

# Ontwerp van Collectieve Intelligentie

Martijn Schut, Konrad Diwold, William Veerbeek,  
Rick van Kreevelen & Joris de Ruiter

Binnen het onderzoeksgebied van de Kunstmatige Intelligentie is een aantal onderzoekers ervan overtuigd geraakt dat intelligent gedrag misschien wel eenvoudiger in elkaar steekt dan aanvankelijk werd gedacht. Zij menen dat de onderliggende oorzaken van de menselijke rede misschien wel met simpele regels te beschrijven zijn en dat ons handelen niet veel meer is dan een eigenschap die vanzelf opduikt in de interactie met de omgeving. Bij intelligentie moet dus niet worden gedacht aan individuen, maar aan groepen en omgevingen die in een samenspel patronen veroorzaken die door de mens worden geïnterpreteerd als intelligent. Als intelligent gedrag eenvoudiger in elkaar zit dan we dachten, kunnen we dit gedrag dan ontwerpen en inzetten voor ons eigen welzijn?

Tijdens de *Design of Collective Intelligence summerschool* ([www.decoi2006.nl](http://www.decoi2006.nl)), die werd gehouden van 7 tot en met 11 augustus 2006 op de Vrije Universiteit in Amsterdam, kwamen dit soort vragen aan bod. Het was de nieuwsgierigheid naar antwoorden op deze vragen die de bezoekers deed afreizen. De workshop was bedoeld om geïnteresseerden op het gebied van *collectieve intelligentie* bijeen te brengen en vaardigheden bij te brengen. Organisatoren Martijn Schut, Konrad Diwold en William Veerbeek hadden een programma opgezet waarin gedurende een week acht colleges plaatsvonden, een programmerwedstrijd gehouden werd (levend stratego), deelnemers eigen werk konden presenteren en ook nog tijd over was voor sociale evenementen. Het werden vijf dagen gevuld met interactie en gezelligheid, goed voor vele boeiende nieuwe inzichten en samenwerkingsverbanden voor nader onderzoek.

## Collectieve Intelligentie

Het idee van *collectieve intelligentie* heeft betrekking op groepen individuen die samen dingen doen die intelligent lijken te zijn. Martijn Schut (VU, Amsterdam) legde uit dat er in het algemeen twee belangrijke onderzoeksstromen zijn: hoe werkt collectieve intelligentie in de natuur (analyse), en hoe kunnen we zelf collectief intelligent gedrag toepassen om nieuwe taken uit

**Wat dacht je van een vakantie bestaande uit een week van goed opletten, hard werken en weinig vrije tijd? Wie gaat er hartje zomer een hele week besteden aan lezingen, programmeerwerk en sociale bijeenkomst met totaal onbekenden? Je zou haast denken dat niemand daartoe bereid is. Toch kwamen hier belangstellende studenten en onderzoekers uit meer dan tien verschillende landen op af, variërend van Canada tot Rusland. Wat bewoog hen ertoe af te reizen naar de VU in Amsterdam, terwijl zij net zo goed hadden kunnen kiezen voor een weekje liggen op een exotisch strand?**

te voeren (ontwerp). Wat betreft de analyse van collectieve intelligentie zijn er de afgelopen decennia veel studies verricht binnen de sociale wetenschappen (bijvoorbeeld segregatie en virtuele samenlevingen), biologie (zelforganisatie bij kolonies primaten, kolonies insecten en scholen vissen), en economie (beslis- en speltheorie). Voor het ontwerpen van collectieve intelligentie zien we ontwikkelingen in de collectieve robotica (zwerfrobotica, evolutionaire robotica), computernetwerken (peer-to-peer netwerken, *grid-computing*), multi-agent systemen (onderhandelingen, reputaties) en entertainment (Secondlife.com, Robocup).

Ondanks de naamgeving van de summerschool, kwamen zowel analyse als ontwerp uitgebreid aan bod.

## Artificial Societies

Gusztai Eiben (VU, Amsterdam) werd reeds op jonge leeftijd geïnspireerd door een verhaal van de Poolse sf-schrijver Stanislaw Lem, waarin een door wetenschappers ontwikkelde samenleving wordt beschreven bestaande uit wiskundige formules (personoiden). Deze ontwikkelden zich zodanig dat zij zich begonnen af te vragen of er misschien een wereld is buiten hun waarneming. Dit verhaal maakte een dusdanige indruk op Eiben dat hij in 2004 het *newties.org*-project startte: een gesimuleerde samenleving waarin de inwoners langzamerhand een zelfbeeld en gezamenlijke cultuur ontwikkelen. Enerzijds is het project erop gericht inzicht te bieden in de ontwikkeling van de menselijke taal, cultuur en economie (analyse), anderzijds richt het project zich op de toepasbaarheid van bijvoorbeeld kunstmatige samenlevingen van robots die een onbekende om-



1. *Wie meer wil weten over het newties.org-project van Eiben kan voor een heel artikel hierover terecht op [www.deconnectie.com](http://www.deconnectie.com) (Red.)*

geving, zoals Mars, kunnen verkennen en gereed maken voor menselijke kolonisering (ontwerp). Wat ontwerp betreft wordt in het project gekeken naar de combinatie van drie verschillende manieren van leren: individueel, sociaal en evolutionair. Individueel leren doen agenten tijdens hun leven; bijvoorbeeld het vergaren van de wijsheid dat het soms handiger is om ruzies op te lossen met woorden in plaats van met geweld. Sociaal leren betreft het doorgeven van kennis, wat een hoop leertijd kan schelen voor de kennisontvanger. Evolutionair leren houdt het ontwikkelen en selecteren van gunstige aangeboren eigenschappen in en vindt plaats over meerdere generaties. Eiben gaf in zijn college toelichting op het gebruik van evolutionaire methoden met betrekking tot collectieve intelligentie.



### Co-evolutie

Een essentiële factor in evolutionaire methoden is de fitness functie. Met deze functie kun je evalueren hoe goed een bepaald individu is. In de natuur wordt de individuele fitness mede bepaald door de omgeving, en niet enkel door de individuen zelf. Zo kunnen we weinig zinnige uitspraken doen over de fitness van twee konijnen zonder de aanwezigheid van heide, vossen, roofvogels et cetera, daarbij in overweging te nemen. Andersom wordt de fitness van de vossen en roofvogels ondermeer bepaald door de aanwezigheid van konijnen. Een moeilijker leeromgeving zal informatiever zijn, zodat evolutionaire methoden sneller met een goed individu op de proppen kunnen komen. Edwin de Jong (Universiteit Utrecht) sprak op DECOI over de alom gebruikte methode van de co-evolutie. Bij co-evolutie laat men de individuele fitness afhangen van andere, (co-)evoluerende individuen. In de eenvoudigste vorm hiervan neemt een individu het tegen zichzelf op. Bijvoorbeeld in het geval van schaken of dammen brengt men telkens kleine mutaties aan en selecteert men vervolgens de variant met het grootste aantal overwinningen. Deze standaard opstelling vereist behalve de spelregels geen (bevooroordeelde) fitness functie

en heeft tot grote successen geleid bij dammen, backgammon en cellulaire automaten. De Jong ging tijdens zijn lezing in op enkele details van co-evolutie, de voordelen, de nadelen en een aantal problemen die momenteel veel worden onderzocht.

### Fluidiom: Artificial Life Simulatie

Omdat we met zulke complexe systemen te maken hebben, biedt computersimulatie vaak een uitkomst als we collectieve intelligentie willen onderzoeken en analyseren. Binnen de kunstmatige intelligentie zijn we hier al langer bekend mee: bij artificial life wordt er veel gebruik gemaakt van computersimulatie. Gerald de Jong (Almende, Rotterdam) is al ruim twee decennia lang gefascineerd door deze artificial life-simulatie. Die fascinatie is nu uitgegroeid tot de Fluidiom-simulatie die De Jong programmeerde met het doel natuurlijke selectie te leren begrijpen ([www.darwinathome.org](http://www.darwinathome.org)). Fluidiom won op de Belgisch-Nederlandse AI Conferentie 2005 de prijs voor de beste demonstratie. De Jong begon in 1995 aan het schrijven van software waarmee fysieke structuren gesimuleerd konden worden. Later werd dit, geïnspireerd door de evolutionair bioloog Dawkins, een simulatie waarbij de structuren een soort DNA hadden en zichzelf konden ontwikkelen. Toen rees de volgende vraag: als we veronderstellen dat deze structuren een soort lichamen zijn, wat zouden ze dan allemaal kunnen leren? In de simulatie werden onder andere zwaartekracht, verschillende grondoppervlakken en spieren toegevoegd, wat leidde tot de huidige versie van Fluidiom. Vergezeld van vele grappige filmpjes, gaf De Jong een inspirerend college over zijn simulatie.

### Embodied Embedded Cognition

De representatie van kennis heeft de afgelopen decennia vele AI onderzoekers beziggehouden. Expertsystemen, kennissystemen en het Semantisch Web representeren allemaal op een of andere manier kennis. Desondanks zijn er een aantal issues die kennisrepresentatie problematisch maken; onder andere het Frame probleem, het Formaat probleem (symbolisch) en





het grounding probleem (betekenis). Pim Haselager (Radboud Universiteit, Nijmegen) gaf een college over embodied embedded cognition (EEC) wat gebaseerd is op het niet gebruiken van representaties in situaties waar dat niet nodig is. Dit sluit dus niet uit dat er veel situaties kunnen bestaan waarbij representaties nuttig en nodig zijn. Haselager keek naar het cognitief aspect van EEC: de lichamelijke interactie met de omgeving is primair met betrekking tot cognitie. De eerste E van EEC (embodied) betekent dat er directe interactie is met de omgeving, bijvoorbeeld iemand die leert autorijden. De tweede E van EEC (embedded) betekent dat de omgeving gebruikt wordt om informatie te onthouden en te verwerken (gele post-it plaatjes, aanwijsborden). Haselager kreeg de lachers op zijn hand toen hij binnen deze context de luiheidsprincipes presenteerde: “Laat de omgeving het werk voor je doen.”, “Don’t think, Act!”, “Kopiëren en imiteren is goed.”, “Stel dingen uit.”, en “Verlaag je ambities.” Alles bij elkaar een fascinerende kijk op representatie, die zorgde voor vele nieuwe inzichten bij de DECOI deelnemers.

### **Evolutionaire Linguïstiek**

Onderzoek naar taal binnen de AI doet al snel denken aan natuurlijke taalverwerking, spraakherkenning of multi-agent communicatie. Echter, taal is zelf een complex dynamisch systeem – net zoals onze maatschappij, een mierenkolonie of een markteconomie. Daarnaast evolueert het, en snel ook; wij spreken nu met een ander vocabulaire dan 300 jaar geleden. Met andere woorden, het heeft alle ingrediënten om binnen de collectieve intelligentie te vallen: culturele evolutie, individuele aanpassing, zelforganisatie en co-evolutie (van taal en betekenis). Paul Vogt (Edinburgh University, UK en Universiteit van Tilburg) gaf de deelnemers een inleiding van het onderzoek naar evolutionaire linguïstiek: de wetenschappelijke studie naar de oorsprong en ontwikkeling van taal. Vogt legde in zijn col-

lege uit hoe deze studie vanaf de vroege Egyptenaren en de “la-la”-theorie van Jespersen die stamt uit begin van de vorige eeuw, vanaf het begin van de jaren negentig is toegroeid naar het onderzoeken van verbanden tussen natuurlijke taal en selectie. Vogt presenteerde een aantal multi-agent simulaties als voorbeeld van nuttige computationele technieken voor het onderzoek naar de evolutionaire ontwikkeling van taal. Verder werkte hij nog een aantal case studies uit op het gebied van de evolutie van vocabulaire, de grounding van betekenis en de evolutie van compositie. Het was wederom een interessante kijk op representatie – ook in combinatie met Haselager’s eerdere college.

### **Zelf-Organiserende Sociale Systemen**

Vogels, vissen en primaten hebben een belangrijke overeenkomst: ze laten allemaal tekenen zien van complexe sociale fenomenen. Daarmee zijn het meteen potentiële kandidaten om collectieve intelligentie mee te analyseren. Vragen als: “waarom vliegen vogels in v-formatie?”, “waarom zwemmen vissen in een school?” en “waarom zien we bij primaten zulke complexe sociale structuren dat het erg doet denken aan onze eigen sociale structuur?”, kunnen beter worden beantwoord door het bestuderen van collectieve intelligentie. Charlotte Hemelrijk (Rijksuniversiteit Groningen) gaf haar college op DECOI over de zelforganisatie van deze sociale systemen. Het basisprincipe van het onderzoek van Hemelrijk is: ‘begrijpen door te



bouwen’. Als we een kolonie primaten nabouwen, dan komen we tot begrip van sociale fenomenen die spelen in die kolonie. Met andere woorden, als we individuen eenvoudige cognitieve gedragsregels geven, zullen we dan complexe groepspatronen zien die mogelijk een gevolg zijn van zelforganisatie? Hemelrijk werkte een case study uit over de Macaca-primaten waarbij democratische en egalitaire vormen van sociale organisatie

bestaan. Het onderzoek ging over het observeren van groepsfenomenen uit de werkelijkheid (bijvoorbeeld dat het machtigste individu in het midden zit) op basis van een individueel simulatiemodel met eenvoudige gedragsregels. Naar aanleiding van dit college zullen de deelnemers voortaan met andere ogen “aapjes kijken”.

### **Zelforganiserende Stadsplanning**

Kijkend naar stedengroei en ontwikkeling in de laatste eeuwen, zien we een interessant verschijnsel. Zonder enige vorm van centrale organisatie (overheid), vertonen wereldwijd alle steden wat opbouw betreft veel dezelfde patronen. William Veerbeek (DIN-Arch, Rotterdam) liet voorbeelden zien van onder andere Kuala Lumpur, Manilla en Lima. Veerbeek gaf een inleiding op het gebied van zelforganiserende stadsplanning: hoe kun je ruimtelijke planning decentraliseren maar toch grip houden op de gehele ontwikkeling? Het verleden laat zien dat dit mogelijk

is, maar momenteel wordt iedereen en alles beperkt door de massale regelgeving op dit gebied. Veerbeek liet in zijn college zien dat met behulp van cellulaire automaten hiervoor realistische simulaties gemaakt kunnen worden. Deze simulaties laten zien dat het goed mogelijk is om de stedelijke planning te decentraliseren.

### **Tenslotte: DECOI2007**

Doordat de summerschool zowel door de studenten als door de onderzoekers en docenten zeer gewaardeerd werd, zal er in 2007 een vervolg komen. In de volgende editie van de summerschool zullen we aantal concrete case studies gaan uitwerken in samenwerking met domeinexperts uit de sociale, biologische, economische en computer wetenschappen. Tevens zullen er wederom experts uit de praktijk aanwezig zijn. Geïnteresseerd? Meld je aan op [www.decoi2007.nl](http://www.decoi2007.nl) en we zien je graag tegemoet op de DECOI2007 summerschool!Ø

