

GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG ZUR SELBSTERKLÄRUNGS- FÄHIGKEIT EINES DIALOGSYSTEMS

J. Kaster und H. Widdel, Wachtberg-Werthhoven

Zusammenfassung: Die Entwicklung einer Dialogschnittstelle zu einem Bildeditor für ein flexibles grafisches Darstellungssystem wird beschrieben. Sie basiert auf Überlegungen zum Gestaltungsprozeß eines Dialogsystems unter Einbeziehung von Experimenten sowie zur kognitiven bildlichen Repräsentation beim Benutzer. Die Transparenz der Dialogstruktur wird als Gestaltungsziel in den Vordergrund gestellt.

1 Einführung

Die Entwicklung eines Dialogsystems stellt sich als Designproblem dar, für dessen Bewältigung die Techniken eines Problemlösungsprozesses angewendet werden [13]. Problemsituationen können hinsichtlich zweier unterschiedlicher Eigenschaften betrachtet werden [11]. Eine zeichnet sich durch präzise Definierbarkeit aus, mit exakt spezifizierten Ausgangsbedingungen, Operationen und Zielen. Dem anderen Eigenschaftscluster fehlen diese Merkmale. Ein Designproblem und die Dialoggestaltung repräsentieren Mischformen der beschriebenen Problemsituationen. Innerhalb desselben Problems justiert die subjektive Sichtweite das Schwergewicht auf eine der beiden Eigenschaftsmuster. Dominieren zunächst unklare Vorstellungen und kaum operationalisierbare Entwicklungsprozeduren, dann stehen intuitive Lösungsversuche im Vordergrund, die aus der Erfahrung im Umgang mit derartigen Problemen erwachsen. Sind dagegen klare und objektivierbare Kriterien in einer Gestaltungssituation zu extrahieren, dann können sie einer wissenschaftlichen Analyse und experimentellen Untersuchungen zugänglich werden.

Experimentelle Untersuchungen können zur Bewertung von Dialogen auf verschiedenen Entwicklungsstufen angesetzt werden. Ihre Ergebnisse bereiten Entscheidungen über weitere Gestaltungsschritte vor oder bewerten zurückliegende Entwicklungs-

phasen. Insofern repräsentieren sie wichtige Erkenntnisbereiche im Wechselwirkungsprozeß von "top-down" und "bottom-up"-Prozeduren. Eine experimentelle Studie setzt die Objektivierbarkeit und Quantifizierbarkeit von Merkmalen eines Dialogs voraus, um ihre methodische Verarbeitung und systematische Variation zu realisieren. Die Relevanz zu untersuchender Variablen ergibt sich aus Fragestellungen im Gestaltungsverlauf und ihrer Zugänglichkeit für Operationalisierungen.

Das hier entwickelte Dialogsystem hebt die Transparenz als objektivierbare Variable in den Vordergrund. Ihre Ableitung aus übergeordneten Zielsetzungen wird im folgenden Abschnitt skizziert. Die notwendigen Operationalisierungsbemühungen, die in eine grafische Präsentation der Dialogstruktur münden, erfahren anschließend eine theoretische Erörterung. Die Beschreibung des aktuellen Entwicklungsstandes des Dialogsystems erfolgt am Ende der Arbeit.

2 Gestaltungsziele

Die Gestaltung eines Dialogsystems hat sich mit der angemessenen Gewichtung konkurrierender Gestaltungsziele auseinanderzusetzen. Sie gewinnen ihre spezifische Bedeutung aus den Interessen und den Perspektiven heterogener Personenkreise, die an der Produktion, dem Vertrieb und Einsatz und an seiner Verwendung beteiligt sind. Die resultierenden unterschiedlichen Bewertungen müssen vom Systemdesigner analysiert und zu einem realisierbaren Konzept integriert werden. Gestaltungsziele sind beispielsweise Flexibilität, Zuverlässigkeit, Marketingstrategie, Benutzerfreundlichkeit etc. Erweisen sich verschiedene Ziele als inkompatibel, ergibt sich die Notwendigkeit, einem Entwurfsziel Priorität zuzumessen. Im Rahmen ergonomischer Fragestellungen konzentriert sich das dominante Gestaltungsziel auf die Benutzerseite. Dabei kommt neben der Maschinen- und Schnittstellengestaltung der Software-Entwicklung eine übergeordnete Bedeutung zu.

Die Fokussierung der Gestaltungsbemühungen auf die Benutzerbedürfnisse, an die ein Software-System anzupassen ist, führt zu dem Gestaltungsziel der Benutzerfreundlichkeit. Die Dimension

'Benutzerfreundlichkeit' bezeichnet eine Eigenschaft von hohem Allgemeinheitsgrad, die zur interindividuellen Verständigung auf verschiedenen Ebenen operationalisiert werden muß. Dies gelingt über Befragungen von Benutzern von Dialogsystemen, die z.B. in [3] durchgeführt wurden. Es konnte eine Reihe von Eigenschaften extrahiert werden, die Benutzerfreundlichkeit determinieren. Die wichtigsten sind: Selbsterklärungsfähigkeit, Dialogflexibilität, einfache Handhabbarkeit, leichte Erlernbarkeit und hohe Fehler-toleranz. Die bedeutsamste Eigenschaftskategorie wird durch die 'Selbsterklärungsfähigkeit' eines Systems repräsentiert; sie ist wiederum in Unterkategorien zu gliedern, die bereits die Konkretheit von Handlungsanweisungen besitzen, wie z.B.

- dem Benutzer Dialogaufbau und -verlauf transparent machen,
- dem Benutzer Auskunft über den Systemzustand ermöglichen,
- dem Benutzer Fragen und Anforderungen des Systems erläutern können.

Eine weitere Präzisierung dieser Variablen wird erforderlich, wenn sie im Verlauf von experimentellen Untersuchungen näher analysiert werden sollen. Der Operationalisierungsgrad der Variablen erreicht dann eine Stufe, auf der die technischen Gestaltungsmaßnahmen bzw. die experimentellen Manipulationen exakt angebar sind. Gleichzeitig erfährt der Kontextumfang eine Einschränkung, da experimentelle Untersuchungen auf systematischen Variationen von Variablen aufbauen, die oberhalb einer bestimmten Menge nicht mehr handhabbar und interpretierbar sind. Ergebnisse eines Experiments lassen daher Generalisierungen nur für wenige ausgewählte Dimensionen zu unter Vernachlässigung anderer [6]. Ein Einblick in den Stellenwert von kontrollierten Experimenten zur Bewertung interaktiver Rechnersysteme wird in [12] gegeben.

3 Kognitive Repräsentation der Dialogstruktur

Die vorliegende Arbeit beleuchtet schwerpunktmäßig die Transparenz von Dialogaufbau und -verlauf als spezifizierte Variable aus dem Selbsterklärungsfähigkeits-cluster. Sie wird

im Entwicklungsprozeß des Dialogsystems betrachtet, das auch weitere Entwurfsaspekte, wie Menügestaltung, Frage-Antwort-Techniken und Struktur von Kommandos und Argumenten [1] beinhaltet. Die Transparenz wird als permanente Präsenz der Dialogstruktur verstanden. Eine grafische Darstellung der Dialogstruktur, die vom System selbständig dauerhaft auf einem Farbmonitor angeboten wird, soll dem Benutzer Arbeitswegvarianten und seine aktuelle Position im Dialog anzeigen. Bisher übliche Aspekte der Transparenz sind als alphanumerisch ausgelegte Menüdarbietungen realisiert. Dabei bieten die Alternativkommandos lediglich einen Ausschnitt der Dialoggesamtheit an. Eine grafische Präsentation der Dialogstruktur kann dagegen parallel mehr Information übermitteln.

Carroll et al. [2] zeigten in einem Experiment, in dem ein räumlich und ein zeitlich orientiertes Designproblem mit identischer logischer Struktur zu lösen waren, die Überlegenheit der räumlichen Präsentation gegenüber der sukzessiven. In beiden Fällen wird der Designprozeß durch eine grafische Problemdarstellung begünstigt. Thomas und Carroll [14] bezeichnen die bildliche kognitive Repräsentation der Designinformationen als 'metaphor', an die das Format einer grafischen Präsentation zur Problemlösungshilfe anzupassen ist.

Die angestrebte Form der grafischen Darbietung als Unterstützung oder Führungshilfe für den Dialogbenutzer muß sich an den Benutzereigenschaften orientieren. Diese beziehen sich vornehmlich auf mentale Prozesse. Der Versuch einer Assimilation des Benutzerinterfaces eines Systems und der aktuellen Vorstellung des Benutzers vom Dialog steht nach [7] im Vordergrund der Designbemühungen. Von mentalen Modellen eines Benutzers spricht Norman [10] und integriert sie in vier Standorte der Betrachtungsweisen. Er separiert (1) ein reales System, (2) dessen konzeptuelles Modell, (3) das mentale Modell des Benutzers vom System und (4) die Konzeptualisierung des Wissenschaftlers oder Designers von diesem mentalen Modell. Das mentale oder Denkmodell des Benutzers muß funktional sein [9], d.h. es darf sich nur auf die Dialogstruktur, nicht aber auf die Realisierung der Vorgänge im Rechner beziehen. Es beinhaltet den strukturellen Aufbau des

Dialogs, Bewegungsalternativen und den aktuellen Standort des Benutzers im Dialog.

Es kann vermutet werden, daß dem mentalen Modell eine 'cognitive map' über den Verlauf der Arbeitswegvarianten des Dialogs zugrundeliegt, wie sie in anderem Problemkontext in [5] beschrieben wird. Der Begriff der 'cognitive map' geht auf Tolman [15] zurück, der den Aufbau von Orientierungsplänen postuliert, deren Strukturierung von Erwartungen und Zeichenkonfigurationen geprägt wird. Er entfernt sich mit dieser Interpretation unter gestalttheoretischem Einfluß vom reinen Assoziationslernen. Das Paradigma assoziativen Lernens bedeutet für die Software-Entwicklung eine Verknüpfung von Menüalternativen mit der folgenden Dialogeinheit. Es schränkt dabei das Umfeldwissen bzw. die Umfeldrepräsentation der Dialogstruktur ein. Das strukturelle und methaphorische Lernen als mentale Repräsentation bildlicher Form der Dialogstruktur bezieht dagegen die gesamte Struktur ein und stellt eine Isomorphie zwischen ihr und mentaler Repräsentation her.

Die zuvor diskutierten Überlegungen und Untersuchungen stützen die Entscheidung, zur Transparenz des Dialogsystems eine grafische räumliche Präsentationsform zu wählen. Sie erscheint am ehesten mit den bildlichen kognitiven Vorstellungsprozessen von Benutzern kompatibel.

4 Das experimentelle Darstellungssystem

Zur Durchführung anthropotechnischer Untersuchungen im Rahmen von komplexen Kommando-, Kontroll- und Kommunikationsaufgaben (C³) wurde ein grafisches Farbdarstellungssystem entwickelt, das durch seine Flexibilität an Fragestellungen aus einem weiten Aufgabenspektrum angepaßt werden kann.

Zu den typischen Anforderungen an eine elektronische Darstellungseinrichtung für C³-Anwendungen gehört die großflächige Darstellung bei hoher Auflösung. Weiterhin soll ein solches System über eine hohe Farbtüchtigkeit verfügen. Diese Forderungen sind in einem kompakten Darstellungssystem technisch nicht realisierbar. Die installierte Großbildanlage ist daher durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

Das System besteht aus der DISPLAY-EINHEIT und dem DISPLAY-PROZESSOR, die beide nach einem modularen Konzept realisiert wurden. Die DISPLAY-EINHEIT wird von 4 Farbmonitoren gebildet, die in einem Rahmen matrixförmig montiert sind. Die Abstände zwischen den Teilbildern sind möglichst gering gehalten. Auf einer Fläche von ca. 1 m² können 1024 x 1024 Bildpunkte in 256 Farben (aus einem Kontingent von 32.000 Farbkombinationen) aufgelöst werden.

Der DISPLAY-PROZESSOR kann folgendermaßen charakterisiert werden:

- Multi-Bus-Struktur
- 1024 x 1024 x 8 bit Grafikspeicher
- Variable Zuordnung der Grafikspeicher und der Teilbildschirme
- Hardware-Bildgeneratoren für Echtzeit- und Speicheroperationen
- Anschlußmöglichkeit für verschiedene Bediengeräte (Rollkugel, Joy-Stick u.a.).

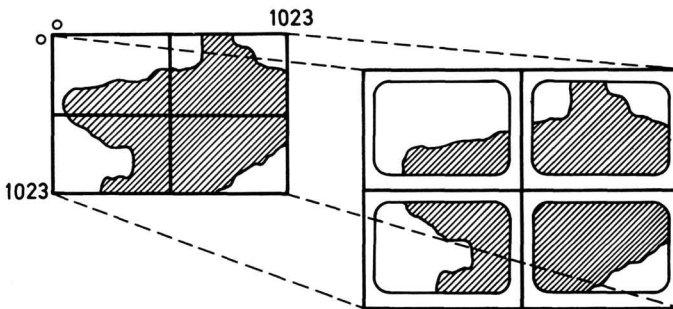


Bild 1: Experimentelle Großbildanlage mit 4 Farbmonitoren für 1024 x 1024 Bildpunkte auf 1 m²

Durch dieses Teilbildkonzept kann das Grafiksystem sowohl zur Darstellung von Großbildern als auch zur Präsentation unabhängiger Teilbilder verwendet werden. Damit wird eine mehrfache Fenstermethode realisiert, wie sie Morgan für ein gutes Editiersystem fordert [8]. Bei Verwendung unabhängiger Fenster können Informationen aus unterschiedlichen Kategorien, z.B. Benutzer-

daten und Kontrollinformationen parallel dargestellt werden. Eine Realisierung für ein Textverarbeitungssystem mit mehreren Bildschirmen wird in [4] beschrieben.

5 Dialogschnittstelle

Für die experimentellen Untersuchungen wurde als typische Aufgabenstellung für einen interaktiven Arbeitsprozeß ein grafischer Bildeditor konzipiert, mit dem synthetische Bilder generiert, modifiziert und verwaltet werden können. Der Arbeitsplatz beinhaltet drei Bildschirmgeräte: Der Benutzer steuert den Arbeitsablauf von einem Bildschirmterminal unter Verwendung der Menütechnik. Die erzeugten Bildsymbole (Textzeichen, geometrische Symbole) werden auf einem Farbmonitor dargestellt. Auf einem Kontrollmonitor können Visualisierungshilfen angeboten werden, die dem Benutzer z.B. eine Orientierung im Gesamtsystem ermöglichen.

Für den Bildeditor wurden folgende Basisfunktionen implementiert:

- Generierung und Modifikation von Grundsymbolen (Text und Bild)
- Zusammenfassung mehrerer Grundsymbole zu einem Bildobjekt
- Zusammenfassung mehrerer Bildobjekte in einer Bilddatei
- Bearbeitung von Bilddateien (einfügen, löschen, gruppieren)
- Verwaltung von Bilddateien und eines Inhaltsverzeichnisses.

Die Editorfunktionen sind in einer hierarchischen Struktur gegliedert, die in Bild 2 ausschnittsweise wiedergegeben ist.

In Bild 3 ist eine Anordnung von Menüfeldern wiedergegeben. Unter dem Menü ist eine Zeile reserviert, in die das ausgewählte Kommando einzutragen ist. Mit der Eingabe eines Einzelkommandos wird das nächste Menü angewählt. Gleichzeitig können mehrere Nachfolgekommandos eingegeben werden, mit denen ein mit

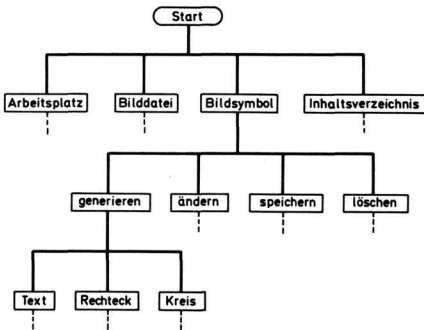


Bild 2: Dialogstruktur

KOMMANDOLISTE :

ARBEITSPLATZ INITIALISIEREN..... INIT
BILDDATEI BEARBEITEN..... BILD
EINZELSYMBOL BEARBEITEN..... SYMB
INHALTSVERZEICHNIS..... LIST
PROGRAMM-ENDE ENDE

[---]

Bild 3: Menübeispiel

dem System vertrauter Benutzer durch Überspringen mehrerer Menüs Arbeitsschritte einsparen und Reaktionszeiten des Systems verkürzen kann. Das Ausnutzen dieser Möglichkeit setzt eine genaue Kenntnis der Dialogarchitektur voraus. Das Lernverhalten muß daher bei einem Ungeübten besonders unterstützt werden. Der wesentliche Nachteil der angedeuteten Menütechnik besteht darin, daß nur ein Teil der möglichen Funktionen dargestellt werden kann. Im aktuellen Menü sind keine Angaben über den zeitlichen Ablauf im Arbeitsprozeß enthalten. Im experimentellen Dialogsystem wird daher auf einem Kontrollmonitor die gesamte Dialogstruktur in bildlicher Form dargeboten (analog Bild 2). Eine aktuelle Standortbestimmung kann durch besondere Farbgebung, Blinkzeichen u.ä. realisiert werden. Der Benutzer ist jederzeit über seine aktuelle Position im Gesamtsystem informiert und wird bei der Planung der nächsten Arbeitsschritte wirkungsvoll unterstützt.

6 Weiterführende Arbeiten

Aufbauend auf dem bisher beschriebenen Dialogsystem sollen die in Teilen angedeuteten Gestaltungsalternativen auch empirisch untersucht werden. Vorläufiges Ziel ist es, den Einfluß einer grafischen Orientierungshilfe bei komplexen Informationssystemen auf das Lernverhalten und Leistungsvermögen von Benutzern mit unterschiedlichem Erfahrungsstand zu analysieren. Die grafische Präsentation von Dialogaufbau und Arbeitsablauf auf einem zusätzlichen Kontrollmonitor erscheint besonders

geeignet, die Selbsterklärungsfähigkeit, die als bedeutsamstes Gestaltungsziel angesehen werden muß, zu unterstützen. Durch die Trennung von Kontrollinformation und Benutzerdaten können effektive Maßnahmen zur benutzerfreundlichen Dialoggestaltung implementiert werden. Komplexe Mensch-Maschine-Systeme werden von Benutzern mit unterschiedlichem Qualifikations- und Kenntnisniveau bedient. Unter der Annahme eines heterogenen Benutzerkreises erhebt sich die Forderung nach einer angemessenen Benutzerführung, bei der die Dialogsequenz an den Kenntnisstand des jeweiligen Benutzers angepaßt ist. Ein Beispiel für eine benutzeradaptive Maßnahme ist die zuvor angedeutete erweiterte Menütechnik, die die Eingabe unterschiedlich komplexer Kommandos erlaubt: Während der ungeübte Benutzer die Information jedes einzelnen Menüs auswertet, kann der erfahrene durch Einsparen von Zwischenschritten die Reaktionszeit des Systems herabsetzen.

Die räumliche Darstellung der Dialogarchitektur ist Voraussetzung für eine arbeitsökonomische Auslegung von Anzeige- und Bedienfeldern. Wenn Informationsausgabe und Dateneingabe topologisch zugeordnet werden, reduziert sich der Bedienaufwand, z.B. durch Berühreingabe direkt am Kontrollmonitor. Zur Bewältigung der Aufgabe müssen beim Benutzer keine Erfahrungen im Umgang mit Komponenten des Computersystems vorausgesetzt werden. Die Abwendung von starren Syntaxregeln bewirkt, daß der Benutzer nicht durch komplizierte Eingaben behindert wird, sondern sich auf die anwendungsspezifischen Probleme konzentrieren kann.

7 Literatur

- [1] Barnard, P.J.; Hammond, N.V.; Morton, J.; Long, J.B.; Clark, J.A.: Consistency and compatibility in human-computer dialogue. *International Journal of Man-Machine Studies* 15 (1981) 87-134
- [2] Carroll, J.M.; Thomas, J.C.; Malhotra, A.: Presentation and representation in design problem-solving. *British Journal of Psychology* 71 (1980) 143-153
- [3] Dzida, W.; Herda, S.; Itzfeldt, W.D.: User-perceived quality of interactive systems. *IEEE Transactions of Software Engineering*, Vol. SE-4, No. 4 (1978) 270-276
- [4] Meierhofer, J.; Lützel, T.: Flexicon - ein experimenteller Mehrbildschirmarbeitsplatz zur Software-Erstellung. *Elektronik* 23 (1980) 73-78.

- [5] Moar, J.; Carleton, L.R.: Memory for routes. Quarterly Journal of Experimental Psychology 34A (1982) 381-394
- [6] Moher, T.; Schneider, G.M.: Methodology and experimental research in software engineering. International Journal of Man-Machine Studies 16 (1982) 65-87
- [7] Moran, T.P.: The Command Language Grammar: A representation for the user interface of interactive computer systems. International Journal of Man-Machine Studies 15 (1981) 3-50
- [8] Morgan, H.L.: Problems and Promises of Office Automation. Seminar on Future Networks. Infotech London (1977)
- [9] Nagler, R.: Entwurf benutzerfreundlicher Dialogsysteme aus der Sicht menschlicher Informationsverarbeitung. In: Schauer, H. und Tauber, M.J. (Hrsg.): Informatik und Psychologie. Oldenbourg: Wien (1982) 24-38
- [10] Norman, D.A.: Some observations on mental models. In: Gentner, D. and Stevens, A. (Eds.): Mental models. Hillsdale, N.J.: Erlbaum 1982
- [11] Reitman, W.: Cognition and Thought. New York: Wiley 1965
- [12] Sondheimer, N.K.; Relles, N.: Human factors user assistance in interactive computing systems: An introduction. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-12, No. 2 (1982) 102-107
- [13] Thomas, J.C.; Carroll, J.M.: The psychological study of design. Design Studies, Vol. 1, No. 1 (1979) 5-11
- [14] Thomas, J.C.; Carroll, J.M.: Human factors in communication. IBM Systems Journal 20 (1981) 237-263
- [15] Tolman, E.C.: Cognitive maps in rats and men. Psychological Review 55 (1948) 189-208

J. Kaster
Dr. H. Widdel
Forschungsinstitut für
Anthropotechnik
Königstr. 2
D-5307 Wachtberg-Werthhoven