

**6. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
24.-25. März 2006 in Rostock-
Warnemünde**



**„KaSIM – Karlsruher System für Impedanztomographie in
der Mamma-Diagnostik und -Therapie“**

Udo Voges, Heinz Becker, Hüseyin Çakmak, Richard Fodor, Heinrich Klosek
Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Angewandte Informatik, Eggenstein-
Leopoldshafen, Deutschland
E-Mail: voges@iai.fzk.de

Band: Abstracts der Vorträge des 6. Workshops der Automed 2006
Editors: T. Ellerbrock
ISBN: 3-86009-296-0
Pages: 81-82

KaSIM – Karlsruher System für Impedanztomographie in der Mamma-Diagnostik und -Therapie

Udo Voges, Heinz Becker, Hüseyin Çakmak, Richard Fodor, Heinrich Klosek
 Forschungszentrum Karlsruhe
 Institut für Angewandte Informatik
 Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

voges@iai.fzk.de

EINLEITUNG

In der Mamma-Diagnostik werden neben dem einfachen Tastbefund und der Ultraschalluntersuchung gute, aber aufwändige Systeme wie CT, PET/CT und MRT eingesetzt. Diese Systeme sind sehr kostenintensiv und bieten in der Regel nicht die Möglichkeit, dass beim Erkennen eines Karzinoms sofort eine bildunterstützte Therapie vorgenommen werden kann, und dies vor allem absolut lagestabil. Da ihre Anwendung im Allgemeinen nicht schmerzfrei und z. T. mit einer Strahlen- oder Medikamentendosis verbunden ist, treten stets Belastungen für die Patientin auf.

Hier wird ein neuartiges System vorgeschlagen, das für eine Diagnose die Methode der elektrischen Impedanz-Tomographie zulässt und mechanisch eine optimale Adaption an die weibliche Brust gewährt. Im Folgenden wird zunächst auf die mechanische Ausgestaltung eingegangen und anschließend die Bildgebung näher beschrieben.

MECHANIK-AUSLEGUNG

Für die Aufnahme der weiblichen Brust während der Diagnose ist eine Vorrichtung vorgesehen, die als halbkugelartige Doppelschale ausgebildet ist (s. Abb. 1). Durch einen leichten Unterdruck wird die Brust sanft an die innere Schale gesaugt und dort fixiert. Dies ist mit keinerlei Beeinträchtigungen wie Schmerzen oder gar Verletzungen verbunden und ohne großen Aufwand möglich. Die Bohrungen in der Innenschale dienen der Aufnahme der Elektroden für die Elektroimpedanz. Hierbei werden Hohlelektroden verwendet, um gleichzeitig einen Zugangsweg für Biopsie- oder Therapieinstrumente (z. B. Laser, Kryo) zu haben. Über diese Vielzahl an Zugangswegen ist nahezu jede Stelle der fixierten weiblichen Brust auf mindestens eine Art mit hoher Genauigkeit zu erreichen.

Auf der Außenseite der Außenschale ist eine dünne Abdichtungsfolie aufgelegt und mit einem Ring fixiert,

die die vielen Zugangsöffnungen verschließt, so dass der Unterdruck erhalten bleibt. Beim Durchstechen während einer Biopsie bleibt der Unterdruck erhalten, weil sich die Folie an das Instrument anschmiegt und das Drucksystem zusätzlich kleinere Druckverluste kompensiert.



Abb. 1: Rohkörper der Doppelhalbschalen ohne Elektroden.

ELEKTRISCHE IMPEDANZ

In die innere Unterdruckschale ist eine Vielzahl von Elektroden integriert (s. Abb. 2), mit denen die Elektrische Impedanz-Tomographie (EIT) gemacht werden kann [Cheney1999]. Hierbei wird ein schwacher elektrischer Wechselstrom über zwei dieser Elektroden angelegt. In einem Multiplex-Verfahren wird an mehreren Elektroden der Spannungsabfall gemessen. In relativ kurzer Zeit wird durch Variation von Elektrodenzuordnung für Wechselstromspeisung und Spannungsmessung ein umfangreicher Datensatz gewonnen, aus dem ein 3-D-Bild der Brust berechnet werden kann, in dem ggf. Anomalitäten oder Tumore sichtbar sind [Coble1994, Malich2000]. Gerade durch die Vielzahl der Elektroden soll eine hohe Auflösung des 3-D-Diagnosebildes erreicht werden.

Die Elektroden erhalten durch den Unterdruck einen zuverlässigen Kontaktschluss zur Brust. Außerdem wird die Brust auf diese Weise fixiert und das gewonnene 3-D-Bild kann für die Planung des Zugangsweges für eine ggf. erforderliche Biopsie oder Therapie genutzt werden, eine Lageveränderung der Brust oder des Tumors findet nicht statt.

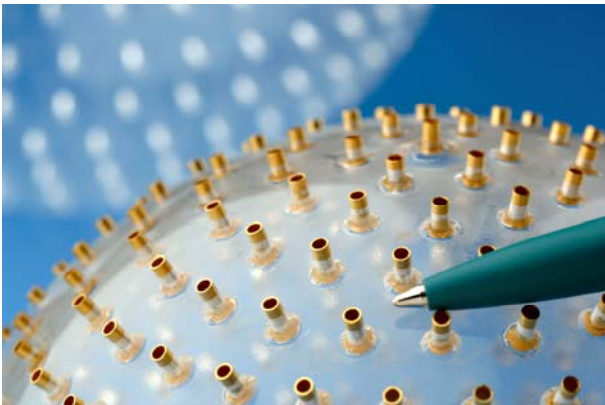


Abb. 2: Rohkörper der inneren Halbschale mit Elektroden, aber ohne elektrische Anschlüsse

DIAGNOSE UND THERAPIE

Die elektrische Impedanz lässt aufgrund ihrer so genannten Spezifität bereits eine Unterscheidung zwischen gutartigen und bösartigen Tumoren zu, da die elektrische Leitfähigkeit von normalem Gewebe und krebserkranktem Gewebe unterschiedlich ist [Lehmann2000, Kerner2002]. Dadurch kann ggf. auf eine Biopsie verzichtet werden. Wird beim Erkennen eines malignen Tumors zur Absicherung des Befundes eine Biopsie für erforderlich gehalten, kann sie sofort – ohne die geringste Lageveränderung – erfolgen. Dazu wird zunächst aufgrund des 3-D-Bildes eine Zugangsplanung am Rechner durchgeführt und das optimale Zugangsloch selektiert. Die Biopsienadel wird durch die Öffnung in der Schale bis zur erforderlichen Tiefe eingeführt und die Gewebeprobe wird entnommen. Nach Vorliegen des Befundes (Schnellschnitt-Analyse) kann durch denselben Zugangsweg die Therapie in derselben Sitzung erfolgen, ohne dass eine weitere Vorbereitung oder mehrfache Arbeiten, wie z. B. Umlagerungen, erforderlich werden.

Die Therapie kann deshalb unter online Bildüberwachung zielsicher erfolgen, weil auch dazu die EIT eingesetzt wird. Somit kann einerseits abgesichert werden, dass die Tumorstelle auch erreicht wird, und andererseits der Therapieerfolg kontrolliert werden.

ERGEBNISSE

Derzeit wird ein Muster des Unterdruckschalen-Systems aufgebaut. Als nächstes sind erste EIT-Messungen an einem technischen Objekt in der Planung.

DISKUSSION

Mit KaSIM wird eine optimale, patientinnenfreundliche und kostengünstige Lösung für eine nicht-invasive Tumor-Detektion vorgestellt, die neben der Diagnose eine unmittelbare minimal-invasive Therapie zulässt bei absoluter Lagestabilität der Brust.

Vergleichbare Systeme sind nicht nebenwirkungsfrei und vereinen nicht die minimal-invasive Therapiemöglichkeit mit der Diagnose.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das vorgestellte System soll eine schmerz- und nebenwirkungsfreie Mamma-Diagnose sowie eine bildgestützte Therapie ermöglichen. Die Ergebnisse der Messreihen dieses Verfahrens sind in einer vergleichenden Gegenüberstellung und Bewertung mit den etablierten Verfahren zu bewerten, bevor in vivo Messungen durchgeführt werden. Erst nach deren Auswertungen kann dann abschließend das Potenzial dieses Systems beurteilt werden.

LITERATURHINWEISE

[Cheney1999]

M. Cheney, D. Isaacson, J. C. Newell, „Electrical Impedance Tomography“, *SIAM REVIEW* Vol. 41, No. 1, pp. 85–101, 1999

[Coble1994]

J. Coble, D. Isaacson, M. Cheney, „Three-Dimensional Impedance Imaging Processes“, US Patent 5284142, 1994

[Kerner2002]

T. E. Kerner, K. D. Paulsen, A. Hartov, S. K. Soho, S. P. Poplack, „Electrical Impedance Spectroscopy of the Breast: Clinical Imaging Results in 26 Subjects“, *IEEE TMI*, Vol. 21 No. 6, pp. 638-645, 2002

[Lehmann2000]

C. Lehmann, „Die Mammographie als Anwendungsbeispiel der elektrischen Impedanztomographie“, Dissertation, Johannes Gutenberg Universität Mainz, 2000

[Malich2000]

A. Malich, T. Fritsch, R. Anderson, T. Boehm, M. G. Freesmeyer, M. Fleck, W. A. Kaiser, „Electrical impedance scanning for classifying suspicious breast lesions: first results“, *European Radiology* 10, pp. 1555-1561, 2000