

In diesem Projekt wollen wir verstehen, wie Roboter mit menschenähnlicher Gestalt laufen lernen, und anschließend beweisen, dass sie es können.

Das Problem

Die richtige Steuerung von aufrecht gehenden, humanoiden (in der Gestalt dem Menschen ähnlichen) Robotern ist eine komplexe Aufgabe, an der Wissenschaftler und Ingenieure schon sehr lange arbeiten. Biologisch inspirierte Steuerungsalgorithmen haben sich hierbei als sehr vielversprechend erwiesen. Diese Algorithmen bauen auf KI-Techniken wie Deep Learning auf, bei denen das System anhand einer großen Menge von Trainingsdaten das gewünschte Verhalten erlernt. Hierbei ergeben sich jedoch drei wesentliche Herausforderungen:

- Erstens beeinflussen die mechanischen und kinematischen Eigenschaften des humanoiden Roboters wesentlich die Auswahl geeigneter Trainingsdaten und Lernverfahren. Das Einbringen entsprechender physikalischer Modelle in den Lernprozess ist aber aktuell eine Aufgabe, für die noch nicht auf Standardlösungsansätze zurückgegriffen werden kann.
- Zweitens sind die so erlernten Steuerungsprogramme schwer zu überprüfen bzw. zu verifizieren. Nach Abschluss der Trainingsphase ist ein Deep-Learning-Algorithmus quasi eine Black Box, die nur für die trainierten Eingabedaten gut vorhersagbare Ergebnisse – also Steuerungsbefehle – liefert. Jenseits dieser Daten steigt jedoch die Unsicherheit, ob die Steuerung die gewünschten Ergebnisse liefert.
- Eine weitere Herausforderung liegt darin, das gewünschte Bewegungsverhalten formal zu spezifizieren – also mathematisch exakt zu beschreiben, was den aufrechten Gang ausmacht.

Unsere Antwort

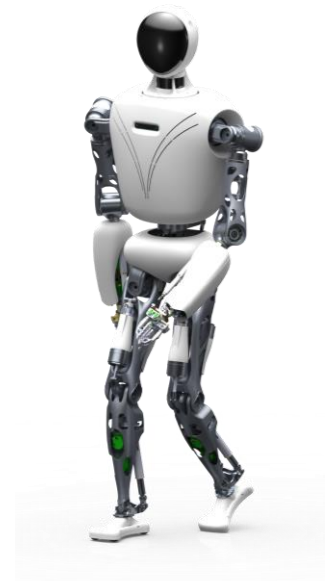
Für diese Aufgabenstellungen sollen im Projekt *VeryHuman* Lösungsansätze und Methoden erarbeitet und anhand von Demonstratoren für das humanoide Gehen von Robotern evaluiert werden. Dabei sollen Antworten auf folgende Fragestellungen gefunden

werden: Wie können Eigenschaften für ein Steuerungssystem beschrieben und seine korrekte Funktionsweise nachgewiesen werden, wenn dessen innere Struktur nicht bzw. kaum bekannt ist (Black-Box)? Wie können komplexe Verhaltensweisen durch einen Roboter effizient, d.h. in kurzer Zeit, erlernt werden, ohne zu viele einschränkende Vorgaben zu machen? Wie können bekannte, mathematisch exakt beschreibbare Zusammenhänge (z.B. physikalische Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten) als Vorwissen für die Formulierung von Belohnungsfunktionen für das Training genutzt werden? Wie können die entwickelten Ansätze zu einer Methodik für die Entwicklung KI-basierter Steuerungsalgorithmen genutzt werden, welche auch die kinematischen Eigenschaften des zu designen Roboters berücksichtigt?

Als durchgängige Anwendungsstudie für das Projekt dient der am DFKI Bremen entwickelte humanoide Roboter RH5.

Verwertung und Anwendbarkeit

Das Problem des Erlernens komplexer Verhaltensweisen und ihrer anschließenden Verifikation geht weit über den hier vorliegenden Anwendungsfall hinaus, und stellt sich überall dort, wo Systeme durch Deep-Learning-Techniken gesteuert und sicherheitsgerichtet eingesetzt werden, beispielsweise im autonomen Fahren.



Der humanoide Roboter RH5