

# Snelle en nauwkeurige posebepaling van infrarood- en dieptecamera t.o.v. een werkstation: experimentele vergelijking van registratiealgoritmes

Jan Van den Berckt

Kyle Severi

Master IW elektronica-ICT

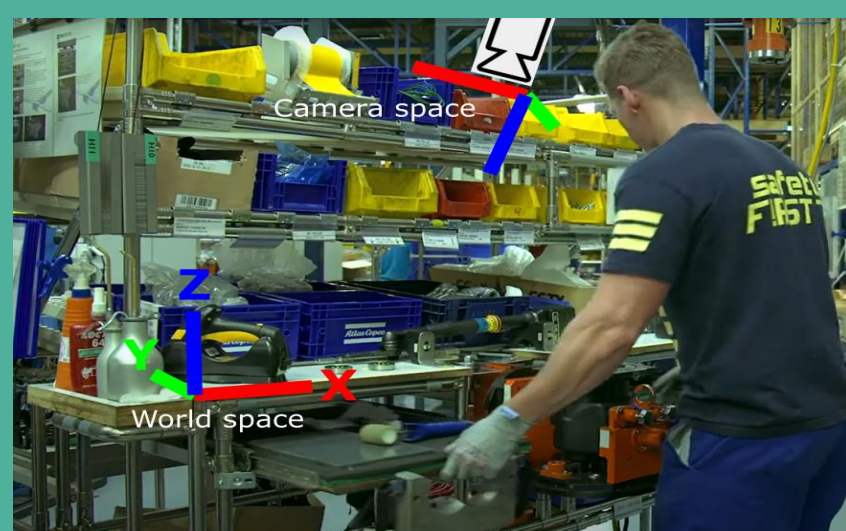
Master IW elektronica-ICT

## HIM

De Human Interface Mate, ontworpen door Arkite, begeleidt de operator tijdens het assemblageproces door instructies te projecteren op de werkcel. De handelingen van de operator worden geregistreerd door een infrarood- en dieptecamera.



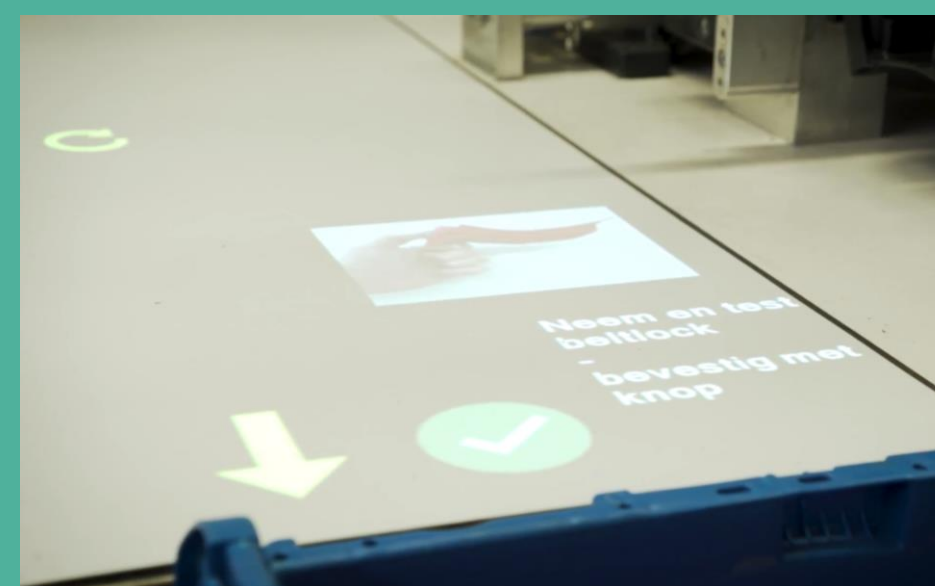
Figuur 1: HIM



Figuur 2: Opstelling HIM binnen werkcel

## Probleemstelling

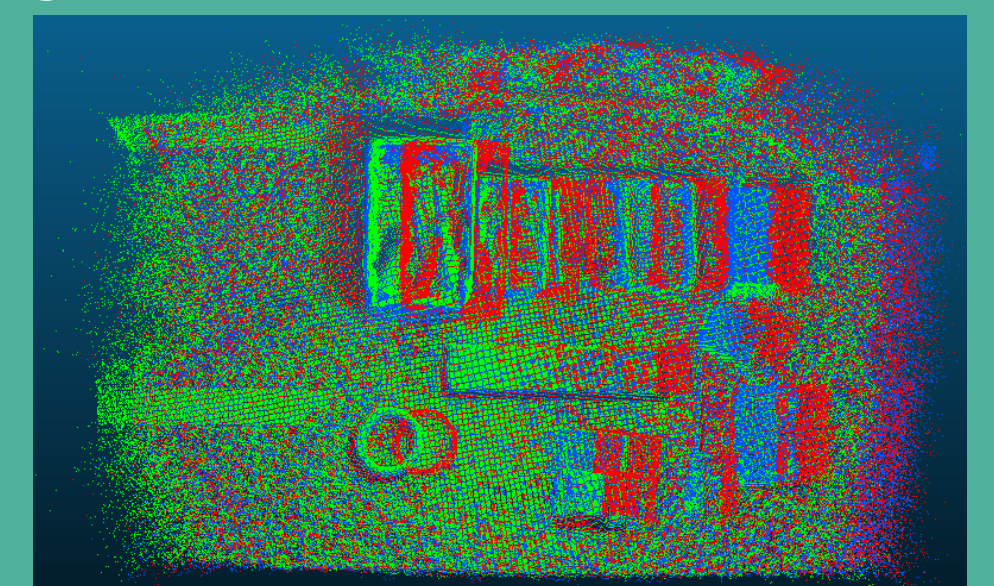
Door verschillende factoren kan de positie van de camera t.o.v. de werkcel veranderen. Dit leidt tot foute projecties en het foutief registreren van handelingen. Om dit te corrigeren moet een ingenieur ter plaatse komen, die de kalibratie manueel opnieuw uitvoert. Dit heeft als gevolg, dat dit deel van de assemblage geruime tijd stil kan liggen.



Figuur 3: Geprojecteerde instructie

## Doelstellingen

Door middel van de gekende cameraparameters en de infrarood- en dieptebeelden de extrinsieke kalibratie snel en nauwkeurig herberekenen. Een hoge nauwkeurigheid is noodzakelijk voor het projecteren van de instructies en het registreren van de handelingen. Het algoritme moet ook performant genoeg zijn, zodat de andere taken van de HIM niet gehinderd worden.



Figuur 4: visualisatie puntenwolk  
Rood = startpunt  
Blauw = verplaatste puntenwolk  
Groen = gevonden transformatie

## Methode

1. Tussen 2 IR-beelden worden features gezocht en gematcht.
2. De coördinaten van de features worden gebruikt als filter voor de puntenwolken, verkregen uit de dieptebeelden.
3. Op de overgebleven punten uit de puntenwolken wordt een registratiealgoritme toegepast. Het resultaat hiervan is de matrix, die de verplaatsing tussen de 2 puntenwolken beschrijft.

	Feature Detectie + matching (SURF)	Registratiealgoritmes (ICP)	Matrix	Analyse																						
Grote rotatie			<table border="1"> <tr><td>0,9777</td><td>-0,2095</td><td>-0,0069</td><td>0,0515</td></tr> <tr><td>0,2095</td><td>0,9777</td><td>-0,0005</td><td>0,0588</td></tr> <tr><td>0,0068</td><td>-0,0009</td><td>0,9999</td><td>0,0051</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	0,9777	-0,2095	-0,0069	0,0515	0,2095	0,9777	-0,0005	0,0588	0,0068	-0,0009	0,9999	0,0051	0	0	0	1	<table border="1"> <tr><th>Mean square error</th><th>Tijd (ms)</th><th># Keypoints</th></tr> <tr><td>2,68E-05</td><td>22</td><td>25</td></tr> </table>	Mean square error	Tijd (ms)	# Keypoints	2,68E-05	22	25
0,9777	-0,2095	-0,0069	0,0515																							
0,2095	0,9777	-0,0005	0,0588																							
0,0068	-0,0009	0,9999	0,0051																							
0	0	0	1																							
Mean square error	Tijd (ms)	# Keypoints																								
2,68E-05	22	25																								
Translatie: x-richting = 20 cm y-richting = 10 cm			<table border="1"> <tr><td>0,9999</td><td>-0,0054</td><td>0,0049</td><td>-0,2057</td></tr> <tr><td>0,0056</td><td>0,9993</td><td>-0,0365</td><td>0,1016</td></tr> <tr><td>-0,0047</td><td>0,0365</td><td>0,9993</td><td>-0,0078</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	0,9999	-0,0054	0,0049	-0,2057	0,0056	0,9993	-0,0365	0,1016	-0,0047	0,0365	0,9993	-0,0078	0	0	0	1	<table border="1"> <tr><th>Mean square error</th><th>Tijd (ms)</th><th># Keypoints</th></tr> <tr><td>3,02E-05</td><td>18</td><td>6</td></tr> </table>	Mean square error	Tijd (ms)	# Keypoints	3,02E-05	18	6
0,9999	-0,0054	0,0049	-0,2057																							
0,0056	0,9993	-0,0365	0,1016																							
-0,0047	0,0365	0,9993	-0,0078																							
0	0	0	1																							
Mean square error	Tijd (ms)	# Keypoints																								
3,02E-05	18	6																								
Translatie: z-richting = 11 cm			<table border="1"> <tr><td>0,9999</td><td>-0,0106</td><td>0,0049</td><td>-0,0032</td></tr> <tr><td>0,0105</td><td>0,9997</td><td>0,0173</td><td>-0,0101</td></tr> <tr><td>-0,0051</td><td>-0,0173</td><td>0,9998</td><td>-0,1119</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	0,9999	-0,0106	0,0049	-0,0032	0,0105	0,9997	0,0173	-0,0101	-0,0051	-0,0173	0,9998	-0,1119	0	0	0	1	<table border="1"> <tr><th>Mean square error</th><th>Tijd (ms)</th><th># Keypoints</th></tr> <tr><td>7,35E-05</td><td>16</td><td>79</td></tr> </table>	Mean square error	Tijd (ms)	# Keypoints	7,35E-05	16	79
0,9999	-0,0106	0,0049	-0,0032																							
0,0105	0,9997	0,0173	-0,0101																							
-0,0051	-0,0173	0,9998	-0,1119																							
0	0	0	1																							
Mean square error	Tijd (ms)	# Keypoints																								
7,35E-05	16	79																								

## Conclusie

Op basis van de uitgevoerde studie, waarbij verschillende feature detectie algoritmes en registratiealgoritmes vergeleken werden, bleek dat de combinatie van SURF en ICP leidde tot het meest gunstige resultaat. Via deze methode werd in 12 van de 13 geteste scenario's een correcte en nauwkeurige matrix, die de plaatsgevonden verplaatsing beschrijft, bekomen.

Promotoren / Copromotoren / Begeleiders

Prof. dr. ir. Eric Demeester  
ing. Peter AERTS  
ing. Maarten Verheyen

Dhr. Stijn Debruyckere  
ir. Kim Rutten