

Die Nutzung der Expertensystem-Shell XPRO für die Entwicklung von Lehrsoftware

E. Schulze, T. Sieber, Leipzig

Zur Expertensystem-Shell XPRO

XPRO ist eine kostenlos zur Verfügung stehende kleine Expertensystem-Shell, die von Langner/1/ entwickelt wurde, um Interessenten die Möglichkeit zu geben, das Wesen eines Expertensystems zu verstehen und selbst kleinere zu entwickeln. Damit erfüllt es Voraussetzungen, die auch an Lehrsoftware für Nichtinformatiker zu stellen sind. Zielstellung der Entwicklung von Lehrsoftware für Landwirte auf dem Gebiet der Expertensysteme muß sein, ihnen

- Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Expertensystemen aufzuzeigen,
- die Funktionsweise zu erklären, wobei dies anhand kleiner durch die Studenten selbstentwickelter Beispiele am besten möglich ist sowie
- in der Praxis angewandte Expertensysteme vorzustellen.

Im Vergleich zu mächtigen kommerziell angebotenen Shells, wie z. B. NEXPERT OBJECT/2/, ist der Funktionsumfang von XPRO gering, wie der folgenden Tabelle entnommen werden kann.

Tabelle 1: Funktionsumfang der Expertensystem-Shell XPRO im

Vergleich zu NEXPERT OBJECT	
	XPRO NEXPERT OBJECT
Wissensdarstellung:	
deduktiv	X X
induktiv	X X
Frames	X X
Unsicherheitswerte	X X
Fuzzy-Logik	X X
max. Regelzahl	1000 unbegrenzt
Inferenz:	
Vorwärtsverkettung	X X
Rückwärtsverkettung	X X
Benutzerhilfen:	
Menüführung	X X
Editor	X X
Debugginghilfen	X X
grafische Oberfläche	X X
Schnittstellen:	
Lotus 1-2-3	X X
dBASE	X X
externe Programme	X X
Grafik einlesen	X X

Die Handhabung von NEXPERT OBJECT ist folglich aber auch wesentlich komplizierter und damit unter Berücksichtigung der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Zeit, abgesehen von der Lösung spezieller Aufgaben in Diplomarbeiten, nicht geeignet. Auf Grund des Funktionsumfangs bietet sich XPRO insbesondere für Diagnoseprobleme an, da die Wissensrepräsentation auf der Basis von Regeln erfolgt und die Rückwärtsverkettung als Suchstrategie gut geeignet ist, wenn am Beginn der Konsultation relativ wenig Fakten bekannt sind und diese erst durch Befragung des Anwenders ermittelt werden müssen.

Entwicklung eines Diagnoseprogramms

Als Problem wurde die Diagnose von Rapskrankheiten und -schädlingen gewählt, weil einerseits die fachliche Unterstützung durch die Phytopathologen FRÖHLICH und GOHLICKE der Agrarwissenschaftlichen Fakultät Leipzig vorhanden war und andererseits die Literaturrecherche in AGRIS, AGRICOLA und CAB ABSTRACTC kein Diagnoseprogramm für Raps ausgewiesen hatte. Bei der Formulierung des Programms konnte die einfache Form der Darstellung von Fakten, Regeln, Frage- und Antwortsätzen in XPRO genutzt werden. Ein Nachteil bei der Formulierung von Regeln ist allerdings, daß keine ODER-Verknüpfung existiert und diese durch zusätzliche UND-Verknüpfungen dargestellt werden muß, wodurch die Zahl der Regeln sich wesentlich erhöht. Ist z.B. eine Krankheit durch zwei Symptome gekennzeichnet, die nicht beide gleichzeitig auftreten müssen, sind zwei Regeln zu formulieren, wie das nachstehende Beispiel für die Rapsschwärze zeigt:

Ursache(Rapsschwärze) WENN
 Blattflecken(schwarz) UND
 Blattflecken(ingesunken).
 Ursache(Rapsschwärze) WENN
 Stengelflecken(schwarz) UND
 Stengelflecken(ingesunken).

Als problematisch erwies sich, daß die Frage nach jedem einzelnen Symptom der berücksichtigten neun Krankheiten und sieben Schädlinge zu einem großen Entscheidungsbaum, zu einer hohen Zahl von Regeln und folglich zu langen Konsultationszeiten geführt hätte, was benutzerunfreundlich ist und den angestrebten Ausbildungserfolg gefährdet hätte. Aus diesem Grunde wurden Symptome zusammengefaßt, z. B. die Merkmale von Käferlarven gemeinsam angeführt. Die entsprechende Frage des Programms lautet dann:

Wie sieht das Erscheinungsbild des Schädlinge oder der Larven aus?
 In einem Auswahlmenü werden die Schädlinge bzw. Larven dann anhand ihrer Merkmale beschrieben.

Die möglichen Antworten auf eine vom Programm gestellte Frage werden folglich von diesem auch vorgegeben. Zusätzlich sind, unabhängig von der konkreten Wissensbasis, folgende Antworten möglich:

- unbekannt: Es trifft keine der vorgegebenen Antworten zu oder der Benutzer kann sich nicht entscheiden.
- warum: Es wird die Regel ausgegeben, die zur Formulierung der Eingabeaufforderung führte.
- ende: Die Konsultation des Programms wird beendet.

Die Berücksichtigung von "unbekannt" in Regeln erlaubt über Ja/Nein-Entscheidungen hinaus vage Aussagen. Ist z. B. eine Krankheit A durch drei Symptome gekennzeichnet, zwei werden erkannt und beim dritten wird "unbekannt" eingegeben, so kann die Antwort formuliert werden:

"Es handelt sich wahrscheinlich um die Krankheit A."

Dieser Weg wurde jedoch im vorliegenden Programm nicht beschränkt, da die Anzahl der Regeln wiederum wesentlich angestiegen wäre. Je nach Entscheidungssituation wird entweder bei "unbekannt" die Konsultation abgebrochen oder mit "ja" bzw. "nein" geantwortet. In den letzten beiden Fällen wird dies jedoch bei nachfolgenden Fragen berücksichtigt, damit keine Fehler entstehen. Insgesamt besteht das Programm aus 136 Regeln und umfasst einschließlich der Fragen, Antworten und Kommentare 1078 Zeilen.

Das Programm wird in der Vorlesungsreihe "Operations Research/Agrarinformatik" genutzt, um anhand eines Beispiels aus der Landwirtschaft die Funktionsweise und die Anwendung von Expertensystemen zu veranschaulichen. Es steht den Studenten jederzeit im PC-Pool zur Verfügung.

Beispiele für den Ablauf einer Konsultation

Die Konsultation beginnt mit der Frage nach dem Entwicklungsstadium der Pflanzen, da in Abhängigkeit von diesem verschiedene Schädlinge oder Krankheiten auftreten können bzw. die Symptome unterschiedlich stark ausgeprägt sind. Die nächste Entscheidung bezieht sich darauf, ob es sich um tierische Schädlinge oder um Krankheiten handelt. Nachfolgend ist der Ablauf zweier Konsultationen am Beispiel der Ermittlung eines Schädlings bzw. einer Krankheit dargestellt.

Beispiel 1:

In welchem Entwicklungsstadium befinden sich die Pflanzen?

- .1= EC 0-30 Keimung bis Rosettenbildung
- .2= EC 30-50 Längenwachstum
- .3= EC 50-70 Knospenbildung bis Blüte
- .4= EC 70-100 Schotenbildung bis Ernte

Bei UNBEKANNT bricht das Programm ab!

>> 3 (Eingabe durch Nutzer)

Sind Insekten in Gelbschalen zu finden?

Antworten Sie bei Ungewißheit mit j!

>> n

Sind Beeinträchtigungen durch Insekten an den Pflanzen?

Antworten Sie bei Ungewißheit mit j!

>> j

Ist eventuell das Aussehen der Insekten (Larven) bekannt?

Antworten Sie bei Ungewißheit mit j!

>> n

Sind Blüten- und Triebspitzen vergilbt und oft verdreht bzw. verformt?

>> n

Wie sieht das Schadbild aus?

- .1= zerfressene Knospen, stark geschädigte fallen ab.
- .2= im Stengelmark Larvenfraß, Fäulnis am Stengelgrund.

>> 1

Es wurde folgender Schädling ermittelt:

- .13. Rapsglanzkäfer (Meligethes aeneus)

.EC 50-70 verstärkt 53-62

Blüte: zerfressene Knospen, stark geschädigte fallen ab.

Erreger: 1,5-2mm langer, schwarzblaugrünmetallisch glänzender Käfer.

Ergebnis = gefunden

Konsultation beendet.

Beispiel 2:

Beginn gleicher Ablauf wie bei Beispiel 1 bis zur Frage:

Sind Beeinträchtigungen?

Antwort jetzt mit

>> n

Ist die Wurzel gesund?

Antworten Sie bei Ungewißheit mit n!

>> j

Sind die Symptome fast ausschließlich auf Blätter und Knospen beschränkt?

>> n

Sind die Blätter von einem Pilzrasen überzogen?

Antworten Sie bei Ungewißheit mit j!

>> n

Welche Symptome weisen die Blätter auf?

.1= kreisförmige, weiße Flecken zwischen Blattadern, später braune Nekrosen.

.2= schwarze, scharfumrandete, eingesunkene, zusammenfließende Flecken.

.3= auf der unteren Hälfte der Stengelblätter unscharf begrenzter, beige-grauer Fleck mit gelblicher Randzone.

.4= fahlgrüne, gelbliche, später vertrocknete, rissige Flecken, auf der Blattunterseite evtl. weißer Pilzrasen.

>> 2

Es wurde folgende Krankheit ermittelt:

.4. Rapsschwärze (Alternaria brassicae)

.EC 60-90 20-40 verstärkt 72-90

(Es folgt eine detaillierte Beschreibung der Rapsschwärze.)

Ergebnis = gefunden

Konsultation beendet.

Literatur:

Langner Expertensysteme - Handbuch XPRO, 1988
Manuals zu NEXPERT OBJECT, 1991