

Aktuelle Technik
8952 Schlieren
044/ 733 39 99
www.aktuelletechnik.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Auflage: 11'782
Erscheinungsweise: monatlich

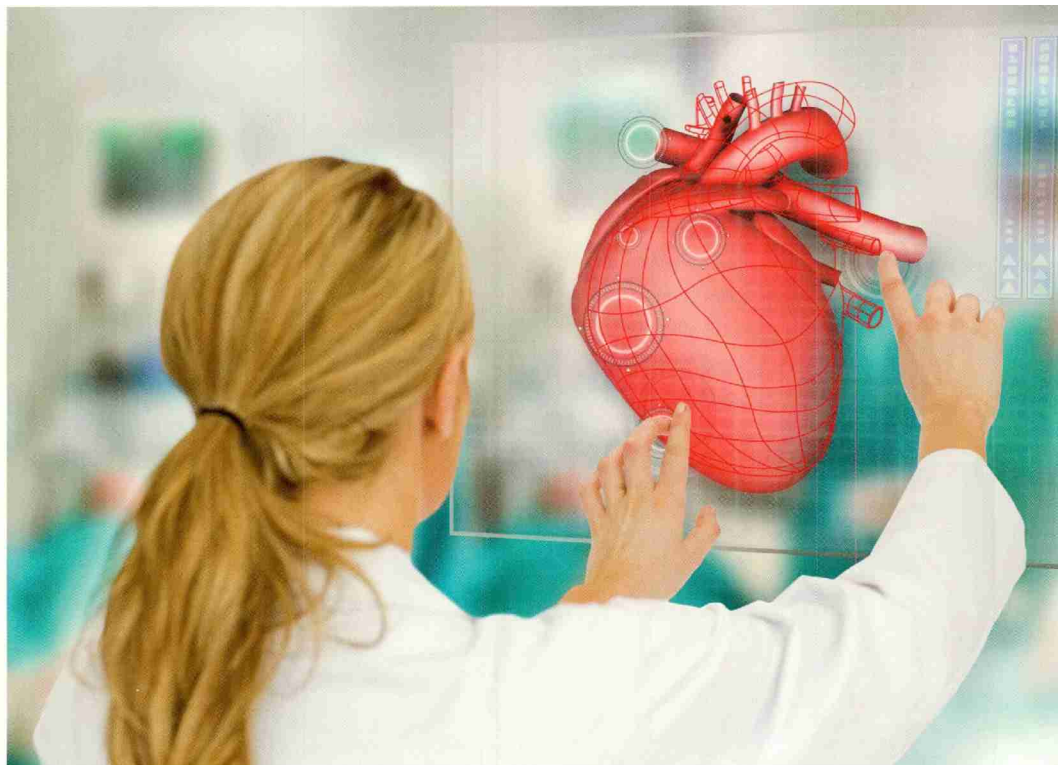
Themen-Nr.: 375.018
Abo-Nr.: 1053061
Seite: 30
Fläche: 109'528 mm²

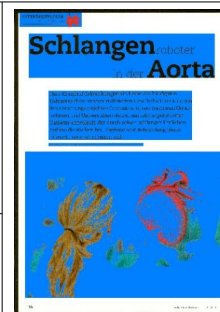


Schlangenroboter in der Aorta

Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind eine der häufigsten Todesursachen unserer zivilisierten Gesellschaft. Im Rahmen des Forschungsprojektes Cascade wird von mehreren Unternehmen und Universitäten derzeit ein robotergesteuerter Katheter entwickelt, der durch seinen schlangenähnlichen Aufbau die Risiken bei Diagnose und Behandlung dieser Erkrankungen vermindern soll.

AUTOR: VINCENT MEISER, PROJEKTLEITER CASCADE AN DER ZHAW





Aktuelle Technik
8952 Schlieren
044/ 733 39 99
www.aktuelletechnik.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Auflage: 11'782
Erscheinungsweise: monatlich

Themen-Nr.: 375.018
Abo-Nr.: 1053061
Seite: 30
Fläche: 109'528 mm²

Diverse Forschungsprojekte in Robotik und Automation haben in jüngster Vergangenheit die Entwicklung von schlangenähnlichen, kontinuierlichen Robotern stark vorangetrieben. Robotergesteuerte Katheter stellen innerhalb des genannten Forschungsfelds eine besondere Herausforderung dar. Sie bewegen sich in einem komplexen, empfindlichen, verformbaren und höchst dynamischen Umfeld, das in Bezug auf Bewegungsfreiraum und Visualisierung nur begrenzte Möglichkeiten bietet. Im EU-geförderten Projekt Cascade (Cognitive Autonomous Catheter Operating in Dynamic Environments) wird ein vereinheitlichtes Steuerungssystem für kontinuierliche Roboter in komplexen und verformbaren Umgebungen entwickelt. Der Fokus des Projekts liegt dabei auf dem menschlichen Herz-Kreislauf-System.

Navigation durch die Aorta

Im Detail sieht das Projekt die Entwicklung eines Katheters vor, der so mit Robotik-Aktuatoren und Sensorik ausgestattet ist, dass eine deutlich verbesserte Telemanipulation sowie eine entsprechend gute Visualisierung des chirurgischen Eingriffs möglich wird. Dieser neue Katheter soll bei minimal-invasiven Operationen eingesetzt werden können. Die Funktionalität des neu entwickelten Katheters wird am Ende des Projekts durch die automatisierte Implantation einer Herzklappe mittels Katheter in einer Testumgebung demonstriert werden. Die eigens zu diesem Zweck entwickelte realistische Testumgebung besteht aus einer künstlichen, Silikon-artigen Aorta mit Herzkammer und erlaubt dank maschineller Durchblutung die Simulation des Herzschlags. Das verwendete Aorta-Modell wurde ebenfalls im Projekt entwickelt und dreidimensional gedruckt.

Neben der technischen Umsetzung des Katheters und der Testumgebung beinhaltet das Projekt auch die Entwicklung einer grafischen Benutzeroberfläche. Diese soll dem operierenden Chirurgen eine umfassende Visualisierung der Eingriffsumgebung bieten und durch ständige Kontrolle des Katheters auch direkte Eingriffe in den Operationsvorgang erlauben. Das entwickelte Katheter-Steuerungssystem ermöglicht dabei sowohl die Kontrolle über lokale Parameter wie Kräfte oder Steifheit als auch über globale Parameter wie die Form des Roboters. Detaillierungsgrad und Qualität der Cascade-Katheter-Manipulation werden die heutige Praxis somit bei Weitem überschreiten.

Erhöhte Patientensicherheit

Die im Projekt entwickelten Tools sollen insbesondere die Diagnose und Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankun-

gen erleichtern. Eine der grössten Herausforderungen von «Cascade» ist somit die hohe Dynamik des Herz-Kreislauf-Systems: Aorta und Herz sind durch Atmung und Herzschlag in ständiger Bewegung. Diverse Analysetools sollen deshalb im Verlauf des Projekts ermitteln, welche neuen Möglichkeiten kontinuierliche Roboter bei Katheter-Eingriffen in dynamischen Umgebungen allgemein bieten können.

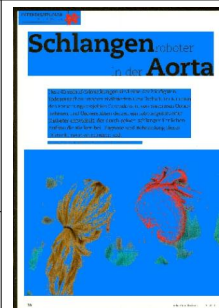
Ein wesentlicher Vorteil des neuen Systems ist die erhöhte Patientensicherheit durch automatisierte Prozeduren und durch Reduktion der Strahlenbelastung. Die Nutzung von präoperativ erfassten MRT-Daten (Magnetresonanztomographie) und ihre Verknüpfung mit intraoperativ erfassten Sensordaten ermöglichen eine dreidimensionale Modellierung der Eingriffsumgebung ohne Röntgenstrahlen. Die präzise und umfassende dreidimensionale Visualisierung des Eingriffs ist eine wichtige technische Neuerung und ermöglicht eine sehr detaillierte Kontrolle über Position und Form des Katheters in der Aorta.

Durch die Nutzung von «Cascade» zu Trainingszwecken und zur Standardisierung von Eingriffstechniken können zudem Know-how und Routine der Chirurgen verbessert werden.

Internationales Konsortium

Das Cascade-Konsortium setzt sich aus folgenden acht internationalen Partnern zusammen: KU Leuven (Koordinator), Universität Bremen, University College London, Imperial College London, ZHAW School of Engineering, sowie St. Jude Medical Geneva, Materialise NV und Medyria AG. Das Projekt läuft über drei Jahre und verfügt über ein Budget von ungefähr 4 Mio. Schweizer Franken. Die verschiedenen Konsortium-Partner entwickeln jeweils Teilkomponenten des späteren Gesamtsystems: roboterartige Katheter, Sensorik, Datenverarbeitung oder Visualisierung.

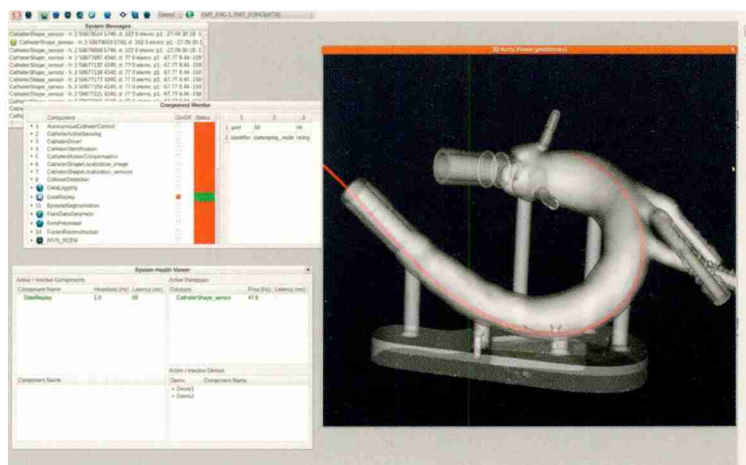
Das Institut für Mechatronische Systeme (IMS) der ZHAW School of Engineering hat die Rolle des System-Integrators inne. Diese beinhaltet insbesondere die Entwicklung der Software-Umgebung, die alle Teilkomponenten in einem Gesamtsystem zusammenführt. Neben der Software-Entwicklung ist



Aktuelle Technik
8952 Schlieren
044/ 733 39 99
www.aktuellechnik.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Auflage: 11'782
Erscheinungsweise: monatlich

Themen-Nr.: 375.018
Abo-Nr.: 1053061
Seite: 30
Fläche: 109'528 mm²

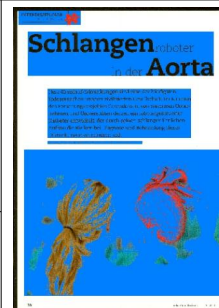


Benutzeroberfläche mit Steuerelementen, Systemüberwachung und 3D-Visualisierung des Katheters im Aorta-Modell.

⋮ **Was ist ein Katheter?**

Katheter sind Röhren oder Schläuche mit verschiedenen Durchmessern und aus unterschiedlichen Materialien. Sie werden in der Medizin meist für die Sondierung oder Behandlung von Organen oder Gefässen verwendet.

Im vorliegenden Fall werden sie bei minimal-invasiven Operationen von Blutgefässen angewandt. Dabei wird an der Leiste des Patienten ein Zugang zur Arterie gelegt und der Katheter durch diese in die Aorta oder weiter bis zum Herz geführt. Hier werden die Katheter zur Diagnose und Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Aneurysmen, Aortenstenose oder Herz-Rhythmus-Störungen eingesetzt.



Aktuelle Technik
8952 Schlieren
044/ 733 39 99
www.aktuellechnik.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Auflage: 11'782
Erscheinungsweise: monatlich

Themen-Nr.: 375.018
Abo-Nr.: 1053061
Seite: 30
Fläche: 109'528 mm²

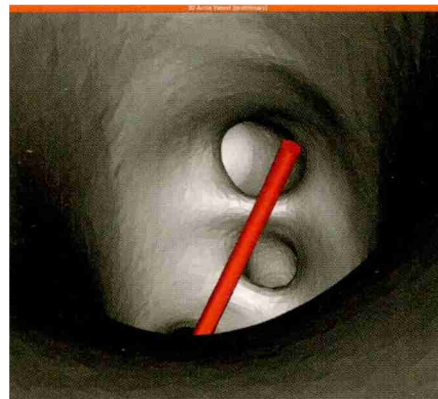
das IMS auch für die Zusammenführung verschiedenster Sensorik in mehrere Katheter-Prototypen zuständig.

Modularer Software-Aufbau

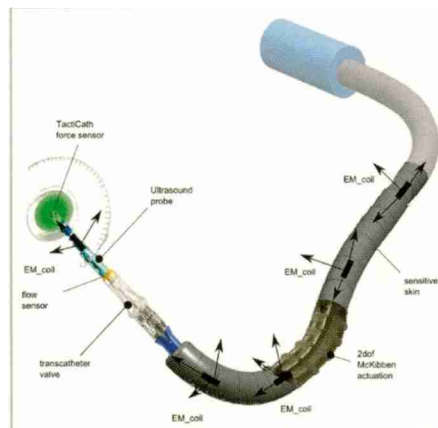
Bei «Cascade» beinhaltet die System-Integration insbesondere die Entwicklung einer flexiblen Software-Umgebung, welche die Integration verschiedenster Software-Komponenten in kürzester Zeit ermöglicht. Bei diesen Komponenten handelt es sich beispielsweise um Hardware-Treiber, Datenver-

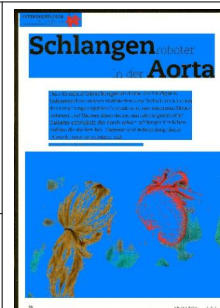
arbeitungsmodule oder Visualisierungstools. Eine wesentliche Anforderung an das System ist dabei die Modularität der einzelnen Komponenten. Diese sollen weitestgehend unabhängig voneinander funktionieren, so dass sie von unterschiedlichen Partnern entwickelt werden können. Der modulare Aufbau des Systems wurde jedoch auch aus Gründen der Sicherheit gewählt, die gerade bei medizinischen Anwendungen permanent gewährleistet sein muss. Die einzelnen Module laufen auf dem «Cascade»-Steuercomputer als separate Prozesse – der Ausfall eines einzelnen Moduls beeinträchtigt damit nur gewisse Funktionalitäten, führt aber nicht zu einem Absturz des Gesamt-

3D-Visualisierung des Katheters und der Aorta mit Gefäßverzweigungen im Bereich des Aortenbogens (Perpektive innerhalb des Gefässes).



Entwurfsskizze des finalen Katheters mit verschiedener Sensorik (Kraft, Position und Orientierung, Ultraschall, Fluss), Herzklappen-Implantat sowie Robotik-Aktuatoren zur automatisierten Katheter-Manipulation und -Steuerung.





Aktuelle Technik
8952 Schlieren
044/ 733 39 99
www.aktuelltechnik.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Auflage: 11'782
Erscheinungsweise: monatlich

Themen-Nr.: 375.018
Abo-Nr.: 1053061
Seite: 30
Fläche: 109'528 mm²

systems. Die Abhängigkeit der einzelnen Module untereinander ist in einem Interface definiert und beschränkt sich auf den Austausch von fest definierten Datenpaketen. Die Kommunikation der Module basiert auf State of the Art und Open-Source-Software, die im Bereich der Robotik weit verbreitet ist.

Die Herausforderungen der System-Integration sind vielfältig. Zentraler Punkt der Entwicklung ist jedoch die Flexibilität des Systems. Die Software-Umgebung soll einerseits einfach zu verwenden sein und sich auf wesentliche Tools beschränken. Andererseits muss das System auch so gestaltet werden, dass je nach zukünftigen Anforderungen auch Erweiterungen möglich sind.

Viel Sensorik auf engstem Raum

Auch bei der Entwicklung der «Cascade»-Katheter-Prototypen gilt es, verschiedene Komponenten wie zum Beispiel die unterschiedliche Sensorik des Katheters in ein Gesamtsystem zu integrieren. Für den Einsatz im medizinischen Umfeld ist dessen Funktionalität auch unter schwierigen Bedingungen (z.B. Flüssigkeit in Gefässen) Vo-

raussetzung. Die Entwicklung der einzelnen Katheter umfasst das Design, die Konstruktion und den Zusammenbau des Katheters. Hierbei sind eine Maximalgrösse von ungefähr 6 mm sowie die hohe Beanspruchung die grössten Herausforderungen. Umfangreiche Prototypen-Tests mit unterschiedlichen Sensoren werden die Grundlage für die Entwicklung des finalen, roboterartigen Katheter-Prototypen liefern.

Das Institut für Mechatronische Systeme

Das Institut für Mechatronische Systeme (IMS) der ZHAW School of Engineering ist eine führende Institution für angewandte Forschung und Entwicklung im Bereich Mechatronik. Zusammen mit nationalen und internationalen Partnern aus Industrie und Forschung realisiert das IMS innovative Projekte in den Bereichen Robotik und Automation, Regelungstechnik und Advanced Control, Antriebstechnik und Leistungselektronik, Vision und Navigation, Medizintechnik und Systemtechnik. **at**

Institut für Mechatronische Systeme ZHAW

www.ims.zhaw.ch

www.cascade-fp7.eu