

medizin & technik

Ingenieurwissen für die Medizintechnik



Auslandsmarkt Irland

Was die Insel für viele
Hersteller attraktiv macht

Seite 108

Share Economy

Nutzen statt besitzen –
auch in Unternehmen

Seite 114

Special

Sensorik:
Autoklavierbare Sensoren,
Biosensoren und IoT

Seite 85

Qualitätssicherung

Generativ gefertigte Teile lieber anders prüfen

Seite 46

MEDTEC Europe

12.04. – 14.04.2016

Neue Produkte und Trends

Seite 17

Textile Dehnungssensoren: Wearable liefert Informationen über das Kniegelenk

Feinfühliges Bandage erkennt den richtigen Winkel



Was das Kniegelenk angeht, ist der Mensch sensibel: Schmerzen in diesem Bereich beeinträchtigen das Wohlbefinden erheblich. Richtig ausgeführte Bewegungen schonen das Knie – beim Sport, aber auch in der Reha nach der Operation Bild: Fotolia/axel kock

Den Prototypen einer Kniebandage mit integrierten Sensoren haben Partner aus Deutschland und Belgien in einem gemeinsamen Projekt entwickelt. Die Bandage hilft, Fehlbelastungen zu vermeiden – sowohl in der Prävention als auch in der Reha.



Dieser Prototyp der Kniebandage wird in den klinischen Tests eingesetzt und liefert seine Daten an das iPad aus Bild: Fraunhofer IZM

Ihr Stichwort

- Textile Dehnungssensoren
- Winkelmessung am Knie
- Induktives Verfahren
- Eigens entwickelte Elektronik
- Auswertung erkennt Muster
- Bandage für Reha und Sport

Das menschliche Knie gehört zu den am stärksten beanspruchten Gelenken unseres Körpers. Übergewicht und Bewegungsmangel sind häufig die Ursache für frühzeitiges Versagen der Kniegelenke, was eine Operation erforderlich machen kann. Allein in Belgien bekamen im Jahr 2012 19 880 Personen ein neues Kniegelenk implantiert.

Um in der auf die Operation folgenden Rehabilitationsphase den Genesungsprozess zu überwachen und zu steuern, ist die Kniewinkelmessung ein wichtiges Mittel. Bei der Physiotherapie ist ein essenzieller Teil der Rehabilitation, das Bewegungsspektrum des Gelenkes gezielt und phasenweise zu erweitern, um so einen immer größeren Beugungswinkel zu erreichen und die optimale Funktion des neuen Knies sicherzustellen.

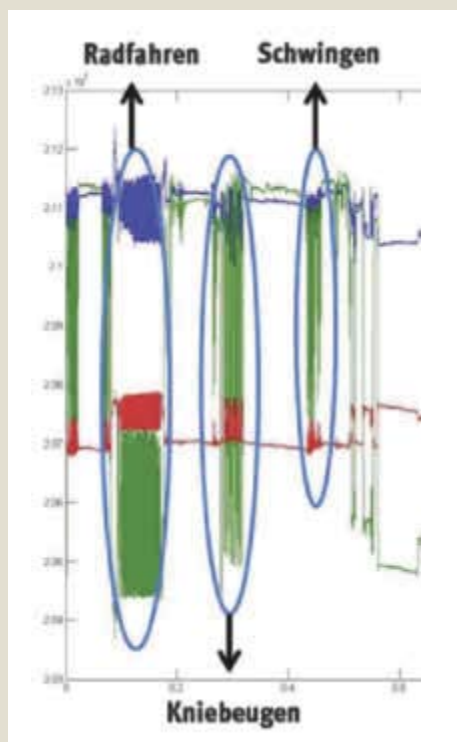
Die Kniewinkelspanne ist ein akzeptierter Indikator, der zeigt, welche täglichen Aktivitäten ausgeführt werden können. Als Richtwert zum Fahrradfahren wird beispielsweise die Beugungsfähigkeit des Knies von 110° genannt. Die häufige und gezielte Bewegung

des Knies nach ärztlichen Vorgaben ist maßgeblich für eine schnelle und somit Kosten senkende Rehabilitation. Falsch ausgeführte Bewegungen können hingegen Schäden verursachen und erhöhen das Risiko für weitere Verletzungen sowie eine Verzögerung der Reha.

Den Kniewinkel beim Beugen und Strecken bestimmt der Physiotherapeut meist manuell mittels eines Goniometers. Diese Messung ist jedoch oft ungenau und kann nicht während einer Übung durchgeführt werden. Ein am Körper tragbares Messsystem mit direktem Feedback zum Patienten kann hier die Situation verbessern und zu einer komplikationsfreien Reha beitragen. Im Forschungsprojekt Motex (Monitoring Textiles) wird derzeit eine intelligente Kniebandage entwickelt. Sie ermöglicht es, gleich zwei Kniewinkel in Echtzeit zu messen: den Beugungs-Streckungswinkel, der in der Sagittalebene erfasst wird, sowie den Varus-Valgus, der in der Koronalebene gemessen wird. Letzterer schwankt nur um etwa 15° und lässt sich dementsprechend schwierig bestimmen.

Um diese Aufgabe zu bewältigen, werden im Projekt textile Dehnungssensoren mit eingearbeiteten elektrischen Leitern eingesetzt. Diese sind in eine Kniebandage integriert. Im Gegensatz zu konventionellen Elektronikmaterialien und Sensoren sind Textilien sehr dehnbar und atmungsaktiv. Die hier entwickelten Sensoren sind bis zu über 50 % dehnbar und schränken somit weder den Tragekomfort noch den Bewegungsspielraum des Patienten ein.

Integrierte Schaltungen auf dem neuesten technischen Stand ermöglichen es, das Sensorsignal zu erfassen, das auf Induktivitätsänderungen basiert. Die größte Herausforderung, die es bei dieser Lösung zu meistern galt, ist – neben der Miniaturisierung der Hardware – die Interpretation der Signale. Der Algorithmus wird von den Projektpartnern derzeit noch weiter optimiert, um den Rechenaufwand sowie den Energieverbrauch zu minimieren und gleichzeitig eine hohe Genauigkeit zu erreichen. Selbst im Prototyp wird aber schon eine Genauigkeit von 0,5° erzielt.



Schon aus den Rohdaten des Kniebandagen-Prototyps filtern die Algorithmen verschiedene Bewegungen wie Fahrradfahren, Kniebeugen und das einfache Schwingen des Unterschenkels aus

Das leistungsstarke Elektronikmodul rechnet mittels der eingebetteten Algorithmen die Rohdaten der Sensoren in Echtzeit in Winkel um. Die Sensordaten sind damit so präzise, dass ihre Interpretation sogar Aussagen darüber ermöglicht, welche Aktivität der Träger zu einer bestimmten Zeit ausübt. So wird zum Beispiel unterschieden, ob er Treppen steigt, Fahrrad fährt oder läuft. Damit die hohe Genauigkeit auch über längere Zeiträume gewährleistet werden kann, sind zusätzlich Inertialsensoren in die Bandage eingearbeitet. Diese nutzen jede Bewegungsunterbrechung, um den statischen Kniewinkel zu bestimmen. Mit diesem Wert kalibriert die Elektronik kontinuierlich die Dehnungssensoren. Somit werden auch längere, hoch dynamische Messungen bei höchster Genauigkeit ermög-

Zum gewählten Messverfahren

Für die im Projekt entwickelte Bandage wird ein Messverfahren verwendet, das die Induktivitätsänderung erfasst – und damit entschieden sich die Partner gegen die verbreiteten resistiven sowie kapazitiven Methoden.

Für die resistive Methode werden mit leitfähigen Partikeln gefüllte Polymere verwendet. Diese Systeme neigen jedoch aufgrund ihrer viskoelastischen Eigenschaften zu starker Hysterese und zum Drift des Sensorsignals bei kontinuierlicher Belastung. Die kapazitive Lösung hingegen ist stark von äußeren Einflüssen abhängig, da Feuchtigkeit die Dielektrizität beeinflusst.

Zudem benötigt sie einen komplexeren Sensoraufbau.

Die gewählte induktive Mess-Lösung zeigt keinen Drift und ist auch robust, was äußere Einflüsse angeht. Ein Nachteil sind mögliche Störungen durch elektromagnetische Strahlung sowie leitende Körper in der Nähe der Sensoren. Diese lassen sich aber zum einen mit Hilfe entsprechender Filter eliminieren, zum anderen mit einem unbelasteten Referenzsensor. Die spezielle Anordnung mehrerer elastischer Dehnungssensoren ist es auch, die das Messen bei der Kniewinkel mit der Bandage ermöglicht.

licht, selbst wenn die Bandage leicht verrutscht.

Patienten in der Reha-Phase können von der Bandage direkt durch die Feedback-Funktion profitieren, welche über das Smartphone realisiert wird. Mit diesem lässt sich die Bandage über Bluetooth LE verbinden. Die eigens entwickelte App soll dem Patienten rückmelden, wie häufig und vor allem wie gut er seine Reha-Übungen ausführt. Somit ist sichergestellt, dass der Patient keine falschen Bewegungen macht – so dass Schädigungen vermieden werden.

Das System kann auch im ambulanten Umfeld angewendet werden, um in der geführten Reha-Behandlung Veränderungen im Bewegungsspektrum quantitativ zu erfassen. Dies hilft, Gelenkschäden vorzubeugen und den Fortschritt sichtbar und damit für den Patienten greifbar zu machen. Nicht weniger wichtig ist es, dem Anwender Informationen sowie Ratschläge zum Training oder zu Übungen mit der App zu vermitteln.

Darüber hinaus bietet die entwickelte Elektronik die Möglichkeit, die Rohdaten auf eine Micro-SD-Karte zu speichern. Sobald diese nach der Übungs- oder Trainingseinheit in die Cloud hochgeladen sind, lassen sie sich vom Arzt oder Trainer professionell auswerten.

Derzeit werden Prototypen der Bandage im Rahmen des Projektes klinisch am Menschen getestet. Außerdem wurden die textilen Sensoren schon auf ihre Zuverlässigkeit untersucht: Bei zyklischen Dehntests überstanden sie 100 000 Zyklen bei 50 % Dehnung problemlos.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten für die textilen Dehnungssensoren wären eine Überwachung des Ellenbogens oder die Messung der Atmung, sowie andere Fälle, bei denen eine genaue, kontinuierliche Messung dynamisch erfasst werden muss.

■ **Malte von Krshiwoblozki,**
Jakub Pawlikowski
Fraunhofer IZM, Berlin

» Weitere Informationen

Zum Konsortium im Cornet- Projekt Motex gehören das Berliner Fraunhofer IZM, die belgischen Unternehmen Mobilab und Centexbel, sowie ein Industriebeirat mit Amohr Technische Textilien, Pegasus Apps, Cubico und Nea International.
www.motex-research.eu/