

## Artikel

### Kennispartners Internet of Things

#### *Internet of Things: netwerk voor kennis, onderzoek, onderwijs en ontwikkeling*

*Door: drs. Geert de Haan; Hogeschool Rotterdam.*

*Met medewerking van: drs. Wim Smit, Hogeschool Leiden, dr. Jan Dirk Schagen, Academie voor ICT & Media; De Haagse Hogeschool, dr. Mortaza Bargh, ir. Abd el Ghany, drs. Peter van Waart, Instituut voor Communicatie, Media en Informatietechnologie; Hogeschool Rotterdam.*

*Trefwoorden: Internet of Things, samenwerkingsverband, kennisnetwerk, hbo-team*

*Sensornetwerken, ubiquitous computing, pervasive design, ambient intelligence, user experience, regionale samenwerking, onderzoek, open data, sensoren, sociale media, ontwerpmethoden.*

**We presenteren een samenwerkingsverband tussen de Hogeschool Rotterdam (HR), de Haagse Hogeschool (HHS) en de Hogeschool Leiden (HSL) op het gebied van het Internet of Things (IoT). Enige jaren geleden heeft de Stichting Innovatie Alliantie (SIA) opdracht aan het ICT Innovatie Platform Sensor Netwerken (IIP-SN) verleend voor de uitvoering van een thematische impuls ‘SensorNetworks’. De doelstelling van de thematische impuls SensorNetworks is het bijeenbrengen van hogescholen en de beroepspraktijk om kennis en onderzoek binnen het hbo en de vragen van de beroepspraktijk bij elkaar te brengen. Vanuit het hbo is een team van 10+ instellingen gevormd waarin de hbo-instellingen samenwerken aan onderwijs en onderzoek op het gebied van **Intelligente Sensor Netwerken (ISN) en het Internet of Things (IoT)**.**

Op initiatief vanuit het hbo-team ISN is een samenwerking gestart tussen de Hogeschool Rotterdam, de Haagse Hogeschool en de Hogeschool Leiden; initieel vanuit persoonlijke contacten met het doel een samenwerkingsverband op te zetten in het onderwijs en het onderzoek op het gebied van IoT van hogescholen, kennisinstituten en industriële/publieke partners. De visie voor de samenwerking omvat het uitwisselen van individuele docenten en onderwijsmateriaal en verder het gezamenlijk uitvoeren van lokaal (minor) onderwijs en onderzoeksprojecten rond experience design, sensortechnologie, ubiquitous computing en IoT. Het uiteindelijke doel is het opzetten van een kennisnetwerk Internet of Things vanuit de betrokken hogescholen met andere kennisinstituten en industriële/publieke partners in de Randstad.

#### **HBO Team Intelligente Sensornetwerken**

Het HBO Team Intelligente Sensornetwerken (HBO Team ISN) is een samenwerkingsverband van (bijna) alle hbo-instellingen. Het team is oorspronkelijk opgezet als het Platform Beeldverwerking HBO vanuit belangstelling voor Sensortechnologie en in het bijzonder: Computer Vision. Toen de Stichting Innovatie Alliantie (SIA) aan het ICT Innovatie Platform Sensor Netwerken (IIP-SN) opdracht gaf voor de uitvoering van een thematische impuls ‘SensorNetworks’ (zie: van Leeuwen, Maas en Land, 2011) kwam de focus van de samenwerking te liggen op Intelligente Sensornetwerken. Inmiddels zijn de meeste van de betrokken hbo-instellingen momenteel een stap verder en bezig met onderzoek en onderwijs naar het Internet of Things.

Het HBO Team ISN staat open voor alle geïnteresseerde hbo-instellingen, en het meest actief zijn Saxion Hogeschool, de Hanze Hogeschool, de Hogeschool Rotterdam, Hogeschool Utrecht, de NHL

Hogeschool, Avans Hogeschool, Fontys Hogescholen, de Hogeschool Leiden, de Haagse Hogeschool, de Hogeschool van Amsterdam en de Hogeschool Zuyd.

Binnen het HBO Team ISN vindt onderzoek plaats; zowel vanuit de onderwijssituatie zoals wanneer in een afstudeerproject een onderzoeksvraag wordt beantwoord of zoals aan de NHL Hogeschool of het Hanze Institute of Technology van de Hanze Hogeschool waarin het onderwijs verzorgd wordt aan de hand van de onderzoeksvragen vanuit bedrijfsleven en overheid. In een aantal gevallen wordt hecht samengewerkt tussen hogescholen, zoals in het project Firebee of Sensor City Assen.

### **Project Firebee**

In het Firebee-project werken Avans, Saxion en Fontys samen. In dit project wordt onderzocht of de fysieke bescherming van brandweermensen kan worden verbeterd door binnen gebouwen gebruik te maken van draadloze sensornetwerken, zoals ZigBee-netwerken. ZigBee is een standaard voor draadloze sensor netwerken tussen apparaten op korte afstand. Hulpverlening in grote gebouwencomplexen zit vol gevaren voor de operationele publieke veiligheidsdiensten als de Brandweer. Op onbekend terrein, vaak zonder stroom en afgesloten van de buitenwereld, moeten deze hulpdiensten reddingswerk verrichten met gevaar voor eigen leven. Binnen het Firebee-project wordt gekeken naar de lokalisatie van brandweermensen en naar spraakverbindingen tussen brandweermensen met behulp van Zigbee, waarbij de nadruk ligt op de robuustheid van de oplossingen onder –voor elektronica en radioverbindingen – zware omstandigheden als vuur, water, rook, beton en grote temperatuurverschillen (Project Firebee, 2012; Hendriksen, et al., 2013).

### **Sensor City Assen Project**

Sensor City Assen (2012) is een groot project waarin onder andere NHL Hogescholen en de Hanze Hogeschool (Hanze Institute of Technology) samenwerken met een grote variëteit aan partners uit het bestuur, onderzoek, onderwijs en het bedrijfsleven. Dit project fungeert als innovatieplatform voor het livinglab Assen waarin een grootschalig stedelijk meetnetwerk wordt gerealiseerd. Met dit meetnetwerk kunnen praktisch bruikbare toepassingen van complexe sensornetwerken worden ontwikkeld. In deelprojecten wordt onderzoek verricht aan het registreren, interpreteren, monitoren en beheersen van (stedelijk) geluid. Er wordt onderzocht hoe een grootschalig sensornetwerk kan worden ingezet voor innovatieve oplossingen voor het verbeteren van de stedelijke mobiliteit. Opmerkelijk aan samenwerkingsverbanden als Firebee en Sensor City Assen is dat ze buiten de Randstad plaatsvinden: Noord-, Oost- en Zuid-Nederland lijken elkaar gevonden te hebben als onderzoek partners, maar van samenwerking op het gebied van Sensornetwerken en Internet of Things is in de Randstad geen sprake. Het is niet geheel duidelijk waarom dit zo is: mogelijke redenen zijn dat opleidingen voor verschillende topsectoren gekozen hebben (Creatief versus Hightech) of de aan- of afwezigheid van provinciale stimuleringsfondsen. Wellicht dat sommige hogescholen voor relatief 'goedkope' opleidingen kiezen die geen 'kostbare' ontwikkellaboratoria nodig hebben. Wat ook de redenen zijn, binnen het HBO Team ISN is vastgesteld dat er in de Randstad niet alleen sprake is van een grote overlap in de onderwijs- en onderzoeksactiviteiten maar ook dat het gezamenlijk optreden de kans op succes van subsidieaanvragen voor onderzoeksprojecten sterk kan vergroten. Het HBO team ISN bestaat bij de gratie dat het gezamenlijk optreden meer gewicht in de schaal legt dan individuele prestaties. De HBO Thematische Impuls Intelligente Sensornetwerken (van Leeuwen et al., 2011) ontleent haar relevantie aan de status als adviesdocument vanuit het gehele

hbo-werkveld. Hiernaast is het onwaarschijnlijk dat projecten als Firebee en Sensor City Assen tot stand gekomen zouden zijn vanuit individuele onderzoeks- of opleidingsinstellingen.

### **HBO Team ISN West**

Het is om deze reden dat Henk van Leeuwen als voorzitter van het HBO Team ISN in juli 2012 een voorstel gedaan heeft voor regionale samenwerking tussen de hogescholen op het gebied van Internet of Things en Sensornetwerken. Voor de Randstad zou een initiatief kunnen uitgaan van de Hogeschool Rotterdam, de Hogeschool Leiden en de Haagse Hogeschool in Delft en Den Haag. Vanuit HBO Team ISN namen Wim Smit (Leiden) en Geert de Haan (Rotterdam) het initiatief op zich met onderling verkennende gesprekken en een projectplanning voor een gezamenlijk onderzoeksproject. Smit geeft vanuit de opleiding Informatica een brede minor over Internet of Things en Sensornetwerken aan een breed publiek van studenten (forensische informatica, bedrijfskundige informatica, etc.) terwijl de Haan binnen de opleiding MediaTechnologie (MT) een topvak verzorgt (Development in Media Technologie of DevThis; de Haan, 2011a) over de nieuwe ontwikkelingen in het vakgebied.

### **Verkenning**

Vanuit een verkenning van elkaars onderwijs en onderzoek kwam een grote overlap naar voren van zowel de opzet van de betreffende onderwijsmodules en de onderwerpen die binnen de modules behandeld worden. In beide gevallen bestaat de opzet uit een combinatie van theorielessen in de vorm van colleges en werkgroepen en een projectgedeelte waarin studenten in teams onderzoek verrichten voor het ontwikkelen van een concept en een prototype of demonstrator. Daarbij moet het concept gebaseerd zijn op de theoretische ontwikkelingen op het vakgebied en de demonstrator laat de haalbaarheid van het concept in de praktijk zien (de Haan, 2011a).

Ook wat de onderwerpen betreft, liet de verkenning een overlap zien; niet zo verwonderlijk gegeven het belang van Internet of Things en Sensornetwerken in de nieuwe ontwikkelingen binnen het vakgebied. Volgens een analyse van Marshall (2012) zijn nagenoeg alle veranderingen in het ACM/IEEE Computer Science Curriculum terug te voeren op de introductie en ontwikkeling van Ubiquitous Computing en Internet of Things in de Computer Science (CS) opleidingen. Verschillende auteurs, zoals Harper et al. (2008), van Leeuwen et al. (2009) en de Haan (2013) trachten een overzicht van de belangrijkste ontwikkelingen rond Internet of Things te schetsen. Naast het identificeren van de nieuwe onderwerpen vanuit Internet of Things vergen deze ontwikkelingen ook een andere aanpak van het ontwerpen van applicaties (de Haan, 2011b).

### **Planning**

Voor de planning van een regionale samenwerking is besloten om in het klein en op basis van informele persoonlijke contacten te beginnen en het project te kick-starten met een gezamenlijke SIA/RAAK-subsidieaanvraag voor een onderzoeksproject. Daarin zou elk van de deelnemende hbo-instellingen een gedeelte uitvoeren samen met de eigen partners vanuit overheid en bedrijfsleven. De voorgestelde planning beslaat de volgende stappen:

1. Persoonlijk contact en 'in elkaars keuken kijken';
2. Kennis en expertise uitwisselen;
3. Gezamenlijk onderwijs en onderzoek opzetten;
4. Een regionaal netwerk met kennisinstellingen en bedrijven ontwikkelen.

‘In elkaars keuken kijken’ is vormgegeven door over en weer lessen te bezoeken en tijdens de afsluitende presentaties van de studenten op informele wijze mee te beoordelen. Op deze manier kan een goed inzicht worden verkregen in het niveau en andere kenmerken van het onderwijs. Kennis en expertise uitwisselen kan gebeuren door onderwijsmateriaal als presentaties en literatuurlijsten uit te wisselen (zoals dat binnen het HBO Team ISN wordt gedaan), aangevuld met plannen om docenten en lessen uit te wisselen.

Eén stap verder is de intentie om het onderwijs en de ontwikkelprojecten een gezamenlijk thema of onderwerp te geven. In 2012 is hiermee binnen de Hogeschool Rotterdam enige ervaring opgedaan: rond het opzetten van het Stadslab Rotterdam hebben studenten in de minor Smart Devices van Technische Informatica, onder supervisie van Mohammed Abd el Ghany, en het topvak DevThis van Media Technologie met ondersteuning vanuit het bedrijf Sense Observation Systems onderzoek verricht en oplossingen bedacht voor beheerssystemen voor het Stadslab.

Voor het opzetten van regionale samenwerking van onderzoeksinstituten en bedrijven werd noodzakelijk geacht dat er een formele basis aanwezig moest zijn, in de vorm van een door bijvoorbeeld SIA/RAAK-ge subsidieerd onderzoeksproject zodat deelnemers gebonden zijn aan gezamenlijke doeleinden. Hiertoe is managementondersteuning noodzakelijk vanuit een lectoraat. Door overleg met lectoren en hoofddocenten van het lectoraat Human Centered ICT, waarin IoT een belangrijk aandachtsgebied bleek te zijn, mag het ISN West-initiatief rekenen op de steun van het Kenniscentrum Creating010. Vanuit het HBO Team ISN is Jan Dirk Schagen verzocht en bereid gevonden namens de Haagse Hogeschool aan het samenwerkingsproject deel te nemen, waarmee het ISN West projectteam, samengesteld uit de auteurs van dit paper, compleet werd.

### **Samenwerking: Onderwijsinvulling**

In de samenwerking binnen het ISN West vanuit het onderwijs hebben de deelnemende hbo-instituten elk één of meerdere onderwijsmodules voorgesteld als basis voor de samenwerking:

1. Aan de Hogeschool Leiden wordt vanuit Informatica de minor Internet of Things / Sensortechnologie gegeven onder supervisie van Wim Smit;
2. Aan de Haagse Hogeschool wordt de minor Internet of Things gegeven door Jan Dirk Schagen;
3. De Hogeschool Rotterdam heeft recentelijk de aandacht op het Internet of Things gefocust en meerdere modules voorgesteld zoals: de module Development in Media Technologie (DevThis), een topvak van de opleiding Media Technologie, Geert de Haan verzorgt deze module;
4. In de opleiding Technische Informatica begeleidt Mohammed Abd el Ghany de minor Smart Devices en een aantal afstudeerprojecten;
5. Vanuit de opleiding Communication en Multimedia Design verzorgt Peter van Waart de minor Experience Design for Internet of Things.

### **Development in Media Technology - Hogeschool Rotterdam**

Development in Media Technologie (DevThis) is een topvak in de opleiding Media Technologie in de tweede helft van het derde jaar door Geert de Haan (de Haan, 2011a). Na de basisopleiding werken studenten in kleine teams aan een generale repetitie voor hun afstudeeronderzoek: op basis van onderzoek ontwikkelen zij een demonstrator over een thema dat gerelateerd is aan nieuwe ontwikkelingen in het vakgebied. Eerder werd gerefereerd aan het ontwikkelen van beheertools voor het nieuwe Stadslab vanuit de Hogeschool Rotterdam.

Dit jaar is als thema gekozen: ontwikkel een demonstrator die mogelijkheden van het Internet of Things laat zien, met behulp van sensoren / actuatoren, open data, intelligence / sensitivity en technieken als RFID, NFC, QR codes en objectherkenning.

Vanuit colleges over ontwikkelingen op het vakgebied (en onderzoeksmethoden), en mini-lessen waarbij studenten hun klasgenoten les geven over onderwerpen in hun eigen expertisegebied, kiezen studenten in kleine teams een concept van een toepassing. Op basis van eigen onderzoek, ontwikkelen de teams een applicatie met behulp van tools als Arduino, Sense-OS, Raspberry Pie, etc. als een demonstrator die de haalbaarheid van het concept bewijst. Voor het ontwikkelen, kiezen de teams een ontwerpmethode naar eigen voorkeur, zoals Scrum of Extreme Programming, waarvan ze – als bijdrage aan onderzoek naar methoden – een logboek bijhouden van het ontwerpproces. Tijdens het onderzoek en ontwikkelproces creëren de teams een conceptposter, een leerzaam ‘mini-college’, een projectpresentatie, en vanuit het projectverslag een wetenschappelijk paper.

### **IoT/Sensornetwerken minor van de Hogeschool Leiden**

Aan de Hogeschool Leiden geeft Wim Smit vanuit de informatica-opleidingen de minor Internet of Things/Sensortechnologie. Het is een multidisciplinaire- en onderzoekgerichte minor waarbij teams van studenten een groot deel van de tijd besteden aan onderzoek (en verslaglegging). De focus ligt op de technologie, het ontdekken van de mogelijkheden en de toepassing van de technologie in het maken van een prototype. De minor is multidisciplinair en heeft vanuit de informaticaopleidingen deelnemers met specialisaties als: Software Engineering, Business informatica en Mediatechnologie. Vanuit elk van de specialisaties van de betreffende studenten wordt de opdracht aangepast, zodat voor de Business Informatici bijvoorbeeld het prototype verbonden moet worden aan een Business Case. Wat onderzoek betreft, moeten de studenten een onderzoeksplan opstellen en verslagen produceren van hun onderzoeks- en ontwikkelwerk met een procesverslag en een productverslag. Een voorbeeld van een IoT/Sensornetwerk-prototype is een interactief vogelhuisje dat aan de hand van RFID-ringen bij kan houden wat voor soort vogels zich in de buurt bevinden en dat draadloos doorgeeft. Hiermee kunnen nieuwe User Experiences worden ontwikkeld. Een ander voorbeeld is een robotwagentje met WIFI of RFID dat een mens (of tag) kan volgen – iets waarmee een nieuwe klasse Internet of Things-applicaties onderzocht kan worden.

### **IoT minor van de Haagse Hogeschool**

Jan Dirk Schagen, coördinator onderzoek van de Haagse Hogeschool, verzorgt deze minor vanuit de locatie van de Haagse Hogeschool in Delft. Het is een nieuw gebouw dat voorzien is van allerlei sensoren die bedoeld zijn voor klimaatbeheersing (warmte, CO<sub>2</sub>, brand, etc.), maar die ook voor andere IoT-doeleinden te gebruiken zijn. Bijvoorbeeld voor het vaststellen van de aanwezigheid van personen in een ruimte of voor inbraakpreventie. De onderzoeksvraag kan dan zijn: welke informatie kan er in de data van de klimaatsensoren van het gebouw van de Haagse Hogeschool worden gevonden door de sensoren los te koppelen van het oorspronkelijke doel en te verbinden met andersoortige data, zoals: kennis van lesroosters, vakantieperiodes en patronen in de sensordata? Uit het lectoraatsonderzoek naar nieuwe onderwijsvormen kunnen de gegevens gebruikt worden voor onderzoek naar sensornetwerken als middel tot laboratoriumtoegang op afstand, het verrichten van practicumproeven op afstand en het delen van onderwijs met andere locaties en instellingen.

### **Technische Informatica van de Hogeschool Rotterdam**

In de minor Smart Devices en het afstudeeronderzoek in de opleiding Technische Informatica onder supervisie van Mohammed Abd el Ghany ligt de focus op technisch toegepast onderzoek aan de infrastructuur van Internet of Things en Sensornetwerken. In samenwerking met het bedrijf Almende/Sense Observation Systems wordt bijvoorbeeld onderzocht op welke manier schoonmaakrobots, ingezet voor het reinigen van kantoren en ziekenhuizen, gebruikt kunnen worden voor andere toepassingen zoals inbraak- en brandsignalering of assistentie bij calamiteiten. In de toekomst kunnen verzorgingsrobots van patiënten de brandweer informeren over speciale evacuatiebehoeften en planning van personeel inzet. Een ander voorbeeld van alternatieve toepassing van sensorsystemen is afstudeeronderzoek aan prestaties van auto's (en hun bestuurders) door uitlezen van OBD II (On-Board Diagnostics-II) -autosensoren (snelheid, toerental).

### **IoT minor van de Hogeschool Rotterdam**

De minor Experience Design for IoT wordt verzorgd door Peter van Waart van de opleiding Communicatie en Multimedia Design (CMD). Het betreft een minor-plus vanwege de verbinding met het programma en de samenwerking met de lectoren van het kenniscentrum Creating010. Deze minor is multidisciplinair en staat open voor studenten van verschillende afstudeerrichtingen en de minor is onderzoekgericht specifiek op de beleving van Internet of Things-applicaties in tijd en ruimte. Anders dan bijvoorbeeld de minor van Technische Informatica is de minor Experience Design for IoT niet gericht op de infrastructuur of de technieken achter Internet of Things-applicaties maar op de Mens-Computer Interactie en in het bijzonder de User Experience. Aan de hand van de ervaring van de gebruiker wordt door middel van het bestuderen van de interactie met een mockup onderzoek verricht naar betere ontwerpmethoden voor Experience Design.

### **Samenwerking: HBO Team ISN en ISN West**

Het HBO Team ISN is opgezet als het platform dat zich namens het hbo bezighoudt met onderwijs en onderzoek rond Intelligent Sensor Netwerken en Internet of Things (van Leeuwen et al., 2011). Onderzoeksvragen van derden kunnen door het HBO Team ISN effectief neergelegd worden bij de meest geschikte hbo-instelling voor het beantwoorden van de vraag. Het HBO Team ISN kan naar de buitenwereld toe met meer dan het gezamenlijk gewicht van de deelnemende hbo-instellingen optreden. Verder houdt het HBO Team zich bezig met het ontwikkelen van een Virtueel Laboratorium, waarmee via het internet gebruik gemaakt kan worden van de onderzoeksfaciliteiten van de instellingen en waar uitwisselen van onderwijs- en onderzoeksresultaten kan plaatsvinden. Ten slotte ontwikkelt het HBO Team ISN gezamenlijk onderzoek zoals via SIA/Raak. In het ISN West initiatief van het HBO Team ISN vindt de samenwerking op regionale schaal plaats met eenzelfde invulling als in het landelijke team: naar buiten treden als team in plaats van per individuele instelling, het uitwisselen van onderwijs- en onderzoeksmateriaal, en het uitwisselen van individuele docenten en studenten. Voor de toekomst is afgesproken de samenwerking met voorzichtige stappen te beginnen:

1. De samenwerking begint met het (minor) onderwijs en onderzoek;
2. Het initiatief is bezig met uitwisselen van individuele docenten, onderwijsmateriaal en ervaringen;
3. Er wordt gewerkt aan een kennisnetwerk van hogescholen, met andere kennisinstututen en industriële partners in de Randstad.

Een kennisnetwerk rond Internet of Things en Sensornetwerken is niet alleen van belang voor de betrokken hbo-instellingen. Juist door in samenwerkingsverband de onderzoeksinstellingen en industriële/publieke partners van de betrokken hogescholen te combineren, kan gewicht in de schaal gelegd worden. De Hogescholen van Leiden en Rotterdam werken nu in individuele projecten samen met instellingen en bedrijven als Veliq, Mangrove, TNO, IBM, Munisense, Almende/Sense Observation Systems, KLPD, WODC en info.nl. De ambitie van de drie hogescholen, de Hogeschool Rotterdam, de Hogeschool Leiden en de Haagse Hogeschool in Delft en Den Haag om samen een project voor te stellen is duidelijk aanwezig. Het is nu zaak om de voorbereiding van een gezamenlijk project goed en tijdig in te plannen, op basis van de common grounds die we nu exploreren en demonstreren. Niet alleen de hbo-instellingen maar ook onze partners en opdrachtgevers zijn als individuele instelling of bedrijf minder goed in staat de markt en de subsidiekanalen te sturen. Een gezamenlijk kennisnetwerk kan daartoe wel de mogelijkheden bieden.

### Literatuur

- de Haan, G (2011a). Human-Computer Interaction onderwijs aan het HBO - met DevThis Usability voorbij. In: Lemmen, K. & van de Vrie, E. (eds.) Proceedings NIOC - Grenzeloos ICT onderwijs, 7 - 8 april 2011, Hogeschool Zuyd & Open Universiteit, Heerlen, pp. 112 - 117.
- de Haan, G. (2011b). Software Design and Media Design - Tools to Design Mobile and Sensory Interfaces and Interactive Environments. Workshop Non-formal Modelling for Interaction Design. In: Dittmar, A. and Forbrig, P. (Eds.) Proceedings of ECCE 2011, Designing Collaborative Activities, 24-26 august 2011; Rostock, Germany.
- de Haan, G. (2013). A Vision of the Future of Media Technology Design Education - design and education from HCI to UbiComp. Computer Science Education Research Conference - CSERC 2013, 4-5 April 2013, Arnhem/Nijmegen, the Netherlands.
- Harper, R. Rodden, T. Rogers, Y., and Sellen, A. (2008). Being Human: Human-Computer Interaction in the Year 2020. Microsoft Research, Cambridge, UK.
- Van Leeuwen, H., Maas, J. en Land, T. (2011). HBO Thematische Impuls Intelligente Sensornetwerken. Stichting Innovatie Alliantie. DeltaHage, Den Haag. Available from: <http://www.iipsn.nl/>
- Van Leeuwen, H., Teeuw, W.B. en Griffioen, P.S. (2009). De computer verdwijnt, leve de computer! Lectorale Rede, Saxion Hogescholen, Enschede.
- Marshall, L. (2012). A comparison of the core aspects of the ACM/IEEE Computer Science Curriculum 2013 Strawman report with the specified core of CC2001 and CS2008 Review. In: CSERC '12, Proceedings of the Second Computer Science Education Research Conference, pp. 29-34.
- SensorCity Assen (2012). Innovatieplatform voor Livinglab Assen. See: <http://www.sensorcity.nl/>
- Project Firebee (2012). Fontys: <http://www.fontys.nl/embeddedsystems/project.firebee.414911.htm>; Saxion: <http://www.saxion.nl/designentechnologie/site/onderzoek/onderzoeksprojecten/firebee/>
- Hendriksen, W., Lak, A. en Woolderink, J. (2013). Positiebepaling in een Zigbee-sensornetwerk. Bits&Chips, maart 2013, p. 43-45.

*Dit paper is geschreven door de eerste auteur met bijdragen van de overige auteurs.*

Wilt u reageren op dit artikel of de presentatie? Neem dan contact op met:

Geert de Haan; docent-onderzoeker; Hogeschool Rotterdam; Instituut voor Communicatie, Media en Informatietechnologie.

[g.de.haan@hr.nl](mailto:g.de.haan@hr.nl)