

# **Liikkuva-sovellusprojekti**

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

## **Vaatimusmäärittely**

**Julkinen  
Versio 0.11.0  
3.6.2014**

**Jyväskylän yliopisto  
Tietotekniikan laitos  
Jyväskylä**

<b>Hyväksyjä</b>	<b>Päivämäärä</b>	<b>Allekirjoitus</b>	<b>Nimenselvennys</b>
Projektipäällikkö	__.__.2014		
Tilaaaja	__.__.2014		
Ohjaaja	__.__.2014		

## Tietoa dokumentista

### Tekijät:

- Joel Kivelä (JK) joel.a.kivela@student.jyu.fi
- Erkki Koskenkorva (EK) erkki.koskenkorva@student.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, Vaatusmääritys

**Sivumäärä:** 19

**Tiivistelmä:** Liikkuva-projekti kehitti Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle käyttöliittymän konenäköpohjaiselle liikemittarille. Dokumentissa kuvataan Liikkuva-projektissa toteutetun sovelluksen toiminnalliset ja tekniset vaatimukset sekä rajoitteet. Lisäksi kuvataan vaatimusten prioriteetit ja tilat projektin päättyessä.

**Avainsanat:** Aktiivisuustaso, CAVAPA, käyttöliittymä, liikemittari, liikemäärä, rajoitteet, sovelluksen kokonaisrakenne, tekniset vaatimukset, toiminnalliset vaatimukset.

## Muutoshistoria

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.0.1	6.2.2014	Vaatusmäärityksen laatiminen aloitettiin.	ML
0.0.2	7.2.2014	Aloitettiin luku <i>Vaatimukset</i> ja sen alaluvut.	ML
0.0.3	10.2.2014	Lisättiin prioriteettien ja tilojen pikkukuvat. Lisättiin muutoshistoriasivu ja alustavat vaatimukset.	ML
0.0.4	11.2.2014	Lisättiin alustavat tekniset vaatimukset. Muokattiin listojen sisennyksiä.	ML
0.0.5	12.2.2014	Muunnettiin toiminnalliset vaatimukset kokonaisiksi virkkeiksi. Lisättiin vaatimus liikemääräkäyrän tallentamisesta.	ML
0.1.0	13.2.2014	Lisättiin johdanto.	ML
0.1.1	17.2.2014	Päivitettiin määritelmiä. Jaettiin videon käsittely kahdeksi kategoriaksi. Lisättiin kolme vaatimusta tulosten näyttämiseen liittyen.	ML
0.2.0	18.2.2014	Päivitettiin määritelmiä. Lisättiin määritelmät <i>CAVAPA-algoritmi</i> ja <i>Tynnyriääristymä</i> . Parannettiin kieliasua.	ML
0.2.1	24.2.2014	Päivitettiin vaatimuskokonaisuuksia. Lisättiin teknisiä vaatimuksia formaattien osalta. Parannettiin kieliasua.	ML
0.2.2	25.2.2014	Vaatimukset numeroitiin. Jaettiin luku <i>Vaatimukset</i> kolmeen lukuun.	ML
0.2.3	26.2.2014	Aloitettiin luku <i>Sovelluksen kokonaisrakenne</i> .	ML
0.2.4	27.2.2014	Tarkennettiin sovelluksen rakennetta.	ML
0.3.0	28.2.2014	Tarkennettiin vaatimuksia metatietojen syöttämiseen liittyen. Lisättiin alaluku <i>Tekniset termit</i> .	ML
0.3.1	4.3.2014	Parannettiin kieliasua. Tietojärjestelmää kuvaavia ja teknisiä termejä lisättiin.	ML
0.3.2	7.3.2014	Lisättiin CAVAPA-ohjelman rajapinnan kuvaus. Päivitettiin vaatimuksia.	ML
0.4.0	10.3.2014	Lisättiin yhteenveto ja alaluku <i>Rajoitteet</i> . Päivitettiin vaatimusten tiloja.	ML

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.4.1	12.3.2014	Lisättiin termit <i>Aktiivisuusdata</i> ja <i>CSV</i> . Korjattiin kieliasua. Lisättiin kaksi rajoitetta. Jaettiin vaatimuskokonaisuus <i>Mittauksen aloitus ja seuranta</i> kahtia.	ML
0.4.2	17.3.2014	Tarkennettiin havainnon ja kohteen määritelmiä. Lisättiin tekniset termit <i>FPS</i> ja <i>XML</i> . Lisättiin rajoite <i>FPS</i> :ään liittyen. Lisättiin <i>OpenGL</i> käytettyihin kirjastoihin. Lisättiin vaatimuskokonaisuudet <i>Yleiset asetukset</i> ja <i>Aiemman mittauksen käsittely</i> . Päivitetiin vaatimuksia.	ML
0.5.0	20.3.2014	Tarkennettiin rajoitteita. Tarkennettiin konenäkövaatimusta. Lisättiin vaatimus viimeksi käytetyistä videolähteistä. Päivitetiin vaatimusten prioriteetteja ja tiloja.	ML
0.5.1	26.3.2014	Päivitetiin vaatimusten tiloja.	ML
0.5.2	28.3.2014	Parannettiin kieliasua. Lisättiin termi <i>Raakaformaatti</i> .	ML
0.5.3	4.4.2014	Päivitetiin vaatimusten tiloja. Lisättiin kolme vaatimusta.	ML
0.6.0	7.4.2014	Lisättiin termi <i>Moduuli</i> . Vaihdettiin termi <i>komponentti</i> termiin <i>moduuli</i> sovelluksen rakenteen kuvauksessa. Parannettiin listojen muotoilua. Lisättiin vaatimus mittauksen aloitukseen liittyvien tietojen tallentamisesta.	ML
0.6.1	11.4.2014	Päivitetiin vaatimusten tiloja.	ML
0.6.2	14.4.2014	Lisättiin termit <i>Asetustiedosto</i> ja <i>Metatiedosto</i> . Tarkennettiin joitakin vaatimuksia. Parannettiin kieliasua.	ML
0.7.0	23.4.2014	Päivitetiin vaatimusten tiloja. Tarkennettiin konenäkövaatimusta.	ML
0.7.1	29.4.2014	Päivitetiin vaatimusten tiloja. Parannettiin kieliasua. Päivitetiin projektisuunnitelman URL-osoite.	ML
0.8.0	14.5.2014	Päivitetiin vaatimusten tiloja. Lisättiin Hanna Toivonen tilaajan edustajiin.	ML

<b>Versio</b>	<b>Päivämäärä</b>	<b>Muutokset</b>	<b>Tekijät</b>
0.8.1	19.5.2014	Muutettiin projektia kuvaavat virkkeet menneeseen muotoon. Lisättiin johdantoon viittaukset muihin olennaisiin dokumentteihin sekä kuvaukset lukujen sisällöstä.	ML
0.9.0	22.5.2014	Tarkennettiin joitakin termejä. Päivitettiin onnistuneesti testattujen vaatimusten tila testatuiksi. Täydennettiin yhteenvetoa. Päivitettiin sovelluksen kokonaisrakenteen moduulien nimet. Lisättiin selitykset osittain toteutettuihin vaatimuksiin liittyen.	ML
0.9.1	25.5.2014	Muutettiin osittain toteutettuja vaatimuksia kuvaavat tekstikappaleet kokonaisiksi virkkeiksi. Lisättiin yhteenvedon taulukkoon yhteensä-rivi sekä erotettiin testatut ja toteutetut vaatimukset omiksi sarakkeikseen. Lisättiin viittaus toiseen testausraporttiin.	ML
0.10.0	27.5.2014	Parannettiin kieliäsuu.	ML
0.11.0	3.6.2014	Päivitettiin vaatimusten tiloja. Lisättiin yhteenvedoon huomioita testauksen tuloksista.	ML

## Tietoa projektista

Liikkuva-sovellusprojekti kehitti Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle käyttöliittymän konenäköpohjaiselle liikemittarille, jolla voidaan visualisoida videokuvasta mitattua ihmisjoukon aktiivisuustasoa sekä suorittaa mittauksessa tarvittava kalibrointi.

### Tekijät:

- Joel Kivelä (JK) joel.a.kivela@student.jyu.fi
- Erkki Koskenkorva (EK) erkki.koskenkorva@student.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: <https://korppi.jyu.fi/list-archive/liikkuva/>,  
[https://korppi.jyu.fi/list-archive/liikkuva\\_opetus/](https://korppi.jyu.fi/list-archive/liikkuva_opetus/)





# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Termit</b>	<b>2</b>
2.1	Aihealueen termit . . . . .	2
2.2	Tietojärjestelmän termit . . . . .	3
2.3	Tekniset termit . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Sovelluksen kokonaisrakenne</b>	<b>5</b>
3.1	Käytetyt kirjastot . . . . .	5
3.2	CAVAPA-ohjelma . . . . .	5
3.3	Kokonaisrakenne . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Vaatimusten prioriteetit ja tilat</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Toiminnalliset vaatimukset</b>	<b>9</b>
5.1	Yleiset asetukset . . . . .	9
5.2	Aiemman mittauksen käsittely . . . . .	9
5.3	Videolähteiden valinta . . . . .	9
5.4	Mittauksen tietojen määrittäminen . . . . .	10
5.5	Kalibrointi . . . . .	10
5.6	Mittauksen aloitus . . . . .	11
5.7	Mittauksen seuranta . . . . .	11
5.8	Tulosten näyttäminen ja käsittely . . . . .	12
5.9	Konenäkö . . . . .	13
5.10	WWW-käyttöliittymä . . . . .	13
<b>6</b>	<b>Tekniset vaatimukset ja rajoitteet</b>	<b>15</b>
6.1	Käyttöjärjestelmät . . . . .	15
6.2	Videon tallennusformaatit . . . . .	15
6.3	Videon lukuformaatit . . . . .	15
6.4	Liikemääräkäyrän tallennusformaatit . . . . .	15
6.5	Metatiedon tallennusformaatit . . . . .	16
6.6	Rajoitteet . . . . .	16
<b>7</b>	<b>Yhteenveto</b>	<b>17</b>

**8 Lähteet**

**18**

# 1 Johdanto

Ryhmäliikunnan tutkimuksessa liikemäärän selvittämiseksi käytetään tavallisesti henkilöihin kiinnitettäviä laitteita tai tutkijoiden silmämääräistä arviointia. Nämä menetelmät voivat kuitenkin olla kalliita ja/tai aikaavieviä, sekä etenkin pidemmän aikavälin liikemäärän seuranta on hankalaa.

Liikuntakasvatuksen laitos ja tietotekniikan laitos ovat yhteistyössä kehittäneet ohjelmiston, joka mahdollistaa ihmisjoukon liikemäärän mittaamisen videokuvasta. Kyseisen ohjelmiston käyttäminen on kuitenkin vaativaa, koska sillä ei ole kunnollista käyttöliittymää.

Liikkuva-projekti kehitti käyttöliittymän kyseiselle konenäköpohjaiselle liikemittarille, jolla voidaan visualisoida videokuvasta mitattua ihmisjoukon aktiivisuustasoa sekä suorittaa mittauksessa tarvittava kalibrointi. Sovellusprojektissa kehitetty sovellus mahdollistaa liikemittarin helpon käytön liikuntakasvatuksen laitoksen tutkijoille ja opiskelijoille.

Vaatusmääritys kuvaa Liikkuva-projektissa toteutetun sovelluksen toiminnalliset ja tekniset vaatimukset sekä kokonaisrakenteen. Dokumenttiin päivitettiin myös vaatimusten prioriteetit ja niiden toteutumisen tilat projektin päättyessä.

Projektin taustoja, tarpeita ja tavoitteita sekä kehitetyllä tietojärjestelmällä tuettavaa prosessia kuvataan tarkemmin projektiraportissa [7]. Sovellusraportissa [8] kuvataan toteutetun sovelluksen käyttöliittymä, toteutusratkaisut sekä havaitut ongelmat ja jatkokehitysideat. Luokkadokumentaatiossa [1] kuvataan sovelluksen luokkajako ja luokkien metodien kuvaukset. Testaussuunnitelmassa [6] kuvataan sovelluksen systemaattinen järjestelmätestaus, ja testausraporteissa [2], [3], [4] ja [5] kuvataan testausten tulokset.

Luvussa 2 kuvataan projektissa käytettäviä aihealueen, tietojärjestelmän ja toteutustekniikoiden termejä. Luvussa 3 kuvataan kehitettävän sovelluksen moduulit ja niiden suhteet toisiinsa sekä sovelluksen käyttämät aliohjelmakirjastot. Luvussa 4 kuvataan kehitettävän sovelluksen vaatimusten mahdolliset prioriteetit ja tilat. Luvussa 5 kuvataan sovelluksen toiminnalliset vaatimukset. Luvussa 6 kuvataan sovelluksen tekniset vaatimukset ja rajoitteet.

## 2 Termit

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

### 2.1 Aihealueen termit

Projektin aihealueen termejä ovat seuraavat:

<b>Aktiivisuusdata</b>	tarkoittaa CAVAPA-algoritmin vasteita. Näitä ovat liikemäärä ja havaittujen kohteiden tiedot videokuvassa.
<b>Aktiivisuustaso</b>	on videokuvan tiettyyn aikaväliin liittyvä numeerinen arvo välillä $[0, 1]$ , joka on kyseisellä aikavälillä havaitun liikemäärän ja sillä hetkellä tunnetun maksimiliikemäärän suhde.
<b>CAVAPA</b>	on Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen ja tietotekniikan laitoksen kehittämä ryhmätason fyysistä aktiivisuutta mittaava tietokoneavusteinen menetelmä. Se on lyhenne sanoista <i>Computer Assisted Video Analysis of Physical Activity on group level</i> .
<b>CAVAPA-algoritmi</b>	on menetelmä, joka laskee yhden tai useamman videolähteen ja tarvittavien parametrien perusteella aktiivisuusdatan.
<b>Kalibrointi</b>	sisältää ne toimenpiteet, joilla varmistetaan aktiivisuusdata mitattavan videokuvasta yhdenmukaisesti.
<b>Liikemäärä</b>	on fysikaalinen suure, joka on suoraan verrannollinen aktiivisuustasoon.
<b>Linssivääristymä</b>	on optiikan ilmiö, jossa todellisen maailman suorat viivat näyttävät kameran kuvassa vinoutuneilta.
<b>Perspektiivin korjaus</b>	tarkoittaa CAVAPA-algoritmin alustamista sellaisilla parametreilla, että se saa käsityksen oikeasta kuva-

kulmasta. Käytännössä tämä tarkoittaa kaksiulotteisen ruudun sovittamista videokuvan päälle.

**Tynnyrivääristymä** on erikoistapaus linssivääristymästä. Se aiheuttaa suorien viivojen kaartumisen ulospäin.

## 2.2 Tietojärjestelmän termit

Tietojärjestelmän osia ja ominaisuuksia kuvaavia käsitteitä ovat luvussa 2.1 kuvattujen ohella seuraavat:

<b>Analyysi</b>	tarkoittaa aktiivisuusdatan muodostamista videokuvan perusteella.
<b>Asetustiedosto</b>	on tiedosto, johon tallennetaan käyttäjäkohtaiset asetukset.
<b>CAVAPA-ohjelma</b>	(engl. <i>Cavapa program</i> ) on toteutus CAVAPA-algoritmista.
<b>CAVAPA-GUI</b>	on Liikkuva-projektissa toteutetun ohjelmiston työnimi.
<b>Havainto</b>	(engl. <i>sighting</i> ) on CAVAPA-algoritmin havaitsema kohde.
<b>Kohde</b>	on videokuvassa esiintyvä liikkuva hahmo.
<b>Kohteen korostus</b>	tarkoittaa suorakulmion piirtämistä videokuvaan kyseisen kohteen reunoille.
<b>Liikemääräkäyrä</b>	on kaksiulotteinen kuvaaja, joka kuvaa liikemäärän ajan funktiona.
<b>Lämpökuva</b>	on kaksiulotteinen kuva, joka kuvaa väreillä ne alueet, joilla videokuvassa aktiivisuutta esiintyi määritellyllä aikavälillä.
<b>Metatiedosto</b>	on tiedosto, johon tallennetaan mittauksista kuvaavat metatiedot.
<b>Mittaus</b>	on prosessi, jossa CAVAPA-algoritmille syötetään videolähteistä saatavaa videokuvaa.
<b>Moduuli</b>	on sovelluksen osa, jolla on jokin selkeä vastuualue.
<b>Ryhmä</b>	on ihmisjoukko, jonka aktiivisuutta videokuvasta mitataan.

**Videolähde** on joko videotiedosto tai videokamera.

## 2.3 Tekniset termit

Vaatusmäärityksessä esiintyviä tiedostomuotoihin ja toteutustekniikoihin liittyviä termejä ovat seuraavat:

**CSV** on tiedostomuoto, jolla tallennetaan taulukkomuotoista tietoa tekstitiedostoon.

**FPS** on lukuarvo, joka kertoo, montako kuvapäivitystä videolähteestä otetaan yhden sekunnin aikana.

**JPEG** eli JPG on häviöllinen kuvatiedostomuoto.

**MJPEG** eli MJPG on videokuvan pakkaustekniikka, jossa jokainen videon ruutu pakataan JPG-kuvana.

**MPEG-4** on MJPG:tä edistyneempi videokuvan pakkaustekniikka.

**PNG** on häviötön kuvatiedostomuoto.

**Raakaformaatti** on sovelluksen käyttämä oma tiedostomuoto, jossa aktiivisuusdata on pakattu tiiviiseen muotoon.

**SVG** on vektorikuvaformaatti.

**XML** on tekstimuotoinen merkintäkieli, jolla tiedon merkitys voidaan kuvata tiedon yhteyteen.

## 3 Sovelluksen kokonaisrakenne

Luvussa kuvataan Liikkuva-projektissa kehitetyn CAVAPA-GUI-sovelluksen moduulit ja niiden suhteet toisiinsa sekä sovelluksen käyttämät aliohjelmakirjastot. Koko tietojärjestelmä koostuu CAVAPA-GUI:sta, CAVAPA-ohjelmasta, videokameroista ja mahdollisista muista laitteista.

### 3.1 Käytetyt kirjastot

CAVAPA-GUI käyttää seuraavia kirjastoja:

- OpenCV** (*Open Source Computer Vision Library*) on avoimen lähdekoodin kone näkökirjasto. CAVAPA-GUI käyttää sitä videotiedostojen ja kameran lukemiseen sekä kameralta tulevan kuvan tallentamiseen.
- OpenGL** (*Open Graphics Library*) on laitteistoriippumaton grafiikkakirjasto. CAVAPA-GUI käyttää sitä videokuvan ja siihen liittyvän kalibrointigrafiiikan esittämiseen.
- Qt** on avoimen lähdekoodin käyttöliittymä- ja sovelluskehys. CAVAPA-GUI käyttää sitä graafisen käyttöliittymän esittämisessä.

### 3.2 CAVAPA-ohjelma

Luvussa 3.1 mainittujen kirjastojen lisäksi CAVAPA-GUI käyttää tilaajan kehittämää analyysiohjelmaa, joka laskee annetun videokuvan perusteella siihen liittyvän aktiivisuusdatan. Liikkuva-projekti ei tee muutoksia CAVAPA-ohjelmaan, vaan tarvittaessa muutokset tekee ohjelman kehittänyt Jarkko Vilhunen.

CAVAPA-ohjelman tarjoama rajapinta muodostuu yksittäisestä luokasta `Detector`. Se tarvitsee tiedot kameroista ja vapaaehtoisesti listan kalibraatiopisteistä, joiden avulla useamman kameran sijainnin määrittäminen tarkentuu.

Yksittäisen kameran tietoja ovat seuraavat:

- kamerakuvan resoluutio,
- kameran sijainti,

- kameran kuvaussuunta,
- näkökentän leveys ja
- tynnyriväärityksen voimakkuus.

Videokuvan analysointia varten `Detector`-luokassa on metodi `compute`, joka ottaa vastaan yksittäisen kuvaruudun kustakin videolähteestä ja palauttaa jokaista videolähdettä kohti joukon havaintoja (`Sighting`).

Yksittäinen havainto muodostuu seuraavista tiedoista:

- kohteen tunniste,
- kohteen vasemman yläkulman koordinaatti videokuvassa,
- kohteen oikean alanurkan koordinaatti videokuvassa,
- kalibroinnin pohjalta tehty arvio kohteen sijainnista maailmassa ja
- arvioitu havainnon luotettavuus.

### 3.3 Kokonaisrakenne

Sovelluksen kokonaisrakenne on esitetty kuvassa 3.1. Moduuli `AnalysisController` vastaanottaa videokuvaa yhdestä tai useammasta videolähteestä ja lähettää sitä eteenpäin analyysiohjelmalle *Cavapa program*. Tämä puolestaan laskee videokuvan perusteella aktiivisuusdatan, jonka tallentaminen on `Results`-moduulin vastuulla.

Moduuli `Camera` toteuttaa videokameran käsittelyn, `VideoFile` videotiedoston käsittelyn ja `VideoSource` yleisen videolähteen käsittelyn.

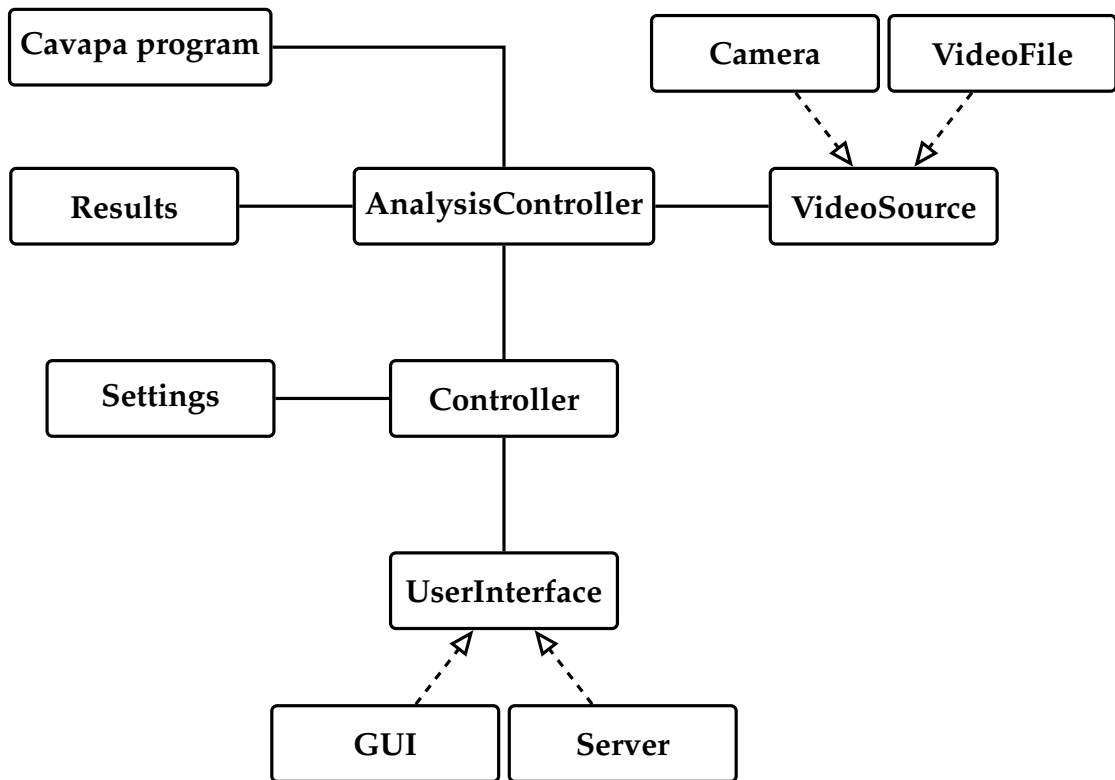
Moduuli `Controller`

- tallentaa, lukee ja välittää sovelluksen tarvitsemia asetuksia `Settings`-moduulin avustuksella,
- vastaanottaa komentoja käyttöliittymärajapinnasta `UserInterface` ja lähettää niitä eteenpäin `AnalysisController`-moduulille sekä
- ottaa vastaan laskentatietoa `AnalysisController`-moduulilta ja välittää sitä käyttöliittymälle.

Käyttöliittymärajapinnan toteuttava moduuli `GUI` on työpöytäkäyttöliittymä, joka huolehtii videoiden ja laskentatiedon esityksestä käyttäjälle sekä ottaa vastaan käyttäjän syötteitä ja komentoja. Käyttöliittymärajapinta mahdollistaa myös muunlais-



ten käyttöliittymien liittämisen sovellukseen. Yksi mahdollinen tällainen on palvelinmoduuli *Server*, jonka kautta sovellusta voisi käyttää WWW-käyttöliittymän kautta. Moduulia *Server* ei projektissa toteutettu.



Kuva 3.1: CAVAPA-GUI-sovelluksen kokonaisrakenne.







## 4 Vaatimusten prioriteetit ja tilat

Luvussa kuvataan toteutettavan sovelluksen vaatimusten mahdolliset prioriteetit ja tilat.

Vaatimukset on priorisoitu asteikolla 1–5 seuraavasti:






- ① Pakollinen
- ② Tärkeä
- ③ Mahdollinen
- ④ Idea
- ⑤ Ei toteuteta

Vaatimusten tilat esitetään seuraavasti:




-  Ulkopuolinen moduuli
-  Hyväksytty
-  Testattu
-  Toteutettu
-  Osittain toteutettu
-  Toteuttamatta

## 5 Toiminnalliset vaatimukset





### 5.1 Yleiset asetukset

- ②  5.1.1 Käyttäjä voi valita liikemääräkäyrän värit.
- ②  5.1.2 Käyttäjä voi valita oletushakemiston, jonne analyysien tulokset tallennetaan.
- ②  5.1.3 Käyttäjä voi valita kohteen korostuksen värin.
- ②  5.1.4 Käyttäjä voi määrittää videolähteiden FPS:n.
- ②  5.1.5 Käyttäjä voi määrittää, miten pitkiin osiin video pilkotaan kamerakuvaa tallennettaessa.

### 5.2 Aiemman mittauksen käsittely













- ②  5.2.1 Käyttäjä voi avata aiemman mittauksen tiedot tarkasteltaviksi.
- ②  5.2.2 Käyttäjä voi suorittaa analyysin uudelleen.
- ④  5.2.3 Käyttäjä voi poistaa mittaukseen liittyvät tulokset.

### 5.3 Videolähteiden valinta





- ①  5.3.1 Mittauksen videolähteeksi voi valita työasemalla olevan videotiedoston.
- ①  5.3.2 Mittauksen videolähteeksi voi valita työasemaan yhteydessä olevan videokameran.
- ①  5.3.3 Mittaukseen liittyviä videolähteitä voi valita useamman kuin yhden.
- ②  5.3.4 Käyttäjä voi valita videolähteen viimeksi käytettyjen videolähteiden listalta.




Vaatimuksen 5.3.4 osalta sovellus tallentaa ainoastaan viimeksi käytettyjen verkkovideokameroiden osoitteet. Viimeksi käytettyjä videotiedostoja ei tallenneta.

## 5.4 Mittauksen tietojen määrittäminen

- ①  5.4.1 Sovellus asettaa automaattisesti mittauksen ajankohdan (päivämäärän ja kellonajan) metatiedostoon.
- ②  5.4.2 Sovellus asettaa automaattisesti mittauksen tekijän nimen työaseman käyttäjänimen perusteella.
- ①  5.4.3 Käyttäjä voi muokata mittauksen tekijän nimeä.
- ④  5.4.4 Käyttäjä voi muokata mittauksen ajankohtaa.
- ①  5.4.5 Käyttäjä voi syöttää mittauksen nimen.
- ①  5.4.6 Käyttäjä voi syöttää mitattavan ryhmän nimen.
- ①  5.4.7 Käyttäjä voi syöttää mittauksen paikan.
- ①  5.4.8 Käyttäjä voi syöttää mittaukseen liittyviä lisätietoja.
- ①  5.4.9 Käyttäjä voi määrittää mittaukseen liittyvien tiedostojen tallennushakemiston.
- ③  5.4.10 Käyttäjä voi määrittää vuorokaudesta aikavälit, jolloin mittaus on käynnissä.
- ③  5.4.11 Käyttäjä voi määrittää ne viikonpäivät, joina mittaus on käynnissä.
- ①  5.4.12 Käyttäjä voi tallentaa valitut videolähteet ja syötetyt tiedot metatiedostoon.









## 5.5 Kalibrointi

- ①  5.5.1 Kameran katsomissuunnan ja korkeuden voi määrittää sovittamalla kaksiolotteisen ruudukon videokuvan päälle.
- ①  5.5.2 Näkökentän leveyden voi määrittää.
- ①  5.5.3 Useamman kameran suhteellisen sijainnin voi määrittää asettamalla videokuvien päälle yhteisiä pisteitä.
- ③  5.5.4 Kameran tynnyriväärityksen voi määrittää suoristamalla videokuvassa näkyvän neliön muotoisen esineen ääriviivat.

- ②  5.5.5 Sovellus asettaa automaattisesti videolähteen nimen perusteella videolähteen kalibrointitiedot, jos ne on aiemmin tallennettu.
- ③  5.5.6 Käyttäjä voi halutessaan valita videolähteen kalibrointitiedot aiemmin tallennetuista tiedoista.
- ②  5.5.7 Sovellus tallentaa videolähteen kalibrointitiedot automaattisesti asetustiedostoon.


Vaatimuksen 5.5.7 osalta sovellus ei tallenna videolähteen kalibrointipisteitä asetustiedostoon.











## 5.6 Mittauksen aloitus

- ①  5.6.1 Käyttäjä voi käynnistää mittauksen.
- ②  5.6.2 Käyttäjä voi valita, tallennetaanko aktiivisuusdataa levyille.
- ②  5.6.3 Videokameran ollessa videolähteenä käyttäjä voi valita, tallennetaanko videokuva levyille.
- ②  5.6.4 Käyttäjä voi asettaa mittauksen enimmäispituuden.
- ③  5.6.5 Käyttäjä voi rajata videokuvasta analysoitavaa aluetta piirtämällä suorakulmion videokuvan päälle.
- ①  5.6.6 Videotiedoston ollessa videolähteenä käyttäjä voi valita tarkasteltavan aikavälin.
- ③  5.6.7 Useamman videotiedoston ollessa lähteenä käyttäjä voi synkronoida ne ajan suhteen etsimällä videoista yhteisen ajanhetken.
- ①  5.6.8 Mittauksen aloitukseen liittyvät tiedot tallennetaan metatiedostoon.

Vaatimuksen 5.6.5 osalta videokuvan rajausta on toteutettu `AnalysisController`-moduulissa, mutta käyttöliittymä ei tarjoa käyttäjälle kyseistä toimintoa.




## 5.7 Mittauksen seuranta













- ①  5.7.1 Käyttäjä voi peruuttaa mittauksen, jolloin videokuvaa ja aktiivisuusdataa ei tallenneta.

- ①  5.7.2 Valituista videolähteistä tulevat kuvat näytetään mittauksen aikana samassa ikkunassa.
- ①  5.7.3 Käyttäjä voi päättää mittauksen, jolloin kaikki mittaukseen liittyvät tulokset tallennetaan.
- ③  5.7.4 Käyttäjä voi pysäyttää mittauksen ja jatkaa sitä myöhemmin.
- ③  5.7.5 Asetuksen ollessa valittuna sovellus pysäyttää videon tallennuksen automaattisesti, jos kamerakuvasta ei havaita aktiivisuutta käyttäjän määrittämän ajan kuluessa.
- ②  5.7.6 Liikemääräkäyrästä voi valita aiemman aikavälin tarkasteltavaksi mittauksen aikana.
- ①  5.7.7 Käyttäjä voi määrittää, minkä pituinen aikaväli näytetään nykyhetkestä taaksepäin.
- ①  5.7.8 Videokameran ollessa videolähteenä ja asetuksen ollessa valittuna videokuva tallennetaan levyille.
- ③  5.7.9 Videokameran ollessa videolähteenä ja asetuksen ollessa valittuna videokuva tallennetaan tilatallennusjärjestelmään.
- ②  5.7.10 Jos levytila on loppumassa, sovellus ilmoittaa tästä ja pysäyttää mittauksen.
- ②  5.7.11 Sovellus pilkkoo tallennettavan videon automaattisesti useammaksi käyttäjän määrittelemän pituiseksi tiedostoksi.


Vaatimuksen 5.7.4 osalta käyttäjä voi pysäyttää mittauksen ainoastaan silloin, kun kaikki videolähteet ovat videotiedostoja.

## 5.8 Tulosten näyttäminen ja käsittely


- ①  5.8.1 Asetuksen ollessa valittuna videokuvan päällä näytetään havaitut liikkuvat kohteet laatikoituina.
- ①  5.8.2 Liikemääräkäyrä näytetään käyttäjän määrittämältä aikaväliltä.
- ①  5.8.3 Liikemääräkäyrässä näytetään vaak akselilla aika sekä pysty akselilla liikemäärä ja havaintojen lukumäärä.

- ②  5.8.4 Liikemääräkäyrään voi nimetä ajanhetkiä kaksoisnapsauttamalla haluttua ajanhetkeä käyrältä ja kirjoittamalla ajanhetken nimen.
- ②  5.8.5 Liikemääräkäyrään nimetyt ajanhetket tallennetaan metatiedostoon.
- ②  5.8.6 Käyttäjä voi määrittää, kuinka tiheästi aktiivisuusdataa tallennetaan.
- ①  5.8.7 Liikemääräkäyrän datan voi tallentaa datatiedostoksi käyttäjän määrittämältä aikaväliltä.
- ②  5.8.8 Tallennettaessa liikemääräkäyrän data käyttäjä voi määrittää aikaleiman muunnoksen.
- ④  5.8.9 Asetuksen ollessa valittuna datatiedostoon tallennetaan havaintojen koordinaatit.
- ②  5.8.10 Näkyvillä olevan liikemääräkäyrän voi tallentaa kuvatiedostona.
- ②  5.8.11 Käyttäjä voi avata näkymän, jossa havaituista kohteista näytetään 2D-lämpökuva käyttäjän määrittämältä aikaväliltä.
- ②  5.8.12 Käyttäjä voi määrittää, mistä kamerasta katsottuna lämpökuva näytetään.
- ③  5.8.13 Lämpökuva voidaan käyttäjän halutessa näyttää todellisesta maailmasta ylhäältä päin katsottuna.
- ③  5.8.14 Asetuksen ollessa valittuna havaittujen kohteiden lukumäärää kuvaava käyrä näytetään liikemääräkäyrän kanssa samassa graafissa.
- ③  5.8.15 Videokuvasta voi valita ne kohteet, joita ei oteta huomioon aktiivisuustasoa laskettaessa.

## 5.9 Konenäkö

- ③  5.9.1 Sovellus osaa laskea kahdesta kuvakulmasta havaittujen kohteiden todellisen maailman koordinaatit.

## 5.10 WWW-käyttöliittymä






- ④  5.10.1 WWW-käyttöliittymässä näytetään meneillään olevan mittauksen liikemääräkäyrä.

④ ✖ 5.10.2 WWW-käyttöliittymässä näytetään mittauksen metatiedot.



## 6 Tekniset vaatimukset ja rajoitteet



### 6.1 Käyttöjärjestelmät

- ①  6.1.1 Sovellus toimii Windows 7 -käyttöjärjestelmässä.
- ③  6.1.2 Sovellus toimii Windows 8 -käyttöjärjestelmässä.
- ③  6.1.3 Sovellus toimii Windows Vista -käyttöjärjestelmässä.
- ⑤  6.1.4 Sovellus toimii Windows XP -käyttöjärjestelmässä.
- ①  6.1.5 Sovellus toimii Linux-pohjaisissa käyttöjärjestelmissä.
- ③  6.1.6 Sovellus toimii OS X -käyttöjärjestelmässä.



Vaatimuksen 6.1.5 osalta seuraavat virheet havaittiin käytettäessä sovellusta Fedora-käyttöjärjestelmässä:

- värivalintadialogi ei toisinaan tule näkyviin (vaatimukset 5.1.1 ja 5.1.3) sekä
- kameroiden päivitystoiminto (*Refresh cameras*) ei toimi.



### 6.2 Videon tallennusformaatit

- ①  6.2.1 Sovellus tukee MPEG-4-videomuotoa tallennuksessa.
- ⑤  6.2.2 Sovellus tukee MJPEG-videomuotoa tallennuksessa.

### 6.3 Videon lukuformaatit

- ①  6.3.1 Sovellus voi lukea MJPEG-muodossa olevia videotiedostoja.
- ①  6.3.2 Sovellus voi lukea MPEG-4-muodossa olevia videotiedostoja.

### 6.4 Liikemääräkäyrän tallennusformaatit

- ⑤  6.4.1 Liikemääräkäyrän voi tallentaa PNG-kuvana.
- ②  6.4.2 Liikemääräkäyrän voi tallentaa SVG-kuvana.

- ⑤ ❌ 6.4.3 Liikemääräkäyrän voi tallentaa JPG-kuvana.
- ① 🚩 6.4.4 Liikemääräkäyrän datan voi tallentaa CSV-formaatissa.
- ② 🚩 6.4.5 Liikemääräkäyrän datan voi tallentaa raakaformaattissa.

## 6.5 Metatiedon tallennusformaatit

- ① 🚩 6.5.1 Mittauksen metatiedot tallennetaan XML-formaatissa.

## 6.6 Rajoitteet

- 6.6.1 Videokameran lukemista varten mahdolliset siihen liittyvät ajurit on oltava asennettuina työasemalla.
- 6.6.2 Videokameran lukeminen ei ole mahdollista, jos OpenCV-kirjasto ei tue kameran rajapintaa.
- 6.6.3 Videoita voi tallentaa työasemalle korkeintaan niin paljon kuin siinä on levytilaa.
- 6.6.4 Sovelluksessa voi esiintyä hitautta riippuen työaseman tehoista, videolähteiden määrästä ja niiden kuvan tarkkuudesta.
- 6.6.5 Videokameran tyyppi määrää videokuvan enimmäistarkkuuden.
- 6.6.6 Sovelluksen riittää toimia Linux-pohjaisista käyttöjärjestelmistä vain Fedoralla (versio 18) ja Ubuntulla (versio 14.04).
- 6.6.7 Sovellus voi hidastua, jos käytettävä FPS asetetaan liian suureksi.
- 6.6.8 Mittaustulokset voivat olla epätarkkoja, jos käytettävä FPS on liian pieni tai liian suuri.
- 6.6.9 Samannimisiä kameroita käytettäessä niiden kalibrointitiedot eivät lataudu oikein.

## 7 Yhteenveto

Liikkuva-sovellusprojekti kehitti Jyväskylän yliopiston liikuntakasvatuksen laitokselle käyttöliittymän konenäköpohjaiselle liikemittarille. Toteutetulla sovelluksella voidaan visualisoida videokuvasta mitattua ihmisjoukon aktiivisuustasoa sekä suorittaa mittauksessa tarvittava kalibrointi. Toteutettu sovellus on prototyyppi, eli se ei sovellu tuotantokäyttöön, sillä analyysiohjelma ei anna videokuvasta luotettavaa aktiivisuusdataa.

Vaatimusten toteutuminen prioriteeteittäin ja tiloittain on esitetty taulukossa 7.1.

Prioriteetti	Testatut	Toteutetut	Osittain toteutetut	Toteuttamattomat	Yhteensä
①	32	0	1	0	33
②	22	0	2	2	26
③	1	1	2	12	16
④	0	0	0	5	5
⑤	0	0	0	4	4
Yhteensä	55	1	5	23	84

Taulukko 7.1: Vaatimusten toteutuminen prioriteeteittäin ja tiloittain.

Suurin osa vaatimuksista saatiin projektin aikana toteutettua. Useimmista vaatimuskokonaisuuksista jäi toteuttamatta 1–2 vaatimusta. Eniten puutteita on vaatimuskokonaisuudessa *Tulosten näyttäminen ja käsittely*, jossa viisi vaatimusta jäi kokonaan toteuttamatta.

Regressiotestauksessa vaatimuksien 5.1.2, 5.6.1, 5.6.6, 5.7.1, 5.7.6, 5.8.2, 5.8.4 ja 6.4.4 osalta tehtiin huomioita, jotka liittyivät sovelluksen lievään virheelliseen tai epäloogiseen käyttäytymiseen. Huomioiden tarkempi sisältö on kuvattu regressiotestausraporteissa [4] ja [5].

Vaatus 5.6.7 jäi tilaan *Toteutettu*, koska sitä ei ollut muistettu huomioida testauksessa.

## 8 Lähteet

- [1] Kivelä Joel, Koskenkorva Erkki, Lehtinen Mika, Leppäaho Oskari ja Partanen Petri, "Liikkuva-projekti, CAVAPA-GUI-sovelluksen luokkadokumentatio", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/luokkadokumentit/html/>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [2] Kivelä Joel, Koskenkorva Erkki, Lehtinen Mika, Leppäaho Oskari ja Partanen Petri, "Liikkuva-projekti, Järjestelmätestausraportti 1", saatavilla PDF-muodossa <URL: <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/testaus/testausraportit/liikkuva-jarjestelmatestaus-raportti1.pdf>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [3] Kivelä Joel, Koskenkorva Erkki, Lehtinen Mika, Leppäaho Oskari ja Partanen Petri, "Liikkuva-projekti, Järjestelmätestausraportti 2", saatavilla PDF-muodossa <URL: <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/testaus/testausraportit/liikkuva-jarjestelmatestaus-raportti2.pdf>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [4] Kivelä Joel, Koskenkorva Erkki, Lehtinen Mika, Leppäaho Oskari ja Partanen Petri, "Liikkuva-projekti, Regressiotestausraportti 1", saatavilla PDF-muodossa <URL: <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/testaus/testausraportit/liikkuva-jarjestelmatestaus-regressioraportti1.pdf>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [5] Kivelä Joel, Koskenkorva Erkki, Lehtinen Mika, Leppäaho Oskari ja Partanen Petri, "Liikkuva-projekti, Regressiotestausraportti 2", saatavilla PDF-muodossa <URL: <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/testaus/testausraportit/liikkuva-jarjestelmatestaus-regressioraportti2.pdf>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [6] Kivelä Joel, Koskenkorva Erkki, Lehtinen Mika, Leppäaho Oskari ja Partanen Petri, "Liikkuva-projekti, Järjestelmätestaussuunnitelma", saatavilla PDF-muodossa <URL: <http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/testaus/testausraportit/liikkuva-jarjestelmatestaus-suunnitelma.pdf>>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.

it.jyu.fi/liikkuva/testaus/testaussuunnitelmat/liikkuva-jarjestelmatestaussuunnitelma.pdf>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.

- [7] Kivelä Joel, Koskenkorva Erkki, Lehtinen Mika, Leppäaho Oskari ja Partanen Petri, "Liikkuva-projekti, Projektiraportti", saatavilla PDF-muodossa <URL: [http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/dokumentit/projektiraportti/liikkuva\\_projektiraportti\\_1.0.0.pdf](http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/dokumentit/projektiraportti/liikkuva_projektiraportti_1.0.0.pdf)>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.
- [8] Kivelä Joel, Koskenkorva Erkki, Lehtinen Mika, Leppäaho Oskari ja Partanen Petri, "Liikkuva-projekti, Sovellusraportti", saatavilla PDF-muodossa <URL: [http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/dokumentit/sovellusraportti/liikkuva\\_sovellusraportti\\_1.0.0.pdf](http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/liikkuva/dokumentit/sovellusraportti/liikkuva_sovellusraportti_1.0.0.pdf)>, Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2014.