

Klinische Informationssysteme im Krankenhaus der Zukunft Problemstellung und Lösungsansätze

K. Kuhn¹, P. Dadam¹

Fragestellung

Ärzte im klinischen Umfeld sehen sich nicht nur mit einem massiven Anwachsen des medizinischen Wissens, sondern auch mit einer zunehmenden Flut von Daten konfrontiert, aus denen sie relevante Information herausfiltern und in Beziehung zu den aktuellen Problemen eines Patienten setzen müssen. Hinzu kommt die wachsende Notwendigkeit, Untersuchungen und Interventionen unter den Gesichtspunkten von Effizienz und Kosten geeignet auszuwählen. Dabei sind medizinische und organisatorische Fragestellungen, etwa bei der Terminplanung, eng verknüpft. Ein klinisches Informationssystem der Zukunft sollte hier eine wesentlich aktivere Rolle als heute spielen, indem es den Arzt von organisatorischen Aufgaben entlastet, Wissen über Indikationen und Kontraindikationen sowie Untersuchungsreihenfolgen verfügbar macht, und die Terminvereinbarung unterstützt.

Methodik

Im Rahmen eines Forschungsprojektes [1] wurde ein exploratorischer Prototyp für Beispielabläufe realisiert. Zunächst ging es vor allem darum zu verstehen, welche Anforderungen für die Systemarchitektur sich aus den beschriebenen Fragen ergeben. Grundlegende Architekturkomponenten sind ein Software-Bus [1, 2, 3] zur Integration heterogener Subsysteme, über den Dienste zur Verfügung gestellt werden, konventionelle und „intelligente“ Agenten [4], sowie Methoden zur Koordinierung von Abläufen [5]. Der Prototyp basiert auf OSF/DCE [6] sowie dem relationalen Datenbankverwaltungssystem INGRES. Verteilte Applikationen setzen auf DCE Remote Procedure Calls auf. Der Status medizinischer Abläufe, in die typischerweise mehrere verschiedene Stellen involviert sein können, wird vom System unter INGRES verwaltet. Eine wissensbasierte Komponente zur Integration klinischer Standards [7] wurde mit Hilfe des klassifikationsbasierten Wissensrepräsentationssystems LOOM [8] realisiert.

Anwendungsbeispiel

Als Anwendungsbeispiel wurde die Anforderung von Untersuchungen oder Eingriffen aus einer Ambulanz oder von einer Station gewählt. Das System soll in der Lage sein, für eine Folge von Untersuchungen, etwa im Rahmen der Abklärung einer sekundären Hypertonie, Untersuchungen vorzuschlagen und Termine zu vereinbaren. Generell soll der Arzt gezielt im Problemfall informiert, ansonsten aber bis zur Mitteilung von Ergebnissen von der Verfolgung der Abläufe entlastet werden.

¹ Universität Ulm

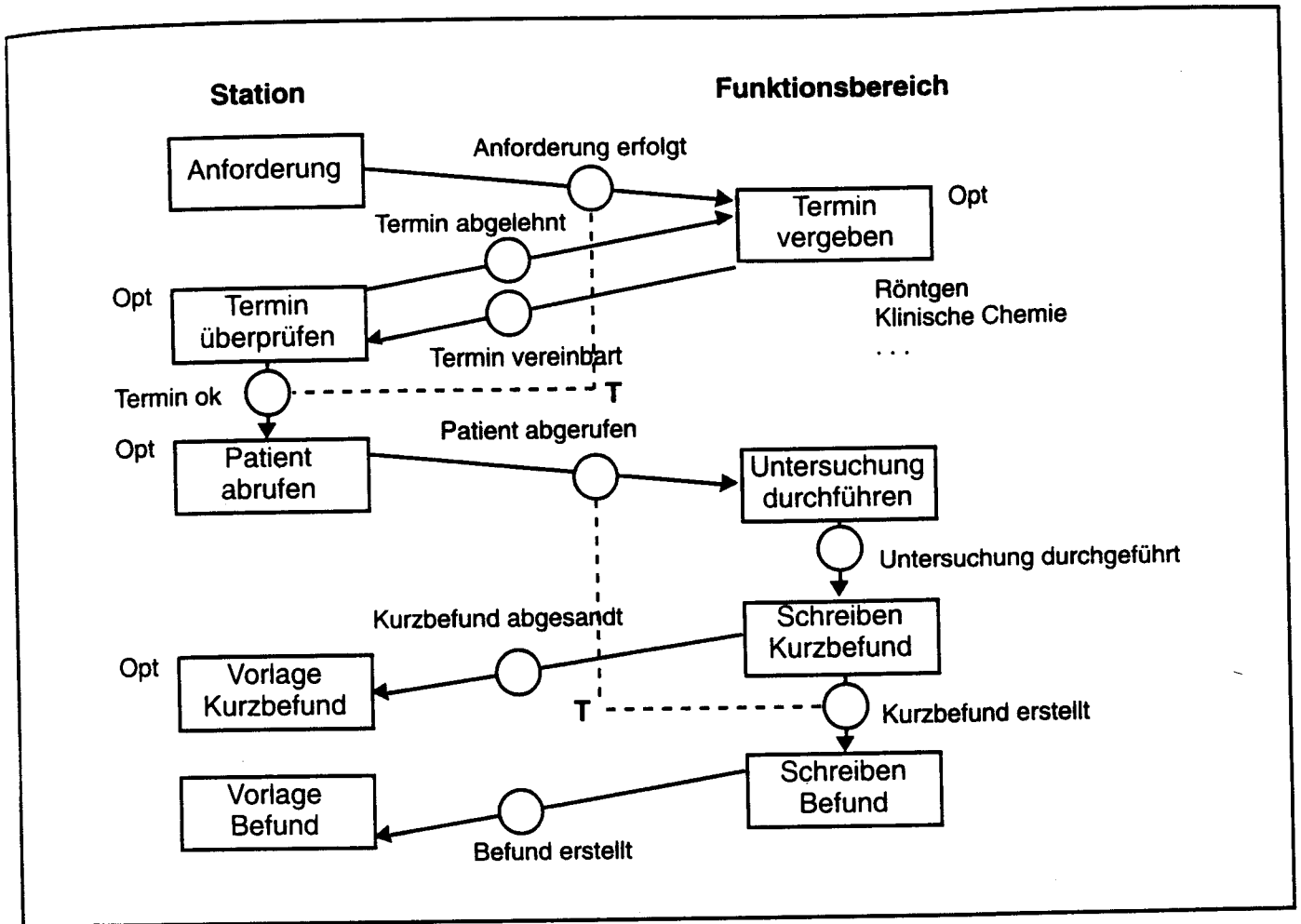


Abb. 1: Vereinfachtes Modell eines organisatorischen Ablaufs bei der Leistungsanforderung einer Station gegenüber einem Funktionsbereich. Die Rechtecke entsprechen Diensten, die Kreise Zuständen. „T“ (Timeout) steht für eine systemüberwachte Maximalzeit, „Opt“ (optional) bedeutet, daß ein Dienst nicht verwendet werden muß.

Hierzu wurden zunächst die *organisatorischen Teilschritte* modelliert; Abbildung 1 zeigt in vereinfachter Form, wie organisatorische Abläufe aus Einzelschritten, die im System Diensten entsprechen, zusammengesetzt werden. Das Kommunikationssystem übernimmt die Koordination zwischen den auf den beteiligten Einzelsystemen ablaufenden Diensten [5]. Neben der Möglichkeit, Termine durch EDV-Systeme im Rahmen gewisser Vorgaben vergeben zu können, wird vor allem ein besserer Überblick über den aktuellen Stand von Untersuchungsanforderungen und über die genaue Art von Problemen erreicht. Das System kann Hinweise oder Warnungen ausgeben, wenn etwa der Patient (wegen schlechten Zustands) nicht abgerufen werden konnte, wenn beispielsweise eine Untersuchung (aus Kapazitätsgründen) verschoben werden mußte, wenn eine Untersuchung abgebrochen wurde, oder wenn versehentlich kein Befundbericht diktiert wurde.

Wissen über indizierte bzw. kontraindizierte *medizinische Maßnahmen* wird in Frame-artigen Strukturen modelliert [7]; Tabelle 1 zeigt ein Beispiel. Die Formen der möglichen Anwenderinteraktion reichen von passivem bis aktivem Systemverhalten. Wahlweise können lediglich Warnungen ausgegeben werden - etwa bei Vorliegen von Kontraindikationen oder bei Über-/Unterdiagnostik - oder es können indizierte Maßnahmen durch das System aktiv vorgeschlagen werden.

Tab. 1: Frame zur Ableitung indizierter medizinischer Maßnahmen bei der Abklärung einer arteriellen Hypertonie (als Teil eines „Guideline-Moduls“ [7]).

Abklärung arterielle Hypertonie	
Wenn: problem art-hyp	
Dann: indiziert lab-unters kalium krea	
Dann: indiziert oberbauchsono	
Erkl: Basisdiagnostik bei arterieller Hypertonie	
Wenn: befund lab-unt kalium < 3.5	Wenn: befund lab-unt krea > 120
Dann: indiziert lab-unt aldost renin	Dann: indiziert lab-unt krea-clear
Erkl: Ausschluß prim. Hyperaldost.	Erkl: renale Hypertonie?
Wenn: befund lab-unt aldost erhöht	...
Wenn: befund lab-unt renin erniedrigt	
Dann: problem prim-hyper-aldost	

Diskussion

Die bisherigen Arbeiten haben sich auf die Analyse von Problemen und exemplarische Realisierungen konzentriert. In der Literatur finden sich teilweise vergleichbare Ansätze.

Ein Software-Bus wurde im Kernel K/2_R[2] sowie im Helios-Projekt [3] verwendet. Mechanismen zur Integration heterogener Systeme wurden mehrfach vorgeschlagen und in Realisierungen umgesetzt [z.B. 9, 10, 11]. Der Gedanke, Methoden der Prozeßautomatisierung zur Unterstützung von Abläufen einzusetzen, findet sich in teilweise vergleichbarer Form bei Gangopadhyay und Wu [12]. Das „Act management“ von RICHE [13] weist Parallelen zu dem hier verwendeten Konzept der einfachen und komplexen Anwendungsdienste auf. Für die Integration medizinischen Wissens wurde die Arden-Syntax vorgeschlagen [14], die sich allerdings von dem hier verwendeten Konzept unterscheidet [siehe 7].

Insgesamt wird in aktuellen Systemen der Modellierung organisatorischer und medizinischer Abläufe sowie der entsprechenden Entwicklung von Kooperationsmechanismen eher wenig Bedeutung beigemessen. Da hierdurch jedoch Vorteile sowohl bei der verteilten Programmentwicklung, etwa durch Reduktion der Komplexität für den Anwendungsprogrammierer, als auch bei der Überwachung der Abläufe selbst zu erwarten sind, kann mit einer Zunahme solcher Ansätze gerechnet werden.

Die Autoren bedanken sich bei den Herren Professoren Adler, Böhm und Heimpel sowie Drs. Beckh, Reinshagen und Seibold für wertvolle Diskussionen zu den medizinischen Anwendungen, bei Herrn Prof. Böhm für die Bereitstellung von Beispiel 2 und bei Herrn Nathe und Herrn Heinlein für die Ausarbeitung der beiden Beispiele. Diese Arbeit wurde im Rahmen des Landesforschungsschwerpunktprogramms Baden-Württemberg unterstützt.

Literatur

1. Kuhn, K.; Reichert, M.; Nathe, M.; Beuter, T.; Heinlein, C.; Dadam, P. A.: Conceptual Approach to an Open Hospital Information System. In: Barahona, P.; Veloso, M.; Bryant, J. (eds.): *Proc 12th Intl Congr Europ Federation Med Informatics (MIE 94)*. Lisbon 1994, 374-378.
2. Adomeit, R.; Deiters, W.; Holtkamp, B.; Schülke, F.; Weber, F. K/2_R: A Kernel for the ESF

- Software Factory Support Environment. In: Ng, P. A.; Ramamoorthy, C. V.; Seifert, L. C.; Yeh, R. T. (eds): *Systems Integration '92, Proc 2nd Intl Conf Sys Integration..* Los Alamitos: IEEE 1992, 325-336.
3. Jean, F. C.; Jaulent, M. C.; Coignard, J.; Degoulet, P.: Distribution and Communication in Software Engineering Environments. Application to the HELIOS Software Bus. In: Clayton PD (ed.) *Proc 15th SCAMC 1991*. New York: McGraw-Hill 1992, 506-510.
 4. Lee, K. C.; Mansfield, W. H.; Sheth, A. P.: A Framework for Controlling Cooperative Agents. *IEEE Computer* 26, 1993: 7, 8-16.
 5. Kuhn, K.; Reichert, M.; Nathe, M.; Beuter, T.; Dadam, P.: An Infrastructure for Cooperation and Communication in an Advanced Clinical Information System. In: Ozbolt, J. (ed.) : *Proc 18th SCAMC 1994*.
 6. Schill, A.: *DCE - Das OSF Distributed Computing Environment: Einführung und Grundlagen*. Berlin: Springer 1993.
 7. Heinlein, C.; Kuhn, K.; Dadam, P.: Representation of Medical Guidelines on Top of a Classification-based System. In: *Proc 3rd Intl Conf Information and Knowledge Management (CIKM)*. Gaithersburg: MD 1994.
 8. MacGregor, R.: The Evolving Technology of Classification-Based Knowledge Representation Systems. In: Sowa, J. F. (ed.): *Principles of Semantic Networks*. San Mateo: Morgan-Kaufmann 1991, 385-400.
 9. Clayton, P. D.; Sideli, R. V.; Sengupta, S.: Open Architecture and Integrated Information at Columbia-Presbyterian Medical Center. *MD Computing* 9, 1992, 297-303.
 10. Van Mulligen, E. M.; Timmers, T.; van Bommel, J. H.: A New Architecture for Integration of Heterogeneous Components. *Meth Inf Med* 32, 1993, 292-301.
 11. Gierl, L.; Greiller, R.; Landersdorfer, D.; Müller, H.; Überla, K.: A User-oriented Protocol for Integrating Heterogeneous Communication Systems of Medical Facilities Using Ports. *Meth Inf Med* 28, 1989, 97-103.
 12. Gangopadhyay, D.; Wu, P. Y. F.: An Object-Oriented Approach to Medical Process Automation. In: Safran, C. (ed.): *Proc 17th SCAMC 1993*. New York: McGraw-Hill 1993, 507-511.
 13. The RICHE Consortium: *RICHE Final Report*. Louveciennes, France 1992.
 14. Hripcsak, G.; Clayton, P. D.; Pryor, T. A.; Haug, P.; Wigertz, O. B.; Van der Lei, J.: The Arden Syntax for Medical Logic Modules. In: Miller, R. A. (ed.): *Proc 14th SCAMC 1990*. Los Alamitos: IEEE 1990, 200-204.