

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ernst Dieter Dickmanns

Professur für Steuer- und Regelungstechnik

(Versetzung in den Ruhestand am 31.1.2001)

Forschungsbericht 1.10.1998 bis 30.9.2002

Wissenschaftliche Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Stefan Baten [D] (bis 31.3. 1999)
Dipl.-Ing. Simon Fürst [D] (bis 15.9.2000)
Dipl.-Ing. Rudolf Gregor [D] (bis 31.1.2002)
Dipl.-Ing. Ulrich Hofmann [D] (seit 15.9.1998)
Dipl.-Ing. Michael Lützel [D] (bis 31.3.2002)
Dipl.-Ing. Markus Maurer [D] (bis 30.11.1999)
Dr.-Ing. Klaus-Dieter Otto (seit 1.1.1976 bis 31.1.2001)
Dipl.-Phys. Martin Pellkofer [D] (bis 30.6.2002)
Dipl.-Inform. Andre Rieder [D] (bis 31.1.2000)
Dr.-Ing. Andreas Schubert [D] (bis 19.7.1999)
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Siedersberger [D] (bis 31.7.2002)

Wissenschaftliche Arbeitsschwerpunkte

(Nach der Versetzung in den Ruhestand am 31.1.2001 wurden noch einige Drittmittel-Forschungsvorhaben und angelaufene Dissertationen über den gesamten Berichtszeitraum weiter betreut.)

- **Dynamisches maschinelles Echtzeitsehen zur Erkennung und Steuerung von Bewegungen:** In diesem seit Ende der 70er Jahre laufenden Arbeitsschwerpunkt konnten durch Fertigstellung eines Softwarepaketes der dritten Generation nach dem 4-D Ansatz sowohl größere Flexibilität und leichtere Ausbaubarkeit als auch Leistungssteigerungen erzielt werden:
 - a) **Systemarchitektur zum dynamischen Echtzeitsehen für die Fahrzeugführung: EMS-Vision.** Der Ansatz beruht auf den drei Säulen: Erwartungsbasierte intelligente Datenverarbeitung unter Ausnutzung von Hintergrundwissen über dynamische Prozesse, Multi-fokale Kamera-Anordnungen auf Plattformen zur aktiven Blickrichtungssteuerung, und Sakkadische Aufmerksamkeits-Zuwendung mit dazwischen liegenden Phasen glatter Blickfixierung zur effizienten Informationserfassung aus parallelen Bildfolgen. Die aktuell besten Schätzwerte für den Relativzustand aller wahrgenommenen Objekte/Subjekte werden im Szenenbaum repräsentiert. Durch Beobachtung dieser Größen über der Zeit wird die Situation erfasst; diese beeinflusst zusammen mit dem Missionsplan die Verhaltensentscheidung. Alle Wahrnehmungs- und Verhaltensfähigkeiten werden neuerdings im System explizit repräsentiert. Die Implementierung erfolgte Objekt-orientiert in der Rechnersprache C++.
 - b) **Bordautonome Führung von Straßenfahrzeugen in Längsrichtung:** Das für maschinelles Sehen umgerüstete Versuchsfahrzeug **VaMP**, Mercedes S-Klasse 500 SEL, wurde von einem Industriepartner mit einem Radar-System zur Hinderniserfassung auf Schnellstraßen ausgerüstet, wie es bei ‚Adaptive Cruise Control‘-Systemen Verwendung findet. Hierbei lenkt der menschliche Fahrer das Fahrzeug in den seitlichen Bewegungsfreiheitsgraden, während die Längssteuerung automatisch erfolgt. Bifokales Sehen mit zwei festen Brennweiten (System der zweiten Generation, siehe Fo.-Ber. 93 – 98) wurde dazu verwendet, die aus



‘Versuchsfahrzeug für autonome Mobilität PKW’ (VaMP)

den Radarsignalen abgeleiteten Objekthypothesen zu überprüfen, die Spurzuordnung der Objekt festzustellen und die laterale Lage genauer zu bestimmen. Die erzielten Ergebnisse wurden auf einer dreispurigen Autobahn im normal dichten Verkehr bei Tag und Nacht demonstriert: Mitschwimmen im gemischten LKW/PKW-Verkehr mit automatischer Anpassung an einen vom Fahrer durchgeführten Spurwechsel; freies Fahren bzw. Geschwindigkeits-abhängiger Abstand in der Kolonne hinter einem vorausfahrenden Fahrzeug.

- c) **Bordautonome Führung von Landfahrzeugen:** Mit dem Versuchsfahrzeug **VaMoRs** (5t-Van) wurde die Fähigkeit zum Fahren auf Wegenetzen mit Straßen niederer Ordnung und Feldwegen sowie abseits von Wegen auf befahrbarem Gelände entwickelt; es nutzt dabei neben dem Sehen zur Erfassung von Kreuzungen und Abzweigungen auch Missionspläne, Kartenwissen und die Signale des ‚Global Positioning Systems‘ GPS der USA im Selective Availability-Modus aus. Für den Einsatz im landwirtschaftlichen und im militärischen Bereich ist die Fähigkeit zur Erfassung des vertikalen Oberflächenverlaufes wesentlich. Dies erfordert flächenhafte Stereo-Bildverarbeitung mit wesentlich höherem Bedarf an Rechenleistung als die Kanten-basierte Fahrwegerkennung. In dem gemeinsamen Projekt ‚AutoNav‘ (1997 – 2001) im Rahmen eines ‚Memorandum of Understanding‘ mit amerikanischen Partnern wurde spezielle hochleistungsfähige amerikanische Rechnerhardware mit unserem bewährten methodischen Ansatz verknüpft, um neue Leistungshorizonte zu erreichen.

Im September 2000 konnte mit dem ‚Pyramid Vision System‘ PVS_200 der Sarnoff Corporation das Anhalten vor positiven und negativen Hindernissen (Gräben > 60 cm Breite, verschiedene Anfahrwinkel) bei Geschwindigkeiten bis 16 km/h nachgewiesen werden. War dieses Spezialrechnersystem, das zum ersten Mal Vollbild-Stereoverarbeitung mit Videorate erlaubte, mit etwa 30 Liter Volumen noch recht groß, so gestattete das im folgenden Oktober 2001 verfügbar werdende Elektronik-Board gleicher Leistung, aber im Europakarten-Format (~ 10 x 16 cm) entworfen, den Einschub in einen der System-PC. Hiermit standen bis zu 8×10^{10} Stereo-Bildverarbeitungsoperationen pro Sekunde zur Verfügung (theoretische Obergrenze). Zur Steigerung der Erkennungssicherheit und Robustheit wurden neben dem Disparitätenbild auch photometrische Eigenschaften zur Grabenerkennung und -verfolgung mit herangezogen. Mit diesem System gelang erstmals weltweit neben dem Anhalten vor, auch das Umfahren des Grabens mit Blickfixierung.

- d) **Echtzeit-Parallelprozessorsysteme aus handelsüblichen PC-Komponenten:** Um von den teuren maßgeschneiderten („custom-made“) Systemen der ersten Jahre zur Verarbeitung von Bildfolgen wegzukommen, wurde das EMS-Vision-System auf Intel-Pentium Prozessoren mit inzwischen ebenfalls standardmäßig verfügbaren Framegrabbern und Kommunikationsnetzen hinreichender Leistungsfähigkeit realisiert. Sogar das Betriebssystem NT konnte (mit speziellen Parameteranpassungen) übernommen werden, da die Teilprozesse zur Messwerterfassung und Aktuatoransteuerung, die harte Echtzeit-Bedingungen erfüllen müssen, auf Transputersystemen der zweiten Generation belassen wurden. Variable Totzeiten im System werden mit Hilfe der räumlich/zeitlichen Modelle in der Software kompensiert.

Die Rechnersysteme in den beiden Testfahrzeugen bestehen aus bis zu vier DualPentium PC mit FastEthernet (zum Hochfahren) und Scalable Coherent Interface (SCI, mit effektiven Bandbreiten bis etwa 90 MB/s für den Echtzeitbetrieb) zur Kommunikation und zwei Transputer-Subsystemen als Hardware-Interface. Bei gleicher Verarbeitungsleistung konnte eine Preisreduktion um den Faktor fünf relativ zu „custom-made“-Systemen erzielt werden. Der Umstieg auf neue, leistungsfähigere Prozessoren hat sich als in der Regel problemlos und wenig arbeitsaufwendig herausgestellt (Stunden statt vorher Wochen an Arbeitsaufwand!).

- e) **Bordautonomes automatisches Landen von Flugzeugen:** Auf den früheren Ergebnissen aufbauend wurde das Konzept des neuen EMS-Vision Systems auch auf die Luftfahrtanwendungen übertragen.

Die Weiterentwicklung erfolgte im Rahmen des Projektes ‚Crew Assistant Military Aircraft‘ (s. Bericht Prof. Onken, CAMA). Bei den Flugversuchen mit dem ‚Fliegenden Simulator ATTAS‘ des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) wurden entsprechende Daten aus zwei fest



Fliegender Simulator ATTAS des DLR, Versuchsträger im Rahmen des Projektes CAMA.

im Cockpit montierten Kameras aufgezeichnet, da unser System aus Platzgründen nicht eingebaut werden konnte.

f) **Erkennung der dreidimensionalen Form von Landfahrzeugen bei allgemeiner Bewegung:** Die allgemeine zuverlässige Lösung hat sich mit der verfügbaren Rechenleistung und den bisherigen Ansätzen als kaum erreichbar erwiesen. Der modellbasierte Ansatz mit symmetrischen, polyederartigen Formmodellen und dynamischen Bewegungsmodellen (auf Übergangsmatrizen beruhend) hat sich bewährt und findet weltweit Verwendung. An der Entwicklung robuster Verfahren für die Anwendung in gestörten realen Umgebungen wurde weiter gearbeitet. Erst mit dem neuen EMS-Vision System (vgl. Punkt a) und weiter gesteigerter Rechenleistung für zusätzliche flächenbasierte Bildverarbeitung kann mit für die Praxis in natürlicher Umgebung hinreichender Zuverlässigkeit gerechnet werden.

g) **Erkennung der Blickrichtung eines Piloten (allg. Fahrzeugführers):** Zur Unterstützung eines elektronischen Flugassistenten (vgl. Bericht von Kollegen R. Onken) war damit begonnen worden, mit Fernsehkameras, die im Instrumentenbrett angebracht sind und den Piloten im Visier haben, die aktuelle Blickrichtung des Piloten verzögerungsfrei und ohne besondere zu tragende Einrichtungen, wie bisher üblich, zu erfassen; dadurch kann das Assistenzsystem den Piloten besser gezielt unterstützen bzw. ihn darauf aufmerksam machen, daß momentan vielleicht ein anderes Instrument oder ein Blick nach draußen besser zur korrekten Erfassung der Situation geeignet sind.

Inzwischen musste festgestellt werden, dass an anderer Stelle in der Welt (Australian National University, Canberra, zunächst in einer Zusammenarbeit mit japanischen Stellen) mit weit größerem Aufwand an diesem Thema gearbeitet wurde. Ein entsprechendes Produkt ist von der inzwischen dort ausgegründeten Firma ‚SeeingMachines‘ auf den Markt gebracht worden, sodass die Arbeiten bei uns eingestellt werden konnten.

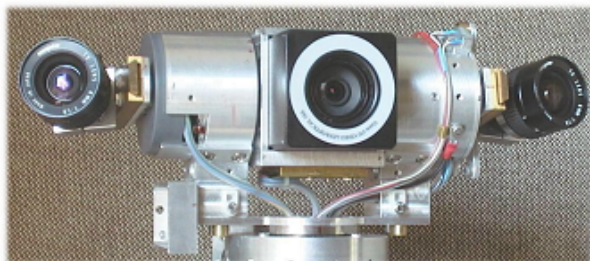
h) **Multifokales aktives / reaktives Fahrzeugauge (MarVEye):** Die Analyse einer vollautomatischen Langstreckenfahrt mit VaMP über mehr als 1600 km auf Autobahnen im Jahr 1995 hatte ergeben, dass für eine langfristig zufriedenstellende Lösung des dynamischen Sehens im Auto einige wesentliche Verbesserungen erforderlich sind. Hieraus wurden, parallel zu den Diskussionen in Deutschland über ein ‚elektronisches Auge‘ (BMFT-Projekt), mehrere Konzepte



zur prinzipiellen Untersuchung von Wirbeltier-ähnlichem Sehen mit foveal – peripherer Differenzierung der Ortsauflösung, mit sakkadischer Blickrichtungssteuerung und mit kombiniert inertialer / visueller Wahrnehmung entwickelt. Das nebenstehende Bild zeigt die auf effiziente Versuchsdurchführung ausgelegte Realisierung mit zwei Stereokamera-paaren **MarVEye4**, mit der in verschiedenen Versionen die meisten Versuche in **VaMoRs** durchgeführt wurden (oben: parallele optische Achsen für ‚Sarnoff-Stereo‘, unten:

divergente optische Achsen der Weitwinkelkameras für großes simultanes Gesichtsfeld mit zentralem Stereobereich). Die beiden zentralen Telekameras haben etwa 3- und 10- fache Brennweite wie die Weitwinkelkameras.

Auf der Basis dieser Erfahrungen wurde eine bezüglich Vibrationsfestigkeit und Dynamik verbesserte Version dieser Zweiachsen-Plattform mit etwa 30 cm Stereobasis für große Fahrzeuge und eine zentrale Zoomkamera (linkes Bild unten), sowie eine kleinere Einachsen-



MarVEye5 mit zentraler Motorzoom-Kamera (18-fach) und zwei Achsen; große Stereobasis (~ 30 cm)



MarVEye6 (PKW): Gierplattform für alle Nickstabilisierung über Spiegel (nur Tele)

Plattform für PKW mit Nickstabilisierung über einen Spiegel im Strahlengang nur für die Telekamera vorgeschlagen. Für PKW sind kleinere Abmessungen mit geringerer Bauhöhe im Bereich der Windschutzscheibe gefragt. **MarVEye6** mit etwa halber Stereobasis (~15 cm, rechtes Bild, anderer Maßstab!) stellt einen guten Kompromiss bezüglich optischer und mechanischer Gesichtspunkte dar. Nur das Bild der zentralen Zoom-Kamera (große Brennweiten) wird über einen Spiegel inertial stabilisiert. Das schwere Motorzoom-Objektiv kann damit fest auf der Gierplattform in deren Achse (mit geringem Trägheitsmoment) montiert werden; die Nickstabilisierung hoher Bandbreite übernimmt der motorgetriebene Spiegel mit kleinem Trägheitsmoment und halber Amplitude.

- i) **Rein visueller ,Stop & Go'- Autopilot:** Die derzeit bei der Industrie in Entwicklung befindlichen Systeme basieren im wesentlichen auf verschiedenen aktiven Abstandsmessverfahren (Radar und Laser-Entfernungsmesser) für den Fern- und Nahbereich; sie sehen einfache Sehsysteme mit fest an der Karosserie montierten Kameras vor. Ziel dieses Vorhabens ist es, durch aktive Blickrichtungssteuerung mit MarVEye und entsprechende visuelle Wahrnehmung (wie beim Menschen) die aufwendigen aktiven Komponenten überflüssig zu machen.

3.) Forschungsvorhaben aus Mitteln Dritter

- Intelligente Fahrzeug-Funktionen 2, BMVg/BWB, Jan. 1996 bis Dez. 1998
- Intelligente Fahrzeug-Funktionen 3, BMVg/BWB, Jan. 1999 bis Dez. 2002
- Portierung eines Verfahrens zur bordautonomen Erkennung von Wegen (Konturen) und zur eigenen Relativzustandsbestimmung auf das Experimentalfahrzeug ‚Robotik‘ (digitalisierter Wiesel_2), Studie PRIMUS (DASA/Dornier, seit 7.4.93); Primus C (EADS/Dornier bis 1999)
- Crew Assistant for Military Aircraft (CAMA) IV , BMVg/BWB (mit Prof. Onken), bis 2001
- Hybrid Adaptive Cruise Control, Mannesmann/VDO, 1998 – 1999
- **Autonav** (im Rahmen eines deutsch – amerikanischen Memorandums of Understanding (MoU)), BWB/US-Army Research Lab. (National Institute of Standards and Technology, Sarnoff Corporation), EADS(DASA)/Dornier, 1996 - 2001

4.) Promotionen

- Dr.-Ing. André Rieder: Fahrzeuge sehen - Multisensorielle Fahrzeugerkennung in einem verteilten Rechnersystem für autonome Fahrzeuge.
Referenten: Prof. Dr.-Ing Ernst Dieter Dickmanns, Prof. Dr. Bernd Radig (TU München)
Promotion am 24. Oktober 2000;
Die Dissertation befasst sich mit der Verwirklichung eines erwartungs-basierten, multifokalen, sakkadischen Wahrnehmungssystem zur Steuerung autonomer Fahrzeuge. Die Vernetzung mehrerer Standardrechner erlaubt eine freie Skalierbarkeit. Die Defizite der PC-Systeme in Bezug auf Echtzeitfähigkeit, Synchronisation und Kommunikation werden durch entsprechende softwaretechnische Erweiterungen behoben. Besonderer Wert wird darauf gelegt, die bisher einzeln nachgewiesenen Fähigkeiten der Fahrzeugführung in einem einheitlichem Gesamtsystem zusammenzuführen. Dazu werden mit Hilfe der dynamischen Objektdatenbasis und einer vereinheitlichten Repräsentation der Szene die nötigen Kommunikationsmöglichkeiten geschaffen, über die sowohl Kontroll- als auch Datenfluss abgewickelt werden können. Die Wahrnehmung basiert auf unterschiedlichen Sensoren, überwiegend aber auf Videokameras mit verschiedenen Brennweiten. Dieses MarVEye genannte Kamerasystem ist auf einer Plattform montiert, so dass es vom System dynamisch ausgerichtet werden kann. Echtzeitfähige Bildverarbeitungsalgorithmen, die durch Stereo- und Bewegungsanalyse diese besondere Kameraanordnung ausnutzen, werden vorgestellt. Die Verarbeitung der Daten erfolgt nach dem 4D-Ansatz zur maschinellen Wahrnehmung. Das System unterstützt den Aufbau der dabei benötigten Form- und Dynamikmodelle und stellt für einige Objekte allgemeinen Interesses fertige Modelle zur Verfügung. Der experimentelle Nachweis der Leistungsfähigkeit des Systems wurde anhand der Erkennung von Fremdfahrzeugen mittels Radar und Videodaten erbracht.

Dr.-Ing. Markus Maurer: Flexible Automatisierung von Straßenfahrzeugen mit Rechnersehen
Referenten: Prof. Dr. E.D. Dickmanns, Prof. Dr. R. Onken
Promotion am 21.7.2000;

Es wird ein hardwareunabhängiges Gesamtkonzept für die flexible Automatisierung von Straßenfahrzeugen mit Rechnersehen vorgestellt, das aus langjähriger praktischer Erfahrung mit sehenden Versuchsfahrzeugen abstrahiert wurde. Das Konzept umfaßt die hierarchische, verhaltensorientierte Systemarchitektur, eine objektorientierte Wissensrepräsentation, die automatische Generierung von Verhalten und die situationsgerechte, maschinelle Verhaltensentscheidung. Der Grad der Automatisierung als neuer Freiheitsgrad im System wird abhängig von der aktuellen Leistungsfähigkeit gewählt, die durch Gütemaße bestimmt wird. Für die flexible Automatisierung werden geeignete Strukturen zur Generierung von Verhalten vorgestellt. Die Initiative und Verantwortung für autonomes Handeln im System übernimmt die zentrale Entscheidungsinstanz. Die entwickelten Ansätze wurden im Versuchsfahrzeug VaMP erfolgreich getestet. International Maßstäbe gesetzt hat VaMP bei Fahrten mit automatischer Quer- und Längsführung im öffentlichen Straßenverkehr. Mit dem erwartungsbasierten, multifokalen, sakkadischen Wahrnehmungssystem wurden exemplarisch die Grade der Automatisierung 'hybrider, adaptiver Tempomat', 'automatische Querführung', 'automatische Notbremsung' und 'autonome Längs- und Querführung' erfolgreich demonstriert.

- Dr.-Ing. M. Lützeler: Fahrbahnerkennung zum Manövrieren auf Wegenetzen mit aktivem Sehen
Referenten: Prof. Dr. E.D. Dickmanns, Prof. Dr. G. Färber (TU München)
Promotion am 08.02.2002;
In der Arbeit wird ein System zur visuellen Fahrbahnerkennung mit aktivem Sehen vorgestellt. Die Trennung von Prozess- und Hintergrundwissen ermöglicht es, die Wahrnehmungsaufgabe mit einem allgemeinen Schätzprozess zu lösen. Die generischen Lage- und Formmodelle für Straßen, Knotenpunkte und Querstraßen sind als Objektmodelle in den Wahrnehmungsprozess integriert. Die aktuellen Parameter dieser Modelle werden mit dem 4D-Ansatz zum maschinellen Sehen aus den Sensorsignalen mehrerer Videokameras ermittelt. Die mit MARVEYE bezeichnete Kameraanordnung erfasst simultan den Nahbereich mit einem weiten Gesichtsfeld und reduzierter Auflösung und einen zentralen hochaufgelösten Bereich, in dem auch Farbinformation zur Verfügung steht. Durch die Montage auf eine Kameraplattform mit hoher Dynamik kann dieser foveale Bereich schnell auf relevante Objekte ausgerichtet werden.
In einem intelligenten autonomen System müssen verschiedene Objektklassen parallel wahrgenommen werden, um die gegebene Mission zu erfüllen. Daher treten in einem verteilten System an unterschiedlichen Stellen Anforderungen an die aktuelle Blickrichtung auf. Es wurde eine objektorientierte Schnittstelle zwischen den wahrzunehmenden Objekten und der zentralen Blickrichtungssteuerung entwickelt, die die „optimale“ Blickrichtung für ein Objekt enthält, aber auch einen Ausgleich zwischen mehreren Objekten ermöglicht. Die vorgestellten Wahrnehmungsalgorithmen sind in ein Gesamtsystem mit dem Namen „EMS-Vision“ integriert. Dieses ist auf einem Netz von Standard-PCs im Versuchsfahrzeug VAMoRs implementiert. Ergebnisse von Versuchsfahrten mit den Algorithmen im geschlossenen Kreis liegen für Wegenetze auf einem Truppenübungsplatz und dem Universitätsgelände vor.
- Dr.-Ing. R. Gregor: Fähigkeiten zur Missionsdurchführung und Landmarkennavigation
Referenten: Prof. Dr. E.D. Dickmanns, Prof. Dr. G. Färber (TU München)
Promotion am 12.09.2002;
Fähigkeiten zur Missionsdurchführung und Landmarkennavigation Im Rahmen der Arbeit wurde ein System zur Planung und Durchführung komplexer Fahrmissionen eines autonomen Landfahrzeugs entwickelt. Die explizite Repräsentation der einzelnen Fähigkeiten des Systems zur Wahrnehmung und Fortbewegung erlaubt zusammen mit einem Aktivierungs- und Kontrollmechanismus den effizienten Einsatz der Systemressourcen. Auf der Grundlage von Hintergrundwissen über das Operationsgebiet und die Leistungsfähigkeit der eigenen Fähigkeiten werden langfristige Aktionen geplant. Während der Missionsdurchführung werden die für den aktuellen Zeitpunkt geplanten Aktionen im System zur Verfügung gestellt. Eine Hierarchie von Entscheidungsinstanzen ist zuständig für die situationsgerechte Aktivierung der erforderlichen Fähigkeiten. Durch den ständigen Abgleich der Fahrzeugbewegungen mit den geplanten Aktionen und durch die Positionsbestimmung relativ zu Landmarken wird der Fortschritt innerhalb einer Mission auf mehreren zeitlichen und örtlichen Repräsentationsebenen bestimmt. Nach Abschluss einer Fahrmission wird der Datengehalt der Hintergrundwissensbasen mit den gemachten Erfahrungen verglichen und bei Bedarf aktualisiert.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

- Baten S.; Lützeler M.; Dickmanns E.D ; Mandelbaum R.; Burt P.: Techniques for Autonomous, Off-Road Navigation. IEEE Intelligent Systems, Vol. 13, No. 6, 1998, pp 57-65

- Dickmanns E.D.: Information Processing Architecture for Mission Performance of Autonomous Systems Capable of Dynamic Vision. SCI Symp. on "The Application of Information Technologies (Computer Science) to Mission Systems", Monterey, CA, 20-22 April 1998
- Dickmanns E.D.: Vehicles capable of dynamic vision: a new breed of technical beings? Artificial Intelligence 103, Elsevier, 1998, pp 49-76
- von Holt V.; Baten S.: Perceptual Architecture for a Vision System of Autonomous Vehicles. Intern. Conf. on Intelligent Vehicles, Stuttgart, Okt. 1998
- Lützel M., Dickmanns E.D.: Road recognition with MarVEye. Intern. Conf. on Intelligent Vehicles, Stuttgart, Okt. 1998.
- Dickmanns E.D., Wuensche H.-J.: Dynamic Vision for Perception and Control of Motion. In: B. Jaehne, H. Haußenecker and P. Geißler (eds.) Handbook of Computer Vision and Applications, Vol. 3, Academic Press, 1999, pp 569-620
- Dickmanns E.D., Maurer M.: Eine Systemarchitektur für sehende autonome Fahrzeuge. at – Automatisierungstechnik 47, Heft 2, R. Oldenbourg Verlag, 1999, pp 70-79
- Dickmanns E.D.: An Expectation-based, Multi-focal Saccadic (EMS) Vision System for Vehicle Guidance. Intern. Symp. on Robotics and Research (ISR'99), Salt Lake City, Utah, October 9-12, 1999
- Fürst S., Dickmanns E.D.: A vision based navigation system for autonomous aircraft. Robotics and Autonomous Systems 28, 1999, pp 173-184
- Dickmanns E.D., Maurer M.: Expectation-based, Multi-focal, Saccadic (EMS-) Vision for Vehicle Guidance. IFAC Symposium on Control in Transportation Systems 2000, Braunschweig, June 13-15, 2000
- Dickmanns E.D.: Expectation-based, Multi-focal, Saccadic (EMS) Vision for Ground Vehicle Guidance. IFAC Conference on Mechatronic Systems, Darmstadt, Germany, Sept. 18-20, 2000
- Dickmanns E.D.: Vertebrate-type Vision for Autonomous Vehicles. Conf. 'Intelligent Systems and Applications' (ISA'2000), Symposium 4: Biologically Inspired Systems (BIS'2000), Univ. of Wollongong, Australia, Dec. 12-15, 2000
- Dickmanns E.D.: A Distributed Visual Perception System for Road Vehicle Guidance. Conf. 'Intelligent Systems and Applications' (ISA'2000), Symposium 3: Industrial Systems (IS'2000), Univ. of Wollongong, Australia, Dec. 12-15, 2000
- Lützel M. und Dickmanns E.D.: EMS-Vision: Recognition of Intersections on Unmarked Road Networks. Proc. Int. Symp. on Intelligent Vehicles (IV'2000), Dearborn, (MI) , Oct. 4-5, 2000
- Gregor R., Lützel M., Pellkofer M., Siedersberger K.H. and Dickmanns E.D.: EMS-Vision: A Perceptual System for Autonomous Vehicles. Proc. Int. Symposium on Intelligent Vehicles (IV'2000), Dearborn, (MI), Oct. 4-5, 2000
- Gregor R. and Dickmanns, E.D.: EMS-Vision: Mission Performance on Road Networks. Proc. Int. Symp. on Intelligent Vehicles (IV'2000), Dearborn, (MI), Oct. 4-5, 2000
- Hofmann U.; Rieder A. and Dickmanns E.D.: EMS-Vision: Application to Hybrid Adaptive Cruise Control. Proc. Int. Symp. on Intelligent Vehicles (IV'2000), Dearborn, (MI), Oct. 4-5, 2000
- Maurer M: Knowledge Representation for Flexible Automation of Land Vehicles. Proc. Int. Symp. on Intelligent Vehicles (IV'2000), Dearborn, (MI), Oct. 4-5, 2000
- Pellkofer M. and Dickmanns E.D.: EMS-Vision: Gaze Control in Autonomous Vehicles. Proc. Int. Symp. on Intelligent Vehicles (IV'2000), Dearborn, (MI), Oct. 4-5, 2000
- Siedersberger K.-H.: EMS-Vision: Enhanced Abilities for Locomotion. Proc. Int. Symp. on Intelligent Vehicles (IV'2000), Dearborn, (MI), Oct. 4-5, 2000
- Gregor R., Lützel M., Dickmanns E.D.: EMS-Vision: Combining on- and off-road driving. Proc. SPIE Conf. on Unmanned Ground Vehicle Technology III, AeroSense '01, Orlando (FL), April 16-17, 2001
- Gregor R., Lützel M., Pellkofer M., Siedersberger K.-H., Dickmanns E.D.: A Vision System for Autonomous Ground Vehicles with a Wide Range of Maneuvering Capabilities. Proc. ICVS, Vancouver, July 2001

- Hofmann U., Rieder A., Dickmanns E.D.: Radar and Vision Data Fusion for Hybrid Adaptive Cruise Control on Highways. Proc. ICVS, Vancouver, July 2001
- Siedersberger K.-H.; Pellkofer M., Lützel M., Dickmanns E.D., Rieder A., Mandelbaum R., Bogoni I.: Combining EMS-Vision and Horopter Stereo for Obstacle Avoidance of Autonomous Vehicles. Proc. ICVS, Vancouver, July 2001
- Pellkofer M., Lützel M., Dickmanns E.D.: Interaction of Perception and Gaze Control in Autonomous Vehicles. Proc. SPIE: Intelligent Robots and Computer Vision XX; Oct. 2001, Newton, USA, pp 1-12
- Pellkofer M., Lützel M. and Dickmanns E.D.: Vertebrate-type perception and gaze control for road vehicles. Proc. Int. Symp. on Robotics Research, Nov. 2001, Lorne, Australia
- Gregor, R., Lützel, M., Pellkofer, M., Siedersberger, K.H. and Dickmanns, E.D.: EMS-Vision: A Perceptual System for Autonomous Vehicles. IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, Vol.3, No.1, March 2002, pp. 48 – 59
- Dickmanns E.D.: Expectation-based, Multi-focal, Saccadic (EMS) Vision for Ground Vehicle Guidance. Control Engineering Practice, (in Veröffentlichung)
- Dickmanns E.D.: Expectation-based, Multi-focal, Saccadic Vision - (Understanding dynamic scenes observed from a moving platform). In: Olver P.J., Tannenbaum A. (eds.): 'Image analysis; Low and high level vision', Springer-Verlag (in Veröffentlichung)
- Dickmanns E.D.: The development of machine vision for road vehicles in the last decade. Proc. of the Int. Symp. on 'Intell. Veh.'02', Versailles, June 2002
- Dickmanns E. D.: Vision for ground vehicles: history and prospects. Int. J. of Vehicle Autonomous Systems, Vol.1, No.1, 2002, pp. 1 – 44.
- Pellkofer M., Dickmanns E.D.: Behavior Decision in Autonomous Vehicles. Proc. of the Int. Symp. on 'Intell. Veh.'02', Versailles, June 2002
- Dickmanns E.D.: Automation and Control in Traffic Systems. Chapter 6.43.36 of the UNESCO-Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) (in Veröffentlichung)
- Dickmanns E.D.: Expectation-based, Multi-focal, Saccadic (EMS) Vision. NORSIG-2002. Proc. 5th Nordic Signal Processing Symposium, Tromsø – Trondheim, Oct. 2002

Weitere Veröffentlichungen

- Dickmanns E.D.: Autonomes Fahren – Sehende Fahrzeuge für den Straßenverkehr. Spektrum der Wissenschaft, Dossier 4/1998, 1998
- Dickmanns E.D.: Efficient Computation of Intensity Profiles for Real-Time Vision. Proc. Workshop 'Robot Vision 2001', Auckland, Febr. 2001
- Dickmanns E.D.: Fahrzeuge lernen sehen. Broschüre (139 S.) und CD (mit ~ 40 Minuten Videoclips) zu 25 Jahren Forschung und Lehre an der UniBwM
- Dickmanns E.D.: Sehende Fahrzeuge - UniBwM setzte jahrelang Maßstäbe. Hochschulkurier UniBwM, Nr 14 / April 2002, S. 13 - 22
- Dickmanns E.D.: Komplexes technisches Auge aus normalen CCD-Sensoren zur dynamischen Umgebungserfassung. Symposium Bildverarbeitung 2002, Techn. Akad. Esslingen, Juni 2002
- Dickmanns E.D.: Zukünftige Wahrnehmungsfähigkeiten sehender Fahrzeuge. Proc. 11. Aachener Kolloquium 'Fahrzeug- und Motorentechnik, Okt. 2002

Wissenschaftliche Veranstaltungen

- Massachusetts Institute of Technology (MIT), September bis Dezember 1998: Vorlesung, Übungen (Course EECS 6.291); Thema: 'Dynamic vision for Intelligent Vehicles'
- University of Minnesota, IMA, Minneapolis, USA, Guest Scientist in November 2000: Workshop 'Image Analysis and High Level Vision': 'Expectation-based, Multi-focal, Saccadic (EMS-) Vision - A System for Understanding Dynamic Scenes Observed from a Moving Platform'.

- Australian National University (ANU), Canberra, 12.3. bis 27.4. 2001: Lecture series on 'Dynamic vision for road vehicles'.

Hauptvorträge auf Einladung auf internationalen Tagungen

- 1. International Conference on Vision Systems (ICVS), Las Palmas, Gran Canaria, Jan. 99, Keynote Opening Address: , An Expectation-based, Multi-focal, Saccadic Vision System for Vehicle Guidance'
- International Symposium on Intelligent Vehicles, Versaille, Frankreich, 19. Juni 2002; Keynote Address: ,The development of machine vision for road vehicles in the last decade'.