

Kontextsensitive Fahrzeugsysteme: Potential und Herausforderungen

Wolfgang Spießl, Stefan Hoch

BMW Forschung und Technik
Hanauer Straße 46
D-80788 München
{ Wolfgang.Spiessl | Stefan.Hoch }@bmw.de

Abstract: Das Automobil hat einen konsequenten Wandel vollzogen: vom reinen Transportmittel zu einem Fahrzeug, das mit einer Vielzahl von technischen Systemen zur Erhöhung der Sicherheit, des Komforts und der Verfügbarkeit multimedialer Dienste und Daten ausgestattet wird. Kognitive Fähigkeiten der Automobile gewinnen dabei zunehmend an Bedeutung. Durch den breiten Einsatz von fortschrittlichen Sensorsystemen werden immer mehr Informationen verfügbar, die die aktuelle Situation des Fahrers, Fahrzeuges und der Umgebung beschreiben. Dieser situative Kontext kann in vielfältiger Weise dazu genutzt werden, das Fahren sicherer, komfortabler und individueller zu gestalten, da viele Fahrzeugsysteme von einer kontextualisierten Adaption profitieren können. Dieser Beitrag behandelt die Nutzung von Kontextinformation in heutigen Fahrzeugen, das Potential und die möglichen Anwendungen aus Sicht der Automobilindustrie, sowie Herausforderungen im Umgang mit kontextsensitiven Applikationen im Fahrzeug.

1 Einleitung

Das Automobil von heute ist im Gegensatz zu seiner ursprünglichen Bedeutung weit mehr als nur ein reines Transportmittel. Neueste technische Systeme zur Erhöhung der Sicherheit und des Komforts haben diesen Wandel genauso geprägt, wie die Verfügbarkeit eines breiten Angebots an multimedialen Diensten bzw. Daten. Zur Differenzierung zu anderen Wettbewerbern auf dem Automobilmarkt, werden Fahrzeuge heute mit einer immer größer werdenden Anzahl von intelligenten Fahrerassistenzsystemen (FAS) und Fahrerinformationssystemen (FIS) ausgestattet. Die Umsetzung solcher Systeme ist dabei eng verknüpft mit der Entwicklung kognitiver Fähigkeiten, die in anderen Forschungsbereichen häufig unter dem Begriff "contextual awareness" gebündelt werden, also das Wissen eines Systems um die eigene Situation, in der es sich befindet und die Fähigkeit, angemessen darauf zu reagieren. Für ein kognitives Automobil ergibt sich dabei die Anforderung, seinen aktuellen Kontext über die drei Bereiche Fahrzeug, Umwelt und Fahrer durch sensorische Fähigkeiten wahrnehmen und durch Ableitung höherwertigen Wissens interpretieren zu können. Hoch (Hoch et al. 2007b) liefert einen gesamtheitlichen Ansatz zur Modellierung des situativen Fahrzeugkontexts in Form des sogenannten Kontextdreiecks (siehe Abb. 1.1).



Abbildung 1.1: Kontextdreieck in der Domäne Automobil

Aktuelle Fahrzeugsysteme besitzen unter dem Anspruch einer gesamthaften Kontextmodellierung nur ein eingeschränktes Kontextbewusstsein, was eine limitierte Systemintelligenz derzeitiger Ausprägungen zur Folge hat. Aus diesem Grund gewinnt in den letzten Jahren die Erforschung kognitiver Automobile immer mehr an Bedeutung. Ein ganzheitlicher, applikationsunabhängiger Ansatz zur Modellierung des situativen Kontexts, wie ihn Hoch propagiert, und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten für die konsequente Weiterentwicklung kognitiven Fahrzeugverhaltens wurde dabei bisher jedoch nur sehr eingeschränkt untersucht.

2 Nutzung von Kontext im Fahrzeug

2.1 Kontextsensitive Systeme in aktuellen Fahrzeugen

Bereits heute ist in vielen aktuellen Fahrzeugen eine Reihe von kontextsensitiven Systemen und Funktionen vorhanden. Eine Auswahl davon soll hier in der folgenden Übersicht kurz vorgestellt werden (siehe Tabelle 2.1).

System	Verhalten, Funktion	Parameter
Navigationssystem	Routenplanung, Zielführung	Standort, Richtung, Geschwindigkeit
Scheibenwischer-automatik	Automatisches Einschalten des Scheibenwischers, Anpassung der Wischergeschwindigkeit.	Wassermenge auf der Frontscheibe
Abblendender Innenspiegel	Automatisches Abblenden des Innenspiegels um Blendung zu vermeiden.	Lichteinfall durch Heckscheibe
Lautstärkeregelung	Selbstständige Anpassung der Lautstärke von Radio, Navigationsansagen, etc. zur Kompensation von Fahrgeräuschen.	Geschwindigkeit
TV-Funktion	Das TV-Bild ist nur im Stand zu sehen und wird während der Fahrt abgeschaltet.	Geschwindigkeit

ACC	Tempomat, der vorausfahrende Fahrzeuge erkennt und automatisch einen Sicherheitsabstand einhält.	Relativgeschwindigkeit, Abstand Vorderfahrzeug
Adaptives Kurvenlicht	Die Scheinwerfer schwenken den Lichtkegel in Kurvenrichtung, um eine bessere Kurvenausleuchtung zu erreichen.	Geschwindigkeit, Lenkwinkel, Gierrate

Tabelle 2.1: Beispiele von kontextsensitiven Fahrzeugsystemen

2.2 Grundlagen und verwandte Arbeiten

Das Thema Kontextbewusstsein oder Kontextsensitivität hat seinen Ursprung im Ubiquitous und Mobile Computing, wozu im Laufe der letzten 15 Jahre eine Reihe von Arbeiten entstanden ist, z.B. (Schilit et al. 1994; Dey et al. 1999; Schmidt et al. 1999). Darin werden konzeptuelle Modelle, Architekturen, Toolkits und Applikationen für kontextsensitive Systeme dargestellt. Diese bestehen in ihrer einfachsten Form aus zwei logischen Schichten, Informationsquellen (Sensoren, „Produzenten“) und Informationssenken (Applikationen, „Konsumenten“, vgl. Abb. 2.1). Dabei werden die Informationssenken von der Quellenschicht mit rohen Messwerten beliefert. Die Sensoranbindung zur Erfassung der Kontextgrößen, deren Überführung in das gewünschte Format und die sinnvolle Nutzung der Größen bedeutet einen erhöhten Entwicklungsaufwand, wenn dies für jedes System durchgeführt werden muss. (Chen & Kotz 2000) schlagen deshalb eine Entkoppelung dieser Komponenten vor, indem eine Kontextschicht (siehe Abb. 2.2) eingeführt wird. Durch eine saubere Trennung von Quellen- und Senkenkomponenten kann eine generalisierte Schnittstelle zu anderen Applikationen erzeugt werden. Sie erfasst die Rohdaten der Quellenschicht, konvertiert sie in ein für die Applikationen interpretierbares Format und stellt die Informationen Abnehmern aus der Senkenschicht in geeigneter Art und Weise zur Verfügung.

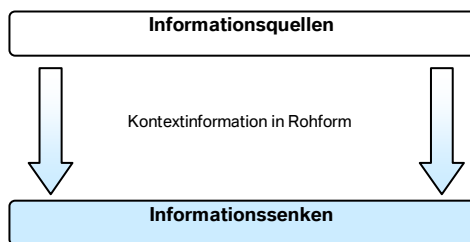


Abbildung 2.1: Basisschichten eines kontextsensitiven Systems

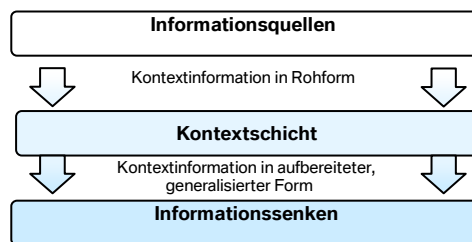


Abbildung 2.2: Erweiterung des kontextsensitiven Systems um eine Mittelschicht

Es gab in der Vergangenheit bereits Ansätze zur breiten Nutzung von Kontextinformationen speziell im Automobilbereich, etwa im Zuge des EU-Projektes **COMUNICAR** (Schindhelm et al. 2004). Das Thema Kontextverwaltung wurde hier in Form eines zentralen Informationsmanagers (IM) adressiert. Ziel des IM war die Informationspräsentation aller im Fahrzeug vorhandenen Fahrerinformationssysteme gesamtheitlich anhand des aktuell gültigen Kontext zu organisieren.

In (Hoch et al. 2007a) wird eine flexible Kontextarchitektur für automotiv Systeme vorgestellt, die eine spezielle Ausprägung der in 2.2 dargestellten Kontextschicht implementiert. Der Ansatz bietet einer einheitlichen Systemschnittstelle und eine flexible Möglichkeit zur Abstraktion von höherwertigen Kontextgrößen auf Basis numerischer Maschinenlernalgorithmen, wie z.B. Neuronaler Netze. Auch die Architektur des EU-Projektes **AIDE** (Engström et al. 2006) baut auf den Ansatz einer autarken, zentralen Kontextinstanz auf. Die Driver-Vehicle-Environment-Komponente, erfasst dabei den Status des Fahrers, des Fahrzeugs und der Umwelt. Mit Hilfe dieses Kontextbewusstseins führt ein Interaktions- und Kommunikationsassistent sowohl eine Priorisierung und Steuerung der Modalitätszuordnung durch und passt das Timing von Applikationsausgaben an. Beispielsweise wird in kritischen Fahrsituationen ein eingehender Telefonanruf erst durchgestellt, wenn die kritische Situation vorbei ist. Eine andere Strategie zur Vermeidung von störenden Telefonanrufen im Fahrzeug verfolgen (Kern et al. 2007), indem basierend auf dem Fahrerverhalten in der jüngsten Vergangenheit ein Status errechnet wird, der beschreibt, wie günstig im Moment ein Anruf ist. Dieser Status wird dem Anrufer vor Beginn des Telefonats übermittelt, damit dieser auf Grundlage dieses Kontextwissens entscheiden kann, ob der Anruf getätigt wird.

3 Trends, Potential und Herausforderungen

Viele der in 2.1 genannten Systeme greifen auf das in Abb. 2.1 dargestellte Modell zurück, indem einzelne Rohkontextparameter direkt von den Informationsquellen abgegriffen und 1:1 in eine Adaption eines anderen Parameters umgesetzt werden (z.B. Geschwindigkeit zu Lautstärke). Das ist bei der derzeitigen, autarken Betrachtung der aufgeführten Systeme ausreichend. Für eine effiziente Entwicklung von fortschrittlichen und komplexen FAS und FIS ist dieses Vorgehen jedoch nicht optimal, da für solche Systeme Rohgrößen oft nicht ausreichen. Für FAS und FIS der nächsten Generation werden höherwertige Informationen, wie z.B. die Fahrerabsicht, die Aufmerksamkeit oder Fahrerablenkung, sowie der Umgang mit diesen Informationen eine wesentliche Rolle spielen. FAS wie die Spurverlassens-, Spurwechselwarnung oder ACC werden heute zum Großteil als einzelne Systeme entwickelt, deren Verhalten nur zum Teil aufeinander abgestimmt ist. Die Applikationen tauschen nur selten Informationen aus, und verlassen sich auf ihre autark verwalteten Informationen bzw. auf ihr eigenständig generiertes Wissen. In Zukunft werden immer weniger die Einzelsysteme, sondern vielmehr deren intelligente Vernetzung zu einem stimmigen Ganzen entscheidend sein. Dies ist allerdings nicht möglich ohne eine gemeinsame Wissensbasis, in die nicht nur von Sensoren gelieferte Informationen eingehen, sondern auch abgeleitete Größen und Systemzustände der einzelnen Applikationen.

Ein großes Ziel der Automobilhersteller ist, Autofahren durch intelligente Systeme sicherer und komfortabler zu gestalten. Dazu können die intelligente Nutzung von Kontextinformation und die Vernetzung der Applikationen zu einem stimmigen Gesamtverbund auf Basis einer symbiotischen Kontextbasis einen Beitrag leisten. Durch Wissen um die aktuelle Fahrsituation können z.B. Warnungen individuell angepasst und mit Hilfe der optimalen Modalität zum richtigen Zeitpunkt präsentiert, oder unnötige Warnungen unterdrückt werden. Durch die zukünftigen Möglichkeiten der Car2Car-Kommunikation wird auch der Kontext anderer Verkehrsteilnehmer in die Informationsbasis von Fahrzeugen einfließen und liefert somit das Potential, eine Gesamtkontextmodellierung aus Sicht des Egofahrzeuges zu verfeinern. Eine weitere große Herausforderung wird die Kopplung der erfassten und abstrahierten Informationen an das Medium digitaler Karten sein, mit der weitere ortsbezogene, intelligente Dienste, wie lokale Gefahrenwarnungen, realisiert werden können. Eine zentralisierte Kontextmanagementkomponente könnte im Gegensatz zu den heutigen Einzellösungen eine effizientere Nutzung der Systemressourcen erreichen, da aufwändige Berechnungen (z.B. Kamerabildverarbeitung) von Größen, die für mehrere Systeme relevant sind und daher in jedem System redundant aufgeführt wird, nur einmal erledigt werden muss. Nicht benötigte Kapazitäten könnten so eingespart werden.

Dem Potential kontextsensitiver Systeme auf der einen Seite stehen aber noch viele Herausforderungen gegenüber. Kontextinformation ist technologiebedingt häufig ungenau, unsicher und fehlerbehaftet. Aufgrund fehlerhafter Daten kann es so zu Rechenfehlern, falschen Interpretationen und dadurch zu falschen Handlungen kommen, wie etwa das Ausgeben einer Warnmeldung in einer unkritischen Situation. Dies ist unangenehm für den Fahrer, führt zu Verunsicherung und zu sinkender Akzeptanz und Vertrauen in das System. In sicherheitskritischen Anwendungen aber, z.B. bei autonomen Notbremssystemen, die sich im Moment noch in der Entwicklung befinden, ist ein Fehlverhalten absolut inakzeptabel, da dort potentiell eine Gefahr für den Fahrer und andere Verkehrsteilnehmer entstehen kann. Erfahrungen aus der Psychologie und der Ergonomie zeigen, dass adaptive technische Systeme einen gewissen Transparenzgrad aufweisen müssen, d.h. dem Nutzer muss außer der technischen Möglichkeit auch das Gefühl gegeben werden, dass er die Kontrolle über das System hat und Systemhandlungen verstehen und antizipieren kann (Norman 2007). Nicht nachvollziehbare Aktionen, wie selbstständiges Ein- und Ausschalten, Anpassen von Parametern, usw. ohne den Bezug zur auslösenden Ursache können zu Misstrauen und Frustration führen. Die Reaktion von Systemen auf einen sich ändernden Kontext muss also dem Fahrer deutlich gemacht, sowie die Möglichkeit gegeben werden, eine Anpassung an den Kontext zu deaktivieren, wenn er das wünscht. Die Verdeutlichung von adaptivem Verhalten wird aber umso schwieriger, je abstrakter die Kontextgrößen werden.

4 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde ein kurzer Überblick über Aktivitäten zur Nutzung von Kontextinformationen im Automobil gegeben, sowie die Potentiale und die damit verbundenen Herausforderungen erläutert. Die zukünftigen Trends zur Vernetzung von einzelnen Fahrzeugsystemen zu einem stimmigen Gesamtsystem (Mikrovernetzung), das den Fahrer optimal bei seiner Fahraufgabe unterstützt ohne ihn zu bevormunden, und zur Vernetzung aller Verkehrsteilnehmer (Makrovernetzung) werden den Umgang mit einer abstrakten, applikationsunabhängigen Kontextmodellierung in der Automobildomäne zu einem wichtigen Forschungsthema machen.

5 Literaturverzeichnis

- Chen, G. & Kotz, D. (2000): *A survey of context-aware mobile computing research*. Technical report, Dept. of Computer Science, Dartmouth College.
- Dey, A. K., Abowd, G. D. & Salber, D. (2001): *A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications*. In *Human-Computer Interaction, 16* (2).
- Engström, J., Arfwidsson, J., Amditis, A., Andreone, L., Bengler, K., Cacciabue, P.C., Janssen, W., Kussman, H. & Nathan, F. (2006): *Adaptive integrated driver-vehicle interface (AIDE)*. In *Transport Research Arena Europe, Göteborg, Sweden*.
- Hoch, S., Althoff, F. & Rigoll, G. (2007a): *The ConnectedDrive Context Server – flexible Software Architecture for a Context Aware Vehicle*. In Valldorf, J. & Gessner, W. (Hrsg.): *Advanced Microsystems for Automotive Applications*, Berlin, Heidelberg: Springer, S. 201-213.
- Hoch, S., Schweigert, M. & Rigoll, G. (2007b): *The BMW SURF Project: A Contribution to the Research on Cognitive Vehicles*. Intelligent Vehicles Symposium, Istanbul.
- Kern, D., Schmidt, A., Pitz, M. & Bengler, K. (2007): *Status- und Kontextinformation für die Telekommunikation im Auto*. Mensch und Computer, Weimar.
- Norman, D. A. (2007): *The Design of Future Things*. New York: Basic Books.
- Schilit, B., Adams, N. & Want, R. (1994): *Context-aware computing applications*. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, CA, USA.
- Schindhelm, R., Gekau, C. & Hoedemaker, M. (2004): *Comunicar information manager: Ergebnisse der Felduntersuchungen*. In *Tagungsband Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz*, Garching.
- Schmidt, A., Beigl M. & Gellersen, H.W. (1999): *There is more to context than location*. Computers & Graphics Journal, Elsevier, Volume 23, No.6, S. 893-902.