

Bioinspirierte Technologien

Seeschnecken-Roboter erwacht durch Licht zum Leben

Forscher am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart haben in Zusammenarbeit mit der Universität Tampere in Finnland einen gelartigen Roboter aus Flüssigkristallen entwickelt, der Schnecken und Seeschnecken nachempfunden ist und durch Licht gesteuert werden kann. Ähnlich wie der weiche Körper dieser wirbellosen Wassertiere kann sich der von der Natur inspirierte Roboter in Flüssigkeit leicht verformen, wenn er Licht als Energiequelle ausgesetzt wird. Dank speziell ausgerichteter Flüssigkristall-Moleküle und der Beleuchtung bestimmter Teile des Roboters ist Snail-o-Bot in der Lage, im Wasser zu krabbeln, laufen, springen und schwimmen. Die Wissenschaftler sehen ihr Forschungsprojekt als Inspiration für andere Robotiker, die ebenfalls an kabellosen, leicht verformbaren und schwimmenden Roboter forschen. Solche Erfindungen könnten eines Tages eine wichtige Rolle im Forschungsbereich der minimal-invasiven, roboter-unterstützten Medizin spielen.

© Max Planck Institute for Intelligent Systems

Die Entwicklung eines beweglichen Konstrukts, das seine Form leicht verändern und sich frei in Wasser bewegen kann, ist eine anspruchsvolle Aufgabe in der Robotik. Die meisten der bekannten weichen Materialien lassen sich aufgrund der Dissipation und der Widerstandskraft im Wasser nur schwer kontrolliert verformen und effizient betätigen.

Ein Team der Abteilung für Physische Intelligenz am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme (MPI-IS) in Stuttgart und der Universität Tampere in Finnland hat diese Herausforderung gemeistert. Die Wissenschaftler fanden ein Material, das ihren Ansprüchen gerecht wurde: lichtempfindliche Flüssigkristallgele (LCGs). Solche Gele wurden noch nie in der Robotik, insbesondere in der Soft-Robotik eingesetzt – ein Forschungsgebiet, das die minimal-invasive, roboter-unterstützte Medizin eines Tages revolutionieren könnte.

Die Forscher ließen sich bei ihrer Suche von der Natur inspirieren. „Wir haben verschiedene Tiere untersucht, die sich im Wasser

leicht bewegen können", erklärt Hamed Shahsavan, ein Post-Doktorand in der Abteilung für Physische Intelligenz. „Die Tiere, die sich sehr gut in Flüssigkeit fortbewegen können, sind die, die einen sehr weichen und gelartigen Körper haben. Unsere Heldin war die Spanische Tänzerin, die sich sowohl auf dem Meeresgrund bewegen als auch frei schwimmen kann. Aber auch andere wirbellose, weiche Tiere haben uns inspiriert, wie zum Beispiel Schnecken."

Ein gelartiger Körper als Hauptanforderung – bald einigte man sich auf LCGs als Baumaterial, da sie mit mehreren Vorteilen verbunden sind. Erstens reagieren sie auf Licht. „Durch die Verwendung von Licht können wir unseren kabellosen Roboter ohne starre und sperrige Antriebs-, Sensor- und Betätigungskomponenten an Bord manipulieren. Selbst mit wenig Energie oder geringer Temperatur können wir eine große Formveränderung bewirken und verschiedene Fortbewegungsarten ausführen", fährt Shahsavan fort.

Der zweite Vorteil besteht darin, dass durch die Anordnung der Gelmoleküle in einem bestimmten Muster die Gesamtkonstruktion von nur wenigen Millimetern ihre Form verändern kann, wenn Licht bestimmte Teile des Roboters beleuchtet (wegen dieser gezielten Ausrichtung der Gelmoleküle sprechen die Forscher von „programmierbarer Formveränderung"). Sobald das lichtempfindliche, schlaffe, gummibandähnliche Material Licht ausgesetzt wird, kann es schnelle und reversible Formveränderungen durchführen: es kann kriechen, laufen, springen und schwimmen. Das liegt daran, dass LCGs ihre Dichte bei Lichteinwirkung um 7-8% reduzieren. Durch Licht werden die einzelnen LCGs also leichter und schwimmen nach oben. Durch den Auftrieb der beleuchteten Teile und durch das Ein- und Ausschalten des Lichts in bestimmten Zeitabständen wird der Roboter photothermisch betätigt.

Aus dem Weg, Snail-o-Bot ist auf dem Vormarsch!

Die Forscher veröffentlichten ihre Arbeit „Bioinspired underwater locomotion of light-driven liquid crystal gels" in den Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS im Februar 2020. „Wir haben gezeigt, dass wir in der Lage sind, einen Roboter zu bauen, der verschiedene Bewegungsmodi in einer strömungstechnischen Umgebung ausführen kann", sagt Shahsavan, der Erstautor der Publikation. „Unsere Konstruktion ist sehr schnell, sie hat einen geringen Energiebedarf – es benötigt 20- bis 30-mal weniger Energie, um die gleiche Formänderung im Vergleich zu Nicht-Gel-Konstruktionen durchzuführen –, und wir können die Formveränderung aufgrund der molekularen Ausrichtung vorprogrammieren. Damit stellen wir eine Lösung vor, um weiche Materialien unter Wasser schnell, effizient und kontrolliert fernzusteuern und zu bewegen. Wir hoffen, andere Robotiker damit inspirieren zu können, die so wie wir versuchen, kabellose und weiche Roboter zu entwerfen, die sich in Flüssigkeit frei bewegen können".

In der Abteilung für Physische Intelligenz liegt ein starker Fokus auf einer Vielzahl von von der Natur inspirierten Robotern für potenzielle biomedizinische Anwendungen. Geforscht wird z.B. auch an Robotern, die durch chemische Reaktionen, Ultraschall oder Magnetfelder gesteuert werden. „Wir glauben, dass Roboter, die in Flüssigkeit schwimmen können, gemacht aus weichen Materialien mit Formveränderungsfähigkeiten eine zentrale Rolle spielen werden in zukünftigen medizinischen Anwendungen und in der Biotechnik", sagt Metin Sitti, der Direktor der Abteilung für Physische Intelligenz. „Wir hier in Stuttgart versuchen jeden Tag, die Grenzen dieses Forschungsgebietes zu verschieben."

Während die Konstruktion der LCG-basierten Materialien in Stuttgart durchgeführt wurde, wurden die experimentellen Tests im Labor von Prof. Arri Priimagi an der Universität Tampere in Zusammenarbeit mit Dr. Hao Zeng durchgeführt. „Das umfassende Wissen des Teams von Prof. Arri Priimagi über Licht-gesteuerte Soft-Roboter sowie ihre hochmodernen Versuchsaufbauten für Optik und Photonik haben diese Forschungsarbeit wesentlich vorangebracht", sagt Shahsavan und blickt voraus: „In Zukunft versuchen wir, dieses Material mit anderen Energiequellen als Licht zu betätigen, da Licht von außen nicht durch den menschlichen Körper eindringen kann. Wir hoffen, dass wir eines Tages in der Lage sein werden, unsere weiche Konstruktion so klein zu machen, dass wir sie mit Nahinfrarot Licht, akustischen Wellen, elektrischen oder magnetischen Feldern durch den Körper bewegen und steuern können."

Pressemitteilung

27.02.2020

Quelle: Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme

Weitere Informationen

- ▶ [Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme](#)