
Zur multimedialen Präsentation von Handlungsalternativen in Verkehrsmanagement- und Verkehrssimulationssystemen

[Gerd Herzog](#) , [Elisabeth André](#) , [Stephan Baldes](#) , [Thomas Rist](#)

DFKI GmbH, 66123 Saarbrücken, Stuhlsatzenhausweg 3

email: {herzog,andre,baldes,rist}@dfki.de

Zusammenfassung:

Eine prägnante und zugleich wirkungsvolle Informationspräsentation läßt sich vielfach nur durch den Einsatz unterschiedlicher Medien erzielen, insbesondere durch aufeinander abgestimmte Medienkombinationen, wie illustrierte Texte, oder sprachlich begleitete Animationen. Geteilt wird diese Einschätzung auch zunehmend von Entwicklern sog.

Entscheidungsunterstützungssysteme (EUS), die heute verbreitet zur Bewältigung von Transport/Verkehrsmanagementaufgaben zum Einsatz kommen. Komplexe Präsentationsaufgaben mit hoher Datenvarianz sind in solchen Systemen jedoch ohne Einsatz intelligenter Verfahren zur Generierung multimedialer Präsentationen kaum mehr zu bewältigen. Der vorliegende Beitrag thematisiert das Präsentationsproblem in zeitkritischen Anwendungen. Anhand eines konkreten Einsatzszenarios im Bereich der Verkehrsüberwachung, -simulation und -steuerung wird ein Ansatz zur automatischen Präsentationsgestaltung aufgezeigt. Eine Besonderheit des Ansatzes ist sein Vermögen, mitzuteilende Handlungsalternativen durch geeignete Medienkombinationen in aggregierter Form darzubieten.

Beitrag zur [9. Tagung Simulation und Visualisierung '98](#) . Die Adresse dieses Dokuments lautet <http://www.dfki.de/fluids/docs/magd98/> .

1 Motivation

Als entscheidungsunterstützende Systeme (EUS) bezeichnet man interaktive computerbasierte Informationssysteme, die dem Menschen als Entscheidungsträger bei der Nutzung von Daten und Modellen Hilfe leisten. EUS helfen bei der Identifikation, Strukturierung und Lösung solcher Probleme, die von Natur aus nur gering strukturiert sind. Insbesondere sollen sie hierbei dem Entscheider eine Auswahl zwischen verschiedenen Alternativen ermöglichen. Kernaufgabe eines EUS ist es dem Entscheidungsträger relevante Information auf der Basis der verfügbaren Grunddaten möglichst effektiv bereitzustellen. Für die geeignete Präsentation der durch ein EUS verwalteten Information entwickelt sich die Multimediatechnologie daher zunehmend zu einem Schlüsselement.

Speziell im Bereich zeitkritischer Überwachungsaufgaben zeigt sich ein steigendes Bedürfnis zur Verbesserung der Mensch-Maschine-Interaktion durch eine multimediatechnologische Entscheidungsunterstützung, die leistungsfähige Problemlösungsfähigkeiten mit erweiterter Informationspräsentationsfunktionalität integriert. Zu den potentiellen Anwendungsfeldern zählen beispielsweise die Verkehrsstelematik, Einsatzleitsysteme, Leitstände in industriellen Umgebungen und leistungsfähigere Entscheidungsunterstützungssysteme in der Medizin. Darüber hinaus bietet auch die Überwachung und Steuerung von Telekommunikationsnetzen ebenso wie bei Übertragungsnetzen im Bereich der Energieversorgung ein hohes Anwendungspotential.

In dem von der Europäischen Union geförderten Projekt [FLUIDS](#) (Future Lines of User Interface Decision Support) wird ein Rahmen geschaffen, der es erlaubt, bestehende Echtzeitmanagementanwendungen mit einer wissensbasierten Komponente zur Entscheidungsunterstützung sowie einer leistungsfähigen multimedialen Benutzerschnittstelle aufzurüsten. Die Integration einer intelligenten Komponente zur automatisierten Generierung multimedialer Präsentationen stellt dabei ein Kernelement des [FLUIDS](#) -Ansatzes dar. Der vorliegende Beitrag befaßt sich mit der Ergänzung dieser Art von Multimediafunktionalität zu

konkreten Anwendungssystemen aus dem Bereich des Verkehrsmanagements und beschreibt die hierbei gewonnenen Erfahrungen. Es zeigte sich, daß eine der herausforderndsten Präsentationssaufgaben darin liegt, eine angemessene Darstellung von Alternativen zu erreichen, wie beispielsweise unterschiedliche Erklärungsmöglichkeiten oder verschiedene Variationen von Vorhersagen hinsichtlich einer gegebenen Verkehrssituation sowie mehrere Optionen bezüglich der Auslösung von Steueraktionen zur Problemkorrektur. Im nachfolgenden Abschnitt 2 wird zunächst kurz der Hintergrund dieser Arbeit skizziert. In Abschnitt 3 geben wir dann eine Beschreibung des Präsentationsproblem in der Verkehrsmanagementdomäne und zeigen anschließend in Abschnitt 4 unseren Lösungsansatz auf. Der Beitrag endet mit einem Blick auf verwandte Arbeiten und einer abschließenden Bewertung der bisherigen Ergebnisse.

2 Anwendungsszenario

Der **FLUIDS**-Ansatz wird anhand konkreter Verkehrsüberwachungssysteme, die sich in den Städten Turin und Madrid bereits im Einsatz befinden, ausgearbeitet und getestet. In beiden Städten steht eine umfangreiche technische Infrastruktur zur Verfügung, mit komplexen Netzwerken von Sensoren, die ständig Echtzeitdaten zur Verkehrssituation liefern. Unter Betrachtung unterschiedlicher Problemstellungen befinden sich derzeit drei verschiedene Einzelanwendungen in der Entwicklung. Das System TRYS in Madrid zielt darauf ab, entsprechend den aktuellen Verkehrsbedingungen auf dem Autobahnring um Madrid Vorschläge für Verkehrssteuerungsstrategien zu generieren, die durch die Operateure in der Verkehrsleitzentrale umgesetzt werden können. UTOPIA, die Teilkomponente zur Steuerung des innerstädtischen Verkehrs des 5T-Systems in Turin, arbeitet hingegen vollautomatisch. In diesem Anwendungskontext unterstützt **FLUIDS** den Verkehrsingenieur bei der Diagnose der Systemleistung, ebenso wie bei der Analyse der Ursache von potentiellen Systemfehlern. Darüberhinaus soll das System Vorschläge zur möglichen Verbesserung der zugrundeliegenden Verkehrsmodelle unterbreiten. Das System 5T ist ein integriertes Verkehrsmanagementsystem zur Steuerung des öffentlichen wie des privaten Verkehrs und verfügt über eine ganze Reihe von Subkomponenten. Eine dritte **FLUIDS**-Anwendung erweitert das System SIS, die Komponente der ÖPNV-Leitstelle innerhalb des 5T-Gesamtsystems, um den Operateuren Handlungsvorschläge zur Korrektur von Abweichungen im laufenden Betrieb (Verspätungen, Fahrzeugausfälle, usw.) zu unterbreiten. Obgleich die oben genannten Verkehrsmanagementsysteme auf sorgfältig ausgearbeiteten Domänen- und Aufgabenmodellen aufbauen, lassen beide Systeme die für eine anspruchsvolle Entscheidungshilfe notwendigen Erklärungsmöglichkeiten vermissen. Bei der für **FLUIDS** zugrundeliegenden Systemkonzeption (vgl. Abbildung 1) dient ein zusätzliches wissensbasiertes Modul dazu, die hierfür notwendige Funktionalität bereitzustellen. Diese als PSM (Problem Solving Modul) bezeichnete intelligente Problemlösungskomponente soll dem Benutzer insbesondere dabei helfen zu verstehen, warum und auf welche Weise das System zu seinen Schlußfolgerungen gelangt und in davon überzeugen, daß die gezogenen Schlüsse in sich stimmig und sinnvoll sind. Aufgrund ihrer wissensbasierten Architektur ermöglicht die unter Verwendung der KSM-Entwicklungsumgebung (Knowledge Structure Manager, vgl. [CHM97]) realisierte Komponente darüberhinaus auch die leichtere Wartung und Kontrolle des gespeicherten Wissens und des Problemlöseverhaltens des Systems.

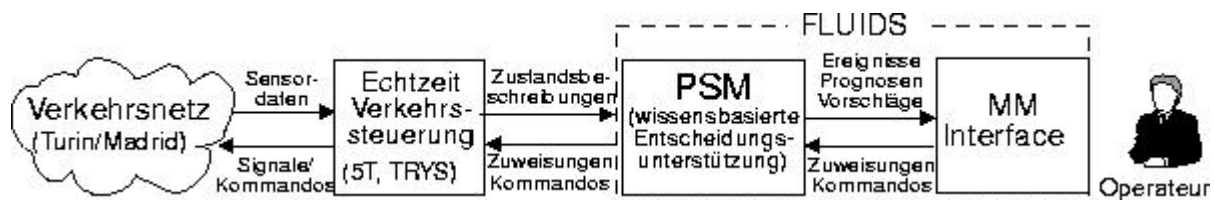


Abbildung 1: Komponenten eines Verkehrsmanagementsystems der nächsten Generation

Wie in Abbildung 1 gezeigt, setzt die Problemlösungskomponente auf dem zugrundeliegenden Echtzeitverkehrsteuerungssystem auf und stellt dem Operateur ihre Funktionalität über eine multimediale Benutzungsschnittstelle zur Verfügung. Auf Anforderung des Benutzers ist die PSM-Komponente in der Lage drei grundsätzliche Arten von entscheidungsunterstützender Information bereitzustellen:

- Beschreibungen der aktuellen Verkehrssituation („Was passiert?“);
- Prognosen über die weitere Verkehrsentwicklung („Was könnte geschehen?“);
- Vorschläge für Handlungsalternativen zur Vermeidung bzw. Lösung von Problemfällen („Was ist zu tun?“);

Die typische Aufgabenstellung eines Operateurs in einer Verkehrssteuerungszentrale besteht darin, kritische Bereiche innerhalb des Verkehrsnetzes zu erkennen, mögliche Ursachen einer Abweichung von der Idealsituation zu identifizieren (z.B. durch Vergleich zwischen den geschätzten, tatsächlichen und historischen Werten relevanter Systemparameter) und dann eine anwendbare Steuerungsaktion zur Problemlösung auszuwählen. In Reaktion auf die Anfrage „Was passiert derzeit im Verkehrsnetz?“ würde das entscheidungsunterstützende System beispielsweise eine oder mehrere Regionen zeigen, innerhalb derer die geschätzten Verspätungen einer Buslinie vordefinierte Schwellwerte (hinsichtlich der tolerierbaren Verzögerung) überschreiten. Bezogen auf die Anschlussfrage „Was ist zu tun?“ würde das System den Operateur dann über konkrete Handlungsmöglichkeiten informieren, die zu einer Lösung des identifizierten Problems beitragen könnten. Zentrale Aufgabe der Systemoberfläche ist es, diese Art der Information in einer Art und Weise zu präsentieren, die den unter Zeitdruck stehenden Operateur effektiv in seiner Entscheidungsfindung unterstützt.

Die ursprünglichen Versionen der Verkehrsmanagementkomponenten sind in beiden Systemen - TRYS und 5T - mit fensterbasierten Benutzungsschnittstellen ausgestattet. All diese Benutzungsoberflächen setzen verschiedene Medien zur Informationspräsentation ein: vollständige Texte, Kurznachrichten (unterhalb Satzebene), Karten und abstrakte Diagramme, wie

z.B. ein horizontaler Balken mit Markierungen als Darstellung einer Buslinie mit ihren Haltestellen. Eine nähere Evaluierung der von diesen Schnittstellen gelieferten Informationspräsentationen offenbarte jedoch eine Reihe von Unzulänglichkeiten:

- schlechte zeitliche Koordinierung der Ausgabe, besonders falls diese über mehrere Ausgabefenster verteilt ist;
- keine Möglichkeit für Anschlussfragen zu einer Präsentation wegen der fehlenden semantischen Repräsentation für die erzeugten Systemausgaben;
- keine geeigneten Mittel zur Kondensierung von Präsentationen, um sowohl die Redundanz als auch die Dauer der Darstellung reduzieren zu können;
- geringe Flexibilität beim Präsentationsverhalten des Systems aufgrund der „fest verdrahteten“ Abbildung von Daten auf Präsentationselemente.

Weitere Anforderungen an ein verbessertes System konnten direkt von potentiellen Nutzern gewonnen werden. Bei den befragten Benutzern handelte es sich um erfahrene Operateure aus den Verkehrsleitzentralen der Städte Turin und Madrid. Zur Generierung einer Vielzahl unterschiedlicher Präsentationen für die Anpassung an verschiedene Benutzerprofile bestand wie erwartet nur geringer Bedarf. Die Operateure zeigten sogar eine ausgesprochene Präferenz für eine Beschränkung der Anzahl an unterschiedlichen Präsentationsmustern, um sich einfacher an die Darstellungsformen gewöhnen zu können. Beispielsweise bevorzugten die Operateure eine möglichst geringe Anzahl von Bildschirmmasken mit einem festen Layout für die Graphik- und Textausgabe sowie eine relativ kleine Zahl von unterschiedlichen Graphiktypen (Übersichtskarten, Netzwerkdiagramme, Linienschaubild). Andererseits wurde nachdrücklich gefordert die Präsentationsmöglichkeiten des Systems durch Aggregationsmechanismen zu verbessern. Je weniger ein Operateur zur Erfüllung seiner Aufgabe durch umfangreiche Listen von Textnachrichten blättern und zwischen verschiedenen Bildschirmmasken hin und her schalten muß, desto höher ist seine Zufriedenheit mit dem System.

3 Multimediale Informationspräsentation

Die Aufgabe der Informationspräsentation läßt sich beschreiben als Abbildung von anwendungsspezifischen Informations- und Datenelementen auf Präsentationen, die aus räumlich und zeitlich angeordneten Medienobjekten aufgebaut sind. Die nachstehende Tabelle zeigt, welche Zuordnungen für die betrachteten Anwendungen in Betracht kommen. Grundlage der Tabelle ist eine vor Ort mit den Operateuren durchgeführte Bedarfsanalyse.

Aktuelle Verkehrssituation	Text	satzweise Aufzählung der aufgetretenen Ereignisse
	Sprache (optional)	ergänzend zum Text (textuelle Information im Telegrammstil)
	Statische Graphik	Annotierte Karten (Anzeige von Objektlokationen)
	Animation	nein
Erklärung der aktuellen Verkehrssituation	Text	satzweise Aufzählung der möglichen Ursachen
	Sprache (optional)	ergänzend zum Text (textuelle Information im Telegrammstil)
	Statische Graphik	Visualisierung von Diagnoseresultaten (a) statische Graphik: Objekttrajektorien durch Pfeile; (b) Animation: Abspielen dynamischer Szenen (vor/rück, Zeitraffer/Zeitlupe)
	Animation	

Tabelle 1: Präsentationstypen in [FLUIDS](#)

Prognose	Text	satzweise Aufzählung der hervorsehbaren Ereignisse
	Sprache (optional)	ergänzend zum Text (textuelle Information im Telegrammstil)
	Statische Graphik	Visualisierung von Simulationsergebnissen (analog zu Erklärung)
	Animation	
Handlungsvorschläge zur Problemvermeidung/ Problembeseitigung	Text	satzweise Aufzählung der vorgeschlagenen Handlungen
	Sprache (optional)	ergänzend zum Text (textuelle Information im Telegrammstil)
	Statische Graphik	Teilanimierte Graphik durch sukzessive Modifikation eines an sich statischen Schaubilds. Visualisierung von Objektlokationen, Handlungsorte etc.
	Animation	

Der Kombination aus Text und Schaubild kommt eine dominierende Rolle zu. Weil die befragten Operateure stets eine Art schriftliches Protokoll der wichtigsten Informationseinheiten wünschen, ist der Einsatz gesprochener Sprache optional und stets redundant zum Text. Eine wichtige Rolle kommt dem Medium Graphik zu, wobei zwischen statischer Graphik, teilanimierter Graphik und Animation unterschieden wird.

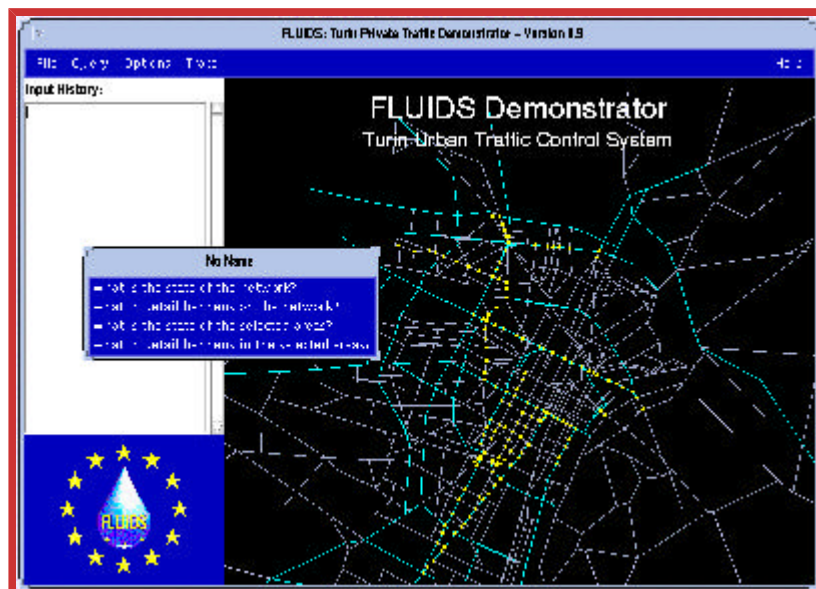
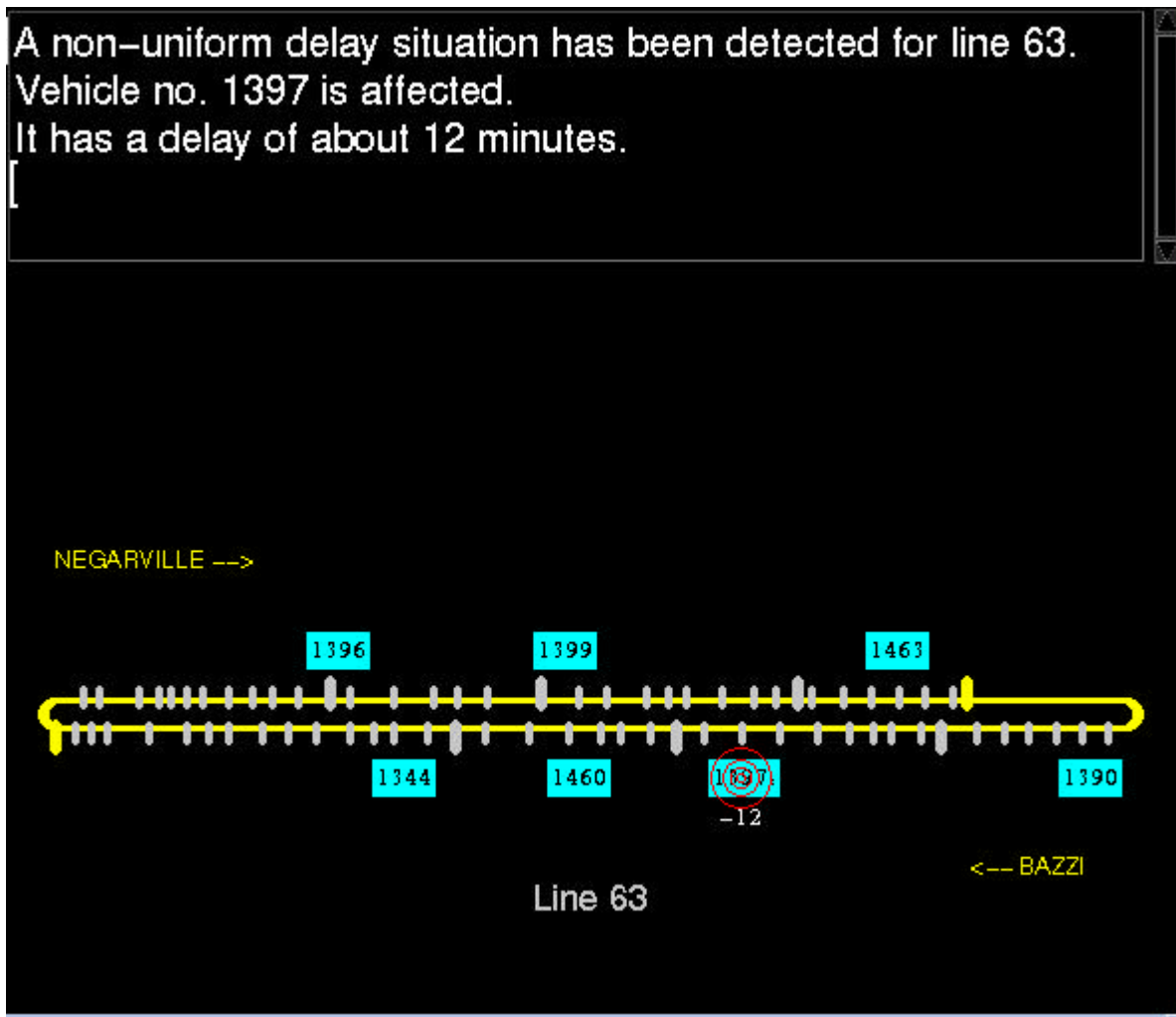


Abbildung 2: In [FLUIDS](#) verwendete Graphiktypen: Straßennetzkarte und Busliniendiagramm



Die dargebotenen Schaubilder sind Karten mit unterschiedlichen Abstraktionsgraden sowie spezielle Diagrammtypen, etwa zur Darstellung einzelner Buslinien (siehe Abbildung 2).

Jedes Schaubild besteht primär aus einem Hintergrund (z.B. einer Karte) und einer Menge von graphischen Objekten, die auf diesem Hintergrund plziert werden. Zu nennen sind hier Ikonen für die bildliche Referenz auf Domänenobjekte (z.B. Ikonen für Fahrzeuge), Ikonen, die bestimmte Ereignisse oder Handlungen symbolisieren, sowie einige metagraphische Symbole zur Fokussierung (z.B. Pfeile und einrahmende Kreise). Im Gegensatz zu statischen Schaubildern ändern bei Animationen die erscheinenden Ikonen ihre Lokationen über einem Zeitintervall. Typisches Beispiel ist hier die Visualisierung einer Fahrzeugtrajektorie, bei der das Fahrzeugikon auf der Kartendarstellung seine Trajektorie abfährt. In der vorliegenden Anwendungsdomäne kommt jedoch einer anderen Form der Animation eine weitaus größere Bedeutung zu, und zwar der teilanimierten Graphik. Hierunter verstehen wir solche graphischen Darstellungen, bei denen ein komplexes Schaubild vor den Augen des Betrachters sukzessive komplettiert wird. Obwohl es sich auch hier um eine Folge von Bildern handelt, besteht ein wesentlicher Unterschied zu dem zuvor genannten Animationstyp darin, daß das letzte Einzelbild als Enkodierung der gesamten Information zu verstehen ist. Die sukzessive Vervollständigung dient vornehmlich dazu, den Betrachter durch das Schaubild zu führen. Insbesondere in Kombination mit gesprochener Sprache lassen sich so komplexe Inhalte übersichtlich und einprägsam vermitteln.

```

(define-operator
:HEADER
(A0 (INFORM-DELAY P A ?text-window ?graphic-window
      ?pos-1 ?pos-2 ?vehicle
      ?v-location ?v-delay ?delay-label))
:INFERIORS
((A1 (VERBALIZE-DELAY P A ?text-window ?vehicle))
 (A2 (S-SHOW-VEHICLE P A ?graphic-window ?vehicle
      ?v-location ?pos-1))
 (A3 (S-SHOW-RED-BLINKER P A ?graphic-window ?v-location
      ?pos-1))
 (A4 (S-SHOW-LABEL P A ?graphic-window ?delay-label
      ?v-location pos-2))
 (A5 (VERBALIZE-DELAY-TIME P A ?text-window ?v-delay)))
:QUALITATIVE
((A1 (e) A2) (A2 (s) A3) (A2 (m) A4) (A4 (m) A5))
:METRIC
((20 <= DURATION A3 <= 30))
:START A3
:FINISH A3)

```

Abbildung 3: Präsentationsstrategie zur Beschreibung einer Verspätung

In der Operationalisierung wird die Zuordnung von Informationseinheiten zu Medienobjekten durch ein planbasiertes Generierungsverfahren bewältigt (siehe [AFG+93, RAM97]). Die dort verwendeten Planoperatoren repräsentieren Wissen darüber, wie eine Präsentation günstigerweise zu strukturieren ist, welche Medienobjekte zur Enkodierung von Information in Frage kommen und wie diese gegebenenfalls zeitlich miteinander zu koordinieren sind. Beispielsweise kann der in [Abbildung 3](#) angeführte Operator verwendet werden, um den Operateur ausführlich über die Verspätung einer Buslinie (*INFORM-DELAY*) zu informieren. Im Rumpf des Operators wird dazu die Präsentationsaufgabe in kleinere Teilaufgaben (A1 bis A5) zerlegt. Durch die Ausführung von A1 wird der Operateur sprachlich über das Auftreten einer Verspätung informiert. Die Präsentationsakte A2-A4 dienen der Lokalisierung des verursachenden Fahrzeugs mittels Graphik. Mit A5 wird dann noch die Dauer der Verspätung sprachlich mitgeteilt.

Das Grundrepertoire der für diese Applikationsklasse definierten Planungsoperatoren deckt alle in der Domäne modellierten und ggf. mitteilenswerten Informationstypen ab. Wie sich herausstellte, reichen die definierten Strategien jedoch für die Generierung prägnanter und wirkungsvoller Präsentationen von alternativen Ereignis- oder Handlungssequenzen mit überlappenden Teilsequenzen nicht aus. Alternativen sind in der Verkehrsmanagementdomäne immer dann zu präsentieren, wenn das System aufgrund unvollständiger Sensordaten für eine Problemsituation mehrere gleichwahrscheinliche Erklärungen oder Prognosen findet oder wenn vom System mehrere geeignete Handlungsalternativen zur Beseitigung eines Verkehrsproblems gefunden werden und der Operateur sich für genau eine davon entscheiden soll. Meist sind diese Alternativen jedoch nicht völlig voneinander verschieden, sondern umfassen gemeinsame Teilereignisse oder Teilhandlungen. In diesem Fall ist es sowohl übersichtlicher als auch zeitsparender, diese gemeinsamen Aspekte nur einmal zu präsentieren. Der hierzu gewählte Ansatz wird im Folgenden skizziert.

4 Aggregierte Informationspräsentation

Die Notwendigkeit, aggregierte Informationspräsentationen generieren zu können, läßt sich am besten anhand eines konkreten Beispiels aufzeigen. Betrachten wir dazu die Situation eines an einem bestimmten Ort (nachfolgend als *loc#347* bezeichnet) liegendegebliebenen Busses (Bus#11). Um die Störung des Beförderungsdienstes zu beseitigen, konsultiert der verantwortliche Operateur das Verkehrsmanagementsystem, das zwei mögliche Handlungsalternativen zur Problembeseitigung findet. Systemintern seien die beiden Alternativen propositional wie folgt repräsentiert:

```

(Alt [ (move repair-car#5 loc#347);
      (move bus#15 loc#347);
      (exchange-drivers bus#11 bus#15 loc#347);
      (transfer-passengers bus#11 bus#15 loc#347);
      (tow-away bus#11 repair-car#5 loc#347)
    ],
 [ (move repair-car#5 loc#347);
   (wait-for-next-bus-of-line bus#12 loc#347);
   (transfer-passengers bus#11 bus#12 loc#347);
   (tow-away bus#11 repair-car#5 loc#347)
 ] )

```

Die erste Alternative besteht demnach darin, sowohl ein Reparaturfahrzeug (*repair-car#5*) als auch einen Ersatzbus zum Einsatzort (*loc#347*) zu dirigieren, dann einen Fahrerwechsel zu veranlassen, die Passagiere umsteigen zu lassen und schließlich den defekten Bus mit dem Reparaturfahrzeug abzuschleppen. Die zweite Alternative unterscheidet sich von der ersten dadurch, daß diesmal kein Ersatzbus zum Einsatz kommt, sondern einfach auf das Nachfolgefahrgewert der gleichen Buslinie gewartet wird. In diesem Fall ist dann auch kein Fahrerwechsel durchzuführen.

Eine einfache Strategie zur Lösung dieser Präsentationsaufgabe ist nun, nach einem Vorspann, der darauf hinweist, daß zwei Alternativen gefunden wurden, die beiden Handlungssequenzen nacheinander zu präsentieren. Abbildung 4 verdeutlicht die Zuordnung von zugrundeliegender Information und Struktur der möglichen Präsentation.

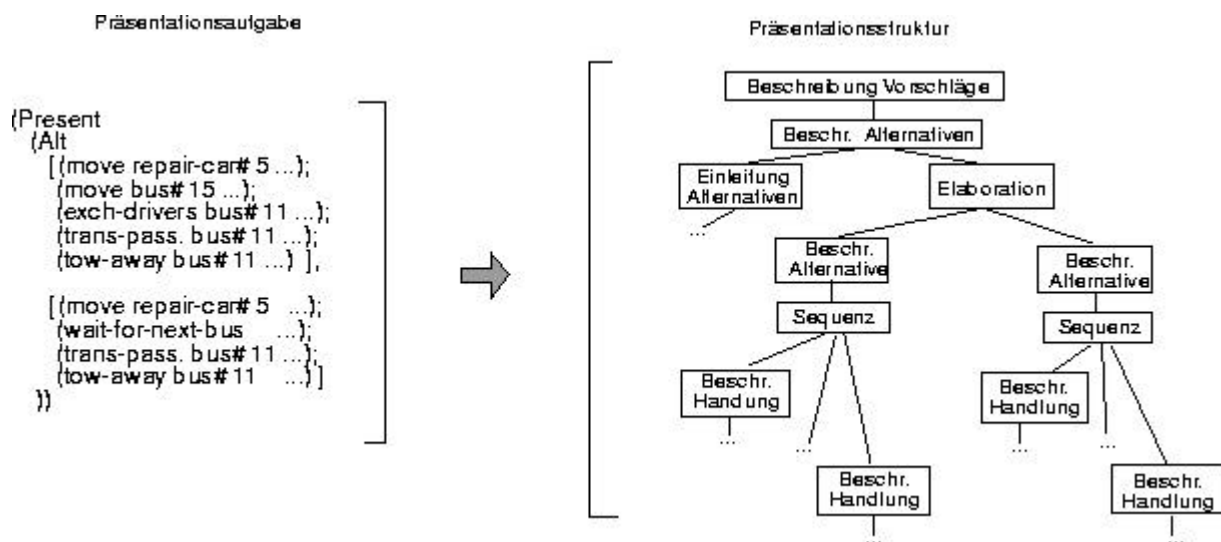


Abbildung 4: Der Präsentationsaufgabe (links) wird eine Präsentationsstruktur zugeordnet

Präsentationsstrategien zum Aufbau solcher Präsentationen lassen sich vergleichsweise einfach formulieren. Die resultierenden Präsentationen haben jedoch den entscheidenden Nachteil, daß jeweils alle Teilhandlungen der einzelnen Alternativen präsentiert werden, auch dann, wenn Alternativen gemeinsame Teilhandlungen umfassen. Dadurch werden Präsentationen nicht nur unnötig lang, sondern vor allem auch leicht unübersichtlich, schließlich ist nur der eigentliche Unterschied von Interesse.

Der in FLUIDS gewählte Ansatz zur aggregierten Präsentation besteht im wesentlichen aus zwei Schritten: Zunächst wird die gestellte Präsentationsaufgabe in eine andere Form gebracht, bei der die gemeinsamen Teilhandlungen ausfaktoriert erscheinen. Im zweiten Schritt wird dann versucht, die umformulierte Präsentationsaufgabe zu erfüllen. Abbildung 5 skizziert die Vorgehensweise an dem gewählten Beispiel.

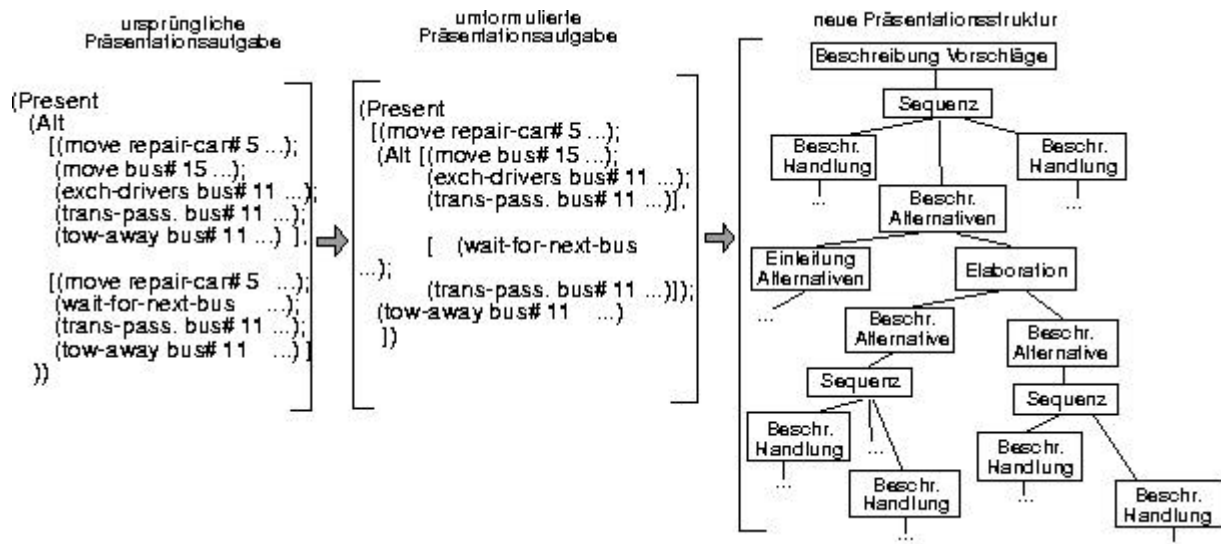


Abbildung 5: Präsentationsstruktur der umformulierten Präsentationsaufgabe

Eine Umformulierung von Präsentationsaufgaben macht jedoch nur Sinn, falls Präsentationsstrategien und Enkodierungsformen bereitstehen, mit der die neue Aufgabe auch tatsächlich zu bewältigen ist, und sofern sichergestellt ist, daß die hervorgehende Präsentation gegenüber der bloßen Aufzählungen von Alternativen nicht unverständlicher wird. Daß beispielsweise räumliche Aspekte alternativer Teilhandlungen recht übersichtlich in einem einzigen Schaubild dargeboten werden können, zeigt Abbildung 6. Das Schaubild ist Teil der aggregierten Präsentation des obigen Beispiels. Dort war beiden Handlungsalternativen gemeinsam, daß ein Reparaturfahrzeug (r-5) zunächst an den Einsatzort fahren soll, um dann den liegengebliebenen Bus (b-11) abzuschleppen. Folglich genügt eine gemeinsame Präsentation dieser Teilhandlungen. Demgegenüber sind der Einsatz eines Ersatzfahrzeuges (b-15) oder das Warten auf den nachfolgenden Bus (b-12) alternative Teilhandlungen, die auch graphisch

voneinander abzuheben sind.

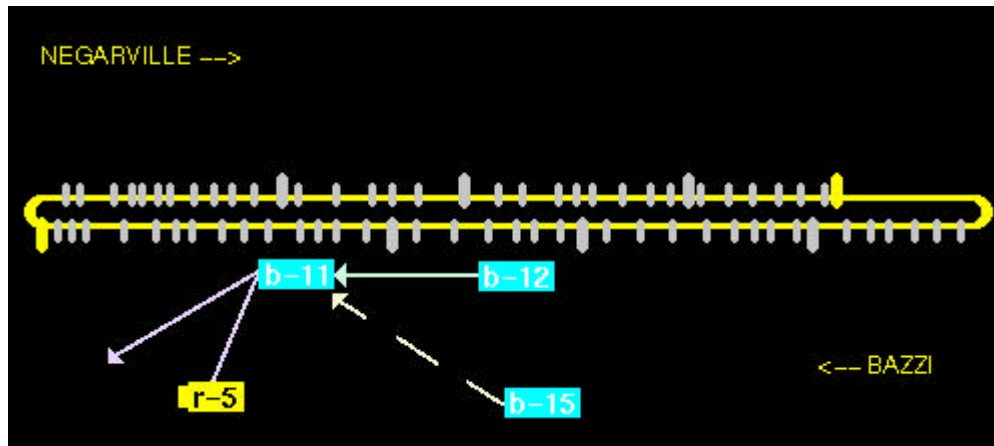


Abbildung 6: Schaubild zur aggregierten Präsentation einer Handlungsalternative

Die zur Informationsaggregation notwendige Umformulierung von Präsentationenaufgaben wird in [FLUIDS](#) konsequent mittels der Planungskomponente realisiert. Dies gelingt, indem man das Repertoire an Planungsoperatoren durch entsprechende Umformulierungsstrategien erweitert. Die Anwendbarkeitsbedingungen dieser Operatoren spezifizieren die konkreten Restriktionen unter denen eine Ausfaktorisierung gemeinsamer Informationseinheiten erfolgen kann. Hierbei lassen sich nicht nur identische Elemente (z.B. exakt die gleiche Teilaktion in zwei alternativen Handlungssequenzen) sondern auch gleichartige Informationsstrukturen (z.B. die gleiche Aktion mit zwei unterschiedlichen Akteuren) zusammenfassen.

5 Verwandte Arbeiten

Die Softwareindustrie unternimmt große Anstrengungen, um Multimediafunktionalität in ihren Produkten im Bereich der Entscheidungsunterstützung bereitzustellen. Viele Datenbankanbieter zielen beispielsweise auf Entscheidungsträger im betriebswirtschaftlichen Umfeld ab und bieten diesen geeignete Hilfsmittel zum Zugriff auf und zur Präsentation von Information, die durch ein unternehmensweites entscheidungsunterstützendes Informationssystem bereitgestellt wird. In diesem Anwendungsfeld reichen die Möglichkeiten zur Informationspräsentation von einfachen Tabellen bis hin zu anspruchsvollen Berichten, in denen vielfältige graphische Darstellungsformen Verwendung finden. Derartige Softwaresysteme beinhalten spezielle Generierungsmodule, etwa zur Tabellenformatierung oder Komponenten zum Zeichnen von Diagrammen. Vielversprechende Erfahrungen bei der Anreicherung von EUS mit Multimedialelementen werden auch von Forschungsarbeiten aus dem Bereich der medizinischen Entscheidungsfindung berichtet (siehe z.B. [\[NOWZ97\]](#)). Allerdings machen sich gegenwärtige EUS neuere Methoden zum automatisierten Design multimedialer Präsentation (siehe [\[FM91\]](#), [\[May91\]](#), [\[Sto91\]](#), [\[AFG+93\]](#), [\[AHvM93\]](#) und [\[RH93\]](#) für einen Überblick) bislang noch nicht zunutze. Umgekehrt wird die Entscheidungsunterstützung in Echtzeit auf dem Gebiet der automatischen Präsentationsgenerierung nur äußerst selten als mögliche Anwendungsdomäne betrachtet. Dies stellt möglicherweise einen der Gründe dafür da, warum das Aggregationsproblem innerhalb dieser Forschungsrichtung bislang nicht im Detail betrachtet worden ist.

Mit den Anwendungsdaten auf der einen Seite, der generierten Präsentation auf der anderen Seite und dem Präsentationsgenerator als Bindeglied dazwischen lassen sich prinzipiell drei verschiedene Ansätze zur Informationsaggregation unterscheiden:

1. Aggregation über Daten aus der Anwendungsdomäne;
2. Aggregation über Medienobjekten;
3. Aggregation über intermediären Präsentationsstrukturen.

Dem ersten Ansatz zu folgen, hieße zusätzliche Konzepte in die Domänenrepräsentation einzuführen und ergänzende Präsentationsstrategien zu definieren, die sich auf diese zusätzlichen Konzepte beziehen. Das Problem bei diesem Vorgehen liegt darin, daß die Grenzlinie zwischen der Modellierung der Domäne einerseits und der Spezifikation des Präsentationswissens andererseits verwischt wird. Dies behindert insbesondere die Modularisierung des Entwicklungsprozesses durch eine klare Aufgabenteilung.

Ansätze, die sich auf die zweite Alternative beziehen, finden sich auf dem Gebiet der automatischen Textzusammenfassung (z.B. [\[SJENH+93\]](#)). Innerhalb dieser Forschungsrichtung wurden eine Reihe von Techniken entwickelt, die dazu dienen aus einem vorgegebenen Quelltext eine aussagefähige Zusammenfassung abzuleiten. Ein derartiger Ansatz erscheint im Hinblick auf unseren Anwendungsfall jedoch als zu ineffizient, da zunächst eine vollständige und umfassende Präsentation zu generieren wäre, die dann als Eingabe für einen nachgeschalteten Aggregationsprozeß dienen würde.

Ansätze, die unter die dritte Alternative fallen, haben gemeinsam, daß sie versuchen Aggregationen auf den Repräsentationsstrukturen durchzuführen, die während des Generierungsprozesses Verwendung finden. Diese Strukturen können

medienunabhängige Präsentationsakte sein, Präsentationsakte, die mittels eines bestimmten Mediums übermittelt werden sollen, oder medienspezifische Strukturen aus Präsentationseinheiten, wie etwa präverbale Nachrichten während der Textgenerierung. Üblicherweise wird ein Aggregationsmodul zwischen Inhaltsplanung und Textgenerator hinzugefügt (siehe z.B. [DH93], [Sha83]).

Unser Ansatz zielt auch darauf ab, Aggregationen auf der Ebene der Präsentationsakte durchzuführen. Allerdings wenden wir Restrukturierungsstrategien auf einer frühen Stufe der Präsentationsplanung an. Dieser Ansatz ermöglicht es Abhängigkeiten zwischen Inhaltsstrukturierung und Aggregation zu berücksichtigen, die in der FLUIDS -Applikation entscheidender sind als Abhängigkeiten zwischen Aggregation und Realisierung, da wir auf Textmuster und schemabasierte Graphiken zurückgreifen.

6 Resümee

Eine praktische Zielsetzung unserer Arbeit besteht darin, mehrere bereits eingesetzte (Echtzeit-) Verkehrsmanagementsysteme mit einer Komponente zum automatisierten Design von Multimediapräsentationen auszustatten. In diesem Beitrag wurde skizziert, wie unser genereller Ansatz zum planbasierten Präsentationsdesign für diese Anwendungsklasse angepaßt und erweitert werden konnte. Aus der Sicht der Forschung zu zeitkritischen entscheidungsunterstützenden Systemen ist diese Forschungsarbeit von Interesse, da sie es ermöglicht ad hoc Lösungen für die Behandlung kritischer Präsentationsaspekte durch einen fundierten Ansatz zur intentionsbasierten Strukturierung von Präsentationen und der zeitlichen Koordination von Medienelementen zu ersetzen. Andererseits erscheint die Entscheidungsunterstützung in Echtzeit als vielversprechendes, aber auch anspruchsvolles Anwendungsgebiet für Forschungen im Bereich der automatisierten Multimediagenerierung.

Um zu gewährleisten, daß Präsentationen für einen unter Zeitdruck stehenden Operateur sowohl kurz als auch leicht verständlich sind, muß die Generierung aggregierter Informationspräsentationen als wichtiger Faktor berücksichtigt werden. In der hier vorgeschlagenen Lösung nimmt ein Präsentationsplaner eine Reduzierung der Anzahl der zu kommunizierenden Propositionen dadurch vor, daß Informationseinheiten, wie etwa übereinstimmende Teilhandlungen von alternativen Handlungssequenzen, herausfaktoriert werden. Dieser Ansatz half die Präsentationsfähigkeiten des Verkehrsmanagementsystems im Vergleich zur ursprünglichen Benutzungsschnittstelle deutlich zu verbessern.

Für weitere Verbesserungen bleibt dennoch genügend Raum. Zunächst einmal ist es wichtig, die Menge an geeigneten Multimediapräsentationstypen für die Präsentation kondensierter Information zu erweitern. Während im Falle von Text wertvolle Anregungen aus der Literatur gewonnen werden können, ist im Hinblick auf Graphik und Animation noch einige Pionierarbeit gefordert. Derzeit experimentieren wir mit graphischen Darstellungsformen zur Präsentation von Alternativen. Beispielsweise lassen sich alternative Objektbewegungen durch Farbkodierung visualisieren oder mehr dynamisch durch abwechselnde Überlagerung von Richtungspfeilen für die alternativen Trajektorien.

In der aktuellen Implementation unterliegt die Ausfaktorisierung gemeinsamer Informationseinheiten recht starken Restriktionen. Es erfolgen keine Umformulierungen, die zu komplexeren Verzweigungsstrukturen führen könnten. Diese Einschränkung erhöht die Wahrscheinlichkeit, daß für die umformulierte Präsentationsaufgabe eine geeignete Präsentation generiert werden kann. Allerdings können hierbei noch immer unnötige Redundanzen in den generierten Präsentationen von Alternativen auftreten.

Ein weiterer Punkt betrifft die allgemeine Anwendbarkeit unserer Aufgabenumformulierungsstrategien zur Aggregation. Im Wesentlichen fügen diese Regeln getrennte Elemente (d.h. Handlungssequenzen) zusammen, für den Fall, daß sie übereinstimmende Teile (d.h. einzelne Teilaktionen) aufweisen. Dieser Ansatz macht Sinn, da im FLUIDS Kontext von einer gegebenen Domänenrepräsentation, nämlich der im konkreten Diagnosesystem verwendeten, auszugehen war. Man kann sich jedoch sicherlich Diagnosekomponenten vorstellen, die eine graphartige Struktur anstelle einer Liste von Alternativen liefern. In diesem Falle bestünde ein Teil der Aggregationsaufgabe darin, diese Graphstruktur in sinnvolle Einheiten zu zerlegen, die zusammen präsentiert werden können.

Danksagung

Die hier beschriebenen Forschungsarbeiten wurden teilweise von der EU im Rahmen des Programms "Telematikanwendungen", Projekt TE 2006: FLUIDS, und dem BMBF unter dem Förderkennzeichen ITW 9701 0, Projekt AiA, gefördert.

Literatur

AFG+93

E. André, W. Finkler, W. Graf, T. Rist, A. Schauder und W. Wahlster.

WIP: The Automatic Synthesis of Multimodal Presentations.

In: M. T. Maybury, Hrsg., *Intelligent Multimedia Interfaces*, S. 75-93. AAAI Press, Menlo Park, CA, 1993.

AHvM93

Y. Arens, E. Hovy und S. van Mulken.

Structure and Rules in Automated Multimedia Presentation Planning.

In: *Proc. of the 13th IJCAI*, S. 1253-1259, Chambery, France, 1993.

CHM97

J. Cuena, J. Hernández und M. Molina.
An Exercise of Knowledge-Oriented Design: Architecture for Real-Time Decision Support Systems.
In: S. G. Tzafestas, Hrsg., Knowledge Based Systems. Advanced Concepts, Techniques and Applications. World Scientific, Singapore, 1997.
in press.

DH93

H. Dalianis und E. Hovy.
Aggregation in Natural Language Generation.
In: Proc. of the Fourth European Workshop on Natural Language Generation, Pisa, Italy, 1993.

FM91

S. K. Feiner und K. R. McKeown.
Automating the Generation of Coordinated Multimedia Explanations.
[Computer](#), 24(10):33-41, 1991.

May91

M. T. Maybury.
Planning Multimedia Explanations Using Communicative Acts.
In: [Proc. of AAAI-91](#), S. 61-66, Anaheim, CA, 1991.

NOWZ97

I. Novopachennyi, Y. Ogurol, M. B. Wischnewsky und J. Zhao.
Wissensbasierte Systeme in der Onkologie am Beispiel von ONCO-CONS.
[Künstliche Intelligenz](#), 11(3):47-51, 1997.

RAM97

T. Rist, E. André und J. Müller.
Adding Animated Presentation Agents to the Interface.
In: [Proc. of IUI '97: Int. Conf. on Intelligent User Interfaces](#), S. 79-86, Orlando, FL, 1997.

RH93

S. F. Roth und W. Hefley.
Intelligent Multimedia Presentation Systems: Research and Principles.
In: M. T. Maybury, Hrsg., [Intelligent Multimedia Interfaces](#), S. 13-58. AAAI Press, Menlo Park, CA, 1993.

Sha83

J. Shaw.
Conciseness through Aggregation in Text Generation.
In: [Proc. of the 33th ACL](#), S. 329-331, Cambridge, MA, 1983.

SJENH+93

K. Spärck-Jones, B. Endres-Niggemeyer, J. Hobbs, E. Liddy und C. Paris, Hrsg.
Dagstuhl Seminar on Summarizing Text for Intelligent Communication, Dagstuhl, Germany, 1993.

Sto91

O. Stock.
Natural Language and Exploration of an Information Space: The ALFresco Interactive System.
In: [Proc. of the 12th IJCAI](#), S. 972-978, Sidney, Australia, 1991.

[Gerd Herzog](#)

Last update: Tue Jan 13 20:46:25 MET 1998

Send comments to herzog@acm.org