

Liikkuva-sovellusprojekti

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

Sovellusraportti

Julkinen
Versio 0.3.0
22.5.2014

**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: 39

Tiivistelmä: Liikkuva-projekti kehitti Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle käyttöliittymän konenäköpohjaiselle liikemittarille. Sovellusraportissa kuvataan projektissa kehitetyn tietojärjestelmän prototyyppi käyttöliittymän, sovelluksen kokonaisu rakenteen, tietorakenteiden, 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 "Johdanto" projektisuunnitelman [6] pohjalta.	OL
0.0.2	13.5.2014	Aloitettiin luku "Käyttöliittymä" (3).	OL
0.1.0	14.5.2014	Kirjoitettiin luku "Käyttöliittymä" (3) loppuun. Muokattu luku "Sovelluksen rakenne" projektisuunnitelman [6] 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), "Olellisimmat muutokset toteutusratkaisussa"(4.3), "Syöte- ja vastetiedostojen kuvaus"(4.4), "Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut"(6.2) ja "Jatkokehitykseen suositellut toiminnallisuudet"(7.2)	OL
0.3.0	22.5.2014	Täydennettiin lukuja "Syöte- ja vastetiedostojen kuvaus"(4.4), "Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut"(6.2) ja "Jatkokehitykseen suositellut toiminnallisuudet"(7.2). Kirjoitettiin luvut "Käytänteet"(5), "Vaatimusten toteutuminen"(6.1) ja "Yhteenveto"(8).	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	16
3.10	Uuden merkin lisäys	16
3.11	CSV-tiedostoon vienti	17
3.12	Kuvaajien asetukset	18
3.13	Pääikkunan komentovalikko	18
3.14	Videovirran avaus	20
3.15	Ohjelman asetukset	20
3.16	Tietoa ohjelmasta	21
3.17	Tilarivi	21
4	Sovelluksen kokonaisrakenne ja rajapinnat	23
4.1	Tietojärjestelmän arkkitehtuuri	23
4.2	Ulkopuoliset komponentit	24
4.3	Olenneimmat muutokset toteutusratkaisuisissa	25
4.4	Syöte- ja vastetiedostojen kuvaus	25
4.4.1	Asetukset	25
4.4.2	Mittauksen metadatan	28
4.4.3	Analyysidatan	31

5 Käytänteet	33
5.1 Ohjelmointikäytänteet	33
5.2 Testauskäytänteet	34
6 Tavoitteiden toteutuminen	35
6.1 Vaatimusten toteutuminen	35
6.2 Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut	35
7 Ohjeita ylläpitäjälle ja jatkokehittäjälle	37
7.1 Jatkokehitykseen suositellut näkymät	37
7.2 Jatkokehitykseen suositellut toiminnallisuudet	37
8 Yhteenveto	38
9 Lähteet	39

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 luokkadokumentaatiota [2], testausraporttia [3], testausuunnitelmaa [4], projektiraporttia [5], projektisuunnitelmaa [6] ja vaatimusmäärittelyä [7].

Sovellusraportin rakenne muodostuu seuraavasti: Luvussa 2 kuvataan olennaisia termejä. Luvussa 3 kuvataan sovelluksen käyttöliittymää näkymittäin. Luvussa 4 kuvataan sovelluksen kokonaisrakenne ja rajapinnat. Luvussa 6 kuvataan tavoitteiden toteutumista. Luvussa 7 annetaan ohjeita ylläpitäjälle ja jatkokehittäjälle ja luku 8 sisältää yhteenvedon.

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-algoritmilta syötetään videolähteistä saatavaa videokuvaa ja algoritmin vasteita otetaan talteen.
Perspektiivin korjaus	tarkoittaa CAVAPA-algoritmin alustamista sellaisilla parametreilla, että se saa käsityksen oikeasta kuvakulmasta. Käytännössä tämä tarkoittaa kaksiulotteisen ruudukon sovittamista videokuvan päälle.
Tynnyrivääristymä	on erikoistapaus linssivääristymästä. Se aiheuttaa suorien viivojen kaartumisen ulospäin.

2.3 Ohjelmistoja ja teknisiä termejä

Ohjelmistoja ja teknisiä termejä ovat seuraavat:

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

JPEG	eli JPG on häviöllinen kuvatiedostoformaatti.
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.
PDF	eli Portable Document Format on PostScript-kieleen pohjautuva ohjelmistoriippumaton, siirrettävä tiedostomuoto.
PNG	on häviötön kuvatiedostoformaatti.
SVG	eli Scalable Vector Graphic on vektorikuvaformaatti.
XML	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 (C) (luku 3.3) ja videolähteiden hallinnan (B) (luku 3.4) sekä välilehtien näkymät (D): mittausta kuvaaville metatiedoille (*Description*), videolähteiden kalibroinnille (*Camera Settings*), analyysin tuloksille (*Activity Graph*) ja lokille (*Log*) (luvut 3.5 – 3.8). Näiden alla ovat mittauksen hallinnan painikkeet (luku 3.9). Pääikkunassa on lisäksi vielä tilarivi (F) (luku 3.17).

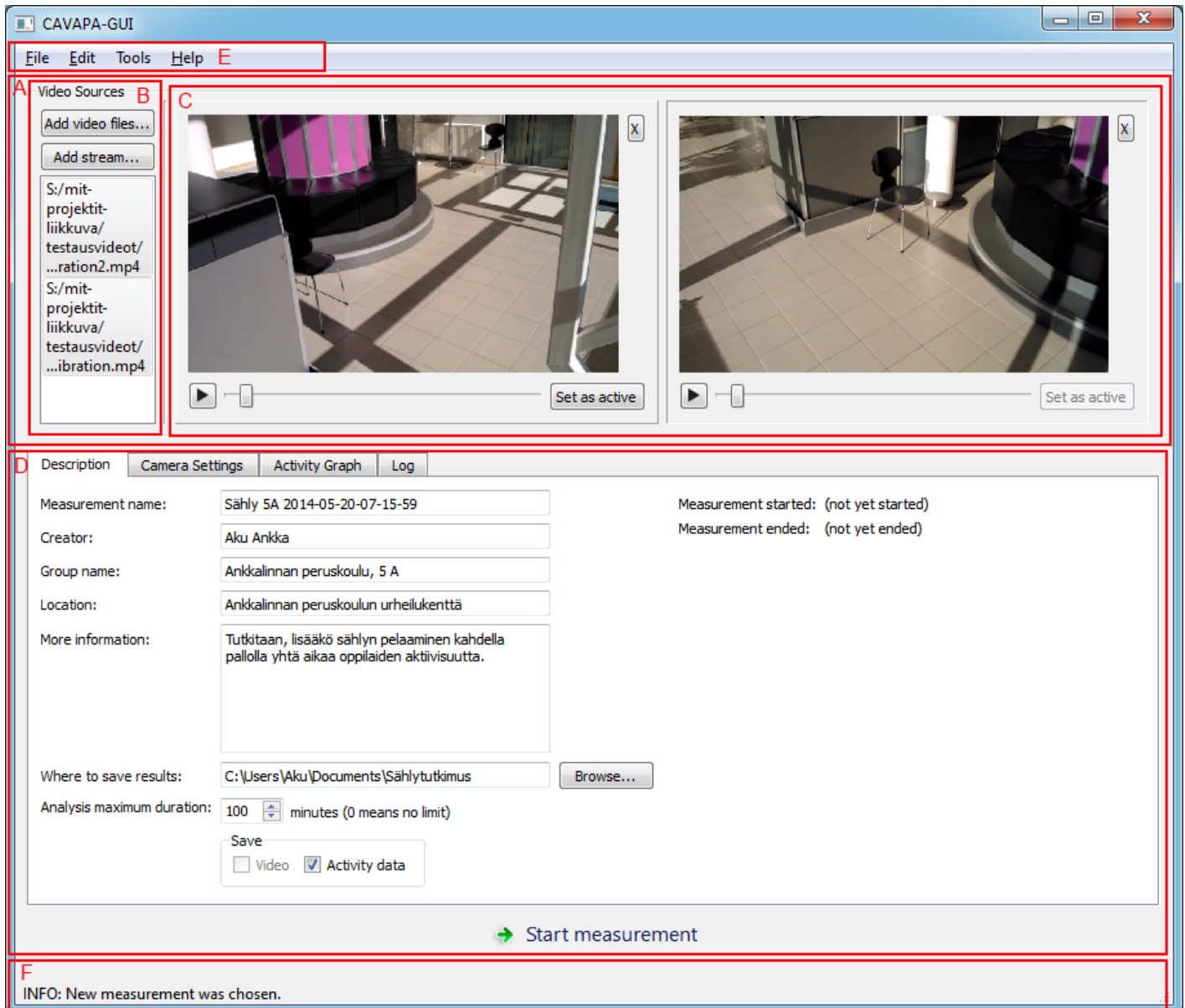
Muut näkymät ovat erillisiä ikkunoita. Osa näistä näkymistä liittyy *Activity Graph* -välilehteen (*Add new marker*, *Export to CSV* ja *Graph Settings*, luvut 3.10 - 3.12) ja loput ovat avattavissa pääikkunan komentovalikosta (E) (luku 3.13) (*Settings*, *Open stream* ja *About*, luvut 3.15 - 3.16). 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. Näkymän alareunassa on painike mittauksen aloittamiseen, kun mittauksen asetukset on ensin valittu. 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 (F), jossa esitetään informaatio-, varoitus- ja virheviestejä ohjelman toimintaan liittyen.



Kuva 3.1: Pääikkuna.

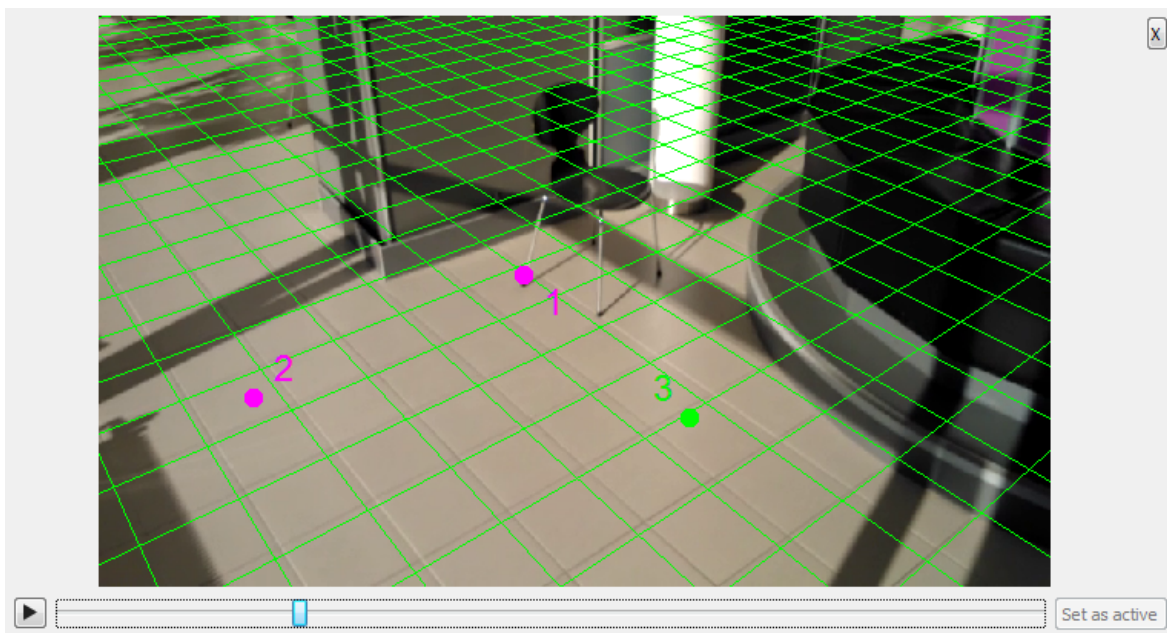
3.3 Videonäkymä

Jokaiselle mittaukseen valitulle videolähteelle on pääikkunan yläosassa oma video-näkymänsä (kuva 3.2). Videonäkymässä näytetään kameroilta tuleva kuva tai valit-

tujen videotiedostojen kuva. Kyseisen 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 videonäkymässä voidaan tarkastella kalibroitiruudukkoa tai kalibroitipisteitä. 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 kalibroitimisäätimillä kalibroidaan. Kalibroitipisteitä käytettäessä kyseistä painiketta ei tarvitse painaa. Kalibroitintia kuvataan tarkemmin luvussa 3.6.



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

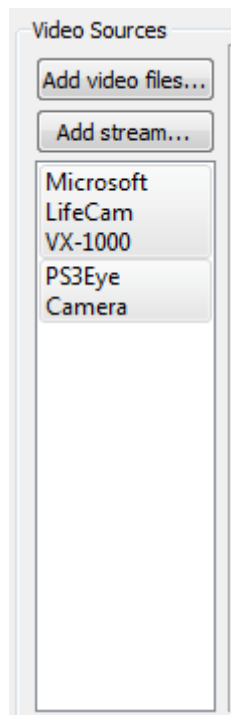
3.4 Videolähteiden hallinta

Pääikkunan (katso kuva 3.1) vasemmassa yläkulmassa on *Video Sources* -näkyvä (kuva 3.3). Kyseisessä näkymässä voi ennen mittauksen aloittamista lisätä videotie-

dostoja tai internetin kautta lähetettäviä videovirtoja mittaukseen.

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 komennolla *Refresh cameras*.

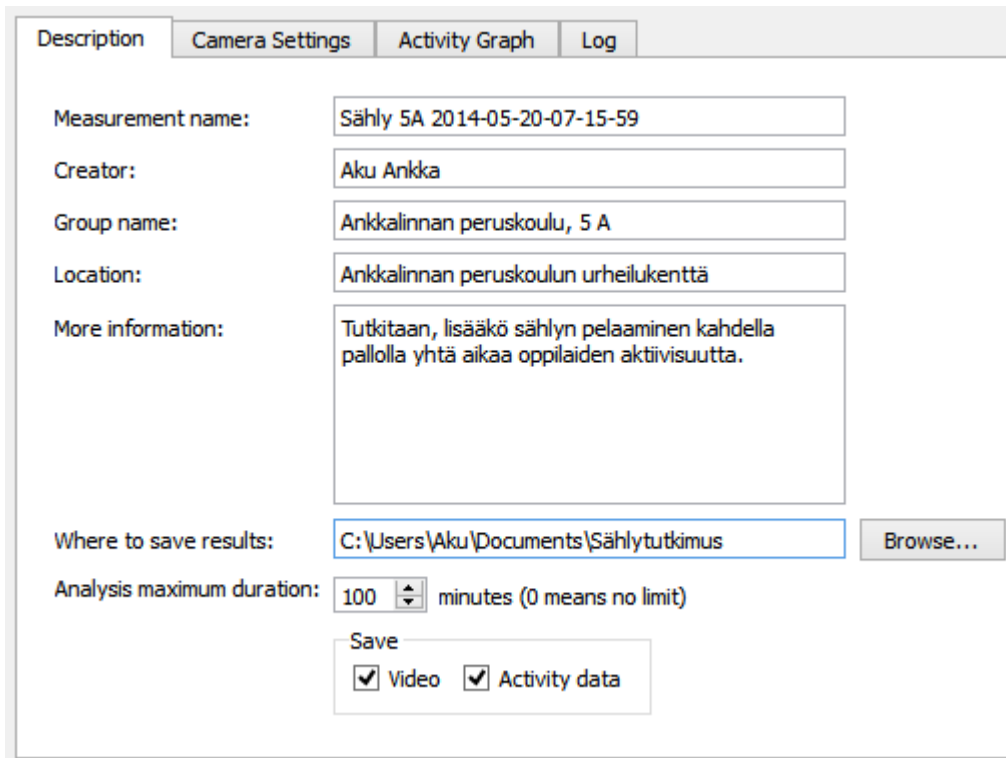
Video sources -näkyvässä voi myös valita näkyvillä olevat videolähteet. Klikkaamalla videolähteen nimeä sen voi poistaa näkyvistä, ja piilotetun videolähteen nimeä klikkaamalla sen voi tuoda näkyviin.



Kuva 3.3: Videolähteiden hallinta.

3.5 Mittauksen metatiedot

Kuvassa 3.4 esitetylle *Description* -välilehdelle täytetään mittausta kuvaavaa ja yksilöivää metadataa, 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 a tabbed menu at the top containing 'Description', 'Camera Settings', 'Activity Graph', and 'Log'. The 'Camera Settings' tab is active. The form contains the following fields and controls:

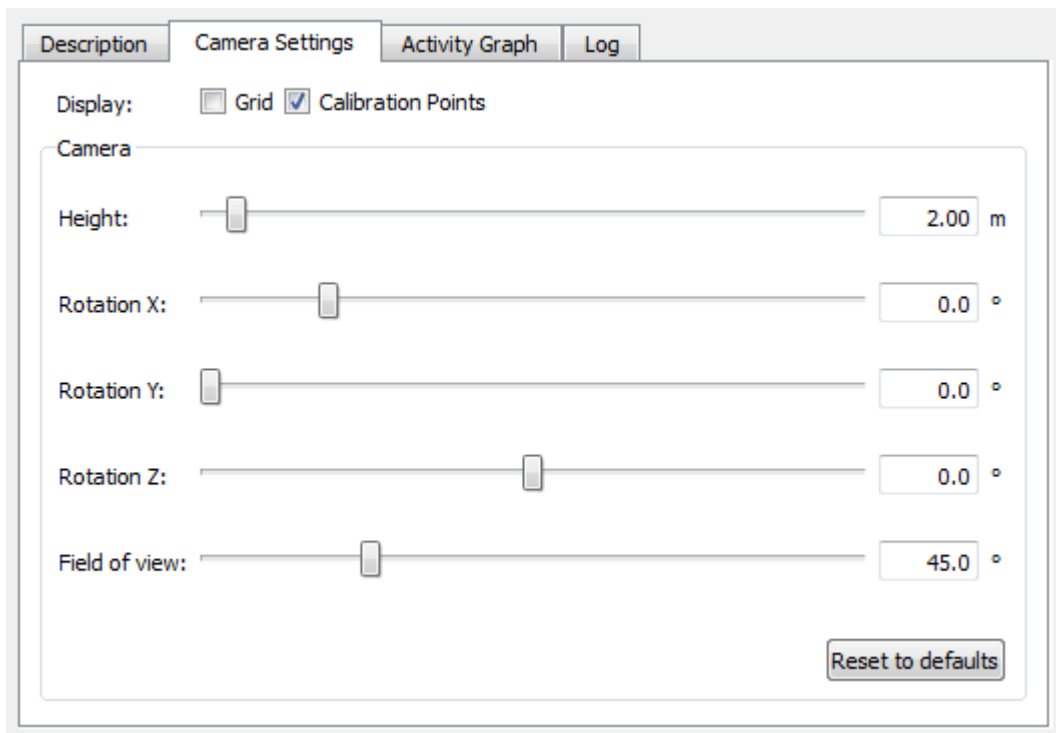
- Measurement name: Sähly 5A 2014-05-20-07-15-59
- Creator: Aku Anka
- Group name: Ankkalinnan peruskoulu, 5 A
- Location: Ankkalinnan peruskoulun urheilukenttä
- More information: Tutkitaan, lisääkö sählyn pelaaminen kahdella pallolla yhtä aikaa oppilaiden aktiivisuutta.
- Where to save results: C:\Users\Aku\Documents\Sählytutkimus (with a 'Browse...' button)
- Analysis maximum duration: 100 minutes (0 means no limit)
- Save section with checkboxes for 'Video' and 'Activity data', both of which are checked.

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. Videonäkymässä (luku 3.3) 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 sijaintia kuvaustilanteessa todellisessa maailmassa silmämääräisesti näiden kahden parametrin suhteen. Kameran korkeudeksi voi asettaa suoraan kameran arvioidun



Kuva 3.5: Kameran asetukset.

korkeuden metreissä

Kameran kulma X-akselin suhteen määräytyy seuraavasti:

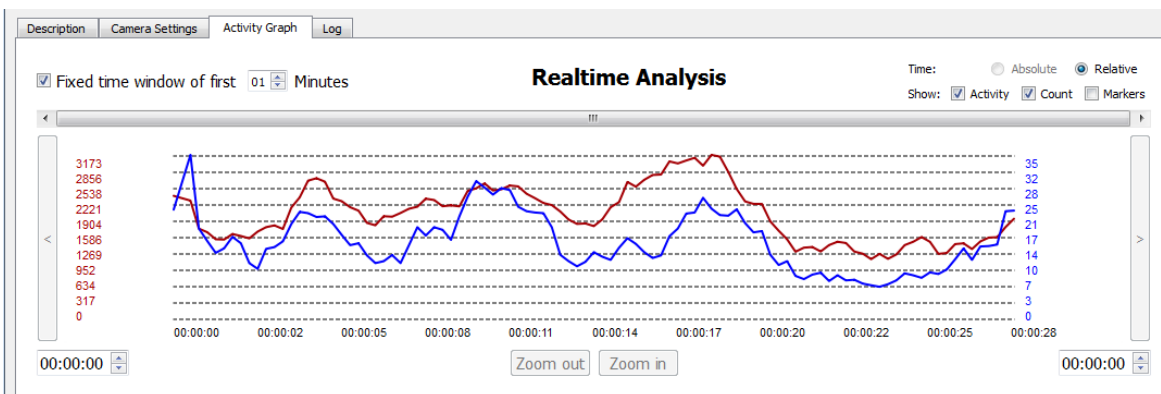
- Kameran osoittaessa yläviistoon kulma on välillä $[-90^\circ, 0^\circ]$.
- Kameran osoittaessa vaakasuoraan kulma on 0°
- Kameran osoittaessa alaviistoon kulma on välillä $[0^\circ, 90^\circ]$
- Kameran osoittaessa suoraan maata kohden kulma on 90°

Jos samaa aluetta kuvaavia videokameroita on useita, on suositeltavaa käyttää kalibrointiin **kalibrointipisteitä**. Näitä voi lisätä valikosta, joka aukeaa napsauttamalla videonäkymää (luku 3.3) hiiren kakkospainikkeella. Kalibrointipisteillä merkitään jokaiseen videonäkymään jokin sama maailman piste, esimerkiksi liikuntasalin raja- viivan 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 kyseises-

tä videonäkymästä. Kalibrointipisteitä käytettäessä *Camera Settings* -välilehden liukusäätimien 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 ja oikeassa reunassa näkyvät kuvaajien Y-akseleiden arvot. Vasemmassa reunassa näkyvät aktiivisuuskuvaajan Y-akselin arvot ja oikeassa reunassa liikkuvien kohteiden määrän kuvaajan Y-akselin arvot.



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 toimintoja:

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 osan kuvaajista. Tämä vaikuttaa <i>Zoom in</i> -painikkeen toimintaan siten, että painiketta painamalla tarkasteltavaa aluetta rajataan valitun alueen mukaiseksi. Alueen valitseminen vaikuttaa myös hiirivalikon <i>Export to CSV File</i> -komentoon (katso luku 3.11) siten, että CSV-tiedostoon viedään ainoastaan valittu alue.
Aikakentät	<i>Activity Graph</i> -välilehden vasemmassa ja oikeassa alakulmassa sijaitsevat aikakentät ovat toinen tapa valita osa kuvaajasta.
Kaksoisnapsautus hiirellä	Kaksoisnapsauttamalla kuvaajia hiirellä voidaan nimetä ajanhetki, jota napsautettiin (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 (n) määrä minuutteja kuvaajien lopusta tai koko kuvaajat.
Realtime Analysis	Kuvaajien yllä näkyvä <i>Realtime Analysis</i> -teksti kertoo, että tarkasteltavaa aikaväliä ei ole rajattu. Jos aikaväliä on rajattu, tekstinä on <i>Data Analysis</i> .
Time	<i>Time</i> -valintapainikkeilla voidaan videokameralta tulevaa kuvaa analysoidessa vaihtaa kuvaajien alapuolella näkyvien aikaleimojen sekä hiiren kuvaajan päälle vietäessä näkyvän aikaleiman esitystapaa. <i>Absolute</i> -valinnalla aikaleimat kuvaavat to-

dellisiä kellonaikoja kun taas *Relative*-valinnalla aikaleimat kuvaavat mittauksen aloituksesta kulunutta aikaa.

Show

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

Zoom in

Zoom in -painiketta painamalla kuvaajista voi tarkastella pienempää osaa kerralla. Jos hiirellä maalaamalla tai aikaikkunoilla on valittu kuvaajista jokin aikaväli, rajataan näkyvä osa kuvaajista tälle välille.

Zoom out

Zoom out -painiketta painamalla kuvaajista voi tarkastella suurempaa osaa kerralla.

Nuolipainikkeet

Tarkasteltavaa kohtaa 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:

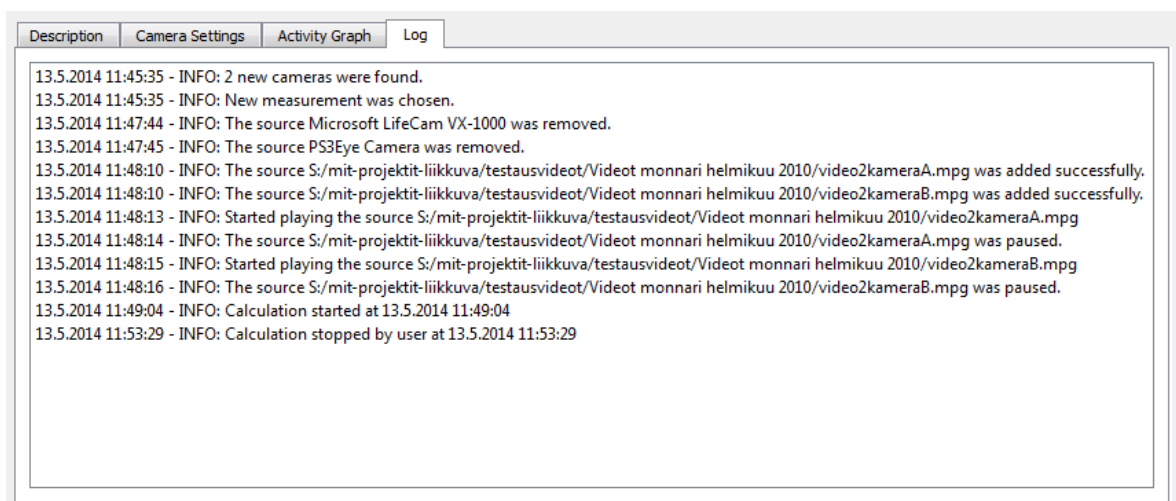
Create Marker

Nimetään ajanhetki, jonka kohdalla hiirivalikko avattiin (katso luku 3.10).

Delete Marker	Poista nimetty ajanhetki, jonka kohdalla hiirivalikko avattiin.
Save to SVG Image	Tallennetaan kuvaajat SVG-kuvaan. Kuvaan tallennetaan kuvaajanäkymä sellaisena kuin se tallennushetkellä näyttää (rajaus, valinta ja merkityt ajanhetket vastaavat tallennushetken tilannetta).
Export to CSV File	Viedään valitun alueen data CSV-tiedostoon. Jos mitään aluetta ei ole valittu, eikä tarkasteluväliä 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.

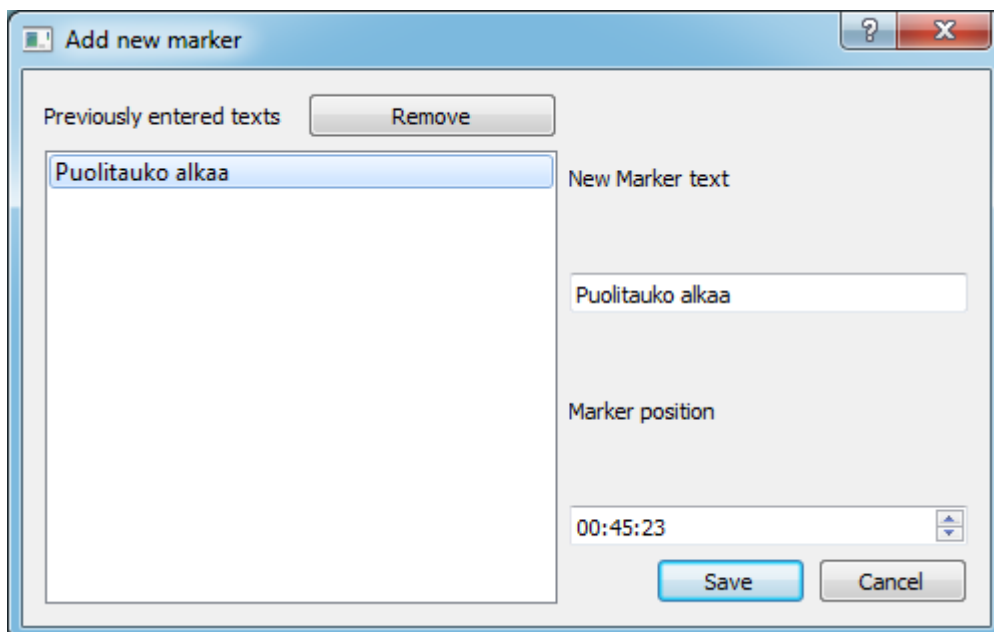
3.9 Mittauksen hallinta

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

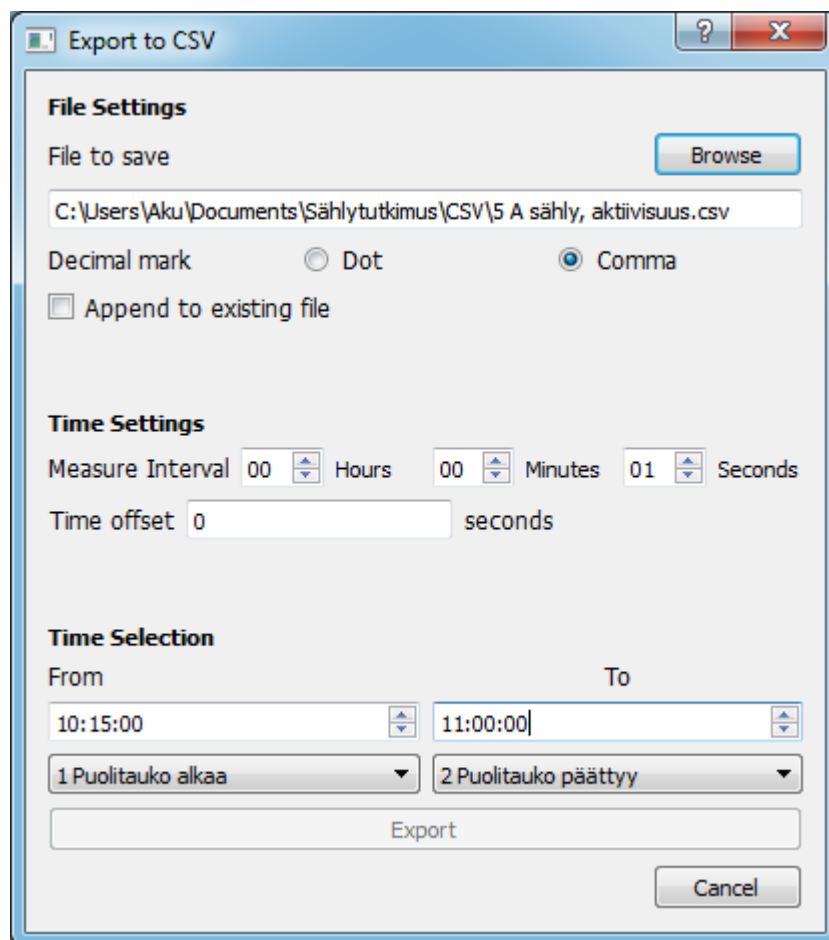
Kuvassa 3.8 esitetty *Add new marker* -ikkuna avataan *Acitivity Graph* -välilehdellä (katso kuva 3.6) olevien kuvaajien hiirivalikosta valinnalla *Create Marker* tai kaksoisnapsauttamalla kuvaajia. Ikkunassa nimetään kuvaajiin kyseinen ajanhetki. Ikkunassa näkyvät aiemmin käytetyt ajanhetkien nimet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



Kuva 3.8: Lisää uusi merkki.

3.11 CSV-tiedostoon vienti

Kuvassa 3.9 esitetty *Export to CSV* -ikkuna avataan *Activity Graph* -välilehdellä olevien kuvaajien hiirivalikosta valinnalla *Export to CSV File* tai pääikkunasta *File*-valikon 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 | Jos <i>File to save</i> -kenttään on valittu jokin olemassa oleva |

	tiedosto, määrittää, lisätäänkö tiedot vanhan tiedoston perään vai kirjoitetaanko vanhan tiedoston päälle.
Measure Interval	Viedyt tiedot ovat keskiarvoja määritetyn aikavälin mittaisista mittausjaksoista.
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

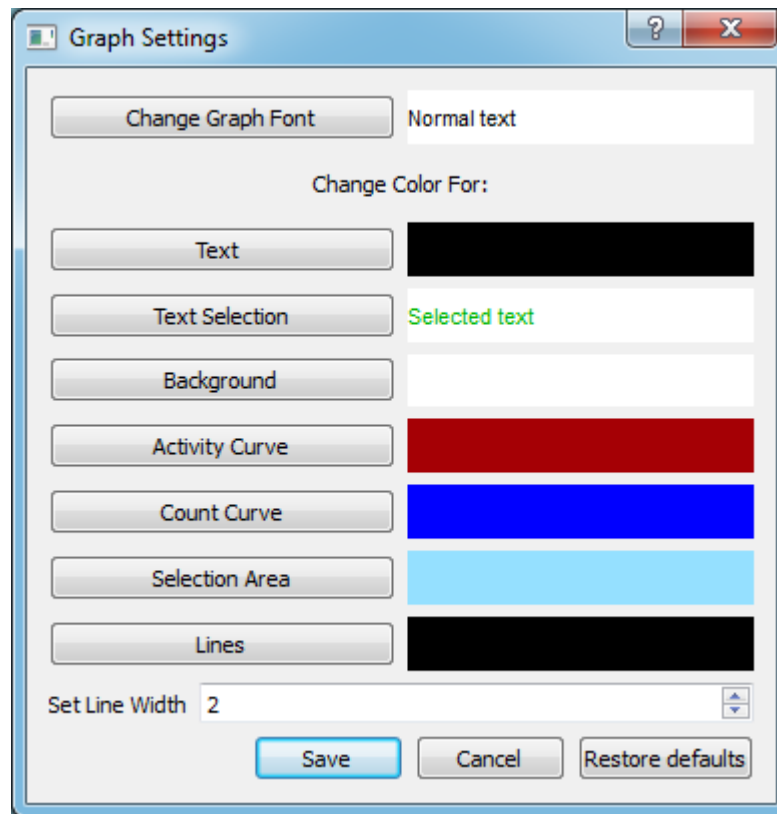
Kuvassa 3.10 esitetty *Graph Settings* -ikkuna avataan *Activity Graph* -välilehdellä olevien kuvaajien hiirivalikosta valinnalla *Graph Settings*. Ikkunassa voi muokata kuvaajien ulkoasua vaihtamalla kuvaajissa käytettyä kirjasinta, värejä ja kuvaajien viivojen paksuutta.

3.13 Pääikkunan komentovalikko

Pääikkunan (katso kuva 3.1) komentovalikossa on seuraavat komennot.

File-valikko:

New measurement	Luodaan uusi mittaus. Käytössä olevat videolähteet säilyvät.
Open existing measurement...	Avataan aiemmin tehty mittaus. Mittaus avataan valitsemalla siitä tallennettu xml-tiedosto.
Redo current measurement	Tehdään nykyinen mittaus uudestaan.
Open video files...	Avataan videotiedostoja. Tiedostot lisätään mittaukseen videolähteiksi.



Kuva 3.10: Kuvaajien asetukset

- | | |
|---------------------------------------|---|
| Open stream... | Avataan videovirta URL-osoitteen perusteella. Videovirta lisätään mittaukseen videolähteeksi (katso luku 3.14). |
| Export activity graph data... | Viedään aktiivisuuskuvaajien data CSV-tiedostoon (katso luku 3.11). |
| Export activity graph image... | Viedään aktiivisuuskuvaajat SVG-kuvaan. Kuvaan tallennetaan kuvaajanäkymä sellaisena kuin se tallennushetkellä näyttää (rajaus, valinta ja merkityt ajanhetket vastaavat tallennushetken tilannetta). |
| Exit | Suljetaan ohjelma. |

Edit-valikko:

- | | |
|------------------------|--|
| Refresh cameras | Tuodaan näkyviin kaikki tietokoneeseen liitetyt kamerat. |
|------------------------|--|

Tools-valikko:

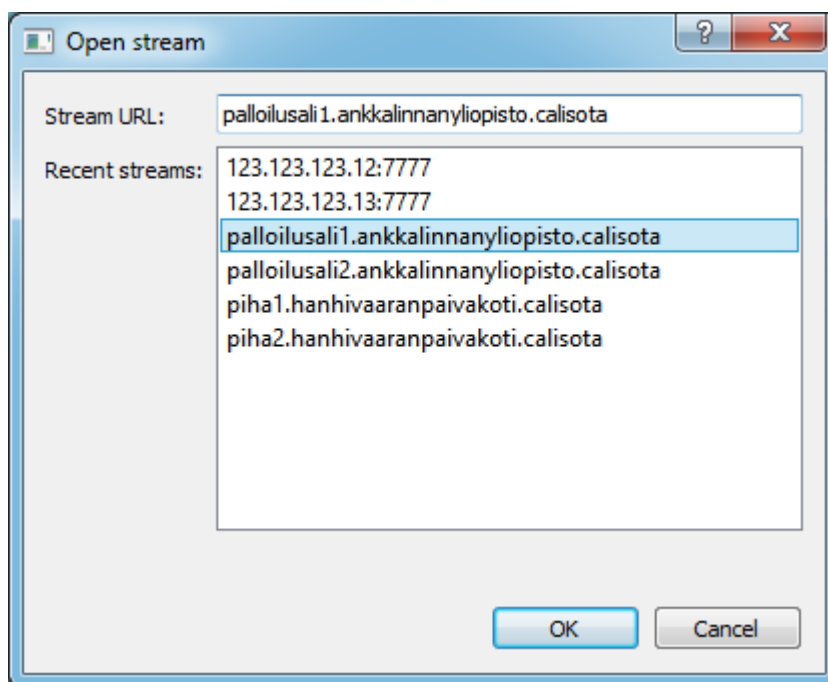
Settings... Avataan *Settings*-ikkuna (katso luku 3.15).

Help-valikko:

About... Avataan *About*-ikkuna (katso luku 3.16).

3.14 Videovirran avaus

Kuvassa 3.11 esitetyn *Open stream* -ikkunan voi avata joko *File*-valikon 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.

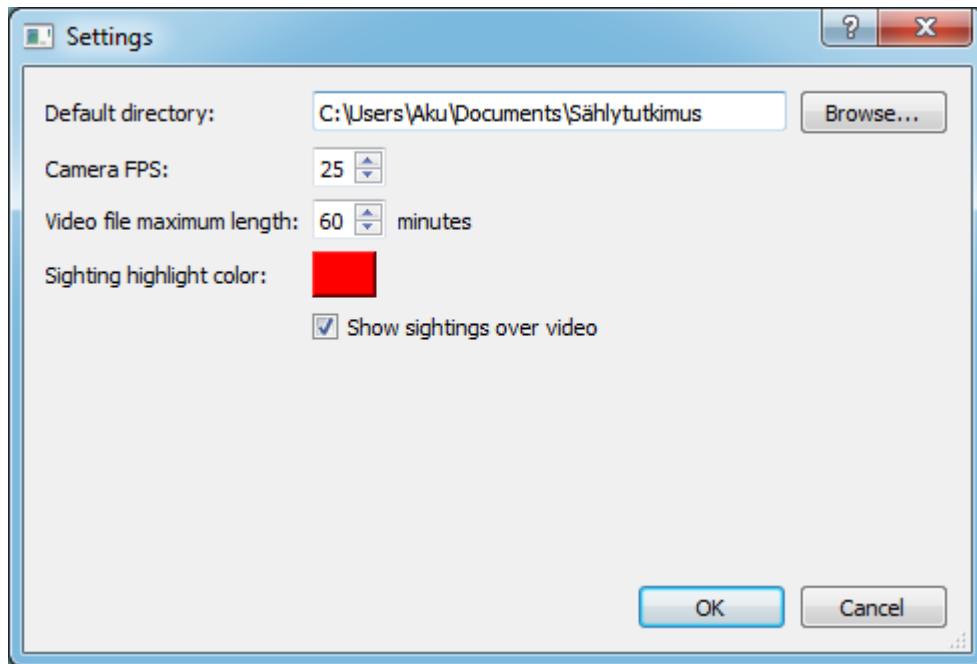


Kuva 3.11: Videovirran avausikkuna.

3.15 Ohjelman asetukset

Kuvassa 3.12 esitetty *Settings*-ikkuna aukeaa pääikkunasta *Tools*-valikon komennolla *Settings....* Ikkunassa voidaan vaihtaa oletustallennuskansiota, jota sovellus tar-

joaa tallennussijainniksi uutta mittausta suoritettaessa, käytettävää FPS-arvoa ja videotiedostojen maksimipituutta. Lisäksi voidaan vaihtaa liikkuvien kohteiden korostusväriä näytettävässä videokuvassa sekä sitä, näytetäänkö liikkuvien kohteiden korostusta.



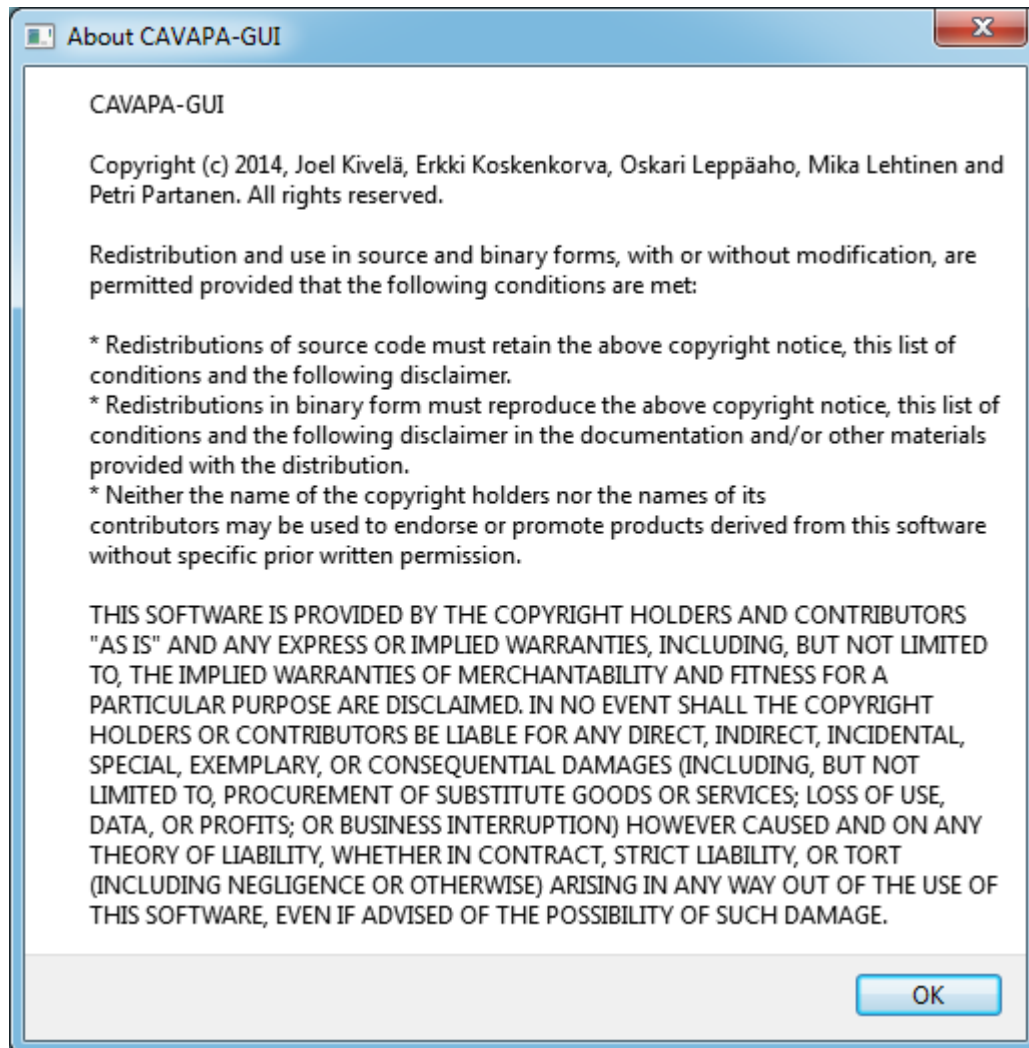
Kuva 3.12: Ohjelman asetukset.

3.16 Tietoa ohjelmasta

Kuvassa 3.13 esitetyn *About*-ikkunan voi avata *Help*-valikon komennolla *About...*. Ikkunassa näkyvät 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.



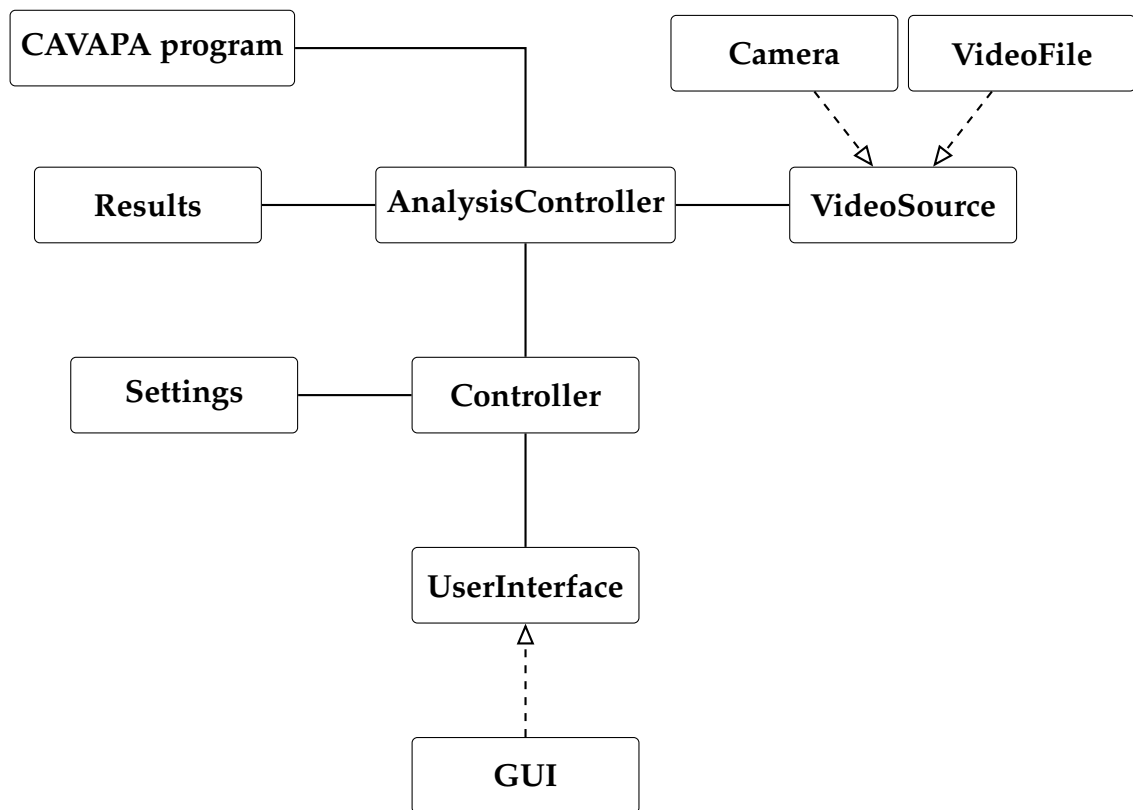
Kuva 3.13: Tietoa ohjelmasta.

4 Sovelluksen kokonaisrakenne ja rajapinnat

Liikkuva-projektissa kehitetyn käyttöliittymän käyttäjille tarjoamat tiedot ja toiminnot on kuvattu tarkemmin vaatimusmäärittelyssä [7]. Sovelluksen luokat ja niiden rajapinnat kuvataan yksityiskohtaisesti luokkadokumentaatioissa [2].

4.1 Tietojärjestelmän arkkitehtuuri

Tietojärjestelmän arkkitehtuuri on kuvattu kuvassa 4.1.



Kuva 4.1: Sovelluksen arkkitehtuuri.

Sovellus jakautuu seuraaviin kokonaisuuksiin:

CAVAPA program CAVAPA-ohjelma. Suorittaa varsinaisen videokuvan analysoinnin. CAVAPA-ohjelma ei ole Liikkuva-projektin toteuttama.

Camera	Kamerakuvan käsittely.
VideoFile	Videotiedoston käsittely.
VideoSource	Yhteinen rajapinta kamerakuvalle ja videotiedostoille.
Results	Analyysitulosten hallinta. Kattaa sovelluksessa näytettävän liikemäärän ja aktiivisuustason kuvaajassa, sekä näiden tietojen siirtämisen sovelluksesta ulos jatkoanalyysiä varten.
Settings	Asetusten hallinta. Kattaa haluttujen asetusten hallinnan kameroille ja tarkasteltavalle ajanjaksolle.
AnalysisController	Analyysikontrolli. Välittää videokuvaa videolähteistä CAVAPA-ohjelmalle ja tallentaa CAVAPA-ohjelman palauttamaa analyysidataa.
Controller	Ohjainkontrolli. Välittää tietoa käyttöliittymän ja analyysikontrollin välillä ja huolehtii asetusten hallinnasta.
GUI	Käyttöliittymän ulkomuoto. Sisältää sovelluksen ulkonäköön liittyvät osuudet kamerakuvan sijoittelusta kuvaajien sijoitteluun.

4.2 Ulkopuoliset komponentit

Tietojärjestelmä hyödyntää seuraavia ulkopuolisia komponentteja:

CAVAPA	Jarkko Vilhusen toteuttama analyysiohjelma, joka analysoi videokuvassa esiintyvää liikettä.
OpenCV	Konenäkökirjasto, jota sovelluksessa hyödynnetään videokameroiden ja -tiedostojen käsittelyyn.
OpenGL	Grafiikkakirjasto, jota käytetään videokuvan ja sen päällä esitettävän kalibroitiruudun piirtämiseen.
Qt	Käyttöliittymäkirjasto, jolla graafinen käyttöliittymä on toteutettu.

4.3 Olennaisimmat muutokset toteutusratkaisuisa

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.

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

4.4 Syöte- ja vastetiedostojen kuvaus

Luvussa kuvataan ohjelman syöte- ja vastetiedostoja.

4.4.1 Asetukset

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

Oletuskansio, jota ehdotetaan uuden mittauksen tallennussijainniksi.

graph_background_color

Kuvaajien taustaväri.

graph_count_curve_color	Havaittujen kohteiden lukumäärä -kuvaajan väri.
graph_half_line_color	Kuvaajan taustalla olevien X-akselin suuntaisten katkoviivojen väri.
graph_line_width	Kuvaajien viivojen paksuus.
graph_selection_color	Kuvaajista valitun alueen taustaväri.
graph_text_color	Kuvaajassa esiintyvien tekstien väri.
graph_text_font	Kuvaajassa esiintyvien tekstien kirjasin.
graph_text_selection_color	Valittuna olevan ajanhetken aikaleiman väri.
highlight_color	Videonäkymässä korostettujen havaittujen kohteiden korostusväri.
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. Pitkemmät videot pilkotaan useampaan osaan.
win_location	Määrittää pääikkunan sijainnin avattaessa ohjelma.
win_size	Määrittää pääikkunan koon avattaessa ohjelma.

`recentsources`-listassa ovat tallennettuna viimeksi käytettyjen videovirtojen osoitteet.

`markerhistory`-listassa ovat tallennettuna viimeksi käytetyt kuvaajiin merkittyjen ajanhetkien nimet.

`Source 1 name`-listassa ovat tallennettuna *name*-nimisen videolähteen viimeksi käytetyt kalibrointitiedot.

4.4.2 Mittauksen metadata

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 merkitys:

creator Mittauksen tekijän nimi.

enddate Mittauksen lopetuksen kellonaika ja päivämäärä.

group	Mitattavan liikuntaryhmän nimi.
info	Mittauksen pidempi kuvaus.
location	Mittauspaikan nimi.
max_duration	Mittauksen maksimikesto.
name	Mittauksen nimi.
rawdata	Mittausdatan tallennustiedoston nimi.
save_activity	Kertoo, onko aktiivisuusdataa tallennettu kiintolevylle.
save_video	Kertoo, onko videokuvaa tallennettu kiintolevylle videokameraa videolähteenä käytettäessä.
startdate	Mittauksen aloituksen kellonaika ja päivämäärä.
videosources	Videolähteiden vanhempielementti.
markers	Merkittyjen ajanhetkien vanhempielementti.

videosources-elementin lapsielementtien merkitys:

source	Yksi videolähde.
type -attribuutti	Videolähteen tyyppi. Vaihtoehdot ovat <code>camera</code> , <code>stream</code> ja <code>video</code> .
id	Videolähteen tunnistenumero.
name	Videolähteen nimi.
startoffset	Kertoo, mistä kohdasta videota mittaus on aloitettu.
barrel_distortion	Tynnyrivääristymän voimakkuus.
direction	Suunta, johon kamera on kalibroitaessa arvioitu osoittavan.
fov	Katselukentän laajuus asteissa.
position	Kameran kalibroitaessa arvioitu sijainti.
resolution	Videolähteen resoluutio.

video Videolähteeseen liittyvän videotiedoston polku.

calibrationpoints Kalibrointipisteiden vanhempielementti.

calibrationpoints-elementin lapsielementtien merkitys:

calibrationpoint Yksi kalibrointipiste.

id Kalibrointipisteen tunnistenumero.

position Kalibrointipisteen sijainti videokuvassa.

markers-elementin lapsielementtien merkitys:

marker Yksi merkitty ajanhetki.

active Kertoo, onko merkitty ajanhetki vielä käytössä. Mahdollistaa merkintöjen poistamisen peruuttamisen, jota ei ole kuitenkaan vielä toteutettu.

frametime Merkityn ajanhetken aikaleima videon alusta millisekunneina.

text Merkitylle ajanhetkelle annettu nimi.

4.4.3 Analyysidata

Analyysidata tallennetaan binääritiedostoon, jonka muoto on seuraava:

```
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]
```

Kenttien merkitys:

frame_count	Tallennettujen videoruutujen määrä.
frame_stats	Sisältää yhden ruudun tiedot: Videon alusta kuluneen ajan, aktiivisuuden määrän ja havaittujen liikkuvien kohteiden määrän.
cameras	Videoruutuun liittyvien kameroiden määrä.
sightings	Videoruutuun liittyvien havaittujen liikkuvien kohteiden määrä.
sighting_count	Yhdestä kamerasta havaittujen liikkuvien kohteiden määrä.
sighting	Sisältää yhden havaitun liikkuvan kohteen tiedot: Tunnistenumeron, maailman koordinaatit, havainnon varmuusasteen ja havainnon videokuvassa rajaavan suorakulmion tiedot.

5 Käytänteet

Luvussa kuvataan sovelluksen ohjelmointi- ja testauskäytänteitä.

5.1 Ohjelmointikäytänteet

Sovelluksen lähdekoodi ohjelmoitiin seuraavia, projektisuunnitelmassa [6] sovit-
tuja käytänteitä noudattaen. Sovelluksen lähdekoodi kirjoitettiin noudattaen ylei-
siä C++ -koodin käytänteitä, ja se kirjoitettiin C++11 -standardia käyttäen. Koodin
kommentoinnissa käytettiin Doxygen-dokumenttigeneraattorille sopivaa *JavaDoc*-
tyylistä käytäntöä. Projektissa laaditut luokat ja metodit sisällytettiin *liikkuva*-
nimiavaruuteen.

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

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

```
#ifndef GENERALSETTINGS_H
#define GENERALSETTINGS_H

#include "settings.h"
#include "gui/cavapagraph.h"

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

```
    */
    GeneralSettings();

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

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

#endif // GENERALSETTINGS_H
```

5.2 Testauskäytännöt

Sovelluksen toteutusvaiheessa jokainen ryhmän jäsen suoritti omatoimisesti yksikötestausta testaten tekemiään muutoksia.

Projektin lopussa Joel Kivelä laati järjestelmätestaussuunnitelman [4] ja toteutti sitä noudattaen järjestelmätestauksen, jonka tulokset on raportoitu järjestelmätestausraportissa [3].

Projektin aikana järjestettiin käytettävyystestauspäivä, jonka aikana käytettävyyssiantuntija Johanna Silvennoinen testasi sovelluksen käytettävyyttä. Varsinaista käytettävyystestausta 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.

6 Tavoitteiden toteutuminen

Luvussa kuvataan vaatimusten toteutumista sekä heikkoja ja puutteellisia toteutusratkaisuja. Tunnetut virheet on lueteltu järjestelmätestausraportissa [3].

6.1 Vaatimusten toteutuminen

Vaatimusten toteutuminen vaatimuskohtaisesti on kuvattu vaatimusmäärittelyssä [7]. Pakollisista 33 vaatimuksesta toteutui kokonaan 32 vaatimusta ja yksi toteutettiin osittain. Osittain toteutettu pakollinen vaatimus on vaatimus 6.1.5, toiminta Linux-käyttäjärjestelmässä, sillä sovelluksessa on joitakin virheitä, jotka tapahtuvat ainoastaan Linuxissa.

26 tärkeästä vaatimuksesta toteutettiin 23. Osittain toteutettiin vaatimus 5.3.4, *Käyttäjä voi valita videolähteen viimeksi käytettyjen videolähteiden listalta*. Kokonaan toteuttamatta jäivät vaatimukset 5.8.11. *Käyttäjä voi avata näkymän, jossa havaituista kohteista näytetään 2D-lämpökuva käyttäjän määrittämältä aikaväliltä*. ja 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 internetkameeroita. Tällaiset kamerat saatiin kuitenkin onnistuneesti asennettua projektiryhmän käyttöön vasta aivan projektin loppuvaiheilla ja siksi ominaisuutta ei ehditty toteuttaa.

6.2 Heikot ja puutteelliset toteutusratkaisut

Videonäkymät jäävät sovellusta pienellä resoluutiolla käytettäessä liian pieniksi, samoin kalibrointipisteiden numeroinnin fontti. Tähän auttaisi näkymä, jossa oli-

si mahdollisuus tarkastella yhtä videonäkymää (ja mahdollisesti kalibrointikontrolleja) koko ruudun kokoisena.

Videotiedostoja analysoitaessa käyttäjältä kannattaa kysyä, haluaako hän kopioida analysoitavan videotiedoston mittauksen tallennuskansioon ja mikäli käyttäjä tekee näin, 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.

Videon merkityt ajanhetket tallentuvat kiintolevyille ainoastaan jos merkinnät tehdään mittauksen aikana. Merkinnöille kannattaa tarjota erillinen tallennuspainike tai tallentaa ne aina uutta merkkiä lisättäessä.

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 valinta näkyvissä olevat videolähteet ja 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.

7 Ohjeita ylläpitäjälle ja jatkokehittäjälle

Luvussa esitetään ohjeita sovelluksen ylläpitäjälle ja jatkokehittäjälle.

7.1 Jatkokehitykseen suositellut näkymät

Jatkokehityksessä sovellukseen kannattaa lisätä mahdollisuus tarkastella yhtä videonäkymää koko ruudun kokoisena kalibroinnin helpottamiseksi sovellusta pienellä resoluutiolla käytettäessä.

7.2 Jatkokehitykseen suositellut toiminnallisuudet

Sovelluksen jatkokehittäjän kannattaa tutustua vaatimusmäärittelyyn [7]. Kyseisessä dokumentissa on lueteltu ominaisuuksia, joita sovellukseen on suunniteltu, mutta ei olla ehditty toteuttaa kokonaan tai osittain.

Export to CSV -ikkunassa (katso luku 3.11) kannattaa olla valintaruutu koko mitauksen datan viennille, jolloin valitulla aikavälillä ei ole merkitystä.

8 Yhteenveto

Liikkuva-projekti toteutti Sovellusprojekti-kurssilla keväällä 2014 Jyväskylän yliopiston kasvatustieteen laitokselle tietojärjestelmän, jolla voidaan mitata ryhmätason fyysistä aktiivisuutta. Toteutettu järjestelmäkokonaisuus toimii asetettujen pää tavoitteiden mukaisesti. Projektiryhmästä riippumattomista syistä sovellus ei kuitenkaan ole vielä tuotantokäyttökelpoinen, sillä internetkameroiden käyttöä ei voinut toteuttaa laitteiston puuttumisen vuoksi. Myös CAVAPA-analyysiohjelma toimii vielä puutteellisesti, eikä tuota todellista dataa.

Sovelluksessa käyttäjä analysoi videokuvaan 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.

9 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>>, 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", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [4] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Järjestelmätestaussuunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [5] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Projektiraportti", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [6] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Projektisuunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.
- [7] Joel Kivelä, Erkki Koskenkorva, Mika Lehtinen, Oskari Leppäaho ja Petri Partanen, "Liikkuva-sovellusprojekti, Vaatimusmäärittely", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, xx.yy.2014.