
Blönningen, P., Baaken, H.-J.: Entwicklung von Expertensystemen als Bausteine landwirtschaftlicher Prozessplanungs- und Steuerungssysteme. In: Hanf, C.-H., Scheper, W.: Neuer Forschungskonzepte und -methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 25, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1989), S. 337-340.

ENTWICKLUNG VON EXPERTENSYSTEMEN ALS BAUSTEINE LANDWIRTSCHAFTLICHER PROZESSPLANUNGS- UND STEUERUNGSSYSTEME

von

P. BLÖNNINGEN und H.-J. BAAKEN, Bonn

1 EINLEITUNG

In der Informatik sind in den letzten 30 Jahren große Anstrengungen unternommen worden, menschliche Denkvorgänge mittels automatischer Datenverarbeitung nachzubilden. Ziel der Forschungsbemühungen auf dem Gebiet der "Künstlichen Intelligenz" oder "Artificial Intelligence" ist die Realisierung computergestützter Anwendungen, welche auf der Basis formaler Methoden Aufgaben lösen, die – wenn sie vom Menschen durchgeführt werden – Intelligenz erfordern. Die Antwort auf die Frage, ob die im Zuge dieser Forschungsbemühungen erzielten Ergebnisse tatsächlich eine Form künstlicher Intelligenz sind, hängt stark von der Definition des Intelligenzbegriffs ab, worauf an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden kann.

Die vielfältige Verwendung des anglo-amerikanischen Begriffs "Intelligence" deutet jedoch neben der Aufgabe der Nachbildung menschlicher Problemlösungsvorgänge auf die Funktion der Nachrichtenverarbeitung im Sinne eines "klugen" Auskunftsystems. Diese Interpretation des Intelligenzbegriffs lenkt den Blick von der esoterisch anmutenden Bemühung, kognitive Denkvorgänge nachzubilden, auf die in der Betriebswirtschaftslehre übliche, pragmatische Sichtweise der Datenverarbeitung, wie sie durch die Semiotik beschrieben wird. Die Datenverarbeitung muß danach in der Lage sein, zweckorientiert Daten mit dem Entscheidungsträger auszutauschen. Die Verwendung des Ausdrucks "kluges" Auskunftssystem soll verdeutlichen, daß dem Prozeß des logischen Schließens eine hohe Bedeutung beigemessen wird.

In der Forschung auf dem Gebiete der "künstlichen Intelligenz" wurden bisher die größten Fortschritte bei den Expertensystemen erzielt. Die dort hervorgebrachten Techniken haben den notwendigen Reifegrad erreicht, um über das Studium des labormäßigen Experimentierens hinaus Eingang in die Praxis zu finden.

Ziel des Referates ist:

- die Definition von Expertensystemen,
- die Beschreibung der Verwendungsmöglichkeiten von Expertensystemen zur Unterstützung von Entscheidungsabläufen am Beispiel der Grundfüttererzeugung für die Milchviehhaltung,
- die Vorstellung der Vorgehensweise, die bei der Erstellung einer Wissensbasis für einen kleinen Teilbereich der Futterwirtschaft angewandt wurde.

2 DEFINITION VON EXPERTENSYSTEMEN

Expertensysteme arbeiten mit symbolischer Information und benutzen heuristische Inferenzprozeduren. Sie haben die gleiche Möglichkeit an Wissen wie ein Experte und sind flexibel modifizierbar. Darüber hinaus enthalten sie eine Erklärungskomponente, die dem

Benutzer die gefundene Lösung und den Weg, der zur Lösung geführt hat, transparent machen soll.

Weil Expertensysteme viele Eigenschaften traditioneller Software haben, lohnt sich ihr Einsatz überall dort, wo große Datenmengen (besser: Regelmengen) schnell und fehlerfrei verarbeitet werden müssen, da sie dem Benutzer dann einen weitaus effizienteren Umgang mit diesem Wissen ermöglichen als etwa ein Handbuch. Sie sind dann in der Anwendung traditionellen Vorgehensweisen so überlegen wie die Datenbank dem Zettelkasten.

Der Begriff des Expertensystems wird somit nach einem datenverarbeitungstechnischen Kriterium abgegrenzt von Systemen, die überwiegend auf Datenbankverwaltung und -recherchen ausgerichtet sind oder solchen, die in der Hauptsache der Berechnung mathematischer Gleichungen bzw. Gleichungssysteme dienen, wie sie im Bereich des Operations Research entwickelt werden.

Der Einsatz von Expertensystemen gilt dann als erfolgversprechend, wenn:

- für kleinere Tätigkeitsfelder abgeschlossene Wissensgebiete vorhanden sind,
- zur Urteilsfindung 'Faustregelwissen' eingesetzt wird,
- sehr viele Einzelmerkmale vorliegen, die bei der Urteilsfindung zu berücksichtigen sind.

3 DAS EXPERTENSYSTEM ALS BAUSTEIN EINES INTEGRIERTEN PROZESSTEUERUNGSSYSTEMS AM BEISPIEL DER FUTTERWIRTSCHAFT IN DER MILCHVIEHHALTUNG

Will man die Grundfüttererzeugung zielgerichtet unterstützen, so ist die entscheidungsorientierte Nachbildung der zeitlichen Vorgänge sowie die handlungsbezogene Verdichtung zu den einzelnen Aktionszeitpunkten notwendig. Es existiert Wissen über die vielgestaltigen Realphänomene, das im Verlauf der Modellentwicklung formalisiert werden kann. Entsprechend der definitorischen Abgrenzung der Expertensysteme kann dieses Wissen wie folgt systematisiert werden:

1. Wissen, das durch isolierende Abstraktion der Realwelt in Form von mathematischen Gleichungen oder Gleichungssystemen abgebildet wird. So existieren in der Futterwirtschaft Erkenntnisse über die funktionalen Abhängigkeiten des anwachsenden Grünzugs von kontrollierbaren Inputs, wie Düngung und Schnittzeitpunkt und Schnitthäufigkeit sowie von unkontrollierbaren Inputs in Form von Witterungseinflüssen. Dieses Wissen kann für einzelne Versuchsstandorte als statistisch abgesichert betrachtet werden. Weiterhin kann aufgrund bestehender Versuchsdaten auch die Laktationsentwicklung von Milchviehbeständen im Zeitablauf hinreichend genau berechnet werden, so daß die zeitliche Entwicklung des Grundfutterbedarfs prognostiziert werden kann. Diese Prognose dient als Grundlage für die Steuerung der Futterwirtschaft. Sinnvollerweise werden die funktionalen Zusammenhänge mit Hilfe von Programmiersprachen realisiert, in denen die mathematischen Operationen leicht zu implementieren sind.

2. Wissen, das Objekte der Realwelt durch Attribute beschreibt, die in der Entscheidungssituation als relevant erachtet werden. Solches Faktenwissen besteht in der Futterwirtschaft in Form von Futterwerttabellen und in Form von Tabellen zur Unterstützung des Landwirts bei der Silierung von Grünzug. Darüber hinaus bestehen Informationen über die wechselseitige Abhängigkeit zwischen Siliermittel und notwendiger Dosiertechnik. Diese Vielzahl an Daten ist zur Zeit in Form von Tabellen in verschiedenen Nachschlagewerken enthalten. Diese potentiellen Informationen können zweckmäßigerweise in Form von Dateien abgelegt werden, die durch ein Datenbanksystem physisch verwaltet werden.

3. Wissen, das in Form von logischen Verknüpfungen vorliegt. Dieses Wissen wird durch Erfahrung von Fachleuten entwickelt und ist häufig nicht abgesichert. Sofern es in

computertechnisch formalisierter Form vorliegt, besteht die Möglichkeit, den Fachmann zu substituieren, d.h. computergestützt logische Schlußfolgerungen zu ziehen. Expertensysteme können in realen Planungssituationen dazu verwendet werden:

- Ergebnisse der übrigen Modellbausteine zu modifizieren, d.h. betriebsspezifische Korrekturen aufgrund von Abweichungsanalysen vorzunehmen,
- das Silierisiko zur Bestimmung der einzusetzenden Silierhilfsmittel und der damit verbundenen Silierkosten abzuschätzen.

Die genannten Einsatzbereiche dienen überwiegend der Diagnose von Zuständen und der operativen Planung von Grundfutterwerbung, -konservierung und -zuteilung.

Die einzelnen Bausteine des Prozeßsteuerungssystems sind miteinander verknüpft. Der Ablauf des Modells in der realen Planungssituation, d.h. die Abfolge der Modulaufrufe bei einer Modellkonsultation, hängt jedoch von der zu lösenden Frage ab.

4 VORGEHENSWEISE BEI DER ENTWICKLUNG EINES EXPERTENSYSTEMS

Zur Entwicklung von wissensbasierten Systemen können Expertensystem-Shells verwendet werden. Sie dienen der Eingabe und Verwaltung der relevanten Wissensbestandteile, wie Faktenwissen oder Regelwissen, mit Hilfe einer relativ leicht zu erlernenden Sprache. Diese Benutzerfreundlichkeit ermöglicht erhebliche Zeiteinsparungen gegenüber der Programmierung mit prozeduralen Sprachen wie Cobol oder Pascal.

In der Literatur finden sich Anwendungen, die auf regelbasierten oder Frame-basierten Expertensystem-Shells entwickelt wurden und solche, die als semantische Netze realisiert wurden. Da das nachfolgend angesprochene Expertensystem mit Hilfe einer PC-gestützten Expertensystem-Shell entwickelt wurde, die regelbasierte Wissensbasen verwaltet, wird im weiteren nur auf diesen Typ eingegangen.

In regelbasierten Systemen wird das Objektwissen durch einen Satz von Regeln dargestellt, die gegen eine Sammlung von gespeichertem Faktenwissen oder Wissen über die aktuelle Situation geprüft werden. Dieser Inferenz-Vorgang, der aus einer sequentiellen Prüfung der relevanten, d.h. durch die Regeln bestimmten, Bedingungen besteht, muß bei Verwendung von Expertensystem-Shells nicht eigens programmiert werden, sondern wird durch das System vorgenommen, worauf jedoch in diesem Referat nicht eingegangen werden kann.

Das abzubildende Wissen eines Experten kann differenziert werden in deklaratives und prozedurales Wissen:

- Deklaratives Wissen umfaßt die Taxonomie der Expertendomaine. Es dient der Beschreibung der Fakten und Objekt-Attribut-Beziehungen.
- Prozedurales Wissen erlaubt erst die Lösung eines Problems. Im Zuge des Inferenzvorganges verknüpft es die Informationen über die Ausgangssituation mit dem vorhandenen Faktenwissen. Dieses Wissen wird durch die Verknüpfung der Regeln nachgebildet, wodurch sich der Lösungsvorgang über eine Kette von WENN-DANN-Beziehungen vollzieht. Das prozedurale Wissen bestimmt somit die Vorgehensweise bei der Problemlösung.

Das Wissen ist jedoch häufig nicht in der Literatur enthalten. Um dennoch an dieses Wissen zu gelangen, ist es notwendig, einen Experten zu finden, der sich bereit erklärt, seine Vorgehensweise bei der Lösung charakteristischer Fälle zu beschreiben. In einem iterativen Modellschöpfungsvorgang wird in Zusammenarbeit mit dem Experten das Wissen erfaßt und verfeinert. Mögliche Techniken der Systementwicklung sind: Literaturanalyse, Interviewtechniken und Rapid Prototyping.

Die Abstraktion des z.T. komplexen Expertenwissens in Regeln kann durch Entscheidungstabellen oder Entscheidungsgraphen vereinfacht werden. Die dort identifizierten Bedingungs-Schlußfolgerungs-Beziehungen können dann in einem nächsten Entwicklungsschritt in formale Regeln umgesetzt werden. Der Dokumentation des inhaltlichen Sachzusammenhanges kommt gerade im Hinblick auf eine spätere Systemwartung oder die Systemweiterentwicklung eine besondere Bedeutung zu.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Expertensysteme als Bausteine funktional integrierter Prozeßsteuerungssysteme stehen im Mittelpunkt dieses Referates. Sie versuchen die Problemlösungsfähigkeiten menschlicher Experten mittels automatisierter Datenverarbeitung nachzubilden. Zur Realisierung solcher Systeme wurden Werkzeuge entwickelt, die nach datenverarbeitungstechnischen Gesichtspunkten von datenbankorientierten und algorithmischen Programmierwerkzeugen abgegrenzt werden können. Diese Werkzeuge finden ihren Einsatz dort, wo eine Vielzahl von Regeln in einem Prozeß logischen Schließens bearbeitet wird.

In der Grundfuttererzeugung für die Milchviehhaltung können Expertensysteme für diagnostische Fragestellungen verwendet werden. Darüber hinaus finden sie in den Teilbereichen der Planung ihren Einsatz, wo die Entwicklung von ausführlichen Erklärungsansätzen entweder nicht möglich oder aber entwicklungsökonomisch nicht sinnvoll ist.

Erste Erfahrungen mit der Entwicklung eines Expertensystems für einen klar abgegrenzten Wissensbereich werden kurz skizziert. Der graphischen Darstellung der oft komplizierten Zusammenhänge kommt in der Systementwicklung eine große Bedeutung zu. Sie kann auch für spätere Wartungsarbeiten an dem Expertensystem als Dokumentation verwendet werden.

Weitere Forschungsbemühungen auf dem Gebiet der Expertensysteme sind notwendig. Die dabei auftretenden Fragestellungen liegen zum einen im formal-methodischen Bereich, die Probleme der Wissensabgrenzung, der Wissenserhebung und der Wissensdarstellung seien hier beispielhaft genannt, sie berühren aber ebenso spezifisch betriebswirtschaftliche Fragestellungen, wie z.B. die Analyse ökonomischer Kalkulationen oder die operative Prozeßführung.

BLONNINGEN, P., BAAKEN, H.-J.: Entwicklung von Expertensystemen als Bausteine integrierter Prozeßplanungs- und Steuerungssysteme, Diskussionspapier, Bonn 1988.