Modellierung und Entwicklung von Pliable Objects zur Unterstützung des Aufbaus von Informationssystemen im medizinischen Anwendungsgebiet der Anästhesie

Markus Preißner

Eichendorffstr. 46
73230 Kirchheim/Teck
Markus.Preissner@gmx.de

Abstract: Im medizinischen Anwendungsgebiet der Anästhesie ist ein hohes Informationsaufkommen zu dokumentieren. Der Einsatz moderner Informationssysteme, die Unterstützung bei der Erfassung und dem „Bereitstellen" von anästhesiespezifischen Informationen leisten, wird gefordert. Die Art und Anzahl der zu dokumentierenden anästhesiologischen Informationen, orientieren sich an der fachlichen Ausrichtung der Klinik, z.B. Unfall-, Herz- oder Kinderklinik, der die Anästhesieabteilung angehört. Ein standardisiertes Informationssystem kann die individuelle, eventuell mobile Anästhesiedatenverarbeitung nicht dokumentieren, da ein nach objektorientierten Gesichtspunkten gestaltetes Anästhesiemodell nicht dynamisch formbar ist. In dem vorliegenden Beitrag werden Pliable[1] Objects entwickelt, die über die Dynamik verfügen, an anwenderspezifische individuelle Anforderungen anpassbar zu sein.

1 Anästhesie

Im weiteren Sinne bedeutet Anästhesie die Schmerz- und Bewusstseinsausschaltung eines Patienten (vgl. [USZ03]). Das medizinische Fachgebiet der Anästhesie umfasst auch die Behandlung von akuten oder chronischen Schmerzzuständen unterschiedlichster Art. In der Anästhesie werden drei Grundformen grundsätzlich unterschieden: Bei der Lokalanästhesie (örtliche Betäubung) wird nur ein kleiner Bereich des Körpers schmerzfrei gemacht. Mittels der Regionalanästhesie wird ein größerer Körperabschnitt betäubt, und die Allgemeinanästhesie („Vollnarkose") versetzt den Patienten in einen schlafähnlichen entspannten Zustand, in dem der gesamte Körper empfindungs- und schmerzfrei gemacht wird. Lokalanästhesien werden bei kleineren Eingriffen in der Regel vom behandelnden Arzt, z.B. Chirurgen oder Zahnarzt, vorgenommen; in den Zuständigkeitsbereich von Anästhesisten gehören die Regional- und Allgemeinanästhesien.

Diese Anästhesien erfolgen in den meisten Fällen durch spezialisierte Anästhesiefachärzte und -pflegefachkräfte. Anästhesien schalten nicht nur Schmerzen aus, sondern können auch andere Auswirkungen auf verschiedene wichtige Organsysteme haben, so dass anästhesierte Patienten engmaschig überwacht werden müssen. Dadurch können bei operativen Eingriffen Auswirkungen von Anästhesien auf lebenswichtige Organfunktionen vermieden bzw. sofort behandelt werden. Wie alle ärztlichen Maßnahmen ist die Anästhesie mit Risiken verbunden. Deren Wahrscheinlichkeiten konnten durch Qualitätssteigerung der Krankenversorgung reduziert werden. Entscheidenden Anteil hatte auch die Einführung technischer und organisatorischer Sicherheitsstandards. Zur Einhaltung dieser Sicherheitsstandards wurde eine Dokumentationspflicht für die Anästhesie eingeführt. Die Dokumentation dient der Erfüllung der Nachweispflicht, der Erfassung von Leistungen, der Sicherung der Qualität, der Informationsweitergabe und der Transparenz der Verantwortung, die gegenüber dem Patienten besteht, der seine Interessen und Grundbedürfnisse in narkotisiertem Zustand nicht selbst befriedigen kann.

---

[1] Pliable: engl. biegsam, nachgiebig, formbar

Die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) hat für die Qualitätssicherung in der Anästhesie Richtlinien verabschiedet (vgl. [OW99]). Diese geben Empfehlungen ab, welche Daten im Rahmen einer Anästhesie zu erfassen bzw. zu protokollieren sind. Die Protokollierung einer Anästhesie unterteilt sich in drei Phasen: In der präoperativen Phase werden der Zustand des Patienten und präoperative Maßnahmen dokumentiert. Die interoperative Phase beginnt mit der Einleitung der Anästhesie. In dieser Phase überwacht und dokumentiert der Anästhesist permanent den Zustand des Patienten. Die postoperative Phase beginnt mit der Verlegung des Patienten in den Aufwachraum. Hier wird der Patient aus seinem narkotischen Schlaf geholt und Komplikationen medikamentiv kompensiert. Abschließend für die Anästhesie folgt gegebenenfalls noch die postanästhesiologische Visite auf der Station, auf welcher der Patient untergebracht ist.

In allen Phasen der Anästhesie ist die Protokollierung verpflichtend vorgeschrieben, um dadurch die Transparenz und Nachvollziehbarkeit ärztlicher Entscheidungen zu gewährleisten. Derzeitige Realisierung sind klinikspezifische Papierprotokolle, die vom Anästhesisten auszufüllen sind.

2 Probleme bei der Entwicklung medizinischer Informationssysteme

Von Seiten der Anästhesisten besteht der Wunsch, anstelle der Anästhesieprotokolle ein die Protokollierung unterstützendes Anästhesie-Informationssystem einzusetzen. Die Kernanforderung an das Informationssystem ist die Sicherstellung der Plausibilität der Protokolle bei deren Eingabe. Im Rahmen des Drittmittelprojektes MC-MEDIS an der TU Clausthal bzw. Universität Hamburg wurde ein Anästhesie-Dokumentationssystem entwickelt. Der Prototyp wurde entsprechend eines Datenbank-Entwurfprozesses (vgl.[V00]) entwickelt.

Während der Evaluierung des Prototypen traten neue Anforderungen auf, die ins System integriert werden mussten. Beispielsweise wünschte ein Anwender die Änderung der anfänglichen Werte {männlich, weiblich} für das Geschlecht eines Patienten auf die Wertemenge {männlich, weiblich, intersexuell}. Die Umstellung der bislang verwendeten boolschen Variablen auf den Aufzählungstyp erforderte die Anpassung sowohl auf Datenbank- als auch auf Anwendungsebene sowie auf Ebene der Bedienoberfläche. Dieses Beispiel ist exemplarisch für die Änderungswünsche, die im Laufe des Projektes auftraten. Generell waren neue oder bestehende Daten unter anderen Bedingungen zu erfassen; häufig waren ferner mit den Daten verknüpfte Plausibilitätskontrollen anzupassen. Die sich dadurch ergebene System-Evolution wurde sehr implementierungslastig.

Erforderlich wurde zusätzlich die Entwicklung und Integration einer Komponente für eine Belegleser-Lösung. Heute ist es in vielen Kliniken gängige Praxis, ausgefüllte Protokolle nach Abschluss des gesamten zu dokumentierenden Anästhesievorganges per Belegleser oder Scanner in ein Informationssystem einzulesen. Erst zu diesem Zeitpunkt können durch Plausibilitätsprüfungen Fehler erkannt werden. Nicht plausible Protokolle müssen allerdings auch in der Datenbank des Informationssystems gespeichert werden, damit sie für eine Nachbearbeitung am Bildschirm zur Verfügung stehen. Um dies zu ermöglichen, wurden Integritätsbedingungen gelockert und die dadurch verminderte Überprüfung der Plausibilität von der Datenbankseite in die Anwendungslogik verlagert.

Eine Erweiterung der Anforderungen an ein Anästhesie-Informationssystem ergab sich durch den Umstand, dass jede Klinik, die über eine eigene Anästhesie-Abteilung verfügt, sein eigenes Anästhesieprotokoll definieren und somit hochgradig individuell auf die klinikspezifischen Bedürfnisse zuschneiden kann. Die Empfehlung der DGAI ist nur die Richtlinie, an der man sich orientiert. Bundesweit verwenden schätzungsweise 50% aller Kliniken ein individuell gestaltetes Anästhesieprotokoll. Das allgemeingültige Verständnis der Anästhesie präsentiert sich damit als ein generalisiertes Anwendungsszenario, welches beliebige Freiheitsgrade für die klinikspezifische Gestaltung besitzt. Jede individuelle Ausprägung entspricht einem Anwendungsfall, für den ein eigenständiges Informationssystem entwickelt werden kann. Derzeit wird ein klinikspezifisches Anästhesie-Informationssystem unter erheblichem personellem Aufwand und unter einem hohen Anteil manueller Programmierung durch Generierung einer klinikspezifischen Version aus einer Art

Default-System gewonnen. Die Entwicklung eines einzigen Informationssystems ist gefordert, welches durch überschaubaren Aufwand an die jeweiligen klinikspezifischen Bedürfnisse angepasst werden kann. Ein objektorientiertes Modell wurde für solch ein System in Zusammenarbeit mit einem medizinischen Partner spezifiziert. Leider lagen die zu erwartenden Kosten der Realisierung weit über dem zur Verfügung stehenden Budget und führten zur Einstellung des Projektes.

3 Pliable Objects

Pliable Objects repräsentieren die Idee, individuell zugeschnittene Informationssysteme für den medizinischen Fachbereich der Anästhesie kostengünstig zu entwickeln. Grundsätzlich ist festzustellen, dass die überwiegenden Informationen, die im Anästhesiebereich zu protokollieren sind, in anwenderseitig definierten Wertemengen gegeben sind. Auf dieser Basis wird im folgenden die Kernidee der Pliable Objects präzisiert. Pliable Objects leiten sich im wesentlichen vom objektorientierten Paradigma ab, wobei eine Spezialisierung auf Methoden durch Unterteilung in Aktionen und Regeln vorgenommen wird.

3.1 Definition Pliable Object

Ein *Pliable Object* π ist eine Beschreibungsdomäne Γ, die um eine Menge von *Attributs* A, einer Menge von *Actions* X und einer Menge von *Rules* P zu einem Tupel $\pi = (\Gamma, A, X, P)$ erweitert wird.

- Die Beschreibungsdomäne setzt sich zusammen aus einem Fachausdruck zur Benennung und einer (umgangssprachlichen) Erklärung der Bedeutung und des Zweckes, die dem Pliable Object durch die Experten zugewiesen werden.

- Ein Attribut α dient der Angabe einer Zustandsinformation und sei gegeben als das Tripel $\alpha = (\nu_\alpha, \delta_\tau, \omega_\alpha)$, wobei ν_α eine Benennung, δ_τ eine Domäne und ω_α einen Wert bezeichnet. Der Wert sollte(!) ein Element der Domäne sein. Eine Domäne ist gegeben als $(\tau, \Omega_\tau) = \delta_\tau \in \Delta \subseteq \mathbf{T} \times \mathbf{W}$, mit der Typbezeichnungsmenge $\mathbf{T} \in P(\mathbf{U})$ und der *Wertemengenmenge* $\mathbf{W} \subset P(\mathbf{U})$[2]. Das Universum **U** sei die Menge aller Werte.

- Eine Action χ ist die Definition eines Zustandswechsels und sei gegeben als das Tripel $\chi = (\nu_\chi, A_\chi, \Sigma_\chi)$ mit $A_\chi \neq \emptyset$, wobei ν_χ eine Benennung, A_χ die Menge der Attribute, die eine Zustandsänderung erfahren sollen, und Σ_χ eine Liste von Anweisungen, die die Zustandsänderungen beschreiben, bezeichnet.

- Eine Rule ρ dient der Steuerung von Zustandswechseln und sei gegeben als das Tripel $\rho = (\nu_\rho, B_\rho, K_\rho)$ mit $B_\rho \neq \emptyset$ und $K_\rho \neq \emptyset$, wobei ν_ρ eine Benennung, B_ρ eine Menge von Restriktionen und K_ρ eine Menge von Aktionen bezeichnet. Die Aktionen wären als Konklusion auszuführen, wenn die Restriktionen erfüllt sind.

Beispielsweise wäre das Attribut Herzinfarkt[3] mit der entsprechenden Domäne wie folgt anzugeben:

$$\alpha_{\text{Herzinfarkt}} = (\text{Herzinfarkt}, \delta_{\text{Herzinfarktsarten}}, \text{n.bekannt})$$
$$\text{mit } \delta_{\text{Herzinfarktsarten}} = (\text{Herzinfarktsarten}, \{ < 3 \text{ Monate}, < 6 \text{ Monate}, > 6 \text{ Monate}\})$$

---

[2] Es sei darauf hingewiesen, dass es sich um eine echte Teilmenge handelt. Dies dient dazu, dass generell neue Domänen angelegt werden können. Bei Gleichheit zur Potenzmenge wäre dies nicht möglich.

[3] Anmerkung: Die Reinfarktrate ist innerhalb des ersten halben Jahres nach dem Infarkt besonders hoch. Liegt ein Infarkt maximal ein halbes Jahr zurück, wird empfohlen, einen neuen Operationstermin festzulegen, wenn die Operation aufschiebbar ist. Andernfalls sollten zusätzliche subtile Überwachungsmethoden zum Einsatz kommen.

3.2 Datenbankschema für Pliable Object

Ein Datenbankschema für Pliable Objects kann gemäß Abbildung 1 visualisiert werden:

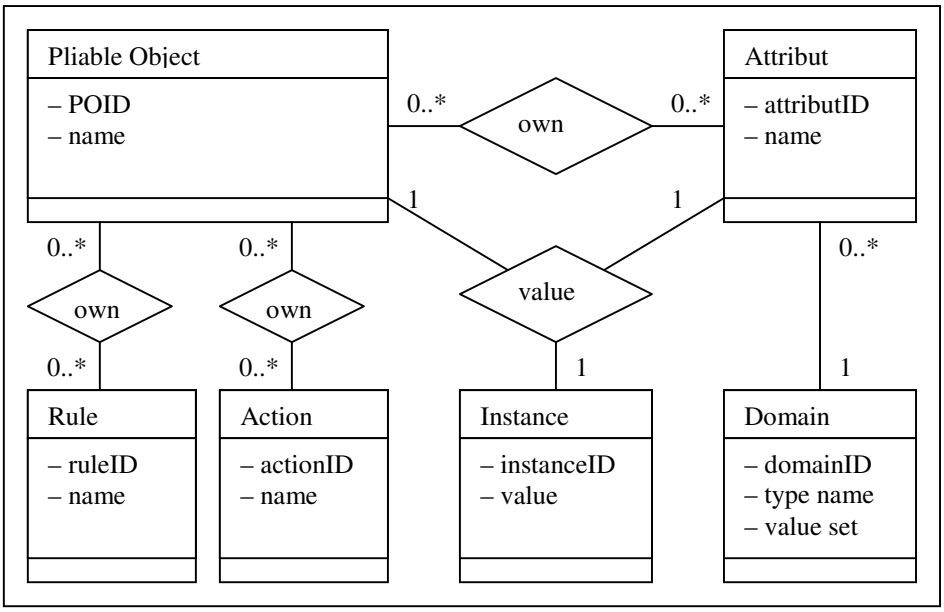

Abbildung 1: Pliable Object

Eine zentrale Bedeutung nimmt der Wert ein, der der einzugebenden Information entspricht. Der Wert *value* wird in einer Instanz gespeichert, der das zugehörige Attribut assoziiert ist. Mittels der ternären Assoziation wird die is-a-Beziehung zum Pliable Object angeben, um über dessen Regeln und Aktionen darin gespeicherte Plausibilitätskontrollen zu triggern.

4 Ausblick

Anästhesisten entwerfen das Layout ihres Anästhesieprotokolls ähnlich wie eine Vorlage in einer Textverarbeitung. Vorlagen können darin schnell verändert und beliebig oft verwendet werden. Die Datenbank eines Informationssystems, insbesondere deren Datenbankschema, ist nicht so schnell anzupassen. Die meisten Änderungswünsche der Anästhesisten beinhalten jedoch Schemaanpassungen. Zur Ermöglichung der Änderungen des Informationssystems wurden Pliable Objects vorgeschlagen. Das vorgestellte Datenbankschema für Pliable Objects erlaubt neben der Datenspeicherung nicht nur die Speicherung von zugehörigen Schemainformationen, sondern ermöglicht deren Nutzung zur Auswertung wie z.B. die Triggerung von Plausibilitätskontrollen. Schemainformationen sind nach Vossen (vgl. [V00 - Seite 493]) allgemein als „Daten über Daten“ und als zeitinvariante Informationen klassifiziert. Pliable Objects und das vorgeschlagene Datenbankschema müssen sich der Diskussion stellen, ob sie eine Grundlage für ein Data Dictionary mit zeitvarianten Informationen darstellen.

Literaturverzeichnis

[BS02] Broy, M., Siedersleben, J.: Objektorientierte Programmierung und Softwareentwicklung – Eine kritische Einschätzung, Informatik Spektrum, 25.2.2002

[B97] Bruder, M., Rehfeld, W., Seeger, T., Strauch, D. (Hrsg.): Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation, 4. völlig neu gefasste Ausgabe, Band 1 und 2, K.G.Saur Verlag 1997

[C96] Casanave, Cory (ed.): OMG Common Facilities RFP-4 Common Business Objects and Business Object Facility, OMG TC Document CF/96-01-04, www.omg.org

[CYA94] Coad, P., Yourdon, E.: OOA – Objektorientierte Analyse, Prentice Hall Verlag, 1994

[CYD94] Coad, P., Yourdon, E.: OOD – Objektorientiertes Design, Prentice Hall Verlag, 1994

[CC01] Cuhls, M., Cuhls, H.: Patienteninformation – Ablauf einer Narkose in Bildern, 15.06.2001, http://www.meb.uni-bonn.de/institute/kliansint/patient/inhalt.htm

[GHJV95] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J.: Entwurfsmuster, Addison-Wesley, 1995

[H92] Heuer, A.: Objektorientierte Datenbanken, Konzepte, Modelle, Systeme, Addison-Wesley, 1992

[KS01] Kretz, F.J., Schäfer, J.: Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie, Springer-Verlag, 2001

[OW99] Opderbecke, H.W., Weissauer, W.(Hrsg.): Entschließungen, Empfehlungen, Vereinbarungen, Ein Beitrag zur Qualitätssicherung in der Anästhesie, Kerndatensatz Anästhesie – Version 2.0/1999, http://www.dgai.de/06_1_00tabelle.htm#zu_viii

[P01] Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement, Hanser Verlag, 2001

[PGPB96] Puppe, F., Gappa, U., Poeck, K., Bamberger, S.: Wissensbasierte Diagnose- und Informationssysteme, Springer Verlag 1996

[RT04] Roewer, T., Thiel, H.: Taschenatlas der Anästhesie, 2. aktualisierte Auflage, Thieme Verlag, 2004

[S94] Sims, O.: Business Objects, Delivering cooperative objects for client-server, McGraw – Hill, 1994

[SPCH97] Sutherland, J., Patel, D., Casanave, C., Hallowell G., Miller, J.(eds): Business Object Design and Implementation, OOPSLA'95 Workshop Proceedings, Springer Verlag, 1997

[USZ03] UniversitätsSpital Zürich, Institut für Anästhesiologie, Anästhesie Allgemein http://www.anaesthesie.unispital.ch/german/PatientenUndBesucher/AnaesthesieAllgemein/default.htm

[V00] Vossen, G.: Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbankmanagementsysteme, Oldenbourg, 2000

[Z99] Zwally, B.: Pflegestandards für die Anästhesieabteilung im OP 04, 1998/99, http://pflege.klinikum-grosshadern.de/campus/anaesthe/standard/zwally.html