

## EXPLAIN - MEDIKUS

### Erklärungsmodelle und diagnostische Strategien in komplexen Wissensbereichen an den Beispielen Umweltmedizin und Humangenetik

Modellbildung und Diagnose in der Medizin sind komplexe Problemlöseprozesse. Eine Unterstützung der Modellbildung und Diagnose ist gerade in den Bereichen der Medizin wichtig, die besonders stark vernetzt sind und in denen ein hoher Forschungsbedarf besteht. Existierende Systeme zur Unterstützung des medizinischen Problemlösens geben diagnostische Empfehlungen, sie erlauben jedoch nur in sehr eingeschränktem Maße das Training diagnostischen Schließens und entsprechender Strategien. Darüber hinaus wird in diesen Systemen die Bildung und Revision von Erklärungsmodellen nicht unterstützt.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines wissensbasierten Werkzeugs, das die Bildung von Erklärungsmodellen sowie diagnostische Strategien in Wissensbereichen unterstützt, die komplex, vernetzt und mit Unsicherheit behaftet sind. Exemplarische Wissensbereiche sind die Umweltmedizin und die Humangenetik.

Das Projekt verfolgt die folgenden Teilziele:

1. Entwurf und Implementierung einer intelligenten Design- und Modellierungsumgebung

- zum Entwurf, zur Strukturierung und zur qualitativen und quantitativen Weiterentwicklung und Revision von Erklärungsmodellen
- zur Unterstützung diagnostischer Vorgehensweisen und Strategien.

Mit diesen beiden Komponenten richtet sich das Werkzeug vor allem an nichtspezialisierte Fachexperten (z.B. Allgemeinmediziner, die an einer Fortbildung im Bereich der Umweltmedizin bzw. Humangenetik interessiert sind) und an Personen, die im Rahmen des Umweltmonitoring chemisch-technische Untersuchungen planen, durchführen und auswerten.

2. Untersuchung, Einsatz und ggfs. Weiterentwicklung von Methoden zur Repräsentation vernetzten, mit Unsicherheit behafteten Wissens, zur Wissensakquisition, zur Wissensvermittlung und -kommunikation und zur Erklärung von Inferenzen. Unsicheres Wissen wird in dem System mit Bayes-Netzen repräsentiert, weil sie die Beurteilung von Erklärungshypothesen und diagnostischen Schritten auf qualitativer und quantitativer Ebene gestatten.

3. Einsatz des Systems in Ausbildungs- und Anwendungskontexten im medizinischen Bereich, z.B. als Werkzeug zur Entscheidungsunterstützung als Beitrag zur Qualitätssicherung beim Umweltmonitoring.

#### Implementationsstand von EXPLAIN

EXPLAIN umfaßt gegenwärtig die folgenden Komponenten:

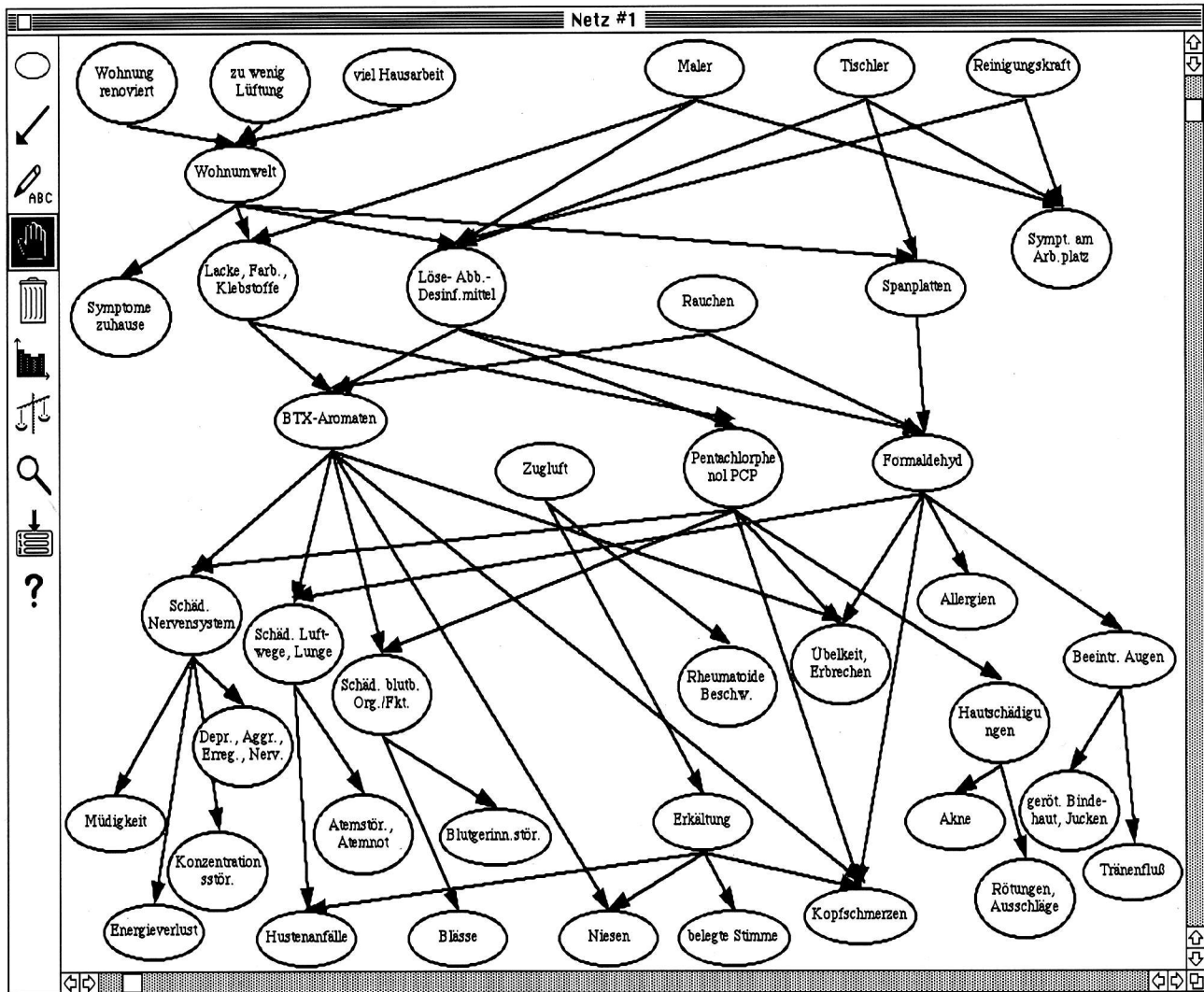
- einen Modelleditor, der eine vereinfachte natürlichsprachliche Darstellung von Wissen ermöglicht und so die Modellbildung für den Benutzer einfach und komfortabel macht. Der Modelleditor enthält eine Grammatik, die semantische Restriktionen berücksichtigt.

- einen graphischen Editor, in dem ein Erklärungsmodell direkt als Bayes-Netz aufgebaut werden kann. Knoten repräsentieren Variablen, Kanten repräsentieren direkte Abhängigkeiten zwischen den Variablen. Auch können in dem Modelleditor konstruierte Sätze automatisch in einen Graphen überführt werden, und umgekehrt.

- eine Komponente zur qualitativen Validierung bzw. Revision des Graphen. Der Benutzer spezifiziert für konkrete Fallbeschreibungen diagnostische Hypothesen und benennt weitere benötigte diagnostische Information. Aus diesem Dialog können bedingte und unbedingte Abhängigkeits- und Unabhängigkeitsbeziehungen zwischen den Variablen des Graphen gewonnen werden, die mit dem vorhandenen Graphen verglichen werden können. Bei Abweichungen erhält der Benutzer Rückmeldungen und ggfs. Vorschläge zur Revision des Graphen sowie Erklärungen dieser Vorschläge.

- der Möglichkeit zur Quantifizierung der Kanten des Graphen durch Angabe von Aprioriverteilungen und bedingten Verteilungen. Das System berechnet Randverteilungen und nach Eingabe von Evidenzen Aposterioriverteilungen.

- einer Komponente zur Unterstützung bei der Bildung diagnostischer Hypothesen und Informationsgewinnungsschritte. Auch hier spezifiziert der Benutzer zunächst Ausgangsinformationen, z.B. anamnestische Daten. Bei Bedarf erhält der Benutzer Information über die im Lichte bekannter Fakten (z.B. Anamnese-/ klinische Daten) wahrscheinlichsten diagnostischen Hypothesen sowie Informationen darüber, welche Informationsgewinnungsschritte sinnvoll sind und welche nicht. Dazu werden die Variablen des Netzes vom Benutzer u.a. als Symptome und Syndrome klassifiziert. Die Abbildung zeigt ein Beispiel. Im oberen Bereich des Netzes befinden sich Faktoren des häuslichen und beruflichen Umfeldes. Im mittleren Bereich sind einige Substanzen aufgeführt, mit denen Personen, auf die diese Faktoren zutreffen, häufig konfrontiert sind. Sie führen zu den eigentlichen Noxen, hier BTX-Aromaten, PCP und Formaldehyd. Im unteren Bereich des Netzes sind mögliche Syndrome, am unteren Rand konkrete Symptome aufgeführt. Unterhalb des Netzes ist dargestellt, welche diagnostischen Schritte für einen Patienten als nächstes empfohlen werden, für den bekannt ist, daß



**Information und Empfehlung :**

---

**Bekannt ist:**

Kopfschmerzen, Niesen, keine Allergien

**Die beiden wahrscheinlichsten Syndrome sind:**

Erkältung, Schäd. Nervensystem

**Die Untersuchung auf die Symptome**

belegte Stimme, Hustenanfälle, Depr., Aggr., Erreg., Nerv., Konzentrationsstör., Müdigkeit, Energieverlust

**wird empfohlen, weil sie für die o.g. Syndrome differentialdiagnostisch wichtig sein könnten.**

---

**OK**

Exemplarische Wissensbasis mit den Noxen BTX-Aromaten, PCP, Formaldehyd; propagierungsbasierte Generierung diagnostischer Hypothesen und Empfehlungen für einen Fall, über den die Informationen "Kopfschmerzen", "Niesen" und "keine Allergien" vorliegen

er unter Kopfschmerzen und Niesen, jedoch nicht unter Allergien leidet. Es wird die Untersuchung auf die möglichen Symptome empfohlen, die direkt mit den beiden

wahrscheinlichsten diagnostischen Hypothesen verbunden sind und daher differentialdiagnostisch relevant sein können.

## Kooperationen

Bezüglich der Umweltmedizin bestehen Kooperationen u.a. mit dem Gesundheitsamt Oldenburg, der Dokumentations- und Informationsstelle für Umweltfragen (DISU) der Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin e.V., Osnabrück, und mit der umweltmedizinischen Beratungsstelle des Medizinischen Instituts für Umwelthygiene (MIU), Düsseldorf. Bezüglich der Humangenetik besteht eine Kooperation mit der Genetischen Beratungsstelle des Instituts für Humangenetik und Anthropologie der Universität Heidelberg.

Von seiten der Umweltmedizin besteht ein besonderes Interesse am Einsatz und der Weiterentwicklung des Systems zur Unterstützung der Qualitätssicherung im Bereich des Umweltmonitoring, d.h. bei der Planung und Durchführung von Wohnraum- und Arbeitsplatzbegehungen sowie bei der Auswertung der Proben (z.B. Innenraumlufthproben). Eine solche, bereits jetzt nutzbare Anwendung werden wir über das Internet zur Verfügung stellen.

Ähnlich soll im Bereich der Humangenetik eine für die Beratungspraxis bereits jetzt nutzbare Anwendung über das Internet zur Verfügung gestellt werden.

Im Hinblick auf die Quantifizierung der Netze soll u.a. eine beim MIU in Düsseldorf erstellte Sammlung umweltmedizinischer Kasuistiken einbezogen werden.

Darüber hinaus wird das System für Schulungszwecke in umweltmedizinische Fortbildungskurse integriert werden, welche für Mediziner angeboten werden.

## Weitere Forschungsaktivitäten

Wie im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, werden konkrete Anwendungen über Internet zur Verfügung gestellt, um die Rückmeldungen der Benutzer für die Weiterentwicklung des Systems zu nutzen. In der aktuellen Projektphase werden darüber hinaus folgende weitere Arbeitsschritte durchgeführt:

- der Ausbau der Modellierungskomponente:
  - Weiterentwicklung der Komponente zur qualitativen Modellentwicklung und -revision. Qualitative (Ab- und Unabhängigkeits-) Aussagen sollen in einem Dialog gewonnen werden, der dem diagnostischen Vorgehen entspricht. Dieses wird als Wechselspiel von Informationsgewinnung und Hypothesenbildung bzw. -revision aufgefaßt.
  - Entwicklung einer Komponente zur Akquisition von Konzeptwissen, welches für konzeptbasierte Erklärungen von Vorschlägen des Systems genutzt werden soll. Es ist erforderlich, daß die Erklärungen von Aposterioriverteilungen unter Rückgriff auf inhaltlich-konzeptuelles Wissen erfolgen.
  - Akquisition von Verteilungen aus verbalen Relationsbeschreibungen mittels Bayes-Netzen. Für die von Personen im Modell-

editor verwendeten relationalen Bezeichnungen für Zusammenhänge sollen erwartete Verteilungen generiert werden. Dies geschieht durch empirische Zuordnung relationaler Bezeichnungen zu einigen prototypischen Verteilungen. Aus den Verteilungen können anschließend Wahrscheinlichkeits-schätzungen gewonnen werden. Darüber hinaus müssen die Wahrscheinlichkeiten mit Informationen aus Datensätzen aktualisiert werden können.

- der Ausbau der Diagnoseunterstützungskomponente:

- Implementation eines diagnostischen Dialogs, der die Hypothesenbildung und -revision sowie die Informationsgewinnung unterstützt. Hypothesen und Informationsgewinnungsschritte des Benutzers werden bei Bedarf kommentiert, und es werden Alternativvorschläge angeboten. Diese werden bei Bedarf unter Rückgriff auf Konzeptwissen erklärt. Die Diagnoseunterstützung soll auf den drei Ebenen Anamnese, Biomonitoring und Umweltmonitoring prototypisch realisiert werden.

Im dem beantragten nächsten Projektabschnitt soll EXPLAIN zu der integrierten Modellierungs- und Diagnoseumgebung MEDIKUS (Modellierung, Erklärung und Diagnose bei komplexen, unsicheren Sachverhalten) weiterentwickelt werden. Dabei sollen neue Konzepte zu Lehr-/Lernsystemarchitekturen, zu Wissensakquisition und Wissensvermittlung realisiert werden. Zum einen wird eine Mehrebenenarchitektur der Modellierung erforderlich werden, die es erlaubt, verschiedene in der Medizin gebräuchliche Darstellungsformen (Entscheidungsbäume, Flußdiagramme, Ablaufschemata) in die Modellierungsumgebung zu integrieren. Anhand der in diesen Darstellungen gegebenen Information werden u.a. Bayes-Netze konstruiert und die Ergebnisse in die aktuelle Zielsprache des Benutzers zurückübersetzt. Zum zweiten sollen die verteilte kooperative bzw. verhandlungsorientierte Modellbildung und entsprechende Expertendiskussionen unterstützt werden, was neue Formen der Interaktion zwischen Modellierern und System erforderlich machen wird.

**Leitung:** Prof. Dr. Claus Möbus

**Ansprechpartner:** Prof. Dr. Claus Möbus

Tel.: 0441 / 798 2900

Email: Claus.Moebus@informatik.uni-oldenburg.de

Dr. Olaf Schröder

Tel.: 0441 / 798 3118

Email: Olaf.Schroeder@informatik.uni-oldenburg.de

**Laufzeit:** 7/1994 - 6/1996,

Verlängerung beantragt