Jeanette Cordes, Jana Dornheim und Bernhard Preim

Szenariobasierte Entwicklung von Systemen für Training und Planung in der Chirurgie

Scenario-Based Design of Surgical Training and Planning Systems

Requirement analysis_Scenario-based design_Computer-based training_Computer-assisted surgery

Zusammenfassung. Basierend auf unseren bisherigen Erfahrungen möchten wir Empfehlungen für die szenariobasierte Konzeption chirurgischer Trainings- und Planungssysteme geben. Die Spezifikation auf Basis von Szenarien schafft eine gemeinsame Kommunikationsbasis zwischen Entwicklern und Ärzten und ermöglicht die anwendernahe Entwicklung von Software. Dabei entsteht jedoch eine Vielzahl an Dokumenten, Anmerkungen und überarbeiteten Versionen. Wir schlagen deshalb eine konkrete Strategie zur Nutzung von Szenarien vor, die Redundanzen reduziert und eine effiziente Verwaltung der Zusammenhänge der entstehenden Dokumente ermöglicht. Wir nutzen diese Strategie und beschreiben davon ausgehend exemplarisch die szenariobasierte Konzeption eines Systems für das Training des medizinischen Workflows in der Wirbelsäulenchirurgie, sowie eines Systems für die Planung halschirurgischer Eingriffe. Die Diskussion der Szenarien hat sich für das Verständnis des klinischen Workflows, das Design der Trainings- und Planungsschritte sowie für die Auswahl einer repräsentativen Menge von Fällen und die Definition der für jeden Fall benötigten relevanten Informationen als hilfreich erwiesen.

Summary. Based on our experiences, we discuss recommendations for a scenario-based design of surgical training and planning systems. The specification based on scenarios provides a suitable common basis for the communication between physicians and developers in the discussion on requirements and priorities. This development process, however, leads to a large variety of documents, annotations, related screenshots with complex relations. We suggest a strategy to use scenarios, to reduce the redundancy in different documents and to efficiently manage the relations between documents. We employ this strategy and describe its use for designing a training system for spine surgery and a planning system for neck surgery. The scenario-based approach turned out to support the discussion of the workflow, the specific tasks and the selection of appropriate cases for a training system.

1. Einleitung

Bei der Erstellung chirurgischer Trainingssysteme müssen neben dem Verständnis komplexer Anwendungsprobleme die Lerninhalte und Lernziele definiert, strukturiert und angemessen – in Bezug auf die didaktische Konzeption und den Einsatz von Medien – vermittelt werden. Das Verständnis des oft impliziten Expertenwissens und die Bewertung des Lernerfolgs sind besondere Herausforderungen.

DOI 10.1524/icom.2009.0002

Bisherige wissenschaftliche Veröffentlichungen im Bereich der computergestützten Chirurgie konzentrieren sich auf Detailprobleme, wie die Segmentierung spezieller anatomischer Strukturen in medizinischen Bilddaten, die Quantifizierung krankhafter Veränderungen hinsichtlich Ausdehnung und Volumen oder die effiziente Darstellung und Annotation von 3D-Modellen der Patientenanatomie (Preim & Bartz 2007). Eine systematische Vorgehensweise, bei der Methoden des Usability Engineerings gezielt angepasst und integriert werden, um den Besonderheiten chirurgischer Trainings- und Planungssysteme gerecht zu werden, ist bisher nicht bekannt. Im Bereich der Aufgabenanalyse werden erfolgreich Workflowanalyse-Techniken eingesetzt, um operative Abläufe formal zu analysieren, u. a. mit Blick auf die typische Reihenfolge von Aktionen oder die relative Häufigkeit von Instrumentwechseln (Burgert et al., 2007). Diese Methoden haben sich vor allem bei der Abschätzung des Bedarfs für eine Computer- oder gar Roboterunterstützung im Operationssaal bewährt. Ob auf diese Weise auch die komplexen präoperativen Planungsprozesse oder chirurgisches

Training effizient charakterisiert werden können, ist nicht klar. Zudem unterstützt die Workflowanalyse lediglich die Analysephase und ist nicht unmittelbar geeignet, die Konzeption, Entwicklung und Erprobung von Systemen zu unterstützen.

Die szenariobasierte Entwicklung (Rosson & Carroll 2002) hat ein großes Potenzial für eine durchgehende benutzerzentrierte Entwicklung in den Bereichen chirurgische Planung und chirurgisches Training. Szenarien sind hier insbesondere geeignet, weil keine bzw. nur unzureichend dokumentierte Anforderungsanalysen und Erfahrungen vorliegen.

Bei der Entwicklung eines Systems für das Training von Leberoperationen, dem LiverSurgeryTrainer, haben wir zunächst auf Basis von Beobachtungen von Operationen und Interviews mit den Chirurgen eine Liste mit Anforderungen erstellt. Da sich diese Form der Anforderungsanalyse als nicht ausreichend für die vielen Entwurfsentscheidungen erwiesen hat, wurde im fortgeschritteneren Stadium der Entwicklung auf die szenariobasierte Spezifikation zurückgegriffen (Cordes et al. 2007). Die Szenarien erwiesen sich für das Design der Trainingsschritte und bei der Auswahl und Beschreibung der Trainingsfälle als hilfreich. Mittlerweile haben wir sie auch für die Entwicklung eines Trainingssystems für die Wirbelsäulenchirurgie und eines Planungssystems für die HNO-Chirurgie konsequent eingesetzt.

Basierend auf diesen Erfahrungen möchten wir zeigen, wie die szenariobasierte Entwicklung für ähnliche Projekte angewandt werden kann, welche Probleme zu erwarten sind und wie mit diesen umgegangen werden kann. Exemplarisch beschreiben wir die szenariobasierte Entwicklung des SpineSurgeryTrainers, eines Trainingssystems für die Wirbelsäulenchirurgie sowie eines Planungssystems für die HNO-Chirurgie.

2. Szenariobasiertes Design

Das szenariobasierte Design wird seit vielen Jahren in der User-Interface-Entwicklung eingesetzt, beispielsweise beim Design von Webseiten und bei der Entwicklung betrieblicher Anwendungen (Hatscher & Beringer 2003), wobei sowohl die Anforderungs- und Nutzeranalyse als auch die Konzeption unterstützt wurde. Bei der Erstellung von anwenderfreundlichen technischen Dokumentationen werden mit ihrer Hilfe nutzernah die Anforderungen und Handlungsabläufe sowie primäre und sekundäre Funktionen des jeweiligen Produktes ermittelt. Um den notwendigen Informationsbedarf zu bestimmen, werden dafür die üblichen Handlungen der Benutzer mit dem Produkt auf Basis von Szenarien nachgestellt. Auch Schwierigkeiten in existierenden Bedienungsanleitungen können mit Hilfe von Szenarien aufgedeckt werden (Tanzer & Buck 2006).

2.1 Szenariobasiertes Design nach Benyon

Unter den Beschreibungen der szenariobasierten Entwicklung erscheint uns die in Benyon et al. (Benyon et al. 2005) am geeignetsten, weil sie eine schrittweise Verfeinerung und Konkretisierung beinhaltet. Die Konkretisierung mündet schließlich in (UML) Use Cases und stellt damit den Bezug zum klassischen Software Engineering dar. Benyon et al. unterscheiden vier verschiedene Typen von Szenarien, die in verschiedenen Stadien im Designprozess Anwendung finden:

1. *User Stories* werden zu Beginn der Entwicklung genutzt, um die Aufgaben, Erwartungen und Präferenzen der Benutzer zu verstehen. Sie beinhalten ausführliche Beschreibungen der Aktivitäten der Benutzer und den Zusammenhang, in dem sie geschehen. Insbesondere enthalten sie Begründungen und Motive der Handelnden („Um eine Situation besser einzuschätzen, wird eine Information angefordert.“, „Weil eine bestimmte Angabe häufig unzuverlässig ist, wird sie auf eine bestimmte Art verifiziert“).
2. Die User Stories werden anschließend durch einen Prozess der Abstraktion und Zusammenfassung zu *Conceptual Scenarios* erweitert. Diese werden genutzt, um die Anforderungen des Systems zu definieren und allgemeine Designvorschläge zu erstellen.
3. Für die Umsetzung der Designideen, für das Prototyping sowie für die Evaluierung eines Systems können aus einem Conceptual Scenario mehrere *Concrete Scenarios* generiert werden, die notwendig sind, um einen bestimmten Sachverhalt bzw. eine spezielle Funktion genau zu erklären. Sie erfassen für das jeweilige Teilproblem spezifische Besonderheiten und die Umstände, unter denen sie auftreten.
4. Mehrere Concrete Scenarios werden wiederum zu *Use Cases* zusammengefasst, welche die Interaktion zwischen den Anwendern und dem Programm enthalten. Die erstellten Use Cases sollten die komplette Funktionalität des Systems sowie alle notwendigen Interaktionen einschließen.

Während der Erstellung der Szenarien erfolgt eine intensive Auseinandersetzung mit dem Anwendungsgebiet, so dass die Erhebung und Priorisierung der Anforderungen auf einer besseren Grundlage erfolgt, als beispielsweise allein auf Basis von Beobachtungen und Befragungen (Benyon et al. 2005). Benyon et al. machen allerdings keine Vorschläge für eine effiziente Verwaltung der Vielzahl an entstehenden Szenarien. Zudem ist die Vorgehensweise von Benyon allein auf Texte fokussiert. Bei der Konzeption chirurgischer Trainings- und Planungssysteme spielen Fragen der Visualisierung eine so wichtige Rolle, dass Szenarien mit Screenshots und anderen bildhaften oder sogar interaktiven Komponenten kombiniert werden müssen.

2.2 Soll- und Ist-Szenarien

Beim Einsatz von Szenarien kann zwischen *Soll-* und *Ist-Szenarien* unterschieden werden. *Ist-Szenarien* beschreiben den Zustand vor der Entwicklung des Systems. Sie beinhalten damit Beschreibungen der zukünftigen Benutzer, ihrer Fähigkeiten und Wünsche sowie Informationen über die aktuelle Lern- bzw. Planungssituation. *Ist-Szenarien* werden zu Beginn der szenariobasierten Entwicklung genutzt und besitzen die Form von User Stories. Aus diesen Ist-Szenarien können die Anforderungen abgeleitet und in *Soll-Szenarien* beschrieben werden. Soll-Szenarien beinhalten in der Anfangsphase demnach erste Ideen für das Design, die Inhalte und das Layout des Systems. Sie beschreiben die Lerninhalte und Lernziele des Trainingssystems sowie den Trainings- bzw. Planungsablauf. Die Soll-Szenarien werden in einer schrittweisen Verfeinerung und Konkretisierung bis hin zur Erstellung von Use Cases bearbeitet.

2.3 Verwaltung der Szenarien

Um die Arbeit mit den Szenarien übersichtlich und nachvollziehbar zu gestalten, gibt es basierend auf unseren bisherigen Erfahrungen die folgenden fünf wichtigen Aspekte zu beachten (siehe Bild 1). Diese Vorschläge können für die Entwicklung eines Verwaltungswerkzeuges für Szenarien genutzt werden.

1. *Reduktion von Redundanzen* innerhalb der Szenarien. Sie kommen häufig in Conceptual Scenarios oder Use Cases vor. Hier ist es sinnvoll, gemeinsame Hauptteile (Common Components) mit einzelnen Kernteilen (Core Components) zu verknüpfen. Core Components werden vor allem bei fallbasierten Beschreibungen eingesetzt. Der gemeinsame Teil eines Szenarios bleibt so konstant, während an bestimmten Positionen in den Common Components auf die jeweils zugehörigen Core Components zugegriffen werden kann. Die Common- und Core Components sind aus einer Analyse der initialen User Stories hinsichtlich von Gemeinsamkeiten und Unterschieden entstanden. Es ist natürlich möglich, aber nach unserer Erfahrung sehr schwierig, diese gemeinsamen Bestandteile frühzeitig zu identifizieren und die User Stories von vornherein redundanzarm darzustellen.
2. *Verwaltung der Abhängigkeiten* zwischen Szenarien. Die Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Szenarien müssen deutlich gemacht werden. Durch Anwendung einer hierarchischen Struktur bei der Verwaltung der Szenarien, wie sie in Bild 1 dargestellt ist, wird das gewährleistet.
3. *Versionsverwaltung.* Damit der Entwicklungsprozess der Szenarien nachvollziehbar bleibt, ist es notwendig, die Änderungen bzw. verschiedenen Versionen eines Szenarios sowie deren Autoren zu verwalten. Wir schlagen vor, neue Szenarien zunächst auf Abhängigkeit zu prüfen und an die entsprechende Stelle in der hierarchischen Struktur einzubinden. Durch Angabe des Datums ist leicht nachzuvollziehen, welche die neuere Version ist. Änderungen, die nicht das gesamte Szenario betreffen, können entsprechend im älteren Szenario verlinkt werden.
4. *Zuordnung von Anmerkungen, Diskussionen, Bildmaterial.* Kommentare und Überlegungen zu Szenarien oder zu Abschnitten in Szenarien müssen ebenfalls verwaltet werden. Die verknüpften Anmerkungen enthalten Autor, Zeitpunkt und Inhalt des Kommentars. In einer Verknüpfung können mehrere Anmerkungen zusammengefasst sein. Zum leichteren Verständnis können außerdem Bilder von Prototypen, Designskizzen oder Ablaufdiagramme mit den entsprechenden Stellen in den Szenarien verknüpft werden.
5. *Dokumentation und Begründung von Entwurfsentscheidungen, Speicherung von Designalternativen.* Dokumentationen in Bezug auf Entwurfsentscheidungen, die auf der Grundlage der Szenarien entstanden sind, sollten den einzelnen Szenarien zuzuordnen sein. Sie können ebenso wie Anmerkungen in den Szenarien verlinkt werden. Neben der Speicherung der Designentscheidungen ist auch das Festhalten von Designalternativen wesentlich. Es bleibt so nachvollziehbar, welche Ideen es gegeben hat und aus welchem Grund sie verworfen oder beibehalten wurden.

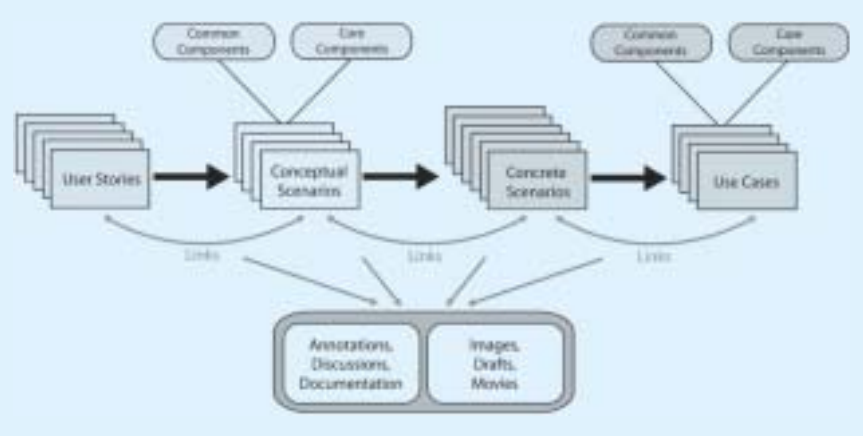

Bild 1: Abhängigkeiten und Verwaltung der Szenarien. Gegenüber dem Vorschlag von Benyon et al. haben wir bildhafte Komponenten integriert, Abhängigkeiten explizit erfasst und eine redundanzarme Struktur (durch die Nutzung von Core und Common Components) entwickelt

3. Konzeption eines Trainingssystems für die Wirbelsäulenchirurgie

Basierend auf dieser allgemeinen Vorgehensweise beschreiben wir exemplarisch die szenariobasierte Konzeption des SPINESURGERYTRAINERS (Cordes et al. 2008). Aufgrund der starken Eingebundenheit der Ärzte in den klinischen Alltag erfolgte die Diskussion der Szenarien mit nur einem Facharzt der Orthopädie (als medizinischer Experte) und einem Arzt in der Ausbildung (als Vertreter der zukünftigen Anwender). Die Ziele des Trainingssystems sowie die Eigenschaften und Wünsche der Anwender können so in den Designprozess einfließen.

Wichtigstes Ziel des SPINESURGERYTRAINERS ist das Training der Therapiefindung. Für eine Erkrankung existieren verschiedene Behandlungsmethoden, und der behandelnde Arzt muss eine Strategie entwickeln, welche dieser Methoden, ggf. auch welche Kombination von Methoden, für den speziellen Fall die effektivste ist. Dazu werden der radiologische Befund, die neurologischen Ausfallerscheinungen, die Beschwerden und das soziale Umfeld des Patienten herangezogen. Das System ermöglicht angehenden Ärzten das Training des medizinischen Workflows in der Wirbelsäulenchirurgie von der Diagnose über die Therapieentscheidung bis zur virtuellen Planung und Durchführung dieser Therapie.

3.1 Anwendung der Szenarien bei der Konzeption

Mit Hilfe der klinischen Partner wurden zunächst ausgewählte Szenarien *(User Stories)* erstellt, an denen speziell die Lernziele und die Falldaten des Spinesurgerytrainers diskutiert werden konnten.

Es ergab sich so ein Grundgerüst, das einen starken Bezug zum realen medizinischen Workflow aufweist. Die *Conceptual Scenarios* beschreiben die Aufteilung des Trainings in die einzelnen Schritte, so-

wie erste Möglichkeiten der Vorgehensweise eines Lernenden. Die Trainingsschritte wurden in den *Concrete Scenarios* detailliert dargestellt. Diese Szenarien beschreiben je einen besonders interessanten Teil im Ablauf des SPINESURGERYTRAINERS ausführlich (z. B. die Platzierung einer Injektion am Computermodell). Die Diskussion der Concrete Scenarios mit den Anwendern führte zu vielen Anregungen, z. B. während der Ausführung kritischer Aktionen Hinweise einzublenden, die den Lernenden auf mögliche Gefahren aufmerksam machen. Die abschließend entstandenen *Use Cases* beschreiben die gesamte Funktionalität des SPINESURGERYTRAINERS und stellen die Grundlage für die Umsetzung dar. Alle möglichen Interaktionen zwischen den Lernenden und dem Trainingssystem werden hier zusammengefasst.

Die Diskussionen mit den chirurgischen Experten bezogen sich vor allem auf inhaltliche Aspekte (Welche Fälle und welche Falldaten sind einzubinden? Welche anatomischen Grundlagen sollten integriert werden? Was genau soll mit dem System vermittelt werden?). Im Gegensatz dazu gaben die Diskussionen mit Lernenden Aufschluss darüber, wie die Lerninhalte vermittelt werden sollten. Ihnen ist eine Abgrenzung zu anderen Lehrmitteln (z. B. Fallsammlungen, multimediale Präsentationssystemen, Lehrbüchern) wichtig. Beispielsweise sollte der Fokus des Trainingssystems eher auf die interaktive 3D-Visualisierung, das Training der Intervention und die Vertiefung der anatomischen Kenntnisse auf Basis des 3D-Modells gerichtet sein, als auf die Patientenpräsentation und Diagnosestellung.

3.2 Beispielszenarien

Im Folgenden sind beispielhaft (für diesen Beitrag gekürzte und angepasste) Soll-Szenarien dargestellt, die im Verlauf der Konzeption entstanden sind. Verknüpfungen mit anderen Szenarien oder Zusatzmaterial sind in eckigen Klammern integriert. Dabei wird zum Teil auf Szenarien verwiesen, die hier nicht beschrieben werden.

User Story 1: *„Common Component 3 – Trainingsabsicht:* Der angehende Facharzt soll zum ersten Mal eine Injektion im Bereich der Halswirbelsäule setzen. Er möchte den Vorgang trainieren, um seine Fähigkeiten testen zu können und mit mehr Selbstbewusstsein seine erste Injektion am Patienten durchzuführen. Da im Moment kein Experte einen Termin frei hat und auch kein Übungsobjekt verfügbar ist, entscheidet er sich, die Injektion mit dem SPINESURGERYTRAINER zu trainieren. Dazu setzt er sich zu Hause an seinen Computer und startet das Programm. *Common Component 9 – Fallauswahl:* Hier kann er ein Übungsobjekt (medizinischen Trainingsfall) nach seinen Vorstellungen aussuchen und bearbeiten. *Core Component 1 – Injektion bei Bandscheibenvorfall:* Er wählt also einen Fall, bei dem ein Bandscheibenvorfall mit einer Injektion behandelt werden kann. Zu Beginn des Programms werden ihm die Patientendaten und Anamnesedaten des Trainingsfalls aufgezeigt. Auch die Untersuchungsergebnisse sind protokolliert. Anhand dieser Informationen kann er eine Entscheidung für eine Therapie fällen und entscheidet sich, dem Patienten eine Injektion zu geben, um dessen Schmerzen zu lindern. Mit Hilfe der vom Programm zur Verfügung gestellten 2D- und 3D-Darstellungen der relevanten Patientenanatomie kann er nun die Injektion virtuell durchführen und den Einstichwinkel sowie den Weg der Injektionsnadel durch das Gewebe nachvollziehen. Das trainiert sein dreidimensionales Vorstellungsvermögen und mentales Schema des Injektionsvorgangs. *Common Component 15 – Expertenvergleich:* Durch den darauf folgenden Vergleich mit dem Vorgehen eines Experten kann er Fehler in seiner Durchführung erkennen und beheben sowie erneut trainieren. *Common Component 26 – Fallvarianten:* Auch ähnliche medizinische Fälle kann er im Anschluss virtuell behandeln und so sein Behandlungsspektrum und das dazu nötige Wissen vertiefen."

Conceptual Scenario 1: *[Erstellt aus User Story 1]* „Der angehende Facharzt soll zum ersten Mal eine Injektion im Bereich der Halswirbelsäule injizieren. Er möchte den Vorgang zunächst trainieren. Er wählt den SPINESURGERYTRAINER, um den Prozess einer Injektion virtuell nachzuvollziehen. Er öffnet das Programm, wählt einen Übungsfall aus *[→ Concrete Scenario 1],* bei dem ein Bandscheibenvorfall in der Halswirbelsäule behandelt werden muss und beginnt zunächst mit der Begutachtung der Patienten- und Anamnesedaten *[→ Concrete Scenario 2].* Dann entscheidet er sich für eine Injektion als Therapie und trainiert virtuell anhand der MRT-Daten des Patienten und dem dazu rekonstruierten 3D-Modell, wie die Injektion gesetzt wird *[→ Concrete Scenario 3].* Als selbstständige Kontrolle kann er dann seinen Prozess der Injektion mit dem eines Experten vergleichen *[→ Concrete Scenario 4].* Dieses Training kann er beliebig oft wiederholen und auch an anderen Übungsfällen nachvollziehen."

Concrete Scenario 3 (Detail Planung der Injektion): *[Erstellt aus Con-*

Bild 2: Im 3D-Modell (sichtbar sind die Wirbelsäule und die Bandscheiben sowie umliegende relevante Strukturen) wird eine virtuelle Injektionsnadel an eine Nervenwurzel platziert

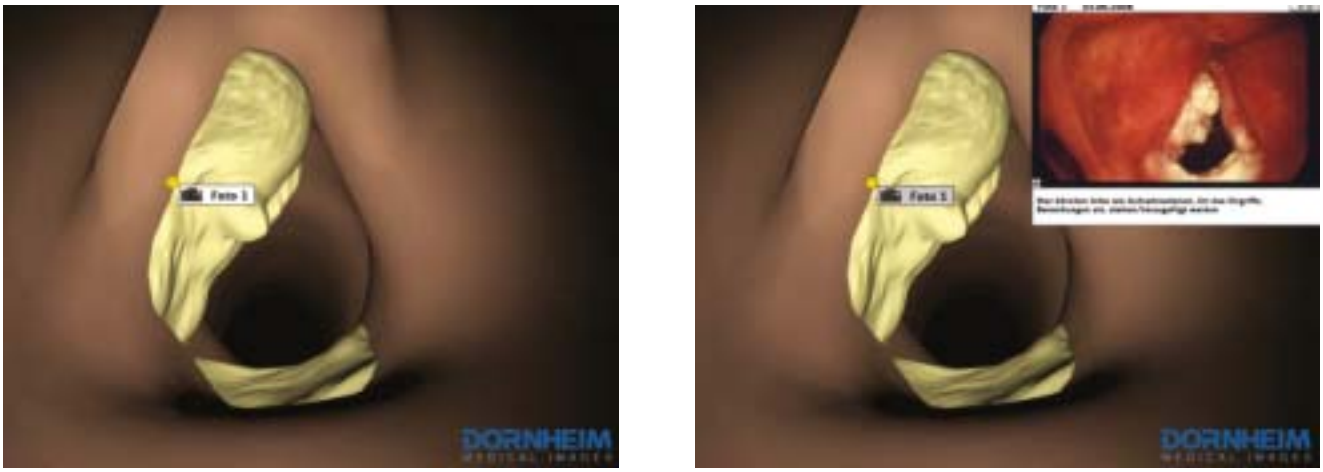

Bild 3: Im 3D-Modell (sichtbar ist der Rachen mit einem Tumor) werden aufgenommene Panendoskopiefotos an Landmarken im Modell hinterlegt

ceptual Scenario 1] „Bei der Planung einer Injektion muss der behandelnde Arzt darauf achten, den richtigen Injektionsweg zu verfolgen, damit keine unnötigen Verletzungen auftreten und die Injektion ihr Zielgebiet erreicht *[→ Anmerkung 1].* Um sich genauer erklären zu lassen, wie eine Injektion gesetzt werden kann, öffnet der Arzt über den Hilfe-Button im Menü einen Hilfetext und liest sich die Information *[→ Concrete Scenario 8 – Nutzung des Hilfesystems]* zu diesem Schritt noch einmal genau durch. Dann wählt er die Therapie über den Button „Injection" aus und beginnt mit der virtuellen Planung. Mit der Maus und einem Linksklick setzt er dazu in den 2D-Schichtbildaufnahmen des Patienten einen Marker für den Einstichpunkt und einen Marker für den Zielpunkt der Injektionsnadel. *[→ Alternativen zur Nadelplatzierung …]* Dafür muss er durch die Schichten navigieren und benutzt dafür den Schieberegler neben dem Datenfenster. Die Nadel nimmt sofort die entsprechende Position ein (siehe Bild 2). In einer Animation, die nach der Nadelplatzierung über den Button „Show Animation" aufgerufen werden kann, kann er sich den Vorgang des Injizierens im 3D-Modell anzeigen lassen und auch manuell, mit Hilfe eines Schiebereglers, die Nadel vor und zurück bewegen, um den genauen Weg der Injektionsnadel nachvollziehen zu können."

(**Anmerkung 1:** Bei Kollisionen mit wichtigen Strukturen sollte eine Warnung erscheinen.)

4. Konzeption eines Planungssystems für die Tumorchirurgie am Hals

Das Planungssystem für chirurgische Eingriffe zur Behandlung von Tumorerkrankungen am Hals (Janke et al., 2006) unterstützt den Arzt bei der Entscheidungsfindung und -dokumentation, sowie bei der Vorbereitung und Planung des Eingriffs. Das System stellt ihm hierfür auf Basis eines dreidimensionalen semantisch angereicherten Modells der Patientenanatomie Werkzeuge zur Exploration, Dokumentation, Quantifizierung und Klassifikation der anatomischen und pathologischen Situation zur Verfügung. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Beurteilung der Infiltration wichtiger Strukturen (große Blutgefäße, Muskeln), der Detektion und Lageeinschätzung von Lymphknotenmetastasen und schließlich auf der Einschätzung der Operabilität und der Radikalität des Eingriffs.

4.1 Anwendung der Szenarien bei der Konzeption

Bei der Konzeption des Planungssystems wurden die User Stories genutzt, um den gegenwärtigen Ablauf der präoperativen Planung zu verstehen (Ist-Szenarien). Anhand dessen wurden die kritischen Stellen im Workflow identifiziert, an welchen vom Chirurgen eine spezifische Software-Unterstützung gewünscht wird. Diese wurden als Annotationen in den User Stories festgehalten. Ausgehend davon wurden Conceptual Scenarios entworfen, die beschreiben, welche Informationen und grafischen Darstellungen dem Arzt zur Verfügung gestellt werden sollen, einschließlich möglicher Interaktionstechniken. Ziel war es, anhand des Conceptual Scenarios dem späteren Nutzer bereits einen Eindruck von der grundlegenden Funktionsweise der Software zu vermitteln. Der Fokus lag hier hauptsächlich auf den Visualisierungen und Interaktionsformen, was durch eingebettete Bilder veranschaulicht wurde. Screenlayout und Verwendung spezifischer Bedienelemente waren nicht Gegenstand des Szenarios. Teilweise werden wiederum in den Verweisen Nummern von Szenarien verwendet, die nicht in diesen Beitrag integriert werden konnten.

4.2 Beispielszenarien

Im Folgenden ist wieder beispielhaft ein Ausschnitt einer User Story sowie ein daraus entstandenes Conceptual Scenario mit den entsprechenden Verknüpfungen in eckigen Klammern aufgeführt. Die User Story beschreibt in diesem Fall den IST-Zustand, also das Vorgehen der Ärzte im klinischen Alltag vor der Entwicklung des Planungssystems. Es werden während der Endoskopie interessante Ansichten gespeichert und im Anschluss annotiert. Das Conceptual Scenario beschreibt die daraus folgende Funktionalität für das Planungssystem. Die Ärzte sollen die Endoskopieaufnahmen an den korrespondierenden Stellen im 3D-Modell anbringen können (siehe Bild 3).

User Story 1: […] *Core Component 1 – Dokumentation der Endoskopie mit Fotos:* Während der gesamten Endoskopie kann der Operateur einzelne Ansichten des Endoskops als Fotos zur späteren Ent-

scheidungsfindung festhalten, die er später möglicherweise annotiert (in weniger als 50% der Fälle). Ziel ist ein selbsterklärendes Bild (Bild. 3, links). […]

Conceptual Scenario 1: [Erstellt aus *User Story 1*] Direkt nach der Panendoskopie *[→ Concrete Scenario 1]* öffnet der Chirurg das Programm erneut. Hier werden ihm die während der Endoskopie aufgenommenen Fotos angezeigt. Mit einem Stift- und Textwerkzeug nimmt er einfache Annotationen an den Fotos vor *[→ Concrete Scenario 3]* und ordnet jedes Foto einer anatomischen Struktur (z. B. Schildknorpel) oder einer anatomischen Landmarke im 3D-Modell zu *[→ Concrete Scenario 4],* über die es später wieder abgerufen werden kann *[→ Concrete Scenario 5].*

5. Empfehlungen für die Nutzung von Szenarien

Die Entwickler sollten erste Vorschläge für Szenarien entwerfen, die als Diskussionsgrundlage dienen. Die Aufgabenanalyse (Beobachtungen, Interviews, …) wird dadurch darauf fokussiert, die für die Szenarienerstellung notwendigen Informationen zu erfassen, insbesondere auch Fragen der Motivation und Akzeptanz. Unklarheiten werden den Entwicklern bei der Erstellung der Szenarien oft sehr deutlich. Die im Entwicklungsprozess zu erstellenden Szenarien müssen das dem System zugrundeliegende Arbeitsgebiet des Nutzers vollständig abdecken. Sie sollten auf die unterschiedlichen Kenntnisse und Vorerfahrungen der Nutzer, z. B. Chirurgie-Erfahrung, PC-Kenntnisse, Vertrautheit mit 3D-Modellen und -Interaktion eingehen.

Ebenso müssen sie das zu entwickelnde System vollständig mit allen Funktionen und Designelementen beschreiben. Für chirurgische Trainings- und Planungssysteme betrifft das folgende Aspekte:

Wichtige Aspekte der Trainings- und Planungssysteme:

- Einzelschritte des Trainings/ der Planung
- Zielgruppe (Assistenz-, Fach- oder Oberärzte einer oder mehrerer Fachdisziplinen)
- Erfahrungen/Fähigkeiten der Nutzer (Vorausgesetzte theoretische Kenntnisse und praktische Erfahrungen)
- Hardwareanforderungen (z. B. Eingabegeräte, spezielle Hardwarekomponenten der Rechner)
- Benutzerdefinierte Einstellungen (z. B. Hilfemodus, Standardansichten bzw. -parameter der Visualisierung)
- Diagnosestellung (z. B. Anamnese, Untersuchungen, Medizinische Bilddaten, …)
- Therapieentscheidungen (z. B. Auf welcher Basis werden welche Entscheidungen getroffen? Wer ist daran beteiligt? Wie sollen die Informationen präsentiert werden?)
- Allgemeine Interaktionsmöglichkeiten mit den medizinischen Bilddaten und 3D-Visualisierungen (z. B. Rotation, Selektion, …)

Wichtige Aspekte der Trainingssysteme:

- Fallauswahl (z. B. Wahl eines einzelnen Falls, Zusammenstellung einer Liste, zufällige Auswahl, …), Falldaten
- Analyse des Trainingsergebnisses (z. B. visueller oder textueller Vergleich, qualitative Bewertung in Punkten/Prozenten, …)
- Präsentation von Informationen zum realen OP und Post-OP-Verlauf (z. B. Berichte, Laborbefunde, kommentierte Fotos, Videos, …)
- Integration von Fallvarianten
- Inhalte der verschiedenen Hilfemodi/ Expertenunterstützung
- Feedbackmechanismen, Bewertung des Lernerfolgs
- Jeweils einfache und komplexe Beispiele für die verschiedenen Therapievarianten (z. B. Leber – Resektion/Ablation, Wirbelsäule – Injekton/ Physiotherapie/ /Resektion, …)
- Theoretische Komponenten

Wichtige Aspekte der Planungssysteme:

- Kompakte Visualisierung verschiedenartiger Daten und Informationen (Bildgebung, annotierte Fotos, Videos, Berichte, Laborbefunde)
- Bildanalyse (Identifikation und Abgrenzung anatomischer Strukturen)
- Unterstützung bei der Dokumentation von Diagnose und Therapieentscheidungen
- Unterstützung bei der Kommunikation mit Fachkollegen und anderen am Fall beteiligten Disziplinen
- Authentifikation der Benutzer
- Anbindung an die PACS-Systeme (Picture Archiving and Communication Systems, in denen die medizinischen Bilddaten verwaltet werden)

Am Beispiel der Diagnosestellung im Rahmen der Entwicklung eines Trainingssystems wird im Folgenden gezeigt, welche Fragen die verschiedenen Szenarien jeweils beantworten sollten.

5.1 User Stories

Auf Basis von Gesprächen und Interviews mit chirurgischen Experten sowie, falls möglich, Beobachtungen der zu trainierenden chirurgischen Interventionen, sollten von den Entwicklern erste User Stories entworfen werden. Ergänzend sollten Diskussionen mit Lernenden genutzt werden, um zu spezifizieren, wie die Lerninhalte vermittelt werden sollten. Diese User Stories sollten die Anwendergruppe charakterisieren und die klinischen Vorgehensweisen widerspiegeln (Ist-Szenarien). Sie dienen zur gemeinsamen Diskussion von Entwicklern, chirurgischen Experten und zukünftigen Anwendern über die Lernziele und den möglichen Grundaufbau des Trainingssystems (Soll-Szenarien). Die Menge an notwendigen bzw. wünschenswerten Trainingsfällen und die für jeden Fall notwenigen Informationen und Daten können bestimmt werden.

Folgende Fragen sollten die User Stories beispielsweise für den Aspekt der Diagnosestellung beantworten:

- *Wie ist der klinische Ablauf bei der Stellung einer Diagnose?*
- *Welche Untersuchungen werden in welcher Reihenfolge erhoben?*
- *Von wem werden die Untersuchungen durchgeführt?*
- *Wie werden die Ergebnisse abgelegt?*
- *Wer erstellt die Diagnose? Wie wird die Diagnose dokumentiert?*
- *Welche Überlegungen werden dabei vom Arzt gemacht? Existieren Leitlinien/Richtlinien?*

5.2 Conceptual Scenarios

Durch Abstraktion und Zusammenfassung der User Stories entstehen im nächsten Schritt Conceptual Scenarios. Sie beinhalten Informationen über allgemeine Anforderungen und die Teilschritte des Systems sowie erste Designvorschläge. Die Erstellung dieser Szenarien stellt

einen sehr kreativen Prozess dar, in dem die Designalternativen festgehalten werden sollten. Die Conceptual Scenarios sollten ebenfalls wieder mit allen Beteiligten diskutiert, überarbeitet und verfeinert werden.

Folgende Fragen sollten die Conceptual Scenarios beispielsweise für den Aspekt der Diagnosestellung beantworten:

- *Wie wird der klinische Ablauf bei der Stellung einer Diagnose im System umgesetzt?*
- *Welche einzelnen Teilschritte sind notwendig? Welche Möglichkeiten gibt es?*
- *Stehen die Untersuchungsergebnisse direkt zur Verfügung oder muss der Nutzer erst bestimmte Ergebnisse anfordern?*
- *Liegen die Untersuchungen als Bilder bzw. Videos oder als frei explorierbare Schichtbilddaten usw. vor?*
- *Wie werden die Untersuchungsergebnisse den Nutzern präsentiert? Welche Interaktionen sind notwendig, um die Ergebnisse zu explorieren?*
- *Wie trifft der Nutzer die Diagnose?*
- *Welche Unterstützung bekommt der Nutzer für die Diagnosestellung vom System? Gibt es unterschiedlich detaillierte Hilfestellungen?*

5.3 Concrete Scenarios

Für die einzelnen Teilschritte des Trainings bzw. der Interaktionen werden anschließend Concrete Scenarios erstellt. Sie beschreiben jeweils für einen speziellen Teilschritt alle vorhandenen Bedienelemente, Funktionen und die durch den Benutzer notwendigen Interaktionen zur Erfüllung der Aufgabe. Gespräche mit allen Beteiligten sollten dazu dienen, schon vor der Umsetzung der Designvorschläge mögliche Schwierigkeiten innerhalb der in den Szenarien beschriebenen Abläufe aufzudecken. Auf Basis der Concrete Scenarios werden die Designideen erstmals prototypisch umgesetzt.

Folgende Fragen sollten die Concrete Scenarios für den Aspekt der Diagnosestellung beantworten:

- *Wie kann der Nutzer durch die einzelnen Teilschritte navigieren? Welche Bedienelemente stehen ihm dafür zu Verfügung?*
- *Mit welchen Interaktionstechniken kann er die vorliegenden Daten explorieren? Welche Bedienelemente werden dafür benötigt, welche Interaktionen muss der Nutzer ausführen?*
- *Wie definiert der Nutzer die Diagnose (z. B. durch freie Texteingabe, Auswahl aus Alternativen)?*
- *Wie kann der Nutzer Unterstützung anfordern? Wie wählt er die gewünschte Hilfestufe aus?*

5.4 Use Cases

Abschließend werden aus den Conceptual Scenarios Use Cases generiert. Sie enthalten alle möglichen Interaktionen zwischen dem Benutzer und dem System und berücksichtigen dabei ebenfalls leicht variierende Umstände. Die Use Cases werden genutzt, um den Prototyp in einer formativen oder summativen Evaluation zu testen und zu verbessern.

Die Szenarien sind außerdem eine sehr gute Grundlage für die Erstellung des Handbuchs für ein Softwaresystem. Die Voraussetzung dafür ist eine gute Verwaltung der Szenarien, ihrer Versionen und getroffenen Designentscheidungen. Die Speicherung der Szenarien ohne Redundanzen und die Zuordnung von Bemerkungen und Bildmaterial erleichtert zusätzlich die Erstellung eines gut verständlichen und strukturierten Handbuchs.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Für eine benutzerzentrierte Entwicklung chirurgischer Trainings- und Planungssysteme ist ein szenariobasiertes Design, mit der Einteilung der Szenarien in vier Typen (Use Cases, Conceptual Scenarios, Concrete Scenarios, Use Cases) nach Benyon et al. (2005), hilfreich. Diese müssen für eine sinnvolle Unterstützung des Entwicklungsprozesses effizient verwaltet werden. Dazu ist es wichtig, Redundanzen in den Szenarien zu minimieren, Abhängigkeiten zwischen einzelnen Szenarien deutlich zu machen und, um den Entwicklungsprozess der Szenarien nachvollziehbar zu gestalten, auch Änderungen und Anmerkungen zu verwalten. Die Verknüpfung mit visuellen Komponenten ist bei chirurgischen Systemen von großer Bedeutung.

Daher ist es essenziell, ein intuitives und effektives Werkzeug für die Verwaltung der Szenarien zu entwickeln, um den gesamten Entwicklungsprozess bestmöglich zu unterstützen. Als Orientierung dienen dabei beispielsweise Systeme des Projektmanagements in der Softwareentwicklung, die Versionen und Testergebnisse dokumentieren und so den Entwicklungsprozess transparent gestalten. Die Verwaltung kann beispielsweise webbasiert mit Hilfe von Links zwischen abhängigen Szenarien erfolgen.

Bisher haben wir Szenarien nur in den frühen Phasen der Entwicklung chirurgischer Trainingssysteme verwendet und ihren Nutzen gezeigt. Ihr Einsatz in späteren Phasen, beispielsweise bei der Evaluierung, sollte ebenfalls untersucht werden. Speziell für die Evaluierungsergebnisse muss ebenso die Verwaltung und Zuordnung der Ergebnisse zu den entsprechenden Szenarien durchdacht werden. Eine weitere sinnvolle Ergänzung der Szenarien ist deren Illustration durch die Einbindung von Designskizzen oder Screenshots. Diese visuellen Komponenten spielen beim Entwurf chirurgischer Trainingssysteme eine wichtige Rolle, z. B. um geeignete Farbkombinationen bei der Darstellung anatomischer Strukturen zu erproben. Dieses Bildmaterial muss gleichfalls effektiv verwaltet und mit den zugehörigen Szenarien verknüpft werden.

Literatur

Benyon D.; Turner P.; Turner S.: *Designing Interactive Systems.* Addison Wesley, 2005.

Burgert, O.; Neumuth, T.; Audette, M.; Pössneck, A.; Mayoral, R.; Dietz, A.; Meixensberger, J.; Trantakis, C.: Requirement Specification for Surgical Simulation Systems with Surgical Workflows. *Medicine Meets Virtual Reality* **15**, IOS Press, Amsterdam (2005) 58–63.

Cordes, J.; Hintz, K.; Franke, J.; Bochwitz, C.; Preim, B.: Conceptual Design and Prototyping Implementation of a Case-based Training System for Spine Surgery. 1st International eLBa Science Conference Rostock, (2008) 169–178.

Cordes, J.; Mühler, K.; Oldhafer, K.J.; Stavrou, G.; Hillert, C.; Preim, B.: Szenariobasierte Entwicklung eines Chirurgischen Trainingssystems. In: *eLearning in der Medizin und Zahnmedizin* (Proceedings 11. Workshop der GMDS AG), Shaker Verlag (2007) 17–30.

Hatscher, M.; Beringer J.: *Customer-Centered New Application Design.* GC-UPA Track, (2003).

Janke, C.; Tietjen, C.; Baer, A.; Zwick, C.; Preim, B.; Hertel, I.; Strauß, G.: Design und Realisierung eines Softwareassistenten zur Planung von Halsoperationen. In: *Mensch & Computer 2006: Mensch und Computer im StrukturWandel.* München: Oldenbourg Verlag (2006) 371–378.

Medizin und Management

Hans-Jürgen Seelos
Lexikon Medizinmanagement
2007 I 266 S.
Gebunden
€ 39,80
ISBN 978-3-486-58532-2

Medizinmanagement befasst sich mit der Anwendung der Managementlehre in der institutionalisierten Medizin. Dem wachsenden Informationsbedarf von Wissenschaft und Praxis folgend wird mit diesem Lexikon erstmals eine terminologische Synthese dieses Fachgebietes vorgelegt, die mehr als 1.300 Stichwörter umfasst. Management lässt sich in der institutionalisierten Medizin beziehen auf das Management von Medizinbetrieben, individuellen oder kollektiven Gesundheitsproblemen und der Gesundheitsversorgung. Zudem schließt es das Management von Transformationsprozessen (Change management) und Forschungsprojekten sowie die Führung der in den Prozess der Gesundheitsleistungsproduktion involvierten Personen ein.

Das Buch richtet sich an Führungskräfte in Medizinbetrieben, an Unternehmensberater mit Spezialisierung auf das Gesundheitswesen sowie an Studierende und Dozierende insbesondere der Medizin, Psychologie, Wirtschaftswissenschaften, Gesundheitsökonomie und Gesundheitswissenschaften an Universitäten, Fachhochschulen und Weiterbildungsakademien.

150 Jahre
Wissen für die Zukunft
Oldenbourg Verlag

Bestellen Sie in Ihrer Fachbuchhandlung oder direkt bei uns:
Tel: 089/45051-248, Fax: 089/45051-333, verkauf@oldenbourg.de

Oldenbourg

Preim, B.; Bartz, D.: *Visualization in Medicine.* Morgan Kaufman Verlag, 2007.

Rosson, M.B.; Carroll J.M.: *Usability Engineering. Scenario-based development of human-computer interaction.* Academic Press, 2002.

Tanzer, S.; Buck, B.: *Das Szenario als Werkzeug in der Technischen Dokumentation – Ein benutzerorientierter Ansatz. Tagungsband der tekom-Jahrestagung* (2006).

1

2

3

1 Jeanette Cordes hat 2005 ihr Computervisualistikstudium abgeschlossen. Sie ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe Visualisierung und arbeitet in einem BMBF-geförderten Projekt im Bereich des chirurgischen Trainings für die Leberchirurgie. Ihr Forschungsgebiet sind generelle Strategien für die Konzeption, Entwicklung und Erprobung chirurgischer Lern- und Trainingssysteme.
E-Mail: cordes@isg.cs.uni-magdeburg.de

2 Jana Dornheim hat 2004 ihr Computervisualistikstudium abgeschlossen. Sie ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe Visualisierung und arbeitet in einem DFG-geförderten Projekt im Bereich Operationsplanung für die HNO-Chirurgie. Ihr Forschungsgebiet ist die modellbasierte Bildanalyse medizinischer 3D-Daten.
E-Mail: jana.dornheim@isg.cs.uni-magdeburg.de

3 Bernhard Preim hat nach seinem Informatikstudium im Bereich Computergraphik promoviert und am Centrum für medizinische Diagnosesysteme und Visualisierung (MeVis) eine Arbeitsgruppe „Computergestützte Operationsplanung" geleitet. Seit 2003 ist er Professor für Visualisierung und forscht auf den Gebieten Computergestützte Chirurgie, Computer-Based Training in der Medizin und Medizinische Visualisierung. Er ist Sprecher der Fachgruppe „Visual Computing in der Medizin" in der Gesellschaft für Informatik.
E-Mail: bernhard@isg.cs.uni-magdeburg.de