

Fluidiom: Lopende computermodellen, dankzij evolutie

Wouter Beek, Master of Logic student aan de UvA (wbeek@science.uva.nl)

Coert van Gemenen, Master Cognitive AI student aan de UU (coert.vangemenen@phil.uu.nl)

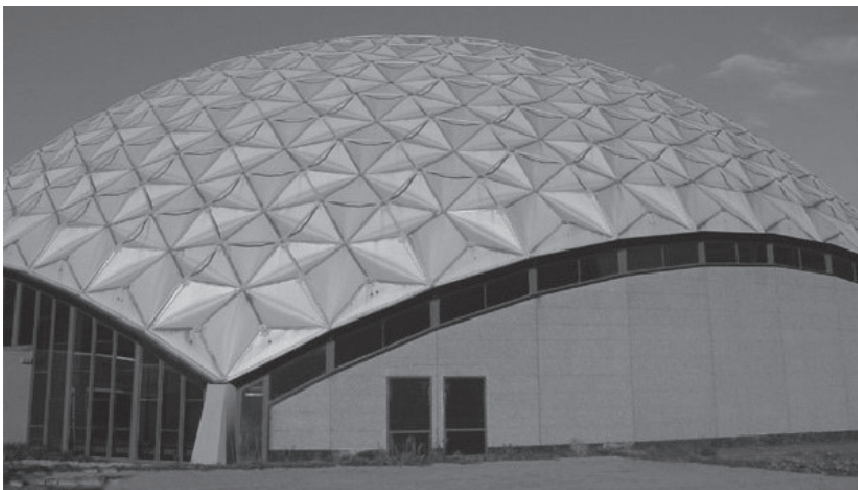
De geschiedenis van Fluidiom voert helemaal terug naar de ideeën van Buckminster Fuller (1895 - 1983). Fuller was Amerikaans uitvinder en architect, maar bovendien autodidact. Hoewel zijn ideeën vaak bekend en berucht waren om hun onhaalbaarheid heeft hij wel een aantal bijzondere uitvindingen gedaan. Eén van die uitvindingen is de *geodetische koepel*, een voorbeeld hiervan konden we in Nederland tot voor kort op Schiphol terug vinden in de vorm van het oude luchtvaartmuseum Aviodome, dat speciaal door Fuller was ontworpen in 1971. Geodetische koepels zijn starre structuren geheel gemaakt van vlakke steunbalkconfiguraties. Het bijzondere eraan is dat de krachten in de bolvormige koepel door de vorm van de steunbalken over het gehele oppervlak worden verspreid, zodat er geen verticale steunpilaren nodig zijn. In de computerwereld zien we dergelijke structuren terug bij de polygonen waaruit bijna alle driedimensionale modellen bestaan. Het zijn precies de overeenkomsten tussen de structuren van Fuller en polygonen die De Jong opvielen en hem op het idee voor Fluidiom brachten. Voordat computers echter snel genoeg waren om daarmee de Fuller-modellen te bouwen was De Jong al op ouderwets graafpapier bezig om de driedimensionale modellen stereoscopisch uit te tekenen zodat hij de diepte ervan kon bezien. Toen de computers snel genoeg waren stapte hij al rap

In onze onaflatende inzet om voor De Connectie steeds verslag te doen van het nieuwste en meest opzienbarende van wat de Nederlandse AI te bieden heeft, zijn wij naar Rotterdam afgereisd om aldaar de opnames van een interview met Gerald de Jong bij te wonen. Dit interview werd aanvankelijk gebruikt als lesmateriaal voor de DECOI summerschool van de VU en is inmiddels eveneens te zien op Gerald's website. Onderstaand verslag is de weerslag van het interview dat wij met hem hebben gehouden en de uitleg die hij ons over zijn programma Fluidiom heeft gegeven.

hierop over en kon hij een nieuw aspect aan de Fuller-modellen toevoegen.

De modellen in Fluidiom bestaan zoals gezegd uit starre polygonen, volgens het principe van Fuller. De modellen zijn echter niet volledig star, ze kunnen iets uitzetten en krimpen. De Jong legde ons uit dat zijn modellen als geheel eigenlijk vier- in plaats van driedimensionaal zijn. Fluidiom is zo geprogrammeerd dat de verbindingen waaruit de polygonen in een model bestaan in lengte kunnen variëren zodat het als het ware spieren worden die kun-

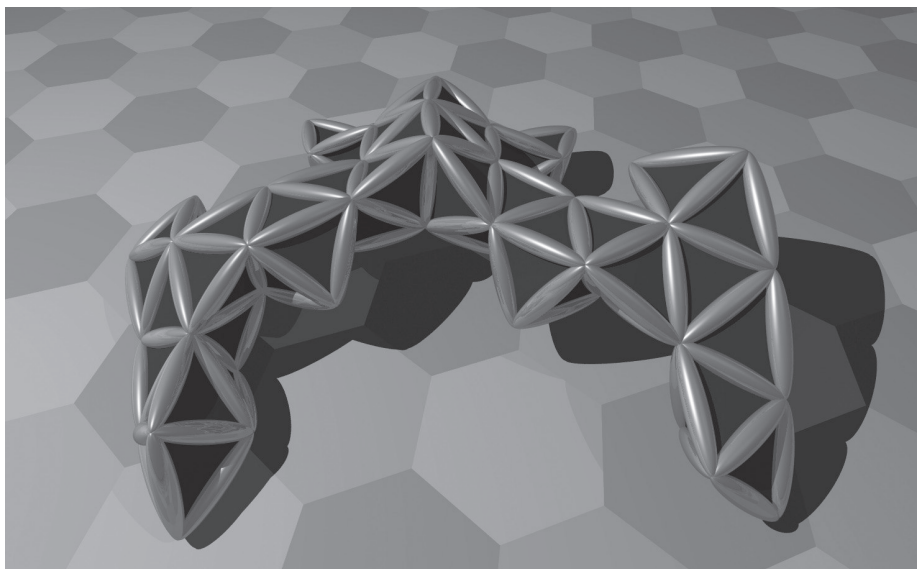
nen trekken en (dit in tegenstelling tot echte spieren) duwen. Iedere kunstspier in het model kan worden voorzien van een eigen moment waarop hij op zijn langst is, dit is de *elastische interval*. De frequentie waarmee de elastische interval pulseert is voor iedere spier gelijk, het moment kan alleen per spier verschillen. Dit idee kan het best worden verklaard door middel van een metafoor met een krukas: Iedere spier zit op de constant draaiende as aangesloten, maar de krukken die de as virtueel met de spieren verbinden zitten onder een willekeurig in te stellen hoek op de as. Als de as nu met een bepaalde snelheid draait, dan vertaalt dit zich naar contracties van het gebouwde model. Het is nu de kunst om de hoeken van de krukken zo te configureren dat er geen willekeurige spasmen ontstaan, maar harmonische beweging. Als dit goed lukt zal er uit het vierdimensionale model, dat wordt losgelaten in een artificiële wereld die beschikt over zwaartekracht en wrijving, bijna als vanzelf voortbeweging emergeren!



Het Aviodome.

Evolutie

Het is ondoenlijk om zelf handmatig de juiste harmonische configuratie voor de elastische intervallen te vinden. Zelfs al bij een relatief simpel organisme met weinig spieren is dit nagenoeg onmogelijk. Het vinden van de juiste interval voor iedere spier leent zich echter wel bijzonder goed voor een evolutionair algoritme. Het enige dat hier nog voor nodig is, is een goede fitness functie. De simpelste en meest voor de hand liggende fitness functie om voortbeweging mee te laten emergeren laat zich raden. Na iedere iteratie van het evolutionair algoritme wordt er door de verschillende varianten van het organisme gewedijverd om snelheid. Er wordt simpelweg gemeten hoe ver ze zich binnen een bepaalde tijd verplaatsten. Het organisme dat het verst is geko-



Render uit Fluidiom.

men evolueert verder, terwijl de anderen uitsterven. Omdat De Jong's model zo simpel is kan dit alles bijzonder snel worden gesimuleerd. Iedere snelheidswedstrijd hoeft nog geen micro-seconde te duren. Het programma kan dus binnen afzienbare tijd heel veel generaties van één organisme genereren en je kunt er bijna op wachten voordat er meer of minder succesvolle harmonische configuraties worden gevonden waardoor het gebouwde organisme zich daadwerkelijk voortbeweegt.

Eén van de interessante aspecten aan Fluidiom, zo vertelde De Jong ons, is dat je echt kunt zien dat evolutie werkt. De fitness functie is erg simpel, maar bijzonder doeltreffend. De gebruiker moet alleen wel eerst als een Intelligente Ontwerper aan de slag om een wezen te bouwen. Het is dus niet zo dat Fluidiom enkel en alleen een geautomatiseerd genetisch algoritme is, het programma kan zelf geen wezens bouwen of veranderen, dit moet de menselijke gebruiker doen. De door evolutie gedreven optimalisatie voltrekt zich binnen de van te voren door de gebruiker gespecificeerde ruimte van mogelijkheden en er is in die zin dus geen sprake van macro evolutie. Maar dit roept wel een interessante vraag op. Hoe intelligent moet de ontwerper te werk gaan om een organisme te ontwerpen dat zich voortbeweegt? Het blijkt dat dit niet zo bijzonder intelligent hoeft te zijn. Nagenoeg iedere structuur zal na een aantal iteraties van het algoritme naar een harmonische configuratie van contracties convergeren, waardoor het zich in meer of mindere mate zal gaan voortbewegen. De fitness functie werkt onverbiddelijk.

Wat wel opvalt is dat ledematen bijzonder goed blijken te helpen, maar dat ze absoluut niet noodzakelijk zijn. Er zijn slangachtige organismen gecreëerd die zich bijna zo over het oppervlak voortbewegen als echte waterslangen dat in de natuur doen. De Jong vertelde ons dat het zelfs iemand is gelukt een wiel te ontwerpen dat zich door een bepaalde harmonische configuratie kan laten voortrollen. Iets waar de natuur voor zover we weten nooit op is gekomen. Ook is er een model gebouwd dat in principe ontworpen was met zes poten. Na een flink aantal iteraties werd er echter een evolutionaire sprong gemaakt. De voorste twee ledematen werden de lucht in gegooid en fungeerden als balans om op de achterste vier poten te lopen. Hoe dit er allemaal uitziet kun je middels een filmpje op het internet bekijken bij Google Video (<http://video.google.com>) door er te zoeken naar: "Gerald de Jong".

De Community

De Jong programmeerde Fluidiom in de jaren '90 om met de toen nieuw uitgekomen programmeertaal Java te leren werken. Daarvoor had hij een soortgelijk systeem wel al in C++ gemaakt, maar in Java ging hij nu veel professioneler aan de slag. Bijkomstigheid van het in Java programmeren was dat zijn programma eenvoudig gedistribueerd kon worden en via het

internet beschikbaar kon worden gemaakt. Dit zorgde ervoor dat het project breder werd dan de aanvankelijk bedachte, op zichzelf staande simulatie. Fluidiom werd nu een sociaal platform waarbinnen gebruikers wereldwijd hun eigen simulaties konden uitvoeren. De Jong heeft derhalve ook veel werk verzetten behoeve van de interface en de gebruikersvriendelijkheid. Zo is het voor iedere gebruiker mogelijk om, zonder enige voorkennis omtrent programmeertalen en/of evolutionaire algoritmes, in de simulatie te participeren. De gebruiker kan namelijk op eenvoudige wijze, door middel van enig schuif- en klikwerk met de muis, uit een aantal basale componenten een eigen 'organisme' creëren, waarop vervolgens de boven beschreven evolutionaire simulatie geheel automatisch kan worden uitgevoerd. De gebruiker bepaalt dus de bouw van het 'dier', terwijl het algoritme vervolgens de spiermomenten van het uitzetten en krimpen bepaalt, die in een lokaal maximum van de gespecificeerde fitness functie resulteren.

"Je kunt aan Fluidiom zien dat evolutie echt werkt."



Kruk-as.

'Intelligent Design'

In de nieuwe versie van Fluidiom (op de website aangeduid met de naam 'Intelligent Design') is het mogelijk om gedurende de evolutie een aantal variabelen te veranderen om zodoende het evolutieproces te kunnen beïnvloeden. Deze variabelen zijn de zwaartekracht op de planeet waar de organismen zich bevinden, de demping die de omgeving op de organismen uitoefent, de rigiditeit van de spieren, alsmede de frequentie en amplitude van de spiercontracties. Deze beïnvloeding van variabelen draagt de naam 'Intelligent Design', omdat de keuzes van de instellingen voor deze variabelen niet door het evolutionaire algoritme zelf kunnen worden bepaald. Er is derhalve een helpende hand van buiten nodig, een menselijke observator die deze keuzes intuïtief zou moeten kunnen maken. Dat men de toepassing van de term 'Intelligent Design' hierin met een korreltje zout moet nemen, kan men zien aan het vergezelde logo waarop het Vliegende Spaghetti monster te zien is.

Om optimaal gebruik te kunnen maken van de mens als creatieve drijfveer achter het evolutieproces in Fluidiom, is de nieuwe versie er helemaal op gericht om door een gemeenschap te worden gebruikt. Er is een wereld gecreëerd waarop men zijn of haar constructies kan laten rondlopen. Zo raakt de wereld na verloop van tijd gevuld met verschillende organismen die door verschillende mensen worden ontwikkeld, beoordeeld en aangepast. Om de pluriformiteit nog verder te doen toenemen zijn verschillende plekken op de wereld voorzien van verschillende omstandigheidsvariabelen (zoals zwaartekracht en wrijving).

Op deze manier moet het mogelijk zijn om tot betere inschattingen te komen dan de fitness functie alleen. Dat het inderdaad nuttig is om de menselijke component in het ontwikkelingsproces te betrekken blijkt uit het voorbeeld van het wiel. In het evolutionaire proces heeft de natuur het wiel nooit uitgevonden, dat heeft de mens gedaan. Zo is het ook zeer onwaarschijnlijk dat een evolutionair algoritme, hoe complex dan ook, ooit tot de constructie van een wiel zal geraken zonder inmenging van de mens.

Toekomstige toepassing

Dit idee van een combinatie van machinale rekenkracht op micro niveau (in dit geval de afzonderlijke momenten van spiercontractie en spierrelaxatie) en de menselijke macro visie (in dit geval over het gedrag van het totale organisme), zou volgens De Jong verder moeten worden uitgewerkt en zou in verschillende domeinen kunnen worden toegepast. Een van zijn eigen voorbeelden hierin is een ontwerpprogramma voor architecten, waarbij de architect een bepaald basismodel opstelt, gebaseerd op esthetische overwegingen en functionele eisen, waarna een evolutionair algoritme deze constellatie op micro niveau gaat aanpassen om een zo stabiel mogelijk gebouw te verkrijgen. De architect kan dan vervolgens, op basis van dit door de computer berekende stabiele construct, weer enige alteraties aanbrengen, waarop het algoritme dan vervolgens weer een robuuste toestand moet vinden voor alle individuele punten in de constellatie. Deze interactie tussen de gebruiker en het algoritme is voor De Jong essentieel en het biedt een interessant alternatief voor de verschillende processen die tegenwoordig nog uitsluitend door de computer óf uitsluitend door de mens worden volbracht.

Conclusie

Het Fluidiom project van De Jong laat de kracht van evolutionaire algoritmes zien, op deze manier hoopt hij mensen een beter begrip te geven over wat een evolutionair algoritme is en waar het toe in staat is. De Jong filosofeert graag over verdere uitbreidingen van zijn systeem; wat zou er bijvoorbeeld gebeuren wanneer de modellen zintuigen krijgen waarmee ze kunnen registreren of hun ledematen de grond wel raken? Als nu een model van de grond loskomt blijft het, conform de interne klok, domweg wat rondspartelen in de 'lucht'. Maar als het in staat was zijn toestand te registreren, dan zou het wellicht kunnen leren anders te reageren in dat geval. Of wat zou de toevoeging van een kunstmatig brein voor voordelen kunnen hebben? Op dit moment marcheren de modellen nog domweg een willekeurige richting op. Maar deze voortbeweging zou misschien een zinnig doel kunnen nastreven. Kortom, er zijn nog genoeg ideeën binnen Fluidiom die de moeite waard zijn om over na te denken en uit te werken. Misschien kun jij Gerald de Jong daarbij helpen! ø

Referenties

- <http://www.darwinathome.org/>
- <http://fluidiom.v2.nl>
- <http://fluidiom.sourceforge.net/>
- <http://www.designws.com/pagina/1fuller.htm>