

Het onderwerp van deze verhandeling ligt op het kruispunt van twee opkomende technologieën: massief parallel computers en kwantum computers. Deze domeinen bieden een uitweg aan om de rekenbeperkingen van huidige computersystemen te overstijgen. Gezien de recente afvlakking van de miniaturisatietrend, kunnen massief parallelle computers blijven de rekenkracht substantieel vergroten. Kwantum computers werpen een blik voorbij de huidige klassieke aanpak en gebruiken kwantummechanische effecten om de rekenkracht op een fundamentele wijze te verhogen. Bij het ontbreken, maar ook in aanwezigheid van zulke kwantum computers is het cruciaal om het ontwikkelen van nieuwe toepassingen te ondersteunen door middel van een bijpassend software raamwerk. Twee grote onderzoeksvragen dringen zich op bij het maken van een dergelijk raamwerk. Hierbij moet eerst de concrete verwezenlijking van de kwantum computer gescheiden worden van de software die er bovenop uitgevoerd wordt, zij het een fysieke of een virtuele verwezenlijking betreft. Onze eerste bijdrage ligt bij het definiëren van een gelaagde software-architectuur, gaande van het ontwerp op een hoger abstractieniveau tot een gesimuleerde uitvoeringsomgeving onderaan. Centraal bij onze aanpak is de 'Quantum Virtual Machine', die de Measurement Calculus gebruikt als model voor kwantum computer berekeningen. Deze virtuele machine zorgt dat de ervoor ontwikkelde toepassingen niet afhangen van de onderliggende uitvoeringsstrategie. De gesimuleerde uitvoering van deze kwantum virtuele machine is in wezen een rekenintensieve taak. Parallele computers bieden een manier aan om meer rekenkracht aan te wenden, gezien de verzadiging van sequentiële rekenprestatie in huidige computersystemen. De tweede onderzoeksvraag wordt bijgevolg: hoe legt men op een fundamentele wijze het inherente parallellisme bloot in de gesimuleerde uitvoeringsomgeving, zodat deze toepasbaar is op de aankomende massief parallelle computers. Onze tweede bijdrage biedt een formele vertaling van kwantum programma's naar massief parallelle dataflow programma's. Daarbij ontwikkelen we een virtuele omgeving om dergelijke programma's te vertalen en uit te voeren. Deze uitvoeringsomgeving legt verschillende theoretische en praktische eigenschappen aan de dag die onze aanpak verantwoorden.

Yves Vandriessche