

AI Picking

Roboter bei der Entnahme von ungeordnet gelagerten Rundstahlbügeln.

Ausgangssituation

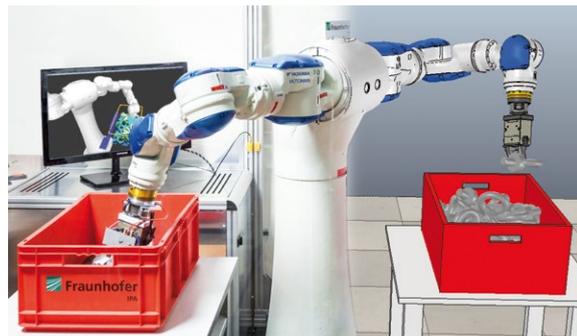
In den letzten Jahren hat der Griff-in-die-Kiste den Einzug in einige Industrieanwendungen geschafft. Dabei greift ein Roboter Bauteile aus Kisten und führt sie einer Maschine zu oder legt sie lagerichtig ab. Die Aufgabenstellung ist jedoch noch immer so komplex, dass nicht alle Anwendungen dafür geeignet sind. Diese Komplexität resultiert z. B. aus kurzen Taktzeiten, anspruchsvollen Bauteilen oder vielen Varianten. Künstliche Intelligenz kann helfen, den Griff-in-die-Kiste auch für anspruchsvolle Anwendungen umzusetzen und somit den Einsatzbereich für den Griff-in-die-Kiste erweitern.

Unser Lösungsansatz

Für das Erreichen dieser Ziele kommen verschiedene Technologien, von Physik-Simulationen über neuronale Netze bis hin zu Reinforcement Learning, zum Einsatz. Um die Bauteile nach der Entnahme in einer gezielten Position ablegen zu können, ist es zunächst notwendig, die einzelnen Bauteile zu lokalisieren. Daher wird ein modellbasierter Ansatz verwendet, der mit den CAD-Modellen der Bauteile trainiert wird. Die Lokalisierung der Bauteile erfolgt mit einem sogenannten **Single-Shot-Ansatz**, der die Lage aller auffindbaren Bauteile innerhalb von 20 Millisekunden bestimmt. Gleichzeitig werden in diesem Schritt die besten Griffe, deren Greifqualität und die erwartete Genauigkeit der Ablage des Bauteils berücksichtigt.

Einfache Inbetriebnahme durch Simulation und Künstliche Intelligenz

Im Gegensatz zu klassischen Ansätzen setzen KI-basierte Lösungen kein umfangreiches Expertenwissen voraus, was den Einrichtungsaufwand verringert. Die Trainingsdaten, die für das Erstellen der KI-Modelle nötig sind, können dabei vollständig automatisiert in speziell dafür entwickelten **Simulationsumgebungen** generiert werden. Die Verwendung von Simulationen hat den Vorteil, dass eine große Menge an Daten generiert werden kann, ohne eine reale Roboteranlage zu benötigen. Über einen cloudbasierten Webservice kann auch ungelernetes Personal vollautomatisch die Simulation und das nachgelagerte Training durch Bereitstellung des Bauteil-CAD-Modells durchführen. Die automatische Konfiguration schließt auch das Thema Greifen mit ein, da die für das Greifen notwendigen Greifpunkte automatisch generiert und bewertet werden sowie der jeweils passendste Greifer ausgewählt wird.



Zweiarmroboter in der Realität und in Simulation.



Entnahme von unterschiedlichen Werkstücken aus einer gemischten Kiste (li).

Auflösung von Verhakungen durch intelligente Bewegungsbahnen (re).



Hohe Robustheit durch intelligente Zusatzfunktionen

Zusatzfunktionen ermöglichen, auch schwierig zu vereinzelnde Objekte zu greifen und diese präzise abzulegen. Verhakungen sind eine solche Schwierigkeit. Mithilfe maschineller Lernverfahren ist die Software in der Lage, **Verhakungen bereits in der Kiste zu erkennen und diese auch dort zu trennen**. Sofern eine Verhakung erkannt wird, werden zusätzliche Bahnpunkte an die Robotersteuerung übergeben, um die Verhakung intelligent zu lösen. Diese Zusatztechnologie reduziert Fehlgriffe und die effektive Taktzeit.

Eine weitere Zusatzfunktion stellt die **Segmentierung von Kisten und Verpackungsmaterialien** dar. Diese ermöglicht eine Aufteilung der durch die Sensorik aufgenommenen Punktwolke in Regionen, die zu Bauteilen gehören, und Regionen, die zur Kiste bzw. zu Verpackungsmaterialien gehören, wie Kartonagen oder Folien. Dies kann modellbasierte Ansätze robuster machen bzw. bei modellfreien Ansätzen sicherstellen, dass Greifpunkte nur an den Bauteilen generiert werden.

Hohe Flexibilität auch für anspruchsvolle Aufgabenstellungen

Durch die KI-basierte Objekterkennung ist ein modellbasiertes Erkennen und Greifen von **unterschiedlichen Objekten in gemischten Kisten** möglich. Sogar **transparente Objekte** z. B. aus Glas und Kunststoff konnten durch einen speziellen Sensor in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IOF zuverlässig erkannt und gegriffen werden.

Falls die Teilevarianz in den Kisten weiter steigt oder es möglicherweise keine CAD-Modelle der Teile gibt, können auch **modellfreie Ansätze** zum Einsatz kommen, bei denen auf ein produktspezifisches Einlernen verzichtet werden kann. Stattdessen sucht das System mithilfe maschineller Lernverfahren nach möglichen Griffen in den Sensordaten. Auch ein **hybrides Greifsystem** – modellbasiert und modellfrei – ist möglich.

Bei der Ausführung eines Griffes oder der Ablage kann es durch Ungenauigkeiten oder unvorhergesehene Randbedingungen dazu kommen, dass ein Bauteil nicht gegriffen oder platziert werden kann oder während des Transports verrutscht. Um diese Probleme zu bewältigen, arbeitet das Fraunhofer IPA an einer flexiblen Anpassung des Griffes und der Bewegungsbahn basierend auf taktilem Feedback.

Höhere Performanz durch KI

Für eine zuverlässige Griff-in-die-Kiste-Anlage ist meist ein hoch auflösender und kostspieliger 3D-Sensor notwendig. Deshalb arbeitet das Fraunhofer IPA an einem Verfahren, um mittels eines künstlichen neuronalen Netzes durch Farbbilder die **Auflösung und Genauigkeit günstiger 3D-Sensoren zu steigern** und damit den Griff-in-die-Kiste auch ohne High-End 3D-Sensor zu ermöglichen.

Neue Entwicklungen wie **Online Learning** runden das Angebot ab. Dabei soll die Roboteranlage aus Fehlern lernen und sich durch intelligente Verfahren stetig verbessern, um die Verfügbarkeit und Effizienz selbstständig zu steigern.

Unser Leistungsangebot

Das Fraunhofer IPA bietet verschiedene Technologien für den Griff-in-die-Kiste und unterstützt Sie bei der Planung, Integration und Umsetzung. Das Leistungsangebot reicht von einzelnen intelligenten Modulen zur Lösung von bestimmten Problemstellungen bis hin zur vollständigen Software-Lösung zum Greifen und Ablegen der Bauteile.

Kontakt

Marius Moosmann, M. Sc.
Telefon +49 711 970-3813
maris.moosmann@ipa.fraunhofer.de

Dipl.-Inf. Felix Spennath
Telefon +49 711 970-1037
felix.spennath@ipa.fraunhofer.de

Kilian Kleeberger, M. Sc.
Telefon +49 711 970-1191
kilian.kleeberger@ipa.fraunhofer.de

www.ipa.fraunhofer.de/binpicking

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und
Automatisierung IPA

Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart | www.fraunhofer.de