

Liikkuva-sovellusprojekti

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

Sovellusraportti

Julkinen
Versio 0.4.0
27.5.2014

**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, 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, ohjelmointikäytänteiden, tavoitteiden toteutumisen sekä puutteellisten ja heikkojen toteutusratkaisujen osalta.

Avainsanat: Arkkitehtuuri, jatkokehitys, komponentit, konenäkö, käyttöliittymä, käytänteet, liikemittari, tavoitteet, testaus, 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

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
- 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/
- 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
3	Käyttöliittymä	6
3.1	Sovelluksen näkymät	6
3.2	Pääikkuna	6
3.3	Videonäkymä	7
3.4	Videolähteiden hallinta	8
3.5	Mittauksen metatiedot	9
3.6	Kameran asetukset	10
3.7	Aktiivisuusdatan kuvaajat	12
3.8	Loki	15
3.9	Mittauksen hallinta	15
3.10	Uuden merkin lisäys	15
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
4	Sovelluksen kokonaisrakenne ja rajapinnat	24
4.1	Sovelluksen arkkitehtuuri	24
4.2	Ulkopuoliset komponentit	25
4.3	Olennaisimmat muutokset toteutusratkaisuihin	26
4.4	Asetustiedosto	26
4.5	Mittauksen metadata -tiedosto	29
4.6	Analyysidatatiedosto	33

5	Tavoitteiden toteutuminen	35
5.1	Vaatimusten toteutuminen	35
5.2	Testaus tavoitteena	36
5.3	Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut	36
6	Ohjeita ylläpitäjälle ja jatkokehittäjälle	44
6.1	Ohjeita jatkokehittäjälle	44
6.2	Ohjeita ylläpitäjälle	44
7	Yhteenveto	46
8	Lähteet	47

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. 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] ja vaatimusmäärittelyä [8]. Muita liikkuva-projektin dokumentteja ovat luokkadokumentaatio [2], testausraportit [3] ja [4] ja testaussuunnitelma [5].

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:

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.
Doxygen	on ohjelma, jolla voidaan luoda automaattisesti lähdekoodin kommentteista dokumentaatio, joka kuvaa lähdekoodia yksityiskohtaisesti.
Excel	on taulukkolaskentaohjelma, jonka toiminta perustuu taulukon soluihin.

FPS	eli Frames Per Second on lukuarvo, joka kertoo, montako kuvapäivitystä videolähteestä otetaan yhden sekunnin aikana.
JavaDoc	on ohjelma, jonka avulla Javan lähdekoodista voidaan generoida luokkadokumentaatio.
JPEG	eli JPG on häviöllinen kuvatiedostoformaatti.
Ohjelmakirjasto	on yleiskäyttöinen kokoelma ohjelmakoodia, joka on tarkoitettu hyödynnettäväksi ohjelmistoja kirjoitettaessa, jotta ohjelmoijien ei tarvitsisi ratkoa sellaisia ongelmia, jotka joku muu on jo ratkaissut.
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.
OpenGL	on grafiikkakirjasto ennen kaikkea 3D-grafiikan piirtoon.
OpenCV	on konenäkökirjasto, joka mahdollistaa muun muassa videokameroiden ja videotiedostojen käsittelyn.
PDF	eli Portable Document Format on PostScript-kieleen pohjautuva ohjelmistoriippumaton, siirrettävä tiedostomuoto.
PNG	on häviötön kuvatiedostoformaatti.
Qt	on käyttöliittymäkirjasto, jolla on mahdollista toteuttaa C++-kielellä ohjelmia, joista voidaan helposti tehdä toimivat versiot usealle eri käyttöjärjestelmälle.
SVG	eli Scalable Vector Graphic on vektorikuvaformaatti.
XML	eli Extensible Markup Language on tekstimuotoinen merkinäkieli, 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) ja videolähteiden hallinnan (B, luku 3.4) sekä välilehtien näkymät (D, luvut 3.5 – 3.8): mittausta kuvaaville metatiedoille (*Description*), videolähteiden kalibroinnille (*Camera Settings*), analyysin tuloksille (*Activity Graph*) ja lokille (*Log*). Näiden alla ovat mittauksen hallinnan painikkeet (F, luku 3.9). Pääikkunassa on lisäksi vielä tilarivi (G, luku 3.17).

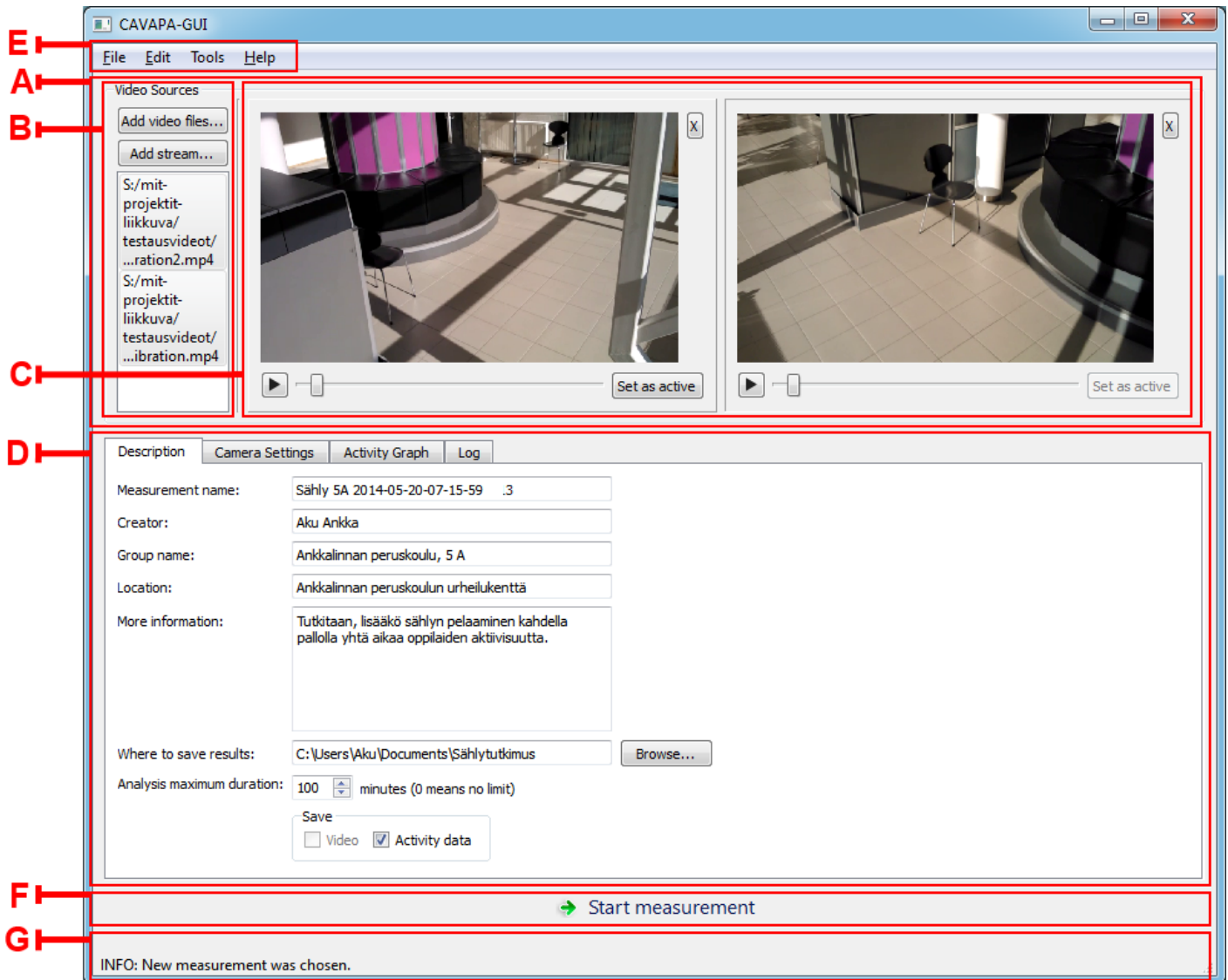
Muut näkymät ovat erillisiä ikkunoita. *Activity Graph* -välilehteen liittyvät näkymät *Add new marker*, *Export to CSV* ja *Graph Settings* esitellään luvuissa 3.10 – 3.12, pääikkunan komentovalikoista (E, luku 3.13) ovat avattavissa ikkunat *Settings*, *Open stream* ja *About*, jotka esitellään luvuissa 3.15 – 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.

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.



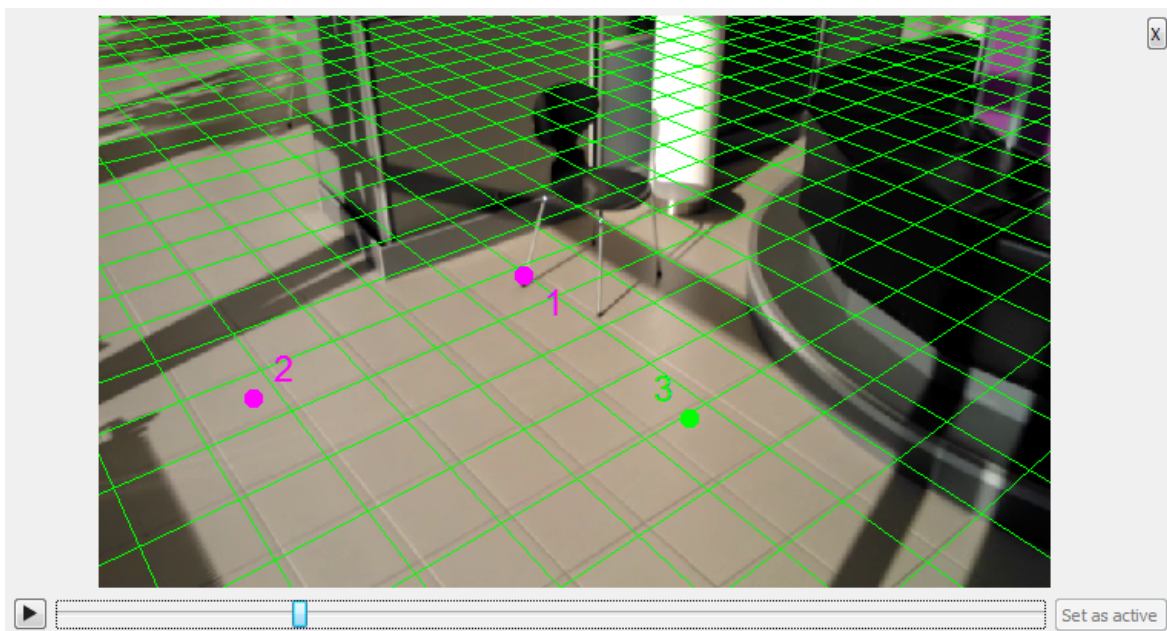
Kuva 3.1: Pääikkuna.

3.3 Videonäkymä

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

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 näkyvät havaitut liikkuvat kohteet korostettuina värillisillä suorakulmioilla.

Kalibroitaessa analyysialgoritmia voidaan videonäkymässä tarkastella kalibrointiruudukkoa tai kalibrointipisteitä. Ruudukon tai pisteet voi tuoda näkyviin tai poistaa 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.



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

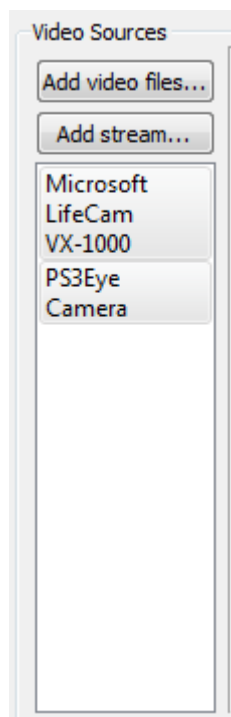
3.4 Videolähteiden hallinta

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.

Tietokoneeseen liitetyt videokamerat tulevat automaattisesti videolähteiksi, kun oh-

jelma 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 -näkyvässä voi myös valita näkyvillä olevat videolähteet. Klikkaamalla videolähteen nimeä sen voi poistaa näkyvistä, ja piilotetun videolähteen nimeä klikkaamalla sen voi tuoda näkyviin.



Kuva 3.3: Videolähteiden hallinta.

3.5 Mittauksen metatiedot

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

The screenshot shows a software interface with four tabs: 'Description', 'Camera Settings', 'Activity Graph', and 'Log'. The 'Camera Settings' tab is active. The form contains the following fields and controls:

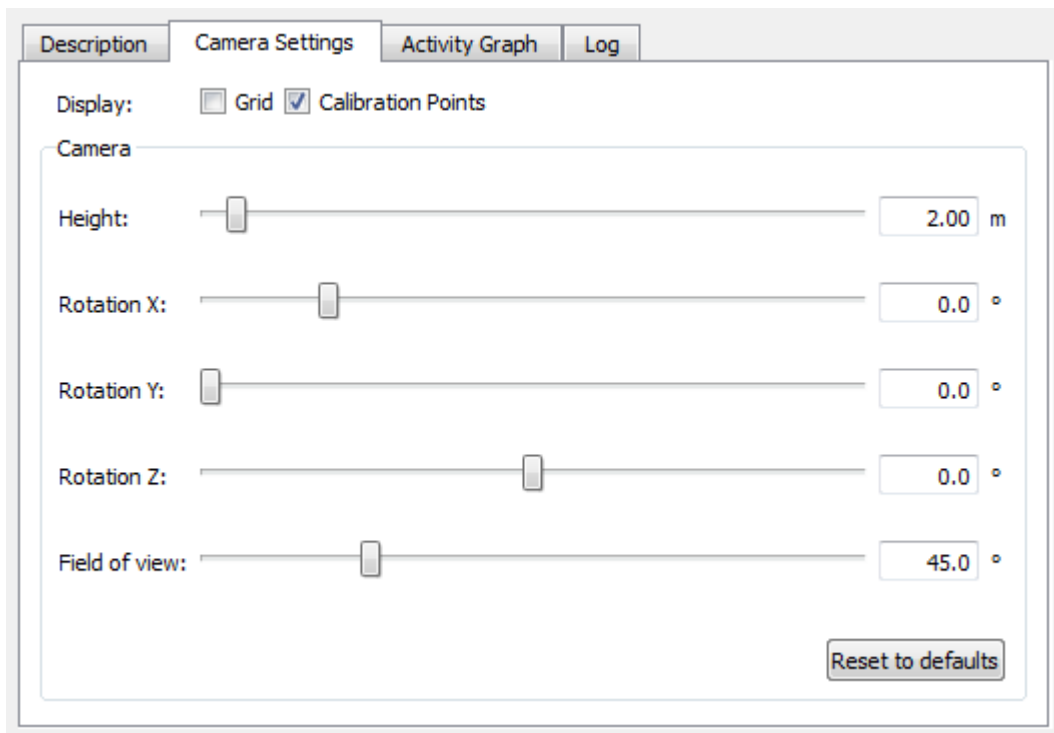
- Measurement name:** Sähly 5A 2014-05-20-07-15-59
- Creator:** Aku Anka
- Group name:** Ankkalinnan peruskoulu, 5 A
- Location:** Ankkalinnan peruskoulun urheilukenttä
- More information:** Tutkitaan, lisääkö sählyn pelaaminen kahdella pallolla yhtä aikaa oppilaiden aktiivisuutta.
- Where to save results:** C:\Users\Aku\Documents\Sählytutkimus (with a 'Browse...' button)
- Analysis maximum duration:** 100 minutes (0 means no limit)
- Save:** A section with 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 kalibrintipisteitä. Välilehdellä käyttäjä voi kalibroida analyysialgoritmin arvioimalla kameran korkeutta ja kulmaa eri akseleiden suhteen sekä katselukulmaa. Arvot voi syöttää joko liikusäätimillä tai syöttökenttiin. Arvon syöttökenttään syötettämisen jälkeen on painettava *Enter*-näppäintä syötetyn arvon vahvistamiseksi. Videonäkymässä (katso kuva 3.2) näkyvä ruudukko havainnollistaa, missä maan pinta kulkisi kulloisillakin kameran parametreilla. 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.

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 si-



Kuva 3.5: Kameran asetukset.

jaintia kuvaustilanteessa todellisessa maailmassa silmämääräisesti näiden kahden parametrin osalta. Kameran korkeudeksi voi asettaa suoraan kameran arvioidun korkeuden metreissä

Kameran kulma X-akselin suhteen määräytyy seuraavasti:

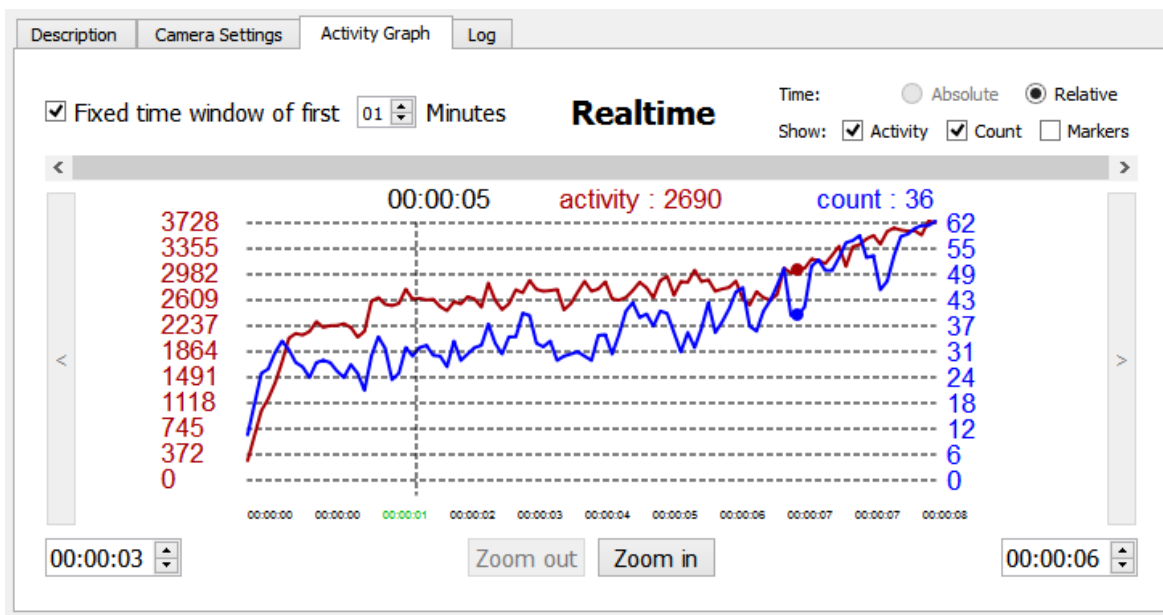
1. Kameran osoittaessa yläviistoon kulma on välillä $[-90^\circ, 0^\circ]$.
2. Kameran osoittaessa vaakasuoraan kulma on 0°
3. Kameran osoittaessa alaviistoon kulma on välillä $[0^\circ, 90^\circ]$
4. Kameran osoittaessa suoraan maata kohden kulma on 90°

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, jotta kalibrointi olisi mahdollista. Pisteitä on myös oltava sama määrä jokaisessa videolähteessä. 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. Kalibrointipisteitä käytettäessä *Camera Settings*

-välilehden liikusäätimien arvoja ei oteta huomioon.

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.



Kuva 3.6: Aktiivisuusdatan kuvaajat.

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 napsauttaminen** 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.

Hiirellä maalaaminen

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* -komenttoon (katso luku 3.11) siten, että CSV-tiedostoon viedään ainoastaan valittu aikaväli.

Aikakentät

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

Kaksoisnapsaus hiirellä

Kaksoisnapsauttamalla kuvaajia hiirellä 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 minuitteja kuvaajien lopusta tai koko kuvaajat.

Realtime Analysis

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

Time

Valintapainikkeilla voidaan videokameralta tulevaa kuvaa analysoitaessa vaihtaa esitystapaa kuvaajien alapuolella näkyvien aikaleimojen sekä hiiren kuvaajan päälle vietäessä näkyvän aikaleiman osalta. *Absolute*-valinnalla aikaleimat kuvaavat todellisia kellonaikoja, kun taas *Relative*-valinnalla aikaleimat kuvaavat mittauksen aloituksesta kulunutta aikaa.

Show

Valintaruuduilla on mahdollista piilottaa ja tuoda näkyviin aktiivisuuskuvaaja (*Activity*-valintaruutu), havaittujen kohteiden lukumäärän kuvaaja (*Count*-valintaruutu) tai nimettyjen ajanhetkien nimet (*Markers*-valintaruutu).

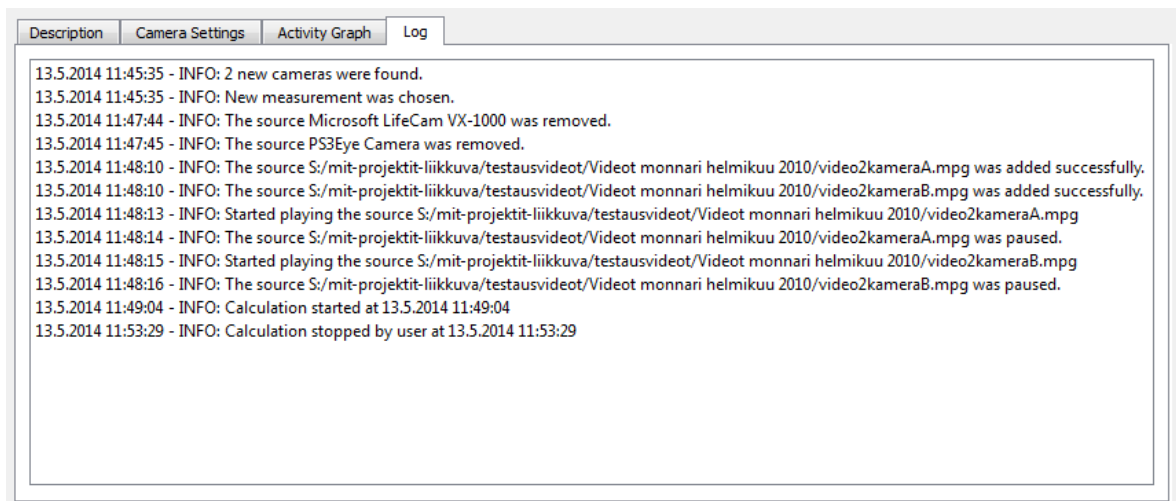
Zoom in	Painiketta painamalla kuvaajista voi tarkastella pienempää aikaväliä kerralla. Jos hiirellä maalaamalla tai aikaikkunoilla on valittu kuvaajista jokin aikaväli, rajataan näkyvä osa kuvaajista tälle välille.
Zoom out	Painiketta painamalla kuvaajista voi tarkastella suurempaa aikaväliä kerralla.
Nuolipainikkeet	Tarkasteltavaa aikaväliä on mahdollista siirtää kuvaajien molemmilla puolilla olevia nuolipainikkeita painamalla. Nuolipainikkeita voi myös pitää pohjassa, jolloin kuvaajia kelataan, kunnes painike vapautetaan.
Vierityspalkki	Tarkasteltavaa kohtaa voi siirtää myös kuvaajien yläpuolella sijaitsevasta vierityspalkista.

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

Create Marker	nimeää ajanhetken, jonka kohdalla hiirivalikko avattiin (katso luku 3.10).
Delete Marker	poistaa nimetyn ajanhetken, jonka kohdalla hiirivalikko avattiin.
Save to SVG Image	tallentaa kuvaajat SVG-kuvaksi. Kuvatiedostoksi tallennetaan kuvaajanäkymä sellaisena kuin se tallennushetkellä näyttää ts. rajaus, valinta ja merkityt ajanhetket vastaavat tallenushetken tilannetta.
Export to CSV File	vie valitun alueen datan CSV-tiedostoon. Jos mitään aluetta ei ole valittu, eikä tarkasteluväliä ole rajattu, viedään kaikki analysoitu data (katso luku 3.11).
Graph Settings	Avataan <i>Graph Settings</i> -ikkuna, jossa voidaan säätää kuvaajaan liittyviä asetuksia (katso luku 3.12).

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

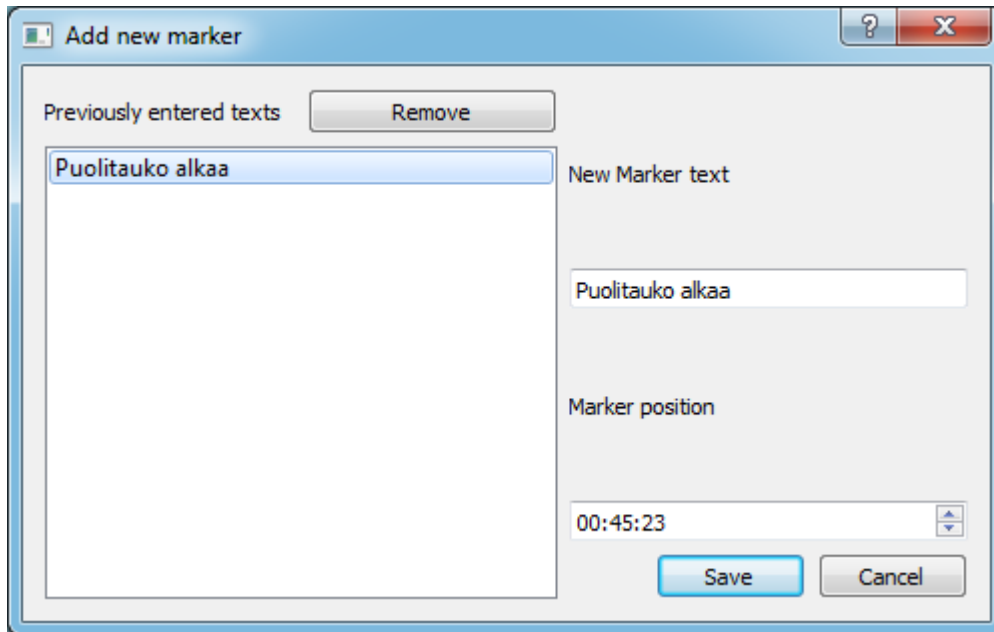
Mittaus käynnistetään painamalla pääikkunan (katso kuva 3.1) *Start Measurement* -painiketta. Tämän jälkeen mittauksen metatietoja (katso luku 3.5) ei enää voi muokata. Mittauksen ollessa käynnissä käytössä ovat painikkeet *Cancel*, *Stop* ja *Pause*. *Cancel* peruuttaa mittauksen, jolloin mitään dataa ei tallenneta. *Stop* lopettaa mittauksen, ja *Pause* laittaa mittauksen tauolle, jolloin sitä voidaan vielä jatkaa. *Pause* on käytettävissä ainoastaan videotiedostoja analysoitaessa.

Lukujen 3.10 – 3.12 näkymät liittyvät aktiivisuuskuvaajiin.

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. Ik-

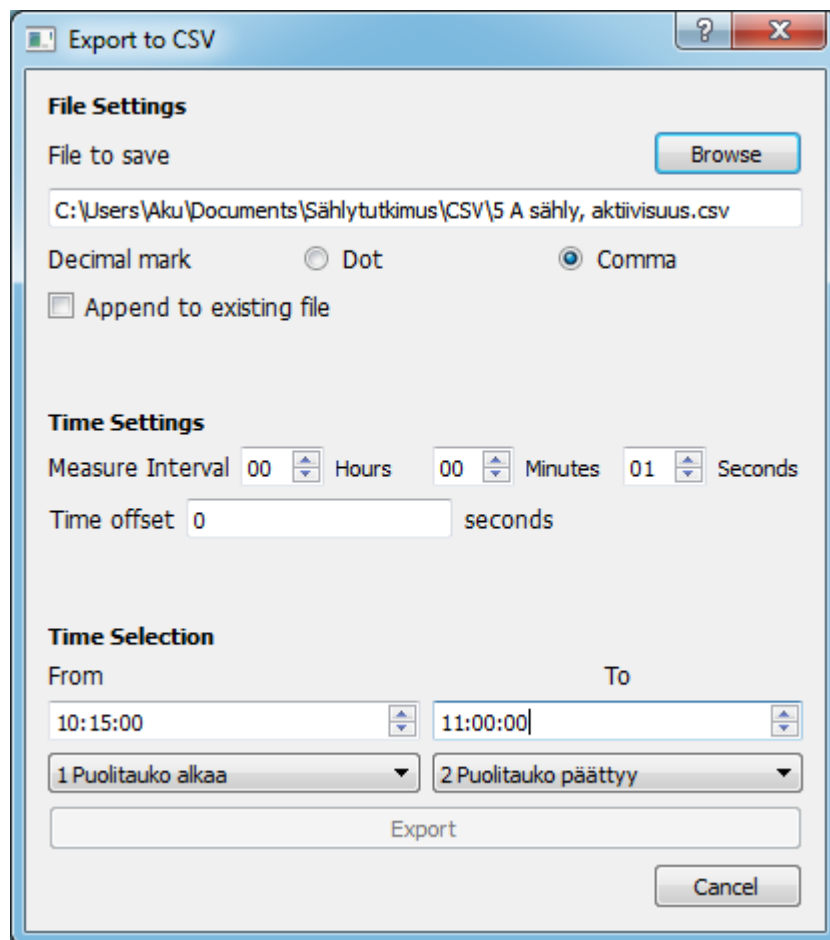
kunassa näkyvät aiemmin käytetyt ajanhetkien nimet, ja merkinnän aikaleimaa voi muuttaa. Nimetyt ajanhetket tulevat näkyviin myös viettäessä dataa CSV-tiedostoon.



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:

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

vai kirjoitetaanko vanhan tiedoston päälle, jos *File to save* -kenttään on valittu jokin olemassa oleva tiedosto.

Measure Interval

määrittää aikavälin, jonka mittaisista mittausjaksoista viedyt tiedot ovat keskiarvoja.

Time offset

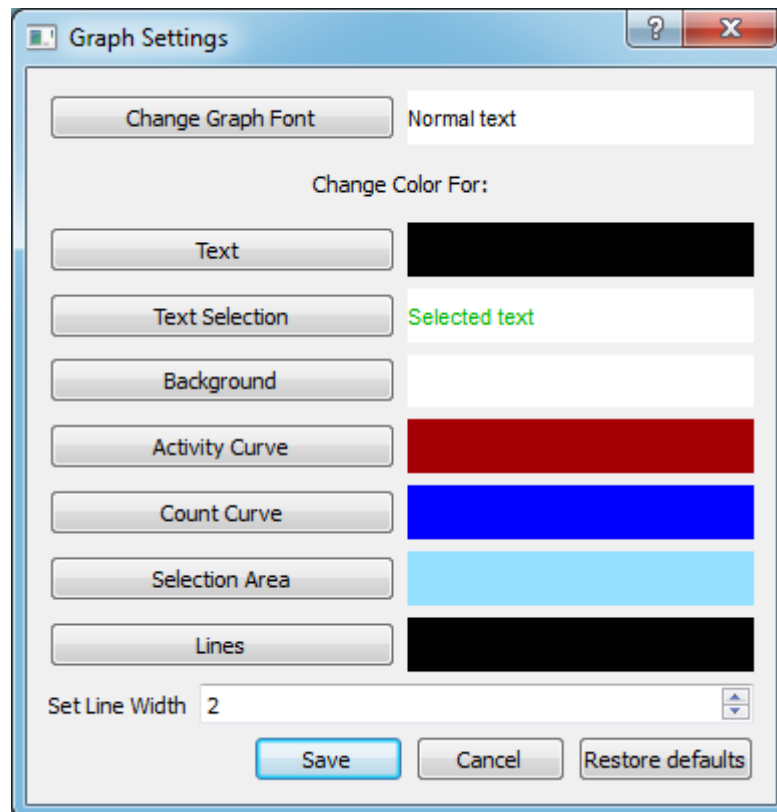
määrittää mittausdatan aikaleimoihin lisättävän määrän sekunteja. Arvo voi olla myös negatiivinen.

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:

New measurement

luo uuden mittauksen. Käytössä olevat video-lähteet säilyvät.

Open existing measurement...

avaa aiemmin tehdyn mittauksen. Mittaus avataan valitsemalla siitä tallennettu xml-tiedosto.

Redo current measurement	suorittaa nykyisen mittauksen uudestaan.
Open video files...	avaa videotiedostoja. Tiedostot lisätään mittaukseen videolähteiksi.
Open stream...	avaa videovirran URL-osoitteen perusteella. Videovirta lisätään mittaukseen videolähteeksi (katso luku 3.14).
Export activity graph data...	tallentaa aktiivisuuskuvaajien data CSV-tiedostoon (katso luku 3.11).
Export activity graph image...	tallentaa aktiivisuuskuvaajat SVG-kuvaan. Kuvaan tallennetaan kuvaajanäkymä sellaisena kuin se tallennushetkellä näyttää ts. rajausta, valintaa ja merkityt ajanhetket vastaavat tallennushetken tilannetta.
Exit	sulkee ohjelman.

Pääikkunan tekstiEdit-valikko sisältää seuraavan komennon:

Refresh cameras tuo näkyviin kaikki tietokoneeseen liitetyt kamerat.

Pääikkunan tekstiTools-valikko sisältää seuraavan komennon:

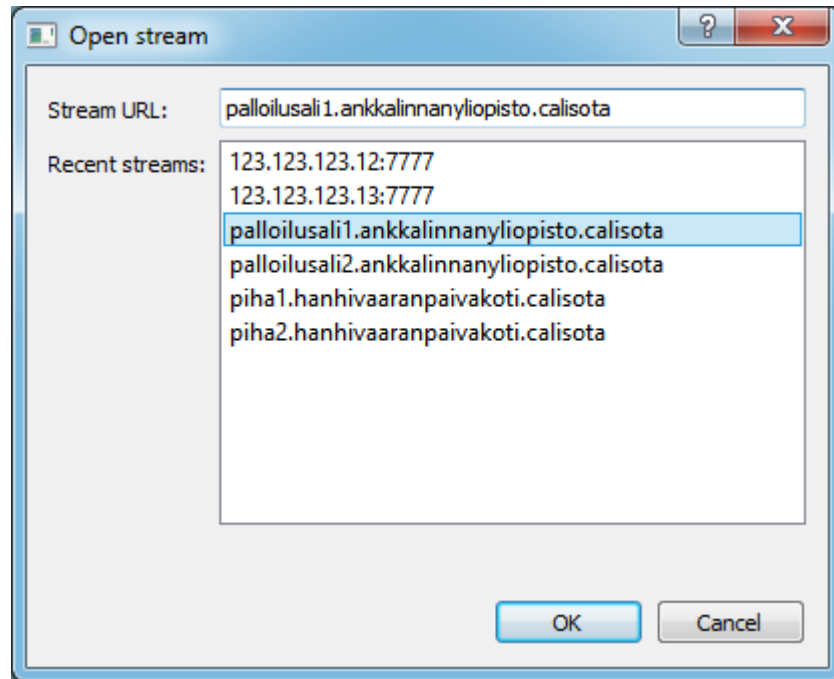
Settings... avaa *Settings*-ikkunan (katso luku 3.15).

Pääikkunan tekstiHelp-valikko sisältää seuraavan komennon:

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

3.14 Videovirran avaus

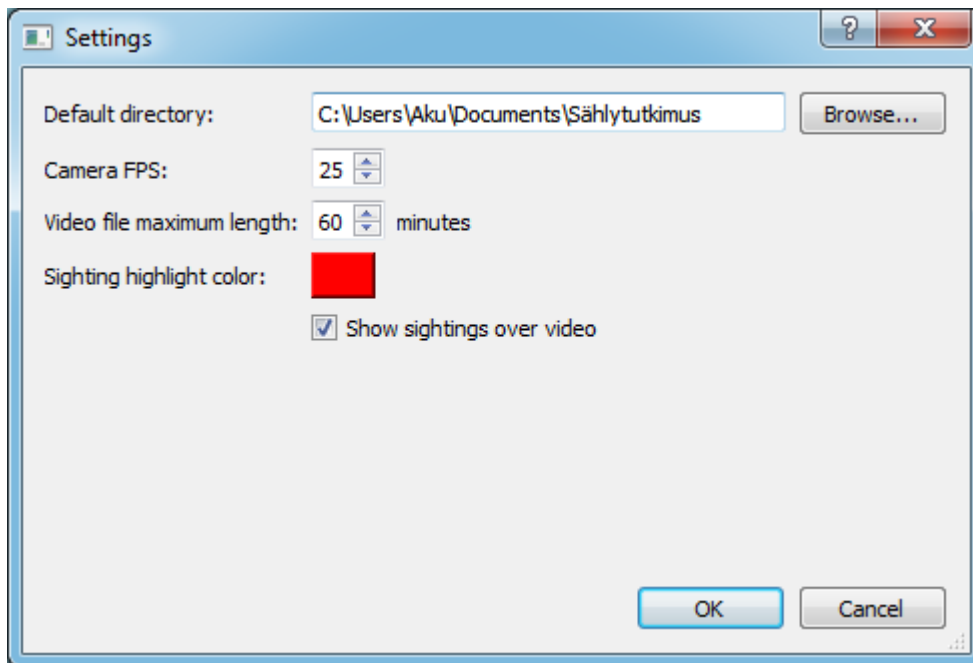
Kuvassa 3.11 esitetyn *Open stream* -ikkunan voi avata joko *File*-valikon (katso luku 3.13) komennolla *Open stream...* tai pääikkunan (katso kuva 3.1) painikkeella *Add stream....* Ikkunassa voidaan avata videovirta URL-osoitteen perusteella tai valita avattava videovirta viimeisimpien käytettyjen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



Kuva 3.11: Videovirran avausikkuna.

3.15 Ohjelman asetukset

Kuvassa 3.12 esitetty *Settings*-ikkuna aukeaa pääikkunasta *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.



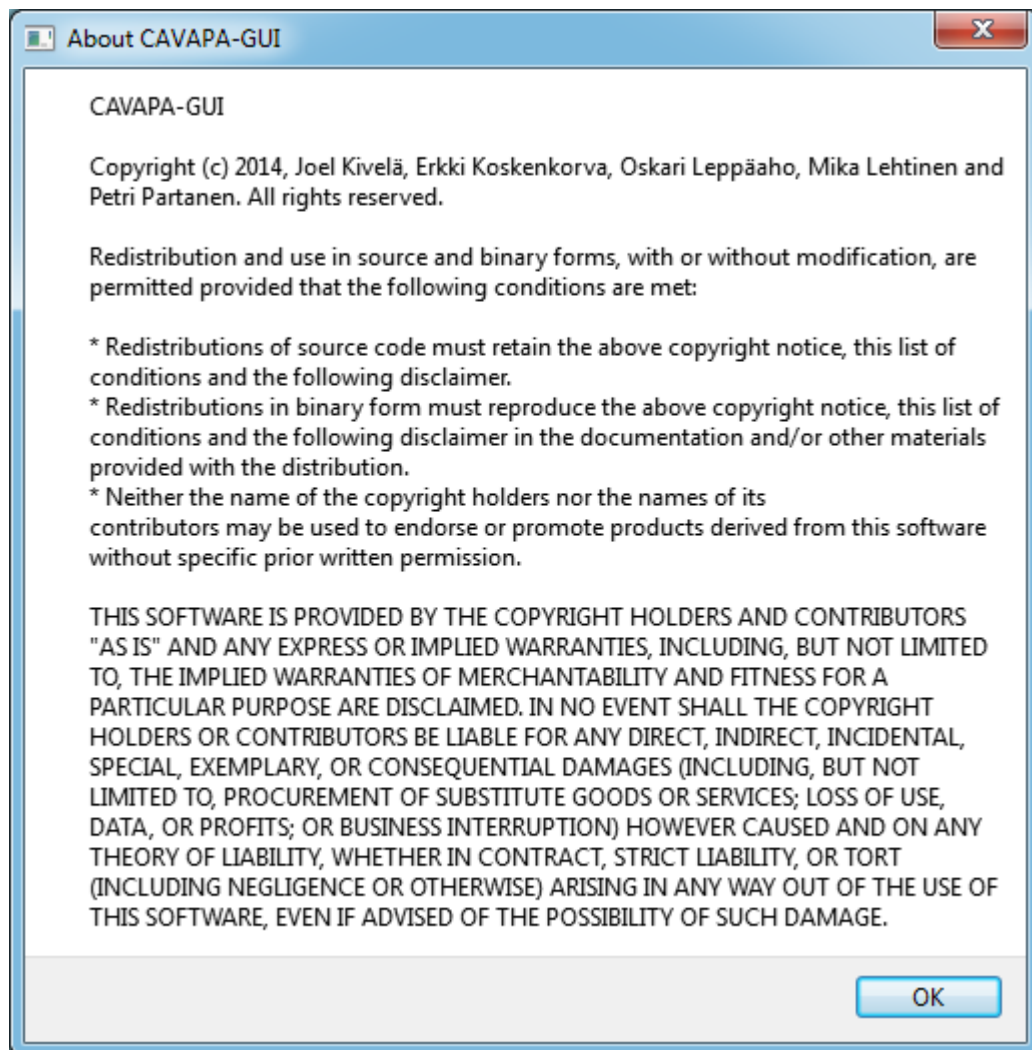
Kuva 3.12: Ohjelman asetukset.

3.16 Tietoa ohjelmasta

Kuvassa 3.13 esitetyn *About*-ikkunan voi avata *Help*-valikon (katso luku 3.13) komennolla *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.



Kuva 3.13: Tietoa ohjelmasta.

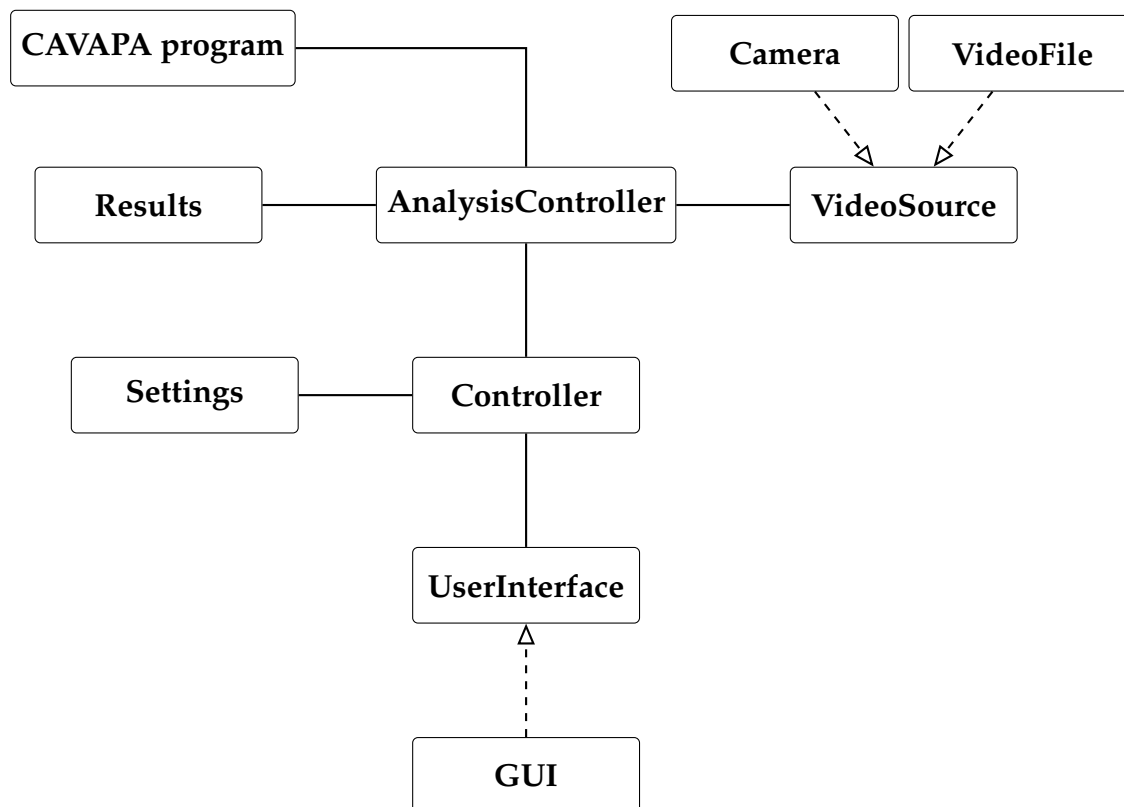
4 Sovelluksen kokonaisrakenne ja rajapinnat

Tässä luvussa käsitellään tietojärjestelmän arkkitehtuuria, käytettyjä ulkopuolisia komponentteja, toteutusratkaisuihin tehtyjä olennaisimpia muutoksia, sekä kuvataan syöte- ja vastetiedostoja.

Liikkuva-projektissa kehitetyn käyttöliittymän käyttäjille tarjoamat tiedot ja toiminnot on kuvattu tarkemmin vaatimusmäärittelyssä [8]. Sovelluksen luokat ja niiden rajapinnat kuvataan yksityiskohtaisesti luokkadokumentaatioissa [2].

4.1 Sovelluksen arkkitehtuuri

Tietojärjestelmän arkkitehtuuri on kuvattu kuvassa 4.1.



Kuva 4.1: Sovelluksen arkkitehtuuri.

Sovellus jakautuu seuraaviin kokonaisuuksiin:

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

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 toteutusratkaisuissa

Sovelluksen arkkitehtuuriin 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, mutta 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 verteksipuskurioitoita.

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.

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

Mittauksen metadata ja 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 Anka</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:

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

`videosources-elementin` lapsielementtien merkitykset ovat seuraavat:

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

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

calibrationpoints-elementin lapsielementtien merkitykset ovat seuraavat:

calibrationpoint	on yhden kalibrointipisteen tiedot sisältävä elementti.
id	sisältää kalibrointipisteen tunnistenumeron.
position	sisältää kalibrointipisteen sijainnin videokuvassa.

markers-elementin lapsielementtien merkitykset ovat seuraavat:

marker	on yhden merkityn ajanhetken tiedot sisältävä elementti.
active	kertoo, onko merkitty ajanhetki vielä käytössä. Mahdollistaa merkintöjen poistamisen peruuttamisen, jota ei ole kuitenkaan vielä toteutettu.
frametime	sisältää merkityn ajanhetken aikaleiman videon alusta millisekunteina.
text	sisältää merkitylle ajanhetkelle annetun nimen.

4.6 Analyysidatatieosto

Analyysidata tallennetaan `activity.cpa` binääritiedostoon, 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.

frame_stats	sisältää yhden ruudun tiedot: videon alusta kuluneen ajan, aktiivisuuden määrän ja havaittujen liikkuvien kohteiden määrän.
cameras	sisältää videoruutuun liittyvien kameroiden määrän.
sightings	sisältää videoruutuun liittyvien havaittujen liikkuvien kohteiden määrän.
sighting_count	sisältää yhdestä kamerasta havaittujen liikkuvien kohteiden määrän.
sighting	sisältää yhden havaitun liikkuvan kohteen tiedot: tunnistenumeron, maailman koordinaatit, havainnon varmuusasteen ja havainnon videokuvassa rajaavan suorakulmion tiedot.

5 Tavoitteiden toteutuminen

Luvussa kuvataan vaatimusten toteutumisesta sekä heikkoja ja puutteellisia toteutusratkaisuja. Sovelluksen vaatimukset on kuvattu vaatimusmäärittelyssä [8]. Tunnetut virheet on lueteltu järjestelmätestausraporteissa [3] ja [4].

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 [8]. Pakollisista 33 vaatimuksesta toteutui kokonaan 32 vaatimusta ja yksi toteutettiin osittain. Osittain toteutettu pakollinen vaatimus 6.1.5 liittyy toimintaan Linux-käyttöjärjestelmässä, 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 ja siksi ominaisuutta ei ehditty toteuttaa.

Testauksissa havaittujen virheiden vuoksi osa toteutetuista vaatimuksista jäi tilaan *toteutettu*, eikä niiden tilaa voitu nostaa *testatuksi*.

5.2 Testaus tavoitteena

Sovelluksen toteutusvaiheessa jokainen ryhmän jäsen suoritti omatoimisesti yksiköttestausta testaten tekemiään muutoksia. Projektin lopussa Joel Kivelä laati järjestelmätestaussuunnitelman [5] ja toteutti sitä noudattaen järjestelmätestauksen, jonka tulokset on raportoitu järjestelmätestausraporteissa [3] ja [4]. Järjestelmätestauksissa testattiin yhteensä 55 vaatimusmäärittelyn vaatimusta. Windowsissa suoritetussa järjestelmätestauksessa [3] havaittiin 6 virhettä ja tehtiin 14 muuta huomiota. Linuxissa suoritetussa järjestelmätestauksessa [4] havaittiin 2 virhettä ja tehtiin 13 muuta huomiota. Mahdollisimman monet virheistä pyrittiin korjaamaan, mutta regressiotestausta ei enää ehditty projektin puitteissa suorittaa.

Projektin aikana järjestettiin käytettävyytestauspäivä, jonka aikana käytettävyyshuoltoasiantuntija Johanna Silvennoinen antoi palautetta sovelluksen käytettävyydestä. Varsinaista käytettävyytestausta ei ehditty valmiilla sovelluksella tehdä ajanpuutteen vuoksi.

Projektin aikana sovelluksen eri versioita testasivat 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

Windowsissa toteutetussa järjestelmätestauksessa havaittiin sovelluksen kaatuvan usein erityisesti mittausta aloitettaessa. Useita tilanteita, joissa sovellus kaatui korjattiin testauksen jälkeen.

Videotiedostoja analysoitaessa käyttäjältä kannattaa kysyä, halutaanko kopioida analysoitava videotiedosto mittauksen tallennuskansioon. Mikäli käyttäjä tekee näin 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 vi-

deonäkymässä olevaa *Set as active* -painiketta) ja *Camera Settings* -välilehteä toisiinsa. Vastaava ohjaaja ehdotti tähän ratkaisuksi mallia, jossa videolähteiden hallintänäkymässä 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.

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

Seuraavat kehitysideat koskevat sovellusta yleisesti:

- Videokameroiden kautta tapahtuvaa mittauksia ei voida keskeyttää ja jatkaa myöhemmin (videotiedostojen tapauksessa tämä onnistuu). Tämä ominaisuus kannattaisi lisätä.
- Kaikissa sovelluksen tiedoston tallennus- ja avausikkunoissa olisi hyvä muistaa viimeksi käytetty sijainti ikkunoita uudelleen avattaessa [13].
- Joissakin sovelluksen ikkunoissa on sulkemispainikkeen vieressä kysymysmerkkipainike, jota ei hyödynnetä mitenkään.
- Mittauksen nimi voitaisiin esittää otsikkorivillä, kun se on mahdollista [10].
- *Start measurement* -painiketta ei kannattaisi olla nähtävillä tai aktiivisena ennen videolähteiden valintaa [10].
- Mittauksen hallintapainikkeet eivät välttämättä liity kaikkiin välilehtiin, vaan ne kannattaisi ehkä sijoittaa jollekin välilehdistä [16].
- Käyttäjälle voisi sovelluksen avattaessa ja *Edit*-valikon *Refresh cameras* -komentoa käyttäessä ilmoittaa jotenkin siitä, että videokameroita ei ole saatavilla [11].
- Kun mittaus pysäytetään, voitaisiin tilarivillä mainita mittauksen tietojen tallentamisesta [14]

- Ohjelman asetukset (katso luku 3.15), CSV-tiedostoon tallennus (katso luku 3.11), Uuden merkin lisäys (katso luku 3.10) ja Videovirran avaus (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 kannattaisi toimia joko niin, että ne ovat aina päällimmäisenä, kun sovellus on aktiivisena, tai sitten niin, että jos käyttäjä yrittää avata ikkunan uudelleen sen ollessa jo avattuna, aikaisemmin avattu ikkuna tulee päällimmäiseksi. Nykyisellään ikkuna saattaa olla taustalla, jolloin mitään ei tapahdu, jos käyttäjä yrittää avata ikkunan uudelleen.

Seuraavat kehitysideoit koskevat Mittauksen metatiedot -välilehteä (katso luku 3.5):

- Välilehdellä kannattaisi olla *Save* ja *Cancel* -painikkeet, jotta käyttäjä voisi varmistua syöttämiensä tietojen tulevan tallennetuksi tai hylätyiksi [11]
- Välilehden *Analysis maximum duration* -kentän nimi ei ehkä kuvaa riittävän selvästi kentän merkitystä [13].
- Välilehdellä saattaisi olla hyvä esittää *Where to save results* -kentässä myös mittauksen tiedostoille luotavaan kansioon nimi. Kansion nimeksi tulee sama kuin mittauksen nimi [14].
- Ohjelman asetukset -ikkunan (katso luku 3.15) asetus *Video file maximum length* saattaisi kuulua tälle välilehdelle [15].
- Kentälle *Where to save results* kannattaisi varata enemmän tilaa [16].
- *Save*-otsikko voisi olla valintaruutujen edessä.

Seuraavat kehitysideoit koskevat Aktiivisuusdatan kuvaajat -välilehteä (katso luku 3.7):

- Videoon merkityt ajanhetket tallentuvat kiintolevylle ainoastaan, jos merkinnot tehdään mittauksen aikana. Merkinnoille kannattaa tarjota erillinen tallennuspainike tai tallentaa ne aina uutta merkkiä lisättäessä.

- 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 [9].
- Välilehdellä voisi olla lyhyt käyttöohje siitä, miten kuvaajat on mahdollista saada tarkasteltavaksi, jos mittausta ei ole aloitettu tai vanhaa mittausta avattu [11].
- Välilehdellä käytetään useita kirjasinkokoja ja tyylejä, jonka vuoksi se näyttää hieman epäyhtenäiseltä [11].
- Välilehden asteikkojen ja hiiri kuvaajien päälle vietäessä niiden yläpuolelle ilmestyvän tekstin kirjasinkoko pienenee tarpeetta sovellusikkunaa kavennettaessa.
- Välilehden molemmin puolin olevien nuolipainikkeiden pitäisi olla harmaana, jos graafia ei pysty siirtämään enää enemmän vasemmalle tai oikealle [11].
- Välilehden alapuolella olevat aikakentät tarvitsisivat ehkä vihjetekstin lisäksi otsikot.
- Välilehden alapuolella olevien aikakenttien arvo on mittauksen aikana ja sen jälkeen *00:00:00*, jos ei näkymää ole zoomattu kertaakaan. Aikakentissä saat- taisi olla hyvä näkyä esimerkiksi kuvaajilla esitettävän aikavälin alku- ja lop- puaika [14].
- Välilehden hiirivalikon *Save to SVG Image* ja *Export to CSV File* toiminnoista avautuvissa tallennusikkunoissa voitaisiin tarjota jotain oletusnimeä tiedos- tolle [13].
- Välilehden Y-akselien asteikot tarvitsisivat niitä kuvaavat otsikot [13].
- Välilehden *Zoom out* -painikkeen kannattaisi zoomata vain tietyn verran, ei aina koko mittauksen aikavälille [13].
- Välilehden *Realtime* -tekstin tarkoitus ei ole kovin selvä, teksti näkyy esimer- kiksi videotiedostoja analysoitaessa, mikä ei voi olla reaaliaikaista [14].
- Välilehden Y-akselin asteikoiden olisi hyvä olla sadalla, kymmenellä tai vii- dellä jaollisia, jotta niiden kokoluokkaa olisi helpompi tulkita [14].

- 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[14].
- Välilehdellä voisi olla hyvä lisätä hiiren kohdan arvoissa ajankohdan eteen sana time [14].
- Välilehden 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 [14].
- Välilehden asetussivustalla (katso luku 3.12) olisi hyvä olla mahdollisuus tallentaa asetukset tiedostoon, jotta voitaisiin tallentaa eri asetukset eri tilanteita varten [14].
- *Show*-valintaruudut voisivat olla alleviivattuja värillä, jolla kyseiset asiat esitetään kuvaajissa [16].
- *Zoom In* -painikkeen tulisi toimia, vaikka tiettyä aluetta ei olisikaan valittu. Tällöin zoomattaisiin tietty määrä näkyvän aikavälin keskikohdasta [16].

Seuraavat kehitysideat koskevat Uuden merkin lisäys -ikkunaa (katso luku 3.10):

- Ikkunan syöttökenttien tekstien ja kenttien välissä on liian paljon tilaa. Hahmolakien mukaan yhteenliittyvien asioiden tulisi olla lähempänä toisiaan kuin erillisten [13].
- Ikkunassa lisättävän merkin nimeä kirjoitettaessa nimen olisi hyvä näkyä kuvaajissa jo ennen *Save*-painikkeen painamista [13].
- Jos kuvaajista ei ole valittu mitään kohtaa, olisi loogista merkitä ajanhetki, jonka kohdalla hiirivalikko on avattu *Create Marker* -toimintoa valitessa [16].

Seuraavat kehitysideat koskevat CSV-tiedostoon tallennus -ikkunaa (katso luku 3.11):

- Ikkunan *Time offset* -kentän merkitystä olisi hyvä tarkentaa esimerkiksi vihjetekstin avulla[13].
- *From* ja *To* otsikoilla tarjottaviin aikakenttiin ja merkittyjen ajanhetkien valintaan liittyen ikkunassa olisi hyvä olla valintapainike, jonka perusteella valitaisiin, käytetäänkö aikakenttiä vai merkittyjä ajanhetkiä[13].

- Ikkunan asettelu on hieman muusta sovelluksesta poikkeavaa. Lihavoitujen otsikoiden sijaan kannattaisi käyttää ryhmälaatikoita, kuten Kameran asetukset -välilehdellä (katso luku 3.6) sijaitseva *Camera*-ryhmälaatikko.
- 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, mutta *Export*-painiketta ei voi silti painaa, ennen kuin on käynyt tiedostopolun valintaikkunassa.

Seuraavat kehitysideoita koskevat Kameran asetukset -välilehteä (katso luku 3.6):

- Välilehden liikusäätimien arvoja voi muuttaa, vaikka yhtään videolähdettä ei olisi valittuna. Tämän ei kannattaisi olla mahdollista [12].
- Välilehden 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 [12].
- Välilehden kalibrointitiedot voisi olla hyvä olla mahdollista tallentaa omaan tiedostoonsa [12].
- Välilehden liikusäätimien mitta-asteikot tai ainakin minimi- ja maksimiarvojen esittäminen selkeyttäisi käyttöä [12].
- Kun mittaus pysäytetään, kameran asetuksista nollaantuvat kierto X-akselin ja Y-akselin suhteen.
- Ohjelman asetukset -ikkunan (katso luku 3.15) asetus *Camera FPS* saattaisi kuulua tälle välilehdelle [15].

Seuraavat kehitysideoita koskevat Videolähteiden hallinta -näkyä (katso luku 3.4):

- Näkymän panikkeiden kannattaisi sijaita videolähdelistan alapuolella [14].
- Näkymässä videolähteen nimelle varattu tila on liian pieni, sillä siihen mahtuu vain kymmenkunta merkkiä. Videolähteiden hallinta -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 [14].
- 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 videolähteiden hallinta -näkymään . [14].

Seuraavat kehitysideoit koskevat Loki-välilehteä (katso luku 3.8):

- Välilehden viestit saattaisi olla hyvä tallentaa tiedostoon.
- Virheviestit voisi tuoda käyttäjälle selvemmin näkyviin esimerkiksi punaisella huutomerkillä välilehden otsikossa [14].

Seuraavat kehitysideoit koskevat Videonäkymää (katso luku 3.3):

- Näkymässä (katso luku 3.3) olisi hyvä olla aikakenttä, joka ilmaisisi, missä kohdassa video on menossa [9].
- Näkymä jää sovellusta pienellä resoluutiolla käytettäessä liian pieneksi, samoin kalibroitipisteiden numeroinnin kirjasinkoko. Tähän auttaisi näkymä, jossa olisi mahdollisuus tarkastella yhtä videonäkymää kalibroitikontrolleineen koko ruudun kokoisena [10].

Seuraavat kehitysideoit koskevat Pääikkunan komentovalikoita (katso luku 3.13):

- Pääikkunan komentovalikoissa 3.13 on useita valikoita, joissa on ainoastaan yksi komento. Näitä kannattaisi yhdistellä.

- *Edit*-valikon komento *Refresh cameras* ei pitäisi olla käytettävissä, kun mittaus on käynnissä [15].
- *Help*-valikon *About*-toiminnolla aukeavassa Tietoa ohjelmasta -ikkunassa (katso luku 3.16) voisi lyhyesti mainita myös ohjelman käyttötarkoituksesta [15].
- *Tools*-valikon *Settings*-toiminnolla aukeavalla Ohjelman asetukset -ikkunalla (katso luku 3.15) voisi olla kuvaavampi otsikko [15].
- *Tools*-valikon *Settings*-toiminnolla aukeavassa Ohjelman asetukset -ikkunassa (katso luku 3.15) kentällä *Default directory* voisi olla kuvaavampi nimi. Kenttä määrittää mittauksen tietojen tallennukseen Mittauksen metatiedot -välilehdellä (katso luku 3.5) tarjottavan oletuskansion [15].
- *Tools*-valikon *Settings*-toiminnolla aukeavan Ohjelman asetukset -ikkunan (katso luku 3.15) kannattaisi pyrkiä ryhmittelemään [15].

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.

6.2 Ohjeita ylläpitäjälle

Sovellus toimii sovelluspaketin purkamisen jälkeen ajamalla paketissa oleva *cavapagui* -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 tietojärjestelmän, jolla voidaan mitata ryhmätason fyysistä aktiivisuutta. Toteutettu järjestelmäkokonaisuus toimii pääosin asetettujen päätavoitteiden mukaisesti, joitain sellaisia virheitä lukuunottamatta, joita projektin puitteissa ei ollut aikaa korjata. Ensimmäisen prioriteetin vaatimuksesta 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.

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.

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 maailman 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.

Sovelluksen tärkeimmät näkymät ovat pääikkunassa sijaitsevat *Videolähteet* ja *Videolähteiden hallinta* sekä välilehdille jaetut näkymät *Mittauksen metatiedot*, *Kameran asetukset*, *Aktiivisuusdatan kuvaajat* ja *Loki*.

Sovellus toteutettiin Qt-käyttöliittymäkirjastoa, ja -sovelluskehitysympäristöä hyödyntäen. Sovellus hyödyntää myös Jarkko Vilhusen CAVAPA-analyysiohjelmaa, OpenGL-grafiikkakirjastoa ja OpenCV-konenäkökirjastoa. Sovelluksen arkkitehtuurin 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>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 7.6.2012.
- [2] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Luokkadokumentaatio", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [3] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Järjestelmätestausraportti 1", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [4] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Järjestelmätestausraportti 2", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [5] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Järjestelmätestaussuunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [6] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Projektiraportti", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [7] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Projektisuunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [8] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Vaatimusmäärittely", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [9] Heidi Pasi, "VS: Sovelluksen uusin prototyyppi (29.4.2014)", sähköpostipalautte, Jyväskylän yliopisto, liikuntakasvatuksen laitos laitos, lähetetty 1.5.2014.
- [10] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi", sähköpostipalautte, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 9.4.2014.

- [11] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 15.4.2014.
- [12] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 16.4.2014 klo 16.25.
- [13] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 16.4.2014 klo 19.02.
- [14] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi (29.4.2014)", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 29.4.2014.
- [15] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Sovelluksen uusin prototyyppi (29.4.2014)", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 5.5.2014.
- [16] Jukka-Pekka Santanen, "Re: Viimeisin prototyyppi", sähköpostipalaute, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, lähetetty 13.5.2014.