

## Presseinformation

München, den 23. November 2010

### Zwölf Jahre Forschung an Telepräsenz und Teleaktion in München Tele-Arbeit mit Gefühl

**Wenn Feinmechaniker winzige Herzschrittmacher zusammenbauen oder Ärzte minimal-invasiv an Blutgefäßen operieren, werden sie in Zukunft Werkzeug oder OP-Besteck nicht mehr selber in die Hand nehmen müssen: Sie schlüpfen zum Beispiel in eine Art Handschuh, der ihre Bewegungen auf einen ferngesteuerten Roboter überträgt. Gleichzeitig vermittelt der Handschuh, wie sich Werkteile oder Gewebe anfühlen. Das funktioniert auch über große Entfernungen, sodass zum Beispiel Serviceroboter von der Technikzentrale oder sogar Satelliten von der Erde aus repariert werden können.**

München im Jahr 2020: Ein Haushaltsroboter geht kaputt. Das ist sehr unangenehm für seinen Besitzer, einen älteren Herrn, dem der Roboter in kleinen Dingen des Alltags hilft – etwa beim Binden der Schnürsenkel oder beim Aufheben eines heruntergefallenen Bleistifts. Wenn es nach den Wissenschaftlern des Münchener Sonderforschungsbereichs 453 (SFB) geht, wird der ältere Herr nicht lange auf einen anreisenden Techniker warten müssen: Der Haushaltsroboter des Nachbarn führt die Reparatur aus, ferngesteuert von einem Techniker in der Zentrale.

Zwölf Jahre lang haben die Münchener Wissenschaftler Techniken der „wirklichkeitsnahen Teleaktion und Telepräsenz“ so verfeinert, dass Roboter per Fernsteuerung in Zukunft auch knifflige Aufgaben lösen können, für die eine Menge Fingerspitzengefühl benötigt wird. Der Operator, also zum Beispiel der Techniker in der Zentrale, kann fühlen, wie schwer und fest das Ersatzteil ist und wie es beim Einsetzen in den defekten Roboter an den Rändern eines Schachtes entlang schabt. Dazu dient ihm ein haptisches Eingabegerät wie zum Beispiel ein Handschuh, das ihm Kräfte aus der entfernten Umgebung übermittelt. Um die Menge der übertragenen Daten zu reduzieren, entwickelten die Forscher eigens Datenkompressionsalgorithmen für haptische Signale, ähnlich dem MP3 für Audiodaten.

Außerdem kann der Operator hören, aus welcher Richtung Geräusche kommen, auch wenn er den Kopf dreht, bleiben Geräuschquellen an ihrem Ort – dieses binaurale Richtungshören stellt eine deutliche Verbesserung gegenüber dem bisher üblichen Stereoklang dar. Und er bekommt hoch aufgelöste, dreidimensionale Bilder auf einen Monitor vor seinen Augen und sieht damit dasselbe, was der Roboter sieht. Ressourcenoptimale Videokodierungsalgorithmen sorgen auch hierbei für eine optimale Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Bandbreite des Kommunikationskanals.

Was aber, wenn die Reparatur so schwierig ist, dass ein zweites Paar Hände benötigt werden? Im Zukunftsszenario wird einfach der Serviceroboter des zweiten Nachbarn dazu gerufen, den ein zweiter Operator bedient. Für Münchener Wissenschaftler stellte diese Situation eine besondere Herausforderung dar. Denn wenn zwei Menschen zusammenarbeiten, zum Beispiel gemeinsam einen Gegenstand tragen, stimmen sie fortwährend ihre Kräfte aufeinander ab – damit der Gegenstand nicht zu Boden fällt. Das Problem: Bei Teleoperationen vergeht Zeit für die Übertragung von

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München [www.tum.de](http://www.tum.de)

Dr. Ulrich Marsch  
Dr. Markus Bernards  
Klaus Becker

Sprecher des Präsidenten  
PR-Referent  
PR-Referent

+49.89.289.22779  
+49.89.289.22562  
+49.89.289.22798

[marsch@zv.tum.de](mailto:marsch@zv.tum.de)  
[bernards@zv.tum.de](mailto:bernards@zv.tum.de)  
[becker@zv.tum.de](mailto:becker@zv.tum.de)

Sensorsignalen und Bewegungsbefehlen zwischen beiden Robotern und der Fernsteuerungszentrale – zu viel, als dass eine gute Koordination noch möglich wäre. Die Operatoren arbeiten dann „move-and-wait“: Nach jeder ihrer Bewegungen warten sie, bis sie sehen, dass der Roboter nachgezogen hat.

Um das Problem zu lösen, haben die Münchener Wissenschaftler eine Software entwickelt, die auftretende Interaktionskräfte in der entfernten Umgebung vorausberechnet und damit die Synchronisation zwischen Aktion und Reaktion wieder herstellt. Dadurch kann der Operator den Roboterarm zügig und sicher bewegen.

Die neuen Teleoperationstechniken haben großes Potenzial: Roboter werden auch im Weltall aktiv sein und ferngesteuert defekte Satelliten reparieren oder verschrotten helfen. Hierfür wurde am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ein menschenähnlicher Roboter namens SpaceJustin entwickelt, dessen Gelenke seit 2005 auf der Internationalen Raumstation ISS auf ihre Praxistauglichkeit getestet werden. In SFB-Projekten wurden dabei neue Methoden für die Datenübertragung und -kompression, für die Regelung mit großen Verzögerungszeiten und zur intuitiven Bedienung entwickelt.

Bei minimal-invasiven Operationen dagegen, die für den Patienten sehr schonend sind, wird die Teleoperation die Arbeitsbedingungen des Arztes verbessern: In Zukunft wird er nicht mehr über den Patienten gebeugt stehen und gleichzeitig den Monitor beobachten, sondern er wird die OP an einem Tisch sitzend mit Fernsteuerung ausführen, während ihm auf dem Bildschirm parallel zu den Aufnahmen aus dem Körperinnern weitere Patientendaten wie CT-Bilder eingespielt werden. Ergebnisse aus verschiedenen SFB-Projekten, wie kleinste Instrumente mit Kraftmessung oder die Bewegungskompensation für Operationen am schlagenden Herzen, flossen hierbei in die Verbesserung des vom DLR entwickelten mehrarmigen Chirurgierobotersystems MiroSurge ein. Die operierenden Roboterarme können dem Arzt einzelne Arbeitsschritte wie das Verknoten eines Fadens abnehmen - eines der SFB-Projekte war hierin erfolgreich.

Wenn es in der Industrie um die Montage sehr kleiner Teile wie etwa Kraftsensoren geht, die in geringen Stückzahlen hergestellt werden, wird die Teleoperation nützlich sein: Kräfte und Bewegungen des Arbeiters können auf die Mikroebene herunterskaliert werden, so dass sich die mikroskopisch kleinen Bauteile leichter zusammensetzen lassen. Wenn der Operator einen Hebel um 10 Zentimeter verschiebt, bewegt sich der Roboterarm mit dem winzigen Bauteil nur wenige Mikrometer.

Vielleicht müsste auch auf erfahrene Fachkräfte zum Beispiel bei der Montage hochwertiger Uhren nicht mehr verzichtet werden, wenn deren Hände mit fortschreitendem Alter nicht mehr ruhig genug sind: Eine Teleoperation per Roboter wäre in der Lage, ein Zittern der Hände auszugleichen.

#### **Video zu den Projekten des SFB 453:**

[http://www.lsr.ei.tum.de/team/peer/sfb453\\_highQuality.mpg](http://www.lsr.ei.tum.de/team/peer/sfb453_highQuality.mpg)

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München [www.tum.de](http://www.tum.de)

Dr. Ulrich Marsch  
Dr. Markus Bernards  
Klaus Becker

Sprecher des Präsidenten  
PR-Referent  
PR-Referent

+49.89.289.22779  
+49.89.289.22562  
+49.89.289.22798

[marsch@zv.tum.de](mailto:marsch@zv.tum.de)  
[bernards@zv.tum.de](mailto:bernards@zv.tum.de)  
[becker@zv.tum.de](mailto:becker@zv.tum.de)

**Website des SFB 453:**

<http://www.lrz.de/~t8241ad/webserver/webdata/>

**Sonderforschungsbereiche** sind langfristige, in der Regel auf die Dauer von bis zu zwölf Jahren angelegte Forschungseinrichtungen der Hochschulen, in denen wissenschaftliche Zusammenarbeit im Rahmen fächerübergreifender Forschungsprogramme gefördert wird. Jeder Sonderforschungsbereich besteht dabei aus einer unterschiedlichen Anzahl von Teilprojekten, die von einzelnen gegebenenfalls aber auch von mehreren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gemeinsam geleitet werden. Sonderforschungsbereiche werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft aus Mitteln des Bundes und der Länder gefördert.

Partner des Sonderforschungsbereichs 453 „Wirklichkeitsnahe Telepräsenz und Teleaktion“ waren die **Technische Universität München**, die den Sprecher stellte (Prof. Martin Buss), das **Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**, die **Universität der Bundeswehr München** und die **Ludwigs-Maximilians-Universität München**.

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 440 Professorinnen und Professoren, 7.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (einschließlich Klinikum rechts der Isar) und 25.000 Studierenden eine der führenden Universitäten Deutschlands. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet.