

Kravspekifikation

**Bachelorprojektet:
Real-time eye-tracking
Projektnummer: 15017**



**Version 2.0 10/02/2015
Studerende: Søren Vøgg Krabbe Lyster (SVL) 10920,
Martin Degn Kristensen (MDK) 10441
Studieretning: Elektro
Vejleder: Preben Kidmose**

Revision History

Revision	Date	Author(s)	Description
1.0	26.01.15	SVL,MDK	Oprettet
1.1	30.01.15	SVL,MDK	Opdateret m. use cases
1.2	06.02.15	SVL,MDK	Opdaterede use cases, ordforklaring
2.0	10.02.15	SVL,MDK	Review

Indhold

1	Indledning	2
1.1	Ordforklaring	2
2	Generel beskrivelse	3
2.1	Systembeskrivelse	3
2.2	Aktører	4
2.3	Systemets begrænsninger	4
3	Funktionelle krav	6
3.1	Kalibrering	6
3.2	Output	7
3.3	Use-cases	7
3.3.1	Use case 1: Opret session	8
3.3.2	Use case 2: Kalibrering	9
3.3.3	Use case 3: Start måling	10
3.3.4	Use case 4: Stop måling	11
3.3.5	Use case 5: Gem indstillinger	11
3.3.6	Use case 6: Indlæs indstillinger	12
3.3.7	Use case 7: Indlæs rå data	13
4	Ikke funktionelle krav	14

1 Indledning

Dette dokument har med formål at definere de forskellige krav til systemet Real-time eye-tracking. Systemet består af et computerprogram, der ved hjælp af input fra et kamera, skal kunne detektere hvor på en skærm en testperson kigger. Resultaterne af denne måling skal resultere i et XY-koordinat med timestamp for hver måling med ønsket frekvens. Computerprogrammet skal være let tilgængeligt. Det skal indeholde en række muligheder for tilpasning til brugerens ønsker. Dette indbefatter mulighed for ændring af algoritme, kamerainput m.m.

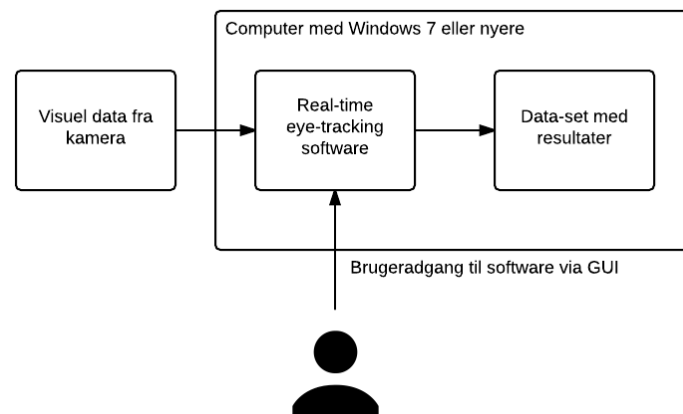
1.1 Ordforklaring

- **Session:** Dette term bliver brugt om en real-time eye-tracking måling foretaget af i programmet. Sessionen beskriver det enkelte målingsforløb fra start til slut (inklusive pauser). Til hver session vil der være tilknyttet en separat data-fil.
- **Data-fil:** Dette er den fil der vil blive tilknyttet til hver session. Filen vil forventes at indeholde al relevant data i forbindelse med real-time eye-tracking måling. Filen vil blive kreeret af programmet og vil være tilgængelig til brugeren.
- **Testperson:** Det er denne person der foretages real-time eye-tracking på. Personen er sammen med brugeren en del af kalibreringsrutinen. Denne person ses ikke som aktør i systemet.
- **Trigger:** For at kunne holde en synkronisering imellem real-time eye-tracking softwaren og andre målinger (EEG), er der givet et trigger-signal. Dette signal består af en ændring af lys-intensitet.

2 Generel beskrivelse

Dette afsnit i kravspecifikationen vil give et overordnet billede af de krav der er blevet opstillet for udviklingen af systemet.

2.1 Systembeskrivelse



Figur 1: Systemdiagram for Real-time eye-tracking

Der ønskes udviklet et system som kan indsamle videodata fra et kamera og derefter anvende dataen til at bestemme hvor en forsøgsperson kigger hen på en specifik skærm. Systemet skal derudover videregive denne information til brugeren via koordinater samt en graf der repræsenterer den skærm forsøgspersonen ser på.

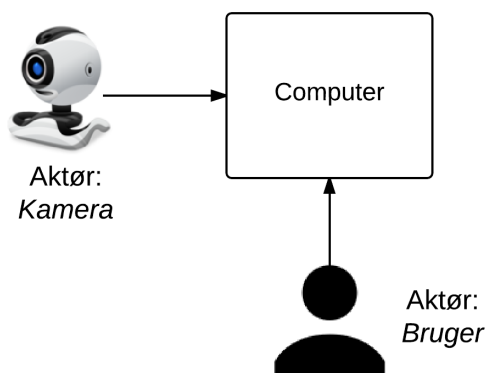
Før dataopsamling skal en indledende kalibrering af systemet gennemføres. Dette gøres ved at et gitter med specifikke punkter indlæses på forsøgspersonsskærmen. Derefter bedes forsøgspersonen fiksere på specifikke punkter på skærmen, og sammenhængen imellem de målte punkter og de kendte punkter kan anvendes til at finde en homografisk mapning. Efter denne kalibrering kan systemet anvendes.

Systemet udvikles med henblik på en standard anvendelsesmåde, med mulighed for brugerdefinerede anvendelsesmåder. Standardanvendelsen omhandler at vælge en sti og et filnavn, hvorefter dataopsamling umiddelbart begynder. Under dataopsamlingen vil gazevectoren løbende blive præsenteret for brugeren på brugerskærmen. Når brugeren er færdig kan opsamlingen stoppes, og dataopsamlingen gemmes i den tidligere valgte fil. Bemærk at den algoritme der anvendes til behandling af data her er forudbestemt. (Hvis brugeren ønsker at bruge en anden algoritme kan denne indlæses. Den

kan også indskrives direkte i GUI'en, og derefter gemmes. Formålet med dette er at kunne indrette systemet efter specifikke behov, og hurtigt indhente de opsætninger til fremtidig brug. Eventuelt kan andre variabler indtastes ved systemstart)

I de følgende afsnit fremgår det hvorledes det udviklede system indgår i det samlede system.

2.2 Aktører



Figur 2: Systemets aktører

En række af de kommende funktionelle krav vil blive opstillet som use-cases. Følgende er beskrivelser for de enkelte aktører:

Navn	<i>Bruger</i>
Beskrivelse	Brugeren er personen der tilgår systemet via et grafisk user interface.

Navn	<i>Kamera</i>
Beskrivelse	Systemet vil snakke sammen med et kamera, hvis formål er at levere visuelt data.

2.3 Systemets begrænsninger

1. Systemet kan ikke forventes at køre realtime (100 fps) udenfor standard anvendelse.

2. Systemet er ikke garanteret at fungere korrekt når testpersonen har briller på.
3. Systemet kan ikke anvendes uden indledende kalibrering.
4. Systemet kan ikke håndtere hovedbevægelser uden for ± 10 cm i forhold til kalibreringspositionen.

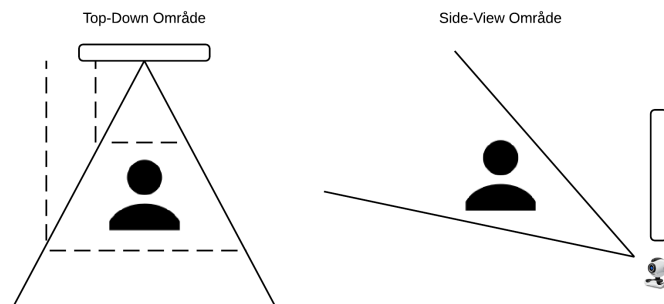
3 Funktionelle krav

Følgende funktionelle krav for systemet er blevet stillet:

1. **Real-time eye-tracking:** Systemet skal kunne foretage real-time eye-tracking.
2. **Kalibrering:** Før måling skal programmet kunne kalibreres.
3. **Output:** Resultater af måling skal ende i en log-fil tilgængelig til brugeren.
4. **Brugertilgang:** Ved hjælp af use case teknikken vil en yderlige række krav blive stillet. Disse vil lægge grundlag for bruger-program-interaktioner. Use-case-kravene er opstillet i afsnit 3.3.

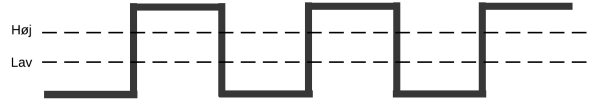
3.1 Kalibrering

Kalibrering: Specifikke ukendte variabler skal kunne kalibreres ved hjælp af interpolation. Herved skal programmet kunne tilpasses testpersonens fysiske forhold til kameraet.



Figur 3: Kameraets position i forhold til testperson

Derudover skal programmet kunne kalibreres således at der kan findes tærskler (threshold-values) for trigger-niveauet: En værdi når trigger-niveauet går højt, og en værdi når trigger-niveauet går lavt.



Figur 4: Eksempel på tærskelværdier for trigger-signalet

3.2 Output

For hver igangsat session skal programmet generere en log-fil med følgende data:

- Kommasepareret målingsdata med følgende format:
X-koordinat, Y-koordinat, Samplenummer, Trigger-niveau (0 for lav, 1 for høj)

3.3 Use-cases

1. Opret session:
Opretter en session i en fil-sti med nødvendige data-filer.
2. Kalibrering:
Initierer en række kalibreringer før brug.
3. Start måling:
Igangsætter måling.
4. Stop måling:
Afslutter måling.
5. Gem indstillinger:
Gemmer en fil med brugerens nuværende indstillinger.
6. Indlæs indstillinger:
Indlæser indstillinger fra gemt fil.
7. Indlæs rå data:
Indlæser rå data fra tidligere session.

3.3.1 Use case 1: Opret session

Sektion	Kommentar
Mål	At oprette en ny session til real-time eye-tracking
Initiering	Initieres af aktøren <i>bruger</i>
Aktører	Aktøren <i>bruger</i> og aktøren <i>kamera</i>
Antal samtidige forekomster	1
Startbetingelser	Computerprogrammet skal være opstartet, kameraret skal være tændt og tilsluttet
Slutresultat - succes	En ny session til real-time eye-tracking er blevet oprettet.
Slutresultat - undtagelse	Ny session er ikke blevet oprettet.
Normal forløb	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Bruger</i> klikker på "Create session" 2. Programmet beder <i>bruger</i> angive en fil-sti hvor sessiones filer skal oprettes. 3. Programmet beder <i>bruger</i> vælge imellem tilgængelige kamera-input. 4. Programmet beder <i>bruger</i> vælge om den rå data fra <i>kamera</i> skal gemmes. 5. Programmet giver <i>bruger</i> mulighed for at skrive eventuelle noter til sessionen i et tekst-felt. 6. Programmet opretter en data-fil og en opsætnings-fil. 7. <i>Bruger</i> bliver returneret til menu med beskeden "Session created".
Undtagelsesforløb	Programmet kan ikke oprette de ønskede filer i den angivne fil-sti. Programmet returnere <i>bruger</i> til menu med fejlmeddelelse fra systemet.

3.3.2 Use case 2: Kalibrering

Sektion	Kommentar
Mål	At kalibrere systemet
Initiering	Initieres af aktøren <i>bruger</i>
Aktører	Aktøren <i>bruger</i> og aktøren <i>kamera</i>
Antal samtidige forekomster	1
Startbetingelser	Computerprogrammet skal være opstartet, kameraret skal være tændt og tilsluttet, gyldig session skal være oprettet.
Slutresultat - succes	Computerprogrammet har modtaget data til kalibrering.
Slutresultat - undtagelse	Kalibrering annulleret.
Normal forløb	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Bruger</i> klikker på "Calibration" 2. Programmet spørger om bruger ønsker at foretage kalibrering. <ol style="list-style-type: none"> (a) <i>Bruger</i> klikker på "Cancel". Use case afbrydes. Se undtagelsesforløb punkt 2 for denne use case. (b) <i>Bruger</i> klikker på "Continue". Use case fortsættes i punkt 3. 3. <i>Bruger</i> bliver bedt om at gennemføre kalibreringsrutine. 4. <i>Bruger</i> bliver returneret til menu med beskeden "Calibration complete".
Undtagelsesforløb	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hvis der ikke er oprettet en session informeres <i>Bruger</i> om dette. 2. <i>Bruger</i> bliver returneret til menu.

3.3.3 Use case 3: Start måling

Sektion	Kommentar
Mål	Programmet påbegynder real-time eye-tracking
Initiering	Initieres af aktøren <i>bruger</i>
Aktører	Aktøren <i>bruger</i> og aktøren <i>kamera</i>
Antal samtidige forekomster	1
Startbetingelser	Computerprogrammet skal være opstartet, <i>kamera</i> skal være tændt, programmet skal være kalibreret.
Slutresultat – succes	Programmet har påbegyndt real-time eye-tracking
Slutresultat – undtagelse	Programmet alarmerer <i>bruger</i> at der ikke er foretaget kalibrering
Normal forløb	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Bruger</i> klikker på knappen "Start". 2. Programmet starter ny måling. 3. Visuel feedback på GUI viser at måling er i gang.
Undtagelsesforløb	Programmet kan ikke starte ny måling. Programmet melder at kalibrering ikke er foretaget.

3.3.4 Use case 4: Stop måling

Sektion	Kommentar
Mål	Programmet stopper real-time eye-tracking
Initiering	Initieres af aktøren <i>bruger</i>
Aktører	Aktøren <i>bruger</i> og aktøren <i>kamera</i>
Antal samtidige forekomster	1
Startbetingelser	En real-time eye-tracking måling skal køre.
Slutresultat – succes	Programmet stopper nuværende real-time eye-tracking.
Slutresultat – undtagelse	Ingen undtagelse.
Normal forløb	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Bruger</i> klikker på knappen "Stop". 2. Visuel feedback på GUI viser at målingen er stoppet. Målingen bliver afsluttet.
Undtagelsesforløb	Intet undtagelsesforløb

3.3.5 Use case 5: Gem indstillinger

Sektion	Kommentar
Mål	System gemmer nuværende indstillinger i brugerdefineret fil
Initiering	Initieres af aktøren <i>bruger</i>
Aktører	Aktøren <i>bruger</i>
Antal samtidige forekomster	1
Startbetingelser	Computerprogrammet skal være opstartet
Slutresultat – succes	Systemet gemmer nuværende indstillinger i den valgte fil
Slutresultat – undtagelse	Programmet alarmerer <i>bruger</i> at indstillinger ikke kunne gemmes
Normal forløb	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Bruger</i> klikker på "Save preferences" 2. <i>Bruger</i> vælger filnavn og placering af den fil hvor indstillinger skal gemmes
Undtagelsesforløb	<i>Bruger</i> bliver returneret til menuen efter alarmering

3.3.6 Use case 6: Indlæs indstillinger

Sektion	Kommentar
Mål	System anvender indstillinger fra fil
Initiering	Initieres af aktøren <i>bruger</i>
Aktører	Aktøren <i>bruger</i>
Antal samtidige forekomster	1
Startbetingelser	Computerprogrammet skal være opstartet og en gyldig indstillings-fil skal findes
Slutresultat – succes	Systemet anvender indstillinger fra den valgte fil
Slutresultat – undtagelse	Programmet alarmerer <i>bruger</i> at indstillinger ikke kunne indhentes
Normal forløb	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Bruger</i> klikker på "Load preferences" 2. <i>Bruger</i> vælger indstillings-fil der skal anvendes
Undtagelsesforløb	<i>Bruger</i> bliver returneret til menuen efter alarmering

3.3.7 Use case 7: Indlæs rå data

Sektion	Kommentar
Mål	System indlæser rå data fra tidligere session
Initiering	Initieres af aktøren <i>bruger</i>
Aktører	Aktøren <i>bruger</i>
Antal samtidige forekomster	1
Startbetingelser	Computerprogrammet skal være opstartet og en gyldig fil-sti med data fra en session skal findes
Slutresultat – succes	Systemet indlæser rå data fra korrekte data-filer i tidligere session
Slutresultat – undtagelse	Programmet alarmerer <i>bruger</i> at de korrekte data-filer ikke kunne indhændtes
Normal forløb	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Bruger</i> klikker på knappen "Get raw data" 2. <i>Bruger</i> vælger fil-sti til tidligere session hvor data-filer med rå data findes 3. Programmet indlæser valgt data 4. <i>Bruger</i> bliver returneret til menu
Undtagelsesforløb	<i>Bruger</i> bliver returneret til menuen efter alarmering

4 Ikke funktionelle krav

Real-time eye-tracking systemet skal leve op til en række ikke funktionelle krav. Disse krav skal garantere et robust system, der med en hvis præcision skal kunne levere de ønskede data.

- **Fejlmargin:** Systemet skal kunne angive XY-koordinater for øjets fokuspunkt. Disse koordinater må have en afvigelse på $<2^\circ$ [1].
- **Real-time:** Systemet skal kunne angive XY-koordinater med en frekvens bestemt af kameraets frame-rate.
- **Kamera:** Skal kunne levere video-data real-time til en computer. Systemet bliver udviklet til kamera af typen Basler ACA640-100gc GigE med opløsningen 658 x 492 pixels og maksimum framerate på 100Hz.
- Følgende krav er ikke krav til systemet, men krav til testpersonens fysiske forhold til kameraet. Dette er relevant når der foretages eye-tracking.
Afstand og skærm: Systemet bliver udviklet med en afstand fra kamera til testperson på 60m. På samme afstand fra testpersonen er der placeret en skærm. Denne skærm har størrelsen 26 tommer.

Typen af kamera og afstand til testperson kommer fra tidligere forsøg [2].

Litteratur

- [1] M. Fairchild, *Color Appearance Models*. cited in D. Siboska, H. Karstoft and H. Pedersen, p.5.
- [2] D. Siboska, H. Karstoft, and H. Pedersen, "Synchronization of electroencephalography and eye tracking using global illumination changes."