

**4. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
26. bis 27. März 2003 in
Karlsruhe**



„Perkutane spinale Robotik - experimentelle Ergebnisse“

N. Haberland, M. Börner
Neurochirurgische Abteilung der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main,
Frankfurt am Main, Deutschland
E-Mail: Nils.Haberland@BGUFrankfurt.de

Copyright: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Band: AUTOMED 2003 - 4 . Workshop "Automatisierungstechnische Methoden
und Systeme für die Medizin"
Editors: U. Voges, G. Bretthauer
ISSN: 0947-8620
Pages: 24-25

Perkutane spinale Robotik – experimentelle Ergebnisse

N. Haberland, M. Börner*

Neurochirurgische Abteilung der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main,

*Ärztlicher Direktor der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main

Friedberger Landstraße 430, 60389 Frankfurt am Main

Nils.Haberland@BGUFrankfurt.de

EINLEITUNG

Die spinale Navigation gewährleistet einen sicheren Zugang bei Wirbelsäulenoperationen. Der spinalen Freihandnavigation sind jedoch Grenzen gesetzt bei perkutanen Operationen und bei Operationen im Bereich der Halswirbelsäule. Daher kombinierten wir die spinale Navigation mit der Robotik, um die Vorteile beider Techniken zu nutzen.

MATERIALIEN UND METHODEN

Die Versuche erfolgten an einem Plexiglasmodell. Für die Navigation kam ein Infrarot-Sensor-System mit Passivmarkern (POLARIS, Firma Northern Digital, Kanada) zur Anwendung und für die Robotik stand ein neurochirurgischer Gelenkarmroboter (NeuroMate, Firma ISS, USA) zur Verfügung. Die Software (IVS Solutions AG, Chemnitz, BRD) arbeitet auf einem PC mit Windows 2000 Professionell NT. Für die Registrierung wurden Titanmarker verwandt. Die CT-Datenakquisition erfolgte mit einem intraoperativen CT-Scanner (Tomoscan M, Firma Philips, Holland).

Mit Hilfe der Navigation erfolgte die Registrierung, die Co-Registrierung für den Roboter sowie das Bone motion monitoring mit Bone motion detection und Tracking. Der Roboter gewährleistete die passive Führung des navigierten Instrumentes. Auf dem Monitor war intraoperativ das navigierte Instrument zu sehen und gleichzeitig die Roboterinstrumentenführung.

Bestimmt wurde die Applikationsgenauigkeit der spinalen Robotik am Eintrittspunkt und am Zielpunkt. Die angefahrenen Eintritts- und Zielpunktkoordinaten mit x_1 , y_1 und z_1 gab die Robotersoftware an. Bei Abweichungen wurde über die Robotersteuerung der angefahrte Punkt korrigiert und die neuen Koordinaten x_2 , y_2 und z_2 konnten herangezogen werden zur Berechnung der Applikationsgenauigkeit bzw. des räumlichen Fehlers nach der Formel von Euklid:

$$d = \sqrt{|x_1 - x_2|^2 + |y_1 - y_2|^2 + |z_1 - z_2|^2}$$

ERGEBNISSE

In 24 Versuchen betrug die Applikationsgenauigkeit am Eintrittspunkt 0,9 mm +/- 0,3 mm SD und am Zielpunkt 0,8 mm +/- 0,2 mm SD bei einem

Registrierfehler (RMSE) von 0,5 mm +/- 0,2 mm SD für die Navigation, von 0,2 mm +/- 0,1 mm SD für den Roboter und von 0,6 mm +/- 0,2 mm SD für das Gesamtsystem.

DISKUSSION

In Analogie zur spinalen Navigation ist eine intraoperative 3D-Datenakquisition für ein exaktes Registrierverfahren unumgänglich. Gleichfalls sollte für die spinale Robotik der Rumpfwirbelsäule in Bauchlage eine Jet-Ventilation zur Anwendung gelangen, um die sonst üblichen Beatmungsbewegungen zu eliminieren.

Tritt eine relevante Patientenbewegung auf, kann diese korrigiert werden, indem über die Navigation eine neue Ziel-Trajektorie für den Roboter definiert wird und diese neue Trajektorie fährt der Roboter ohne eine erneute Co-Registrierung des Roboters an.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die experimentell bestimmte Applikationsgenauigkeit der spinalen Robotik gewährleistet eine exakte passive Instrumentenführung. Durch die Kombination mit der Navigation konnte die Problematik der intraoperativen Bewegung der Wirbelsäule gelöst werden.

LITERATURHINWEISE

[Haberland2000a]

N. Haberland, K. Ebmeier, J. P. Grunewald, R. Hliscs, R.-L. Kalff: Incorporation of intraoperative computerized tomography in a newly developed spinal navigation technique. *Computer Aided Surgery*, Vol. 5, pp. 18-27, 2000

[Haberland2000b]

N. Haberland, K. Ebmeier, R. Hliscs, J. P. Grunewald, R.-L. Kalff: CT intraoperatoria en la cirugía de la columna vertebral guiada por imágenes. *El Hospital*, Vol. 56, pp. 20-26, 2000

[Haberland2000c]

N. Haberland, K. Ebmeier, R. Hliscs, J. P. Grunewald, J. Silbermann, J. Steenbeck, H. Nowak,

R. Kalff: Neuronavigation in surgery of intracranial and spinal tumors. *J Cancer Res Clin Oncol*, Vol. 126, pp. 529-541, 2000

[Haberland2001]

N. Haberland, H. Meinig, D. Eymer-Salim, K. Asmus, U. Schweigkofler, G. Meinig, M. Börner: Rechnerunterstütztes Operieren in der Neurotraumatologie. *Trauma Berufskrank*, Vol. 3, pp. 369-376, 2001

[Haberland2002]

N. Haberland, D. Eymer-Salim, H. Meinig, G. Meinig, M. Börner: Intraoperative computerized tomography in image-guided surgery of spinal fractures. *European Journal of Trauma-E- Suppl. 1*, pp. 84-91, 2002