
PROFESSIONEEL PUZZELEN

Dit artikel beschrijft een wel heel algemeen technisch probleem: modelleren. Overal in de techniek en ver daarbuiten maken we gebruik van modellen, en het is de taak van universitair afgestudeerden om zulke modellen te bouwen.

Wetende dat het een verschrikkelijk moeilijke taak is, probeer ik in dit artikel toch een overzicht te geven van de spelregels die bij het modelleren horen. Want het is zo ongeveer het allerbelangrijkste wat je op de UT leert!

Dit artikel gaat hand in hand met twee andere artikelen, die dienen als voorbeeld. Die artikelen gaan in op ‘Computer Typesetting’ en ‘Computer Kalligrafie’. Beide gevallen zijn mensen-vaardigheden, die na goed modelleren in de computer zijn in te brengen, want met een model kan de computer doorgaans aardig uit de voeten. De artikelen zullen niet ingaan op specifieke oefjes uit die vakgebieden, maar laten zien hoe de belangrijkste concepten er uit te halen zijn.

Het artikel over typesetting verschijnt in dezelfde I/O-Vivat als dit artikel, het artikel over calligrafie volgt in het nummer daarna.

DOEL VAN MODELLEREN

VAN DE HACKER EN DE DENKER

De wetenschappen, en met name de technische, zijn dol op modellen. Modellen maken namelijk een complex probleem beheersbaar. Daarom doen bijna alle wetenschappen aan modelleren. De wiskundige heeft formule’s om zijn gedachten in uit te drukken, de werktuigbouwkundige heeft constructietekeningen net als een naaister een patroon heeft, de abstracte kunst modelleert in termen van lijnen en vlakken, en wij informatici modelleren de werkelijkheid in programmacode of in grafische diagramtalen. Ieder vakgebied kent zijn eigen taal, maar eigenlijk gaat het in al de bovenstaande gevallen om voorbeelden van modelleren.

Dit komt doordat het doel van modelleren heel algemeen is, en dus voor iedereen nuttig. Het biedt namelijk een interessant aspect van de werkelijkheid aan in een hanteerbare vorm.

Voor de wiskundige betekent ‘hanteerbaar’ dat hij er bewijzen mee kan leveren, voor de naaister betekent ‘hanteerbaar’ dat ze weet waar ze met de schaar doorheen moet. Merk op dat steevast *delen* van de werkelijkheid worden bekeken, en niet de hele werkelijkheid, omdat die doorgaans veel te complex is.

Dat we wel een stukje werkelijkheid willen vangen in een model is doorgaans omdat we òf willen bijhouden wat er in de werkelijkheid gebeurt (wie heeft boek *b* geleend?) òf we willen kunnen voorspellen hoe de werkelijkheid zal worden, door bijvoorbeeld het model versneld af te draaien (wat voor weer hebben we morgen?).

Als we een taal maken om te modelleren, is het daarom van groot belang dat we dingen uit de werkelijkheid er zonder al te veel gegoochel in uit kunnen drukken. Het punt ‘niet te veel gegoochel’ wordt duidelijk als je je probeert voor te stellen hoe je een programmeerprobleem op een Turing-machine zou aanpakken — dat doe je niet, je wenst constructies in je programmeertaal die dichter bij je gedachten over programma’s staan. Hoe directer je je gedachten uit kunt drukken, hoe beter.

Dit zijn al flink wat eisen aan modelbouw, maar er mist nog een heel belangrijke, opgeworpen door Popper, en dat is *falsificeerbaarheid*. Dit houdt in dat een model uitspraken moet doen die controleerbaar zijn. Dus is het niet toelaatbaar om een model te hebben dat niet werkt ‘als je er niet in gelooft’ of ‘als je er niet voor open staat’, maar je moet daadwerkelijk tegenvoorbeelden kunnen construeren, en als er ook maar één geval is dat je model tegenspreekt, dan is het geteste model incorrect.

Een mooi voorbeeld hiervan is de relativiteitstheorie van Albert Einstein. Einstein heeft een model gemaakt van de manier waarop hij dacht dat ruimte en tijd met elkaar samenwerken. Daarbij kwam hij op tamelijk ranzige conclusies, die absoluut in strijd waren met de toen geldende opvattingen (van Newton). Zo beweerde hij dat klokken die met bijna de lichtsnelheid bewogen, langzamer zouden gaan lopen als ze werden waargenomen door een stilstaande

waarnemer. Bruut, nietwaar? Enfin, dat meet je dan na als wetenschapper, en als het dan klopt met de ideeën van Einstein, dan is in dit geval Newton uitgerangeerd.

Zekerheid dat Einstein's ideeën kloppen heb je dan natuurlijk nog niet. Als ik bijvoorbeeld een alternatieve theorie zou construeren die op bepaalde punten in strijd is met die van Einstein, dan kunnen tests aantonen wie er ongelijk heeft. Modellen moeten dus testbaar (met een mooi woord 'falsificeerbaar') zijn.

Naast deze tamelijk harde eisen aan modellen, zijn er ook diverse 'zachte'. En hier komen we op het terrein van de esthetiek, van de kunstzinnigheid in het modelleren. Een goed model is namelijk minimaal van omvang, het is regelmatig van opzet, beperkt zich tot essentiële kenmerken van het gemodelleerde domein, en 'voelt goed aan'. En in deze 'zachte' punten zit hem de kneep van het goed modelleren in. Dit is het punt waar ervaring de enige leermeester is.

Goed modelleren is moeilijk, maar de gereedschappen zijn tamelijk standaard. Laten we die eens bekijken.

ABSTRACTIE

MET DE KOP IN HET ZAND

Abstractie is het weggooien van irrelevante details.

Denk aan een zwartwit-foto. Daarin is geabstraheerd van kleur. Er zijn dus gegevens weggegooid. Dit heeft een duidelijk doel: het spel van licht en schaduw is daarmee namelijk veel opvallender. Het is gemakkelijker om in te zien dat zwart donkerder is dan grijs, dan dat groen donkerder is dan rood. De fotograaf heeft vooral dit spel van lichte en donkere vlakken willen benadrukken, en kiest daarom voor zwartwit.

Abstractie is hiermee de kunst van het weglaten. We kiezen er bewust voor dingen uit het gemodelleerde domein weg te laten, simpelweg omdat dat domein anders te complex wordt. Bomen, bos, je kent het wel.

Het wil nog wel eens gebeuren dat er geabstraheerd wordt door het in deelproblemen ophakken van een groot probleem, en die deelproblemen afzonderlijk op te lossen. Hier moet echter voorzichtig mee worden omgesprongen. Immers, als je op tamelijk willekeurige gronden een probleem zou ophakken, dan kan het gebeuren dat een soortgelijk deelprobleem in de delen voorkomt, en als je de deelproblemen

werkelijk onafhankelijk gaat afhandelen, dan zie je dit niet, en groeit je oplossing in complexiteit, en dat wilde je nu juist tegengaan!

Zo is het aan de orde van de dag om analyses als deze te maken: mensen vallen onder te verdelen in oud en jong. Oude mensen vallen uiteen in mannelijk en vrouwelijk, en ook jongen mensen vallen uiteen in mannelijk en vrouwelijk. Dit levert een hele vreemde structuur, en dat komt door de strikt hiërarchische aanpak.

Beter is het, om na te denken over de gevolgen voor je model bij het ophakken. Dit vergt enig overzicht, en vooruitdenken dan wel ruwweg uitproberen van de delen, maar de resultaten zijn beter. Wat vaak wordt gedaan, is een aantal min of meer onafhankelijke invalshoeken op de werkelijkheid definiëren (bijvoorbeeld leeftijd en geslacht in het eerder genoemde voorbeeld van 'mens'), en vervolgens die invalshoeken afzonderlijk te modelleren.

De traditionele 'hacker' werkt bottom-up, en wat hierboven zojuist is voorgesteld is top-down te werken. In plaats van een deeldeeldeelprobleempje aan te pakken waarvan je ziet hoe je het kunt oplossen, kun je je beter eerst afvragen wat de grote lijn is. En als een deelprobleem niet klopt met dat overzicht, moet je het overzicht misschien wel bijstellen. Maar zorg altijd dat je je bewust bent van de grote lijn waarbinnen je een deelprobleempje aanpakt.

Een goede abstractie vangt allereerst de structuur van de werkelijkheid, en dan volgen de onderdeeljes daarbinnen vanzelf wel.

REFLECTIE

WAARHEEN, WAARVOOR?

Reflectie is het bewust zijn van wat je doet, en waarom, en waar het toe moet leiden.

Dit klinkt simpel, maar stel je voor dat je weer een bibliotheek modelleert. Dan roepen de meeste mensen onmiddellijk dat de bibliotheekpas een belangrijk concept is. Maar is dat wel zo? De bibliotheekpas zou over tien jaar vervangen kunnen worden door gele oormerken, zoals momenteel alleen de koeien nog maar hebben. Of, we zouden allemaal een streepjescode op ons voorhoofd getatoueed kunnen hebben, die door een scanner wordt gelezen als we de bibliotheek uitlopen. De pas is dan weg. Toch gebeurt hetzelfde: het registreren van een persoon.

En dit is eigenlijk waar het om draait: het bibliotheeklid. Het pasje is een *middel* om te kun-

nen praten over het *doel*, het bibliotheeklid. In het algemeen is het belangrijk om te achterhalen waar de essentiële doelen van een model liggen. Dus probeer door uiterlijke schijn heen te prikken. Dit kun je doen door je bewust te zijn van de doelen die je met je model nastreeft. Als je de neiging krijgt een concept te modelleren, vraag jezelf dan eerst eens *waarom* je dat concept nodig hebt in je model. Wat is het achterliggende doel in termen van de doelstelling van je model? In het geval van de pas was het antwoord: ‘het identificeren van gebruikers’. Vraag jezelf nu af of er alternatieve mogelijkheden zijn. Die waren er wel te bedenken voor de pas. Weliswaar tamelijk vergezocht, maar ze passen wel allemaal binnen de essentie van het bibliotheekstelsel; daarbij kunnen we ons de toekomst niet volledig voorzien, en zijn idiote voorbeelden soms de enige manieren om ons los te rukken uit de momenteel geldende gebruiken. Als je een aantal alternatieven hebt gevonden, vraag je dan eens af welk gemeenschappelijk aspect ze vervullen. En dan komt het er bij de pas eigenlijk altijd op neer dat je een bibliotheeklid wilt benoemen, niet zijn pasje. En dat is iets wat niet uit te vlakken is uit een bibliotheek, als het doel van een administratie is dat je ten alle tijde wilt weten waar alle boeken zijn. Dan namelijk, moet je een notie van bibliotheeklid hebben, om te kunnen onthouden dat een bepaald boek tijdelijk in het bezit is van een bepaalde gebruiker.

VLOEIBARE CONCEPTEN

HAKKEN MET ANDERE BIJLTJES

Met vloeibare concepten blijf je flexibel in de manier waarop je je ideeën voorstelt.

Het principe van vloeibare concepten komt uit de 6e eeuw voor Christus, toen Boeddha (jawel!) eens diep heeft nagedacht over ‘het wezen der dingen’. Hetgeen wij tegenwoordig ‘de wetenschappelijke aanpak’ noemen, is indertijd allemaal al door hem uitgedacht! ‘Boeddha’ is dan ook geen naam, maar een titel. Het betekent ‘de verlichte’.

Enfin, dat is een stukje geschiedenis. De reden waarom ik het noem, is dat in het Boeddhisme iets anders naar voren komt dat niet altijd even expliciet wordt genoemd in de hedendaagse wetenschap, en dat is de zogenaamde ‘Doctrine van Maja’. Die legt uit dat mensen de neiging hebben om in hun denken vast te houden aan concepten, en niet als vanzelf het ene con-

cept in het andere omzetten. En dat resulteert in gebrekkige modellen.

Een voorbeeld is dat van de quantummechanica, waarin het niet houdbaar bleek om een elementair deeltje als een puur brokje materie te zien: onze macroscopische opvattingen van materie gelden daar niet. Het blijkt beter te zijn om een deeltje op te vatten als ‘uitgesmeerd’ over een stukje ruimte, of als een golf.

Je merkt, experimenteren met concepten, ze anders proberen te zien, is erg belangrijk. Verander je standpunt, transformeer je ideeën eens naar een andere vorm, en zoek actief naar andere manieren om iets te zien. Dat is waar het om gaat in de Doctrine van Maja.

Een vaak voorkomend struikelblok is *taal*. Taal is bedoeld voor communicatie, maar is daar niet altijd even goed voor geschikt. Taal werkt met woorden. En woorden geven concepten weer, zoals bijvoorbeeld ‘stoel’. Als iemand anders dit woord hoort, vertaalt hij dat woord in zijn eigen concept voor ‘stoel’, en dat is niet noodzakelijk hetzelfde als de spreker in gedachten had. Stel bijvoorbeeld de vraag of een poef ook een stoel is. Dit kan een verschil van opvatting blootleggen dat schadelijk kan zijn als je er niet van bewust bent. Als we ons fixeren op onze eigen opvattingen bij woorden, kunnen we heel effectief langs elkaar heen praten!

Eigenlijk gaat het hier om de falsificatie van concepten: probeer uit te vinden of een concept wel precies datgene is wat je bedoelt. Dus, is je concept (of woord daarvoor) het precieze model voor hetgeen je probeert uit te drukken? Deze falsificatie kun je uitvoeren door bewust te zoeken naar probleemgevallen, uitzonderingen en randvoorwaarden. Kloppen die allemaal? Zo nee, zoek op die basis naar wat er moet veranderen om het kloppend te maken. Laat het originele concept aldus overgaan, of ‘overvloeien’, in een ander concept.

MODELLEREN EN INF

HOEZO, WERKELIJKHEID?

Als we kijken naar modelleren, dan zijn de meeste wetenschappen het roerend eens, maar er zijn uitzonderingen.

Wat mij bijvoorbeeld vaak dwars zit in veel psychologische werken, is dat er nadruk wordt gelegd op reflectie (uitleg gevend aan waarnemingen), maar dat het redelijk ongebruikelijk is om abstracties te maken: wat kun je in het alge-

meen stellen, en onder welke voorwaarden? Dit betekent dat de resultaten vaak moeilijk falsificeerbaar zijn.

Maar dichterbij huis is het minstens zo erg gesteld: de informatica! We vormen een jonge wetenschap, maar als we onze claim een ‘exacte wetenschap’ te zijn willen hard maken, moeten we nog heel wat werk verzetten.

Allereerst is er de slechte, in de jaren zestig ontstane, gewoonte om problemen op te delen en de deelproblemen in isolatie te beschouwen, waarbij die eventueel weer verder worden opgedeeld. Mijn eerdere pleidooi tegen deze strikt hiërarchische aanpak heeft vermoedelijk al wel duidelijk gemaakt dat ik dat houtje-toutje-modelbouw vind. Maar we leren: met nieuwe modelleertechnieken, en ik noem met name object-oriëntatie, wordt het steeds gebruikelijker eerst op overzichts niveau een model te bouwen, alvorens op de details in te gaan.

Maar er is iets anders aan de hand. Natuurkundigen, sterrenkundigen, chemici zijn allen mensen die een werkelijkheid waarnemen en keihard kunnen aantonen of een model afwijkt van de werkelijkheid.

Wij, informatici, kunnen onze modellen niet zomaar falsificeren. Wij draaien een model in elkaar en vinden het wel mooi, want het klopt met ons gevoel. Nu is er niets tegen op gevoel, maar het is erg subjectief. En dat maakt de bevindingen erg persoonlijk. Je ziet dan ook een wildgroei aan mechanismen voor soortgelijke omstandigheden. Hoeveel pakketjesprotocollen waren er voor netwerken? Hoeveel file systemen kennen we? Hoeveel transactiemodellen? Hoeveel programmeertalen?

Merk overigens op, dat we dit gebrek aan falsificeerbaarheid met de wiskunde, onze oorsprong, delen. De wiskunde bedenkt een nieuw model, en kan aantonen dat het consistent is met hetgeen waarop het berust, maar het toont niet aan dat het kloppend is met de werkelijkheid. Integendeel, het ziet het invouwen van de werkelijkheid in het model als een aparte bezigheid. En die bezigheid kan falen, maar met behoud van het oorspronkelijke model, want dat was immers consistent!

Gelukkig zijn de informatici ook op dit terrein aan het veranderen. We realiseren ons steeds meer dat we klantgericht moeten werken. En dat betekent dat we met een —helaas nog wel subjectieve— werkelijkheid te maken hebben: de wensenlijst van onze klant.

Verder, en dat vind ik vanuit het modelleringsstandpunt bezien een andere pré voor de huidige ontwikkelingen in ons vakgebied, proberen we

te voorkomen dat we de klant doorzagen met details betreffende een implementatie-strategie. We melden de klant liever dat ‘het ook op afstand werkt’ dan dat we uitleggen dat ‘er een IPv4-verbinding wordt gelegd, waarop UDP wordt gebruikt, maar wel met re-sends en acknowledgements, zodat...’ En dit verbergen van implementatie voor de klant betekent dat we volwassen beginnen te worden: we kunnen onze interne problemen zelf oplossen, hangen de vuile was daarvan steeds minder buiten, en zijn eindelijk, eindelijk in staat ons te concentreren op de belangrijkste doelstellingen: die van onze opdrachtgever!

REFERENTIES

VOOR LEESGIERIGE AAGJES

- A. Rip, C. Disco, *Kwaliteit van wetenschap en technologie*, W&M dictaat over “hoe bedrijf je wetenschap correct”.
- Peter D. Santana, *Fundamentals of Buddhism*, bespreekt veel meer over het denkproces dan alleen de Doctrine van Maja.
- A. Einstein, *Out of my later years*, verzameling essays over diverse zaken.
- J. Gaarder, *De wereld van Sofie*, inleiding filosofie in roman-vorm, zet diverse denkbeelden uit het verleden helder tegen elkaar uit.
- D. D’Souza et al, *Catalysis - Practical Rigour in Object Analysis and Design*, beschrijft modelleringsconcepten en methoden. Komt hopelijk deze eeuw nog uit... Titel niet exact bekend.
- H.J.Boersma et al, *Aspecten van Tijd*, geeft diverse, radicaal verschillende, invalshoeken op één concept (tijd).
- Rick van Rein, *Computer Typesetting — Constructies van Elastiekjes*, een voorbeeld van modelleren aan de hand van de principes achter \TeX .
- Rick van Rein, *Computer Kalligrafie — Wiskundige Ganzeveren*, een ander voorbeeld van modelleren aan de hand van de principes achter MetaFont.

Rick van Rein

