

ACME Driver – ein kognitives Fahrermodell

Daniel Krajzewicz

Institut für Verkehrsforschung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Institute of Transportation, German Aerospace Centre

Zusammenfassung

Das Institut für Verkehrsforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit Modellen des Verkehrsflusses und des Fahrzeugführens. Im Rahmen dieser Forschung wird ein in eine Simulation eingebettetes, fein aufgelöstes Modell eines Autofahrers entwickelt. Die Grundlagen bilden Untersuchungen der Kognitionspsychologie, der Verkehrsforschung und der Mensch-Maschine-Interaktion.

Die hier vorliegende Publikation stellt die Aufgabenbereiche des Modells vor und begründet seine Erstellung. Zudem wird das Modell selbst zusammenfassend vorgestellt.

1 Einleitung

Ein wichtiges Forschungsthema des Instituts für Verkehrsforschung (IVF) am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt sind Verkehrssimulationen. Hauptsächlich kommt dabei die mikroskopische Verkehrssimulation SUMO zum Einsatz, die als ein open-source Projekt vom IVF entwickelt wird (Krajzewicz, Hertkorn, Rössel, Wagner 2002). Neben der Entwicklung dieser freien Verkehrssimulation für die Verkehrsforschung und der Benutzung von Verkehrssimulationen in Projekten (Gühnemann, Strauch, 2002 oder Krajzewicz et al 2005), werden am IVF mikroskopische Modelle des Verkehrsflusses miteinander verglichen (Brockfeld, Kühne & Wagner 2002).

Durch die zunehmend an Bedeutung gewinnende Thematik der Fahrerassistenzsysteme und die Problematik der Verkehrssicherheit entstand der Wunsch, mit einem Modell eines menschlichen Fahrers zu arbeiten, das feiner als die von mikroskopischen Modellen benutzten aufgelöst ist. Das Fehlen eines einfach einzusetzenden bzw. gut beschriebenen Modells auf das aufgesetzt werden konnte, ließ uns eine Eigenentwicklung beginnen, deren Entwicklung weitgehend abgeschlossen ist.

Der hier vorliegende Beitrag versucht zunächst die an eine fein aufgelöste Simulation von Autofahrern gestellten Wünsche zu erläutern. Danach wird eine Begründung für das Verwerfen existierender Simulationsmodelle und -programme gegeben. Im Anschluss wird das Modell im Groben vorgestellt, eine genauere Beschreibung ist (Krajzewicz, Kühne, Wagner, 2004).

2 Gewünschter Umfang und Detaillierungsgrad

2.1 Mögliche Fragestellungen

Fein aufgelöste Simulationen von Autofahrern, sog. submikroskopische Verkehrssimulationen, sind aufgrund der Vielzahl simulierter Strukturen im Allgemeinen nicht dazu geeignet, große Verkehrsnetze abzubilden. Es gibt jedoch einige Fragestellungen, die ein genaues Abbilden des Fahrzeugführens und der Fahrzeugdynamik erfordern. Die folgenden Beispiele für Anwendungsbereiche stammen zum Teil aus Publikationen über Fahrer- und Operatormodelle (z.B. Smith, Tyler, 1997¹, Delacour et al 2002, Jürgensohn 1997, Neumerkel et al 2002), zum Teil sind es Kurzfassungen von Ideen, die auf diversen Workshops und Konferenzen entwickelt worden sind:

- Untersuchungen zur Fahrzeuergonomie:

Berechnen der Bewegungsfreiheit innerhalb des Fahrzeugs (1), Berechnen der Verdeckung von Dingen durch den Fahrzeugaufbau (1), Berechnen des Einflusses von Fahrerassistenzsystemen auf den Fahrer (3, 4), Berechnen der Güte (Erkennbarkeit) von Anzeigen (2), Berechnen der Güte der Fahrzeugdynamik (3, 4)

- Untersuchungen zur Straßenergonomie:

Berechnen der Sichtbarkeit von Straßenelementen, Berechnen der Aufnahme von Informationen aus Schildern und Wegweisern, Berechnen von Auswirkungen des Straßenzustands auf die Fahrsicherheit

- Untersuchungen zu Unfällen:

Modellierung der Aufmerksamkeit (1), Feststellung sicherheitskritischer Zustände des Fahrers/Fahrzeugs (3, 4), Quantitatives Modell für Unfälle, Erklären bestimmter Unfälle / Forensische Unfallanalyse

- Verkehrsmodellierung:

Entstehung der verschiedenen makroskopisch beobachtbaren Verkehrszustände (Stau, Stop-And-Go, synchronisierter Verkehr) (3), Hochrechnung dieser mikroskopischen Einflüsse auf ein ganzes Verkehrsnetz

¹ in der Liste werden die genannten Publikationen fortlaufend nummeriert

- Sonstiges:

Berechnen des Nutzens neuer Assistenzsysteme (3), Anpassung von Assistenzsystemen an die Wünsche eines bestimmten Autofahrers (3, 4), Berechnen des Verschleißes und der Beanspruchung von Fahrzeugen oder von Fahrzeugteilen (3), Feststellen neuer Anwendungsfelder für Assistenzsysteme (4), Simulation anderer Verkehrsteilnehmer in Simulatoren (3), Darstellung von Produkten vor deren Implementierung, Überzeugen von Entscheidungsträgern

2.2 Abgeleitete Eigenschaften der Simulation

Auch innerhalb dieses Projektes, wollten wir zu Beginn die Durchführung eines großen Teils der genannten Anwendungen erlauben. In der Praxis hat sich gezeigt, dass dieses bei Weitem nicht im Rahmen des Möglichen ist. Die meisten dieser Untersuchungen benötigen sehr spezielle und aufwendige Modelle, die die Durchführung einer Simulation einer Straßenszene mit mehreren Teilnehmern in vertretbarer Zeit verhindern. Es war daher notwendig, unsere tatsächlichen Wünsche genauer festzulegen.

So soll das Modell hauptsächlich eine Erweiterung mikroskopischer Ansätze sein, wobei zum einen versucht wird, sich von den innerhalb dieser benutzten Paradigmen loszureißen, andererseits aber die Verbesserung von mikroskopischen Modellen, d.h. die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse auf diese, im Auge behalten werden soll. Ein großer Wert wurde auf die Geschlossenheit des Modells gelegt. Die Längs- und die Querverführung werden in modernen Fahrermodellen noch immer klar voneinander getrennt, obwohl dies kognitionspsychologisch nicht begründbar ist. Vor allem diese Grenze sollte durch dieses Modell überschritten werden. Da mikroskopische Modelle die einen echten Fahrer umgebende Realität stark reduzieren, wurde im Rahmen der Loslösung von diesen versucht, die gesamte Kaskade der Informationsverarbeitung umzusetzen oder zumindest zu betrachten und für jeden Teil dieser zu entscheiden, inwiefern es für den Vorgang des Fahrzeugführens relevant ist. Letztendlich wurde ein Modell angestrebt, das ein mit einigen Fahrzeugen gefülltes Verkehrsszenario mindestens in Echtzeit abbildet, wobei davon ausgegangen wird, dass gute Wetter- und Sichtbedingungen herrschen.

3 Warum ein neues Modell?

Sowohl die Kognitionspsychologie als auch die Forschung zu Menschen als Operateure, insbesondere innerhalb des Tätigkeitsbereiches Fahrzeugführung haben bereits eine Reihe von Modellen hervorgebracht. Warum wird ein eigenes entwickelt? Um dies zu begründen, werden die beiden Kategorien in die sich die möglichen Kandidaten trennen lassen, algorithmische Modelle der menschlichen Kognition und submikroskopische Modelle der Fahrzeug- und Flugzeugführung, getrennt betrachtet.

Die Vertreter der ersten Gruppe, z.B. ACT-R oder SOAR, sind zumeist in sich geschlossen und bieten kaum die Möglichkeit, die betrachtete Kognition in eine dynamische Umgebung zu integrieren. Durch den hohen Abstraktionsgrad der Modellierung der Umwelt und der Kognition selbst, sind sie zumeist sehr langsam in der Ausführung, so dass sie kaum für Simulationen nahe der Echtzeit einsetzbar sind.

Obwohl auch das hier vorgestellte Modell zu der zweiten Gruppe der erwähnten Modelle gehört, konnten wir für unsere Untersuchungen auf kein bereits fertiges Modell zurückgreifen. Ein Grund liegt in der Tatsache, dass solche Modelle zumeist von den Entwicklern nicht frei gegeben werden. Somit ist weder deren Erweiterung noch Änderung möglich. Auch sind die meisten verfügbaren Beschreibungen der Modelle unzureichend oder betrachten nur Teilaspekte menschlicher Fahrzeugführung. Solche Erkenntnisse werden zwar innerhalb des hier vorgestellten Modells benutzt, eine vollständige Umsetzung eines bestehenden Modells erschien uns jedoch nicht sinnvoll.

4 Vorstellung des Modells

Abbildung 1 zeigt die sich in Ingenieurwissenschaften durchgesetzte Sicht auf den Prozess des Fahrzeugführens und die an ihm beteiligten Komponenten. Der Fahrer nimmt Informationen aus seiner Umwelt auf, verarbeitet sie und setzt sie in Handlungen um, die das geführte Fahrzeug steuern, so dass sich dessen Lage und Ausrichtung ändert. Der so neu erzeugte Zustand der simulierten Umwelt wird vom Fahrer erneut aufgenommen.

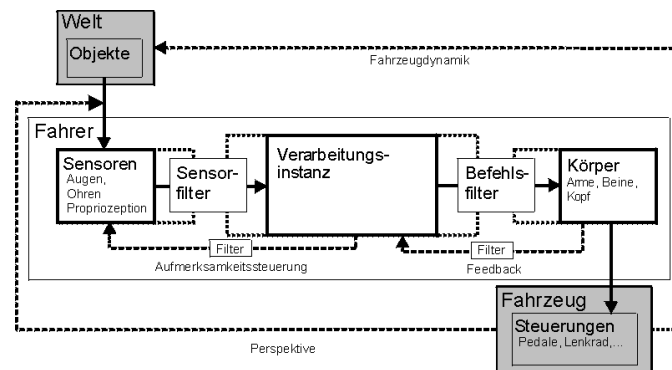


Abbildung 1: Abriss des Modells und seiner Einbettung

Innerhalb der Simulation werden die durch die Wahrnehmung aufgenommenen Informationen der modellierten Umgebung entnommen, die neben Spezifikationen der Parameter und der Fahrtverläufe der simulierten Fahrer eine drei dimensionale Darstellung der Szene beinhaltet. Dabei wurden nur die für die Fahrzeugführung interessanten Sinne umgesetzt, das Sehen und das Hören. Die sich ebenfalls auf den Prozess der Fahrzeug-

führung auswirkenden Fliehkräfte (s. Neumerkel et al 2002) sind nur als eine die vom simulierten Fahrer gewählte Geschwindigkeit bedingende Größe umgesetzt.

Das Modell der visuellen Informationsaufnahme beinhaltet die Erkennung der Sichtbarkeit von Objekten und Modelle zur Berechnung der Wahrnehmungsgüte sichtbarer Objekte. Objekte, die mit einer bestimmten Güte gesehen werden, gelangen in die simulierte Kognition und werden dort zusammen mit ihrer angenommenen zukünftigen Bewegung in eine interne Umweltrepräsentation (IWR) eingebettet, wo sie einer für die Fahrzeugführung bestimmten Rolle zugewiesen werden. Die IWR unterliegt den von psychologischen Modellen bekannten Kapazitätsbeschränkungen. Auf der IWR und der beim Start der Simulation vorgegebenen Route des Fahrers arbeitet eine Instanz zur Planung von Aktionen.

Das Modell umfasst Teilmodelle der drei Ebenen der Fahrzeugführung nach Donges (s. z.B. Krajzewicz, Kühne, Wagner, 2004 für eine tiefer gehende Erläuterung). Zukünftige Aktionen werden in die taktische Ebene eingesetzt, die Spurhaltung setzt auf der Abbildung des aktuellen Straßenverlaufs in der IWR auf. Die abgeleiteten Aktionen und die in angenommenen Bahnen der in der IWR gespeicherten Objekte werden durch einen Aufmerksamkeitscheduler dazu benutzt, die Blickrichtung des Fahrers und somit das Aufnehmen der für die Weiterfahrt wichtigen Information zu steuern.

Die abgeleiteten Aktionen werden durch simulierte Extremitäten an die Regler des simulierten Fahrzeugs weiter gegeben und bedingen so dessen Dynamik.

Das Modell wurde so gestaltet, das jedes der vorgestellten Submodelle von anderen abgekapselt ist, so dass ein Austausch in der Regel einfach durchzuführen ist. Die Wahl der Modelle wurde dabei so gestaltet, dass eine Simulation mehrerer Fahrer in Echtzeit oder schneller möglich ist.

5 Zusammenfassung

Es wurden im Groben die Anforderungen an und die Funktionsweise des kognitiven Fahrermodells „ACMEDriver“ skizziert. Aufgrund des Umfangs der Publikation konnten dabei nur die betrachteten Strukturen genannt werden. Die Vorstellung sich innerhalb dieser jeweils befindender Methoden und ihrer Strukturen würde den zur Verfügung stehenden Rahmen sprengen.

6 Literaturverzeichnis

Brockfeld, E.; Kühne, R. & Wagner, P. (2002): Towards Benchmarking Microscopic Traffic Flow Models, In: *Networks for Mobility, International Symposium*, September 18-20, 2002, in Stuttgart, Proceedings, Vol I, p. 321-331

- Delacour, J.; Fournier, L.; Humbert, E.; Legay, J-F.; Menu, J-P. (2002): Development of a New Simulation Software for Visual Ergonomics in a Car. In: Proceedings of the 7th Driver Simulation Conference 2002
- Gühnemann, A.; Strauch, D. (2002): Neue (Bewertungs-)Verfahren in der Verkehrsplanung. Schriften der TU Berlin - Festkolloquium zum 30-jährigen Bestehen des Seminars für Verkehrswesen der TU Berlin
- Jürgensohn, T. (1997): Hybride Fahrermodelle“; Pro Universitate Verl., ISBN 3-932490-22-3
- Krajzewicz, D.; Hertkorn, G.; Rössel, C.; Wagner, P. (2002): SUMO (Simulation of Urban MObility); An open-Source Traffic Simulation. In: ~Al-Akaidi, A. (Hrsg.): Proceedings of the 4th Middle East Symposium on Simulation and Modelling (MESM2002). SCS European Publishing House, S. 183 - 187, ISBN 90-77039-09-0
- Krajzewicz, D.; Kühne, R. D.; Wagner, P. (2004): A Car Driver's Cognition Model. In: Proceedings of ITS Safety&Security 2004, ITS Safety&Security 2004, 24.-25. Mar 2004, Miami Beach, Florida, USA
- Krajzewicz, D.; Brockfeld, E.; Mikat, J.; Ringel, J.; Rössel, C.; Tuchscheerer, W.; Wagner, P.; Wösler, R. (2005): Simulation of modern Traffic Lights Control Systems using the open source Traffic Simulation SUMO. In: Krüger, J.; Lisounkin, A.; Schreck, G. (Hrsg.): Proceedings of the 3rd Industrial Simulation Conference 2005, EUROSIS-ETI, S. 299-302, 3rd Industrial Simulation Conference 2005, 2005.06.09 - 2005.06.11, Berlin (Germany)
- Neumerkel, D.; Rammelt, P.; Reichardt, D.; Stolzmann, W.; Vogler, A. (2002): Fahrermodelle - Ein Schlüssel für unfallfreies Fahren? In: KI-16, S. 34-36, Heft 3, 2002
- Smith, B. R.; Tyler, S. W. (1997): The design and application of MIDAS: A Constructive Simulation for Human-System Analysis.