

Wakker Worden Kinderlezing: **Hoe snel zijn computers in de toekomst?** Zondag 20 september 2015



Computers. Ze zijn overal om ons heen. Iedereen heeft wel een pc, een laptop of een tablet thuis. Computers zitten ook in apparaten, zoals wasmachines en magnetrons. Er zit zelfs een computer in de auto. Maar wat doen computers eigenlijk? En hoe snel zijn computers in de toekomst? Informaticus Harry Buhrman van de Universiteit van Amsterdam vertelt er van alles over tijdens de Waker Worden Kinderlezing.

Computers. Je kunt er van alles mee: gamen, mailen, werken, dingen opzoeken, ontwerpen, fotoshoppen en skypen. 'Al deze dingen zijn programma's die op de computer worden uitgevoerd,' zegt Buhrman. 'Je moet er een programma op zetten, anders doet een computer niets.' Zo'n programma wordt ook wel een algoritme genoemd. En dat is als een recept voor een boterkoek.

Stom algoritme

Een algoritme bestaat uit een invoer (de ingrediënten), een berekening (de stappen van het recept) en de uitvoer (de boterkoek). Buhrman geeft een voorbeeld van een algoritme: zoek het woord 'zurriago' op in een Spaans-Nederlands woordenboek. Algoritme één gaat alle woorden af, vanaf pagina 1 van het woordenboek, net zo lang tot het woord 'zurriago' is gevonden. Het woord staat op bladzijde 1264, helemaal achterin. Buhrman: 'Dit is een voorbeeld van een algoritme om iets op te zoeken in een woordenboek. Het is wel een stom algoritme, want het duurt heel lang.' In totaal heb je met dit algoritme 88480 woorden bekeken. 'Bekijk je één woord per seconde, dan ben je 24 uur aan het zoeken om 'zurriago' te vinden,' zegt Buhrman.

Precies vertellen

'Is er een slimme manier om het woord te vinden?' Meteen naar de 'z' gaan, kan volgens de informaticus niet: dan geeft de computer meteen een error aan. 'Je moet een computer precies vertellen wat hij moet doen.' Volgens Buhrman is een slimmer algoritme om het woordenboek op het midden open te slaan en te kijken aan welke kant de 'z' staat. 'Zurriago' zit aan de rechterkant van het boek, dus we gooien de linkerkant weg.' De tweede helft van het woordenboek wordt weer op de helft opengeslagen. En daarna weer. 'Elke keer zie je dat het woord zich aan de rechterkant van de helft moet zitten.' Na tien stappen heeft Buhrman het woord gevonden. 'Deze manier is veel beter: je bent in 1 minuut klaar.' De computer is in dit geval niet sneller geworden, er is een slimmer algoritme gevonden.

Rijst

'We zijn geïnteresseerd in programma's die snel zijn,' zegt Buhrman. 'Snelle programma's maken gebruik van exponentiële groei: dat is als iets telkens verdubbelt.' De informaticus legt exponentiële groei uit met een verhaal over de uitvinder van het schaakspel. De koning van de uitvinder vond het schaakspel zo mooi,

dat de uitvinder ervan mocht vragen wat hij wilde. Hij vroeg de koning op de eerste dag een rijstkorrel op het eerste vakje van het spel te leggen. Elke volgende dag moest de koning twee keer zoveel rijstkorrels op het volgende vakje leggen. Dus op de eerste dag had de uitvinder één rijstkorrel. Op de tweede dag kreeg hij er twee. Op de derde dag kreeg hij vier rijstkorrels. Na acht dagen kreeg de uitvinder 128 rijstkorrels. Op dag 64 moest de koning een astronomisch aantal rijstkorrels betalen: meer dan 92 miljard ton rijst. 'Zoveel rijst had de koning niet en hij kon niet zijn belofte nakomen.'

Exponentiële groei komt ook voor bij computerprogramma's. In sommige gevallen nemen de algoritmes die we kennen heel veel tijd in beslag, net zoals de stomme methode voor het zoeken van 'zurriago' in het woordenboek. Een vraag waar geen slimme algoritmes voor bekend zijn, is of landkaarten met drie kleuren zijn te kleuren. 'Landkaarten kunnen altijd in vier kleuren worden ingekleurd. Er is geen snelle methode voor het antwoord op de vraag of het in drie kleuren kan,' zegt Buhrman. 'Het kost computers ontzettend veel tijd, doordat de enige methode om erachter te komen is door het met drie kleuren uit te proberen: alle mogelijkheden af gaan. De enige mogelijkheid hiervoor is dus met het stomme algoritme.'

1 miljoen dollar-vraag

Zoals het probleem met het kleuren van de landkaarten, zijn er nog veel meer. Computers hebben het bijvoorbeeld moeilijk met het maken van treinroosters, het zo economisch mogelijk inpakken van een lading en het oplossen van een sudoku-puzzel. 'In de biologie, scheikunde en natuurkunde zijn er duizenden problemen als deze. Maar de grote 1 miljoen dollar-vraag is: bestaat er een slimme manier om een landkaart met drie kleuren in te kleuren?' Het Clay Mathematics Institute in Canada looft echt 1 miljoen dollar uit voor de persoon die met het antwoord komt. Het landkaarten-probleem is één van de zeven millenniumvraagstukken van het instituut.

Snellere computer

'Als je geen snelle methode hebt, helpt het dan om een snellere computer te hebben,' vraagt Buhrman. 'Gewone computers zullen niet veel helpen, maar wetenschappers werken momenteel aan een kwantumcomputer: de computer van de toekomst. Deze computer maakt gebruik van kwantummechanica. En dat gaat alle verstand te boven.'

Om erachter te komen hoe de computer van de toekomst werkt, neemt Buhrman de kinderen mee in de wereld van de kwantummechanica. Dat doet hij met het dubbele-spleet-experiment. Hij laat een filmpje zien. Daarin worden tennisballen op een muur met twee gaten afgevuurd. Op de wand achter de muur verschijnen twee plekken waar de tennisballen terecht zijn gekomen. Doe je dit met één gat, dan komen de tennisballen op één plek tegen de wand aan.

Op twee plekken tegelijkertijd

Dezelfde proef wordt gedaan met water. De watergolven die door de twee spleten gaan, komen na de spleten met elkaar in aanraking. Dat heet interferentie. Op de plekken waar de toppen van de golven elkaar raken, ontstaat een hoge golf. 'De toppen en dalen van de golfjes doven elkaar juist uit. Op de wand verschijnt een patroon waar de toppen de wand raken. Doe je dit met één spleet, dan is er geen interferentie meer.'

Nu wordt de proef herhaald met licht. Licht gedraagt zich net zoals water. Op de wand verschijnt dus eenzelfde patroon. Wetenschappers deden deze proef ook met heel zwak licht. Dan bestaat het licht alleen nog uit fotonen, lichtdeeltjes die vergelijkbaar zijn met heel kleine tennisballen. Ze vuurden de fotonen één voor één af op de dubbele spleten. Buhrman: 'Ze ontdekten iets heel gek: er ontstond nog steeds het patroon van interferentie op de wand. Maar hoe kan het dat je interferentie ziet als je enkele bolletjes per keer afschiet?'

De kwantummechanica zegt dat de foton door twee spleten *tegelijkertijd* gaat. Op die manier interfereert het lichtdeeltje met zichzelf en daardoor zie je toch het patroon van interferentie op de wand verschijnen. 'Een tennisbal stuitert op één plek tegelijk. Maar heel kleine balletjes zoals fotonen kunnen op twee plekken tegelijkertijd zijn,' vertelt Buhrman.

Waanzinnig

Maar waarom is kwantummechanica zo leuk voor computers? 'Een gewone computer maakt gebruik van de klassieke bit: hij rekent in nullen en enen. De bit van een kwantumcomputer kan een nul en een één tegelijkertijd zijn. Dat noemen we een qubit. Als je naar zo'n qubit kijkt, zie je soms een nul en soms een één, alsof je met een dobbelsteen gooit,' legt Buhrman uit. De mogelijkheden voor qubits zijn exponentieel, net als de rijstkorrels op het schaakbord. Zo heeft één qubit een superpositie van twee toestanden. Twee qubits hebben vier toestanden. En 8 qubits hebben 128 toestanden. 'Als je een kwantumprogramma hebt met 64 qubits, kun je waanzinnig veel berekeningen tegelijkertijd uitvoeren,' zegt Buhrman enthousiast. 'Het probleem is alleen wel dat als je naar de uitkomst kijkt, je slechts één van de vele berekeningen ziet. Maar door een slim kwantumprogramma te schrijven kun je in sommige gevallen, door middel van interferentie, toch het juiste antwoord eruit halen.'

Toekomstmuziek

Sommige problemen zullen sneller zijn op te lossen met de kwantumcomputer, zoals het kraken van codes en het zoeken in een database. 'We begrijpen nog niet goed wat je allemaal met een kwantumcomputer kunt doen. Deze computer maakt anders gebruik van de wereld om ons heen,' concludeert Buhrman. 'We hebben meer mensen nodig die een kwantumprogramma kunnen maken. Hoe snel de computers in de toekomst zijn, weet ik niet. Misschien is één van jullie wel degene die het ontdekt.'