

Der vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelte Roboter „Rollin' Justin“ kann zweihändig komplexe Manipulationen vollführen und sich aufgrund einer mobilen Plattform frei im Raum bewegen. Damit ist er der Prototyp eines Serviceroboters, wie er in Zukunft im Haushalt für alltägliche Verrichtungen oder für Hol- und Bringdienste in einem Lager einsetzbar sein dürfte.



EtherCAT als einheitliche Kommunikationsplattform für mobilen Serviceroboter

## „Rollin' Justin“ schleppt Kisten und serviert Tee

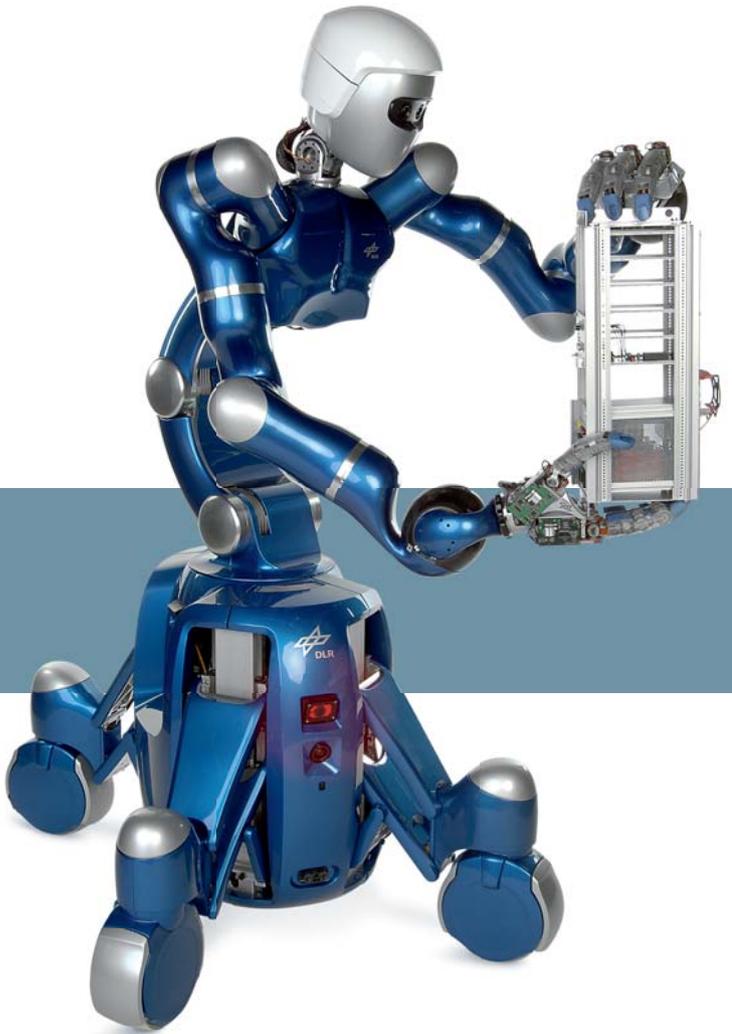
Die Entwicklung humanoider, d. h. menschenähnlicher Roboter hat in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht. „Rollin' Justin“, vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt, kann zweihändig komplexe Manipulationen ausführen und sich aufgrund einer mobilen Plattform frei im Raum bewegen. Damit ist „Rollin' Justin“ ein Prototyp des Serviceroboters, wie er in Zukunft im Haushalt für alltägliche Verrichtungen oder für Hol- und Bringendienste in einem Lager einsetzbar wäre. Die für die Bewegungsabläufe notwendige, schnelle Kommunikation erfolgt via EtherCAT, die Steuerung übernimmt die Beckhoff- Automatisierungssoftware TwinCAT PLC.



„Rollin' Justin“ ist das Ergebnis einer mehr als zehnjährigen Forschungsarbeit am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Weßling. Basis für die Entwicklung des mobilen Roboters in Menschengestalt sind die vom DLR entwickelten Leichtbauroboterarme und -hände, wie sie z. B. für Wartungsarbeiten im Weltraum eingesetzt werden. Durch den Torso und die mobile Plattform mit vier rollengelagerten, einzeln ein- und ausfahrbaren Beinen, konnte der Greifraum des Roboters vergrößert werden, analog zu den Rumpfbewegungen, mit denen der Mensch seinen Aktionsradius erweitert. Allein der Oberkörper verfügt über 43, mit Momentensensoren ausgestattete Freiheitsgrade; insgesamt 51 Gelenke machen „Rollin' Justin“ zu einem beweglichen Multitalent, das feinfühlig manipulieren und interagieren kann. Geschickt handhabt der Roboter zweihändig Objekte und ist beispielsweise in der Lage, eine Kiste zu tragen oder einen Instanttee zuzubereiten. Letzteres setzt eine komplexe Bewegungskoordination voraus: Der Roboter muss den Teebehälter mit der einen Hand greifen, um ihn mit der anderen Hand aufzuschrauben. Dann füllt er das Teegranulat in ein Trinkglas, wobei er die Menge durch Antippen des Plastikgefäßes mit dem Finger genau dosiert. Zum Schluss gießt er Wasser aus einer Karaffe in das Glas.

### Drehmomentsensoren erlauben feinfühlig Manipulationen

Je nach Manipulationsart wird eine eher enge oder lose Koordination von Armen und Händen vorausgesetzt: So erfordert das Greifen großer Objekte, wie z. B. einer Kiste, die enge Koordination beider Arme. Das Öffnen eines Drehverschlusses setzt hingegen die synchrone Bewegung von Hand und Arm voraus. „Rollin' Justin“ interagiert aber auch mit dem Menschen und seiner Umgebung: Stößt er irgendwo an, bzw. berührt er einen Gegenstand oder einen Menschen, dann bemerkt er das und bricht die Bewegung ab; oder er stellt eine Frage, ob er weiterarbeiten soll. Über eine integrierte Spracherkennung beherrscht der Roboter ca. 100 Wörter und kann sie zu sinnhaften Aufgaben verbinden. Über eingebaute Kameras sammelt er außerdem Informationen aus seiner Umgebung und identifiziert Objekte, um sich entsprechend orientieren zu können. Die Ausstattung mit Drehmomentsensoren, z. B. an den Fingern, sorgt dafür, dass „Rollin' Justin“ auch empfindliche Gegenstände, wie eine Erdbeere, greifen kann, ohne sie zu zerdrücken. Die Standfläche des Roboters ist variabel: Bei hoch dynamischen oder besonders ausgreifenden Aktionen stabilisiert „Rollin' Justin“ seinen Oberkörper durch Vergrößern seiner Standfläche;



dazu fährt er die Beine aus. Muss er einen engen Durchgang passieren, fährt er die Beine wieder ein.

**„Mit EtherCAT haben wir das ideale Kommunikationssystem gefunden.“**

„Der Einsatz bewährter Hardwarekomponenten von Drittanbietern ersparte uns beim Bau von „Rollin' Justin“ aufwändige Neuentwicklungen“, erläutert Klaus Kunze vom Institut für Robotik und Mechatronik, Abteilung Robotersysteme, des DLR. „Dabei war unsere Auswahl vornehmlich von der gewünschten Funktionalität und der Notwendigkeit einer kompakten Bauform bestimmt.“

Dies stellte das DLR jedoch vor die Herausforderung, verschiedene Echtzeitprotokolle integrieren zu müssen: Die verwendeten Komponenten kommunizieren mit CAN, CANopen, SERCOS, SpaceWire und EtherCAT. Diese unterschiedlichen Feldbusse werden über die Beckhoff-Automatisierungssoftware TwinCAT PLC auf einem EtherCAT-Slave abgebildet.

Auf dem separaten Echtzeitrechner zur Regelung der gesamten Plattform, inklusive Oberkörper, stehen alle zur Regelung notwendigen Daten synchron – über ein einziges echtzeitfähiges Busprotokoll – in einer

Matlab®-/Simulink®-Umgebung zur Verfügung. „Wir benötigten eine Lösung, die zum einen die Kommunikationstechnik der Komponenten unterstützt und zum anderen ihre Leistungsfähigkeit, wie z. B. den 1-ms-Takt der SERCOS-Antriebe und die kurzen Totzeiten, nicht beschränkt. Mit EtherCAT haben wir das ideale Kommunikationssystem gefunden“, stellt Klaus Kunze fest. Über die Standard-EtherCAT-Klemmen von Beckhoff erfolgt die Anbindung der Kraftsensoren und der Servoantriebe. Beckhoff-SSI-Klemmen erfassen die Daten der Positionssensoren der Roboterbeine. Die SERCOS-Antriebe der Arme und des Torsos sind über Beckhoff SERCOS-Master-PCI-Einsteckkarten angebunden.

„Rollin' Justin“ stellt für das DLR eine optimale Experimentierplattform zum Test von robusten Regelungsstrategien und intelligenten Handlungsplanungen zur Realisierung komplexer, beidhändiger Manipulationsaufgaben dar. Der Einsatz des mobilen Serviceroboters als Kisten schleppender oder Tee einschenkender Haushaltshelfer bleibt jedoch vorerst noch Zukunftsmusik.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt [www.dlr.de](http://www.dlr.de)

EtherCAT

[www.beckhoff.de/ethercat](http://www.beckhoff.de/ethercat)