

Ontwerp van een robotplatform met robotarm voor kaartopbouw en karakterisatie in radioactieve omgevingen

Piet Aerts

master IW energie

Tim Ververs

master IW energie

ARCHER (Autonomous Robot platform for CHaracterization)

Deze masterproef kadert in een driejarig onderzoeksproject waarin een mobiel robotplatform voor kaartopbouw en karakterisatie van radioactieve omgevingen ontwikkeld wordt. Voor de projectleider Tecnubel, die gespecialiseerd is in decontaminatie en ontmanteling van radioactieve ruimtes, is dit project een inleiding tot de decontaminatie en ontmanteling van Duitse kerncentrales in 2021. ACRO en NuTec zijn twee onderzoeksgroepen die hoofdzakelijk advies geven voor dit project. Het bedrijf MAGICS ontwikkelt de nodige elektronica en software voor dit project.

Het doel van de masterproef bestaat uit drie delen die hieronder beschreven zijn. Ten eerste is er het onderzoek naar en ontwerp van een robotplatform die in een tank en pijpleiding gebruikt kan worden. Vervolgens is er overgegaan naar het zoeken of ontwikkelen van een robotarm die voldeed aan de gevraagde specificaties. Deze robotarm wordt dan geplaatst op een mobiel robotplatform. Als laatste stap wordt er met behulp van een testopstelling een kaart opgebouwd van de omgeving en de straling gemeten van radioactieve bronnen.

TECNUBEL
Your project needs our care

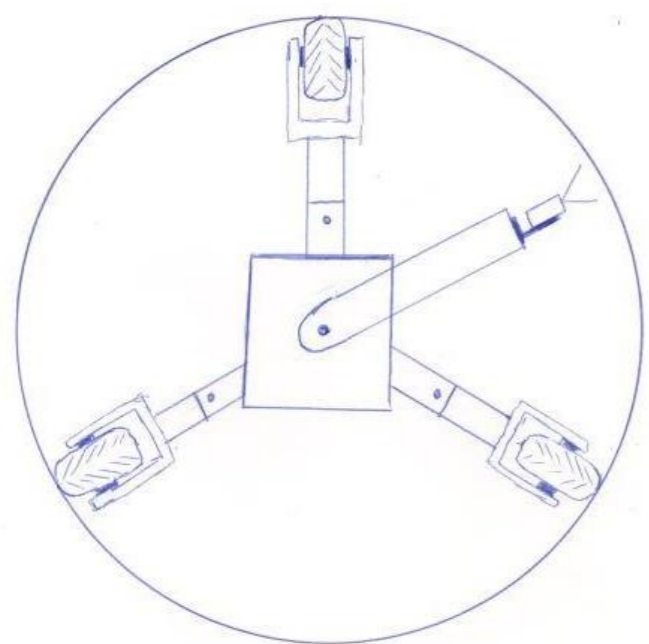
MAGICS[®]

ACRO

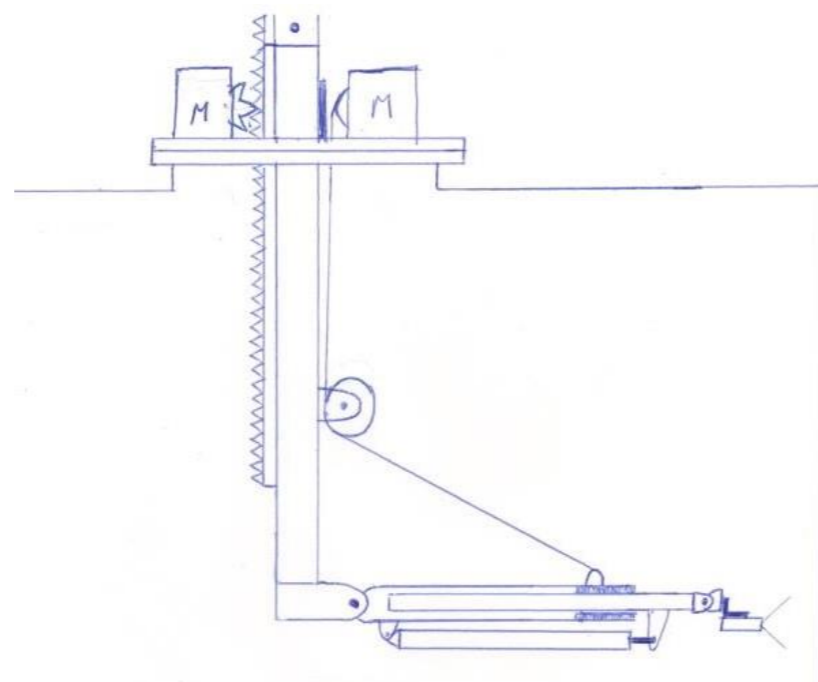
NuTec
Nuclear Technologisch Centrum

Onderzoek en ontwerp robotplatform

In een eerste stap is er onderzoek gedaan naar bestaande robotconcepten voor autonome navigatie in een tank en een pijpleiding. Hieruit werd geconcludeerd dat de afmetingen van de twee gevallen te sterk verschillen om één robotplatform te ontwikkelen voor beide situaties. Vervolgens is er een eisenpakket opgesteld waarbij elke eis een gewicht kreeg in functie van belangrijkheid. Hieraan zijn dan de concepten, voortgevloeid uit een morfologisch overzicht, getoetst om zo tot één eindconcept te komen voor iedere situatie. Het morfologisch overzicht is gemaakt volgens de "van den Kroonenberg" methode [1]. In figuur 1 is het eindconcept voor een robot in een buis te zien. In figuur 2 is het eindconcept voor een robot in een tank afgebeeld.



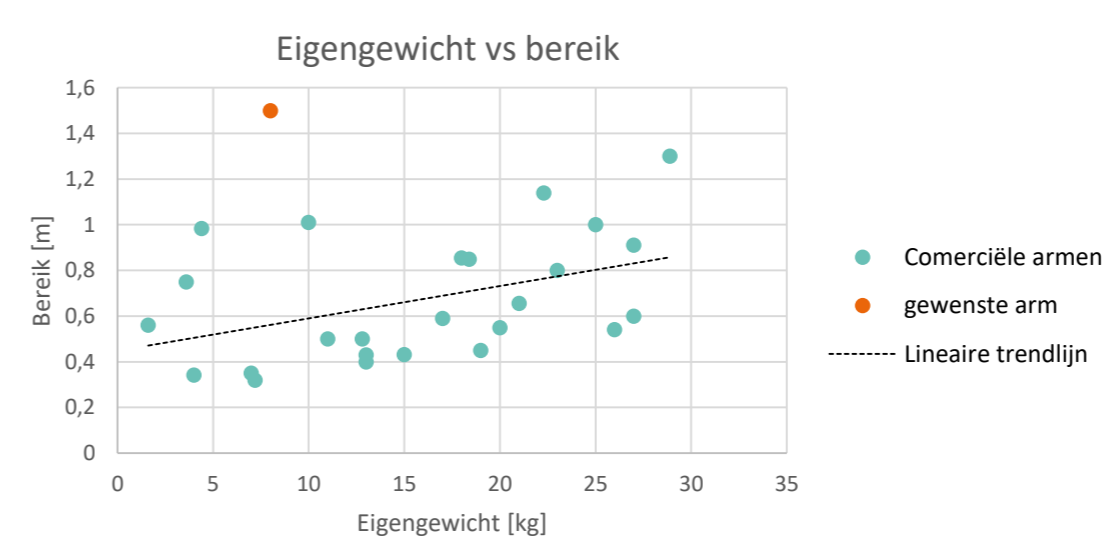
Figuur 1: Voorstel robotplatform in een buis



Figuur 2: Voorstel robotplatform in een tank

Onderzoek en voorstel robotarm

Na het besluit over het platform is er besloten om een onderzoek uit te voeren naar een robotarm, commercieel beschikbaar of een eigen ontwikkeling, die plug-and-play is voor de verschillende omgevingen. In eerste instantie is er onderzoek gedaan naar bestaande robotarmen die voldoen aan de specificaties van max. 8 kg eigengewicht, min. 2 kg payload en een bereik van 1,5 m. Het bereik is ondergeschikt aan de twee andere specificaties waardoor de arm korter mag zijn. Wanneer de commerciële industriële armen uitgezet worden in een grafiek (figuur 3) bleek dat de gevraagde specificaties buiten de tendens liggen. De fabrikant Kinova voldoet aan de twee belangrijkste eisen met een nog relatief groot bereik [2]. Na een aantal simulaties van de verschillende Kinova robotarmen werd besloten om Kinova te contacteren. Figuur 4 geeft de Kinova generatie twee robotarm weer. Kinova maakt lichtgewicht robotarmen voor onder andere rolstoelgebruikers en heeft al projecten in radioactieve omgevingen uitgevoerd.



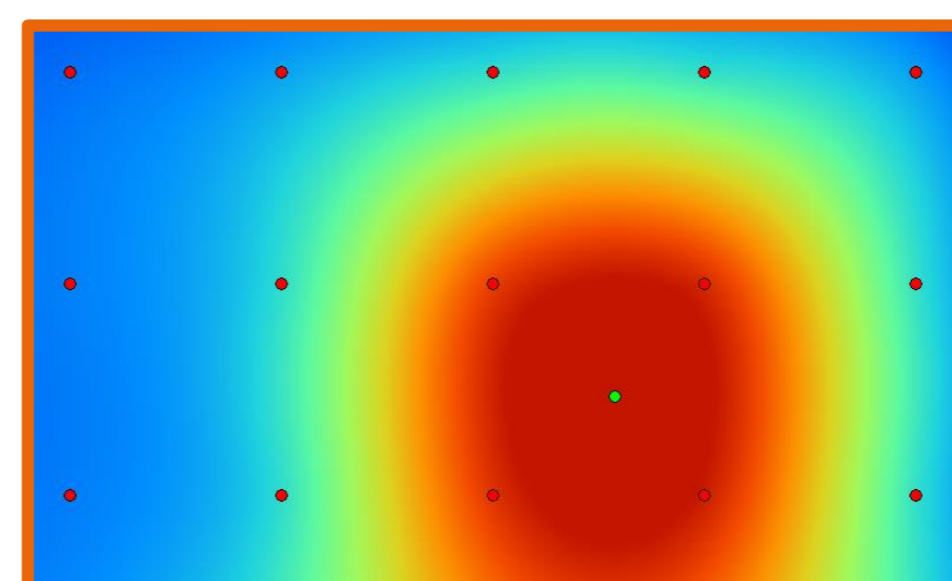
Figuur 3: Grafiek eigengewicht vs bereik commerciële robotarmen



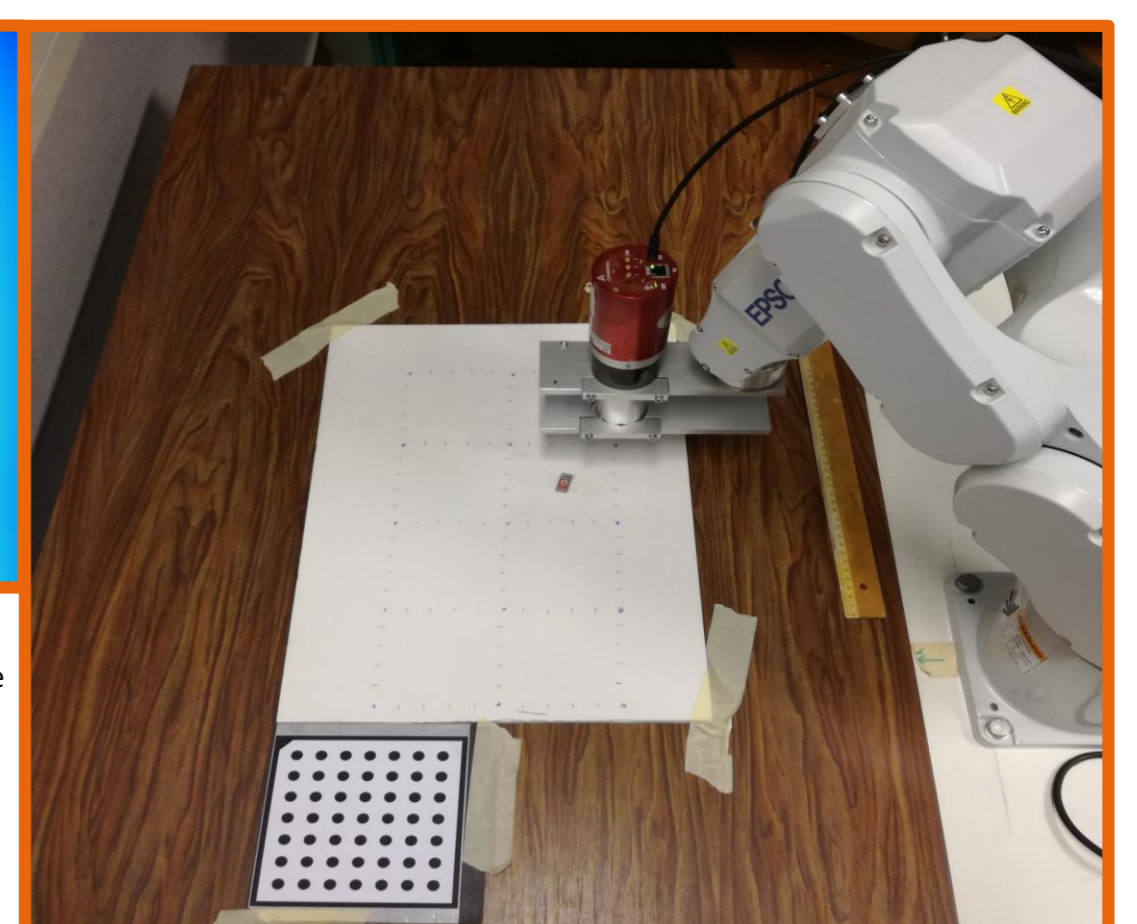
Figuur 4: Kinova generatie 2 [2]

Conclusie

In eerste instantie is er een aan de hand van een morfologisch overzicht en keuzetabellen een opstelling voorgesteld voor in een tank en in een pijpleiding. Dit na de vaststelling dat er verschillende robotplatformen gebruikt moeten worden voor de verschillende toepassingen. Uit onderzoek naar een robotarm voor op het platform blijkt dat een Kinova robotarm het geschiktst is. In een laatste stap is aangetoond dat met een 2D-camera en een radioactiviteitssensor, gemonteerd met een eigen ontwikkelde steun op de Epson robot, een radioactieve bron gelokaliseerd kan worden op een geïnterpoleerde kaart (figuur 5). De testopstelling gebruikt voor het meten van verschillende bronnen is op figuur 6 te zien. Uit de metingen zijn meetparameters bepaald die als basis dienen voor de praktijkmetingen.



Figuur 5: Meetresultaat van een meting met een Cesium-137 bron. De groene punt geeft een maximum aan dat overeenkomt met de werkelijke locatie van de bron. De rode punten zijn de meetlocaties.



Figuur 6: Testopstelling voor de karakterisering van radioactiviteit aan de hand van het opmeten van een Cesium-137 bron op een meetveld van 400 mm op 200 mm

Referenties

- [1] F. J. Siers and H. H. van den (Henricus H. Kroonenberg, Methodisch ontwerpen : volgens H.H. van den Kroonenberg. Wolters-Noordhoff, 2004.
- [2] "Gen2 Ultra Lightweight Arms | Kinova." [Online]. Available: <https://www.kinovarobotics.com/en/products/robotic-arms/kinova-gen2-ultra-lightweight-robot>.

Promotoren / Copromotoren: Prof. dr. ir. Eric Demeester, Prof. dr. Wouter Schroyers
Ing. Peter Aerts, Ing. David De Schepper