

Telesmanipulationssystem Mobile Keyhole Surgery

Agiler Helfer im OP

Am Lehrstuhl für Produktentwicklung der TUM in Garching (Prof. Udo Lindemann) wurde ein Telesmanipulationssystem für die chirurgische Praxis entwickelt, das kleiner, flexibler und kostengünstiger ist als herkömmliche Systeme.



Gesamtansicht MoKeyS mit beispielhafter Anordnung von drei Manipulatoremodulen

Chirurgen setzen heute verstärkt minimal invasive Operationsmethoden ein, die gegenüber konventionellen Vorgehensweisen entscheidende Vorteile bieten: kürzere Rekonvaleszenz, niedrigere Morbidität, verringertes Operationstrauma und damit einhergehend minimaler Blutverlust. Es gibt allerdings auch Nachteile; so verstärkt die Hebelwirkung der langen starren Instrumente das natürliche Handzittern des Chirurgen, der zudem durch eine unergonomische Körperhaltung schnell ermüdet. Dazu kommen die fehlende Intuition bei der Handhabung, weil die Bewegungsrichtung der Instrumentenspitze am Körper Eintrittspunkt gespiegelt wird, und der Zeitaufwand beim Instrumentenwechsel.

Um diese Nachteile aufzuheben, verwendet man in der Herzchirurgie und der Laparoskopie bereits Telesmanipulatoren: Die Bewegungen des Chirurgen werden von einer Bedienkonsole aus informationstechnisch und elektromechanisch auf Instrumente und Werkzeuge übertragen. Die Manipulatoren ermöglichen ein präziseres Arbeiten als herkömmliche endoskopische Instrumente und bieten dem Arzt zudem eine ergonomische Arbeitsumgebung. Dem breiten Einsatz solcher Systeme stehen momentan noch verschiedene Mängel entgegen, etwa ein zu großer Bau-

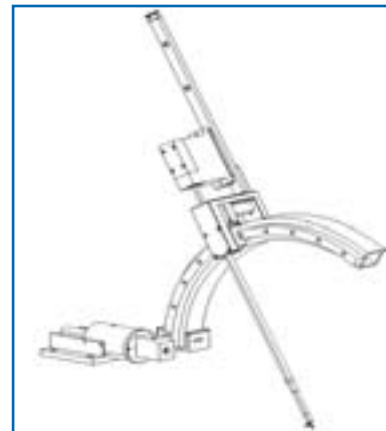
raum der Systeme, hohe Anschaffungs- und Wartungskosten und die durch fehlende haptische Rückmeldung verlängerte Operationsdauer.

Der Lehrstuhl für Produktentwicklung beschäftigte sich in der Vergangenheit intensiv mit solchen Telesmanipulationssystemen, um Vor- und Nachteile bestehender sowie Anforderungen an zukünftige Systeme herauszuarbeiten. Diese Arbeiten mündeten in die Entwicklung eines eigenständigen innovativen Konzepts, des Telesmanipulationssystem MoKeyS (Mobile Keyhole Surgery). Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Reduzierung des Bauraums gelegt, auf eine einfache und kostengünstige Mechanik sowie auf die flexible Adaption des Systems an den Operationstisch.

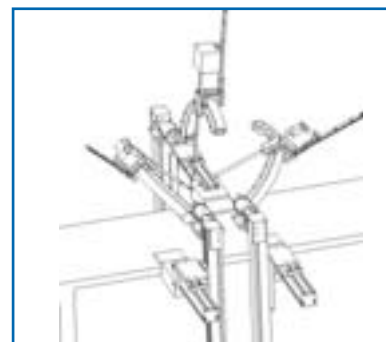
Ein Modul des Manipulators MoKeyS besteht aus drei Hauptbaugruppen: tragende Struktur, C-Bogen und Instrument. Die tragende Struktur dient der Vorjustierung des Instrumententrägers bezüglich des Patienten. MoKeyS ermöglicht es, die einzelnen Module am Operationstisch flexibel zu befestigen und damit an unterschiedliche Operationsverfahren anzupassen. Die exakte Ausrichtung des Systems gewährleisten zwei Linearführungen, die vertikal bzw. horizontal senkrecht zueinander angeordnet sind. Der C-Bogen erlaubt die Bewegung



Seitenansicht Tangentialtrieb des Instruments um den invarianten Punkt



Schrägansicht eines Manipulatormoduls



Schrägansicht, Seitenansicht mit Tangentialtrieb, Frontansicht mit Schwenken des C-Bogens



Funktionsprototyp von MoKeyS (u.).
Fotos:
Peter Rosenecker

in zwei rotatorischen und einem translatorischen Freiheitsgrad. Der Bogen selbst schwenkt um eine horizontale Achse quer zum Operationstisch. Zusätzlich lässt sich das Instrument radial und tangential auf dem C-Bogen bewegen. Die Instrumentenspitze beschreibt also Kugelkoordinaten innerhalb des vom C-Bogen aufgespannten Radius. Das Instrument verfügt über Antriebe zur Bewegung in drei rotatorischen Freiheitsgraden, einen Schaft und ein Werkzeug, zum Beispiel Greifer oder Skalpell.

Das Konzept wurde dem Erfinderbüro der TUM gemeldet und im Rahmen der Bayerischen Hochschulpatentinitiative Bayern Patent wegen seines hohen Innovationsgrades bereits zum Patent angemeldet. Ein erstmals auf der diesjährigen Hannovermesse vorgestellter Prototyp wird im November 2005 auf der Messe MEDICA einem medizinischen Fachpublikum präsentiert. Derzeit bereitet der Lehrstuhl für Produktentwicklung die Patentanmeldung des eigens für MoKeyS entwickelten Instruments vor.

*Christoph Jung,
Udo Lindemann,
Nadja Pecquet*

Dipl.-Ing. Nadja Pecquet
Lehrstuhl für Produktentwicklung
Tel.: 089/289-15153
Nadja.pecquet@pe.mw.tum.de

Durchbruch in der Nervenstimulation: P-Stim 160

Stark in Forschung, Diagnose und Therapie

Bereits seit 1988 werden an der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik der TUM Geräte für die Induktive Nervenreizung entwickelt. Mit diesen »Magnetstimulatoren« können Nervenzellen sowohl im Gehirn als auch in der Peripherie des menschlichen Körpers nicht-invasiv gereizt werden. Ein aus dem Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der TUM (Prof. Bernhard Wolf) hervorgegangenes Spin-Off-Unternehmen, die MAG & More GmbH, hat gemeinsam mit dem Lehrstuhlmitarbeiter PD Dr. Thomas Weyh den Prototypen eines solchen Magnetstimulators in ein sicheres und technisch anspruchsvolles Medizinprodukt weiterentwickelt und kürzlich die Freigabe für den klinischen Einsatz erhalten.

Die Arbeitsweise des Neurostimulators P-Stim 160 beruht auf einem starken elektrischen Puls, der in einer Behandlungsspule ein schnell veränderliches magnetisches Feld von bis zu 1,5 Tesla Stärke erzeugt. Dieses induziert im Körpergewebe einen Stromfluss und kann somit Nerven reizen. Das Besondere dabei: Das Verfahren ist sowohl schmerzfrei als auch nicht-invasiv. Dadurch lassen sich einzelne periphere Nerven, ganze Muskeln, aber auch die Gehirnrinde durch den Schädelknochen hindurch stimulieren.

Die Präzision des Gesamtsystems wurde derart gesteigert, dass kleinste Areale auf der menschlichen Gehirnoberfläche verlässlich und reproduzierbar angeregt oder auch in ihrer Funktion gehemmt werden können. Damit steht ein potentes Werkzeug für die funktionelle Erforschung des Gehirns zur Verfügung. Die Präzision des Geräts und die räumliche Begrenzung des Trefferareals setzen neue Maßstäbe im Bereich der transkraniellen Magnetstimulation (TMS). Im Vergleich mit bisher verfügbaren Pro-

dukten fällt die außerordentlich hohe Energie-Effizienz des »P-Stim 160« auf. So erzielt das System mit einem Bruchteil der bisher nötigen elektrischen Leistung beim Patienten die gleiche physiologische Wirkung. Die geringe Energie-Effizienz ist wegen der damit verbundenen kurzen möglichen Behandlungsdauer die wichtigste Einschränkung herkömmlicher Stimulatoren. Die Entwickler erhoffen auch hier einen wesentlichen Fortschritt im medizinischen Nutzen dieser Technologie.

Die Behandlungsspulen werden zusammen mit der Schwarzer GmbH, München, entwickelt und spiegeln den aktuellen Wissensstand auf diesem hoch komplexen Gebiet wider. So kommen bei ihrer Entwicklung Finite-Elemente-Simulationsprogramme zum Einsatz, wie sie auch in der Automobilindustrie (Crash-Simulationen) verwendet werden. Auf diese Weise ließen sich elementare Eigenschaften wie präzise Feldverteilung, hoher Wirkungsgrad und geringes Gesamtgewicht in einem einzigen Design verwirklichen; Eigenschaften, die bis-