

Vulgraaddetectie van dynamische volumes in dieptebeelden: optimalisatie met OpenCL

Luca Lupo
master IIW energie

Nick Hamers
master IIW energie

Probleemstelling

Deze masterproef is uitgevoerd voor Arkite NV. Arkite, met haar hoofdkantoor op C-Mine Crib te Genk, ontwikkelt en verkoopt de HIM. Arkite heeft deze technologie binnen verschillende bedrijven in de praktijk gebracht. De HIM maakt gebruik van een 3D-sensor en een projector om arbeiders in hun werkgebied te informeren en te begeleiden tijdens het productieproces. Naast deze begeleiding worden de processtappen, die de operator uitvoert, ook gevalideerd.

Het originele systeem kent een aantal beperkingen, zoals het gebrek aan transformaties tussen de tweedimensionale sensor ruimte en de driedimensionale ruimte. Verder wordt er enkel gebruik gemaakt van de 'central processing unit' (CPU) om alle nodige berekeningen te doen. De CPU moet namelijk, gelijktijdig met het detectiealgoritme, ook verschillende andere processen uitvoeren.

In de oplossing, onderzocht en geïmplementeerd in deze masterproef, worden zowel verschillende ruimtes en bijhorende conversies geïntroduceerd, als een detectie methode om de CPU te ontlasten. Bijkomend worden methodes uitgelicht om het gehele proces te optimaliseren met oog op snelheid.

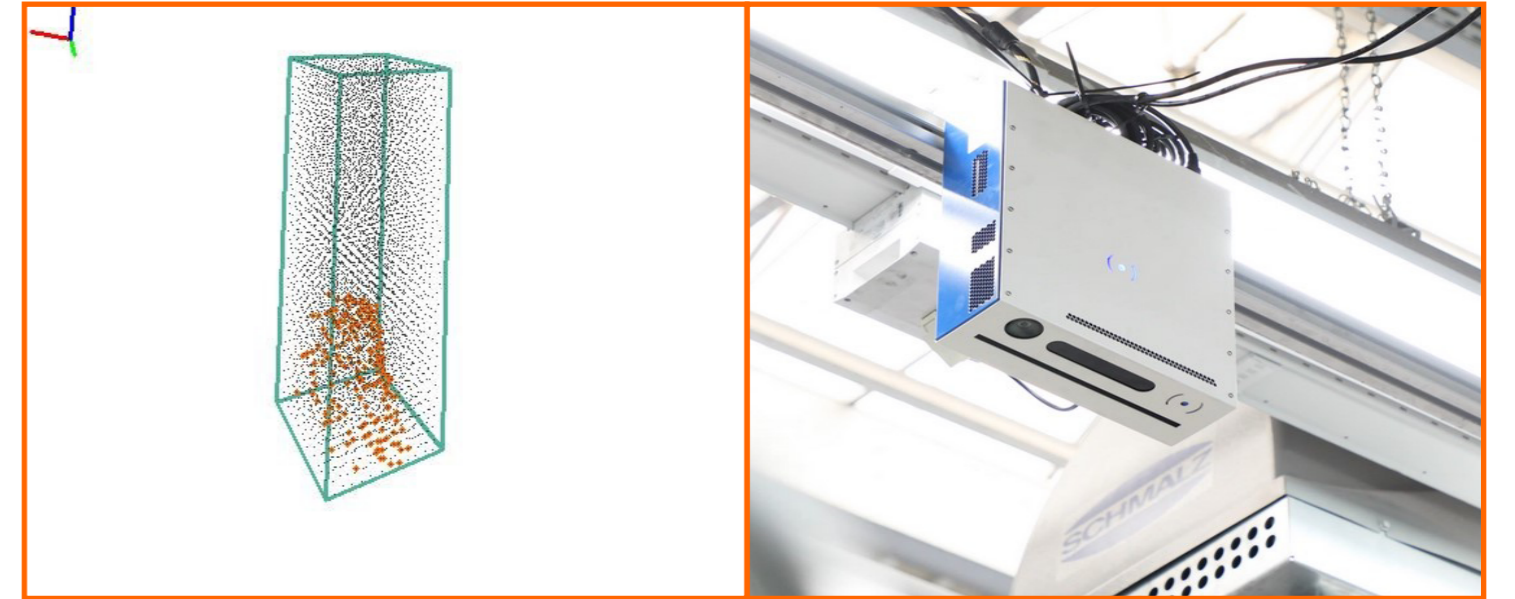


Fig. 1: 3D-Volume (links), HIM-systeem (rechts, Bron: www.Arkite.com)

Proces en optimalisatie

Beeld en modificatie data

Het meest recente beeld wordt ingeladen, en, indien nodig, worden volumes gemodificeerd in een aparte thread waarna ze in tabellen opgeslagen worden. Transformatiematrices, voor conversies tussen beeldruimte en wereldruimte, worden geüpdatet in het geval van dynamische assenstelsels.

Feedback voor operator

Indien er een detectie plaats vindt, wordt ervanuit gegaan dat de arbeider een actie ondernomen heeft. De arbeider krijgt dan de gepaste feedback en het proces wordt herhaald. Feedback zal niet gegeven worden indien geen detectie waargenomen is.

Constante ondersteuning van 30 cycli per seconde

De verwerkte data, transformatiematrices en het meest recente beeld worden ingeladen in buffers. Deze buffers zijn nodig zodat het OpenCL-platform de data kan evalueren. Het OpenCL-platform maakt gebruik van de GPU om de CPU te ontlasten en zodoende andere processen niet te belemmeren.

De 3D-data van de volumes worden door de GPU getransformeerd naar 2D-punten met een dieptecomponent. De beeld en volume data worden aan elkaar getoetst. Indien er voldoende matches tussen een beeld en een volume gevonden worden, is er sprake van detectie binnen een specifiek volume.

Inladen van data

Evaluatie van data

Eerste optimalisatie

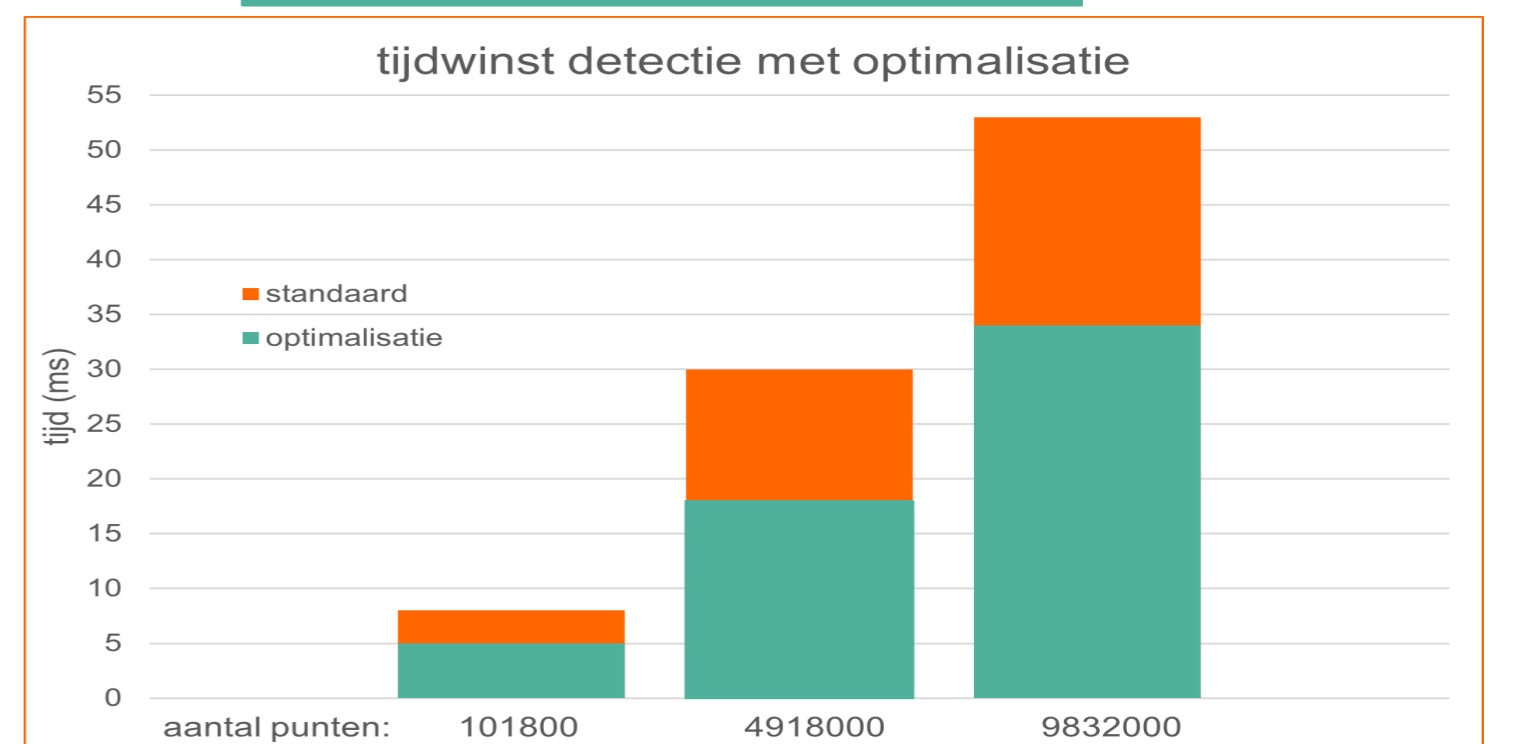


Fig. 2: Eerste optimalisatiestap. Extra restricties zijn opgelegd aan de OpenCL compiler zodat deze agressievere optimalisaties implementeert in hetzelfde 'standaard' algoritme.

Tweede optimalisatie

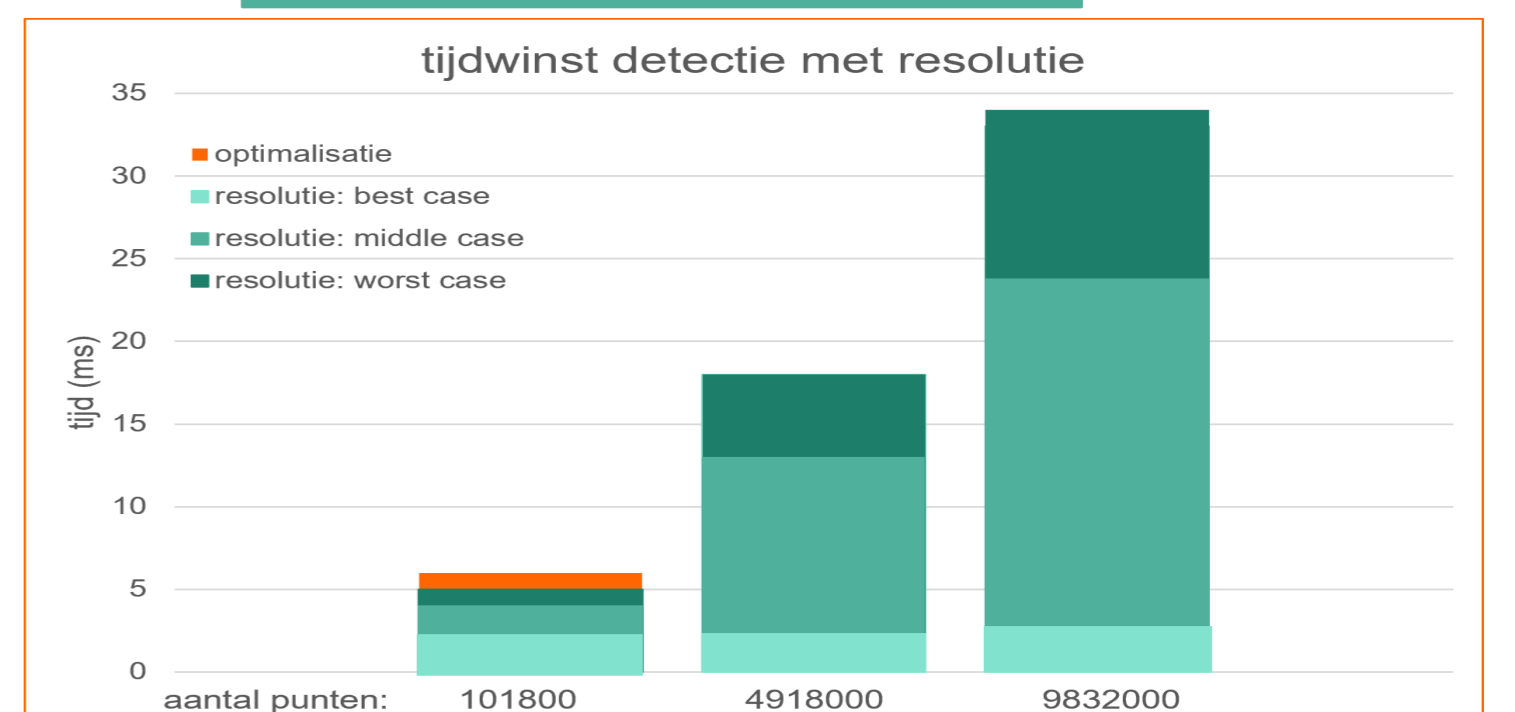


Fig. 3: Verdere optimalisatie door opdeling van volumes in verschillende resoluties. Enkel indien er voldoende punten gedetecteerd zijn in één resolutie wordt naar de volgende gegaan, anders wordt geen detectie verondersteld. Hier stelt 'worst case' de volledige iteratie voor van alle volumes, 'middle case' volledige en minimale iteratie van de helft van de volumes en 'best case' de minimale iteratie van alle

Resultaat

De doelstelling voor het afvragen van 500 volumes op detectie is bereikt, mits het aantal af te vragen punten niet boven een bepaald aantal komt. Om dit aantal te maximaliseren zijn succesvolle optimalisaties geïmplementeerd. Tot en met 10 verschillende assenstelsels moeten gedefinieerd kunnen worden. Dit systeem kan veel meer verschillende assenstelsels implementeren zonder enige impact op de tijdsduur van het detectie algoritme. De optionele doelstelling voor het implementeren van dynamische volumes is eveneens bereikt. Echter wordt, bij volumes die van oriëntatie veranderen, de keuze van 1 specifieke parameter gelegd bij de operator van de HIM. Arkite wil dit voorkomen, maar dit valt buiten de scope van de originele doelstellingen. Verder zijn er 2 methoden ontwikkeld voor het definiëren van volumes, waarbij de beste methode geïdentificeerd en gekozen is. Ook dit was naar de wensen van Arkite. Eventuele verbeterpunten zijn geïdentificeerd en gedocumenteerd met suggesties voor eventuele oplossingen.

Het eindresultaat voldoet aan de verwachtingen van Arkite en er wordt gesproken over een succesvolle masterproef.

Promotoren / Copromotoren: Prof. Dr. Ir. Eric Demeester

Dhr Stijn Debruyckere (Arkite NV)