

KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH

Zukunft durch Innovation und Forschung

Roboter erlernen Fähigkeiten (Robot-Skill-Learning)

Erlernen von robotischen Manipulationsfertigkeiten in Abhängigkeit von Aufgabenstellung und Umwelt

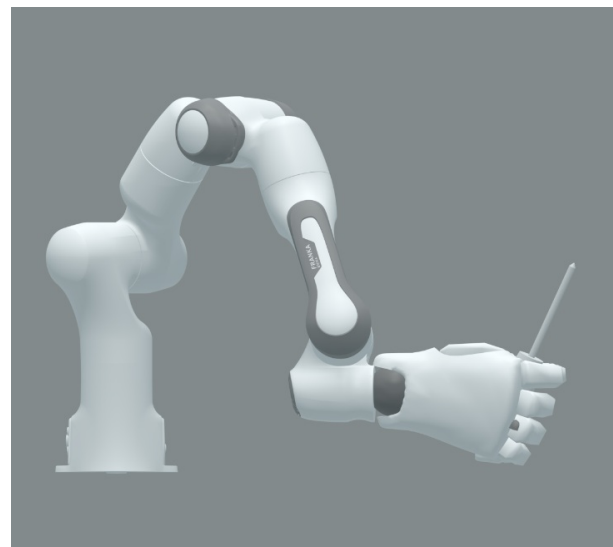
Problemstellung

Es besteht in der Produktion ein enormer Bedarf an Automatisierungslösungen für hoch komplexe Manipulationsaufgaben wie z. B. Füge- oder Montageprozesse. Diese Prozesse weisen oftmals Ungenauigkeiten oder Abweichungen in der Positionierung auf und benötigen spezifische Kraftapplikationen und Manipulationsstrategien. Von rein positionsgeregelten Robotern können diese Aufgaben daher nicht zufriedenstellend gelöst werden. Deshalb werden nachgiebige Leichtbauroboter eingesetzt, die kraft- bzw. impedanzgeregelt sind. Da diese jedoch durch wichtige Einflussparameter wie z. B. Steifigkeit, Kraft oder gewünschte Position gekennzeichnet sind, ist ein händisches Optimieren selten trivial und oftmals zeitaufwändig. Die zentralen Herausforderungen diesbezüglich sind:

- Manuelle Programmierung und Inbetriebnahme sind zeitaufwändig.
- Die Einrichtung einer Manipulationslösung erfordert oftmals Expertenwissen oder Erfahrung.
- Die Optimierung einer Automatisierungslösung ist u. U. nicht trivial und kontra-intuitiv.
- Starr parametrisierte Automatisierungen können sich nicht automatisch an geänderte Rahmenbedingungen anpassen.

Darüber hinaus rücken verstärkt neue End-Effektoren wie beispielsweise speziell an die konkrete Anforderung angepasste Greifer oder anthropomorphe Hände in den Fokus. Diese Greifer sollen Robotikanwendungen im Bereich der geschickten Manipulation ermöglichen. Derartige Manipulation zielt darauf ab, menschähnliche Performanz zu erreichen, sodass robotische Automatisierung auch in Bereichen Anwendung findet, die derzeit Menschen vorbehalten sind. Nach momentanem Kenntnisstand sind solche Manipulationsaufgaben in Bezug auf Greif- und Manipulationsstrategien extrem komplex und erfordern enormes Fachwissen und Prozessverständnis.

Zudem ist auch das Thema Sicherheit für Menschen und Roboter wichtig. Die Programmierung eines nachgiebigen Roboters, der leistungsfähig ist und gleichzeitig beispielsweise die Gefahr von Kollisionen sicher erkennt, ist nicht trivial. Insbesondere das Ableiten von Höchstgeschwindigkeiten, erlaubten Kontaktkräften und die korrekte Berücksichtigung der Dynamik des Manipulationsvorgangs stellen sich oftmals als äußerst komplex dar.



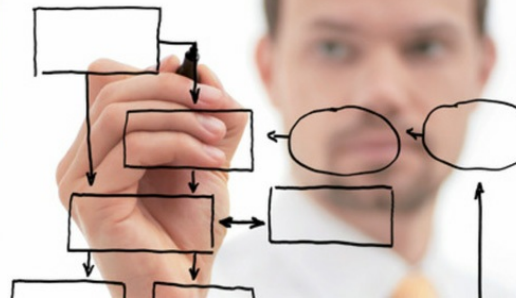
Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Systems, welches selbstlernend und selbstoptimierend komplexe Manipulationsprozesse einrichtet. Hierzu gehören die folgenden Punkte:

- Automatisches Planen und Optimieren von Manipulationsaufgaben von feinfühligem Leichtbaurobotern.
- Beschleunigen des Optimierungsvorgangs durch Transfer von vorhandenem Wissen bzgl. der Manipulationsaufgabe.
- Automatisches Adaptieren der Manipulationsstrategie bei wechselnden Werkstücken/Aufgaben.
- Automatisches Generieren von Sicherheitsstrategien nach Optimierung des Manipulationsvorgangs.

Im Rahmen des Robot-Skill-Learning-Projekts fokussieren wir uns auf folgende Anwendungen:

- Feinmontage
- Feinfühliges Fügeprozesse



- Aufbereitung von Werkzeugen/Werkstücken
- Bedienung von Maschinen und Transport von Werkstücken

Ziel ist die automatisierte Einrichtung einer Anwendung basierend auf einer bestehenden Aufgabendefinition, gegebenen CAD-Daten und generalisiertem Vorwissen (in Bezug auf Manipulationsfertigkeiten). Im Anschluss optimiert das System die Anwendung hinsichtlich Performanz und Sicherheit.

Vorgehensweise

Grobe Skizzierung der Vorgehensweise im Projekt:

- Entwicklung eines Frameworks, das in Simulation grundlegende Manipulationsfähigkeiten erlernen und Aufgabenplanung durchführen kann.
- Diese Fähigkeiten sind parameterabhängig und dadurch generalisierbar.
- Geometrische Parameter wie z. B. Positionierung und Pfadplanung können aus der Simulation übernommen werden.
- Manipulationsspezifische Parameter wie z. B. Kraft müssen in der realen Umgebung gelernt werden, da eine realistische simulative Evaluierung von Kontakt-Interaktion im Allgemeinen aktuell noch schwierig ist.
- Evaluierung des Systems auf Basis von „einfachen“ Manipulationsaufgaben in der realen Welt, wie z. B. Peg-In-Hole (Zylinder in Loch) durch Greifer oder anthropomorphe Hände.
- Aufbau einer Datenbank, die Wissen über Manipulationsaufgaben speichert und für die Beschleunigung der Einrichtung von Automatisierungen bereitstellt.
- Evaluierung des Systems für komplexe Aufgaben in Industrieumgebungen:
 - Bedienung von Maschinen (Betätigen von Knöpfen, Hebeln etc.)
 - Feinfühlige Montage
 - Steckverbindungen
 - Verwendung von Werkzeug (Schraubendreher, Schraubenschlüssel)
 - Sichtungsprüfung und Prüfung von Steckverbindungen

Ergebnisse / Nutzen

- Schnellere, (teil-)autonome Einrichtung von Roboteranwendungen, Mensch wird nur noch für Teilschritte und Abnahme benötigt.
- Reduzierte Betriebskosten durch optimierte Automatisierung in Bezug auf Zeit, Verschleiß oder Energieverbrauch.
- Automatisierte Anpassung der Produktion an Produkt-

wechsel und Änderungen.

- Flexibilität hinsichtlich maßgeschneiderter Produktionslösungen.
- Automatische Sicherheitsstrategien unterstützen zudem den intuitiveren Umgang mit der Robotik in kollaborativen Umgebungen.

Forschungspartner

Prof. Dr. Sami Haddadin,
MIRMI - Munich Institute of Robotics and Machine Intelligence
Lehrstuhl für Robotik und Systemintelligenz
Technische Universität München

Projektpartner

Kooperierende Unternehmen