

## Wissen im Doppelpack

Fallbasierte Expertensystemshell CBR Express

Thomas J. Schult

Stellen Sie sich vor, es hat gerade Sie getroffen. Ein neuer Job in der Hardwarebranche, und dann setzt man Sie ausgerechnet ans Telefon, um genervten Anwendern Trost und Rat zuzusprechen, die mit den Laserdruckern, die die Konzernzentrale in Fernost entwickelte, nicht zurechtkommen. Eine Woche dürfen Sie noch zuhören, wie Ihr Vorgänger den Job macht, und dann sind Sie allein – Sie und der verzweifelte Kunde am Telefon, der den Toner statt an seinen Fingern wohlgeformt auf dem Papier haben will. Natürlich wollen Sie die Einführungswoche optimal nutzen, alles Wissen aus Ihrem Vorgänger herausquetschen. Aber wohin damit?

Bisher gab es zwei Softwarelösungen für eine solche Situation: eine Datenbank und ein Expertensystem. Die Datenbank hat den Vorteil der raschen Erstellung: schnell ein paar Tabellen definiert für Gerätedaten, Symptome und Therapien, und schon kann man dem Druckerexperten über die Schulter schauen (oder besser hören) und

bei jedem Anruf die entsprechenden Felder füllen. Am Ende der Woche wird die Datenbankstruktur wahrscheinlich eine andere als die vom Anfang sein. Aber es kann immerhin Grund zur Annahme geben, daß Beispiele für die wichtigsten Strategien zur Fehlerbehandlung in der Datenbank enthalten sind.

So weit, so gut. Aber dann geht es nicht mehr so glatt: Sind sie selbst am Drucker (sprich: Telefon), dann dürfte die gleichzeitige Suche in der Datenbank nach Abhilfe nur wenig mehr als Zufallstreffer bringen. Wenn die Suche nach dem Symptom 'Papierstau' 35 frühere Datensätze auf den Schirm holt, ist der Kunde schon bei der Konkurrenz, bevor Sie überhaupt mit dem Lesen fertig sind. Aber auch ohne Zeitdruck – etwa bei der Beantwortung schriftlicher Anfragen – dürfte die datenbankgestützte Diagnose ein mühsames Geschäft sein. Wenn Sie nicht schon eine effektive Strategie zum Aufspüren von Druckerfehlern haben, können Sie im Datensumpf leicht verloren gehen. Und wenn Sie beim Erstellen oder Nutzen der Datenbank nicht auf eine konsi-

stente Terminologie geachtet haben, ist die Chance um so größer, die benötigten Informationen zu verfehlen.

Ein Expertensystem war bisher die Lösung für diejenigen, welche es zunächst gern etwas aufwendiger hätten (und nachher dafür auch bequemer). Der Aufwand liegt in diesem Fall darin, daß die Problemlösungen unseres Druckerexperten nicht mehr direkt eingegeben werden können, sondern man die Regeln herausfinden muß, denen er folgt. Man kann ihn natürlich selbst fragen, aber bei einer Frage nach Regeln, die das eigene Verhalten erklären, sind Experten oft erstaunlich ratlos. Sie müssen sich also Mitschriften der Telefongespräche anfertigen und einen Regelsatz zu definieren versuchen, der die Sequenz von Fragen und Anweisungen des Druckerexperten erklären kann – eine Aufgabe, die ohne weiteres Monate oder Jahre in Anspruch nehmen kann. Wahrscheinlich wird nach Abschluß der Arbeiten der Drucker, um den es geht, gar nicht mehr produziert. Wenn Sie es aber doch rechtzeitig geschafft haben sollten, ist der Rest ein Kinderspiel – online gibt Ihnen das System während der Anrufe die Fragen vor, die Sie stellen sollen, und treibt in Abhängigkeit der gegebenen Antworten die Diagnose weiter voran.

### Erinnerungen werden wach

Sollten sie keine der beiden Lösungen für optimal halten, so gibt es für Sie neuerdings ein Zwitterprodukt als Alternative, das so rasch wie eine Datenbank gefüllt werden kann, aber genau so bequem und flexibel benutzbar ist wie ein herkömmliches Expertensystem: das sogenannte 'fallbasierte Expertensystem', dessen Aufbau wir im April-Heft schon eingehend vorgestellt haben. Das Wichtigste in Kurzform: Das Expertenwissen wird nicht in Form abstrakter Regeln, sondern konkreter Beispiele ('Fälle') repräsentiert und in einem Fallspeicher abgelegt. Angesichts eines zu lösenden Problems schaut das System im 'Gedächtnis' nach, ob etwas ähnliches schon einmal bearbeitet wurde und versucht, die frühere Lö-

sung an die aktuelle Situation anzupassen. Jeder bearbeitete Fall wandert schließlich ebenfalls in den Fallspeicher und verbessert dadurch das System. Lernen ist also ein integrierter Bestandteil fallbasierter Expertensysteme.

Einen weiteren Vorteil hat dieses Vorgehen: Das Umgehen mit lückenhaftem, unscharfem, gar widersprüchlichem Wissen bedeutet für ein fallbasiertes System überhaupt kein Problem. Wo bei Datenbanken und regelbasierten Expertensystemen präzise formulierte Anfragen nötig sind und ebenso exakte Antworten kommen, reicht bei fallbasierten Systemen schon die Angabe eines Problems, das einem früheren grob ähnelt, damit das System arbeiten kann. Natürlich sind die Lösungen dann nicht perfekt, aber zur Anregung und Unterstützung des Benutzers mag es allemal reichen.

Sogenannte 'Shells' sollen die komfortable Erstellung fallbasierter Systeme ermöglichen. Sie enthalten noch kein Bereichswissen und eignen sich daher für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete, auch für diagnostische Aufgabenstellungen wie unser Druckerproblem. Sie sollen allerdings komfortable Möglichkeiten bieten, Fallstrukturen zu definieren, Fälle zu editieren, die Ähnlichkeit und die Anpassung von Fällen zu präzisieren sowie einen schnellen indizierten Zugriff auf den Fallspeicher ermöglichen.

CBR Express (CBR = Case-Based Reasoning) heißt die erste netzwerkfähige Shell zur

Erstellung fallbasierter Expertensysteme auf dem deutschen Markt. Das Produkt stammt von der amerikanischen Firma Inference, die schon seit Jahren als Hersteller von Entwicklungssystemen zur Erstellung wissensbasierter Anwendungen gut im Geschäft liegt. Die haus-eigenen Strategen hatten eine feine Nase für das kommerzielle Potential fallbasierter Expertensysteme: Inference erschien als erste auf dem Markt, und schon nach wenigen Monaten kamen 40 % der Umsätze von Kunden, die fallbasierte Systeme bauen wollten.

### Unschärfe Suche

CBR Express stellt eine in dem verbreiteten Hypermedia-Programm Toolbook implementierte Windows-basierte Oberfläche dar für die fallorientierten Teile von ART-IM, einem umfangreichen, in C implementierten Entwicklungssystem für wissensbasierte Systeme. Ein mitgeliefertes Demoprogramm verschafft dem Anwender einen schnellen Einblick in die Bedienung einer CBR-Express-Applikation.

Zufällig handelt es sich gerade um ein Expertensystem zur Unterstützung einer Laserdrucker-Hotline – das oben vorgestellte Szenario also. Die Problemlösung mit CBR Express geschieht in zwei Phasen und ähnelt darin der Funktionsweise einer bekannten Brausetablette.

Zunächst einmal kann die Fehlerbeschreibung des Anru-fers in natürlicher (englischer

Sprache eingegeben werden. Der Text wird in einem (modifizierbaren) Verfahren verarbeitet, das in mehreren Schritten versucht, Informationen zu extrahieren, um diese mit Fehlerbeschreibungen im Fallspeicher zu vergleichen. Denn es sollen Sätze wie 'The printer is making black stains' und 'Black stains are printed' trotz oberflächlicher Unterschiede als ähnlich klassifiziert werden. Das Ergebnis dieses Prozesses wird nur intern verarbeitet und nicht am Schirm angezeigt. Im einzelnen werden Endungen gekappt, Klein- in Großbuchstaben umgewandelt, Tippfehler (in Maßen) toleriert, Satzzeichen ignoriert, auch bestimmte Worte weggelassen. Leider werden auch Umlaute und das 'ß' eliminiert, aber zum Glück bilden diese Buchstaben in den meisten deutschen Wörtern nicht die Mehrheit.

Nach diesem Prozeß wird ein Zwischenergebnis des Fallvergleichs auf dem Schirm dargestellt: die am besten passenden Fehlerbeschreibungen aus dem Fallspeicher, zusammen mit einer Bewertungszahl zwischen 0 und 100, die ein Maß für die Übereinstimmung ist.

Nun beginnt die zweite Phase bei der Suche nach der Ursache des Druckerfehlers: eine Reihe Fragen ist zu sehen, geordnet nach ihrer Relevanz für die am besten passenden Fälle.

Die erste Frage in der Liste kann also – je nachdem, wie sie beantwortet wird – die Bewertungszahl des bisher ähnlichsten Falls entweder noch weiter stei-

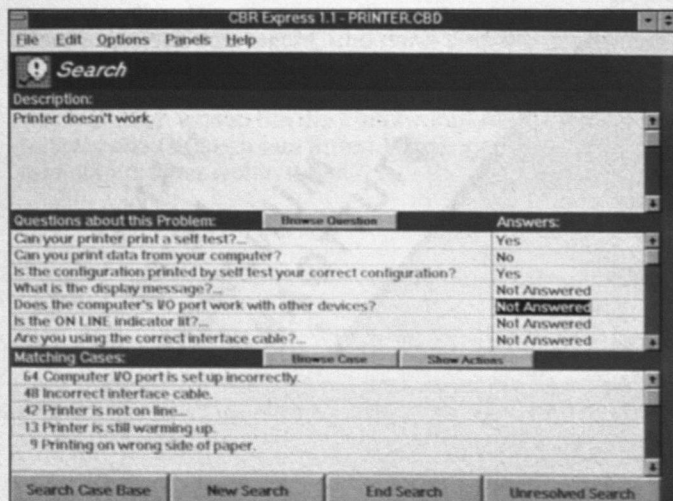
gern oder sie sogar so weit reduzieren, daß der Fall ganz vom Schirm verschwindet. Der Anwender hat die Wahl, sich beliebige Fragen aus der Liste herauszusuchen und zu beantworten. Bei manchen muß er eine Auswahl treffen, bei anderen sind numerische oder Ja/Nein-Antworten gefragt. Jede Antwort kann die Auswahl der sichtbaren ähnlichen Fälle samt ihren Bewertungszahlen verändern.

Das Spiel geht nun so lange weiter, wie man Lust hat (oder die Fragen ausgehen). Eine Bewertungszahl von 100 wird man in den seltensten Fällen erreichen, und sich daher etwa mit 90 zufriedengeben oder auch schon mit 60. Hat der Anwender kein Ergebnis erzielt, das ihn zufriedenstellt, so markiert er den Fall für eine spätere Weiterbearbeitung als ungelöst. Der Fall wird dann noch nicht in den Fallspeicher integriert und hat somit auch keinen Einfluß auf spätere Suchvorgänge.

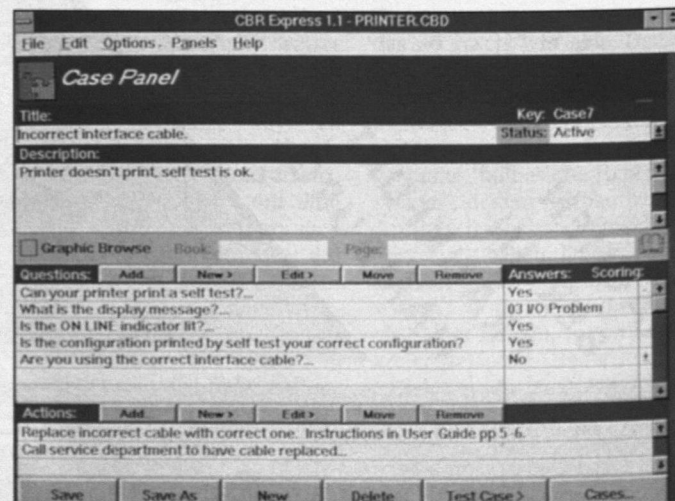
Grundsätzlich erhält der Anwender mit CBR Express größere Freiheiten als mit einem herkömmlichen regelbasierten Expertensystem. Er hat es in der Hand, wann er welche Informationen eingibt und wann er mit dem Ergebnis zufrieden ist. Das System eignet sich daher auch eher dazu, Entscheidungen zu unterstützen, als sie einem Menschen abzunehmen.

### Freiheit im Fallschirm

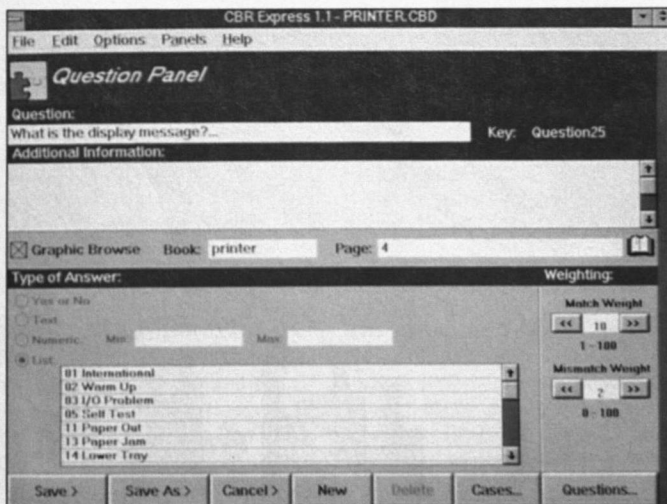
Zur Erstellung von Expertensystemen verläßt man den für



Auf der Suche nach dem verlorenen Druckauftrag.



Ein Fall für die Hotline.



Eine Frage wird editiert.

das Retrieval konzipierten Suchbildschirm und wechselt auf den Fallschirm. Jeder Fall besteht im wesentlichen aus drei Teilen: der Beschreibung, einigen Fragen mit Antworten und den Aktionen.

Zur Beschreibung: Sie kann in ganzen, natürlichsprachlichen Sätzen eingegeben werden und enthält in unserem Beispiel die Symptome des Problems. Später wird sie mit dem oben beschriebenen Verfahren verarbeitet und das Produkt mit anderen Beschreibungen verglichen.

Den Kern der Fallbeschreibung bilden jedoch die Fragen und Antworten. Diese kann man als Eigenschaften des Falls in Form von Attribut-Wert-Kombinationen auffassen. Per Menü sucht man sich dazu eine Frage aus, die schon bei einem anderen Fall gestellt wurde, oder denkt sich eine ganz neue aus.

Bei den Werten – also den Antworten auf die Fragen – sind vier Typen erlaubt: neben Ja/Nein- und Multiple-Choice-Antworten dürfen numerische oder Textantworten definiert werden.

Bei numerischen Typen ist ein Wertebereich mit anzugeben, damit beim Fallvergleich die Ähnlichkeit von Zahlen relativ zu diesem Bereich bestimmt werden kann.

Textantworten sind um so ähnlicher, je größer der Anteil gleicher Worte in den Texten ist. Leider gibt es keine Möglichkeit, Werte aus anderen Falleigenschaften berechnen zu lassen.

Schließlich dürfen neben der Beschreibung und den Fragen mit Antworten auch Aktionen für einen Fall angegeben werden. Aktionen können die Lösung eines Problems umfassen und haben keine Auswirkung auf den Fallvergleich. Hat sich beim Dialog an der Hotline ein früherer Fall als klarer Sieger erwiesen, schaut man in den Aktionsteil dieses Falles und teilt dem Anrufer beispielsweise mit, daß die Tonerkartusche auszuwechseln ist.

Ein fallbasiertes Expertensystem ist mit CBR Express also schnell zu schreiben. Man braucht keine Fallstruktur und Masken vorzudefinieren, sondern fängt einfach an: Fall 1 mit Beschreibung, Fragen und Antworten sowie Aktionen, dann Fall 2 mit den gleichen Bestandteilen und so weiter. Die Eingabe ist wirklich ein Kinderspiel, auch verglichen mit Datenbanksystemen.

Bei klassischen regelbasierten Expertensystemen muß zwischen Experte und Expertensystemshell meist noch der sogenannte 'knowledge engineer' treten und das Bereichswissen für das System aufbereiten und formalisieren – fallbasierte Systeme machen diesen Berufsstand fast überflüssig, kaum daß er sich hat etablieren können.

Was heißt es nun, daß zwei Fälle in CBR Express ähnlich sind? Wer sich darum nicht kümmert, akzeptiert stillschweigend Voreinstellungen der Art, daß die Beschreibung eines Falles maximal 20 Punkte zur Be-

wertungszahl beiträgt. Außer diesem Wert lassen sich noch einige andere durch den Anwender einstellen. Etwa das Ausmaß, in dem bei Beantwortung einer bestimmten Frage jene Fälle 'bestraft' werden (durch Verminderung ihrer Bewertungszahl), die eine andere Antwort verzeichnen, oder jene, die diese Frage überhaupt nicht aufweisen. Schließlich lassen sich die einzelnen Fragen auch gewichten, so daß nicht alle die gleiche Relevanz beim Fallvergleich haben.

### Kein Kommentar

Die Bewertung der Ähnlichkeit anhand der Voreinstellungen oder der gewählten Optionen ist ein recht komplexes Unterfangen, was auch mehrere Handbuchseiten mit Formeln anschaulich belegen.

Dennoch ist es schade, daß CBR Express keine Möglichkeit vorsieht, die Bewertung dem Benutzer plausibel zu machen. Praktisch jede klassische regelbasierte Expertensystemshell hat eine Erklärungskomponente, die etwa bei überraschenden Resultaten die Regeln angeben kann, die zum Ergebnis führten, samt der Belegung ihrer Parameter. Auch wenn dies oft eher dem Systementwickler als dem Anwender nutzt, kann es doch eine wichtige Hilfe zum Debuggen und zur Erhöhung der Akzeptanz des Systems sein.

Bei einem fallbasierten Expertensystem sind Informationen darüber interessant, welche Fallmerkmale wieviel zur Bewertungszahl eines Falles beisteuern. Eine solche Komponente wäre ebenso nützlich wie einfach zu realisieren.

Ein weiterer Nachteil von CBR Express ergibt sich aus der Beschränkung auf die Auswahl ähnlicher früherer Fälle, ohne daß sie vom System an die aktuelle Problemstellung angepaßt werden können. Dadurch ist CBR Express nicht viel mehr als ein (zugegeben komfortables) Werkzeug zum Information Retrieval bei unvollständigem Wissen. Man kann sich anschließend nur anschauen, welche Aktionen (Lösungen) in den gefundenen früheren Fällen stehen und muß die Prüfung für und die Übertragung auf die aktuelle

Situation ohne Unterstützung des Systems durchführen.

Vielleicht möchte man aber bei der Falleingabe eine Lösung formulieren, die zum Beispiel bei einer bestimmten Symptomkonstellation die empfohlene Aktion vom Alter des Druckers abhängig macht und bei der Qualifizierung des Falls als ähnlichstem nur die für die aktuelle Situation passende Aktion ausgibt – mit CBR Express ist das nicht möglich. Man kann dieses Verhalten nur über einen Umweg erreichen, indem für jede Altersstufe ein eigener Fall in den Fallspeicher geschrieben wird.

Eine Stärke fallbasierter Systeme liegt sicher in der Möglichkeit, vorliegende Datenbestände zu nutzen und auf flexible Weise einzusetzen. CBR Express bietet dafür Importmöglichkeiten von Datenbanken. Einfach gestaltet sich die Schnittstelle mit dem Datenbanksystem db\_Vista, weil es von CBR Express selbst zur Verwaltung der Fälle eingesetzt wird. Bei der Verwendung von Datenbanken anderen Formats können umfangreichere Anpassungen erforderlich werden.

Was macht man nun, wenn CBR Express für die eigenen Bedürfnisse nicht reicht? Zunächst einmal kann die Oberfläche modifiziert werden. CBR Express ist in Toolbook implementiert; eine Runtime-Version dieses Hypermedia-Programms liegt bei. Wer im Besitz der Vollversion ist, kann individuelle Änderungen vornehmen, denn die Implementation von CBR Express ist in einem eigenen Handbuch dokumentiert.

### Eigen-Art

Um die Funktionalität von CBR Express zu ändern, braucht man allerdings nicht nur Kenntnisse in Toolbook, sondern auch in ART-IM, dem komplexen Entwicklungssystem für wissensbasierte Systeme, das hinter CBR Express steht.

CBR Express stellt eine benutzerfreundliche Oberfläche für einen kleinen (nämlich den fallbasierten) Teil von ART-IM dar. Aber ART-IM kann noch viel mehr: Es erlaubt zusätzlich prozedurale, regelbasierte und objektorientierte Programmierung in einer integrierten Um-

gebung und ist damit eins der mächtigsten derartigen Entwicklungswerkzeuge im PC-Bereich. Da es unter anderem auch Versionen für Unix-Workstations, MVS- und VMS-Rechner gibt, lassen sich Wissensbasen prinzipiell portieren. CBR Express ist allerdings nur für die Windows-Version von ART-IM erhältlich.

Während die Benutzung von CBR Express auf 80 anschaulich geschriebenen Seiten erschöpfend beschrieben ist, benötigt die Dokumentation von ART-IM zwei große Ordner, deren Inhalt in einem deutlich technischeren Stil gehalten ist. Die Verfasser leisten sich den erstaunlichen Anachronismus, 'wissensbasiert' und 'regelbasiert' synonym zu verwenden, was der eigenen Produktphilosophie widerspricht.

### Ein Fall für den Fachmann

Der oberflächliche Eindruck angesichts der Handbücher trägt nicht: kann mit CBR Express auch ein Anwender – sofern nicht völliger Computernovize – Expertensysteme erstellen, so sollte man die Programmierung mit ART-IM schon eher den Fachleuten überlassen.

Was in CBR Express mit einem Mausclick geht, muß hier mühsam als Botschaft an ein Objekt formuliert werden. Das wäre für die Erstellung eines fallbasierten Expertensystems nicht weiter schlimm, wenn man sich ganz auf CBR Express beschränken könnte. Nur verschenkt man damit Funktionalität, denn selbst der fallbasierte Teil von ART-IM ist flexibler als CBR Express. Mir ist kein Grund ersichtlich, warum CBR Express vorsätzlich abgespeckt wurde – schließlich muß man das komplette ART-IM-System mitbezahlen, ob man es braucht oder nicht.

Sind in CBR Express Gewichte in der Regel nur auf der Ebene von Fragen (Merkmale) definierbar und müssen daher alle Fälle, die eine bestimmte Frage zur Charakterisierung einsetzen, falsche oder richtige Antworten (im Vergleich zum aktuellen Problemfall) immer in gleichem Maße belohnen oder bestrafen, so können in ART-IM Gewichte individuell für jeden Fall festgelegt werden.

Die Sache wäre nicht so gravierend, wenn CBR-Express-Anwendungen auch von ART-IM aus betrachtet und modifiziert werden könnten. Aber so einfach geht das nicht. Aufgrund der komplexen Interaktion von Toolbook, ART-IM und db\_Vista kann die Funktionalität von CBR Express nur innerhalb von Toolbook geändert werden.

Will man sich beispielsweise nicht mit dem Retrieval von CBR Express zufriedengeben und die gefundenen ähnlichen Fälle noch einer Anpassung mit Hilfe der Regelsprache von ART-IM unterziehen, so wird zunächst einmal mehr als ein Tausender für die Vollversion von Toolbook 1.5 fällig – den Einarbeitungsaufwand für dieses Hypermediasystem noch nicht gerechnet. Mancher wird da vielleicht lieber ganz auf die schöne Oberfläche verzichten und sein fallbasiertes Expertensystem gleich direkt in ART-IM schreiben, was zwar wesentlich umständlicher ist, dafür aber eine einfache Erweiterbarkeit und Integration mit anderen Programmierparadigmen sichert. Die Knowledge Engineers können aufatmen – ganz so schnell werden sie also nicht arbeitslos.

CBR Express präsentiert sich als ein nicht ganz konsequentes Produkt. Gezielt konzipiert auf Anwender ohne Programmiererfahrung, hätte man CBR Express am besten auf einen eigenen Fallvergleich- und Indiziermechanismus für db\_Vista aufgesetzt und nicht ART-IM als eierlegende Wollmilchsau druntergelegt, von der der Anwender nur das Schweißdrüsensekret braucht, und die deshalb das Produkt unnötig verteuert (allen Agrarsubventionen zum Trotz). Mit dem Softwareentwickler im Visier hätte man die von CBR Express erzeugten Strukturen in ART-IM direkt sichtbar und modifizierbar machen sollen.

Was gibt es noch auf dem jungen Markt für fallbasierte Tools? INDUCE-IT zum Beispiel, das trotz des irreführenden Namens kein System zum Induzieren von Regeln aus Beispielen ist. Das 900-US-Dollar-Produkt der Firma Inductive Solutions läuft auf PCs und Macintoshs und erfordert Microsofts Tabellenkalkulation

EXCEL, deren Datenbank- und Programmiermöglichkeiten INDUCE-IT zur Speicherung von Fällen sowie zur Definition von Ähnlichkeits- und Anpassungsfunktionen nutzt. Ferner gibt es ESTEEM vom gleichnamigen Softwarehaus, entwickelt mit Intellicorps Expertensystemshell KAPPA-PC. Für 1000 US-\$ erhält man ein integriertes System zur regel- und fallbasierten Modellierung. Regeln können beispielsweise für die Anpassung von Fällen eingesetzt werden.

Weiterhin entwickelte die Bostoner Firma Cognitive Systems nach Jahren intensiver staatlicher Förderung die Shell ReMind, die nach Leistungsfähigkeit und Preis (ab 12 500 \$, keine Ermäßigung) am oberen Ende der fallbasierten Tools angesiedelt ist. Das für Macintoshs, Windows, OS/2 und Unix erhältliche Produkt bietet verschiedene Indizierungs- und Retrievalmechanismen zur Auswahl. Beide Programme sind leider nicht in Deutschland erhältlich, sondern müssen direkt aus den USA bezogen werden.

Schließlich gibt es ESTEEM vom gleichnamigen Softwarehaus, entwickelt mit Intellicorps Expertensystemshell KAPPA-PC. Für 1000 \$ erhält man ein integriertes System zur regel- und fallbasierten Modellierung. Regeln können beispielsweise für die Anpassung von Fällen eingesetzt werden.

ESTEEM ist seit kurzem über einen deutschen Softwareversender erhältlich und wird demnächst in c't vorgestellt.

In Deutschland ist man dagegen noch nicht ganz bis zur Marktreife gelangt. Am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart wurde eine fallbasierte Diagnoseschale namens FADIS entwickelt, für die vor der Vermarktung noch Pilotanwendungen gesucht werden.

### Fazit

CBR Express stellt sich als Expertensystemshell dar, die für sich allein sehr einfach zu handhaben ist und daher auch Nicht-Programmierern die Erstellung fallbasierter Systeme erlaubt. Durch das mitgelieferte ART-IM wird dem Profi die Erstellung wissensbasierter Systeme unter Verwendung unterschiedlicher Programmierparadigmen ermöglicht.

Für diejenigen allerdings, die nur eine fallbasierte Shell brauchen, ist CBR Express aufgrund der nicht ganz befriedigenden Funktionalität und des hohen Preises für das obligatorische ART-IM nur bedingt zu empfehlen.

Wer in die zukunftssträchtige fallbasierte Wissensverarbeitung einsteigen will und auf deutschen Support Wert legt, hat allerdings noch keine Alternative zu CBR Express. (ae)

### Checkliste

#### CBR Express inkl. ART-IM

Hersteller: Inference Corporation, Los Angeles, Ca., USA  
 Vertrieb: Inference Europe, W-5840 Schwerte  
 Preis: 19 500 DM (ART-IM allein: 15 000 DM)  
 Lieferumfang: 13 3,5"-Disketten, 2 Ordner für ART-IM, 2 Handbücher für CBR Express

Systemvoraussetzungen: mindestens 80286er mit 4 MB RAM, 8 MB freier Festplattenspeicher, VGA-Karte, MSDOS 3.1, Windows 3.0

#### Bewertungen:

Dokumentation ⊕  
 Installation ⊕  
 Funktionsumfang ○  
 Bedienung – Entwickler ○  
 Bedienung – Anwender ⊕

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht  
 ⊖⊖ sehr schlecht    – nicht vorhanden bzw. keine Angabe