

ROBOTIC BIN PICKING

Slimmere handen voor de moderne industrie

In moderne productie- en logistieke omgevingen wordt steeds meer gestreefd naar automatisering en flexibiliteit. Een van de grootste uitdagingen daarbij is het automatisch oppakken van willekeurig georiënteerde onderdelen uit bakken of containers — een proces dat bekendstaat als bin picking. Waar conventionele robots vooral repeterende taken uitvoeren in gestructureerde omgevingen, vraagt bin picking om het kunnen omgaan met ongestructureerde situaties. Onderdelen liggen vaak door elkaar, verschillen in vorm en positie en zijn soms slechts gedeeltelijk zichtbaar.

Dankzij de snelle ontwikkelingen in 3D-visietechnologie, beeldverwerking en kunstmatige intelligentie is de haalbaarheid van bin picking de afgelopen jaren sterk toegenomen. Robots kunnen nu objecten herkennen, hun positie en oriëntatie bepalen en deze met geschikte grippers nauwkeurig oppakken. Hierdoor kunnen processen worden geautomatiseerd die tot voor kort uitsluitend door mensen werden uitgevoerd, zoals het aanvoeren van onderdelen aan productielijnen of het sorteren van goederen in magazijnen.

De noodzaak voor bin picking groeit door de toenemende druk op efficiëntie, kwaliteit en kostenreductie in de industrie. Ook het tekort aan technisch geschoolde medewerkers speelt hierbij een rol.

Door repetitieve en fysiek belastende taken te automatiseren, kunnen medewerkers zich richten op complexere en waardevollere werkzaamheden. Bin picking vormt daarmee een belangrijke stap richting flexibele, volledig geautomatiseerde productiesystemen die kunnen inspelen op de dynamiek van de moderne markt, zoals low-volume-/high-mix-productie.

Huidige stand van zaken

Veel standaard bin-pickingoplossingen moeten vooraf worden ingesteld op het specifieke product dat herkend en gepakt moet worden. Het systeem moet namelijk objecten van elkaar kunnen onderscheiden, bepalen welk object het meest geschikt is om te grijpen, en de optimale grijppositie berekenen. De vorm en het uiterlijk van het object en het type gripper spelen daarbij een cruciale rol. In situaties waarin verschillende objecten door elkaar liggen of waarin objecten lastig te pakken zijn, bieden bestaande oplossingen vaak nog onvoldoende resultaat.

Onderzoek binnen Tech For Future

Om deze uitdagingen aan te pakken, hebben Riwo, Viro en Voortman Steel Machinery vanuit het innovatiecluster TValley, samen met het lectoraat Smart Mechatronics and Robotics van Saxion een toegepast onderzoeksproject

uitgevoerd binnen het programma van Tech For Future.

TValley is het innovatiecluster in Oost-Nederland op het gebied van robotica, kunstmatige intelligentie en mechatronica. Binnen dit netwerk werken bedrijven, onderzoekers en studenten samen aan marktgerichte innovatieprojecten, waarbij effectieve R&D en gezamenlijke kennisdeling centraal staan.

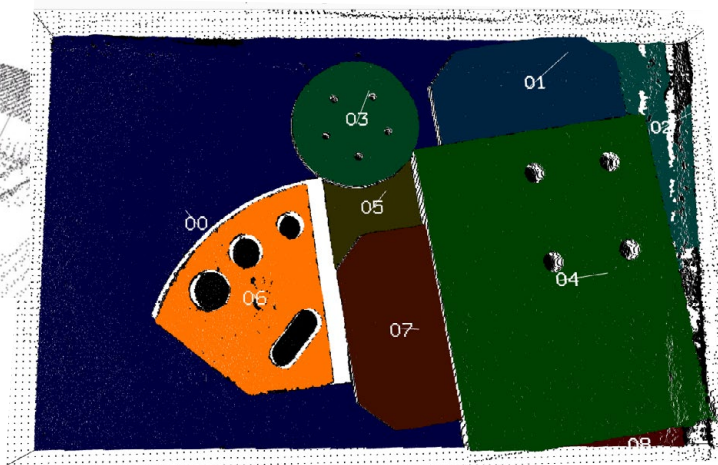
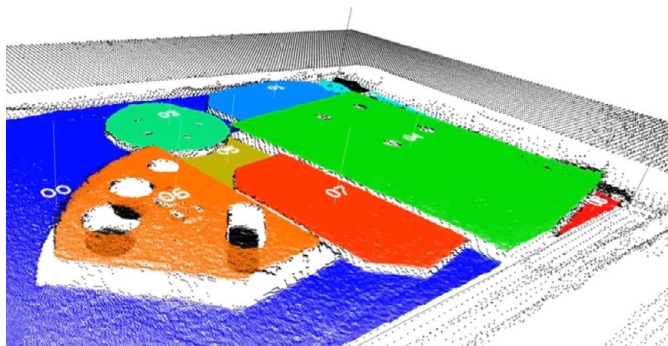
Tech For Future is het *Center of Expertise* van Saxion en Windesheim op het gebied van hightech systemen en materialen. Binnen dit programma voeren onderzoeksgroepen praktijkgericht onderzoek uit in publiek-private samenwerkingen, waarbij co-creatie en gezamenlijke kennisontwikkeling centraal staan.

In het **Tech For Future Robbin** project is gekeken naar meerdere use cases waarvoor momenteel geen geschikte marktoplossingen bestaan. Twee daarvan zijn verder uitgewerkt in een demonstrator:

PLASMAGESNEDEN STALEN

PLATEN: Elke plaat heeft een unieke vorm met gaten of uitsneden. Naast het bin picken moet het systeem kunnen herkennen om welk type plaat het gaat (matching op basis van CAD-data), zodat deze correct verder kan worden verwerkt.





Belangrijke uitdagingen zijn het bepalen welke platen vrij liggen (dus niet onder andere platen vastzitten) en het vinden van een stevige grijppositie, idealiter dicht bij het massamiddelpunt en niet in of dichtbij een gat/uitsnede.

ONREGELMATIG GEVORMDE

OBJECTEN: Vanuit de partners kwam ook de behoefte om de pose (positie en oriëntatie) van onregelmatig gevormde objecten nauwkeurig te bepalen, en de juiste grijperpose te berekenen om objecten betrouwbaar te kunnen oppakken.

Binnen het project stonden de volgende onderzoeksvragen centraal:

Wat is de huidige *state-of-the-art* op het gebied van conventionele computer vision-algoritmen, en welke mogelijkheden bieden recente AI-oplossingen, zoals deep learning?

Welke gripper- en sensortechnologieën zijn het meest geschikt voor de toepassingen van de industriële projectpartners?

Ontwikkeling van de demonstrator

Om de oplossingen te testen is een modulaire demonstrator ontwikkeld. Deze maakt het mogelijk om te wisselen tussen verschillende use cases, robotmerken en -typen, sensoren (zoals Zivid 2+, Wenglor MLBS, Zed 2 en Framos) en grijpertechnologieën (vacuüm-, magneet- en tweevingergrijpers). Voor de demonstrator is onder andere gebruikgemaakt van een Zivid 2+ structured light sensor die beschikbaar is gesteld door Fraunhofer Innovation Platform for Advanced Manufacturing. Dankzij de modulaire softwarearchitectuur van de

demonstrator kunnen resultaten eenvoudig worden hergebruikt in toekomstige projecten rondom bin picking en producthandling.

Voor de conventionele benadering is een datapijplijn opgezet rondom de open-sourcebibliotheek Open3D. De resultaten zijn veelbelovend en brengen industriële toepassing binnen handbereik. Bij de casus van de stalen platen kon de oplossing verschillende platen van elkaar onderscheiden, ongeacht de vorm, en bepalen welke platen bovenop lagen en dus grijpbaar waren. Ook kon worden berekend waar de magneetgrijper de plaat het beste kon oppakken, zelfs bij platen met gaten in het midden.

De werking was nauwkeurig en robuust. Het ontwikkelen van deze oplossing vroeg echter om aanzienlijke toepassings specifieke engineering. Dat was één van de redenen om ook te onderzoeken wat moderne AI-technieken kunnen toevoegen.

Toepassing van AI-gebaseerde oplossingen

Om te bepalen welke recente AI-algoritmen bruikbaar zijn voor bin picking, is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar deep-learningframeworks die zich richten op objectsegmentatie en poseschatting. Daarbij is gekeken naar onder andere SAM-6D (gebaseerd op Segment Anything van Meta) en FoundationPose (ontwikkeld door Nvidia Labs). Kenmerkend voor deze methoden is dat ze met weinig of geen specifieke trainingsdata toch in staat zijn objecten van elkaar te onderscheiden en hun pose te bepalen.

Op basis van de uitkomsten van de haalbaarheidsstudie is FoundationPose geselecteerd voor verdere integratie in de demonstrator. Dit algoritme kan worden getraind met een beperkt aantal afbeeldingen van de te grijpen objecten of met CAD-data. In verschillende tests bleek het mogelijk om diverse objecten succesvol te grijpen en te verplaatsen met verschillende grijpertypen.

De AI-gebaseerde aanpak vraagt echter nog verdere optimalisatie om voldoende robuust te zijn voor industriële toepassingen.

Conclusie en vervolg

Het project heeft de partners waardevol inzicht gegeven in de mogelijkheden en beperkingen van zowel conventionele als AI-gebaseerde bin-pickingoplossingen. De opgedane kennis vormt een stevige basis voor verdere ontwikkeling van slimme, flexibele grijpoplossingen binnen de maakindustrie.

Het thema bin picking en product handling blijft dan ook een belangrijk onderwerp binnen het onderzoek van het lectoraat Smart Mechatronics and Robotics. In een vervolgproject willen we verder bouwen aan robuuste en breed inzetbare oplossingen die bijdragen aan de verdere automatisering van de industrie. ■

Auteurs:



Joris Spikker
Senior Researcher,
Saxion lectoraat Smart
Mechatronics and Robotics



Dennis Borger
Senior Researcher,
Saxion lectoraat Smart
Mechatronics and Robotics