

Enhanced Reality Trainingssysteme in der Medizin

Gernoth Grunst, Sabine Trochim

Das Projekt „Enhanced Reality Trainingssysteme in der Medizin“ nutzt interaktive Virtual Reality Modelle als Orientierungs- und Explorationsumgebungen für das Training bildbasierter medizinischer Diagnosen mit hohen Ansprüchen an die motorischen und visuellen Fertigkeiten (z.B. Ultraschall des Herzens). Ziel ist die kombinierte Vermittlung von symbolischem (diagnostischem) Wissen, visueller Expertise und motorischen Fertigkeiten, wie der Steuerung eines Ultraschallkopfes. Das Trainingssystem soll adaptive Unterstützung leisten, indem es auf das motorische Verhalten und die Eingaben des Lernenden reagiert. Durch Kopplung medizinischer Bilddaten mit interaktiven graphischen Modellen wird der Aufbau und die Modifikation mentaler Modelle gefördert.

1 Einleitung

Im klinischen Alltag kann komplexe Expertise aufgrund von technischem und humanem Ressourcenmangel nicht angemessen vermittelt werden. Wünschenswert ist eine Art „Meister-Schüler-Beziehung“, bei der ein Lehrer dem Lernenden über die Schulter schaut und ihn, falls nötig verbessert, bzw. ihn anleitet oder in die richtige Richtung lenkt. Ein technisches Äquivalent dieses humanen Erfolgsmodells sind interaktive Szenen, die als „sprechende Situationen“ im Sinne von Donald Schoen [Sch83],[Sch87] intelligente, medial adäquate Reaktionen zeigen.

Dieses Prinzip macht sich das Trainingssystem zunutze. Die bedeutungshaltigen Bewegungen des Untersuchers werden durch ein semantisches Protokoll erfaßt. Anschließend werden diese motorischen mit symbolischen Verhaltenselementen, wie der Eingabe von Befunden und Meßwerten integriert. Hieraus wird ein Unterstützungsbedarf abgeleitet, der dann auf kombinierte visuelle und symbolische Explikationen abgebildet wird.

Projektpartner sind im medizinischen Bereich Prof. Redel von der Kinderkardiologie und Prof. Welz von der Kardiochirurgie der Uniklinik Bonn. Im Bereich der Informatik besteht eine Kooperation mit der AG „Wissensbasierte Systeme“ von Prof. Wachsmuth (Uni Bielefeld), die bei der Verbindung von Gestik und Sprache mit VR-Welten ebenfalls semantische Protokolle von motorischen Verhaltenselementen zu symbolischem Austausch in Beziehung setzt.

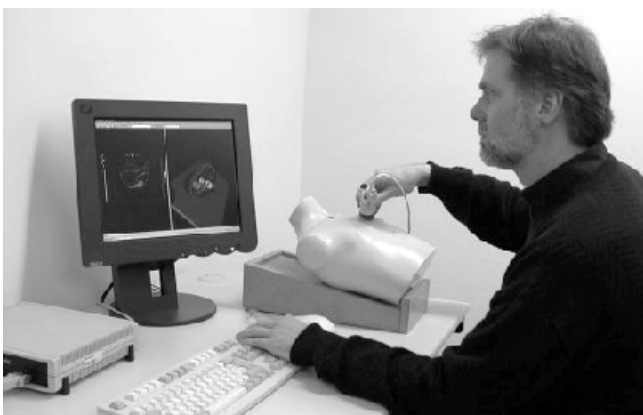


Abbildung 1: Interaktion mit EchoCom

2 Verwandte Arbeiten

Verwandte Arbeiten sind in den Bereichen interaktiver medizinischer VR-Umgebungen, medizinischer Expertensysteme, intelligenter Tutorssysteme und simulationsbasierter Trainingssysteme zu finden. Medizinische Expertensysteme werden auch zur Wissensvermittlung eingesetzt, siehe z.B. die Arbeiten von Puppe und Rheinhardt [PPR95]. Ihr Schwerpunkt liegt auf ITS-Shell-Systemen, die für eine beliebige Wissensbasis mit wenig Aufwand Trainingsfälle aufbereiten können. Diese Art der Tutorssysteme dient vor allem der Überprüfung diagnostischen Wissens durch Üben an zahlreichen Fallbeispielen, während sie zum Aufbau diagnostischer Kompetenz nur bedingt geeignet ist.

Im Bereich simulationsbasierter medizinischer Trainingssysteme, die auf VR basieren, gibt es z.B. den „Expert Surgical Assistant“ von Billingham et al. [Bil95], der eine Umgebung für die minimalinvasive Chirurgie simuliert und multimodale Eingaben aus Sprache und Gestik zuläßt. Trainiert wird hier vor allem die praktische Fähigkeit, mit den Operationswerkzeugen umzugehen. Erweiterungen dieser medizinischen Trainingssysteme trainieren den direkten Umgang mit „echten“ Instrumenten, indem die Änderungen der Simulation nicht nur auf dem Bildschirm, sondern auch durch Force-Feedback modelliert werden. Beispiele sind der Arthroskopie-Trainer der FHG Darmstadt [BM98] und der Endoskopie-Trainer des Forschungszentrums Karlsruhe [CK99].

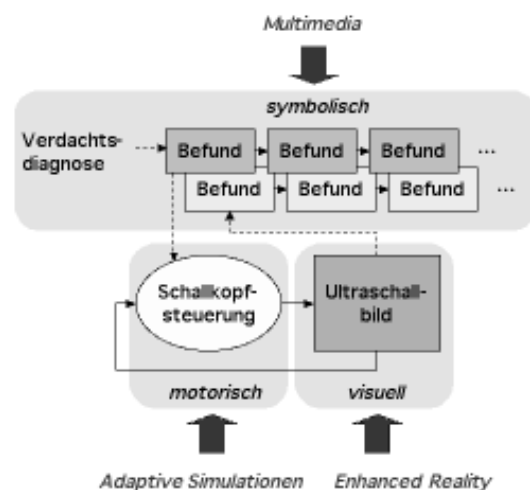


Abbildung 2: Vermitteln einer integralen Expertise

Weitere simulationsbasierte Trainingsysteme finden sich in anderen Anwendungsgebieten, wie z.B. dem Pilotentraining. Michie und Michie [MM98] schlagen ein Trainingssystem für den Erwerb dynamischer Kontrollfähigkeiten vor, das Hinweise im Sinne eines erfahrenen Piloten während des Trainings geben soll. Hier werden jedoch nur automatisierte sensomotorische Fertigkeiten vermittelt.

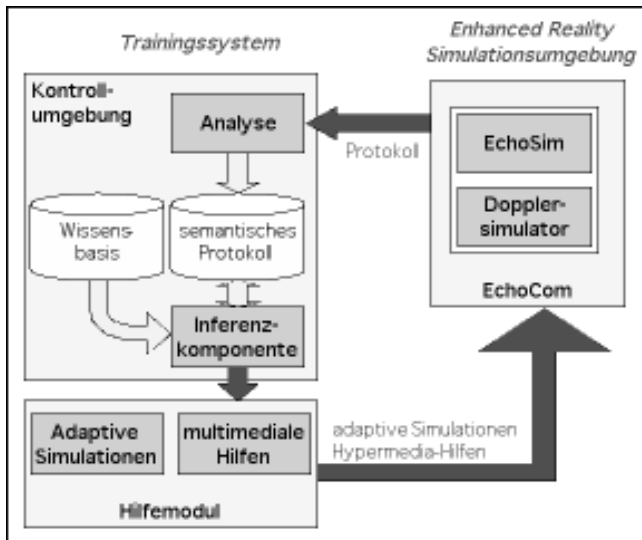


Abbildung 3: Übersicht der Teilprojekte

Unser Trainingssystem zielt dagegen auf die Vermittlung integraler Expertise (symbolisch, visuell, motorisch), indem die beteiligten kognitiven Modi in den medialen Elementen der Trainingsumgebung reflektiert werden. So erfordert z.B. die echokardiographische Diagnostik die Erhebung bestimmter qualitativer und quantitativer medizinischer Befunde (symbolisch bzw. numerisch). Diese müssen in unterschiedlichen fest definierten Schallebenen erhoben werden, wofür zunächst der Schallkopf richtig zu positionieren ist (motorisch). Dabei orientiert sich der Experte an den sichtbaren Strukturen im Ultraschallbild (visuell). Das erhaltene Bild beeinflusst wiederum die weitere Befunderhebung, da leichte Fehlpositionierungen des Schallkopfes zu signifikanten Meßfehlern oder Fehlinterpretationen führen können. Abb. 2 zeigt das Zusammenspiel der beteiligten kognitiven Modi und die entsprechenden Reaktionen eines Trainingssystems.

3 Vorgehensweise

Das Projekt unterteilt sich in Subprojekte (siehe Abb. 3) mit unterschiedlichen methodischen Schwerpunkten, die problembezogen kooperieren. Teilprojekte befassen sich mit internetbasiertem VR-Training, VR-Simulatoren mit integrierten medizinischen Bilddaten (EchoCom, EchoSim) oder wissensbasierten adaptiven Kontroll- und Steuerungsumgebungen.

4 Ergebnisse und Ausblick

Bereits erstellt wurde die internetbasierte Enhanced Reality-Kooperationsumgebung EchoCom, die Echokardiographie-Telekonsultationen ermöglicht. Zwei Ärzte teilen sich hier ein gemeinsames Szenario, basierend auf einem 4D-Ultraschall Datensatz, der einer Sequenz von mehreren Voxelvolumina für

verschiedene Phasen des Herzzyklus entspricht. Dieser 4D-Datensatz wird mit einem animierten VR-Herzmodell registriert, so daß eine beliebig ausgewählte Schallebene des Datensatzes durch den entsprechenden Anschnitt des Herzmodells und die überlagerten Modellkonturen angereichert werden kann (enhanced reality).

Der Arzt erfährt so kontinuierlich eine visuelle Rückkopplung, an welcher Stelle des Herzens die augenblickliche Schnittebene des Ultraschalls liegt und welche Teilstrukturen im Datensatz zu sehen sind. Abb. 1 zeigt die Interaktion mit dem System [Ber99].

Während einer Telekonsultation können beide Ärzte die gewählte Ebene ändern oder Zeigegeesten vollführen, wobei die Änderungen unmittelbar auf der anderen Seite sichtbar gemacht werden.

Bislang noch nicht erreicht ist die Realisierung eines Simulators für die Visualisierung der Hämodynamik (Blutstrom im Herzen). Dies läßt sich in Ultraschalluntersuchungen durch den sogenannten Dopplermodus darstellen. Der Dopplersimulator wird im Rahmen einer Dissertation entwickelt.

Die Integration der wissensbasierten Kontroll- und Adaptions-elemente mit der Enhanced-Reality-Umgebung ist Aufgabe einer weiteren Dissertation, sowie einer Diplomarbeit.

Literatur

- [Ber99] T.Berlage. Enhanced Reality Systems. GMD, 1999.
- [Bil95] M.Billinghurst. The expert surgical assistant: An intelligent virtual environment with multimodal input. In Proceedings of Medicine Meets Virtual Reality IV, S. 590-607, 1995.
- [BM98] U.Bockholt, W.Mueller. The Virtual Reality Training Simulator II. In Medicine Meets Virtual Reality '98, IOS Press, Amsterdam, 1998.
- [CK99] H.Çakmak, U.Kühnapfel. The Karlsruhe Endoscopic Surgery Trainer for minimally invasive surgery in gynecology. In CARS'99, p. 1050, Elsevier Science, 1999.
- [MM98] J.H.Michie and D.Michie. Simulator-Mediated Acquisition of a Dynamic Control Skill. AI & Society, 12:71-77, 1998.
- [PP95] B.Puppe, F.Puppe and B.Reinhardt. Diagnostic training in cardiology with an intelligent tutorial system. In CARDIO'95, 1995.
- [Sch83] D.A.Schoen. The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. New York, Basic Books, 1983.
- [Sch87] D.A.Schoen. Educating the Reflective Practitioner. San Francisco, Jossey-Bass, 1987.

Kontaktadresse:

GMD Forschungszentrum Informationstechnik GmbH
Institut für Angewandte Informationstechnik



Gernoth Grunst leitet seit ca. 8 Jahren verschiedene Projekte im Bereich multimedial interaktiver Trainings- und Orientierungssysteme (sog. Enablingsysteme) für Mediziner. Er hat verschiedene kognitionswissenschaftliche Disziplinen als Erfahrungshintergründe (Psychologie, Linguistik, KI, Kommunikationswissenschaft). Methodisch spielen in seiner Arbeit vor allem empirische Erhebungsverfahren, wie die Interaktionsanalyse, eine Rolle.



Sabine Trochim ist seit Oktober 1997 Doktorandin am Institut FIT der GMD. Sie beschäftigt sich mit multimedialen interaktiven Trainingssystemen für Mediziner. Ihr Arbeitsschwerpunkt ist die Kontrolle und Steuerung von Enhanced-Reality-Systemen mit wissensbasierten Methoden.