

# VIER MANIEREN WAAROP DRONES DE WERELD GAAN VERANDEREN

Vrij Nederland, Michiel Hulshof 28 september 2016

De ene drone komt je drankje brengen, de andere ruimt landmijnen op. Zeker is dat drones binnenkort overal zijn. Hoe zullen de vliegende robots ons leven veranderen? Vier robotdeskundigen geven uitleg.

Voor mijn ogen voltrekt zich een sciencefictionscène. Drie studentes wandelen een helverlicht café binnen en gaan zitten aan een lange tafel. Terwijl ze wat keuvelen, klinkt een hoog zoemend geluid dat langzaam aanzwelt. Een witte schotel met een doorsnede van zo'n 40 centimeter komt vanaf de bar aangevlogen en blijft pal voor de studentes in de lucht hangen. De motoren van het apparaat veroorzaken een luchtstroom die hun lange haren doet wapperen in de wind. Dan landt de schotel op vier pootjes op het tafelblad. Twee grote blauwe ogen kijken het groepje aan. Een van de studentes pakt een menukaart en houdt hem omhoog. Met haar vinger wijst ze op een cocktail met Blue Curaçao. De ogen van de drone kleuren blauw en beginnen van beneden naar boven vol te lopen. Dan knippen ze even, waarna de vliegende ober omhoog hupst en terug naar de bar zweeft om een blauw drankje te halen, dat hij even later keurig bij het groepje aflevert. 'Dankjewel,' zegt de studente, maar het is onduidelijk of de bediening dat begrijpt.

Het futuristische tafereel speelt zich af in het Drone Café, bedacht door studenten van de Technische Universiteit Eindhoven. Ze hebben de opstelling vandaag opgebouwd in een donkere loods naast treinstation Eindhoven Strijp-S, zodat een Canadese filmploeg van Discovery Channel de toekomst kan komen filmen.

Tot een paar jaar geleden wisten de meeste Nederlanders niet wat ze zich moesten voorstellen bij een *drone*. Inmiddels lijkt het begrip tamelijk ingeburgerd, met name vanwege het feit dat het Amerikaanse leger de drone als

voorkeurswapen is gaan gebruiken. In onder meer Pakistan worden op grote schaal ‘vijandelijke strijders’ geliquideerd, waarbij volgens het Bureau of Investigative Journalism inmiddels tussen de 5.000 en 8.000 mensen omkwamen, onder wie 600 tot 1.200 onschuldige mannen, vrouwen en kinderen.

Dat de drone niet alleen een moordwapen is, weten de meeste mensen inmiddels ook. Vorig jaar kwam de Utrechter Jelte Keur groot in het nieuws toen hij een boete kreeg voor het zonder vergunning maken van drone-opnames van een mysterieuze Domtoren in de mist. Sindsdien is de verkoop van commerciële drones in ons land alleen maar verder gestegen. Afgelopen week lanceerde GoPro de nieuwe Karma-drone, waarmee iedereen zelf naar hartenlust luchtopnames kan maken. Het wachten is nog altijd op de eerste pakketjes die postorderbedrijf Amazon heeft beloofd met behulp van drones te gaan versturen.

Al deze drones, inclusief de militaire, worden vooralsnog op afstand bestuurd. Maar in het laboratorium werken informatici, robotici en specialisten op het gebied van kunstmatige intelligentie aan een nieuwe generatie slimme, zelfvliegende drones. Wat kunnen die? Waarvoor gaan we ze gebruiken? En hoe zullen de vliegende robots ons leven veranderen? De afgelopen weken sprak ik met vier academici die werken met drones. Hieronder hun belangrijkste observaties.

## **1. AANTAL NIET-MILITAIRE TOEPASSINGEN GROEIT SNEL**

Een maand na de demonstratie in Eindhoven ontmoet ik Tessie Hartjes, studente technische innovatiewetenschappen aan de TU Eindhoven. Ter gelegenheid van het zestigjarige bestaan van de Technische Universiteit besloot Hartjes vorig jaar samen met student werktuigbouwkunde Lex Hoefsloot, oprichter van het Eindhovense *solar team*, iets bijzonders te organiseren. ‘We wilden mensen op een prikkelende manier laten zien hoe technologie ons leven kan veranderen.’ Ze sloegen aan het brainstormen. ‘Ineens dachten we: drones! Dat leek ons wel wat, omdat er op dat terrein nog veel innovaties mogelijk zijn.’ Met een team studenten van verschillende opleidingen namen ze een zomer lang de tijd om het vage idee ‘iets met drones’ om te zetten in een concreet voorstel. ‘We wilden een drone ontwikkelen die zelfstandig binnenshuis kan navigeren, die kan interacteren met mensen en die veilig is. Bij wijze van demonstratie wilden we

die dan laten vliegen op een plek die tot de verbeelding spreekt. Een café kent iedereen. Wat gebeurt er als je daar drone-technologie aan toevoegt?’ Bezoekers stonden rijen dik te wachten om te ervaren hoe het is om door een vliegende robot bediend te worden.

Een grijper, waarmee de drone drankjes moest vervoeren, hadden ze vrij snel zelf gebouwd. Dat gold niet voor het navigatiesysteem. ‘Bestaande oplossingen voor locatiebepaling zoals GPS bleken niet nauwkeurig genoeg. In een ruimte vol mensen is een afwijking van 10 centimeter al te veel.’ Een innovatie van Philips bracht uitkomst. Het elektronicaconcern bleek een systeem te hebben ontwikkeld waarmee klanten in de supermarkt op hun smartphone de meest efficiënte route kunnen zien naar alle producten op hun boodschappenlijst. Het systeem werkt met led-verlichting. Speciale software zorgt ervoor dat elke lamp in de supermarkt licht uitzendt met een unieke frequentie. Door die frequentie op te vangen, weet de smartphone tot op de centimeter waar hij zich in de winkel bevindt. De studenten besloten de led-lampen in hun café te hangen. Inmiddels had de drone ook een naam: Bluejay, oftewel: blauwe gaai.

De officiële lancering voor sponsors en het college van bestuur van de universiteit verliep niet vlekkeloos. Hartjes zag tot haar schrik hoe de drone ‘vol tegen de tafel aan vloog’ en crashte. Desondanks waren de aanwezigen onder de indruk en konden de studenten verder.

Laatst hoorde ik van een Nederlandse start-up die met drones landmijnen wil gaan opruimen.

Toen het Drone Café Op 22 april z’n deuren opende, bleek Bluejay een regelrechte hit. Bezoekers stonden rijen dik te wachten om te ervaren hoe het is om door een vliegende robot bediend te worden. De media-aandacht was gigantisch: niet alleen *De Telegraaf*, het *NOS Journaal* en *RTL Nieuws* berichtten erover, het nieuws ging de hele wereld over. Hartjes noemt de media-aandacht ‘superleuk’, maar benadrukt dat het geen doel op zich was. ‘Uiteindelijk willen wij natuurlijk geen café gaan uitbaten, maar een nuttige toepassing vinden voor onze technologie.’ Bezoekers van het Drone Café werden uitgenodigd mee te denken over de mogelijkheden voor een drone die binnenshuis spullen kan vervoeren. Ook verschillende organisaties meldde

zich bij de studenten van Bluejay. ‘De brandweer wilde weten of onze drone een blusstaaf kan oppakken om vervolgens een brandje te blussen. En met het Máxima Medisch Centrum kwamen we in gesprek over een drone die mensen de weg kan wijzen in het ziekenhuis, zodat verpleegkundigen daar minder tijd aan verliezen. Of die medicatie kan rondbrengen.’ Bartimeus, een organisatie die blinden ondersteunt, opperde een ‘blindengeleide-drone’. ‘We zien vooral veel vraag naar toepassingen in de gezondheidszorg,’ zegt Hartjes. ‘Technisch gezien kan het allemaal wel ontwikkeld worden. Maar mag je een drone zomaar loslaten tussen de patiënten? Misschien dat veiligheidseisen uiteindelijk de grootste drempel vormen.’ Of het studenteninitiatief zich kan omvormen tot succesvolle start-up, moet de komende maanden blijken. ‘Nu draaien we nog volledig op studenten die hun studie een jaar stopzetten om hieraan te werken. Als je een bedrijf wil worden, heb je een goede toepassing nodig. Daar willen we de komende maanden goed over nadenken.’

Hoe dan ook is Hartjes trots dat Bluejay heeft laten zien dat drones niet per se hoeven te worden ingezet om te doden of te spioneren. Zelf gelooft ze dat niet-militaire toepassingen uiteindelijk veel impact kunnen hebben op ons leven. Ze wijst op de jaarlijkse *Drones for Good Award* die door de Verenigde Arabische Emiraten wordt uitgereikt. ‘De meeste ideeën gaan over het verbeteren of vergemakkelijken van ons leven.’ Ze noemt er een aantal: drones die drenkelingen uit zee halen of die smogvorming kunnen tegengaan. ‘Of een drone voor wandelaars en bergbeklimmers. Als je de weg kwijt bent of gewond bent geraakt, gooi je zo’n drone de lucht in en vliegt hij uit zichzelf naar een plek met telefoonbereik om een sms’je te versturen met een noodbericht en jouw GPS-locatie.’ De mogelijkheden zijn groot, wil Hartjes maar zeggen. ‘Laatst hoorde ik van een Nederlandse start-up die met drones landmijnen wil gaan opruimen.’ Hoe ze haar eigen drone-toekomst eruit ziet, weet ze nog niet. Lachend: ‘Ik moet eerst eens gaan afstuderen, want dat is er het laatste jaar een beetje bij ingeschoten.’

## **2. BETER BEGRIP VAN DE OMGEVING**

‘Drones bestaan al sinds de ontwikkeling van de eerste vliegtuigen,’ vertelt Arnoud Visser, informaticus en docent kunstmatige intelligentie aan de Universiteit van Amsterdam. ‘De eerste vliegtuigpioniers waren natuurlijk niet zo gek om meteen in een zelf geknutseld bouwsel te stappen.’ Ik ontmoet Visser in een werkruimte op het Science Park. Op de bureaus, in de kasten en in dozen tegen de muur liggen overal robots, delen van robots en drones in verschillende soorten en maten.

Zelf zag hij pas acht jaar geleden voor het eerst met eigen ogen een drone in actie. ‘Dat was tijdens een wedstrijd op een indoor-atletiekbaan waar verschillende teams zo snel mogelijk probeerden achtjes te vliegen.’ Visser is dol op dat soort wedstrijden. Hij is al jaren een fervent deelnemer aan de RoboCup, een competitie voor robot-teams van universiteiten van over de hele wereld die onderling voetballen en andere wedstrijden met elkaar aangaan.

Dat de commerciële drone nu zo in opkomst is, noemt Visser ‘een bijeffect van de mobiele telefonie’: ‘De industrie heeft steeds kleinere en lichtere batterijen ontwikkeld, die ook gebruikt kunnen worden om drones aan te drijven.’ Hij ziet tegelijkertijd dat steeds meer collega-wetenschappers op het gebied van robotica hun aandacht verschuiven ‘van 2D naar 3D’. ‘Bij tweedimensionale toepassingen zoals de zelfrijdende auto zijn veel wetenschappelijke problemen inmiddels opgelost. Het is niet meer dan logisch dat de robotica zich steeds meer op drones richt.’

De ontwikkelingen gaan snel, zegt hij. ‘Het stadium van de hobbyprojecten op universiteiten is voorbij. Grote bedrijven als Google en Amazon houden zich bezig met drones. En je ziet talloze nieuwe initiatieven.’ Zo hebben oud-studenten van Visser het bedrijf *Birds.ai* opgericht, dat samen met de bouwers van Delft Aerial Robotics drones laat vliegen die aan de hand van luchtopnames analyseren hoe de tomatenplanten erbij staan, waar de olifantenkuddes zich op de steppe bevinden of hoe vrachtschepen zich op zee verplaatsen. Om te zorgen dat drones steeds autonomer kunnen opereren, is één ding cruciaal: ‘Ze moeten hun omgeving kunnen herkennen.’ Dat betekent dat autonome drones niet langer afhankelijk zouden moeten zijn van een GPS-systeem, maar dat ze door middel van een camera zelf hun omgeving analyseren. ‘Op dat gebied vinden spectaculaire ontwikkelingen plaats,’ zegt Visser. Hij wijst op het project ‘Building Rome In One Day’, waarbij wetenschappers door middel van alle toeristenbeelden op fotowebsite *Flickr* een digitale reconstructie van Rome maakten. ‘Vergeleken met GPS-data was die reconstructie honderd keer nauwkeuriger.’ Visser: ‘Als we volledig willen vertrouwen op een zelfrijdende auto of vliegende robot, zou hij altijd een actuele kaart aan boord moeten hebben. Dat is technisch vrijwel niet mogelijk. Stel dat de weg wordt opengeboken? Of er staat ineens een hoogwerker? Het is beter dat een drone zelf in staat is om die dingen te herkennen.’

Hij noemt het een vuistregel: ‘Zodra een robot een goed beeld van de wereld kan maken, neemt hij betere beslissingen. Programmeren van reactief gedrag is simpel, maar dat kan niet corrigeren voor een slecht begrip van de omgeving. Je ziet hetzelfde in de natuur. Een vogel die tegen een ruit aanvliegt, heeft zijn omgeving niet goed herkend. Dan heeft afremmen geen zin meer.’

Visser vermoedt dat we drones in Nederland in de eerste plaats gaan zien op plekken die gemakkelijk herkenbaar zijn: ‘Drones die over de vangrail vliegen om accurate file-informatie te geven, of spoorwegen en dijken inspecteren. In feite gaat het dan om snelle 2D-toepassingen.’ Ook boeren zullen vaker drones gaan gebruiken. ‘Zo kunnen ze precies in kaart brengen waar het meeste onkruid staat of waar de maairobot om een nest heen moet rijden.’ Ook overheidsdiensten zullen de onbemande vliegtuigen steeds vaker inzetten, denkt hij. ‘Ze zullen het heel handig vinden dat je iemand van grote afstand kan volgen, zonder dat hij of zij het doorheeft.’

Zelf werkt Visser liever mee aan de ontwikkeling van andere toepassingen. Als oud-wereldkampioen en organisator van RoboCup’s Rescue Simulation League ontwikkelt hij algoritmes waarmee robotteams bestaande uit verschillende typen robots een reddingsactie moeten uitvoeren op moeilijk begaanbaar terrein. ‘Drones kunnen in zo’n situatie als verkenners de omgeving in kaart brengen, zodat de andere robots weten waar ze moeten zijn.’

### **3. KLEINER EN KLEINER**

In het Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium van de Technische Universiteit Delft houdt Guido de Croon de lichtste zelfstandig vliegende drone ter wereld vast. De ‘Delfly’ heeft wel wat weg van een libelle, maar dan met extra staartvleugels. Hij gooit hem in de lucht en het apparaatje begint zelfstandig door de ruimte te vliegen. Het ontwijkt een computerscherm, draait weg en fladdert terug naar onze kant van de ruimte. Na een paar rondjes door de ruimte komt het ding weer onze kant op, waar de Delfly op de muur af vliegt en te pletter slaat. ‘Dat is nou jammer,’ zegt De Croon droogjes. ‘Dat hoort hij natuurlijk niet te doen.’

De Croon houdt zich bezig met de ontwikkeling van piepkleine drones. Hij promoveerde in Maastricht op modellen om robots beter te laten zien. Daarbij

liet hij zich door de natuur inspireren. ‘Mensen kijken heel gericht. We zien niet alles even scherp. Hoe kan je een computer ook op die manier laten kijken?’ Tijdens zijn onderzoek liep hij altijd tegen hetzelfde probleem aan. ‘Mensen zagen het nut daar niet van in. Ze zeiden: maar je hebt toch een enorme computer? We hoeven het toch niet efficiënt te doen?’ Dat veranderde toen De Croon in Zwitserland sprak met een aantal drone-onderzoekers. ‘De computer in een drone moet zo licht mogelijk zijn als hij goed wil kunnen vliegen.’ Toen hij hoorde dat de TU Delft werkte aan een autonome ultralichte drone, meldde hij zich en kreeg meteen een baan aangeboden. ‘Het was precies het soort puzzel waar ik van hou.’

De Croon en promovendus Sjoerd Tijmons gebruiken slimme manieren om de Delfly te laten kijken, zoals *optical flow* (bewegend beeld maakt het mogelijk om te zien of een voorwerp zich dichtbij of ver weg bevindt) en *variation cue* (als de variatie van kleur en textuur in het beeld kleiner wordt, zit je hoogstwaarschijnlijk steeds dichterbij een voorwerp). ‘Er werd altijd gedacht dat je twee camera’s nodig hebt om afstand en diepte in beeld te zien, maar wij dachten: bij bijen en andere insecten zie je dat het ook anders kan. Inmiddels kunnen we ook op basis van een enkele camera diepte zien.’ Daarmee heeft de Delfly weer een nieuwe stap gezet: in plaats van 20 gram weegt de robotvlieg nu slechts 18 gram.

De Croon denkt dat mensen dit soort drones in de toekomst gaan zien als ‘kleine diertjes’. ‘Ik denk bijvoorbeeld aan een drone-korf die middenin een kas staat, en waar drones in en uit vliegen om de gewassen te bekijken. De werknemers in die kas merken daar weinig van. Die drones zijn gewoon bezig en zij zelf ook.’ Uiteindelijk zal zo’n Delfly zo klein moeten zijn als een vliegje.

De trend naar steeds kleinere drones vraagt ook om een nieuwe fysieke behuizing. De Delfly wordt aangedreven met flappen en tandwielletjes, maar ook daar heeft de natuur betere oplossingen voor. ‘Harvard experimenteert nu met drones die een soort spiertjes hebben waarmee ze hun vleugels heen en weer flapperen. Wij hebben ook contact met ze, omdat we hier weer vooroplopen in efficiënte kunstmatige intelligentie en *autopilots* voor drones.’

Naarmate drones steeds kleiner worden, kunnen ze natuurlijk ook beter gebruikt worden om mensen te bespioneren. Volgens De Croon valt dat wel mee. ‘Veiligheidsdiensten kunnen beter je mobieltje hacken dan een drone inzetten. Google weet bij wijze van spreken meer van mij dan ikzelf.’

#### 4. SURVIVAL OF THE FITTEST

In de werkkamer van Guszti Eiben, hoogleraar evolutionaire robotica aan de Vrije Universiteit, hangt een ingelijste tekening van Hein de Kort waarop twee robots met elkaar in bed liggen en seks hebben. ‘En, lukt het?’ vraagt een man die met zijn hoofd om de deur kijkt. ‘Dat ben ik,’ zegt Eiben. De Kort tekende de cartoon voor *Het Parool* naar aanleiding van een nieuw project van de hoogleraar waarbij hij robots met elkaar wil gaan kruisen.

In 2010 publiceerde Eiben *Introduction to Evolutionary Computing*, dat wereldwijd als standaardwerk in het vakgebied geldt. In de evolutionaire wiskunde los je een probleem op door een willekeurige oplossing te kiezen, en die vervolgens steeds verder te verbeteren. Wie bijvoorbeeld de snelste route langs alle Nederlandse provinciehoofdsteden wil berekenen, begint met een willekeurige route en kijkt dan telkens hoe dat sneller kan. ‘Dat is gewoon *survival of the fittest*,’ zegt Eiben. ‘Een heel simpele methode met buitengewoon excellente resultaten.’

Zijn favoriete voorbeeld is de satelliet-antenne die ruimtevaartorganisatie NASA liet ontwerpen voor een Mars-sonde. ‘De ontwerpers hadden een mooie symmetrische antenne bedacht.’ Maar NASA was niet tevreden en liet ook een aantal evolutionair wiskundigen rekenen aan de antenne. Het resultaat: een schijnbaar willekeurig gebogen stuk staal waarin geen patroon valt te herkennen. ‘Het ziet eruit of iemand met een enorme kater een paar krabbels op papier heeft gezet,’ zegt Eiben. ‘Maar het resultaat bleek veel beter te werken dan het oorspronkelijke ontwerp. De sonde is met deze antenne naar Mars gestuurd.’

De afgelopen jaren paste Eiben evolutionaire rekenmethodes toe om robots en drones slimmer te maken. ‘Een paar jaar geleden realiseerde ik me dat het gedrag van een robot niet alleen in het brein zit, maar ook in het fysieke lichaam. Ik noem dat spiergeheugen. Als je leert fietsen en je doet dat vijftien jaar niet, dan kan je het nog steeds. Het zit opgeslagen in je lijf.’

Eiben wil evolutie gaan gebruiken om drones en robots zowel fysiek als mentaal te verbeteren. Hij neemt me mee naar zijn ‘geboortekliniek’, waar twee eenvoudige robots liggen die onlangs samen de eerste ‘robotbaby’ kregen. ‘De robots hoeven nu nog niet zoveel te kunnen, behalve naar het rode licht bewegen.’ Later wil hij de methode inzetten om robots te ontwerpen die zich het beste kunnen voortbewegen. ‘Bedenk eens hoe moeilijk het is om robots in een



bos te laten rondlopen. Wat voor lichaam hebben ze daarvoor nodig? Niemand die het weet. Ik zeg: gebruik evolutie om dat uit te vinden. Dat leidt tot een betere oplossing.'

Het gebruik van evolutionaire algoritmes in drones zal er niet alleen toe leiden dat ze fysiek een ander uiterlijk krijgen, maar ook dat de vliegende robots samen 'een levend systeem' gaan vormen. 'Je krijgt dan drones die hun gedrag steeds blijven aanpassen aan de omstandigheden. Dat betekent ook dat dezelfde drones zich op termijn verschillend ontwikkelen.' Bovendien zullen ze volgens Eiben steeds vaker in 'zwermen' opereren, waarbij de individuele drones elkaar slimmer maken.

In de wereld die Eiben schetst, klinkt het alsof drones op termijn uitgroeien tot een nieuwe soort. 'Ik vind wel dat we altijd een *kill switch* moeten hebben om te zorgen dat ze zich niet uit zichzelf kunnen voortplanten,' zegt hij. 'In mijn proefopstelling maak ik heel bewust gebruik van een geboortekliniek zodat ik zelf de controle kan houden.'

Naast de toepassingen die de andere wetenschappers al hebben genoemd, denkt Eiben dat steeds autonomere drones die in zwermen opereren en zichzelf steeds slimmer maken als mogelijkheid om de ruimtevaart een nieuwe impuls te geven. 'Als we over tien of twintig jaar vliegende robots kunnen fokken, kunnen we ze ook naar een andere planeet sturen om die voor ons te verkennen.'