

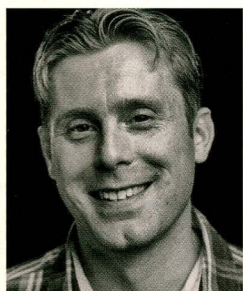
Sneller slimmer duurzamer

Wanneer je aan wiskunde en informatica denkt, zijn de dingen die in eerste instantie in je opkomen waarschijnlijk niet kankerbehandelingen, ProRail, afval in de stad en duurzame woonwijken. Toch kun je wiskunde en informatica daar heel goed voor gebruiken. Onderzoek van het CWI wordt al jaren toegepast in de praktijk.

Tekst: Marleen Hoebe

Betere behandelplannen

Informaticus Peter Bosman



Een van de voorbeelden van CWI-onderzoek in de praktijk is het onderzoek van informaticus Peter Bosman. Artsen in het Amsterdam UMC gebrui-

ken bij een bepaalde behandeling van prostaatkanker nu de resultaten van zijn onderzoek.

Bekende therapieën bij kanker zijn chemo of chirurgie, maar ook radiotherapie is een belangrijke behandeling. Zo kun je bij prostaatkanker brachytherapie, een inwendige vorm van radiotherapie, toepassen. Artsen plaatsen dan holle naalden – kathe-

ters – in de prostaat van de patiënt. Vanuit die katheters bestralen artsen met behulp van een radioactieve bron de tumor.

De uitdaging bij radiotherapie is dat de tumor genoeg straling ontvangt en dat andere plekken zo min mogelijk met de straling te maken krijgen. Maar de therapie moet daarbij weer niet te veel inleveren op de hoeveelheid straling, want er moet sprake zijn van een goede tumordekking. Artsen maken normaal gesproken zelf bestralingsplannen. 'Maar het is lastig om zelf te bepalen hoeveel straling nodig is', vertelt Bosman.

Hij ontwikkelde daarom samen met zijn team intelligente algoritmen die zelf leren hoe ze de beste eigenschappen van verschillende plannen kunnen combineren, zonder dat die daarvoor een hele stapel data nodig hebben. 'Je kunt het zien als een vorm van natuurlijke evolutie in de computer. Daarvoor gebruiken wij een vrij wiskundige aanpak waarbij je steeds de kans schat dat een deel van een plan goed is.' Met de

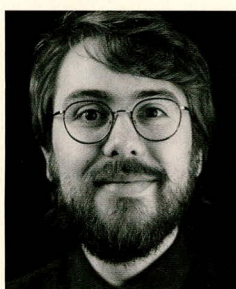
feedback van de uiteindelijke gebruikers – de artsen, 'want als die de techniek niet willen gebruiken, gaat het niet werken' – maakten Bosman en zijn collega's algoritmen die ze in een blinde studie onderzochten.

'Bij 98 procent van de testen waarbij artsen een bestralingsplan moesten kiezen, kozen ze voor de plannen van ons algoritme in plaats van een plan dat ze zelf hadden gemaakt. We hebben daarna software gemaakt om het klinisch te kunnen inzetten. Ik ben heel trots dat dit gelukt is. Er is namelijk een enorme verzameling literatuur over wat we kunnen doen met intelligente algoritmen in de medische wereld, maar voorheen kwam weinig daarvan echt in een ziekenhuis terecht.'

'Voortbordurend op dit succes ga ik met collega's van Amsterdam UMC en Leiden UMC deze techniek ook gereedmaken voor behandeling van baarmoederhalskanker. Het gebruik hiervan zal ook landelijk getest worden.'

Minder vertraging voor treinreizigers

Promovendus Dylan Huizing



Vertragingen door incidenten op het spoor moeten met behulp van nieuwe wiskundige algoritmen van promovendus Dylan Huizing minder vaak

voorkomen. Hij helpt ProRail bij het maken van een planning waarbij incidentenbestrijders – medewerkers die op calamiteiten afgaan en die proberen op te lossen – optimaal verspreid zijn over verschillende regio's en zo snel mogelijk op een bepaalde plek kunnen zijn als dat nodig is.

'Een groot deel van de dag zijn er geen incidenten bij ProRail. Het is niet zo dat incidentenbestrijders dan zitten te wachten. Ze doen preventief inspecties; ze wandelen onder andere langs het spoor om te kijken of daar geen spoorlopers, zoals bramenplukkers of mensen met hun hond lopen. En ze checken of er niets kapot is. Ook doen ze wekelijks inspecties op opstelplaatsen voor goederen. In mijn onderzoek bekijk ik of we die preventieve taken zo kunnen plannen dat iedereen altijd goed verspreid blijft over de regio's. Bij een incident moeten de incidentenbestrijders namelijk zo snel mogelijk ter plaatse zijn. Momenteel doet ProRail deze

'Bij de planning van incidentenbestrijding kan ProRail een boel winnen met wiskundige optimalisering'



Bij een incident moeten incidentenbestrijders snel ter plaatse zijn. Nu doet ProRail deze planning nog naar eigen inzicht.

planning nog naar eigen inzicht. Dat gaat nog wel, maar er valt een boel te winnen met de inzet van wiskundige optimalisering.'

Wetenschappelijk gezien is het maken van deze planning een interessant vraagstuk, volgens Huizing. 'Het ligt namelijk tussen twee bekende wiskundige problemen in: het *vehicle routing problem* en het *facility location problem*. Bij het *vehicle routing problem* moet je denken aan de thuisbezorgdienst van de Albert Heijn. De bezorgvoertuigen moeten steeds de routes met de kortste afstanden nemen. Het *facility location problem* gaat over een zo goed mogelijke dekking hebben over een netwerk. Bijvoorbeeld waar je het beste distributiecentra kunt bouwen om dat te realiseren.'

De elementen van deze twee wiskundige problemen verwerkte Huizing samen met andere onderzoekers in een algoritme. Toen dat bleek te werken, gingen ze in gesprek met de medewerkers van ProRail. Huizing: 'We kwamen er daardoor achter dat er meer zaken zijn waarmee we rekening moeten houden, zoals dat incidentenbestrijders sommige taken altijd in groepsverband moeten uitvoeren, voor bepaalde taken bevoegdheden nodig hebben en een aantal dingen bijvoorbeeld rond de spits moeten doen.'

Huizing denkt dat ze nu wel op een punt zitten dat bijna alle zaken die je voor deze planning kunt bedenken in het algoritme

zitten. 'ProRail heeft daarop stappen ondernomen om het algoritme te kunnen integreren. In samenwerking met softwarebouwers hebben we een mooie applicatie gebouwd die incidentenbestrijders onder meer op hun smartphone kunnen gebruiken. Daarmee kunnen planners al binnen een paar seconden een planning maken die hooguit 3 of 4 procent van de optimale oplossing af zit.' De applicatie gaat nu de testfase in, wat Huizing best spannend vindt. 'Ik hoop dat onze wiskunde kan bijdragen aan minder vertraging voor treinreizigers.'

Efficiëntere afvalverwerking

Wiskundige Nanda Piersma



Hoe kun je het beste een dynamische route voor vuilniswagens opstellen? Wiskundige Nanda Piersma zoekt dat uit. 'Vuilniswagens

kunnen zich bijvoorbeeld niet allemaal tegelijk in de spits begeven. Daarnaast

CWI en de praktijk



De gemeente kan als inzamelaar van afval veel efficiënter te werk gaan.

mogen de wagens niet meer over alle Amsterdamse bruggen rijden en zijn niet alle Amsterdamse straten toegankelijk. En dan moet je nog rekening houden met de wensen van de vuilnismannen; die willen op een bepaald moment koffiepauze. De beste route bepalen is dus een complexe puzzel. Ik bekijk samen met collega's hoe we daarvoor wiskundige modellen kunnen inzetten.'

Daarvoor krijgen ze van gemeente Amsterdam allerlei data over afval. In de wiskundige modellen moeten ze namelijk ook meenemen hoeveel afval de stad produceert, waar dat afval voorkomt en op welke tijden er meer afval is. Piersma: 'Nu zien we daar een enorme verschuiving in, omdat iedereen thuiswerkt. De gemeente heeft het als inzamelaar van huishoudelijk afval nu veel drukker.'

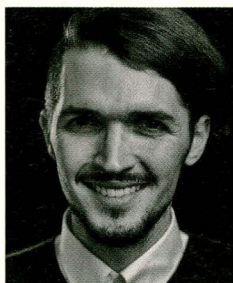
Die wiskundige modellen – zogeheten *digital twins* – maken ook verdere berekeningen. Ze schetsen toekomstscenario's. 'Aan de hand daarvan bekijken we of het afval van de stad kunnen hergebruiken,' legt Piersma uit.

Het is alleen wel belangrijk dat die wiskundige modellen zoveel mogelijk rekening houden met burgers, en in de pas blijven lopen met de realiteit. 'Sommige systemen lijken op het eerste gezicht neutraal, maar benadelen sommigen toch. Als je een systeem fout programmeert, kan een systeem crue keuzes maken.'

Een voorbeeld van zo'n crue keuze maakte Piersma mee bij een model voor slimmere laadpalen die elektrische auto's alleen op bepaalde momenten opladen, wanneer er meer stroom beschikbaar is. 'We kwamen erachter dat niet alle auto's daarmee overweg konden, met name de goedkopere varianten niet. We bekijken hoe je dit soort situaties kunt voorkomen in wiskundige modellen.'

Energie eerlijk verdelen

Informaticus Michael Kaisers



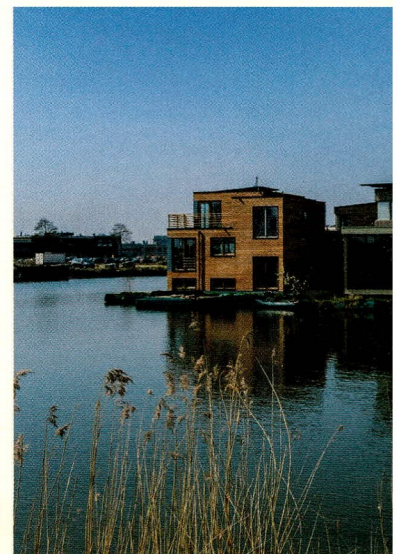
Buren die samen groene energie opwekken via zonnepanelen willen die energie met elkaar delen. Maar hoe doe je dat eerlijk? Een systeem dat automa-

tisch energie slim verdeelt kan uitkomst bieden. Michael Kaisers houdt zich bezig met zulke systemen die gebruikers vertegenwoordigen. Dat is handig voor coöperaties zoals Schoonschip in Amsterdam-Noord: een gemeenschap van 46 huishou-

dens die onder andere met behulp van zonnepanelen op hun daken aan hun energie komen. Vaak kunnen die huishoudens hun zonne-energie niet meteen gebruiken en willen ze het voor later opslaan of delen met een ander huishouden van de gemeenschap dat op dat moment zelf niet genoeg energie heeft.

'Dat moet je coördineren,' vertelt Kaisers, 'maar mensen willen hier niet de hele tijd zelf mee bezig zijn, dus moet je het automatiseren. Ik probeer met andere wetenschappers algoritmen te vinden die steeds al die beslissingen kunnen nemen, die zelf leren en plannen. Deze algoritmen beseffen op een gegeven moment dat het bijvoorbeeld niet handig is als alle huishoudens tegelijkertijd gaan opladen; ze leren door de effecten van hun eerdere besluiten. We hoeven geen instructies mee te geven.'

Het systeem moet wel in gedachten houden wat de wensen van de gebruikers zijn. 'Mensen kunnen volledig voor groene energie gaan, maar dat is niet altijd de goedkoopste optie. Nu vragen wij nog wat zij belangrijker vinden: groene energie of geld. Uiteindelijk is het de bedoeling dat



'Mensen willen niet de hele tijd bezig zijn met de verdeling van energie, dus moet je het automatiseren'

algoritmen dit zelf gaan vragen, een beetje zoals Siri dat bij Apple-producten doet. Dan leren de algoritmen ook van de interactie met gebruikers.'

Kaisers denkt wel dat misschien niet iedereen in zulke gemeenschappen evenveel profiteert van duurzame energie. 'Er is sprake van competitie. In de werkelijkheid hebben sommige mensen een groter dak met zonnepanelen dan anderen. En is de één meer duurzaam georiënteerd dan de ander. Maar als je geen intelligente systemen zou gebruiken om het opslaan en verdelen van energie te coördineren, zou het verschil tussen huishoudens nog groter zijn. Deze systemen proberen wel echt de beste oplossing te vinden.' ■



Buren die samen energie opwekken met zonnepanelen willen die energie met elkaar delen, zoals bij coöperatie Schoonschip in Amsterdam-Noord. Maar hoe doe je dat eerlijk?

SHUTTERSTOCK