



# Location-based services voor onderwijs- en onderzoeksinstellingen

|            |                                                                    |
|------------|--------------------------------------------------------------------|
| Versie:    | 1.0                                                                |
| Datum:     | 1 juni 2017                                                        |
| Auteur(s): | Peter Kort                                                         |
| E-mail:    | <a href="mailto:peter.kort@wifinity.nl">peter.kort@wifinity.nl</a> |
| Telefoon:  | +31 88 234 9494                                                    |

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Managementsamenvatting</b>                                                    | <b>4</b>  |
| <b>1 Projectopdracht</b>                                                         | <b>5</b>  |
| 1.1 Achtergrond                                                                  | 5         |
| 1.2 Opdrachtformulering                                                          | 5         |
| 1.2.1 Beschrijving van de technologie van indoor locatiebepaling en leveranciers | 5         |
| 1.2.2 Beschrijving van location-based services en leveranciers                   | 6         |
| 1.2.3 Beschrijving van de API's van Aerohive en Cisco                            | 6         |
| 1.2.4 Beschrijven van de privacyaspecten van location-based services             | 6         |
| 1.2.5 Verkenning vraagkant en beschrijven van enkele use-cases                   | 6         |
| 1.2.6 Mogelijke rollen voor SURFnet                                              | 6         |
| 1.3 Nadere afbakening van de opdracht                                            | 6         |
| 1.4 Op te leveren resultaat                                                      | 6         |
| <b>2 Indoorlocatiebepaling</b>                                                   | <b>7</b>  |
| 2.1 Wifi                                                                         | 7         |
| 2.2 Bluetooth                                                                    | 8         |
| 2.3 Netwerk- of clientgebaseerde systemen                                        | 9         |
| 2.3.1 Netwerkgebaseerd                                                           | 9         |
| 2.3.2 Clientgebaseerd                                                            | 9         |
| 2.3.3 Hybride                                                                    | 10        |
| 2.4 Principes locatiebepaling                                                    | 10        |
| 2.4.1 Cell-gebaseerd                                                             | 10        |
| 2.4.2 Tijd en tijdsverschil                                                      | 10        |
| 2.4.3 Ontvangsthoek                                                              | 11        |
| 2.4.4 Signaalsterkte (RSSI)                                                      | 12        |
| 2.4.5 Fingerprinting                                                             | 13        |
| 2.4.6 Gegist bestek                                                              | 13        |
| 2.5 Technologieleveranciers                                                      | 14        |
| 2.5.1 Cisco                                                                      | 14        |
| 2.5.2 Aruba/HPE                                                                  | 15        |
| 2.5.3 Ruckus                                                                     | 16        |
| 2.5.4 Aerohive                                                                   | 16        |
| 2.5.5 Huawei                                                                     | 17        |
| 2.5.6 Movin                                                                      | 18        |
| 2.5.7 Overzicht technologie leveranciers en gebruikte technologie                | 18        |
| 2.6 Conclusie                                                                    | 19        |
| <b>3 Location-based services</b>                                                 | <b>21</b> |
| 3.1 Use-cases                                                                    | 21        |
| 3.2 De location-based services stack                                             | 21        |
| 3.3 API's als basis voor location-based services                                 | 23        |
| 3.3.1 Aerohive                                                                   | 23        |
| 3.3.2 Cisco                                                                      | 24        |
| 3.3.3 API's en de relatie met de location stack                                  | 25        |
| 3.4 Leveranciers van location-based services                                     | 26        |
| 3.4.1 Partners van wifileveranciers                                              | 26        |
| 3.4.2 Blue Honey                                                                 | 27        |
| 3.4.3 Lone Rooftop                                                               | 28        |
| 3.4.4 Mapiq                                                                      | 30        |
| 3.4.5 Mazemaps                                                                   | 30        |
| 3.4.6 Movin                                                                      | 30        |
| 3.5 Conclusie                                                                    | 31        |
| <b>4 Privacy</b>                                                                 | <b>32</b> |
| 4.1 Wat is privacy?                                                              | 32        |

|            |                                                                                 |           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.2</b> | <b>Wettelijk kader</b>                                                          | <b>32</b> |
| 4.2.1      | Wet Bescherming Persoonsgegevens (Wbp)                                          | 33        |
| 4.2.2      | Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG)                                  | 33        |
| <b>4.3</b> | <b>Wifigerelateerde activiteiten Autoriteit Persoonsgegevens (voorheen CPB)</b> | <b>34</b> |
| 4.3.1      | Onderzoek CPB naar Bluetrace                                                    | 34        |
| 4.3.2      | Brief wifi-tracking aan VNG en Detailhandel Nederland                           | 35        |
| <b>4.4</b> | <b>Conclusie</b>                                                                | <b>35</b> |
| <b>5</b>   | <b>De vraagkant en use-cases</b>                                                | <b>37</b> |
| 5.1        | Universiteit/Hogeschool van Amsterdam, inzicht in gebouwbezetting               | 37        |
| 5.2        | Universiteit/Hogeschool van Amsterdam, Snel lokaliseren van vrienden            | 38        |
| 5.3        | Universiteit Utrecht, excursies in het onderwijs                                | 38        |
| 5.4        | Fontys Hogeschool: LBS als leerervaring, Quantified Students en facilitair      | 40        |
| 5.5        | Hogeschool Utrecht, learning statistics koppelen aan gebouwgebruik              | 42        |
| 5.6        | Wageningen University & Research, Inzicht in gebruik onderwijsruimten           | 43        |
| 5.7        | Conclusie                                                                       | 44        |
| <b>6</b>   | <b>De rollen voor SURFnet</b>                                                   | <b>46</b> |
| 6.1        | Criteria voor het selecteren van een rol                                        | 46        |
| 6.1.1      | Missie & werkwijze SURF                                                         | 46        |
| 6.1.2      | Diensten SURFnet                                                                | 46        |
| 6.1.3      | Rol criteria                                                                    | 46        |
| 6.2        | Manieren waarop SURFnet waarde kan toevoegen                                    | 47        |
| 6.3        | Rollen voor het stimuleren van location-based services                          | 48        |
| 6.4        | Evaluatie van de rollen                                                         | 50        |
| 6.5        | Conclusie                                                                       | 51        |
| <b>7</b>   | <b>Eindconclusie en aanbevelingen</b>                                           | <b>53</b> |
|            | <b>Referenties</b>                                                              | <b>56</b> |

---

## Managementsamenvatting

SURFnet heeft aan Wifinity gevraagd een verkennend onderzoek te doen naar de mogelijkheden van location-based services. Dit onderzoek is gestart, omdat location-based services potentieel zeer waardevolle diensten voor de SURFnet-doelgroep kunnen zijn. De diensten kunnen gebundeld worden met de SURFwireless-dienst, maar deze kunnen ook gebruikt worden als de instelling het draadloze netwerk in eigen beheer heeft. In het kader van het onderzoek beschrijven we in dit document achtereenvolgens de technologie en technologieleveranciers, enkele leveranciers van location-based services en API's van Cisco en Aerohive als interface tussen technologie en toepassing. Ook bekijken we de privacyaspecten van location-based services, en in een tweede deel zijn enkele use-cases in meer detail beschreven. Als laatste is gekeken naar de mogelijke rollen voor SURFnet op het vlak van location-based services en zijn enkele aanbevelingen gedaan.

We hebben gezien dat technologie voor locatiebepaling met Bluetooth en wifi algemeen beschikbaar is en gebruikt kan worden voor diverse toepassingen. De markt rond toepassingen is echter sterk in ontwikkeling. Kenmerkend hiervoor is de grote diversiteit aan software-leveranciers die toepassingen ontwikkelen. De huidige toepassingen zijn veelal gericht op de markt van retail en venues en niet op de onderwijsmarkt. Een onderwijstoepassing die zich wel duidelijk aftekent, en soms al in productie is, is het gebruik van wifidata om inzicht te krijgen in gebouwbezetting en de bezetting van onderwijsruimten teneinde de beschikbare ruimte beter te benutten. Daarnaast zien we dat wifidata een belangrijke rol spelen in het onderzoek rond learning analytics/quantified student, waarin gekeken wordt hoe het rendement van het onderwijs verhoogd kan worden.

Privacyaspecten spelen voor deze toepassingen, maar ook voor andere toepassingen, een belangrijke rol. De privacyaspecten worden gezien als lastig en bij experimenten en proof of concepts worden deze vaak vooruit geschoven. Op Europees niveau zal per mei 2018 de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) van toepassing zijn met onder meer de verplichting tot gegevensbescherming door ontwerp (privacy by design) en door standaardinstellingen (privacy by default).

### Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek komen we tot de volgende aanbevelingen voor SURFnet:

- Gezamenlijk inkopen van toepassingen die inzicht geven in bezetting van gebouw en onderwijsruimten, opdat deze toepassing makkelijker te realiseren is voor andere geïnteresseerde instellingen.
- Het volgen van ontwikkelingen rondom learning analytics/quantified student en regelmatig evalueren of dit een toepassing gaat worden die een groot deel van de SURFnet-doelgroep wil gaan gebruiken.
- Werken aan richtlijnen voor open wifidata-platformen waarin de borging van de privacy verwerkt is (privacy by design, privacy by default), waardoor deze platformen veilig benut kunnen worden voor diverse toepassingen.
- Actief monitoren op nieuwe toepassingen en stimuleren van experimenten met location-based services.

# 1 Projectopdracht

## 1.1 Achtergrond

SURFnet biedt vanaf begin 2016 een Wifi-as-a-Service dienst aan zijn doelgroep. Met deze dienst heeft SURFnet een belangrijke stap gezet met directe dienstverlening op de campus van de doelgroep. Dit opent de weg om meer toegevoegde waarde diensten in het draadvrije domein aan te bieden, zodat SURFnet de markt weer enkele stappen voor is. Zo is in de periode eind 2015/begin 2016 onderzoek gedaan naar “wifi-calling”<sup>1</sup>, waarbij de integratie tussen (mobiele) telefonie en wifi gerealiseerd wordt en het wifinetwerk kan dienen om problemen met indoordekking met mobiele telefonie te voorkomen.

In dit nieuwe onderzoek staat de rol van het wifinetwerk bij indoorplaatsbepaling en location-based services centraal.

## 1.2 Opdrachtformulering

SURFnet heeft aan Wifinity gevraagd een verkennend onderzoek te doen naar de mogelijkheden van location-based services, de rol voor SURFnet en enkele concepten of diensten voor te stellen die verder ontwikkeld kunnen worden. Dit onderzoek is gestart omdat location-based services potentieel zeer waardevolle diensten voor de doelgroep van SURFnet kunnen zijn. Deze diensten kunnen gebundeld kunnen worden met de SURFwireless dienst en kunnen ook gebruikt worden als de instelling het wifinetwerk in eigen beheer heeft.

Voor het onderzoek hebben we de volgende stappen gezet:

- Beschrijving van de technologie van indoor locatiebepaling en leveranciers;
- Beschrijving van location-based services en leveranciers;
- Beschrijving van de API's van Cisco en Aerohive;
- Beschrijven van de privacyaspecten;
- Verkenning van de vraagkant en beschrijven van enkele use-cases;
- Beschrijving van de mogelijke rollen voor SURFnet;

In de volgende paragrafen worden deze stappen nader beschreven.

### 1.2.1 Beschrijving van de technologie van indoor locatiebepaling en leveranciers

Voor een beschrijving van de technologie en de technologie leveranciers hebben we gekeken wat de bekende wlan-leveranciers aanbieden op het vlak van locatiebepaling. Van de oplossingen is een beschrijving opgenomen.

De leveranciers hebben we bepaald aan de hand van de marktaandelen<sup>2</sup> en het Gartner Magic Quadrant<sup>3</sup>. Een belangrijk kenmerk van de enterprise WLAN-markt is dat de marktaandelen zeer ongelijk verdeeld zijn, ca. 2/3 van de markt is in handen van de top 3 (Cisco, Aruba/HPE, Ruckus). De overige 1/3 is verdeeld over diverse leveranciers waar onder Aerohive, Alcatel Lucent, Fortinet, Huawei, Motorola/Zebra, Ubiquity, Xirrus en diverse anderen. De top 3 verschilt onderling aanzienlijk, marktleider Cisco heeft een marktaandeel van ca. 45%, Aruba/HP ca. 15% en Ruckus ca. 6%, de marktaandelen van de overige spelers zijn kleiner dan 4%.

---

<sup>1</sup> De Nederlandse operators gebruiken nu de termen “bellen over WiFi”, VoWiFi en “WiFi bellen”

<sup>2</sup> <https://www.statista.com/statistics/219473/global-market-share-of-enterprise-wlan-vendors/>

<sup>3</sup> Gartner Magic Quadrant for wired and wireless LAN access infrastructure August 2016

---

Omdat we binnen de scope niet alle wlan-leveranciers kunnen beschrijven nemen we in dit onderzoek de top 3 nl. Cisco, Aruba/HPE, Ruckus op, aangevuld met Aerohive en Huawei. Huawei nemen we op omdat deze hoog in het kwadrant van visionairs zit. Ook in de carrier wifi-markt is Huawei, naast Ruckus en Cisco een belangrijke speler. Aerohive, ook één van de visionairs volgens Gartner, is opgenomen omdat deze speler voor SURFnet relevant is aangezien de SURFwireless dienst op deze producten is gebaseerd.

#### *1.2.2 Beschrijving van location-based services en leveranciers*

De markt rondom location-based services is sterk in ontwikkeling en nog niet zo duidelijk afgebakend. Diverse partijen en verschillende soorten partijen (softwareontwikkelaars, systeem-integratoren, kaartontwerpers) zijn actief. Deze leveranciers hebben we gevonden doordat ze al bij SURFnet of Wifinity bekend waren, maar ook vanuit de interviews met de wlan-leveranciers en input vanuit de SURFnet doelgroep. Uiteindelijk is gesproken met: LoneRooftop, Movin, BlueHoney en zijn Mazemap en Mapiq beschreven op basis van publieke informatie. Daarnaast is gekeken naar de verschillende partijen die onderdeel zijn van partnerprogramma's van de wlan-leveranciers.

#### *1.2.3 Beschrijving van de API's van Aerohive en Cisco*

Met API's kunnen 3<sup>de</sup> partijen applicaties, apps en toepassingen ontwikkelen en daarbij gebruik maken van de locatie informatie vanuit het wifinetwerk. Dit is een belangrijke component om de informatie breder te ontsluiten en meer toepassingen te genereren. We beschrijven kort de functies van de location-based services API's voor Cisco en Aerohive, twee belangrijke partijen voor SURFnet en deelnemers.

#### *1.2.4 Beschrijven van de privacyaspecten van location-based services*

Privacy is een steeds belangrijker onderdeel van IT-systemen, zo ook voor location-based services. Op basis van literatuur en informatie van de Autoriteit Persoonsgegevens (AP, voor 2016 bekend als het College Bescherming Persoonsgegevens CPB), zijn de privacyaspecten van Location Based Service beschreven.

#### *1.2.5 Verkenning vraagkant en beschrijven van enkele use-cases*

Bij een vijftal instellingen die actief bezig zijn met location-based services zijn interviews gehouden, waarbij onder meer gekeken is naar het doel van de toepassing, de status van de ontwikkeling (ideeëvorming, experiment, Proof of Concept of productie), de privacyaspecten en de leerervaringen.

#### *1.2.6 Mogelijke rollen voor SURFnet*

Op basis van het voorgaande zijn een aantal rollen en activiteiten beschreven waarmee SURFnet de ontwikkelingen op het vlak van toepassing van location-based services zou kunnen stimuleren en versnellen. Deze rollen zijn in een workshop met de projectgroep "Draadsvrij" geëvalueerd en op basis hiervan zijn enkele aanbevelingen gedaan.

### *1.3 Nadere afbakening van de opdracht*

Naast wifi zal ook de ontwikkeling van Bluetooth Low Energy (BLE) meegenomen worden. Andere technologieën waaronder Ultra Wide Band, Lora, licht, geluid en magnetisme kunnen ook gebruikt worden voor locatiebepaling, beschrijving hiervan valt buiten de scope van dit onderzoek.

### *1.4 Op te leveren resultaat*

Het resultaat van de opdracht is een rapportage van alle bevindingen en enkele presentaties voor de relevante stakeholders.

## 2 Indoorlocatiebepaling

GPS is een bekend en veel gebruikte methode om locatie te bepalen. Steeds meer applicaties maken gebruik van locatie om de functies te verrijken. Locatiebepaling met GPS is echter niet altijd mogelijk of betrouwbaar. Omdat GPS afhankelijk is van satellieten kan alleen nauwkeurig positie worden bepaald als voldoende satellieten “gezien” worden. In stadscentra en binnen gebouwen is dat niet altijd het geval.

Om in binnenruimten toch locatie te kunnen bepalen zullen andere plaatsbepalingsmethodes gebruikt moeten worden en spreken we van indoorlocatiebepaling. Vaak wordt hiervoor wifi of Bluetooth gebruikt omdat deze technologieën ook breed beschikbaar zijn.

Als de locatie van een object bekend is kan dat de basis vormen voor allerlei specifieke diensten. Ook kan aan bestaande diensten en toepassingen locatie informatie toegevoegd worden zodat de functionaliteit uitgebreid kan worden of locatie specifiek gemaakt worden. Voor deze diensten en toepassing hanteren we dan de naam location-based services (LBS).

In de volgende paragrafen geven we een algemene introductie van locatiebepaling met wifi en Bluetooth, vervolgens kijken we specifieker naar de principes voor die voor locatiebepaling gebruikt kunnen worden. Als laatste geven we het begrip location-based services wat meer inhoud.

### 2.1 Wifi

Als snel nadat de eerste wifi-standaarden gepubliceerd werden (IEEE802.11 in 1997) werd er nagedacht over locatiebepaling met wifi en verschenen de eerste bedrijven, Aeroscout (1999) en Ekahau (2002) die LBS-oplossingen commercieel aanboden. Deze Real Time Location Services (RTLS) oplossingen maakten gebruik van tags, kleine wifi zend/ontvangers. Door deze tags aan objecten vast te maken of mee te geven met personen konden deze gevolgd worden.

De tags waren relatief duur en het relatief hoge stroomverbruik zorgde voor een beperkte levensduur van de batterijen. Door de tags niet continue, maar beperkt te laten zenden kon de batterijduur verlengd worden. Dit werd bereikt door zogenaamde “blink modes” waarin de tag op een instelbare regelmaat van zich liet horen. Meer geavanceerd was het gebruik van exciters, welke de tags “tot leven riepen” op plekken waar dat locatiebepaling relevant werd. In de logistiek kan je hierbij denken bijvoorbeeld een laad/los perron.

Naast locatiebepaling kunnen intelligente tags gebruikt worden om zaken zoals batterijstatus, beweging, temperatuur, luchtvochtigheid etc. te meten, op te slaan en naar een server te versturen zodra de tag “tot leven geroepen” is.

De eerste use-cases waren vooral te vinden in ziekenhuizen en de logistiek. In ziekenhuizen werden de oplossingen ingezet voor het vinden van de locatie van (dure) medische apparatuur. In de logistiek in het volgen van objecten en bijvoorbeeld gedurende het vervoer controleren van de temperatuur.

Inmiddels zijn zowel Aeroscout als Ekahau overgenomen. Aeroscout is sinds juni 2012 onderdeel van Stanley Healthcare en in maart 2016 zijn de Real-Time-Location Services van Ekahau overgenomen door AiRISTA.

---

De wlan-leveranciers volgden later met hun oplossingen voor plaatsbepaling, van de top 3 boden eerst Cisco, Aruba/HPE en meer recent Ruckus oplossingen voor plaatsbepaling.

Voor plaatsbepaling van mensen is niet langer een tag vereist. Inmiddels heeft vrijwel iedereen een smartphone waarvan wifi veelal geactiveerd is. Ook andere apparatuur heeft steeds vaker een wifi-chip aan boord. Dit is voor een wifinetwerk voldoende om de locatie van een telefoon of apparaat te bepalen. Hiervoor hoeft de gebruiker of apparaat niet met een bepaald wifinetwerk (SSID) verbonden te zijn.

Hierdoor en door de snelle verspreiding van smartphones is wifi een zeer geschikt middel geworden om bezoekersaantallen en bezoekersstromen te analyseren. Op basis van het MAC-adres kan vastgesteld worden hoe vaak een bepaalde smartphone in een bepaald gebied geweest is. Niet iedere gebruiker kon dat waarderen en als tegenbeweging heeft Apple in iOS8 functies geïntroduceerd die door middel van random MAC-adressen ervoor zorgen dat gebruikers niet gevolgd kunnen worden<sup>4</sup>.

## 2.2 Bluetooth

De Bluetooth 1.0 versie werd voor het eerst in 1998 gelanceerd, ongeveer tegelijk met wifi. Bluetooth wordt gepositioneerd als Personal Area Network (PAN) met een bereik van ca. 5- 10 meter<sup>5</sup>. De snelheid was initieel laag, ca 1Mb/s, maar in de loop der jaren zijn achtereenvolgens nieuwe versies van de standaard verschenen (inmiddels versie 5) met nieuwe features en ondersteuning van snelheden tot 25Mb/s.

Rond 2007/2008 is Proximity of Bluetooth marketing een hype geweest. Bij proximity marketing stuurt een Bluetooth zender (bijvoorbeeld in een winkel, reclamezuil of tramhalte) broadcast berichten uit die opgevangen worden door alle telefoontoestellen in de buurt. Deze berichten kunnen reclameboodschappen en aanbiedingen bevatten en worden op het toestel weergegeven. Dit was een innovatieve manier, maar nooit echt doorgebroken omdat gebruikers bluetooth aan moeten zetten, en dat was voor die tijd nog niet gebruikelijk. Anderzijds hadden gebruikers geen behoefte aan deze boodschappen en was reclame op (mobiel) internet selectiever en effectiever.

Inmiddels is Bluetooth 5 de standaard, deze biedt met de Bluetooth Low Energy (BLE) variant een veel lager stroomgebruik. BLE is speciaal ontworpen voor de Internet of Things ontwikkelingen. Door het lage energieverbruik staat Bluetooth inmiddels op veel mobiele telefoons, om te koppelen met carkits, headsets, smartwatches, externe luidsprekers, etc. etc., standaard aan.

Met de introductie van de iBeacon door Apple in 2013 is Proximity of Bluetooth marketing weer actueel geworden. iBeacons maken gebruik van Bluetooth BLE en sturen een unieke identifier UUID uit welke ontvangen kan worden door een apparaat met een hiervoor geschikte app. Deze identifier kan vervolgens gebruikt worden om de locatie van het apparaat te bepalen, en bijvoorbeeld de trigger zijn voor locatie gebaseerde acties, zoals een bericht.

---

<sup>4</sup> Deze random MAC-adressen worden alleen gebruikt als de gebruiker niet verbonden is met een wifinetwerk. Zodra de gebruiker verbonden is, is het noodzakelijk een vast MAC-adres te gebruiken en kan er wel weer gevolgd worden.

<sup>5</sup> Dit geldt voor de meeste mobiele apparatuur, veelal Bluetooth class 2 devices. Voor Proximity of Bluetooth marketing worden vaak Bluetooth class 1 devices gebruikt, hiervan is het zendvermogen hoger en het bereik ca. 20-30 meter.



Na Apple hebben meer bedrijven BLE beacons geïntroduceerd, waaronder Google met de Eddystone in 2015. De voordelen van BLE beacons zijn de lage kosten (ca. €10-€20 per stuk, afhankelijk van volume) en de kleine vormfactor en batterijvoeding. Hierdoor is er geen afhankelijkheid met externe infrastructuur en kan met beacons en een app snel een locatie gebaseerde dienst gemaakt worden.

Daar waar de eerste generaties van beacons een beperkte batterij levensduur hadden van 1-2 jaar, doen latere generaties 3-5 jaar met een batterij. Een andere oplossing voor het batterijprobleem zijn beacons die hun voeding krijgen via USB, en op bijvoorbeeld een access point met USB-poort aangesloten kunnen worden. Assetmanagement is derhalve een belangrijk activiteit voor grote beacon-installaties.

Een zeer recente ontwikkeling zijn virtual beacons, de startup Mist<sup>6</sup> (oa. door Cisco gefinancierd) biedt BLE acces-points aan waarin 16 directionele antennes zijn opgenomen die elk een “beam” van BLE creëren. Door middel van een SDK/app en een clouddienst kan op basis van de beams een nauwkeurige locatie bepaald worden en aangegeven worden bij welk “virtual” beacon de gebruiker in de buurt is. Mist claimt hiermee de functionaliteit van beacons te bieden, zonder de nadelen van batterij verbruik en vaste fysieke beacon locaties.

Een andere recente ontwikkeling van Google is “The Physical Web”<sup>7</sup>, waarbij BLE beacons continue een specifieke URL’s sturen die opgevangen kunnen worden door mobiele devices in de buurt. Een “nearby notifications” app kan de gebruiker attent maken op de diensten die er in de buurt zijn. De URL zelf verwijst naar een website of webapp waarmee evt. verdere transacties plaatsvinden. De beacon is uitsluitend het baken, kan zeer goedkoop gemaakt worden en zou onderdeel kunnen worden van allerlei dagelijkse producten.

## 2.3 *Netwerk- of clientgebaseerde systemen*

### 2.3.1 *Netwerkgebaseerd*

In de eerste locatiebepalingssystemen op basis van wifi werd intelligentie aan het netwerk toegevoegd om de locatie van een wifizender of tag te bepalen. Op basis van de signalen van de zenders en de bekende posities van de access-points berekende het netwerk waar de zender zich bevond. Voor deze bepaling of berekening zijn diverse mogelijkheden, in paragraaf 2.4 worden deze in meer detail beschreven.

### 2.3.2 *Clientgebaseerd*

Door de snelle opkomst en ontwikkeling van smartphones is er op smartphones steeds meer functionaliteit geïntegreerd en is veel rekenkracht beschikbaar. Hierdoor is het ook mogelijk geworden dat de smartphones zelf hun locatie bepalen in plaats van dit door het netwerk te laten doen.

Een goed voorbeeld hiervan zijn de iBeacons / BLE beacons; de unieke code die het beacon uitzendt kunnen door apps gebruikt worden om functies aan te verbinden, bijvoorbeeld de positie op een kaart zetten, een bericht aan de gebruiker laten zien. Het bericht of de kaartpositie komt hierbij niet van het netwerk, maar vanuit de app. De positie kan nog nauwkeuriger bepaald worden door gebruik te maken van de signalen van meer beacons en in combinatie met bijvoorbeeld fingerprinting. Doordat de database in een offline fase samengesteld wordt, kan deze met de app gedownload worden en kan de client geheel zelfstandig zijn locatie bepalen.

---

<sup>6</sup> <https://www.mist.com/>

<sup>7</sup> <https://google.github.io/physical-web/>

### 2.3.3 Hybride

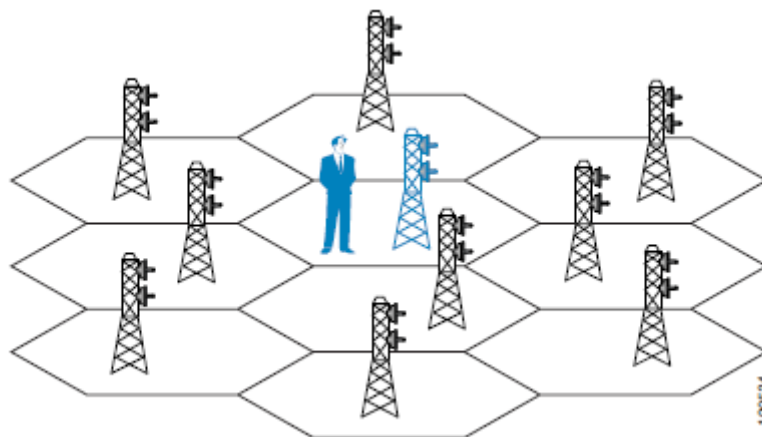
Hybride vormen zijn ook mogelijk, waarbij zowel netwerk als client intelligentie bevatten. Bijvoorbeeld systemen waarbij het netwerk de locatie van de client bepaalt en deze doorgeeft aan de client opdat de app op de client de locatie kan gebruiken. Ook andersom komt voor waarbij de client zijn positie bepaalt en deze aan het netwerk of server laat weten, bijvoorbeeld voor statistieken.

## 2.4 Principes locatiebepaling

Voor het bepalen van de locatie van een object kunnen een aantal principes worden gebruikt. Hieronder staan enkele principes beschreven die in het draadloze domein toegepast worden.

### 2.4.1 Cell-gebaseerd

Draadloze communicatie wordt mogelijk gemaakt door met vaste opstellingen van zenders/ontvangers “dekens” of cellen met dekking te creëren. Via zo’n opstelpunt (GSM) of access-point (wifi) kan het draadloze station met de rest van het netwerk communiceren. Voor de duur van de communicatie heeft het draadloze station contact met deze zender/ontvanger. Aangezien bekend is hoe groot het bereik van de zender/ontvanger is, is hiermee ook bekend in welk gebied een client zich bevindt. Dit is redelijk grofmazig afhankelijk van de reikwijdte van omvang van de cellen.

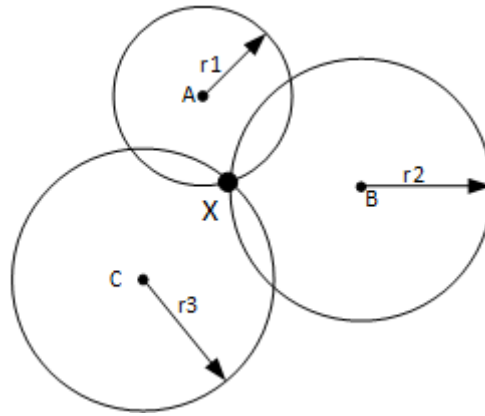


**Figuur 1, Cell of Origin naar [10]**

### 2.4.2 Tijd en tijdsverschil

Radiogolven planten zich met een vaste snelheid van ongeveer de lichtsnelheid voort door de ruimte. Hierdoor kan op basis van het tijdsverloop tussen zenden en ontvangen de afstand tot een zender berekend worden.

Als de afstand tot een zender bekend is, zal de positie van het object zich ergens op een cirkel rond deze zender bevinden. Door de afstand tot een tweede zender te bepalen is een tweede cirkel bekend en bevindt het object zich in een van de twee snijpunten van deze cirkels. Een derde bron kan zekerheid geven over de positie van het object.



**Figuur 2, De tijd/afstand gebaseerde methode**

Door niet uit te gaan van cirkels maar van bollen kan op gelijke wijze een positie in de ruimte bepaald worden. Het mondiale gps-systeem is een belangrijk voorbeeld van een systeem dat op dit principe is gebaseerd.

Nadeel van deze methode is dat de tijd zeer precies bekend moet zijn. Om de tijd tussen zenden en ontvangen te kunnen meten moeten de tijd tussen de bronnen en het object gesynchroniseerd zijn. Daarnaast leidt door de hoge snelheid van de radiogolven een kleine fout in de tijdsmeting al tot grote verschillen in afstand en locatie.

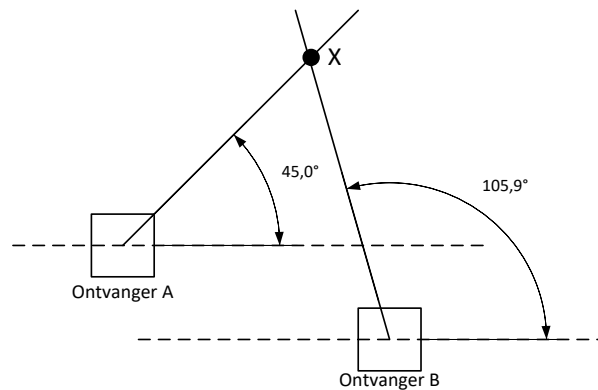
Door uit te gaan van de tijdsverschillen is het niet nodig dat het object zelf ook een nauwkeurige klok bevat. Alleen de bronnen hebben in dat geval een nauwkeurige klok nodig. Gps-satellieten beschikken bijvoorbeeld over atoomklokken, de (consumenten) gps-ontvangers niet.

In indoor situaties zijn de cellen echter verre van rond, door reflecties en dempingen is het signaalverloop veel grilliger, hetgeen de nauwkeurigheid sterk beïnvloed (zie ook Figuur 5, wifi cellen hebben in de praktijk onregelmatige vormen).

#### 2.4.3 Ontvangsthoek

Een andere methode om de locatie van een object te bepalen is op basis van 2 of meer ontvangers met een bekende locatie. Door vanuit deze ontvangers de hoek te meten waar het signaal vandaan komt kan berekend worden waar de zender zich bevindt.

Voorwaarde is dat de ontvangers met een zekere nauwkeurigheid de hoek kunnen bepalen. In de meest eenvoudige vorm kunnen richtantennes gebruikt worden om de hoek te bepalen. Het peilen van een illegale zender door de radiocontroledienst is hier een voorbeeld van.



**Figuur 3, de hoek gebaseerde methode**

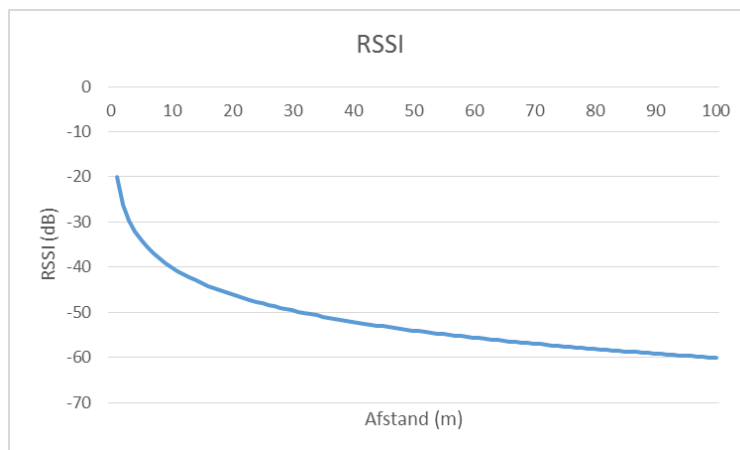
Voor de indoortoepassingen in deze rapportage is het fysiek richten van een antenne niet praktisch, maar met geavanceerde antenne technieken kan een ontvanger ook de hoek meten zonder het richten van een fysieke antenne. Hierbij wordt gebruik gemaakt van antenne arrays, verschillen in fase/tijd van het inkomende signaal. Het uitwerken van de technische details voert hier te ver.

In indoor situaties is door reflecties en afbuiging van het signaal de exacte hoek van het signaal lastig te bepalen, hetgeen de nauwkeurigheid sterk beïnvloed.

#### 2.4.4 Signaalsterkte (RSSI)

Deze methode is gebaseerd op het meten van de ontvangen signaalsterkte en is bekend als de RSSI (Received Signal Strength Indicator) methode.

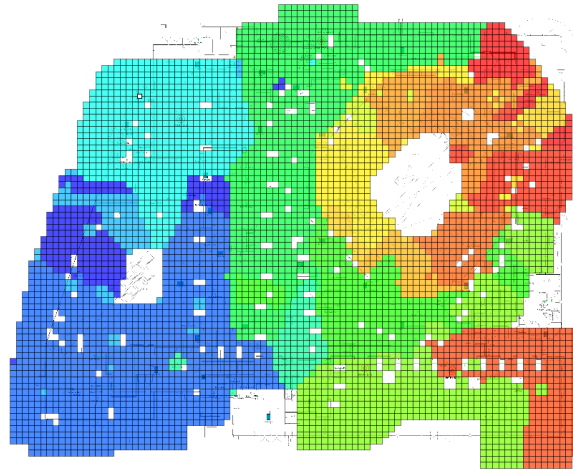
De signaalsterkte van een radiosignaal neemt af naarmate de ontvanger verder van de bron verwijderd is. Door de lucht, dus zonder obstakels, is de zogenaamde Free-Space Path Loss (FPSL) afhankelijk van de afstand van de bron en de frequentie van het signaal<sup>8</sup>, zie Figuur 4.



**Figuur 4, Voorbeeld van wifi signaalsterkte vs. afstand**

Als het signaalniveau van de zender bekend is kan het object door het meten van het ontvangstsignaal bepalen welke afstand het tot de zender heeft. Analoog aan de tijd gebaseerde methode kan bij vaststaande zenderopstellingen met meer metingen vastgesteld worden wat de locatie is.

<sup>8</sup> De bijbehorende formule is Free-Space Path Loss =  $20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) - 27.55$ , waarbij  $d$  in meters en  $f$  in MHz gegeven worden.



**Figuur 5, wifi cellen hebben in de praktijk onregelmatige vormen**

Helaas is vooral in gebouwen niet alleen sprake van free-space path loss en zijn de cellen niet mooi rond. Veel andere factoren zoals demping en reflecties door materialen in het gebouw hebben invloed op de path loss en de resulterende sterkte van het ontvangen signaal (zie Figuur 5). Hiermee zal in de praktijk rekening gehouden moeten worden om de nauwkeurigheid te verhogen.

#### 2.4.5 Fingerprinting

Fingerprinting is een andere methode van het bepalen van locatie en gebaseerd op patroonherkenning. In dit geval meet het object bijvoorbeeld de RSSI (Received Signal Strength Indicator) van verschillende zenders en zal in een database gaan zoeken welke locatie op basis van het ontvangen patroon het meest waarschijnlijk is.

Bij dit principe is er sprake van een offline en een real-time fase. In de offline fase wordt de database gevuld door op verschillende plekken metingen te doen en deze in de database op te slaan. In de real-time fase kan dan aan de hand van de metingen door het object en zoeken in de database een locatie bepaald worden. In [1] is hiervan een beschrijving te vinden.

Doordat in deze methode rekening gehouden wordt met de (radio) eigenschappen van het gebouw kan een hogere nauwkeurigheid bereikt worden. Wel zijn er metingen vooraf nodig en zullen metingen opnieuw gedaan moeten worden als de (radio) eigenschappen van het gebouw veranderen, door bijvoorbeeld verhuizingen, verbouwingen of verplaatsingen.

Fingerprinting kan ook gedaan worden met andere bronnen dan draadloze zenders, of een combinatie van bronnen, bijv. naast RSSI van een wifinetwerk, de RSSI van Bluetooth gecombineerd worden. Voorbeelden van andere bronnen zijn kenmerken van lichtbronnen, het magnetisch veld en zelfs omgevingsgeluid [2]. Ook hier geldt dat een aanpassing van de omgeving nieuwe metingen noodzakelijk kan maken.

#### 2.4.6 Gegend bestek

Gegend bestek of in het Engels deadreckoning is een bekende term uit de scheepvaart en gaat ervan uit dat als vaarrichting (kompaskoers) en snelheid bekend zijn de positie berekend kan worden aan de hand van een vorige bekende positie, tijdsverloop en een vectorberekening.

De moderne variant hiervan kan gebruikt worden door een smartphones die over gps en Inertial Measurement Unit (IMU) beschikt. De IMU kan gebruikt worden om stappen te detecteren, de staplengte en richting te schatten. Door de stappen en staplengte te combineren met richting en

de laatst bekende gps-positie kan een indicatie van de nieuwe locatie worden verkregen [4, 5]. Op deze wijze kan een client zijn positie bij benadering bepalen als er (tijdelijk) geen gps-ontvangst is.

## 2.5 Technologieleveranciers

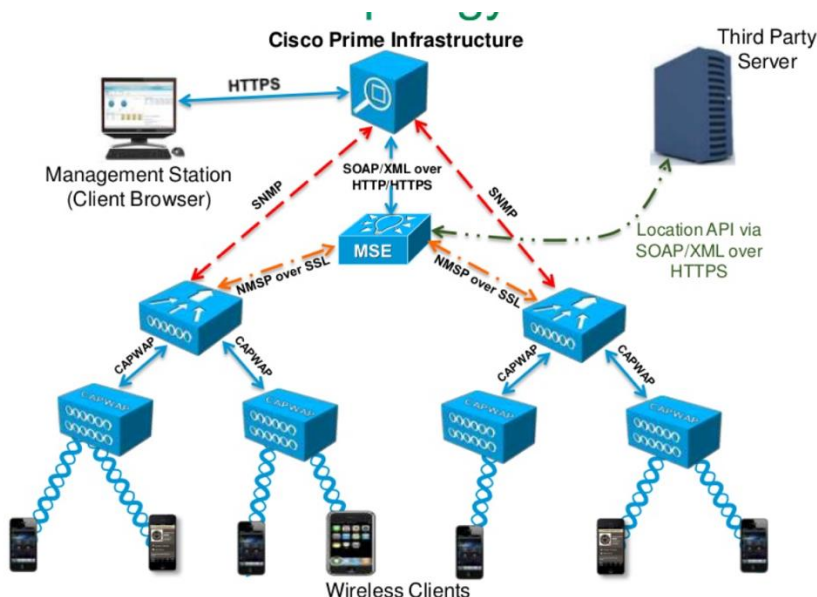
### 2.5.1 Cisco

Cisco biedt al een geruime tijd producten voor locatiebepaling, eerst met behulp van een Location Appliance, later de Mobility Service Engine en tegenwoordig de CMX, wat staat voor Connected Mobility Experience. Hier is ook de ontwikkeling te zien van technologie naar toepassing. De eerste stappen op locatiebepaling waren voornamelijk gericht op het beheer van het netwerk en het lokaliseren van stoorbronnen, later kwam daar locatiebepaling van objecten bij.

CMX is duidelijk een platform om de mobiele ervaring van gebruikers te verrijken. Op de website spreekt Cisco van “analyseren van bezoekersgedrag”, “op een persoonlijker niveau benaderen”, “maakt gasttoegang op wifi makkelijker” en het “makkelijk volgen van mensen en middelen”. Voor CMX maakt Cisco gebruik van RSSI en standaard Cisco access points. De door Cisco opgegeven nauwkeurigheid is 5-10 meter.

Daarnaast bestaat er voor de high end access points (Cisco 3600 en 3700) een Hyperlocation module. Dit is een ringvormige module met additionele antennes en apparatuur die om een access point geplaatst wordt. Door de Hyperlocation module kan gebruik gemaakt worden van hoekmetingen. Cisco geeft hiervoor een nauwkeurigheid op van 1-3 meter. Randvoorwaarde is wel dat de client met het wifinetwerk verbonden (associated) is en er een Line-Of-Sight (LOS) verbinding is van de client naar 3 of 4 access points.

De hyperlocation module bevat ook BLE en de mogelijkheid virtual beacons te gebruiken.



**Figuur 6, De Cisco LBS architectuur**

Bovenstaande locatiebepaling is onderdeel van de Cisco CMX location licentie/module, daarnaast zijn 2 additionele licenties/modules verkrijgbaar

- 1) CMX connect, een module voor gastenportaal, opt-in en opt-out van gebruikers mbt. locatiebepaling, diverse onboardingmethoden (registratie, SMS, social login), zaken zoals

het beperken van de bandbreedte van gasten afhankelijk van de locatie en eenvoudige analyses van bezoekers.

- 2) CMX analytics, een module waarmee inzicht gekregen kan worden in bezoekers, vs. voorbijgangers, de tijd dat men in de winkel blijft (dwell time), aantal keer dat men de winkel bezoekt (loyalty). Door bepaling van X.Y coördinaten kunnen ook analyses gemaakt worden van verkeersstromen en heatmaps gecreëerd worden de drukte in een bepaalde zone. Deze informatie is via een API toegankelijk.

De CMX licentiestructuur is gebaseerd op een licentie per AP.

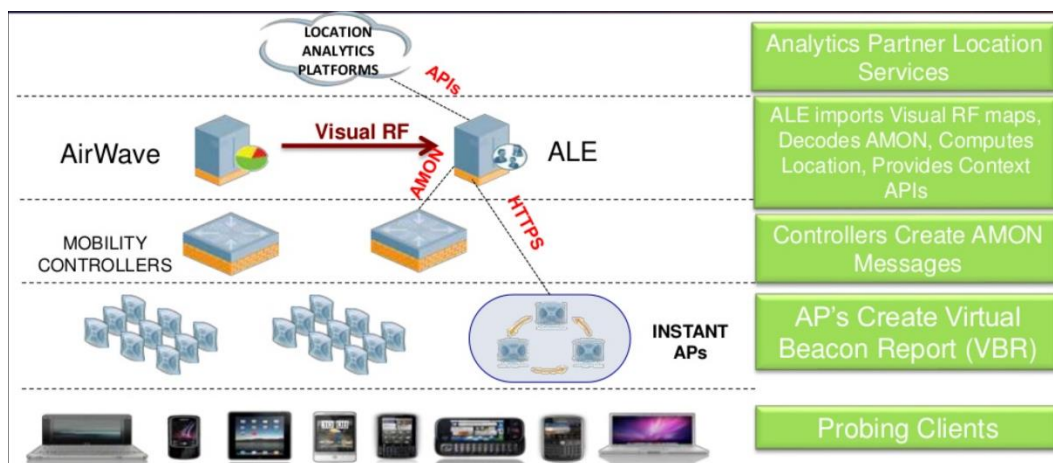
Daarnaast heeft Cisco een separate Cisco Beacon Point, ook onderdeel van CMX, dit is waarschijnlijk het door Mist ontwikkelde apparaat met een antenne array met 16 elementen waarmee 8 virtuele beacons gecreëerd kunnen worden in een gebied van ca. 250m<sup>2</sup>. Dit Cisco Virtual Beacon point wordt geleverd met een SDK om apps te ontwikkelen voor indoor navigatie en op het gebied van klantbeleving.

### 2.5.2 Aruba/HPE

De Aruba Analytics and Location Engine (ALE) is een server die data verzamelt van mobiele devices in een Aruba wifinetwerk en beschikbaar maakt in een API voor verdere analyse. ALE heeft 3 functies:

- 1) Context informatie uit het netwerk verzamelen, device types, applicatie gebruik en gebruikersnamen.
- 2) Locatie berekenen voor verbonden en niet verbonden wifi-apparatuur. Dit doet Aruba op basis van de RSSI of eenvoudigweg door het bepalen van de AP waar de client het dichtst bij is.
- 3) Het opslaan en doorsturen van de context en locatie informatie door een tweetal API's: een polling API of een publish-subscribe API.

De ALE licentie structuur is gebaseerd op een per AP licentie.



Figuur 7, De Aruba/HP LBS architectuur

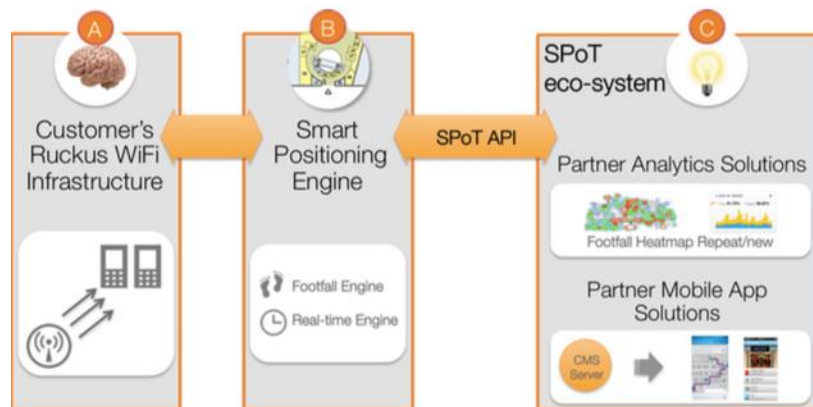
Daarnaast heeft Aruba een op BLE gebaseerde propositie met de naam Meridian. Meridian wordt gepositioneerd als een mobile app platform en bestaat uit de volgende componenten:

- Meridian editor, content management systeem
- Appmaker, module die gebruikt wordt om een app te bouwen
- Mapping en Wayfinding, een functie die het mogelijk maakt locatie en route te integreren in een app
- Software Development Kits voor navigatie, indoor locatie en proximity marketing
- Aruba Location Services op basis van Beacons



### 2.5.3 Ruckus

Ruckus biedt ook indoor locatiebepaling aan in de vorm van Smart Positioning Technology (SPoT). SPoT is er in 2 varianten SPoT Point en SPoT presence. De eerste geeft een nauwkeurigere plaatsbepaling, de tweede is met name voor bepaling van aanwezigheid. Voor SPoT Point geeft Ruckus een nauwkeurigheid van 5-10 meter op. SPoT is beschikbaar als een clouddienst, maar ook in de vorm van een on-premise oplossing met een virtual VMware appliance. Voor locatiebepaling wordt een fingerprinting systeem gebruikt. Standaard biedt de oplossing een dashboard met retail georiënteerde statistieken zoals drukte, verblijfstijden, en loyalty.



**Figuur 8, De Ruckus SPoT cloud oplossing voor LBS**

Ook Ruckus biedt een API aan waarmee 3<sup>e</sup> partijen locatie informatie kunnen gebruiken voor hun app en toepassingen, deze API is beschikbaar in een polling en push variant.

Ruckus maakt gebruik van een licentie structuur die de keuze geeft de licentie te baseren op het aantal access points of het aantal devices waarvoor locatie bepaald wordt. Dit kan aantrekkelijk zijn voor netwerken met relatief veel AP's ten opzichte van het aantal devices waarvoor locatiebepaling gedaan zal worden.

### 2.5.4 Aerohive

Bij Aerohive is LBS onderdeel van de HiveManager. Door plattegronden van een gebouw in de HiveManager te laden en de AP posities hierop bekend te maken, kan de HiveManager de locaties van clients laten zien op deze plattegrond. Aerohive biedt daarnaast de mogelijkheid met tracking de beweging van clients te zien. Via een API kan toegang tot deze gegevens worden verkregen (zie paragraaf 3.3.1).





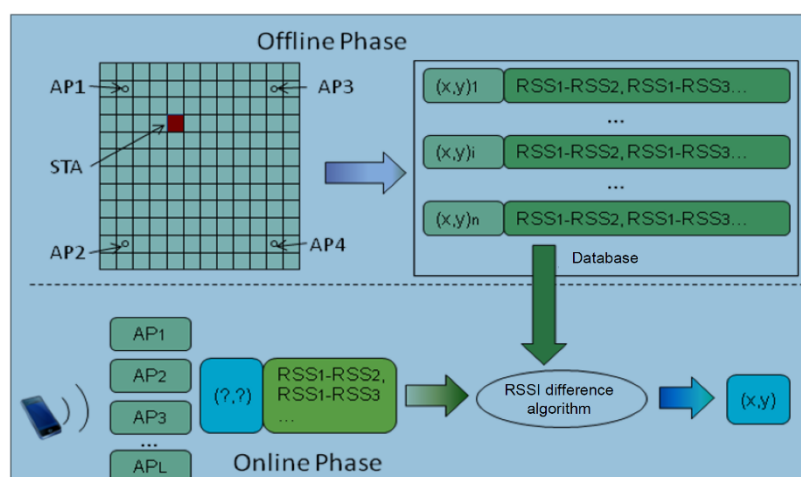
**Figuur 9, posities van clients op een plattegrond van de Aerohive HiveManager**

Aerohive bepaalt de locatie aan de hand van de signaalsterkte van minimaal 3, en liefst meer AP's. De minimale signaalsterkte van elk van de AP's moet  $-75\text{dBm}^9$  zijn om het systeem te laten functioneren. Door kalibratie kan het systeem nauwkeuriger gemaakt worden.

#### 2.5.5 Huawei

Huawei biedt indoor locatiebepaling op haar wifi-producten en past daarin fingerprintingtechnologie toe, met de daarvoor kenmerkende offline en online fase. In de offline fase wordt het netwerk verdeeld in vierkante gebieden van gelijke grootte en worden de (theoretische) verschillen in RSSI tussen de verschillende AP's voor elk gebiedje opgeslagen in een database. De RSSI verschillen worden bepaald aan de hand van de plattegronden van het gebouw en de demping van obstakels.

In de online fase rapporteren de AP's de RSSI van de ontvangen signalen naar de "positioning server". Deze berekent de verschillen en vergelijkt deze met de database om tot een positie te komen.



**Figuur 10, Het Huawei fingerprinting proces**

<sup>9</sup> Voor de SURFwireless wordt een minimale signaalsterkte van  $-62\text{dBm}$  gehanteerd, over het algemeen zullen daarom voldoende AP's zichtbaar zijn om locatie bepaling te doen.

---

De AP's rapporteren de RSSI van wifi-clients en rogue APs naar de controller, de controller filtert deze informatie en stuurt het naar de positioning server. Naast deze wifi-informatie scannen de AP's ook het hele spectrum en rapporteren non-wifi interferentie op dezelfde wijze naar de controller, zodat daar ook de positie van bepaald kan worden.

Het Huawei eSight management systeem functioneert als positioning server en toont de plattegronden met daarop de locatie van de devices en interferentie bronnen. Ook 3<sup>de</sup> partij servers en applicaties kunnen gebruik maken van de Huawei LBS informatie.

#### 2.5.6 *Movin*

Movin is een Nederlandse startup en opgericht ca. 3 jaar geleden. Gestart door vier studenten van de Hogeschool Windesheim, 2 met een business achtergrond en 2 met een informatica achtergrond. Movin richt zich op de techniek van indoor plaatsbepaling en het leveren van location-based services.

Movin gebruikt een model waarbij locatiebepaling door de client wordt gedaan, ze hebben hiervoor apps ontwikkeld. Voor plaatsbepaling wordt gebruik gemaakt van Bluetooth beacons, op basis van de signaalsterkte (RSSI) van de beacons kan de app bepalen op welke locatie deze zich bevindt. Door het plaatsen van diverse beacons in een gebouw kan de app zijn locatie bepalen.

Dat Movin hierbij gekozen heeft voor Bluetooth beacons en niet voor wifi komt voort uit het feit dat Apple iOS geen toegang geeft tot de signaalsterkte van wifi, maar wel van Bluetooth.

Er zijn ook andere voordelen aan Bluetooth, zo kunnen beacons eenvoudig geplaatst worden en is er geen afhankelijkheid van data- of stroombekabeling, waardoor installatie makkelijker is. Het is hierdoor ook makkelijk om meer beacons op te hangen, bijvoorbeeld specifiek op kamer/ruimte niveau, en hierdoor een hogere nauwkeurigheid te bereiken. Door gebruik te maken van fingerprinting kan de nauwkeurigheid van de Movin oplossing vergroot worden, zo is een nauwkeurigheid van ca. 2.5m haalbaar.

Naast deze voordelen kennen beacons nadelen, zoals de levensduur van de batterij en het onderhoud van een groot aantal beacons. Het Westfries gasthuis, een gebouw van ca. 21.000m<sup>2</sup>, gebruikt bijvoorbeeld voor de indoornavigatie ca. 1000 beacons. De levensduur van de batterij is door betere technologie inmiddels 3-5 jaar en veel langer dan voorheen. Verder heeft Movin een geautomatiseerd assetmanagement systeem voor beacons ontwikkeld, zodat er altijd een accuraat beeld is van de beacon installatie.

Movin biedt met een SDK andere softwareontwikkelaars de mogelijkheid toegang te krijgen tot de locatie informatie voor hun eigen toepassingen. Movin ontwikkelt zelf ook location based toepassingen (zie paragraaf 3.4.6).

#### 2.5.7 *Overzicht technologie leveranciers en gebruikte technologie*

In deze paragraaf geven we een overzicht van belangrijke eigenschappen van de systemen van de hierboven beschreven technologie leveranciers.

In Tabel 1 is te zien dat meeste systemen dezelfde technologie gebruiken, nl. locatiebepaling op basis van signaalsterkte (RSSI). De technologie is voor een groot deel bepalend voor de nauwkeurigheid, die voor RSSI gebaseerde systemen rond de 5-10m ligt. Uitzondering hierop is Huawei die aangeeft verschillen in RSSI te gebruiken en claimt hierdoor een hogere nauwkeurigheid te halen.

Tabel 1, Overzicht eigenschappen van de systemen van locatiebepaling

|                                                | Aerohive                    | Cisco                                | Aruba/HP           | Ruckus                      | Huawei                             | Movin                                                    |
|------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Technologie locatiebepaling (optioneel)</b> | wifi, RSSI (Fingerprinting) | wifi, RSSI (ontvangst hoek)          | wifi, RSSI         | wifi, RSSI + Fingerprinting | wifi, RSSI + Fingerprinting        | Bluetooth beacons, RSSI, (Fingerprinting)                |
| <b>Netwerk- ,client based of hybride</b>       | Netwerk                     | Netwerk                              | Netwerk            | Netwerk                     | Netwerk                            | Hybride                                                  |
| <b>Opgegeven Nauwkeurigheid</b>                | Geen info gevonden          | 5-10m (1-3m met optie ontvangsthoek) | >5m                | 5-10m                       | 3-5m                               | 2,5m                                                     |
| <b>Opgegeven snelheid locatie updates</b>      | 60 sec.                     | Geen info gevonden                   | Geen info gevonden | Geen info gevonden          | Geen info gevonden                 | Max. 3x per seconde. Kan worden aangepast aan applicatie |
| <b>API/SDK</b>                                 | REST API                    | REST API & SDK                       | REST API           | REST API                    | Geen API, wel RSSI export metingen | SDK                                                      |

Movin behaalt met de beacon technologie een nauwkeurigheid van ca. 2,5m, maar de hoogste nauwkeurigheid is opgegeven door Cisco. Deze wordt bereikt door het toevoegen van ontvangsthoek metingen aan de RSSI metingen door middel de zgn. Hyperlocation module. Gezien de kosten van de module en enkele belangrijke randvoorwaarden is dit meer een oplossing voor specifieke toepassingen dan voor grootschalig en algemeen gebruik.

Een andere belangrijke parameter is de frequentie waarmee de locatiedata bijgewerkt wordt. Hierover is weinig informatie te vinden, uit de Aerohive API documentatie is te halen dat er een push service is die iedere 60 seconden informatie van clients inclusief locatiegegevens doorstuurt. Dit hoeft overigens niet te betekenen dat de locatiedata van elke client ook elke 60 seconden bijgewerkt is of wordt. Voor de updatefrequentie van netwerk gebaseerde systemen blijkt er een belangrijke afhankelijkheid van de clients te zijn. Pas als de client een pakket stuurt dan kan de locatie bepaald worden, hiervoor kunnen wifi probe- of datapakketten gebruikt worden. Wifi tags sturen veelal elke 3 seconden een probepakket. Voor smartphones is dit zeer variabel, variaties tussen 10 seconden en 5 minuten afhankelijk van merk, OS, driver versie en client activiteit zijn mogelijk. Movin geeft aan dat maximaal 3x per seconde een positie bepaald wordt, dit kan aangepast worden aan de eisen die de applicatie stelt.

Verschillende toepassingen zullen verschillende eisen stellen aan de nauwkeurigheid en de snelheid waarmee de locatie bijgewerkt wordt. Voor indoornavigatie zullen hier hogere eisen aan gesteld worden dan voor de bepaling van het aantal mensen in een bepaald deel van een gebouw. Omdat juist over deze belangrijke parameters relatief weinig informatie beschikbaar is, is het zinvol hier verder onderzoek naar te doen.

## 2.6 Conclusie

Vanaf de eerste standaardisatie van wifi is er al nagedacht over systemen om met wifi locatie te bepalen. In eerste instantie werden hiervoor wifi-tags gebruikt die aan apparatuur bevestigd werden of aan personen meegegeven. Met de opkomst van de smartphone en de beschikbaarheid van wifi in diverse apparatuur is de noodzaak voor tags afgenomen en zijn de gebruiksmogelijkheden voor wifi-plaatsbepaling groter geworden. Alle grote wifi-leveranciers bieden opties op hun systemen om locatie te bepalen en alle systemen maken gebruik van

---

driehoeksmetingen op basis van signaalsterkte(RSSI). De door leveranciers opgegeven nauwkeurigheid hiervan is ca. 5-10m.

Met de komst van Bluetooth beacons is ook deze technologie bruikbaar en in gebruik om locatie te bepalen. In tegenstelling tot de wifi-oplossingen bepaald de client zelf zijn locatie aan de hand van de bakens. De nauwkeurigheid is afhankelijk van het aantal bakens en is ca. 2,5m.

We kunnen concluderen dat de systemen voor locatiebepaling algemeen beschikbaar zijn en gebruikt kunnen worden voor diverse toepassingen. Nauwkeurigheid en de updatefrequentie zijn twee belangrijke eigenschappen van de systemen, welke overeen moeten komen met de eisen die een specifieke toepassing daaraan stelt. Juist over deze eigenschappen is informatie beperkt beschikbaar en kan verder onderzoek waardevol zijn.

### 3 Location-based services

In de volgende paragrafen proberen we location-based services nader te beschrijven, door achtereenvolgens kort te kijken naar de eerste use-case en een model voor location-based services te beschrijven. Daarnaast beschrijven we de API's van Cisco en Aerohive omdat deze API's een verbinding vormen tussen de technologie en toepassingen die gebruik maken van locatie informatie. Als laatste kijken we naar de aanbodzijde van de markt en beschrijven we enkele leveranciers van location-based services in meer detail.

#### 3.1 Use-cases

De eerste use-cases voor locatiebepaling hadden hun oorsprong in de logistiek en ziekenhuizen waarbij het ging om het (terug)vinden van apparatuur of volgen van objecten. Bijvoorbeeld medische apparatuur in een ziekenhuis of het volgen van containers in de logistiek.

Andere use-cases voor indoor locatiebepaling zijn onder meer indoor wayfinding, waarbij gebruikers hun positie op de kaart zien en een route naar hun bestemming zien en kunnen volgen, net als de navigatiesystemen voor auto's. Met de toenemende populariteit van het nieuwe werken is een andere use-case het informeren van studenten of personeel over de beschikbaarheid van flexplekken.

Voor elke use-case zullen de eisen aan de nauwkeurigheid en snelheid van de updates verschillend zijn. Om de drukte in een gebouw globaal aan te geven zullen geen heel hoge nauwkeurigheid of snelle updates nodig zijn. Maar als de use-case indoornavigatie is zullen hogere eisen gesteld worden aan de update frequentie van de locatie informatie, en zal voor het vinden van apparatuur in een ziekenhuis een hogere nauwkeurigheid noodzakelijk zijn. En als de wens is om exact, in plaats van globaal, aan te geven welke flexplekken er vrij zijn is het de vraag of wifi locatiebepaling het meest geschikte middel is, of dat het beter met een sensor in de stoel gedaan kan worden.

Gartner [11] voorziet dat in 2020 meer dan 30% van de bedrijven location-based services gebruiken voor het volgen van objecten en personeel, terwijl dat nu minder dan 10% is. Gartner constateert dat er veel use-cases zijn en dat deze onderling erg verschillen in de doelen die nagestreefd worden, de mensen en middelen die gevolgd worden en de technologie die daarvoor geschikt is. Omgekeerd zullen er binnen bedrijven verschillende use-cases zijn, waar mogelijk verschillende technologieën nodig zijn om deze goed te kunnen ondersteunen.

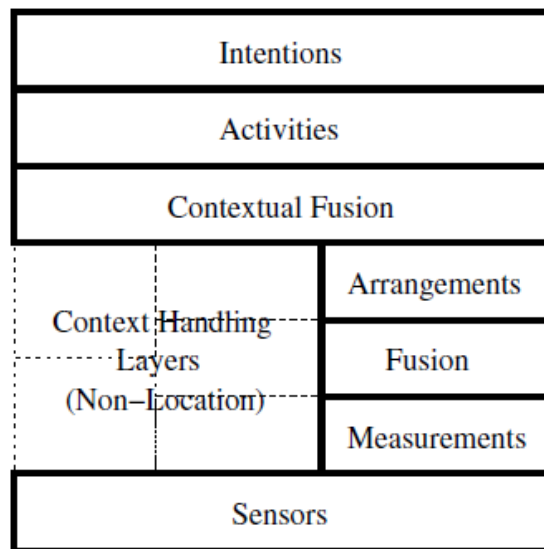
In de volgende paragraaf beschrijven we de location stack, als manier om te beschrijven welke functies en welk technologieën in een Location Based Service onderscheiden kunnen worden.

#### 3.2 De location-based services stack

De techniek van indoor locatiebepaling en de use-case zijn bij veel hedendaagse systemen nauw met elkaar verbonden. Er is (nog) geen situatie waarbij een generiek locatie voorziening gebruikt wordt door allerlei verschillende applicaties, zoals een (wifi-)netwerkinfrastructuur haast onzichtbaar is voor de diverse applicaties die er gebruik van maken.

Ook in 2002 constateerden J. Tower, B. Brumitt, and G. Borriello [7] dat systemen voor locatiebepaling veelal monolithisch gebouwd zijn. Zij hebben daarop de "location stack" geïntroduceerd, opdat het makkelijker zou worden om systemen te bouwen gebaseerd op standaarden. Deze stack is gemodelleerd naar de OSI netwerk stack, waarin elke laag specifieke

functies heeft die in een hogere laag gebruikt kunnen worden. Hieronder geven we een korte beschrijving van de stack en de lagen.



**Figuur 11, De location stack van Tower, Brumitt, Borriello**

De basislaag is de laag van de sensoren die de ruwe data genereren, hierbij kunnen we denken aan de wifi access-points welke van elk pakket de afzender en de sterkte van het ontvangen signaal registreren. Of aan een smartphone die van verschillende bluetooth beacons de signaalsterkte meet.

Vervolgens worden deze metingen in de “Measurements” laag geïnterpreteerd en in een standaard formaat gezet. In de “Fusion” laag worden de berekeningen gedaan en wordt de locatie bepaald, bijvoorbeeld door de meetwaarden van 3 of meer access-points op hetzelfde tijdstip van dezelfde client te combineren tot een positie. Dus bovenliggende lagen kunnen aan deze laag de positie vragen.

De laag van de “Arrangements” bepaalt de relaties tussen de objecten, bijvoorbeeld op welke afstand ze zich bevinden of met welke snelheid ze elkaar naderen. Of dat objecten altijd samen bewegen zoals bijvoorbeeld een smartphone en laptop van dezelfde persoon.

**Tabel 2, de functionele lagen in de location stack**

| Laag              | Functies                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sensors           | Sensors genereren ruwe data in verschillende formaten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Measurements      | Deze laag zorgt ervoor dat de metingen in een standaard formaat gezet worden incl. een indicatie van de onzekerheid.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fusion            | De fusion laag zorgt er voor dat de locatie van objecten bepaald wordt door middel van berekeningen en een combinatie van de verschillende meetwaarden. Daarnaast stelt deze laag een interface beschikbaar naar de hogere lagen, waarbij gevraagd kan worden om de locatie van objecten. Daarnaast kan optioneel andere informatie beschikbaar gemaakt worden zoals snelheid, historie van locaties, objectnamen of ID's |
| Arrangements      | Deze laag zorgt voor interpretatie van de relaties tussen verschillende objecten. Zijn objecten dicht bij elkaar of ver af. Benaderen ze elkaar of verwijderen ze zich.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Contextual Fusion | In deze laag wordt de informatie mbt. locatie gemengd met andere contextuele informatie die niet locatie gerelateerd is, zoals bijvoorbeeld                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|            |                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | agenda, email, temperatuur. Op deze manier kunnen interessante situaties herkend worden en kan voor de gebruiker acties ondernomen worden.                                                                                               |
| Activities | Deze laag bevat een systeem dat alle contextinformatie inclusief locatie ordent en op basis hiervan acties aanstuurt. Denk aan bijvoorbeeld een systeem dat op basis van tijd en het aanwezig zijn van mensen licht aan- of uitschakelt. |
| Intentions | De laag bevat de wensen van gebruikers die betrekking hebben op het locatie gebaseerde systeem.                                                                                                                                          |

De “Contextual fusion” laag mengt de locatie gegevens met gegevens uit andere bronnen, hierbij valt te denken aan roosterinformatie of boekinginformatie van vergaderruimten of persoonlijke informatie zoals agenda en contactlijsten, maar ook omgevingsinformatie. Deze laag biedt vervolgens aan de laag van “Activities” een interface waarin bijzonder gebeurtenissen te herkennen zijn waarop in de activiteiten laag gereageerd kan worden. Bijvoorbeeld door de lichten uit te doen, de verwarming lager te zetten als er geen mensen meer in een deel van een pand zijn. De laag van de “Intentions” bevat de wensen en intenties van de gebruikers en houdt status bij van welke taken of activiteiten lopen.

De scheiding tussen technologie en toepassing hiervan van lijkt te liggen tussen de fusion en de arrangement laag. De fusion laag zorgt voor locatie informatie. De arrangements en hogere lagen zorgen vervolgens door de relaties tussen objecten onderling en contextuele informatie voor activiteiten waar de gebruiker wat mee kan.

De API’s van de verschillende leveranciers bevinden zich ook op dit scheidingsvlak, in de volgende paragraaf zullen we de API’s van Cisco en Aerohive beschrijven.

### 3.3 *API’s als basis voor location-based services*

Veel technologieleveranciers bieden een API om het voor 3<sup>e</sup> partijen eenvoudiger te maken locatie informatie te gebruiken in specifieke toepassingen. In deze paragraaf beschrijven we in het kort de API’s van Aerohive en Cisco, twee voor de SURFnet-doelgroep belangrijke wifi-leveranciers. Deze beschrijvingen kunnen ontwikkelaars een beeld geven van de mogelijkheden die er zijn om locatie informatie in hun eigen ontwikkelingen op te nemen.

#### 3.3.1 *Aerohive*

Aerohive heeft een speciale site voor softwareontwikkelaars: <https://developer.aerohive.com>, op deze site wordt de informatie bijgehouden over de API van Aerohive. Voor de site is een toegangscode van Aerohive noodzakelijk, deze kan op de site aangevraagd worden.

Bij de API van Aerohive hoort een stukje geschiedenis. Aerohive is van begin af aan uitgegaan van het concept van Distributed Control. Andere wifileveranciers gebruikten WLAN controllers voor het aansturen van de Access Points. Aerohive access points zijn in grote mate zelfstandig en zijn voorzien van een distributed OS om een netwerk in stand te houden. Dit is goed te vergelijken met routers en software zoals OSPF en BGP.

Omdat er wel behoefte is aan beheer in grotere netwerken heeft Aerohive de HiveManager ontwikkeld; een beheertoepassing voor Aerohive netwerken. Dit product was sterk gericht op de enterprise markt en niet geschikt voor service providers.

Om aan deze eisen tegemoet te komen ontwikkelde Aerohive de HiveManagerNG. Dit is het nieuwe management product van Aerohive. Dit product is helemaal van de grond af aan ontwikkeld en op de API van Aerohive gebaseerd. Met andere woorden met de toegang tot de API zouden andere leveranciers een eigen HiveManager kunnen bouwen.



De Aerohive API bestaat uit een reeks REST toegangen op het distributed OS van Aerohive, er wordt gebruik gemaakt van JSON (Java Script Object Notation) voor de data en OAuth 2.0 voor authenticatie. Via de API krijgen softwareontwikkelaars via het bekende HTTP/HTTPS protocol toegang tot de functies en gegevens van een Aerohive netwerk.

Op dit moment zijn de volgende modules in de API beschikbaar:

- Monitoring, een API call levert informatie op over een AP, zoals devicename, serienummer en aantal connected clients;
- Guest Access, API calls voor het zoeken, aanmaken, wijzigen en verwijderen van gebruikers in de identity database;
- Location/Presence, API calls die statistieken geeft over het aantal mensen in de buurt van een access point, of waypoints van objecten gedurende een bepaalde periode;
- Presence Webhook, API call die gebruikt wordt om een webhook te installeren. Hierna zal elke 60 seconden locatie data naar een gekozen webserver gestuurd worden;
- Configuration (Beta), API call waarmee SSID informatie bekeken en aangepast kan worden.

Een van de recente toevoegingen is een push georiënteerde webhook. Als deze ingesteld wordt zullen elke 60 seconden de posities (met additionele informatie) van in het netwerk bekende clients naar een webserver naar keuze worden gestuurd. De ontwikkelaar kan deze informatie vervolgens gebruiken in toepassingen.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre>"clientMac" : "b8d2d03ca2d4", "ipv4" : "47.113.226.140", "ipv6" : null, "seenTime" : "2016-11-04T19:56:11.322Z", "seenEpoch" : 1478289371322, "userName" : "Jack", "authMethod" : "WPA2_8021X", "ssid" : "My SSID", "manufacturer" : "Apple", "os" : "IOS6", "lat" : 45.0, "lng" : 111.0, "x" : 0.0, "y" : 0.0, "clientMetadata" : { "locationCalcMethod" : "TRILATERATION", "locationError" : null, "randomizedMac" : false }, }</pre> | <pre>"deviceObservers" : [ { "apMac" : "924f03556098", "rssi" : -22, "locationIDHierarchy" : [ 1, 2, 3, 4 ] }, { "apMac" : "920f2c789477", "rssi" : -12, "locationIDHierarchy" : [ 1, 2, 3, 4 ] }, { "apMac" : "beb9f85771e4", "rssi" : -25, "locationIDHierarchy" : [ 1, 2, 3, 4 ] } ]</pre> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Figuur 12, Voorbeeld van client informatie gestuurd door de Aerohive webhook**

Zowel de API als HiveManagerNG zijn op dit moment volop in ontwikkeling en er komt steeds meer functionaliteit beschikbaar. HiveManagerNG (en de API) zijn beschikbaar in een publieke en een private cloud variant. Nieuwe functionaliteit komt als eerste beschikbaar in de publieke variant, waarna deze ook in de private/on-premise variant beschikbaar komt.

### 3.3.2 Cisco

Ook Cisco heeft een speciale site voor softwareontwikkelaars: <https://developer.cisco.com>, op deze site is de informatie te vinden voor het grote aantal API's en SDK's dat Cisco in haar portfolio heeft. Voor de CMX mobility services is er een aparte subsite: <https://developer.cisco.com/site/cmx-mobility-services/>



De Cisco API bestaat uit een reeks REST toegangen tot de Cisco Mobility Services Engine (MSE), waarmee de softwareontwikkelaar via het bekende HTTP/HTTPS protocol toegang krijgt tot de functies en gegevens van de Cisco locatie service. Met behulp van CMX Mobility Services, kan de ontwikkelaar de locatie van een apparaat benutten via wifi en het MAC-adres van het apparaat.

De API is onderverdeeld in de categorieën:

- Configuration, API om de Cisco MSE te configureren;
- Location, API om locatie informatie op te vragen van een client device;
- Presence, API om data mbt. aanwezigheid van een client device op te vragen;
- Connect, API welke het mogelijk maakt sessie informatie van een gebruiker op te vragen;
- Analytics, API voor opvragen van analyses.

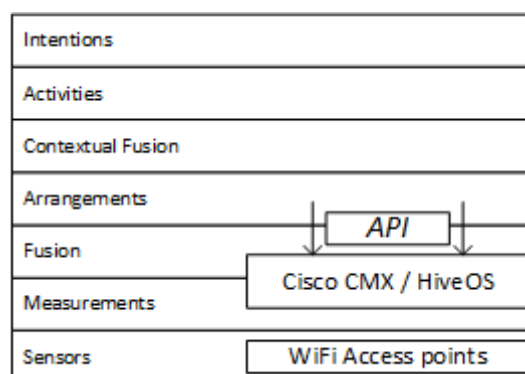
Naast de API heeft Cisco ook een CMX SDK voor Android en IOS. Deze SDK kan gebruikt worden om mobile apps te maken, met name voor indoor navigatie waarbij de positie van de gebruiker op de kaart bijgehouden wordt. Daarnaast kunnen berichten naar de gebruiker gestuurd worden als deze een bepaald gebied binnenkomt of verlaat, hiervoor worden de Apple en Android notification services gebruikt.

Door het gebruik van de notification services is het mogelijk te signaleren wanneer een gebruiker een bepaald gebied binnenkomt. De Android SDK biedt vervolgens de mogelijkheid de wifi-instellingen van de gebruiker aan te passen en automatisch met een bepaald wifinetwerk te verbinden, al of niet na toestemming door de gebruiker. Voor IOS is deze automatisering niet mogelijk, wel kan een instructie getoond worden waarmee de gebruiker handmatig met het wifinetwerk kan verbinden.

Om alle functionaliteit te bieden maakt de SDK een verbinding met de CMX mobile application server. Deze server bevat een database van relevante locaties (Points of Interest), routes en berichten voor de zone gebaseerde notificaties. De routes, de relevante locaties en de berichten worden vooraf door een beheerder vastgelegd. De CMX mobile application server maakt verbinding met de MSE en zal door de MSE continue voorzien worden van locatie updates.

### 3.3.3 API's en de relatie met de location stack

In relatie tot de location stack van Tower, Brummit en Borriello kunnen we de API's van Cisco en Aerohive zien als de interface tussen de Arrangement laag en de Fusion laag. In de Fusion laag zien we de componenten Cisco CMX server en HiveOS, welke zorgen voor de berekeningen van de locatie op basis van de meetwaarden van de wifi access-points.



Figuur 13, Cisco en Aerohive API in de location stack

Interpretatie van de relaties tussen verschillende objecten (Arrangement laag) en/of integratie met andere contextuele informatie (Contextual Fusion laag) zijn elementen die de ontwikkelaar toe moet voegen voor bruikbare toepassingen.

### 3.4 Leveranciers van location-based services

In deze paragraaf kijken we eerst naar de wifileverancier en location-based services partijen die zij in hun partnerprogramma's opgenomen hebben. Vervolgens beschrijven we de profielen van enkele leveranciers van location-based services in Nederland.

#### 3.4.1 Partners van wifileveranciers

Vrijwel alle leveranciers van wifi-apparatuur kennen partner programma's, waaronder ook partners die location-based services leveren. Zo noemt Cisco<sup>10</sup> de bedrijven, Phunware, PointInside, Aisle411, Connexient en Green Tomato als partners voor Location Based Apps in Cisco CMX Partner programma. Daarnaast worden Mazemaps, RetailNext, Nomi, en Euclid genoemd voor on-site statistieken. Ook Aerohive heeft een partner programma waarin partners opgenomen zijn zoals Cloud4wi, Euclid, Magnet systems, Passforce and Radius Networks. Ruckus heeft het SPoT Location Ecosystem Partners waaronder Aislelabs, AVSystem, Mobdala, Purple, Ragapa, Skyfii en Ucopia. Aruba heeft een Meridian Engage partner programma van partijen die gebruik maken van het SDK platform om toepassingen te ontwikkelen waaronder het Nederlandse M2mobi, het Spaanse mobile72, Accenture en enkele andere mobile app developers. Tabel 3 geeft een overzicht van de partners die de verschillende leveranciers in hun documentatie noemen.

**Tabel 3, Leveranciers van location-based services uit partnerprogramma's**

| Aerohive                                                             | Aruba/HP                        | Cisco                                                                                                              | Huawei                | Ruckus                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------|
| Cloud4wi<br>Euclid<br>Magnet Systems<br>Passforce<br>Radius Networks | Accenture<br>M2Mobi<br>Mobile72 | Phunware<br>PointInside<br>Aisle411<br>Connexient<br>Green Tomato<br>Mazemap<br>Euclid<br>Nomi/Axper<br>RetailNext | Geen opgave gevonden. | Aislelabs<br>Mobdala<br>Purple<br>Ragapa<br>Skyfii<br>Ucopia |

Wanneer we deze partners nader bekijken kunnen deze verdeeld worden in volgende groepen:

- Wifi Guest Access & Analyse: Cloud4wi, Euclid, Purple, Ragapa, Ucopia, Skyfii
- Retail & Venue Solutions: PointInside, Aisle411, Nomi/Axper, RetailNext, Aislelabs
- Indoor Maps & Navigation: Connexient, Mazemap
- Mobile App Developers: M2Mobi, Mobile72, Green Tomato
- Mobile App Development Platforms: Magnet Systems, Passforce, Phunware
- Beacon/Proximity marketing: Radius Networks
- System Integrators: Accenture

In de opsomming hierboven valt op dat er weinig bedrijven zijn die bij meer of alle leveranciers terugkomen. Verder valt op dat de partners voornamelijk gericht zijn op de retail & venue markt en geen enkele die zich specifiek op de onderwijsmarkt richt. Er is dus een grote variëteit aan

<sup>10</sup> <http://www.slideshare.net/masimatteo/masi-cmxforhighereducation>

partners en het lijkt er dus sterk op dat dit een zich nog ontwikkelende markt is, waarin het partnerlandschap nog niet uitgekristalliseerd is.

In de volgende paragrafen bekijken we de profielen van leveranciers van location-based services welke in Nederland en binnen de SURF doelgroep actief zijn. De selectie is gemaakt aan de hand van de namen die we op de SURFnet netwerk dag gehoord hebben, of namen vanuit het eigen netwerk. Alleen Mazemap is een leverancier die ook voorkomt in de documentatie van de partnerprogramma's van de wifi-leveranciers. Het risico met deze aanpak is dat we potentieel belangrijke (internationale) spelers of toekomstige ontwikkelingen missen.

#### 3.4.2 *Blue Honey*

Blue Honey is een Nederlandse startup en ca. 2 jaar geleden opgericht. Blue Honey richt zich met haar dienstverlening op de verschillende stakeholders in een stad en hun relatie met de bezoeker van een stad, winkelcentrum of winkel. Op de website: "Wij vertalen bewegingen en gedrag in data"

Hiervoor zijn de producten Connect, Engage en Analyse ontwikkeld.

- 1) Connect, het leveren van Free Wifi connectiviteit in winkel- of stadscentra, inclusief bezoeker portalen.
- 2) Engage, het verrijken van de ervaring van bezoekers door Beacons, apps en bijvoorbeeld het Physical Web van Google.
- 3) Analyse, het verzamelen van passanten en bezoekersinformatie als aanvulling op de prestatie indicatoren (KPI's) voor retail organisaties

Voor wat betreft de location-based services zijn Engage en Analyse van belang. Bij Analyse draait het om het meten van bezoekersinformatie zoals loopstromen, aantal bezoekers, nieuwe bezoekers vs. herhaalde bezoekers. Deze informatie kan vervolgens gepresenteerd worden in een dashboard, of middels een API in andere applicaties verder verwerkt worden.

Blue Honey maakt gebruik van de LBS mogelijkheden van de hardware leveranciers, maar heeft ook zelf speciale monitoring apparatuur ontwikkeld. Op dit moment worden naast de eigen apparatuur de LBS mogelijkheden van Ubiquity, Huawei, en Ruckus ondersteund. De aansluiting op de API's van andere leveranciers zoals Cisco en Aerohive kan ontwikkeld worden.

De apparatuur van Blue Honey is speciaal ingericht op het monitoren van de (wifi) omgeving. De ontvangers scannen voortdurend alle wifi banden en kanalen af. Dit in tegenstelling tot access points die in een wifinetwerk gebruikt worden, welke op een vast kanaal staan en als primaire taak het netwerkverkeer afhandelen. Blue Honey geeft aan het soms makkelijker en goedkoper is aparte sensors op te hangen in plaats van het bestaande wifinetwerk te voorzien van LBS functionaliteit.

Privacy speelt een belangrijke rol en daar heeft Blue Honey veel aandacht aan besteed. De MAC-adressen worden gezien als een persoonsgegeven (zie hoofdstuk 4). Blue Honey anonimiseert de verkregen mac-adressen en geeft klanten een high level API waarbij mac-adres informatie beschermd blijft.

Bij Engage draait het vooral om beacons en apps. Met beacons kunnen posities nauwkeuriger bepaald worden. Dit kan omdat beacons in een beperkte straal te ontvangen zijn en meer beacons een hogere nauwkeurigheid realiseren. Daarnaast sturen beacons een uniek ID, hiermee kunnen in combinatie met een app op bepaalde locaties push berichten naar gebruikers gestuurd worden.

The Physical Web<sup>11</sup> is een ontwikkeling van Google waarmee Blue Honey op dit moment testen doet. Het Physical Web concept gaat uit van beacons die op een locatie niet een uniek ID maar een relevante URL uitzenden. Gebruiker kunnen vervolgens op deze locatie naar URLs zoeken en functies oproepen, bijv. een pagina oproepen om parkeergeld te betalen. In de nieuwe chrome versies kunnen de beacons direct berichten naar de telefoon/chrome browser sturen. Google brengt deze functionaliteit nu ook native aan in het android OS.

De focus van Blue Honey is de retailmarkt, de onderliggende technologie kan echter ook voor andere marktsegmenten gebruikt worden. Loopstromen en gebruik van ruimtes kunnen met de software in kaart gebracht worden, ook nieuwe functies kunnen door het programmeerteam geschreven worden.



**Figuur 14, Haagse Markt als voorbeeld**

Een belangrijke referentie voor Blue Honey is de Haagse Markt. Hier wordt door middel van 8 ontvangers de loopstromen, de verblijfsduur (dwell time), nieuwe vs. regelmatige klanten, en drukte op bepaalde uren en dagen in kaart gebracht.

#### 3.4.3 Lone Rooftop

Lone Rooftop is een jong Nederlands technologiebedrijf en ca. 2,5 jaar geleden opgericht. De drie oprichters waren collega's bij Hyves. De basisgedachte was het toepassen van technieken die online gemeengoed zijn, zoals bijvoorbeeld Google Analytics voor websites, toepassen op de fysieke wereld van gebouwen. Het is begonnen met een onderzoek dat co-founder Marcel Lamers heeft gehouden onder ruim 50 Facility en Real Estate Managers van grote organisaties in Nederland. Deze managers waren allen verantwoordelijk voor grote kantoorgebouwen of universiteitscampussen. Een gemeenschappelijk probleem bleek dat er heel weinig inzicht was in de bezetting en het gebruik van deze gebouwen, met veel inefficiëntie en verborgen leegstand tot gevolg. Dit was het aanknopingspunt in de markt voor Lone Rooftop.

Hierop heeft Lone Rooftop de Position Intelligence Engine (PIE) ontwikkeld, PIE maakt gebruik van wifi als primaire databron, waar vervolgens nog allerlei sensoren aan toegevoegd kunnen worden. De doelstelling van het platform PIE is om continue te berekenen hoeveel mensen waar in een gebouw aanwezig zijn. Bovenop dit platform worden vervolgens een groeiend aantal apps ontwikkeld die gebouwen optimaliseren op het gebied van efficiëntie, duurzaamheid, en hospitality.

PIE maakt op dit moment gebruik van de LBS API's van Cisco en Aruba, LBS API's van andere leveranciers worden in de toekomst wellicht toegevoegd. PIE krijgt van deze API's de posities van wifi devices, maar met deze ruwe data zijn de use-cases van de facilitair en vastgoedmanagers echter nog niet op te lossen. Daartoe wordt in PIE de data verrijkt en van context voorzien door zelflerende algoritmes. Zo weet PIE dat 2 devices (bijvoorbeeld telefoon en laptop) die zich steeds op ongeveer dezelfde plaatsen bevinden behoren bij 1 persoon. Ook kunnen bewegingssensoren extra informatie bieden. Als op basis van de wifi-data bijvoorbeeld

<sup>11</sup> <https://google.github.io/physical-web/>

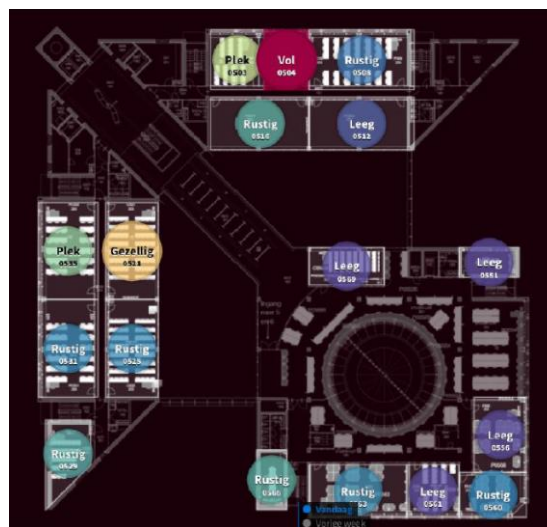
niet volledig is uit te sluiten of een persoon in de linker of rechter kamer zit, maar de bewegingssensor in één van de ruimtes beweging detecteert, zal PIE deze persoon automatisch in die ruimte plaatsen. Op basis van verschillende sensoren en algoritmes kan de locatie van personen nauwkeuriger bepaald worden.

Privacy wordt hierbij gegarandeerd, door een automatisch script dat alle data anonimiseert voordat die in PIE wordt opgeslagen. Op die manier kunnen gegevens nooit naar een persoon herleid worden en voldoet PIE volledig aan de wet- en regelgeving.

PIE biedt vervolgens via een drietal API's toegang tot deze data:

- 1) Historic API, deze geeft locaties in het verleden, alle locaties ouder dan 1 minuut;
- 2) Present API, biedt realtime toegang tot locaties;
- 3) Future API, kan voorspellingen doen op basis van historische informatie en informatie uit externe bronnen (bijvoorbeeld weer- en verkeersberichten).

Op basis van deze API's kunnen 3<sup>e</sup> partijen applicaties ontwikkelen. Lone Rooftop heeft zelf enkele applicaties ontwikkeld, waaronder het Building Intelligence Dashboard, Wally en Clocks. Het Dashboard geeft 24/7 inzicht in de bezetting van een gebouw, verdieping, leslokaal, en andere zones. Wally is een TV app voor het Nieuwe Werken. Deze app laat real-time zien waar in een gebouw of verdieping je snel een werk- of studieplek kan vinden. Bij de entree van het gebouw zie je direct hoe druk het op de verschillende verdiepingen is en op welke etage je het snelst een plek kan vinden.



**Figuur 15, Voorbeeld van Wally scherm**

Clocks staat voor Classroom Occupancy System geeft en geeft roosterteams van Universiteiten, Hogescholen en ROC's de data om colleges efficiënter in te plannen en zo de roostercapaciteit te vergroten. Clocks integreert de PIE bezettingsinformatie met informatie uit roosterprogramma's. Daardoor is direct te zien welke colleges structureel onderbezet zijn, en dus in kleinere collegezalen geroosterd kunnen worden, of overbezette lessen die meer ruimte nodig hebben in volgende periodes.

Wageningen Universiteit & Research is een belangrijke case study voor Lone Rooftop. Hier worden PIE, het Building Intelligence Dashboard en Clocks toegepast in 6 gebouwen op de campus. Ook is men daar allerlei nieuwe apps uit de zogenaamde PIE Store aan het toepassen,

---

zoals Smart Cleaning, koppelingen met gebouwbeheersystemen om efficiënter met licht en klimaat om te gaan en het integreren van extra sensoren.

#### 3.4.4 Mapiq

Mapiq is een softwareoplossing die door het Nederlandse bedrijf Blinq Systems ontwikkeld is. Blinq Systems is al wat langer actief en heeft begin 2015 een investeerder<sup>12</sup> aangetrokken voor verdere ontwikkeling en groei op de Nederlandse kantorenmarkt.

De basis van de Mapiq software is een 3D-model of kaart van een gebouw. Dit model vormt het centrale element van de Mapiqs webapplicatie. Daaraan zijn functies toegevoegd zoals Indoor navigatie, reserveren van vergaderruimten, het vinden van collega's en het vinden van vrije flexplekken. Daarnaast verzamelt de applicatie informatie over het gebruik van het gebouw, zodat er gebouw- en gebruiksanalyses gemaakt kunnen worden.

Voor reserveringen van vergaderruimtes kan de applicatie gekoppeld worden aan andere systemen, zoals bijv. Planon of Microsoft Exchange. Wifi locatiebepaling naast ander sensoren, zoals bijvoorbeeld bewegingssensoren vormen de input voor de applicatie.

Belangrijke referenties voor Mapiq zijn de bibliotheek van TU Delft, Deloitte en de Gemeente Haarlem. Bij TU Delft is het systeem in gebruik sinds eind 2013, bij beide andere referenties sinds eind 2014.

#### 3.4.5 Mazemaps

Mazemaps is een van oorsprong Noors bedrijf en richt zich op het maken van kaarten van gebouwen en campusterreinen en wayfinding / navigatie. Vanuit projecten gestart in 2011 voor het St. Olavs Hospital en Norwegian University of Science and Technology heeft het bedrijf zich ontwikkeld en gericht op andere universiteiten en ziekenhuizen, maar ook projecten op beurslocaties en retail gedaan. Daarnaast zijn al enkele projecten buiten Noorwegen uitgevoerd en maakt Mazemap de stap met verkoop in de USA en UK, ook in Nederland is Mazemaps actief.

#### 3.4.6 Movin

Movin is een Nederlandse startup en opgericht ca. 3 jaar geleden. Gestart door vier studenten van de Hogeschool Windesheim, 2 met een business achtergrond en 2 met een informatica achtergrond. Movin richt zich op de techniek van indoor navigatie en plaatsbepaling.

Movin heeft zelf technologie ontwikkeld voor indoorplaatsbepaling op basis van beacons, apps en Bluetooth vanwege de voordelen (zie ook paragraaf 2.5.6).

Movin biedt een viertal oplossingen:

- 1) Indoor navigatie, Op basis van de telefoon van de gebruiker en beacons in een pand kan de gebruiker zien waar hij is, en ook de weg/route wijzen naar zijn bestemming.
- 2) Asset tracking, Het snel vinden van de juiste apparatuur in campus omgevingen zoals ziekenhuizen, beurshallen, bedrijfsverzamelgebouwen en vliegvelden.
- 3) Managed dienstverlening, waarbij Movin zorgt voor alle benodigdheden zoals sitesurveys, kaarten, de beacons, het beheer hiervan en de app ontwikkeling.
- 4) Software Development Kit en API, waarmee softwareontwikkelaars zelf toepassingen kunnen ontwerpen.

---

<sup>12</sup> <https://www.computable.nl/artikel/nieuws/ehrm/5249881/250449/blinq-systems-haalt-investering-op-voor-mapiq.html>

Naast bovenstaande oplossingen werkt Movin ook aan andere oplossingen zoals het inzicht geven in de bezettingsgraad van gebouwen, of het wijzen van medewerkers naar een vrije flexplek. Om te kijken of een plek vrij is, kan de oplossing gecombineerd worden met bijv. sensors onder een bureau.

Een ander belangrijk product voor Movin is een slim kaart overlay systeem. Hiermee kan Movin binnen 2 dagen zelfs grote gebouwen in kaart brengen of modeleren. Dit model wordt gebruikt voor de wayfinding app, en kan tevens voor veel andere doeleinden gebruikt worden, bijv. het genereren van kaarten met vluchtroutes of kaarten voor andere doelgroepen. Daarnaast worden de modellen gebruikt om de betere signaalvoorspellingen te doen en de locatiebepaling nog nauwkeuriger te maken.

Privacy is ook hierbij van groot belang. Hoe dit gedaan wordt is zeer klantspecifiek. Het is van belang afspraken te maken met de medewerkers van klanten en hierbij zijn openheid en eerlijkheid naar de gebruikers van belang. Daarnaast zijn er technische maatregelen zoals anonimiseren. De client stuurt deze gegevens naar de server, welk per klant en met de benodigde beveiligingsmaatregelen is ingericht.

Movin heeft contacten en relaties met het onderwijs, zo zijn bij Windesheim en HKU beacon labs ingericht. Voor Windesheim is een On Campus wayfinding app ontwikkeld.

Het Westfriesgasthuis en Tate Galleries in Londen zijn twee belangrijke referenties voor Movin, in beide projecten wordt de technologie van Movin gebruikt voor indoor locatiebepaling en wayfinding.

### 3.5 Conclusie

Gartner voorspelt dat in 2020 30% van de bedrijven location-based services zullen gebruiken, terwijl dat nu ca. 10% is. location-based services zijn veelal monolithisch gebouwde systemen en ook nu is nog te zien dat de wifileveranciers veelal zelf de eerste toepassingen aanbieden op hun systemen.

Hierin is echter een verandering aan het optreden. Aan de diversiteit van het partnerlandschap van de wifileveranciers is te zien dat de markt zich sterk aan het ontwikkelen is. Er zijn veel verschillende aanbieders van, maar de aanbieders richten zich nog vaak op de technologie van 1 leverancier.

De komst van API's van locatiebepaling brengt hier wellicht verandering in, zodat toepassingen onafhankelijk van de gebruikte locatiebepaling technologie worden. Dit maakt het voor softwareontwikkelaars interessanter om toepassingen te ontwikkelen, omdat ze een groter marktpotentieel hebben.

Bedrijven richten zich met hun toepassingen veelal op de markt van retail en venues, toepassingen voor de educatieve markt zijn beperkt te vinden. De belangrijkste use-case zijn het meten van de bezetting van gebouwen, het geven van indicaties van de beschikbaarheid van studieplekken door een “drukke” indicator en indoor navigatie. Hier is dus volop ruimte voor softwareontwikkelaars om op deze toepassingen voor te bouwen of nieuwe te bedenken en te realiseren.



---

## 4 Privacy

Bescherming van privacy is ook voor onderwijs- en onderzoeksinstituten van groot belang. Privacy kent vele facetten en is soms heel een persoonlijk onderwerp waar velen een beeld of een gevoel bij hebben. In dit hoofdstuk proberen we een relevante beschrijving van privacy te geven in relatie tot location-based services.

### 4.1 *Wat is privacy?*

Privacy heeft met ethiek te maken, met wat (on)fatsoenlijk en/of (im)moreel is. Het voor veel mensen ook een gevoel, wat regelmatig aangeduid wordt door “Big Brother is watching you”. Deze uitdrukking uit George Orwell’s boek 1984 is nu actueler dan ooit.

Eenduidige definities van wat privacy precies is zijn lastig te vinden. In [8] deelt men privacy op in twee brede categorieën:

- 1) decisional privacy: the freedom to make decisions about one’s body and family;
- 2) informational privacy: the collection, use, and disclosure of personal information.

Hoewel we bij IT-systemen, Internet en Sociale Media vrijwel direct aan informational privacy zullen denken, is het goed iets breder te kijken. Zo onderscheidt [9] in een wat fijnmaziger verdeling 5 soorten privacy:

- 1) Privacy of the Person;
- 2) Privacy of Personal Behaviour ook wel ‘media privacy’ genoemd;
- 3) Privacy of Personal Communications, ook wel ‘interception privacy’ genoemd;
- 4) Privacy of Personal Data, veelal ‘information privacy’ genoemd.

Als we naar deze verdeling kijken zien we dat location-based services meer aspecten van privacy kan raken dan alleen Information Privacy. We kunnen ons bijvoorbeeld de vraag stellen in hoeverre het systematisch met wifi bepalen en opslaan van de locatie van individuen anders is dan het systematisch verzamelen en opslaan van beelden van bewakingscamera’s. In beide gevallen kunnen we zeer nauwkeurig gedrag nagaan nl. op welke plek een persoon op welk moment is geweest. Rondom camerabewaking zijn diverse regels vastgelegd over wat wel en niet mag en hoe belangen afgewogen moeten worden. Ook voor wifi zijn er inmiddels regels zoals we in de volgende paragraaf zullen beschrijven.

Daarnaast kan iets dat rechtmatig is toch als onfatsoenlijk en/of immoreel ervaren worden. Deze spanning tussen privacy en andere belangen is kenmerkend voor de discussie. Deze discussies bestaan op wereldschaal, zoals bijvoorbeeld recht op privacy vs. bestrijding van terrorisme of het recht om vergeten te worden door social media. Ook op de schaal van organisatie of individu zal de spanning tussen privacy en andere belangen tot discussie (kunnen) leiden, zoals bijv. het recht op privacy vs. het bevorderen van leerresultaten door het monitoren van aanwezigheid.

### 4.2 *Wettelijk kader*

De Autoriteit Persoonsgegevens (AP) is de privacy “waakhond” voor Nederland. Dit zelfstandig bestuursorgaan, voor 2016 bekend als het College Bescherming Persoonsgegevens (CPB), is toezichthouder op het verwerken van persoons gegevens en de naleving van de privacy wetgeving.

Naast de huidige wet, de Wet Bescherming Persoonsgegevens (Wbp) is op Europees niveau sinds mei 2016 de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) aangenomen, welke vanaf 25 mei 2018 van kracht zal zijn. In onderstaande paragrafen wordt de Wbp en de AVG kort beschreven.



#### 4.2.1 *Wet Bescherming Persoonsgegevens (Wbp)*

In Nederland is de Wet bescherming persoonsgegevens (Wbp) de belangrijkste privacy wet. De wet is de Nederlandse uitwerking van de Europese richtlijn bescherming persoonsgegevens (95/46/EG). De Wbp is sinds 1 september 2001 van kracht.

Artikel 8 is een belangrijk artikel dat voorschrijft dat, persoonsgegevens alleen verwerkt mogen worden als één van onderstaande situaties van toepassing is:

- a) De betrokkene toestemming verleent
- b) Als de verwerking nodig of gevolg is van een overeenkomst met de betrokkene
- c) Als het om een wettelijke verplichting gaat
- d) Als het van vitaal belang is voor de betrokkene
- e) Als het nodig is voor de uitvoering van een publieksrechtelijke taak
- f) Als er een “gerechtvaardigd belang” is voor de verantwoordelijke

Hierin is de verantwoordelijke de partij die de gegevens verwerkt en de betrokkene de partij waarvan gegevens verwerkt worden.

Daarnaast is Artikel 10 van de Wbp van belang, dat bepaalt dat persoonsgegevens niet langer dan noodzakelijk bewaard worden in een vorm die het mogelijk maakt de betrokkene te identificeren.

Verder bepaalt Artikel 34 dat de verantwoordelijke vóór het moment van de verkrijging van persoonsgegevens aan de betrokkene informatie moet verstrekken, waaruit de identiteit van de verantwoordelijke en het doel voor de verwerking van de persoonsgegevens duidelijk wordt.

#### 4.2.2 *Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG)*

Op Europees niveau is sinds mei 2016 de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) van kracht. Deze verordening is een update en modernisering van de uit 1995 stammende Data Protection Directive, waarop de Wbp gebaseerd is. De lidstaten hebben tot mei 2018 de tijd om deze nieuwe richtlijn om te zetten naar nationaal recht. Dat geeft bedrijven en organisaties ook de tijd zich aan te passen aan het nieuwe beleid. Tot 25 mei 2018 geldt de Wbp, daarna is de AVG van kracht.

De belangrijkste veranderingen van de AVG zijn<sup>13</sup>:

- Organisaties die persoonsgegevens verwerken krijgen in de AVG meer verplichtingen, waarbij de nadruk gelegd wordt op de verantwoordelijkheid van de organisatie om de wet na te leven en om zelf aan te tonen dat ze zich ook aan de wet houden.
- De documentatieplicht, organisaties moeten aantonen dat ze hiertoe de juiste organisatorische en technische maatregelen hebben genomen.
- Gegevensverwerkingen hoeven niet meer gemeld te worden bij de AP.
- Organisaties kunnen straks verplicht zijn een privacy impact assessment (PIA) uit te voeren, bijvoorbeeld bij profilering en als op grote schaal en systematisch mensen gevolgd worden in een publiek toegankelijk gebied.
- De introductie van een verplichting tot gegevensbescherming door ontwerp (privacy by design) en door standaardinstellingen (privacy by default).

SURF heeft een Juridisch Normenkader (Cloud)services<sup>14</sup> voor het hoger onderwijs opgesteld waarvan instellingen gebruik kunnen maken. Hierin zijn meer details te over de AVG en hoe instellingen daaraan kunnen voldoen.

---

<sup>13</sup> <https://autoriteitpersoonsgegevens.nl/nl/over-privacy/wetten/europese-privacywetgeving>

<sup>14</sup> <https://www.surf.nl/nieuws/2016/11/juridisch-normenkader-cloudservices-hoger-onderwijs-vernieuwd.html>

---

#### 4.3 Wifigerelateerde activiteiten Autoriteit Persoonsgegevens (voorheen CPB)

Wanneer we op de AP website zoeken naar wifi levert dat 52 hits, waarvan ca. de helft gaat over Google die in de periode 2008-2010 met de StreetView auto's ook gegevens van privé wifi-routers verzamelde. Het andere deel gaat over wifi-tracking, het volgen van mensen via wifi. Dit wordt voor het eerst genoemd in het CPB jaarverslag 2014.

In januari 2014 komt wifi-tracking n.l. voor het eerst groot in het nieuws, de aanleiding is dat blijkt dat 160 winkels van de BAS groep (MyCom, Dixons en iCentre) klanten volgen middels wifi, zonder daar melding van te maken. Naar aanleiding van het nieuws worden kamervragen gesteld en het CPB gaat onderzoek doen. In december 2015 publiceert CPB de resultaten van een onderzoek naar Bluetrace, het bedrijf dat wifi-tracking technologie leverde voor de BAS groep. De resultaten worden in de volgende paragraaf beschreven.

Midden 2016 volgen brieven van de AP aan Detailhandel Nederland en de VNG, de laatste omdat ook veel gemeenten gebruik maken van wifi-tracking in stadscentra. De meeste recente publicatie is van 1 september 2016 van een brief waaruit blijkt dat Bluetrace nog niet voldoet aan de wettelijke voorwaarden en een last onder dwangsom opgelegd wordt. Bluetrace moet binnen 6 maanden de juiste maatregelen getroffen hebben of de verwerking van de wifi-tracking gegevens staken, anders volgt een boete van € 5.000,-- per week met een maximum van € 100.000,-- .

Uit bovenstaande blijkt dat de AP met grote aandacht kijkt naar wifi-tracking, in de volgende paragrafen zullen we meer ingaan op de inhoudelijke kant. Wat mag niet volgens de AP en waarom niet?

##### 4.3.1 Onderzoek CPB naar Bluetrace

In 2015 doet CPB onderzoek [9] naar de wifi en bluetooth tracking zoals deze door Bluetrace geleverd worden.

Bluetrace maakt gebruik van sensoren die de wifi en Bluetooth signalen die uitgezonden worden door smartphones opvangen en verwerken. Deze sensoren worden in de winkel opgehangen, en een monteur meet de signaalwaarden, zodat op basis van de ontvangen signaalsterkte vastgesteld kan worden of iemand in de winkel (klant) of buiten de winkel (passant) loopt. Bluetrace maakt geen gebruik van nauwkeurige plaatsbepaling met de technieken die in hoofdstuk 2 beschreven zijn.

De MAC-adressen, dit zijn wereldwijd unieke adressen, van de smartphones spelen een belangrijke rol in de analyse. Op basis hiervan kunnen de meetresultaten worden geanalyseerd en omgezet in verblijftijd van een persoon, aantal personen dat voorbij loopt, aantal personen dat de winkel bezoekt, maar ook aantal unieke personen en personen die regelmatig terugkomen.

Het CPB oordeelt in haar rapport dat MAC-adressen en locatie informatie als persoonsgegevens gezien moeten worden. Omdat aan de hand hiervan duidelijk is waar een bepaalde persoon zich bevindt. Er zijn ook strafzaken geweest waar het achterhalen van een persoon door middel van MAC-adres een rol heeft gespeeld.

In de conclusies stelt het CPB dat Bluetrace in strijd met de Wbp handelt, want:

- 1) Bluetrace vraagt geen toestemming en sluit geen overeenkomst met de personen waarvan gegevens verwerkt worden;

- 2) Bluetrace verzamelt te ruim en bewaard informatie te lang voor het doel (wifi-tracking in de winkel en buiten de winkel). Zo wordt er 24 uur per dag, 7 dagen per week gemeten en wordt ook informatie van omwonenden verzamelt;
- 3) Bluetrace verstrekt geen informatie aan het publiek over het verwerken van persoonsgegevens;
- 4) Bluetrace heeft geen beleid voor bewaartermijnen en bewaart in de praktijk gegevens voor onbepaalde tijd in een vorm die het mogelijk maakt om betrokkenen te identificeren;

#### 4.3.2 *Brief wifi-tracking aan VNG en Detailhandel Nederland*

In juni 2016 heeft de AP brieven gestuurd aan VNG en Detailhandel Nederland over wifi-tracking en de Wbp. Hierin stelt de AP dat “Het registreren of volgen van bewegingen van individuen – waaronder voorbijgangers op de openbare weg - door middel van wifi-tracking heeft een grote impact op de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen” en dat wifi-tracking “niet onbeperkt mag worden ingezet”.

In deze brief is een bijlage opgenomen met de eisen die de Wpb stelt aan de inzet van wifi-tracking en vergelijkbare technologie. Kort samengevat zijn de eisen die gesteld worden:

- 1) Organisaties moeten informatie verstrekken over wie zij zijn, wat de doelen van de gegevensverwerking zijn, welke gegevens worden verwerkt en of er doorgifte is aan bewerkers of derden. Daarnaast moet de organisatie informatie verstrekken over de rechten zoals verzoeken om inzage of verwijdering. De informatie moet de betrokkenen bereiken op het moment dat ze met tracking te maken krijgen.
- 2) Wifi-tracking mag met voorafgaande toestemming van betrokkenen bijvoorbeeld door het downloaden van een app of inchecken op een wifi gastnetwerk. Daarnaast kan er sprake zijn van een gerechtvaardigd belang of een wettelijke bevoegdheid. Hierbij moet aangetoond worden dat het doel niet met minder ingrijpende middelen te bereiken is.
- 3) De AP maakt onderscheid tussen metingen binnen bedrijven of instellingen en meten op de openbare weg. De impact van deze laatste is groter, aangezien mensen zich onbespied moeten kunnen bewegen in de openbare ruimte. De AP neemt het bereik van de meting in overweging, oa. in hoeverre omwonenden of voorbijgangers geraakt worden door de metingen. Het direct, of binnen 24 uur, en onomkeerbaar anonimiseren van gegevens is een belangrijke waarborg voor bescherming van de persoonlijke levenssfeer.
- 4) Meetgegevens die naar individuen te herleiden zijn moeten zo kort als mogelijk voor het doel bewaard worden. Daarna moeten ze verwijderd worden of onomkeerbaar geanonimiseerd. Het toepassen van hash algoritmes op MAC-adressen leidt niet per definitie tot anonimiseren, omdat de organisatie het algoritme kent en op basis daarvan de oorspronkelijke informatie (grotendeels) terug kan halen.
- 5) Voldoen aan de overige voorschriften van de Wbp, zoals bijvoorbeeld het melden bij de AP van de gegevensverwerking, het vastleggen van doelen voor de verwerking, en de informatie goed beveiligen en beveiligingslekken melden.

#### 4.4 *Conclusie*

Uit bovenstaande kunnen we de conclusie trekken dat wifi-tracking, als vorm van een LBS dienst, de interesse heeft van de AP. De AP heeft hier onderzoek naar gedaan en heeft op basis van dat onderzoek eisen geformuleerd. Enkele eisen zijn redelijk concreet, zoals het informeren van de gebruiker, het beperken van de bewaartermijn en het melden bij de AP. Andere zijn minder duidelijk. Zo kan rechtmatigheid (grondslag) van wifi-tracking voorkomen uit toestemming van de gebruiker, of een afweging tussen een gerechtvaardigd belang en de impact op de persoonlijke levenssfeer. Dit laatste is natuurlijk voer voor discussie.

---

Ofschoon de AP specifiek spreekt over wifi-tracking kunnen we aannemen dat dezelfde eisen aan soortgelijke LBS diensten gesteld zullen worden. De basis van LBS diensten en wifi-tracking zijn namelijk identiek, in beide gevallen gaat het om MAC-adressen en locatie gegevens.

Wanneer in mei 2018 de AVG van kracht wordt zal de meldplicht bij de AP vervallen, maar heeft de organisatie een documentatieplicht en zal mogelijk verplicht worden een privacy impact assessment (PIA) uit te voeren. De introductie van een verplichting tot gegevensbescherming door ontwerp (privacy by design) en door standaardinstellingen (privacy by default). Het Juridisch Normenkader (Cloud)services van SURF bevat details en handreikingen die instellingen kunnen gebruiken om aan de AVG te voldoen.

## 5 De vraagkant en use-cases

In dit hoofdstuk beschrijven we enkele use-case voor location-based services binnen de SURFnet doelgroep. Hieronder vallen ook enkele use-cases die betrekking hebben op outdoor locatiebepaling met GPS in plaats van indoor locatiebepaling met wifi of Bluetooth. De cases bevinden zich in verschillende stadia van ontwikkeling van ideevorming tot systemen in productie.

### 5.1 Universiteit/Hogeschool van Amsterdam, inzicht in gebouwbezetting

#### **Gesproken met:**

David Quainoo (projectleider facility services), Tom Kuipers (ontwikkelaar), Gertjan Scharloo (netwerkspecialist)

#### **Beschrijving toepassing**

2 jaar geleden kwamen er vragen vanuit de bibliotheek en de faculteiten, zij wilden studenten graag een manier bieden om te zien waar vrije studieplekken zijn. Als gevolg hiervan is een aanbesteding gestart voor een zaalreserveringssysteem. Uitgangspunt destijds was dat als je alles reserveerbaar maakt je dan ook kan zien wat er vrij is of niet. In de praktijk bleek het lastiger. Zaaltes zijn goed te reserveren, voor individuele computers/plekken is dat lastiger. Uiteindelijk bleek er meer behoefte te zijn aan een globale indicatie van de drukte in een bepaald deel van een gebouw. De aanbesteding voor het reserveringssysteem is gewonnen door MAPIQ. In de aanbesteding is al opgenomen dat met wifi-data vergeleken kan worden hoe de reserveringen zich verhouden tot het actuele gebruik.

#### **Doel**

Studenten faciliteren bij het vinden van een studieplek.

#### **Status van het initiatief**

Het reserveringssysteem is in productie en voor 2 panden zijn de visualisaties van de te reserveren ruimtes gemaakt. Het gebruik van wifi-data om de drukte voor andere ruimtes/plekken aan te geven is nog in de Proof of Concept fase. Het project is nog niet uitgewerkt in een businesscase, deels om dat de baten lastig zijn te kwantificeren. Wel is door de CvB nieuwbouw van een pand niet goedgekeurd, om eerst de bezetting van de bestaande panden te verbeteren. Er dus wel een duidelijke besparing/case.

#### **Volgende stappen**

Na de PoC zal een evaluatie volgen. Hierin zal gekeken worden of het aan alle eisen kan voldoen, waaronder de privacyaspecten.

#### **Ervaringen**

Het is een lange weg en lange adem is nodig. Dat komt misschien omdat het initiatief vanuit de technologie komt en niet vanuit een opdrachtgever of gebruiker. Het is gebleken dat het vooral belangrijk is om mensen dingen te laten zien en de resultaten te visualiseren. Bij een ander project, het project "Onderwijs API", kon snel een proefmodel gemaakt worden. Met dit proefmodel kon getoond worden hoe roosters en cijfers op een standaard wijze in een app opgenomen konden worden. Door het proefmodel op verschillende plekken en bij verschillende gremia te tonen ontstond belangstelling en interesse.

Een ander aspect dat UvA/HvA zien aankomen is het leggen van de relaties tussen wifi Access Points en de ruimtes. In Cisco prime kan je dat handmatig doen, de vraag is hoe ga je dit automatiseren en beheren.

---

### **Privacyaspecten**

Er is veel tijd en energie besteed aan de privacyaspecten. De Cisco API voorziet niet in het anonimiseren van de data. Door de discussie over privacy komt het niet van een PoC om te kijken of het functioneel zinvol is. De leverancier wordt nu gevraagd een functioneel voorstel te doen voor de PoC. Als de PoC goed functioneert zal vervolgens naar de privacyaspecten gekeken worden.

### **Techniek**

UvA/HvA gebruiken een Cisco netwerk dat al geschikt gemaakt is voor het gebruik van location-based services. Dit houdt onder andere in dat de verdeling van de Acces Points iets anders is en dat er ook Acces Points aan de randen van verdiepingen geïnstalleerd zijn voor een hogere nauwkeurigheid. De kosten van het wifinetwerk zullen hierdoor iets hoger zijn.

### **Aspecten waar SURF een rol zou kunnen spelen**

Anonimiseren van data is iets waar iedereen tegenaan gaat lopen, even als privacy policies. Wat mag wel en wat mag niet. SURFnet zou hier een rol in kunnen spelen. Daarnaast zou SURFnet een rol kunnen spelen in generieke oplossingen, hoe kunnen we zorgen voor een generieke (onderwijs) API waar ook locatie informatie in zit. Zodat applicatie en gebruikte netwerk onafhankelijk van elkaar worden.

#### *5.2 Universiteit/Hogeschool van Amsterdam, Snel lokaliseren van vrienden*

##### **Gesproken met:**

Gertjan Scharloo (netwerkspecialist)

##### **Beschrijving toepassing/Doel**

Als onderdeel van een opdracht bij de Universiteit van Amsterdam hebben een aantal studenten een app ontworpen die gebruikers snel laat zien waar hun vrienden zijn binnen de universiteit. Middels een complete database van access points zowel binnen het gebouw als van alle andere UvA en HvA gebouwen, waren ze in staat om wifi te gebruiken voor energiezuinige lokalisatie binnenshuis.

De UniCon app kan door iedereen gebruikt worden. Uitgangspunt is dat je elkaar 'vertrouwt' en toestemming geeft tot het delen van je informatie via de UniCon app.

##### **Doel**

Snel vinden van vrienden op de campus van UvA/HvA

##### **Status van het initiatief**

Studieopdracht met een operationeel effect. Na de opdracht is er ook een IOS versie gemaakt. De app wordt niet ondersteund door UvA/HvA. De app is te vinden in de android en IOS appstores

##### **Privacyaspecten**

De UniCon app kan door iedereen worden gebruikt. Uitgangspunt is dat je elkaar vertrouwt, in de app geef je specifiek toestemming wie jouw locatie informatie mag zien. Het is ook mogelijk de app in "sleep" mode te zetten waardoor je niet meer zichtbaar bent voor anderen.

#### *5.3 Universiteit Utrecht, excursies in het onderwijs*

##### **Gesproken met:**

Wouter Marra (docent & e-learning ontwikkelaar, Faculteit Geowetenschappen)

### Beschrijving toepassing

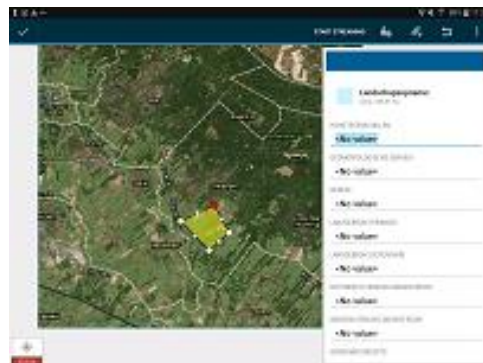
E-learning omgeving die gebruikt wordt voor een excursie voor 2<sup>de</sup> jaars studenten in de omgeving van Utrecht over het landschap van de Utrechtse heuvelrug. Bij een klassieke excursie gaat de docent mee en houdt een verhaal op verschillende locaties. Voor 80 studenten is het een uitdaging dat te plannen.

Door middel van deze toepassing kunnen studenten de excursie zelfstandig lopen. Er wordt gebruik gemaakt van tablets met GPS (zonder 3G/4G) en drie standaard apps: izi.travel, PDF-map en de collector app van ESRI. Op bepaalde plekken wordt content in de vorm van tekst en voice-over aan geboden, daarnaast krijgen studenten opdrachten en kunnen gegevens met de collector app worden verzameld.

De tablets kunnen thuis en op de universiteit via wifi worden gesynchroniseerd. Over 3G/4G is wel nagedacht, maar ervaringen bij veldwerk in het buitenland lieten zien dat 3G niet overal betrouwbaar genoeg is. Doordat content op de tablet aanwezig is, is de oplossing onafhankelijk van het 3G/4G netwerk.

### Doel

Studenten zelfstandig een excursie laten doen. De logistiek is eenvoudiger, studenten kunnen het zelfstandig plannen en daarnaast leren studenten op een andere manier autonoom omdat ze niet als groep achter de docent aan gaan. Leren kan effectiever door gebruik van digitaal kaartmateriaal waarop direct de eigen locatie te zien is.



**Figuur 16, Zelfstandig excursies doen met location-based services**

### Status van het initiatief

De toepassing staat op het punt in productie genomen te worden. In januari is de toepassing voor het eerst gebruikt, de ervaringen zijn goed volgend jaar wordt het een verplicht onderdeel. Daarnaast gaat de toepassing ook gebruikt worden voor andere werkweken/excursies oa. naar Polen en Berlijn.

### Ervaringen

Studenten zijn zeer tevreden dat ze de excursie zelfstandig kunnen doen. Ook de docenten zijn zeer tevreden over de bruikbaarheid.

### Privacyaspecten

Er is over privacy nagedacht, maar bij de huidige toepassing speelt dat geen rol. Er is nog wel de wens verder te experimenteren, om bij te houden hoe studenten zich bewegen en om te kijken hoeveel tijd ze besteden aan bepaalde onderdelen. Hierbij zal privacy wel een rol spelen, als



---

hiermee een experiment gedaan gaat worden zal dat eenmalig zijn en met de toestemming van studenten.

### **Aspecten waar SURF een rol zou kunnen spelen**

Bij het komen van idee tot realisatie heeft subsidie van het ministerie van OCW geholpen om een eerste stap te nemen, SURF heeft het project begeleid. Bij docenten leefde altijd de wens meer excursies te doen, maar de tijd hiervoor ontbrak. Geleidelijk is het idee ontstaan voor deze location based toepassing voor excursies en door de subsidie is dit mogelijk gemaakt. Het delen van inzichten met andere docenten en onderwijsontwikkelaars is ook een belangrijke rol voor SURF, zoals bijvoorbeeld tijdens de onderwijsdagen of andere seminars.

### *5.4 Fontys Hogeschool: LBS als leerervaring, Quantified Students en facilitair*

#### **Gesproken met:**

Rens van der Vorst (Medewerker Onderwijs en IT vernieuwing, docent techno-filosofie)

#### **Beschrijving toepassing**

Fontsys is al 4-5 jaar bezig met het verkennen van de mogelijkheden met data uit het wifinetwerk.

De gedachte daarachter is dat wifi een soort blauwdruk geeft van de organisatie, de data geeft als het ware inzicht in de stroom van de bloedlichaampjes door de organisatie. Bij Fontys gebruikt men data uit het wifinetwerk voor drie toepassingen:

- 1) Omgaan met (wifi) data als leerervaring voor studenten;
- 2) wifi-data als voeding voor het Quantified Student concept;
- 3) wifi-data ten behoeve van de afdeling facilitair;

#### Wifi-data als leerervaring voor studenten

Het is begonnen met het project “wireless = more”, waarbij studenten gevraagd werd wat er allemaal zou kunnen met wifi-data. Hiertoe is een dump gemaakt van data uit het wifinetwerk, verrijkt met data uit andere IT bronnen zoals active directory etc. Op basis van deze input zijn studenten toepassingen gaan bouwen, waaronder diverse visualisaties van de drukte in gebouwen bijv. in de vorm van aquarium met vissen, tuinen met planten. Ook vergelijkingen zoals, zijn Apple gebruikers meer op de campus dan Android gebruikers, boys vs. girls en games; hoeveel lopen individuen op de campus, met extra punten voor traplopen.

#### Quantified Student

Eind 2015 heeft Fontys geïnvesteerd in een nieuwe moderne wifi omgeving (Cisco met Cisco CMX) en in 2016 is het programma Quantified Student gestart. Dit is een uitwerking van Quantified Self, een term bedacht door Gary Wolff en Kevin Kelly en het staat voor een beweging die technologie gebruikt om zaken aan zichzelf te meten om met die gegevens te proberen om hun leven te verbeteren. In dit programma is het doel te kijken of studenten zichzelf kunnen meten en hiermee zichzelf verbeteren/coachen. Locatiedata uit het wifinetwerk is een van de bronnen van informatie in dit programma.

#### Facilitair

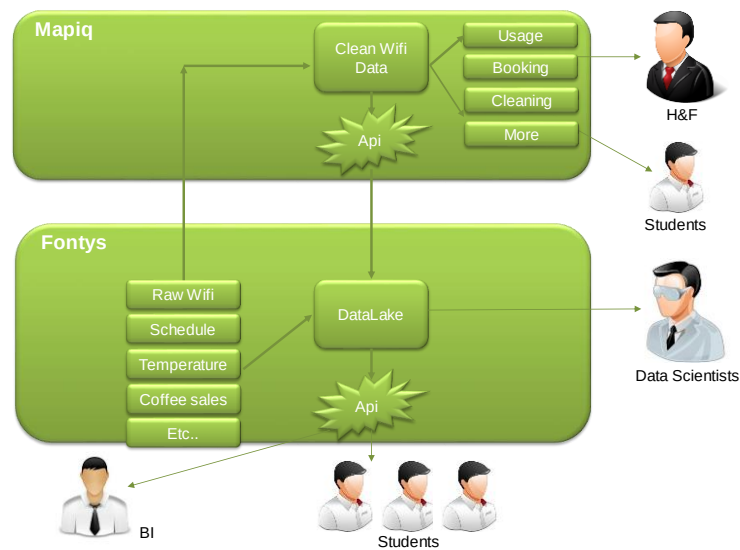
Vroeger werd het gebruik van het gebouw in kaart gebracht door het inhuren van bureaus met mensen op locatie die gebruik gingen tellen en turven. Een nieuwe aanbesteding voor een telbureau was aanleiding te gaan kijken of dat ook met wifi opgelost kon worden. In de netwerkmantel (KPN) is een innovatie-element opgenomen en deze gaat nu mogelijk gebruikt worden om met MAPIQ een pilot te starten.

## Doel

Er zijn meer doelen, enerzijds is het doel leerervaringen voor de studenten te creëren, anderzijds is het doel te kijken hoe studenten zichzelf kunnen meten en verbeteren een en ander volgens het Quantified Student concept. Recent is daar ook het helpen van de afdeling facilitair bijgekomen, zodat zij inzicht in het gebruik van het gebouw krijgen en gebouwgebruik en gerelateerde processen kunnen optimaliseren.

## Status van het initiatief

Het gebruik van de wifi-data als leerervaring voor studenten is al enige tijd in gebruik (productie), de ontwikkelingen rond Quantified Student is op dit moment vooral experimenteren. De volgende stappen zijn mogelijk pilots. Binnenkort start in ieder geval een pilot om facilitair meer inzicht te geven in gebouw gebruik, waarschijnlijk gaat hiervoor MAPIQ gebruikt worden.



**Figuur 17, Fontys Open Data Initiatief, gebruik van wifi-data en Datalake**

Onderdeel van de pilot is het ter beschikking stellen van geschoonde wifi-data waarmee een datalake gevoed zal worden. Dat datalake kan in het onderwijs gebruikt worden voor verdere experimenten (zie Figuur 17). Fontys wil op basis hiervan een Fontys Open Data Initiatief vormgeven.

## Ervaringen

In 2016 zijn door studenten diverse projecten uitgevoerd waarbij enkele projecten gebruik maken van de locatiedata. Voorbeelden hiervan zijn “Am I a workhorse?” en “groupmotion”. De eerste is een app die een aanwezigheid van een student vergelijkt met zijn rooster, zijn klasgenoten en alle studenten van Fontys; de tweede app geeft inzicht in de “gevoelstemperatuur” binnen werkgroepen en de locatie van de leden van een groep. Komend jaar staan nieuwe projecten op stapel. Ervaringen voor het nut voor de facilitaire afdeling zijn er nog niet, de pilot moet nog starten.

## Privacyaspecten

Door het experimentele en beperkte karakter van de huidige projecten (ca. 100 studenten op het totaal van 45.000) zijn de privacyaspecten met opt-in waivers en NDA's opgelost. Voor de toekomst is het beeld dat alleen de betreffende persoon toegang heeft tot zijn privacygevoelige informatie. Hoe dat opgelost wordt is nog niet helemaal duidelijk. Ook is er het gevoel dat de discussie over privacy soms verlamd werkt en de privacyregelgeving erg gericht is op

---

bedrijfsleven en commerciële doelen. Een school is geen commercieel instituut. Gevoelige informatie moet goed afgeschermd worden voor de buitenwereld, maar zou binnen het instituut makkelijker gebruikt moeten kunnen worden om de doelen na te streven.

### **Aspecten waar SURF een rol zou kunnen spelen**

SURFnet zou Quantified Student apps of andere toepassingen kunnen integreren in haar SURFwireless aanbod. Op termijn zou dat ook voor Fontys interessant zijn als het wifinetwerk weer vervangen gaat worden. Daarnaast wil Fontys graag best-practices en ervaringen delen. Een ander vraagstuk is hoe het verder zal gaan met de wifi-technologie, vooral in relatie tot 5G. Bouwen de SURFnet leden straks nog wel hun eigen netwerk, of nemen ze een draadloze dienst af van een provider. En wat als de Hogeschool of Universiteit in hoge mate afhankelijk is geworden van wifi, niet van wege de primaire dienst draadloos data, maar vanwege alle informatie die het netwerk oplevert?

### *5.5 Hogeschool Utrecht, learning statistics koppelen aan gebouwgebruik*

#### **Gesproken met:**

Justian Knobbout (onderzoeker lectoraat Digital Smart Services; docent Institute of Engineering & Design)

#### **Beschrijving toepassing**

Justian werkt aan learning analytics en Electronische Leeromgevingen (ELO). HU gebruikt hiervoor Sharepoint, Moodle en het binnen HU ontwikkelde HUBL (HU Blended Learning). Vanuit de ELO omgeving is HU heel benieuwd waar studenten de omgeving gebruiken, is dat in de klas, bibliotheek, thuis? Als het in het HU pand is, waar doen ze dat dan. Het nieuwe pand is helemaal vormgegeven naar verschillende werkvormen, de vraag is of leren ook plaats vindt op de plekken en op de manieren die bedacht zijn of wellicht op andere, onverwachte plaatsen.

#### **Doel**

Het meten van het gedrag van studenten in de leeromgeving. Om op deze wijze de omgeving (digitaal & fysiek) aan te kunnen passen opdat beter onderwijs gegeven kan worden.

#### **Status van het initiatief**

Op dit moment vooral ideevorming. De toepassing van location-based services was wel bekend vanuit de commerciële wereld, door een vriend die dit als afstudeeronderwerp had. Wel ideeën gehad over het tellen van aantallen studenten in het gebouw, en nadat SURFnet belde voor dit onderzoek de link gelegd naar evt. mogelijkheden bij data-analyse.

#### **Ervaringen**

Met location-based services weinig ervaring. Afgelopen blok heeft HU wel meegedaan met een SURFnet learning analytics experiment op de ELO omgeving. SURFnet kwam met een kant en klare methode voor het meten van statistieken, die was zeer eenvoudig in de ELO omgeving van HU te integreren. Daarnaast had SURFnet nagedacht over de privacyaspecten inclusief een kant en klare privacy verklaring. Bij de volgende ronde gaat HU ook meedoen. Voor daarna is het wel de vraag hoe het binnen de HU verder gaat. Het is niet helemaal duidelijk hoe HU over dit soort innovaties gaat besluiten en hoe ze verder geïntegreerd worden in het onderwijs.

#### **Privacyaspecten**

Privacy is ook voor learning analytics een belangrijk vraagstuk, waarvan nog niet duidelijk is wat wel mag en wat niet, wat studenten wel willen en wat niet. Bij het SURFnet experiment is voor opt-in gekozen en ca. 40% van de studenten deed mee. Waarbij het in het begin lastig duidelijk

te maken was wat de studenten er aan hadden. Nu is meer duidelijk wat er kan, studenten waarderen vooral het dashboard waarin een student kan zien hoe hij presteert binnen zijn groep.

### **Aspecten waar SURF een rol zou kunnen spelen**

Als SURFnet zoiets zou kunnen organiseren als voor het learning analytics experiment heeft dat zeker waarde. Op deze manier kan HU laagdrempelig iets proberen en intern de resultaten laten zien.

### *5.6 Wageningen University & Research, Inzicht in gebruik onderwijsruimten*

#### **Gesproken met:**

Joris Fortuin (Hoofd afdeling Integraal Facilitair Management, Facilitair Bedrijf, (FB))

#### **Beschrijving toepassing**

De afdeling Integraal Facilitair Management is één stafafdelingen van het FB, verantwoordelijk voor de beleidsvoorbereiding van het Facilitair Bedrijf-breed van Wageningen University & Research (WUR). Het Facilitair Bedrijf van WUR omvat alle ondersteunende diensten (met uitzondering van Personele zaken, Financiën en Communicatie), dus naast de gebruikelijke facilitaire functies ook Vastgoed en Huisvesting, Bibliotheek, Inkoop en IT.

WUR maakt een grote groei door, in 2004 waren er ca. 4000 studenten, inmiddels heeft WUR 11.000 studenten en de prognose voor de komende jaren is bijgesteld van 12.000 naar 15.000 studenten in 2022. Deze groei is enerzijds te verklaren uit demografische ontwikkelingen in Nederland, anderzijds heeft WUR een goede naam in het buitenland en veel buitenlandse studenten. Bij Bachelor 10%, bij Master 40% en 60% bij Phd's.

De uitdaging voor de WUR is deze groei te accommoderen en tegelijk terughoudend te blijven met het neerzetten van nieuwe gebouwen. Sinds 2-3 jaar hanteert de WUR een 3 sporen beleid van onderwijsvernieuwing (waaronder on-line/off-campus onderwijs), verruiming van het onderwijsrooster (bijv. avondonderwijs) en effectieve roostering.

Voor dit laatste werden tot enkele jaren terug handmatige tellingen gedaan en gerapporteerd aan de afdeling Roostering. Zo'n drie jaar geleden kwam WUR in contact met LoneRooftop (toen net begonnen en nog 3 man groot) en zijn gezamenlijk de gedachten gevormd over het inzichtelijk krijgen van het werkelijk ruimtegebruik. Eerst was het idee met sensoren te tellen hoe ruimtes gebruikt werden, maar vanwege het dan benodigde aparte netwerk en bekabeling werd dat kostbaar en onwenselijk om een extra netwerk te plaatsen. Tegelijkertijd bleek dat de IT afdeling van plan was een Cisco MSE aan te schaffen waarmee deze locatie informatie ook via het bestaande wifinetwerk verkregen kon worden.

#### **Doel**

Het verzamelen van objectieve informatie over het gebruik van onderwijsruimten om zo effectiever te kunnen roosteren en de groei met het bestaande vastgoed te faciliteren.

#### **Status van het initiatief**

Het gebouw Orion, waar de pilot 3 jaar geleden is begonnen, is nu ca. 2 jaar in productie. Het Forum gebouw is een half jaar later ingericht. Op dit moment worden bij WUR alle structurele onderwijsruimten gemonitord, het gaat daarbijruimten verspreid over 6 gebouwen, waarbij ook gebouwen zijn met slechts 2 onderwijsruimten. Naast de productie lopen er pilots om te kijken of de verkregen bezettingsinformatie ook voor het schoonmaakbedrijf en het gebouwbeheerssysteem interessant is. Voor het monitoren van kleine ruimtes (4-10 personen) is

---

wifi niet geschikt. Hier wordt onderzocht of er in combinatie met andere sensoren wel accurate monitoring gedaan kan worden.

### **Ervaringen**

WUR gebruikt de PIE en Clocks applicaties van LoneRooftop, hierin kan bekeken worden hoeveel mensen aanwezig zijn in een ruimte, zowel real-time als historisch. Clocks is gekoppeld aan de roostering zodat het gebruik van de ruimte gekoppeld kan worden aan het ingeroosterde gebruik ervan. De afdeling Roostering (geen onderdeel van het facilitair bedrijf) heeft hierdoor inzicht in de bezetting. Op dit moment wordt vooral gekeken naar “no shows”, waarbij ingeroosterde ruimten niet in gebruik bleken. Hierover wordt contact gezocht met de betreffende docenten om tot een betere afstemming van vraag en aanbod te komen. Het monitoren van structureel te hoge reserveringen/te lage bezetting wordt gezien als mogelijke vervolgstap.

Het effect op ruimte gebruik is lastig te meten, er zal over een langere periode gekeken moet worden en er zijn ook veel andere invloeden op ruimte gebruik. Een voorzichtige schatting is dat de afdeling roostering 5-10% meer capaciteit ter beschikking krijgt door op deze wijze het gebruik te monitoren en roostering bij te sturen.

### **Privacyaspecten**

Meteen bij de start van de pilot is er aandacht geweest voor de privacy en zijn de beveiligingsfunctionaris en Juridische Zaken betrokken geweest om de opzet van het monitoringsysteem te beoordelen. WUR is direct duidelijk geweest over het doel van het verzamelen van de informatie, nl. het monitoren van gebruik van onderwijsruimten. De verkregen informatie wordt direct geanonimiseerd, voordat LoneRooftop deze ontvangt voor de verwerking in de applicaties. Wellicht hierdoor heeft de monitoring niet tot privacy discussie geleid met de studenten en docenten.

### *5.7 Conclusie*

De meeste ontwikkelingen rondom location-based services bevinden zich nog in het stadium van ideevorming, experimenten en pilots. De use-case voor het facilitaire management is het dichtst bij een operationele fase. Het in kaart brengen van het ruimte/gebouw voor het facilitaire management speelt in 5 van de 7 cases een belangrijke rol en er lopen reeds pilots of deze starten binnenkort.

Daarnaast zien we experimenten en initiatieven rondom learning analytics en quantified student, waarbij geprobeerd wordt relaties te leggen tussen het succes van de student en gedrags- en omgevingsfactoren. Hierbij is (wifi) locatiedata een van de bronnen waarmee gemeten kan worden hoe vaak/lang een student op de campus is en waar hij/zij zich bevindt.

Het is niet altijd makkelijk nieuwe ideeën binnen de instellingen in te voeren. Voor de facilitaire toepassing kan een duidelijke businesscase gemaakt worden. Voor learning analytics, de quantified student en extra excursie mogelijkheden is het lastiger deze in een businesscase te vangen. Er wordt aangegeven dat het vaak belangrijk is toepassingen te laten zien om anderen binnen de organisatie te overtuigen van het nut. Bij Fontys en UvA zijn ook toepassingen voortgekomen uit (afstudeer) opdrachten van studenten.

We zien verder dat diverse initiatieven (Fontys Open Data initiatief, Onderwijs API UvA/HvA, LoneRooftop, MAPIQ) zich bezighouden met het schonen van wifi-data en verrijken hiervan uit andere bronnen. In de location stack van Tower, Brumitt, Borriello is dit de invulling van de contextual fusion laag. Hieruit leiden we af dat de ruwe wifi-data zoals die via API's uit de

wifinetwerken gehaald kan worden niet zondermeer geschikt is voor het maken van zinvolle toepassingen.

Privacy is een onderwerp dat bij vrijwel elke case terugkomt. Het is een lastig onderwerp omdat er veel onduidelijkheid bestaat over van wat wel kan en mag, en wat niet. De experimenten en pilots betreffen veelal kleine groepen en met opt-in of waivers wordt discussie over privacy voorkomen. Hiermee wordt de discussie feitelijk vooruitgeschoven naar latere fases in de ontwikkeling en potentieel een bottleneck of zelfs een blokkerend issue bij daadwerkelijke dienstverlening.

---

## 6 De rollen voor SURFnet

In dit hoofdstuk beschrijven we enkele mogelijke rollen die SURFnet kan spelen om het gebruik van location-based services te bevorderen en beter te benutten. Hiertoe kijken we eerst naar werkwijze van SURFnet, de manieren waarop SURFnet waarde kan toevoegen en mogelijke selectiecriteria voor een rol. Vervolgens worden enkele mogelijke rollen geschetst, deze rollen zijn vervolgens gepresenteerd aan de draadvrij projectgroep en met deze groep geëvalueerd.

### 6.1 Criteria voor het selecteren van een rol

#### 6.1.1 Missie & werkwijze SURF

In het meerjarenplan 2015-2018 wordt de missie van SURF beschreven als: *“SURF zorgt ervoor dat studenten, docenten, onderzoekers en medewerkers in het onderwijs en onderzoek onder gunstige voorwaarden kunnen beschikken over de best mogelijke ICT-voorzieningen ten behoeve van toponderzoek en talentontwikkeling, ook in nationale en internationale samenwerking.”*

De werkwijze van SURF is hierin tweeledig:

- SURF innoveert, ontwikkelt en exploiteert samen met de instellingen een geavanceerde, federatieve e-infrastructuur;
- SURF organiseert vraagbundeling, samenwerking en kennisuitwisseling voor de aangesloten instellingen.

Met ingang van 2015 is SURF georganiseerd als een coöperatieve vereniging waaronder SURFmarket, SURFnet en SURFsara als werkmaatschappijen. De nieuwe organisatie heeft tot doelstelling de samenwerking binnen SURF te versterken en maakt het mogelijk het inbestedingsmodel te gebruiken. Dankzij het inbestedingsmodel kunnen instellingen zonder aanbestedingsverplichting diensten afnemen van SURFnet. Dit geldt uitsluitend voor de instellingen die toetreden tot de coöperatie SURF en deze instellingen zijn verplicht om het kernpakket van SURF af te nemen.

#### 6.1.2 Diensten SURFnet

SURFnet heeft een uitgebreid portfolio van diensten die aan aangesloten instellingen geleverd kunnen worden. Het portfolio is onderverdeeld in de volgende groepen:

- Beveiliging en privacy
- Data
- Cloud en online samenwerken
- Monitoring
- Netwerkconnectiviteit
- Training en ondersteuning

Daarnaast is per gebied aandacht voor innovaties en innovatieprojecten, deze zijn te vinden op de SURFnet website en worden hier niet nader genoemd.

#### 6.1.3 Rol criteria

Kijkend naar missie en werkwijze van SURF (zie paragraaf 6.1.1) is het aannemelijk dat SURFnet zich de volgende vragen stelt alvorens een dienst te ontwikkelen en aan te bieden:

1. Zijn er schaal- en kosten voordelen te realiseren door samenwerking?
2. Zijn er andere voordelen te realiseren?
3. Biedt de markt al diensten die passen bij de behoefte van de aangesloten instellingen?
4. Kunnen partijen uitgedaagd worden om betere diensten en businessmodellen te ontwikkelen?



Als een dienst niet voor een (groot) deel van bij SURF aangesloten instellingen relevant is, of als er geen schaal- en kosten voordelen te behalen zijn zal SURFnet deze niet aanbieden. Mogelijk zijn er andere voordelen, SURFdrive is hier een voorbeeld van. Er zijn tal van vergelijkbare en goedkopere of zelfs gratis opslagdiensten. Het voordeel van SURFdrive voor de instellingen is de beveiliging, want de opslag vindt plaats in de veilige en betrouwbare SURF-community cloud.

Daarnaast wil SURFnet een innoverende en voortrekkersrol vervullen en zullen innovatieve diensten die (nog) niet door de markt aangeboden ontwikkeld worden die voldoen aan de behoefte van de deelnemers. SURFnet zal in die gevallen de markt willen uitdagen om ook betere diensten aan te bieden.

## *6.2 Manieren waarop SURFnet waarde kan toevoegen*

In deze paragraaf beschrijven we de manieren waarop SURFnet waarde kan toevoegen voor de bij SURFnet aangesloten instellingen, deze zijn in volgorde van oplopende inspanning en kapitaalbeslag geordend.

### **Kennisuitwisseling en samenwerken**

SURFnet kan er voor zorgen dat aangesloten instellingen kunnen profiteren van kennis en ervaring die binnen SURFnet of bij andere instellingen opgedaan is. Dit onderzoek is daar een voorbeeld van. De resultaten zullen beschikbaar zijn voor alle aangesloten instellingen. Maar SURFnet kan bijv. ook zorgen dat interessante diensten en marktontwikkelingen bij de instellingen onder de aandacht gebracht worden. Verder zou SURFnet namens de aangesloten instellingen met (markt)partijen in overleg kunnen treden, om bepaalde wensen kracht bij te zetten.

### **Inzetten SURFnet-infrastructuur tbv. leveren van diensten door marktpartijen**

Een tweede manier van het inzetten van de sterke punten van SURFnet is het inzetten van de bestaande (netwerk) infrastructuur om diensten van marktpartijen op een makkelijkere, snellere of goedkopere manier bij de aangesloten instellingen af te leveren. De levering van SIP trunks is daar een voorbeeld van. Leveranciers van telefoniediensten kunnen centraal op NetherLight inkoppelen, en daarvandaan alle aangesloten instellingen bereiken. Het is niet nodig per instelling opnieuw infrastructuur aan te leggen.

### **Gezamenlijk inkopen van diensten**

SURFnet kan ook besluiten tot het inkopen van een dienst, welke vervolgens door de aangesloten instellingen afgenomen kan worden. Door de nieuwe structuur van SURFnet is het zgn. inbesteden makkelijker geworden. Inbesteden wil zeggen dat aangesloten instellingen zonder zelf een aanbesteding te doen diensten van SURFnet kunnen afnemen, als SURFnet deze dienst middels een (Europese) aanbesteding heeft geselecteerd en afneemt. Bij het gezamenlijk inkopen van een dienst kan SURFnet natuurlijk zelf, samen met de instellingen, het eisen en wensen pakket samenstellen.

### **Zelf bouwen diensten en/of infrastructuur**

Wanneer de markt niet de diensten kan of wil leveren die aan de eisen van SURFnet voldoen, of als SURFnet een dienst zelf veel goedkoper zou kunnen leveren, kan SURFnet er ook voor kiezen de dienst zelf te ontwikkelen en de benodigde infrastructuur daarvoor te bouwen. De netwerkinfrastructuur van SURFnet is daar een voorbeeld van.

### 6.3 Rollen voor het stimuleren van location-based services

Tabel 1 Tabel 4 geeft een aantal mogelijke rollen en activiteiten voor SURFnet om het gebruik van location-based services te stimuleren. Er is een rij opgenomen voor rollen en activiteiten op het vlak van de technologie van location-based services, een rij voor stimuleren van use-cases en de ontwikkeling van nieuwe toepassingen, en een rij voor generieke rollen. In de kolommen staan de manieren waarop SURFnet waarde kan toevoegen (zie paragraaf 6.2), het inzetten van SURFnet infrastructuur is niet opgenomen. De reden hiervan is dat de vraagstukken van de instellingen op andere vlakken liggen dan infrastructuur. Bijvoorbeeld op het vlak van het ontwikkelen van initiatieven tot toepassingen die rijp zijn om in productie te nemen. Een belangrijk onderdeel zijn de privacyvraagstukken die gaande van experimenten, naar proof of concept en naar productie steeds belangrijker en lastiger worden. Ook zijn er vraagstukken aan de meer technische kant over realisatie van LBS netwerken en het onderhoud van de noodzakelijke plattegronden.

**Tabel 4, Mogelijke rollen voor SURFnet bij het stimuleren van LBS**

|                                   | <b>Kennisuitwisseling &amp; Samenwerken</b>                                                                                                                           | <b>Gezamenlijke Inkoop</b>                                                                          | <b>Eigen dienst ontwikkelen</b>                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Technologie locatie bepaling      | 1) Ontwerpregels voor “LBS ready” wifinetwerken opstellen.<br>2) Uitwerken van een advies voor het beheer van plattegronden.                                          | 3) Gezamenlijke inkoop LBS middleware / API om informatie te ontsluiten oa. naar facilitaire zaken. | 4) Toevoegen LBS aan SURFWireless.<br>5) Ontwikkelen van universele middleware/API voor LBS informatie.                                                                                 |
| Use-cases Location Based Services | 6) Stimuleren nieuwe LBS toepassingen door het faciliteren van experimenten en ideevorming.<br><br>7) Ondersteuning bij het productierijp maken van LBS initiatieven. | 8) Gezamenlijke inkoop LBS software ten behoeve van facility management en andere doelen.           | 9) Integreren van software toepassing voor facility management in SURFWireless.<br>10) Integreren van software toepassingen voor learning analytics/ quantified student in SURFWireless |
| Generieke rollen                  | 11) Gezamenlijk uitwerken privacyvraagstukken.<br>12) Ondersteuning bij het opstellen van businesscase voor nieuwe toepassingen.                                      | 13) Gezamenlijk inkopen Juridisch advies bij privacyvraagstukken.                                   |                                                                                                                                                                                         |

Hieronder staan de rollen en activiteiten in meer detail beschreven:

- 1) Ontwerpregels voor “LBS ready” wifinetwerken opstellen. Het ontwerp van een goed LBS wifinetwerk wijkt af een standaard wifinetwerk. Bij aanleg van een nieuw netwerk zullen de extra kosten beperkt zijn, bij aanpassingen achteraf kunnen de kosten hoog zijn. Door het opstellen en hanteren van deze ontwerpregels kunnen instellingen vroegtijdig voorsorteren op toekomstig LBS gebruik.
- 2) Uitwerken van een advies voor het beheer van plattegronden. Voor nauwkeurige LBS services is een goede plattegrond met daarop een accurate positie van de AP's belangrijk. Het beheer van deze plattegronden zal niet altijd eenvoudig zijn. Door een standaard werkwijze te definiëren hoeven niet alle instellingen het wiel opnieuw uit te vinden. Indien goed beschreven kan deze beheer taak evt. ook geoutsourced worden.
- 3) Gezamenlijke inkoop LBS middleware / API om informatie te ontsluiten oa. naar facilitaire zaken. We zien nu enkele initiatieven voor invulling van de contextual fusion laag, dit heeft het risico dat verschillende standaarden gezet worden en er geen eenduidige invulling komt. SURFnet zou het initiatief naar zich toe kunnen trekken en zorgen dat een dergelijke laag ingekocht wordt. Deze laag moet dan in ieder geval

geschikt zijn voor Cisco, Aerohive en andere merken met groot marktaandeel binnen de instellingen.

- 4) Toevoegen LBS aan SURFWireless. Zorgen dat de SURFWireless dienst ook LBS ondersteunt is een kleine stap, deze moet gezien worden in combinatie met 3), 5), 9) en 10).
- 5) Ontwikkelen van universele middleware/API voor LBS informatie. In plaats van inkopen kan SURFnet ook de initiatieven van UvA/HvA en Fontys verder uitwerken en tot een eigen invulling van de contextual fusion laag komen.
- 6) Stimuleren nieuwe toepassingen door het faciliteren van experimenten en ideevorming. Mogelijk zijn er meer (business)problemen waar wifi locatie data een rol in kan spelen. SURFnet kan deze zoektocht naar oplossingen voor (business)problemen faciliteren door bijvoorbeeld prijsvragen, hackatons of afstudeer vraagstukken voor studenten.
- 7) Ondersteuning bij het productierijp maken van initiatieven. De stappen van een experiment of initiatief naar een productierijp systeem zijn niet altijd evident voor de initiatiefnemers. Het opschalen en robuust maken van bijvoorbeeld een app voor een groot publiek stelt andere eisen dan het snel aantonen van de werking. SURFnet zou hierbij ondersteuning kunnen bieden door initiatieven te helpen bij het productiegereed maken.
- 8) Gezamenlijke inkoop LBS software ten behoeve van facility management en andere doelen. Diverse instellingen zijn bezig met pilots om wifi-data te gebruiken voor facility management. Lone Rooftop en MAPIQ zijn twee leveranciers hiervoor, door gezamenlijke inkoop van deze software/projecten kan naast standaardisatie, zie ook 5) een kostenvoordeel bereikt worden.
- 9) Integreren van software toepassing voor facility management in SURFWireless. Cisco heeft een groot marktaandeel in wifi en leveranciers zoals Lone Rooftop en MAPIQ zullen hun systemen hiervoor geschikt gemaakt hebben. SURFWireless gebruikt Aerohive en voor een goede LBS propositie op SURFWireless is het belangrijk dat de facility use-case ondersteund wordt, hetzij doordat Lone Rooftop en MAPIQ ook Aerohive gaan ondersteunen of door het bieden van een gelijkwaardige propositie met een andere leverancier.
- 10) Integreren van software toepassingen voor learning analytics/ quantified student in SURFWireless. Er zijn vrijwel geen marktpartijen die kant en klare oplossingen bieden voor LBS diensten voor de onderwijsmarkt. Door software toepassingen zoals learning analytics/ quantified student te integreren in SURFWireless kan SURFnet een unieke propositie creëren.
- 11) Gezamenlijk uitwerken privacyvraagstukken. Privacy speelt bij alle LBS projecten een belangrijke rol. Door de onduidelijkheid over wat wel en niet mag lopen projecten vertraging op of komen initiatieven mogelijk niet tot ontwikkeling. Door als SURFnet te inventariseren welke vraagstukken er zijn (bijv. rondom learning analytics) en deze met de Autoriteit Persoonsgegevens uit te werken kan duidelijkheid worden gecreëerd en wordt voortgang van projecten niet langer vertraagd door onzekerheid en discussie.
- 12) Ondersteuning bij het opstellen van businesscases voor nieuwe toepassingen. De toepassingen die makkelijk met een businesscase te verwerken zijn, zijn vaak vervangingen van huidige systemen of processen. Voor initiatiefnemers van echt nieuwe toepassingen is het niet altijd makkelijk de waarde voor de organisatie aan te tonen. Soms kennen ze de wegen niet of zijn er intern geen duidelijke innovatieprocessen. Door het tonen van de eerste resultaten in diverse gremia hopen ze een stap verder te komen en budget te krijgen voor vervolgstappen. SURFnet zou initiatiefnemers kunnen helpen hun toepassing te vertalen in een businesscase en onder de aandacht te brengen, zodat goede initiatieven sneller opvolging krijgen en minder goede gestopt kunnen worden om ruimte te maken voor betere initiatieven.

- 13) Gezamenlijk inkopen Juridisch advies bij privacyvraagstukken. Deze activiteit is gerelateerd aan 11), en betreft privacyvraagstukken welke ook een juridische component hebben. Door gezamenlijk de vraagstukken uit te werken en gezamenlijk juridisch advies in te winnen kunnen voordelen op vlak van snelheid en kosten bereikt worden.

#### 6.4 Evaluatie van de rollen

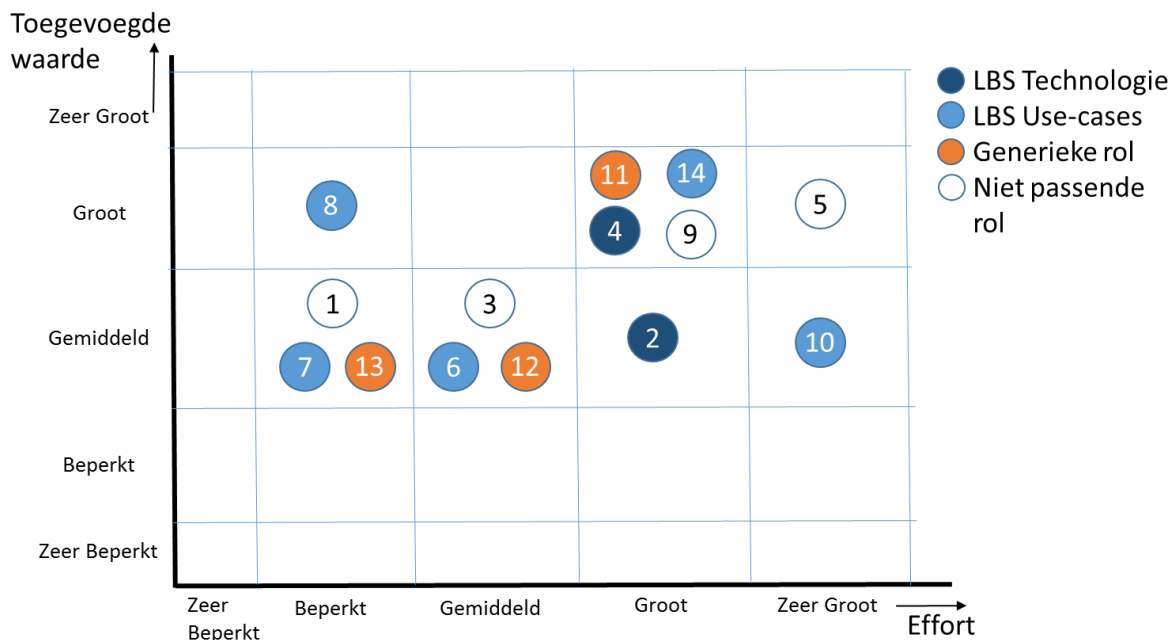
Niet al deze rollen zullen dezelfde toegevoegde waarde voor de doelgroep hebben, daarnaast is de effort voor elke rol anders. Waarbij kennis uitwisselen en samenwerken over het algemeen minder kostbaar zal zijn dan het ontwikkelen en exploiteren van een eigen dienst.

Tijdens een workshop met de projectgroep “draadvrij” zijn de rollen zoals beschreven in paragraaf 6.3 besproken en geëvalueerd. In de workshop is nog een additionele rol geïdentificeerd:

- 14) Het opstellen van richtlijnen, best practices en het uitvoeren van PoC's voor (open) wifidata waarin borging van privacy is verwerkt.

De rollen zijn vervolgens ingedeeld naar toegevoegde waarde en effort. Bij toegevoegde waarde is gekeken naar de waarde voor SURFnet en de aangesloten instellingen. De toegevoegde waarde is hoger ingeschat naarmate er meer schaal, kosten of andere voordelen te realiseren zijn en naarmate de diensten of businessmodellen beter aansluiten bij de doelgroep. De inschatting is tot stand gekomen door consensus binnen de werkgroep.

Bij effort is gekeken naar de verwachte inspanningen die SURFnet en de aangesloten instellingen moeten leveren de rol of activiteit te realiseren. De inschatting is tot stand gekomen door consensus binnen de werkgroep.



**Figuur 18, Toegevoegde waarde en benodigde inspanning bij de rollen**

In de workshop is met de projectgroep “draadvrij” gekeken naar rollen die zeker niet bij SURFnet passen. Dit betreft de rollen 1, 3, 5 en 9. Voor Rol 1, het opstellen van ontwerpregels voor LBS

netwerken, wordt de toegevoegde gezien als te beperkt voor de SURFnet doelgroep, als is het voor de SURFwireless dienst wel interessant. Rol 3 & 5, het gezamenlijk inkopen of ontwikkelen van LBS middleware, wordt gezien als niet wenselijk aangezien integratie met verschillende wifi-leveranciers de taak is van de LBS leveranciers en niet van SURFnet. Rol 9, het integreren van facility management toepassingen in SURFwireless, kent een soortgelijk probleem, nl. dat een one-size-fits-all benadering door de grote diversiteit bij de instellingen niet zal werken.

Rol 8, gezamenlijke inkoop van LBS software ten behoeve van facility management, kan gezien worden als laag hangend fruit. Bij de eerste instellingen is LBS ten behoeve van facility management al in een productionele fase en met beperkte effort kan SURFnet er voor zorgen dat andere instellingen dit sneller en makkelijker kunnen invoeren. Door gezamenlijke inkoop en standaardisatie kunnen voordelen bereikt worden in kosten en kennisopbouw.

Daarna bieden rollen 4, 11 en 14 de hoogste toegevoegde waarde. Het toevoegen van LBS aan SURFwireless (Rol 4) is technologisch gezien een kleine stap, meer effort zal gestoken moeten worden in het samenwerken met LBS leveranciers om te zorgen dat zij Aerohive gaan ondersteunen in hun software. Aangezien Aerohive ten opzichte van de marktleiders (Cisco, Aruba, Ruckus) een beperkt marktaandeel heeft zal Aerohive ondersteuning niet vanzelfsprekend zijn.

Rol 11 en 14 spelen in op de privacy vraagstukken. In de experimenten en proof of concepts worden de privacyvraagstukken veelal vooruitgeschoven en zijn hiermee potentieel een belangrijke bottleneck voor het gebruik van wifidata in productie. Door het gezamenlijk uitwerken van de belangrijkste privacy vraagstukken en duidelijkheid te creëren over wat wel/niet mag (Rol 11) kunnen projecten versneld worden. Door het opstellen van richtlijnen en uitvoeren van Proof of Concepts op vlak van open wifidata waarin de borging van privacy is verwerkt (Rol 14), kan een LBS platform gecreëerd worden dat voor diverse toepassingen gebruikt kan worden.

Rol 10, het integreren van software toepassingen voor learning analytics/quantified student in SURFwireless, is ook interessant te vermelden. Hier ziet de projectgroep “draadvrij” mogelijk een veel hogere toegevoegde waarde in de toekomst. De learning analytics/quantified student ontwikkelingen verkeren in een onderzoeksfase, als het onderzoek laat zien dat het rendement van het onderwijs hiermee verhoogd kan worden, zal de toegevoegde waarde van deze rol groot of zelfs zeer groot kunnen zijn. Voor deze rol lijkt het verstandig de ontwikkelingen op het vlak van learning analytics/quantified student te monitoren en regelmatig te evalueren of het interessant wordt de rol op te pakken.

### 6.5 Conclusie

In dit hoofdstuk hebben we enkele mogelijke rollen voor SURFnet beschreven om het gebruik van Location Based Services te bevorderen en beter te benutten. Hiertoe hebben we gekeken naar werkwijze van SURFnet en de manieren waarop SURFnet waarde kan toevoegen. In de projectgroep “draadvrij” zijn deze rollen besproken en geëvalueerd.

Als rol met een grote toegevoegde waarde en beperkte effort wordt het gezamenlijke inkopen van Location Based Service software ten behoeve van facility management gezien. Bij de eerste instellingen is deze toepassing (Zie case UvA en WUR paragraaf 5.1 en 5.6) al in een productionele of vergevorderde proof of concept fase. Door het gezamenlijk inkopen kan SURFnet andere instellingen helpen deze toepassing sneller en goedkoper te realiseren.

---

Daarnaast ligt er een belangrijke rol op het vlak van uitwerken van privacy vraagstukken in relatie tot location-based services. We zien dat bij experimenten en Proof of Concepts de privacy vraagstukken veelal vooruitgeschoven worden en hiermee een potentieel een gevaar voor de productiefase vormen. SURFnet zou richtlijnen kunnen opstellen voor open wifidata platformen waarin de borging van de privacy verwerkt is (privacy by design) en door het uitvoeren van Proof of Concepts laten zien dat privacy borging van open wifidata in de praktijk te realiseren is. Dergelijke platformen zouden voor diverse toekomstige toepassingen gebruikt kunnen worden.

Eén van de mogelijke toekomstige toepassingen voor location-based services is learning analytics/quantified student, deze ontwikkeling verkeerd in de onderzoeksfase en heeft tot doel een hoger rendement binnen het onderwijs te realiseren. Het wifinetwerk is hiervoor een belangrijke informatie bron (Zie case Fontys en HU paragraaf 5.4 en 5.5) en integratie van deze toepassing in de SURFwireless propositie zou interessant kunnen zijn. In deze fase van de ontwikkeling is deze integratie een te grote effort gezien de onzekerheid over de toegevoegde waarde. Voor deze rol lijkt het verstandig de ontwikkelingen op het vlak van learning analytics/quantified student te monitoren en regelmatig te evalueren of het interessant wordt de rol op te pakken.

## 7 Eindconclusie en aanbevelingen

**Leveranciers van technologie.** We kunnen concluderen dat de systemen voor locatiebepaling met Bluetooth en wifi algemeen beschikbaar zijn en gebruikt kunnen worden voor diverse toepassingen. Alle grote wifileveranciers, we hebben gekeken naar Aerohive, Cisco, HP/Aruba, Ruckus en Huawei, bieden de mogelijkheid locatie van wificlients te bepalen. Vrijwel alle systemen maken gebruik van driehoeksmetingen op basis van signaalsterkte (RSSI). De wifileveranciers geven een nauwkeurigheid op van ca. 5-10m, de Bluetoothleverancier van ca. 2,5m. Naast de nauwkeurigheid is de updatefrequentie een belangrijke eigenschap om te bepalen welke toepassingen mogelijk zijn. We zien dat goede informatie beperkt beschikbaar is en dat nader onderzoek naar nauwkeurigheid en updatefrequentie van de verschillende systemen zinvol is.

**Leveranciers van location-based services.** Location-based services zijn veelal monolithisch gebouwde systemen met een sterke relatie tussen technologie voor locatiebepaling en toepassing.

Er is (nog) geen situatie waarbij een generieke locatievoorziening gebruikt kan worden door allerlei verschillende applicaties en toepassingen. Aan de diversiteit van het partnerlandschap van de wifileveranciers is wel te zien dat de markt zich sterk aan het ontwikkelen is. Ook de beschikbaarheid van locatie-API's brengt hier verandering in, omdat hiermee toepassingen ontwikkeld kunnen worden die onafhankelijk zijn van de gebruikte technologie. Dit maakt het voor softwareontwikkelaars interessanter om toepassingen te ontwikkelen aangezien ze een groter marktpotentieel hebben.

Bedrijven richten zich met hun toepassingen veelal op de markt van retail en venues, toepassingen voor de educatieve markt zijn beperkt te vinden. De belangrijkste use-cases voor SURFnet-leden zijn het meten van de bezetting van gebouwen, het geven van indicaties van de beschikbaarheid van studieplekken en indoornavigatie. Er is een beperkt aantal leveranciers en dus volop ruimte voor softwareontwikkelaars die bovenstaande toepassingen bouwen of nieuwe toepassingen bedenken en realiseren.

**Privacyaspecten.** Location-based services zoals wifi-tracking hebben de interesse van de Autoriteit Persoonsgegevens (AP). De AP heeft uitgebreid onderzoek gedaan en eisen geformuleerd. Zo moet de gebruiker vooraf geïnformeerd worden en moet de bewaartermijn van gegevens beperkt worden. Andere eisen zijn minder concreet. Zo kan rechtmatigheid (grondslag) van wifi-tracking voortkomen uit toestemming van de gebruiker, of een afweging tussen een gerechtvaardigd belang en de impact op de persoonlijke levenssfeer. Ofschoon de AP specifiek gekeken heeft naar wifi-tracking kunnen we aannemen dat dezelfde eisen aan andere location-based services gesteld worden, omdat ze van dezelfde technologie gebruik maken. De Europese Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) verandert een aantal zaken. Zo zal de meldplicht bij de AP vervallen, maar heeft de organisatie wel een documentatieplicht en zal deze mogelijk verplicht zijn privacy impact assessments (PIA's) uit te voeren. Daarnaast is er een verplichting tot gegevensbescherming door ontwerp (privacy by design) en door standaardinstellingen (privacy by default). Het Juridisch Normenkader (Cloud)services van SURF bevat details en handreikingen die instellingen kunnen gebruiken om aan de AVG te voldoen.

**Use-cases.** De meeste use-cases bevinden zich nog in het stadium van ideevorming, experimenten en pilots. De use-case voor het facilitaire management is in of dicht bij de operationele fase. Naast deze use-case zien we experimenten en initiatieven rondom learning analytics en quantified student. Het is niet altijd makkelijk nieuwe ideeën binnen de instellingen in te voeren. Vooral nieuwe innovatieve toepassingen en initiatieven zijn lastig in een harde



---

businesscase te vangen. Hiervoor is het belangrijk de toepassingen te laten zien om anderen te overtuigen van de waarde. Er zijn diverse initiatieven, zoals het Fontys Open Data initiatief, de onderwijs API UvA/HvA en initiatieven van commerciële partijen zoals Lone Rooftop en MAPIQ die zich bezighouden met het schonen van wifidata en verrijken vanuit andere bronnen. De ruwe wifidata zoals die via API's uit de wifinetwerken is niet zondermeer geschikt voor het maken van toepassingen.

Privacy is een onderwerp dat bij vrijwel elke case terugkomt. Het blijkt een lastig onderwerp, omdat er veel onduidelijkheid bestaat over van wat wel kan en mag en wat niet. De experimenten en pilots betreffen veelal kleine groepen, en met opt-in of waivers wordt discussie over privacy voorkomen. Hiermee wordt de discussie feitelijk vooruitgeschoven naar latere fases in de ontwikkeling, en kan dit potentieel een bottleneck of zelfs een blokkerend issue bij daadwerkelijke dienstverlening zijn.

**Rollen SURFnet.** Op basis van het voorgaande zijn ca. 14 verschillende rollen en activiteiten geïdentificeerd en met de projectgroep "Draadsvrij" geëvalueerd. Als rol met een grote toegevoegde waarde en beperkte effort wordt het gezamenlijk inkopen van location-based services-software ten behoeve van facility management gezien. Bij de eerste instellingen is deze toepassing (case UvA paragraaf 5.1 en WUR paragraaf 5.6) al in een productionele of vergevorderde proof of concept fase. Daarnaast ligt er een belangrijke rol op het vlak van uitwerken van privacy. SURFnet zou richtlijnen kunnen opstellen voor open wifidata-platformen waarin de borging van de privacy verwerkt is (privacy by design, privacy by default). Door het uitvoeren van proof of concepts kan SURFnet laten zien dat privacyborging van open wifidata in de praktijk te realiseren is. Dergelijke platformen zouden voor diverse toekomstige toepassingen gebruikt kunnen worden. Voor onderzoek rond learning analytics/quantified student (zie case Fontys paragraaf 5.4 en HU paragraaf 5.5) is het wifinetwerk een belangrijke informatiebron. Op termijn zouden learning analytics/quantified student ook belangrijke location-based services kunnen worden waarin SURFnet met bijvoorbeeld SURFwireless een rol in kan spelen.

**Aanbevelingen.** We hebben gezien dat technologie voor locatiebepaling met Bluetooth en wifi algemeen beschikbaar is en gebruikt kan worden voor diverse toepassingen. De markt rond toepassingen is sterk in ontwikkeling. Kenmerkend is de grote diversiteit aan softwareleveranciers die toepassingen ontwikkelen. De huidige toepassingen zijn veelal gericht op de markt van retail en venues en niet op de onderwijsmarkt. Een onderwijstoepassing die zich wel duidelijk aftekent is het gebruik van wifidata om inzicht te krijgen in gebouwbezetting en de bezetting van onderwijsruimten. Daarnaast zien we dat wifidata een belangrijke rol spelen in onderzoek rond learning analytics/quantified student. Voor beide toepassingen, maar ook voor nieuwe spelen privacyaspecten een belangrijke rol. Daarmee komen we tot de volgende aanbevelingen voor SURFnet:

- Gezamenlijk inkopen van toepassingen die inzicht geven in bezetting van gebouw en onderwijsruimten, opdat deze toepassing makkelijker te realiseren is voor andere geïnteresseerde instellingen.
- Het volgen van ontwikkelingen rondom learning analytics/quantified student en regelmatig evalueren of dit een toepassing gaat worden die een groot deel van de SURFnet-doelgroep wil gaan gebruiken.
- Werken aan richtlijnen voor open wifidata-platformen waarin de borging van de privacy verwerkt is (privacy by design, privacy by default), waardoor deze platformen veilig benut kunnen worden voor diverse toepassingen.

- Actief monitoren op nieuwe toepassingen en stimuleren van experimenten met location-based services.

---

## Referenties

- [1] P. Bahl and V.N. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-based User Location and Tracking System," Proc. 19th Ann. Joint Conf. IEEE Computer and Comm. Societies (INFOCOM), 2000, IEEE Press, 2000, pp. 775–784.
- [2] Galván-Tejada, Carlos E. et al. "Infrastructure-Less Indoor Localization Using the Microphone, Magnetometer and Light Sensor of a Smartphone." Ed. Kourosh Khoshelham. *Sensors (Basel, Switzerland)* 15.8 (2015): 20355–20372. PMC. Web. 17 Oct. 2016.
- [3] Liu H., Darabi H., Banerjee P., Liu J. Survey of wireless indoor positioning techniques and systems. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C: Appl. Rev.* 2007;37:1067–1080.
- [4] M. Chon, and H. Cha, "LifeMap: A smartphone-based context provider for location-based services," *IEEE Pervasive Computing*, vol. 10, no. 2, pp. 58-67, 2011
- [5] A. R. Jimenez, F. Seco, C. Prieto, J. Guevara, "A comparison of Pedestrian Dead-Reckoning algorithms using a low-cost MEMS IMU, " in *Proceedings of the IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing*, 2009. WISP 2009, pp.37-42, 26-28 Aug. 2009
- [6] B. Kobben, A. H. van Bunningen, and K. Muthukrishnan, "Wireless campus lbs - building campus-wide location-based services based on wifi technology. Springer, 2005
- [7] J. Tower, B. Brumitt, and G. Borriello, "The Location Stack: A Layered Model for Location in Ubiquitous Computing" in *Proceedings of the Fourth IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA'02)*, 2002
- [8] C.Bowman; D.Slate; J. Grant, *The Architecture of Privacy* , O'Reilly Media, Inc., 2015
- [9] CBP, *Wifi-tracking van mobiele apparaten in en rond winkels door Bluetrace*, Rapport definitieve bevindingen, Openbare Versie, 13 oktober 2015
- [10] *WiFi Location-Based Services 4.1 Design Guide*, Cisco, May 20, 2008
- [11] *Market Guide for Indoor Location Services*, Gartner, May 2016