



Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Hans-Joachim Wünsche
Universität der Bundeswehr
München,
Institut für Technik Autonomer
Systeme
joe.wuensche@unibw.de



Dipl.-Ing. (FH) Michael Manz
Universität der Bundeswehr
München,
Institut für Technik Autonomer
Systeme
michael.manz@unibw.de

Visuelle Wegerkennung und autonome Navigation für unbemannte Landfahrzeuge

Selbstständig agierende Landfahrzeuge bieten die Möglichkeit, die Gefährdung und die kognitive Belastung des Soldaten im Einsatz stark zu reduzieren. Dazu muss der Roboter – wie der menschliche Fahrer – in der Lage sein, die Umwelt visuell wahrzunehmen. Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist die robuste Erkennung des zu befahrenden Weges durch den Roboter.

Um den Abstand der Soldaten von möglichen Gefahrenzonen erhöhen zu können, werden immer häufiger ferngesteuerte Landsysteme in Betracht gezogen. Eine reine Fernsteuerung hat jedoch einige Nachteile. Zum einen ist die Reichweite der Kommando- und/oder Videokommunikation und somit die operationelle Reichweite des Systems stark begrenzt, und zum anderen ist die kognitive Belastung des Teleoperators sehr hoch. Einen Ausweg bieten hier autonome Teilfunktionen, die in den Roboter integriert werden können. Das von der Wehrtechnischen Dienststelle für Informationstechnologie und Elektronik (WTD 81) in Auftrag gegebene Forschungsprojekt beschäftigt sich aus diesem Grund verstärkt mit der autonomen Fahrt entlang von Wegen in unstrukturiertem Gelände.

Die Universität der Bundeswehr München kann dabei auf einen großen Erfahrungsschatz zurückgreifen. Am Institut für Technik Autonomer Systeme (TAS) werden schon seit über 25 Jahren autonome mobile Roboterplattformen entwickelt. Als aktuelle Demonstrationsplattform steht mit dem Munich Cognitive Autonomous Robot Car



Abb. 1: Munich Cognitive Autonomous Robot Car 3rd Generation, Versuchsfahrzeug der dritten Generation



Abb. 2: MarVEye8: dem menschlichen Auge nachempfundene Kameraplattform (großer Blickwinkel und hohe Auflösung im Sichtzentrum, Bildstabilisierung und schnelle Sakkaden)



Dipl.-Ing. Thorsten Lüttel
Universität der Bundeswehr
München,
Institut für Technik Autonomer
Systeme
thorsten.luettel@unibw.de

3rd Generation (MuCAR-3) ein modifizierter VW Touareg zur Verfügung, der mit rechnergesteuerter Aktorik und Sensorik ausgestattet ist. Mit Hilfe der in diesem Projekt entwickelten Algorithmen ist MuCAR-3 in der Lage, selbstständig entlang eines Wegenetzes zu agieren. Dabei schaltet es selbstständig – je nach Güte der visuellen Fahrspurerkennung und der Genauigkeit der GPS-Sensorik – zwischen kartenbasierter Fahrspur und visueller Fahrspur um und ist somit in der Lage, auch große Distanzen vollständig autonom zurückzulegen. Hauptsensor der visuellen Fahrspurerkennung ist die bewegliche Kameraplattform Multifocal active/reactive Vehicle Eye 8th Generation (MarVEye8). Die Kameraplattform ist mit drei CMOS-HDRC-Farbkameras ausgestattet. Ein leistungsfähiger Rechner an Bord von MuCAR-3 ermöglicht eine optische Wegerkennung in Echtzeit.

Der entwickelte Algorithmus zur Wegerkennung beruht dabei auf den neuesten Forschungsaktivitäten am Institut TAS. Grundlage des Algorithmus bildet der sog. 4D-Ansatz, eine räumlich-zeitliche Modellierung der Fahrbahn und der Eigenbewegung des Fahrzeugs. Ausgehend von der internen Modellvorstellung der Umwelt werden in jedem Zeitschritt mögliche Wegypothesen im 3D-Raum generiert und mit Hilfe der Abbildungsgeometrie der Farbkameras in das Videobild projiziert. Diese Fahrbahnypothesen werden



Abb. 3: Visuell erkannter Feldweg in unstrukturierter Umgebung mit Darstellung der Erkennungsgüte

anhand selbstständig erlernter Farb- und Gradientensignaturen der Fahrbahn im Bild bewertet. Durch diese Verfahren ist MuCAR-3 in der Lage, auch ohne GPS-Information selbstständig entlang von Teer-, Feld- und Waldwegen zu fahren. Die Bildverarbeitung reagiert dabei robust auf visuelle Störeinflüsse wie z.B. Schlagschatten und lokale Überblendungen im Kamerabild.

Einige der im Forschungsprojekt entwickelten Methoden konnten bereits erfolgreich bei der M-ELROB 2008 (Military European Land Robot Trial) und der C-ELROB 2009 (Civilian ELROB) demonstriert werden. Bei der letztjährigen C-ELROB in Finnland war MuCAR-3 sogar in der Lage, einen schwierigen, einige Kilometer langen Rundkurs durch ein Waldgebiet in Bestzeit zu bewältigen.

Weitere Forschungsprojekte am Institut TAS beschäftigen sich mit sehr leistungsfähigen Bildverarbeitungsverfahren zur visuellen Objekterkennung, mit Stereobildverarbeitung für humanoide Roboter, mit der Light Detection and Ranging (LIDAR)-basierten Umgebungserkennung und Navigation sowie mit neuartigen objektrelationalen Navigationsverfahren und Missionsplanungsmethoden.



Abb. 4: Kartenbasierte Missionsplanung im Testgebiet