

# Requirements Analysis

---

*Flock of Birds Visualizer*

IN3700 BSc-Project

Versie 1.2

Delft, 16 april 2007

Serkan Arikan 1217305

Lennart Bos 1240560

## Inhoudsopgave

---

1. Inleiding .....	2
2. Overzicht .....	2
2.1 Huidige situatie.....	2
2.2 Gewenste situatie.....	3
3. Requirements .....	4
3.1 Functional requirements .....	4
3.2 Non-Functional requirements .....	4
3.3 Constraints .....	5
4. System models .....	5
4.1 Scenario .....	5
4.2 Use-cases .....	6
4.3 GUI Storyboards .....	10

## 1. Inleiding

---

In het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC) wordt momenteel gebruik gemaakt van een DOS-programma om het Flock of Birds (FoB) systeem te gebruiken. Dit bood ruimte tot verbetering en hier is een bachelorproject voor opgesteld in samenwerking met TU Delft. Dit project houdt in dat er een nieuw programma gemaakt moet worden met een gebruiksvriendelijke en duidelijke user interface. Daarnaast moet dit programma het ook mogelijk maken om bewegingen real-time te visualiseren met een 3D-model van een skelet, zodat de gebruiker en de patiënt direct het resultaat van de beweging kunnen zien op het scherm.

## 2. Overzicht

---

Het is belangrijk om eerst een goed overzicht te schetsen van de situatie in de omgeving zoals deze momenteel is en hoe deze verbeterd kan worden.

### 2.1 Huidige situatie

Momenteel werkt men in het LUMC met een oud DOS-programma om de metingen met het *Flock of Birds* (FoB) systeem uit te voeren. Dit geeft echter weinig tot geen feedback aan de gebruiker wat regelmatig zorgt voor irritaties of zelfs foutieve metingen. Het meetproces gaat momenteel als volgt:

- Allereerst worden de sensoren op de patiënt bevestigd. Dit zijn drie sensoren per arm, namelijk onderarm, bovenarm en acromion en één op de thorax.
- Vervolgens wordt de positie van de uitstekende botpunten, de zogenaamde *bony landmarks*, aangewezen met een aparte sensor. Hierbij moet de gebruiker zich houden aan een vast protocol dat de volgorde van de *bony landmarks* bepaalt. Deze volgorde staat momenteel alleen op papier. Hierdoor het mogelijk is dat de gebruiker per ongeluk van deze volgorde afwijkt of zelfs een *bony landmark* overslaat.
- Elk *bony landmark* wordt vijf maal gemeten. Deze metingen worden vervolgens uitgemiddeld om de meest nauwkeurige positie te bepalen van de *bony landmark*. Het probleem hierbij is echter dat de gebruiker zelf moet bijhouden hoe vaak hij elk punt gemeten heeft. Een meting wordt ingevoerd door middel van een pedaal, waarbij het nog minder duidelijk wordt of een meting is doorgekomen in het systeem. Hierdoor raakt de gebruiker soms de tel kwijt en worden metingen van verschillende *bony landmarks* wel eens door elkaar gehaald. Dit kan achteraf nog handmatig worden gecorrigeerd door de output matrix te bewerken.
- Het laatste punt, het glenohumerale rotatie punt, wordt bepaald aan de hand van de omliggende *bony landmarks* en de patiënt met zijn arm een cirkel beweging te laten maken.
- Nu kan er een beweging worden opgenomen worden. Deze beweging kan in verschillende vormen geproduceerd worden, zoals rotatie-, positie- en/of translatiematrices.
- Deze matrices kunnen in MatLab verwerkt worden om een zeer primitieve visualisatie te genereren.

## 2.2 Gewenste situatie

Duidelijk mag zijn dat er veel verbeterd kan worden aan de huidige situatie. Hierbij zijn twee grote aanpassingen te onderscheiden:

### *Graphical User Interface*

Door een duidelijke GUI te maken zal de gebruiker meer feedback krijgen tijdens het meten. Vooral bij het aanwijzen van de *bony landmarks* is dit van belang, zodat de gebruiker hier niet de fout in gaat. Dit kan gedaan worden door aan te geven welk *bony landmark* er moet worden aangewezen en hoe vaak dit al gedaan is. Verder kan een grafische weergave van het skelet worden uitgebeeld zodra een *bony landmark* gemeten is. Het systeem kan controleren of het aanwijzen goed gebeurt en indien nodig een melding geven.

### *Visualisatie*

Eenmaal alle *bony landmarks* goed aangewezen zijn, kunnen de bewegingen van de patiënt direct worden gevisualiseerd op het scherm. Zo kan de gebruiker en de patiënt precies de uitgevoerde beweging volgen. Dit is bovendien leuk voor de patiënt om te kunnen zien. Bewegingen kunnen uiteraard worden opgeslagen en later herbekeken worden. Een extra mogelijkheid die in de gewenste situatie zou kunnen worden geïmplementeerd, is om twee opgeslagen bewegingen met elkaar te vergelijken en de verschillen duidelijk weer te geven.

### *Technische details*

Het systeem krijgt de data van het Flock of Birds systeem via de seriële poort binnen in de vorm van matrices. Deze matrices representeren de positie en rotatie van alle sensoren op elk tijdsinterval. Deze worden verwerkt om een 3D-model op het scherm uit te beelden.

De verschillende stappen die benodigd zijn om een meting uit te voeren kunnen geïmplementeerd worden door gebruik te maken van het *state machine design pattern*. Dit houdt in dat elke stap in het meetproces als een *state* gerepresenteerd wordt. Dit biedt de mogelijkheid om gemakkelijk terug te gaan naar een vorige stap en hier aanpassingen aanbrengen die direct invloed hebben op de daaropvolgende stappen.

Verder moet het mogelijk zijn dat de gebruikte protocollen aanpasbaar zijn. Hiervoor moet de mogelijkheid geboden worden om deze protocollen te kunnen wijzigen door een configuratiebestand te bewerken. Daarnaast moet er een *preferences* scherm aanwezig zijn, waarin de minder geavanceerde instellingen ingesteld kunnen worden, zoals onder andere de locatie van de opgeslagen bestanden.

## 3. Requirements

---

### 3.1 Functional requirements

De gebruiker van het systeem moet de volgende acties kunnen uitvoeren:

- De locatie van elke sensor aangeven.
- Aangeven welke *bony landmark* hij wilt aanwijzen met de sensor.
- De meting van elk willekeurig *bony landmark* kunnen corrigeren.
- *Bony landmarks* kunnen toevoegen aan of verwijderen van het meetprotocol.
- Het protocol van het meten van de *bony landmarks* kunnen aanpassen.
- Stappen terug gaan in het meetproces.
- Wijzigingen kunnen aanbrengen in vorige stappen die direct invloed hebben op de huidige stap. De gebruiker hoeft dus niet weer alles vanaf die vorige stap opnieuw moet doen.
- Bewegingen kunnen visualiseren op het scherm.
- Gegevens bij een meting van een beweging kunnen toevoegen.
- Een beweging kunnen opnemen en opslaan op de harde schijf.
- Een opgeslagen beweging kunnen herladen en uitbeelden.
- *Optionele requirement:* bewegingen met elkaar kunnen vergelijken, waarbij wordt aangegeven wat de verschillen zijn.

### 3.2 Non-Functional requirements

#### *User interface and human factors*

De user interface moet intuïtief en gebruiksvriendelijk zijn. De gebruiker moet tijdens het gebruiken in zo min mogelijke handeling uitvoeren om zijn doel te kunnen bereiken. De gebruiker moet tijdens de meting duidelijk kunnen zien welke *bony landmarks* hij al gemeten heeft en welke hij nog moet doen. Tijdens de meting kan elk *bony landmark* verduidelijkt worden door middel van een afbeelding die deze aangeeft. Elke meting van een *bony landmark* wordt bovendien voorzien van een teller waaraan de gebruiker kan zien hoe vaak hij deze heeft aangewezen met de sensor. Hierbij wordt aangegeven of de meting correct is uitgevoerd.

#### *Documentatie*

Een tweetal documenten zijn van toepassing voor dit systeem. Ten eerste een gebruikershandleiding die te allen tijde kan worden geraadpleegd mocht de GUI hier geen uitkomst in bieden. Het tweede document betreft een documentatie van de softwarecode, zodat deze geraadpleegd kan worden ten behoeve van onderhoud of uitbreiding.

#### *Hardware considerations*

De hardware overwegingen zijn niet van toepassing op dit project, want de software zal maar op één systeem worden geïnstalleerd die naar behoefte kan worden gespecificeerd.

#### *Performance characteristics*

Het enige waarbij performance belang heeft, is de real-time visualisatie van de beweging.

#### *Error handling and extreme conditions*

Fouten moeten doorgegeven worden door middel van gebruiksvriendelijke foutmeldingen, waaruit duidelijk wordt wat er mis is gegaan en eventueel hoe dit opgelost kan worden. Het mag niet voorkomen dat een fout het systeem veroorzaakt te crashen. Wijzigingen in gegevens worden in zijn geheel doorgevoerd of helemaal niet doorgevoerd.

#### *System modifications*

Het systeem moet zo in elkaar zitten dat het makkelijk uitbreidbaar is met behulp van plug-in's of modules, zoals het vergelijken van twee opnames van bewegingen of het toepassen van het systeem op andere lichaamsdelen.

#### *Physical environment*

Het systeem moet gebruikt worden in een omgeving waarbij het geen interferentie of storing kan hebben met andere apparatuur. Deze kunnen de nauwkeurigheid van de meting nadelig beïnvloeden.

#### *Security issues*

Patiëntgegevens zijn privé, echter kunnen wij niet garanderen hoe een gebruiker hier mee om gaat dus ook geen non-functionele eisen aan stellen.

### **3.3 Constraints**

Het systeem wordt geïmplementeerd met behulp van de programmeertaal Python en de editor, de Stani's Python Editor (SPE). Verder hebben we de Visualisation ToolKit (VTK) nodig voor de 3D-modellen. En een toolkit om makkelijk GUI's te ontwerpen. Hierbij gebruiken we PyDoc om alle code te voorzien van documentatie. Voor uitwisseling van bestanden en samenwerking wordt gebruik gemaakt van SubVersion (SVN).

## **4. System models**

---

### **4.1 Scenario**

Om het gehele gebruiksproces van het meten van een beweging te verduidelijken is het handig om hiervan een scenario uit te werken. Het scenario is als volgt:

*Actoren:*           Gert is de gebruiker  
                      Piet is de patiënt die de meting ondergaat

*Stappen:*

- a) Piet neemt plaats op de daarvoor bestemde stoel van het FoB-systeem.
- b) Gert start het programma op en kiest hierin dat hij een nieuwe meting wil uitvoeren.
- c) Gert kijkt naar het scherm om te zien welke sensor hij op welk lichaamsdeel moet bevestigen.
- d) Gert bevestigt de sensoren op de armen en thorax van Piet.
- e) Gert klikt vervolgens op OK om naar de volgende stap te gaan, maar het systeem geeft een foutmelding. Namelijk dat het sensor van het acromion lager is dan die van de onderarm, wat in de standaardhouding niet mogelijk is.

- f) Gert controleert deze twee sensoren en merkt op dat hij ze inderdaad per ongeluk heeft omgedraaid.
- g) Gert verwisselt de nummers van de sensoren behorend bij deze lichaamsdelen in het programma en klikt vervolgens nogmaals op OK.
- h) Vervolgens ziet Gert op het scherm een lijst met de aan te wijzen *bony landmarks*. De eerste *bony landmark* is aangegeven met hierbij een plaatje ter verduidelijking.
- i) Gert plaats de pointersensor op de aangegeven *bony landmark* van Piet.
- j) Gert stapt vijfmaal ter bevestiging van de meting op het pedaal en ziet bij elke stap een vakje groen oplichten op het scherm. Hierdoor weet hij of de meting van de *bony landmark* correct is uitgevoerd.
- k) Het systeem gaat door naar de volgende *bony landmark* en Gert voert stap j uit totdat hij ze allemaal heeft gehad.
- l) Gert controleert of alle *bony landmarks* goed zijn ingevoerd voordat hij naar de volgende stap gaat. Hij ziet echter dat hij één *bony landmark* niet goed heeft aangewezen, doordat deze rood gekleurd is.
- m) Hij klikt dus op deze *bony landmark* en voert opnieuw vijf maal de meting uit en ziet dat deze nu wel groen aangegeven wordt.
- n) Hij klikt nu nogmaals op OK en ziet het resultaat van zijn metingen op het scherm door middel van een 3D skelet model die de bewegingen van Piet visualiseert.
- o) Piet verbaast zich over dit verschijnsel en begint experimenteel armbewegingen te maken.
- p) Gert wilt een drinkbeweging van Piet opnemen dus geeft hij Piet een glas water en vraagt hem om hier slokjes van nemen.
- q) Gert klikt op vervolgens op *Record* en wacht tot Piet een paar keer deze beweging heeft uitgevoerd.
- r) Daarna stop Gert de opname en speelt deze af ter controle.
- s) Gert is tevreden over de opname en kiest ervoor om deze op te slaan. Nu krijg hij een scherm te zien waar hij de patiëntgegevens in kan vullen en de locatie op de harde schijf.
- t) Gert bevrijdt Piet van de sensoren en sluit het systeem af.

## 4.2 Use-cases

Uit het bovenstaande scenario kunnen we de volgende use-cases onderscheiden:

- Aanbrengen van de sensoren
- Aanwijzen van de *bony landmarks*
- Corrigeren van een foutieve meting van een *bony landmark*
- Bepalen van de GH-joint
- Opnemen en opslaan van een beweging
- Laden en afspelen van een eerder opgeslagen opname

## Use Case      Aanbrengen van de sensoren

*Preconditie:*      Het systeem is net gestart en er is op *new* geklikt, om een nieuwe meting te starten.

User	System
	1) Laat een standaardlijst zien van alle lichaamsdelen met hierachter de nummers van de sensoren die hierop dienen te worden geplaatst.
2) Plaatst alle sensoren op de aangegeven lichaamsdelen.	
3) Klik op <i>OK</i> .	
	4) Controleert de verschillen tussen de posities van de sensoren.
	4a) Indien dit klopt, gaat het systeem verder met de volgende stap in het meetproces.
	4b) Indien dit niet klopt, zal er een foutmelding op het scherm verschijnen met daarbij aangegeven welke sensoren niet kloppen.
5) Controleert de sensoren. Hij kan nu of de sensoren op het lichaam aanpassen of aan het systeem doorgeven dat deze op een andere plek zitten door de nummers achter de lichaamsdelen aan te passen.	
	6) Gaat terug naar stap 4.

*Postconditie:*      Alle sensoren zijn goed geplaatst en het systeem weet waar alle sensoren zitten.

## Use Case      Aanwijzen van de bony landmarks

*Preconditie:*      De sensoren zijn correct geplaatst en ingevoerd in het systeem.

User	System
	1) Laat een lijst zien van alle aan te wijzen landmarks.
	2) Selecteert de eerstvolgende landmark die aangewezen dient te worden met hierbij een informatieve afbeelding en een teller die het aantal metingen per landmark bijhoudt.
3) Wijst de <i>bony landmark</i> aan met de pointersensor.	
4) Stapt eenmaal op pedaal.	
	5) Controleert of de meting van de <i>bony landmark</i> correct is.



	5a) Indien dit correct is, wordt dit groen aangegeven en de teller opgehoogd.
	5b) Indien dit niet correct is, wordt dit rood aangegeven en gaat het terug naar stap 3.
	6) Als de teller hoger dan 5 is, gaat het systeem terug naar stap 2, anders terug naar stap 3.
	7) Als alle <i>bony landmarks</i> goed zijn ingevoerd, gaat het systeem verder met de visualisatie hiervan.

*Postconditie:* Alle *bony landmarks* zijn goed ingevoerd, zodat deze gevisualiseerd kunnen worden.

### Use Case      **Corrigeren van een foutieve meting van een *bony landmark***

*Preconditie:* Alle sensoren en *bony landmarks* zijn in het systeem ingevoerd.

User	System
1) Klik op de knop <i>Bony Landmarks</i> in het menu.	
	2) Gaat naar de stap waarbij de <i>bony landmarks</i> aangewezen worden en laat het scherm hiervan zien met de resultaten van de vorige metingen.
3) Selecteert de <i>bony landmark</i> die hij wilt wijzigen.	
	4) Laat de afbeelding en de meetgegevens zien van de geselecteerde <i>bony landmark</i> .
5) Klik op de button <i>Edit</i> en voert de meting van de geselecteerde <i>bony landmark</i> nogmaals uit.	
	6) Controleert of de meting correct is uitgevoerd en geeft dit aan met groen of rood.
7) Klik op <i>OK</i> als hij klaar is met het wijzigen van de <i>bony landmark(s)</i> .	
	8) Het systeem voert de wijzigingen door en visualiseert deze.

*Postconditie:* Alle wijzigingen van de *bony landmarks* zijn doorgevoerd.

### Use Case      **Bepalen van de GH-joint**

*Preconditie:*    Alle sensoren en *bony landmarks* zijn in het systeem ingevoerd.

User	System
	1)    Laat instructies zien om de GH-joint te bepalen.
2)    Vraagt aan de patiënt om een cirkelbeweging te maken.	
3)    Zodra de patiënt dit een paar keer gedaan heeft klikt hij op <i>Finish</i> .	
	4)    Het systeem berekent de centrum van deze rotatie om het GH-joint te bepalen
	5)    Gaat door naar de volgende stap

*Postconditie:*    De GH-joint is bepaald en doorgevoerd als een landmark in het systeem.

### Use Case      **Opnemen en opslaan van een beweging**

*Preconditie:*    Alle sensoren en *bony landmarks* zijn in het systeem ingevoerd.

User	System
	1)    Laat bewegingen van het patiënt zien door middel van een 3D skelet model.
2)    Klikt op <i>Record</i> .	
	3)    Houdt alle gemaakte bewegingen bij.
4)    Klikt op <i>stop</i> als de beweging is uitgevoerd.	
5)    Klikt op <i>Save</i> .	
	6)    Laat scherm zien waar de patiëntgegevens ingevuld moeten worden.
7)    Vult de benodigde gegevens in en klikt op <i>OK</i> .	
	8)    Slaat de opname op.

*Postconditie:*    De beweging is opgenomen en opgeslagen in de hiervoor bestemde map.

### Use Case      **Laden en afspelen van een eerder opgeslagen opname**

*Preconditie:*    Er zijn één of meerdere opnames beschikbaar op de harde schijf.

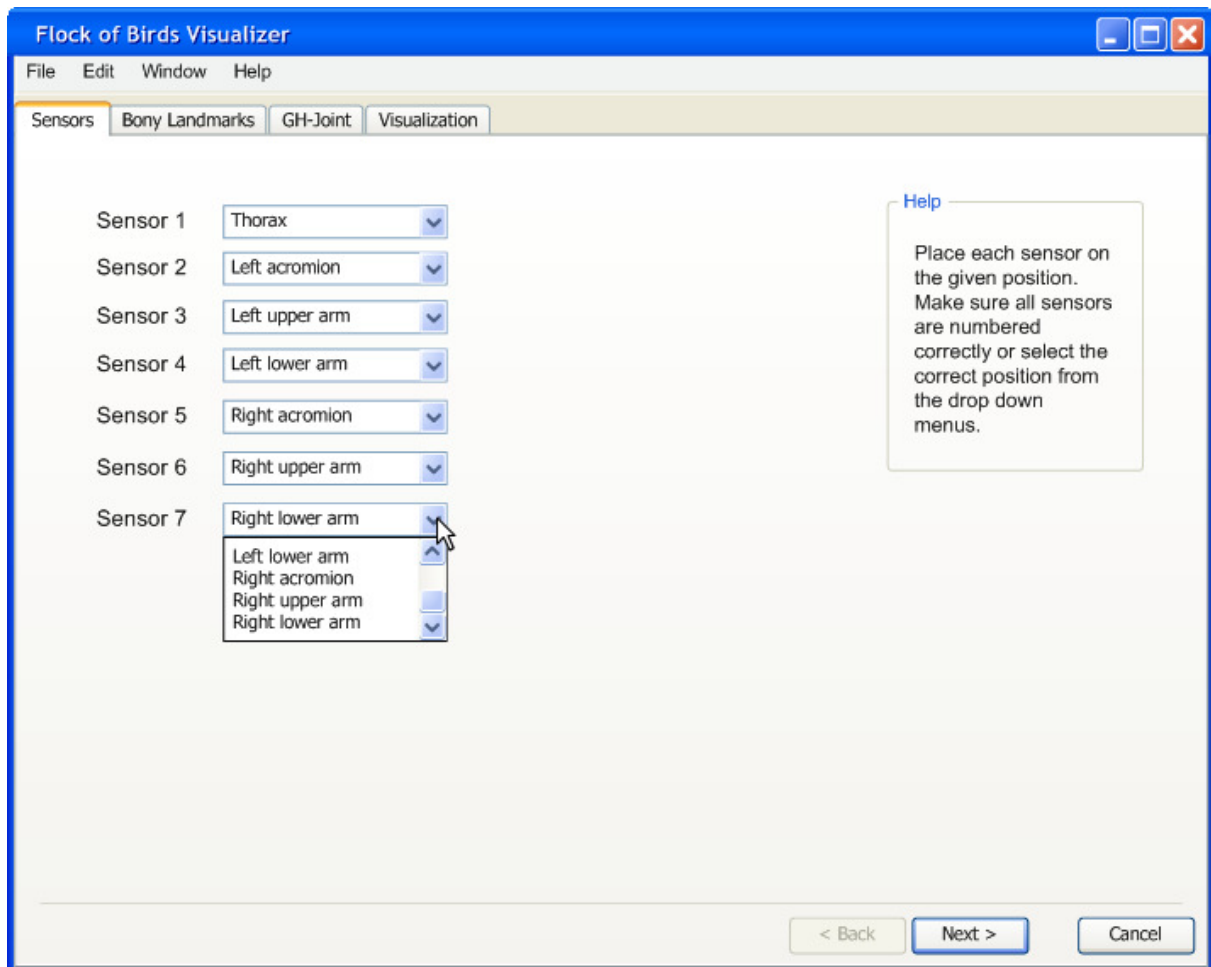
User	System
1)    Klikt op <i>Open</i>	
	2)    Laat een lijst van opgeslagen opnames zien.
3)    Kiest een opname en klikt op <i>OK</i> .	
	4)    Laadt de visualisatie zien van de opname.
5)    Klikt op <i>Play</i> .	

*Postconditie:* De opname is geladen en de visualisatie is afgespeeld.

### 4.3 GUI Storyboards

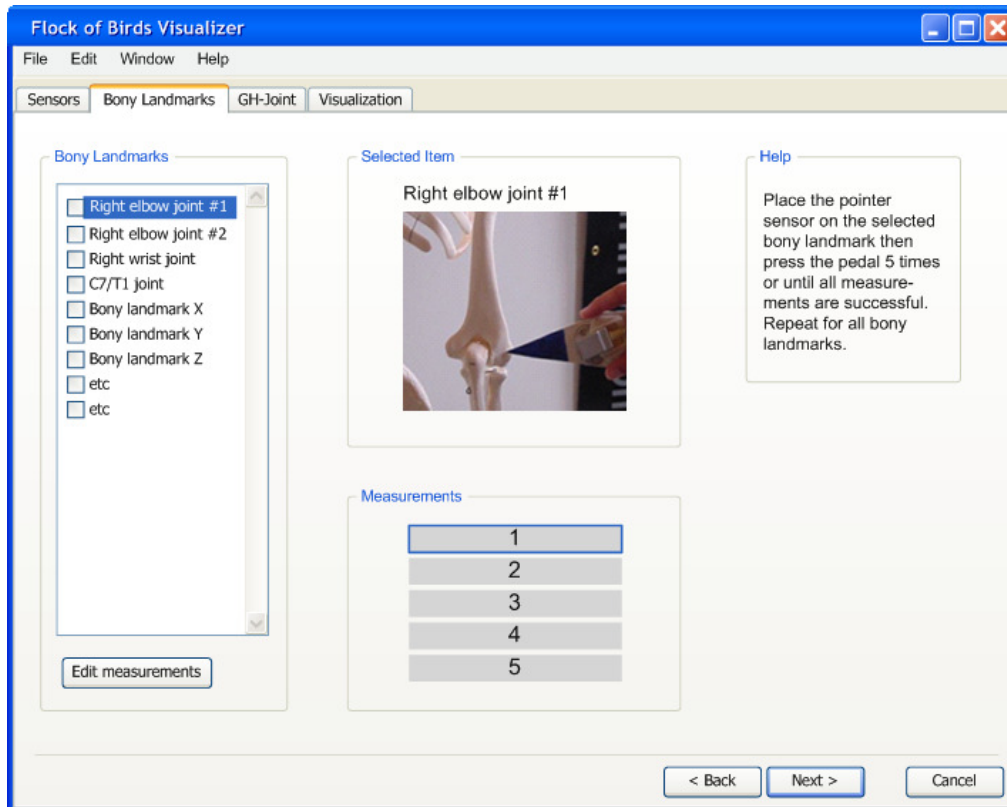
Het idee kan het best geschetst worden door gebruik te maken van storyboards. De storyboards zijn gemaakt aan de hand van de opgestelde scenario's en use-cases, daardoor levert dit een ontwerp op dat gericht is op de gebruiker.

#### Aanbrengen van sensoren

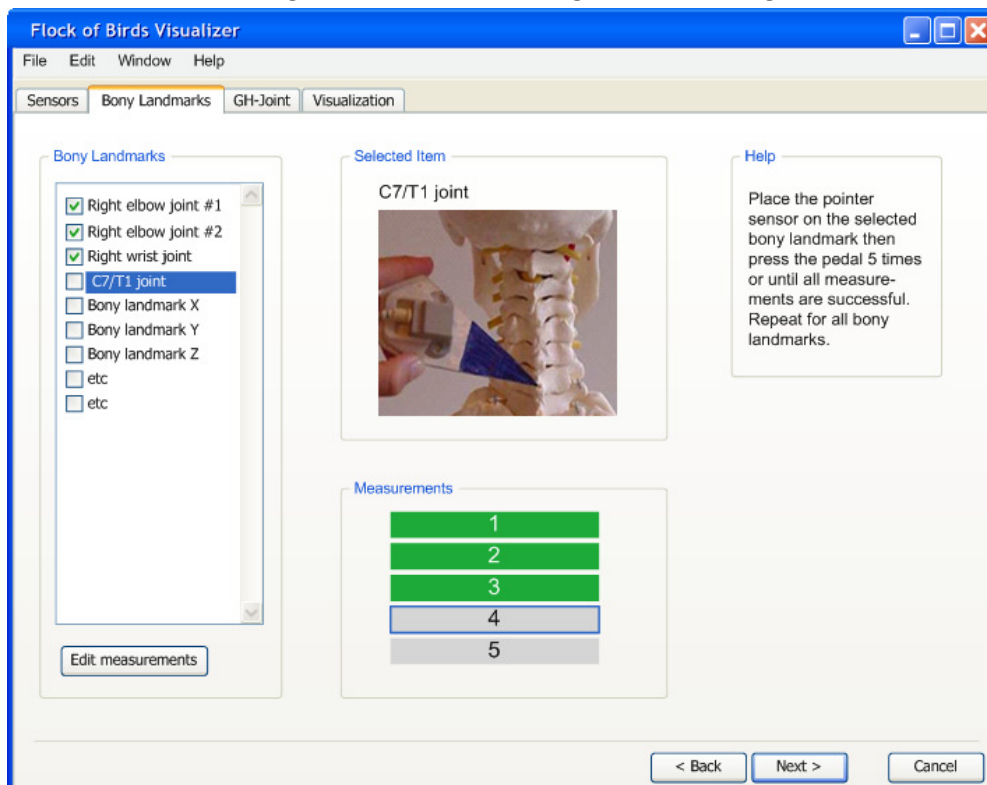


In dit scherm worden de lichaamsdelen behorend bij elke sensor gekozen, doordat de gebruiker het lichaamsdeel uit de dropdown lists bij elke sensor kiest.

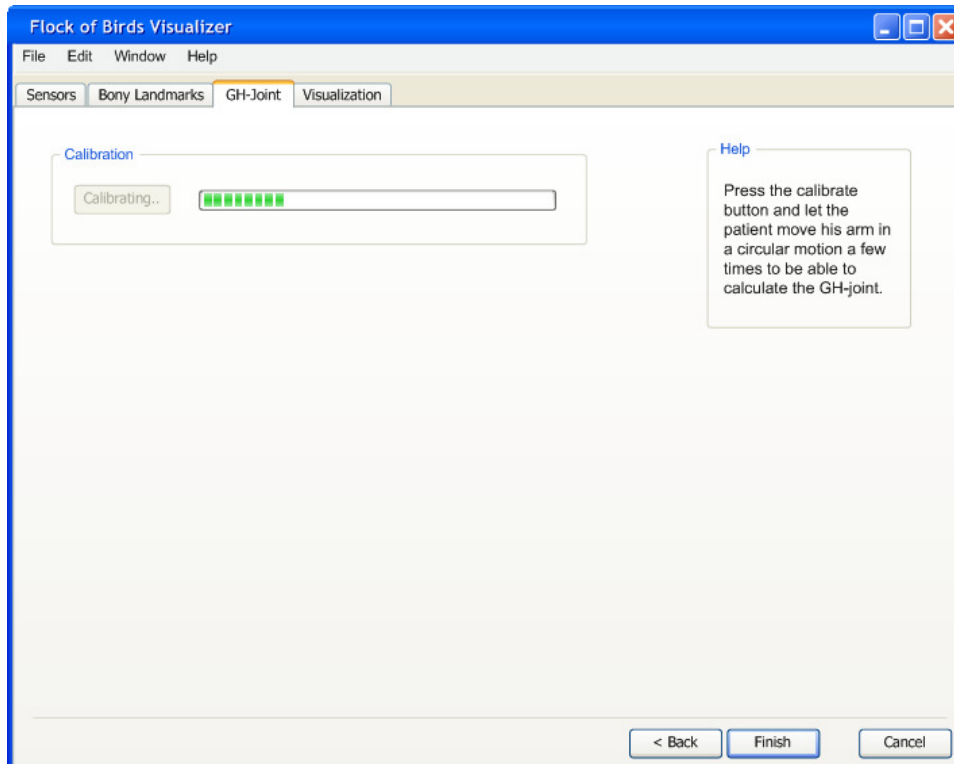
## Het bepalen van de bony landmarks



Het bepalen van de *bony landmarks* gebeurt aan de hand van een vijftal metingen per landmark. Het programma begint bij de eerste landmark en werkt de lijst af. Hierbij wordt elke meting gevisualiseerd aan de hand van een teller die groen of rood oplicht, respectievelijk als het een correcte of een incorrecte meting betreft, zoals in de volgende afbeelding te zien is:

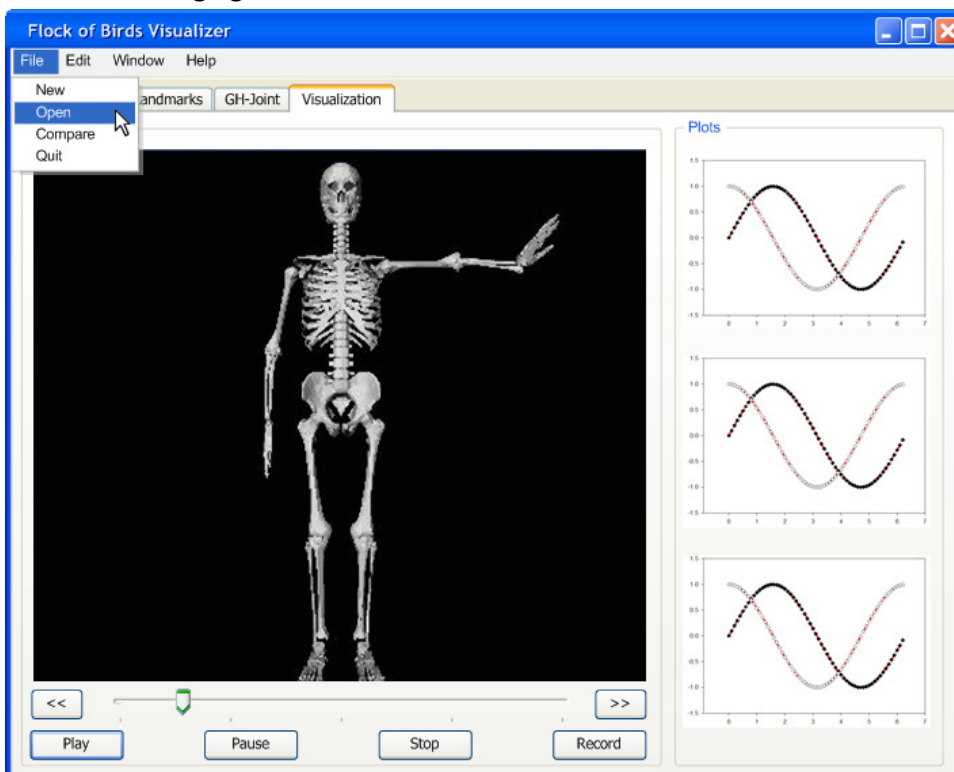


## Bepalen van de GH-joint



In het laatste scherm van de voorbereidingsstap bepaalt de gebruiker waar de GH-joint van de patiënt zit.

## Visualiseren van de beweging



Dit is het hoofdscherm van de applicatie waarop de beweging te zien en de opgeslagen bewegingen kunt afspelen met optionele grafieken.