

Entwickeln einer Mensch-Roboter-Kollaboration

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie
Vertiefung: Automation, Control and Robotics
Betreuer*innen: Prof. Dr. Norman Urs Baier, Laurent Cavazzana
Experte: Benjamin Rupp

Heutzutage verrichten abertausende Industrieroboter ihren Dienst, eine Zusammenarbeit mit dem Menschen ist bei diesen Anlagen aber aus Sicherheitsgünden undenkbar. Mit der Entwicklung einer kollaborativen Tic-Tac-Toe-Roboteranwendung sollen weitere Erkenntnisse in diesem, eher noch weniger beachteten Bereich, gesammelt werden.

Kollaborativer Roboter

Das Wort «Kollaboration» ist aus dem Lateinischen abgeleitet und bedeutet «mitarbeiten». Ein kollaborativer Roboter ist demnach in der Lage, zusammen mit dem Menschen zu arbeiten. Die grosse Herausforderung bei diesen Robotern ist das Gewährleisten der Sicherheit. Bei einem herkömmlichen Roboter wird dieser einfach hinter einem Schutzgitter «eingeschlossen» und die Gefahr ist gebannt. Solch ein Lösungsansatz ist für einen kollaborativen Roboter unbrauchbar.

Aufgabenstellung / Ziele

Das Projekt beschäftigt sich mit der Nutzung des kollaborativen Roboters UR5e in der BFH-Roboterzelle zur Implementierung eines spielerischen Ansatzes: Tic-Tac-Toe. Ziel ist es, einen Roboter zu entwickeln, der verschiedene Spielmodi durch Gestenerkennung auswählt, die Spielfelder mithilfe einer Zivid-Kamera und Farberkennung analysiert und präzise 3D-Koordinaten zur Interaktion nutzt. Neben der Spiellogik soll der Roboter den Nutzer durch einfache Gestensteuerung und eine visuelle Rückmeldung unterstützen. Ein besonderer Fokus liegt auf der intuitiven Kollaboration zwischen Menschen und Roboter, um die Interaktionsmöglichkeiten mit kollaborativen Robotern zu demonstrieren.

Umsetzung und Resultate

Die Umsetzung erfolgte mit URScript, kombiniert mit Python, Mediapipe, Zivid Library und OpenCV. Die Zivid-Kamera erfasst das Spielfeld und liefert präzise 3D-Koordinaten der Spielsteine. Mithilfe von Farberkennung wird das aktuelle Spielfeld analysiert und anschließend interpretiert. Die Spiellogik für Tic-Tac-Toe wurde entwickelt, und der Roboter setzt Spielsteine entsprechend den erkannten Positionen. Verschiedene Spielmodi, wie Einzelspieler gegen den Roboter oder Zweispielermodus, werden durch Gestenerkennung aktiviert. Dank dem Durchführen einer Risikobeurteilung konnten die potenziellen

Gefahren der Roboterzelle erkannt und entsprechende Massnahmen ergriffen werden, um die notwendige Sicherheit zu garantieren. Tests zeigten, dass der UR5e Roboter präzise Bewegungen ausführt und die Spiellogik korrekt umsetzt. Die entwickelte Lösung ermöglicht eine intuitive Interaktion und demonstriert die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten kollaborativer Roboter.

Ausblick

In zukünftigen Arbeiten könnte die Gestenerkennung weiter verbessert werden, um eine robustere und schnellere Erkennung bei unterschiedlichen Lichtbedingungen und Gestenvariationen zu ermöglichen. Zusätzlich könnte der Spielmodus um weitere interaktive Funktionen wie Schwierigkeitsstufen oder alternative Spiele erweitert werden. Die Integration eines Echtzeit-Kraft-Momenten-Sensors könnte genutzt werden, um feinfühligere Bewegungen des Roboters zu gewährleisten. Für industrielle Anwendungen könnte die präzise Erkennung und Manipulation von Objekten durch eine Kombination aus maschinellem Lernen und verbesserter Kamerakalibrierung weiter optimiert werden. Langfristig bietet dieses Projekt die Basis für die Entwicklung komplexerer Mensch-Roboter-Interaktionen in kollaborativen Umgebungen.



Dominic Fringeli



Severin Fabrice Schmitt



Kollaborativer Roboter beim Tic-Tac-Toe-Spiel