

'Ware AI heeft een lichaam nodig'



Wie de term 'AI' hoort, denkt al snel aan chatbots à la ChatGPT. Maar dat is slechts een brein, zegt **VU-hoogleraar Gusz Eiben**. Echt intelligente AI moet volgens hem een lichaam hebben – en evolueren.

Door **Laurens Verhagen** en **Frank Rensen**
Foto's **Jan Mulders**



1

se van jullie gelovig? Ik wil niemand beledigen.' Gusz Eiben, hoogleraar computationele intelligentie aan de Vrije Universiteit Amsterdam, kijkt de verslaggevers uitdagerend aan. 'Er is geen bewezen vorm van intelligentie zonder lichaam. Punt.'

Het is al decennialang zijn stokpaardje: échte AI zal altijd onmogelijk blijven als deze niet is ingebed in iets fysieks. 'Zo moet het er een beetje uit gaan zien', zegt Eiben, terwijl hij naar een poster van de beoogde Marskolonie op zijn kantoorwand wijst. Op de roestrode oppervlakte van een Marsachtige wereld krielt het van de robots. Een spinachtige robot kruipt over een rotsformatie, terwijl een andere meer weg heeft van een slang.

De robots die Eiben vandaag al maakt, verschillen niet veel van de robots uit het futuristische tafereel op de poster. Ze ogen verraderlijk simpel en bestaan uit dezelfde simpele blokken en cilinders. Wat de robots uit Eibens lab bijzonder maakt, is de manier waarop ze zijn ontworpen: door natuurlijke selectie.

Dat werkt als volgt: Eiben ('wiskundige en autodidact-bioloog') en zijn collega's schrijven computercode om het lichaam en brein van een robot te simuleren. Elk robot krijgt

complexere robot, met telkens het doel de snelheid van de robot op te krikken. Zo evolueren het brein en het lichaam van de robot samen.

Wanneer in deze simulatie zo'n duizend 'generaties' aan robots zijn ontworpen, is de robot ontwikkeld tot een vlugge viervoeter. Met een 3D-printer, soldeerbouten en schroevendraaiers brengt Eiben 'de levensvorm', zoals hij het noemt, ter wereld. Levensvormen die niet goed functioneren, verdwijnen in de afvalbak, andere mogen verder evolueren.

Kijkend naar de robot in Eibens 'bio-inspired' lab valt op dat het ding eerst met de poten linksvoor en rechtsachter stapt, daarna rechtsvoor en linksachter. Het computersysteem heeft zelf uiteindelijk het loopje van een paard verzonnen. Andere robots bewegen als een slang, of als een schorpioen. Niet omdat Eiben dat wilde, maar omdat ze zo zijn geëvolueerd.

In die creativiteit zit de kracht. Vraag een mens om een beest te bedenken dat nergens anders op lijkt en er komt iets dat toch heel erg lijkt op iets bestaands. 'Meestal komen mensen niet verder dan een combinatie van twee dieren', zegt Eiben. Nee, voor echte creativiteit moet je bij de evolutie zijn. 'Wie de evolutie leert beheersen, kan alles oplossen.'

Het zijn, letterlijk, de eerste kleine stappen op weg naar de meest indrukwekkende

Met die overtuiging bezet Eiben bewust een radicaal afwijkende positie in het dominante AI-debat. Voor het grote publiek en investeerders staat AI gelijk aan chatbots als ChatGPT, die worden aangedreven door complexe taalmodellen – bits en bytes, vormloos opgeslagen in een zoemend datacentrum.

Bij bedrijven als OpenAI is iedereen ervan overtuigd dat AI over een paar jaar de mens

op alle terreinen te slim af zal zijn. AI is in hun ogen een superbrein dat geen lichaam nodig heeft: zolang de antwoorden van een kunstmatige intelligentie maar slim genoeg overkomen, is hun doel bereikt.

Een heel andere tak van sport is die van de robots, die niet per se slim zijn, maar wel steeds beter worden in specifieke taken. Zo is de oog-handcoördinatie van Optimus, de eerste robot van autofabrikant Tesla, zo

precies dat hij zelfstandig een eitje kan oppakken en koken.

De nieuwe robot van Boston Dynamics, Atlas, staat in een demonstratiefilmje op uit een liggende positie door de voeten langs de heup te plaatsen, iets onmogelijks voor mensen.

De twee werelden van robotica en AI lijken bij oppervlakkige bestudering misschien wel samen te komen in een nieuwe

generatie sekspoppen die het Chinese bedrijf Starpery Technology binnenkort beschikbaar maakt: metalen skeletten met een siliconen huid, sensoren voor tast en zicht, die op natuurlijke wijze kunnen converseren dankzij een ChatGPT-achtig 'brein'.

Zo betreedt de robotica langzamerhand steeds meer de consumentenmarkt. Het Chinese bedrijf Unitree biedt al een Atlas-achtige robot aan, die voor zo'n 15 duizend euro zwaar tilwerk in huis kan uitvoeren. In de Amerikaanse staat New York worden tienduizenden robohonden, -katten en -vogels uitgedeeld aan senioren om eenzaamheid te bestrijden.

Maar dit is niet wat Eiben bedoelt: zijn belichaamde intelligentie ontstaat door evolutie, niet door een extern taalmodel van OpenAI of Google in een robot te stoppen. Zorg- en huishoudrobots ontwerpen met zijn evolutionaire methode is niet efficiënt. Het gaat hem om iets fundamentelers: het creëren van écht intelligente AI.

Eiben krijgt steun uit onverwachte hoek. Onlangs nog verklaarde Jensen Huang van Nvidia dat de volgende AI-golf gedomineerd zal worden door wat hij 'fysieke AI' noemt. De topan van het bedrijf dat de hele wereld van zijn peperdure AI-chips voorziet, heeft het over kunstmatige intelligentie die 'de wetten van de natuurkunde' beïnvloedt. Dat kan, alleen met een lichaam



■ *Beter Leven Tampons*

Katoen en metaal

Tampons bevatten giftige metalen, blijkt uit recent gepubliceerd Amerikaans onderzoek. Hoe zorgelijk is dat?

Door Bernadette Bruinstroop Illustratie Sophia Twigt

Lood, cadmium, arseen. Je verwacht het niet in tampons, maar toch vonden wetenschappers van de Columbia-universiteit in New York deze metalen in het menstruatieproduct. Het leidde wereldwijd tot vele nieuwsberichten en bezorgde reacties op sociale media.

De onderzoeksgroep vond maar liefst zestien soorten metalen. Lood, cadmium en arseen zijn het zorgwekkendst, omdat deze stoffen in kleine hoeveelheden al schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid. Denk hierbij aan orgaanschade en een verhoogd risico op kanker. De concentratie van de metalen verschilt per tamponsoort. Zo bevatten tampons van biologisch katoen volgens deze studie meer arseen en de niet-biologische juist weer meer lood.

De metalen kunnen via vervuilde grond en planten in het katoen belanden, dat het hoofdbestanddeel is van een tampon. Ook voegen fabrikanten metalen toe tijdens het productieproces, vanwege hun antimicrobiële en geurmaskerende eigenschappen.

Geruststellend is wel dat de concentraties van de zware metalen in tampons ruim onder de door de EU opgestelde maximaal aanvaardbare dosis ligt. Het gaat om nanogrammen, die de onderzoeksgroep pas meetbaar kreeg door een stukje tampon in detail te bestuderen. Volgens de Europese richtlijnen is er dus geen reden tot zorg.

Toch zijn wetenschappers er nog niet helemaal gerust op. Ze benadrukken dat de vagina uitzonderlijk goed stoffen opneemt, wat het beeld kan veranderen. Zo werken medicijnen soms krachtiger bij vaginale toediening. Via deze weg wordt de lever omzeild, waardoor die niet de kans krijgt gevaarlijke stoffen, zoals zware metalen, onschadelijk te maken. In hoeverre metaal uit een tampon wordt opgenomen, is onduidelijk. De onderzoeksgroep pleit ervoor dat nader te bestuderen.

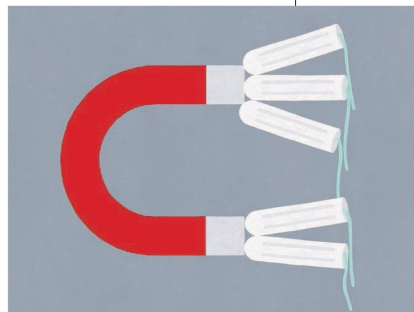
De nieuwe studie verdient zeker aandacht, vindt emeritus hoogleraar toxicologie Martin van den Berg van de Universiteit Utrecht. Hij pleit ook voor nader onderzoek, door bijvoorbeeld de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), om te ontdekken hoeveel van de schadelijke stoffen loskomen van de tampon en worden opgenomen door cellen in de vaginawand. 'Pas dan kan een inschatting gemaakt worden van het risico.'

Voor de drie zware metalen lood, cadmium en arseen verdienen hierbij aandacht, volgens Van

den Berg. Vanwege de schadelijkheid van deze stoffen zijn er op andere gebieden al maatregelen genomen door de overheid. Zo worden loden waterleidingen massaal vervangen om gezondheidsproblemen te voorkomen.

De NVWA zegt in een reactie nog geen plannen te hebben voor een onderzoek, omdat een aanleiding ontbreekt. 'Wij hebben de afgelopen jaren geen vragen of meldingen gehad over tampons. De gehalten aan schadelijke stoffen en metalen zijn daarnaast heel laag. Er is dus op dit moment geen reden tot zorg. Indien blijkt dat er tampons in de handel zijn met te hoge gehalten aan metalen of andere stoffen, dan kan dat reden zijn voor aanvullend onderzoek en zullen we dat uiteraard doen.'

Van den Berg benadrukt dat het



bij zo'n eventueel onderzoek belangrijk is andere criteria voor blootstelling te hanteren dan die gelden voor metalen in kleding. 'Door het vaginale vocht kan de plaatselijke opname van metalen hoger zijn dan bij de huid.' Ook is het nog de vraag in hoeverre de gevonden resultaten voor Nederland gelden. De wetenschappers van de Columbia-universiteit geven de onderzochte merken niet vrij, dus het is onduidelijk om welke merken tampons het precies gaat.

Voor nu hoeven we ons volgens zowel de NVWA als de toxicoloog niet al te veel zorgen te maken. Zo is er volgens Van den Berg 'nog geen wetenschappelijk bewijs dat het kankerverwekkende arseen en cadmium tot vaginale tumoren leidt bij tampongebruikers'.

Meer tips?
volkskrant.nl/beterleven

tussen de oren. Natuurlijk zijn hersenen belangrijk, maar je kunt de interactie tussen ons lichaam en de omgeving niet uitvlakken. Ook op dat niveau leren we.'

Een mens leert een stad niet alleen kennen door Google Maps te bestuderen, maar door te dwalen door de stegen en de geuren en geluiden in zich op te nemen. Een mens navigeert door zijn omgeving en leert zodoende. Klinkt allemaal logisch, maar toch zien veel computerwetenschappers het brein met zijn miljarden neuronen en ontelbare synapsen graag los van het lichaam.

De 17de-eeuwse filosoof Descartes deed dat trouwens al: ik denk, dus ik besta – ook zonder lichaam. 'Op de een of andere manier is het blijkbaar nog altijd heel verleidelijk om de geest los van het lichaam te zien', zegt Peeters. Maar de metafoer 'informatieverwerkende machine' voor de mens loopt volgens hem spaak: 'Ik denk niet dat je zoiets complex als

de jaren vijftig ging het eigenlijk al fout, zegt Eiben.

Alan Turing formuleerde deze test na de oorlog als meesterproef voor een computer. Kort door de bocht: als een computer tijdens een chatgesprek zijn gesprekspartner voor de gek kan houden en deze gelooft met een mens te maken te hebben, dan is er sprake van een slimme computer. Eiben: 'Ik vind dit een zeer beperkte kijk op intelligentie. De test is puur gebaseerd op taal.'

Net als Peeters benadrukt Eiben dat belichaamde intelligentie een aanvulling is op de beperkte digitale AI. Waar *machine learning* leert aan de hand van data die mensen aan de AI-modellen voeden, harken de *learning machines* van Eiben alle data zelf binnen, omdat ze interacteren met hun omgeving.

Overigens maakt Eiben met alle plezier gebruik van de recente verworvenheden van de grote AI-bedrijven, zoals objectherkenning.

Ook spraak? 'Voor mij is dat totaal niet relevant. Onze robots praten niet. Dieren leren van elkaar door imitatie, mensen hebben daarnaast ook taal. Ik weet niet waarom, maar bij mensen is nooit telepathie ontstaan om informatie uit te wisselen. Computers en robots hebben dat wel.'

Pardon? Eiben verduidelijkt: 'Het brein van een robot is gewoon software. Dat kun je met wifi of bluetooth naar een andere robot sturen. Veel efficiënter en sneller dan via taal, dat eigenlijk een soort noodoplossing is. Waarom zouden robots daarmee moeten werken als ze met elkaar communiceren?'

Nog zoiets waar Eibens evoluerende robots niets mee te maken hebben: een maandenlange zwangerschap. 'Reproductie' is voor hen slechts het uploaden van hun fysieke blauwdruk – het lichaam – en programmacode – het robot-dna – naar een computer, die deze informatie willekeurig mengt en door een 3D-printer ter wereld brengt. Al in 2016 werd 's werelds eerste robotbaby op deze manier geboren in Eibens lab.

De olifant in de kamer hierbij is de ethiek rondom Eibens gedroomde robot: hoeveel sf-films beginnen niet met het rampzalig uit de hand lopen van zelfstandig reproducerende, intelligente robots? 'Voor mij is dat geen sciencefiction. Natuurlijk denk ik daarover na', zegt Eiben. Zijn oplossing: de robots kunnen zich alleen in een 'geboortekliniek' voortplanten. 'Daar kunnen ze hun genetische code uploaden, en dan staat de 3D-printer waar hun baby uitkomt. Maar een mens moet op de knop drukken om dat mogelijk te maken.'

Zulke robots kwalificeren volgens Eiben als 'artificieel leven'. Wanneer zijn die er? 'Voorspellingen zijn gratis', zegt Eiben, die zich liever niet aan zulke vragen brandt. Maar, na aandringen van de verslaggevers: 'Tegen die tijd leef ik al lang niet meer.' ●



Voor mij is spraak totaal niet relevant. Onze robots praten niet. Dieren leren van elkaar door imitatie

cognitie alleen vanuit de hersenen kunt benaderen.'

Toen AlphaGo van Googles AI-bedrijf DeepMind een paar jaar geleden van 's werelds beste go-speler won, zagen alle experts dit als een doorbraak. Maar hoe indrukwekkend ook, één ding ontbrak bij de machine: vreugde over de spectaculaire overwinning in het bordspel. De zege was betekenisloos voor AlphaGo.

Ook hier kan het lichaam een rol spelen, vermoedt Peeters. 'Systemen hebben geen intrinsieke motivatie om te winnen. Ik zie niet hoe je dat zou kunnen oplossen zonder met een lichaam te werken.' Lichamen hebben een verhouding tot de wereld: 'Dingen om ons heen zijn aantrekkelijk of niet aantrekkelijk. Voor een roofdier moeten we vluchten, een bosbes is verleidelijk om te eten en we vinden een partner aantrekkelijk om ons mee voort te planten. Kortom, een lichaam is een noodzakelijke voorwaarde voor betekenis.'

'ChatGPT is alleen een brein', stelt ook Eiben. Tegenover dit soort digitale AI zet hij zijn 'embodied AI'. Bij de wereldberoemde Turingtest uit