

2014

Bewegingsdetectie in de werkomgeving

Bewegingspatronen en Real-Time Locating
Systems

Adviesrapport



BEWEGINGSDETECTIE IN DE WERKOMGEVING

Bewegingspatronen en Real-Time Locating Systems

Plan van aanpak

Student Human Technology aan de Hanzehogeschool Groningen

Studentnummer: 359444

Email: f.wits@st.hanze.nl

door

Floris Wits

op

10 juni 2014

te

Groningen

In opdracht van

Jan Gerard Hoendervanger

Beoordelaars

Steven de Boer (Eerste examiner)

Gerda Jonker (Tweede examiner)

INHOUD

Samenvatting.....	1
1 Inleiding	2
1.1 Projectopdracht	2
1.2 Doelgroep	2
1.3 Onderzoeksvragen	2
2 Conclusie uit onderzoek	3
2.1 Deelvraag 1	3
2.2 Deelvraag 2	3
2.3 Deelvraag 3	4
2.4 Hoofdvraag	5
2.4.1 iBeacon.....	6
3 Advies	7
3.1 iBeacon	7
3.2 Het onderzoek	8
3.2.1 Start onderzoek.....	8
3.2.2 Onderzoek en analyse	8
4 Referenties	9

SAMENVATTING

Dit onderzoek is uitgevoerd om te onderzoeken welk bewegingsdetectiesysteem het meest geschikt is om bewegingspatronen vast te leggen in een werkomgeving. Wanneer er interventies in de werkomgeving worden gepleegd, zou er met dit systeem een voor- en nameting kunnen worden verricht om de effecten van de interventies in kaart te kunnen brengen.

De volgende onderzoeksvraag is geformuleerd om er achter te komen welk systeem hier voor het meest geschikt is:

- Welk bewegingsdetectiesysteem is het meest geschikt voor onderzoek naar bewegingspatronen in de werkomgeving?

Literatuurstudie, expertinterviews en een placebo-onderzoek zijn gedaan om antwoord te geven op de onderzoeksvraag.

Er is eerst gekeken naar wat de kwaliteit van de gemeten data moet zijn. Daarbij is naar voren gekomen dat een betrouwbaarheid van 95% moet worden gehandhaafd en de bedreiging op de validiteit door het meetsysteem moet worden geminimaliseerd. De nauwkeurigheid van het systeem en de voorkoming van inbreuk op de privacy en errors dragen bij aan de betrouwbaarheid en vertrouwelijkheid van het systeem.

Daarnaast is gebleken dat wanneer de data moet worden omgezet naar bruikbare informatie dat dit visueel in kaart moet worden gebracht. Dit zou in de vorm moeten van een beeld van de werkomgeving waarover filters kunnen worden gelegd om zo specifieke problemen in kaart te brengen.

Als laatste is er gekeken of er reactiviteit is ontstaan bij observationeel onderzoek. Het bleek dat de reactiviteit minimaal was waardoor er geen verandering van gedrag optrad. Een voorwaarde hier voor is een transparante communicatie naar deelnemers van het onderzoek.

Gebleken is dat de iBeacon, die werkt met bluetooth, het meest geschikt is voor onderzoek naar bewegingspatronen in de werkomgeving.

1 INLEIDING

1.1 PROJECTOPDRACHT

De opdracht was het inventariseren van verschillende bewegingsdetectietechnieken met bijbehorende voor- en nadelen. Waar mogelijk was het de bedoeling dat de meest geschikte meettechniek wordt getest in de praktijk. Deze technieken moeten objectieve metingen kunnen verrichten om effecten van bepaalde interventies in de werkomgeving op bewegingspatronen te kunnen analyseren. Dit zal moeten worden bewerkstelligd door literatuurstudie, interviews met deskundigen en het eventueel testen van technieken in de praktijk.

1.2 DOELGROEP

De doelgroep van dit onderzoek waren enerzijds personen die de metingen moesten gaan verrichten en anderzijds de personen die de metingen moesten ondergaan.

Onder andere de opdrachtgever en andere onderzoekers van bureau NoorderRuimte en Work Space Design zullen uiteindelijk de personen zijn die het bewegingsdetectiesysteem zouden moeten gaan gebruiken voor onderzoek en vielen daarom onder de doelgroep van dit onderzoek. Het bewegingsdetectiesysteem zal de beweging van mensen gaan meten en daarom vielen deze mensen ook onder de doelgroep van dit onderzoek.

1.3 ONDERZOEKSVRAGEN

Door de grote ontwikkeling en snelle verbetering van techniek zijn er steeds meer mogelijkheden om bewegingspatronen te kunnen meten binnen de werkomgeving. Het is interessant om te zien wat er tegenwoordig allemaal mogelijk is op dit gebied. Het doel van dit onderzoek is dan ook om aanbevelingen te doen betreft de meest geschikte bewegingsdetectiesystemen in de werkomgeving voor het promotieonderzoek 'De psychologie van de flexplek' van Jan Gerard Hoendervanger (2013). De volgende onderzoeksvraag is geformuleerd om dit doel te kunnen behalen:

- Welk bewegingsdetectiesysteem is het meest geschikt voor onderzoek naar bewegingspatronen in de werkomgeving?

Om deze onderzoeksvraag zo goed mogelijk te kunnen beantwoorden is er een operationalisatieschema opgesteld en daaruit zijn de volgende deelvragen gekomen:

- Wat is de vereiste kwaliteit van de data dat moet worden gemeten?
- Hoe moet de gemeten data worden omgezet naar bruikbare informatie voor het promotieonderzoek?
- In welke mate ervaren deelnemers gedachten en gevoelens die voortkomen uit reactiviteit op het worden gemeten door een bewegingsdetectiesysteem?

2 CONCLUSIE UIT ONDERZOEK

2.1 DEELVRAAG 1

Wat is de vereiste kwaliteit van de data dat moet worden gemeten?

De variabelen locatie, tijd en frequentie van metingen zijn belang voor het bewegingsdetectiesysteem. Uit literatuurstudie en interviews is gebleken dat er een bewegingsdetectiesysteem moet komen die op objectniveau moet kunnen meten. De locatie in relatie tot tijd kan iets zeggen over het bewegingspatroon van het object. Daarbij moet de informatie van de locatie van dat object op elk moment oproepbaar zijn, dus moet er constant gemeten kunnen worden.

Daarnaast moet er rekening worden gehouden met het batterijverbruik van het systeem als er voor een lange tijd gemeten moet worden. Ook de voorkoming van storingen is belangrijk om de correctheid en betrouwbaarheid van het systeem en data te waarborgen. Belangrijk is dat de bescherming van privacy van deelnemers kan worden gewaarborgd. Dit draagt bij aan de betrouwbaarheid en vertrouwelijkheid van de data. Deelnemers zullen goed worden geïnformeerd over het onderzoek zodat de acceptatie bij deelnemers groter wordt en dus ook de vertrouwelijkheid groter wordt.

Afhankelijk van de doelgroep, moet er minimaal een maand worden gemeten. Op die manier kunnen errors en reactiviteit worden geminimaliseerd. Dit zal ten goede komen van de betrouwbaarheid, validiteit en correctheid van de data.

Er moet worden uitgegaan van het betrouwbaarheidsinterval van 95%. Hierbij kan er worden gezegd dat de uitkomsten van de metingen significant juist zijn. De observator bias, hier gezien als het bewegingsdetectiesysteem, is hier het belangrijkste. Dit kan reactiviteit bij deelnemers veroorzaken wat de validiteit van een onderzoek naar bewegingspatronen kan aantasten.

Het bewegingsdetectiesysteem moet dus metingen kunnen verrichten waarbij de betrouwbaarheid 95% is en de validiteit zo min mogelijk wordt bedreigd door observator bias.

2.2 DEELVRAAG 2

Hoe moet de gemeten data worden omgezet naar bruikbare informatie voor het promotieonderzoek?

Visualisaties vergemakkelijken de verwerking van informatie en zijn dus een goede manier om de gemeten data om te zetten naar bruikbare informatie. Ze vergemakkelijken dus ook de communicatie naar bijvoorbeeld klanten of collega's.

Door gemeten data om te zetten visualisaties in de vorm van fotoslides van de plattegrond van de onderzochte ruimte kunnen bewegingspatronen eenvoudig worden geanalyseerd.

2.4 HOOFDVRAAG

Welk bewegingsdetectiesysteem is het meest geschikt voor onderzoek naar bewegingspatronen in de werkomgeving?

Om bewegingspatronen in kaart te brengen zijn 3 belangrijke variabelen die moeten worden gemeten. De locatie, tijd en frequentie van metingen. Belangrijke kenmerken van meettechnieken zijn dan het schaalniveau, nauwkeurigheid, bereik, wachttijd, en datasnelheid. Daarnaast spelen batterijverbruik, kosten, mogelijkheid tot encryptie en storingen een grote rol bij de keuze voor een bewegingsdetectiesysteem.

Een model is gemaakt om real-time locating systems die binnenshuis op objectniveau kunnen meten te vergelijken (tabel 1). De volgende technieken kunnen op objectniveau meten:

- Bluetooth (BT);
- Infrarood (IR);
- Radio Frequency Identification (RFID);
- Ultra Sound (US);
- Ultra Wide Band (UWB);
- Wi-Fi;
- Zigbee.

	Nauw- keurig- heid	Be- reik	Batterij	Kosten	Storingen	En- cryptie	Wacht tijd	Datasnel- heid
BT	1-10m	10- 100 m	Laag	Laag	Multipath	Ja	Middel	0.721-24 Mbit/s
IR	5-10m	0.20- 2m	Laag	Laag	Licht, elektroma gn. Veld	Nee	Laag	0.009-2 Mbit/s
RFID	1-10m	0.01- 20m	Ze er laag	Hoog	Multipath	Ja	Laag	0.0024-16 Mbit/s
US	0.01- 0.20m	3- 20m	Ze er laag	Middel	Multipath , vocht, temp.	Nee	Laag	0.001-0.01 Mbit/s
UWB	0.1- 0.25m	10- 50m	Hoog	Hoog	Geen	Ja	Ze er laag	100-1000 Mbit/s
Wi-Fi	1-20m	50- 200 m	Hoog	Middel	Multipath	Ja	Laag	11-54 Mbit/s
Zig- bee	1.5-5m	10- 100 m	Ze er laag	Laag	Multipath	Ja	Ze er laag	0.02-0.25 Mbit/s

Tabel 1

Uit dit model blijkt dat Zigbee het meest geschikt is voor indoor bewegingsdetectie en tracking van een persoon. Het systeem is zeer nauwkeurig, het bereik kan groot zijn waardoor ook in grote omgevingen gemeten kan worden. Het batterijverbruik is zeer laag (bijna 10 jaar) (Pascual, 2012)

waardoor er voor lange tijd kan worden gemeten en de kosten laag blijven. Er kunnen multipath storingen optreden, maar dat is mogelijk bij bijna alle locatiebepalingstechnieken omdat er gebruik wordt gemaakt van radiosignalen. De wachttijd tot locatiebepaling is zeer laag dus er kan snel informatie worden opgeroepen om locatie van een object te achterhalen.

Echter is gebleken dat in de praktijk de Zigbee nog weinig wordt gebruikt als real-time locating system. Er zijn veelal experimenten mee uitgevoerd maar er ligt nog niet een klaar product op de markt. Dit wetende is er gekeken naar welk product dan wel geschikt zou zijn voor onderzoek naar bewegingspatronen in de werkomgeving.

Technisch gezien heeft Bluetooth veel overeenkomsten met de Zigbee. Bluetooth gaat echter korter mee in batterijduur, zo'n 2 jaar. (Estimote, Z.D.) Ook de wachttijd ligt iets lager, ongeveer 3 seconden (Koppers, 2009). De datasnelheid daarentegen ligt weer hoger waardoor er meer data kan worden gemeten. Bluetooth heeft dus bijna dezelfde voordelen als de Zigbee en kan dus ongeveer 2 jaar meten op 1 lading batterijen.

Bluetooth blijkt de meest geschikte techniek voor onderzoek naar bewegingspatronen in de werkomgeving. Het systeem dat tegenwoordig met bluetooth als real-time locating system kan worden gebruikt, is de iBeacon. De iBeacon kan worden door de nauwkeurigheid worden gezien als zeer betrouwbaar. Daarnaast is het een zeer klein onopvallend systeem wat ten goede zou kunnen komen voor de reactiviteit op metingen en het kan verbinden met zowel smartphones als met draagbare tags. De iBeacon wordt dan ook gezien als meest geschikt bewegingsdetectiesysteem voor onderzoek naar bewegingspatronen in de werkomgeving.

2.4.1 IBEACON

iBeacon is de verzamelnaam voor apparaten die een Bluetooth Low-Energy (BLE) signaal uitzenden. Een smartphone kan dit BLE signaal gebruiken om nauwkeurig de afstand te bepalen van de smartphone naar de uitzendende iBeacon. Dit kan voor verschillende doeleinden worden gebruikt, bijvoorbeeld om een klant die een winkel binnenloopt te begroeten met een push bericht, maar ook voor betalingen en om een soort indoor-navigatie mogelijk te maken (RTLS) (iBeacon Retail, Z.D.).

3 ADVIES

De keuze voor het meest geschikte bewegingsdetectiesysteem om bewegingspatronen in de werkomgeving in kaart te brengen is gevallen op de iBeacon.(figuur 2)

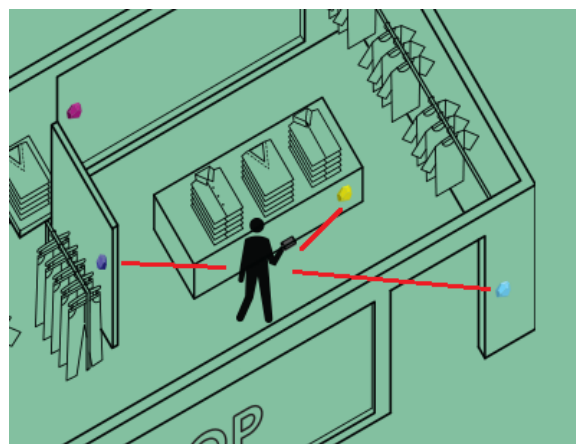


Figuur 2 – criptocoinsnews.com

3.1 IBEACON

iBeacon is een term die gebruikt wordt voor het verzenden en ontvangen van Bluetooth Low Energy (BLE) signalen. Een beacon wordt op een specifieke plaats aangebracht en zendt hier vandaan een Bluetooth signaal uit. Een kleine Bluetooth zender(beacon) verzendt signalen die een smartphone of andere beacon kan ontvangen. Hiermee kan nauwkeurig worden berekend wat de afstand en locatie is tot de eerste beacon. (Mansveld, 2014)

Door het gebruik te maken van drie iBeacons kan de exacte locatie worden bepaald door middel van triangulatie(plaatsbepaling door driehoeksmeting, zie figuur 3). Doordat mensen in de werkomgeving bijvoorbeeld constant in verbinding staan met de beacons, kan er worden gemeten hoeveel personen zich ergens bevinden. Er kan worden gemeten hoe lang iemand ergens staat en hoe diegene zich door de ruimte beweegt. Op een plattegrond kan de activiteit in een ruimte en de route door de ruimte inzichtelijk in kaart worden gebracht. Deze gegevens kunnen vervolgens worden geanalyseerd en zo kunnen er eventueel acties worden ondernomen.



Figuur 3

3.2 HET ONDERZOEK

3.2.1 START ONDERZOEK

Onderzoek naar bewegingspatronen met behulp van iBeacons begint met de aanschaf van het systeem. De iBeacon is relatief goedkoop, maar kan ook zelf worden gemaakt en geprogrammeerd mits dit wordt gedaan door iemand met de benodigde technische kennis. Denk daarbij wel om de bijbehorende software die moet worden gemaakt om de gemeten gegevens te kunnen analyseren. (zoals in figuur 4) Ook zijn er verscheidene Nederlandse bedrijven zoals Symbiotic(uit Groningen), Freed Interactive, Enduo, Balticode en Beaconized die kunnen helpen met het ontwikkelen en het implementeren van de juiste iBeacon toepassing.

3.2.2 ONDERZOEK EN ANALYSE

Na de aanschaf en installatie is er nog weinig omkijken naar de iBeacons. De batterij gaat tot wel 2 jaar mee waardoor er langdurige metingen kunnen plaatsvinden. De iBeacon is zeer nauwkeurig en kan, afhankelijk van de omgeving, tot wel tientallen meters nog signalen opvangen en verzenden. De gemeten data moet kunnen worden opgeroepen met een soort analyse dashboard. Bedrijven als Infsoft bieden dit ook aan.(figuur 4) Daar kunnen alle data worden geanalyseerd en verschillende filters op het beeld worden toegepast zodat verschillende situaties in kaart kunnen worden gebracht.



Figuur 4 - (Infsoft, Z.D.)

Wanneer een goed beeld is ontstaan van de situatie in de werkomgeving kunnen er interventies worden gepleegd. Vervolgens kan er opnieuw worden gemeten met de bestaande, reeds geïnstalleerde iBeacons.

4 REFERENTIES

English, W. (2012, april 24). Indoor Location Demonstrations at FDIC.

Estimote. (sd). *Estimote beacons*. Opgehaald van Estimote:

http://estimote.com/?gclid=CjkKEQjwttWcBRCuhYjhouveusIBeiQAwjy8IOkm0dMnEja2IGjcvlVgvZtLE8Yt-Hd16kkCPSG-0rnw_wcB

iBeacon Retail. (Z.D.). Opgehaald van iBeacon retail: <http://ibeacon-retail.nl/wat-ibeacon/>

Infsoft. (sd). Opgehaald van www.infsoft.de

Koppers, J. (2009). Location Based Services. Nijmegen, Nederland.

Mansveld, F. (2014, Januari 31). *iBeacon: Wat is het en Wat kan je ermee?* Opgehaald van Enduo:

<http://enduo.nl/blog/ibeacon-wat-is-het-en-wat-kan-je-ermee/>

Pascual, M. D. (2012, Mei). Indoor location systems based on zigbee networks.