

Geertje Hek

Korteweg-de Vries Instituut
Universiteit van Amsterdam
Plantage Muidersgracht 24, 1018 TV Amsterdam
ghek@science.uva.nl

Mark Peletier

Centrum voor Wiskunde en Informatica
Postbus 94079, 1090 GB Amsterdam
1018 TV Amsterdam
Mark.Peletier@cwi.nl

Studiegroep wiskunde met de industrie

Alleen maar leuk of ook nuttig?

De Studiegroep Wiskunde met de Industrie verheugt zich al geruime tijd in toenemende belangstelling. In december 2001 schreven Geertje Hek en Mark Peletier er voor het eerst over in dit blad. Ze schreven dat studiegroepen leuk zijn, en dat staat voor hen nog steeds als een paal boven water. Bij de studiegroep in Leiden van afgelopen februari heerste er opnieuw een enorm goede sfeer. Maar heeft het ook zin?

Deelname aan een studiegroep geeft meer voldoening als duidelijk is dat het ook nog iets anders oplevert dan nieuw verworven kennis en een fantastische week. Daarom zullen de twee auteurs de studiegroep van 2002 nu vanuit een ander perspectief belichten. Wat heeft de studiegroep opgeleverd voor de belanghebbenden? Wat is er met de oplossingen van de problemen gebeurd?

In de afgelopen nummers van dit blad zijn drie problemen behandeld die aan de orde zijn geweest tijdens de studiegroep van 2002 georganiseerd door de UvA en het CWI. Voor alledrie geldt dat het verhaal rond het probleem niet is opgehouden bij de studiegroep. Er zijn vervolgssessies geweest na de studiegroep zelf, er zijn eerste stappen gezet om een model te implementeren, er is een ingenieursbureau ingehuurd om de wiskundige ideeën verder uit te werken en er zijn voordrachten gegeven over de problemen en oplossingen.

Het aquarium in Artis

De studiegroep kwam na een week brainstormen en rekenen met het advies aan Artis om haar mammoettank op temperatuur te houden door met ventilatie meer water te laten verdampen. Na de studiegroep heeft Artis een ingenieursbureau in de arm genomen om uit te laten zoeken of de bedachte oplossing

bouwkundig mogelijk was en inderdaad zoveel warmteverlies zou opleveren als de studiegroep met behulp van vrij ruwe berekeningen verwachtte.

Het ingenieursbureau heeft de situatie in Artis in veel meer detail in kaart gebracht. Net als de studiegroep komt het tot de conclusie dat 'traditionele' maatregelen (zoals isolatie, reflecterende schermen, efficiëntere lampen en dergelijke) onvoldoende verlichting zouden brengen. Bij de oplossing van de studiegroep plaatsten zij twee kanttekeningen: niet alleen het water van het tropische aquarium zou meer verdampen, maar ook dat van de andere aquaria; bovendien leidt verdamping en de daarmee gepaard gaande aanvulling van 'gedestilleerd' (feitelijk gefilterd) water altijd tot veranderingen in de minerale samenstelling.

Vanwege deze bezwaren komt het bureau uiteindelijk toch tot de conclusie dat een koeinstallatie (kosten: 50.000 euro) de aanbeveling verdient. Wat is, achteraf gezien, de bijdrage van de studiegroep geweest? Piet Sondervan van Artis: "We tobden al een tijd met de temperatuur van het aquarium, maar hadden geen goed beeld van de mogelijke oplossingen. De studiegroep heeft ons op het juiste pad gezet, en we zijn erg blij met de follow-up die het ingenieursbureau eraan gegeven heeft".

Rozenmodel geïmplementeerd

Phytocare, het bedrijf dat de studiegroep benaderde met een modelleervraag voor de groei van kasrozen, was uitermate tevreden na een week intensief samenwerken met de groep deelnemers. Het bedrijf was ervan overtuigd dat het model waarmee de deelnemers kwamen zou kunnen dienen als basis voor wat het echt wenste: een model dat aan de

klimaatcomputer van een kas kan worden gekoppeld om op basis van geregistreeerde data uit te rekenen wat de optimale strategie voor een zo groot mogelijke rozenopbrengst is. De teler kan dan beslissingen nemen die de lichtinval, de CO₂-concentratie, de voeding of de luchtvochtigheid beïnvloeden, om zo de berekende strategie zo goed mogelijk te volgen.

Om deze wens te verwezenlijken heeft de rozengroep verder gesproken met Phytocare en een eerste Matlabcode geschreven om de parameters in het model te fitten aan de gemeten data in een kas. Vervolgens is er gezocht naar studenten die de implementatie van het model verder wilden verzorgen en wellicht ook gewenste verfijningen van het model zouden kunnen maken. Uiteindelijk besloot Phytocare om in zee te gaan met het Stan Ackermans Instituut aan de Technische Universiteit Eindhoven, waar TWAIO- of ontwerpersopleidingen worden aangeboden. Twee TWAIO's hebben zelf in overleg met Phytocare verder gewerkt aan het ontwikkelde model en het, onder bepaalde aannames, numeriek opgelost. Ook is er een student aan de Universiteit Twente gevonden die graag aan het rozenprobleem wilde werken. Deze student is onder begeleiding van een van de studiegroepdeelnemers aan de slag gegaan met het al gemaakte Matlabprogramma om er inderdaad een implementatie naar de wens van Phytocare van te maken.

Eurodiffusie

De eurodiffusie, beschreven in het vorige nummer van het NAW, heeft natuurlijk geen duidelijke belanghebbende. Toch heeft dit probleem wel heel veel opgeleverd tijdens en na de studiegroep, vooral in publicitaire zin. Kranten stonden bol van conclusies die al

dan niet uit de metingen op de eurodiffusie-website konden worden getrokken. Tot na de zomer zijn er verschillende radio- en televisie-items aan de eurodiffusie gewijd. En als klap op de vuurpijl heeft de eurodiffusie een plekje in het wetenschapsmuseum Nemo gekregen! Voorheen ontbrak de wiskunde eigenlijk in dit museum, hoewel de werking van veel opstellingen natuurlijk wel met behulp van wiskunde begrepen kan worden. Met de eurodiffusie heeft de wiskunde nu een, weliswaar nog klein, plekje veroverd. Meteen is er een groepje wiskundigen geformeerd dat ervoor zal zorgen dat dit plekje als de eurodiffusie over haar hoogtepunt heen is opnieuw door leuke, interessante, wervende wiskunde ingenomen zal worden.

Philips

Philips leverde vorig jaar een compressieprobleem dat 1-bit audio signalen betrof. Praktische toepassingen van compressie van audiosignalen zijn er bijvoorbeeld bij het maken van cd's of dvd's: hoe gecompriëerder het signaal, hoe meer muziek je op een cd kwijt kunt.

Aan dit compressieprobleem hadden wiskundigen bij Philips al veel gedaan, maar ze vroegen zich af of hun oplossing wellicht toch nog verbeterd zou kunnen worden. In feite is Philips geïnteresseerd in de grootst mogelijke compressiegraad die kan worden bereikt. Het is meteen duidelijk dat compressie van 1-bit moeilijk kan zonder informatie te verliezen: compressie zou intuïtief betekenen dat je die ene bit weg zou gooien. Twee mensen van Philips waren beurtelings aanwezig tijdens de studiegroep om te vertellen hoe je toch aan compressie zonder verlies kunt denken bij dit soort 1-bit signalen en om hier met de groep aan te werken.

Samen met de studiegroep kwamen zij echter niet echt op iets beters uit. Het algoritme dat Philips al gebruikte leek behoorlijk optimaal en een nieuwe invalshoek heeft niet echt verbeteringen opgeleverd. De Philipsmensen die met het probleem naar de studiegroep kwamen waren toch tevreden: dit betekent zeer waarschijnlijk dat het ook echt heel moeilijk is om audiosignalen nog verder te comprimeren dan ze op dit moment al doen. Met andere woorden, het is waarschijnlijk dat de signalen al op een hele efficiënte manier opgeslagen worden en dat de huidige compressie de grootst mogelijke compressiegraad heel dicht benadert.

Nieuwe werknemer

MAGMA is een bedrijf dat software ontwikkelt

waarmee integrated circuits (IC's) ontworpen worden. Het bedrijf legde het zogeheten 'gatenkaasprobleem' aan de studiegroep voor. Dit is een probleem waar ontwerpers van IC's mee te maken krijgen op het moment dat ze elektronische onderdelen op de chip moeten plaatsen. Een IC is opgebouwd uit miljoenen transistoren die worden verbonden door 'draden' in het oppervlak van de chip.

Een chipontwerper wil de transistoren zo over de chip verdelen dat er zo min mogelijk verbindingsdraad nodig is. Zelfs met behulp van een computer is het vinden van de beste oplossing onbegonnen werk (het aantal mogelijke configuraties is ongeveer $n!$ waarbij n het aantal transistoren is). Daarom worden de onderdelen vaak opgedeeld in blokken waarvan men weet dat ze dicht bij elkaar moeten liggen; de zogeheten macro's. Nadat de relatief makkelijk te verdelen macro's geplaatst zijn, zijn er vaak nog onderdelen over die niet zo gemakkelijk op een natuurlijke manier in blokken te verdelen zijn.

De studiegroep kreeg de opdracht om deze overgebleven onderdelen (vaak nog honderdduizenden) te verdelen over de gaten die zijn opengebleven na het plaatsen van de macro's. MAGMA heeft zelf heuristische waarmee onderdelen goed over een rechthoekige ruimte verdeeld kunnen worden en vroeg de deelnemers om manieren waarop de onderdelen verdeeld kunnen worden over een minder regelmatige ruimte (de gatenkaas).

Tijdens de studiegroep is een tweetal oplossingsstrategieën voor het probleem bestudeerd. De eerste strategie gebruikt het huidige algoritme van MAGMA om een zo goed mogelijke plaatsing in een rechthoek te verkrijgen. Daarna wordt deze plaatsing in stukken te gesneden met het mincut algoritme en worden de stukken vervolgens met behulp van 'quadratic assignment' over de gaten verdeeld. De andere oplossingsstrategie richt zich meer op het vinden van natuurlijke clusters in de onderdelen die geplaatst moeten worden.

De door de studiegroep aangedragen strategieën zijn bij MAGMA met enthousiasme ontvangen, maar worden op dit moment in de software nog niet toegepast. De reden is vooral dat de algoritmen die op dit moment gebruikt worden voorlopig nog voldoende rekbaar zijn. Voor de lange termijn wordt er wel serieus gekeken of de resultaten van de studiegroep gebruikt kunnen worden in de software.

Bovendien had een van de nog net studerende deelnemers, Thijs Brouwer, een week lang met zoveel plezier gewerkt aan het pro-



De Studiegroep Wiskunde met de Industrie 2002 op het Jeugdjournaal

bleem, dat hij opteerde voor een baan bij MAGMA en inmiddels een jaar heeft verder gewerkt aan het plaatsingsprobleem.

Conclusie

Voor sommige bedrijven heeft de studiegroep een hele concrete en waardevolle bijdrage geleverd. Een probleem is opgelost of er is een goed idee geboren tijdens de studiegroep waarmee verder gewerkt kan worden. Soms vormde de studiegroep voor een bedrijf een eerste kennismaking met wiskunde in de praktijk en meteen ook een bewijs dat wiskunde nuttige diensten kan verlenen. In een enkel geval was dit een aanzet tot het gebruik van wiskundige modellen in de praktijk. Voor bedrijven die zelf al wiskundigen in dienst hebben, heeft een week brainstormen met 'buitenstaanders' soms nieuwe, onverwachte ideeën opgeleverd of juist een bevestiging dat zij al op de best mogelijke weg zaten. Ten slotte heeft de studiegroep zelfs een nieuwe werknemer in de persoon van een van de deelnemers opgeleverd.

Ook voor de wiskunde in Nederland hebben de afgelopen studiegroepen veel opgeleverd. In de eerste plaats bracht de studiegroep veel publiciteit met zich mee, waarbij de wiskunde op een heel positieve manier werd neergezet. Daarnaast ontstonden waardevolle nieuwe contacten met het bedrijfsleven die toekomstig onderzoek kunnen en zullen opleveren.

De conclusie is helder: studiegroepen wiskunde met de industrie zijn niet alleen heel leuk, maar ook nog eens erg nuttig! ☞

Referenties

- 1 Geertje Hek en Mark Peletier, *Studiegroep Wiskunde in de industrie*, NAW 5/2 nr. 4, p. 315-316 (2001).