

BesMan

Behaviors for Mobile Manipulation

Das Hauptziel des Projektes BesMan war die Entwicklung von generischen Manipulationsfähigkeiten für Roboter unterschiedlicher Morphologie und die Entwicklung von Verfahren zum Erlernen neuer, situationsspezifischer Verhaltensweisen mittels einer maschinellen Lernplattform.

Der Fokus lag hierbei auf der Wiederverwendbarkeit von Komponenten, um eine Reihe von komplexen Manipulationsaufgaben beschreiben zu können. Des Weiteren sollte die Möglichkeit bestehen, neue, situationsspezifische Verhalten mit Hilfe einer Lernplattform zu integrieren. Diese Lernplattform beinhaltet ein Interface zu einem menschlichen Operator, welcher dem Roboter demonstriert, wie er mit unbekanntem oder unvorhergesehenen Situationen umgehen kann.

Um eine solche Allgemeingültigkeit von Aufgaben zu erreichen, wurde ein Software Framework entwickelt, mit dem Roboterverhalten beschrieben und gesteuert werden können. Hierzu wurde eine eingebettete domänenspezifische Sprache (eDSL – Embedded Domain Specific Language) entwickelt, welche verwendet werden kann um einen spezifischen Roboter und das den Roboter steuernde Komponentennetzwerk zu beschreiben.

Auf dem Gebiet der dynamischen Roboterregelung wurde eine Software Bibliothek zur experimentellen Identifikation des Robotermodells entwickelt. Diese beruht im Wesentlichen auf der Erzeugung von optimalen Trajektorien zur Identifikation und Schätzung von Dynamikparametern aus experimentellen Messdaten.

Im Bereich der Ganzkörperregelung wurde ein Framework zur Robotersteuerung basierend auf Optimierung mit Nebenbedingungen (Constraints) implementiert. Dieses wird zur Planung und Ausführung von reaktiven Roboterbewegungen verwendet und ist in der Lage, die physikalischen Limitierungen von Robotersystem und Umgebung zu berücksichtigen sowie die Redundanz komplexer Roboter optimal auszunutzen.

Im Bereich des maschinellen Lernens wurde eine generische Lernplattform entwickelt, welche das Lernen von Roboterverhalten durch menschliche Demonstration ermöglicht. Der Prozess der Erzeugung neues Verhaltens ist hoch automatisiert und schnell genug, um dem Roboter im Einsatz bisher unbekanntes Verhalten bereitzustellen und einen Ausweg aus einer neuen, nicht vorhergesehenen Situation zu ermöglichen. Die Lernplattform besteht aus mehreren Komponenten zur Datenakquise und Vorverarbeitung von menschlichen Demonstrationen, Segmentierung des Verhaltens in Basiskomponenten, Imitationslernen, Verfeinerung des Verhaltens durch Reinforcement Learning in Simulation sowie die Generalisierung des Verhaltens auf ähnliche Situationen.

Das Ergebnis des Projektes ist ein generisches Lern- und Steuerungsframework, welches unabhängig von der Morphologie des Roboters ist, auf dem es eingesetzt wird. Der Transfer der entwickelten Lösungen zwischen verschiedenen Robotersystemen und Anwendungsszenarien (z.B. Raumfahrt, Logistik) wurde beispielhaft demonstriert.

Projektlaufzeit: 05/2012 – 07/2016

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert von der Raumfahrt-Agentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages unter dem Förderkennzeichen 50 RA 1216 und 50 RA 1217.

Kontakt:

DFKI GmbH & Universität Bremen
Robotics Innovation Center

Direktor: Prof. Dr. Frank Kirchner
Telefon: 0421 - 17845 - 4100
E-Mail: robotik@dfki.de
Internet: www.dfki.de/robotik