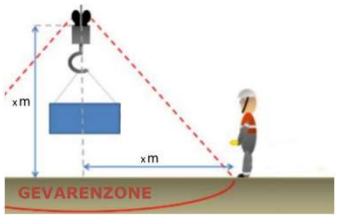
Masterproef industriële ingenieurswetenschappen 2021-2022

Ontwikkeling van een 3D-positiebepalingssysteem op basis van stereovisie met evaluatie op veiligheidshelmdetectie

Introductie

Deze masterproef is uitgewerkt in samenwerking met het **Services & Solutions Center van Aperam Genk**. Hier worden grote rollen roestvast staal van tot wel 27.000 kg, geproduceerd door Aperam zelf, verwerkt op basis van klanteneisen.

Binnen deze productiehal worden de rollen staal getransporteerd door middel van rolbruggen. Om dit zo veilig mogelijk uit te voeren wordt het principe van een **veiligheidskegel onder de kraanhaak** toegepast, zoals visueel verduidelijkt op Figuur 1. Hierop is duidelijk te zien dat de straal van de gevarenzone, en dus ook de te bewaren veiligheidsafstand, recht evenredig afhankelijk is van de relatieve hoogte tussen kraanhaak en persoon.



Figuur 1: Voorstelling principe veiligheidskegel

Aperam wenst dit systeem te **digitaliseren** om personen in de gevarenzone te waarschuwen. Hiervoor is het belangrijk de relatieve positie van een persoon binnen de 3D-ruimte te bepalen ten opzichte van de virtuele 3D-veiligheidskegel.

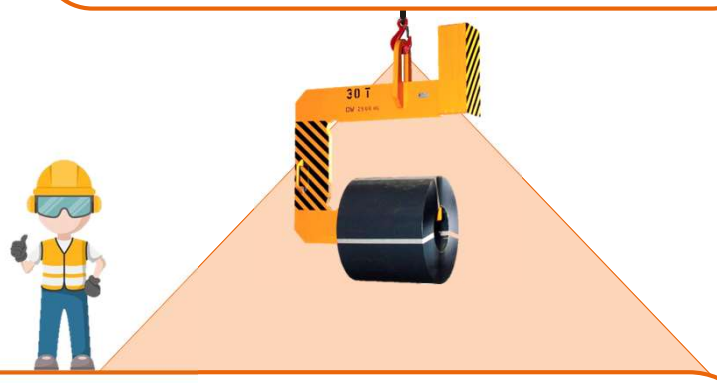
Deze masterproef beoogt de basis te leggen voor de digitalisering van dit veiligheidshulpmiddel **aan de hand van 2 IP-camera's**. Dit door de ontwikkeling van een systeem voor het detecteren van personen en het bepalen van hun positie binnen de 3D-ruimte.

Conclusie

Binnen deze masterproef, waarin een basis wordt gelegd voor de digitalisering van het veiligheidshulpmiddel voor de kraanhaak van een rolbrug, is een **3D-positiebepalingssysteem** op basis van **stereovisie** ontwikkeld, gebruikmakend van een eigen **YOLOv5s-detectiemodel**.

Testen die uitgevoerd werden ter **evaluatie en verificatie** van de werking van het 3D-positiebepalingssysteem, geven slechts **beperkte afwijkingen** weer. Het gaat hier maximaal over 3 cm in X-positie, 6 cm in Y-positie en 10 cm in Z-positie, allemaal ten opzichte van geverifieerde werkelijke posities. Deze afwijkingen kunnen te wijten zijn aan onnauwkeurigheden binnen de testmethode en –opstelling of aan het 3D-positiebepalingssysteem zelf. Ten opzichte van de werkelijke posities, zijn **de bekomen afwijkingen echter slechts beperkt**.

Over het algemeen kan er **geconcludeerd** worden dat het **mogelijk is om 3D-posities van objecten voldoende nauwkeurig te bepalen aan de hand van 2 camera's.**



Ontwikkeling

In een eerste fase van de masterproef werd er onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor het leggen van de basis voor de digitalisering van het veiligheidshulpmiddel aan de hand van **stereovisie**. Stereovisie biedt namelijk de mogelijkheid tot de **extractie van 3D-informatie uit digitale beelden**, hetgeen belangrijk is gezien de relatieve positie van een persoon binnen de 3D-ruimte bepaald moet worden ten opzichte van de virtuele 3D-veiligheidskegel onder de kraanhaak.

Voor de uitwerking wordt er aan de hand van twee IP-camera's, die parallel gemonteerd zijn op een vaste positie, een **stereo-opname** gemaakt. Door middel van een **kalibratie** stap worden de intrinsieke en extrinsieke parameters van de camera's en hun beeldvlakken bepaald. Zo kan het verband gelegd worden tussen het beeld coördinatensysteem van beide camera's en het werkelijke 3D-coördinatensysteem van de ruimte. Afhankelijk van de verkregen data tijdens de kalibratiestap worden de camerabeelden **vervormd en verticaal uitgelijnd** ten opzichte van elkaar. Dit om gelijke beelden te bekomen met enkel een verschil in horizontale verplaatsing ten opzichte van elkaar. Vervolgens worden, gebruikmakend van een eigen ontwikkeld **YOLOv5s-detectiemodel**, veiligheidshelmen gedetecteerd op beide beelden. Zo kan hun positie op beide beelden en latere 3D-positie binnen de werkelijke ruimte bepaald worden, ten opzichte van de stereovisie cameraopstelling. In een laatste stap worden beide posities van éénzelfde gedetecteerde helm op beide beelden gebruikt, in combinatie met enkele eerder bepaalde parameters uit de kalibratiestap, ter **bepaling van de 3D-positie** binnen de werkelijke ruimte. Dit voor elke gedetecteerde helm op beide beelden. Het gehele werkingsprincipe van het 3D-positiebepalingssysteem op basis van stereovisie wordt kort verduidelijkt in onderstaande schematische voorstelling.

Interne promotor: Prof. Dr. Ir. Eric Demeester
Interne begeleider: PhD. Ing. Yanming WU
Externe promotor: Ing. Niels Vandekerkhof

Arne Niesten
Master in de Industriële Ingenieurswetenschappen
Elektronica-ICT

Aperam Genk
UHASSELT
KU LEUVEN