

Was beim Zusammenfassen im Kopf vorgeht

Empirische Modellierung als Basis einer kognitiven Simulation des Abstractschreibens

Elisabeth Wansorra¹

Hannover

The mental process of summarizing cannot be observed directly. Hence it is difficult to understand and to teach. Like climate systems or photosynthesis, cognitive processes need a serious modelling effort, otherwise they elude perception and understanding. During the development of the SimSum (Simulation of Summarizing) system we modelled summarizing, with the usual side effect of having a better grasp of the process. We have gone through a long procedure of data elicitation, interpretation, modelling, programming and interface design. Now we can present a small sample of the summarization process taken from real world material. Animated cognitive agents demonstrate on the SimSum screen what happens during summarizing, i. e. abstracting and indexing. SimSum is one of the few empirically-based cognitive simulation systems.

1 Professionelles Zusammenfassen

In den letzten Jahren hat die Zahl der Publikationen ständig zugenommen und wird durch die zunehmende Nutzung elektronischer Medien noch weiter anwachsen. Wer in diesem Informationsangebot etwas bestimmtes finden will, ist deshalb immer mehr auf Hilfen angewiesen, die ihm die Suche erleichtern. Eine bewährte Möglichkeit bieten hier Abstracts, also kurze Zusammenfassungen des Dokuments, die eine Vorauswahl ermöglichen, bevor der eigentliche Text angeguckt wird.

Professionelle Zusammenfasser schreiben Abstracts und indexieren in kurzer Zeit Dokumente, die sie noch nie zuvor gesehen haben. Dies ist nur möglich, weil sie gezielt die potentiell aussagekräftigen Passagen lesen, deren Relevanz für eine kurze Zusammenfassung des Textes sofort bewerten und bei der Abfassung des Abstracts auf Formulierungen des Quelltextes zurückgreifen.

Im SimSum-Projekt (**S**imulation of **S**ummarizing) wurde von Oktober 1994 bis Dezember 1995 an der Fachhochschule Hannover, FB Informations- und Kommunikationswesen, ein Simulationssystem entwickelt, das an 20 ausgewählten Arbeitsschritten zeigt, welche empirisch nachgewiesenen kognitiven Strategien beim professionellen Zusammenfassen zum Tragen kommen.² Die Systemoberflä-

1 Wegen einer schweren Erkrankung konnte Brigitte Endres-Niggemeyer bei der schriftlichen Ausarbeitung unseres Beitrags leider nicht mitwirken.

2 Das Projekt wurde vom BMBF als Projekt F091600 gefördert.

che des SimSum-System stammt von den Designern Jens Müller (München) und Brünja Wollny (Braunschweig), das System wurde auf der CEBIT 1996 vorgestellt.

In diesem Artikel wird zunächst der wissenschaftliche und didaktische Nutzen eines Simulationssystems herausgestellt. Anschließend wird ein Überblick über das Modellierungsverfahren gegeben. An die Beschreibung der empirischen Untersuchungen, die die Grundlage für die Simulation darstellen und die schon vor Projektbeginn durchgeführt wurden (Endres-Niggemeyer 1992), schließt die Darstellung des Übergangs vom theoretischen Modell zur Computersimulation an. Abschließend wird das Verhältnis von Empirie und Präsentation kurz diskutiert.

2 Motivation: Warum ein Simulationssystem?

Komplexe Vorgänge sind häufig schwer zu verstehen und noch schwerer zu vermitteln. Dies gilt um so mehr, wenn es sich dabei um Prozesse handelt, die der sinnlichen Erfahrung nicht direkt zugänglich sind. Ihre Nachbildung in einem Modell ist deshalb für ihr Verständnis von elementarer Bedeutung. Da auch kognitive Prozesse nicht direkt beobachtbar sind, verlangt ihre Erforschung ebenso nach einem adäquaten Modell wie etwa die Meteorologie nach einem geeigneten Klimasystem.

Professionelles Zusammenfassen, also das Schreiben von Abstracts oder das Indizieren von Dokumenten, ist ein hochgradig komplizierter mentaler Prozeß, der nur verstanden und vermittelt werden kann, wenn eine Darstellungsform gefunden wird, die einen angemessenen Zugang zu den Teilprozessen erlaubt. Eine kognitive Simulation, die auf Ergebnissen empirischer Untersuchungen aufbaut, ermöglicht die Durchdringung des Untersuchungsgegenstandes. Bisher haben kaum empirische Untersuchungen über das professionelle Zusammenfassen stattgefunden (z. B. Hovi 1989), Simulationsmodelle existieren praktisch überhaupt nicht. Lediglich das SUSY-System (Fum/Guida/Tasso 1982, 1984 und 1985) bildet hier eine gewisse Ausnahme.

Wenn die empirisch basierte Simulation auch noch mit einem ansprechenden und übersichtlichen Oberflächendesign verbunden wird, dann wird der komplexe Prozeß nicht nur besser zugänglich und verständlich, er läßt sich zudem in der Lehre oder als Grundlage wissenschaftlicher Diskurse einfacher vermitteln. Ist der Gegenstand der Diskussion leichter zugänglich, dann kann schneller zu den Kernpunkten vorgedrungen werden.

Kognitive Simulation ist jedoch ein seltenes und aufwendiges Verfahren der wissenschaftlichen Datenpräsentation. Sie erfordert einen langen Weg der Datenbeschaffung, Auswertung, Modellierung, Programmierung und des Oberflächendesigns, um auch nur einen winzigen Ausschnitt des kognitiven Prozesses an realen Beispielen als Computeranimation konkret sichtbar machen zu können. Mit der Entwicklung des SimSum-Systems wurde dieser Weg beschritten. In ihm spielen

in 20 exemplarisch ausgewählten Arbeitsschritten kognitive Agenten auf dem Bildschirm vor, was beim Zusammenfassen im Kopf vorgeht.

3 Verfahren der Modellentwicklung

3.1 Überblick über den Modellierungsprozeß nach *KADS*

Die Entwicklung einer Computersimulation erfordert ebenso wie die Erstellung eines Expertensystems die Befolgung von Grundregeln, um eine adäquate Abbildung der Realität in ein Computersystem zu gewährleisten. Mit *KADS* (Wielinga/Schreiber/Breuker 1991) liegt ein geeignetes und erprobtes Verfahren vor, das den Modellierungsprozeß leitet.

KADS unterscheidet drei Phasen der Modellentwicklung. Zunächst wird die Realität untersucht und auf ein konzeptuelles Modell abgebildet. Im zweiten Schritt wird dieses Modell dann mit computationalen Begriffen neu beschrieben und so in das sogenannte Designmodell überführt, welches dann als Grundlage der Implementierung des Softwareproduktes herangezogen wird.

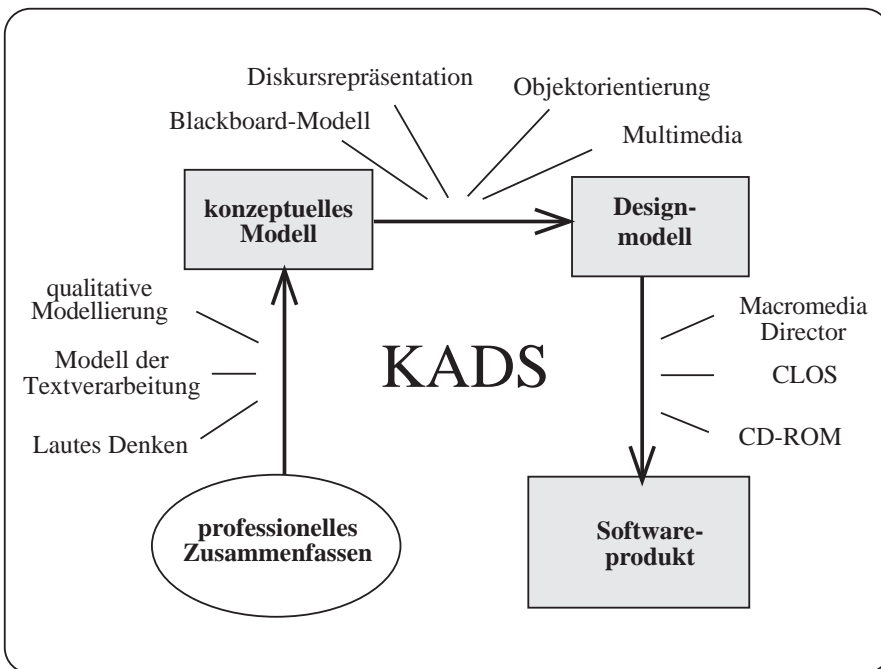


Abb. 1: Modellentwicklung nach KADS für SimSum

Das konzeptuelle Modell, das die Grundlage des SimSum-Systems bildet, wurde von Endres-Niggemeyer unter Anwendung empirischer Methoden entwickelt. Die Datenerhebung geschah anhand von Protokollen des lauten Denkens, ihre Auswertung stützte sich auf das Textverarbeitungsmodell von Kintsch und van Dijk (1983), entsprechend den Regeln der qualitativen Modellierung ist das Modell des

professionellen Zusammenfassens entstanden (Endres-Niggemeyer 1992). Die Grundidee des Modells ist dabei, daß professionelles Zusammenfassen mit der Interaktion vieler verschiedener kognitiver Strategien erklärt werden kann. Diese Strategien, die vom einfachen Einlesen von Zeichenketten bis zum anspruchsvollen Planen der nächsten Arbeitsschritte gehen, können hierarchisch geordnet und kategorisiert werden. Die Ergebnisse der Strategien werden in kognitiven Schemata gespeichert (Rumelhart 1984; Thorndyke/Hayes-Roth 1979); dies erklärt, wie der Experte im Laufe seiner Arbeit am Dokument Wissen über diesen Text aufbauen kann.

Der Übergang vom konzeptuellen Modell zum Designmodell erfordert Entscheidungen, um eine geeignete Implementierung vorzubereiten; das Modell selbst ist jedoch unabhängig von einer bestimmten Entwicklungsplattform oder einer Programmiersprache. Für SimSum wird an dieser Stelle eine Blackboardarchitektur als Systemarchitektur gewählt (Carver/Lesser 1994; Engelmores/Morgan 1988), in der die Strategien über dedizierte Blackboards miteinander kommunizieren und auf denen das Wissen im Laufe der Zeit angesammelt wird. Wie diese Blackboards realisiert werden, ist jedoch noch nicht Bestandteil dieser Modellierungsphase. Auch die Form der Textrepräsentation wird für das Designmodell festgelegt: Propositionen werden als mehrstellige Prädikate repräsentiert, die durch RST-artige Relationen (Mann/Thompson 1987) miteinander verbunden sein können. Diese Relationen werden allerdings erst bei Bedarf im Laufe der Textverarbeitung aufgebaut.

Die Entscheidungen für Objektorientierung und für eine multimediale Präsentation fallen ebenfalls auf dem Weg zum Designmodell. Das Softwareprodukt ist dann vor allem noch abhängig von den verwendeten Hard- und Software-Ressourcen.

3.2 Die empirischen Methoden

3.2.1 Verlauf der empirischen Modellierung

Das konzeptuelle Modell für SimSum basiert auf der empirischen Untersuchung des professionellen Zusammenfassens, die von Endres-Niggemeyer (1992) durchgeführt wurde. Sie gliedert sich im konkreten Fall grob in sieben Phasen:

Zunächst wird in der Konzeptionsphase das Kernproblem identifiziert, also die Frage nach den kognitiven Vorgängen, die professionelles Zusammenfassen auszeichnen und ermöglichen. Mit der Auswahl angemessener Methoden erfolgt auch die Konfiguration eines Leitmodells für die Interpretation der empirisch gewonnenen Daten. Und schließlich müssen die gewählten Methoden, hier also die Gewinnung und Interpretation von Protokollen des lauten Denkens, eingeübt werden, damit eine sichere und brauchbare Datenbasis gewonnen werden kann.

Der zweite Schritt ist ein Selbstversuch. Hierbei wird die Datenakquisition getestet, ebenso die entwickelten Methoden der Dateninterpretation. Schließlich wird das Profil der Gruppe festgelegt, aus der die Versuchspersonen für die Hauptunter-

suchung gewählt werden. Da das professionelle Zusammenfassen untersucht werden soll, muß die Datenerhebung für die Untersuchung bei Personen durchgeführt werden, die beruflich zusammenfassen und auf ihrem Gebiet als Experten gelten.

Außerdem wird zeitgleich im dritten Schritt ein *Pretest* an einem einzelnen Experten durchgeführt. Dies dient zur Überprüfung und Anpassung des Forschungsdesigns.

Im Anschluß an diese beiden parallel verlaufenden Phasen werden Fallstudien an sechs Experten durchgeführt und die zugehörigen individuellen konzeptuellen Modelle entwickelt. Die untersuchten Experten haben Abstracts zu je drei langen und drei kurzen Dokumenten geschrieben und drei Dokumente indexiert und klassifiziert. Die Analyse der Protokolle des lauten Denkens dient der Rekonstruktion von Arbeitsschritten (das sind kleine abgeschlossene Arbeitseinheiten, die oft durch kurze Pausen voneinander getrennt sind) und der Identifikation von einzelnen Strategien, die die Experten bei ihrer Arbeit verfolgen. Die Ergebnisse werden mit den Experten durchgesprochen und gegebenenfalls korrigiert. Als Ergebnis dieser Fallstudien werden die Strategien klassifiziert und in einen intellektuellen Werkzeugkasten eingeordnet.

In einer Parallelstudie werden drei Versuchspersonen untersucht, die jeweils einen kurzen Text (ca. zwei Seiten) zusammenfassen. Ansonsten wird verfahren wie bei der Entwicklung der individuellen Modelle.

Die Ergebnisse der Fallstudien werden in der 6. Phase zu einem Gesamtmodell integriert. Dabei werden die Strategien reorganisiert und endgültig klassifiziert, so daß alle sechs Einzelmodelle damit erfaßt werden können. Außerdem werden geeignete Prozeßorganisationspläne ausgewählt, die dem professionellen Zusammenfassen gerecht werden. Solch ein Plan legt zum Beispiel fest, daß zunächst das Dokument gelesen und anschließend das Abstract geschrieben wird, oder daß das Abstract parallel zum Lesevorgang entsteht, oder welche Dokumentteile zur Indexierung herangezogen werden.

In der letzten Phase der empirischen Untersuchung werden die Ergebnisse interpretiert und trianguliert. Letzteres dient dazu, die Ergebnisse zusätzlich abzusichern.

Die empirische Untersuchung und die Entwicklung des konzeptuellen Modells ist nachzulesen in Endres-Niggemeyer (ersch.); exemplarisch wird das Forschungsvorgehen auch beschrieben in Endres-Niggemeyer/Maier/Sigel (1995).

3.2.2 Das Methodeninventar und seine Wirkung

In einem Modell wird niemals die gesamte Realität abgebildet, wohl aber die relevanten Gesichtspunkte, die für den jeweiligen Anspruch an das Modell von Bedeutung sind. Von Aspekten der Wirklichkeit, die aller Wahrscheinlichkeit nach nichts direkt mit dem Gegenstand zu tun haben, wird abstrahiert. Die Wahl der Methoden hat Einfluß auf die Ausschnitte der Realität, die modelliert werden. In das Modell

fließt nur ein, was mit Hilfe der gewählten Methoden direkt beobachtet oder aber begründet erschlossen werden kann. Dies hat auch Auswirkungen auf die Entwicklung des konzeptuellen Modells, das den Ausgangspunkt für das Simulationssystem bildet.

Die Datenerhebung für die empirische Untersuchung erfolgte durch Protokolle des lauten Denkens. Diese geben Aufschluß über bewußte kognitive Prozesse, unbewußte Vorgänge können sie nicht erfassen. Die beim professionellen Zusammenfassen wichtigen Prozesse Lesen, Formulieren und Relevanzbewertung lassen sich als bewußte kognitive Vorgänge deshalb mit ihrer Hilfe beobachten. Allerdings können die Versuchspersonen in den Protokollen die Prozesse im wesentlichen nur linear beschreiben, da Sprache linear ist. In Einzelfällen ist jedoch auch ein Hinweis auf Parallelität möglich. Aber Schlüsse auf die Parallelität einzelner Teilprozesse werden erst legitimiert durch den Vergleich verschiedener Protokolle, in der Analyse der Protokolle vor dem Hintergrund der beobachteten Prozesse (z. B. Auswertung der geschriebenen Abstracts) und in der Dateninterpretation unter Berücksichtigung des Textverarbeitungsmodells von Kintsch und van Dijk (1983).

Auch die Identifikation einzelner Strategien, die beim Zusammenfassen eine Rolle spielen, ist immer nur vor dem Hintergrund des Gesamtmodells möglich. Dies ergibt sich aus dem Wahrheitsbegriff der induktiven Modellbildung: Als gültig werden Aussagen angenommen, die gegenüber allen anderen Aussagen im System Bestand haben. Ergibt sich ein Widerspruch, so wird das Modell geändert oder die Aussage verworfen. Selbst wenn die Experten sich bemühen, ihr Vorgehen und ihre Überlegungen laut zu beschreiben, werden immer wieder einzelne Teilprozesse oder Strategien ausgelassen, weil zum einen Lesen und Denken häufig schneller geschieht als Sprechen und deshalb ein Teil gar nicht artikuliert werden kann, zum anderen fallen teilweise parallele Vorgänge der Linearität der Sprache zum Opfer. Im Laufe der Modellierung muß deshalb regelmäßig überprüft werden, welche Teilprozesse von schon identifizierten Strategien ausgeführt werden können und wo weitere Strategien angenommen werden müssen.

3.3 Das Designmodell und die Systemrealisierung

3.3.1 Blackboardarchitektur

Das konzeptuelle Modell, das Ergebnis der empirischen Untersuchungen ist, muß in ein Designmodell überführt werden, welches die Grundlage für die Systemimplementierung liefert. Hierzu gehört die Entscheidung für ein bestimmtes Architekturmodell, darüber, ob eine objekt- oder prozeßorientierte Sicht gewählt wird, die Aufbereitung der Daten für die maschinelle Verarbeitung, die Auswahl des Ausschnitts aus dem Modell, der im System realisiert werden soll und nicht zuletzt die Entscheidung darüber, mit welchen Mitteln die modellierten Prozesse beobachtbar gemacht werden sollen.

Das konzeptuelle Modell mit seinen vielen sehr spezifischen Strategien, die im Zusammenwirken die je aktuellen Aufgaben beim Zusammenfassen lösen, legt

eine Blackboardarchitektur nahe: Blackboards sind große Kommunikationsbereiche, in denen Daten gesammelt werden. Sie bieten den Strategien Raum, die eingehenden Daten gemäß dem ihnen eigenen Wissen zu be- und verarbeiten. Das Zusammenspiel der Strategien führt zu einem Ergebnis, das dann auf besonders hierfür strukturierten Blackboards gespeichert wird (den kognitiven Schemata des konzeptuellen Modells).

Entsprechend den einzelnen Teilprozessen, die beim Zusammenfassen eine Rolle spielen (Lesen, Zusammenfassen, Formulieren...) gibt es in SimSum einzelne Blackboards. Die Modularität des kognitiven Prozesses findet so Niederschlag in der Systemarchitektur.

3.3.2 Agenten

Inspiriert vom Pandämonium von Selfridge (1959), der die einzelnen Wahrnehmungsstrategien als „kreischende Dämonen“ beschreibt, die ihre Einzelbeiträge auf einem Blackboard zusammentragen, werden die Strategien des konzeptuellen Modells zu Agenten, die an den aufgabenspezifischen Blackboards aktiv sind. Jeder Klasse von Strategien entspricht einer Klasse von Agenten; und da SimSum objektorientiert realisiert wurde, findet sich diese Klassenstruktur auch in der Implementierung wieder.

Das endgültige Simulationssystem dient jedoch nicht nur der wissenschaftlichen Erkenntnis, indem es eine tiefere Durchdringung des Gegenstandes herbeiführt, es soll darüber hinaus auch die Vermittlung des erworbenen Wissens unterstützen (Endres-Niggemeyer/Neugebauer 1995). Die konzeptuellen Strategien im Designmodell finden ihr Pendant also nicht nur in den kognitiven Agenten, sondern auch deren Akteuren an der Oberfläche. Jeder Agentengruppe wird eine Tierart zugeordnet: Rezeptionsagenten sind Bienen, Leseagenten sind (Lese-)Würmer, die Relevanzpunkte werden von Marienkäfern vergeben, die Planungsagenten sind Ameisen, um nur einige der vorkommenden Gruppen zu nennen. In einer Computeranimation, die durch die Simulation gesteuert wird, führen diese Tiere vor, was beim Zusammenfassen im Kopf vorgeht.

Abbildung 2 zeigt zusammenfassend eine schematische Darstellung der Systemarchitektur, die dem SimSum-System zugrunde liegt.

3.3.3 Apple Events und Director

Eine Modellbildung nach *KADS* sieht als letzten Schritt den Übergang vom Designmodell zur Systemrealisierung vor (vgl. Abb. 1 auf Seite 239). Erst an dieser Stelle kommen die Entscheidungen für die Entwicklungsplattform, für eine konkrete Programmiersprache und für die genutzte Software zum Tragen. Das SimSum-System wurde auf einem Power Macintosh PC 8010/80 mit System 7.5 entwickelt, die Computersimulation ist in *Lisp (MCL 2.0)* programmiert, die Systemoberfläche ist in *Macromedia Director* realisiert worden. Die beiden Programme sind über sogenannte *Apple Events* miteinander verbunden, die eine Kommunika-

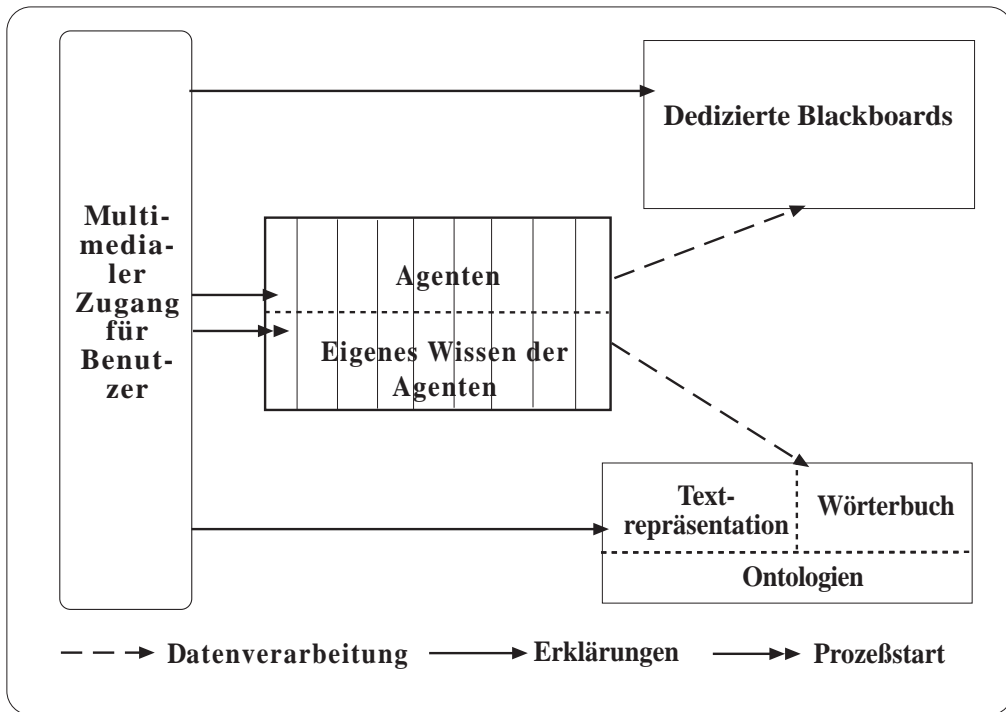


Abb. 2: Die Systemarchitektur von SimSum

tion der verschiedenen Programme miteinander erlauben und von System 7.5 unterstützt werden. Hierdurch ist gewährleistet, daß das Simulationsprogramm wirklich steuert, was an der Oberfläche zu sehen ist.

3.4 Ein Beispiel: Arbeitsschritt Goonatilake-66

Die empirische Untersuchung hat gezeigt, daß professionelles Zusammenfassen sich vor allem durch eine Vielzahl unterschiedlicher Lesestrategien, durch vielfältige und von ihrem kognitiven Aufwand her recht unterschiedliche Strategien der Relevanzbewertung und durch sehr sparsame und ökonomische Produktionsstrategien auszeichnet. Schon beim Lesen wird gefiltert, welche Teile für ein Abstract in Betracht kommen könnten. Die Relevanz des tatsächlich Gelesenen wird sofort bewertet, so daß nur die wirklich wichtigen Passagen in das Endprodukt einfließen. Bei der internen Repräsentation des Dokuments, die sich der Experte während des Zusammenfassens aufbaut, merkt er sich nur die wichtigen Teile, die restlichen Passagen bleiben allenfalls schemenhaft in seiner Erinnerung und können gegebenenfalls beim Verfassen des Abstracts noch helfen, denn häufig werden Textteile oder ganze Sätze aus dem Originaldokument übernommen.

Am Beispiel eines Arbeitsschrittes wird gezeigt, wie auf der Basis eines Protokolls des lauten Denkens – vor dem Hintergrund der anderen Protokolle und des zugrundeliegenden Textproduktionsmodells – die einzelnen Strategien abgeleitet werden

können. Diese Strategien werden dann im Designmodell zu kognitiven Agenten, die im SimSum-System als animierte Tiere beobachtet werden können.

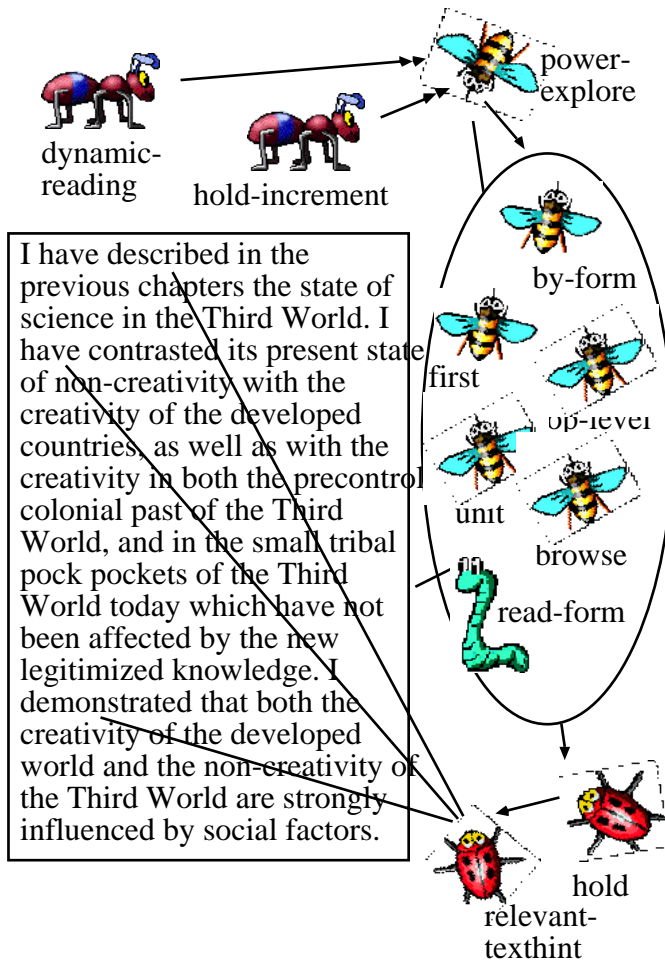


Abb. 3: Die Agenten in Goonatilake-66

Abbildung 4 zeigt den Auszug aus dem Protokoll des lauten Denkens, der zu dem Arbeitsschritt *Goonatilake-66* gehört. Außerdem sind die Oberflächenrealisierungen der kognitiven Agenten zu sehen, die den einzelnen Strategien entsprechen.

Goonatilake-66 ist der 66. Arbeitsschritt eines Zusammenfassungsverfahrens von ca. 150 Schritten, in dem der Experte Edward Cremmins eine Monographie von Susantha Goonatilake zusammenfaßt. Das Protokoll gibt zunächst nur Aufschluß darüber, welche Textpassage der Zusammenfasser gerade liest (*power-explore*).³

3 Die Strategie *power-explore* kommt nur vor, wenn professionelles, dynamisches Lesen festgestellt werden konnte, das sich z. B. durch gezieltes Springen im Dokument auszeichnet. Standardmäßiges Lesen wird von der einfacheren Strategie *explore* gesteuert.

Es handelt sich dabei um den ersten Abschnitt des 7. und letzten Kapitels des zusammenfassenden Buches. Die Stellung der Passage im Gesamtdokument erlaubt den Schluß, daß Edward Cremmins sich anhand der Dokumentstruktur für diesen Abschnitt entschieden hat (*by-form*) und daß er sich auf die höchste Ebene des Dokuments konzentriert (*top-level*), um Material für sein Abstract zu finden. Er liest am absoluten Anfang des Kapitels (*first*) einen ganzen Absatz (*unit*). Dies geschieht fortlaufend, ohne Einschränkungen (*browse*), dabei nimmt er nur textuelle Informationen auf, allerdings hierbei auch Hervorhebungen etc. (*read-form*).

Ein Blick ins Abstract, das Edward Cremmins am Ende des Prozesses schreibt, zeigt außerdem, daß er die hier gelesene Passage als wichtig bewertet und daß sie Eingang in das Endprodukt findet. Es muß deshalb angenommen werden, daß eine Relevanzbewertung stattgefunden hat, da nur wichtige Aussagen des Textes für die Abstractproduktion überhaupt zur Verfügung stehen. Eine einfache Relevanzstrategie, die im aktuellen Abschnitt ohne großen Aufwand die wichtigen Aussagen herausfiltert, ist *relevant-texthint*. Diese Strategie verläßt sich auf die Hinweise des Autors und verwendet ein Indikatorphrasen-Lexikon. Wann immer der Autor explizit auf seine Aussagen hinweist (z. B. "I have described..."), werden diese als potentiell wichtig angenommen. In Abb. 3 auf Seite 245 gehen von *relevant-texthint* drei Linien zu den drei Phrasen, die zu einer Relevanzbewertung durch diese Strategie führen. Der Kontrollagent *hold* überwacht die Relevanzbewertung und trägt das Ergebnis in das Dokumentblackboard ein.

Die Einbettung des Arbeitsschrittes in den gesamten Prozeß zeigt, daß der beobachtete Experte beim Lesen nicht linear vorgeht, sondern seine professionellen Lesefähigkeiten bewußt einsetzt. Er liest dynamisch (*dynamic-reading*), d. h. er orientiert sich an der Dokumentstruktur, überspringt ganze Teile des Dokuments, konzentriert sich auf die zusammenfassenden Teile und springt dafür mitunter im Text hin und her.

In Arbeitsschritt *Goonatilake-69* kann außerdem beobachtet werden, daß die in Schritt 66 vorgenommene Relevanzbewertung nur vorläufig war und vervollständigt wird (*hold-increment*), nachdem auch der zweite und dritte Absatz des 7. Kapitels gelesen wurden. Erst danach stellt Edward Cremmins nämlich fest, daß er auf die Zusammenfassung des gesamten Buches gestoßen ist.

Beim Übergang vom konzeptuellen zum Designmodell werden aus den Strategien Agenten, die an aufgabenspezifische Blackboards arbeiten. In *Goonatilake-66* sind dies die Planungs- und Kontrollagenten am Planungs- und Kontrollblackboard, die Rezeptionsagenten und ein Leseagent am Rezeptionsblackboard sowie Relevanzagenten am Relevanzblackboard. Außerdem gibt es in jedem Schritt das Dokumentblackboard, auf dem im Laufe des Arbeitsprozesses das Wissen über das zusammenfassende Dokument angesammelt wird.

Die Rezeptionsagenten (*top-level, by-form, unit, first, browse*) tragen ihre Leseinstellungen auf dem Rezeptionsboard zusammen und der Leseagent *read-form* zieht entsprechend diesem Lesewunsch die Daten vom externen Dokument auf das

Blackboard. *Power-explore* als Kontrollagent koordiniert die Aktivität der untergeordneten Agenten und startet anschließend die Relevanzbewertung auf dem Relevanzblackboard. Diese wird von *hold* als neuem Kontrollagenten gesteuert. Im konkreten Fall aktiviert er lediglich einen Relevanzagenten (*relevant-texthint*). Beide Kontrollagenten (*power-explore* und *hold*) übertragen das Ergebnis des von ihnen gesteuerten Vorgangs von ihrem spezifischen Board auf das Dokumentblackboard, auf dem das Wissen über das Dokument im Laufe des Arbeitsprozesses angesammelt wird.

Die Strategien, die der metakognitive Planung entsprechen (*dynamic-reading*, *hold-increment*), sind ebenfalls durch eine eigene Gruppe von Agenten repräsentiert, den Planungsagenten, die am Planungs- und Kontrollblackboard aktiv werden. Die Doppelpfeile in Abbildung 3 symbolisieren den Kontrollfluß zwischen den Agenten; die Planungs- und Kontrollagenten aktivieren *power-explore*, dieser ruft am Ende seiner Tätigkeit *hold* auf den Plan. Die einfachen Pfeile stehen für den Aufruf direkt untergeordneter Agenten, die am eigenen Blackboard arbeiten. In diesen Fällen behält der Hauptagent (*power-explore* bzw. *hold*) die Kontrolle.

Je nach Arbeitsschritt ist die Zahl der aktiven Agenten und der benutzten Blackboards unterschiedlich. Im *SimSum*-System sind 79 Agenten realisiert, die an 9 aufgabenspezifischen Blackboards ihre Arbeit tun.

4 Empirie und Präsentation

SimSum ist eins der wenigen vorliegenden empirisch fundierten kognitiven Simulationssysteme. Durch seine animierte, von Designern entwickelte Oberfläche, die die simulierten Prozesse anschaulich macht, hebt sich *SimSum* von diesen Systemen sowohl im Anspruch als auch in der Präsentation ab.

Dabei spielt das System nur eine kleine Anzahl der Arbeitsschritte vor, die in der empirischen Untersuchung analysiert wurden. Von den rund 1000 beobachteten Arbeitsschritten finden sich in *SimSum* nur 20 exemplarisch ausgewählte; in ihnen sind lediglich 79 der insgesamt 552 von Endres-Niggemeyer (1992) identifizierten Strategien zu sehen. Diese Einschränkungen sind bedingt durch Projektlaufzeit und Entwicklungsaufwand. Andere Vereinfachungen gegenüber dem konzeptuellen Modell resultieren aus den Restriktionen, die die Entwicklungsplattform liefert und aus dem Vorhaben, eine verständliche und nachvollziehbare Präsentationsform zu finden. Die Parallelität der kognitiven Prozesse wurde zum Beispiel wegen der Beschränkung auf einen Prozessor und wegen der besseren Darstellbarkeit zugunsten einer linearen Präsentation (und damit auch Simulation) aufgegeben. Meistens war diese Linearisierung einfach durchzuführen; in Fällen, die aufgrund der Datenbasis mehrere Deutungen zuließen, wurde eine eindeutige Erklärung gewählt, um die Verständlichkeit für die Systembenutzer zu erhöhen. Dasselbe gilt für Fälle, in denen für einen beobachteten Vorgang verschiedene Erklärungen im Modell möglich sind. Allerdings werden die Benutzer auf die vorgenommenen Vereinfachun-

gen hingewiesen, damit ihnen die Diskrepanz zwischen empirischem Modell und Simulation bewußt bleibt.

Trotz dieser Einschränkungen hat eine kognitive Simulation, die auf empirischen Untersuchungen basiert, ihre Rechtfertigung. Zum einen liegt ein fundiertes Modell für die Systementwicklung vor, was bei einzelnen Fragen der Realisierung immer wieder positiv zum Tragen kommt, zum anderen bestätigt sich auch hier wieder, daß eine Computersimulation das konzeptuelle Modell verbessert, weil die Entwicklung eines lauffähigen Computersystems zur Schließung eventueller Lücken im Modell zwingt.

Die Entwicklung des *SimSum*-Systems hat aber auch gezeigt, daß es ein weiter und mühsamer Weg ist von der Empirie bis zur animierten Darstellung auf dem Rechner. Der Prozeß verlangt neben dem „normalen“ Aufwand für empirische Untersuchungen, Modellbildung und Systementwicklung die Bereitschaft, interdisziplinär zu denken und zu arbeiten und unkonventionelle Wege zu gehen. Der Weg wird dadurch spannend und abwechslungsreich und ist auf alle Fälle ein lohnender Aufwand, der den Horizont der beteiligten Personen erweitert und zur Erstellung eines Systems führt, der wissenschaftlichen, designerischen und – soweit dies ohne die Mitarbeit von Spezialisten auf dem Gebiet der Didaktik möglich ist – auch didaktischen Anforderungen gerecht wird.

Literatur

- Carver, N./ Lesser, V. (1994): Evolution of blackboard control architectures. In: Expert systems with applications 7, 1-30
- Endres-Niggemeyer, Brigitte (1992): Abstrahieren, Indexieren und Klassieren. Ein empirisches Prozeßmodell der Dokumentrepräsentation. Habilitationsschrift, Universität Konstanz
- Endres-Niggemeyer, Brigitte/ Maier, Elisabeth/ Sigel, Alexander (1995): How to implement a naturalistic model of abstracting: Four core working steps of an expert abstractor. In: Information Processing & Management 5 (31), 631-674
- Endres-Niggemeyer, Brigitte/ Neugebauer, Elisabeth (1995): Eine Hypertextsimulation des professionellen Zusammenfassens oder Was vermittelbar ist, bestimmt das Medium. In: Bürsner, Simone/ Förtsch, Christiane (Hrsg): Beiträge zum 6. Workshop „Hypertext und Künstliche Intelligenz“ [FORWISS Report FR-1995-002], 9-11
- Endres-Niggemeyer, Brigitte (ersch.): Summarizing text. Heidelberg: Springer
- Engelmore, Robert/ Morgan, Tony (eds.) (1988): Blackboard systems. Wokingham: Addison Wesley
- Fum, Danilo/ Guida, Giovanni/ Tasso, Carlo (1982): Forward and backward reasoning in automatic abstracting. In: COLING. Proceedings of the 9th International Conference on Computational Linguistics. Prague, 83-88
- Fum, Danilo/ Guida, Giovanni/ Tasso, Carlo (1984): A propositional language for text representation. In: Bara, Bruno G./ Guida, Giovanni (eds): Computational models of natural language processing. Amsterdam: North-Holland, 121-150
- Fum, Danilo/ Guida, Giovanni/ Tasso, Carlo (1985): Evaluating importance: A step towards text summarisation. In: IJCAI. Proceedings of the 9th International Joint Conference on Artificial Intelligence. Los Altos CA: Kaufmann, 840-844

-
- Hovi, I. (1989): The cognitive structure of classification work. In: Koskiala, Sinikka/ Lauvno, Ritva (eds.): Information – Knowledge – Evolution. Proceedings of the 44th FID congress. Amsterdam: North-Holland, 121 -132
- Kintsch, Walter/ van Dijk, Teun A. (1983): Strategies of discourse and comprehension. Orlando FLA: Academic Press
- Mann, William C./ Thompson, Sandra A. (1987): Rhetorical structure theory: A theory of text organization. In: Polany, L. (ed): The structure of discourse. Norwood NJ: Ablex
- Rumelhart, David E. (1984): Schema and the cognitive system. In: Wyer, Robert S./ Srull, Thomas K. (eds): Handbook of social cognition. Bd. 1. Hillsdale NJ: Erlbaum, 161-189
- Selfridge, Oliver G. (1959): Pandaemonium: A paradigm for learning. In: Symposium on the mechanisation of thought processes. London: HMSO
- Thorndyke, P. W./ Hayes-Roth, Barbara (1979): The use of schemata in the acquisition and transfer of knowledge. In: Cognitive Psychology (11), 82-106
- Wielinga, Bob J./ Schreiber, A. T./ Breuker, J. A. (1991): KADS. A modelling approach to knowledge engineering. Amsterdam: University of Amsterdam; KADS-II/T1.1/PP/UvA/-008/1.0