käyttöliittymä toimii videosoittimena näyttäen nauhoitetun materiaalin ja siitä mitatun liikemääräkäyrän. Lisäksi käyttöliittymällä pystyy suorittamaan liikemäärämittauksessa tarvittavan kameroiden kalibrointi. Sillä voidaan myös suorittaa algoritmin parametrien säätö. Käyttöliittymällä on myös mahdollista valita mielenkiintoisia aikavälejä ja irrottaa niistä analyysin antamat mittaustulokset käsiteltäväksi muissa ohjelmissa.

Projektiraportti kuvaa projektin toteutunutta läpivientiä määritellen sen tulokset, osallistujat ja muut resurssit, käytänteet, prosessimallin, aikataulun sekä riskien hallintaa. Jäsenten osalta käsitellään tehtäviä, työmääriä ja tehtäväjakoja projektissa. Projektiraportin laatimisessa on hyödynnetty Paatti-projektin projektiraporttia [1], Potku-projektin projektiraporttia [2] sekä Sovellusprojektien ohjetta [5]. Projektissa laadittu sovellusraportti [4] kuvaa toteutetun sovelluksen käyttöliittymän, toteutusratkaisut, havaitut ongelmat ja jatkokehitysideat. Vaatimusmäärittelyssä [3] kuvataan kehitetylle tietojärjestelmälle asetettuja vaatimuksia ja niiden toteumaa.

Luvussa 2 kuvataan dokumentissa käytetyt termit ja niiden merkitys. Luvussa 3 kuvataan projektin taustoja sekä tavoitteiden, tulosten ja projektiryhmän jäsenten oppimistavoitteiden toteutumista. Luvussa 4 esitellään projektiorganisaatio ja resurssit. Luvussa 5 kuvataan projektin käytänteet. Luvussa 6 tarkastellaan projektiryhmän tehtäviä sekä tehtävien työmääriä ja ryhmän työnjakoa. Luvussa 7 kuvataan projektin prosessimallia ja aikataulua. Luvussa 8 kuvataan projektiin liittyneiden riskien hallintaa sekä käsitellään niiden vaikutusta projektin läpivientiin sekä tuloksiin. Luvussa 9 esitellään ryhmän jäsenten kokemuksia projektista.

2 Termit

Luvussa kuvataan projektissa käytettäviä aihealueen, tietojärjestelmän ja toteutus-tekniikoiden termejä.

2.1 Kohdealueen termejä

Projektin kohdealueen termejä ovat seuraavat:

CAVAPA	on Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen ja tietotekniikan laitoksen kehittämä ryhmätason fyysistä aktiivisuutta mittaava tietokoneavusteinen menetelmä. Se on lyhenne sanoista Computer Assisted Video Analysis of Physical Activity on group level.
Konenäkö	on sellainen järjestelmä, jossa tietokone analysoi tarkasteltavasta liikkuvasta kuvasta dataa. Konenäöllä voidaan korvata ihmiselle rasittavia rutiinitehtäviä esimerkiksi liukuhihnalla tai suorittaa ihmisen näkökyvylle mahdottomia tehtäviä käyttämällä avuksi aallonpituuksia, joita ihmisen silmä ei pysty havaitsemaan.
Käyttöliittymä	on ohjelmiston osa, jonka kautta käyttäjä käyttää ohjelmistoa.
Liikemittari	on mittari, joka mittaa liikemäärää tapahtuneen mittauksen aikana.
Liikemäärä	on fysikaalinen suure, joka on suoraan verrannollinen aktiivisuustasoon (katso luku 2.2).
Lämpökuva	on kaksiulotteinen kuva esittäen värein, millä alueilla videokuvassa aktiivisuutta esiintyi määritellyllä aikavälillä.
Ryhmä	on ihmisjoukko, jonka aktiivisuutta videokuvasta mitataan.
Sovellus	on tietojärjestelmän osan, joka sisältää analyysiohjelman ja käyttöliittymän sekä niiden väliset välityskerrokset.

Tietojärjestelmä	on ihmisistä, tietojenkäsittelylaitteista, tiedonsiirtolaitteista ja ohjelmistoista koostuva järjestelmä, jonka tarkoituksena on tietojen käsittelyn avulla tehostaa tai helpottaa jotain toimintaa tai tehdä se ylipäättään mahdolliseksi.
Videolähde	on joko videotiedosto tai videokamera.

2.2 Analyysin termejä

Analyysin termejä ovat seuraavat:

Analyysi	tarkoittaa aktiivisuusdatan muodostamista videokuvan perusteella.
Analyysiohjelma	muodostaa videotiedostoista aktiivisuusdatan, joka esitetään käyttöliittymän graafissa ja tallennetaan tiedostoon jatkokäsittelyä varten.
Aktiivisuusdata	tarkoittaa CAVAPA-algoritmin vasteita. Näitä ovat liikemäärä ja havaittujen kohteiden tiedot videokuvassa.
Aktiivisuustaso	on videokuvan tiettyyn aikaväliin liittyvä numeerinen arvo välillä $[0, 1]$, joka on kyseisellä aikavälillä havaitun liikemäärän ja sillä hetkellä tunnetun maksimiliikemäärän suhde.
CAVAPA-algoritmi	on menetelmä, joka laskee yhden tai useamman videokuvan ja tarvittavien parametrien perusteella aktiivisuusdatan. CAVAPA-algoritmi suorittaa tietojärjestelmässä tarvittavan analyysin.
CAVAPA-ohjelma	(engl. <i>Cavapa program</i>) on toteutus CAVAPA-algoritmista.
CAVAPA-GUI	on Liikkuva-projektissa toteutettavan sovelluksen työnimi.
Havainto	(engl. <i>sighting</i>) on CAVAPA-algoritmin havaitsema kohde.

Kalibrointi	sisältää ne toimenpiteet, joilla varmistetaan, että aktiivisuusdata mitataan videokuvasta yhdenmukaisesti.
Kohde	on videokuvassa esiintyvä liikkuva hahmo.
Kohteen korostus	tarkoittaa suorakulmion piirtämistä videokuvaan kyseisen kohteen reunoille.
Liikemääräkäyrä	on kaksiulotteinen kuvaaja, joka kuvaa liikemäärän ajan funktiona.
Linssivääristymä	on optiikan ilmiö, jossa todellisen maailman suorat viivat näyttävät kameran kuvassa vinoutuneilta.
Mittaus	on prosessi, jossa CAVAPA-algoritmille syötetään videolähteistä saatavaa videokuvaa ja algoritmin vasteita otetaan talteen.
Perspektiivin korjaus	tarkoittaa CAVAPA-algoritmin alustamista sellaisilla parametreilla, että se saa käsityksen oikeasta kuvakulmasta. Käytännössä tämä tarkoittaa kaksiulotteisen ruudukon sovittamista videokuvan päälle.
Tynnyrivääristymä	on erikoistapaus linssivääristymästä. Se aiheuttaa suorien viivojen kaartumisen ulospäin.

2.3 Ohjelmistoja ja teknisiä termejä

Ohjelmistoja ja teknisiä termejä ovat seuraavat:

CSV	eli Comma Separated Values on tiedostomuoto, jolla tallennetaan taulukkomuotoista tietoa tekstitiedostoon.
Excel	on taulukkolaskentaohjelma, jonka toiminta perustuu taulukon soluihin.
FPS	eli Frames Per Second on lukuarvo, joka kertoo, montako kuvapäivitystä videolähteestä otetaan yhden sekunnin aikana.
GanttProject	on ajan- ja resurssienhallintaohjelma projekteille.

Git	on hajautettu versiohallintajärjestelmä.
JavaDoc	on ohjelma, jonka avulla Javan lähdekoodista voidaan generoida luokkadokumentaatio.
JPEG	eli JPG on häviöllinen kuvatiedostoformaatti.
LaTeX	on ladontaohjelmisto.
Lähdekoodi	on tietokoneohjelman tekstimuotoinen ohjelmointikielinen listaus. Ennen varsinaista suorituskelpoista ohjelmaa lähdekoodi käännetään objektimuotoiseksi ohjelmaksi.
MJPEG	eli MJPG on videokuvan pakkaustekniikka, jossa jokainen videon ruutu pakataan JPG-kuvana.
MPEG-4	on MJPG:tä edistyneempi videokuvan pakkaustekniikka.
OpenOffice.org	on avoimeen lähdekoodiin perustuva toimisto-ohjelmisto.
PDF	eli Portable Document Format on PostScript-kieleen pohjautuva ohjelmistoriippumaton, siirrettävä tiedostomuoto.
PNG	on häviötön kuvatiedostoformaatti.
PowerPoint	on Microsoft Office -ohjelmistopakettiin kuuluva esitysgraafikkaohjelma.
SVG	eli Scalable Vector Graphic on vektorikuvaformaatti.
XML	eli Extensible Markup Language on tekstimuotoinen merkinäkieli, jolla tiedon merkitys voidaan kuvata tiedon yhteyteen.
YouSource	on Git-versiohallintaohjelmistoa tukeva lähdekoodien julkistusjärjestelmä, jota käytetään WWW-käyttöliittymällä.

2.4 Projektin hallinnan termejä

Projektin hallinnan termejä ovat seuraavat:

Järjestelmätestaus	sisältää ne toimenpiteet, joilla varmistetaan kokonaan integroidun järjestelmän vastaavan asetettuja vaatimuksia.
---------------------------	---

Katselmointi	on tulosten tarkastamismenetelmä, jossa selvitetään suunnitelluista tuloksista eroavat toteutukset ja ehdotetaan parannuksia.
Käytettävyytestaus	sisältää ne toimenpiteet, joilla varmistetaan, onko käyttöliittymä helppokäyttöinen ja helposti omaksuttavissa.
Tilakatsaus	on viikottainen katsaus, jossa selvitetään projektin eteneminen.

3 Tavoitteiden toteutuminen ja tulokset

CAVAPA-tietojärjestelmä koostuu käyttöliittymästä, analyysiohjelmasta ja niiden välisistä ohjelmakerroksista, sekä kameroista ja muista laitteista. Liikkuva-projekti kehitti analyysiohjelman ja laitteita hyödyntävän käyttöliittymän ja tarvittavat ohjelmakerrokset. Luvussa käsitellään kohdealuetta ja taustaa, tilaajan ja käyttäjien tarpeita sekä projektissa toteutettavan sovelluksen, muiden tulosten ja ryhmän oppimisen toteutumisista. Toteutettu käyttöliittymä ja projektissa laaditut sovellusraportti [4] ja vaatimusmäärittely [3] antavat hyvät valmiudet tietojärjestelmän jatkokehitykseen.

3.1 Taustaa ja kokonaistavoitteita

Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitoksen ja tietotekniikan laitoksen CAVAPA-projekti on kehittänyt CAVAPA-ohjelman alueella tapahtuneen kokonaisliikemäärän mittaamiselle kuvaparista. Liikkuva-projekti kehitti CAVAPA-ohjelmalle toimivan käyttöliittymän ja siihen liittyvät vaatimukset toteuttavan sovelluksen.

Toteutettu tietojärjestelmä tukee liikuntakasvatuksen laitoksella tehtävää tutkimusta. Tutkimusten kohteina voivat olla liikuntatunnit tai ryhmien liikkeen tutkiminen. Liikemäärätietoa hyödynnetään liikuntakasvatuksen laitoksen tutkimuksissa, jotka käsittelevät mm. erilaisia liikuntamuotoja. Projektiryhmä toteutti käytettävän kokonaisuuden liikemäärän mittaamiseen kesän 2014 asuntomessuille. Tietojärjestelmä antaa reaaliaikaista tietoa siitä, kuinka paljon kuvatulla päiväkodin alueella liikutaan.

Tietojärjestelmällä videokuvasta analysoidaan kohderyhmän liikemäärää tiettyinä ajankohtina. Videokuvasta analysoitu liikemäärä on huomattavasti tarkempi mittari kuin silmämääräinen arvio liikemäärälle, joka on ensisijainen tämän hetkinen tapa tutkia asiaa. Nykyisin tutkimuksissa käytetyt kiihtyvyyssmittaritkaan eivät ole yhtä tarkkoja kuin videokuvasta analysoitu liikemäärä. Molemmat em. tutkimusmenetelmät vaativat myös runsasta työpanosta. Ennen kaikkea etuna menetelmässä on se, että videokuvasta mittaamalla työtä voidaan myös automatisoida. Liikemäärän mittaaminen videokuvan pohjalta on erittäin hyödyllinen tapa tutkia ryhmissä tapahtunutta liikemäärää halutulla aikajänteellä.

3.2 Tuettava analyysiprosessi

Analysoitavaan kuvaustilanteeseen tarvitaan ainakin yksi kamera. Kamera yhdistetään tietokoneeseen, jossa sovellus on käynnistetty. Jos on mahdollista käyttää useampaa kuin yhtä kameraa, saa sovelluksesta tarkempaa informaatiota liittyen liikemäärään. Sovelluksella tulee pystyä analysoimaan ennalta kuvattua materiaalia tietokoneelle tallennetuista videotiedostoista. Sovelluksesta annettua informaatiota tulee voida tarkastella tarkemmin myös Excel-taulukkolaskentaohjelmassa.

Sovelluksen käyttöönotossa pitää ensin tietää, halutaanko tarkastella ja analysoida reaaliaikaista kuvaa, vai aiemmin tallennettuja videotiedostoja. Reaaliaikaisen kuvan tarkastelussa kehitettävän sovelluksen asennuksen lisäksi pitää kamerat asentaa ja asettaa kuntoon sovellukseen. Videotiedostojen analysoinnissa riittää toteutettavan sovelluksen asentaminen koneelle.

Analyysiprosessin toiminta askeleittain:

- Käynnistä Cavapa-sovellus.
- Valitse halutut kamerat, tai videotiedostot.
- Syötä mittauksen metatiedot niille tarkoitettuihin kenttiin.
- Tarvittaessa kalibroi kuvauskulma.
- Käynnistä mittaus.
- Tallenna haluttu osuus mittauksesta koneelle.

3.3 Käyttöliittymän syötteet ja vasteet

Analysointiin toteutettavassa sovelluksessa olennaisin tulos on graafi kamera-alueella tapahtuneesta liikemäärästä.

Sovellukselle annettavat syötteet ovat seuraavat:

- videolähteet,
- mahdollisten kameroiden kalibroinnit,
- mittauksen tekijän nimi,
- mitattavan ryhmän nimi,
- selite mittaukselle,
- mittauksen paikka sekä
- mittauksen ajankohdat.

Sovelluksen antamat vasteet ovat seuraavat:

- videokuva,
- videotiedoston tallennus,
- 2D-lämpökuva havaituista kohteista,
- liikkuvien hahmojen lukumäärä,
- liikemääräkäyrä sekä
- liikemääräkäyrän data.

Tietojärjestelmän voi jättää tallentamaan reaaliaikaista kuvaa ja laskemaan siitä liikemäärää. Kerättävän tiedon määrää voidaan karsia poistamalla tallennetusta videosta suuria tyhjiä osuuksia.

Tutkijan ohjaamana sovelluksessa voi selata videon eri ajankohtiin ja määrittää siitä halutun tarkasteltavan alueen kokoa. Ajankohtiin voi lisäksi liittää merkintöjä. Tarkasteltavasta ajanjaksosta voidaan tallentaa myös CSV-tiedosto, jotta tietoa voidaan analysoida muissa ohjelmistoissa.

3.4 Sovelluksen toteutuneet tavoitteet ja toiminnallisuudet

Liikkuva-projekti kehitti käyttöliittymän liikemäärän mittauksessa käytettävälle CAVAPA-ohjelmalle. Kyseisellä tietojärjestelmällä voidaan kameran kuvasta tai koneella sijaitsevasta videokuvasta määrittää halutun aikavälin aikana tapahtunut liikemäärä. Käyttöliittymä kutsuu CAVAPA-projektin kehittämää analyysiohjelmaa.

Liikkuva-projektissa kehitetty käyttöliittymä laajentaa valmiiksi kehitetyn ohjelman käytettävyyttä. Projektin tilaaja haluaa antaa sovelluksen käyttöön liikuntakasvatuksen laitoksen henkilökunnalle ja opiskelijoille. Käyttöliittymän kanssa sovellusta voi käyttää vaikkapa liikuntatunneilla liikemäärän tarkasteluun.

Käyttöliittymän toimintokokonaisuuksista toteutuivat

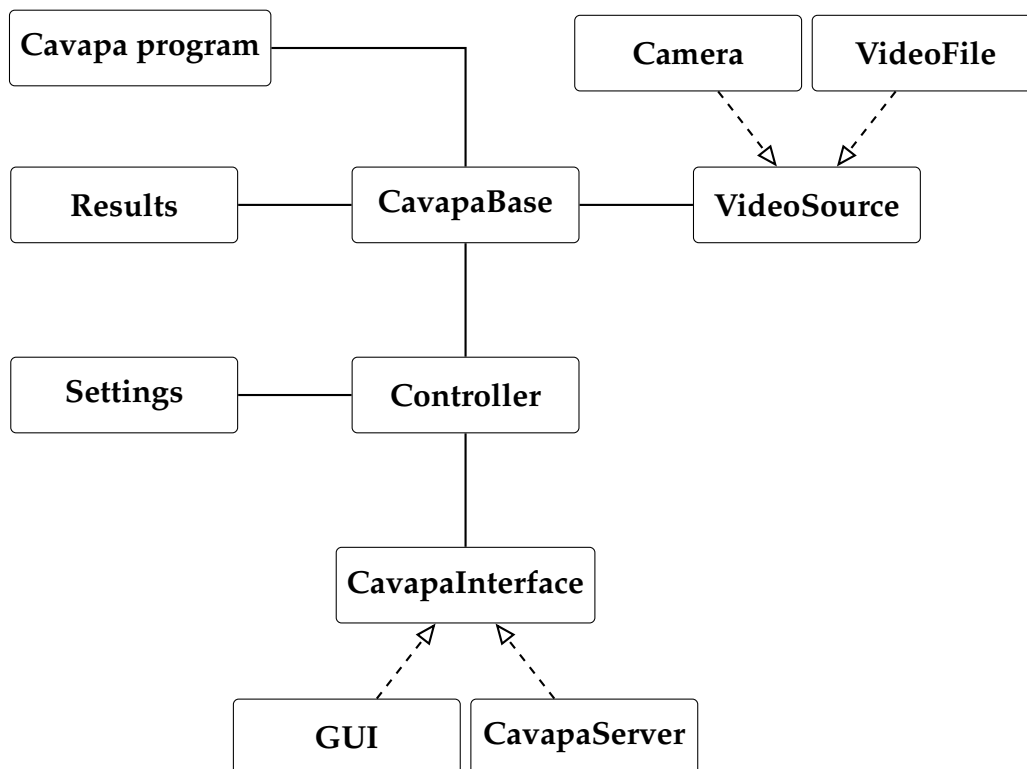
- perusnäkyvä,
- kamerakuvan kalibrointi,
- kameroiden hallinta,
- graafin aikaikkunan hallinta,
- videon aikaikkunan hallinta,
- ajankohtien nimeäminen
- analyysin suorittaminen sekä

- raporttien luonti.

Sovelluksen käyttäjinä toimivat lähtökohtaisesti liikuntakasvatuksen laitoksen tutkijat. Käyttöliittymä on tarkoitettu kuitenkin jatkokehittää niin yksinkertaiseksi, että sovelluksen voisi ottaa käyttöön myös lastentarhojen pihalle ja kouluihin. Sovelluksen käyttäjät eivät kaikki välttämättä omaa teknistä taustaa, joten käyttöliittymästä kehitettiin mahdollisimman käyttäjäystävällinen ja intuitiivinen.

3.5 Sovelluksen kokonaisrakenne

Liikkuva-projektissa kehitetyn käyttöliittymän käyttäjille tarjoamat tiedot ja toiminnot on kuvattu tarkemmin vaatimusmäärittelyssä [?]. Tietojärjestelmän kokonaisrakenne on kuvattu kuvassa 3.1.



Kuva 3.1: Sovelluksen monitasoarkkitehtuurinen kokonaisrakenne.

Käyttöliittymä jakautuu seuraaviin kokonaisuuksiin: Cavapa-ohjelma (Cavapa program), kamerakuvan käsittely (Camera), videotiedoston käsittely (VideoFile), tulokset (Results), Cavapa keskus (CavapaBase), videolähde (VideoSource), asetusten hallinta (Settings), ohjainkontrolli (Controller),

Cavapa-käyttöliittymä (CavapaInterface), käyttöliittymän ulkomuoto (GUI) ja etäkäyttöliittymän ulkomuoto (CavapaServer).

Asetusten hallinnan osuus kattaa kaikki haluttujen asetusten hallinnan kameroille ja tarkasteltavalle ajanjaksolle. Analyysitulostenhallinta kattaa sovelluksessa näytettävän liikemäärän ja aktiivisuustason graafissa, sekä näiden tietojen siirtämisen sovelluksesta ulos jatkoanalyysiä varten. Käyttöliittymän ulkoasu sisältää sovelluksen kaikki ulkonäköön liittyvät osuudet kamerakuvan sijoittelusta graafien sijoitteluun. Ohjainkontrolli toimii CAVAPA-ohjelman ja toteutettavan käyttöliittymän välissä rajapintana, joka mahdollistaa ohjelmien kommunikoinnin keskenään.

3.6 Projektin tulokset

Sovelluksen ohella projektiryhmä toteutti seuraavat dokumentit:

- **Ajankäyttöraportti** sisältää ryhmän jäsenten kirjaamat työtunnit sekä niiden jakautumisen eri tehtäväkokonaisuuksille ja tehtäville.
- **Esittelymateriaali** sisältää väli- ja loppuesittelyn materiaalit ja muistiot.
- **Itsearvioinnit** sisältävät ryhmän jäsenten arvioinnit omasta toiminnasta, onnistumisesta, kokemuksista ja oppimisesta.
- **Lisenssisitoumus** määrittää avoimen lähdekoodin ja avointen dokumenttien lisenssit, joiden puitteissa ryhmän jäsenet antavat muille oikeuksia projektin tulosten hyödyntämiseen.
- **Luokkadokumentit** sisältävät lähdekoodista generoidut luokkien kuvaukset.
- **Lähdekoodi** sisältää lähdekoodin kommentteineen.
- **Palaverien dokumentit** sisältävät kokouksien esityslistat, pöytäkirjat ja tilakatsaukset.
- **Projektiraportti** kuvaa projektin toteutunutta läpivientiä ja asetettujen tavoitteiden saavuttamista.
- **Projektisuunnitelma** kuvaa projektin suunniteltua läpivientiä käsitellen mm. tavoitteita, resursseja, käytänteitä, tehtäviä ja niiden arvioituja työmääriä, prosessia ja aikataulua sekä riskien hallintaa.
- **Sovellusraportti** kuvaa toteutetun sovelluksen rakenteen ja toiminnot, puutteelliset ja heikot toteutusratkaisut sekä jatkokehitysideat.
- **Sähköpostiarkistot** sisältävät kaikki projektin sähköpostilistoilla käytyt keskustelut.
- **Testausraportit** sisältävät projektin aikana suoritettujen testauskertojen tulokset.

set.

- **Testaussuunnitelma** kuvaa järjestelmätestauksen suunniteltua läpivientiä.
- **Vaatimusmäärittely** kuvaa kehitettävän sovelluksen toiminnalliset ja tekniset vaatimukset, sekä tavoitteet ja rajoitteet.

Projektin tulokset toteutuivat suunnitellusti.

3.7 Jäsenten oppimistavoitteet

Tietotekniikan Sovellusprojekti-opintojakson oppimistavoitteena on projektimuotoisen työskentelyn oppiminen. Projektiryhmän jäsenet saavat kattavan käsityksen ryhmätyöstä ohjelmistoprojektissa sekä sen vaatimuksista ja työtavoista. Olennaisia tehtäväkokonaisuuksia ovat ohjelmiston kehitykseen liittyen määrittely, suunnittelu, toteutus ja testaus. Erityisesti projektipäällikkö oppii ajankäytön suunnittelua ja hallintaa, sekä projektin hallintaa ja ryhmän johtamista.

Keskeistä sovellusprojektissa on käytännön tekemisen kautta oppiminen sekä aikaisemmillä kursseilla opitun teorian soveltaminen. Jäsenet arvioivat omaa työskentelyään projektin lopussa.

Projektityöskentelyssä vaadittiin taitoja ongelmatilanteiden ratkaisemiseen ja ristiriitojen käsittelyyn. Ryhmä toimi aktiivisesti ja omatoimisesti pitäen projektin ja tilaajan tavoitteet sekä loppukäyttäjien tarpeet mielessä. Tarvittaessa ohjaajilta pyydettiin ohjausta.

Ryhmätyö- ja viestintätaitojen oppiminen oli olennaisessa osassa projektissa. Jäsenet oppivat viestimään ryhmän sisällä sekä projektiorganisaatioon kuuluville ja sidosryhmille. Projektin edetessä jäsenet oppivat myös kirjoittamaan sisällöltään ja kirjoitusasultaan täsmällisiä dokumentteja. Väliesittelyt ja loppuesittelyt kannustivat ryhmää myös kehittämään puheviestinnän taitojaan ja toivat jäsenille esiintymiskokemusta.

Edellisten tavoitteiden lisäksi jäsenet olivat asettaneet seuraavia henkilökohtaisia tavoitteita:

- Joel Kivelän tavoitteena oli oppia laajemman ohjelmistokehityksen vaatimaa ryhmätyötapaa varsinkin toteutuksen osalta.
- Erkki Koskenkorvan tavoitteena oli oppia projektin hallintaa, ajanhallintaa ja ryhmän johtamista.

- Mika Lehtisen tavoitteena oli oppia projektityöskentelyn taitojen ohella vaatimusmäärittelyn laatimista sekä saada lisää kokemusta ohjelmoinnista.
- Oskari Leppäahon tavoitteena oli oppia projekti- ja ryhmätyöskentelyä, sekä C++-ohjelmointia.
- Petri Partasen tavoitteena oli saada kokemusta projektimuotoisesta työskentelestä ja ohjelmoinnista.

Leppäaho ei ollut täysin tyytyväinen ryhmätyö- ja projektityöskentelytaitojen oppimiseen. Hän olisi toivonut näiden asioiden käsittelyä alkuluentojen lisäksi myös projektin aikana. Muilta osin henkilökohtaiset ja ryhmän yhteiset oppimistavoitteet toteutuivat jokaisen ryhmän jäsenen osalta.

4 Organisaatio ja resurssit

Luvussa esitellään projektiorganisaatio, käytössä olleet resurssit sekä projektiin liittyvät oheiskurssit ja perehdytykset. Organisaatio ja resurssit toteutuivat miltei suunnitelman mukaisesti.

4.1 Projektiorganisaatio

Projektiryhmään kuului viisi tietotekniikan laitoksen opiskelijaa: Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen. Projektin projektipäällikkönä toimi Erkki Koskenkorva ja varapäällikkönä Oskari Leppäaho.

Joel Kivelä oli osallistunut aikaisemmin aineopintojen projektityöhön ryhmänjohtajana. Hänellä oli ohjelmointikokemusta signaalinkäsittelystä ja Unix-järjestelmistä, joista oli hyötyä projektissa. Erkki Koskenkorva oli osallistunut aikaisemmin yliopiston peliprojektiin, mikä edesauttoi projektin läpiviennin ymmärrystä ja hallintaa. Mika Lehtisellä oli aiempaa ohjelmointikokemusta yliopiston ohjelmointikursien ja omien ohjelmistoprojektien kautta. Tästä oli hyötyä sovelluksen suunnittelu- ja toteutusvaiheessa. Oskari Leppäaholla oli ohjelmointitaitoja yliopiston ohjelmointikursseilta ja noin kahden vuoden työkokemus ohjelmointityöstä. Petri Partasella oli monipuolista ohjelmointikokemusta ja teknistä osaamista.

Tilaajan edustajina toimivat Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselta Taru Lintunen, Heidi Pasi, Kimmo Suomi ja Hanna Toivonen sekä tietotekniikan laitokselta Ville Tirronen. Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitokselta projektin vastaavana ohjaajana toimi Jukka-Pekka Santanen. Projektin teknisenä ohjaajana toimi Jarkko Vilhunen, ja hän oli kehittänyt käyttöliittymästä kutsuttavan analyysiohjelman. Tarvittaessa hän muokkasi haluttuja rajapintoja käyttöliittymää tukeviksi. Jyväskylän yliopiston IT-palvelut, ja liikuntakasvatuksen laitoksen AV-amanuessi vastasivat ryhmän käytössä olevista laitteista ja ohjelmistoista.

Projektiin kuuluvan viestintäkurssin kirjoitusviestinnän opettajana toimi Timo Nurmi ja puheviestinnän opettajana Hanna Kivimäki. Projektin aikana järjestettävän käytettävyysspäivän piti Johanna Silvennoinen.

4.2 Projektin tilat, laitteet ja verkkolevyt

Tietotekniikan laitos tarjosi ryhmälle projektin ajaksi käyttöön lukittavan projektihuoneen AgC222.2. Projektin jäsenillä oli käytössään kaksi Fedora 18 -käyttöjärjestelmällä ja kolme Windows 7 -käyttöjärjestelmällä varustettua tietokonetta. Tarjottujen laitteiden lisäksi ryhmä käytti myös omia tietokoneitaan tietojärjestelmän kehityksessä, dokumenttien luonnissa ja pöytäkirjojen kirjaamisessa.

Projektiryhmä käytti projektikokouksia varten kokoustilaa Ag C226.1. Tilassa oli käytettävissä Windows 7 -tietokone ja videoprojektori esityksiä varten.

Sovellusprojektien avotilassa oli ryhmän käytettävissä yliopiston monitoimitulostin. Ryhmän jäsenet pystyivät tulostamaan projektiin liittyvät dokumentit ilman maksuja. Ryhmällä oli oikeus varata käyttöönsä videoprojektori, kannettava PC ja digitaalisanelin. Varattavista laitteista ei kuitenkaan käytetty mitään projektin aikana.

Projektiryhmällä oli käytettävissä myös sovelluskehityksessä tarvittavia kameroita. Kameroita löytyi montaa eri mallia, joista projektin jäsenet pystyivät päättämään testaukseen parhaiten soveltuvat.

Projektilla oli käytössään ryhmän jäsenille yhteinen verkkolevy ja WWW-sivusto projektin tiedostojen säilytystä varten. Verkkolevy on hakemistossa [//sovpa7.cc.jyu.fi/liikkuva](http://sovpa7.cc.jyu.fi/liikkuva) ja sivusto osoitteessa <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva>. Sovellusten kehityksen aikana ryhmä päivitti palvelimelle uusimmat versiot sovelluksista, joten kaikki projektiorganisaatioon kuuluvat pääsivät testaamaan kehitettävän tietojärjestelmän versioita.

Projektiryhmällä oli käytettävissä virkistystila, jossa on vedenkeitin ja kahvinkeitin. Tietotekniikan laitos tarjosi ryhmälle kahvit, teet ja mehut.

Projektin tilat, laitteet ja ohjelmistot toteutuivat suunnitelman mukaisesti. Sovelluksessa varsinaisesti käytettäviä kameroita ei saatu projektin aikana käyttöön ollenkaan. Lisäksi tilaajan edustaja Nurmi ei pystynyt osallistumaan projektin läpiviintiin tapaturmansa vuoksi. Myöskään valmista versiota ei saatu tietojärjestelmän käyttämästä CAVAPA-ohjelmasta, joten tietojärjestelmästä ei pystytty toteuttamaan kaikkia vaatimuksia.

4.3 Dokumentointityökalut

Projektisuunnitelma, vaatimusmäärittely, projektiraportti ja osa pöytäkirjoista laadittiin L^AT_EX-ladontaohjelmistolla. Vaatimusmäärittelyn tekemisessä käytettiin myös freemind-ajatuskarttaohjelmaa. OpenOffice.org -toimisto-ohjelmistolla laadittiin lisenssisitoumus ja osa pöytäkirjoista. Lisäesitysgrafiikat, kuten tilakatsaukset, laadittiin PowerPoint-ohjelmalla. Projektin aikataulu laadittiin GanttProject-ohjelmalla ja tehtävätaulukko Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Kaikki edellä mainitut dokumentit julkaistiin myös pdf-muodossa. Raakatekstimuodossa laadittiin muut tekstidokumentit, kuten esityslistat.

Ajankäytönseurantaan ryhmällä oli käytössään Petri Heinosen sovellusprojekteille toteuttama Excel-sovellus [6]. Lisäksi kyseisestä ajankäytönseurannasta saatiin tilakatsauksiin vaadittavat graafit.

Projektiryhmä käytti Git-versiohallintaohjelmistoa lähdekoodin versioiden hallintaan. Dokumenttien versioiden hallinta sijaitsi ryhmän yhteisellä verkkolevyllä.

Dokumentointityökalut toteutuivat suunnitellusti.

4.4 Ohjelmointityökalut

Tietojärjestelmä kehitettiin Qt Creator -ohjelmaa käyttäen. Ohjelmointikielenä toimi C++. Projektissa käytettiin OpenCV-, Qt- ja OpenGL-kirjastoja. Kirjastoja kuvataan tarkemmin vaatimusmäärittelyssä [3].

Ohjelmointityökalujen valinta projektin alussa oli haastavaa, koska ryhmällä ei ollut riittävästi tietoa kehitettävän tietojärjestelmän vaatimuksista, eikä myöskään tarpeeksi kokemusta eri työkalujen soveltuvuudesta tietojärjestelmän toteuttamiseen. Työkalut saatiin valittua kuitenkin suhteellisen nopeasti, eikä valintojen tekeminen hidastanut projektin etenemistä.

4.5 Luennot ja perehdytykset

Projektin ohessa ryhmän jäsenet suorittivat kaksi oheiskurssia. Kurssiin *Sovellusprojektin hallintaa, viestintää ja työkaluja* sisältyivät seuraavat opetustapahtumat:

- aloitusluento,
- vaatimusmäärittely,
- projektin johtaminen ja hallinta,
- käytettävyysspäivä,
- tekijänoikeus ja sopimukset sekä
- versiohallinta.

Viestintäkurssiin *Projektiviestintä IT-alalla* kuuluivat puhe- ja kirjoitusviestinnän luentojen ja ryhmätöiden ohella viestintäkurssilla käsiteltävien dokumenttien kirjoitusasun ja rakenteen muokkauksen työtunnit. Projektin aikana järjestettiin kaksi väliesittelyä, jotka kuuluivat viestintäkurssiin.

Oheiskurssien työtunnit kirjattiin omalle tehtäväkokonaisuudelle työajanseuranta-sovelluksessa [6].

Ryhmän jäsenet saivat järjestetyistä tilaisuuksista hyödyllistä tietoa projektityöskentelyyn. Käytettävyysspäivästä saatu palaute oli erittäin hyödyllistä tietojärjestelmän kehityksessä.

5 Käytänteet

Luvussa kuvataan käytänteitä, joiden avulla projektin tavoitteet saavutettiin laadukkaasti ja aikataulussa. Käytänteissä ei tapahtunut olennaisia muutoksia suunniteltuun verrattuna.

5.1 Palaverit

Projektiorganisaatio pyrki pitämään yhteisen palaverin vähintään kerran kahdessa viikossa. Kokouksia pidettiin helmi- ja maaliskuussa miltei viikottain ja tämän jälkeen noin kahden viikon välein. Seuraavan palaverin ajankohta päätettiin aina edellisessä palaverissa.

Palavereissa käsiteltiin kuluneen viikon aikana tapahtuneita projektin etenemiseen vaikuttaneita asioita sekä tulevia toimenpiteitä ja tarvittavia päätöksiä. Jokaisessa palaverissa käytiin läpi edellisen palaverin pöytäkirjaan merkityt päätökset sekä osallistujille osoitetut toimenpiteet ja niiden tila.

Palavereissa projektipäällikkö esitti **tilakatsauksen**, jossa kuvattiin tehtävien viikoittainen eteneminen, mahdolliset kohdatut ongelmat ja seuraavan viikon suunnitelma. Tilakatsauksessa myös esiteltiin, miten projektiryhmän ja sen yksittäisten jäsenten käyttämät työtunnit jakautuvat projektin eri tehtäväkokonaisuuksiin sekä kuinka monta tuntia ryhmä oli käyttänyt projektiin eri viikkoina.

Palavereissa keskusteltiin toteutettavan sovelluksen ominaisuuksista ja vaatimuksista sekä niiden toteutusratkaisuista. Palavereissa käsitellyt asiat pyrittiin käymään läpi niin perusteellisesti, että asiakkaan edustajan ja projektiryhmän jäsenet ymmärsivät asiat samalla tavalla, eikä väärinymmärryksiä päässyt syntymään. Jos projektiryhmällä oli esittää sovelluksesta konkreettisia käyttöliittymään liittyviä demonstraatioita tai prototyyppejä, ne esiteltiin palavereissa. Palavereissa sovittiin myös projektin läpivientiin liittyvistä käytänteistä.

Jokainen ryhmän jäsen toimi vuorollaan palavereissa **sihteerinä** tai **puheenjohtajana**. Nämä tehtävät kiersivät ryhmän keskenään sopimassa järjestyksessä. Puheenjohtaja johti keskustelua ja piti huolen siitä, että palaveri eteni esityslistan osoittamalla tavalla. Sihteerin puolestaan laati palaverista **pöytäkirjan**, jonka hän toimitti palaverin puheenjohtajalle tarkistettavaksi. Kun pöytäkirja oli puheenjohtajan osalta hyväksytty, sihteeri toimitti sen mahdollisine korjauksineen koko projektiorgani-

saatiolle. Tämän lisäksi jokaisen ryhmän jäsenen ensimmäinen laatima pöytäkirja toimitettiin ennen projektiorganisaatiolle julkistamista vastaavan ohjaajan ja kirjoitusviestinnän opettajan tarkastettavaksi. Pöytäkirja hyväksyttiin seuraavassa palaverissa, ja siihen voitiin esittää tällöin tarvittaessa muutoksia.

Kokoukset toteutuivat suunnitellusti ja ilman suurempia ongelmia.

5.2 Tiedotus

Projektin tiedotuksesta projektiorganisaatiolle vastasi ensisijaisesti projektipäällikkö. Kukin ryhmän jäsenistä huolehti omiin tehtäviinsä, vastuualueisiinsa ja tuloksiinsa liittyvästä tiedotuksesta.

Projektiorganisaation sisäinen sähköpostilista `liikkuva@korppi.jyu.fi` oli tarkoitettu ryhmän jäsenille, ohjaajille ja tilaajien edustajille suunnattuun tiedotukseen. Sähköpostilistalle kuuluivat kaikki projektiorganisaation edustajat. Sähköpostilistalle lähetetyt viestit tallentuivat sähköpostiarkistoon, joka löytyy osoitteesta <https://korppi.jyu.fi/kotka/servlet/list-archive/liikkuva>.

Projektiryhmän jäsenten ja ohjaajien käyttöön oli perustettu sähköpostilista `liikkuva_opetus@korppi.jyu.fi`. Sen sähköpostiarkisto sijaitsee osoitteessa https://korppi.jyu.fi/kotka/servlet/list-archive/liikkuva_opetus/. Sähköpostilistalla käsiteltiin sellaisia asioita, jotka eivät ole merkityksellisiä tilaajalle. Tällaisia asioita olivat esimerkiksi projektiryhmän sisäiset palaverit sekä erilaiset koulutukseen ja ohjelmiston toteutusratkaisuihin liittyvät asiat.

Ryhmän sisäinen tiedotus tapahtui pääosin suullisesti, sillä ryhmän jäsenet työskentelivät samassa tilassa ja olivat yhteydessä toisiinsa lähes päivittäin. Tarvittaessa tiedotus ja keskustelu ryhmän sisällä hoidettiin sähköpostitse. Mikään asia ei osoittautunut niin kiireiseksi, että asia olisi tarvinnut hoitaa puhelimella.

Tiedotus toteutui suunnitellusti ja ilman suurempia ongelmia.

5.3 Tiedostojen nimeäminen

Lähdekooditiedostojen nimeämisessä käytettiin C++ -kielen yleisiä käytänteitä. Tiedostojen ja hakemistojen nimet kirjoitettiin englanniksi. Lisäksi tiedostonimet kirjoitettiin aina pienillä kirjaimilla ja välilyönnit korvattiin alaviivoilla (_). Lähdekoodissa ja dokumentoinnissa käytettyjen tekstitiedostojen tallennusmerkistönä käytettiin ensisijaisesti UTF-8-koodausta.

Dokumenttiedostot nimettiin projektin nimen ohella sisältöä kuvaavilla nimillä ja **dokumentin kielen mukaisesti**. Lisäksi julkistettaessa dokumenttien nimiin liisättiin **versionumero** luvussa 5.7 esitettyjen käytänteiden mukaisesti, esimerkiksi liikkuva_palaveri_[palaverinnumero]_poytakirja_[numero].[numero].[numero].pdf.

5.4 Hakemistorakenne

Hakemistorakenne on projektin WWW-sivustolla ja CD:llä seuraavanlainen:

```
application
  class_documents
  guide
  interface_demos
  program
  source_code
dokumentit
  ajankaytto
  esittelyt
  itsearviointit
  lisenssisitoumus
  projektiraportti
  projektisuunnitelma
  sovellusraportti
  vaatimusmaarittely
palaverit
  esityslistat
  katselmoinnit
```

```
materiaali
poytakirjat
tilakatsaukset
sahkopostiarkistot
liikkuva
liikkuva_opetus
testaus
testausraportit
testaussuunnitelmat
```

Hakemistorakenne toteutui suunnitellusti.

5.5 Lähdekoodi

Sovelluksen lähdekoodi kirjoitettiin noudattaen yleisiä C++ -koodin käytänteitä, ja se kirjoitettiin C++11 -standardia käyttäen. Koodin kommentoinnissa käytettiin Doxygen-dokumenttigeneraattorille sopivaa *JavaDoc*-tyylistä käytäntöä. Projektissa laaditut luokat ja metodit sisällytettiin `liikkuva`-nimiavaruuteen.

Lähdekoodissa käytetyt aliohjelmat, luokat ja muuttujat nimettiin mahdollisimman kuvaavilla englanninkielisillä nimillä. Myös koko lähdekoodin kommentointi toteutettiin englanniksi.

Seuraavassa on esimerkki edellä esitettyjen käytänteiden mukaisesta C++ -koodista.

```
#ifndef GENERALSETTINGS_H
#define GENERALSETTINGS_H
#include "settings.h"
#include "gui/cavapagraph.h"

namespace cavapa_gui
{
/*****
 * Copyright (c) 2014, Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Oskari Leppäaho,
 * Mika Lehtinen and Petri Partanen.
 * All rights reserved.
 *
 * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
 * modification, are permitted provided that the following conditions are
 * met:
 *
 *   * Redistributions of source code must retain the above copyright
 *     notice, this list of conditions and the following disclaimer.
 *   * Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
 *     notice, this list of conditions and the following disclaimer in
 *     the documentation and/or other materials provided with the
 *     distribution.
 *   * Neither the name of the copyright holders nor the names of its
 *     contributors may be used to endorse or promote products derived
 *     from this software without specific prior written permission.
 *
 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS
 * IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO
 * THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR
 * PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDERS OR
 * CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL,
 * EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO,
 * PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR
 * PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF
 * LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING
 * NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS
 * SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

```



```
*****
*
* @brief Represents the application's general settings.
* @author Mika Lehtinen.
*/
class GeneralSettings : public Settings
{
public:
    /**
     * @brief Constructs a new GeneralSettings object with default
     * values.
     */
    GeneralSettings();

    /**
     * @brief Gets the GraphSettings object based on current key
     * values.
     * @return The GraphSettings object.
     */
    GraphSettings getGraphSettings() const;

    /**
     * @brief Sets the keys related to graph settings.
     * @param settings The graph settings as a GraphSettings object.
     */
    void setGraphSettings(const GraphSettings& settings);
};
} //namespace

#endif // GENERALSETTINGS_H
```

Lähdekoodin ja kommentoinnin käytänteet toteutuivat suunnitelman mukaisesti.

5.6 Testaus

Ohjelmoijat suorittivat lähdekoodille tarvittavat yksikkötestaukset, mutta yksikkötestejä ei ohjelmoitu osaksi lähdekoodia. Toteutetun sovelluksen toiminnan laadunvarmistus tapahtui **järjestelmätestauksella**. Järjestelmätestaus järjestettiin kerran.

Testauksen tarkoituksena oli löytää lähdekoodista virheitä ja varmistaa käyttöliittymän lopputuloksen laatu. Samalla varmistuttiin siitä, että toteutettu sovellus toimi suunnitellusti sekä sovellus täytti sille asetetut toiminnalliset ja laadulliset vaatimukset.

Järjestelmätestaukseen osallistui projektiryhmän testauksesta vastaava henkilö. Järjestelmätestauksesta vastaava henkilö laati **testaussuunnitelman** ja vastasi testauskertojen suorittamisesta määritellysti. Testaussuunnitelma sisälsi eri testauskerroilla suoritettavat testitapaukset. Testausraportissa kuvattiin yksittäisellä testauskerralla suoritettujen testitapausten tulokset, virheet ja mahdolliset puutteet. Testausraportin laati testauskerran suorittanut henkilö.

Testauksen käytänteet toteutuivat järjestelmätestauksen osalta suunnitelman mukaisesti. Käytettävyydestä ei järjestetty työtuntien tullessa täyteen.

5.7 Versiohallinta ja -numerointi

Tulosten versiohallinnassa käytettiin Git-versiohallintaohjelmistoa. Sovelluksen lähdekoodi sijoitettiin Git-pohjaiseen YouSource-julkistusjärjestelmään, josta se oli koko ajan myös tilaajan edustajien ja ohjaajien saatavilla. Kaikki sovellukseen ja projektiin liittyvä dokumentaatio säilytettiin verkkolevyllä.

Julkistetuissa dokumenttien versioissa käytettiin **kolmiportaista versionumerointia**. Ryhmän sisäiset versiot aloitettiin versionumerosta 0.0.1, ja kunkin uuden version osalta kasvatettiin vähiten merkitsevää numeroa yhdellä. Tällöin toinen versio oli versionumeroltaan 0.0.2. Projektioorganisaatiolle julkistettu versionumerointi aloitettiin versionumerosta 0.1.0. Seuraavat versiot numeroitiin kasvattamalla toisen tason numeroa yhdellä. Ensimmäisen hyväksytyin version numero oli 1.0.0, ja sitä seuraavissa hyväksytyissä versioissa oltaisiin kasvatettu toisen tason numeroa yhdellä (siis toinen hyväksytty versio olisi 1.1.0).

5.8 Katselmoinnit ja tulosten hyväksyminen

Projektin aikana kirjoitettava lähdekoodi katselmoitiin kaksi kertaa projektin aikana. Katselmoinnissa tekninen ohjaaja kommentoi lähdekoodia antaen vinkkejä ja parannusehdotuksia. Katselmointiin osallistui teknisen ohjaajan lisäksi koko projektiryhmä, ja katselmoinnin havainnot kirjattiin muistioksi. Tekninen ohjaaja myös hyväksyi lähdekoodin sähköpostitse.

Projektin lopussa tulokset kokonaisuutena **hyväksyttiin** projektin ohjaajilla sekä tilaajan edustajilla. Yksittäisistä tuloksista tilaajan edustajan hyväksyntä tarvittiin vähintään toteutetulle sovellukselle, sovellusraportille ja vaatimusmäärittelylle. Tekninen ohjaaja hyväksyi lähdekoodin yhdessä tilaajan edustajan kanssa. Vastava ohjaaja hyväksyi projektin keskeisimmät raportit, joita ovat projektisuunnitelma, projektiraportti, sovellusraportti ja vaatimusmäärittely. Projektisuunnitelma ja -raportti, sovellusraportti sekä vaatimusmäärittely hyväksyttiin projektipäällikön, tilaajan edustajan ja projektin vastaavan ohjaajan allekirjoituksilla.

Katselmoinnit ja tulosten hyväksyminen toteutuivat suunnitelman mukaisesti

5.9 Tulosten koostaminen ja toimittaminen

Projektiryhmä kokosi projektin tulokset tietotekniikan laitokselle julkisesti nähtävillä sijoitettavaan **projektikansioon** ja **CD-levylle**. Projektikansio sijoitettiin projektitilan kokoushuoneessa olevaan kirjahyllyyn. Projektikansioon kerättiin kaikki projektissa hyväksytyt dokumentit ja lähdekoodilistaukset. Dokumenteista CD:lle sijoitettiin sekä alkuperäiset että käännettyt tiedostot. Lisäksi sähköpostiarkistot, projektin tiivis kuvaus ja jäsenten itsearviointit liitettiin projektikansioon ja CD-levylle. CD-levylle tallennettiin edellisten lisäksi myös kehitetty asennettava tietojärjestelmä.

CD-levy koostettiin vasta, kun kaikki projektin tulokset oli hyväksytty. CD-levyjä tehtiin vähintään viisi kappaletta. Tulokset toimitettiin tilaajalle CD-levyllä. Laitokselle toimitettiin projektikansio kera projekti-CD:n. Toinen CD-levy toimitettiin laitoksen arkistoon. CD-levyt tehtiin myös tekniselle ohjaajalle ja tilaajan tekniselle edustajalle.

Tulosten koostaminen ja toimittaminen toteutuivat suunnitelman mukaisesti

6 Tehtävät, työmäärät ja työnjako

Luvussa määritellään ryhmän projektipäällikkö ja varapäällikkö, heidän tehtävänsä kyseisiin rooleihin liittyen sekä oleellisimpien tulosten vastuuhenkilöt. Lisäksi esitellään tehtäväkokonaisuuksien jakautuminen tehtäviin, sekä eri tehtävien työmäärät ja työnjako.

Työnjaossa onnistuttiin hyvin huomioimaan jäsenten poissaolot sekä muiden kursien vaatima työmäärä. Tehtäviin tarvittavia työtunteja ei osattu arvioida riittävän tarkasti, joten joidenkin tehtäväkokonaisuuksien toteutunut työtuntimäärä poikkesi selvästi suunnitellusta.

6.1 Vastuualueet tulosten osalta

Projektipäällikkönä toimi Erkki Koskenkorva ja varapäällikkönä Oskari Leppäaho. Projektipäällikkön ollessa ulkomaan matkallaan varapäällikkö hoiti projektipäällikkön tehtäviä. Projektipäällikkön vastuulle kuuluivat projektin suunnittelu ja hallinta, projektin tilan määrittäminen, ajankäytön seuranta, tiedotus sekä työnjako. Projektipäällikkö vastasi myös projektisuunnitelman ja -raportin laatimisesta.

Olennaisten tulosten vastuuhenkilöt on esitetty taulukossa 6.1. Vastuuhenkilö ei ollut vastuussa koko tuloksen toteuttamisesta yksin, mutta vastasi sen valmistumisesta, tarkastettavaksi toimittamisesta ja tarpeellisesta muokkauksesta. Vastuuhenkilö tiedotti projektiorganisaatiota vastuullaan olevien tulosten valmistumisesta.

Tulos	Vastuhenkilö	Hyväksytty
Projektisuunnitelma	Erkki Koskenkorva	28.4.2014
Projektiraportti	Erkki Koskenkorva	
Sovellusraportti	Petri Partanen	
Vaatimusmäärittely	Mika Lehtinen	
Asetusten hallinta	Mika Lehtinen	
Kamerakuvan käsittely	Petri Partanen	
Analyysinäkymä	Joel Kivelä	
Videonäky	Oskari Leppäaho	
Ohjainkontrolli	Mika Lehtinen	
Rajapinnat analyysiohjelmaan	Petri Partanen	
Videotiedoston käsittely	Petri Partanen	
Järjestelmätestaus	Joel Kivelä	
Käytettävyystestaus	Oskari Leppäaho	

Taulukko 6.1: Olennaisten tulosten vastuhenkilöt.

6.2 Tehtävien työmäärät ja työnjako

6.3 Ryhmän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain**6.4 Joel Kivelän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain****6.5 Erkki Koskenkorvan työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain****6.6 Mika Lehtisen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain****6.7 Oskari Leppäahon työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain****6.8 Petri Partasen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain**

7 Prosessi ja aikataulu

7.1 Prosessi

7.2 Aikataulu

7.3 Ryhmän työtunnit viikottain

7.4 Joel Kivelän työtunnit viikottain

7.5 Erkki Koskenkorvan työtunnit viikottain

7.6 Mika Lehtisen työtunnit viikottain

7.7 Oskari Leppäahon työtunnit viikottain

7.8 Petri Partasen työtunnit viikottain

8 Riskit ja niiden hallinta

Luvussa kuvataan projektin ennakoitujen riskien toteutumista, ehkäisemistä ja käsittelyä sekä niiden vaikutusta projektin läpivientiin ja tuloksiin.

8.1 Riskien todennäköisyydet ja haitat

Riskien arvioidut todennäköisyydet ja niistä seuraavat haittavaikutukset sekä toteutunut haittavaikutus on esitetty taulukossa 8.1. Todennäköisyyttä ja haittavaikutusta arvioidaan asteikolla pieni, keskinkertainen ja suuri.

Riskejä ennakoitiin hyödyntäen edellisten sovellusprojektien dokumentteja, joissa kuvattiin riskejä ja niiden toteumia. Projektin aikana ei toteutunut ennakoimattomia riskejä.

Riski	Arvioitu todennäköisyys	Arvioitu haittavaikutus	Toteutunut haittavaikutus
Jäsenten tietotaidon puutteet	keskinkertainen	keskinkertainen	pieni
Tavoitteiden rajaaminen ja muuttuminen	keskinkertainen	keskinkertainen	pieni
Jäsenten poissaolot	keskinkertainen	pieni	pieni
Kokemattomuus projektinhallinnassa	keskinkertainen	pieni	pieni
Analyysikomponenttiin tarvittavat muutokset	keskinkertainen	pieni	suuri
Tilaajan edustajien tai ohjaajien poissaolot	keskinkertainen	pieni	pieni
Tiedotuksen puutteet	pieni	keskinkertainen	pieni
Kameroiden ja muiden laitteiden toimivuus	pieni	keskinkertainen	keskinkertainen

Taulukko 8.1: Arvioidut riskit, niiden todennäköisyys ja haittavaikutus.

8.2 Jäsenten tietotaidon puutteet

Ohjelmiston toteutuksessa käytettiin monia eri työkaluja ja tekniikoita, joista projektiryhmän jäsenillä ei ollut aikaisempaa kokemusta. Näin ollen ryhmä ei aina osannut ennakoida mahdollisia ongelmakohtia. Tietotaidon puutteet eivät kuitenkaan vaikeuttaneet tavoitteiden saavuttamista tai viivästyttäneet projektin aikataulua.

Ryhmän sisällä oli tietoa tietyistä työkaluista ja tekniikoista, joiden käyttämiseen myös muut ryhmän jäsenet tutustuivat. Näin ongelmia kohdattaessa olemassa olevaa tietotaitoa pystyttiin hyödyntämään ryhmän sisällä. Pysymällä tutuissa työkaluissa ja tekniikoissa pystyttiin myös paremmin ennakoimaan ongelmia.

Ennakoitu riski jäsenten tietotaidon puutteesta toteutui, mutta sen haittavaikutukset jäivät pieniksi. Kaikkiin työkaluihin perehdyttiin tarpeeksi hyvin, ja annetut tehtävät saatiin suoritettua.

8.3 Tavoitteiden rajaaminen ja muuttuminen

Tilaaajan edustajien tavoitteet poikkesivat välillä toisistaan, ja niissä painotettiin eri asioita joten vaatimusmäärittelyn laatimiseen kiinnitettiin paljon huomiota. Ryhmän muodostama kuva ohjelmiston tavoitteista oli kuitenkin yhtenäinen tilaaajan toiveiden ja tarpeiden kanssa.

Ryhmä joutui projektin alussa käyttämään paljon aikaa sovittaakseen tilaaajan näkemykset yhtenäiseksi vaatimusmäärittelyksi, jotta ryhmän jäsenillä ja tilaajalla oli selkeä kuva siitä, mitä ohjelmiston osia ja toimintoja ehdittiin saada projektin aikana valmiiksi.

Ohjelmistoa kehitettäessä kommunikointiin tiiviisti ryhmän ja tilaaajan kesken, jotta mahdolliset erot tavoitteissa huomattiin nopeasti. Käyttöliittymähahmotelmilla ja -prototyypeillä saatiin tilaajalla esiteltyä projektiryhmän näkemystä kehitettävän ohjelmiston toiminnallisuuksista ja ominaisuuksista. Vaatimusmäärittelyyn päivitettiin projektin aikana toteutettavat vaatimukset ja priorisoitiin ne.

Sovittujen tavoitteiden muuttuessa ryhmä ja tilaaja yhdessä päätti, mitä vaatimusmäärittelyn vaatimuksia voitiin siirtää jatkokehitykseen, jotta uudet tavoitteet voitiin toteuttaa pysyen aikataulussa. Projektin kuluessa huomattiin, että vaatimusmäärittelyn priorisointi oli liian optimistinen ja kaikkia luvattuja vaatimuksia ei ehditty toteuttaa, joten osaa vaatimuksista siirrettiin alemmalle prioriteetille.

Ennakoitu riski tavoitteiden rajaamisesta ja muuttumisesta toteutui, mutta sen haittavaikutukset jäivät pieniksi.

8.4 Jäsenten poissaolot

Ryhmän jäsenillä oli muutamia ennakoimattomia poissaoloja sairauksien takia. Projektipäällikkö ei päässyt tulemaan toiseen väliesittelyyn ollenkaan, mutta muista tärkeistä tapaamisista ei joutunut kukaan olemaan poissa ennakoimattomien poissaolojen takia. Tämän lisäksi Erkki Koskenkorvalla olis kesken projektin suunniteltu viikon poissaolo, jonka aikana hän ei osallistunut projektiin. Koskenkorva oli poissa myös 3 päivää projektin loppupäästä. Projektin projektipäällikkönä toimi kyseisinä ajanjaksoina projektin varapäällikkö Oskari Leppäaho.

Mistään tapahtuneesta poissaolosta ei ollut mainittavaa haittaa projektin läpivienille. Ennakoitu riski jäsenten poissaoloista toteutui, mutta sen haittavaikutukset jäivät pieniksi.

8.5 Kokemattomuus projektihallinnassa

Projektipäällikkönä toimineena henkilöllä ei ollut aiempaa kokemusta projektin päällikkyydestä. Projektin aikana ei kuitenkaan ilmennyt yhtään tilannetta, jossa projektipäällikön kokemattomuus olisi aiheuttanut suurempia ongelmia. Myöskään projektipäällikön loma projektin puolella välissä ei aiheuttanut ongelmia projektille.

Sekä Koskenkorva että Leppäaho hoitivat tehtävänsä onnistuneesti. Projektipäällikkönä toimineet henkilöt olivat koko projektin läpiviennin ajan tietoisia ryhmän jäsenten tehtävistä, sekä he huolehtivat työmäärien ja tehtävien tasaisesta jakautumisesta jäsenten kesken. Muut ryhmän jäsenet auttoivat tarvittaessa projektipäällikköä projektin hallinnassa, ja ongelmallisia tilanteita ratkaistiin ryhmänä. Projektiryhmästä oli suuri apu projektipäällikön tehtävissä.

8.6 Analyysikomponenttiin tarvittavat muutokset

CAVAPA-ohjelma ei ollut täysin valmis käyttöliittymästä kutsuttavaksi. Tarvittavat muutokset hidastivat toimivan version saantia projektiryhmälle, niin paljon ettei täysin toimivaa versiota saatu projektiryhmälle koskaan. Rajapintoja kehitettiin ilman finaali-versiota CAVAPA-ohjelmasta, ja tämä tuotti suuria ongelmia projektin etenemisessä.

Projektin vaatimuksista jäi toteuttamatta kokonaan lämpökuvan tuottaminen, koska lämpökuvaa oli mahdoton tehdä ilman finaali-versiota CAVAPA-ohjelmasta. Liian suuren viivästyksen aiheutuessa saatiin CAVAPA-ohjelmasta kuitenkin rajapinnan kautta oikeaa dataa muistuttavaa dataa antava versio. Tällä versiolla testattiin tietojärjestelmän toimivuutta ja saatettiin projekti loppuun.

Ennakoitu riski analyysikomponenttiin tarvittavista muutoksista toteutui ja tämä aiheutti projektille suurta haittaa. Projekti saatiin vietyä läpi ilman finaali-versiota CAVAPA-ohjelmasta, mutta osa vaatimuksista jäi toteuttamatta tästä johtuen.

8.7 Tilaajan edustajien tai ohjaajien poissaolot

Tilaajien ja ohjaajien kaikki edustajat eivät pystyneet aina olemaan paikalla. Suurta ongelmaa ei tästä muodostunut, koska ainakin aina yksi henkilö tilaajien ja ohjaajien edustajista oli tavoitettavissa. Ongelma esiintyi vain kerran palaverissa. Tilaajan edustajista kukaan ei olisi päässyt paikalle, joten palaveri siirrettiin seuraavan viikon alkuun.

Projektin puolella välissä tilaajan edustaja Nurmi loukkasi jalkansa, eikä enää pystynyt osallistumaan projektin tapaamisiin tai projektiin muutenkaan. Tästä ei kuitenkaan muodostunut suurempaa ongelmaa projektin kannalta.

Ennakoitu riski tilaajan edustajien tai ohjaajien poissaoloista toteutui, mutta sen haittavaikutukset jäivät pieniksi.

8.8 Tiedotuksen puutteet

Säännöllisesti järjestetyissä palavereissa tilaajat saivat hyvin tietoa projektin tilasta. Tiedotus suoritetuista tehtävistä tai projektin etenemisestä oli pientä palaverien ulkopuolella, mutta tämä ei suuremmin haitannut projektin läpivientä.

Ryhmän sisäisessä tiedotuksessa ei ollut mitään ongelmia. Ryhmä oli usein samassa tilassa työskentelemässä ja kaikki muut saatiin hyvin nopeasti tavoitettua sähköpostien avulla. Kommunikaatio sujui ongelmitta, ja tiedotus tuntui toimivan koko ryhmälle juuri sellaisenaan.

Ennakoitu riski tiedotuksen puutteesta toteutui osittain tilaajien kohdalla, mutta sen haittavaikutukset jäivät erittäin pieniksi.

8.9 Kameroiden ja muiden laitteiden toimivuus

Kameroiden saaminen projektiryhmälle viivästyí projektin alussa, joka omasta puolestaan haittasi koodin testauksen alkamista. Ensimmäiset kamerat, jotka tuotiin projektiryhmälle käytettäväksi olivat vääränlaisia, eivätkä soveltuneet testauskäyttöön. Myöhemmin projektiryhmä sai käyttöönsä kameroita, jotka soveltuivat testi-käyttöön.

Lisäksi sovellukselle tarkoitettujen kameroiden asennus ja niiden käyttöönotto venähtivät aivan liian myöhään projektin loppupuolelle. Tämä aiheutti sen, ettei näiden kameroiden toimivuutta pystytty takaamaan projektiryhmän taholta. Kameroiden toimivuuden takaaminen jää projektin jälkeiseksi tehtäväksi.

Ennakoitu riski kameroiden ja muiden laitteiden toimivuudesta toteutui ja sen haittavaikutukset olivat keskisuuria.

9 Jäsenten kokemuksia

9.1 Joel Kivelän kokemuksia

9.2 Erkki Koskenkorvan kokemuksia

9.3 Mika Lehtisen kokemuksia

9.4 Oskari Leppäahon kokemuksia

9.5 Petri Partasen kokemuksia

10 Yhteenveto

Liikkuva-projekti toteutti Sovellusprojekti-kurssilla keväällä 2014 Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle käyttöliittymän konenäköpohjaiselle liike-mittarille. Käyttöliittymä helpottaa olemassa olevan analyysiohjelman käyttämistä tutkimuskäytössä ja muussa käytössä.

Käyttöliittymässä tutkija valitsee tarvittavat videolähteet ja voi tehdä niille liikeana-lyysiä. Analyysin datan saa tuotua ulos myös ohjelmasta käsiteltäväksi muihin oh-jelmiin. Käyttöliittymässä voi liittää metatietoa mittauksille sekä yksittäisille ajan-kohdille. Tämän lisäksi käyttöliittymässä voi tehdä kameran paikan kalibroinnin.

Projekti onnistui tavoitteissaan erinomaisesti. Kaikkia vaatimusmäärittelyssä suun-niteltuja toimintoja ei ehditty toteuttaa, mutta ryhmä pystyi projektin aikana hy-vin arvioimaan toimintojen toteutumisasteita ja priorisoimaan vaatimuksia tilaajan kanssa sen mukaisesti. Kaikista ilmenneistä ongelmista selvittiin ja jäsenet toimivat hyvin ryhmänä. Osa ongelmista esti haluttujen vaatimusten toteutumista.

Projektin tulokset luovutettiin tilaajalle toukokuun lopussa. Tietojärjestelmän kehit-täminen jatkuu projektin jälkeen tilaajan toimesta.

Sovellusprojektin kautta projektiryhmä sai paljon kokemusta käyttöliittymän suun-nittelusta, määrittelystä ja toteutuksesta. Lisäksi ryhmä sai kattavan käsityksen oh-jelmistoprojektissa työskentelystä sekä sen vaatimuksista ja työtavoista. Ryhmän jäsenet oppivat asioita käytännön tekemisen kautta sekä sovelsivat aikaisemmilla kurseilla opittuja tietotaitoja.

11 Lähteet

- [1] Tapio Keränen, Toni Salminen, Jari Salokangas ja Lauri Satokangas, "Paatti-sovellusprojekti, Projektiraportti", saatavilla PDF-muodossa <URL: http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/paatti/dokumentit/projektiraportti/paatti_projektiraportti_1.0.0.pdf>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 7.6.2012.
- [2] Jarkko Aalto, Timo Konu, Samuli Kärkkäinen, Samuli Rahkonen ja Miika Rautio, "Potku-sovellusprojekti, Projektiraportti", saatavilla PDF-muodossa <URL: http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/potku/dokumentit/projektiraportti/potku_projektiraportti_1.0.0.pdf>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 29.5.2013.
- [3] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Vaatimusmäärittely", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 23.4.2014.
- [4] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Sovellusraportti", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 20.5.2014.
- [5] Jukka-Pekka Santanen, "Tietotekniikan Sovellusprojektien ohje", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.mit.jyu.fi/opetus/sovellusprojektit/projohje.pdf>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 29.1.2013.
- [6] Petri Heinonen, "Ajankäytönseurantasovellus", saatavilla Excel-muodossa <URL: <http://appro.mit.jyu.fi/tools/ajankaytto/ajankaytonseuranta.xls>>, Jyväskylän yliopisto, informaatioteknologian tiedekunta, viitattu 7.2.2014.