

Ein neuartiger textiler Sensor zur flächigen Druckerfassung

Markus Fritzsche¹ und Norbert Elkmann¹

¹Geschäftsfeld Robotersysteme, Fraunhofer IFF, Magdeburg, Deutschland
Kontakt: Markus.Fritzsche@iff.fraunhofer.de

Einleitung

Die demographische Entwicklung zeigt eine zunehmende Vergreisung der Gesellschaft. Immer weniger junge Menschen stehen einer Überzahl von alten Menschen gegenüber. Dieser Umstand und das Auseinanderbrechen der klassischen Familienstrukturen lassen alte Menschen oftmals allein stehen.

Die Perspektive die sich alten Menschen heute bietet, heißt daher häufig Pflegeheim, in Zukunft könnte es aber auch bedeuten, dass alte Menschen ihren Alltag in Ihren eigenen 4 Wänden, unterstützt durch Assistenzsysteme, bestreiten können. Um ungeschulten Personen einen Zugang zu derartigen Systemen zu ermöglichen, sollten diese leicht und intuitiv bedienbar sein. Eine Möglichkeit dafür sind z.B. taktile, kraftgekoppelte Eingabesysteme.

Doch nicht nur Assistenz sondern auch Komfort spielt im Alter und bei pflegebedürftigen Personen eine wichtige Rolle. Bei Personen mit eingeschränkter Mobilität stellt das Auftreten von Dekubitus ein häufig zu beobachtendes Problem dar. Neben fachgerechter Pflege können hier auch technische Hilfsmittel zur Prävention eingesetzt werden.

Eine Schlüsseltechnologie für die beiden skizzierten Szenarien, aber auch darüber hinaus, sind Sensorsysteme zur großflächigen kraft- und orts aufgelösten Erfassung von einwirkenden Kräften. Um derartige Sensorsysteme für den Massenmarkt zugänglich zu machen, sollten sie möglichst kostengünstig zu fertigen und leicht in unterschiedlichste Applikationen integrierbar sein.

Stand der Technik

Die Entwicklung von Messsystemen zur orts aufgelösten Erfassung von Kräften reicht bis in die frühen 1980er Jahre zurück und umfasst heute eine breite Technologiepalette mit unterschiedlichen Messprinzipien [1-4].

Man unterscheidet einfache Kraft- und Drucksensoren, Mehrzonensensoren und Sensorarrays. Sensorarrays sind regelmäßige Anordnungen vieler kleiner Sensorelemente. Sie ermöglichen eine nach Ort und Betrag aufgelöste Erfassung von Kräften.

Derartige Systeme sind heute bereits kommerziell verfügbar, erscheinen aber, in der aktuell angebotenen Konfiguration auf Grund der hohen Kosten für den Massenmarkt ungeeignet.

Beispiele für derartige Systeme sind das TactArray der Firma Pressure Profile Systems, Inc [5] auf Basis eines kapazitiven Messprinzips, der taktile Messwandler DSAMOD-6 von Weiss Robotics [6] und das BPMS System von Tekscan, Inc. [7], beide basierend auf resistiven Messprinzipien.

Sensortechnologie

Das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und – automatisierung (IFF) forscht erfolgreich an Sensorprinzipien für die orts aufgelöste Erfassung von Kräften. Zielstellung ist dabei die Realisierung von Low-Cost Lösungen mit hoher Messperformance, um derartige Systeme auch für Massenanwendungen attraktiv zu machen.

Auf Basis eines neuartigen leitfähigen Textilgewebes konnte im Rahmen dieser Arbeiten ein innovatives Sensorsystem für die orts aufgelöste Erfassung von Kräften entwickelt werden.

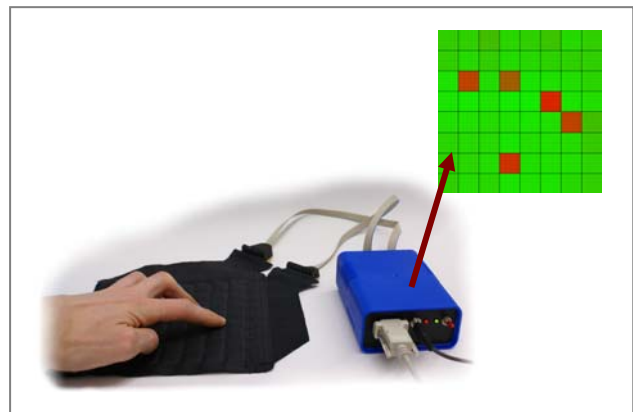


Abb. 1: Prototyp eines 8x8 Matrix Sensors mit zugehöriger Druckverteilung

Das Sensorsystem weist einen Matrixaufbau aus Zeilen und Spalten auf (Abb. 1). Drückt man eine einzelne Sensorzelle (Hauptbestandteil Schaumstoff) zusammen, ändert sich der elektrische Widerstand, der ein Maß für den Druck auf diesem Punkt ist.

Durch einen ausgeklügelten Aufbau können Druckverteilungen mit hoher Ortsauflösung oder auf großen Flächen erfasst werden. Intelligente Auswertelgorithmen erlauben die Integration des Sensorsystems in vielfältige Anwendungsbereiche.

Dabei ist die Sensormatte dünn und flexibel genug, um sie problemlos in vorhandenes Interieur oder vorhandene Applikationen zu integrieren.

Durch entsprechende Wahl des Hüllmaterials kann das Sensorsystem zudem an die Umgebungsbedingungen angepasst werden. So sind neben besonders robusten oder wasserdichten Ausführungen auch luftdurchlässige bzw. atmungsaktive Sensorausführungen möglich, die sich besonders für den Einsatz auf Sitz- oder Liegeflächen eignen.

Das Sensorsystem und zugehörige Ausführungsvarianten wurden zum Patent angemeldet.

Anwendungsszenarien

Medizinische Polstersysteme (Anti-Dekubitusmatratze)

Ein besonderes Thema in der Pflege der alternden Bevölkerung ist die Problematik des Wundliegens von Patienten, der Dekubitus, welcher Pflegewissenschaftler, Mediziner und Pflegekräfte gleichermaßen beschäftigt. Das belegen Ergebnisse aus verschiedenen veröffentlichten Studien. Danach haben Stichproben ergeben, dass ca. 14% aller im Krankenhaus behandelten Patienten ein oder mehrere Druckgeschwüre verschiedener Schweregrade davontragen. Im Bereich der älteren Patienten steigt diese Zahl sprunghaft auf 30% und mehr an. Die Angaben der durchschnittlichen Kosten für die Therapie eines Dekubitus können auf bis zu 50.000 € beziffert werden. Der daraus resultierende volkswirtschaftliche Schaden beläuft sich auf 1-2 Mrd. € pro Jahr [8].

Durch den Einsatz verschiedener Lagerungssysteme kann das Wundliegen therapiert oder sogar verhindert werden. Zurzeit sind auf dem Markt nur Systeme verfügbar, die nach einem bestimmten zeitlichen Muster verschiedene Druckgebiete auf einer Matratze be- oder entlasten. Mit Hilfe der am Fraunhofer IFF entwickelten flächigen Druckmessmatten kann in diesen Prozess aktiv eingegriffen werden und die Druckverteilung und die Liegeposition eines dekubitus-gefährdeten Patienten erfasst, analysiert und bewertet werden. Wird eine schon wundgelegene Stelle oder eine bedrohte Stelle länger einem hohen Druck ausgesetzt, können durch die Steuerung von Luft- oder Gelkissen diese Stellen am Körper automatisch entlastet werden. Der Vorteil eines solchen Systems liegt auf der Hand. Bewegt sich der Patient im Bett bzw. auf der Matratze, so folgen die entlasteten Druckgebiete den gefährdeten Stellen und eine Therapie schreitet schneller voran.

Konturadaptive Sitze

Eine Vielzahl menschlicher Tätigkeiten in den verschiedensten Lebenslagen wird im Sitzen verbracht. Insbesondere, oft unbeeinflussbare, lange Sitzdauern führen zu hohen körperlichen Belastungen. Werden derartige Belastungen zur Regel, sind häufig Beschwerden und Erkrankungen die Folge. Solche Szenarien sind häufig bei Menschen die berufsbedingt (z.B. Kraftfahrer) oder auf Grund motorischer Fehlfunktionen auf eine vorwiegend sitzende Position angewiesen sind. Durch geeignete Maßnahmen, welche gezielt die Ergonomie sowie den Komfort von Sitzen (Rollstuhl, Arbeitsstuhl) beeinflussen, können hohe körperliche Belastungen gemildert werden. Eine zentrale Größe im Zusammenhang mit Sitz- und Liegebelastungen ist eine geeignete Unterstützungskontur, welche eine ergonomisch optimale und an individuelle körperliche Gegebenheiten angepasste Gewichtsaufnahme und -verteilung realisiert. Mit Hilfe der vom Fraunhofer IFF entwickelten druckerfassenden Sensorarrays können diese Unterstützungskonturen mittels einer Aktorik individuell angepasst werden. In ihrer Form anpassbare pneumatische

Kissen steuern in Abhängigkeit vom Betrag und der Verteilung des Drucks gezielt zyklische Belastungsänderungen (dynamisches Sitzen). Ein solches assistives Sensorsystem kann somit auf längere Sicht zur Gesunderhaltung der Menschen beitragen.

Taktiler Eingabe- und Sicherheitssystem

Neben den klassischen Anwendungsszenarien für Roboter, wie z.B. Montieren oder Schweißen wurden in den letzten Jahren zunehmend neue Einsatzfelder erschlossen. Roboter verschwinden schon heute nicht mehr zwangsläufig hinter massiven Stahlzäunen sondern kommen vermehrt auch als Assistenzsysteme in der Industrie und perspektivisch auch als mobile Systeme im Heim- und Pflegebereich zum Einsatz.

Die Interaktion und im Zweifelsfall sogar die Berührung von Mensch und Assistenzsystem sind bei diesen Systemen erwünscht und meist sogar notwendig.

Aus dieser direkten Interaktion zwischen Mensch und assistierendem Robotersystem entsteht jedoch oftmals ein ernst zu nehmendes Gefahrenpotential für den Menschen, insbesondere wenn es sich dabei um pflegebedürftige bzw. hilflose Personen handelt.

Eine mögliche Strategie zur Risikominimierung stellt die Erfassung von Berührungen zwischen Mensch und Assistenzsystem dar. Dabei werden die am Fraunhofer IFF entwickelten Drucksensoren geometrieadaptiert am Assistenzsystem angebracht. Bedecken die Sensoren die gesamte Oberfläche, so entsteht daraus eine künstliche berührungssensitive Haut, mit deren Hilfe die Interaktionskräfte erfasst und analysiert werden können. Übersteigt die auf den Menschen einwirkende Kraft ein vorgegebenes Maß kann die gefährliche Situation mit entsprechenden Gegenmaßnahmen entschärft werden.

Die Funktion der Drucksensoren kann jedoch noch weit über die eines reinen Sicherheitssensors hinaus gehen. Die durch den Drucksensor registrierten Berührungen können zusätzlich als Eingaben interpretiert werden, wodurch eine Steuerung des Assistenzsystems allein durch Berührungen möglich wird.

Literatur

- [1] WEBSTER, J.G. (HRSG): *Tactile Sensing for Robotics and Medicine*. J.Wiley & Sons. 1988
- [2] NICHOLLS, H.R. (HRSG): *Advanced Tactile Sensing for Robots*: World Scientific, 1992
- [3] LEE, M.H.: *Tactile Sensing: New Directions, New Challenges*: The International Journal of Robotics Research, 19(7):636-643, 2000
- [4] LEE, M.H. UND NICHOLLS, H.R.: *Tactile sensing for mechatronics – a state of the art survey*: Mechatronics, 9(1):1-31, 1999
- [5] <http://www.pressureprofile.com/>
- [6] <http://www.weiss-robotics.de/>
- [7] <http://www.tekscan.com/>
- [8] IGAP, Institut für Innovation im Gesundheitswesen und angewandte Pflegeforschung e.V.: *Dekubitus Pflege Ratgeber*: <http://www.dekubitus.de> 2007