

Mit Gesten bedienen

Die Möglichkeiten der Gestenerkennung sind bei weitem noch nicht ausgereizt, wie zwei neue Ansätze belegen.

Spätestens seit dem Erfolg des iPhone gelten Gesten als viel versprechender Weg, um elektronische Geräte zuverlässig ohne Maus und Tastatur bedienen zu können. Technologisch gibt es dazu sehr unterschiedliche Möglichkeiten, wie nun auch zwei unabhängig voneinander vorgestellte Entwicklungen zeigen. Forscher von Microsoft und der University of Washington in Seattle



Mithilfe des Doppler-Effekts erfassen Mikrofone und Lautsprecher eines Laptops, welche Handbewegung der Nutzer macht.

bedienen sich des Doppler-Effekts zur Gestenerkennung. Die Idee ist zwar bekannt, neu ist aber, dass Mikrofone und Lautsprecher genutzt werden, die bereits in Laptops integriert sind.¹⁾ Signalquelle und Empfänger ruhen dabei, während Handbewegungen die Frequenzverschiebungen erzeugen. Wegen der Unterschiede bei Hardware und Akustikfilterung kalibriert sich das SoundWave getaufte System zunächst selbstständig, um die optimale Frequenz des kontinuierlich ausgestrahlten Trägertons zu ermitteln. Begrenzt durch die nötige

räumliche Auflösung und die Bandbreite der Audiohardware liegt die Frequenz bei 18 bis 22 kHz. SoundWave wählt die höchste Frequenz aus, bei der es zu keinen falsch positiven Ergebnissen kommt.

Die Technologie nutzt für die Gestenerkennung die zeitliche Veränderung von Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung sowie von Abstand und Größe des reflektierenden Hindernisses – also der Hände. Die Signalverarbeitung kann verschiedene Gesten in Echtzeit unterscheiden, auch bei Hintergrundgeräuschen. Schwachpunkte sind, dass kleine Kinder oder Hunde den Trägerton noch hören können und dass eine bewegungslose Hand prinzipbedingt nicht zu detektieren ist.

Während SoundWave berührunglos arbeitet, beruht der zweite Ansatz, Touché genannt, auf einem kapazitiven Verfahren. Entwickelt haben es Forscher von Disney, der Universität Tokio und der Carnegie Mellon University in Pittsburgh.²⁾ Bei einem gewöhnlichen kapazitiven Display wird ein periodisches elektrisches Signal über eine Elektrode an der berührungsempfindlichen Fläche angelegt. Nähert sich die Hand oder der Finger des Nutzers, entsteht zwischen leitfähiger Körperflüssigkeit und Elektrode ein Kondensator; die Haut fungiert als Dielektrikum. Durch Messung der Signaländerung lassen sich Berührungen erkennen. Touché erfasst die Signalantworten über einen ganzen Frequenzbereich hinweg. Und da Gegenstände, die bei verschiedenen Frequenzen angeregt werden, unterschiedlich reagieren, ändern sich die Signale ebenfalls frequenzabhängig. Die Forscher nutzen diesen Messdatensatz, um mit maschinellem Lernen und

Klassifikationsverfahren Hand- und Körperbewegungen differenziert und verlässlich zu erkennen. Leitet der zu berührende Gegenstand elektrisch, etwa ein Türgriff, der menschliche Körper oder ein berührungsempfindlicher Tisch, ist nicht mal eine integrierte Elektrode nötig. Ein elektrischer Anschluss genügt.

Die von den Forschern in einem Video demonstrierten Tests sind verblüffend: Körperhaltung und Anwesenheit eines Probanden vor einem Tisch waren genauso zuverlässig zu detektieren wie die unterschiedliche Berührung eines Türgriffs (mit einem Finger oder der ganzen Hand zum Beispiel).

Dämpfende Wirkung

Elektroaktive Elastomere können Vibrationen reduzieren.

Schwingungen zu dämpfen ist in vielen technischen Anwendungen unerlässlich. Die Art und Weise, wie dies geschieht, hängt stark von der konkreten Situation ab. Mit elektroaktiven Elastomeren gibt es seit einigen Jahren eine Technologie, um unerwünschten Schwingungen zu Leibe zu rücken. Solche Elastomere aus synthetisch hergestelltem Kautschuk, Silikonem oder Acrylaten bestehen aus langen Polymerketten, die im unbelasteten Zustand als geknäuelte Strukturen vorliegen. Unter mechanischer Belastung entflechten sie sich entlang der Zugrichtung, ein reversibler Vorgang. Beidseitig mit einer elektrisch leitfähigen Schicht versehen werden solche Elastomere elektroaktiv. Faktisch liegt dann ein Plattenkondensator vor, dessen Elektroden sich anziehen, wenn ein elektrisches Feld anliegt. Typische Feldstärken solcher dielektrischen Elastomere liegen bei 20 bis 30 kV/mm. Sie hängen von der Größe der angelegten Spannung und der Schichtdicke des Elastomers ab.

Ein neuralgischer Punkt bei dieser Anwendung der Elastomere ist ihre Inkompressibilität: Die Verkleinerung der Schichtdicke durch

1) S. Gupta et al., Proceedings of ACM CHI 2012

2) M. Sato et al., Proceedings of ACM CHI 2012

3) A. Wegfrass et al., Appl. Phys. Lett. **100**, 194103 (2012)



Mit einer frequenzabhängigen kapazitiven Gestenerkennung lassen sich ver-



schiedene Arten des Greifens unterscheiden.



Elektroaktive Elastomer-Stapelaktoren sind recht unscheinbar: Sie bestehen aus Elektroden (vorne) und einem dielektrischen Elastomer (hinten), die abwechselnd geschichtet sind.

die angelegte Spannung führt zu einer größeren Fläche. In Stapelaktoren, bei denen sich Elektroden- und Elastomerschichten abwechseln, ist das nachteilig. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt haben einen elektroaktiven Elastomer-Stapelaktor vorgelegt, der dieses Problem nicht hat: Da die metallischen Elektroden von 90 μm großen Löchern durchsetzt sind, kann das Elastomer bei einer Verformung in diese Löcher ausweichen, statt in der Fläche zu wachsen.

Das vorliegende Funktionsmuster des LBF hat 44 Schichten mit einer aktiven Fläche von 60 mm \times 60 mm. Mit ihm sind Dehnungen bis fünf Prozent und Blockierkräfte bis 25 N erreichbar. Mögliche Anwendungen gibt es im Maschinen- und Automobilbau. Kehrt man das Prinzip um, kann der Aktor auch als „Energieernter“ dienen: Er spricht breitbandig in einem Frequenzbereich von 1 bis 100 Hz an.

■ Inspiriert von Cavendish

Dank eines neuen Detektionsprinzips lässt sich die Strömungsgeschwindigkeit von schwach leitfähigen Flüssigkeiten berührungslos messen.

Hohe Temperaturen bei der Aluminium- und Stahlherstellung erfordern berührungslose Verfahren für die Strömungsmessung. Da Metalle gut elektrisch leiten, eignet sich hierfür die Lorentz-Kraft: Fließt die Metallschmelze durch das Feld eines Magneten, werden in ihr Wirbelströme induziert. Die

resultierende Lorentz-Kraft bremst die Strömung. Die Gegenkraft wirkt wiederum auf den Magneten. Misst man diese Kraft, leitet sich daraus die Strömungsgeschwindigkeit der Schmelze ab.

Leider funktioniert das Verfahren bislang nur bei Flüssigkeiten mit hoher elektrischer Leitfähigkeit, nicht bei typischen Flüssigkeiten, wie sie in der Lebensmittel- und pharmazeutischen Industrie oder bei thermischen Solarkraftwerken Verwendung finden. Das geht bislang nur mit Durchflussmessern, die direkten Kontakt zur Flüssigkeit oder Rohrwand haben – mit allen damit verbundenen Nachteilen. Eine Arbeitsgruppe um André Thess von der TU Ilmenau hat nun einen Strömungsmesser entwickelt, der sich auch für Flüssigkeiten eignet, die eine – im Vergleich zu Metallschmelzen – um den Faktor eine Million niedrigere elektrische Leitfähigkeit haben.³⁾

Möglich wird dies durch eine höhere Messempfindlichkeit, die durch das Verhältnis zwischen der Lorentz-Kraft und der Kraft, die die Magnete im Schwerfeld erfahren, bestimmt ist. Die Ilmenauer Forscher hängen zwei Magnete an Wolframfäden auf. Zwischen den Magneten strömt die zu untersuchende Flüssigkeit durch ein Rohr. Mit einem Laserinterferometer lässt sich dann die Auslenkung des Magnetpendels selbst bei einer nur schwach leitfähigen Salzlösung noch mit hoher Genauigkeit bestimmen – und somit die Strömungsgeschwindigkeit. Inspiriert zu diesem Verfahren hatte das berühmte Cavendish-Experiment zur Messung der Gravitationskonstante.

Mit dem Ilmenauer Aufbau sind Strömungsgeschwindigkeiten von Flüssigkeiten messbar, deren elektrische Leitfähigkeit in der Größenordnung von einem Siemens pro Meter liegt. Weiter verfeinerte Detektionsverfahren dürften unter industriellen Bedingungen noch 10^{-3} S/m erreichen, unter Laborbedingungen sogar 10^{-6} S/m. Diese Spanne deckt die meisten Flüssigkeiten ab.

Michael Vogel