

Juryrapport
ASML Afstudeerprijs voor Wiskunde 2018

Ir. A.J. (Arjan) Cornelissen (Technische Universiteit Delft)

Quantum gradient estimation and its application to quantum reinforcement learning

Dit jaar waren er 17 ingediende masterscripties voor de ASML Afstudeerprijs voor Wiskunde, gewijd aan een groot spectrum aan wiskundige onderwerpen. Deze scripties, en de schrijvers en schrijfsters ervan, waren alle(n) van buitengewoon hoog niveau, wat het tot een uitdaging maakte voor de jury om tot een keuze van een winnaar te komen. Natuurlijk is de jury bijzonder gelukkig met de hoge kwaliteit van de ingediende voorstellen en scripties!

De winnaar van de ASML Afstudeerprijs voor Wiskunde is Arjan Cornelissen. Arjans CV is al vrij uitzonderlijk. Hij heeft een Bachelor Technische Wiskunde gecombineerd met een Bachelor Technische Natuurkunde, en heeft daarna de Master Applied Mathematics gedaan, alle aan de TU Delft. In al deze studies haalde hij het indrukwekkende gemiddelde cijfer van 9,3, wat zeer uitzonderlijk is.

Hij is met 22 ook een jonge afstudeerder van een Master, en liet al eerder zijn talent zien als winnaar van de ASML Jong Talent Aanmoedigingsprijs in 2014.

Arjans scriptie gaat over een heel modern, en mogelijk verstrekkend, onderwerp, namelijk quantum computing. Er wordt op dit moment hard gewerkt aan de bouw van een quantum computer, en de eerste prototypen ervan zijn (zij het nog niet zeer stabiel) functioneel. Zulke quantum computers kunnen berekeningen veel sneller maken dan een klassieke computer. De quantum computer is de hardware in de quantum rekenwereld. Een quantum computer dient, net als een gewone computer, echter ook aangestuurd te worden door software, en het is deze software, en het slimme gebruik van quantumeffecten erin, die de quantum computer zoveel sneller maakt dan de klassieke computer.

Quantum software voert berekeningen uit op een quantum computer gebruik makend van quantum algoritmen. Willen we klaar zijn voor de introductie van de quantum computer, dan dient ook de software ervoor op orde te zijn. Arjans scriptie gaat hier precies over.

Meer in het bijzonder bestudeert de scriptie hoe, op een quantum computer, snel een afgeleide van een functie berekend kan worden. Dat is een heel belangrijk onderwerp in de informatica, want het snel berekenen van afgeleiden is essentieel voor allerlei toepassingen waarin een functie geoptimaliseerd moet worden. De scriptie neemt een recent artikel van Gilyen, Arunachalam en Wiebe als startpunt. Dan wordt de methode op twee essentiële punten uitgebreid. Allereerst bekijkt de scriptie functies die minder netjes zijn dan die bekeken door Gilyen et al., ten tweede laat de in de scriptie ontwikkelde methode ook toe om de benadering in een grotere klasse van normen te kwantificeren. Beide uitbreidingen zijn zeer indrukwekkend, nieuw en zeer belangrijk in toepassingen. De scriptie eindigt met een interessant voorbeeld waarin de technieken gebruikt worden in een quantum reinforced learning algoritme, waarin een waardefunctie zo efficiënt mogelijk geoptimaliseerd wordt.

Naast het belang van dit resultaat, is de jury ook zeer onder de indruk van de scriptie zelf. Het boekwerk beslaat ruim 170 pagina's, en zou als proefschrift niet misstaan. Het is uiterst precies, maar ook zeer leesbaar, geschreven. Ook lezers die niet bekend zijn met quantum mechanica (en dat zijn er waarschijnlijk veel), worden aan de hand genomen door precieze definities en treffende voorbeelden. De scriptie is ook buitengewoon breed en divers. Het bespreekt in detail wat quantum mechanica doet, wat quantum poorten zijn, en wat quantum algoritmen zijn. Daarnaast geeft de scriptie ook een leesbare introductie in functieklassen (met name Gevrey functie klassen die aannamen maken op de groei van de afgeleiden), Quantum Fourier Theory, Markov processen en reinforced learning. De combinatie van de wiskundige diepgang met directe relevantie, tezamen met de grote leesbaarheid van de scriptie, gaven de doorslag bij de keuze voor deze winnaar.

*Prof. dr. A. (Arjen) Doelman, hoogleraar toegepaste analyse en dynamische systemen
Universiteit Leiden*

*Prof. dr. R.W. (Remco) van der Hofstad, hoogleraar kansrekening Technische Universiteit
Eindhoven, wetenschappelijk directeur Eurandom*

De jury vergaderde op 19 oktober 2018 onder leiding van Mr. J.J.H. Pop, directeur KHMW. Daarnaast waren ter vergadering aanwezig Prof. dr. A.P. IJzerman, secretaris natuurwetenschappen, en Drs. S. van Manen, secretaris.