

## ERFAHRUNGEN MIT COMPUTERGESTÜTZTEN ENTSCHEIDUNGSHILFEN

*Raum, Harald (Dresden)*

Die Multiattributive Nutzenstheorie (MAUT) reflektiert mögliche Regeln der attributeübergreifenden Bewertung von Alternativen in Entscheidungssituationen. Die Addition von (subjektiv bewerteten) Attributgewichten und Alternativeneimination bei Unter/Überschreiten von (subjektiv festgelegten) Attributausprägungsgrenzwerten sind wahrscheinlich die nützlichsten, wie schon Svenson und Montgomery 1972 feststellten. Sie können miteinander leicht zu einer hierarchischen Strategie verknüpft werden: Erst die Alternativen eliminieren, die in irgendeinem Attribut außerhalb der Akzeptanzschranken liegen, und dann nach der Alternative mit der maximalen Gewichtssumme suchen ("ADDELI"-Regel). Nach diesem Prinzip wurde eine computergestützte Entscheidungshilfe entwickelt und in typischen Situationen erprobt.

Einzelpersonen und Personengruppen (Triaden) hatten fiktive Kaufentscheidungen zu treffen: Eine Maschine sollte zur Komplettierung einer mechanischen Werkstatt "gekauft" werden. Sie arbeiteten mit und ohne Entscheidungshilfe, mit und ohne einen Moderator. Die Gruppen waren zu einstimmigen (Konsens-) oder mehrheitlichen (Kompromiß-) Entscheidungen verpflichtet.

Im Vergleich benötigten alle Personen und Personengruppen mit der Entscheidungshilfe mehr Zeit. Es kann aber von den Einzelpersonen angenommen und für die Teamentscheidungen durch Gesprächsanalyse nachgewiesen werden, daß unter Verwendung der Hilfe das Für und Wider der einzelnen Alternativen intensiver, fairer und vernunftbetonter abgewogen wird. Auch führt die Hilfe zu einer Verringerung der Unterschiede zwischen den (unabhängig getroffenen) Entscheidungen, d.h. zu höherer Resultatskonformität. Ein Moderator erzielt ähnliche Erfolge, kann seine Effektivität aber erheblich verbessern, wenn er die Entscheidungshilfe zusätzlich als Moderationshilfsmittel einsetzt. Die Akzeptanz der Hilfsprozedur seitens der betroffenen Personen und Personengruppen war ambivalent. Es war nicht zu klären, ob sich dahinter eine generelle Ablehnung von Eingriffen in Entscheidungshandlungen verbirgt oder ob die Qualität der Hilfen (Softwareergonomie, Moderationsverhalten) verbesserungsbedürftig ist.

## DIE EMPIRISCHE MESSUNG VON KOMPLEXITÄT: EINE AUTOMATISCHE METHODE ZUR QUANTIFIZIERUNG VON KOGNITIVER UND HANDLUNGSBEZOGENER KOMPLEXITÄT

*Rauterberg, Matthias (Zürich)*

Ziel dieses Forschungsansatzes ist es, die Modellierung kognitiver Prozesse zu unterstützen. Normalerweise findet ein top-down Entwurf des zu entwerfenden Modells auf der Grundlage unterschiedlicher Formalismen aus dem Bereich kognitive Psychologie/"Künstliche Intelligenz" statt. Anschließend besteht die Möglichkeit der Modellvalidierung durch einen Abgleich der aus dem Modell vorhergesagten Verhaltenssequenzen mit

empirisch vorfindbaren Verhaltenssequenzen. Dieses Vorgehen ist bei nicht-trivialen Verhaltenskontexten oft recht aufwendig. Um diesen Aufwand zu minimieren, empfiehlt sich ein automatisches Vorgehen. Erst durch eine automatische Auswertung können genügend Verhaltenssequenzen ausgewertet werden, um die gewonnenen Kenngrößen einer statistischen Analyse zu unterziehen.

Für eine automatische Modellierung ist es zunächst günstig, den umgekehrten Weg, also bottom-up, vorzugehen. Um eine beobachtete Verhaltenssequenz automatisch so auszuwerten, daß die in die Verhaltenssequenz eingebetteten Strukturen herausgearbeitet werden können, wird ein automatisch auswertbares Protokoll der Verhaltenssequenz benötigt. Im Verhaltenskontext der Mensch-Computer-Interaktion lassen sich recht leicht die Verhaltenssequenzen der Interaktionen mit einem extra dafür eingerichteten Programm vollständig aufzeichnen ("logfile recording").

Für eine bestimmte Menge von interaktiven Programmen läßt sich der "Verhaltensraum" aller möglichen Benutzeraktionen durch eine Beschreibung dieser Aktionen in einer Zustandsübergangsmatrix komplett angeben. Die einzelnen Dialogzustände werden als "Knoten" und die einzelnen Benutzeraktionen als "Kanten" in einem Netz dargestellt. Die komplette Beschreibung aller möglichen Aktionen legen somit den Verhaltensraum des Benutzers fest. Die Lösung einer bestimmten Aufgabe ergibt sich dann als ein Ausschnitt aus diesem Gesamtnetz. Der besondere Vorteil dieses Ansatzes besteht darin, daß alle Aktionen, die ausschließlich zur Dialogsteuerung dienen, sich vollständig von denjenigen Aktionen trennen lassen, die für die Bearbeitung des Anwendungsobjektes (z.B. Textdokument, Datei, etc.) vorgesehen sind. So kann z.B. die Eingabe des Buchstaben "d" als reine Dialogaktion "Drucken" oder "Delete" bedeuten, im Anwendungskontext jedoch nur ein Bestandteil des Wortes "...beeindruckend..." sein.

In unserem Forschungsansatz verwenden wir die Handhabung eines Datenbankprogrammes als "Verhaltensraum". Die komplette Zustandsübergangsmatrix besteht aus 144 unterschiedlichen Dialogzuständen und 358 verschiedenen Zustandsübergängen. In einer experimentellen Untersuchung wurden sechs Anfänger und sechs Experten gebeten, vier verschiedene Aufgaben vollständig zu bearbeiten. Die 48 erhaltenen Verhaltenssequenzen wurden automatisch mit einem speziell entwickelten Auswertungsprogramm analysiert. Die folgenden Kenngrößen konnten gewonnen werden: 1a. die Anzahl aller aufgesuchten Dialogzustände und 1b. nur die Anzahl der eindeutig unterschiedlichen Dialogzustände; 2a. die Anzahl aller getätigten Zustandsübergänge und 2b. nur die Anzahl der eindeutig verschiedenen Zustandsübergänge. Mit Hilfe dieser Kenngrößen lassen sich verschiedene Komplexitätsmaße (Stevens et al., 1974; McCabe, 1976; Kornwachs, 1987) berechnen und einer statistischen Analyse zugänglich machen.

Um nun die Komplexität des kognitiven Performanzmodells für die vier verschiedenen Aufgaben gemittelt über die beiden unterschiedlichen Benutzerklassen berechnen zu können, gehen wir von folgender Modellannahme aus:  $KK + VK = \text{const}$  [mit  $KK$  als kognitive Komplexität;  $VK$  als Verhaltenskomplexität, gegeben über die aufgezeichneten Verhaltenssequenzen;  $\text{const} = SK + AK$ , mit  $SK$  als Systemkomplexität, gegeben über die komplette Zustandsübergangsmatrix, und  $AK$  als Aufgabenkomplexität, gegeben über die minimale  $VK$  pro Aufgabe]. Aufgrund der statistischen Analysen hat sich das Komplexi-

tätsmaß von McCabe als besonders brauchbar herausgestellt. Zusätzlich lassen sich die beobachteten Verhaltenssequenzen als Petri-Netze darstellen und somit einer weiteren Modellierung mit einem Petri-Netz-Simulator zugänglich machen.

- Kornwachs, K. (1987). A quantitative measure for the complexity of man-machine interaction process. In H.-J. Bullinger & B. Shackel (Eds.), "Human-Computer-Interaction INTERACT'87" (pp. 109-116). North-Holland: Elsevier Science.
- McCabe, T. (1976). A complexity measure. IEEE Transactions on Software Engineering, SE-2, 6, 308-320.
- Stevens, W.P., Myers, G.J. & Constantine, L.L. (1974). Structured design. IBM System Journal, 13(2), 115-139.

## STIMMUNGSKONGRUENZ UND IMPLIZITES GEDÄCHTNIS

*Reber, Rolf & Perrig, Walter J. (Bern)*

Im letzten Jahrzehnt konnte klar die Unterscheidung zwischen zwei Formen von Gedächtnis aufgezeigt werden: Einerseits ein explizites (episodisches), an spezifische persönliche Inhalte verknüpftes, andererseits ein implizites Gedächtnis, das nicht zu bewußtem Erinnern führt, sondern zu einer verbesserten Leistung in nachfolgenden Aufgaben. Die Leistung im expliziten Gedächtnis ist abhängig von konzeptuellen Merkmalen des Versuchsmaterials und der Verarbeitung, während die Leistung bei impliziten Gedächtnisaufgaben dann am besten ausfällt, wenn die perzeptuellen Charakteristika der Stimuli zwischen Lern- und Testdurchgang möglichst ähnlich sind (vgl. Perrig, 1990).

In einem ersten Experiment untersuchten wir, ob die Emotionalität des Wortmaterials einen Einfluß auf das implizite Gedächtnis hat. Hierzu wurden positive, neutrale und negative Wörter einzeln auf einem Bildschirm präsentiert (inzidentelle Lernaufgabe); im Testdurchgang mußten die Vpn dieselben Wörter sowie gleichviele neue Items in einem Wahrnehmungstest identifizieren (vgl. Probst & Perrig, 1988). Abhängige Variable war die Zeit bis zur Identifikation. Alte Items sollten schneller identifiziert werden als neue (Wiederholungseffekt), und der Wiederholungseffekt dürfte nicht von der Emotionalität beeinflußt werden. Die Erwartungen wurden bestätigt, allerdings wurden positive Wörter - alte und neue Items - wesentlich schneller verarbeitet als neutrale und negative.

In einem zweiten Experiment untersuchten wir die Stimmungskongruenz. Nach dem Lerndurchgang - in dem eine Darbietung positiver, neutraler und negativer Wörter erfolgte (inzidentelle Aufgabe) - wurde über Erfolg oder Mißerfolg eine positive bzw. negative Stimmung induziert. Die Hälfte der Vpn erhielt eine Wortvervollständigungs-aufgabe (implizites Gedächtnis), die andere Hälfte mußte die Wörter frei erinnern. Das implizite Gedächtnis sollte durch die Stimmung der Vpn und die Emotionalität des Wortmaterials nicht beeinflußt werden, während das freie Erinnern das typische Muster stimmungskongruenten Abrufs zeigen sollte. Es konnte aufgezeigt werden, daß der Wiederholungseffekt (Wahrscheinlichkeit, daß das Zielwort ausgefüllt wird, ist bei alten Wörtern größer als bei neuen) nur unter stimmungskongruenten Bedingungen auftritt, d.h. nur bei negativen Wörtern in der Mißerfolgsgruppe, nur bei positiven Wörtern in der Erfolgsgruppe. Die Hypothesen bezüglich des freien Erinnerns konnten nur mangelhaft bestätigt werden.