

# Onderzoek naar positiebepaling (lokalisatie) bij de brandweer

## Inleiding

Hieronder volgt een beschrijving van een onderzoekstraject dat binnen het Saxion lectoraat Ambient Intelligence is uitgevoerd. Na de beschrijven volgen er een paar opdrachten over de beschrijving.

## Het onderzoek

Er zijn veel toepassingen waarbij het belangrijk is om te weten *waar* iets of iemand is. Als je bijvoorbeeld een meting van een temperatuursensor krijgt van 180 graden celsius, dan is het handig om te weten of de sensor in je oven ligt of dat hij in je woonkamer hangt... Nu zijn er heel veel manieren waarop je de positie kan bepalen.

In 2012 kreeg het lectoraat Ambient Intelligence een vraag vanuit de brandweer. De Nederlandse brandweer werkt in eenheden van 6 personen: een bevelvoerder, een chauffeur, en 4 manschappen. Het is de taak van de bevelvoerder om overzicht te houden bij een inzet. Als de inzet in de open lucht is en de bevelvoerder kan iedereen zien, dan is dat overzicht gemakkelijk te houden. Als de manschappen echter een gebouw binnengaan, dan is het voor de bevelvoerder veel lastiger om te bepalen waar zijn of haar manschappen zijn. Momenteel wordt via de C2000 radio gezegd waar de manschappen zijn en wat ze doen. "Ik loop nu de gang in", "ik ga de eerste kamer in", enz.

De vraag die de brandweer stelde was of het technisch mogelijk was te bepalen waar teamleden van een brandweerteam zich bevinden, zodat dit op een overzichtskaart getoond zou kunnen worden. Als de teamleden buiten lopen, dan kunnen we gewoon GPS gebruiken, maar zodra ze een gebouw binnengaan, dan werkt dat niet meer goed. GPS signalen zijn erg zwak en worden tegengehouden en gereflecteerd door bijvoorbeeld gebouwen. De extra eisen waren verder dat je er niet vanuit mag gaan dat infrastructuur, zoals netwerken, nog werkt en het moet vooral binnenin gebouwen, maar ook in parkeergarages, werken.

Hoe pak je dit nu aan? Stel dat deze vraag aan *jou* zou worden gesteld, wat zouden dan de stappen zijn die je zou nemen? Op welke manier kan je tot een antwoord op bovenstaande vraag komen?

Binnen het lectoraat waren al enkele mensen bekend met zogenaamde inertial measurement units (IMUs). Een IMU is een sensor die versnellingen, hoekversnellingen (draaiingen) en de richting en sterkte van het magnetisch veld meet. Dit soort sensoren zijn niet afhankelijk van radiosignalen, zoals GPS of WiFi access points voor de meting en kan je dus zowel binnen als buiten gebruiken. Nu is de vraag natuurlijk of je op basis van versnellingen positie kan bepalen. Ten eerste hadden we bedacht dat het theoretisch

mogelijk is. Als je weet waar je bent en wat je snelheid is, dan kan je op basis van gemeten versnellingen en hoekversnellingen schatten wat je nieuwe snelheid is en dus ook schatten wat je nieuwe positie is. Op papier leek dit dus mogelijk. Dit was de start van een onderzoekstraject dat nog steeds loopt.

Op basis van een aantal gesprekken met collega's die ervaringen hadden met dergelijke sensoren zijn we gaan onderzoeken wat er al bekend was op het gebied van positiebepaling. We moesten hiervoor ook de termen vinden die relevant zijn. Na zoeken op termen als "positioning" vonden we artikelen waarin ook andere termen werden gebruikt: localisation, positioning, navigation, localization and tracking systems (LTS). Specifiek voor systemen met IMUs vonden we de term "Inertial Navigation System" (INS) en voor wandelende personen Pedestrian Dead Reckoning (PDR). Op basis van de gevonden termen kregen we telkens meer onderzoeksartikelen en nieuwsartikelen waarin dergelijke systemen werden beschreven. Ook vonden we een proefschrift met de titel Opportunistic Seamless Localisation van iemand die 4 jaar onderzoek had gedaan naar dit soort systemen en daar op gepromoveerd was.

Kortom, na een paar uur hadden we heel veel relevante zoektermen en nog veel meer (meer dan 30) artikelen gevonden over dit soort technieken. Tijdens het zoeken hadden we ook gezien dat er nog veel meer artikelen waren. In het proefschrift hadden we een mooi overzicht (review) van het vakgebied gevonden. Omdat het ondoenlijk was om al de gevonden artikelen in detail te lezen, hebben we eerst de samenvattingen (abstracts) doorgenomen om te bepalen welke artikelen het belangrijkste waren. Die artikelen hebben we doorgenomen en daarbij kwam naar voren dat je veel last hebt van meetfouten bij IMUs. We wisten al dat je niet meet wat je wilt. Je wilt positie weten, maar je meet versnelling. Omdat je uit de versnelling de nieuwe snelheid schat en uit de snelheid de nieuwe positie (dead reckoning) is het systeem heel gevoelig voor meetfouten. Een kleine fout in de gemeten versnelling, levert een grote fout in de geschatte snelheid en een enorme fout in de geschatte positie. Uit de onderzoeksartikelen konden we concluderen dat het theoretisch mogelijk is, maar dat het praktisch lastig is om uit te voeren.

We zijn vervolgens zelf gaan experimenteren met sensoren. Nagenoeg alle internationale artikelen die we hadden gevonden maakten gebruik van een sensor van het Enschedese bedrijf Xsens. De eerste stap was een dergelijke sensor aanschaffen en hier mee experimenteren. Als doel stelden we het ontwikkelen van een demonstrator, of proof-of-concept: een systeem waarmee je aan anderen kan laten zien dat het principe werkt. In eerste instantie zijn hier twee studenten mee aan de slag gegaan. Zij hadden zichzelf twee onderzoeksvragen gesteld: 1) Is de sensor zo nauwkeurig als wat in de specificaties staat? En 2) Kunnen we software maken die de meetgegevens kan verwerken tot positie-schattingen?

Om te bepalen of de sensor nauwkeurig was hebben ze een proefopstelling gemaakt waarmee ze veel metingen konden doen. Op basis van de verwachte meetwaarden en de daadwerkelijk gemeten meetwaarden konden ze controleren of de sensor nauwkeurig genoeg was. Deze test was heel nuttig, want er kwam uit naar voren dat 1 van de sensoren die we hadden helemaal niet nauwkeurig was. Deze sensor is teruggestuurd naar de producent en nadat deze opnieuw was gekalibreerd kregen we hem terug en was hij wel goed.

Parallel daaraan werd gewerkt aan de software om de positieschattingen te kunnen doen. Uit de literatuur kwam naar voren dat je een truc moest toepassen om je algoritmes nauwkeurig te krijgen. Deze truc heette Zero Velocity Update (ZUPT). Het uitgangspunt van ZUPT is dat je meetfouten maakt en dat dat gevolgen heeft voor je snelheidsschatting en je positieschatting. Door te herkennen wanneer de voet contact maakt met de grond (en dus stil staat) kan je snelheidsschatting handmatig op 0 zetten. De studenten hebben dit verwerkt in hun software en uiteindelijk hadden ze een demonstrator waarbij je een IMU sensor op de schoen moest vastmaken. De IMU zond de data naar een laptop die de data opsloeg. Na een wandeling kon je dan een kaart laten tekenen van de route die je had gelopen. Het systeem was best nauwkeurig. Na een minuut of 10 wandelen was er een afwijking van ongeveer 5 meter.

De conclusie van dit onderdeel luidde dus: Het is mogelijk om positie te schatten op basis IMU data. Vervolgens hebben we deze resultaten aan de brandweer gedemonstreerd en op een conferentie gepresenteerd. De brandweer was erg enthousiast en gaf aan dat best een dergelijk systeem zouden willen hebben. Er ontstonden direct allerlei nieuwe vragen: Kan je de berekeningen direct doen (dus terwijl iemand loopt)? Wat is er in een brandweerorganisatie nodig om een dergelijk systeem te gebruiken? Kan je de posities naar een centraal punt sturen? Kan je de sensoren in een brandweerlaars verwerken? ...

## Vragen

1. Welke onderzoeksvragen herken je in het verhaal?
2. Kan je er nog meer bedenken die belangrijk zijn?
3. Welke methoden en onderzoeksstrategieën herken je?
4. Zou je zelf nog andere methoden en strategieën gebruiken? Waarom?