

De **SPIN** in het quantumcomputerweb

Het CWI verricht al tientallen jaren vooraanstaand onderzoek op het gebied van quantum computing. Vijf jaar geleden werd het tijd om de horizon te verbreden en werd QuSoft opgericht. Inmiddels heeft dit instituut een prominente rol in de wetenschap, het bedrijfsleven en de maatschappij.

Tekst: Yannick Fritschy
Portretten: Bob Bronshoff en Ivar Pel

Google, IBM, Microsoft en andere techreuzen zijn er volop mee bezig: de quantumcomputer. Deze computer maakt bij berekeningen gebruik van vreemde verschijnselen uit de quantummechanica; bijvoorbeeld dat deeltjes op twee plekken tegelijk kunnen zijn en elkaar op afstand beïnvloeden. Dankzij die andere manier van rekenen belooft een quantumcomputer op sommige vlakken veel sneller te zijn dan een klassieke computer, zodat je dingen kunt uitrekenen die voorheen onmogelijk waren.

Maar, let wel: hij *belooft* sneller te zijn. Want hoewel de techreuzen het ene na het andere prototype ontwikkelen, is er nog geen echte quantumcomputer.

Voor buitenstaanders klonk het vijf jaar geleden dan ook gek dat er een instituut werd opgezet voor de ontwikkeling van software voor de quantumcomputer. Wat heb je aan software zonder hardware? Maar eigenlijk moet je juist met software beginnen, stelt QuSoft-directeur Harry Buhrman, hoogleraar aan de Universiteit van Amster-

dam en leider van de CWI-onderzoeksgroep Algorithms & Complexity. 'Je moet eerst algoritmes ontwikkelen die laten zien dat een quantumcomputer bepaalde problemen efficiënter kan oplossen, voordat je die computer gaat bouwen,' zegt hij.

Het is namelijk een misverstand dat een quantumcomputer elk probleem sneller kan oplossen dan een klassieke computer. Sterker nog: het is onduidelijk wat een quantumcomputer precies kan, en wat niet. Buhrman: 'Van sommige dingen weten we dat de quantumcomputer ze sneller kan uitrekenen, en van sommige dingen hebben we bewezen dat die dat niet kan. Maar daartussenin zit een heel groot grijs gebied met onderzoeksvragen.'

Met dat soort vraagstukken houden de onderzoekers op QuSoft, een samenwerkingsverband van de UvA en het CWI, zich bezig. Een van hen is de Canadese Stacey Jeffery, onderzoeker in de groep Algorithms & Complexity. 'Ik ben in 2017 hierheen gekomen, omdat dit een van de eerste groepen ter wereld was die theoretisch onderzoek deed naar de quantumcomputer,' zegt ze.

Dronkemanswandeling

Jeffery helpt mee met de ontwikkeling van algoritmes die later in quantumsoftware kunnen worden gebruikt. Dat zijn bijvoorbeeld zogeheten *quantum walk*-algoritmes. Die zijn toegespitst op de quantumvariant van de 'dronkemanswandeling', de term waarmee wetenschappers willekeurige beweging aanduiden.

Omdat een quantumcomputer op quantumdeeltjes werkt, verwacht je dat die de willekeurige beweging van zulke quantumdeeltjes sneller kan simuleren dan een klassieke computer. Jeffery onderzoekt voor specifieke problemen of dat inderdaad zo is, en zo ja, hoeveel sneller. 'We hebben onlangs aangetoond dat een quantumcomputer met zo'n quantum walk-algoritme sommige zoekproblemen kwadratisch sneller kan oplossen. In de tijd waarin een klassieke computer een bepaald aantal stappen uitrekent, kan een quantumcomputer het kwadraat van dat aantal stappen uitrekenen. Bij een probleem met veel stappen is dat dus een enorme tijdswinst.'

Het lastige van software ontwikkelen zonder hardware, is dat je die software niet goed kunt testen. Maar volgens Jeffery is dat

Harry Buhrman



Stacey Jeffery



nu ook nog niet nodig. 'We nemen aan dat we ooit een goed werkende quantumcomputer hebben, en daar ontwikkelen we algoritmes voor. Later stemmen we die dan beter af,' zegt ze.

Urgenter en relevanter

Wel verwacht Jeffery zich de komende tijd meer te zullen richten op de quantumcomputers die er daadwerkelijk aan zitten te komen. Want er gebeurt van alles op hardwaregebied. 'Het gaat sneller dan ik had durven hopen,' zegt Buhrman. 'Er wordt internationaal zoveel geld in gestoken, dat ik wel verwacht dat de groei zich doorzet. De vraag wat we met een quantumcomputer kunnen doen, wordt daarmee alleen maar urgenter en relevanter.'

De quantumcomputer heeft namelijk tal van mogelijke toepassingen. Binnen de wetenschap: je zou er bijvoorbeeld de beweging van moleculen in chemische reacties mee kunnen simuleren. Maar ook buiten de wetenschap, bijvoorbeeld in de logistiek. Wanneer je de optimale route voor een pakketbezorger wilt bepalen, moet je een heleboel mogelijke routes simuleren. Als een quantumcomputer dat sneller kan doen, dan scheelt dat een hoop tijd en geld.

Daarom kloppen nu ook steeds vaker bedrijven aan bij QuSoft. 'We hebben bijvoorbeeld projecten lopen met Bosch en ABN om te kijken of de quantumcomputer iets voor hen kan betekenen,' zegt Buhrman. De stormachtige ontwikkelingen rond de quantumcomputer leidden ertoe dat QuSoft de afgelopen vijf jaar enorm is gegroeid. 'We begonnen met zo'n twintig mensen, nu hebben we er zeventig,' zegt Buhrman. 'We hebben vaste onderzoekers, postdocs en promovendi. Het onderzoek varieert van theoretisch tot toegepast.'

Buiten de landsgrenzen

Bovendien lopen er nu een heleboel niet-onderzoekers rond. Want QuSoft is niet alleen gegroeid, maar vooral ook verbreed. Buhrman: 'Behalve met het CWI en de UvA werken we nu ook samen met de Hogeschool van Amsterdam. En in 2017 kregen we een grote beurs om samen met de universiteiten van Delft, Leiden, Eindhoven en Twente het Quantum Software Consortium op te zetten. Daar is nu een nog grotere landelijke agenda uit voortgekomen, Quantum Delta NL.' En QuSoft kijkt nu ook voorbij de landsgrenzen. 'We proberen quantumsoftware bij bedrijven in heel Europa onder de aandacht te brengen. En met de onlangs ingestelde Turing Chair halen we internationale *high profile* hoogleraren naar Amsterdam,' zegt Buhrman.

'QuSoft is een echte gemeenschap, een fijne plek voor iedereen die er werkt'

Daarnaast is er een educatieprogramma op touw gezet, voor zowel studenten als middelbare scholieren. En een verrassende nieuwe toevoeging is de *legal and ethical board*, opgezet samen met de rechten-

faculteit van de UvA. Daarin worden ethische vraagstukken behandeld die straks een rol kunnen gaan spelen. Buhrman: 'Stel bijvoorbeeld dat één bedrijf straks een monopolie heeft op de quantumcomputer en zich allemaal chemische patenten toe-eigent. Moet je daar dan iets tegen doen?'

Vrouwenvereniging

Jeffery heeft eveneens naast haar onderzoek aandacht voor de maatschappij. Samen met onderzoeker Julia Cramer van de Universiteit Leiden startte ze de vereniging Women in Quantum Development. 'Er zitten weinig vrouwen in quantumonderzoek en informatica, en de onderzoeksgroepen zijn klein. Daardoor is de kans groot dat je de enige vrouw in je groep bent. Dat kan voor vrouwen een belemmering zijn om dit veld in te gaan. Terwijl iedereen die dat wil, het gewoon zou moeten doen,' zegt ze. 'We hebben WIQD voornamelijk opgericht om vrouwen elkaar te laten ontmoeten. Ons eerste evenement, dat in maart 2020 zou plaatsvinden, ging helaas niet door vanwege de corona-uitbraak. Nu proberen we een online community op te zetten.'

Verder is Jeffery vaak te vinden op de sociale events die QuSoft organiseert. 'Het is een echte gemeenschap, een fijne plek voor iedereen die er werkt,' zegt ze.

Voor de nabije toekomst verwacht Buhrman dat QuSoft zijn vergroting en verbreding doorzet. 'Over vijf jaar hoop ik dat we 150 mensen hebben. En dat we met Quantum Amsterdam echt een hub hebben gecreëerd, die nieuwe kennis over de quantumcomputer opdoet en naar bedrijven en de maatschappij brengt.' En Buhrmans persoonlijke rol daarin? 'Ik wil vooral fundamenteel onderzoek blijven doen, dat vind ik het allerleukste. Ik ben heel blij dat ik het onderzoek samen met jonge mensen een stap verder kan brengen. Ik ben het CWI en de UvA dan ook dankbaar dat ze altijd achter ons hebben gestaan en hebben meegeholpen. Het is niet vanzelfsprekend dat zoveel mensen in verschillende vakgroepen de neuzen dezelfde kant op hebben staan. Maar iedereen ziet de meerwaarde van ons onderzoek. Dat is best bijzonder.' ■