

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



**„Prototypischer multimodaler Trainingssimulator für die
Geburtshilfe“**

T. Obst, R. Burgkart
Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie, Klinikum rechts der Isar, München, Deutschland
E-Mail: tobias.obst@lrz.tum.de

R. Riener, M. Frey
Lehrstuhl für Steuerungs- und Regelungstechnik, TU München, München, Deutschland

E. Ruckhäberle
Frauenklinik, Klinikum rechts der Isar, München, Deutschland

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: 36-37

Prototypischer multimodaler Trainingssimulator für die Geburtshilfe

T. Obst¹, R. Burgkart¹, R. Riener², M. Frey^{2,3}, E. Ruckhäberle³

¹Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie, Klinikum rechts der Isar, 81675 München

²Lehrstuhl für Steuerungs- und Regelungstechnik, TU München, 80290 München

³Frauenklinik, Klinikum rechts der Isar, 81675 München

tobias.obst@lrz.tum.de

EINLEITUNG

In den letzten Jahren ist in der Bundesrepublik Deutschland ein Trend von der Spontan-Geburt (vaginal) hin zum Kaiserschnitt (Sectio) zu beobachten. Ärzte entscheiden bei auftretenden Komplikationen schneller für eine operative Entbindung, als das früher der Fall war.

Obwohl das Risiko einer Sectio aufgrund verbesserter Hygiene und Operationstechnik in der Tat gesunken ist, liegt das Risiko – insbesondere das der Not-Sectio – noch deutlich über dem einer vaginalen Geburt [Schneider2002].

Um Ärzte besser auf mögliche Komplikationen vorbereiten zu können, die nicht zwangsweise in einer Sectio enden müssen, empfiehlt sich die Verwendung eines Trainingssimulators in der Ausbildung. Die Entwicklung eines solchen Prototypen soll im Folgenden vorgestellt werden.

METHODIK

Zur Verwirklichung des Prototypen wurde das Konzept der multimodalen Simulation herangezogen. Er verfügt daher als Schnittstelle zum Anwender über ein haptisches, ein akustisches und ein visuelles Display (vgl. Abb. 1).

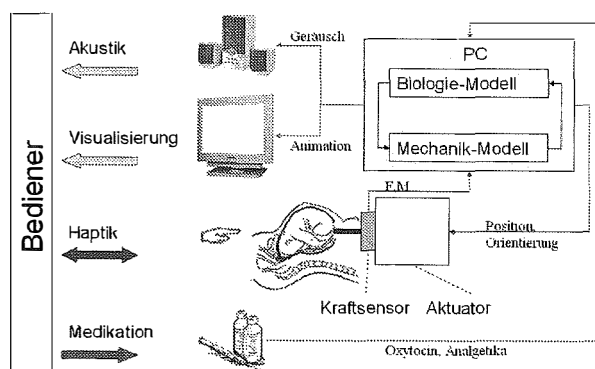


Abb. 1.: Multimodale System-Struktur

Die haptische Schnittstelle setzt sich aus mit Aktorik und Sensorik versehenen passiven, anatomischen Modellen zusammen, die bereits in der Ausbildung zu finden sind. Die Haptik soll dabei einen möglichst naturge-

treuen taktilen Eindruck abbilden, den der Geburtshelfer im Kreißsaal erfährt. Dazu gehört z.B. die Erstastung der Fontanellen etc.

Die visuelle Schnittstelle dient als edukative Unterstützung zur Erklärung und Erläuterung. Sie soll den Ablauf der Geburt beim Lernenden verdeutlichen, kann jedoch bei Geübten eingeschränkt werden.

Die akustische Schnittstelle dient sowohl der atmosphärischen als auch der informierenden Unterstützung. Über sie werden im Kreißsaal vorkommende Geräusche, wie die eines Wehenschreibers (CTG) abgebildet.

Zu Beginn der Pilotstudie wurden durch Gespräche mit Experten und Literaturrecherche relevante akustische, haptische und visuelle Eindrücke erarbeitet [Cunningham2001]. In einer anschließenden Analyse wurden qualitative Abhängigkeiten der dadurch identifizierten späteren System-Komponenten festgestellt.

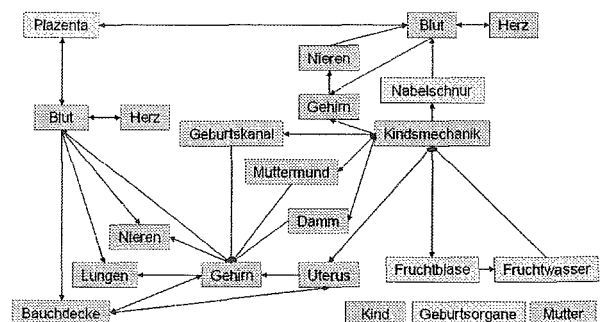


Abb. 2.: Systemkomponenten

In weiteren Untersuchungen wurde versucht diese Abhängigkeiten durch quantitative Fakten zu detaillieren und der Realität möglichst nahe zu kommen.

In der Phase des Software Engineering wurde festgestellt, dass eine Trennung der Biologie und Mechanik sinnvoll ist, da dadurch eine aufgeteilte Wartung der Software-Module ermöglicht wird.

Im biologischen Modell werden die für eine Geburt relevanten Organe, wie Uterus, Herz, Nieren, Lungen, Gehirn und Blut, reduziert auf die wichtigsten Eigenschaften simuliert (vgl. Abb. 2).

Daraus ergibt sich für die Mutter ein Signalflussplan, in dem beispielsweise die Auswirkung der Verabreichung von Oxytocin bzw. Analgetika verfolgt werden kann.

Das mechanische Modell basiert auf einer aus Untersuchungen gewonnenen Soll-Trajektorie des fetalen Kopfes durch das mütterliche Becken (vgl. Abb. 3) [Obst2002].

Auf diesen Kopf wirken die wichtigsten Kräfte bzw. Momente, wie Wehen (F_W, M_W - violett), Reibung (F_R, M_R - braun), Gewebe (F_G, M_G - blau), Assistenz (F_A, M_A - grün) und die externer Natur (F_E, M_E - rot). Die resultierenden Kräfte bzw. Momente sind schwarz dargestellt. Die Assistenz hilft ungetübten Bedienern, und führt diese bei Interaktion mit der haptischen Schnittstelle.

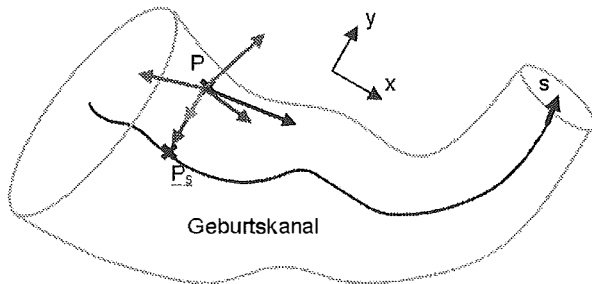


Abb. 3.: Geburtskanal mit Ersatzkräftemodell

Die Wehenkräfte F_W ergeben sich aus dem biologischen Modell, die externen Kräfte/Momente werden über den Kraftsensor bestimmt. Die Reibungskräfte sind viskoser Natur, die Gewebekräfte errechnen sich aus den Elastizitäten basierend auf der Abweichung von der optimalen Trajektorie. Die Assistenzkräfte zur Unterstützung von Auszubildenden sind optional zuschaltbar.

Für die Kräfte ergibt sich ein Differentialgleichungssystem wie folgt:

$$m \cdot \ddot{r}_P = \sum_i F_i = F_W + F_E + F_R + F_G + F_A$$

Die Kräfte werden über entsprechende Koeffizienten skaliert und anschließend zweifach integriert, woraus sich der Ortsvektor r_P errechnet.

Dieser neue Ortsvektor wird an den Aktuator gesendet, dessen Regelung die Positionierung des fetalen Modells übernimmt.

ERGEBNISSE

In der Pilotstudie wurde ein Trainingssimulator entwickelt, der es dem Bediener zum Einen erlaubt eine komplikationslose Geburt zu begleiten (vgl. Abb. 4). Zum Anderen kann er Komplikationen wie einen Geburtsstillstand hervorrufen, die er mittels einer Extraktion mit Zange oder auch Vakuumextraktor beheben kann. Als Referenz wurde die Zugweise eines Experten (Prof. KTM Schneider) in Grundzügen ermittelt, die der Bediener nachahmen und dadurch schrittweise erlernen kann.

Er erhält somit die Möglichkeit ohne Patientenkontakt Handgriffe, wie einen Dammschutz, eine Extraktion, Einstellung des fetalen Kopfes einzuüben. Weiterhin kann er qualitativ die Auswirkung der Verabreichung

von Wehenmitteln (Oxytocin) und Schmerzmitteln erfahren.

Unterstützt wird er dabei von einem simulierten Wehenschreiber (CTG), dessen Interpretation er am Simulator üben kann.

DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNG

Hinzuweisen ist an dieser Stelle darauf, dass der Prototyp nur zur qualitativen Simulation einer Geburt verwendet werden kann, da fundierte Daten zum Zeitpunkt der Entwicklung nur bedingt verfügbar waren. Diese Daten müssen in einer weiterführenden Studie erarbeitet werden. Die Software-Struktur erlaubt danach eine zügige Einpflegung und Anpassung.

Gezeigt werden das Potential eines Trainingssimulators und die möglichen Auswirkungen auf eine zukünftige Generation von Medizinern.

Erste Reaktionen von Fachleuten aus der Geburtshilfe lassen auf eine große Akzeptanz eines solchen Simulators in der Ausbildung hoffen.

DANKSAGUNG

Besonderer Dank gilt den beteiligten Ordinarien Prof. Schmidt (Steuerungs- und Regelungstechnik), Prof. Gradinger (Orthopädie) und Prof. Schneider (Frauenklinik) der Technischen Universität München.

Das Forschungsvorhaben wurde unterstützt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

LITERATURHINWEISE

[Cunningham2001]

Cunningham, Gant, Leveno, Gilstrap III, Hauth, Wenstrom: *Williams Obstetrics - 21st Edition*, McGraw-Hill, 2001

[Obst2002]

T. Obst, Konzeption und prototypische Umsetzung eines Simulators zur Ausbildung in der Geburtshilfe, TU München, 2002, interner Bericht

[Schneider2002]

K.T.M. Schneider: Sectio nach Wunsch – Muss man hinsichtlich der Morbiditätsrisiken umdenken?, *Geburtshilflich-gynäkologische Rundschau*, 2002

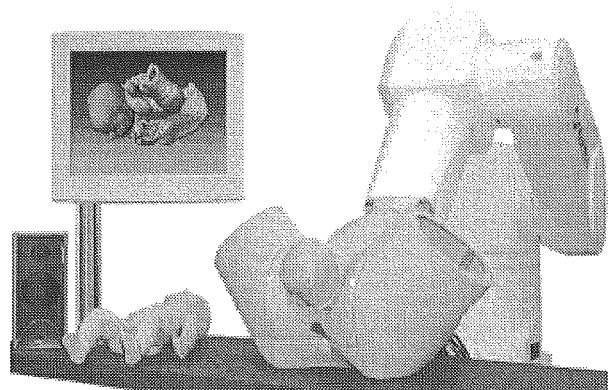


Abb. 4.: Trainingssimulator