

- Koordination des Forschungsfelds der kognitiven Roboter Chirurgie -

L. Schreiter¹, J. Raczkowsky¹, H. Wörn¹

¹ *Karlsruher Institut für Technologie,
Institut für Prozessrechenstechnik,
Automation und Robotik,
Karlsruhe,
Deutschland*

Kontakt: luzie.schreiter@kit.edu

Abstract:

Minimalinvasive Chirurgesysteme mit Robotertechnologie verfolgen das Konzept der Telemanipulation. Dabei werden die Aktionen des Manipulators durch den Chirurgen gesteuert, der wiederum die Umwelt über Sensorinformationen wahrnimmt. Die heutigen Ansätze entwickeln sich jedoch hin zur informationsbasierten Chirurgie. Die Idee der Kognitiven Roboterchirurgie ist es, das System mit zusätzlichem Wissen auszustatten und hiermit den Chirurgen bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Hinsichtlich dieses Wandels wurde das Projekt EuRoSurge initiiert. EuRoSurge ist ein Koordinierungsprojekt und wird von der Europäischen Kommission (FP7-ICT-2011-7) gefördert. In diesem Artikel wird das Projekt mit dem Ziel neue Methoden für den Forschungsbereich der Kognitiven Roboterchirurgie zu definieren und aufzuzeigen vorgestellt.

Schlüsselworte: EuRoSurge, Kognitive Roboterchirurgie, Computer- und Roboterchirurgie

1 Einleitung

Weltweit finden sich Forschungsprojekte im Bereich der Computer- und Roboterassistierten Chirurgie. Derzeit zeichnet sich jedoch ein Wandel im Bereich der Computer- und Roboterassistierten Chirurgie ab. Vermehrt werden Projekte im Bereich der Kognitiven Roboterchirurgie (KRC) initiiert und gefördert (z.B. I-SUR [1], SFB 125 Cognition-Guided Surgery - Wissens- und modellbasierte Chirurgie [2]). Im Fokus der KRC steht die Entwicklung von Techniken die innerhalb eines Operationsaals zur Entscheidungsunterstützung des Chirurgen beitragen. Um diese Entwicklung voranzutreiben sind einige Barrieren zu überwinden.

So haben sich in Europa die Forschungsbereiche der Computer- und Roboterassistierten Chirurgie und der Forschungsbereich der Kognitionswissenschaft fast unabhängig voneinander entwickelt. Um den Ansatz der KRC verstärkt in den Fokus der Wissenschaft zu rücken ist es notwendig grundlegende Forschungsansätze zu identifizieren und Berührungspunkte mit der Kognitionswissenschaft zu erarbeiten. Die Aufgabe von EuRoSurge ist es, konzeptionelle Grundlagen und Methoden zu definieren die die Etablierung der KRC unterstützen können. Folgende Fragestellungen stehen dabei im Vordergrund: Wie ist es möglich das Wissen der beiden Forschungsbereiche zusammenzuführen? Wie kann eine Roboterarchitektur für ein KRC- System definiert werden? Was bedeutet Sicherheit im Kontext eines KRC-Systems? Wie kann die größtmögliche Sicherheit erzielt werden?

2 Etablierung der Kognitiven Roboterchirurgie

Für den Forschungsbereich der KRC ist es wichtig, die jeweiligen Forschungseinrichtungen und Firmen in dem Bereich der Computer- und Roboterassistierten Chirurgie und in dem Bereich der Kognitionswissenschaften zu identifizieren und darauf aufbauend eine Vernetzung der jeweiligen Forschungsbereiche zu erzielen. Als Grundlage für die Vernetzung der Teilnehmer wurde eine Research Map erstellt, die die Forschungseinrichtungen und Unternehmen visualisiert. Für die Erstellung wurden initial 50 Institutionen und elf Firmen identifiziert und kontaktiert. Diese Karte stellt Basisinformationen wie Ansprechpartner, Kontaktdaten und die Webseite bereit (vgl. Abb.1). Als Basis für die Research Map wurde Google Maps ausgewählt, da es einen einfachen Zugang sowie einfache Erweiterbarkeit ermöglicht und über die Projektdauer hinaus Beständigkeit gewährleistet.



Abb. 1: Research Map auf der EuRoSurge Webseite (angepasst) [3]

Als Wissensbasis für die KRC wird die Definition eines Lexikons inklusive der dazugehörigen Taxonomie und Ontologie angestrebt. Diese beinhaltet die Definition von Objekten und symbolischen Attributen, sowie die Identifizierung ontologischer Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten.

Für die Realisierung wurde Robotic SurgePedia[4] bereitgestellt. Robotic SurgePedia soll es dem Fachpublikum möglich machen mit anderen Experten Begriffe zu diskutieren und gemeinsame Definitionen zu erarbeiten. Robotic SurgePedia ist ein Portal, welches ein Wiki, einen Blogbereich, einen Chatbereich und ein Forum umfasst. Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist es möglich, fundamentale Begriffe im Bereich der KRC klar zu definieren. Ziel der SurgePedia ist es, eine allgemein gültige Ontologie als Wissensbasis für die KRC zu erstellen.

Für den Aufbau und vor allem für die Etablierung des Forschungsbereiches KRC ist es wichtig auch nichttechnische Hürden zu identifizieren. Hierzu gehört beispielsweise die gesellschaftliche Akzeptanz und die Identifikation einschlägiger Patente im Bereich der KRC-Systeme. EuRoSurge soll ein Bewusstsein für diese Aspekte schaffen und diese in der KRC aufzeigen. Des Weiteren werden derzeit rechtliche Fragestellungen in verschiedenen Ländern in Bezug auf KRC-Systeme analysiert und bewertet.

3 Definition neuer Konzepte

Das EuRoSurge Projekt zielt auf die Entwicklung einer modularen und generischen Basisarchitektur ab. Zusätzlich zur Untersuchung von Eigenschaften wie Zuverlässigkeit, Sicherheit und Vorhersehbarkeit steht der Aspekt der Wiederverwendbarkeit für verschiedene medizinische Aufgabenstellungen im Vordergrund. Ausgehend von der Wissensbasis soll untersucht werden, wie sich eine wiederverwendbare Architektur hinsichtlich unterschiedlicher medizinischer Aufgaben verändert. Die Architektur wird in dem Framework OROCOS[5] umgesetzt, das einen größtmöglichen Grad an Determinismus bei vergleichsweise geringem Entwicklungsaufwand ermöglicht. In Bezug auf fallspezifische Anforderungen und sicherheitsrelevante Eigenschaften soll die Architektur validiert werden.

Formale Methoden unterstützen das rigorose Überprüfen dieser Eigenschaften. Hierfür ist es zunächst erforderlich ein formales Modell der Architektur zu erstellen und dieses Modell mathematisch auf spezielle sicherheitsrelevante Eigenschaften zu prüfen. Dieses Verfahren kommt bereits z.B. in der Automobilindustrie zum Einsatz. Zur Umsetzung in der KRC sollen Verifikation- und Validierungsverfahren definiert und Umsetzungsstrategien formuliert werden. Dabei steht der Sicherheitsaspekt von KRC-Systemen besonders im Mittelpunkt der Forschung. Für die konkrete Umsetzung ist ein beispielhaftes Szenario in Arbeit, anhand dessen unterschiedliche formale Methoden der Verifikation und Validierung getestet werden. Die für die KRC geeigneten Methoden werden zur Umsetzung in künftigen KRC Projekten als White Paper bereitgestellt.

4 Zusammenfassung

Mit Hilfe der Research Map wurde ein erster Schritt zur Konstituierung des Forschungsbereiches der KRC umgesetzt. Robotic SurgePedia und die darauf aufbauende Ontologie bilden die Basis für ein Architekturmodell eines modularen Systems. Das Modell soll anhand von formalen Methoden verifiziert und validiert werden und die Korrektheit des

Systems soll beurteilt werden. Die Ergebnisse des EuRoSurge Projektes werden als White Paper zur Verfügung gestellt werden um die Forschung künftiger Projekte in der KRC zu unterstützen.

Diese Arbeit wurde finanziert durch das siebte Rahmenprogramm der Europäischen Kommission innerhalb des Projekts „EuRoSurge“ unter Grant. Nr. 288233.

5 Referenzen

[1] *iSur*. Available: <http://www.isur.org>.

[2] DFG. (2012). *DFG richtet 20 Sonderforschungsbereiche ein*. Available:

- [3] EuRoSurge. (2012). *EuRoSurge- Surgical Robotics Labs*. Available: <http://www.eur o surge. eu/ web / g uest/ surg ical - r o b o tics-lab s>
- [4] A. Lőrincz, "Robotic Surgepedia for EuRoSurge," 2012.
- [5] H. Bruyninckx, "Open robot control software: the OROCOS project," in *Robotics and Automation, 2001. Proceedings 2001 ICRA. IEEE International Conference on*, 2001, pp. 2523-2528 vol.3.