ROBOTIK FORSCHUNG

Der Mensch ist dem Roboter weiterhin überlegen

Eine neue ETH-Studie vergleicht 27 humanoide Roboter mit dem Menschen und kommt dabei zum Schluss, dass die Roboter zwar über bessere Komponenten verfügen, aber trotzdem weniger können. Laut Studienautoren holen die Maschinen aber auf.

07.11.2023 von Franziska Schmid

(Bild: Agility Robotics)

Teilen

In Kürze

- Eine ETH-Studie von Professor Robert Riener vergleicht erstmals umfassend humanoide Roboter mit dem Menschen.
- Die einzelnen Komponenten der Roboter sind hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften klar überlegen.
- Wenn es um einzelne Aktivitäten geht, funktionieren die Roboter aber nur annäherungsweise, und meist nur unter Laborbedingen, so gut wie der Mensch.



Digit ist ein humanoider Roboter, der dazu entwickelt wurde, sich dynamischer zu bewegen als herkömmliche Roboter. (Video: Agility Robotics)

In Science-Fiction-Filmen ist die Sache relativ einfach: Der Terminator – der wahlweise versucht, die Menschheit zu vernichten oder zu retten – ist ein so perfekter, humanoider Roboter, dass er in den meisten Fällen dem Menschen überlegen ist. Aber wie gut funktionieren humanoide Roboter heute abseits der Kinoleinwand? Genau dieser Frage widmet sich eine neue Studie, die Ro-

bert Riener, Professor für Sensomotorische Systeme an der ETH Zürich und Vater des Cybathlon, als Erstautor verfasst hat und heute in der Robotik Fachzeitschrift *Frontiers in Robotics and AI* erscheint.

Äpfeln mit Äpfeln vergleichen

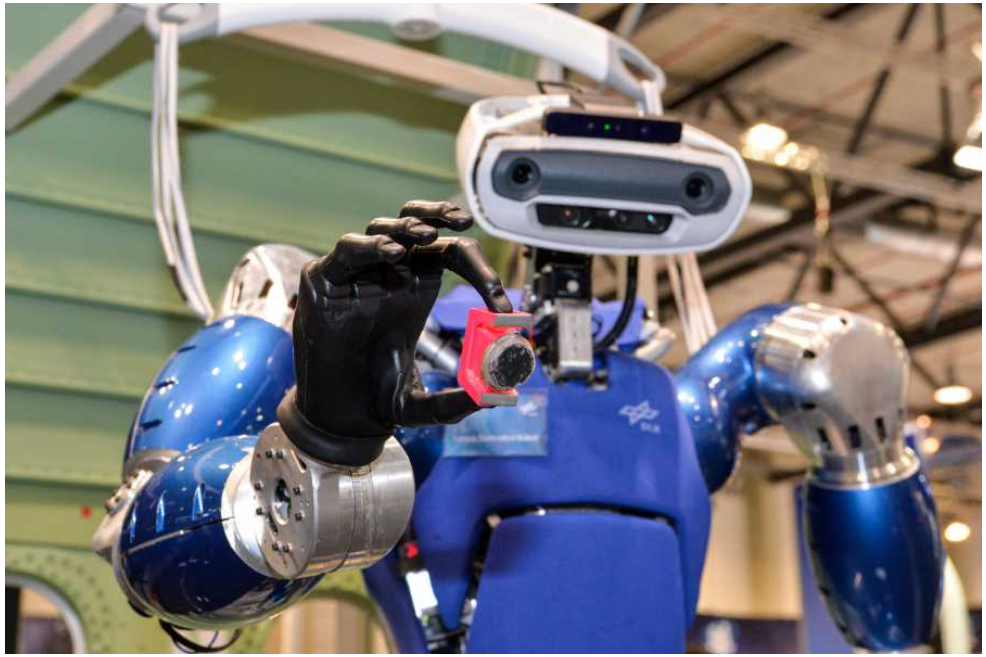
Die erste wissenschaftliche Herausforderung war, Kriterien zu entwickeln, die einen sinnvollen Vergleich zwischen Menschen und Maschine zulassen. Ein Industrieroboter, der am Fliessband Autokarosserien lackiert, tut dies schneller, länger und exakter als ein Mensch. Er wurde extra dafür entwickelt, verfügt aber auch über keine anderen Fähigkeiten.

Daher hat Riener solche Roboter aus der Studie ausgeschlossen: «Wir Menschen gestalten unsere Umwelt nach unseren Massstäben und Bedürfnissen. Wenn Roboter uns sinnvoll unterstützen sollen, müssen sie in dieser menschgemachten Umgebung funktionieren. So sind wir schnell bei Robotern gelandet, die Menschen zumindest anatomisch ähnlich sind.» Aus diesem Grund hat Riener ausschliesslich humanoide Roboter für die Studie untersucht und 27 relevante Exemplare in seine Recherche integriert.

Doch auch innerhalb dieses Robotertyps definierten die Forschenden gewisse Auswahlkriterien. «Für einen Roboter, der beispielsweise Rollen statt Beine hat, wäre es relativ einfach, schneller zu rollen, als der Mensch laufen kann – wir wollten aber nicht Äpfel mit Birnen vergleichen», erklärt Riener. Und so kamen nur Roboter in die Auswahl, die zwei oder vier Beine haben, damit sie auch Treppensteigen können. Sie brauchen zudem eine schlanke Statur, damit sie durch eine Türe passen und eine gewissen Grösse (mindestens 50 cm) mit Armen und Händen (mindestens damit erweiterbar), damit sie auch Objekte auf einer Ablage oder in einem Regal greifen können. Damit sie mit Menschen zusammenarbeiten oder diese unterstützen können, sollten sie auch noch leise sein und keine Abgase ausstossen.



TITAN-XIII ist ein vierbeiniger geländegängiger Roboter. (Bild: TITAN-XIII, © 2015 Gen Endo Laboratory, Tokyo Institute of Technology)



Humanoid Toro, 2018 an einer Robotik Fachmesse. (Bild: DLR)



ANYmal ist vierbeiniger Roboter für die Inspektion und Wartung von technischen Anlagen. (Bild: Robotic Systems Lab / ETH Zürich)

Roboter klar besser – was die Komponenten betrifft

Das erste Resultat überraschte selbst den Forscher: Vergleicht man die einzelnen Komponenten von Maschinen und Mensch, wie Mikrofone mit Ohren, Kameras mit Augen oder Antriebssysteme mit Muskeln, gewinnt bezüglich der wesentlichen sensomotorischen Eigenschaften immer die technische Komponente. So verwendet man heute Karbonfasern, die härter sind als Knochen. Wenn man von anderen Merkmalen des menschlichen Knochens absieht – beispielsweise, dass er sich selbst heilen kann – dann ist die technische Lösung hinsichtlich mechanischer Eigenschaften klar überlegen. Das Verblüffende daran formuliert der ETH-Professor so: «Die Frage ist, warum wir bis heute nicht in der Lage sind, aus diesen hochwertigen Komponenten einen Roboter zusammenzubauen, der in seinen Bewegungs- und Wahrnehmungsfunktionen besser funktioniert als der Mensch.»
Womit auch das zweite Resultat dieser umfassenden Übersichtsarbeit angesprochen ist: Schaut man sich die Aktivitäten an, welche Mensch und Maschine ausführen sollen, sind meist die Menschen dem Roboter überlegen. Zwar können auch humanoide Roboter gehen und laufen. Setzt man aber Geh- oder Laufgeschwindigkeit in Relation zu Körpermasse, Gewicht oder Energieverbrauch, können die meisten Roboter nicht mehr mithalten. Roboter MIT-Cheetah (zu Deutsch „Gepard“) läuft mit 6,1 Metern in der Sekunde zwar schneller als ein joggender Mensch und macht damit seinem Namen alle Ehre. Doch der vierbeinige Roboter hat

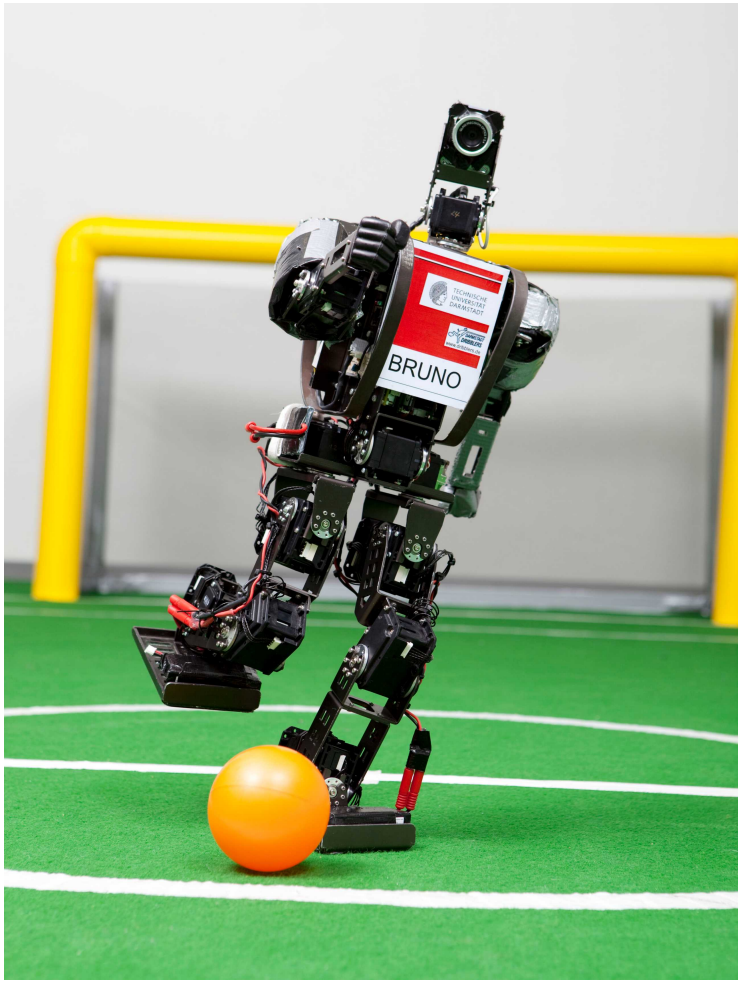
einen hohen Energieverbrauch (973 Watt) und wird auch nur unter Laborbedingungen eingesetzt. Der Mensch übertrifft den Roboter zudem noch deutlich hinsichtlich Ausdauer bzw. Betriebsdauer.

Karate-Kid mit steifen Gelenken

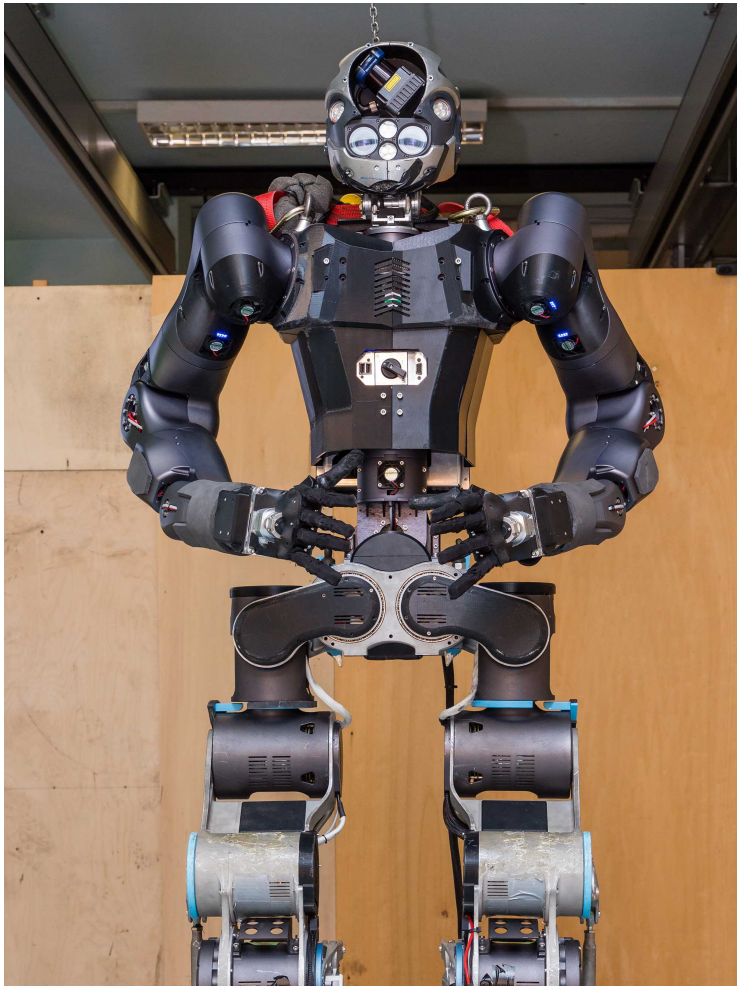


Humanoid iCub in Kindergrösse aus dem Jahr 2009. (Bild: IIT-Istituto Italiano di Tecnologia)

Bei gewissen Funktionen profitieren die Roboter von ihrer Präzision. «Wenn es beispielsweise ums Balancieren auf einem Bein geht, kann der Roboter seine Gelenke problemlos versteifen, während beim Menschen alles ein bisschen wackelt – und deutlich mehr Energie kostet. Der Roboter kann zudem seine Gelenkwinkel exakt erkennen und Bewegungen sehr genau wiederholen – das ist schon beeindruckend und erinnert etwas an Karate Kid», sagt Robert Riener.
Bei einer anderen Bewegungsfunktion, dem Greifen von Objekten, fällt die Bilanz gemischt aus: Roboter können zwar extrem schnell Objekte greifen, jedoch übertrumpfen sie uns noch nicht hinsichtlich den vielen verschiedenen Handbewegungen und manipulativen Fähigkeiten unserer Finger. Wenn es dann um verschiedene Bewegungen wie Schwimmen, Kriechen oder Springen geht, zeigt sich eine weitere Schwäche der Roboter: Sie können nur bestimmte Bewegungen aus dieser Palette ausführen. Die meisten Menschen sind dagegen mühelos in der Lage, mehrere dieser Bewegungen auszuführen und sie zu kombinieren. Als Beispiel dafür wird in der neuen Studie das Fussballspielen erwähnt: Dribbling, Köpfeln oder gar die Strategie der anderen Spieler zu durchschauen, davon sind Maschinen noch weit entfernt.



Als autonomer fussballspielender humanoider Roboter war HR18 Mitglied der humanoiden Roboterfussballmannschaft Darmstadt Dribblers. (Bild: Darmstadt Dribblers / Technische Universität Darmstadt)



Der Humanoid Walk-Man wurde im Jahr 2015 gebaut für den Einsatz in gefährlichen Umgebungen. (Bild: IIT-Istituto Italiano di Tecnologia)

Roboter können uns in Zukunft unterstützen

Sind also humanoide Roboter heute mehr eine Spielerei? «Es ist unglaublich, welche Fortschritte die Robotik in den letzten Jahren gemacht hat. Wir möchten gerne Roboter in unserer Nähe haben, damit sie uns bei schwierigen oder gefährlichen Aufgaben unterstützen. Unsere menschgemachten Umgebungen sind jedoch sehr komplex und es ist deshalb nicht so einfach, dass Roboter in dieser Umgebung autonom und fehlerfrei funktionieren. Aber ich bin zuversichtlich, dass es uns bald gelingen wird, mit den

vorhandenen, leistungsfähigen, technischen Komponenten intelligentere Roboter zu bauen, die besser mit uns Menschen interagieren können», so Riener. Ein wichtiger nächster Schritt wäre laut Riener, dass man weitere systemtechnische und regelungstechnische Anstrengungen unternimmt, um die vorhandenen leistungsfähigen Komponenten besser zu verbinden.
Denkbar ist dann zum Beispiel ein Einsatz in der Pflege, im Bauwesen oder im Haushalt – also überall dort, wo dringend Unterstützung gebraucht wird, um Personal zu entlasten und beispielsweise Menschen mit Bewegungseinschränkungen zu unterstützen.

Literaturhinweis

Riener, R., Rabezzana, L., Zimmermann, Y: Do Robots Outperform Humans in Human-Centered Domains? Frontiers, Volume 10, November 2023, doi: 10.3389/frobt.2023.1223946 ↗

Newsletter abonnieren

› Täglich die aktuellsten ETH-News erhalten

Artikel teilen

Verwandte Artikel

FORSCHUNG

Ein Roboter als Nachtwächter

FORSCHUNG

Schritte zum Mond

UNTERNEHMERTUM

Ein Pflück-Roboter mit Fingerspitzengefühl

Ähnliche Themen

FORSCHUNG ROBOTIK MASCHINELLES LERNEN

Kommentar schreiben

Wir freuen uns, wenn Sie an dieser Stelle Artikel aus den ETH-Newskanälen kommentieren, Fragen stellen oder auch auf Kommentare anderer Leserinnen und Leser reagieren. Bitte beachten Sie dabei unsere Kommentarregeln.

Kommentar

Noch keine Kommentare