

# **Liikkuva-sovellusprojekti**

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

## **Sovellusraportti**

Julkinen  
Versio 0.4.2  
3.6.2014

**Jyväskylän yliopisto  
Tietotekniikan laitos  
Jyväskylä**

<b>Hyväksyjä</b>	<b>Päivämäärä</b>	<b>Allekirjoitus</b>	<b>Nimenselvennys</b>
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, Sovellusraportti

**Sivumäärä:** 48

**Tiivistelmä:** Liikkuva-projekti kehitti Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle käyttöliittymän konenäköpohjaiselle liikemittarille. Sovellusraportissa kuvataan projektissa kehitetyn tietojärjestelmän prototyyppi käyttöliittymän, sovelluksen kokonaisu rakenteen, syöte- ja vastetiedostojen, tavoitteiden toteutumisen sekä puutteellisten ja heikkojen toteutusratkaisujen osalta.

**Avainsanat:** Jatkokehitys, komponentit, kokonaisrakenne, konenäkö, käyttöliittymä, käytänteet, liikemittari, rajapinnat, tavoitteet, testaus, tiedostot, tietojärjestelmä.

## Muutoshistoria

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.0.1	12.5.2014	Muokattiin lukua "Johdanto" projektisuunnitelman [7] pohjalta.	OL
0.0.2	13.5.2014	Aloitettiin luku "Käyttöliittymä" (3).	OL
0.1.0	14.5.2014	Kirjoitettiin luku "Käyttöliittymä" (3) loppuun. Muokattiin lukua "Sovelluksen rakenne" projektisuunnitelman [7] pohjalta.	OL
0.1.1	19.5.2014	Korjattiin lukua "Käyttöliittymä" (3) vastaavan ohjaajan palautteen perusteella.	OL
0.2.0	20.5.2014	Korjattiin lukua "Käyttöliittymä" (3) vastaavan ohjaajan palautteen perusteella. Lisättiin lukuun alaluvut "Pääikkunan komentovalikko" (3.13) ja "Tilarivi" (3.17). Päivitettiin ja korjattiin muotoiluja myös lukuun "Sovelluksen kokonaisrakenne ja rajapinnat" (4). Lisättiin otsikot puuttuville pääluvuille.	OL
0.2.1	21.5.2014	Kirjoitettiin luvut "Ulkopuoliset Komponentit" (4.2), "Olennaisimmat muutokset toteutusratkaisuissa" (4.3), "Syöte- ja vastetiedostojen kuvaus" (nykyisessä versiossa jaettu lukuihin 4.4 – 4.6), "Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut" (5.3) ja "Jatkokehitykseen suositellut toiminnallisuudet" (siirretty nykyisessä versiossa lukuun 5.3)	OL
0.3.0	22.5.2014	Täydennettiin lukuja "Syöte- ja vastetiedostojen kuvaus" (nykyisessä versiossa jaettu lukuihin 4.4 – 4.6), "Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut" (5.3) ja "Jatkokehitykseen suositellut toiminnallisuudet" (siirretty nykyisessä versiossa lukuun 5.3). Kirjoitettiin luvut "Käytännöt" (poistettu nykyisestä versiosta), "Vaatimusten toteutuminen" (5.1) ja "Yhteenveto" (7).	OL
0.4.0	27.5.2014	Muokattu dokumentin kirjoitusasua kauttaaltaan. Täydennetty lukuja 5, 6 ja 7.	OL

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.4.1	27.5.2014	Muokattu lukuun "Termit" (2) korjaukset, jotka oli tehty projektiraporttiin. Korjattu muutamia automaattisen oikoluvun havaitsemissa kirjoitusvirheitä.	OL
0.5.0	3.6.2014	Kirjoitusvirheitä ja sanavalintoja sekä dokumentin asettelua korjattu kauttaaltaan. Muokattu avainsanalistaa. Päivitetty regressiotestauksen tulokset lukuun "Suoritetut testaukset ja niiden tulokset" (5.2). Lisätty lukuun "Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut" (5.3) maininta helpommista mahdollisuuksista toteuttaa yhden videokameran kalibrointi sekä kameran kierron viemisestä CAVAPA-ohjelmalle väärällä tavalla. Poistettu luvussa ollut maininta Windowsissa kaatuilusta. Jaettu luvussa olleet listat omiksi luvuikseen. Poistettu luvusta "Aktiivisuusdatan kuvaajien välilehteä koskevat kehitysideoita" (5.6) maininta merkittyjen ajanhetkien tallentumisesta ainoastaan mittauksen aikana. Lisätty lukuun idea kuvaajien skaalautumistapaan tarjottavista vaihtoehdoista. Lisätty lukuun "Kameran asetusten välilehteä koskevat kehitysideoita" (5.9) maininta ongelmasta kalibrointiasetuksia ladatessa samannimisiä USB-kameroita käyttäessä. Lisätty lukuun "Videonäkymää koskevat kehitysideoita" (5.12) idea mahdollisuudesta kelata videotiedostoja ruutu kerrallaan sekä maininta Linuxissa sutuksi menevistä kalibrointipisteiden numeroista. Lisätty lukuun "Ohjeita jatkokehittäjälle" (6.1) maininta Doxygenillä generoituun dokumentaatioon tulevista epätoivotuista sivunvaihtoista. Poistettu luvusta "Yhteenveto" (7) luettelo sovelluksen tärkeimmistä näkymistä.	OL

## 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

### Tilaaja:

- 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
- Jarkko Vilhunen 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/](http://korppi.jyu.fi/kotka/servlet/list-archive/liikkuva_opetus/)
- Työhuone: Agora C222.2, puh. 040-8053308



# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Termit</b>	<b>2</b>
2.1	Kohdealueen termejä . . . . .	2
2.2	Analyysin termejä . . . . .	3
2.3	Ohjelmistoja ja teknisiä termejä . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Käyttöliittymä</b>	<b>6</b>
3.1	Sovelluksen näkymät . . . . .	6
3.2	Pääikkuna . . . . .	7
3.3	Videonäkymä . . . . .	8
3.4	Videolähteiden hallinta . . . . .	9
3.5	Mittauksen metatiedot . . . . .	10
3.6	Kameran asetukset . . . . .	10
3.7	Aktiivisuusdatan kuvaajat . . . . .	12
3.8	Loki . . . . .	15
3.9	Mittauksen hallinta . . . . .	16
3.10	Uuden merkin lisäys . . . . .	16
3.11	CSV-tiedostoon tallennus . . . . .	17
3.12	Kuvaajien asetukset . . . . .	19
3.13	Pääikkunan komentovalikot . . . . .	19
3.14	Videovirran avaus . . . . .	21
3.15	Ohjelman asetukset . . . . .	21
3.16	Tietoa ohjelmasta . . . . .	22
3.17	Tilarivi . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Sovelluksen kokonaisrakenne ja rajapinnat</b>	<b>23</b>
4.1	Sovelluksen kokonaisrakenne . . . . .	23
4.2	Ulkopuoliset komponentit . . . . .	24
4.3	Olellisimmat muutokset toteutusratkaisuihin . . . . .	25
4.4	Asetustiedosto . . . . .	25
4.5	Mittauksen metadatatiedosto . . . . .	28
4.6	Analyysidatatiedosto . . . . .	32



<b>5</b>	<b>Tavoitteiden toteutuminen</b>	<b>34</b>
5.1	Vaatimusten toteutuminen . . . . .	34
5.2	Suoritetut testaukset ja niiden tulokset . . . . .	35
5.3	Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut . . . . .	35
5.4	Sovellusta yleisesti koskevat kehitysideat . . . . .	36
5.5	Mittauksen metatietojen välilehteä koskevat kehitysideat . . . . .	37
5.6	Aktiivisuusdatan kuvaajien välilehteä koskevat kehitysideat . . . . .	38
5.7	Uuden merkin lisäyksikkunaa (katso luku 3.10) koskevat kehitysideat	40
5.8	CSV-tiedostoon tallennusikkunaa koskevat kehitysideat . . . . .	40
5.9	Kameran asetusten välilehteä koskevat kehitysideat . . . . .	41
5.10	Videolähteiden hallintanäkymää koskevat kehitysideat . . . . .	41
5.11	Lokivälilehteä koskevat kehitysideat . . . . .	42
5.12	Videonäkymää koskevat kehitysideat . . . . .	42
5.13	Pääikkunan komentovalikoita koskevat kehitysideat . . . . .	43
<b>6</b>	<b>Ohjeita ylläpitäjälle ja jatkokehittäjälle</b>	<b>44</b>
6.1	Ohjeita jatkokehittäjälle . . . . .	44
6.2	Ohjeita ylläpitäjälle . . . . .	44
<b>7</b>	<b>Yhteenveto</b>	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>Lähteet</b>	<b>47</b>



# 1 Johdanto

Liikkuva-projekti kehitti Sovellusprojekti-kurssilla keväällä 2014 Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle käyttöliittymän konenäköpohjaiselle liikemittarille. Liikemittaria tullaan käyttämään pääasiassa tutkimustarkoituksiin.

Sovellusprojektissa kehitetty käyttöliittymä on osa tietojärjestelmää, johon kuuluu käyttöliittymän lisäksi videon liikemäärää analysoiva ohjelma sekä niiden ja videokameroiden väliset ohjelmakerrokset. Käyttöliittymä toimii videosoittimena näyttäen nauhoitetun materiaalin ja siitä mitatun liikemääräkäyrän. Lisäksi käyttöliittymällä pystytään suorittamaan liikemäärämittauksessa tarvittava 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.

Sovellusraportin laatimisessa on hyödynnetty Paatti-projektin sovellusraporttia [1] sekä Liikkuva-projektin projektiraporttia [6], projektisuunnitelmaa [7], vaatimusmäärittelyä [10] ja testausraportteja [2], [3], [8] sekä [9]. Muita liikkuva-projektin dokumentteja ovat luokkadokumentaatio [5] ja testaussuunnitelma [4].

Sovellusraportti muodostuu kahdeksasta luvusta. Luvussa 2 kuvataan olennaisia termejä. Luvussa 3 kuvataan sovelluksen käyttöliittymää näkymittäin. Luvussa 4 kuvataan sovelluksen kokonaisrakenne ja rajapinnat. Luvussa 5 kuvataan tavoitteiden toteutumista. Luvussa 6 annetaan ohjeita ylläpitäjälle ja jatkokehittäjälle.

## 2 Termit

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

### 2.1 Kohdealueen termejä

Projektin kohdealueen termejä ovat seuraavat:

<b>CAVAPA</b>	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.
<b>Konenäkö</b>	on tietojärjestelmä, joka analysoi tarkasteltavasta liikkuvasta kuvasta dataa. Konenäköllä voidaan korvata ihmiselle rasittavia rutiinitehtäviä esimerkiksi liukuhihnalla tai suorittaa ihmisen näkökyvylle mahdottomia tehtäviä käyttämällä aallonpituuksia, joita ihmisen silmä ei pysty havaitsemaan.
<b>Käyttöliittymä</b>	on ohjelmiston osa, jonka kautta käyttäjä käyttää ohjelmistoa.
<b>Liikemittari</b>	on mittari, joka mittaa liikemäärää tapahtuneen mittauksen aikana.
<b>Liikemäärä</b>	on fysikaalinen suure, joka on suoraan verrannollinen aktiivisuustasoon (katso luku 2.2).
<b>Lämpökuva</b>	on kaksiulotteinen kuva esittäen värein alueet, joilla videokuvassa aktiivisuutta esiintyi määritellyllä aikavälillä.
<b>Ryhmä</b>	on ihmisjoukko, jonka aktiivisuutta videokuvasta mitataan.
<b>Sovellus</b>	on tietojärjestelmän osa, joka sisältää analyysiohjelman ja käyttöliittymän sekä niiden väliset välityskerrokset.
<b>Tietojärjestelmä</b>	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:

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

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

## 2.3 Ohjelmistoja ja teknisiä termejä

Ohjelmistoja ja teknisiä termejä ovat seuraavat:

<b>CSV</b>	eli Comma Separated Values on tiedostomuoto, jolla tallennetaan taulukkomuotoista tietoa tekstitiedostoon.
<b>Doxygen</b>	on ohjelma luokkadokumentaation generointiin ohjelmakoodista.
<b>Excel</b>	on taulukkolaskentaohjelma, jonka toiminta perustuu taulukon soluihin.
<b>FPS</b>	eli Frames Per Second on lukuarvo, joka kertoo, montako kuvapäivitystä videolähteestä otetaan yhden sekunnin aikana.
<b>JavaDoc</b>	on ohjelma, jonka avulla Javan lähdekoodista voidaan generoida luokkadokumentaatio.

<b>JPEG</b>	eli JPG on häviöllinen kuvatiedostoformaatti.
<b>Ohjelmakirjasto</b>	on yleiskäyttöinen kokoelma ohjelmakoodia, joka on tarkoitettu hyödynnettäväksi ohjelmistoja kirjoitettaessa. Tällöin ohjelmoijien ei tarvitse ratkoa sellaisia ongelmia, jotka joku muu on jo ratkaissut.
<b>Lähdekoodi</b>	on tietokoneohjelman tekstimuotoinen ohjelmointikielinen listaus. Ennen varsinaista suorituskelpoista ohjelmaa lähdekoodi käännetään objektimuotoiseksi ohjelmaksi.
<b>MJPEG</b>	eli MJPG on videokuvan pakkaustekniikka, jossa jokainen videon ruutu pakataan JPG-kuvana.
<b>MPEG-4</b>	on MJPG:tä edistyneempi videokuvan pakkaustekniikka.
<b>OpenGL</b>	on grafiikkakirjasto ennen kaikkea 3D-grafiikan piirtoon.
<b>OpenCV</b>	on konenäkökirjasto, joka mahdollistaa muun muassa videokameroiden ja videotiedostojen käsittelyn.
<b>PDF</b>	eli Portable Document Format on PostScript-kieleen pohjautuva ohjelmistoriippumaton, siirrettävä tiedostomuoto.
<b>PNG</b>	on häviötön kuvatiedostoformaatti.
<b>Qt</b>	on käyttöliittymäkirjasto, jolla on mahdollista toteuttaa C++-kielellä ohjelmia, joista voidaan helposti tehdä toimivat versiot usealle eri käyttöjärjestelmälle.
<b>SVG</b>	eli Scalable Vector Graphic on vektorikuvaformaatti.
<b>XML</b>	eli Extensible Markup Language on tekstimuotoinen merkin-täkieli, jolla tiedon merkitys voidaan kuvata tiedon yhteyteen.

## 3 Käyttöliittymä

Luvussa esitellään sovelluksen käyttöliittymän eri näkymät sekä niihin liittyvät toiminnot ja niiden väliset suhteet.

### 3.1 Sovelluksen näkymät

Kuvassa 3.1 havainnollistetaan sovelluksen eri näkymiä. Pääikkunanäkymä (luku 3.2) sisältää

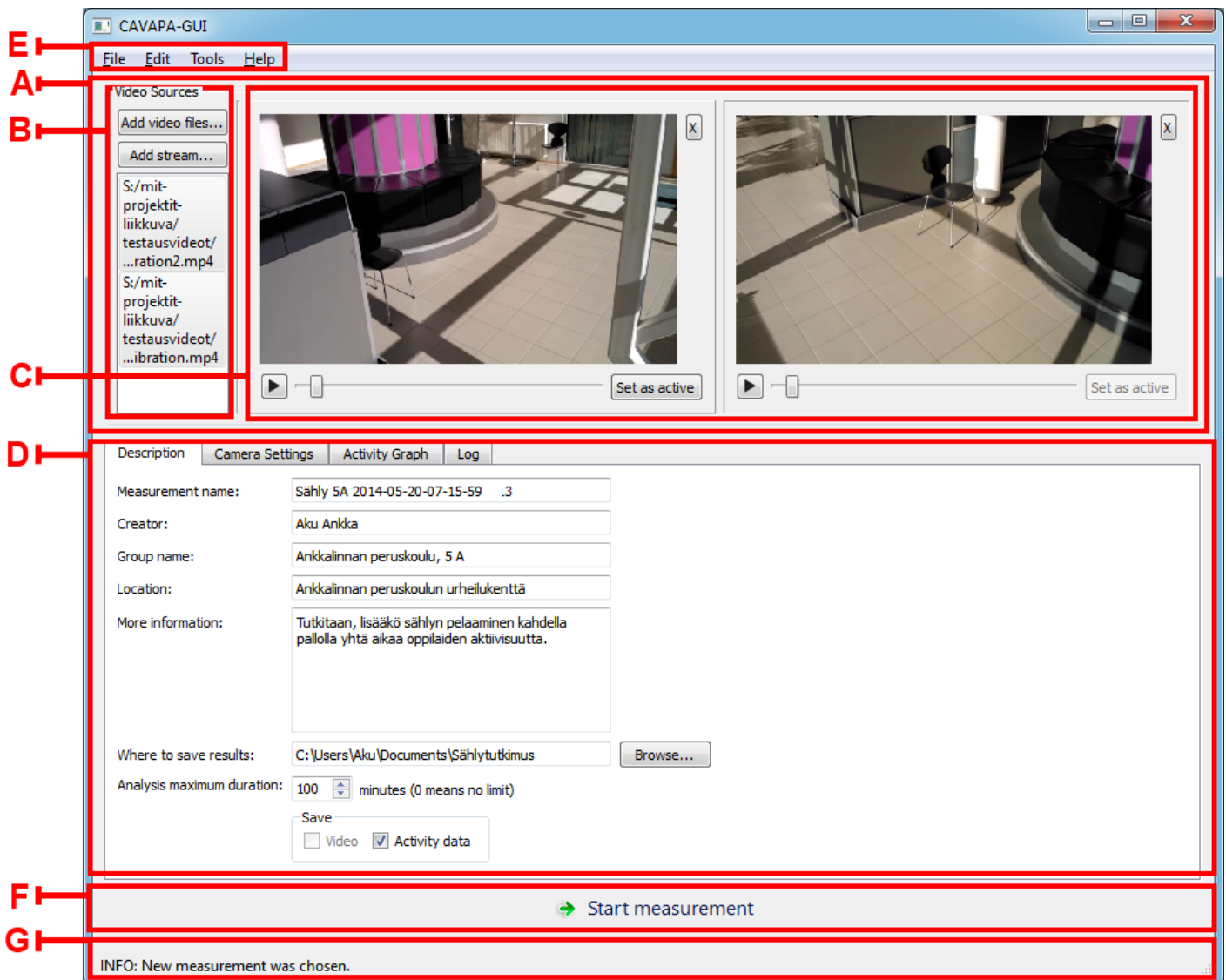
- videonäkymät (osoitettu kirjaimella C, luku 3.3),
- videolähteiden hallinnan (B, luku 3.4),
- välilehtien näkymät (D, luvut 3.5 – 3.8),
  - mittausta kuvaavat metatiedot (*Description*),
  - videolähteiden kalibroinnin (*Camera Settings*),
  - analyysin tuolkset (*Activity Graph*),
  - lokin (*Log*),
- mittauksen hallinnan painikkeet (F, luku 3.9) ja
- tilarivin (G, luku 3.17).

Muut näkymät ovat erillisiä ikkunoita. *Activity Graph* -välilehteen liittyvät näkymät *Add new marker*, *Export to CSV* ja *Graph Settings* esitellään luvuissa 3.10 – 3.12. Pääikkunan komentovalikoista (E, luku 3.13) ovat avattavissa ikkunat *Open stream*, *Settings* ja *About*, jotka esitellään luvuissa 3.14 – 3.16. Sovelluksessa on lisäksi dialogeja, joissa valitaan tiedostoja levyltä tai määritetään, mihin tiedostoon jotain tallennetaan. Kyseisiä tiedostojen valinta- ja tallennusikkunoita ei kuvata tarkemmin, sillä ne vastaavat käyttöjärjestelmän konventioita.



## 3.2 Pääikkuna

Kuvassa 3.1 esitetty pääikkuna on sovelluksen päänäkymä, joka aukeaa sovellus käynnistettäessä. Ikkunan yläosassa (A) näkyvät käytettävät videolähteet (B), jotka voivat esittää videokameroita tai -tiedostoja. Yläosan vasemmassa reunassa (C) hallitaan mittaukseen valittuja videolähteitä.



Kuva 3.1: Pääikkuna.

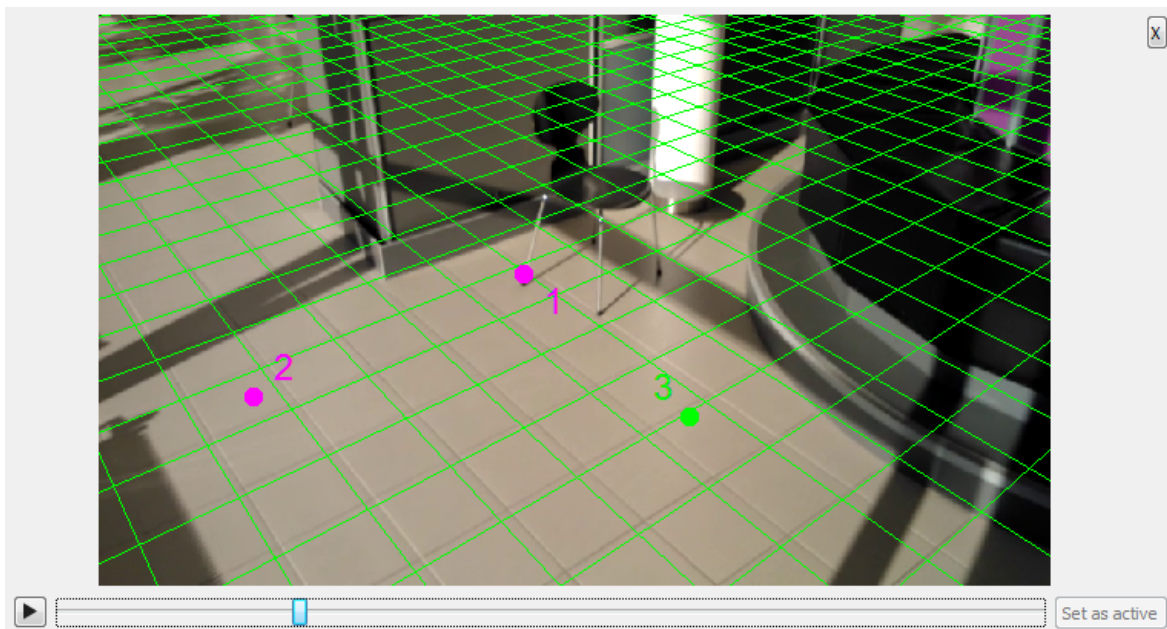
Päänäkymän alaosassa (D) ovat mittauksen asetuksiin ja tulosten esittämiseen liittyvät välilehdet. Näiden alapuolella on painike mittauksen aloittamiseen, kun mittauksen asetukset on ensin valittu (F). Kun mittaus on käynnissä, painikkeen tilalle tulevat mittauksen peruuttamisen ja lopettamisen mahdollistavat painikkeet sekä

videotiedostoja analysoitaessa myös taukopainike.

Pääikkunan yläreunassa ovat komentovalikot (E) ja alareunassa on tilarivi (G), jossa esitetään informaatio-, varoitus- ja virheviestejä ohjelman toimintaan liittyen.

### 3.3 Videonäkymä

Jokaiselle mittaukseen valitulle videolähteelle on pääikkunan yläosassa oma videonäkymänsä (kuva 3.2). Videonäkymässä esitetään kameroilta tulevat kuvat tai valittujen videotiedostojen kuvat. Kunkin videolähteen voi poistaa mittauksesta painamalla videonäkymän oikeassa yläkulmassa olevaa X-painiketta.



Kuva 3.2: Videonäkymä, jossa on näkyvillä kalibroitiruudukko ja -pisteet.

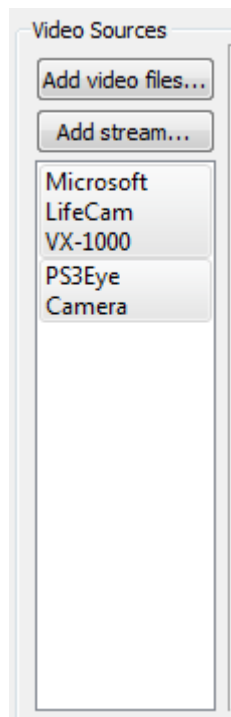
Videotiedostojen ollessa kyseessä voi videoita soittaa ja kelata ennen mittauksen aloittamista. Mittaus aloitetaan videotiedostojen tapauksessa kohdasta, johon video on kelattu aloituspainiketta painettaessa. Jos videot alkavat eri ajanhetkinä, voidaan ne synkronoida kelaamalla ne samaan kohtaan ennen aloituspainikkeen painamista. Mittauksen ollessa käynnissä videonäkymässä esitetään havaitut liikkuvat kohteet korostettuina värillisillä suorakulmioilla.

Kalibroitaessa analyysialgoritmia voidaan videonäkymässä tarkastella kalibroitiruudukkoa tai kalibroitipisteitä. Ruudukon tai pisteet voi tuoda näkyviin tai pois-

taa näkyvistä *Camera Settings* -välilehdellä (katso luku 3.6). *Set as active* -painikkeella valitaan, mitä videolähdettä *Camera Settings* -välilehden kalibrointisäätimillä kalibroidaan. Kalibrointipisteitä käytettäessä kyseistä painiketta ei tarvitse painaa. Kalibrointia kuvataan tarkemmin luvussa 3.6.

### 3.4 Videolähteiden hallinta

Pääikkunan (katso kuva 3.1) vasemmassa yläkulmassa on *Video Sources* -näkyvä (kuva 3.3). Kyseisessä näkymässä voi ennen mittauksen aloittamista lisätä videotiedostoja tai internetin kautta lähetettäviä videovirtoja mittaukseen.



Kuva 3.3: Videolähteiden hallinta.

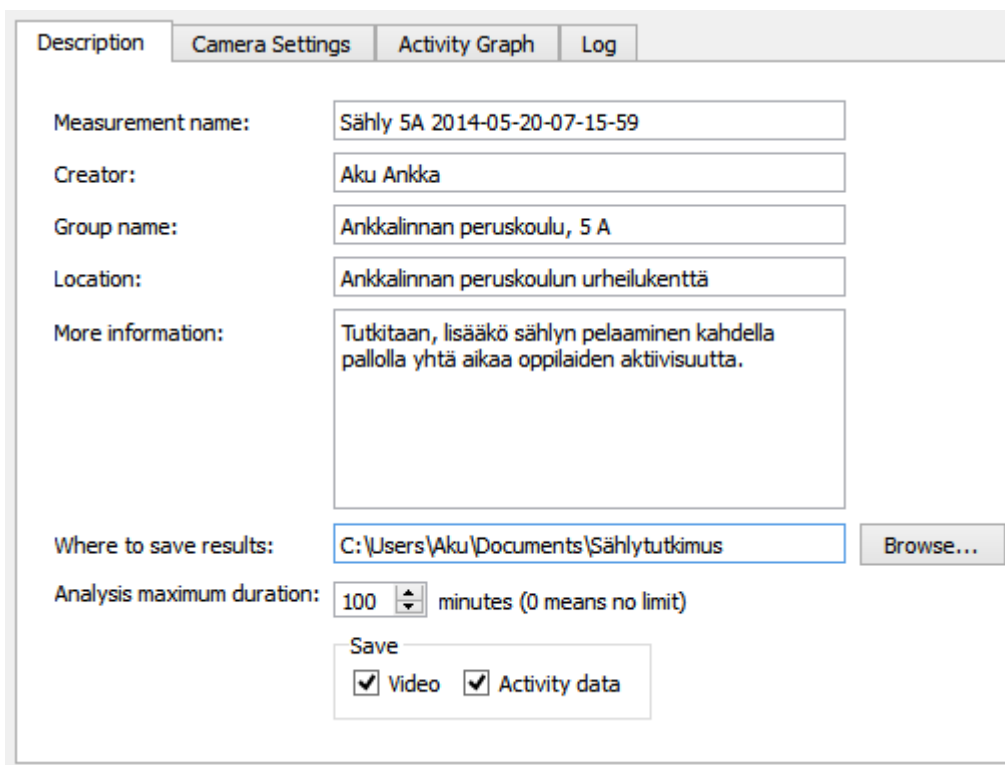
Tietokoneeseen liitetyt videokamerat tulevat automaattisesti videolähteiksi, kun ohjelma käynnistetään. Jos videokameran on poistanut videolähteiden joukosta tai tietokoneeseen on kiinnittänyt uuden videokameran ohjelman käynnistämisen jälkeen, voi kaikki tietokoneeseen liitetyt videokamerat tuoda jälleen näkyviin *Edit*-valikon (katso luku 3.13) komennolla *Refresh cameras*.

*Video sources* -näkymässä voi myös valita näkyvillä olevat videolähteet. Klikkaamalla videolähteen nimeä sen voi poistaa näkyvistä, ja piilotetun videolähteen nimeä

klikkaamalla sen voi tuoda näkyviin.

### 3.5 Mittauksen metatiedot

Kuvassa 3.4 esitetylle *Description*-välilehdelle täytetään mittausta kuvaavia ja yksilöiviä metatietoja, kuten mittauksen nimi, suorittaja ja liikuntaryhmän nimi. Välilehdellä valitaan myös mittauksen tallennuskansio ja analyysin maksimipituus. Käyttäjä voi myös valita, haluaako hän tallentaa kiintolevyille videokuvaa ja aktiivisuusdataa.



The screenshot shows a software interface with four tabs: 'Description', 'Camera Settings', 'Activity Graph', and 'Log'. The 'Description' tab is active. It contains several input fields and a 'Save' button. The fields are: 'Measurement name' (Sähly 5A 2014-05-20-07-15-59), 'Creator' (Aku Anka), 'Group name' (Ankkalinnan peruskoulu, 5 A), 'Location' (Ankkalinnan peruskoulun urheilukenttä), 'More information' (a text area containing 'Tutkitaan, lisääkö sählyn pelaaminen kahdella pallolla yhtä aikaa oppilaiden aktiivisuutta.'), 'Where to save results' (C:\Users\Aku\Documents\Sählytutkimus) with a 'Browse...' button, and 'Analysis maximum duration' (100 minutes (0 means no limit)). The 'Save' button has two checked checkboxes: 'Video' and 'Activity data'.

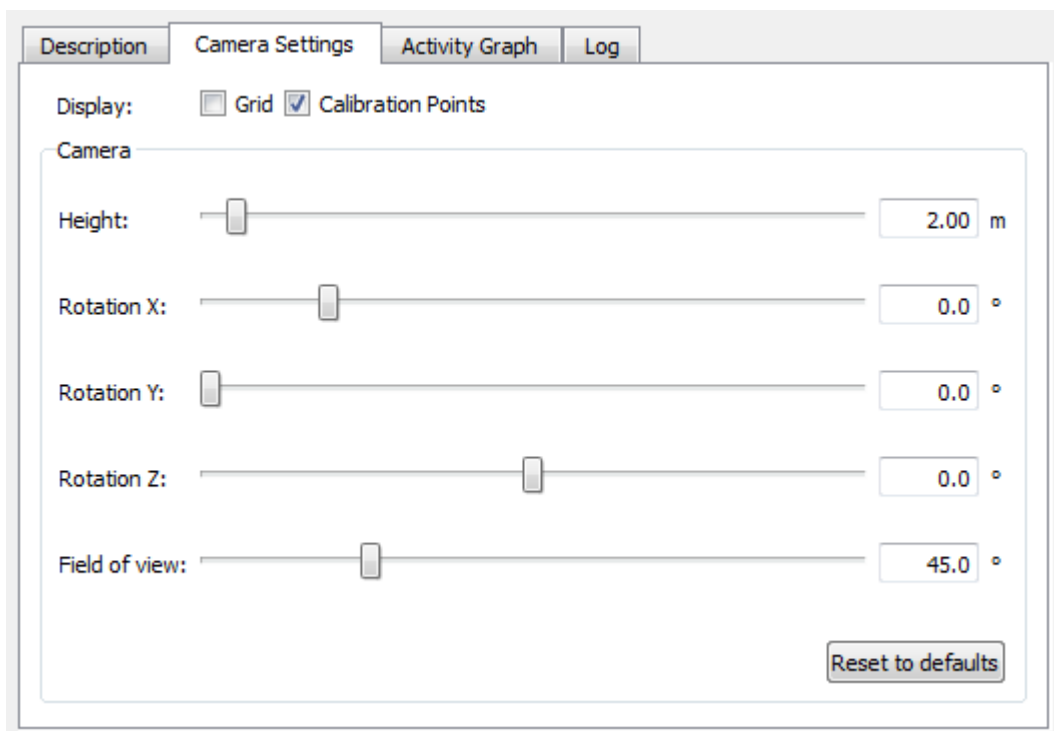
Kuva 3.4: Mittauksen metatiedot.

### 3.6 Kameran asetukset

Kuvassa 3.5 esitetyllä *Camera Settings* -välilehdellä käyttäjä voi valita, näytetäänkö kuvassa 3.2 esitetyn videonäkymän päällä kalibroitiruudukkoa tai kalibroitipisteitä. Välilehdellä käyttäjä voi kalibroida analyysialgoritmin arvioimalla kameran korkeutta ja kulmaa eri akseleiden suhteen sekä katselukulmaa. Arvot voi syöttää

joko liikusäätimillä tai syöttökenttiin. Arvon syöttökenttään syöttämisen jälkeen on painettava *enter*-näppäintä syötetyn arvon vahvistamiseksi.

Videonäkymässä (katso kuva 3.2) näkyvä ruudukko havainnollistaa, missä maan pinta kulkisi kulloisillakin kameran parametrien arvoilla. Videonäkymässä on napsautettava ensin *Set as active* -painiketta, jolla valitaan kalibroitava videonäkymä. Videonäkymässä on myös mahdollista kelata videota, jotta löydettäisiin kohta, joka on mahdollisimman helppo kalibroida.



Kuva 3.5: Kameran asetukset.

Analyysin kannalta oleellimmat kalibroitiruudukon avulla säädettävät kameran parametrit ovat kameran korkeus ja sen kulma X-akselin suhteen, eli miten ylös tai alas kamera osoittaa. Jos maanpinnan tason arviointi ruudukon avulla tuottaa vaikeuksia, on kameran asetukset mahdollista määrittää myös arvioimalla sen sijaintia kuvaustilanteessa todellisessa maailmassa silmämääräisesti näiden kahden parametrin osalta. Kameran korkeudeksi voi asettaa suoraan kameran arvioidun korkeuden metreissä.

Kameran kulma X-akselin suhteen määräytyy seuraavasti:

- Kameran osoittaessa yläviistoon kulma on välillä  $[-90^\circ, 0^\circ]$ .
- Kameran osoittaessa vaakasuoraan kulma on  $0^\circ$

- Kameran osoittaessa alaviistoon kulma on välillä  $[0^\circ, 90^\circ]$
- Kameran osoittaessa suoraan maata kohden kulma on  $90^\circ$

Jos samaa aluetta kuvaavia videokameroita on useita, on suositeltavaa käyttää kalibrointiin **kalibrointipisteitä**. Näitä voi lisätä valikosta, joka aukeaa napsauttamalla videonäkymää (katso kuva 3.2) hiiren kakkospainikkeella. Kalibrointipisteillä merkitään jokaiseen videonäkymään jokin sama maailman piste, esimerkiksi liikuntasalin rajaviivan kulma. Pisteitä on lisättävä vähintään kolme kuhunkin videolähteeseen, jotta kalibrointi olisi mahdollista. Pisteitä on myös oltava sama määrä jokaisessa videolähteessä. Kalibrointipisteitä käytettäessä *Camera Settings* -välilehden liukusäätimien arvoja ei oteta huomioon.

Kalibrointipisteitä voi poistaa videonäkymän hiirivalikosta. Komento *Remove selected calibration point* poistaa valittuna olevan kalibrointipisteen (pisteitä voi valita hiirellä napsauttamalla). Komento *Remove all calibration points* poistaa kaikki kalibrointipisteet kyseisestä videonäkymästä.

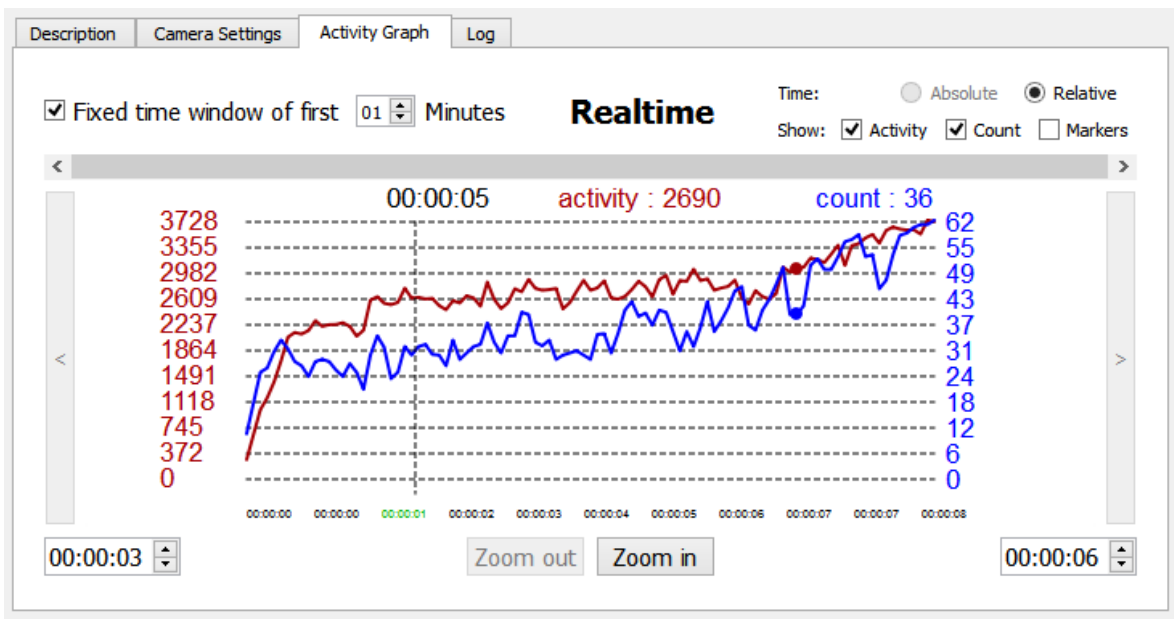
### 3.7 Aktiivisuusdatan kuvaajat

Kuvassa 3.6 esitetty *Activity Graph* -välilehti havainnollistaa mittausdataa kuvaajien avulla mittauksen aikana ja sen jälkeen. Välilehdellä esitetään korkeintaan kaksi kuvaajaa, joista toinen esittää havaitun aktiivisuuden määrää ja toinen havaittujen liikkuvien kohteiden määrää. Kuvaajien vasemmassa reunassa näkyy aktiivisuuskuvaajan asteikko ja oikeassa reunassa liikkuvien kohteiden määrän kuvaajan asteikko.

Viemällä hiiren osoittimen kuvaajien ylle, niiden yläpuolella esitetään kyseisellä ajanhetkellä mitattu aktiivisuuden määrä ja havaittujen liikkuvien kohteiden lukumäärä kuvaajia vastaavilla väreillä, sekä kyseisen ajanhetken aikaleima. Kyseinen ajanhetki korostetaan myös kuvaajissa näkyvillä pisteillä.

*Activity Graph* -välilehden toiminnot ovat seuraavat:

**Hiirellä napsauttamalla** voi valita kuvaajista tietyn kohdan. Jos kuvaajiin lisää hiirivalikosta merkin (katso luku 3.10), kun jokin kohta kuvaajasta on valittuna, tulee merkki valittuun kohtaan.



Kuva 3.6: Aktiivisuusdatan kuvaajat.

#### Hiirellä maalaamalla

voi valita kuvaajista aikavälin. Tämä vaikuttaa *Zoom in* -painikkeen toimintaan siten, että painiketta painamalla tarkasteltavaa aikaväliä rajataan valitun aikavälin mukaiseksi. Alueen valitseminen vaikuttaa myös hiirivalikon *Export to CSV File* -komentoon (katso luku 3.11) siten, että CSV-tiedostoon vietään ainoastaan valittu aikaväli.

#### Aikakentät

*Activity Graph* -välilehden vasemmassa ja oikeassa alakulmassa ovat toinen tapa valita osa kuvaajasta.

**Kaksoisnapsauttamalla hiirellä** kuvaajia voidaan nimetä valittu ajanhetki (katso luku 3.10).

**Fixed time window of first (n) minutes** -valintaruutu määrittää, mitä kuvaajista näytetään niiden ollessa zoomattuna mahdollisimman kauaksi. Voidaan näyttää joko lukukenttään syötetty määrä minutteja kuvaajien lopusta tai koko kuvaajat.

#### Realtime Analysis

-teksti kuvaajien yllä kertoo, että tarkasteltavaa aikaväliä ei ole rajattu. Jos aikaväliä on rajattu, tekstinä on *Data Analysis*.

<b>Time</b>	-valintapainikkeilla voidaan videokameralta tulevaa kuvaa analysoitaessa vaihtaa esitystapaa kuvaajien alapuolella näkyvien aikaleimojen sekä hiiren kuvaajan päälle vietäessä näkyvän aikaleiman osalta. <i>Absolute</i> -valinnalla aikaleimat kuvaavat todellisia kellonaikoja, kun taas <i>Relative</i> -valinnalla aikaleimat kuvaavat mittauksen aloituksesta kulunutta aikaa.
<b>Show</b>	-valintaruuduilla on mahdollista piilottaa ja tuoda näkyviin aktiivisuuskuvaaja ( <i>Activity</i> -valintaruutu), havaittujen kohteiden lukumäärän kuvaaja ( <i>Count</i> -valintaruutu) tai nimettyjen ajanhetkien nimet ( <i>Markers</i> -valintaruutu).
<b>Zoom in</b>	-painiketta painamalla kuvaajista voi tarkastella pienempää aikaväliä kerralla. Jos hiirellä maalaamalla tai aikaikkunoilla on valittu kuvaajista jokin aikaväli, rajataan näkyvä osa kuvaajista tälle välille.
<b>Zoom out</b>	-painiketta painamalla kuvaajista voi tarkastella suurempaa aikaväliä kerralla.
<b>Nuolipainikkeet</b>	kuvaajien molemmilla puolilla mahdollistavat tarkasteltavan aikavälin siirron. Nuolipainikkeita voi myös pitää pohjassa, jolloin kuvaajia kelataan, kunnes painike vapautetaan.
<b>Vierityspalkki</b>	kuvaajien yläpuolella mahdollistaa tarkasteltavan aikavälin siirron.

Napsauttamalla kuvaajia hiiren kakkospainikkeella aukeaa hiirivalikko, jossa on seuraavat komennot:

<b>Create Marker</b>	nimeää ajanhetken, jonka kohdalla hiirivalikko avattiin (katso luku 3.10).
<b>Delete Marker</b>	poistaa nimetyn ajanhetken, jonka kohdalla hiirivalikko avattiin.

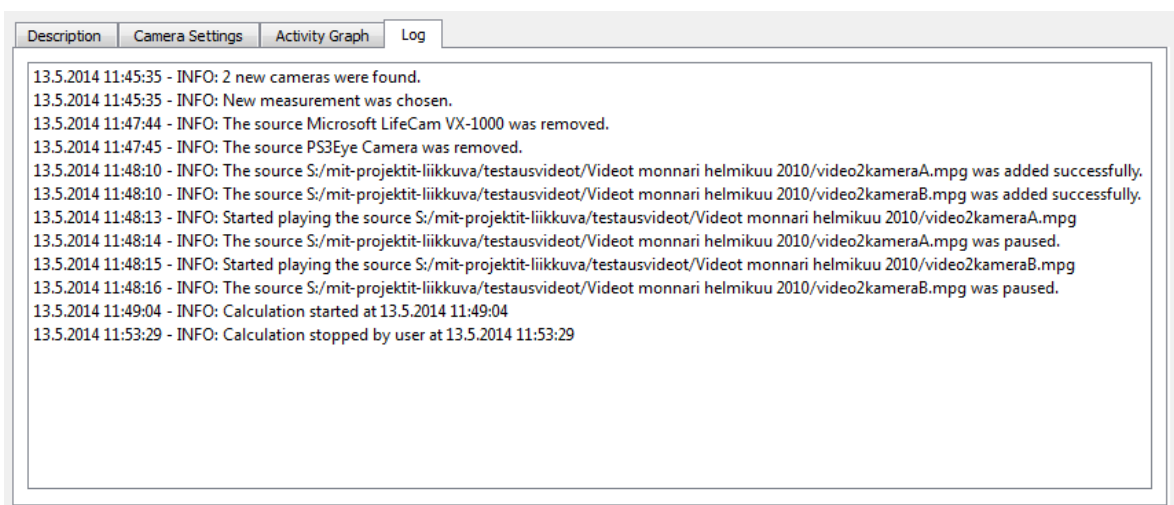


- Save to SVG Image** tallentaa kuvaajat SVG-kuvaksi. Kuvatiedostoksi tallennetaan kuvaajanäkymä sellaisena kuin se tallennushetkellä esitetään, ts. rajausta, valinta ja merkityt ajanhetket vastaavat tallennushetken tilannetta.
- Export to CSV File** vie valitun alueen tulosdatan CSV-tiedostoon. Jos mitään aluetta ei ole valittu, eikä tarkasteluväliä ole rajattu, vietään kaikki analysoitu data (katso luku 3.11).
- Graph Settings** avaa *Graph Settings* -ikkunan, jossa voidaan säätää kuvaajaan liittyviä asetuksia (katso luku 3.12).

Lukujen 3.10 – 3.12 näkymät liittyvät aktiivisuuskuvaajiin.

## 3.8 Loki

Kuvassa 3.7 esitetyllä *Log*-välilehdellä näkyvät käyttäjälle tilarivillä (katso luku 3.17) lähetetyt viestit aikaleimoinen. Nämä voivat olla informaatio-, varoitus- tai virheviestejä.



Kuva 3.7: Loki.

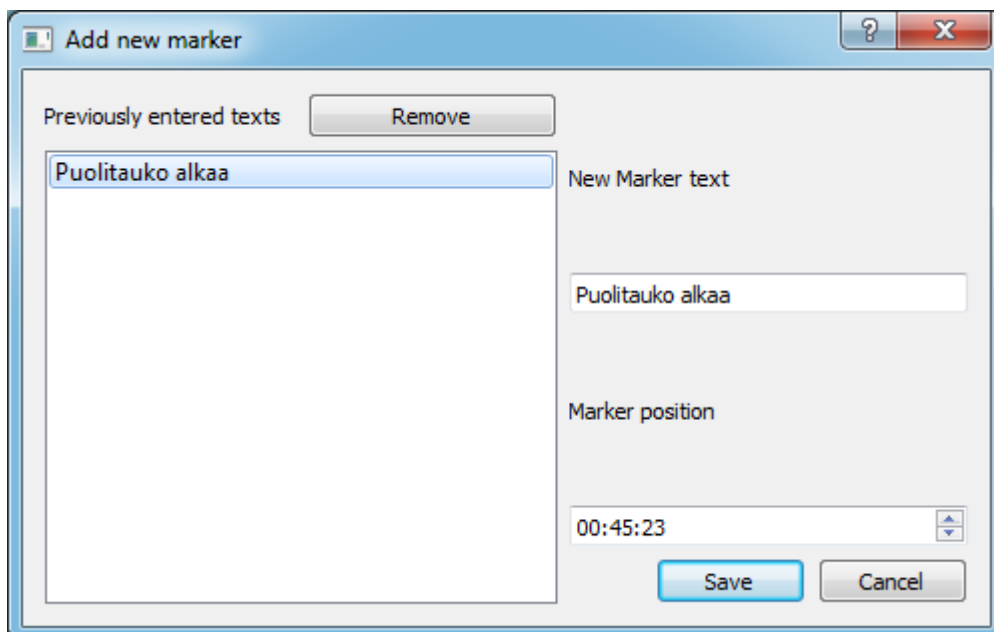
### 3.9 Mittauksen hallinta

Mittaus käynnistetään painamalla pääikkunan (katso kuva 3.1) *Start Measurement* -painiketta. Tämän jälkeen mittauksen metatietoja (katso luku 3.5) ei enää voi muokata. Mittauksen ollessa käynnissä käytössä ovat seuraavat painikkeet:

- *Cancel* peruuttaa mittauksen, jolloin mitään dataa ei tallenneta.
- *Stop* lopettaa mittauksen
- *Pause* laittaa mittauksen tauolle, jolloin sitä voidaan vielä jatkaa. Painike on käytettävissä ainoastaan videotiedostoja analysoidessa.

### 3.10 Uuden merkin lisäys

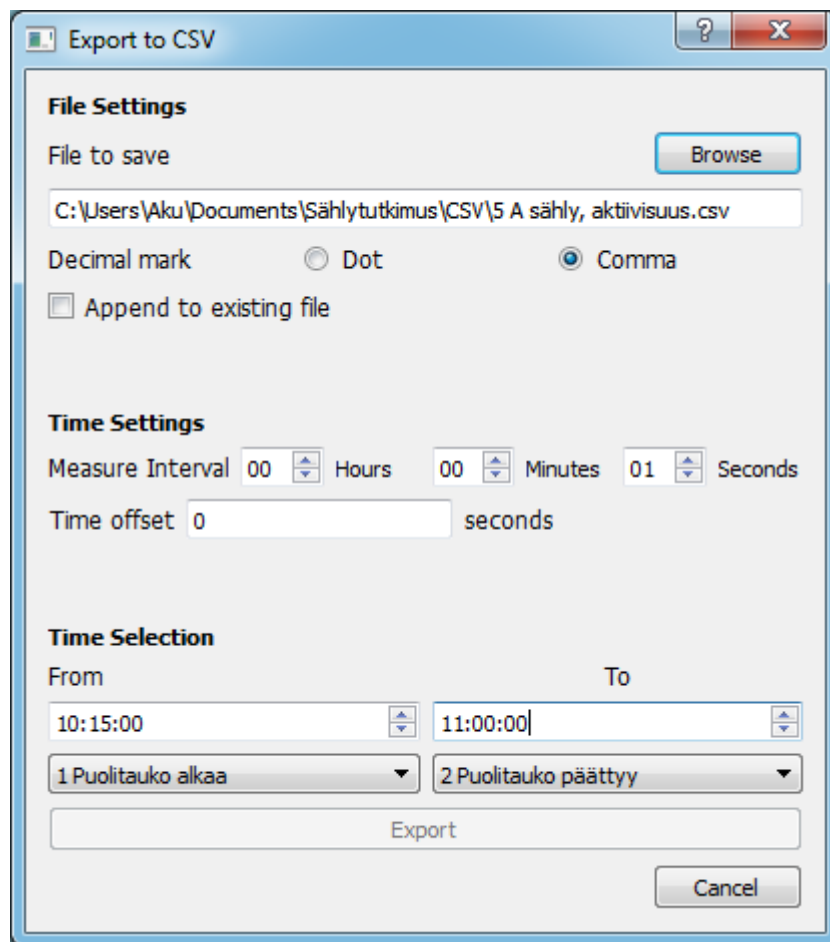
Kuvassa 3.8 esitetty *Add new marker* -ikkuna avataan *Acitivity Graph* -välilehdellä (katso kuva 3.6) olevien kuvaajien hiirivalikosta valinnalla *Create Marker* tai kaksoisnapsauttamalla kuvaajia. Ikkunassa nimetään kuvaajiin kyseinen ajanhetki. Ikkunassa näkyvät aiemmin käytetyt ajanhetkien nimet, ja merkinnän aikaleimaa voi muuttaa. Nimetyt ajanhetket tulevat näkyviin myös vietäessä dataa CSV-tiedostoon.



Kuva 3.8: Uuden merkin lisäysnäkyvä.

### 3.11 CSV-tiedostoon tallennus

Kuvassa 3.9 esitetty *Export to CSV* -ikkuna avataan *Activity Graph* -välilehdellä (katso kuva 3.6) olevien kuvaajien hiirivalikosta valinnalla *Export to CSV File* tai pääikkunasta *File*-valikon (katso luku 3.13) komennolla *Export activity graph data....* Ikkunan avulla tallennetaan valittuna olevan alueen tai koko mittauksen data Excel-taulukkolaskentaohjelmalla luettavissa olevaan CSV-tiedostoon.



Kuva 3.9: Tallennus CSV-tiedostoon.

Ikkunassa on mahdollista määrittää seuraavat asetukset CSV-vientiä varten:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>File to save</b>            | määrittää polun, johon CSV-tiedosto tallennetaan.  |
| <b>Decimal mark</b>            | määrittää, onko desimaalimerkkinä piste vai pilkku.  |
| <b>Append to existing file</b> | määrittää, lisätäänkö tiedot vanhan tiedoston perään vai kirjoitetaanko vanhan tiedoston päälle. <i>File to save</i> |

-kentässä tulee olla valittuna jokin olemassa oleva tiedosto.

**Measure Interval**

määrittää aikavälin, jonka mittaisista mittausjaksoista viedyt tiedot ovat keskiarvoja.

**Time offset**

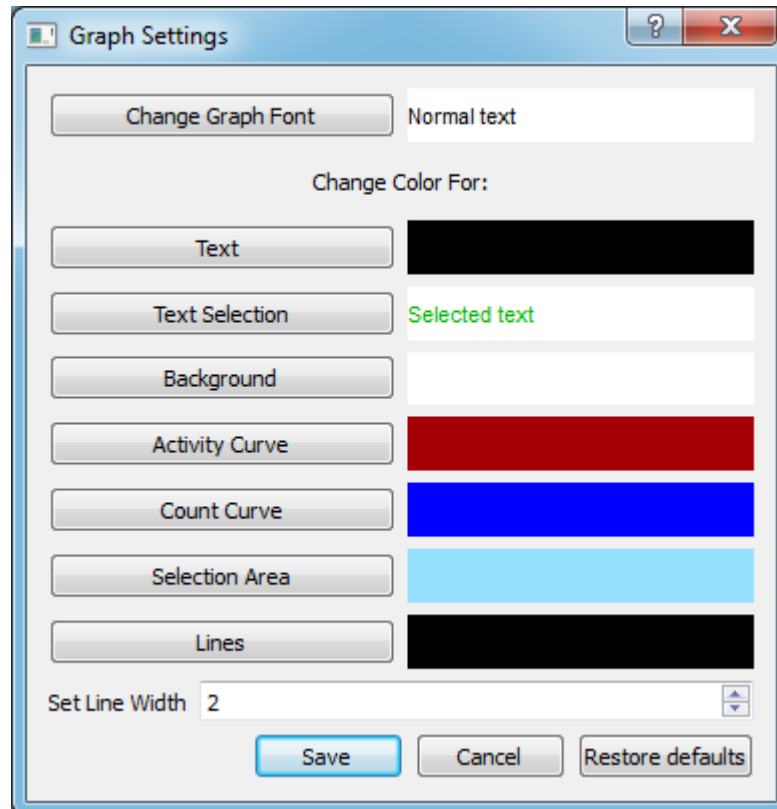
määrittää mittausdatan aikaleimoihin lisättävän määrän sekunteja. Arvo voi olla myös negatiivinen.

**Time Selection**

määrittää aikavälin, jonka data halutaan viedä CSV-tiedostoon. Aikaväli voidaan määrittää antamalla aloitus- ja lopetusaika tai valitsemalla videoon nimetyt ajanhetket aloitus- ja lopetusajaksi.

### 3.12 Kuvaajien asetukset

Kuvassa 3.10 esitetty *Graph Settings* -ikkuna avataan *Activity Graph* -välilehdellä (katso kuva 3.6) olevien kuvaajien hiirivalikosta valinnalla *Graph Settings*. Ikkunassa voi muokata kuvaajien ulkoasua vaihtamalla kuvaajissa käytettyä kirjasinta, värejä ja kuvaajien viivojen paksuutta.



Kuva 3.10: Kuvaajien asetukset.

### 3.13 Pääikkunan komentovalikot

Pääikkunan *File*-valikko sisältää seuraavat komennot:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>New measurement</b>              | luo uuden mittauksen. Käytössä olevat video-lähteet säilyvät. |
| <b>Open existing measurement...</b> | avaa aiemmin suoritetun mittauksen. Mittaus                   |

---

	avataan valitsemalla siitä tallennettu XML-tiedosto.
<b>Redo current measurement</b>	suorittaa nykyisen mittauksen uudestaan.
<b>Open video files...</b>	avaa videotiedostoja. Tiedostot lisätään mittaukseen videolähteiksi.
<b>Open stream...</b>	avaa videovirran URL-osoitteen perusteella. Videovirta lisätään mittaukseen videolähteeksi (katso luku 3.14).
<b>Export activity graph data...</b>	tallentaa aktiivisuuskuvaajien datan CSV-tiedostoon (katso luku 3.11).
<b>Export activity graph image...</b>	tallentaa aktiivisuuskuvaajat SVG-tiedostoksi. Tiedostoon tallennetaan kuvaajanäkymä sellaisena kuin se tallennushetkellä näyttää, ts. raja- ja valinta ja merkityt ajanhetket vastaavat tallennushetken tilannetta.
<b>Exit</b>	sulkee ohjelman.

Pääikkunan *Edit*-valikko sisältää seuraavan komennon:

**Refresh cameras** tuo näkyviin kaikki tietokoneeseen liitetyt kamerat.

Pääikkunan *Tools*-valikko sisältää seuraavan komennon:

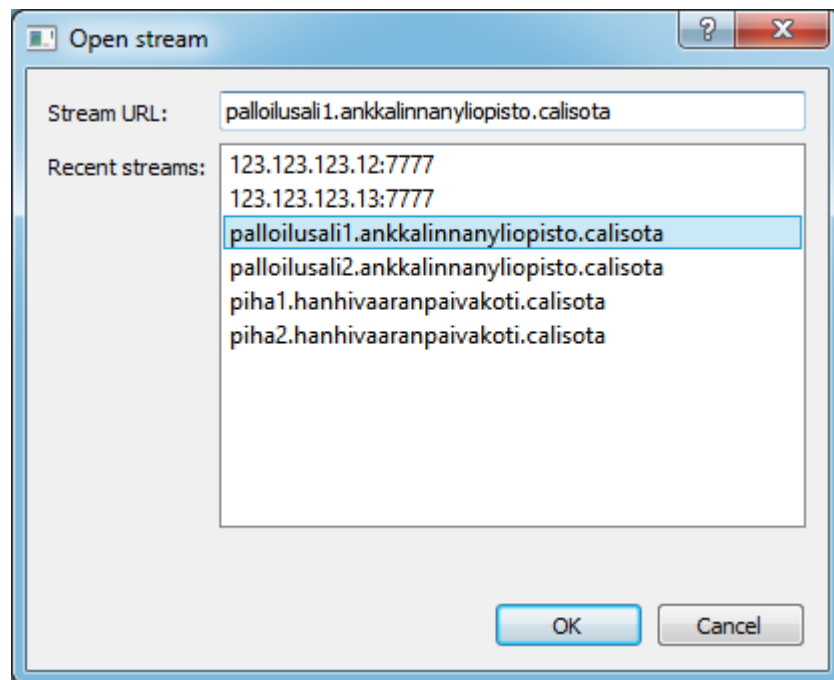
**Settings...** avaa *Settings*-ikkunan (katso luku 3.15).

Pääikkunan *Help*-valikko sisältää seuraavan komennon:

**About...** avaa *About*-ikkunan (katso luku 3.16).

### 3.14 Videovirran avaus

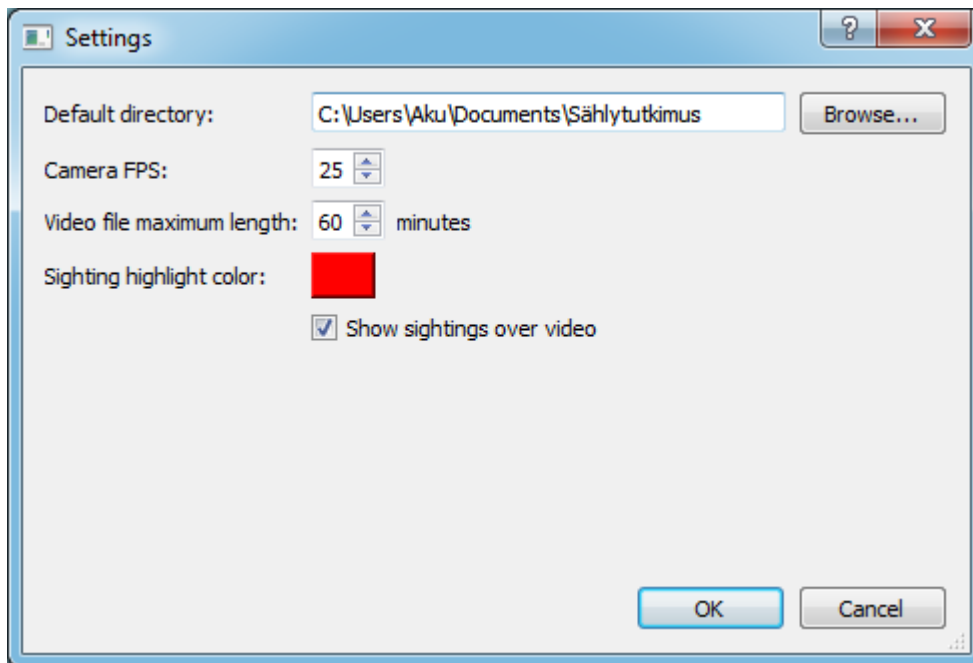
Kuvassa 3.11 esitetyn *Open stream* -ikkunan voi avata joko *File*-valikon (katso luku 3.13) komennolla *Open stream...* tai pääikkunan (katso kuva 3.1) painikkeella *Add stream....* Ikkunassa voidaan avata videovirta URL-osoitteen perusteella tai valita avattava videovirta viimeisimpien käytettyjen videovirtojen joukosta.



Kuva 3.11: Videovirran avausikkuna.

### 3.15 Ohjelman asetukset

Kuvassa 3.12 esitetty *Settings*-ikkuna aukeaa pääikkunan (katso kuva 3.1) *Tools*-valikon komennolla *Settings....* Ikkunassa voidaan vaihtaa oletustallennuskansiota (jota sovellus tarjoaa tallennussijainniksi uutta mittausta suoritettaessa), käytettävää FPS-arvoa ja videotiedostojen maksimipituutta. Lisäksi voidaan vaihtaa liikkuvien kohteiden korostusväriä näytettävässä videokuvassa sekä sitä, näytetäänkö liikkuvien kohteiden korostusta.



Kuva 3.12: Ohjelman asetukset.

### 3.16 Tietoa ohjelmasta

Kuvassa ?? esitetyn *About*-ikkunan voi avata *Help*-valikon (katso luku 3.13) komenolla *About...* Ikkunassa esitetään sovelluksen nimi, tekijöiden nimet ja sovelluksen lisenssi.

### 3.17 Tilarivi

Pääikkunan (katso kuva 3.1) alareunassa on tilarivi, jossa esitetään informaatio-, varoitus- ja virheviestejä ohjelman toimintaan liittyen.



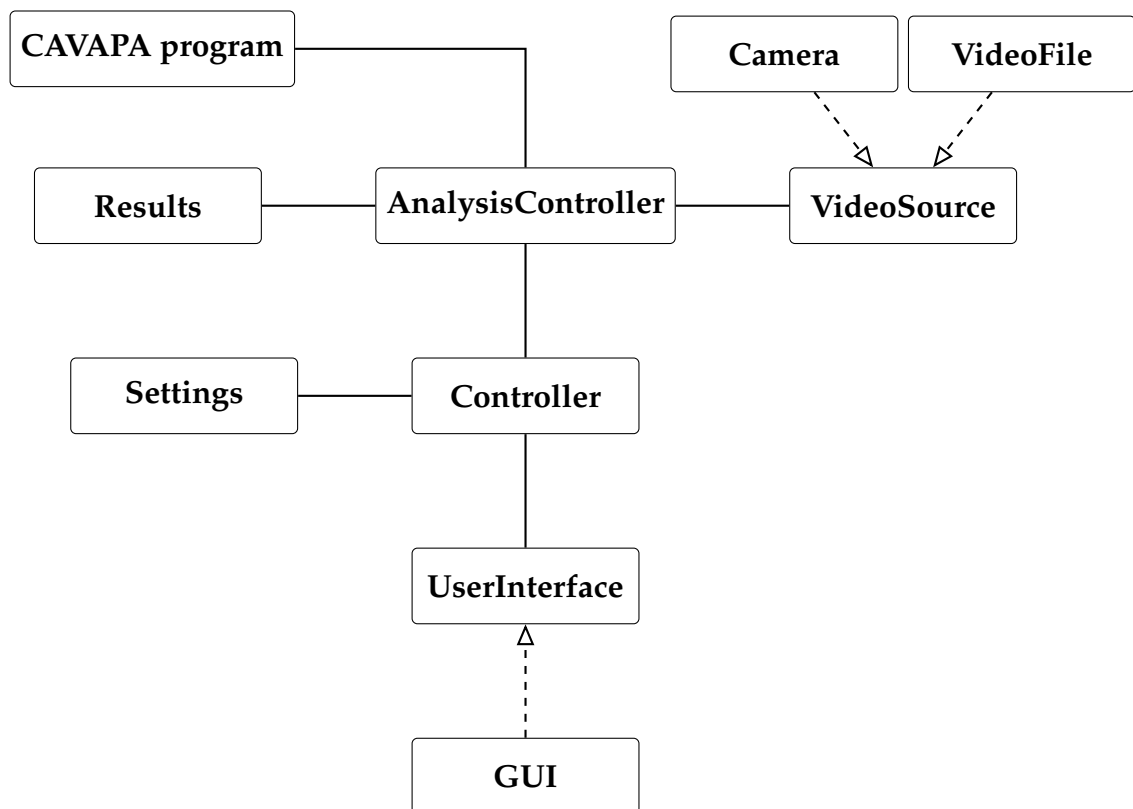
## 4 Sovelluksen kokonaisrakenne ja rajapinnat

Luvussa kuvataan tietojärjestelmän kokonaisrakennetta, käytettyjä ulkopuolisia komponentteja, toteutusratkaisuihin tehtyjä olennaisimpia muutoksia, sekä syöte- ja vastetiedostoja.

Liikkuva-projektissa kehitetyn käyttöliittymän käyttäjille tarjoamat tiedot ja toiminnot on kuvattu tarkemmin vaatimusmäärittelyssä [10]. Sovelluksen luokat ja niiden rajapinnat kuvataan yksityiskohtaisesti luokkadokumentaatioissa [5].

### 4.1 Sovelluksen kokonaisrakenne

Sovelluksen kokonaisrakenne on kuvattu kuvassa 4.1.



Kuva 4.1: Sovelluksen kokonaisrakenne.

Sovellus jakautuu seuraaviin kokonaisuuksiin:

---

<b>CAVAPA program</b>	suorittaa varsinaisen videokuvan analysoinnin. CAVAPA-ohjelma ei ole Liikkuva-projektin toteuttama.
<b>Camera</b>	sisältää kamerakuvan käsittelyn.
<b>VideoFile</b>	sisältää videotiedoston käsittelyn.
<b>VideoSource</b>	sisältää yhteisen rajapinnan kamerakuvalle ja videotiedostoille.
<b>Results</b>	sisältää analyysitulosten hallinnan. Se kattaa sovelluksessa näytettävän liikemäärän ja aktiivisuustason kuvaajassa, sekä näiden tietojen siirtämisen sovelluksesta ulos jatkoanalyysiä varten.
<b>Settings</b>	sisältää asetusten hallinnan. Se kattaa haluttujen asetusten hallinnan kameroille ja tarkasteltavalle ajanjaksolle.
<b>AnalysisController</b>	välittää videokuvaa videolähteistä CAVAPA-ohjelmalle ja tallentaa CAVAPA-ohjelman palauttamaa analyysidataa.
<b>Controller</b>	vastaa ohjainkontrollista välittäen tietoa käyttöliittymän ja analyysikontrollin välillä ja huolehtien asetusten hallinnasta.
<b>UserInterface</b>	toimii rajapintana ohjainkontrollin ja käyttöliittymän välillä mahdollistaen myös toisenlaisten käyttöliittymien toteuttamisen ilman muutoksia sovelluksen muihin osiin.
<b>GUI</b>	sisältää käyttöliittymän ulkoasun. Se sisältää sovelluksen ulkonäköön liittyvät osuudet kamerakuvan sijoittelusta kuvaajien sijoitteluun.

## 4.2 Ulkopuoliset komponentit

Tietojärjestelmä hyödyntää ulkopuolisia komponentteja seuraavista kirjastoista ja ohjelmista:

**CAVAPA** (kuvassa 4.1) on Jarkko Vilhusen toteuttama analyysiohjelma, joka analysoi videokuvassa esiintyvää liikettä.

- OpenCV** on konenäkökirjasto, jota sovelluksessa hyödynnetään videokameroiden ja -tiedostojen käsittelyyn.
- OpenGL** on grafiikkakirjasto, jota käytetään videokuvan ja sen päällä esitettävän kalibroitiruudukon piirtämiseen.
- Qt** on käyttöliittymäkirjasto, jolla graafinen käyttöliittymä on toteutettu.

### 4.3 Olennaisimmat muutokset toteutusratkaisuisissa

Sovelluksen kokonaisrakenteeseen ei tehty muutoksia projektin aikana.

Projektin alussa aiottiin ensin toteuttaa kameroiden ja videotiedostojen käsittely ilman OpenCV:tä Qt:n omilla kamerakirjastoilla. Nämä eivät kuitenkaan toimineet kovin hyvin, joten sovelluksen rakenteen selkeydyttyä päätettiin toteuttaa kameroiden käsittely OpenCV-kirjastolla.

Aktiivisuuskuvaajat toteutettiin aluksi OpenGL:ää käyttäen. Myöhemmin siirryttiin käyttämään niissä Qt:n vektorigrafiikkakirjastoja, koska ne tarjosivat paremman tuen tekstin piirtämiselle.

Videonäkymän piirroksessa käytetty OpenGL-koodi vaati muutoksia, ennen kuin näkymän päälle oli mahdollista piirtää Qt:n vektorigrafiikkakirjastoilla kalibroitipisteet ja niiden numerointi. OpenGL-piirto oli toteutettava ilman verteksipuskurioita.

### 4.4 Asetustiedosto

Ohjelman asetukset sekä pääikkunan koko ja sijainti tallennetaan ohjelman asennuskansiossa olevaan tiedostoon nimeltä `cavapa-gui.ini`. Tiedoston sisältö voi olla esimerkiksi seuraava:

```
[General]
camera_fps=25
default_directory=C:\Users\Aku\Documents\Sählytutkimus
graph_activity_curve_color="165;0;5"
graph_background_color="255;255;255"
graph_count_curve_color="0;0;255"
```

```
graph_half_line_color="0;0;0"  
graph_line_width=2  
graph_selection_color="149;224;255"  
graph_text_color="0;0;0"  
graph_text_font=Arial  
graph_text_selection_color="0;179;0"  
highlight_color="255;0;0"  
is_highlight_enabled=true  
is_window_maximized=true  
max_video_file_length=60  
win_location="0;23"  
win_size="1920;1017"
```

```
[recentsources]  
size=6  
1\value=123.123.123.12:7777  
2\value=123.123.123.13:7777  
3\value=palloilusali1.ankkalinnanyliopisto.calisota  
4\value=palloilusali2.ankkalinnanyliopisto.calisota  
5\value=piha1.hanhivaaranpaivakoti.calisota  
6\value=piha2.hanhivaaranpaivakoti.calisota
```

```
[markerhistory]  
size=2  
1\value=Puolitauko alkaa  
2\value=Puolitauko päättyy
```

```
[Source 1 name]  
barrel_distortion=0.000000  
direction="0.000000;0.000000;1.000000"  
fov=45.000000  
position="0.000000;2.000000;0.000000"  
resolution="640;480"
```

General-listan kentillä on seuraavat merkitykset:

**camera\_fps**

määrittää, kuinka monta kertaa sekunnissa kame-  
roilta pyydetään kuvaa.

<b>default_directory</b>	on oletuskansio, jota ehdotetaan uuden mittauksen tallennussijainniksi.
<b>graph_background_color</b>	määrittää kuvaajien taustaväriin.
<b>graph_count_curve_color</b>	määrittää havaittujen kohteiden lukumäärän esittävän kuvaajan väriin.
<b>graph_half_line_color</b>	määrittää kuvaajan taustalla olevien X-akselin suuntaisten katkoviivojen väriin.
<b>graph_line_width</b>	määrittää kuvaajien viivojen paksuuden.
<b>graph_selection_color</b>	määrittää kuvaajista valitun alueen taustaväriin.
<b>graph_text_color</b>	määrittää kuvaajassa esiintyvien tekstien väriin.
<b>graph_text_font</b>	määrittää kuvaajassa esiintyvien tekstien kirjaimen.
<b>graph_text_selection_color</b>	määrittää valittuna olevan ajanhetken aikaleiman väriin.
<b>highlight_color</b>	määrittää videonäkymässä korostettujen havaittujen kohteiden korostusväriin.
<b>is_highlight_enabled</b>	määrittää, korostetaanko videonäkymässä havaittuja kohteita.
<b>is_window_maximized</b>	määrittää, onko pääikkuna koko ruudun kokoinen avattaessa ohjelma.
<b>max_video_file_length</b>	määrittää videotiedostojen maksimipituuden. Pitdemmät videot pilkotaan useampaan osaan.
<b>win_location</b>	määrittää pääikkunan sijainnin avattaessa ohjelma.
<b>win_size</b>	määrittää pääikkunan koon avattaessa ohjelma.

Tiedoston kolmen viimeisen listan tarkoitukset ovat seuraavat:

**recentsources** sisältää viimeksi käytettyjen videovirtojen osoitteet.

- markerhistory** sisältää viimeksi käytetyt kuvaajiin merkittyjen ajanhetkien nimet.
- Source 1 name** sisältää name-nimisen videolähteen viimeksi käytetyt kalibrointitiedot.

## 4.5 Mittauksen metadatatiedosto

Mittausta kuvailevat ja yksilöivät tiedot sekä mittaukseen liittyvät videolähteet kalibrointitietoineen tallennetaan mittauksen tallennuskansioon XML-tiedostoon, jonka nimi on sama kuin mittauksen nimi. Tiedosto voi näyttää esimerkiksi tältä:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<measurement>
  <creator>Aku Ankka</creator>
  <enddate>21.5.2014 13:15:38</enddate>
  <group>Ankkalinnan peruskoulu, 5 A</group>
  <info>Tutkitaan, lisääkö sählyn pelaaminen kahdella
  pallolla yhtä aikaa oppilaiden aktiivisuutta.</info>
  <location>Ankkalinnan peruskoulun urheilukenttä
  </location>
  <max_duration>100</max_duration>
  <name>Sähly 5A 2014-05-21-13-14-59</name>
  <rawdata>activity.cpa</rawdata>
  <save_activity>true</save_activity>
  <save_video>true</save_video>
  <startdate>21.5.2014 14:45:37</startdate>
  <videosources>
    <source type="video">
      <id>11</id>
      <name>sähly 5 A 21.5.2014.wmv</name>
      <startoffset>0</startoffset>
      <barrel_distortion>0.000000
      </barrel_distortion>
      <direction>0.000000;0.000000;1.000000
      </direction>
      <fov>45.000000</fov>
```

```
<position>0.000000;2.000000;0.000000
</position>
<resolution>854;480</resolution>
<video>C:/Users/Aku/Documents/Sählytutkimus/
videot/sähly 5 A 21.5.2014.wmv</video>
<calibrationpoints>
  <calibrationpoint>
    <id>0</id>
    <position>169;186</position>
  </calibrationpoint>
  <calibrationpoint>
    <id>1</id>
    <position>549;115</position>
  </calibrationpoint>
  <calibrationpoint>
    <id>2</id>
    <position>449;306</position>
  </calibrationpoint>
</calibrationpoints>
</source>
</videosources>
<markers>
  <marker>
    <active>true</active>
    <frametime>0</frametime>
    <text>Puoliaika alkaa</text>
  </marker>
  <marker>
    <active>true</active>
    <frametime>1028</frametime>
    <text>Puoliaika alkaa</text>
  </marker>
  <marker>
    <active>true</active>
    <frametime>7444</frametime>
    <text>Puoliaika päättyy</text>
  </marker>
```

```
</markers>  
</measurement>
```

measurement-elementti on XML-tiedoston juurielementti. measurement-elementin lapsielementtien merkitykset ovat seuraavat:

<b>creator</b>	sisältää mittauksen tekijän nimen.
<b>enddate</b>	sisältää mittauksen lopetuksen päivämäärän ja kellonajan.
<b>group</b>	sisältää mitattavan liikuntaryhmän nimen.
<b>info</b>	sisältää mittauksen pidemmän kuvauksen.
<b>location</b>	sisältää mittauspaikan nimen.
<b>max_duration</b>	sisältää mittauksen maksimikeston.
<b>name</b>	sisältää mittauksen nimen.
<b>rawdata</b>	sisältää mittausdatan tallennustiedoston nimen.
<b>save_activity</b>	kertoo, onko aktiivisuusdataa tallennettu kiintolevyille.
<b>save_video</b>	kertoo, onko videokuvaa tallennettu kiintolevyille videokameraa videolähteenä käytettäessä.
<b>startdate</b>	sisältää mittauksen aloituksen päivämäärän ja kellonajan.
<b>videosources</b>	on videolähteiden vanhempielementti.
<b>markers</b>	on merkittyjen ajanhetkien vanhempielementti.

videosources-elementin lapsielementtien merkitykset ovat seuraavat:

<b>source</b>	on yhden videolähteen tiedot sisältävä elementti.
<b>type</b>	on attribuutti, joka sisältää videolähteen tyyppin. Vaihtoehdot ovat camera, stream ja video.
<b>id</b>	sisältää videolähteen tunnistenumeron.
<b>name</b>	sisältää videolähteen nimen.



<b>startoffset</b>	kertoo, mistä kohdasta videota mittaus on aloitettu.
<b>barrel_distortion</b>	sisältää tynnyrivääristymän voimakkuuden.
<b>direction</b>	sisältää suunnan, johon kamera on kalibroitaessa arvioitu osoittavan.
<b>fov</b>	sisältää katselukentän laajuuden asteissa.
<b>position</b>	sisältää kalibroitaessa arvioidun kameran sijainnin.
<b>resolution</b>	sisältää videolähteen resoluution.
<b>video</b>	sisältää videolähteeseen liittyvän videotiedoston polun.
<b>calibrationpoints</b>	on kalibrointipisteiden vanhempielementti.

calibrationpoints-elementin lapsielementtien merkitykset ovat seuraavat:

<b>calibrationpoint</b>	on yhden kalibrointipisteen tiedot sisältävä elementti.
<b>id</b>	sisältää kalibrointipisteen tunnistenumeron.
<b>position</b>	sisältää kalibrointipisteen sijainnin videokuvassa.

markers-elementin lapsielementtien merkitykset ovat seuraavat:

<b>marker</b>	on yhden merkityn ajanhetken tiedot sisältävä elementti.
<b>active</b>	kertoo, onko merkitty ajanhetki vielä käytössä. Se mahdollistaa merkintöjen poistamisen peruuttamisen, jota ei ole kuitenkaan vielä toteutettu sovellukseen.
<b>frametime</b>	sisältää merkityn ajanhetken aikaleiman videon alusta millisekuntein.
<b>text</b>	sisältää merkitylle ajanhetkelle annetun nimen.

## 4.6 Analyysidatatieosto

Analyysidata tallennetaan binääritiedostoon `activity.cpa`, jonka muoto on seuraava (tämä ei ole esimerkkidataa, vaan hahmotelma tiedoston rakenteesta):

```
frame_count (i) : uint32_t
  [FRAME 1]
    frame_stats : FrameStats
    cameras (n) : uint32_t
    sightings (m) : uint32_t

    [CAMERA 1]
      sighting_count (j) : uint32_t
    [CAMERA 2]
      sighting_count : uint32_t
    [CAMERA 3]
    ...
    [CAMERA n]

    [CAMERA 1 SIGHTINGS]
      [SIGHTING 1]
        sighting : SightingFixed
      [SIGHTING 2]
        sighting : SightingFixed
      [SIGHTING 3]
      ...
      [SIGHTING j]
    [CAMERA 2 SIGHTINGS]
    ...
    [SIGHTINGS m]
  [FRAME 2]
  ...
  [FRAME i]
```

Rakennehahmotelman muuttujien merkitykset ovat seuraavat:

**frame\_count** sisältää tallennettujen videoruutujen määrän.

---

<b>frame_stats</b>	sisältää yhden ruudun tiedot, jotka koostuvat videon alusta kuluneesta ajasta, aktiivisuuden määrästä ja havaittujen liikkuvien kohteiden määrästä.
<b>cameras</b>	sisältää videoruutuun liittyvien kameroiden määrän.
<b>sightings</b>	sisältää videoruutuun liittyvien havaittujen liikkuvien kohteiden määrän.
<b>sighting_count</b>	sisältää yhdestä kamerasta havaittujen liikkuvien kohteiden määrän.
<b>sighting</b>	sisältää yhden havaitun liikkuvan kohteen tiedot, jotka koostuvat tunnistenumeroista, maailman koordinaateista, havainnon varmuusasteesta ja havainnon videokuvassa rajaavan suorakulmion tiedoista.

## 5 Tavoitteiden toteutuminen

Luvussa kuvataan vaatimusten toteutumista sekä heikkoja ja puutteellisia toteutusratkaisuja. Sovelluksen vaatimukset on kuvattu vaatimusmäärittelyssä [10]. Tunnetut virheet on lueteltu järjestelmätestausraporteissa [2] ja [3].

Vaatimusmäärittelyn ensimmäisen prioriteetin vaatimuksista toteutui 97 %. Rajallisen aikataulun vuoksi sovellukseen jäi myös heikkoja ja puutteellisia toteutusratkaisuja. Ohjelmointikäytänteet ja niiden toteutuminen on kuvattu projektiraportin [6] luvussa 5.5.

### 5.1 Vaatimusten toteutuminen

Vaatimusten toteutuminen vaatimuskohtaisesti on kuvattu vaatimusmäärittelyssä [10]. Pakollisista 33 vaatimuksesta toteutui kokonaan 32 vaatimusta ja yksi toteutettiin osittain. Osittain toteutettu pakollinen vaatimus 6.1.5 liittyy toimintaan Linux-käyttäjärjestelmässä, sillä sovelluksen virheet hankaloittavat käyttöä Linuxissa.

Tärkeistä 26 vaatimuksesta toteutettiin 23. Osittain toteutettiin vaatimus 5.3.4, jonka mukaan *käyttäjä voi valita videolähteen viimeksi käytettyjen videolähteiden listalta*. Kokonaan toteuttamatta jäivät seuraavat vaatimukset:

**5.8.11,** *Käyttäjä voi avata näkymän, jossa havaituista kohteista näytetään 2D-lämpökuva käyttäjän määrittämältä aikaväliltä.*

**5.8.12,** *Käyttäjä voi määrittää, mistä kamerasta katsottuna lämpökuva näytetään.*

Mahdollisista 16 vaatimuksesta toteutettiin 2 ja osittain toteutettiin 2 vaatimusta. Toteuttamatta jäi 12 mahdollista vaatimusta. Viisi ideatason vaatimusta suljettiin jo alussa projektin ulkopuolelle. Vaatimusmäärittelyyn kirjattiin myös prioriteetilla *Ei toteuteta* 4 vaatimusta, joita sovellukseen ei kannata jatkossakaan toteuttaa.

Tavoitteena oli myös toteuttaa mahdollisuus käyttää sovelluksessa internetkame- roita. Tällaiset kamerat saatiin kuitenkin onnistuneesti asennettua projektiryhmän käyttöön vasta aivan projektin loppuvaiheilla, joten ominaisuutta ei ehditty toteuttaa.

## 5.2 Suoritetut testaukset ja niiden tulokset

Sovelluksen toteutusvaiheessa jokainen ryhmän jäsen suoritti omatoimisesti manuaalista yksikkötestausta testaten tekemiään muutoksia.

Projektin lopussa Joel Kivelä laati järjestelmätestaussuunnitelman [4] ja suoritti sitä noudattaen järjestelmätestaukset Windowsille ja Linuxille. Testauksia ei suoritettu todellisessa käyttötilanteessa. Testausten tulokset on raportoitu järjestelmätestausraporteissa [2] ja [3]. Kullakin testauskerralla testattiin yhteensä 55 vaatimusmäärittelyn vaatimusta. Windowsissa suoritettussa järjestelmätestauksessa [2] havaittiin 6 virhettä ja tehtiin 14 muuta huomiota. Linuxissa suoritettussa järjestelmätestauksessa [3] havaittiin 6 virhettä ja tehtiin 9 muuta huomiota.

Kaikki kriittiset virheet korjattiin, minkä jälkeen suoritettiin regressiotestaus, jonka tulokset on raportoitu regressiotestausraporteissa [8] ja [9]. Windowsissa suoritettussa regressiotestauksessa [9] havaittiin 2 virhettä ja tehtiin 8 muuta huomiota. Linuxissa suoritettussa regressiotestauksessa [8] havaittiin 4 virhettä ja tehtiin 6 muuta huomiota.

Projektin aikana järjestettiin käytettävyydestaustapäivä, jonka aikana käytettävyyssiantuntija Johanna Silvennoinen antoi palautetta sovelluksen käytettävyydestä. Varsinaista käytettävyydestausta ei ehditty valmiilla sovelluksella tehdä ajanpuutteen vuoksi.

Projektin aikana sovelluksen eri versioita kokeilivat myös vastaava ohjaaja Jukka-Pekka Santanen, tekninen ohjaaja Jarkko Vilhunen, sekä tilaajan edustajista Heidi Pasi ja Hanna Toivonen. Erityisesti Jukka-Pekka Santanen ja Heidi Pasi antoivat sovelluksesta palautetta.

## 5.3 Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut

Videotiedostoja analysoitaessa käyttäjältä tulisi kysyä, halutaanko kopioida analysoitava videotiedosto mittauksen tallennuskansioon. Tällöin sovelluksen kannattaa tallentaa mittauksen XML-tiedostoon kopioidun videon suhteellinen polku. Näin käytetty video pysyy tallessa ja mittaus voidaan aina avata, kunhan videota ei ole poistettu mittauksen tallennuskansiosta. Tällä hetkellä XML-tiedostoon tallennetaan ainoastaan käytetyn videon absoluuttinen polku, jolloin mittausta ei voi enää käsin XML-tiedostoa muokkaamatta avata, jos video on siirretty toiseen paikkaan.

Käyttäjän on vaikea yhdistää videolähteiden hallintaa, videonäkymiä (erityisesti videonäkymässä olevaa *Set as active* -painiketta) ja *Camera Settings* -välilehteä toisiinsa. Vastaava ohjaaja ehdotti tähän ratkaisuksi mallia, jossa videolähteiden hallintanäkymässä voisi valintaruuduilla osoittaa näkyvissä olevat videolähteet, ja lisäksi napsauttamalla videolähdettä valita, mihin videolähteeseen *Camera Settings* -välilehden kalibrointisäätimet vaikuttavat. Yksi vaihtoehto on myös, että kalibrointisäätimet olisivat käytettävissä ainoastaan, kun videolähteitä on vain yksi. Useamman videolähteen tapauksessa kalibrointi pitäisi periaatteessa olla mahdollista aina tehdä kalibrointipisteiden avulla. Kalibrointi on todennäköisesti sovelluksen käytön vaativin osuus, ja sitä olisi hyvä tukea esimerkiksi käyttöohjeella.

Kalibrointi kameran asetusten välilehden liukusäätimellä on nykyisellään vaikeaa. Kalibrointi on mahdollista toteuttaa myös automaattisesti. Tapoja automaattiseen kalibrointiin on kuvattu muun muassa artikkeleissa [20], [21] ja [22]. Nykyistä yksinkertaisempi tapa olisi myös käyttäjän kuvaan piirtämät X- ja Z-akseleiden suuntaiset viivat, joiden perusteella voitaisiin laskea kohteiden suhteelliset koordinaatit. Kalibrointipisteitä käytettäessä kalibrointi on yksinkertaista toteuttaa OpenCV:n `cvFindHomography`-metodilla.

Sovelluksen kehityksen aikana pohdittiin, mitä käyttäjälle olisi hyödyllisintä näyttää sovellus käynnistettäessä. Sovellukseen suunniteltiin aloitusnäkömää, jossa olisi ollut painikkeet yleisimpien sovelluksella suoritettavien toimintojen käynnistämiseksi sekä lista viimeisistä sovelluksella suoritetuista ja avatuista mittauksista. Tällaista aloitusnäkömää ei kuitenkaan ehditty toteuttaa.

Kalibrointitiedot viedään tällä hetkellä kameran kierron osalta CAVAPA-ohjelmalle eri tavalla, kuin CAVAPA:n rajapinnan kuvaus määrittelee. Rajapinnan kuvauksen mukaan kierto pitäisi ilmaista kameran kuvaussuuntaan osoittavalla vektorilla. Sen sijaan kierto ilmaistaan nyt X-, Y- ja Z-akselien ympäri tehtyjä kiertoja kuvaavina astelukuina. Tämä ei tällä hetkellä vaikuta sovelluksen toimintaan, koska CAVAPA-ohjelma ei vielä hyödynnä kyseistä tietoa.

## 5.4 Sovellusta yleisesti koskevat kehitysiedat

- Videokameroiden kautta tapahtuvaa mittausta ei voida keskeyttää ja jatkaa myöhemmin (videotiedostojen tapauksessa tämä onnistuu).
- Kaikissa sovelluksen tiedoston tallennus- ja avausikkunoissa olisi hyvä muis-

taa viimeksi käytetty sijainti ikkunoita uudelleen avattaessa [15].

- Joissakin sovelluksen ikkunoissa on sulkemispainikkeen vieressä kysymysmerkkipainike, jota ei hyödynnetä mitenkään.
- Mittauksen nimi voitaisiin esittää otsikkorivillä, kun se on mahdollista [12].
- *Start measurement* -painikkeen ei tulisi olla nähtävillä tai aktiivisena ennen videolähteiden valintaa [12].
- Mittauksen hallintapainikkeet eivät välttämättä liity kaikkiin välilehtiin, vaan ne kannattaisi ehkä sijoittaa jollekin välilehdistä [18].
- Käyttäjälle voisi sovellus avattaessa ja *Edit*-valikon *Refresh cameras* -komentoa käyttäessä ilmoittaa jotenkin, jos videokameroita ei ole saatavilla [13].
- Kun mittaus pysäytetään, tulisi tilarivillä mainita mittauksen tietojen tallentamisesta [16]
- Ohjelman asetusten (katso luku 3.15), CSV-tiedostoon tallennuksen (katso luku 3.11), uuden merkin lisäyksen (katso luku 3.10) ja videovirran avausksen (katso luku 3.14) ikkunoiden kokoa ei pitäisi pystyä muuttamaan, sillä niiden asettelu ei ole suunniteltu toimimaan muussa kuin oletuskoossa, eikä koon muuttamiselle ole muutenkaan tarvetta.
- Edellisessä kohdassa mainittujen ikkunoiden tulisi olla aina päällimmäisenä, kun sovellus on aktiivisena. Vaihtoehtoisesti aikaisemmin avattu ikkuna tulisi tuoda päällimmäiseksi, jos käyttäjä yrittää avata ikkunan uudelleen sen ollessa jo avattuna. Nykyisellään ikkuna saattaa olla taustalla, jolloin mitään ei tapahdu käyttäjän yrittäessä avata ikkunan uudelleen.

## 5.5 Mittauksen metatietojen välilehteä koskevat kehitysiedat

Mittauksen metatietojen välilehti on esitelty luvussa 3.5.

- *Save*- ja *Cancel*-painikkeilla käyttäjä voisi varmistua syöttämiensä tietojen tulevan tallennetuksi tai hylätyiksi [13].
- *Analysis maximum duration* -kentän nimi ei ehkä kuvaa riittävän selvästi kentän merkitystä [15].

- *Where to save results* -kentässä saattaisi olla hyvä esittää myös mittauksen tiedostoille luotavan kansion nimi. Nykyisessä versiossa kansion nimeksi tulee sama kuin mittauksen nimi, eikä sitä näytetä kuin *Measurement name* -kentässä [16].
- Ohjelman asetusikkunan (katso luku 3.15) asetus *Video file maximum length* saattaisi kuulua tälle välilehdelle [17].
- Kentälle *Where to save results* kannattaisi varata enemmän tilaa [18].
- *Save*-otsikko voisi olla valintaruutujen edessä.

## 5.6 Aktiivisuusdatan kuvaajien välilehteä koskevat kehitysideat

Aktiivisuusdatan kuvaajien välilehti on esitelty luvussa 3.7.

- Aktiivisuuskuvaajien muoto muuttuu hieman mittauksen aikana johtuen siitä, että kuvaajan pisteet ovat keskiarvoja useammasta mittausarvosta. Kuvaajaa tulisi vierittää siten, että tietty keskiarvo laskettaisiin aina samasta joukosta pisteitä. Näin voitaisiin tehdä ainakin silloin, kun *Fixed Time Window* on päällä. Tällöin kuvaajan muoto pysyisi samana [11].
- Lyhyt käyttöohje voisi kuvata, miten kuvaajat on mahdollista saada tarkasteltavaksi, jos mittausta ei ole aloitettu tai vanhaa mittausta avattu [13].
- Useiden kirjasinkokojen ja tyylien vuoksi välilehti näyttää hieman epäyhtenäiseltä [13].
- Asteikkojen ja hiiri kuvaajien päälle vietäessä niiden yläpuolelle ilmestyvän tekstin kirjasinkoko pienenee sovellusikkunaa kavennettaessa, vaikka isommillekin teksteille olisi tilaa.
- Molemmin puolin olevien nuolipainikkeiden pitäisi olla harmaana, jos graafia ei pysty siirtämään enää enemmän vasemmalle tai oikealle [13].
- Alaosassa olevat aikakentät tarvitsisivat ehkä vihjetekstin lisäksi otsikot.
- Alaosassa olevien aikakenttien arvo on mittauksen aikana ja sen jälkeen *00:00:00*, jos ei näkymää ole zoomattu kertaakaan. Aikakentissä saattaisi olla hyvä näkyä esimerkiksi kuvaajilla esitettävän aikavälin alku- ja loppuaika [16].



- Hiirivalikon toiminnoista *Save to SVG Image* ja *Export to CSV File* avautuvissa tallennusikkunoissa voitaisiin tarjota jotain oletusnimeä tiedostolle [15].
- Y-akselien asteikot tarvitsisivat niitä kuvaavat otsikot [15].
- *Zoom out* -painikkeen kannattaisi zoomata vain tietyn verran, ei aina koko mittauksen aikavälille [15].
- *Realtime*-tekstin tarkoitus ei ole kovin selvä, teksti näkyy esimerkiksi videotiedostoja analysoitaessa, mikä ei voi olla reaaliaikaista [16].
- Y-akselin asteikoiden olisi hyvä olla sadalla, kymmenellä tai viidellä jaollisia, jotta niiden kokoluokkaa olisi helpompi tulkita [16].
- Kun hiiri viedään pois välilehden kuvaajien yltä, voisi olla hyvä esittää kuvaajien yllä hiiren edellisen sijainnin arvojen sijaan sen ajanhetken arvot, jonka videokuva esitetään videonäkymässä [16].
- Hiiren kohdan arvoissa voisi olla hyvä lisätä ajankohdan eteen sana *time* [16].
- Hiirivalikossa toiminnon *Create Marker* ei tulisi olla käytössä, jos mitään ajanhetkeä ei ole valittu. Samoin toiminnon *Delete marker* ei tulisi olla käytössä, jos mitään merkittyä ajanhetkeä ei ole valittu [16].
- Asetusikkunassa (katso luku 3.12) olisi hyvä olla mahdollisuus tallentaa asetukset tiedostoon, jotta voitaisiin tallentaa eri asetukset eri tilanteita varten [16].
- *Show*-valintaruudut voisivat olla alleviivattuja värillä, jolla kyseiset asiat esitetään kuvaajissa [18].
- *Zoom In* -painikkeen tulisi toimia, vaikka tiettyä aluetta ei olisikaan valittu. Tällöin zoomattaisiin tietty määrä näkyvän aikavälin keskikohdasta [18].
- Nykyisessä toteutuksessa aktiivisuuskuvaajat skaalautuvat tarkasteltavan aikavälin maksimiarvon mukaan. Käyttäjälle voisi tarjota mahdollisuuden valita seuraavista tavoista kuvaajan skaalaamiseksi [19]:
  - Skaalautuminen tarkasteltavan aikavälin maksimiarvon mukaan (nykyinen toimintatapa).
  - Koko mittauksen maksimiarvon mukaan.
  - Käyttäjän syöttämän maksimiarvon mukaan.

## 5.7 Uuden merkin lisäysikkunaa (katso luku 3.10) koskevat kehitysideat

Uuden merkin lisäysikkuna on esitelty luvussa 3.10.

- Syöttökenttien tekstien ja kenttien välissä on liian paljon tilaa. Hahmolakien mukaan yhteen liittyvien asioiden tulisi olla lähempänä toisiaan kuin erillisten [15].
- Lisättävän merkin nimeä kirjoitettaessa nimen olisi hyvä näkyä kuvaajissa jo ennen *Save*-painikkeen painamista [15].
- Jos kuvaajista ei ole valittu mitään kohtaa, olisi loogista merkitä ajanhetki, jonka kohdalla hiirivalikko on avattu *Create Marker* -toimintoa valitessa [18].

## 5.8 CSV-tiedostoon tallennusikkunaa koskevat kehitysideat

CSV-tiedostoon tallennusikkuna on esitelty luvussa 3.11.

- *Time offset* -kentän merkitystä olisi hyvä tarkentaa esimerkiksi vihjetekstin avulla [15].
- *From*- ja *To*-otsikoilla tarjottaviin aikakenttiin ja merkittyjen ajanhetkien valintaan liittyen ikkunassa olisi hyvä olla valintapainike sille, käytetäänkö aikakenttiä vai merkittyjä ajanhetkiä [15].
- Ikkunan asettelu on hieman muusta sovelluksesta poikkeavaa. Lihavoitujen otsikoiden sijaan kannattaisi käyttää ryhmälaatikoita, kuten esimerkiksi kameran asetusten välilehdellä (katso luku 3.6).
- CSV-tiedostoon tulisi olla mahdollista viedä myös kaikki kerätty data ilman keskiarvojen ottamista. Tällä hetkellä tarkin mahdollinen datan vienti vie keskiarvot sekunnin välein.
- Ikkunassa kannattaisi olla valintaruutu koko mittauksen datan viennille, jolloin valitulla aikavälillä ei olisi merkitystä.
- Jos valitun aikajänteen pituus on nolla, pitäisi käyttäjää varoittaa.

- Jos CSV-tiedostoon tallennus on jo kerran tehty, on *File to Save* -kentässä oletuksena aiemmin tallennetun tiedoston polku. *Export*-painiketta ei voi silti painaa, ennen kuin on käynyt tiedostopolun valintaikkunassa tai muokannut tiedostopolkua.

## 5.9 Kameran asetusten välilehteä koskevat kehitysideoit

Kameran asetusten välilehti on esitelty luvussa 3.6.

- Liukusäätimien arvoja voi muuttaa, vaikka yhtään videolähdettä ei olisi valittuna. Tämän ei kannattaisi olla mahdollista [14].
- Syöttökenttiin kirjaimia sijoittaessa arvoksi tulee 0. Tällöin kannattaisi säilyttää edellinen arvo ja mahdollisesti huomauttaa virheellisestä syötteestä. Myös käytettävissä olevan arvoalueen ulkopuolella olevasta syötteestä olisi hyvä ilmoittaa [14].
- Kalibroititiedoille voisi olla hyvä tarjota mahdollisuus tallentaa ne omaan tiedostoonsa [14].
- Liukusäätimien mitta-asteikot tai ainakin minimi- ja maksimiarvojen esittäminen selkeyttäisi käyttöä [14].
- Kun mittaus pysäytetään, kameran asetuksista nollaantuvat kierto X-akselin ja Y-akselin suhteen.
- Ohjelman asetusikkunan (katso luku 3.15) asetus *Camera FPS* saattaisi kuulua tälle välilehdelle [17].
- Saman nimisiä USB-kameroita käyttäessä aiemmin käytetyt kalibroititiedot eivät lataudu oikein. Kameran tulisi pyrkiä yksilöimään nimen lisäksi esimerkiksi käytetyn USB-portin perusteella.

## 5.10 Videolähteiden hallintanäkymää koskevat kehitysideoit

Videolähteiden hallintanäkymä on esitelty luvussa 3.4.

- Painikkeiden kannattaisi sijaita videolähdelistan alapuolella [16].
- Videolähteen nimelle varattu tila on liian pieni, sillä siihen mahtuu vain kymmenkunta merkkiä. Näkymän käyttämää tilaa olisi hyvä kyetä säätämään sen ja videonäkymien välissä olevaa erotinta raahaamalla.
- Näkymässä olevan listan videolähteitä on hankala yhdistää videonäkymiin. Videolähteen nimi olisi hyvä olla näkyvässä videonäkymän yhteydessä esimerkiksi videonäkymän yllä tai vihjetekstinä [16].
- Videolähteinä voi olla samanaikaisesti videokameroita, -tiedostoja ja -virtoja. Tämä ei välttämättä ole kovin järkevää. Videokameroiden ja -virtojen yhtäaikainen käyttö saattaisi jossain melko harvinaisessa tilanteessa olla tarpeen.
- Videolähteen sulkeminen kuuluisi loogisemmin videonäkymän (katso luku 3.3) ruksipainikkeen sijaan tähän näkymään [16].

## 5.11 Lokivälilehteä koskevat kehitysideat

Lokivälilehti on esitelty luvussa 3.8.

- Välilehden sisältämät viestit saattaisi olla hyvä tallentaa tiedostoon.
- Virheviestit voisi tuoda käyttäjälle selvemmin näkyviin esimerkiksi punaisella huutomerkillä välilehden otsikossa [16].

## 5.12 Videonäkymää koskevat kehitysideat

Videonäkymä on esitelty luvussa 3.3.

- Aikakenttä voisi ilmaista, missä kohdassa video on menossa [11].
- Näkymä jää sovellusta pienellä resoluutiolla käytettäessä liian pieneksi, kuten myös kalibrointipisteiden numeroinnin kirjasinkoko. Tähän auttaisi näkymä, jossa olisi mahdollisuus tarkastella yhtä videonäkymää kalibrointikontrolleineen koko ruudun kokoisena [12].

- Videotiedostoja olisi hyvä pystyä kelaamaan myös esimerkiksi ruutu kerrallaan, jotta tarkka synkronointi olisi helpompaa.
- Linuxilla kalibrointipisteiden numerot näkyvät videonäkymässä (katso luku 3.3) pikselisotkuna. Ongelma vaikuttaa olevan `QPainter`-luokan `drawText`-metodissa. Myös Qt:n omat värinvalintaikkunat näkyvät ajoittain Linuxilla vain tyhjinä ikkunoina.

### 5.13 Pääikkunan komentovalikoita koskevat kehitysiedat

Pääikkunan komentovalikot on esitelty luvussa 3.13.

- Osassa valikoita on ainoastaan yksi komento, joten valikoita kannattaisi yhdistellä.
- *Edit*-valikon komento *Refresh cameras* ei pitäisi olla käytettävissä, kun mittaus on käynnissä [17].
- *Help*-valikon *About*-toiminnolla aukeavassa ikkunassa (katso luku 3.16) voisi lyhyesti mainita myös ohjelman käyttötarkoituksesta [17].
- *Tools*-valikon *Settings*-toiminnolla aukeavalla ohjelman asetuksikkunalla (katso luku 3.15) voisi olla kuvaavampi otsikko [17].
- *Tools*-valikon *Settings*-toiminnolla aukeavassa ohjelman asetuksikkunassa (katso luku 3.15) kentällä *Default directory* voisi olla kuvaavampi nimi. Kenttä määrittää mittauksen tietojen tallennukseen mittauksen metatietojen välilehdellä (katso luku 3.5) tarjottavan oletuskansion [17].
- *Tools*-valikon *Settings*-toiminnolla aukeavan ohjelman asetuksikkunan (katso luku 3.15) ohjaimia kannattaisi pyrkiä ryhmittelemään [17].

## 6 Ohjeita ylläpitäjälle ja jatkokehittäjälle

Luvussa esitetään ohjeita sovelluksen ylläpitäjälle ja jatkokehittäjälle.

### 6.1 Ohjeita jatkokehittäjälle

Käännettäessä Qt-projektia Windowsilla kehityskoneella on oltava asetettuna ympäristömuuttuja `OPENCV_DIR`, joka osoittaa OpenCV-kirjaston asennuskansion. Ympäristömuuttujaan asetetaan kansio, joka sisältää OpenCV:n `bin`-, `include`- ja `lib`-kansiot.

Toteutusratkaisuihin kannattaisi tehdä seuraavat muutokset:

- `AnalysisController`-luokka tulisi jakaa ainakin kahteen eri luokkaan. Nykyisestä luokasta tulisi eriyttää eräänlainen `VideoPlayer`-luokka, joka ajaisi erillään laskelman ja tulosten pyörittämistä.
- `VideoFileSet`-luokka pitäisi kirjoittaa siltä osin uusiksi, että se tekisi kaiken yhdessä säikeessä. Nykyisellään säikeitä on yhtä monta kuin pätkittyjä videotiedostoja.
- CAVAPA-ohjelmalle viedään tällä hetkellä ohjelman vaatiman kameran osoitussuunnan sijaan kameran rotaatiot eri akseleiden suhteen. Ohjelma ei tällä hetkellä hyödynnä kameran osoitussuuntaa. Rotaatioista eri akseleiden suhteen olisi laskettava vektori, jonka suuntaan kamera osoittaa.
- Doxygenillä luodun luokkadokumentaatoin LaTeX-versiossa muutaman metodin kuvaus katkeaa tuntemattomasta syystä sivunvaihdolla.

### 6.2 Ohjeita ylläpitäjälle

Sovellus toimii sovelluspaketin purkamisen jälkeen ajamalla paketissa oleva `cavapa-gui`-ohjelma. Sovellusta asennettaessa on otettava huomioon seuraavat rajoitteet.

- Sovellus toimii testatusti Windows 7 -käyttöjärjestelmässä.

- Sovellus toimii testatusti Linux-pohjaisissa käyttöjärjestelmissä Fedora (versio 18) ja Ubuntu (versio 14.04).
- Videokameran lukemista varten mahdolliset siihen liittyvät ajurit on oltava asennettuina työasemalla.
- Videokameran lukeminen ei ole mahdollista, jos OpenCV-kirjasto ei tue kameran rajapintaa.

## 7 Yhteenveto

Liikkuva-projekti toteutti Sovellusprojekti-kurssilla keväällä 2014 Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle sovelluksen, jolla voidaan mitata ryhmätason fyysistä aktiivisuutta. Sovelluksella käyttäjä analysoi videokuvaa liikuntatilanteesta. Videolähteenä voi olla tietokoneeseen kytketty videokamera tai aikaisemmin kuvattu videotiedosto. Tulokset ovat tarkempia, jos tilanne on kuvattu samaan aikaan useammasta kuvakulmasta.

Toteutettu järjestelmäkokonaisuus toimii pääosin asetettujen tavoitteiden mukaisesti, mutta joitain yksittäisiä virheitä ei ollut aikaa korjata projektin puitteissa. Ensimmäisen prioriteetin vaatimuksista saatiin toteutettua 97 %. Projektiryhmästä riippumattomista syistä sovellus ei kuitenkaan ole vielä tuotantokäyttökelpoinen, sillä internetkameroiden käyttöä ei voitu toteuttaa laitteiston puuttumisen vuoksi. Myös CAVAPA-analyysiohjelma toimii vielä puutteellisesti, eikä tuota luotettavaa analyysidataa. Jatkokehitysideoita esitettiin myös projektin aikana lukuisia.

Sovelluksessa Käyttäjä täyttää ensin mittaukseen liittyvät oheistiedot ja kalibroi sitten analyysiohjelman joko arvioimalla kameran tai kameroiden sijaintia ja suuntaa tai merkitsemällä useampaa kameraa käytettäessä videokuvista yhteisiä tilan pisteitä. Tämän jälkeen mittaus voidaan käynnistää. Mittauksen aikana ja sen jälkeen käyttäjä voi tarkastella aktiivisuusdataa esittäviä kuvaajia ja halutessaan nimetä niihin tiettyjä ajanhetkiä. Mittauksen jälkeen käyttäjä voi viedä mittausdataa taulukkolaskentaohjelmalla avattavissa olevaan CSV-tiedostoon tai tallentaa kuvaajat tai osan niistä SVG-vektorigrafiikkakuvana.

Sovellus toteutettiin Qt-käyttöliittymäkirjastoa ja -sovelluskehitysympäristöä hyödyntäen. Sovellus hyödyntää myös Jarkko Vilhusen kehittämää CAVAPA-analyysiohjelmaa, OpenGL-grafiikkakirjastoa ja OpenCV-konenäkökirjastoa. Sovelluksen kokonaisrakenteen merkittävimmät komponentit ovat analyysiohjain, ohjain ja graafinen käyttöliittymä.



## 8 Lähteet

- [1] Tapio Keränen, Toni Salminen, Jari Salokangas ja Lauri Satokangas, "Paatti-sovellusprojekti, Sovellusraportti", saatavilla PDF-muodossa <URL: [http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/paatti/dokumentit/sovellusraportti/paatti\\_sovellusraportti\\_1.0.0.pdf](http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/paatti/dokumentit/sovellusraportti/paatti_sovellusraportti_1.0.0.pdf)>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 7.6.2012.
- [2] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Järjestelmätestausraportti #1", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [3] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Järjestelmätestausraportti #2", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [4] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Järjestelmätestaussuunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [5] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Luokkadokumentaatio", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [6] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Projektiraportti", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [7] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Projektisuunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [8] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Regressiotestausraportti #1", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [9] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Regressiotestausraportti #2", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.

- [10] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Vaatimusmäärittely", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [11] Heidi Pasi, "VS: Sovelluksen uusin prototyyppi (29.4.2014)", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, liikuntakasvatuksen laitos laitos, lähetetty 1.5.2014.
- [12] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 9.4.2014.
- [13] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 15.4.2014.
- [14] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 16.4.2014 klo 16.25.
- [15] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 16.4.2014 klo 19.02.
- [16] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi (29.4.2014)", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 29.4.2014.
- [17] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi (29.4.2014)", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 5.5.2014.
- [18] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Viimeisin prototyyppi", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 13.5.2014.
- [19] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovellusraportti v.0.4.0", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 2.6.2014.
- [20] Se, Stephen ja Michael Brady. "Ground plane estimation, error analysis and applications." *Robotics and Autonomous systems* 39.2, s. 59–71, 2002.
- [21] Cherian, Anoop, Vassilios Morellas ja Nikolaos Papanikolopoulos. "Accurate 3D ground plane estimation from a single image." *Robotics and Automation, 2009. ICRA'09. IEEE International Conference on. IEEE*, s. 2243–2249, 2009.
- [22] Zhao, Jun, Jayantha Katupitiya ja James Ward. "Global correlation based ground plane estimation using v-disparity image." *Robotics and Automation, 2007 IEEE International Conference on. IEEE*, s.529–534, 2007.