

Summary (in Dutch)

In de afgelopen vier decennia is de totale wereldwijde containeroverslag verviervoudigd. Gedurende deze periode is de overslag van containers in havens meer en meer geautomatiseerd om het toegenomen volume te kunnen verwerken. De laatste stap naar volledige automatisering van havenkranen voor de overslag van containers is het automatische oppakken van containers van en het automatisch plaatsen van containers op verschillende chassis types zoals vrachtwagens, treinen, en AGV's. De redenen voor de keuze voor volledige automatisering van containerkranen zijn veiligheid, hogere bedrijfszekerheid, meer efficiënt gebruik en minder slijtage van het materieel (en dus minder downtime en lagere onderhoudskosten) in vergelijking met semi-automatische handling. Het in dit verslag gepresenteerde onderzoek bestaat uit grofweg twee delen; generatie en verwerking van camerabeelden en een conceptueel ontwerp van een systeem om automatisch containers op te pakken en te plaatsen op verschillende chassis typen.

Objectherkenning en positie bepaling van het chassis, de container en de spreader is bij het automatisch oppakken en plaatsen van containers op verschillende chassis typen essentieel. Dit rapport presenteert een aantal methoden op het gebied van het scannen van objecten en de verwerking van de hiermee gegenereerde camerabeelden. Er wordt een vergelijking gemaakt tussen de meetmethoden (laser scanners en camera's) om de gewenste informatie in de vorm van een reeks beelden te genereren. Vervolgens worden verschillende beeldverwerkingsalgorithmen voor de herkenning en positie bepaling behandeld.

Aan de hand van de informatie verkregen in deze hoofdstukken is een conceptueel ontwerp voor een systeem om automatisch containers op te pakken en te plaatsen op verschillende chassis typen gevormd.

Dit ontwerp moet voldoen aan de volgende algemene ontwerp criteria:

- Betrouwbaar werken in barre weersomstandigheden (minimaal onderhoud);
- Snel zijn (lage verwerkingstijd);
- Nauwkeurig automatisch werken (hoog slagingspercentage);
- Flexibel zijn (omgang met diverse typen containers en voertuigen);
- Veilig zijn;
- Kosten efficient zijn

Een 3D-camera gemonteerd op de portaalbalk van de kraan, welke per rijstrook zowel chassis als de spreader in een gezichtsveld scant is een conceptueel ontwerp met een groot potentieel. In hoofdstuk 6 wordt dit conceptuele ontwerp tot in detail beschreven. De keuze voor het gebruik van een 3D-camera als meetinstrument is gebaseerd op de volgende punten:

- Snel, real-time, vastleggen van 3D-beelden;
- Eenvoudige camera configuratie (geen draaiende elementen, robuust, onderhouds vrij);

- De snelle ontwikkeling van dit soort meetapparatuur (in termen van resolutie en bereik);
- Goedkoper dan laser scanners en de meeste andere scanners;

De specificaties van de momenteel beschikbare 3D-camera's zijn niet toereikend, in termen van bereik en resolutie, om aan de eisen die het gepresenteerde conceptueel ontwerp verlangen te voldoen. Het concept toont echter de aantrekkelijkheid en het potentieel voor het gebruik van slechts een enkele 3D-camera. Vanwege de snelle ontwikkelingen van 3D-camera's die grotere bereiken kunnen meten met hogere resoluties kan dit ontwerp echter praktisch implementeerbaar zijn in de nabije toekomst.

Het tweede gedeelte van het conceptuele ontwerp is de beschrijving van ontwikkelingsstappen voor beeldverwerkingssoftware om de herkenning en de positiebepaling van containers, chassis en spreaders uit de gegenereerde beelden mogelijk te maken. Veel al ontwikkelde software oplossingen en algoritmen zijn beschikbaar als open-source materiaal, die het mogelijk maken om gebruikt te worden in de specifiek voor deze taak te ontwikkelen software.

Dit rapport kan worden gebruikt om inzicht te krijgen in de eisen aan een systeem voor het automatisch oppakken en neerzetten van containers op verschillende chassis types in het algemeen en het gebruik van 3D-cameras voor deze taak in het bijzonder. Verder onderzoek, naar zowel beeldgeneratie door 3D-camera's als verwerkingssoftware, is nodig is om een praktisch implementeerbaar systeem te kunnen ontwikkelen waarin 3D-camera's worden gebruikt om containerkranen volledig te automatiseren.