

Alweer staat ons een technologische omwenteling te wachten: *Internet of Things*. 'Slim' is het nieuwe sleutelbegrip. Wat zijn de gevolgen hiervan voor hogeronderwijsinstellingen?

# Het internet der dingen

De volgende golf komt eraan

**Bart Braem**

Universiteit Antwerpen

**V**andaag de dag vergaren hogeronderwijsinstellingen enorme hoeveelheden data. Van het aantal kilometers woon-werkverkeer, via de bijzonder complexe data rond studentenaantallen, tot de enorme berg meetgegevens uit allerlei experimenten – er is geen ontkomen aan. We zitten nog lang niet aan de quasi-mythologische 300 gigabyte per seconde van de Europese onderzoeksorganisatie CERN – zeg maar twintig dvd's per seconde. Maar per dag produceert elke instelling heel veel data, in de administratie maar ook in alle laboratoria. Lang niet alles is (al) gedigitaliseerd, maar de trend gaat zonder twijfel die richting uit. De meningen lopen uiteen over de vraag of dat een goede zaak is.

Het ICT-landschap blijft ondertussen in beweging. Inmiddels heeft het web-2.0-tijdperk, met bijvoorbeeld de *cloud* en de sociale media, zijn intrede gedaan. Clouds slaan grote hoeveelheden data structureel op, zodat we er ook met onze smartphones en tablets vlot bij kunnen.

## Sneller en fijner

Ik wil stilstaan bij de volgende ICT-golf: *Internet of Things*, ofwel het internet der dingen. Zoals wel vaker, begon het allemaal kleinschalig en onopgemerkt, zonder dat iemand had kunnen voorspellen wat de impact zou zijn. Het idee ontstond in een commerciële context. In 1999 was Kevin Ashton op zoek naar manieren om de rekken gevuld te houden met de producten van zijn werkgever Procter & Gamble. In wat een visionaire presentatie bleek te zijn, stelde Ashton voor om alle producten via sensoren te volgen, om zo zonder enige vertraging een continu en accuraat beeld te hebben van de globale bevoorradingsketen. Procter & Gamble zag wel graten in dit idee, en werkte een samenwerking

**Zoals wel vaker,  
begon het allemaal  
kleinschalig  
en onopgemerkt**

uit met MIT (Massachusetts Institute of Technology) voor de concrete implementatie van die visie. Inmiddels reikt de toepassing veel verder dan eenvoudige monitoring van winkelrekken.

Het grotere idee achter Internet of Things bestaat eruit dat kleine, eenvoudige dingen een sensor bevatten die iets kan meten, waarna je die informatie kunt doorsturen. Een heel vrijblijvende definitie, omdat de mogelijkheden en concrete invulling zo eindeloos zijn. Het gaat immers niet alleen om kleine sensoren die op een batterij werken en draadloos data doorsturen. Ook bijvoorbeeld vaste camera's op een bekend netwerk kun je beschouwen als Internet of Things. Een individuele sensor zal interessante data vergaren, maar de kracht zit 'm in het grotere netwerk, dat heel veel data vergaart en analyseert, om zo een completer beeld te krijgen van het gemonitorde.

Het resultaat is een accurater, sneller en fijner inzicht in

## Zwemmen of verzuipen

allerlei processen, die we dan ‘slim’ noemen. Internet of Things is onlosmakelijk verbonden met *smart concepts*. Het blijft ook niet beperkt tot puur meten, we kunnen tevens gaan sturen. Dan spreken we niet van een sensor, maar van een *actuator*, die al dan niet autonoom of van afstand bepaalde handelingen kan uitvoeren. De actuator kan iets bewegen, iets van stroom voorzien of zelfs iets aan- en uitschakelen.

### Slimme gebouwen

Slimme huizen of zelfs slimme gebouwen vormen een heel mooi voorbeeld van wat Internet of Things kan betekenen. Een eerste stap is slimme (led)verlichting. Die past vaak perfect in gewone armaturen en is bijna onopvallend. Het grote verschil zit in de mogelijkheden. Slimme verlichting kun je bedienen vanuit een app of een gebouwbeheersysteem. In een thuisomgeving vertaalt zich dit in verlichting die bepaalde kleuren of kleurtinten aanneemt om bijvoorbeeld een rustige tv-avond extra cachet te geven. In een kantooromgeving gaat het veel verder. Fabrikanten experimenteren nu al met verlichting die varieert in sterkte, afhankelijk van de periode van de dag, om zo het middagdipje op te vangen met extra energie door licht. Of om de aanwezigen wat meer rust te geven met zachter licht voor de lunch. Zo'n systeem wordt aangevuld met sensoren die menselijke aanwezigheid meten, om bijvoorbeeld in vergaderzalen het licht enkel te laten branden als het nodig is. Dat kan door klassieke bewegingssensoren te koppelen aan het grotere gebouwbeheersysteem, maar ook door sensoren die aan de hand van gsm-signalen (anoniem) schatten hoeveel aanwezigen er zijn. Ook bestaan er luchtkwaliteitssensoren die melden dat in een vergaderzaal best een raam openkan, of die de verluchting subtiel ietsje harder zetten nog voor de aanwezigen hoofdpijn krijgen.

Slimme steden zijn eveneens in opmars. Dat zijn geen verzamelingen van slimme gebouwen, het gaat hier om het verbeteren van steden door technologie. Ook in dit geval zijn er weer talloze mogelijkheden. Denk aan slimme par-

keeroplossingen die bijvoorbeeld signaleren waar vrije parkeerplaatsen zijn. Of denk aan sensoren die exact en zonder vertraging kunnen melden welke zones in de stad met ongezonde lucht te kampen hebben – handig voor sporters. Of denk aan accurate en altijd beschikbare informatie over het openbaar vervoer. Of aan verkeerslichten die zich dynamisch aanpassen aan wegenwerken of zelfs ongevallen.

Natuurlijk is het veel complexer om slimme steden te organiseren dan een slim gebouw. Door hun schaal, maar ook door de vele belanghebbenden. Als slimme technologie er enkel is voor de technologie, dan blijft de slimme stad een hype. Een lege doos.

De beheerder van de infrastructuur – de lokale overheid dus – is de eerste actor. De gemeente moet keuzes maken in haar aanbestedingen. De industrie is de tweede actor, die maar al te graag allerlei slimme oplossingen in de markt zet. Maar voor de lokale overheid telt vooral de derde actor, de burgers. De privacyproblematiek en de kosten zijn belangrijke factoren in hun perceptie van de slimme stad. In veel succesvolle slimme steden is er daarom ook een vierde actor bij betrokken: de academische wereld die onderzoek doet naar het samenspel van de actoren, die de technologie vooruitduwt, maar ook de bedrijven én overheden adviseert.

### Harde meetresultaten

Onderzoek gesteund door Internet of Things-technologie biedt belangrijke kansen voor de slimme stad. Het laat eerst en vooral toe om onderzoeksresultaten te valideren in een realistische omgeving, ze verder te verfijnen en marktklaar te maken. Daarnaast kan het onderzoek zelf bouwen op meer data, op *big data*, om zo fenomenen beter te bestuderen en uiteindelijk te verklaren.

Zo werken collega's van de Universiteit Antwerpen aan een project dat een aantal parameters in waterlopen in en rond Antwerpen continu volgt, om zo het leefmilieu van de bestudeerde fauna beter te begrijpen. Een ander voorbeeld zijn sociologen die het menselijk gedrag bestuderen aan de hand van *wearables*, draagbare toestellen als slimme horloges die een aantal lichaamsparameters continu volgen. Het idee hierachter vertrekt van de observatie dat traditionele methoden zoals enquêtes vaak tekortschieten in kwaliteit en kwantiteit. Het invullen van een vragenlijst is nu eenmaal veel werk, en mensen rapporteren de situatie achteraf dikwijls willens nillens gekleurd. De wearables leveren automatisch harde meetresultaten, die zich uiteindelijk laten vertalen in een objectievere kijk op menselijk gedrag.

Is Internet of Things de ultieme bron van big data, die ons nu al toelaat om ons onderzoek en beleid beter uit te voeren? Nee, er blijven nog veel vragen open rond betrouwbaarheid, privacy en databeheer. De kwaliteit van de data zelf is een belangrijke uitdaging voor Internet of Things-toepassingen.

Ook zijn er sensoren  
die melden dat in een  
vergaderzaal best  
een raam openkan



## Het lijkt geen twijfel dat *Internet of Things* een fascinerende volgende fase is

Veel sensoren zijn simpel, omdat ze werken op batterijen. Ook zijn ze vaak zo flexibel dat er weinig controle is over de omgeving en er dus snel een zekere ruis optreedt die de meetresultaten vertekent. Met de nodige statistiek en filtering kun je het een en ander opvangen, maar toch blijft het opletten met de betrouwbaarheid van de data. Daarnaast vormt dit nieuwe domein vanzelfsprekend ook een aantrekkelijke nieuwe afzetmarkt voor IT-leveranciers, die graag inspringen op de huidige hype. Daar is op zichzelf niets mis mee, als ze kwaliteit leveren. Maar in dit vroege stadium – een gekend IT-beleidsvraagstuk – zie je ook dat sommige producten te sterk gebonden zijn aan één leverancier (*vendor lock-in*). Oudere IT-oplossingen zijn vaak al meer onderhevig aan de markt en staan opener voor samenwerking met andere systemen. De vergaarde data zelf vormen een andere uitdaging. Plots komen er zoveel data binnen over langere termijn dat het beheer ervan een domein op zichzelf wordt. Ten slotte is er nog de rol van de mens. Ook wat dat betreft zorgen de nieuwe sensoren voor nieuwe uitdagingen – denk aan terechte vragen rond privacy en veiligheid. Zonder dat mensen zich er bewust van zijn, worden ze veel vaker gemeten dan voorheen. Alles hangt af van de toepassing, maar de risico's voor de privacy zijn reëel.

### Proeftuinen

Ondanks dit alles heeft het idee van een slimme stad en Internet of Things bijzonder veel potentieel. Op dit moment zijn er al technologische proeftuinen, zogenaamde *living labs* en *testbeds*. Het living lab-concept vereist onder meer dat gebruikers bij het onderzoek betrokken moeten worden. Ook is de proeftuin meestal gebonden aan een regio of ruimte. Een testbed voert technologisch onderzoek systematisch uit, met behulp van een gecontroleerde omgeving. Denk hierbij aan een labo, waarin in plaats van proefbuisjes overal printplaten en andere technische infrastructuur te vinden zijn. *City of Things* in Antwerpen is zo'n testbed. In het Living Lab werken onderzoekers van de Universiteit Antwerpen en

het onderzoeksinstituut IMEC (Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum) samen met de stad aan de verdere verkenning en validatie van de Internet of Things-technologie, in het kader van *Smart City Antwerpen*.

Het project doet op een aantal terreinen aan onderzoek en innovatie voor slimme steden: sensortechnologie, netwerktechnologie, big data-technologie, gebruikersonderzoek en onderzoek naar privacy en veiligheid.

Ook wordt er sensoronderzoek gedaan naar nieuwe en betere leefmilieusensoren, die onder andere luchtkwaliteit kunnen meten. Deze sensoren worden dan verbonden aan een bijzonder veelzijdige netwerkinfrastructuur, de zogenaamde *gateways*, die een hele reeks netwerktechnologieën ondersteunen – van bekende als wifi en *bluetooth*, tot nieuwere varianten als LoRa en DASH-7. Zo kun je de beste technologie of combinatie van technologieën bepalen, specifiek voor elke toepassing. De stad Antwerpen zorgt voor het glasvezelnetwerk dat de gateways op gebouwen van de stad verbindt. Alle data komen samen in een big data-platform, dat ze verbindt met de nieuwste technologie van verschillende fabrikanten en uiteindelijk klaarmaakt voor gebruik op bijvoorbeeld websites.

De koppeling tussen big data en gebruikersonderzoek ligt in het gebruiksvriendelijk maken van datavisualisaties of websites, naast het onderzoek rond gebruiksvriendelijke sensoren.

Ten slotte wordt ook de privacy en veiligheid van het hele systeem bestudeerd, om ervoor te zorgen dat het de data van een echte stad kan verwerken, met respect voor de ethiek die daarmee gemoeid gaat.

Het lijkt geen twijfel dat Internet of Things een fascinerende volgende fase is, die ons ook bijzonder veel data zal opleveren. De eerste kleine stapjes zijn gezet. Maar om echt slimme gebouwen of slimme steden te realiseren zal nog veel onderzoek nodig zijn.

### Bart Braem

is verbonden aan de Universiteit Antwerpen en aan het onderzoeksinstituut IMEC (Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum)