

Slimme Robots: Waar blijven ze nou?

Samenvatting

De Canadese liftende robot HitchBOT, die afgelopen maanden een rondreis maakte (o.a. door Nederland), werd 1 augustus in Philadelphia onthoofd. HitchBOT was een experiment om te onderzoeken of mensen robots vertrouwen. Tegelijkertijd komen steeds meer kritische geluiden over bewapende onbemande drones in Syrië en Pakistan die (soms minder) gericht mensen doden. In november 2015 begint de provincie Gelderland als eerste ter wereld met een testfase van zelfrijdende voertuigen op de openbare weg. Grote internetbedrijven hebben al duizenden robot vakkenvullers en zijn nu in een heftige strijd verwickeld om wie de eerste bezorgdrones in dienst heeft. Duitse wetenschappers hebben Mario, het bekende videospelpersonage, doorontwikkeld tot een autonome agent en het computerprogramma Emmy kan zelfstandig klassieke muziek schrijven. Halverwege 2015 zien we steeds meer manifestaties van een nieuwe tijdperk: de 'robotsamenleving'. Ook in de Nederlandse watersector doen robots hun intrede.

Consequenties voor u

	Laag	Middel	Hoog	Beknorte uitleg
Impact	X	X		De grootste effecten zijn er nog niet binnen 5 jaar
Zekerheid	X	X		'Wat' is meer zeker dan 'wanneer'



Boven: Geliefde liftende robot onthoofd in VS. Onder: Protest tegen bewapende onbemande drones.



Trendbeschrijving en achtergrond

De trend aangaande slimme robots betreft ontwikkelingen op verschillende fronten. Met 'slim' refereren we naar trends op gebied van 'kunstmatige intelligentie' en 'het internet der dingen'. Met robots bedoelen we alle 'programmeerbare fysieke machines en virtuele actoren'. Door voortgang op gebied van kunstmatige intelligentie kunnen robots steeds meer autonoom handelen en door het groeiende aantal verbindingen tussen (semi)intelligente apparaten online krijgen ze ook steeds meer (real-time) informatie waarop ze deze handelingen beter kunnen baseren.

Slimme robots zijn een voorbeeld van de innovaties die ontstaan op de raakvlakken tussen Nano, Bio, ICT, en Cognitieve wetenschappen; ofwel NBIC convergentie genoemd. Hieronder staat eerst een beknopt beschrijving van de ontwikkelingen op de verschillende deelgebieden, gevolgd door een verkenning van de trend aangaande slimme robots. We sluiten af met een vertaalslag naar de mogelijke consequenties voor de Nederlandse waterbedrijven.

Het internet der dingen

Steeds meer fysieke apparaten krijgen een internet adres, sensoren, rekenkracht, en communicatiemogelijkheden. Denk aan een koelkast die een nieuw pak melk bestelt wanneer het nodig is of een defecte auto die vervangend vervoer regelt. Diverse objecten en machines, inclusief robots, kunnen steeds meer onderling communiceren. In Europa is er

veel aandacht voor innovaties die een bijdrage leveren aan 'smarter cities' die het internet der dingen benutten voor essentiële diensten in steden. In het internet der dingen krijgen 'zelfsturende' of 'zelfdenkende' robots steeds meer informatie waarop ze hun handelingen kunnen sturen.

Digitale hersens

Naast het simuleren van menselijk intelligentie zijn er ontwikkelingen richting het nauwkeurig dupliceren van een individu's hersenen met (biologische) supercomputers. De technologie om dit te realiseren staat nog echt in de kinderschoenen maar binnen 20 jaar is het wel denkbaar dat, vooruitlopend op duplicaten, mensen hun eigen hersenen online in verbinding brengen met het internet der dingen. Deze ontwikkelingen liggen op een verdere tijdshorizon dan het 5-jaar blikveld van deze verkenning. Daarom beperken we ons hier tot de traditionele kunstmatige intelligentie.

Kunstmatige intelligentie

Een machine of software die voorgeprogrammeerd is om één bepaalde taak uit te voeren is geen robot – robots kunnen meer. Maar er is geen algemeen geaccepteerde definitie van wat een robot is. Eén onderscheidende factor is het vermogen om autonoom te beslissen onder veranderende omstandigheden. Dit maakt elke handeling vele malen complexer.

Het brein van een robot is een computer en om zelfstandig beslissingen te kunnen nemen moet deze computer 'intelligente' algoritmes gebruiken.

Aspiraties richting huishoudrobots, zorgrobots, en gezelschapsrobots, zoals de Nederlandse Alice, hangen sterk af van het niveau van (sociale) intelligentie dat realiseerbaar is. De robotstofzuiger die een slapende vrouw probeerde op te zuigen (zie hieronder) beschikte niet over voldoende intelligentie om een betere beslissing te maken.



Zuid-Koreaanse vrouw aangevallen door robotstofzuiger (Bron: www.rtlnieuws.nl/)

Voor interactie met mensen moeten robots over verschillende soorten intelligentie beschikken. Niet alleen feitenkennis maar ook een capaciteit om te redeneren (begrijpen), communicatie/taalvaardigheden en ook sociale intelligentie zijn nodig. Het zou zeeën aan tijd kosten om al deze intelligentie vanaf het begin in te bouwen. Het zou bovendien de intelligentie beperken tot dat wat de programmeurs vooraf relevant hadden geacht. Daarom is 'automatisch leren' een centraal concept in de kunstmatige intelligentie.



Computers kunnen op verschillende manieren leren, waaronder via evolutionaire algoritmen die via een iteratief proces antwoorden generen die steeds toepasselijker worden. In de Nederlandse watersector worden als optimalisatietechniek statistische simulatiemodellen die volgens vergelijkbaar principe werken al jaren gebruikt. Denk daarbij aan kunstmatige neurale netwerken. Toepassingsgebieden zijn bijv. voorspellingsmodellen voor watervraag en programma's voor het aansturen van putten.

Naast evolutionaire algoritmen kunnen computers ook deductief leren via geprogrammeerde logicaregels. Bij de universiteit van Bremen hebben onderzoekers een robot ontwikkeld (PR2) die haptische terugkoppeling en visuele demonstraties (bijv. via YouTube) gebruikt als primaire informatiebron voor het leren van taken zoals pannenkoeken bakken. Verder worden types automatisch leren gedifferentieerd op basis van de mate van ondersteuning (controle en feedback) van mensen. 'Ongecontroleerd' leren, de meest autonoom manier van leren, wordt ook gebruikt in datamining (zie Effectenstudie Big Data) om patronen te ontdekken. Maar in de regel leren computers veel sneller en beter met feedback van mensen. Dit heet 'begeleid' leren.

Robots leren ook sneller als ze van elkaar kunnen leren. Een interessant concept daarin is zwermintelligentie, waarbij een populatie robots op een collectieve manier leert zoals mieren en bijen dat ook doen. Ieder individu test een bepaalde hypothese of oplossing en registreert de kwaliteit/effectiviteit

daarvan. Hierdoor kunnen andere robots daar ook van leren. In Zwitserland maken onderzoekers gebruik van een mechanisme die lijkt op natuurlijke selectie om robots te laten leren meer effectief te zijn. Opvallend is dat na honderden 'generaties' deze robots samenwerking en altruïsme hebben geleerd.



Een zwerm van robots leert samen te werken (Bron: <http://zool33.uni-graz.at/artlife/SYMBRION>)

Eén van de dimensies van intelligentie waar mensen computers nog ver te boven gaan is creativiteit, maar ook daaraan wordt gewerkt. In september 2016 loopt het EU-gefinancierde WHIM project ten einde. In dit project wordt de eerste fictieve ideevorming-software ontwikkeld. Hierdoor kan een computer de 'wat als' vraag stellen. Het idee was om verhaallijnen te genereren voor romans of films. Wetenschappers

werken ook aan computerprogramma's die grapjes verzinnen en muziek schrijven.

Kunstmatige intelligentie ontwikkeld zich momenteel razendsnel en op talloze vlakken. Zonder een uitputtend overzicht te geven kunnen we constateren: hoe meer kunstmatige intelligentie, hoe meer automatisering mogelijk is en hoe meer autonoom robots kunnen worden. Terwijl kunstmatige intelligentie slimme robots mogelijk maakt wordt de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie gevoed met een almaar groeiende verscheidenheid aan data.

Data

Ook al zou de intelligentie en creativiteit van robots beperkt blijven, de informatiebasis voor het maken van rationele besluiten is exponentieel aan het groeien. Interactie tussen robots en mensen wordt bijvoorbeeld verbeterd door het ontleden van non-verbale signalen. De database van non-verbale signalen neemt sterk toe doordat mensen steeds meer biometrische gegevens afstaan, bijvoorbeeld aan overheden voor visadocumenten, aan banken om betalingen te accorderen, en aan bedrijven zoals Facebook en Google voor online sociale interactie en gezichtsherkenning van foto's en video's. De combinatie van het internet der dingen, kunstmatige intelligentie, en een exponentieel groeiende database maakt dat robots steeds sneller slimmer worden. Een risico hierbij betreft de bescherming van persoonsgegevens - privacy. Willen we dat via het internet der dingen alles wordt bijgehouden, bijvoorbeeld precies hoe lang en vaak we douchen? Zo niet, dan wordt de intelligentie door data beperkt.

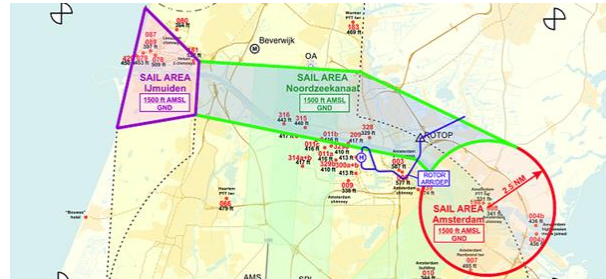


Robots

Denkend aan een robot zien mensen meestal een mechanisch lichaam voor zich met bepaalde menselijke eigenschappen, zoals twee armen en twee ogen. Dat is niet gek – robots zijn oorspronkelijk bedacht als evenbeeld van de mens. Maar inmiddels krijgen robots steeds divergerende verschijningsvormen en fysieke bewegings- en waarnemingsmogelijkheden. Binnen de biomimicry worden de vormen en bewegingsmogelijkheden van diverse dieren nagebootst, zoals vogels, mieren, en zelfs kangoeroes. Door de natuur te imiteren leren wetenschappers van miljarden jaren evolutie.

Afgelopen jaar ontwikkelde één soort robot zich bijzonder snel: het onbemande luchtvaartuig of de 'drone'. Facebook heeft haar eerste internetdrone gebouwd en is bezig met het testen. Deze drone is aangedreven door zonne-energie en is gemaakt om internetsignalen terug te stralen naar landelijke gebieden op aarde. Amazon, Google, DHL, en Swiss Post experimenteren met dronebezorging om (kleine) pakketten te leveren bij mensen thuis.

In China en de Verenigde Arabische Emiraten worden bezorgdrones ook snel ontwikkeld. Maar waarschijnlijk gaan dronetoepassingen het snelst groeien in afgelegen gebieden zonder beperkend regelgevingskader, zoals sommige plekken in Afrika. Toch hebben drones in de Randstad mooie video's van Sail 2015 kunnen maken, ongeacht de no-fly zone die de organisatie heeft opgesteld.



No-fly zones tijdens SAIL 2015. Bron: www.drones.nl

Afgelopen maand in de VS is voor het eerst een man gearresteerd nadat hij de drone die boven zijn erf zweefde uit de lucht schoot. In Australië heeft een adelaar een drone uitgeschakeld die haar nest bekeek. Richting de olympische spelen van 2016 in Rio worden strenge verbodsbepalingen aangaande drones ontwikkeld en in sommige Amerikaanse steden is dit al het geval.

Een film van een zelfgemaakte quadcopter met ingebouwd pistool zorgde recentelijk voor veel ophef online. En naast de 'mate van dodelijkheid' worden de privacy- en veiligheidszorgen aangaande drones aanzienlijk ernstiger hoe meer autonoom ze worden. Een drone die automatisch wapens afvuurt richting de gps-locatie van de mobiele telefoon van een doelwit roept veel ethische vragen op. Er komen steeds meer kritische geluiden over bewapende onbemande drones in Syrië en Pakistan die mensen doden. Als reactie heeft een Nederlandse ontwerper de drone survival gids gemaakt en een Engelse ontwerper heeft anti-drone camouflage boerka's ontwikkeld.



Drone survival gids. Bron: dronesurvivalguide.org

Naast vliegende robots zijn er steeds meer nieuwe verschijningsvormen te vinden. De Amerikaanse defensieorganisatie Darpa ontwikkelt een prototype van een bestuurbare nanorobot die door bloedbanen kan zwemmen. Hiernaast bouwen onderzoekers, o.a. van MIT, zachte, plooibare robots voor veiligheid in interactie met mensen maar ook om onderwater als vissen te kunnen bewegen. Een robot zonder fysiek lichaam heet een 'bot'. Er zijn inmiddels diverse chatbots online die om een bijzonder menselijke manier op teksten reageren. Duitse wetenschappers hebben Mario, het bekendste videospelpersonage, doorontwikkeld tot een autonome bot. Binnen de formele regels van het spel leert deze bot wat werkt en wat niet – Mario optimaliseert zijn virtueel gedrag door steeds nieuwe handelingen te verrichten en feedback te krijgen op de effectiviteit daarvan.



Relevantie

Binnen de Nederlandse watersector zien we incrementeel ontwikkelingen in de robotica. Een voorbeeld is de doorontwikkeling van Pijpleiding Inspectie Gauges (Pigs) tot inspectierobots voor de inwendige inspectie van leidingnetten. Door de snelle ontwikkeling van de benodigde componenten (minicomputers, sensortechniek, batterijen etc.) komt de vernieuwing/vervanging van PIGs in een stroomversnelling. In de gas en oliesector zijn intelligente PIGs ontwikkeld die wellicht in aangepaste vorm binnen de watersector toepassingen kunnen vinden. De PIRATE robot van de TU Twente (Pipe Inspection Robot for AuTonomous Exploration) is een relevant voorbeeld van een robot met autonome functionaliteiten en navigatiesystemen die veel meer (zelf) kan dan een PIG. KWR start onderzoek naar een vergelijkbare inspectierobot voor drinkwaterdistributienetten.

Grontmij, Centrum Ondergronds Bouwen (COB), Stowa en Rioned zijn een project gestart voor de ontwikkeling van dit soort PIGs en de waterbedrijven gaan hier ook aan meewerken. In het kader van het programma Professionaliseren Inspecties Waterkeringen (PIW) hebben Rijkswaterstaat, STOWA en de waterschappen begin dit jaar ook de mogelijke inzet van drones bij het beheer, onderhoud en inspectie van waterkeringen onderzocht. Recentelijk verkende KWR ook de mogelijkheden van drones met sensoren om hydrologische en ecologische gegevens te monitoren. Dit zijn relevante initiatieven van incrementeel,

stapsgewijze vooruitgang. De toepassing van drones wordt bijv. nog sterk beperkt door de regelgeving.

In aanvulling hierop bieden de trends richting slimme robots kansen voor meer vooruitstrevende toepassingen. Al dertig jaar geleden waren de meeste experts overtuigd dat robots repetitieve taken kunnen gaan uitvoeren, zoals vrachtwagens laden en auto's verven, maar in het algemeen waren dergelijke voorspellingen te optimistisch wat betreft de tijdschaal. De toepassingen kwamen wel, maar veel later dan verwacht. Maar NBIC convergentie heeft een katalyserend, versterkend effect, waardoor de ontwikkelingen steeds sneller gaan, en medio 2015 lijkt deze trend een omslagpunt te hebben bereikt. Om hiervan optimaal te kunnen profiteren is het van belang om de mogelijkheden te onderzoeken van kunstmatige intelligentie *in combinatie met* big data en de nieuwe (elektro)mechanische mogelijkheden van robotica.

Voor waterbedrijven zijn potentiële samenwerkingspartners te vinden bij ontwikkelaars van diepzee Remote Operated Vehicals (ROV), drones, en mechatronica. Samenwerking met de medische sector zou mogelijk veel kansen beiden, doordat in beide sectoren de hygiënische betrouwbaarheid van belang is en de medische sector vooroploopt wat betreft fijnmechanica. Zachte, plooibare robots zouden ook mogelijkheden kunnen bieden, bijvoorbeeld voor leidinginspectie, omdat ze vaak gemaakt zijn om door vloeistof voort te bewegen en flexibel zijn – wat handig is voor het navigeren van t-splitsingen. Voor wat

betreft de slimheid van deze robots is het interessant om kennis te ontwikkelen op gebied van zwermintelligentie waardoor een robotteam samen en autonoom een leidingnet zouden kunnen inspecteren en monitoren

Naast de technische mogelijkheden is het voor waterorganisaties van belang om de juiste kennis in huis te hebben. Experts in robotica en kunstmatige intelligentie zijn interessant maar digitale vaardigheden worden voor iedereen belangrijker. Onlangs stelde Max Welling, professor computerwetenschap aan de UvA, dat de voorschrijvende robotisering ons tot radicale socio-economische responsstrategieën gaat dwingen. Om met robots te kunnen (samen)werken en toegevoegde waarde te hebben ten opzichte van robot co-werkers moeten mensen steeds nieuwe competities leren. Het is interessant om te verkennen welke rollen van medewerkers van waterbedrijven door robots kunnen worden vervuld of versterkt.



Meer informatie

- Dirican, C. (2015). The Impacts of Robotics, Artificial Intelligence On Business and Economics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 564-573.
- Van Est, R., Kool, L. (2015). *Werken aan de robotsamenleving*. Visies en inzichten uit de wetenschap over de relatie technologie en werkgelegenheid. Rathenau Instituut, Den Haag.
- Asada, H., Branicky, M., Carignan, C., Christensen, H., Fearing, R., Hamel, W., ... & Zhang, M. (2009). *A roadmap for US robotics: From internet to robotics*. Computing Community Consortium on Emerging Technologies and Trends.
- Royakkers, L., Damen, F., Est, R. V., Besters, M., Brom, F., Dorren, G., & Smits, M. W. (2012). *Overal robots: automatisering van de liefde tot de dood*. Rathenau Instituut, Den Haag.
- Welling, M. (2015, 22 augustus). Flexibel werken en voor ieder een basisinkomen. *Het Financiële Dagblad*. pp. 4-5.