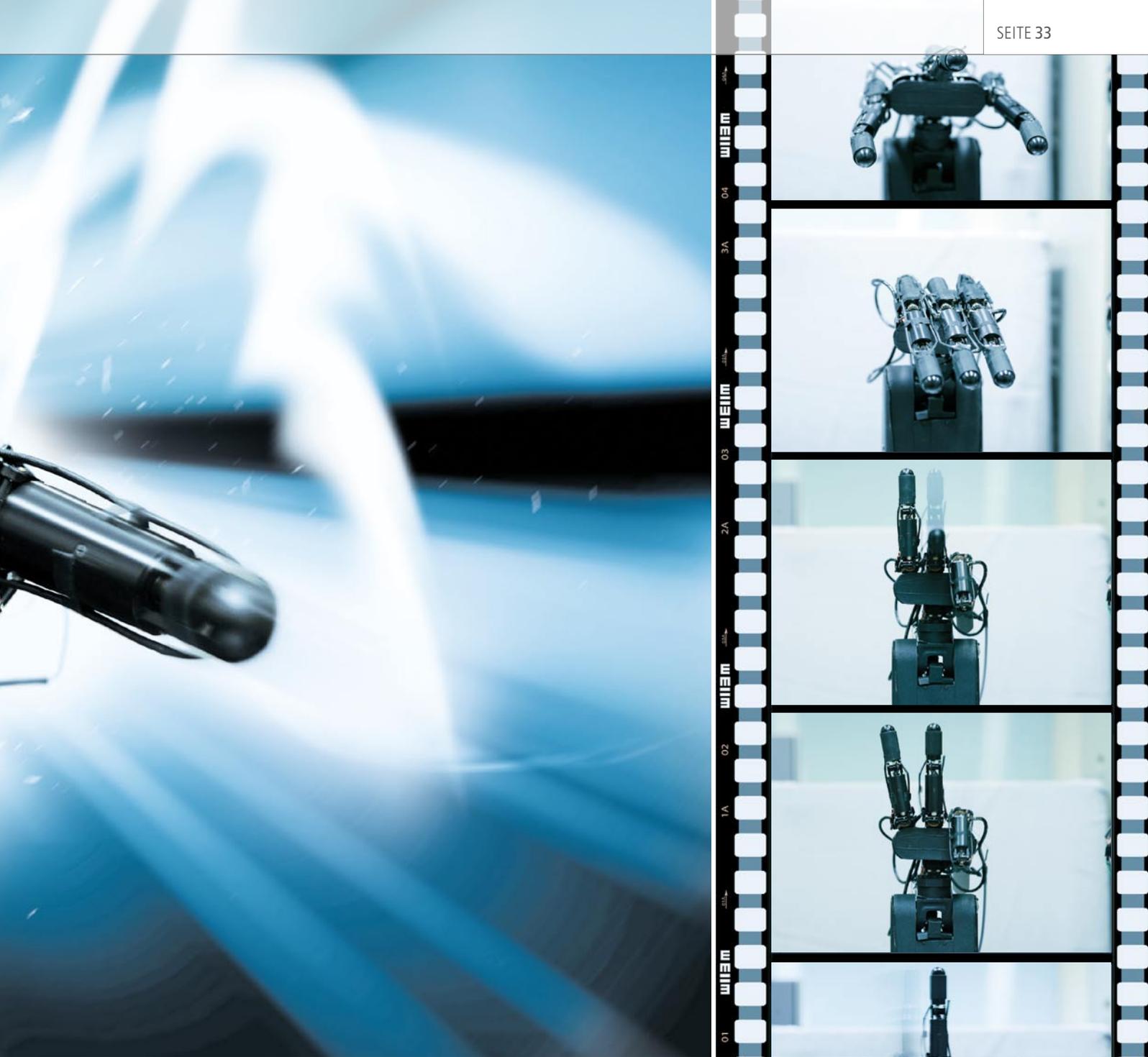
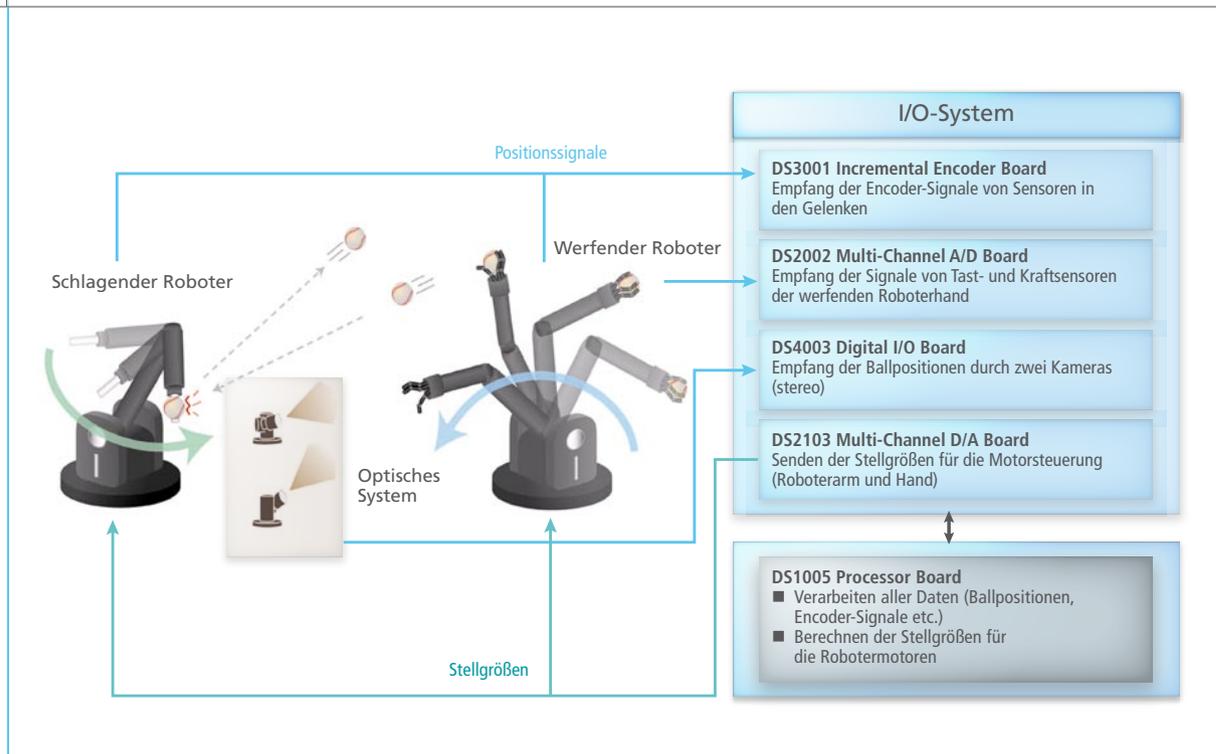


Home Run im Labor

Baseballspielendes Robotersystem demonstriert perfekte Wurf- und Schlagtechnik.



Mit ihren motorischen und kognitiven Leistungen, die in manchen Bereichen menschliche Fähigkeiten übertreffen, erschließen sich moderne Roboter ganz neue Einsatzmöglichkeiten. Ein Projekt mit Baseball-Robotern an der Universität Tokio zeigt eindrucksvoll den aktuellen Stand der Forschung.



Der werfende und der schlagende Roboter sind wie Baseballspieler aufgestellt. Das dSPACE-System evaluiert die Signale von den Sensoren und der Stereokamera über mehrere Schnittstellenkarten und berechnet die Werte für die Motorsteuerung.

Das menschliche Gehirn – ein Hochleistungsrechner

Im Gegensatz zu herkömmlichen Computern ist das menschliche Gehirn höchst lernfähig. Das liegt daran, dass es kein geschlossenes, sondern ein offenes System ist, das Informationen der Außenwelt durch zahlreiche Sinnesorgane aufnimmt und komplexe Bewegungen steuert. Zudem steigert das Gehirn seine Anpassungs- und Lernfähigkeit durch den Informationsaustausch mit der Außenwelt. Pianisten, Zirkusakrobaten oder Jongleure sind typische Beispiele für Menschen, die feinmotorische und kognitive Höchstleistungen erbringen.

Ultraschneller Roboter

Das Ziel des Forschungsprojektes an der Universität Tokio ist die Konstruktion eines ultraschnellen Robotersystems, das nicht nur die Geschwindigkeit bisheriger Roboter und Maschinen übertrifft, sondern auch menschliche Fähigkeiten überflügeln soll. Um die dafür notwendige Geschwindigkeit zu erreichen, wurden zwei wesentliche Merkmale spezifiziert:

- Ein optisches System, das mit einer Frequenz von 1 kHz Bilddaten erfassen, verarbeiten, berechnen und senden kann.
- Eine leichte Roboterhand mit drei Fingern – dem notwendigen Minimum für Stabilität –, ausgestattet mit Miniaturmotoren mit einem hohem Drehmoment bei niedrigem Gewicht.

die in Zusammenarbeit mit Harmonic Drive Systems Inc. entwickelt wurde, benötigt nur 0,1 Sekunden zum Öffnen und Schließen. Die Sensoren und Prozessoren des optischen Systems wurden in Kooperation mit Hamamatsu Photonics K.K. entwickelt. Der Kamerakopf ist als aktives Sichtsystem mit 2 Freiheitsgraden ausgelegt und lässt sich schwenken

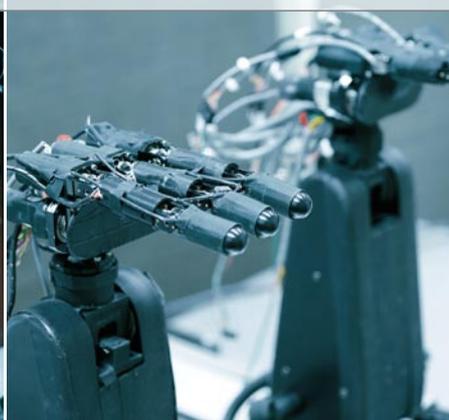
„Mit der modularen Hardware von dSPACE konnten wir ein robustes, leistungsfähiges Echtzeitsystem für unseren Hochgeschwindigkeitsroboter aufbauen.“

Dr. Taku Senoo, Universität Tokio

Systemaufbau

Das System besteht aus Roboterarm, Roboterhand, optischem System, diversen Sensoren und einem Echtzeitregelsystem, das auf dSPACE-Hardware basiert. Die Fingerspitzen sind mit hauchdünnen Tastsensoren ausgestattet; an den Fingergelenken befinden sich Kraftsensoren. Beide erfassen die Berührung von Objekten mit 1 kHz. Die ultraschnelle Hand,

und kippen. Dadurch kann die Nachverfolgungssteuerung ein Objekt im Sehfeld permanent zentrieren – genau wie das menschliche Auge. Die Stereosicht, basierend auf zwei aktiven Sichtsystemen, erlaubt die dreidimensionale Erfassung sämtlicher Abläufe. Die Reglersoftware zum Herunterladen auf das dSPACE-System wurde mit MATLAB®/Simulink® entwickelt.



Baseball-Experimente

Bei den Experimenten übernimmt einer der Roboter die Rolle des Werfers (Pitcher), der andere die des Schlägers (Batter): Das Werfen verläuft über eine Ausholbewegung vom Arm bis in die Fingerspitzen und ergibt einen schnellen, gleichmäßigen Schwung. Beim Schlagen macht es die koordinierte Steuerung der verschiedenen Armgelenke und die Video-Nachverfolgung des Balles möglich, auch einen Curve Ball (im Bogen geworfener, schwer zu treffender Ball) zu treffen.

Ergebnis

Weil der werfende Roboter seine Finger nahezu wie ein Mensch bewegen kann, beherrscht er problemlos

gezielte Würfe in die Schlagzone (Strike Zone). Der 3,9 Meter entfernt stehende schlagende Roboter schlägt den Ball bereits 0,2 Sekunden nach dem Wurf zurück. Weil der schlagende Roboter die Ausholbewegung des Schlagholzes in 1-kHz-Schritten auf Basis der Stereodaten der Kameras anpassen kann, trifft er jeden Ball, egal wie dieser geworfen wird. Bei diesem Experiment sind sowohl die Wurfgeschwindigkeit als auch die Zeit zum Schwungholen für den schlagenden Roboter durch die Räumlichkeiten des Labors eingeschränkt. Überträgt man den Versuch auf ein echtes Baseballfeld, d.h. auf einen Abstand von 18,4 m zwischen Abwurfstelle (Pitcher's Mound) und Ziel (Home Base), so könnte theoretisch sogar ein 300 km/h schneller Ball getroffen werden.

Rolle und Evaluierung des dSPACE-Systems

Das dSPACE-System übernimmt in diesem Aufbau das Empfangen der Sensordaten, das Berechnen der Flugbahn des Balls und das Weiterleiten der resultierenden Steuerbefehle an die verschiedenen Motoren. Bei der Auswahl für ein Steuerungssystem fiel die Entscheidung auf einen modularen Aufbau mit einer dSPACE Expansion Box, weil sie die Möglichkeit für eine flexible Erweiterung des Systems bietet. ■

*Dr. Taku Senoo
Universität Tokio
Japan*

Dr. Taku Senoo

Dr. Senoo ist Projektforschungsstipendiat an der Universität Tokio, Fakultät für Informatik und Technik, Fachbereich Kreative Informatik.



Ausblick

Im Labor können Roboter bereits viele anspruchsvolle Bewegungsabläufe schnell und präzise ausführen, beispielsweise Bleistifte in den Fingern drehen, dribbeln, oder Gegenstände fangen. Dadurch eröffnen sich für ultraschnelle Robotersysteme in Zukunft zahlreiche neue Einsatzmöglichkeiten, die wesentlich dynamischer ablaufen können als in der Vergangenheit.

Demovideo unter
www.dspace.com/goto?cv