Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 15

Artikel: Expertensysteme in der Industrie : Hindernisrennen oder Erfolgsrezept?

Autor: Bürgi-Schmelz, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904056

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Expertensysteme in der Industrie – Hindernisrennen oder Erfolgsrezept?

A. Bürgi-Schmelz

Es werden die bisherigen Erfahrungen über den Verlauf eines Expertensystemprojekts beschrieben. Daraus ergibt sich ein Einblick in die Hindernisse, die bei der praktischen Anwendung dieser neuen Technologie überwunden werden müssen. Es folgt dann eine Klassifikation der Schwierigkeiten, mit denen man bei einem Expertensystemprojekt in der Industrie rechnen sollte.

On décrit les expériences acquises à ce jour sur le cours d'un projet de système-expert. Il en résulte une vue des obstacles qu'il faut surmonter lors de l'application pratique de cette nouvelle technologie. Il suit une classification des difficultés auxquelles on doit s'attendre dans l'industrie avec un projet de système-expert.

Adresse der Autorin
Adelheid Bürgi-Schmelz, M.S.,
Schindler Aufzüge AG, 6030 Ebikon.

Ziel des hier beschriebenen Projekts ist, ein Expertensystem zur Ferndiagnose von Aufzügen zu entwickeln. Dazu soll einerseits auf *statische*, d.h. selten ändernde Informationen wie Installationsdatum, Adresse, Aufzugsteuerung, Antriebsart usw. und andererseits auf *dynamische* Informationen über den gegenwärtigen Zustand der Anlage zugegriffen werden. Durch die Auswertung dieser Informationen soll ein wissensbasiertes System entscheiden, ob ein bestimmter Aufzug gewartet oder gar repariert werden muss, und entsprechende Aktionen einleiten.

In der Anfangsphase des Projekts wurde eine Beratungsfirma hinzugezogen. Die damit verbundenen Erwartungen, einen Technologietransfer und Fortschritte in Richtung des Projektziels zu erreichen, erfüllten sich jedoch leider nicht. Nach einigen Versuchen mit der KI-Sprache Prolog wurde in einem neuen Anlauf ein Lisp-Computer (Symbolics) zusammen mit dem sehr mächtigen Softwareentwicklungswerkzeug KEE (*K*nowledge *E*ngineering *E*nvironment) angeschafft. Einige Mitarbeiter des Unternehmens erhielten eine Spezialausbildung für die Anwendung der neuen Hard- und Software, wobei allerdings nur beschränkt Kapazität für die weitere Arbeit freigestellt werden konnte.

Entwurf einer Softwarearchitektur

Bereits zu einem frühen Projektzeitpunkt wurde erkannt, dass ein isoliertes Expertensystem keine adäquate Problemlösung darstellen kann. Erst im Verbund mit anderen Softwaresystemen ist ein wissensbasiertes System in der Lage, Ferndiagnosen hinreichend umfassend und damit gewinnbringend durchzuführen. Angesichts des grossen Volumens statischer und dynamischer Daten ist es nämlich sinnvoll, einen Grossteil dieser Informationen in einer *Datenbank* zu speichern, auf die das Expertensystem jederzeit zugreifen kann. Um die Daten dann analysieren zu können (z.B. zur Herleitung verbesserter Regeln für das Expertensystem) muss die Datenbank auch mit anspruchsvolleren statistischen Methoden, d.h. mit entsprechenden *Statistikprogrammen* auswertbar sein. Aufgrund dieser Anforderungen wurde die Integrierbarkeit des Expertensystems in eine konventionelle Softwareumgebung ein so wichtiges Ziel, dass es die Auswahl des Softwarewerkzeugs stark beeinflusste. Zusammen mit der notwendigen *Echtzeitschnittstelle* ergibt sich so die in Figur 1 dargestellte Softwarearchitektur. Die Namen der für die Entwicklung der einzelnen Systeme ausgewählten Programmpakete sind jeweils in Klammern angegeben.

Das Besondere an dieser Architektur ist, dass die Schnittstellen zwischen KEE und Oracle sowie die zwischen Oracle und SAS kommerziell erhältlich sind. Damit kann der Entwicklungsaufwand in diesem Bereich klein gehalten werden.[1]

Dilemma

Einige sehr wichtige Voraussetzungen, um das Projektziel zu erreichen, waren also erfüllt:

- Werkzeuge und Grundausbildung waren vorhanden,

[1] Heute gibt es hauptsächlich zwei Kopplungsvarianten: Wegen der engen Verwandtschaft relationaler Datenbanken mit der Logikprogrammierung ist Prolog gut geeignet als Grundlage für ein Expertensystem mit Datenbankkoppelung. Um jedoch die Mächtigkeit von KEE auszunutzen, wurde in der vorgelegten Architektur die zweite Möglichkeit gewählt: Dabei werden Lisp-Shells so erweitert, dass sie auf Datenbanken, die auf der Standardsprache SQL basieren, zugreifen können. Über Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Expertensystemen und Datenbanksystemen informiert z.B. [1].

- es gab einen Entwurf für die Architektur des Grundsystems,
- der Problembereich Diagnose gehört zu den «klassischen» und damit schon mehrfach erfolgreich bearbeiteten Anwendungsgebieten der Expertensystemtechnologie.

Andererseits zeigte es sich jedoch bald, dass das *Expertenwissen* gar nicht ohne weiteres verfügbar war. Expertenwissen bedeutet in unserem Fall, den richtigen Zusammenhang zwischen den vorliegenden statischen Daten (z.B. Steuerungsart, Alter des Lifts usw.) sowie dynamischen Informationen (z.B. Kabinenstillstand zwischen zwei Stockwerken) und der Ursache einer vorliegenden Störung herstellen zu können. Die Wissensbasis des projektierten Expertensystems beruht aber auf der Formalisierung des Wissens über die Bedeutung der vorliegenden Informationen.

Der Grund dafür, dass das Wissen um den Zusammenhang von Ursache und Symptomen heute nicht ohne weiteres zur Verfügung steht, liegt darin, dass das geplante Diagnoseexpertensystem seine dynamischen Informationen über die Echtzeitschnittstelle in elektronischer, und damit von ganz anderer Art erhalten wird als das heutige Wartungspersonal. Bisher sind in dem relevanten Wartungsbereich nur wenige Informationen elektronisch erfasst worden. Das bedeutet, dass das Wartungspersonal zunächst selbst Erfahrungen sammeln muss, um darüber Auskunft geben zu können, welche Bedeutung und Aussagekraft die neu erfassten Informationen haben. Erst wenn sich dieser Prozess stabilisiert hat und auch statistische Auswertungen vorliegen, können Regeln und Objektbeziehungen für ein Expertensystem zuverlässig hergeleitet werden.

Heutiger Stand

Die heutigen Aktivitäten konzentrieren sich vor allem darauf, das notwendige Expertenwissen über den Zusammenhang zwischen statischen und dynamischen Informationen einerseits und dem gegenwärtigen Zustand des Aufzugs andererseits herzuleiten. Dazu werden derzeit die übrigen (konventionellen) Elemente der Architektur (Fig. 1) implementiert, wobei Echtzeitschnittstelle und Datenbank höchste Priorität haben.

Erfahrungen

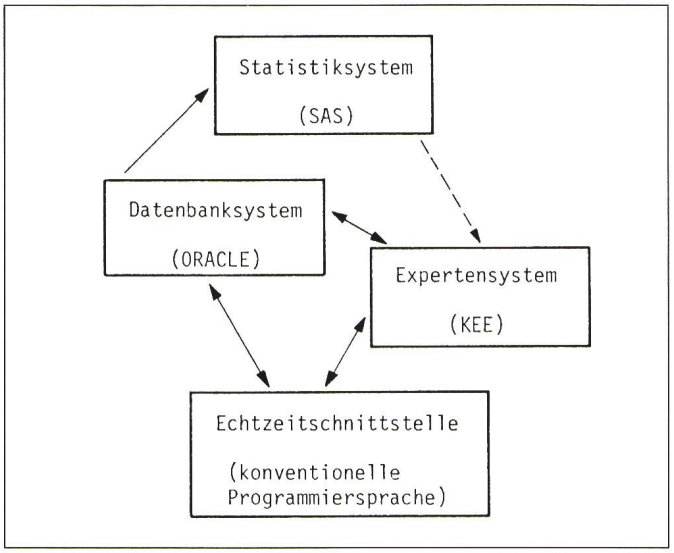
Die wichtigsten Erfahrungen seien hier stichwortartig zusammengefasst:

- Die Entscheidung, einen Lisp-Computer mit einem besonders mächtigen Expertensystemwerkzeug anzuschaffen, hat sich in jeder Hinsicht bewährt. Zum einen konnte firmenintern Wissen über den Umgang mit der Expertensystemtechnologie aufgebaut werden, zum anderen ermöglicht die ausgezeichnete Entwicklungsumgebung eine so hohe Entwicklungsproduktivität, wie sie vorher nur schwer vorstellbar war. Hinzu kommt, dass durch die Entwicklung von Lisp-Chips vermutlich das Problem, das fertige Expertensystem auf einem konventionellen Rechner laufen zu lassen oder zumindest damit effizient zu verbinden, in absehbarer Zeit gelöst sein wird.[2]
- Es hat sich gelohnt, konsequent und von Beginn des Projektes an davon auszugehen, dass der wirtschaftliche Nutzen eines Expertensystems weniger von der raschen Erstellbarkeit eines Prototyps als vielmehr von seiner Integrationsfähigkeit in eine grössere Softwareumgebung abhängt. So wurde am Anfang des Projektes genügend Zeit für die Systemarchitektur aufgewendet, so dass Integrationsfragen nicht bis zur Fertigstellung des Expertensystems, (d.h. im Extremfall bis nach dem Betatest) zu warten hatten. Als später die Problematik des Expertenwissens erkannt war, wurde die Arbeit an dem eigentlichen Expertensystem bis zur Klärung dieses Punktes unterbrochen. Da aber die nötigen Schnittstellen durch die gewählten Softwarepakete und -tools gewährleistet werden, kann das Expertensystem zu einem späteren Zeitpunkt ohne grössere Probleme «hineingeschoben» werden.
- Es bleibt festzuhalten, dass die Frage nach der Verfügbarkeit von Expertenwissen zwar trivial *erscheint*, dass sie sich aber in einem Gebiet, das bisher kaum «computerisisert» ist, als Stolperstein erweisen kann.
- Ausserhalb von Forschungsstätten gibt es sicherlich noch keine Patentrezepte, die zu einer erfolgreichen Anwendung der Expertensystemtechnologie führen. Schliesslich handelt es sich im betrieblichen Rahmen keineswegs nur darum, Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) rein technologisch auf ein bestimmtes Anwendungsgebiet zu übertragen. Vielmehr sind auch Faktoren wie der organisatorische Rahmen des Projekts und die strategischen Ziele zu berücksichtigen.

Eine Klassifikation möglicher Probleme

Da bei einem Projekt, das auf einer neuen Technologie beruht, viele unvorhersehbare Schwierigkeiten abhängig von der jeweiligen organisatorischen und technischen Umgebung auftauchen können, ist es wenig sinnvoll, nach Patentrezepten zu suchen. Dagegen kann es hilfreich sein, mögliche Schwierigkeiten in Problembereiche zu klassieren.

So lassen sich folgende drei Problembereiche unterscheiden (Fig. 2):



Figur 1
Softwarearchitektur

Expertensystem: entwickelt mit einem Lisp-basierten Entwicklungswerkzeug (KEE)

Datenbanksystem: entwickelt mit einem SQL-basierten Datenbankpaket (Oracle)

Statistiksystem: entwickelt mit einem Statistikpaket (SAS)

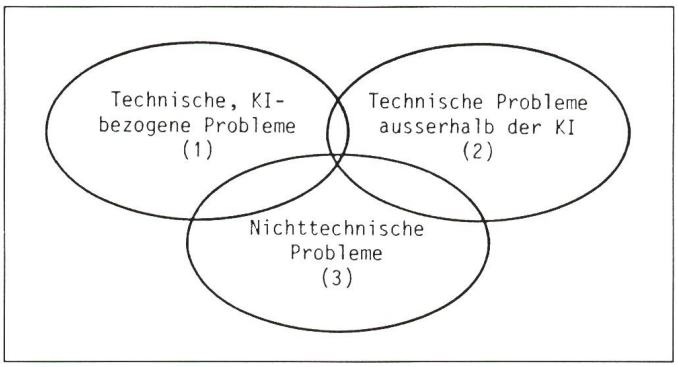
Echtzeitschnittstelle: in einer konventionellen Programmiersprache

[2] Die beiden grössten Lispmaschinenhersteller, Symbolics und Texas Instruments, haben jetzt VLSI-Lisp-Mikroprozessoren entwickelt, mit denen konventionelle Rechner auf Lisp-Anwendungen erweitert werden können.

1. technische Probleme, die mit Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) bzw. der Expertensystemtechnologie zu lösen sind – sie bilden den technologischen Kern eines Expertensystemprojekts,
2. technische Probleme, die ziemlich losgelöst sind von der eigentlichen Expertensystemtechnologie,
3. nichttechnische Probleme.

Inhaltlich gibt es natürlich Überschneidungen der Problembereiche, wie Figur 2 verdeutlichen soll. Auch treten im Verlauf des Projekts die einzelnen Problembereiche mit wechselnder Gewichtung auf. So haben z.B. in der Startphase die Bereiche 2 und 3 besonderen Einfluss auf den Gesamterfolg des Projekts.

Figur 2
Problemklassifikation



1. Technische, KI-bezogene Probleme

Dieser Bereich, bei dem es um Wissenserwerb, Formalisierung und Repräsentation von Wissen, Schlussfolgerungsmechanismen usw. geht, wird in der Literatur eingehend behandelt. Einen Überblick gibt z.B. [2].

2. Technische Probleme ausserhalb der KI

Der Erfolg eines Expertensystems hängt u.a. davon ab, wie gut sich das System in die technische *und* organisatorische Umgebung einfügt, für die es entwickelt wurde. Bezogen auf das oben diskutierte Projekt müssen beispielsweise folgende Punkte beachtet werden:

- *Software Integration:* Die vielfältigen Anforderungen an die Einbettungsmöglichkeiten des fertigen Expertensystems, wie sie bereits besprochen wurden.
- *Organisation:* Das Expertensystem zur Anlagediagnose ist zur Unterstützung der Wartungsorganisation gedacht. Daher müssen die technischen Voraussetzungen für einen späteren reibungslosen Ablauf der Wartungsaktivitäten mit dem Expertensystem erfüllt werden. Es ist nämlich keineswegs eine triviale Aufgabe sicherzustellen, dass bestehende Informationswege und zugehörige Arbeitsvorgänge möglichst gut mit dem neuen System verknüpft werden.
- *Zielcomputer:* Für Entwicklungszwecke wurde ein Lisp-Computer ausgewählt. Bereits bei dieser Auswahl musste untersucht werden, wie die Hardware des fertigen Systems (ebenfalls ein Lisp-Computer, ein konventioneller Rechner oder eine Art Kombination von beidem), aussehen soll, damit sie den projektspezifischen Anforderungen gerecht werden kann.

3. Nichttechnische Probleme

Im nichttechnischen Bereich geht es vor allem um die Kommunikation mit dem Management. Eine positive Haltung «von oben» verbunden mit realistischen Erwartungen schafft die tolerante und innovationsfreundliche Umgebung, in der die Einführung einer neuen Technologie erfolgreich vor sich gehen kann.[3]

Fragen

Management und Entwickler müssen sich in allen Phasen eines Expertensystemprojekts den Fragen nach den Einsatzmöglichkeiten und Auswirkungen dieser Technologie für ein Unternehmen, eine Branche oder gar die Gesellschaft im allgemeinen stellen. Es gilt nicht nur, Schwellenangst vor einer neuen Technologie zu überwinden und den notwendigen Know-how-Erwerb zu steuern, sondern auch Lösungen in den folgenden Themenkreisen zu erarbeiten:

- Wie kann eine technologische Zusammenarbeit verschiedener Unternehmen gestaltet werden, damit das Grundlagenwissen gemeinsam effizienter erarbeitet werden kann?
- Welche Formen der Zusammenarbeit zwischen Spezialisten eines Gebietes und Wissensingenieuren sind für die Entwicklung zuverlässiger Expertensysteme besonders förderlich?
- Wie sieht der Prozess der Integration von Expertensystemen in die vorhandene Datenverarbeitungslandschaft und ins bestehende organisatorische Gefüge aus?
- Welche Managementmethoden können die Entwicklung von Expertensystemen fördern?
- Welche Folgen hat ein breiter Einsatz von Expertensystemen für die Strukturen des Arbeitsmarkts?
- Wo liegt die Verantwortlichkeit für die Schlussfolgerungen eines Expertensystems (beim Wissensingenieur, beim Experten oder vielleicht beim Auftraggeber des Systems), und wer entscheidet, ob Expertensystemlösungen tatsächlich angewendet werden?

Diese Fragen werden z.B. in einer Fallstudie im Rahmen des Projekts «Forschungspolitische Früherkennung» des Schweizerischen Wissenschaftsrats angegangen.

Abschliessend lässt sich sagen, dass die Expertensystemtechnologie einen Reifegrad erreicht hat, der ihren erfolgreichen Einsatz in Betrieben möglich macht. Sie sollte deshalb nicht länger als luxuriöse Spielerei einiger weniger betrachtet werden, sondern als eine Technologie Anerkennung finden, die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Erfolg ermöglicht.

[3] Die Bedeutung von Managementfragen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien wird z.B. in [3] hervorgehoben.

Literatur

[1] *D. Schütt* und *H. Schweppe:* Datenbanken und Expertensysteme. Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte 17(1988)2, S. 74...34.
[2] *D.A. Waterman:* A guide to expert systems. Reading/Massachusetts, Addison-Wesley, 1986.
[3] Forschungspolitische Früherkennung. Kurzfassung der Expertisen. Bern, Schweizerischer Wissenschaftsrat, 1988, S. 123...125.