

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

16. Oktober 2024 || Seite 1 | 3

Quantentechnologie ermöglicht berührungslose Prothetik-Steuerung

Feinfühliges Armprothesen

Ein Quantensensor, der Nervenimpulse berührungslos registrieren kann, eröffnet neue Möglichkeiten in der Prothetik. Forschende am Fraunhofer IPA entwickeln gemeinsam mit dem Industriepartner Q.ANT den Prototyp einer Armprothese, die wie gesunde Gliedmaßen durch neuronale Befehle gesteuert wird.

Eine Amputation verändert das Leben unwiederbringlich. Vieles, was vorher Routine war, muss neu erlernt werden. Hände und Arme sind Schlüsselorgane für eine unabhängige Interaktion mit unserer Umgebung.

Im Laufe der Jahrhunderte haben Menschen verschiedene Strategien erprobt, um die Belastung durch eine Amputation im Leben einer Person zu verringern. Die wichtigsten Hilfsmittel sind mechanische oder mechatronische Geräte, die die Funktion der fehlenden Gliedmaße teilweise oder vollständig ersetzen und unter dem Namen »Prothesen« bekannt sind. »Prothetische Geräte können vollständig passiv, körperbetrieben oder extern betrieben (z. B. durch eine Batterie) sein. Die fortschrittlichsten Prothesen werden durch neuronale Signale gesteuert, die vom Körper des Patienten gesammelt und in Steuerbefehle für das Prothesengerät übersetzt werden«, erklärt Dr. med. Urs Schneider, Wissenschaftlicher Direktor für Gesundheits- und Bioproduktionstechnik am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA.

Hintergrund

Die Hauptursachen für Amputationen der oberen Gliedmaßen sind Krankheiten, die den Blutfluss beeinträchtigen, dazu gehören beispielsweise Diabetes, Tumore, Traumata und Geburtsfehler. Traumatische Amputationen der oberen Gliedmaßen, also der plötzliche und unbeabsichtigte Verlust von Finger, Hand oder Arm durch einen Unfall oder eine schwere Verletzung sind schlimm, aber relativ selten mit geschätzten 57,7 Millionen Fällen weltweit im Jahr 2017 (McDonald et al., 2020). Diese Verletzungen betreffen überwiegend Männer mittleren Alters und sind oft arbeitsbedingt (Pomares et al., 2018; Pohjolainen & Alaranta, 1988). Zu den häufigsten Ursachen gehören Stürze, Straßenunfälle und der Einsatz schwerer Maschinen (McDonald et al., 2020; Pomares et al., 2018).

Pressekommunikation

Hannes Weik | Telefon +49 711 970-1664 | presse@ipa.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA | Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart | www.ipa.fraunhofer.de

Prothesen durch Gedanken steuern

Wenn ein Mensch oder ein Tier beabsichtigt, sich zu bewegen, sendet ihr zentrales Nervensystem schwache elektromagnetische Impulse an Motoneuronen, die wiederum Muskelfasern aktivieren. Ein einzelnes Motoneuron kann mit Tausenden von Muskelfasern verbunden sein, die als natürlicher Verstärker des neuronalen Signals wirken. Um diese elektromagnetischen Signale von den Muskeln zu erfassen und zu interpretieren, werden beispielsweise zur Steuerung einer Prothese häufig Elektroden verwendet.

Wenn eine Person eine spezifische Bewegung ausführt, wenn sie zum Beispiel die Hand zur Faust schließt, erzeugt die Muskelaktivierung ein charakteristisches Muster elektrischer Signale. Diese Signale können klassifiziert, gespeichert und genutzt werden, um das Verhalten elektromechanischer Aktuatoren in einem mechatronischen Gerät zu bestimmen. Trotz geringfügiger Unterschiede in Signalstärke und -verteilung führen sowohl tatsächliche Bewegungen als auch nachgeahmte Bewegungen ohne Gliedmaßen zu kohärenten Aktivierungsmustern. Dies ermöglicht es Mensch-Maschine-Schnittstellen, quasi ein Wörterbuch von Aktivierungsmustern für gewünschte Aktionen zu erstellen.

Die Qualität der Übersetzung von Muskelaktivierungen in Aktuatorbefehle wird stark von der Signalqualität beeinflusst. Messungen des elektrischen Potenzials (Elektromyographie, EMG) sind weit verbreitet, haben jedoch Einschränkungen. So benötigen elektrische Felder einen galvanischen Kontakt, außerdem dämpfen Fett- und Hautgewebe elektrische Signale. »Der Tiefpassfiltereffekt führt insbesondere bei höheren Frequenzen zur Dämpfung, verzerrt das ursprüngliche Signal und beeinflusst die Messgenauigkeit. Überwunden werden können solche Einschränkungen, indem magnetische Felder (Magnetomyographie, MMG) anstelle der von den Muskeln erzeugten elektrischen Potenziale aufgezeichnet werden«, so Schneider. Da beide, magnetische und elektrische Felder, Ergebnisse derselben Ionenströme sind, die Muskelzellmembranen durchqueren, kann fast 200 Jahre Wissen aus der Elektromyographie weitgehend auf diese neuen magnetfeldbasierten Schnittstellen angewandt werden.

Diamant macht Magnetfelder sichtbar

Forscherinnen und Forscher des Stuttgarter Start-ups Q.ANT haben einen Sensor entwickelt, der Magnetfeldänderungen erfassen kann, die eine Million Mal schwächer sind als das Erdmagnetfeld. Dazu kombiniert der Sensor photonische Technologien mit Quanteneffekten und ermöglicht so die berührungslose und robuste Messung menschlicher Biosignale unter Alltagsbedingungen. So kann der Sensor darauf trainiert werden, einzelne Bewegungssignale des menschlichen Muskels zu erkennen. Die von biologischen Systemen inspirierte Methode nutzt lichtbasierte Erfassungsmechanismen und ermöglicht eine präzisere und effizientere Datenerfassung sowie eine intuitivere Interaktion mit digitalen Systemen.

Kernstück des neuen Quanten-Sensors ist ein winziger Diamantwürfel mit einer Seitenlänge von einem halben Millimeter. Dieser Kristall enthält, anders als ein natürlicher Diamant, der aus reinem Kohlenstoff besteht, einzelne Stickstoffatome

PRESSEINFORMATION

16. Oktober 2024 || Seite 2 | 3

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG IPA

(chemisches Kürzel N) und Leerstellen im Gitter (englisch Vacancy, abgekürzt V). Diese NV-Zentren können mit einem Laser zur Fluoreszenz angeregt werden. Durch eine zusätzliche Mikrowellenstrahlung können sie in einen Zustand gebracht werden, bei dem eine Änderung des äußeren Magnetfelds zu einer Änderung der ausgesandten Fluoreszenzstrahlung führt. Diese kann präzise detektiert werden und ermöglicht so die Bestimmung kleinster Magnetfeldänderungen.

PRESSEINFORMATION

16. Oktober 2024 || Seite 3 | 3

**Magnetometer-Testsituation
im Entwicklungszentrum**

(Quelle: Q.ANT)

»Unsere Kooperation mit dem Fraunhofer IPA beschleunigt den Transfer dieser Technologie von unserem Entwicklungszentrum in die klinische Praxis, denn mit diesem NV-Sensor sind wir in der Lage, die schwachen neuronalen Impulse im Muskel berührungslos und mit hoher örtlicher Auflösung zu detektieren«, erläutert Michael Förtsch, CEO bei Q.ANT. Mit dem Quantentechnologie-Know-how von Q.ANT und der Biomechanikexpertise vom Fraunhofer IPA entsteht derzeit ein erstes Prothesensensormodul. Einen Demonstrator dazu zeigt das Fraunhofer IPA im November auf der Messe COMPAMED in Düsseldorf.

Mehr dazu auf der Compamed in Düsseldorf vom 11.–14.11.2024 in Halle 8a auf Stand G10.

Fachlicher Kontakt

Dr. med. Urs Schneider | Telefon +49 711 970-3630 | urs.schneider@ipa.fraunhofer.de | Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA | www.ipa.fraunhofer.de

Pressekommunikation

Jörg-Dieter Walz | Telefon +49 711 970-1667 | joerg-dieter.walz@ipa.fraunhofer.de

Das **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA**, kurz Fraunhofer IPA, ist mit annähernd 1200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eines der größten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Der gesamte Haushalt beträgt 94 Mio. €. Organisatorische und technologische Aufgaben aus der Produktion bilden unsere Entwicklungs- und Forschungsschwerpunkte in 11 Forschungsbereichen. Methoden, Komponenten und Geräte bis hin zu kompletten Maschinen und Anlagen werden von uns entwickelt, erprobt und umgesetzt. In 11 Geschäftsbereichen setzen wir unsere Forschungsergebnisse gemeinsam mit kleinen und großen Unternehmen um. Dabei fokussieren wir uns insbesondere auf die Branchen Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik und Mikrosystemtechnik, Energie, Medizin- und Biotechnologie sowie Prozessindustrie.