



Von Quallen inspirierter Roboter gewinnt Best Paper Award auf renommierter Robotikkonferenz

Die Erfinder des "Jellyfishbot" am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart gewinnen den Best Paper Award auf einer renommierten Robotikkonferenz und veröffentlichen ihre Arbeit in Nature Communications. Ihre Forschung birgt ein großes Potenzial, sowohl die Auswirkungen von Umweltveränderungen auf das Ökosystem des Ozeans zu untersuchen als auch bei der Behandlung von Krebs eingesetzt zu werden.

Stuttgart, 2. Juli 2019 - Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme (MPI-IS) entwickelten einen Roboter, der wie eine Qualle aussieht und sich auch so bewegt. Das Team nannte ihre Erfindung "Jellyfishbot". Der nicht kabelgebundene Roboter verfügt wie sein natürliches Vorbild über eine schirmförmige Glocke und nachziehende Tentakel. Die Forschung wurde heute unter dem Titel "Multifunctional soft-bodied jellyfish-like swimming" in [Nature Communications](#) veröffentlicht. Die beiden Erstautoren der Publikation sind Ziyu Ren, Doktorand in der Abteilung für Physikalische Intelligenz am MPI-IS, und Dr. Wenqi Hu, Wissenschaftler in der selben Abteilung. Doktorand Xiaoguang Dong war ebenso Teil der Arbeitsgruppe. Dr. Metin Sitti, Direktor am MPI-IS und Leiter der Abteilung Physikalische Intelligenz ist Projektleiter und hat die Letztautorenschaft inne.

Darüber hinaus entwickelte das Team in einer weiteren Studie, basierend auf dem Wissen aus der bio-inspirierten Roboterplattform, ein neues Jellyfishbot-Design für medizinische Anwendungen. Diese Forschungsarbeit wurde erst letzte Woche auf einer der renommiertesten Robotikkonferenzen der Welt (Robotics: Science and Systems), veröffentlicht und gewann den Best Paper Award. Ziyu Ren und Tianlu Wang, beide Doktoranden in der Abteilung für Physikalische Intelligenz am MPI-IS ist, teilen sich hier die Erstautorenschaft.

"Zwei Aspekte waren bei unserem Projekt zentral," erklärt Sitti und verweist auf die Forschungsmethoden seiner Abteilung für Physikalische Intelligenz. "Wir lernen von einer Reihe von biologischen Systemen und lassen uns von diesen inspirieren, um winzige, bio-inspirierte Roboter zu entwickeln. Wir verwenden sie, um biologische Systeme zu studieren und besser zu verstehen. Aber noch wichtiger ist, dass solche neu entwickelten Roboter vielleicht eines Tages die kritischen wissenschaftlichen und technologischen Herausforderungen im Gesundheitswesen und in der Umwelt lösen und dazu beitragen könnten, das Wohlergehen unserer Gesellschaft zu verbessern".

Bei der Größe des weichen Roboters haben sich die Forscher von Babyquallen (*Scyphomedusa ephyra*) inspirieren lassen. Sein Durchmesser beträgt nur etwa fünf

Millimeter. In bewegliche weiche Lappen sind Magnetpartikel eingebettet, mit denen die Wissenschaftler den Roboter steuern können, wenn er einem externen oszillierenden Magnetfeld ausgesetzt wird. So können sie beispielsweise den weichen Körper des Roboters so bewegen, dass er in einer schlangenartigen Bewegung genau wie das echte Tier nach oben schwebt (Abbildung 1) -.

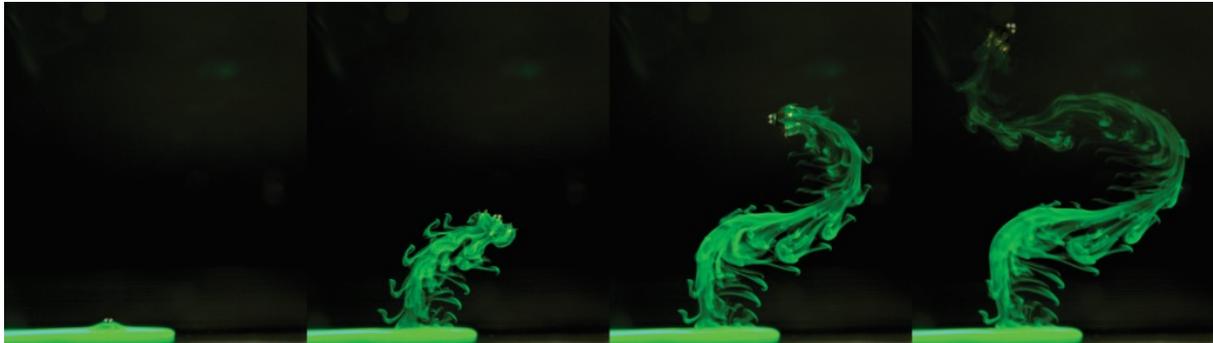


Abbildung 1. Der Jellyfishbot wird so gesteuert, dass er einen S-förmigen chemischen Weg bildet.

Quallen sind eine der häufigsten Arten im Ökosystem des Ozeans. Sie sind ein wichtiger Teil der Nahrungskette. Ihre Verbreitung hängt stark von ihrem Überleben im frühen Lebenszyklus (Ephyralarve) ab. Die Wissenschaftler beobachteten deshalb die Ephyralarven – also die Jungtiere der Quallen – und untersuchten ihr Schwimm- und Raubverhalten.

Sie fanden heraus, dass die Qualle eine Paddelbewegung ausführt, um sich selbst voran zu treiben. Schwimmend erzeugt sie aktiv eine fließende Strömung um ihren weichen Körper herum. So fängt sie Beute, indem sie kleine Organismen unter ihrem Schirm zieht und einfängt, während sie sich bewegt.

"Es ist viel einfacher, die Schwimmfähigkeit unseres Roboters aufzuzeichnen und zu messen als die der Qualle", antwortet Ziyu Ren auf die Frage, warum er und sein Team sich die Aufgabe stellten, einen Jellyfishbot zu bauen. "Die Bewegungsdaten sind viel sauberer und wir können Fragen stellen, wie z.B. was mit der Flüssigkeit um sie herum passiert, wenn die Qualle anders schwimmt."

Metin Sitti ist davon überzeugt, dass diese Forschung große Auswirkungen haben wird: "Wir können diesen kleinen Roboter benutzen, um wichtige Umweltfragen zu untersuchen. Die Qualle spielt eine wichtige Rolle im Ökosystem des Ozeans, indem sie es aufwirbelt und einzigartige Strömungen erzeugt - ebenso wie Wind und Gezeiten. Veränderungen in der Umgebung können jedoch zu Veränderungen im Schwimmverhalten der Tiere und damit in ihrer Fähigkeit, das Meerwasser zu durchmischen, führen. Das Verständnis des Zusammenhangs zwischen der Bewegung des Roboters und dem entstehenden Fluidstrom kann uns helfen, mögliche Einflüsse des Klimawandels auf die Durchmischung des Wassers zu bewerten."

Über die Beantwortung von Umweltfragen hinaus hat Jellyfishbot die faszinierende Fähigkeit, zahlreiche Funktionen zu realisieren: "Wenn wir das Schwimmen der Larvenqualle nachahmen, können wir mit diesem millimetergroßen Roboter Objekte einfangen und

manipulieren. Dies ist der gleiche Mechanismus, den Quallen auf der Jagd anwenden", sagt Wenqi Hu. Die Wissenschaftler betätigen die magnetischen weichen Laschen durch ein externes oszillierendes Magnetfeld, um verschiedene Bewegungen wie Graben, Mischen, selektives Fangen sowie Transport und Verteilung von Chemikalien auszuführen (Abbildung 2).

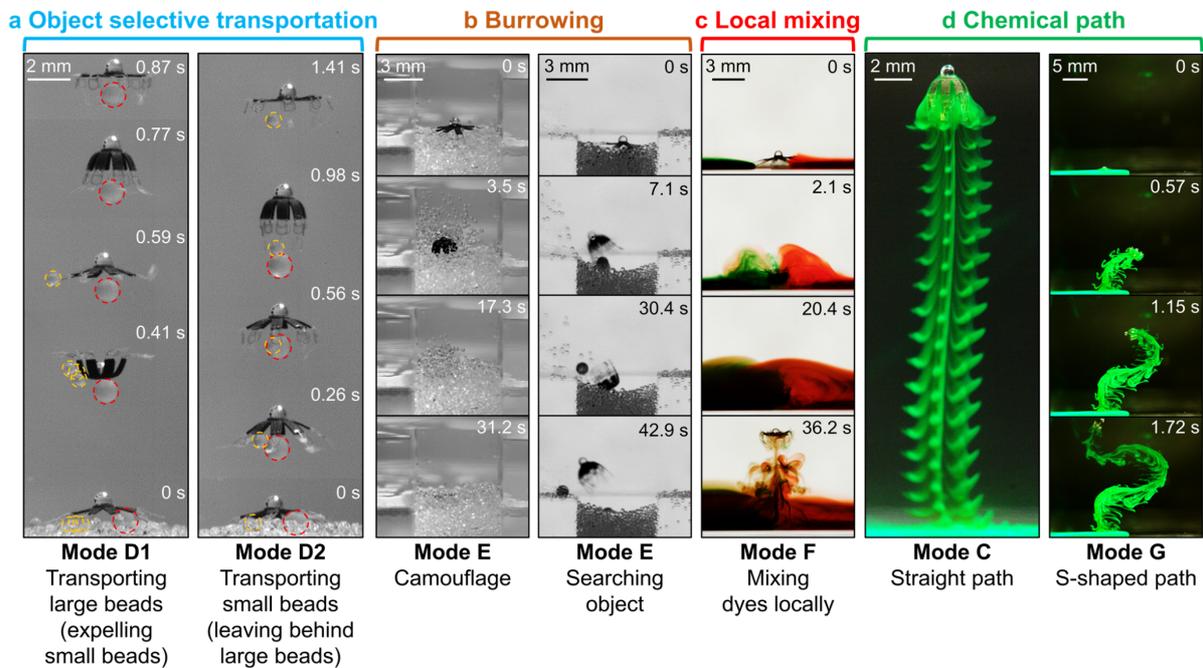


Abbildung 2. Vier Funktionen, die der Jellyfishbot erfüllt: a) Transport von kleinen und großen Perlen; b) Graben in einem Pool von feinen Perlen, Tarnung simulieren und nach Beute suchen; c) Mischen von zwei verschiedenfarbigen Lebensmittelfarbstoffen; d) Erzeugen eines chemischen Weges.

Die Funktionalitäten der nicht gebundenen Miniatur-Schwimmroboter könnten auch in medizinischen Anwendungen viele Einsatzmöglichkeiten haben. "Ein mögliches Anwendungsszenario ist, den Roboter durch Ultraschallbildgebung so zu steuern, dass er in die Blase schwimmt und sich dort mit einem Ziel, z.B. Krebsgewebe, verbindet, um das Krebsmedikament dort über lange Zeit in kontrollierten Dosen freizusetzen", so Xiaoguang. Dies könnte enorme Auswirkungen auf die Patienten haben. Es könnte die Beschwerden, die durch herkömmliche Behandlungsverfahren verursacht werden, reduzieren und die Behandlungseffizienz erhöhen.

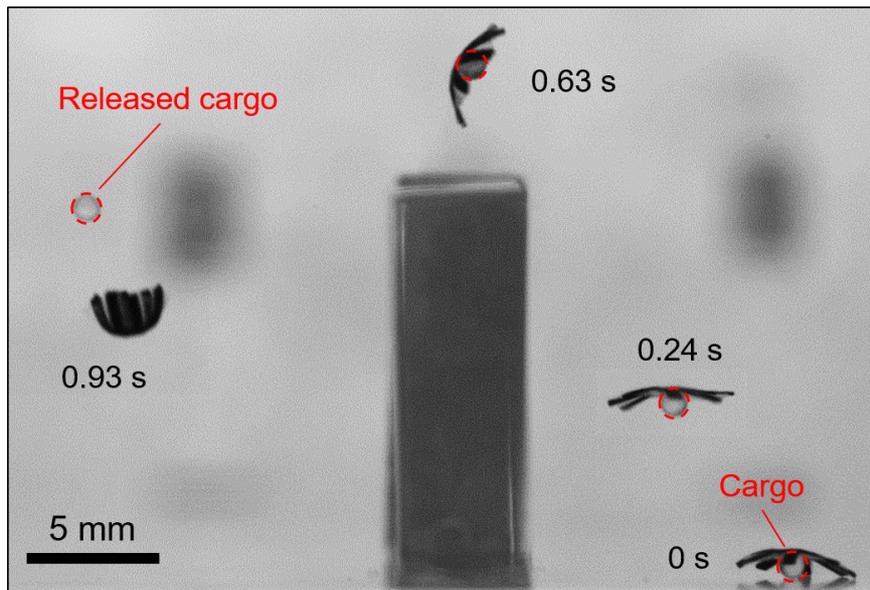


Abbildung 3. Demonstration des Jellyfishbots beim Transport einer Perle: Die Video-Schnappschüsse des Roboters und der Perle werden im gleichen Videobild überlagert. Die rot gestrichelten Kreise zeigen die Positionen der Perle an, die vom Roboter über eine Barriere gefangen und transportiert wird.

Den vollständigen wissenschaftliche Artikel finden Sie hier:

<https://www.nature.com/articles/s41467-019-10549-7>

Über uns

Am **Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme** wollen wir die Prinzipien von Wahrnehmung, Handeln und Lernen in intelligenten Systemen verstehen.

Unser Institut ist auf zwei Standorte verteilt, auf Stuttgart und Tübingen. Die Forschung am Standort Stuttgart umfasst Kleinrobotik, Selbstorganisation, haptische Wahrnehmung, bioinspirierte Systeme, medizinische Robotik und physische Intelligenz. Der Tübinger Standort des Instituts konzentriert sich auf Maschinelles Lernen, Computer Vision und die Steuerung intelligenter Systeme.

www.is.mpg.de

Die **Max-Planck-Gesellschaft** ist Deutschlands erfolgreichste Forschungsorganisation – seit ihrer Gründung 1948 finden sich alleine 18 Nobelpreisträger und Nobelpreisträgerinnen in den Reihen ihrer Wissenschaftler. Damit ist sie auf Augenhöhe mit den besten und angesehensten Forschungsinstitutionen und Universitäten der Welt.

Derzeit gibt es 84 Max-Planck-Institute und Einrichtungen, die alle Grundlagenforschung in den Natur-, Bio-, Geistes- und Sozialwissenschaften im Dienste der Allgemeinheit betreiben. Max-Planck-Institute engagieren sich in Forschungsgebieten, die besonders innovativ sind, einen speziellen finanziellen oder zeitlichen Aufwand erfordern. Ihr Forschungsspektrum entwickelt sich dabei ständig weiter: Neue Institute werden gegründet oder bestehende Institute umgewidmet, um Antworten auf zukunftssträchtige wissenschaftliche Fragen zu

finden. Diese ständige Erneuerung erhält der Max-Planck-Gesellschaft den Spielraum, auf neue wissenschaftliche Entwicklungen rasch reagieren zu können.

www.mpg.de

Dr. Wenqi Hu kommt aus Südwest-China. Er promovierte 2014 an der University of Hawaii. Seit 2014 forscht er in der Abteilung für Physikalische Intelligenz in Stuttgart. Seit über drei Jahren arbeitet er mit seinen Teamkollegen an diesem weichen Millirobot-Projekt.

Xiaoguang Dong ist Doktorand am Department of Mechanical Engineering der Carnegie Mellon University (CMU), Pittsburgh, USA und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart. Im Jahr 2016 erwarb er am Fachbereich Maschinenbau der CMU einen Master-Abschluss in Maschinenbau (Teilbereich: Robotik). 2013 schloss er sein Studium am Harbin Institute of Technology, China, mit einem Bachelor-Abschluss in Automation (Control Systems and Engineering) ab. Seine Forschungsschwerpunkte sind miniaturisierte magnetische Weichkörperroboter, Steuerungen und kollektive Systeme.

Ziyu Ren ist Doktorand in der Abteilung Physikalische Intelligenz am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart. Ziyu erhielt seine BSc- und MSc-Abschlüsse in Maschinenbau von der Beihang University, China in 2014 und 2017. In seiner Doktorarbeit konzentriert er sich auf die Entwicklung magnetischer weicher Milliroboter.

Tianlu Wang ist Doktorand in der Abteilung Physikalische Intelligenz am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart. Seinen MSc-Abschluss erhielt er 2018 von der ETH Zürich. Davor schloss er sein Bachelorstudium in Maschinenbau am Harbin Institute of Technology ab. In seiner Doktorarbeit konzentriert er sich auf das Design, die Optimierung und die Steuerung von weichen Millirobotern.

Dr. Metin Sitti ist Direktor der Abteilung Physikalische Intelligenz am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart. Sitti erhielt 1992 und 1994 seinen BSc und MSc in Elektrotechnik von der Boğaziçi University in Istanbul und 1999 seinen Ph.D in Elektrotechnik von der University of Tokyo. Von 1999-2002 war er Forschungswissenschaftler an der University of California in Berkeley. Von 2002-2016 war er Professor am Department of Mechanical Engineering and Robotics Institute der Carnegie Mellon University in Pittsburgh, USA. Seit 2014 ist er Direktor am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme.

Sitti und sein Team wollen die Prinzipien von Design, Bewegung, Wahrnehmung, Lernen und Kontrolle von kleinen mobilen Robotern aus intelligenten und weichen Materialien verstehen. Die Intelligenz solcher Roboter kommt hauptsächlich von ihrem physischen Design, Material, ihrer Anpassung und Selbstorganisation und nicht von ihrer computergestützten Intelligenz. Solche Methoden der physikalischen Intelligenz sind für kleine Milli- und Mikroroboter unerlässlich, insbesondere aufgrund ihrer inhärent begrenzten Möglichkeiten zur Berechnung, Betätigung, Stromversorgung, Wahrnehmung und Steuerung an Bord. Sitti sieht seine neuartigen kleinen Robotersysteme unter anderem

im Gesundheitswesen, in der Biotechnologie, in der Fertigung oder in der Umweltüberwachung eingesetzt.

Pressekontakte:

Linda Behringer
Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme, Stuttgart
T: +49 711 689 3552
M: +49 151 2300 1111
linda.behringer@is.mpg.de

Valérie Callaghan
Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme
T:+4970716011832
M: +49 151 1560 4276
valerie.callaghan@tuebingen.mpg.de