

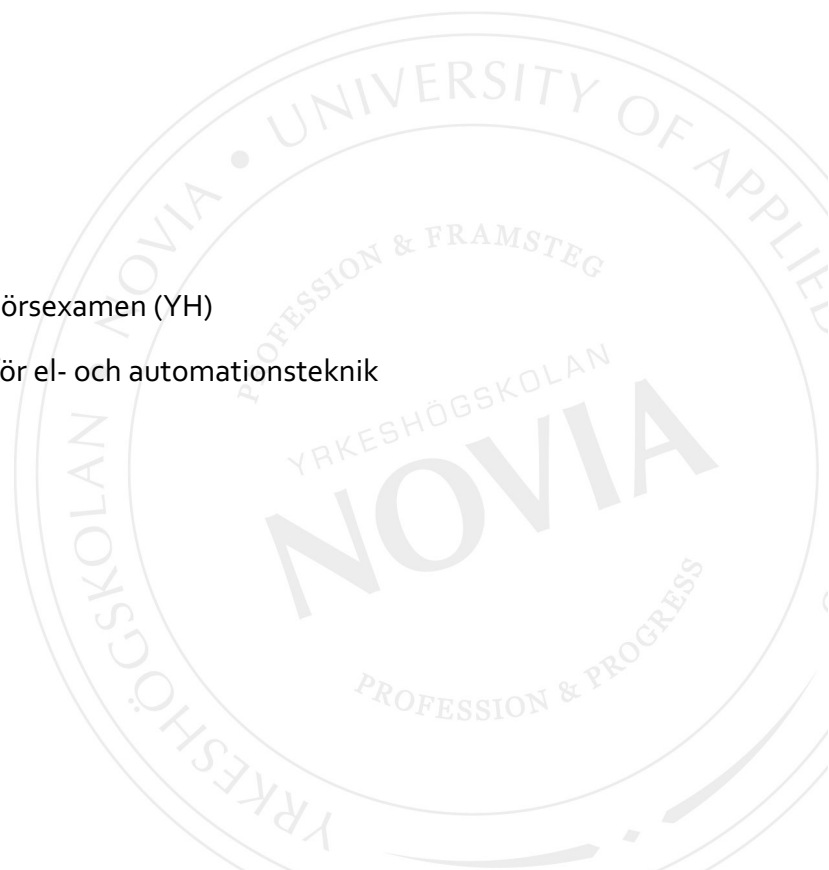
Utveckling av positions- och aktivitetsspårningssystem

Otto Ström

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2021



EXAMENSARBETE

Författare: Otto Ström
Utbildning och ort: EI- och automationsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Automation
Handledare: Ronnie Sundsten

Titel: Utveckling av positions- och aktivitetsspårningssystem

Datum: 30.3.2021

Sidantal: 33

Bilagor: 1

Abstrakt

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av forskningsgruppen Gym of the Future under våren 2019. Gym of the Future forskar inom hur man kan utveckla framtida gymnastiklektioner med hjälp av teknik för att få barn och ungdomar mera engagerade.

Uppgiften gick ut på att planera, designa och utveckla ett positions- och aktivitetsspårningssystem som tillåter användaren att analysera var det har framkommit mest aktivitet under en gymnastiklektion, samt jämföra hur aktiva individerna i gymnastiksalen har varit.

Flera aktivitetsmonitorer och sensorer blev undersökta för uppgiften. Det utfördes ett antal tester för att utvärdera hur lämplig data dessa monitorer kunde producera och spårningssystemet planerades runt denna data.

Ett skräddarsytt program utvecklades i Gamemaker Studio för att visualisera den uppsamlade sensordata. Programmet utrustades med funktioner för att separat kunna visualisera positionsdata och aktivitetsdata.

Resultatet blev ett fullständigt spårningssystem som tillåter enkel grafisk visualisering av den aktivitet som framkommit under lektionens gång.

Språk: svenska

Nyckelord: spårning, värmekarta, aktivitet, ActiGraph, Gamemaker Studio

BACHELOR'S THESIS

Author: Otto Ström
Degree Programme: Electrical Engineering, Vaasa
Specialization: Automation
Supervisor(s): Ronnie Sundsten

Title: Development of a position and activity tracking system

Date: March 30, 2021
Appendices: 1

Number of pages: 33

Abstract

This thesis has been carried out on behalf of the research group Gym of the Future during the spring of 2019. Gym of the Future is researching how to develop future physical education lessons with the help of technology to get children and young people more involved.

The task was to plan, design and develop a position and activity tracking system, which allows the user to analyze where the most activity has emerged during a physical education lesson and compare how active the individuals in the gymnasium have been.

Several activity monitors and sensors were researched for the task. A number of tests were performed to evaluate how suitable data these monitors could produce and the tracking system was planned around this data.

A custom application was developed in Gamemaker Studio to visualize the collected sensor data. The program was equipped with functions to be able to separately visualize positional data and activity data.

The result was a complete tracking system which allows simple graphical visualization of the activity that emerged during the lesson.

Language: Swedish

Key words: tracking, heatmap, activity, ActiGraph, Gamemaker Studio

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Uppdragsgivare	1
1.2	Uppgiftsbeskrivning	2
1.2.1	Kriterier	2
1.2.2	Syfte	2
2	Teori	3
2.1	Koncept	3
2.1.1	Värmekarta	3
2.1.2	Databas	4
2.2	Teknologi	5
2.2.1	Bluetooth	5
2.2.2	GPS	6
2.2.3	Accelerometer	8
2.3	Utrustningsalternativ	9
2.3.1	Pozyx	9
2.3.2	Zephyr HxM BT	10
2.3.3	ActiGraph wGT3X-BT	11
2.3.4	SRG-360SHE Kamerasystem	12
2.4	Val av utrustning	13
3	Utvecklingsmiljö	14
3.1	ActiLife	14
3.2	Gamemaker Studio 2	14
3.3	CSV	15
3.4	Python	15
4	Testprocess	16
4.1	Inledning	16
4.2	Test #1	16
4.2.1	Förberedelser	16
4.2.2	Utförande	17
4.2.3	Syfte	18
4.2.4	Resultat	18
4.3	Test #2	19
4.3.1	Förberedelser	19
4.3.2	Utförande	19
4.3.3	Syfte	20
4.3.4	Resultat	20
4.4	Slutsats	21

5	ActiMapper-programmet	22
5.1	Upplägg.....	22
5.1.1	Planering	22
5.1.2	Krav.....	23
5.2	Programutveckling.....	23
5.2.1	Startmeny	23
5.2.2	Databassida	24
5.2.3	Värmekartssida	26
5.2.4	Aktivitetssida	30
6	Resultat	31
7	Diskussion.....	32
7.1	Möjlig vidareutveckling.....	32
8	Källförteckning	33

Figurförteckning

Figur 1.	Exempel på kluster värmekarta. [3]	3
Figur 2.	Exempel på rumslig värmekarta. [4]	4
Figur 3.	Plottning av RSSI-värden. [6]	6
Figur 4.	Visualiserad GPS-spårning av bilar. [7].....	7
Figur 5.	3-axlig accelerometer. [10]	8
Figur 6.	Pozyx enhet. [11].....	9
Figur 7.	Zephyr programvaruutvecklingskit (SDK). [12].....	10
Figur 8.	ActiGraph wGT3X-BT enhet. [13]	11
Figur 9.	Kamera blob-tracking med bakgrundsjämförelse. [15].....	12
Figur 10.	Gamemaker Studio extern filhantering. [17].....	15
Figur 11.	ActiLife närhetssensor initialisering.	17
Figur 12.	Planläggning av test #1.	18
Figur 13.	Resultat från första närhetssensortestet.	18
Figur 14.	Upplägg för test #2.....	20
Figur 15.	Närhetssensordata från test #2.....	20
Figur 16.	Aktivitetsdata från test #2.	21
Figur 17.	Tredimensionell vektor magnitud formel.....	21
Figur 18.	ActiMapper startmeny.....	24
Figur 19.	ActiMapper-databas med värden.	24
Figur 20.	Kod för CSV fil-importering.....	25
Figur 21.	ActiMapper tom värmekarta.	26
Figur 22.	Kod för beräkning av sändare.	26
Figur 23.	Kod för utplacering av sändarsymboler.	27
Figur 24.	Kod för analysering av närhetsdata.....	27
Figur 25.	Kod för distribuering av närhetsdata poäng.	28
Figur 26.	Kod för färgläggning av sändarsymbolerna.	28
Figur 27.	image_index för obj_station.....	29
Figur 28.	Exempel på fullbordad värmekarta.	29
Figur 29.	ActiMapper aktivitetssida.	30

1 Inledning

Detta examensarbete handlar om utvecklingen av ett komplett positions- och aktivitetsspårningssystem åt forskningsgruppen Gym of the Future för att förenkla genomföringen av ett flertal vetenskapliga experiment och tester. Systemet ska tillåta enkel visualisering av aktiviteten som tagit plats i en gymnastiksal, och även möjliggöra granskning av en individuell deltagares personliga aktivitetsnivå. Det ledde till utvecklingen av ett anpassningsbart program med namnet ActiMapper.

1.1 Uppdragsgivare

Uppdragsgivaren för detta examensarbete var forskningsgruppen Gym of the Future, som är en del av hälsoforskningsavdelningen vid The Hague University of Applied Sciences (THUAS).

Målet för forskningsgruppen Gym of the Future är att främja det fysiska välmåendet bland ungdomar mellan 2 och 18 år i Haag-regionen genom att utveckla, utvärdera och implementera produkter och program i och runt den fysiska utbildningen med fokus på:

- Kunskap och förståelse för att upprätthålla fysisk aktivitet på en individuellt lämplig nivå under hela livet.
- Fysisk kompetens, inklusive grundläggande rörelsefärdigheter.
- Motivation att frivilligt delta i fysiska aktiviteter självständigt.
- Förtroende för egen förmågan att röra sig och vara aktiv.
- Livslång fysisk aktivitet. [1]

Gym of the Future styr sin verksamhet från SportCampus Zuiderpark. Idrottscampusen är ett innovativt samarbete mellan utbildning, sport och samhället. Syftet är att betona vikten av idrott och motion genom undervisning och engagemang för amatörerna såväl som elitidrottare. Det finns specifika utrymmen för skolning av olika idrottsinriktade utbildningar, forskningsprojekt och allmänna sporthallar. [2]

1.2 Uppgiftsbeskrivning

Uppgiften gick ut på att utveckla ett fullständigt positions- och aktivitetsspårningssystem som kan samla upp information om var en grupp elever har rört sig mest under en gymnastiklektion och hur aktiva de har varit. Denna data skall sedan gå att visualisera på ett klart och tydligt sätt så att det enklare går att analysera och dra slutsatser baserat på resultaten.

1.2.1 Kriterier

Utförandet av uppgiften var helt öppen för egen tolkning och innovation, med valfri användning av teknologi och färdigutvecklad programvara. En stor del av uppgiften bestod därför av egen forska inom området och utvärdering av de metoder som redan har används för att uppfylla liknande krav, samt hitta lämpliga sensorer eller annan utrustning för att samla in den nödvändiga data.

1.2.2 Syfte

Syftet med denna uppgift och forskningen den stöder var att kunna använda den uppsamlade informationen för att analysera hur bra elever med milda motoriska funktionsnedsättningar presterade under en gymnastiklektion jämfört med elever som har normal motorisk förmåga. Positionsspårningens syfte var att kunna avgöra vilken sorts aktivitet i gymnastiksalen som engagerade dessa elever mest, för att sedan kunna förbättra framtida gymnastiklektioner.

Målgruppen för dessa elever var 6 till 12 år och den data som samlades in skulle vara anonymt linkad till individen så att endast den relevanta forskningsgruppen kunde urskilja dem. Detta är speciellt viktigt när det handlar om så unga elever eftersom den sortens information kan vara väldigt känslig och får inte hanteras av vem som helst.

2 Teori

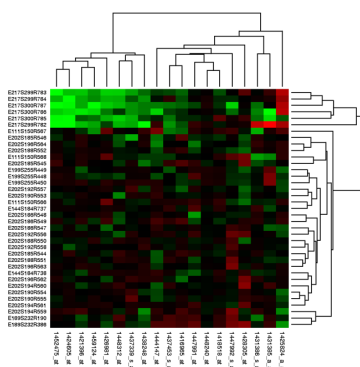
Detta kapitel behandlar olika koncept, teknologier och utrustning som har använts eller blivit efterforskat som potentiella alternativ för att förverkliga detta examensarbete. Valet av utrustning och teknik kan ha en drastisk inverkan på hur ett projekt utvecklas så det är viktigt att överväga olika alternativ noga.

2.1 Koncept

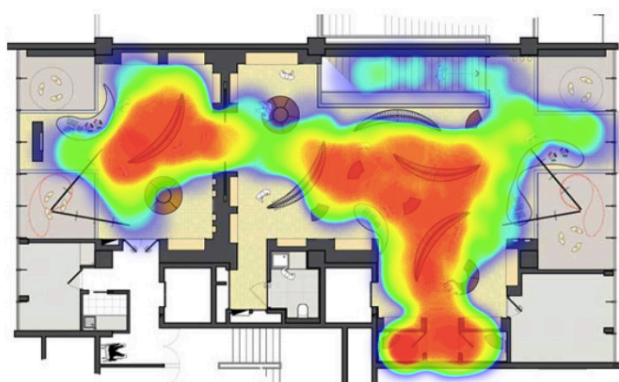
I detta stycke förklaras några grundläggande koncept som används i examensarbetet. Dessa har inte något konkret tillvägagångssätt för hur de ska användas och tjänar istället som en idé öppen för egen tillämpning.

2.1.1 Värmekarta

En värmekarta, eller färgdiagram, är en datavisualiseringsteknik som visar omfattningen på ett fenomen som färg i två dimensioner. Variationen i färg kan vara genom nyans eller intensitet, vilket ger uppenbara visuella ledtrådar till läsaren om hur fenomenet är grupperat eller varierar över området. Det finns två fundamentalt olika kategorier av värmekartor: kluster värmekartor (Figur 1) och rumsliga värmekartor (Figur 2). I en klustervärmekarta läggs värdena in i en matris med fast cellstorlek vars rader och kolumner är diskreta fenomen och kategorier, och sorteringen av rader samt kolumner är avsiktlig och något arbiträr, med målet att föreslå kluster eller framställa dem som upptäckter via statistisk analys. Cellens storlek är godtycklig men tillräckligt stor för att vara tydligt synlig. Däremot är positionen för ett värde i en rumslig värmekarta påtvingad av storleken i detta utrymme och det finns ingen uppfattning om celler; fenomenet anses variera kontinuerligt. [3]



Figur 1. Exempel på kluster värmekarta. [3]



Figur 2. Exempel på rumslig värmekarta. [4]

2.1.2 Databas

En databas är en samling information som är organiserad på ett sådant sätt att det är lätt att söka efter och hämta enskilda bitar information, samt ofta även att ändra informationen.

I praktiken handlar det oftast om en av två olika varianter. En fil-databas där all data lagras i en fil, exempel Access eller SQLite, eller vanligare en databas-server (eller databashanterare) som installeras som ett program. Skillnaden mellan en fil-databas och en databas-server är sättet data används. Vill man lagra och distribuera data så kan man välja en fil-databas, medans om man vill dela och bearbeta data med andra genom ett program eller en hemsida så är en databas-server det bästa alternativet.

Den viktigaste egenskapen med databaser är att de är skapta för att man skall kunna lagra stora mängder data och samtidigt kunna hitta relevant data mycket snabbt. Man får alltså mycket funktionalitet genom att använda databaser. Det finns ramverk och verktyg som göra arbetet med databaser mycket behagligt. Dessa verktyg och ramverk utvecklas ständigt och de kommer också att ändra sig i framtiden för att täcka nya behov. [5]

2.2 Teknologi

Detta stycke går igenom den teknologi som efterforskats till uppgiften. Det handlar om färdigutvecklade system som redan utnyttjas av ett stort antal tekniska apparater.

2.2.1 Bluetooth

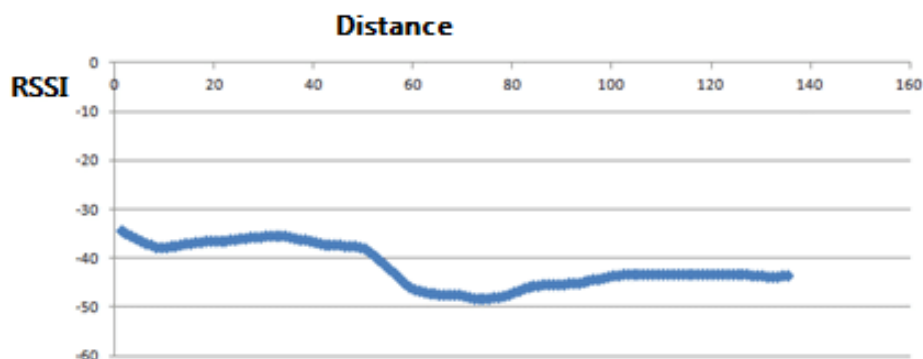
När man utvecklar positionsrelaterade Bluetooth-applikationer behöver utvecklarna ibland hantera olika mätningar för signalstyrkan. Låt oss först granska det grundläggande begreppet radiofrekvent (RF) kommunikation för att få en bättre förståelse över ämnet.

I RF-kommunikation använder vi RX (Received From Device) och RSSI (Received Signal Strength Indication) för att mäta signalens styrka. Både RX och RSSI är indikationer på signalstyrkan som tas emot av en antenn. Skillnaden mellan RX och RSSI är att RX mäts i milliWatt (mW) eller decibel-milliWatt (dBm) medan RSSI är en signalstyrkeprocent, där ett högre RSSI-tal representerar en starkare signalstyrka. Till skillnad från RX är RSSI en relativ mätning som definieras mest av varje chiptillverkare. Det finns ingen standardiserad relation mellan någon speciell fysisk parameter och RSSI-avläsningen. Till exempel kan tillverkare A ha ett RSSI-maxvärde på 100 medan tillverkare B returnerar RSSI-värden från 0 till 127. På ett specifikt chip kan vi dock kartlägga ett RSSI-värde till ett visst fysiskt RX-värde. För vissa plattformar är endast RSSI-data tillgänglig från ett API (Application Programming Interface) på hög nivå.

RSSI är annorlunda för olika radiokretsar. Du kanske märker variationen i RSSI-värdet även på en fast plats eller avstånd. En faktor för variationen kan vara hårdvaru- eller radioplattformarna. Till exempel, på iOS-enheter där det inte finns många olika chipsets, kan RSSI-värdet korrekt återspegla förhållandet till avståndet. RSSI-värdet från iPhone A betyder förmodligen samma styrka på iPhone B. Men på Android-enheter där vi har en stor variation av modeller och chipsets hjälper det absoluta värdet av RSSI dig inte att enkelt kartlägga till en plats. Samma RSSI-värde på två olika Android-telefoner med två olika chipsets kan betyda två olika signalstyrkor. RSSI-värdet kan dock fortfarande vara till stor hjälp i närhetsapplikationerna om du använder det för att få trenden för RSSI-värdeförändringen.

Baserat på fluktuationen av radiosignaler kan vi få ett ganska exakt resultat av RSSI-trenden. Man kan lätt se ifall signalen blir starkare eller svagare, därför vet vi om vi rör oss

mot eller bort från källan. Om vi förstår den specifika kartläggningen mellan RSSI och platsen för den specifika mottagningsenheten kan vi ha en ganska exakt uppskattning av avståndet.



Figur 3. Plottning av RSSI-värden. [6]

På grund av RF-kommunikationens natur kommer både RX och RSSI till stor del att påverkas av faktorer i miljön. När du använder RSSI-värdet kan du också märka att värdet driver i ett intervall på grund av miljöpåverkan. För att filtrera bort påverkan av miljön kan man utforma en samplingsalgoritm som ger läget (det värde som förekommer oftast) för RSSI-provuppsättningen under en viss period. Med denna metod är det större chans att din data reflekterar den egentliga signalstyrkan och att bruset filtreras bort. [6]

2.2.2 GPS

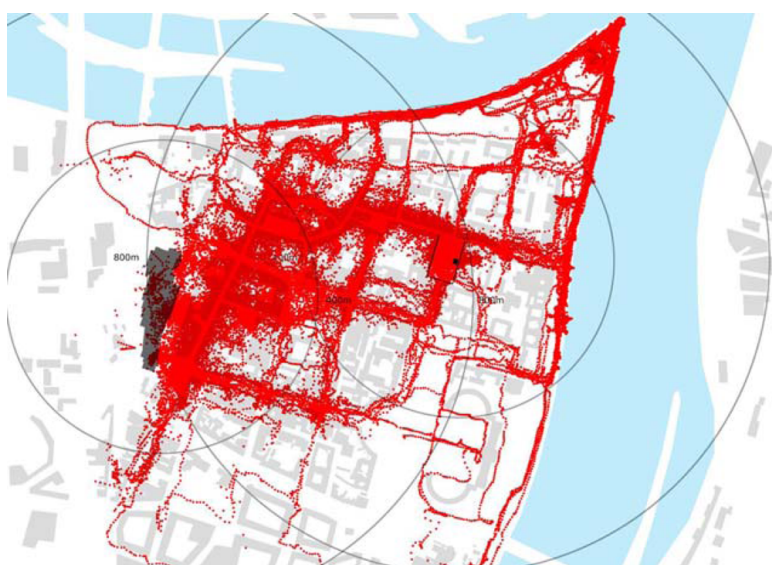
Tillgången till så kallade geopositioneringsenheter som GPS-enheter (Global Positioning System) har ökat enormt under det senaste decenniet och ökar fortfarande. Fler och fler människor äger ett navigationssystem, en GPS för orientering och utomhusbruk eller en mobiltelefon med inbyggd GPS-teknik.

Dessa enheter används främst för orientering (bestämma var du är), navigering (bestämma vart du ska) och kommunikation, utbyta information med andra eller få tillgång till informationstjänster. Men enheterna kan också användas för spårning, dvs spara en rutt i en spårlogg. Denna förmåga gör tekniken användbar för att samla in rumslig, tidsmässig data och därmed som "sensorer" för att observera och mäta aktiviteter hos människor. GPS är ett globalt navigationssatellitesystem (GNSS) vilket är

ett system för lokalisering eller positionsbestämning, så kallad geopositionering. Med hjälp av en speciell mottagare kan en geoposition i rum och tid beräknas baserat på mottagning av satellitsignaler. USA:s Global Positioning System (GPS) var det första tillgängliga systemet som använde satellit Position Determination Technology (PDT).

Genom att mäta avståndet till minst tre olika satelliter får man en positionsbestämning. För att få en noggrannare punkt behövs kontakt med ytterligare minst en satellit eller alternativt en basstation på marken. Avståndet till en satellit får man genom att skicka en signal från satelliten och mäta tiden det tar för signalen att nå mottagaren. För att synka satelliterna med mottagarna krävs exakt tid och därför har varje satellit atomklockor ombord. Så med andra ord får man inte enbart en exakt position med GPS utan även exakt universell tid. För att mottagarna skall veta var satelliterna befinner sig så har man programmerat in en "almanacka" som talar om var på himmelen varje satellit håller hus minut för minut.

Även fast systemet har under de senaste åren genomgått en betydande modernisering för att förbättra dess kvalitet är möjligheten för geopositionering i statsmiljön fortfarande en av dess största svagheter. I synnerhet är tillgången på exakta inomhussignaler svåråtkomliga och den låga hastigheter är begränsande. Ny teknik som högkänsliga GPS-mottagare kommer att förbättra tillgängligheten för GPS-signaler. [7] [8]



Figur 4. Visualiserad GPS-spårning av bilar. [7]

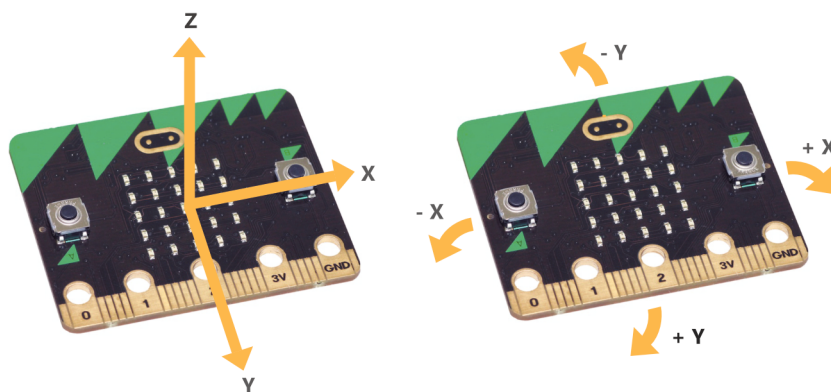
2.2.3 Accelerometer

Accelerometrar används för mätning av statisk tyngdacceleration som gör det möjligt att bestämma avvikelsevinkeln för det uppmätta objekt från lod samt för mätning av dynamisk acceleration till följd av stötar, rörelse, slag eller vibrationer, dvs. oscillationer med en liten amplitud och låg frekvens som motsvarar några tiotal Hz.

Accelerometrar implementeras direkt på ett rörligt objekt vilket låter den omvandla vibrationsenergin till en elektrisk signal som är proportionell till objektets momentana acceleration. Vibrationsmätning används oftast för diagnostisering av maskiner, enheter eller konstruktioner som utsätts för stora spänningar, ex. mast- och brokonstruktioner i stål samt byggnadsverk. Accelerometrar används också bl.a. för skydd av hårddiskar mot skador, i medicinsk och idrottsutrustning, kameror, smarttelefoner, fjärrkontroller och navigeringssystem. Den mäter accelerationskraften i enheten g och kan utföra mätning i en, två eller tre axlar. För närvarande används oftast 3-axliga accelerometrar vars konstruktion består av ett system med tre accelerometrar där var av dem mäter accelerationen i respektive X-, Y- och Z-axel. Om accelerationen i valfri axel verkar i motsatt riktning än den som sensorn är riktad mot mäter accelerometern accelerationen som ett minusvärde. I annat fall mäts accelerationen som ett plusvärde. [9]

De grundläggande typerna av accelerometrar är:

- Kapacitiva MEMS-accelerometrar.
- Piezoelektriska accelerometrar.
- Piezoresistiva accelerometrar.



Figur 5. 3-axlig accelerometer. [10]

2.3 Utrustningsalternativ

Detta stycke beskriver specifikationerna och funktionaliteten av olika aktivitetsmonitorer och sensorer som blev undersökta som potentiella utrustningsalternativ för projektets datainsamling.

2.3.1 Pozyx

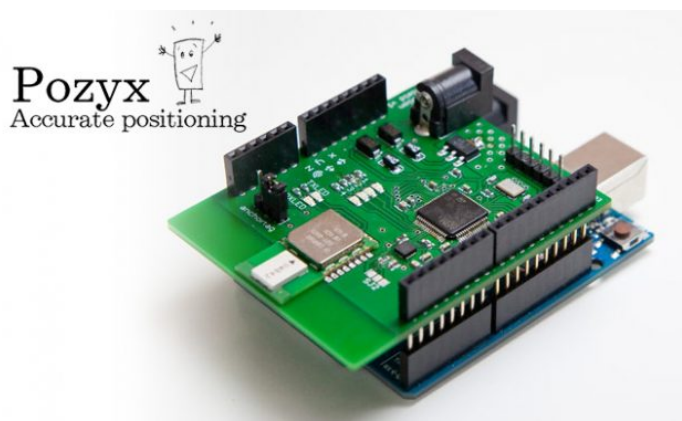
Pozyx är en hårdvarulösning som ger korrekt positionerings- och rörelseinformation. Den kan även användas som en Arduino-sköld.

Pozyx-systemet använder ultra-bredbandsteknik för positionering, vilket tillåter trådlös positioneringsteknik som fungerar både inomhus och utomhus.

För 3D-lokalisering behöver du minst fem moduler. En modul för vilken du vill veta positionen och fyra moduler som fungerar som ankare. Ankare är moduler med en fast och känd position, och de utför samma uppgift som satelliterna i GPS-positionering. Med den automatiska ankarkalibreringsfunktionen uträknas positionen av huvudmodulen automatiskt.

Den maximala räckvidden för ultrabredbandssignalerna är 100 m i fri siktlinje. Vid inomhusmiljöer blir denna räckvidd mindre eftersom signalen måste tränga sig igenom diverse hinder vilket orsakar en försvagning av signalen. Tester har visat att signalen kan penetrera upp till två tjocka betongväggar.

Detta system stör inte andra radiofrekvenser (RF) eftersom ultrabredtekniken sänder mycket korta pulser med ett av de sex RF-banderna mellan 3,5 GHz till 6,5 GHz, och på grund av den mycket stora bandbredden är sändningseffekten strikt reglerad och väldigt låg. [11]

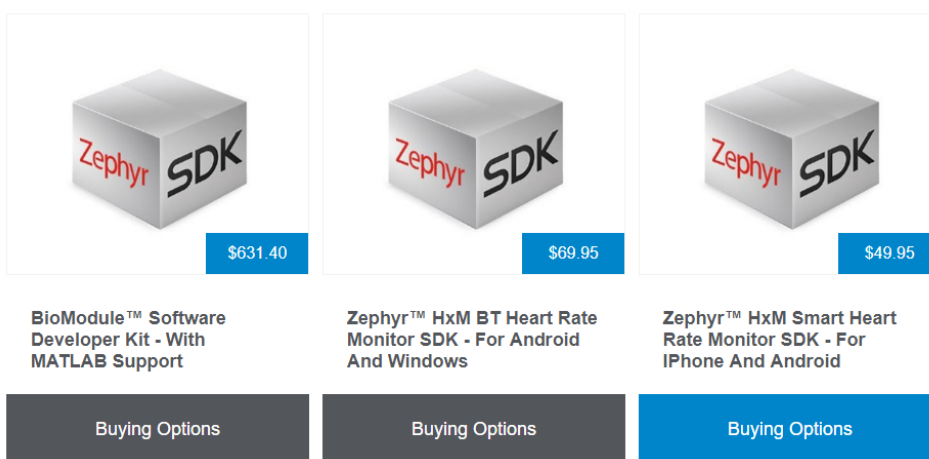


Figur 6. Pozyx enhet. [11]

2.3.2 Zephyr HxM BT

Zephyr HxM BT är en komplett bärbar träningsenhet som inkluderar pulssensorteknik, rörelsesensorer och Bluetooth-anlutning, samt ett stöd för både Windows, iOS och Android operativsystemen. Enheten är inte låst till något visst program och stöder därmed användningen av tredjepartsapplikationer för uppsamlingen och förmedlingen av träningsdata.

Utöver detta så erbjuds olika programvaruutvecklings kit (SDK) specifikt för utveckling av egna applikationer som utnyttjar tekniken i HxM BT enheten. De olika versionerna av programvaruutvecklings kittet är Android & iPhone, Android & Windows och det dyraste alternativet kommer med MATLAB support, vilket lämpar sig bäst för ett forskningsrelaterat projekt. [12]



Figur 7. Zephyr programvaruutvecklingskit (SDK). [12]

2.3.3 ActiGraph wGT3X-BT

wGT₃X-BT är flaggskeppsaktivitetsmonitorn från ActiGraph, som används av forskare runt om i världen för att fånga och spela in kontinuerlig fysisk aktivitet med hög upplösning och information om sömnvanor.

wGT₃X-BT är en kroppsburen enhet som mäter och registrerar fysisk rörelse i samband med daglig aktivitet. Enheten är avsedd för användning i applikationer där kvantifierbar mätning och lagring av fysisk rörelse är önskvärd.

ActiGraph wGT₃X-BT aktivitetsmonitorer innehåller en 3-axlig MEMS-accelerometer (Micro Electro Mechanical System) med ett dynamiskt intervall på +/- 8 g. Accelereringsdata samplas av en 12-bitars analog till digital omvandlare med användarspecifika hastigheter som sträcker sig från 30 Hz till 100 Hz och lagras i ett obearbetat, icke-filtrerat format i tyngdkraftsenheten g. Data lagras direkt i ett icke-flyktigt flashminne. [13]



Figur 8. ActiGraph wGT3X-BT enhet. [13]

Enheten har även en inbyggd närhetssensorfunktion som tar användning av Bluetooth givaren. Med denna funktion kan man initialisera specifika enheter att fungera som sändare och mottagare, där sändaren kontinuerligt skickar ut Bluetooth signaler i pulser som mottagaren samlar upp och lagrar. Signalen lagras som ett RSSI-värde vilket diskuterades i kapitel 2.2.1.

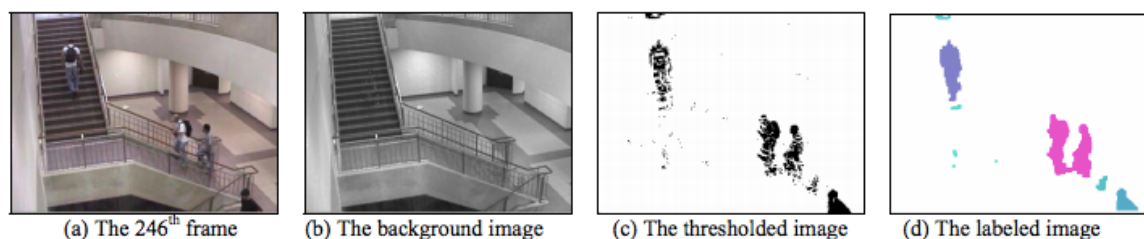
2.3.4 SRG-360SHE Kameranystem

Vid SportsCampus Zuiderpark fanns det även färdiginstallerade SRG-360SHE kamerasytem i deras gymnastiksal som uppdragsgivaren föreslog att kunde användas för data insamling.

SRG-360SHE är en högpresterande full HD-nätverkskamera som lämpar sig för användning i föreläsningssalar, auditorier och företagshallar. Den högupplösta bildkvaliteten gör den även lämplig för tv-sändningsapplikationer, från nyheter till live sportproduktion. Kameran använder sig av PoE+ (Power over Ethernet) vilket betyder att den kan överföra video och få sin strömmatning via samma anslutningskabel, och dess övriga utgångar möjliggör samtidig sändning och inspelning. [14]

För att utföra videospårning av ett objekt analyserar en algoritm sekventiella videobilder och matar ut rörelsen av det spårade objektet mellan bilderna. Det finns en mängd olika algoritmer, som alla har styrkor och svagheter. Att beakta den avsedda användningen är viktigt när man väljer vilken algoritm som ska användas. Det finns två huvudkomponenter i ett visuellt spårningssystem: målrepresentation och lokalisering, samt filtrering och dataanknytning.

Målrepresentation och lokalisering är mestadels en nedifrån-upp process. Dessa metoder ger en mängd olika verktyg för att identifiera det rörliga objektet. Att hitta och spåra målobjektet framgångsrikt är beroende av algoritmen. Användning av "blob-tracking" är till exempel användbart för att identifiera mänsklig rörelse eftersom en persons profil förändras dynamiskt. [15]



Figur 9. Kamera blob-tracking med bakgrundsjämförelse. [15]

2.4 Val av utrustning

Efter noggrann efterforskning inom de olika utrustningsalternativen valdes ActiGraph wGT3X-BT aktivitetsmonitorn som den lämpligaste sensorn för att uppfylla uppdragets kriterier. Den 3-axliga MEMS-accelerometern tillåter uppsamling av pålitlig aktivitetsdata, medans den inbyggda Bluetooth närhetsensorfunktionen är användbar för utvecklingen av ett spårningssystem.

Ett flertal vetenskapliga experiment har använt sig av ActiGraphs aktivitetsmonitorer för uppsamlingen av data vilket stärker deras trovärdighet för användning inom forskningsrelaterade syften. En väldigt relevant artikel var "Användning av Bluetooth-närhetsavkänning för att avgöra var kontorsanställda spenderar tid på jobbet" av PLOS, som hade detta att säga om metoden:

Nyligen har Bluetooth lagts till som en funktion av aktivitetsövervakare, till exempel i ActiGraph wGT3X-BT och GT9X Link. Att ha både aktivitetsövervakning och närhetsensorfunktioner i samma enhet är potentiellt fördelaktigt för forskare (användarvänlighet och data som redan är länkade) och för deltagare.

Denna studie är bland de första som testat noggrannheten för Bluetooth-avkänning med hjälp av närhetsfunktionen i ActiGraph GT9X Link för att avgöra placering inom en kontorsbaserad arbetsplats. Noggrannheten, med hjälp av videoövervakning som jämförelse, berodde på hur mycket tid deltagarna tillbringade vid varje plats. Oavsett om signaler från flera sändare eller endast en användes för att förutsäga positionen, och om monitorn var buren som en mottagare på låret eller handleden. Överlag kunde Bluetooth-avkänning korrekt identifiera platsen för kontorsbaserade arbetare av fem potentiella platser över 90% av tiden. Vissa platser förutspåddes dock mycket mer exakt än andra.

[16]

3 Utvecklingsmiljö

I detta kapitel beskrivs all programvara och alla programmeringsspråk som använts för att förverkliga detta examensarbete. Eftersom aktivitetsmonitorn ActiGraph wGT3X-BT valdes för datainsamling är det nödvändigt att använda ActiGraphs egen programvara för att kunna avläsa och exportera denna data. Utöver detta krävs även en separat utvecklingsmiljö för att skapa ett eget datorprogram.

3.1 ActiLife

ActiLife är ActiGraphs primära mjukvaruplattform för analys av aktivitetsdata. ActiLife är utvecklat i samarbete med medlemmar i det globala forskarsamhället och kombinerar en kraftfull processeringsteknik med ett omfattande urval av funktioner, analyseringsverktyg och datahanteringsalternativ för att stödja ett brett spektrum av forskningsändamål.

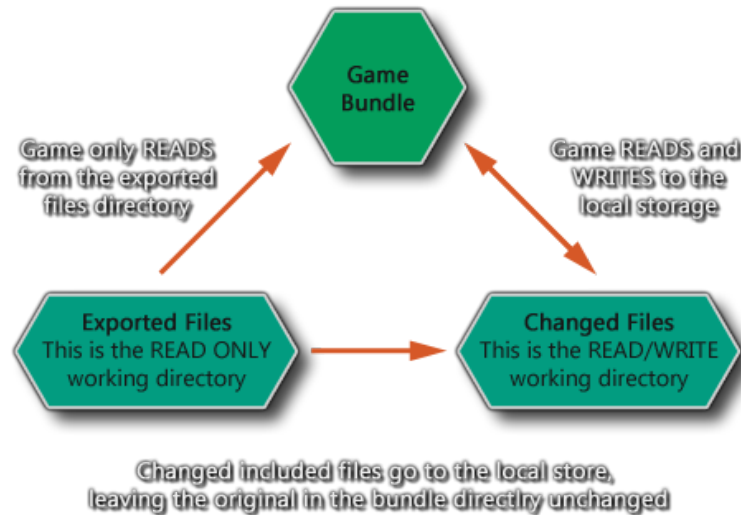
Programmet ger tillgång till verktyg för att snabbt kunna granska och extrahera delar från stora, högupplösta uppsättningar av rådata. ActiLifes extraheringsverktyg ger en plattform för att extrahera tids- och frekvensrelevanta uppsättningar direkt från rådatafilerna, som kan analyseras vidare med hjälp av statistiska analyseringsplattformar för att utveckla applikationsspecifika inlärnings- eller mönsterigenkänningsalgoritmer.

Det är även i ActiLife-programmet som ActiGraphs aktivitetsmonitorer initialiseras före användning. Användaren får välja inom vilket syfte som monitorn skall användas och kan kryssa i vilken sorts data som ska samlas in, samt med vilken tidsintervall insamlingen skall ske. [13]

3.2 Gamemaker Studio 2

GameMaker Studio är en programutvecklingsplattform skapad av YoYo Games som främst inriktar sig på spelutveckling. GameMaker Studio tillåter användaren att skapa tvådimensionella, interaktiva program med det anpassningsbara gränssnittet. Verktygen inkluderar en animationsarbetsstation, bildredigerare, ljudmixer samt objekt- och skriptredigerare. Det stöder också ett proprietärt programmeringsspråk som heter GameMaker Language, vilket är en modifierad version av C-programmeringsspråket med specifika funktioner för enklare utveckling av egen programvara. [17]

Gamemaker Studio stöder ett antal olika datatyper som JSON (JavaScript Object Notation) och CSV (Comma-Separated Values), vilket gör det möjligt att läsa in olika datafiler och sedan använda den avkodade informationen för att visualisera den inne i programmet eller att ändra den på önskvärt sätt.



Figur 10. Gamemaker Studio extern filhantering. [17]

3.3 CSV

En CSV-fil (Comma-Separated Values) är en vanlig textfil som innehåller en uppsättning av data separerade med ett kommatecken och används ofta för att utbyta data mellan olika applikationer. Databaser och kontakthanteringsprogram stöder till exempel ofta CSV-filer, och den används av vanliga kalkylbladsprogram som Microsoft Excel eller Google Sheets. [18]

3.4 Python

Python är ett populärt programmeringsspråk för allmänna ändamål som kan användas för en mängd olika applikationer. Det innehåller datastrukturer på hög nivå, dynamisk skrivning, dynamisk länkning och många fler funktioner som gör det användbart för komplex applikationsutveckling samt för att koppla samman komponenter. Det kan också utökas för att sända systemanrop till nästan alla operativsystem och för att köra kod skriven i C eller C++. [19]

4 Testprocess

Detta kapitel behandlar de olika tester som utfördes med syftet att kontrollera ifall aktivitets- och närhetssensorsdata insamlad med en ActiGraph wGT3X-BT var tillräckligt pålitlig för uppgiften.

4.1 Inledning

När det handlar om spårningsdata är en av de mest kritiskt bidragande faktorerna för pålitlig data hur mycket utrymme sensorn har att arbeta inom. Om spelrummet för acceptabel noggrannhet ligger inom en tio meters radie av spårningsobjektet finns det mycket enkla lösningar för att mäta den sortens data, vilket inte var fallet för denna uppgift. Spårningsområdet ägde rum i en gymnastiksal, med ett flertal olika spårningsobjekt som alla var aktiva inom samma område, vilket innebar att den spårningsdata som krävdes för att uppfylla dessa krav behövde vara tillförlitlig och upprepningsbar.

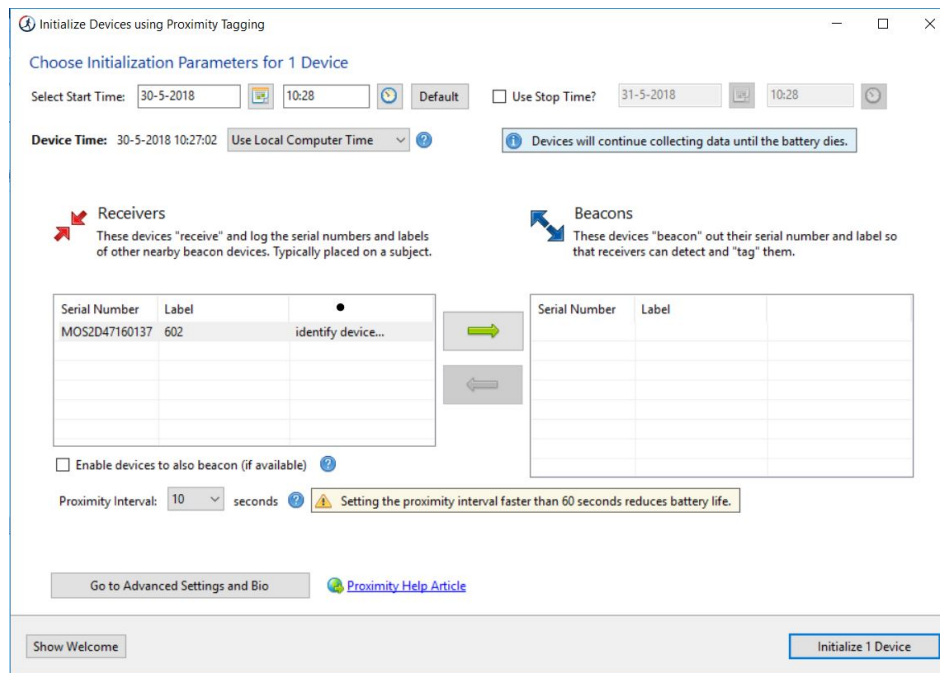
ActiGraph wGT3X-BT valdes med idén att dess inbyggda Bluetooth närhetssensorfunktion kunde användas för uppsamling av spårningsdata inom en begränsad inomhusmiljö, men för att klargöra ifall detta var en lämplig lösning krävdes grundlig testning av närhetssensorfunktionen och granskning av den data som producerades.

4.2 Test #1

Till det första testet av närhetssensorfunktionen användes enbart två ActiGraph monitorer, där en blev inställd som sändare och den andra som mottagare. Detta betyder att endast en uppsättning av data blev insamlad eftersom bara den enheten inställd som mottagare samlade upp och lagrade data.

4.2.1 Förberedelser

För att initialisera en ActiGraph för användning av närhetssensorfunktionen behöver man ansluta enheten till en dator via dess USB-uttag och synkronisera den med ActiLife-programmet. Därefter går man in i en separat meny för närhetssensorfunktionen och fyller i de olika alternativen som ser ut enligt Figur 11.



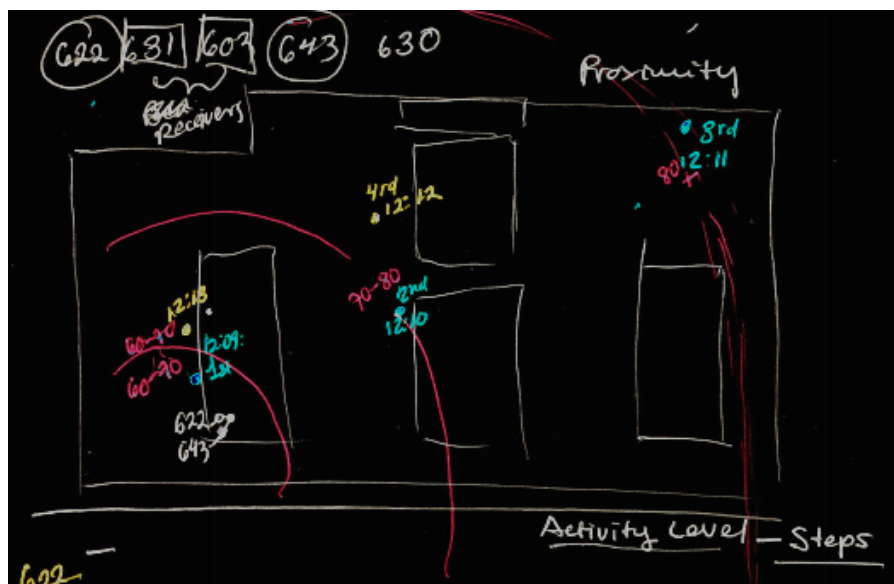
Figur 11. ActiLife närhetssensor initialisering.

Start- och stopptid för datainsamling ställs in manuellt för enheterna. Detta är viktigt eftersom det möjliggör förberedandet av tester utan att någon irrelevant data samlas in, som sedan skulle behöva filtreras bort från testresultaten. Enheterna har en inbyggd klocka som måste synkroniseras med datorns interna klocka för att fungera önskvärt.

Val av tidsintervall för närhetssensorn är också nödvändigt före användning. Detta kontrollerar hur ofta enheter inställda som mottagare skannar sin omgivning för att hitta signaler från andra enheter. Ju oftare detta sker desto noggrannare återskapning av enhetens färd är möjlig, men det leder även till mer data som måste gås igenom. Den kortaste tidsintervallen möjlig för dessa enheter är med tio sekunders mellanrum, vilket inte är optimalt när spårningsobjektet gör snabba ändringar i sin position.

4.2.2 Utförande

Enheten inställd som sändare placerades på en statisk plats i ett klassrum där den hölls under hela testet. Enheten inställd som mottagare flyttades mellan tre förutbestämda positioner med eskalerande ökning av avstånd från sändaren. Mottagaren hölls vid varje punkt över en bestämd tidsperiod för att samla in ett flertal olika signaler från sändaren med samma avstånd, så att dessa signaler sedan gick att jämföras med varandra.



Figur 12. Planläggning av test #1.

4.2.3 Syfte

Syftet med detta test var att svara på två kritiska frågor angående RSSI-värdet som mottagaren samlar in:

- Ändrar RSSI-värdet proportionellt med ändringen av avståndet från sändaren?
- Hålls RSSI-värdet inom samma område när mottagaren inte flyttar på sig?

4.2.4 Resultat

Testresultaten från första testet sår ut enligt Figur 13.

Timestamp	MOS2D47160236				
23/03/2018 12:33:00	-67	23/03/2018 12:34:40	-76	23/03/2018 12:36:20	-82
23/03/2018 12:33:10	-63	23/03/2018 12:34:50	-79	23/03/2018 12:36:30	-81
23/03/2018 12:33:20	-53	23/03/2018 12:35:00	-79	23/03/2018 12:36:40	-79
23/03/2018 12:33:30	-48	23/03/2018 12:35:10	-81	23/03/2018 12:36:50	-87
23/03/2018 12:33:40	-67	23/03/2018 12:35:20	-78	23/03/2018 12:37:00	-84
23/03/2018 12:33:50	-71	23/03/2018 12:35:30	-68	23/03/2018 12:37:10	-85
23/03/2018 12:34:00	-56	23/03/2018 12:35:40	-82	23/03/2018 12:37:20	-86
23/03/2018 12:34:10	-69	23/03/2018 12:35:50	-74	23/03/2018 12:37:30	-85
23/03/2018 12:34:20	-73	23/03/2018 12:36:00	-68	23/03/2018 12:37:40	-87
23/03/2018 12:34:30	-73	23/03/2018 12:36:10	-81	23/03/2018 12:37:50	-77

Figur 13. Resultat från första närhetssensortestet.

RSSI-värdena varierar relativt mycket från varandra även när mottagaren är stillastående vilket inte är en väldigt överraskande upptäckt eftersom en Bluetooth signal inte är utvecklad för precisionsändamål.

En mera betydelsefull slutsats kunde dras genom att granska medelvärdena från mottagarens tre olika testpunkter och jämföra hur de växlar från punkt till punkt. Gör man detta ser resultaten i stora drag ut på detta vis.

Punkt #1: 55-70

Punkt #2: 70-80

Punkt #3: 80-90

Trots att RSSI-värdena inte är väldigt noggranna eller stabila så går det fortfarande att avgöra när mottagaren har befunnit sig närmare sändaren, ifall man räknar ut medelvärdet från de olika tidsperioderna.

4.3 Test #2

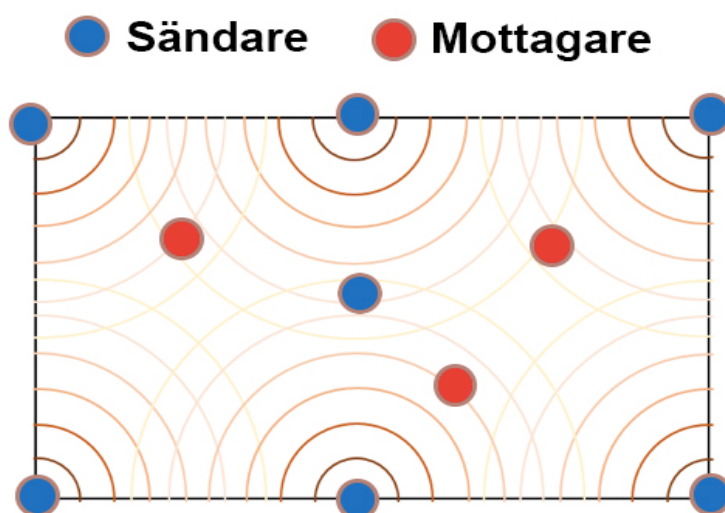
Till det andra testet användes tio stycken ActiGraph monitorer, där sju av dem blev inställda som sändare och tre som mottagare. I detta test mättes både aktivitets- och närhetssensordata av testdeltagarna som bar runt på en individuell mottagare.

4.3.1 Förberedelser

Testet förbereddes på samma sätt som test #1, med skillnaden att enheterna initialiserades i grupp så att alla enheter fick samma start- och stopptid samt tidsintervall. Enheterna valda som mottagare blev även inställda så att de mätte kontinuerlig aktivitetsdata under denna tidsperiod.

4.3.2 Utförande

De sju enheterna inställda som sändare blev placerade i en fullstor gymnastiksal med jämna mellanrum från varandra för att täcka hela ytan. De tre enheterna inställda som mottagare flyttades runt inom en förutbestämd radie från sin individuella startpunkt, och hölls under hela testet inom detta specifika testområde. Testdeltagarna skakade även kontinuerligt sin arm med den fastspända enheten under testet för att simulera aktivitet.



Figur 14. Upplägg för test #2.

4.3.3 Syfte

Det primära syftet med detta test var att analysera hur den närhetssensordata som uppsamlades av mottagarna såg ut när det fanns flera sändare utplacerade i samma utrymme. Eftersom mottagarna hade ett känt område inom vilket de hade rört sig så kunde testets data granskas för att avgöra ifall det går att framkalla någon position från den. Det sekundära syftet var att analysera deltagarnas aktivitetsdata för att undersöka hur bra den representerar den verkliga aktiviteten.

4.3.4 Resultat

Testresultatet av närhetssensordata från en individuell mottagare såg ut enligt Figur 15.

Timestamp	MOS2D47160138 (6)	MOS2D47160146 (6)	MOS2D47160147 (6)	MOS2D47160227 (6)	MOS2D47160230 (6)	MOS2D47160235 (6)	MOS2D47160137
4/10/2018 1:10:00 P		-81	-81	-87			-88
4/10/2018 1:10:10 P		-85	-83	-87			-86
4/10/2018 1:10:20 P							
4/10/2018 1:10:30 P	-86		-82				
4/10/2018 1:10:40 P		-84					
4/10/2018 1:10:50 P							
4/10/2018 1:11:00 P	-85	-83					-81
4/10/2018 1:11:10 P		-76	-83	-87		-85	-89
4/10/2018 1:11:20 P	-88	-85		-86			
4/10/2018 1:11:30 P	-85		-85				
4/10/2018 1:11:40 P		-86					

Figur 15. Närhetssensordata från test #2.

Alla sändare som hittats under testet blev representerade med sin egen kolumn, men ett RSSI-värde sparades endast ifall signalen hade varit tillräckligt stark. Med denna kunskap kan man bilda en approximativ uppfattning av var i salen som mottagaren har varit

belägen under en viss tidsperiod, men den inexakta karaktären av RSSI-värdena tillåter inte någon uträkning av den verkliga positionen. Inte ens när man använder värdena från flera sändare samtidigt för att triangulera positionen.

Testresultatet av aktivitetsdata från en individuell mottagare såg ut enligt Figur 16.

Date	Time	Axis1	Axis2	Axis3	Steps	Vector Magnitude
4/10/2018	13:10:00	1292	1155	1200	10	2107.91
4/10/2018	13:10:10	1511	1063	1742	11	2539.22
4/10/2018	13:10:20	1821	1579	1894	10	3065.37
4/10/2018	13:10:30	2184	1461	1902	8	3243.76
4/10/2018	13:10:40	2292	1685	1681	9	3304.28
4/10/2018	13:10:50	1445	1311	1532	10	2480.68
4/10/2018	13:11:00	2235	1681	2022	11	3451.01
4/10/2018	13:11:10	1645	1229	1314	9	2437.84
4/10/2018	13:11:20	740	741	856	11	1352.56
4/10/2018	13:11:30	2088	1773	1531	9	3138.03
4/10/2018	13:11:40	1270	1403	1293	9	2291.98

Figur 16. Aktivitetsdata från test #2.

Som aktivitetsdata sparades rörelsevektorn från acceleraternas alla tre axlar individuellt, samt en stegräkning för varje tidsintervall. För denna uppgift var den mest relevanta datakolumnen den vid namnet vektor magnitud, *Vector Magnitude*. Detta värde representerar hur mycket enheten har rört sig i alla tre axlar kombinerat, genom att använda alla rörelsevektorer med formeln i Figur 17.

$$3D: |\mathbf{v}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Figur 17. Tredimensionell vektor magnitud formel.

Detta värde kan användas för att värdera hur aktiv den individ som burit enheten har varit under testets gång. I synnerhet när dessa värden jämförs med värdena från andra enheter unders samma testperiod.

4.4 Slutsats

Trots att RSSI-värdena uppsamlade med ActiGraph monitorns närhetssensorfunktion inte var exakta representationer av hur nära en mottagare hade varit en sändare gick det fortfarande att skapa en grov överblick över var i en gymnastiksal som mottagaren hade rört sig genom att studera dessa värden. Detta betyder att funktionen gick att använda för

att uppfylla uppgiftens krav, eftersom den exakta positionen inte fordras för att skapa en värmekarta.

Aktivitetsdata som ActiGraph monitorn skapade under användning lämpar sig för att mäta aktiviteten hos individen som burit den. Testerna klargjorde att ActiGraph wGT3X-BT aktivitetsmonitorn var en passande sensor för uppsamling av den data som krävdes för att vidareutveckla en lösning till uppgiften.

5 ActiMapper-programmet

Detta kapitel går igenom planeringen och skapandet av ActiMapper-programmet som blev utvecklat i Gamemaker Studio. Programmets olika sidor, funktioner samt de viktigaste bitarna av kod förklaras så att läsaren kan bilda en bättre förståelse över hur programmet fungerar.

5.1 Upplägg

I detta stycke beskrivs den grundläggande tankeprocessen bakom ActiMapper-programmet och spårningssystemet i sin helhet. Det klargörs vilka väsentliga funktioner som fordras av ett program för att det ska vara en lämplig lösning till uppgiften.

5.1.1 Planering

Efter den grundliga testningsprocessen med ActiGraph monitorerna blev det tydligt att den närhetssensordata som monitorn kunde framkalla inte var tillräckligt noggrann för att effektivt kunna kartlägga en individs färd inom en gymnastiksal. Detta betydde att ett enklare system måste planeras för att åstadkomma motsvarande resultat.

Istället för att spåra personen som burit en mottagare gick det att spåra vilka sändare som denna mottagare hade varit närmast vid varje tidsintervall, och sedan poängsätta dessa sändare enligt hur nära de hade varit. Gjorde man detta med närhetsdata från varje mottagare som medverkat i experimentet och visualiserade sändarna enligt hur många poäng de har och var de befunnit sig i salen fick man en simpel värmekarta som ger en överblick över var testdeltagarna hade rört sig. Detta betydde att varje rad i varje närhetssensordatafil måste gås igenom för att analysera vilken sändare som hade haft det

starkaste RSSI-värde för den tidsintervallen. Något som skulle ta en mycket lång tid att göra manuellt men som går att automatisera med ett skräddarsytt program.

Det rekommenderade upplägget för detta spårningssystem är att placera ut ett flertal stationer runt om i salen med olika aktiviteter såsom hopprep, balansbom och rockring, och vid varje station placeras en sändarenhet. Orsaken till detta är att det långa mellanrummet per datamätning fordrar att en deltagare håller sig inom samma område en längre tid innan de byter position i salen för att mottagaren skall hinna samla in data från den relevanta sändaren.

5.1.2 Krav

De väsentliga funktionerna som ett datorprogram behöver för att lösa uppgiften är följande:

- En databas dit användaren kan importera närhetsdata CSV-filer.
- En värmekartssida som grafiskt representerar en gymnastiksal där användaren manuellt kan placera ut aktivitetsstationer enligt hur de har varit placerade i den verkliga salen.
- En aktivitetssida där användaren kan jämföra aktivitetsdata från olika deltagare.

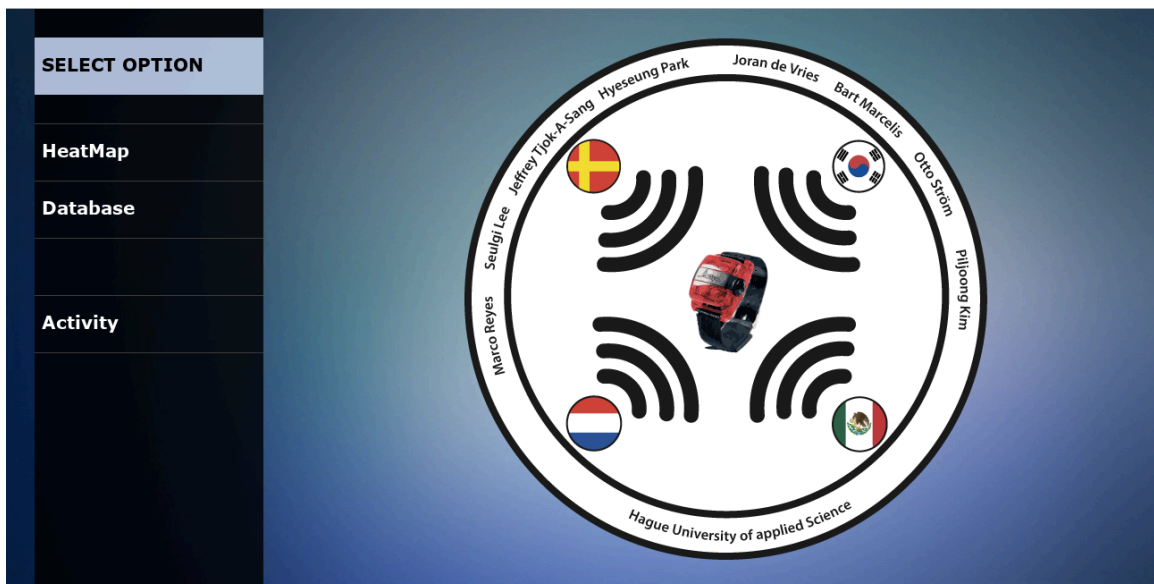
5.2 Programutveckling

Detta stycke går igenom ActiMapper-programmets olika sidor och funktioner, samt förklarar en del av koden.

5.2.1 Startmeny

Det första som utvecklades för programmet var en startmeny, vilket agerar som en knytpunkt för programmets olika sidor. I Gamemaker Studio kan man skapa olika "rum" vilket går att tänka som sidor i ett program och när användaren trycker på någon av knapparna i startmenyn blir programmet instruerat om vilket "rum" det skall bytas till.

Om användaren försöker gå in till värmekartssidan, *HeatMap*, direkt blir de instruerade att först gå in till databassidan för att importera data.



Figur 18. ActiMapper startmeny.

5.2.2 Databassida

I många fall är en databas ett väldigt komplext system med ett flertal upplägg av data som är linkade mellan varandra. I sådana fall är det ofta bättre att använda en färdigutvecklad databas grund, där data sparas på en dedikerad server som går att återkalla enligt behov. För denna uppgift krävdes endast en mycket simpel databas som kan importera data för engångsbruk och visualisera den data som är i användning. Detta möjliggjordes med en tvådimensionell matris som ställer upp den importerade data i kolumner enligt vilken sändare den tillhör. Det finns en maxgräns på tolv sändare i användning, men det finns ingen gräns på hur många RSSI-värden dessa sändare kan ha anknutna till sig.

	ID	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
HEATMAP DATABASE	1	-79	-86	0	-79	-87	-74	0	0	0	0	0	0
	2	0	-86	0	-83	0	-87	-86	0	0	0	0	0
	3	-85	-90	0	0	0	-74	0	0	0	0	0	0
Insert test value	4	0	-86	0	-82	-86	0	-79	0	0	0	0	0
	5	-77	-87	0	-76	-88	-87	0	0	0	0	0	0
Select by ID	6	0	-86	-80	-85	-91	0	0	0	0	0	0	0
	7	-75	0	-85	-83	-91	0	-86	0	0	0	0	0
Import from CSV	8	0	0	-87	-78	-88	-85	0	0	0	0	0	0
	9	-85	-84	-87	-81	0	0	-89	0	0	0	0	0
	10	-86	0	-80	-86	0	-87	0	0	0	0	0	0
	11	-84	-88	0	-80	0	-85	0	0	0	0	0	0
	12	-80	0	0	0	0	-89	-78	0	0	0	0	0
	13	-82	0	0	0	-79	-78	-86	0	0	0	0	0
	14	-80	-80	-79	0	0	-86	-85	0	0	0	0	0
	15	-78	0	-87	0	0	-86	-81	0	0	0	0	0
Clear database	16	-85	0	-89	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	17	-86	0	-86	-84	0	0	0	0	0	0	0	0
Back to menu	18	-87	-84	0	-85	-89	0	0	0	0	0	0	0
	Previous												Next
	1 / 23												

Figur 19. ActiMapper-databas med värden.

Det finns ett antal funktioner som låter användaren hantera databasen. Den viktigaste av dessa funktioner är Importera från CSV, *Import from CSV*, som möjliggör inmatning av data.

```
1 // load from csv
2
3 with(obj_db_items_controller) {
4     var path = get_open_filename("CSV Files|*.csv","");
5     if(path == "" || !file_exists(path)) {show_message("Nope, no file here :(") exit;}
6     db_table_import_csv(table,path,"");
7     event_user(0);
8 }
```

Figur 20. Kod för CSV fil-importering.

När knappen blir tryckt körs den inbyggda funktionen "get_open_filename" där det blir deklarerat att den relevanta filtypen som sökes är CSV. Med denna funktion öppnar programmet utforskaren i operativsystemet och väntar på att användaren manuellt väljer vilken fil som ska användas.

När en fil av rätt filtyp har blivit vald sparas filadressen i en variabel som blir kontrollerad i programmet. Ifall variabeln är tom fortsätter inte programmet med denna funktion utan meddelar användaren att ingen fil kunde hittas. Om variabeln innehåller en filadress läggs denna adress in i funktionen "db_table_import_csv" som importerar data från filen och skapar en datastruktur av den. Denna datastruktur används för att rita upp och gå igenom den importerade data.

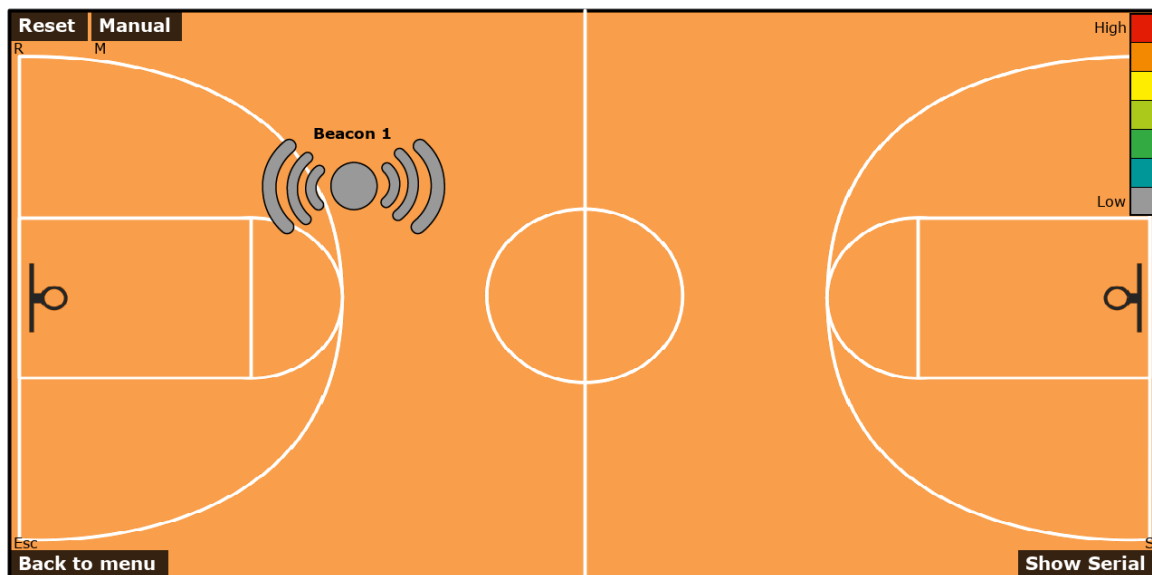
Databasen tillåter även användaren att mata in egna testvärden, vilket kan vara användbart ifall man vill bekanta sig med värmekartssidan men inte har någon närhetsdata att importera.

Varje RSSI-värde i databasen blir tilldelat sitt eget identifikationsnummer och användaren kan sortera databasen så att endast några värden syns genom att använda Välj enligt ID-funktionen, *Select by ID*.

Slutligen finns det en Töm databas-knapp, *Clear database*, som rensar all data i databasen. Detta sker även automatiskt varje gång programmet avslutas.

5.2.3 Värmekartssida

Efter att den önskvärda närhetssensordata har blivit importerad till databasen kan användaren gå in till värmekartssidan för att visualisera denna data. När värmekartssidan öppnas räknar programmet ut hur många sändarenheter som har varit i bruk från den data som finns i databasen.



Figur 21. ActiMapper tom värmekarta.

Eftersom varje sändarenhet har sin egen kolumn med värden går det att räkna ihop alla värden per kolumn och sedan granska vilka kolumner vars ihopsatta värde är lika med noll. Dessa kolumner anses vara inaktiva och de resterande kolumnerna räknas ihop för att avgöra hur många sändare som ska användas.

```

4  if(global.autoColumn)
5  {
6      for(var h = 0; h < 11; h++)
7      {
8          var columnCheck = db_query_calcHM(query, "sum", beaconNames[h], true);
9          if(columnCheck == 0 && !foundColumn)
10         {
11             getInteger = h;
12             foundColumn = true;
13         }
14     }
15     global.stationAmount = getInteger;
16     beaconsToAnalyze = global.stationAmount;
17 }

```

Figur 22. Kod för beräkning av sändare.

På värmekartssidan får användaren själv placera ut var dessa sändare eller aktivitetsstationer har suttit i gymnastiksalen under experimentet. Detta steg går inte att automatisera eftersom upplägget kommer variera från gång till gång. En sändarsymbol

följer med muspekaren inne i programmet och varje gång vänstermusknapp trycks placeras en sändarsymbol ut tills alla blivit utplacerade.

```

4 //lets you place the stations
5 if(spawn && global.stationAmount != 0)
6 {
7     spawn = false;
8     stationInstance[inst] = instance_create_depth(mouse_x,mouse_y,dep,obj_station);
9     dep--;
10    inst++;
11 }
12

```

Figur 23. Kod för utplacering av sändarsymboler.

En ny instans av "obj_station" blir skapad vid muspekarens horisontella och vertikala koordinater, och dess unika objektidentifikationskod blir sparad i en array "stationInstance".

När alla sändare har blivit utplacerade av användaren börjar programmet gå igenom databasens närhetsdata för att poängsätta sändarna.

```

13
14 // After you have placed all stations it will go in here
15 else if(!spawn && global.stationAmount = 0)
16 {
17     var beaconAmount = beaconsToAnalyze;
18
19     //if it hasn't analysed already it will do it here
20     if(analyse)
21     {
22         //goes through every row in the table
23         for(var j = 1;j < db_table_size("prox") + 1;j++)
24         {
25             var row = db_record_fetch("prox",j),
26                 thisCheck = -100,
27                 lastCheck = -100,
28                 pointTracker = -1,
29                 biggest = -100;
30
31             //goes through every beacon/column in that row
32             for(var i = 0;i < beaconAmount;i++)
33             {
34                 thisCheck = row[? beaconNames[i]];
35
36                 if(thisCheck >= 0)
37                 {
38                     thisCheck = -100;
39                 }
40                 //determines which beacon has the biggest value
41                 if(thisCheck > biggest)
42                 {
43                     biggest = thisCheck;
44                     pointTracker = i;
45                 }
46                 else if(thisCheck == biggest)
47                 {
48                     pointTracker = -1;
49                 }
50                 lastCheck = thisCheck;
51             }
52
53             //stores the points in an array for later distribution
54             if(pointTracker != -1 && biggest > -100)
55             {
56                 proxyPoints[pointTracker]++;
57             }
58             biggest = -100;
59         }
60         analyse = false;
61         ds_map_destroy(row);
62     }

```

Figur 24. Kod för analysering av närhetsdata.

Detta sker inuti en dubbel for loop, en för varje rad i databasen och en för varje kolumn per rad. För varje rad avgörs vilken kolumn som innehåller det största RSSI-värdet genom att konstant jämföra det för närvarande största värdet med ett nytt, och om det nya värdet är större blir det i sin tur sparat som det största. Efter att hela raden har blivit granskad poängsätts den sändare vars kolumn innehöll det största värdet, och dessa poäng sparas i en array "proxyPoints". Detta repeteras tills alla rader har blivit individuellt kontrollerade.

När denna process är färdig distribueras poängerna till den instans av "obj_station" som representerar den relevanta sändaren, vilket sparar värdet i en variabel "individualPoints".

```

64 //if it has already analysed it will go in here
65 if(!analyse)
66 {
67     //distributes the proximity points to the correct station and sets the max point value
68     for(var k = 0;k < beaconAmount;k++)
69     {
70         stationInstance[k].individualPoints = proxyPoints[k];
71         if(proxyPoints[k] > global.pointsMax)
72         {
73             global.pointsMax = proxyPoints[k];
74         }
75     }
76 }

```

Figur 25. Kod för distribuering av närhetsdata poäng.

Under denna process blir det även granskat vilket det största poängvärdet är. Detta värde sparas i en global variabel "global.pointsMax" som används för att avgöra skalan för värmekartans färger.

När varje instans av "obj_station" har fått sitt poängvärde och programmet vet vilket poängvärde som är störst kan sändarsymbolerna bli tilldelade sin korrekta färg.

```

38 //determines the station color depending on the analysed data
39 if(!obj_HMcontroller.analyse)
40 {
41     if(individualPoints >= global.pointsMax * 0.83)
42         image_index = 6;
43     else if(individualPoints >= global.pointsMax * 0.667)
44         image_index = 5;
45     else if(individualPoints >= global.pointsMax * 0.5)
46         image_index = 4;
47     else if(individualPoints >= global.pointsMax * 0.33)
48         image_index = 3;
49     else if(individualPoints >= global.pointsMax * 0.167)
50         image_index = 2;
51     else if(individualPoints > 0)
52         image_index = 1;
53     else
54         image_index = 0;
55 }

```

Figur 26. Kod för färgläggning av sändarsymbolerna.

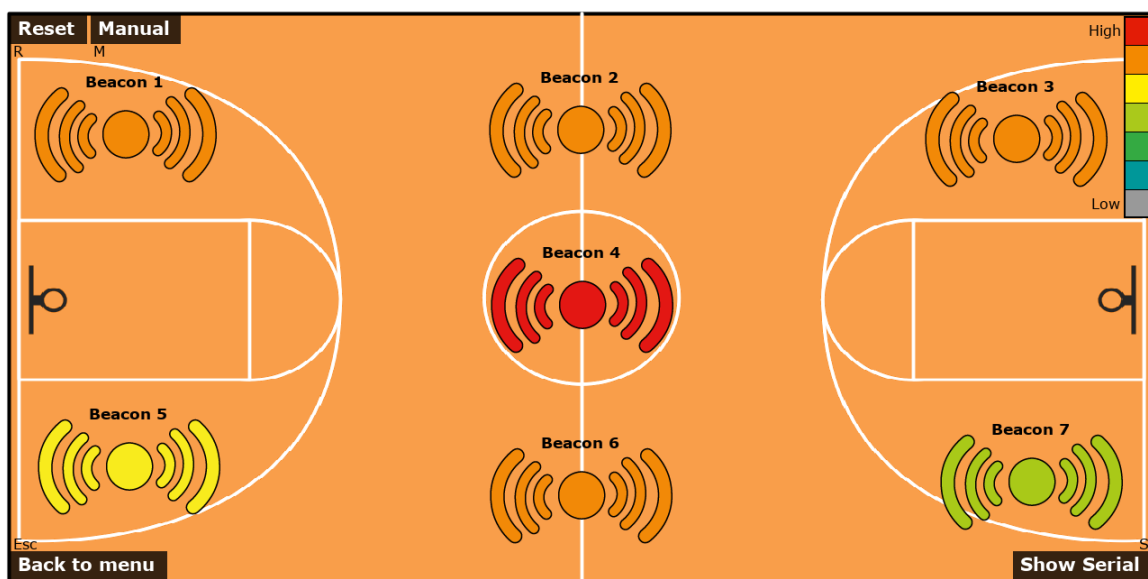
Deras individuella poängvariabel "individualPoints" jämförs med det största poängvärdet, sparat i den globala variabeln "global.pointsMax", och beroende på hur stor skillnad det är i poängen så ändrar sändarsymbolens "image_index".

En "image_index" är en konstant variabel i Gammemakers Studio som existerar för varje objekt och styr vilken bild som ska visas för objektet. I detta fall är det duplikationer av samma sändarsymbol med varierande färg.



Figur 27. image_index för obj_station.

Efter att programmet har genomgått dessa processer har värmekartan fullbordats och användaren kan nu analysera den för att dra slutsatser om var i gymnastiksalen det har framkommit mest aktivitet.



Figur 28. Exempel på fullbordad värmekarta.

Det finns även några funktionsknappar på värmekartssidan för att underlätta användningen. Den viktigaste av dessa funktioner är Visa Serienummer, *Show Serial*, vilket byter ut sändarsymbolernas generiska "Beacon" namn till sändarenhetens verkliga interna serienummer. Detta är speciellt viktigt under utplaceringsprocessen eftersom användaren kan kontrollera med sina noter att varje sändarsymbol sitter i sin korrekta position.

5.2.4 Aktivitetssida

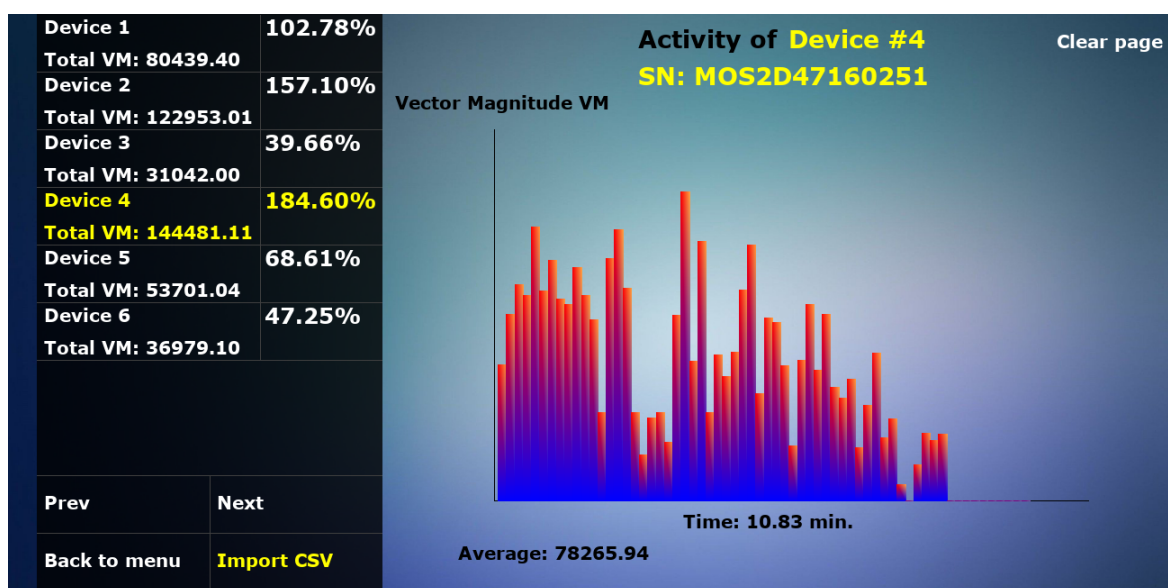
På aktivitetssidan kan användaren visualisera den uppsamlade aktivitetsdata som ActiGraph monitorerna producerar under användning. Denna sida fungerar som en separat entitet och kan användas utan att någon närhetsdata har samlats in.

Eftersom upplägget av aktivitetsdata skiljer sig så stort från närhetsdata valdes det att inte inkludera en separat databas för aktivitetsdata, och istället kan användaren importera sin data direkt på aktivitetssidan genom att klicka på Importera CSV-knappen, *Import CSV*.

Varje mottagarenhet som använts under experimentet får sin egen flik där det snabbt går att granska enhetens totala vektor magnitud och hur denna magnitud jämförs med medelvärdet av alla enheters totala vektor magnitud, vilket visas som ett procentuellt värde.

När användaren klickar på en av dessa flikar ritas denna enhets aktivitet ut som en graf vilket tillåter enkel analysering över hur deltagarens aktivitet har varierat under experimentets gång. Varje stapel i grafen representerar vektor magnituden under en individuell tidsintervall. Dessa tidsintervaller räknas ihop för att avgöra hur lång tid detta experiment har tagit, vilket skrivs ut under grafens X-axel.

Över grafen hittas mottagarenhetens interna serienummer, samt en Töm Sida-knapp, *Clear Page*, vilket rensar aktivitetssidan av all aktivitetsdata. Detta sker även automatiskt varje gång programmet avslutas.



Figur 29. ActiMapper aktivitetssida.

6 Resultat

Det resulterande positions- och aktivitetsspårningssystemet tillåter forskningsgruppen Gym of the Future att utföra repeterbara och pålitliga experiment för att avgöra var i gymnastiksalen det har framkommit mest aktivitet, samt jämföra hur aktiva dessa deltagare har varit under experimentets gång. De nödvändiga stegen som krävs för att utnyttja det fullständiga systemet är följande:

1. Först måste användaren bestämma hur många aktivitetsstationer det kommer finnas utplacerade i gymnastiksalen, samt hur många deltagare som kommer bli spårade under experimentets gång. För varje aktivitetsstation bör det fastställas vilken ActiGraph enhet som kommer representera den stationen och enhetens serienummer bör dokumenteras. Denna process upprepas även för deltagarna som också blir tilldelade sin individuella ActiGraph enhet. När varje enhet som kommer användas under experimentet har fått sin roll, och denna uppgift samt dess serienummer har blivit noterad, kan enheterna anslutas till datorn.
2. När enheterna har anslutits till datorn används ActiLife-programmet för att initialisera dessa enheter. De enheter som används för aktivitetsstationerna blir initialiserade som sändare och uppsamlingen av aktivitetsdata blir inte påslagen för dessa. De enheter som används för deltagarna blir initialiserade som mottagare och uppsamling av aktivitetsdata blir påslagen för dessa. Alla enheter får en gemensam start- och stopptid vilket väljs av användaren.
3. När enheterna har blivit initialiserade placeras sändarenheterna ut vid sin individuella aktivitetsstation och deltagarna får spänna fast sin mottagarenhet på vristen. När starttiden har nåtts kan experimentet påbörjas och deltagarna får röra sig fritt i gymnastiksalen.
4. Efter att experimentets aktiva fas har fullbordats och enheternas stopptid har nåtts samlas alla enheter in och mottagarenheterna ansluts till datorn. Där används ActiLife-programmet för att extrahera närhetssensordata och aktivitetsdata från dessa enheter, vilket genererar CSV-filer för respektive datauppsättning.
5. När dessa datauppsättningsfiler har blivit genererade kan de nu importeras in i ActiMapper-programmet för att bli grafiskt visualiserade.

7 Diskussion

Examensarbetet var väldigt lärorikt och intressant eftersom jag inte hade utvecklat något fullständigt system tidigare eller programmerat något så avancerat. Den intensiva forskningen inom området som utfördes innan utvecklingsstadiet påbörjades gav en bra insikt i hur ett projekt borde förberedas för att inte slösa tid på att skapa lösningar som redan finns. Ett mera användarvänligt system hade kunnat utvecklas ifall man kunde kommunicera med ActiGraph monitorerna direkt genom ActiMapper-programmet, men för att detta skulle vara möjligt krävs det ett dedikerat programvaruutvecklings kit av ActiGraph vilket inte är tillgängligt. Trots detta så blev både jag och uppdragsgivaren mycket nöjda med resultatet, och systemet har använts för att utföra ett flertal experiment.

7.1 Möjlig vidareutveckling

Värmekartssidan i ActiMapper-programmet fungerar nu endast för att visa hur en hel grupp har rört sig i gymnastiksalen, ifall man inte specifikt importerar närhetsdata från en individuell enhet. Det skulle gå att expandera konceptet så att på värmekartssidan kan användaren välja från en lista av olika enheter för att rita upp den enhetens individuella värmekarta. Denna värmekarta kunde linkas med enhetens aktivitetsdata för att bättre demonstrerar var aktiviteten har tagit plats.

På värmekartssidan kunde det även finnas ett skjutreglage som låter användaren bläddra igenom de olika tidsintervallen för att se hur värmekartan färgläggs med tiden. Detta kunde vara användbart för att visualisera hur deltagarnas fokus skiftar under experimentets gång.

8 Källförteckning

- [1] Centre of Expertise Health Innovation. (2018) The Hague University. [Online]. <https://www.thehagueuniversity.com/research/centre-of-expertise/details/health-innovation#about>
- [2] Sportcampus Zuiderpark. (2018) Archdaily. [Online]. <https://www.archdaily.com/891470/sportcampus-zuiderpark-faulknerbrowns-architects>
- [3] Michael Friendly Leland Wilkinson, "The History of the Cluster Heat Map," *The American Statistician*, vol. 63, no. 2, September 2008.
- [4] Cloud based location analytics. (2021) Aislelabs. [Online]. <https://www.aislelabs.com/products/flow/>
- [5] Databas - Verktyg & data. (2012) Csharpsskolan. [Online]. <https://csharpsskolan.se/article/databas-verktyg-data/>
- [6] Vincent Gao. (2015) Bluetooth. [Online]. <https://www.bluetooth.com/blog/proximity-and-rssi/>
- [7] Jeroen van Schaick Stefan van der Spek, "Sensing Human Activity: GPS Tracking," *Sensors ISSN 1424-8220*, 2009.
- [8] Torbjörn Schön. (2004) Communica. [Online]. <http://www.communica.se/kunskapsbank/gps.pdf>
- [9] Accelerometer - Hur fungerar och vad används den till. (2020) Transfer Multisort Elektronik. [Online]. <https://www.tme.eu/se/news/library-articles/page/22568/accelerometer-hur-fungerar-och-vad-anvands-den-till/#Co-to-just-akcelerometr>
- [10] Accelerometer. (2016) Micro:bit Educational Foundation. [Online]. <https://microbit-challenges.readthedocs.io/en/latest/tutorials/accelerometer.html>
- [11] Pozyx. (2018) Pozyx. [Online]. <https://www.pozyx.io/>
- [12] Zephyr Performance Systems. (2018) Zephyr Performance Systems | Performance Monitoring Technology. [Online]. <https://www.zephyranywhere.com/>
- [13] ActiGraph wGT3X-BT. (2020) ActiGraphCorp. [Online]. <https://actigraphcorp.com/actigraph-wgt3x-bt/>
- [14] SRG-360SHE. (2017) Sony. [Online]. https://pro.sony/en_FI/products/ptz-network-cameras/srg-360she
- [15] Joon-Ki Paik, Andreas Koschan, Besma R. Abidi, Mongi A. Abidi Sangkyu Kang, "Real-time video tracking using PTZ cameras," *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE)*, vol. 5132, May 2003.

- [16] Elisabeth A. Winkler, Charlotte L. Brakenridge, Stewart G. Trost, Genevieve N. Healy Bronwyn K. Clark, "Using Bluetooth proximity sensing to determine where office workers spend time at work," *PLOS ONE*, no. 13, 2018.
- [17] Gamemaker Studio 2. (2021) YoYo Games. [Online].
<https://www.yoyogames.com/gamemaker/features>
- [18] Chris Hoffman. (2018) How-To Geek. [Online].
<https://www.howtogeek.com/348960/what-is-a-csv-file-and-how-do-i-open-it/>
- [19] What is Python. (2018) Open Source. [Online].
<https://opensource.com/resources/python>