

Konzept für die automatische Generierung von Komplexitätsmaßen zur Evaluierung interaktiver Geräte^{*}

Nico Hamacher, Michael Hähnel

Zusammenfassung

Die Benutzungsfreundlichkeit interaktiver Geräte gewinnt zunehmend an Bedeutung, während gleichzeitig der Umfang an Informationsangeboten und Funktionalität kontinuierlich zunimmt. So steigt die Komplexität des zu bedienenden Gerätes. Eine Aussage über den Grad der Komplexität ist bislang jedoch mit vorhanden Methoden nicht möglich.

In diesem Beitrag werden Maße zum Abschätzen der Komplexität interaktiver Geräte benannt und klassifiziert. Es folgen Vorschläge zur Umsetzung dieser Maße in Evaluationsmethoden. Implementationsansätze durch Erweiterung der GOMS-Theorie und die Integration dieser Erweiterung in das bestehenden Evaluierungswerkzeug TREVIS zeigen die Realisierungsmöglichkeit auf.

1 Einleitung

Bei der Entwicklung neuer interaktiver Geräte spielen Begriffe wie *Ergonomie* und *Benutzungsfreundlichkeit* eine immer wichtigere Rolle. Während der Fokus der Entwicklung Anfang der neunziger Jahre hauptsächlich auf der Realisierung der geforderten Funktionalität lag, ergibt sich heutzutage eine erhöhte Anforderung hinsichtlich einer einfachen und intuitiven Bedienbarkeit. Dieser Umstand ist vor allem darin begründet, dass Kunden die Produkte, mit denen sie nicht zufrieden sind, in immer größerem Maße unberücksichtigt lassen (Jones 1995). Aufgrund des wachsenden Wettbewerbsdrucks verwenden inzwischen einige Firmen die *hohe* Gebrauchsfähigkeit ihrer Produkte als Werbe- und Verkaufsargument.

Zudem steigt die Menge an Funktionalität stetig. So enthalten mittlerweile Mobiltelefone einen Terminkalender, WAP-Browser sowie zahlreiche Spiele. Ebenso sind Internetzugang, Navigationssystem und Office-Anwendungen in einem KFZ serienreif. Im Allgemeinen wird dabei von einer steigenden Komplexität der Geräte gesprochen. Es gibt jedoch kein Maß, um Angaben über den Grad der Komplexität zu geben.

In diesem Beitrag werden die Elemente einer Interaktion zwischen Benutzer und Gerät benannt und klassifiziert. Weiterhin erfolgt eine Untersuchung, in wie fern sich aus diesen Elementen Maße zur Bestimmung der Komplexität eines Gerätes bestimmen lassen. Dar-

^{*} In: Gärtner, K.-P. und Grandt, M. (Eds.): 43. Fachausschusssitzung Anthropotechnik der DGLR "Human Factors bei der Entwicklung von Fahrzeugen", Volume DGLR-Bericht 2001-06, pp. 117-127, 23.-24. Oktober 2001, Hamburg, DGLR Bonn, ISBN 3-932182-22-7

auf folgen Vorschläge, wie solche Maße generiert werden können.

2 Bewertung der Benutzungsfreundlichkeit interaktiver Geräte

Der komplette Entwicklungsprozess eines interaktiven Gerätes lässt sich in kleinere Einheiten bzw. Schritte mit einem festgelegten organisatorischen Rahmen unterteilen. In Abbildung 1 sind die wesentlichen Phasen eines Entwicklungsprozesses dargestellt.

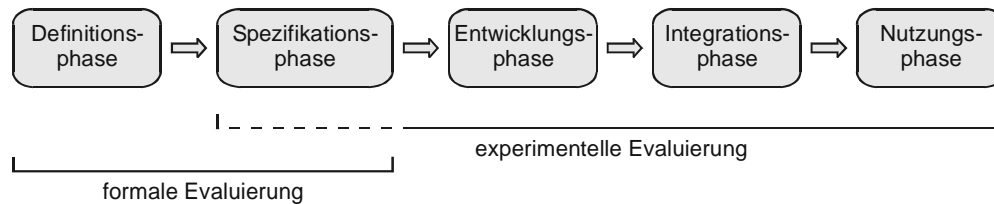


Abbildung 1: Die Phasen der Systementwicklung und die Zuordnung zu Evaluierungsmethoden

Zu Beginn wird in der Definitionsphase ein allgemeines Systemkonzept ausgearbeitet. Auf Basis dieses Konzepts sind in der Spezifikations- und Entwurfsphase die notwendigen (Unter-) Systeme und Funktionen zu definieren. In der anschließenden Entwicklungsphase erfolgt die Realisierung der einzelnen Systemkomponenten, die in der Integrationsphase zu dem funktionsfähigen Gesamtsystem zusammengesetzt werden. Die abschließende Nutzungsphase stellt den Einsatz des Systems entsprechend des konzipierten Verwendungszwecks dar.

Bei der Bewertung der Benutzungsfreundlichkeit wird im Allgemeinen experimentell vorgegangen. Dabei arbeiten Probanden Aufgaben an einem bestehendem Prototypen ab. Die Bewertung erfolgt auf der Beobachtung dieser Bearbeitung und aufgrund von subjektiven Meinungsäußerungen der Probanden. Da dazu ein lauffähiger Prototyp vorhanden sein muss, ist diese experimentelle Evaluierung erst in späten Phasen der Systementwicklung möglich.

Einen weiteren Ansatz verfolgt die formale Evaluierung. Interaktionen eines Benutzers mit dem Gerät werden formal beschrieben und analytisch ausgewertet. Diese Evaluierung kann bereits in frühen Phasen durchgeführt werden, da dazu kein Prototyp vorhanden sein muss. Das Vorgehen bei der Simulation und Modellierung des Benutzerverhaltens sowie die Analyseergebnisse werden im Folgenden vorgestellt.

2.1 Aufbau von Mensch-Maschine Systemen

Die Simulation von Mensch-Maschine Systemen (MMS) erfordert die möglichst realistische Nachbildung der Aufgabe und des Gesamtsystems bestehend aus technischen, organisatorischen und personellen Komponenten. Entsprechend enthält ein MMS drei Hauptkomponenten (Kraiss 2001):

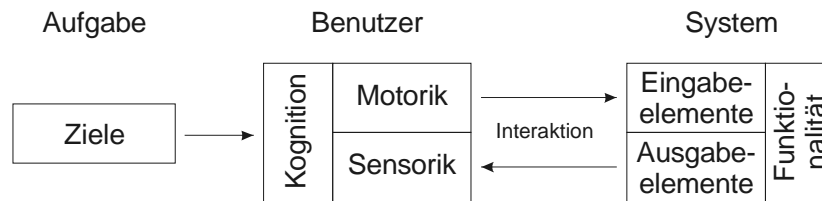


Abbildung 2: Architektur eines Mensch-Maschine Systems (MMS)

- Für Simulationsuntersuchungen wird zunächst eine Testmission zusammengestellt oder es werden repräsentative Testaufgaben ausgewählt. Dabei wird die Aufgabe über die Angabe der Teilaufgaben bis hin zu den einzelnen Benutzerhandlungen festgelegt.
- Ein Modell des Systems bildet die diskrete oder kontinuierliche Funktionalität eines Systems durch Differentialgleichungen oder Zustandsübergangsdiagramme ab. Das Modell kann verschiedene Automatisierungsgrade berücksichtigen. Zum Modell gehören u.U. auch die Simulation der Benutzungsoberfläche. Diese beschreibt die Art und Anordnung von Anzeigen und Bedienelementen sowie die Dialoggestaltung.
- Der Benutzer agiert in der Art und Weise, wie die Aufgabe es vorschreibt. Für die Verhaltensmodellierung verwendet man Verhaltensmodelle, die das sensorische, kognitive und motorische Verhalten sowie das Fehlverhalten beschreiben. Dafür gibt es z.T. erprobte mathematische Modelle.

2.2 Bewertung der Benutzungsfreundlichkeit

Für die Evaluierung von Mensch-Maschine Systemen hinsichtlich der Benutzungsfreundlichkeit werden im Wesentlichen drei Kriterien berücksichtigt. Nach ISO 9241-11 (ISO 1998) werden diese mit Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit bezeichnet. Die Effektivität beschreibt die Genauigkeit und die Vollständigkeit, mit der ein Benutzer ein bestimmtes Ziel oder Teilziel erreicht. Die Effizienz bezeichnet das Maß, das die Effektivität in das Verhältnis zum benötigten Aufwand setzt. Dabei ist zwischen menschlicher, zeitlicher und wirtschaftlicher Effizienz zu unterscheiden. Zufriedenheit beschreibt die Beeinträchtigungsfreiheit und die Akzeptanz des Benutzers bei der Bedienung des technischen Gerätes. Diese Kriterien legen den allgemeinen Bewertungsrahmen für die Untersuchung von Mensch-Maschine Systemen fest. Darüber hinaus werden zur weiteren Spezifikation Forderungen, wie sie z.B. in der ISO-Norm 9241 Teil 10 (ISO 1996) aufgeführt sind, berücksichtigt. Abbildung 3 gibt eine Übersicht über ausgewählte Maße zur Bewertung der Benutzungsfreundlichkeit.

Die Zufriedenheit der Benutzer ist nur mit experimentellen Evaluierungsmethoden ermittelbar. Maße der Effektivität und Effizienz können mit formalen Methoden erhoben werden. Normative Benutzermodelle haben sich dazu seit vielen Jahren bewährt. Einen ingenieurmäßigen Ansatz zur formalen Modellierung des Benutzerverhaltens stellt die GOMS-Theorie dar. Mit Hilfe dieser Theorie ist die Bearbeitung einer Aufgabe mit einem interaktiven Gerät modellierbar. GOMS steht für die Komponenten des Modells, nämlich Ziele (Goals), Operatoren (Operators), Methoden (Methods) und Auswahlregeln (Selection Rules). Ziele charakterisieren die Zustände, die der Benutzer erreichen will. Die Operatoren sind die Grundfunktionen des Gerätes, d.h. die elementaren Interaktionstechniken. Methoden sind Folgen von Operatoren, die nacheinander angewendet werden, um ein Ziel zu erreichen. Für die gängigen Aktionen stehen bereits validierte Operatoren zur

Verfügung. Die Auswahlregeln werden verwendet, wenn es mehrere Methoden zum Erreichen eines Zieles gibt. Eine GOMS-Analyse ist zur summativen Evaluierung von Systementwürfen und Prototypen geeignet. Die durch diese Analyse gewonnenen Daten können zur vergleichenden Bewertung verschiedener Alternativkonzepte herangezogen werden. Die Analyse liefert u.a. eine Vorhersage der Ausführungs- und Lernzeiten der Benutzermodelle (Card, Moran & Newell, 1983).

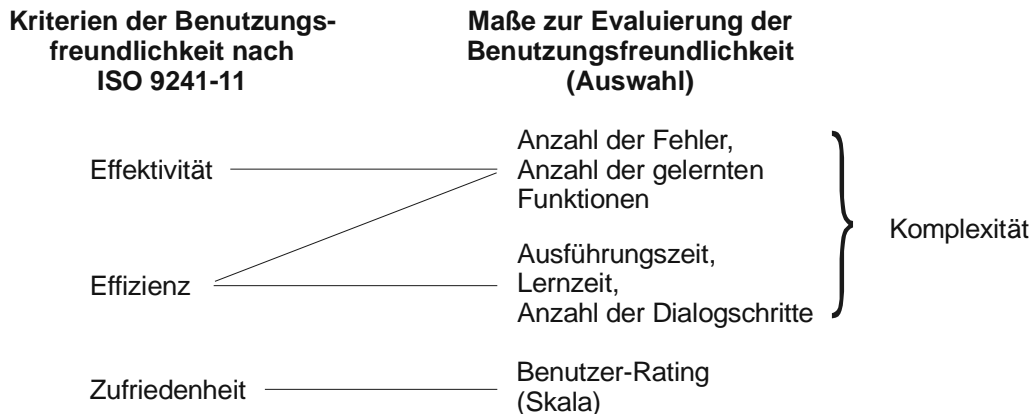


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Kriterien der Benutzungsfreundlichkeit und ausgewählten Maßen zur Evaluierung. Aus Maßen der Effektivität und Effizienz lässt sich die Komplexität eines Systems ableiten.

3 Definition und Klassifizierung von Komplexitätsmaßen

Die Komplexität eines Gerätes wird von verschiedenen unterschiedlichen Maßen bestimmt. So ist es nicht möglich, einen einzigen Wert als Komplexitätsmaß zu benennen und zu generieren. Die Maße, die in die Komplexität einfließen, sind einerseits objektiv ermittelbar, andererseits hängen große Teile der Komplexität vom subjektiven Empfinden des Benutzers ab. So beeinflusst z.B. das Vorwissen, die Erwartung, sowie das Bild des Gerätes beim Benutzer wesentlich den Erfolg bei der Ausführung. Zudem ist die Berücksichtigung der Art der Aufgabe wichtig, die bearbeitet werden soll. So können äußere Einflüsse wie Ablenkung bzw. innere wie Stress den Bearbeitungserfolg beeinträchtigen.

3.1 Maße der MMS-Komponenten

Da ein MMS alle beteiligten Elemente beinhaltet (s. Abbildung 2), ist es sinnvoll, eine Klassifikation der Maße zur Bestimmung der Komplexität entsprechend vorzunehmen. Weiterhin ist eine Aufteilung nach objektiv ermittelbaren (kontextfreien), und aufgabenabhängigen (kontextabhängigen) Maßen vorteilhaft. Tabelle 1 enthält die entsprechenden Maße zur Bestimmung der Komplexität eines interaktiven Gerätes.

Tabelle 1: Maße der Komplexität für die Komponenten eines MMS. Grau unterlegt sind die Maße, die aus formalen Benutzermodellen gewonnen werden können

	Aufgabe	Benutzer	Gerät
Kontextfrei	Anzahl der Teilziele	Vorwissen, Trainingsstand	(Art u.) Anzahl der Eingabeelemente
	Art u. Anzahl der Aktionen		Art (u. Anzahl) der Ausgabeelemente Menüstruktur
Kontextabhängig	Ausführungszeit	Resourcenbelastung	Konsistenz
	Lernzeit	Gedächtnisbelastung	
	Art u. Anzahl der Fehler	Entscheidungsbelastung	

3.2 Kontextfreie Komplexitätsmaße

Unabhängig von einem Aufgabenkontext lassen sich für die MMS-Komponenten folgende Kennwerte generieren:

Aufgabe:

Die Anzahl der Teilziele können automatisch aus einer Aufgabenfestlegung extrahiert werden. Zusätzlich dazu sind Angaben über die auszuführenden Aktionen und deren Häufigkeit möglich. Diese Angaben geben eine Übersicht über die Struktur der Aufgabe und sind bei einer formalen Evaluierung ermittelbar.

Benutzer:

Das Vorwissen des Benutzers zu Beginn der Aufgabenbearbeitung lässt sich in Listenform festlegen. Anhand dieser Liste können im Benutzermodell bereits bekannte Aktionen und Teilziele als „gelernt“ markiert werden. Diese Markierung verringert die Lernzeit der Aufgabe, die im Rahmen einer formalen Evaluierung durchgeführt wird.

Gerät:

Eine Anbindung an eine Spezifikation der Oberfläche des Gerätes bzw. an ein Prototyping-Werkzeug ermöglicht die Analyse der Eingabe- und Ausgabeelemente. Dabei können nicht nur die Art sondern auch die Häufigkeit der jeweiligen Eingabemöglichkeiten sowie der Anzeigeformen ermittelt werden. Vor allem die Betrachtung der Menüstruktur ermöglicht eine Analyse der Konsistenz der Struktur.

Mit einem formalen Ansatz lassen sich jedoch nur die Anzahl der in der jeweiligen Aufgabe genutzten Eingabemodalitäten sowie die Art der Ausgabeelemente herleiten. Auch eine Analyse der Konsistenz der Menüstruktur ist nur für den betrachteten Menüteil möglich (s. Kapitel 3.3).

3.3 Aufgabenabhängige Komplexitätsmaße

Im Kontext einer konkreten Aufgabe lässt sich die Konsistenz eines interaktiven Gerätes sowie die Belastung eines Benutzers ermitteln. Im Folgenden werden die im Aufgabenkontext ermittelbaren Maße dargestellt:

Aufgabe:

Bei der Analyse formaler Benutzermodelle werden Maße wie Ausführungs- und Lernzeit ermittelt (s. Kapitel 2). Die Berechnung der Lernzeit basiert dabei auf der Angabe des Vorwissens bzw. des Trainingsstandes des Benutzers.

Ein Benutzermodell beschreibt das „perfekte“ Verhalten eines Benutzers bei der Aufgabenbearbeitung. Aktionssequenzen, die experimentell bei der Bearbeitung eines Prototypen durch Probanden anfallen, entsprechen dem „realen“ Verhalten der Benutzer. Ein Vergleich des Benutzermodells mit den Aktionssequenzen ermöglicht die Ermittlung der Ausführungsfehler. Dabei können nicht nur die reine Anzahl der Fehler sondern auch deren Auftreten und Zeitkonsumierung angegeben werden. Weiterhin lassen sich die Fehler einer entsprechenden Ressource zuordnen. Dieses Vorgehen ist aber nicht mehr alleine im Rahmen einer formalen Evaluierung möglich.

Benutzer:

Die Beanspruchung eines Benutzers bei der Aufgabenbearbeitung kann durch Angabe der belasteten Ressourcen gezeigt werden. Eine Angabe der Ressourcenbelastung relativ zu den durchgeführten Operatoren wird grafisch dargestellt.

Die Gedächtnisbelastung kann durch Angabe der Art und Menge der zu speichernden Informationen gemessen werden. Nach Kieras (1999) werden die im Langzeitgedächtnis (LZG) des Benutzers zu speichernde Informationen als Objekt gekennzeichnet. Muss ein Objekt im Laufe der Aufgabenabarbeitung gelernt werden, so wird es im LZG abgelegt. Die Zeit für das Speichern wird bei Gong (1990) mit 6 Sekunden angegeben. Ist ein Objekt einmal gespeichert, so kann es „verlustfrei“ abgefragt werden. Allerdings kann das LZG nur eine begrenzte Anzahl von Objekten speichern. Das Speichern von mehr als 5 Einträgen führt zu Problemen (Lerch, Mantei & Olson, 1989), so dass das Objekt, welches am längsten nicht mehr abgerufen wurde, aus dem LZG entfernt wird. Die Anzahl der so gelernten Objekte bestimmt die Gedächtnisbelastung.

Die Entscheidungen, die für die Aufgabenbearbeitung nötig sind, lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Zum einen steht der Benutzer vor der Entscheidung, welche Eingabemodalität er bei der Bearbeitung benutzt, soweit mehrere Alternativen zur Verfügung stehen. Diese Bearbeitungsmöglichkeiten lassen sich automatisch durch eine Analyse der Eingabemöglichkeiten und der Menüstruktur des Gerätes ermitteln. Durch experimentell erhobene Wahrscheinlichkeiten können diese verschiedenen Ausführungswege bewertet werden. Weiterhin stellen Menüstrukturen eine weitere Entscheidungsbelastung dar. So muss auf jeder Menüebene eine Entscheidung darüber getroffen werden, welcher Menüpunkt angewählt werden soll. Diese Entscheidung wird von der Beschreibungsart des Menüpunktes sowie von der Anzahl der gegebenen Menüeinträge beeinflusst.

Mit Hilfe der formalen Evaluierung lassen sich sowohl die Ressourcen- als auch die Gedächtnisbelastung ermitteln. Zur Berechnung der Entscheidungsbelastung müssen jedoch die komplette Spezifikation der Geräteoberfläche sowie der Menüstruktur vorliegen.

Gerät:

Für eine konsistente Bedienung eines Gerätes müssen gleiche oder ähnliche Ziele mit gleichen oder ähnlichen Teilzielen bzw. Aktionen ausführbar sein. Die Konsistenz eines Gerätes bei der Bedienung ist einer der wichtigsten Faktoren bei der Ermittlung der Komplexität, da einige Faktoren wie z.B. die Gedächtnisbelastung von ihr abhängen. Gleichförmige, konsistente Ausführungen verringern sowohl die Lernzeit als auch die Gedächtnisbelastung in beträchtlichem Maße. Die Konsistenz lässt sich formal für die Bearbeitung einer oder mehrerer Aufgaben überprüfen. Eine automatische Überprüfung ermittelt konsistente Teilziele in den Aufgaben.

Die GOMS-Theorie beschreibt Teilziele mit Hilfe von Methoden, die Operatoren und weitere Teilziele strukturiert anordnen. Aus dieser Struktur lässt sich eine Liste der Operatoren generieren, welche sowohl die motorischen als auch die sensorischen und kognitiven Aktionen enthält. Ein Vergleich von Operatorlisten zweier Teilziele ergibt ein Ähnlichkeitsmaß dieser Teilziele. Dieses Maß beruht auf den Unterschieden in den auszuführenden Aktionen der beiden Teilziele.

Die Modellierung der Teilziele ist nicht immer eindeutig, so dass ähnliche Teilziele in der Struktur unterschiedlich modelliert sein können. Daher ist eine einfache Betrachtung der Operatoren nicht ausreichend, da auch die strukturelle Anordnung der Aktionen zu be-

rücksichtigen ist. Bei dieser Strukturanalyse werden zuerst alle Teilziele einer Aufgabe bestimmt, unabhängig auf welcher Ebene sie modelliert sind. Die Struktur dieser Teilziele werden nun paarweise miteinander verglichen und dadurch die Anzahl der gleichen bzw. ähnlichen Teilziele ermittelt.

4 Generierung von Komplexitätsmaßen

Die Umsetzung der in Kapitel 3 definierten und klassifizierten Komplexitätsmaße in ein bestehendes Werkzeug wird im Folgenden erläutert.

4.1 TREVIS - Werkzeug zur Bewertung der Benutzungsfreundlichkeit

Am Lehrstuhl für Technische Informatik der RWTH Aachen wird das Werkzeug TREVIS (Tool for Rapid Evaluation of Interactive Systems) entwickelt. Dieses Werkzeug ermöglicht die formale Evaluierung mit Hilfe normativer Benutzermodelle, basierend auf der GOMS-Theorie.

Die Erstellung der Benutzermodelle kann von Hand mit Hilfe eines Editors und mit der Unterstützung einer Bibliothek für häufig benutzte Komponenten erfolgen. Zudem lassen sich Benutzermodelle semi-automatisch aus funktionalen Spezifikationen in Form von SDL-Diagrammen generieren. Abbildung 4 zeigt die Baumstruktur, in der die Benutzermodelle erstellt werden, wobei die Beziehung der Teilziele zueinander sehr übersichtlich dargestellt ist. Die Darstellung der Auswahlwege von Auswahlregeln (S) erfolgt durch ein „?““. Bibliothekskomponenten sind durch ein kleines schwarzes „B“ markiert.

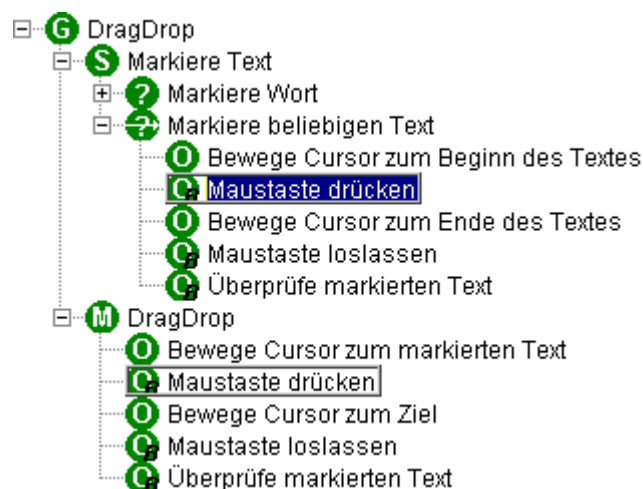


Abbildung 4: Ein Benutzermodell in TREVIS für die Aufgabe „Verschiebe Text mittels Drag'n'Drop“ basierend auf der GOMS-Theorie.

4.2 Erweiterung von GOMS zur Generierung von Komplexitätsmaßen

Das Ziel der Integration ist es, die Komplexitätsmaße auf Basis der Benutzermodelle zu ermitteln. Dazu ist es jedoch erforderlich, die bestehende und implementierte GOMS-Theorie zu erweitern. Die Erweiterung umfasst die Einführung neuer Konstrukte zur Modellierung des Benutzerverhaltens. Darüber hinaus werden die bestehenden Komponenten um zusätzliche Parameter erweitert.

Komplexe Operatoren

Neben den in GOMS verwendeten, atomaren Operatoren werden zusätzlich *komplexe Operatoren* eingeführt. Ein komplexer Operator kann, ähnlich wie Methoden, aus weiteren Operatoren zusammengesetzt werden, wobei er immer noch eine „atomare“ Aktion beschreibt. Der Unterschied zu den Methoden besteht in der Semantik. Eine Methode stellt den Weg zur Erfüllung eines Teilziels dar. Sie kann ähnlich strukturiert wie ein Benutzermodell definiert werden. Aufgabe des komplexen Operators ist, aufwendigere Aktionen, die z.B. eine Parallelität von Basisoperatoren verlangen, modellieren zu können. Deshalb sind die Möglichkeiten der Strukturierung beim komplexen Operator bewusst auf eine lineare sortierte Liste von nicht-komplexen Basisoperatoren beschränkt.

Zu den komplexen Operatoren kann angegeben werden, welche Ressource des Benutzers der Operator benötigt. Ressourcen sind Motorik, Sensorik, Akustik und Kognition. Je nach Aktion können diese Ressourcen unterschiedlich belastet und entsprechend modelliert werden. Abbildung 5 zeigt den Eingabedialog für einen Operator.

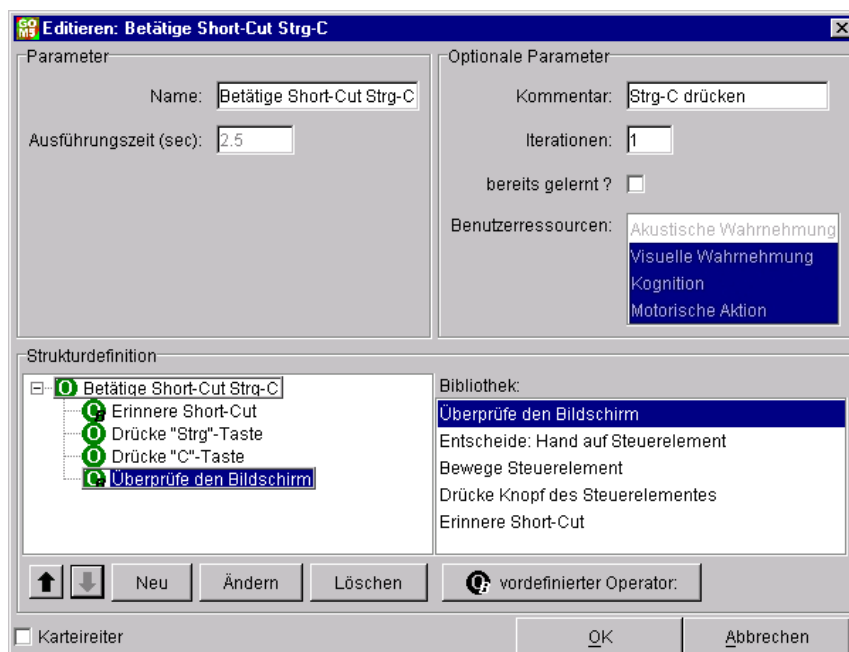


Abbildung 5: Der Dialog zur Eingabe der Parameter eines komplexen Operators im erweiterten GOMS.

Bei einer Analyse werden die benötigten Ressourcen im Zusammenhang mit den benutz-

ten Operatoren aufgezeigt. Mehrere benutzte Ressourcen werden additiv zusammengesetzt. Dadurch ergeben sich Belastungsdiagramme, die eindeutig Teilzielen zugeordnet sind. Zusammen mit einer Analyse der Fehler sind Rückschlüsse auf die Ursachen dieser Fehler möglich.

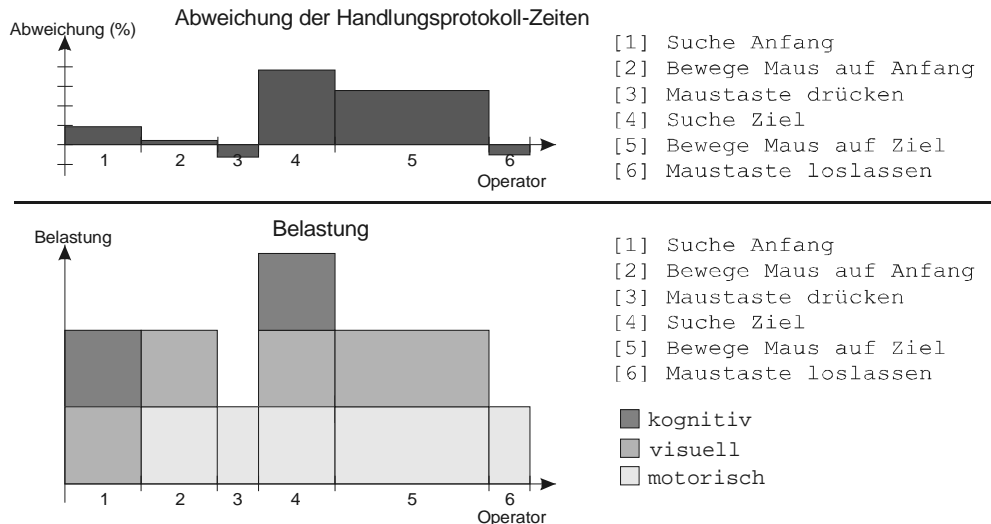


Abbildung 6: Die Darstellung einer Ressourcenbelastung im Vergleich zu den abweichenden Ausführungszeiten der entsprechenden Operatoren.

Abbildung 6 zeigt beispielhaft eine Analyse der Ressourcenbelastung. Im oberen Diagramm werden Abweichungen der Ist-Zeiten experimentell erhobener Aktionssequenzen von den formal angegeben Soll-Zeiten dargestellt. Die Anzeige der Belastung im unteren Diagramm ermöglicht die Erklärung der Abweichungen.

Parametrisierte Methoden

Methoden zur Beschreibung ähnlicher Ziele können sich in GOMS deutlich unterscheiden. Die Auswahl eines Menüpunktes in einem Menü und die Auswahl eines anderen Menüpunktes des selben Menüs unterscheiden sich nicht strukturell voneinander, lediglich die Anzahl der Auswahlaktionen variiert. Mit Hilfe parametrisierter Methoden können ähnliche Aufgaben (s.o.) modelliert werden. Die Unterschiede werden über Parameter festgelegt, die den Unterschied im Detail beschreibt. Ein weiteres Beispiele ist das Lesen von Text, wobei der Text als Parameter übergeben wird. Abhängig von der Länge des Textes, wird die Dauer dieser Aktion ermittelt.

Mit Hilfe parametrisierter Methoden werden Teilziele variabler definiert, wodurch sich die Konsistenz des Modells erhöht. Die Konsistenz wird dabei in TREVIS entsprechend der in Kapitel 3.3 vorgestellten Methode gemessen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurden ein Konzept zur automatischen Generierung von Maßen zur Bestimmung der Komplexität interaktiver Geräte vorgestellt. Ausgehend von der Definition eines Mensch-Maschine-Systems wurden Maße für die einzelnen Komponenten des Systems (Aufgabe, Benutzer, System) generiert. Diese Maße wurden nach dem Kriterium

klassifiziert, ob sie kontextfrei oder aufgabenkontextabhängig ermittelbar sind. Somit lassen sich relevante Einflussgrößen in 6 Kategorien einteilen, wobei sich herausstellte, dass vor allem die Gedächtnisbelastung des Benutzers und die Konsistenz des Gerätes eine tragende Rolle spielen.

Die Realisierung des Konzepts wurde in einem ersten Schritt in dem Werkzeug TREVIS (Tool for Rapid Evaluation of Interactive Systems) vorgenommen. Dazu musste die im Werkzeug eingesetzte GOMS-Theorie zur formalen Evaluierung erweitert werden. Da dabei der ursprüngliche Ansatz der GOMS-Theorie nicht geändert, sondern lediglich erweitert wird, bleiben die Ergebnisse einer GOMS-Analyse uneingeschränkt gültig. Die Erweiterung ermöglicht zusätzlich die Bestimmung der Komplexitätsmaße eines Gerätes. Die Umsetzung des vorgestellten Konzeptes ist aufgrund der Konsistenzprüfung und Ermittlung der Gedächtnisbelastung sehr umfangreich und bis zum Erscheinen dieses Beitrages noch nicht abgeschlossen, so dass eine Evaluierung noch nicht durchgeführt werden konnte.

6 Literaturverzeichnis

- Card, S., Moran, T.; Newell, A. (1983): The psychology of human computer interaction. Lawrence Erlbaum.
- Gong, R., Elkerton, J. (1990). Designing minimal documentation using a GOMS model: A usability evaluation of an engineering approach., In Proceedings of CHI'90, Human factors in Computer Systems, (pp. 99-106), New York: ACM
- Gray, W.D., Boehm-Davis, D., John, B.E., Kieras, D.E. (1999). Cognitive analysis of dynamic performance: Cognitive process analysis and modeling. Department of Psychology at George Mason University
- Hamacher, N. (2000): Entwicklung und Implementierung eines Werkzeugs zur Bewertung interaktiver Systeme basierend auf normativen Benutzermodellen. Lehrstuhl für Technische Informatik, Diplomarbeit, RWTH Aachen.
- ISO 9241 Part 11 (1998): Ergonomic requirements for office work with visual display terminals - Guidance on usability. International Organization for Standardisation, Genf.
- ISO 9241-10 (1996): Ergonomic requirements for office work with visual display terminals - Dialogue principles. International Organisation for Standardisation, Genf.
- John, B.E., Kieras, D.E. (1997). Using GOMS for user interface design and evaluation: Which technique?. In: ACM Transactions on Computer--Human Interaction. Vol. 3, pp. 287-319.
- Jones, T.O. , Sasser, W. (1995): Why satisfied customers defect ?. Harvard Business Report, 6[1]:88-99.
- Kieras, D. (1999): A Guide to GOMS Model Usability Evaluation using GOMSL and GLEAN3
- Kieras, D., Polson, P.G. (1985): An approach to the formal analysis of user complexity. In: International Journal of Man-Machine-Studies, pp. 365-394
- Kraiss, K.-F.(2001): Mensch-Maschine Systeme I+II, Skript zur Vorlesung, Lehrstuhl für Technische Informatik, RWTH Aachen
- Lerch, F.J., Mantei M.M., Olson, J.R. (1989): Skilled financial planning: The cost of translating ideas into action. In: CHI'89 Conference Proceedings, 121-126
- Marrenbach, J. (2001): Werkzeug-basierte Evaluierung der Benutzungsfreundlichkeit interaktiver Endgeräte mit normativen Benutzermodellen. Shaker Verlag Aachen

Nico Hamacher
 Michael Hähnel
 Lehrstuhl für Technische Informatik
 Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
 Ahornstr. 55, D-52074 Aachen

Tel: +49 241 80-26105

e-mail: {hamacher, haehnel}@techinfo.rwth-aachen.de