



Het Interview

Prof.dr. Tomaso Poggio, hoogleraar aan het Amerikaanse Massachusetts Institute of Technology (MIT), is een van de grondleggers van de computationele neurowetenschappen. Hij heeft zowel een diepgaande kennis van het brein als van de kunstmatige intelligentie. ‘Het komende decennium wordt een gouden tijd voor intelligente machines, met dank aan de inzichten uit de neurowetenschappen.’

KENGEGEVENS	
NAAM	Tomaso Poggio
LEEFTIJD	65
TITEL	prof.dr.
OPLEIDING	Natuurkunde, Università degli Studi di Genova (Italië) Promotie Theoretische Natuurkunde, Università degli Studi di Genova
FUNCTIE	hoogleraar, Department of Brain and Cognitive Sciences, Massachusetts Institute of Technology (MIT)



PROF.DR. TOMASO POGGIO COMBINEERT NEURO- EN COMPUTERWETENSCHAPPEN

DE COMPUTERMODELLEN VAN HOOGLERAAR prof.dr. Tomaso Poggio, verbonden aan het Amerikaanse Massachusetts Institute of Technology (MIT), liggen aan de basis van de automatische visuele waarnemingssystemen die nu in auto's worden ingebouwd. Stel dat de autonome auto van Google buiten voor de deur staat, durft Poggio, als iemand die zowel de sterke als de zwakke kanten van computerwaarneming feilloos kent, dan in die auto te stappen en zich te laten rondrijden? ‘Absoluut’, antwoordt hij. ‘Ik zou me prima op mijn gemak voelen. In mijn eigen Audi zit trouwens al een radardetectiesysteem. Ik stel de cruisecontrol in op een bepaalde maximumsnelheid en vervolgens houdt de auto een bepaalde afstand tot mijn voorligger. Het werkt zo goed dat ik me geen zorgen meer maak. Soms vertrouw ik het systeem zelfs te veel. Het gebeurt wel eens dat een voorligger door rood licht rijdt. Dan wil mijn auto ook door rood rijden. Hij herkent het rode licht niet, maar wil toch de afstand tot de voorligger gelijk houden. Gelukkig komen detectiesystemen die ook het rode licht herkennen er ook al aan.’

In de jaren negentig was Poggio een van de eersten die een computeralgoritme ontwikkelde dat voetgangers en andere straatobjecten in alledaagse beelden kon herkennen. Bij een snelheid van dertig beeldjes per seconde maakte het systeem eenmaal per seconde een fout – voor een onderzoekssysteem in die tijd een grote prestatie, maar voor praktische toepassing veel te slecht. ‘Huidige computerwaarnemingssystemen maken in de ordegrootte van eens in vijftigduizend rij-uren een fout. Deze systemen kunnen levens redden. Geen wonder dat verzekeringsmaatschappijen inmiddels de premie beginnen te verlagen voor bestuurders die zo'n waarnemingssysteem in hun auto hebben.’

Poggio was ook een van de eersten die computerwaarneming niet langer baseerde op volledig voorgeprogrammeerde regels, zoals decennialang tevergeefs is geprobeerd. Geïnspireerd door de werking van het menselijk brein bouwde hij een lerend systeem dat werd getraind met duizenden straatbeel-

den. ‘De beste huidige computerwaarneming gebruikt nog steeds dat basisidee, maar er zijn een heleboel lagen aan engineering bovenop gekomen. Bovendien bestaat de trainingsset tegenwoordig al snel uit miljoenen beelden.’

Poggio zelf is vooral geïnteresseerd in de fundamentele wetenschap die ten grondslag ligt aan lerende systemen. Zodra de toepassingen in zicht komen, laat hij het werk graag aan anderen over. Een van zijn voormalige postdocs, de Israëliër Amnon Shashua, heeft het bedrijf MobilEye opgericht. Dat bedrijf is inmiddels de belangrijkste leverancier van computerwaarnemingssoftware aan autofabrikanten als Audi, BMW en Toyota. ‘De autonome auto van Google krijgt dan wel de meeste aandacht, maar praktisch gezien is een bedrijf als MobilEye veel belangrijker.’

EINSTEIN

Als tiener was Poggio, geboren en getogen in het Italiaanse Genua, gefascineerd door Einsteins relativiteitstheorie en door het genie van Einstein als persoon. ‘Dat iemand puur vanuit de theorie zulke diepe problemen als ruimte, tijd, massa en energie kon doorgronden, vond ik geweldig. Maar ik beseftte dat er zo veel diepe problemen in de natuurkunde waren – veel te veel voor mij om ze op te lossen. Wat maakte Einstein zo intelligent? En wat nu als ik zelf intelligenter zou kunnen worden? Zo kwam ik op het idee dat als ik zou snappen wat intelligentie is, ik intelligentie misschien ook wel zou kunnen vergroten. Misschien zou ik dan een machine kunnen bouwen die mensen zou helpen intelligenter te worden, zodat we al die moeilijke problemen kunnen oplossen. Zo raakte ik geïnteresseerd in zowel de neurowetenschappen als de computerwetenschappen.’

In de overlap van beide takken, de computationele neurowetenschappen, is Poggio een van 's werelds meest geciteerde en gelauwerde wetenschappers. Hij is ervan overtuigd dat de

‘Mensen blinken uit in patroonherkenning op een associatieve manier’

‘Begrip brein nodig voor intelligente machines’

volgende stap in de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie moet komen van een beter begrip van het menselijk brein. 'Ja, we hebben nu Siri op de smartphone, we hebben Google Search, we hebben supercomputer Watson en we hebben computerwaarneming als MobilEye. Dat zijn grote prestaties. Elk van deze systemen is net zo goed, of in het geval van Google Search zelfs veel beter, dan het menselijk brein. Maar wat nog steeds ontbreekt, is een machine die intelligent is in de brede zin van het woord, in de zin van menselijke intelligentie. Er bestaat geen machine die over het alledaagse leven kan praten.'

Poggio verklaart die discrepantie uit het ontstaan van de kunstmatige intelligentie door het werk van wiskundigen als Alan Turing en zijn voorgangers David Hilbert en Kurt Gödel. 'Computers zijn ontstaan uit de logica en uit een poging om de wiskunde te formaliseren. Maar het type intelligentie dat deze wiskundigen probeerden te formaliseren, heeft niets te maken met het type intelligentie dat ons zenuwstelsel gebruikt. Computers zijn gebaseerd op een model van informatieverwerking waarin wij mensen helemaal niet goed zijn, zoals rekenen en logica. Computers zijn juist niet gebaseerd op het type intelligentie waarin wij mensen uitblinken: patroonherkenning op een associatieve manier, zoals we gebruiken bij visuele waarneming.'

Poggio vertelt een anekdote over Marvin Minsky, een van de grondleggers van de kunstmatige intelligentie: 'Begin jaren zestig gaf Minsky het probleem van computerwaarneming als zomerproject aan een van zijn studenten.' Hij laat even een stilte vallen en lacht dan hartelijk: 'Een project voor een paar maanden!' Wetenschappers zijn er nu al meer dan een halve eeuw mee bezig. 'Omdat wij mensen zonder na te denken razendsnel de wereld om ons heen waarnemen, lijkt visuele waarneming zo'n simpel probleem. Maar het is niet voor niets dat zo'n 30 % van de hersenschors in het menselijk brein wordt gebruikt voor visuele waarneming. De evolutie heeft haar handen vol gehad aan het vormgeven van efficiënte beeldverwerking.' Daarom is visuele waarneming ook het modelsysteem dat Poggio gebruikt om uit te vinden wat intelligentie nu eigenlijk is. 'Als we begrijpen hoe ons visuele systeem waarneemt, dan begrijpen we ook grotendeels welke hersenmechanismen ten grondslag liggen aan intelligentie.'

Op basis van de kennis van de visuele waarneming door het menselijk brein heeft Poggio een computermodel gebouwd dat net zo snel als mensen een dier op een plaatje herkent. Laat een lange reeks foto's snel achter elkaar aan menselijke proefpersonen zien en ze zijn bij elk beeld in staat om binnen vijftig tot honderd milliseconden te herkennen of er wel of niet een dier op staat. De plaatjes worden net lang genoeg getoond dat mensen zich bewust zijn van wat ze zien, maar kort genoeg om ze geen tijd te geven voor uitvoerige beeldinspectie. 'Mensen voeren deze taak voor 80 % correct uit; ons model scoorde 82 %. Dat was onverwacht goed. Wanneer mensen langer de tijd zouden krijgen, dan halen ze bijna 100 %, maar omdat die bewuste beeldinspectie niet in ons model zat, hebben we ons gericht op het vergelijken van de snelle waarneming.'

Poggio's model gebruikt een hiërarchie van waarnemingslagen. Op een basisniveau onderscheidt het model bijvoorbeeld randen van voorwerpen en de oriëntatie van lijnstukken. Hogere niveaus onderscheiden vormen. De hoogste niveaus

onderscheiden bijvoorbeeld categorieën, zoals dieren of voertuigen, en identiteiten, zoals een kat of een auto.

Maar dan de stap van visuele waarneming naar intelligentie. Hoe hoopt Poggio die te maken? 'Cruciaal voor intelligentie is de vaardigheid om te leren, om te generaliseren op basis van een klein aantal voorbeelden. Wanneer je vandaag een nieuw gezicht ziet en je ziet het morgen opeens vanuit een heel andere hoek, in heel andere lichtomstandigheden, dan herken je het gezicht nog steeds. Het brein generaliseert met veel minder beelden dan computerwaarnemingssystemen nodig hebben.'

De afgelopen twee jaar heeft Poggio zich gestort op het ontwikkelen van een model dat een wiskundige beschrijving van een plaatje maakt, die onafhankelijk is van de toevallige om-



'Het kort zien van een nieuw gezicht is voor de mens voldoende om het de volgende dag te herkennen, ook al is de hoek waaronder de lichtval anders'

standigheden waaronder de toeschouwer het beeld ziet. Deze wiskundige beschrijving blijft hetzelfde wanneer het beeld een beetje draait, zich iets verplaatst of onder net andere lichtcondities wordt gezien. 'Het laatste halfjaar zijn daar hele mooie resultaten uitgerold. Het is een verrassend elegante wiskundige beschrijving. Het doet me weer denken aan de elegantie die in de natuurkunde is te vinden. Fysici gaan uit van een bepaalde symmetrie of behoudswet en leiden daar bijvoorbeeld de wetten van de mechanica uit af. Onze theorie doet iets soortgelijks voor visuele waarneming. Uitgaande van enkele aannames kunnen we eigenschappen van hersencellen en netwerken van hersencellen afleiden. We kunnen voorspellingen doen over hoe het visuele systeem werkt en die voorspellingen zijn we aan het testen.'

Poggio wil nu de krachten bundelen om met een groot team van MIT-wetenschappers te ontrafelen wat intelligentie precies is en hoe het in machines kan worden gecreëerd. Hij heeft bij de Amerikaanse National Science Foundation (NSF) een voorstel ingediend voor het creëren van een nieuw MIT-instituut, Center for Brains, Minds and Machines genaamd, dat al het MIT-onderzoek naar intelligentie – in de neurowetenschappen, de biologie, de kunstmatige intelligentie en in de psychologie – combineert. 'Het gaat om een van de grootste NSF-subsidies. We hebben de laatste ronde gehaald en nog dit jaar horen we of we tot een van de winnaars behoren. Hoe dan ook, ik ben ervan overtuigd dat het komende decennium een gouden tijd wordt voor intelligente machines, dankzij inzichten uit de neurowetenschappen.' ●

bcs.mit.edu/people/poggio.html