

Ein Verarbeitungsmodell für eine modulare Bewertung von Kennzahlenwerten durch den Endanwender

Prof. Dr. Walter Augsburg
 Dipl. Inf. Wiss Klaus Helge Rieder
 Dipl. Kfm. Hans-Jürgen Schwab
 Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insbes.
 Büro- und Verwaltungsautomation
 Universität Bamberg

14. Oktober 1991

Zusammenfassung

Die Beobachtung und Bewertung des zeitlichen Verlaufes einer Vielzahl von Kennzahlenwerten ist für die Vorbereitung vieler unternehmerischer Entscheidungen unabdinglich.

In diesem Tagungsbeitrag wird ein Verarbeitungsmodell zur automatischen "pseudointelligenten" Bewertung von Kennzahlenwerten vorgestellt und dessen Vor- und Nachteile diskutiert. Dieses Verarbeitungsmodell bildet eine Komponente der Implementierungsgrundlage des rechnergestützten wissensbasierten Modellierungssystems "EISREVU"¹, dessen andere, in diesem Beitrag nicht vorgestellten Komponenten es dem Endanwender erlauben, die Kennzahlen, die bewertet werden, zu modellieren.

1 Einführung in die Problemstellung

Der betriebliche Praktiker wird täglich von einer Flut von Informationen überrollt. Darunter finden sich nicht zuletzt numerische Informationen in Form von Zeitreihen. Seit Jahren gibt es ausreichend Werkzeuge, Zeitreihen² zu produzieren und zu analysieren. Werkzeuge in Form von Expertensystemshells zur Generierung von Bewertungsfunktionen für Zeitreihenwerte weisen noch gravierende Mängel auf:

- Marktgängige Expertensystemshells verfügen weder über geeignete Datenstrukturen, um Zeitreihen zu repräsentieren, noch
- über geeignete Verfahren, um diese zu analysieren.

¹Das Projekt "EISREVU" (Entscheidungsunterstützendes Informationssystem für Energieversorgungsunternehmen) wird finanziell und fachlich durch die Unternehmen Mainkraftwerke AG und Energieversorgung Oberfranken AG gefördert.

Das Modellierungssystem "EISREVU" ist auf grafikfähigen, vernetzten Workstations unter UNIX V.3 und BSD 4.3 als Mehrprozeßsystem mit Prolog und C implementiert.

²Wir verstehen unter Zeitreihe eine zeitlich geordnete Folge von numerischen Werten in periodischem Abstand.

Damit müssen mit Expertensystemshells Zeitreihen oft unnatürlich in Form von mehreren Datum/Wert Tupeln dargestellt und die Analyseverfahren vom Anwender großenteils hinzuprogrammiert werden. Wenn die Anwendung ein Regelprogramm bildet, tauchen weitere Probleme auf:

- Unübersichtlichkeit der Wissensbasis und
- Ineffizienz, die Probleme bei der Bewertung von Massendaten aufwerfen.

Aufgrund dieser Nachteile wurde ein spezielles Verarbeitungsmodell entwickelt. Unter Verarbeitungsmodell verstehen wir dabei in Anlehnung an Stoyan [3] eine abstrakte Maschine, die besonders gut an bestimmte Problemtypen angepaßt ist und mit Hilfe einer Programmiersprache bedient werden kann. Dieses Verarbeitungsmodell erlaubt es dem Benutzer Bewertungsfunktionen über Zeitreihenwerten (Dämonen genannt) zu definieren, die

- voneinander unabhängig sind,
- über mächtige Verfahren zur Analyse von Zeitreihen verfügen und
- automatisch vom System ausgeführt werden können.

Das Verarbeitungsmodell wird im folgenden Abschnitt vorgestellt, und im übernächsten Abschnitt werden dessen Vor- und Nachteile diskutiert.

2 Verarbeitungsmodell

Bei der Modellierung der Anwendung bildet der Endbenutzer Kennzahlen und Bewertungen aus seinem Unternehmen auf Objekte unterschiedlichen Typs (Zeitreihenobjekte, Dämonen und Klassen) ab und faßt diese nach sachlogischen Gesichtspunkten zu Modellen und Teilmodellen zusammen. Die Abbildung 1 illustriert die Zusammenhänge zwischen den Objekten und Strukturen. Die Operationen, die auf Modellen, Teilmodellen und Objekten definiert sind, und die Konsistenzbedingungen, denen Modelle, Teilmodelle und Objekte genügen müssen, sind an anderer Stelle [1] beschrieben.

Aus diesen Objekten und Strukturen werden durch das Modellierungssystem "EISREVU" die eigentlichen Anwendungen generiert, die dann abgearbeitet werden.

Die abstrakte Maschine zur Abarbeitung der Dämonen verfügt über drei Speicher für

1. Zeitreihenobjekte³. Diese stellen eine konzeptuelle Erweiterung der aus der Betriebswirtschaftslehre bekannten numerischen Kennzahlen um Attribute wie Zeitreihe, Periodizität, Typ, Einheit dar. In der Abbildung 1 wird zwischen höheren

³Das Konzept der Zeitreihenobjekte (vgl. [1]) ermöglicht es, Kennzahlen genau zu beschreiben und Operationen auf deren Zeitreihenwerten auf syntaktischer und teilweise semantischer Ebene auf Zulässigkeit zu überprüfen.

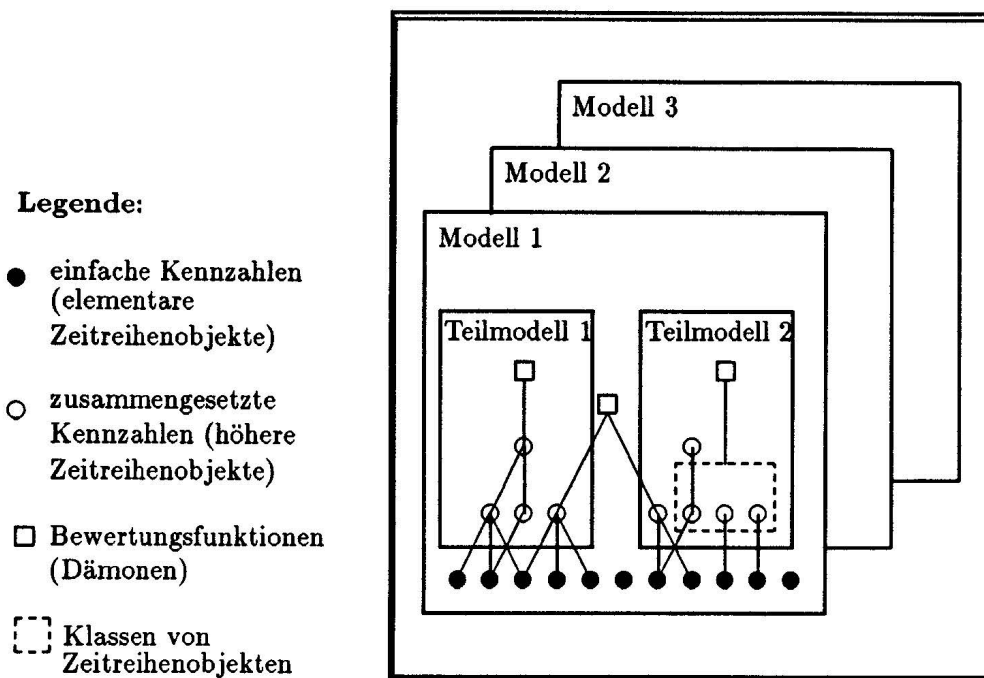


Abbildung 1: Objekte und Strukturen von Anwendungsmodellen

Zeitreihenobjekten, deren Zeitreihenwerte aus denen anderer Zeitreihenobjekte berechnet werden, und elementaren Zeitreihenobjekten, die die Ausgangsdaten liefern, unterschieden.

2. Dämonen, die folgende Attribute besitzen:

- (a) einen eindeutigen Namen, der als Schlüssel dient;
- (b) eine Menge von Zeitreihenobjekten, die der Dämon überwacht. Die Zuordnung dieser Menge kann sowohl durch die Angabe der Namen der Zeitreihenobjekte als auch durch die Angabe einer Klasse, in der mehrere Zeitreihenobjekte zusammengefaßt sind, beschrieben werden;
- (c) einen Ereignistyp. Treten Ereignisse dieses Typs auf, wird der Dämon durch einen Steuerungsalgorithmus aktiviert.

Ein Ereignistyp beispielsweise erfaßt alle Ereignisse, durch die Zeitreihenwerte von Zeitreihenobjekten verändert werden, die ein Dämon überwacht. Die Einführung von Ereignistypen erfolgt letztlich aus Effizienzgründen und soll eine ressourcenschonende Abarbeitung der Dämonen ermöglichen;

- (d) eine Menge mit Namen von Benutzern, die Zugang zu den Meldungen haben, die ein Dämon generiert;
- (e) eine Prioritätsstufe, mit der der Dämon seine Meldungen versieht;
- (f) eine Menge von Mustererkennungsverfahren. Bei den Mustererkennungsverfah-

ren handelt es sich unter anderem um

- statistische Tests wie Run-Test und Tests auf Basis des einfachen linearen Modells,
 - Verfahren, die Ist-Werte der Zeitreihen oder Maßzahlen, deren Wachstum etc. mit Sollwerten vergleichen;
- (g) eine Menge von Aktionen, also Verfahren zur
- Ausgabe von Zeitreihenwerten,
 - Ausgabe von Meldungstexten,
 - Berechnung von Maßzahlen etc.

3. Meldungen, die durch die Aktionen der Dämonen generiert werden.

Die Aktivität der abstrakten Maschine kann folgendermaßen beschrieben werden: Die Dämonen werden von einem Steuerungsalgorithmus angestoßen, der Ereignisse registriert, die zu Veränderungen der Zeitreihenwerte führen. Dabei werden die Mustererkennungsverfahren (mf) auf die Zeitreihen t_1, \dots, t_n von Zeitreihenobjekten angewandt. Die Mustererkennungsverfahren stellen eine Abbildung von Zeitreihen auf die Werte "wahr" oder "falsch" dar:

$$mf(t_1, \dots, t_n) \rightarrow \{wahr, falsch\}$$

Ein Dämon verfügt über ein oder mehrere Mustererkennungsverfahren. Diese Mustererkennungsverfahren können durch die logischen Operatoren \vee und \wedge wie im folgenden Beispiel verknüpft werden:

$$mf_1(t_1, t_2, t_3) \vee mf_2(t_2, t_3) \wedge mf_n(t_4)$$

Dieser Ausdruck wird ausgewertet, und falls er den Wahrheitswert wahr besitzt, führt der Dämon die zugehörigen Aktionen aus.

Die Zeitreihenobjekte sind in Klassen eingeteilt. Dadurch werden Dämonen an eine Menge von Zeitreihenobjekten gebunden und überwachen deren Mitglieder nach den gleichen Kriterien. Klassen haben als Attribute

1. einen identifizierenden Namen und
2. eine Menge von Mitgliedern.

Bei den Mitgliedern von Klassen kann es sich um Zeitreihenobjekte oder Klassen handeln. Ein Zeitreihenobjekt kann gleichzeitig in mehreren Klassen 'Mitglied' sein. Die Klassen selbst können bezüglich ihrer Zeitreihenobjekte oder Klassen 'überlappend' sein.

Die Meldungen, die die Aktionen der Dämonen erzeugen, werden abgespeichert und können vom Benutzer durch einen Retrievalmechanismus nach verschiedenen Kriterien abgefragt werden.

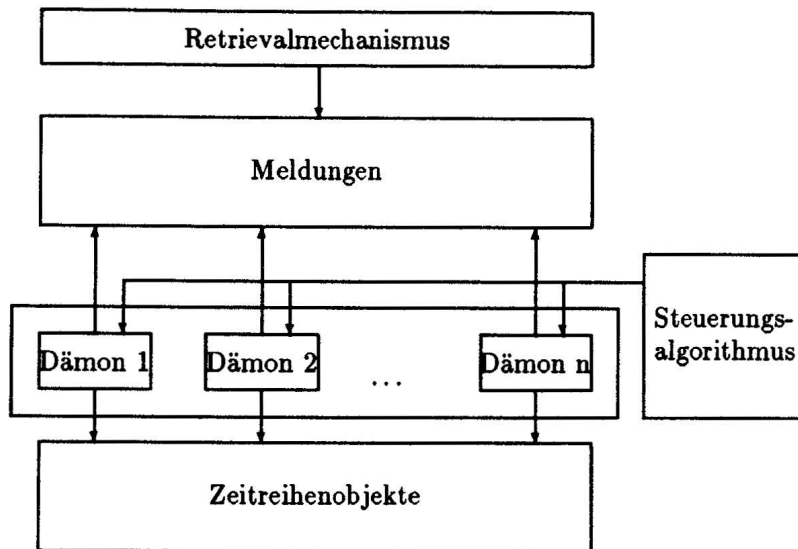


Abbildung 2: Das Verarbeitungsmodell im Überblick

Die Abbildung 2 zeigt die wesentlichen Bestandteile des Verarbeitungsmodelles. Die Pfeile symbolisieren Lese- bzw. Schreibzugriffe.

Die zu dem Verarbeitungsmodell gehörige formale Sprache⁴ kann aus Platzgründen nicht dargestellt werden. Untenstehend die Beschreibung für einen Dämon mit Namen "Demon-PCBhaltigAltoel" (DEMON_DESCR (DemonPCBhaltigAltoel)).

```

DEMON_DESCR ( DemonPCBhaltigAltoel )
  GEN_MODEL Matwirtschaft
  BIND_TO PCBhaltigAltoel, PCBhaltigOel
  PRIORITY B
  IF Grenzwert(ALL PCBhaltigAltoel > 1500 ) OR
    Steigung (PCBhaltigOel > 0.05)
  THEN Meldung( "Es ist entweder zuviel pcbhaltiges Altoel zu
    entsorgen oder die Wachstumsrate der Zeitreihe
    ist zu gross")
  ACTIVATE_ON UPDATE REPORT_TO Franke, Schwab
  
```

Der Dämon gehört zu dem Modell "Matwirtschaft" (GEN_MODEL Matwirtschaft). Er wird bei Veränderungen der Zeitreihenwerte von "PCBhaltigAltoel" und "PCBhaltigOel" aktiviert (BIND_TO PCBhaltigAltoel, PCBhaltigOel). Seine Meldungen tragen die Prioritätsstufe "B" (PRIORITY B). Der Dämon überwacht, ob die Werte der Zeitreihe von PCBhaltigAltoel größer als 1500 Einheiten werden oder die Steigung der Zeitreihe "PCBhaltigOel" 5 % überschreitet (IF Grenzwert (...)). Falls das eintritt, gibt er eine Meldung aus (THEN Meldung(...)). Der Dämon untersucht die Zeitreihe immer dann, wenn neue Werte angehängt werden (ACTIVATE_ON UPDATE). Die Meldung ist an die Benutzer "Franke" und "Schwab" gerichtet (REPORT_TO Franke, Schwab).

⁴Mit der Beschreibungssprache wird der Anwender nicht mehr konfrontiert, sondern das Modellierungssystem stellt grafische Editoren bereit, die den Benutzer bei der Eingabe der Beschreibungssprache weitgehend entlasten.

3 Vor- und Nachteile des Verarbeitungsmodells

Wegen Einfachheit des Verarbeitungsmodells lassen sich Anwendungen vom Endanwender selbst definieren. Trotz der Einfachheit erfüllt das Verarbeitungsmodell zentrale Anforderungen an wissensbasierte Software⁵.

- Anwendungen sind durch Strukturierung in Modelle, Teilmodelle und durch voneinander unabhängige Bewertungsfunktionen (Dämonen) modular aufgebaut.
- Als Abstraktionsmechanismus steht eine Klassenbildung für Zeitreihenobjekte zur Verfügung.
- Die Kontrolle des Zugriffs auf einzelne Elemente der Wissensbasis durch die explizite Angabe der Bindung der Dämonen ist für den Anwender transparent.
- Die Ausführung der Dämonen und das Wissen über den Problembereich, also welche Muster in den Zeitreihen als wichtig einzustufen sind, sind klar getrennt. Kontrollstrategie und Wissen über den Problembereich sind also nicht verwoben.

Das Verarbeitungsmodell erlaubt eine effiziente Implementierung. Damit ist es auch für Anwendungen mit Massendaten prädestiniert.

Das Verarbeitungsmodell hat auch Nachteile. Dämonen fällen "Einzelurteile". Diese "Einzelurteile" können nicht zu einem Gesamturteil zusammengeführt werden, wie dies von menschlichen Experten erwartet wird. Es ist aber fraglich, ob diese Bildung eines Gesamturteils vom Anwender modelliert werden sollte; denn

1. die Bildung eines Gesamturteils ist nur (regel-)aufwendig zu modellieren und damit oftmals wirtschaftlich nicht gerechtfertigt;
2. das formale Gesamturteil kann falsch sein. Der Endanwender muß sich also trotz des Urteils des Systems noch ein subjektives Urteil bilden. Ein wesentlicher Rationalisierungseffekt wird durch die Fähigkeit zur Bildung eines Gesamturteiles nicht bewirkt.

Ein weiterer Nachteil des Verarbeitungsmodells besteht darin, daß Urteile von den Dämonen nur aufgrund von numerischen Informationen gefällt werden. Qualitative Informationen können in die "Urteilsfindung" nicht einbezogen werden.

Literatur

- [1] Walter Augsburger, Helge Rieder, Jürgen Schwab. Wissensbasiertes inhaltsorientiertes Retrieval statistischer Daten mit EISREVU, 1991. Erscheint in: Workshop Information Retrieval, Darmstadt 24.-25. Juni 1991 Proceedings, Springer-Verlag, Informatik Fachberichte.

⁵S. u.a. Steels [2].

- [2] Luc Steels. Design requirements for knowledge representation systems. In: Joachim Laubsch (Hrsg.), *GWAI - 84 8th German Workshop on Artificial Intelligence*, Informatik Fachberichte 103, S. 1–19, Berlin et al., 1985. Springer-Verlag.
- [3] Herbert Stoyan. Programming styles in artificial intelligence. In: Joachim Laubsch (Hrsg.), *GWAI - 84 8th German Workshop on Artificial Intelligence*, Informatik Fachberichte 103, S. 154–180, Berlin et al., 1985. Springer-Verlag.