

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 91 (2000)

Heft: 1

Artikel: Automatisches Parkieren von Automobilen

Autor: Brom, Charles

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-855508>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Automatisches Parkieren von Automobilen

Das seitliche Parkieren von Automobilen kann grundsätzlich von automatischen Steuerungen übernommen werden. Der Einsatz einer Fuzzy-Logic-Regelung in einem Modellfahrzeug (Pacificar) der Zürcher Hochschule Winterthur (ZH) hat sich zur Bewältigung dieser Aufgabe als besonders geeignet erwiesen.

Hauptziel des Pacificar-Projekts¹ war die Bereitstellung einer Plattform, die sich sowohl für Forschungs- und Entwicklungsprojekte als auch als Experimentiersystem für Praktikumsübungen in den Lehrgebieten mechatronische Systeme eignet. Autonome Fahrzeuge bieten ein reiches Problemfeld, in dem mit Sensoren, Aktoren und Echtzeitsteuerungen innovative Systeme entwickelt werden können, die anspruchsvolle Aufgaben zu lösen vermögen.

In einer ersten Projektphase entwickelten Studierende des Departements Informatik, Kommunikation und Elektrotechnik der ZHW autonome Fahrzeuge unter

Adresse des Autors

Prof. Charles Brom, ZHW,
Technikumstrasse 9, 8401 Winterthur

Verwendung von Baugruppen aus dem Modellbau. Die so gebauten Fahrzeuge wurden in ihrer Grundausführung in Praktikumsübungen erfolgreich eingesetzt: Mit Ultraschallsensoren nehmen sie Signale aus der Umgebung auf, verarbeiten diese mit einem Mikrocontroller und generieren Ausgangssignale, die ihre Aktoren steuern. Die Fahrzeuge können sich damit autonom und kollisionsfrei bewegen und auch anspruchsvolle Aufgaben erfüllen, wie zum Beispiel das automatische Parkieren in einer vorgegebenen Parklücke, was im folgenden ausführlicher dargestellt wird.

Parkieren mit Fuzzy Logic

Das Gesamtkonzept wurde im Rahmen eines Weiterbildungsaufenthaltes von ZHW-Professor Ch. Brom an der University of California in San Diego (UCSD) ausgearbeitet [1]. Die konkrete Realisierung des Projekts wurde anschliessend

innerhalb mehrerer Diplomarbeiten an der ZH Winterthur durchgeführt.

In einer ersten Diplomarbeit wurde das Experimentierfahrzeug mit dem Erweiterungsboard zur Steuerung der Aktoren entwickelt. Gegenstand dieser Arbeit war die Entwicklung eines modularen Aufbaukonzepts zur Steuerung autonomer Systeme, basierend auf dem Mikrocontroller «Handy Board» vom Massachusetts Institute of Technology (MIT). Hauptmerkmal des Systems ist die Anwendung verteilter Intelligenz mit Verbindung zum zentralen Systemcontroller über einen CAN-Bus. Damit können mechatronische Systeme modular mit Sensor- und Aktormodulen als Busknoten erweitert werden.

Die Arbeit baute auf den Ergebnissen aus zwei vorangegangenen Projektarbeiten auf. Ziel war die Entwicklung von drei Hauptkomponenten (Expansion Board zum Handy Board, CAN-Busknoten-Interfacemodul und CAN-Sensor-/Aktormodul) bis zur Vorserien-Fertigungsreife. Je ein Sensor- und Aktormodul war auf dem Fahrzeug für ausgewählte Funktionen einzusetzen und zu prüfen.

Parallel zur oben vorgestellten Arbeit wurde im dritten Teil des Projekts die Software für das automatische und autonome Parkieren des Fahrzeugs als Zustandsmaschine entwickelt und im Experimentierfahrzeug implementiert.

In der Programmiersprache Interactive C wurde ein Programm erstellt, welches das autonome Experimentierfahrzeug Pacificar auf Grund der zur Verfügung stehenden Sensordaten autonom in einer seitlichen Parklücke abstellt. Das Fahrzeug soll in der Lage sein, an einer Wand entlang zu fahren, eine Parklücke zu erkennen und dann in dieser zu parkieren.

Die beiden Diplomanden konnten bei dieser Aufgabenstellung auf ein Mathematikprogramm mit graphischer Ausgabe zurückgreifen, welches das Fahrzeug si-

muliert und es optimal – durch Umkehrung der vorwärtskinematischen Bewegung – in einer Parklücke parkiert. (Bild 1).

Um zu einem ersten Ansatz für die zu verwendenden Algorithmen zu gelangen, sollte zuerst mit diesem Programm experimentiert werden, zum Beispiel, indem von ursprünglich nicht idealen Anfangspositionen des Parkprozesses ausgegangen wurde, um dann während des Parkvorgangs Korrekturen anzubringen. Auf Grund dieser Erfahrungen konnte ein Modell entworfen werden, aus dem abgeleitet werden kann, wie das Fahrzeug in verschiedenen Situationen reagieren muss (Zustandsmaschine). Dieses Modell war nach dem Konzept der Subsumption-Logic von R. Brooks vom MIT aufzubauen. Dabei wird das Verhalten des Fahrzeugs durch mehrere parallele Prozesse unterschiedlicher Priorität realisiert, von denen jeder ein eigenes Ziel

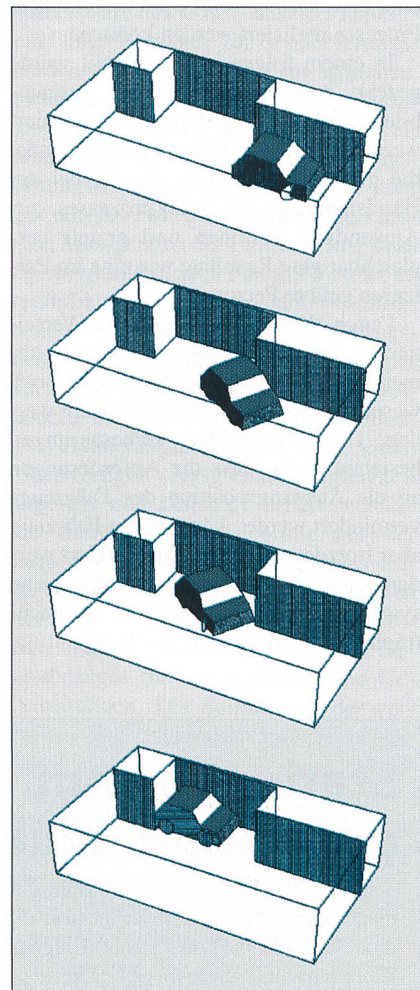


Bild 1 Seitliches Parkieren im Mathematica-Modell

¹ Das Pacificar-Projekt wurde an der Intertech Bodensee 1999 mit dem Lista-Innovationspreis ausgezeichnet.

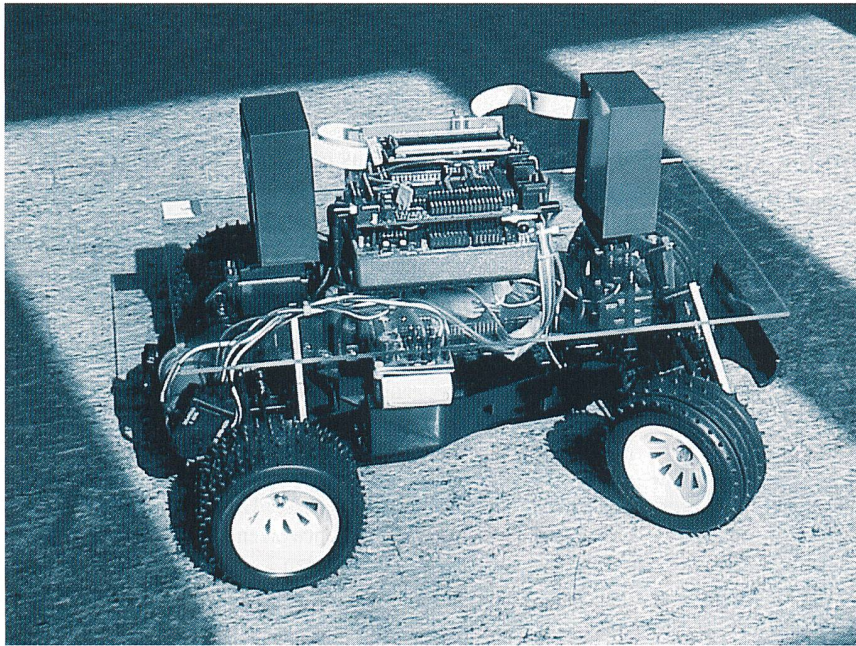


Bild 2 Der Pacificar mit Steuerelektronik

verfolgt. Das Modell wurde in Interactive C (IC) umgesetzt und im Handy Board Mikrocontroller implementiert. IC ist eine Erweiterung von C, mit der parallele Prozesse realisiert werden können.

In einem folgenden Projektteil wurde gezeigt, dass das Parkieren von Automobilen automatisch und autonom realisiert werden kann. Der Automat benutzt dabei die gleichen Strategien, wie sie bei der Handsteuerung des Parkprozesses zur Anwendung kommen und erzielt vergleichbar gute Resultate wie eine im Parkieren geübte Person.

Durch Weiterentwicklung und Verfeinerung der Fuzzy-Logic-Steueralgorithmen kann der Parkprozess jedoch noch wesentlich leistungsfähiger gemacht werden. Die angestrebten Verbesserungen bestehen darin, dass die Anforderungen an die Ausgangsposition des Fahrzeugs vermindert werden können, das Fahrzeug aber trotzdem in einem Zug parkiert werden kann, das heisst, es besteht keine systembedingte Notwendigkeit zur nachträglichen Verbesserung der Endposition.

Im letzten Projektteil wurde schliesslich mit dem Entwicklungssystem Adams ein virtuelles Experimentierfahrzeug entwickelt. Der Parkvorgang wurde als Fuzzy-Regelprozess mit einer Zustandsmaschine realisiert, beides mit Matlab Simulink mit den Fuzzy-Control- und Stafflow-Toolboxen.

Der Einsatz eines virtuellen Fahrzeugs ermöglicht die Entwicklung einer verfeinerten Regelung des Parkvorgangs unter in weiten Grenzen wählbaren und wiederholbaren Bedingungen. Mit der Führung des Parkprozesses durch einen Automaten lässt sich das Feld möglicher Anfangspositionen, die zu einem Parkieren in einem Zug führen, gegenüber den realen von Menschen ausgeführten Standardparkprozessen erweitern.

Zur Realisierung der Verbesserungen war der Parkvorgang unter Berücksichtigung vorgegebener Endlagetoleranzen kinematisch zu analysieren. Abgestützt auf diese Ergebnisse, mussten geeignete Fuzzy-Logic-Algorithmen und Regeln definiert werden. Die Fuzzy-Steuerung

war mit Interactive C im Mikrocontroller des Experimentierfahrzeugs Pacificar (Bild 2) zu implementieren und zu erproben. Wenn zur Prozesssteuerung gegenüber dem Ist-Zustand erweiterte Rechenleistung erforderlich waren, wurde die Rechenleistung auf zwei identische Controllerboards verteilt. Das Konzept für verteilte Intelligenz mit Kommunikation über CAN-Bus, wie auch die dazu erforderliche Hardware, standen zur Verfügung.

Nutzen

Seitliches Parkieren von Automobilen gehört zu den Ausbildungselementen jedes Fahrunterrichts. Für viele Autobesitzer bleibt das seitliche Parkieren jedoch eine unangenehme Aufgabe, deren Lösung oft nur unbefriedigend und mit einem nicht vernachlässigbaren Schadensrisiko erfolgt. Gründe dafür können unter anderem sein: geringe Parkfeldgrösse, ungünstige Lage des Parkfelds, unübersichtliche Platzverhältnisse oder ungenügende Erfahrung. Ein Automat, der die Aufgabe des Parkierens selbstständig übernimmt, erzielt nicht nur eine von vielen Autobesitzern sehr erwünschte Erhöhung des Komforts, sondern auch eine Erhöhung der Verkehrssicherheit und eine Verminderung des Schadensrisikos.

Kommerzialisierung

Bevor ein konkreter Plan zur Kommerzialisierung des Parkautomaten entworfen werden kann, sind weitere Entwicklungen durchzuführen. Ein wesentlicher Schritt auf diesem Wege ist die Übertragung des Konzepts auf ein reales Fahrzeug. Die Entwicklungstendenzen im Automobilbau schaffen günstige Voraussetzungen dafür. Innovationen in Teilsystemen der Automobiltechnik wie die Einführung leistungsfähiger vernetzter Mikrocontrollersysteme, die Steuerung und Regelung des Antriebsstranges mit Mikrocontrollern über vernetzte Aktoren (Drive-by-wire), Starter-/Generatormaschine auf der Kurbelwelle und elektrische beziehungsweise elektro-hydraulische Lenkservosysteme schaffen die Voraussetzungen für die Implementierung von Parkautomaten ohne wesentlichen Zusatzaufwand auf der Hardwareseite. In weiteren Entwicklungsprojekten des Instituts für Mechatronische Systeme (IMS) wird in dieser Richtung gearbeitet.

Literatur

[1] Ch. Brom: A concept for linking educational and research activities. Konferenz Mechatronik 98, Skövde, Schweden.

Stationnement automatique pour automobiles

Le parcage latéral d'automobiles peut en principe être assuré par des commandes automatiques. L'utilisation d'un réglage à Fuzzy-Logic sur un véhicule modèle (Pacificar) de l'Ecole d'ingénieurs zurichoise de Winterthour ZHW s'est révélée particulièrement apte à cette tâche.