

Presse-Information

Nr. 49

27.03.2023

Hannover Messe

Bionische Roboterarme beweglich und sanft wie Elefantenrüssel

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Campus A2 3
66123 Saarbrücken
T: 0681 302-2601
F: 0681 302-2609

Redaktion

Claudia Ehrlich
T: 0681 302-64091
presse.ehrlich@uni-saarland.de

Künstliche Muskeln und Nerven aus der Formgedächtnislegierung Nickel-Titan machen Roboterrüssel wendig und beweglich wie ihr tierisches Vorbild. Sie sind aber wesentlich leichter, unermüdlicher und präzise steuerbar. Die bionischen Roboterarme, die das Forschungsteam um Professor Stefan Seelecke von der Universität des Saarlandes zusammen mit der Festo-Unternehmensgruppe entwickelt, verbrauchen nur wenig Strom und können gefahrlos mit Menschen zusammenarbeiten. Die Technologie zeigt das Forschungsteam auf der Hannover Messe vom 17. bis 21. April (Halle 002, Stand B34).

Industrieroboter sind heute ebenso kraftvoll, flink und präzise wie schwer und lebensgefährlich. Menschen, die mit ihnen arbeiten, müssen sich in Acht nehmen, sonst hat ein Remppler schnell schmerzhaft Folgen. Damit sie mit dem Menschen Seite an Seite und Hand in Hand arbeiten können, müssen Roboter softer sein. Einen Roboterarm, der gänzlich ohne schwere Metallkonstruktion auskommt, entwickelt das Forschungsteam um den Spezialisten für intelligente Materialsysteme Professor Stefan Seelecke von der Universität des Saarlandes (UdS).

Die Saarbrücker Forscherinnen und Forscher folgen dabei dem Vorbild der Natur: dem Elefantenrüssel. „Dieses Erfolgsmodell hatte Jahrtausende Zeit, auszureifen, und sich in der Praxis zu bewähren“, erklärt Stefan Seelecke. Der schlanke Roboterrüssel, den sie entwickeln, kann schwingend pendeln und schlenkern, sich in alle Richtungen biegen. Anders als die heutigen schweren, metallenen Roboterarme ist er nicht an sperrige Gelenke gebunden, die Bewegungen nur in bestimmte Richtungen zulassen. Wie sein tierisches Vorbild kommt der Roboterrüssel ohne „Knochen“, also ohne starres Metallgerüst aus. Er ist wendig allein durch das geschickte Zusammenspiel seiner künstlichen Muskeln.

„Unsere intelligenten Materialsysteme machen biegsame und weiche Roboterwerkzeuge möglich, die erheblich leichter und flexibler sind als heutige technische Bauteile. Sie brauchen keine Motoren, Hydraulik oder Druckluft, sondern funktionieren mit vergleichsweise wenig elektrischem Strom. Das macht diese Robotertechnologie im Betrieb nachhaltig, kostengünstig und auch leise“, erläutert Stefan Seelecke. Sein Forschungsteam arbeitet an der Universität des Saarlandes und am Saarbrücker Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik Zema an verschiedenen Arten von künstlichen Muskeln für smarte Roboterrüssel und -tentakel. Sowohl intelligente Kunststoffe wie auch Formgedächtnislegierungen setzen die Ingenieure hierzu ein. Auf der Hannover Messe zeigt das Team seinen neuen Prototyp mit Formgedächtnis: Der etwa 30 Zentimeter lange Rüssel demonstriert sein Können mit Muskeln und Nerven aus Nickel-Titan-Drahtbündeln. „Die Technologie ist skalierbar, sie funktioniert auch für große Industrieroboter“, sagt Seelecke.

Künstliche Muskeln aus Nickel-Titan-Drähten können wie Muskeln von Lebewesen kontrahieren: Auf Befehl verkürzen sie sich, ziehen sich also zusammen, und dehnen sich wieder aus, entspannen also. Diese außergewöhnliche Fähigkeit von Nickel-Titan beruht auf dem Phänomen des Formgedächtnisses dieser Legierung: Sie erinnert sich an ihre ursprüngliche Form. Wird ein solcher Draht erwärmt, etwa indem Strom hindurchfließt, verkürzt er sich. Wird der Strom abgeschaltet, kühlt er ab und wird wieder lang. Der Grund liegt im Kristallgefüge der Legierung: „Durch Erwärmen kommt es hier zu Festkörperphasenumwandlungen“, erklärt Professor Paul Motzki, der mit Stefan Seelecke forscht und mit „Smarte Materialsysteme für innovative Produktion“ eine Brückenprofessur zwischen Universität des Saarlandes und Zema innehat. Anders als etwa bei Wasser, das bei Erwärmen gasförmig wird, bleibt Nickel-Titan zwar fest, aber der feste Zustand, seine Kristallstruktur, wandelt sich um.

Die Forscherinnen und Forscher setzen den Rüssel aus vielen der künstlichen Muskelstränge zusammen. Wie echte Muskelfasern, die in Bündeln zusammengefasst sind, bündeln sie dafür auch die haarfeinen Drähte. Drahtbündel geben durch die größere Oberfläche mehr Wärme ab, was die Kontraktionen schneller macht. Und stark sind sie auch: „Die Drähte haben die höchste Energiedichte aller bekannten Antriebsmechanismen und entwickeln hohe Zugkraft. Das macht es uns auf kleinstem Raum möglich, starke Antriebstechniken unterzubringen, was sonst unmöglich wäre“, erläutert Paul Motzki. Indem sie mehrere dieser Drahtbündel in bestimmten Abständen

durch eine Reihe runder, dünner Kunststoffscheiben fädeln, halten die Drahtbündel Abstände ein und es entsteht ein Rüsselsegment. Die Forscher setzen mehrere dieser Segmente zusammen, deren Scheiben zum Ende des Rüssels hin kleiner werden.

Durch elektrische Impulse können die Forscher im Rüssel die Muskeln spielen lassen. Verkürzen sie die künstlichen Muskelstränge auf einer Seite in einem Muskelsegment, biegt sich der Rüssel an dieser Stelle im gewünschten Winkel nach außen. Das Zusammenspiel der Drahtbündel bringt dabei wie eine Beuge- und Streck-Muskulatur fließende Bewegungsabläufe hervor. Ohne zusätzliche Sensoren können die Forscher den Rüssel hochpräzise und schnell ansteuern, so dass er beliebige Bewegungen vollführt. Die künstlichen Muskeln dienen dabei zugleich als Nerven des Systems – die Drähte selbst haben Sensoreigenschaften. „Jede Verformung der Drähte bewirkt eine Änderung des elektrischen Widerstands und lässt sich präzisen Messwerten zuordnen. Anhand der Messwerte wissen wir genau, in welcher Position welches der Drahtbündel gerade verformt ist, und können so auch sensorische Daten ablesen“, erklärt Doktorand Yannik Goergen, der den Rüssel im Rahmen seiner Promotion entwickelt hat. Die Ingenieure modellieren und programmieren mit diesen Werten Bewegungsabläufe, entwickeln hierfür intelligente Algorithmen und trainieren so den bionischen Rüssel. Seine Spitze können sie mit zusätzlichen Funktionen ausstatten: etwa einem Greifer oder einem Kamerasystem. Auch könnte der Rüssel einen Schlauch tragen, der präzise Flüssigkeiten abgibt oder abpumpt.

Hintergrund:

Die Forscher arbeiteten beim bionischen Rüssel zusammen mit der Festo-Unternehmensgruppe. An der Technologie forschen auch viele Doktorandinnen und Doktoranden im Rahmen ihrer Doktorarbeiten. Sie ist Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und wurde im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte gefördert: So förderte etwa die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG SPP 2100 Soft Materials Robotics) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz diese Forschung (im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand ZIM, Projekt "AutoEndoskop" – Inspektion von komplexen Bauteilen, Turbinen).

Die Ergebnisse der anwendungsorientierten Forschung wollen die Forscher in die Industriepaxis bringen, hierzu haben sie aus dem Lehrstuhl heraus die Firmamatelligent GmbH gegründet.

Fragen beantwortet:

Prof. Dr. Stefan Seelecke, Lehrstuhl für intelligente Materialsysteme:

+49 (681) 302-71341; stefan.seelecke@imsl.uni-saarland.de

Prof. Dr. Paul Motzki, Professur Smarte Materialsysteme für innovative Produktion, +49 (681) 85787-545; E-Mail: paul.motzki@uni-saarland.de

Sophie Nalbach, M.Sc., Bereichsleiterin Smarte Materialsysteme

+49 (681) 85787 – 910; sophie.nalbach@imsl.uni-saarland.de

Weitere Informationen:

<https://imsl.de> - Lehrstuhl für intelligente Materialsysteme

<https://mateligent.de> - Spin off mateligent GmbH

<https://zema.de/> - Am Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik (Zema) in Saarbrücken arbeiten Universität des Saarlandes, Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes und Industriepartner zusammen.

Pressefotos zum Download:

Pressefotos zur honorarfreien Verwendung in Zusammenhang mit dieser Pressemitteilung finden Sie unter <https://www.uni-saarland.de/aktuell/hannover-messe-bionische-roboterarme-elefantenruessel-26426.html>

Die Pressefotos können Sie mit Namensnennung des Fotografen als Fotonachweis honorarfrei in Zusammenhang mit dieser Pressemitteilung und der Berichterstattung über die Universität des Saarlandes verwenden.