



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Seminararbeit Anwendungen 1

Jan Kuhr

Verbesserung der Interaktionsmöglichkeiten mit
Systemen zur automatischen Generierung
individueller medizinischer Berichte

Jan Kuhr

Verbesserung der Interaktionsmöglichkeiten mit
Systemen zur automatischen Generierung
individueller medizinischer Berichte

Seminararbeit im Rahmen der Veranstaltung Anwendungen 1
im Studiengang Master of Science Informatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. Michael Neitzke

Abgegeben am 25. Juli 2008

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
1 Einleitung und Zielsetzung	5
2 Grundlagen	6
2.1 Der Berichtsgenerierungsprozess	6
2.2 Zielgruppen von Berichten	7
2.3 Diagnostik und Diagnosen	8
2.4 Templatebasierte Berichtserstellung	8
2.5 Expertensysteme	8
2.5.1 Einsatzbereiche	9
2.5.2 Komponenten	9
2.5.3 Handhabung	10
3 Anforderungen an ein Beispielsystem	11
3.1 Funktionale Anforderungen des Auftraggebers	11
3.2 Anforderungen an die Software aus Entwicklersicht	12
4 Verbesserungsvorschläge	13
5 Fazit und Ausblick	14
6 Anhang	15
Literaturverzeichnis	17

Abbildungsverzeichnis

2.1	Schema eines Expertensystems nach [Gottlob 1990]	9
2.2	Einordnung des Knowledge Engineers in den Prozesskontext wissensbasierter Systeme [Reif 2000]	10
6.1	Der Regeleditor „D3“ zum Wissenserwerb in Expertensystemen	16
6.2	D3, Darstellung von Zusammenhängen in Baumstrukturen	16

1 Einleitung und Zielsetzung

Die automatisierte Auswertung von Daten und die damit einhergehende Notwendigkeit zur Erstellung von Zusammenfassungen und Berichten ist seit jeher ein wichtiger und daher umfangreich erforschter Teilbereich der angewandten Informatik.

Mit den zunehmenden Möglichkeiten moderner Computer und einer stetig wachsenden Datenmenge als Auswertungsgrundlage, wachsen auch die Anforderungen an Berichte und Software zu ihrer Erstellung. Je nach Art, Beschaffenheit, Menge und Verknüpfungsmöglichkeiten der Datenbasis kann man sich ein beliebig komplexes Regelwerk vorstellen, das zur Generierung von spezifischen Berichten nötig werden kann. Die Erstellung und Verwaltung solcher Regeln und Systeme, die eine maschinelle Transformation der Eingabedaten in eine bestimmte Ausgabepräsentation steuern, ist eines der Kernprobleme in dieser Disziplin.

Berichte sind zumeist hoch spezialisiert und auf einen bestimmten Themenbereich zugeschnitten. Dies macht in der Regel eine starke Einbeziehung von Experten anderer Fachgebieten erforderlich. Berichtssysteme können außerdem sehr dynamisch und wartungsintensiv sein. Liegt eine kontinuierliche Anpassung und Weiterentwicklung in der Natur des Berichtes, kann man je nach Häufigkeit und Umfang der Wartungen, sowie der beteiligten Spezialisten, eine Situation erreichen in der die Vorteile der Automation im Verhältnis zum Wartungsaufwand gering werden.

Mein Antrieb zu dieser Ausarbeitung und mein Arbeitsbereich sind spezialisierte medizinische Berichte. Zusätzlich zu den allgemeinen Problemen gibt es hier vielschichtige Anforderungen an Sicherheit, Genauigkeit, Interaktionsmöglichkeit, gesetzliche Bestimmungen und Individualität. Gerade die kundenorientierte Individualität eines Berichtes und der damit einhergehende Interaktionsaufwand zwischen Arzt und Softwaresystem sowie der daraus resultierende Bruch mit einer vollständigen Automatisierbarkeit spielt eine zentrale Rolle in meinem konkreten Entwicklungsprojekt.

In dieser Ausarbeitung möchte ich verschiedene Ansätze, Techniken und Verfahren zusammentragen und diskutieren, die zur Lösung von Problemen im Anwendungsumfeld der automatischen Generierung von medizinischen Berichten herangezogen werden können.

Aufbauend auf diesen Grundlagen werde ich eine Abgrenzung ihrer Relevanz und Anwendbarkeit bezüglich eines konkreten Entwicklungsprojektes vornehmen. Die Rahmenbedingungen sind in diesem Fall stark durch ökonomische Aspekte und spezifische Anforderungen des Auftraggebers geprägt.

Ein Schwerpunkt bzw. eine übergeordnete Zielsetzung dieser Dokumentation ist die Entwicklung von Fragestellungen und Perspektiven zu diesem Themenbereich. Hierbei werde ich eine sinnvolle Eingrenzung auf Themen vornehmen, welche im Rahmen meiner zukünftigen Aktivitäten im Master-Studium bearbeitet werden können. Die wissenschaftliche Aufarbeitung solcher abstrakten Probleme soll dort im Vordergrund stehen und ist nicht Gegenstand dieser Ausarbeitung.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel möchte ich zunächst einige existierende Ansätze und Methoden für die Lösung von Problemen mit der automatisierten Generierung von Berichten vorstellen. Im gesamten Spektrum dieses Themengebietes gibt es je nach fachlicher Spezialisierung, Anwendungsfall und Perspektive auf ein Softwaresystem viele unterschiedliche Lösungsansätze. Eine grundlegende Gemeinsamkeit haben aber fast alle Anwendungen zur Berichtsgeneration. Der interne Ablauf von der Eingabe bis zum fertigen Bericht folgt einem bestimmten Muster. Wie mit der Software einzelne Probleme innerhalb dieses Ablaufes gelöst werden ist die eigentliche Herausforderung.

2.1 Der Berichtsgenerierungsprozess

Software zur Erstellung von Berichten funktioniert zumeist nach dem folgenden Prinzip.

1. Daten werden eingegeben, gesammelt und gegebenenfalls vor Speicherung aufbereitet. Die Dateneingabe ist unabhängig vom Generationsprozess und kann manuell oder automatisiert erfolgen (z.B. Messgeräte). Daten können dabei auch aus mehreren verschiedenen Quellen stammen.
2. Prüfung ob alle erforderlichen Daten verfügbar sind. Wenn nicht wird hier bereits Interaktion mit einem Nutzer notwendig. Das Softwaresystem kann aber je nach Anwendungsbereich gewisse Toleranzen aufweisen um die Involvierung des Anwenders auf ein Minimum zu reduzieren.
3. Sind alle Daten verfügbar, müssen diese zunächst von der Software interpretiert werden. Hierzu zählen beispielsweise die statistische oder numerische Auswertung von Messreihen und die intensive Anwendung von methoden der Diagnostik¹, wie etwa dem Suchen nach Zusammenhängen zwischen Daten oder das Suchen von Daten die zueinander in Konflikt stehen. Allgemein kann man diesen Prozess als Filterung und Datenaufbereitung begreifen. Damit einher geht normalerweise eine Reduktion der Ausgangsdatenmenge auf relevante Sachverhalte für die Ausgabe. Das eigentliche Problem ist hier, dem Interpretier bestimmte Zusammenhänge bekannt zu machen. Im einfachsten Fall kann man sich ein statisches, manuell erarbeitetes regelbasiertes System vorstellen, das eine solche Verarbeitung vornehmen kann. Man könnte aber auch eine künstliche Intelligenz verwenden die in der Lage ist, Zusammenhänge auf Basis von wiederkehrenden Mustern oder Benutzereingaben zu erlernen.

¹siehe Kapitel 2.3 Diagnostik und Diagnosen

In jedem Fall gibt es die Möglichkeit des Auftretens unvorhergesehener Konflikte oder semantisch widersprüchlicher Sachverhalte in der Ergebnismenge. Dies kann sogar der Normalfall sein. Entweder man nimmt ihr Auftreten in Kauf, oder forciert vor der Weiterverarbeitung eine Auflösung des Konfliktes durch einen qualifizierten Anwender. An dieser Stelle haben wir eine von der Software initiierte Interaktion mit dem Benutzer.

4. Die aufbereiteten Daten aus der Interpretationsphase werden nun zusammen mit der ursprünglichen Datenbasis zur Generierung des Berichtes verwendet. Das dafür nötige Softwaremodul hat die Aufgabe die Daten in eine festgelegte Ausgabeform zu überführen. Die Art der Ausgabe kann unterschiedlicher Ausprägung sein. Sie reicht von einfacher sequenzieller Auflistung der ermittelten Daten, über die automatische Erstellung von Grafiken, Tabellen und Diagrammen, bis hin zur templatebasierten² Auswahl vorgefertigter Textblöcke und deren Anordnung in einem fortlaufenden Text. Blickt man hier etwas in die Zukunft ist auch eine vollständig automatisierte Generierung von natürlichsprachlichem Fließtext auf der Basis von geeignet ausgewählten Eingabedaten denkbar. [siehe z.B. Busemann 1995]

Die Gestalt und das Aussehen eines fertigen Berichts muss vor der ersten Generierung festgelegt und konfiguriert werden. Dies kann parallel zur Entwicklung des Interpreters erfolgen und erfordert meist weitere Spezialisten für die Bereiche Gestaltung, Textsatz, Layout und Grafikverarbeitung. Sind solche Spezialisten fachfremde im Bereich den der Bericht inhaltlich abdecken soll ist, mit einem erhöhten Abstimmungsaufwand zu rechnen. Um solche Probleme zu umgehen kann sich der Einsatz von Content-Management-System ähnlicher Software bezahlt machen. Die Verwendung eines solchen Werkzeugs erlaubt es einer Fachkraft z.B. aus dem medizinischen Bereich, Änderungen an der Gestalt und Struktur eines Berichtes selbst vorzunehmen ohne dazu andere Spezialisten heranziehen zu müssen. Der einmalige Entwicklungsaufwand für ein derartiges Werkzeug kann allerdings sehr groß sein.

2.2 Zielgruppen von Berichten

Berichte werden immer für eine bestimmte Zielgruppe von Lesern entwickelt. Die Bedürfnisse der Zielgruppe entscheiden über Inhalt und die Art der Repräsentation von Sachverhalten in einem Bericht. Drückt ein Arzt eine Überweisung mit Informationen zum Gesundheitszustand des Patienten aus, so ist dies ein Bericht der zwar viele Informationen enthält, aber aufgrund der Fachsprache nicht unbedingt vom Patienten gedeutet werden kann. Im Idealfall bekommt auch der Patient sofort einen für ihn lesbaren, grafisch aufwändig aufbereiteten Bericht zu seinem Gesundheitszustand mit nach Hause. Der Aufwand durch die Interpretation von Daten, die Diagnostizierung und die Überführung in die Ausgabe ist hierbei allerdings wesentlich höher.

²siehe Kapitel 2.4 Templatebasierte Berichtserstellung

2.3 Diagnostik und Diagnosen

Unter Diagnostik verstehen wir den Lösungsprozess für Probleme mit bestimmten Eigenschaften. Der Problembereich besteht aus der Menge der Problemmerkmale (Symptome) und der Menge aller möglichen Lösungen (Diagnosen) und aus typischerweise unsicherem und mehrstufigen Wissen über die Beziehungen zwischen Merkmalen und Lösungen. Das Ergebnis des Lösungsprozesses ist die Auswahl einer oder mehrerer der möglichen Lösungen. [Puppe 1996] Ein Diagnoseproblem ist charakterisiert durch eine eventuell unvollständig gegebene Menge von Merkmalswerten. Das vielleicht schwierigste Problem der Diagnostik ist nach F. Puppe das Erkennen und der Umgang mit Mehrfachlösungen. Diese Aussage kann ich durch eigene Erfahrungen mit maschinellen Diagnosen bestätigen.

2.4 Templatebasierte Berichtserstellung

Komplexe und umfangreiche Berichte enthalten in der Regel nicht nur variable numerische Werte, Fakten und Diagnosen, sondern auch eine Vielzahl von weiteren Elementen die ergänzend zum jeweiligen Thema und zur grafischen Aufbereitung eingebracht werden. Ein Berichtstemplate enthält statische, für alle Instanzen eines Berichts geltende Elemente, sowie Platzhalter für variable Anteile die durch den Dateninterpret erzeugt werden. Des weiteren wird im Template die Konfiguration für das Ausgabelayout festgelegt. Templates haben den Vorteil, dass Sie relativ unabhängig von der Datenbasis und dem Diagnosesystem gewartet werden können. Bei der Erstellung und Wartung von Berichtstemplaten werden variable Daten die erst zur Generierungszeit bekannt sind durch spezielle Zugriffsmethoden oder Platzhalter referenziert.

2.5 Expertensysteme

Expertensysteme spielen eine wichtige Rolle wenn es darum geht domänenspezifisches Expertenwissen zur Lösung oder Bewertung bestimmter Probleme maschinell nutzbar zu machen. Sie sollen helfen, menschliche Experten bei Routinaufgaben zu unterstützen und zu entlasten. Ein weiteres Ziel ist die Wissenskonservierung. Wissen, welches menschliche Experten durch lernen und jahrelange Erfahrung gesammelt haben, soll automatisiert verarbeitbar gespeichert werden und somit jederzeit reproduzierbar sein.

Expertensysteme sind Programme, mit denen das Spezialwissen und die Schlußfolgerungsfähigkeit qualifizierter Fachleute auf eng begrenzten Aufgabengebieten nachgebildet werden soll. [Puppe 1993]

Die Forschung im Bereich der Expertensysteme ist ein Teilgebiet der künstlichen Intelligenz (KI). KI ist die Fähigkeit von Maschinen, mittels Logik und Heuristik eigenständig Problemlösungen zu suchen, anstatt lediglich die bereits vom Programmierer vorgefertigten Lösungen nachzuvollziehen.

2.5.1 Einsatzbereiche

Expertensysteme finden ihren Einsatz in Wissenschaftsbereichen, in denen

- komplizierte Problemstrukturen existieren (logisch komplex)
- keine exakten Lösungstheorien oder Algorithmen bekannt sind und man daher zusätzlich auf heuristische Lösungsmethoden angewiesen ist
- menschliche Experten knapp sind oder Kosten
- Permanenz des Wissens einen hohen Stellenwert hat
- vermehrt diffuses oder vages Wissen zum Einsatz kommt

2.5.2 Komponenten

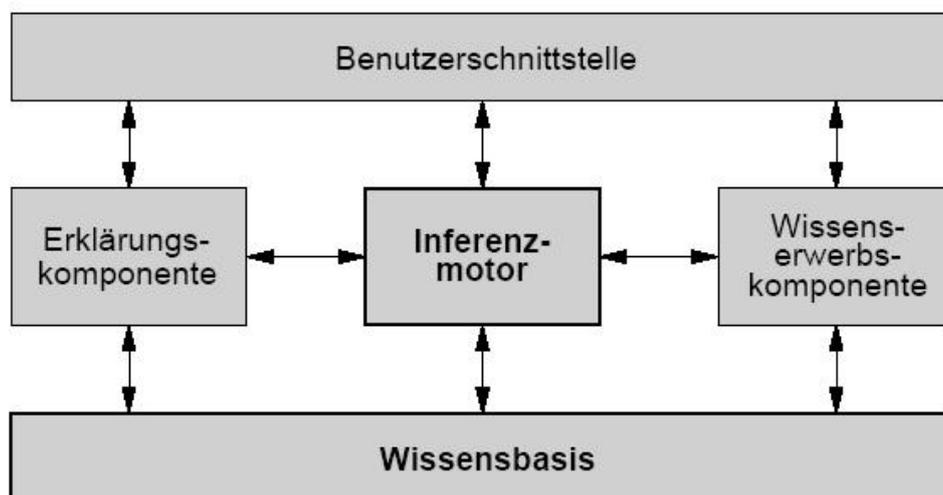


Abbildung 2.1: Schema eines Expertensystems nach [Gottlob 1990]

- In der Wissensbasis (engl. Knowledgebase) ist das domänenspezifische Wissen eines Expertensystems gespeichert. Man unterscheidet hier zwischen generischem und fallspezifischem Wissen. Das generische Wissen sind Fakten aus dem Problembereich, Definitionen von Zusammenhängen und Schlußfolgerungsmechanismen und das Wissen über Strategien zum Einsatz des vorhandenen Wissens. Fallspezifisches Wissen, das nach einer erfolgreichen Problemlösung durch ein lernfähiges System erzeugt wurde, kann in den generischen Teil der Wissensbasis aufgenommen werden (Wissenszuwachs).
- Die Wissenserwerbskomponente soll beim Aufbau und der Erweiterung der Wissensbasis helfen. Sie stellt Möglichkeiten bereit, mit der die Konsistenz und Vollständigkeit des gespeicherten Wissens überprüft werden kann.
- Die Erklärungskomponente eines Expertensystems liefert Informationen über das Zustandekommen der Lösung. Dies sind im allgemeinen Antworten auf die Fragen: Auf welchem Wege wurde die Lösung gefunden? Warum wurde eine bestimmte Lösung gefunden oder nicht gefunden?

- Der Inferenzmotor oder von mir zuvor mit Interpreter betitelt, ist die Komponente des Expertensystems die in der Lage ist Probleme zu lösen. Aus der Problemstellung extrahierte Fakten werden hier entsprechend der Regeln verknüpft. Auf diese Weise kann auf neue Fakten geschlossen werden. Die Ergebnisse des Schlußfolgerungsprozesses können dann von der Benutzerschnittstelle aufbereitet und dem Anwender als Lösung des Problems präsentiert werden.
- Die Benutzerschnittstelle stellt Interaktionsmöglichkeiten mit dem System bereit. Zum einen für den Anwender des Systems, der eine bestimmte Problemlösung anstrebt, zum anderen für einen so genannten „Knowledge Engineer“. [Reif 2000]. Hierbei handelt es sich um eine Person, die für die Erstellung und Wartung einer Wissensbasis verantwortlich ist und dazu bei Bedarf mit einem Fachexperten interagiert.

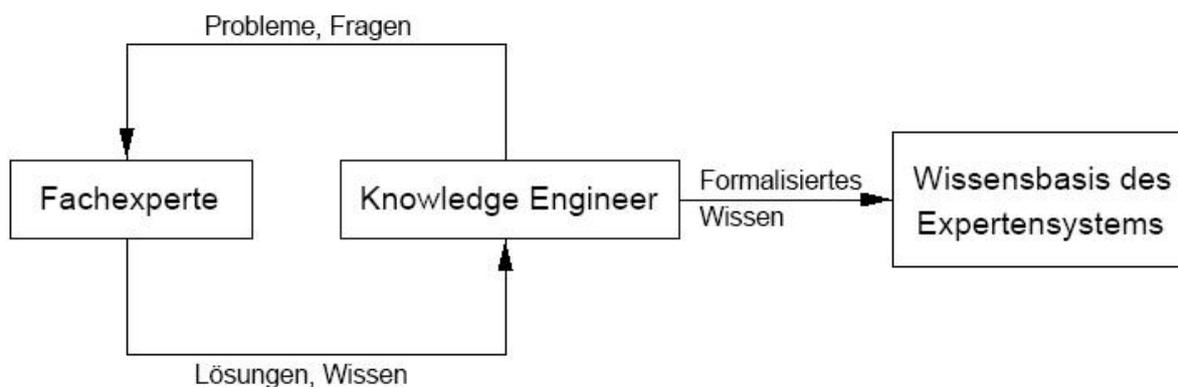


Abbildung 2.2: Einordnung des Knowledge Engineers in den Prozesskontext wissensbasierter Systeme [Reif 2000]

2.5.3 Handhabung

Von zentraler Bedeutung für die erfolgreiche Verwendung von wissensbasierten Systemen und Expertensystemen ist ihre einfache Handhabung. Dies umfasst die Eingabe und Pflege der enthaltenen Daten, Fakten, Regeln und Beziehungen, die Steuerung der künstlichen Intelligenz, sowie die Generierung, Ausgabe und Abfrage von Wissen. Ebenfalls unverzichtbar für ein zuverlässiges System sind Schnittstellen zur Fehlersuche und zum Auffinden von Problemen innerhalb der Logik und Zusammenhänge. Ein System das dies im Kontext diagnostischer, wissensbasierter Systeme leisten kann wird auch *Component Knowledge Modeling Environment* genannt [Baumeister 2004]. Eine Interaktion mit dem System ist am effektivsten für den Benutzer wenn die Kommunikation in Dialogen seiner natürlichen Sprache stattfinden kann.

3 Anforderungen an ein Beispielsystem

Ausgangspunkt dieser Arbeit und der darin enthaltenen Fragestellungen sind Probleme in einem konkreten Softwareentwicklungsprojekt aus dem Bereich medizinischer wissensbasierter Systeme. Die Anforderungen an die gewünschte Software sind vielfältig, ich werde daher an dieser Stelle nur auf die Bereiche eingehen die sich als besonders problematisch im Bezug auf die Interaktion von Benutzern mit wissensbasierten Systemen bzw. Expertensystemen herauskristallisiert haben.

Ein einfaches funktionierendes Expertensystem mit den im Grundlagenkapitel beschriebenen Komponenten und ausreichender generischer Wissensbasis betrachte ich hier als gegeben. Es gibt jedoch die Einschränkung dass das System aufgrund seiner Banalität bisher nur von einer Person mit Programmierkenntnissen bedient bzw. modifiziert werden kann. Ferner sei ein Geschäftsmodell gegeben, welches auf dem Verkauf von Auswertungen komplexer medizinischer Patientendaten an den jeweiligen Patienten basiert.

3.1 Funktionale Anforderungen des Auftraggebers

Alle Daten die über einen Patienten gesammelt wurden sollen zur Auswertung herangezogen werden können. Die Organisation und Verknüpfung medizinischer Daten anhand von Regeln müssen dem Arzt oder einem dedizierten Spezialisten durch geeignete Werkzeuge möglich gemacht werden. Die Auswertung und Aufbereitung der Daten und die Überführung in einen umfangreichen medizinischen Bericht ist das Produkt. Für diesen Bericht gilt:

- Er soll weitestgehend automatisiert Erstellt werden. Manuelle Eingriffe, Korrekturen und Auswertungen sind aus Zeit- und Kostengründen auf ein Minimum zu reduzieren. Interaktion soll aber prinzipiell erlaubt und möglich sein.
- Seine Individualität muss trotz angewandter Automation sichergestellt und erkennbar bleiben. Der Patient (der Kunde) soll sich in dem Bericht wiederfinden und durch eine persönliche Note angesprochen fühlen. Ziel ist eine langfristige Kundenbindung. Das Sammeln von hierfür geeigneten Informationen findet zum größten Teil im persönlichen Gespräch zwischen betreuendem Arzt und dem Patienten statt.
- Er soll über auch eine professionelle und ansprechende grafische Aufmachung verfügen.
- Es ist davon auszugehen das der Patient keine medizinische Fachkenntnis hat, sondern nur über allgemeines Wissen aus diesem Bereich verfügt. Die Konsequenz daraus und zugleich die Herausforderung ist, dass die Mehrheit der zur Verfügung stehenden medizinischen Daten in eine für den Kunden verständliche Form transformiert werden müssen.
- Die Gestalt, das Aussehen und der Inhalt des Berichtes müssen einfach anpassbar sein um schnell auf Fehler, Kundenwünsche und Produktänderungen reagieren zu können.

3.2 Anforderungen an die Software aus Entwicklersicht

Basierend auf den funktionalen Anforderungen ergeben sich folgende Interaktionsprobleme mit dem zu Grunde liegenden Expertensystem die durch Anpassung der Software gelöst werden müssen:

- Patientendaten müssen gesammelt und in die Wissensbasis überführt werden. Dies ist in der Regel kein Problem und gut durch Standardimplementierungen möglich. Problematisch kann es werden wenn die Daten unvollständig oder Fehlerhaft sind. Bereits wenige fehlerhafte Daten können einen großen Einfluss auf die Entscheidungsfindung während der Diagnostizierung haben. Eine Fehleranalyse und die sofortige Behandlung durch Anwenderinteraktion ist schon zur Laufzeit der Berichtsgenerierung nötig und nicht erst nach ihrem Abschluss.
- Die Erstellung von Werkzeugen zur Verwaltung der Wissensbasis und der Diagnoseregeln kann als Aufwändig eingestuft werden. Die Schwierigkeiten ergeben sich hier aus dem Grad der Vereinfachung von Sachverhalten die das System dem Benutzer bietet. Der Aufwand ist also orientiert an den Kompetenzen des zu erwartenden Anwenders. Will man ein derartiges Werkzeug so einfach wie möglich halten empfiehlt sich die Verwendung von herkömmlichen Regeleditoren. Möchte man komplexe Zusammenhänge mit modernen mitteln der Modellierung und Abstraktion erstellen kommt man nicht ohne aufwändige grafische Modellierungstools aus.
- Der Schwerpunkt auf Individualität in dieser Anwendung steht in direktem Konflikt mit der hohen Erwartung an die Automation des Prozesses. Die Erhaltung von Individualität ist nur schwer mit regelbasierten Systemen zu realisieren. Die hierfür nötigen Regelwerke werden zwar nicht für eine Software zu komplex, wohl aber für denjenigen der sie von Hand erstellen muss. Die maschinelle Erzeugung von Individualität ist ebenfalls nur bedingt sinnvoll. Beispielsweise steht eine zufallsbasierte Auswahl von vorgefertigten Interpretationen im Konflikt mit den Anforderungen an die überprüfbare Genauigkeit.
- Die Erzeugung von Berichtstemplates, in denen bereits ein großer Anteil des Informationsvolumens eines Berichtes statisch festgelegt ist, kann relativ einfach gelöst werden. Durch sehr weit fortgeschrittene Möglichkeiten in den Bereichen Desktop-Publishing und Content-Management ist der Bedarf an Neuentwicklungen hier nur gering.
- Eine sehr komplexe Entwicklungsherausforderung kann man identifizieren, wenn man den Vorgang der transformation von maschinellen Diagnosen in sinnvolle natürlichsprachliche Fließtexte, Textpassagen und Textzusammenhänge betrachtet. Im einfachsten Fall würde man auf die Generierung von natürlicher Sprache verzichten und stattdessen einer bestimmten Diagnose immer einen vorgefertigten Textblock zuordnen. Die Erstellung dieser Textblöcke und ihr sinnvolles Arrangement zueinander ist dann reine Fleißarbeit eines Knowledge-Engineers.

4 Verbesserungsvorschläge

In diesem Kapitel möchte ich Ideen zur Verbesserung von wissensbasierten Systemen sammeln und nach Relevanz für das diskutierte Entwicklungsprojekt und einer weiterführenden wissenschaftlichen Untersuchen klassifizieren.

Ein Problem in der maschinellen Diagnostik ist die Behandlung von Ausnahmefällen. Tritt ein unlösbares Problem in der regelbasierten Auswertungslogik auf, wird normalerweise vom Benutzer verlangt das Regelwerk zu überprüfen und anzupassen. Oftmals werden ihm dazu bereits wichtige Debugging-Informationen bereitgestellt. Trotzdem muss der Anwender alle betroffenen Kombinationen von Regeln durchdringen und in einem zumeist unkomfortablen Regeleditor oder Expertensystem-Shell³ modifizieren. Eine denkbare Verbesserung für diesen Fall wäre ein System das in der Lage ist automatisch Lösungsvorschläge an den Benutzer zu richten. Dieser könnte dann eine Auswahl treffen und das System damit veranlassen die betreffenden Regeln selbst zu erstellen oder zu aktualisieren. Bei komplexen Sachverhalten ist dies nur mit mehrstufigen Dialogen und zusätzlicher grafischer Darstellung in Form von Entscheidungsbäumen oder ähnlichem möglich. Der Anwender könnte auf diese Weise fehlende Informationen über Zusammenhänge in das System einbringen. Entwickelt man diese Idee etwas weiter, drängt sich die Frage auf ob Regeln nicht von vornherein mittels systematischer Expertenbefragung auf diese Weise „erlernt“ werden können. Lernfähige Expertensysteme sind nichts neues, aber der Ansatz der selbstständigen Generierung von gezielten Fragen zur Lösung bestimmter Probleme ist sicherlich ein interessantes Forschungsgebiet. Lösungen aus diesem Bereich könnte ich aufgrund der Mensch-Maschine Interaktion auch sehr gut in das geschilderte Entwicklungsprojekt einbringen.

Arbeitet man mit großen Systemen kann man zur Komplexitätsreduktion Techniken der verteilten Problemlösung anwenden. Hierbei wird durch Kooperation vieler kleiner Diagnosesysteme (Agenten) eine Gesamtaufgabe gelöst. [siehe auch Bamberger 1999] Die dadurch entstehenden neuen Probleme sind vielfältig und Gegenstand etwas aktuellerer Forschung im Bereich der Expertensysteme. Die Verwendung eines Multiagentensystems im Kontext meines konkreten Entwicklungsprojektes kann ich aufgrund des Anforderungsprofils ausschliessen.

Ein weiterer großer Arbeitsbereich ist die Entwicklung von *Expertensystem-Shells* oder auch *Component Knowledge Modeling Environments* genannt. Hier gilt es möglichst geschickte Vereinfachungen von komplizierten Sachverhalten durch Einsatz moderner Modellierungshochsprachen zu ermöglichen. Verbesserungen der aktuell verfügbaren Systeme sind unter anderem in den Bereichen der grafischen Darstellung von Sachverhalten, der visuellen Komposition von Regeln und Zusammenhängen und den simulations- und Fehleranalysemöglichkeiten denkbar. Eine weitere Betrachtung dieses Teilbereiches kann ich mir sowohl für die Umsetzung im Entwicklungsprojekt als auch für die weitere Behandlung in Studienarbeiten vorstellen.

³Abbildungen siehe Anhang

5 Fazit und Ausblick

Ziel dieser Ausarbeitung war zunächst, einen Überblick über aktuelle Techniken und Verfahren zur automatisierten Diagnostik und zum Umgang mit wissensbasierten Systemen zu erlangen. Das so gewonnene Grundlagenwissen hat mich in die Lage versetzt Probleme mit denen ich in der praktischen Anwendung konfrontiert war genauer zu analysieren und Lösungsvorschläge sowie weiterführende Fragestellungen zu entwickeln.

Im Verlauf der tieferen Einarbeitung hat sich jedoch auch gezeigt, dass mein ursprünglicher Enthusiasmus für dieses Thema und der Glaube an die Notwendigkeit umfangreicher Problemlösungen zu voreilig war. Gerade die Auseinandersetzung mit bisherigen Forschungsergebnissen im Bereich der wissensbasierten Systeme und der Expertensysteme haben gezeigt wie umfangreich dieser Teilbereich der angewandten Informatik bereits mit Problemlösungen abgedeckt ist.

Eine Vielzahl von renommierten Experten und Firmen kümmern sich seit längerer Zeit um die Weiterentwicklung derartiger Systeme. Hierbei werden stets innovative Neuerungen aus anderen Bereichen der Informatik auf ihre Anwendbarkeit in diesem Themengebiet überprüft. Als Beispiel seien hier neuronale Netze, Multiagentensysteme und natürlichsprachliche Systeme genannt.

Die resultierenden Konsequenzen für mich und mein persönlicher Ausblick in die Zukunft, was eine weitere Forschung in diesem Themengebiet angeht, sind dementsprechend geprägt. Im Allgemeinen kann ich mir sehr gut vorstellen in diesem Bereich beruflich tätig zu sein und individuelle Lösungen für spezielle Probleme zu entwickeln. Denke ich aber an eine Themenfindung für weiterführende Ausarbeitungen im Rahmen des Master-Studiums oder gar der Masterarbeit, so wird es schwierig geeignete Teilbereiche abzugrenzen.

Von den von mir in dieser Arbeit aufgezeigten Ansätzen zur Verbesserung der Interaktionsmöglichkeiten mit bestehenden Systemen interessiert mich zunächst am meisten eine Ausarbeitung zum Thema der natürlichsprachlichen Dialogführung mit einem Anwender bei maschinell unlösbaren Diagnoseproblemen.

Ein Vorteil der Wahl dieses Themengebietes ist zugleich die Aneignung von Fachwissen aus dem Bereich der Generierung natürlicher Sprachen. Dieses Wissen könnte ich später gegebenenfalls zur Lösung von Problemen mit der automatischen Erzeugung von Fließtext in Berichtsgenerierungssystemen weiterverwenden.

6 Anhang

Weitere Abbildungen:

D3-XPS-Shell: Wissenserwerb

Ablage Bearbeiten Begriffe Dialog Diagnostik Suche Info Fenster

Heuristische Übersichtstabelle

Diagnosen	Luftfiltereinsatz ver..		Leerlaufsystem def..		Ansaugsystem un...		Zündeneinstellung fa..	
	+	-	+	-	+	-	+	-
Bedingungen								
Apriori Häufigkeit	P2							
Apriori Regeln								
Heuristische Herleitung								
-> Bewertung Kraftstoffverbrauch = erh...								
Abgase = schwarz	P5							
-> Bewertung Auspuffrohrfarbe = normal	N4							
-> Bewertung Auspuffrohrfarbe = abnorm	P5							
Benzinart = Diesel							N7	
-> Bewertung Kraftstoffverbrauch = nor...	N4				+ N4			
-> Bewertung Kraftstoffverbrauch = leic...	P3				P3			
-> Bewertung Kraftstoffverbrauch = erh...	P4				P4			
Motorgeräusche = klingeln ODER klopf...							P5	N3

Abbildung 6.1: Der Regeleditor „D3“ zum Wissenserwerb in Expertensystemen

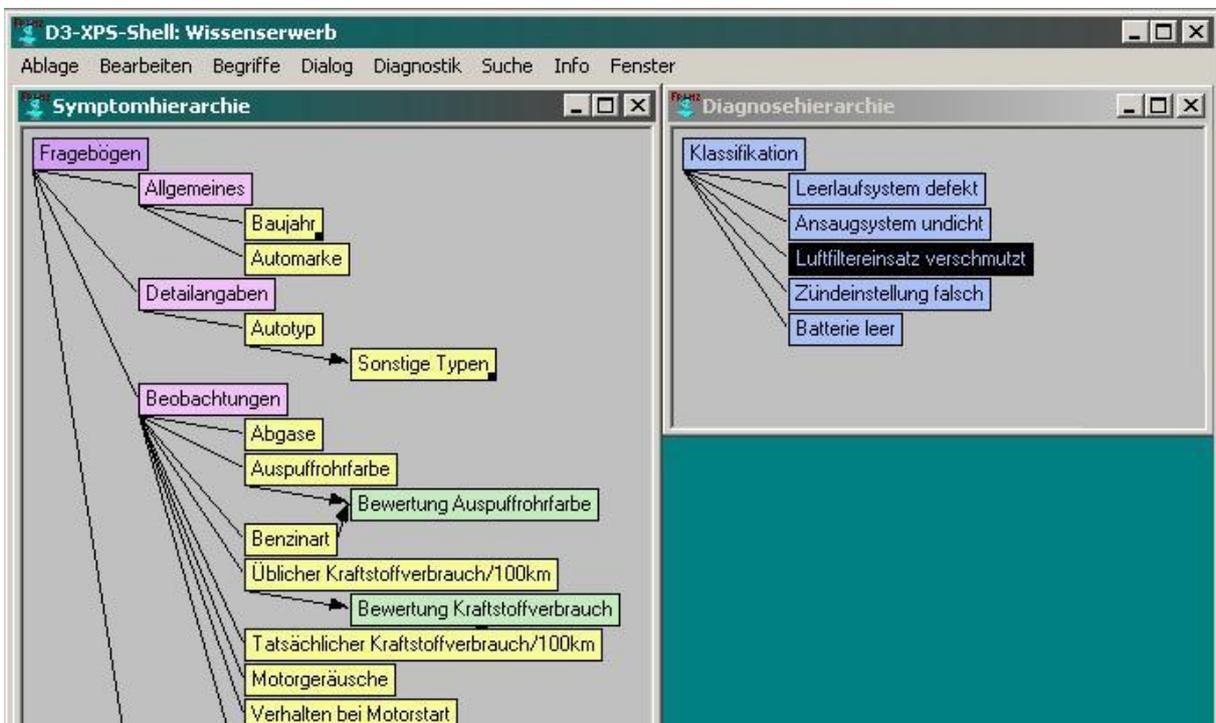


Abbildung 6.2: D3, Darstellung von Zusammenhängen in Baumstrukturen

Literaturverzeichnis

Bamberger u. Puppe 1999

BAMBERGER, Stefan (Hrsg.) ; PUPPE, Frank (Hrsg.): *Kooperierende Diagnoseagenten*. 1. Aufl. Berlin / Heidelberg : Springer, 1999. – ISBN 1865–2034 (Print) 1865–2042 (Online)

Baumeister 2004

BAUMEISTER, Joachim (Hrsg.): *Agile development of diagnostic knowledge systems*. <http://www.opus-bayern.de/uni-wuerzburg/volltexte/2004/969/> : Diski Verlag, 2004

Busemann 1995

BUSEMANN, Stephan (Hrsg.): *Generierung natürlicher Sprache*. Stuhlsatzenhausweg 3, W-6600 Saarbrücken 11 : Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH, 1995

Engesser 1993

ENGESSER, H. (Hrsg.): *Duden Informatik*. Mannheim : Bibliographisches Institut and F.A. Brockhaus AG, 1993

Feigenbaum 1992a

FEIGENBAUM, Edward A. (Hrsg.): *Expert Systems, Principles and Practice*. <http://www-ksl.stanford.edu/KSLAbstracts/KSL-91-79.html>, 1992

Feigenbaum 1992b

FEIGENBAUM, Edward A. (Hrsg.): *A Personal View of Expert Systems, Looking Back and Looking Ahead*. <http://www-ksl.stanford.edu/KSLAbstracts/KSL-92-41.html>, 1992. – ISBN 193–201

Gottlob u. a. 1990

GOTTLÖB, Georg (Hrsg.) ; FRÜHWIRT, Thomas (Hrsg.) ; HORN, Werner (Hrsg.): *Expertensysteme*. Wien : Springer, 1990. – ISBN 3211822216

Puppe u. a. 1996

PUPPE, F. (Hrsg.) ; GAPPA, U. (Hrsg.) ; POECK, K. (Hrsg.) ; BAMBERGER, S. (Hrsg.): *Wissensbasierte Diagnose- und Informationssysteme - Mit Anwendungen des Expertensystem-Shell-Baukastens D3*. 1. Aufl. Springer, 1996. – ISBN 3–540–61369–2

Puppe 1993

PUPPE, Frank (Hrsg.): *Systematic Introduction to Expert Systems: Knowledge Representations and Problem Solving Methods*. 1. Aufl. New York : Springer, 1993. – ISBN 0387562559

Reif 2000

REIF, Gerard (Hrsg.): *Moderne Aspekte der Wissensverarbeitung*. Doktorarbeit. Graz : Technische Universität Graz, 2000