



Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Institute of Computer Science
Interactive Graphics and Simulation Group

Selbstfahrende Autos

Einführung in das Wissenschaftliche Arbeiten

Gasteiger Manuel

unter Aufsicht von
Prof. Dr. Georg Moser

Innsbruck, 27. Mai 2014

Zusammenfassung

Diese Seminararbeit gibt einen kurzen Überblick über selbstfahrende Autos, ihre Geschichte, Verwendung und ihre Technologie.

1 Einleitung

Die Vorstellung, dass ein Automobil ohne Einwirkung des Fahrers sich selbständig und sicher zu einem gewünschten Zielort begibt, entstand bereits in den 20ern. Von den mit Radiowellen gesteuerten Fahrzeugen von damals bis zu den Roboterautos von Google heute ist es ein großer Sprung und viele technologische Neuerungen hatten ihren Einfluss auf dieses Thema.

Aus diesem Grund wurden 2012 Fünf Stufen an Autonomie von Fahrzeugen zur Klassifikation definiert [7] :

- **Stufe 0:** vollständige Kontrolle durch Fahrer
- **Stufe 1:** einzelne automatisierte Funktionen
 - automatisches bremsen,
 - ESP,
 - ...
- **Stufe 2:** mehrere automatisierte Funktionen gleichzeitig aktiv
 - Fahrspurhaltung &
 - Abstandsregelung & ...
- **Stufe 3:** Fahrzeug erkennt frühzeitig falls Fahrereingriff notwendig ist und übergibt diesem die Kontrolle
- **Stufe 4:** 100% selbstständig - kein Fahrer mehr unbedingt notwendig

2 Technologie

2.1 LiDAR

LiDAR - oder auch "Light Detection And Ranging" ist eine der primär verwendeten Technologien wenn es darum geht, einem Computer ein verständliches Abbild seiner Umgebung zu verschaffen. Die Grundfunktion des Systems besteht darin, Laserpulse auszusenden und aus dem reflektierten Licht die Entfernung zu den einzelnen Punkten zu errechnen. Es ähnelt dahingehend stark einem Radar, das Laserstrahlen anstelle der Funkwellen verwendet.

Das System kann aus den erhaltenen 3D Punkten verschiedene Formen wie Fußgänger, Hindernisse, Straßenränder und sonstiges erkennen. Damit ist das LiDAR eines der wichtigsten Instrumente an Bord eines autonomen Vehikels - allerdings auch das teuerste mit ca. 70.000\$. Es ist leicht erkennbar meist zentral auf dem Dach montiert und hat die Form eines Zylinders [3].



Abbildung 1: LiDAR System auf Toyota Prototypen [2]

2.2 GPS

GPS (Global Positioning System) ist eine Konstellation aus Satelliten, deren Umlaufbahnen so angeordnet sind, dass an jedem Punkt der Erde mindestens 4 der 24 aktiven Satelliten „sichtbar“ sind. Jeder Satellit sendet ein elektromagnetisches Signal, das jedem empfangsbereiten Empfänger seine Anwesenheit mitteilt. GPS-Geräte empfangen daher zu jeder Zeit Signale von vier Satelliten. Integrierte Computer verwenden diese Signale, um den exakten Abstand zwischen dem Benutzer und den vier Satelliten zu berechnen und anschließend aufgrund dieses Abstands seine exakte Position auf der Erde bis auf wenige Meter genau zu triangulieren.

2.3 Optische Sensoren

Optische Elemente des Fahrzeuges dienen der schnellen Erkennung bestimmter Formen, Farben und Markierungen. Dieses Kameraelement wird benötigt, um die fehlenden Lücken der obigen Technologien auszugleichen, wie etwa das Erkennen einer roten Ampel oder der Leitlinien der Straße.



Abbildung 2: Funktionsweise von GPS

2.4 Radar

Radar (Radio Detecting and Ranging) gleicht dem Prinzip eines Sonars: Gerichtete Strahlen werden ausgesandt und ihr Echo analysiert, um ein Bild von der Umgebung zu machen. Anstelle von Schallwellen von 20 bis 200 Kilohertz werden allerdings elektromagnetische Wellen im Mikrowellenbereich um 10 Gigahertz verwendet, welche wesentlich schneller und deutlich weiter wandern können.

Diese Technik kommt in kleineren Rahmen für spezifische Richtungen und bestimmte Zwecke zum Einsatz - z.B. der Abstand Stoßstange - Hindernis beim Einparken oder zum Auslösen einer Notbremsung.

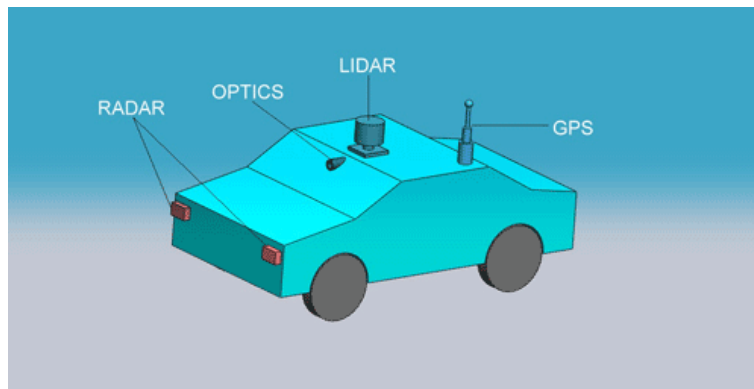


Abbildung 3: Die verwendeten Systeme eines selbststeuernden Vehikels

3 Geschichte

3.1 1920-1980

Das erste selbstfahrende Auto wurde 1925 in New York vorgestellt. In der Tat wurde es allerdings von einem Begleitfahrzeug aus über Radiowellen ferngesteuert. Nichtsdestotrotz entstanden dadurch die ersten Zukunftsvorhersagen und geförderten Projekte um Automobile selbstständiger zu gestalten. Führend an dieser Forschung waren vor allem die Firmen "General Motors" und "RCA Labs" beteiligt.

Der erste Durchbruch wurde 1953 erzielt, als es das erste mal gelang einen Prototypen herzustellen, der ein Kabel und Schaltkreissystem in der Fahrbahn aufspüren und folgen konnte (inklusive Bremsfunktion etc.). Es wurden verschiedene Weiterentwicklungen vorgestellt, keine allerdings vermarktet. Die Forschung wurde bis in die 70er weitergeführt, bis die Forschungsgelder aufgrund des immensen Kostenaufwandes eingestellt wurden.

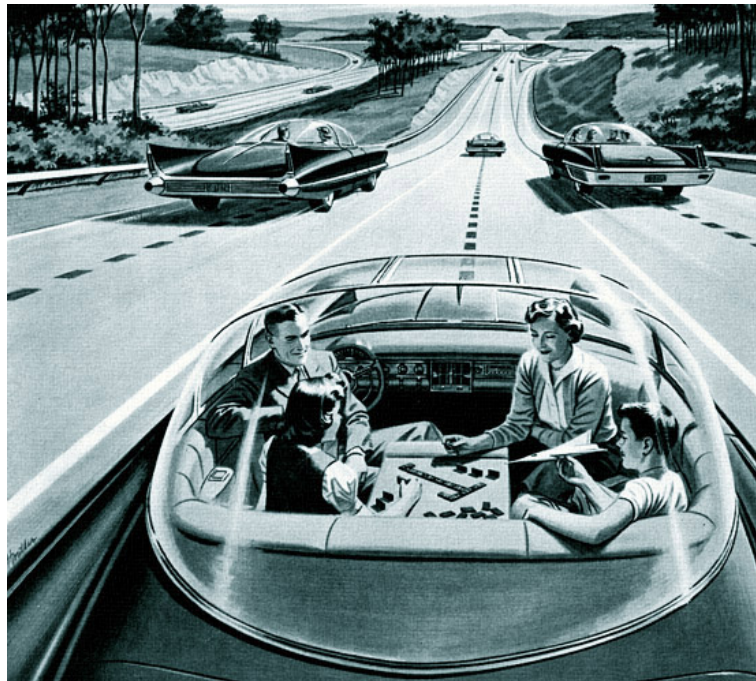


Abbildung 4: Werbeanzeige für elektronisch geleitete Automobile

3.2 1980-2000

In den 80ern begann auch Europa erstmals Forschungsgelder in die Erforschung autonomer Automobile zu stecken. Zur selben Zeit belebten verschiedene Universitäten in den USA Projekte dieser Art ebenfalls wieder. Verschiedene Forschungsgruppen wie EUREKA und DARPA ließen hunderte Millionen an Mitteln in die Forschung fließen und mit den neuen Mitteln an Computer und Lasertechnologie, ließen sich bald größere Schritte in die richtige Richtung verzeichnen.

In den 90ern wurden von verschiedenen Automobilfirmen bereits die ersten Fahrzeuge vorgestellt, die sich selbstständig anhand einer eingespeicherten Umgebungskarte und Distanzsens-

soren offroad, auf einer Straße und im Verkehr zurechtfinden. Die US Projekte wurden jedoch später aufgrund von Budget Kürzungen eingestellt. [1]

Bis 2000 wurden allerdings noch verschiedene wichtige Milestones erreicht:

- untereinander kommunizierende, semiautonome Dual Fahrzeuge von Daimler-Benz: in der Lage, selbstständig Spuren zu wechseln und sich auf Autobahnen zurechtzufinden. Minimale menschliche Eingriffe benötigt.
- Autonomer S-Klasse Mercedes-Benz - legte eine Strecke von ca. 1500km selbstständig zurück mit bis zu 175km/h
- ARGO-Projekt: Anpassung eines Vehikels um selbstständig gewöhnliche Straßenmarkierungen zu erkennen und darauf zu reagieren anhand von Kamerabildern.



Abbildung 5: Der Mercedes S-500 intelligent drive

3.3 2000-Heute

Nach der Jahrtausendwende erkannte die US Regierung den möglichen Nutzen dieser Technologie für das Militär und initiierte mehrere Projekte zur Erforschung autonomer offroad Fahrzeuge - mit Erfolg. Die produzierten Fahrzeuge waren dazu in der Lage frei im Gelände zu manövrieren, Hindernisse zu bewältigen, untereinander zu kommunizieren und Manöver aufeinander abzustimmen.

Seit 2010 beteiligen sich alle großen Autohersteller mit der Entwicklung Autonomer Fahrzeuge und jedes Jahr werden neue, verbesserte Prototypen und Modelle vorgestellt. Es werden vor allem aber viele semi-autonome Fähigkeiten wie Parkassistent, Gefahrenerkennung, Unfallvermeidung und Spurenerkennung angepriesen, da die meisten Hersteller der Meinung sind, dass der Markt noch nicht bereit ist für ein Produkt, das den menschlichen Aspekt komplett ersetzt [5].

4 Verwendung und Vorteile

Das Militär hat den Nutzen fahrerloser Gefährte und assistierten Fahrens bereits erkannt und einiges in deren Forschung investiert. Doch vor allem im urbanen Bereich und für Privatpersonen bietet diese Technologie viele Lösungen auf bekannte Probleme [?]:

- Durch erhöhte Sicherheit und Vorbeugen menschlichen Versagens ließe sich die Zahl der in Verkehrsunfällen Getöteten (30700 in der EU - Stand 2010) drastisch reduzieren und damit auch Krankenhäuser, Ärzte und Versicherungen entlasten [4].
- Die Mobilität aller Alters- und Personengruppen könnte erheblich verbessert werden, da ein Computer alle kritischen oder eingeschränkten Aspekte übernehmen kann. Dadurch wären sogar Minderjährige oder Querschnittsgelähmte in der Lage, ohne ihre Sicherheit oder die anderer zu gefährden am Verkehrsgeschehen teilzunehmen.
- Computer und Algorithmen, die beständig den kompletten Fahrweg mit sämtlichen Daten zur Verfügung haben, errechnen sich beständig die sprit-effizienteste Strecke und Fahrweise. Dadurch werden nicht nur Unmengen an Kosten gespart, sondern auch an Treibhausgasen.
- Sogar das Parkplatzproblem in Stadtzentren wäre ein Problem der Vergangenheit, wenn man am Zielort einfach aussteigt und das Vehikel entweder in der Gegend wartet oder sich bei einem längeren Aufenthalt zu einem außerhalb gelegenen Parkhaus begibt.
- Der Verkehrsfluss würde mehr aufeinander abgestimmt und effizienter gestaltet werden, da durch die Kommunikation zwischen den einzelnen Autos eine Art Schwarmintelligenz durchaus realisierbar ist.

5 Conclusio

Letzen Endes haben selbstfahrende Gefährte mittlerweile große Schritte in Richtung Autonomie gemacht und besitzen zum Großteil bereits die benötigte Technologie um dieses Ziel wahr werden zu lassen. In einigen Staaten Amerikas sind selbststeuernde Vehikel auf der Straße erlaubt [6], in Europa allerdings noch nicht. Hier ist es gesetzlich vorgeschrieben, dass ein Mensch mit gültigem Führerschein hinter dem Steuer sitzen muss, da ein Computer nicht vollkommen absturzsicher ist - und damit auch nicht das Automobil.

Selbststeuernde Autos werden in Zukunft sicher noch eine wichtige Rolle spielen, doch bis das menschliche Element komplett vernachlässigt werden kann, wird es noch einige Zeit dauern.

Literatur

- [1] Mercedes Benz. URL: <http://www5.mercedes-benz.com/en/innovation/autonomous-long-distance-drive-research-vehicle-s-500-intelligent-drive/>.
- [2] Google Inc. URL: <http://www.google.com/about/company/>.
- [3] Karlyn D. Stanley Paul Sorensen Constantine Samaras Oluwatobi Oluwatola James M. Anderson, Nidhi Kalra. Autonomous vehicle technology. *RAND*. URL: www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-1.html.
- [4] Patrick Lin. The ethics of saving lives with autonomous cars is far murkier than you think, Juli 2013.
- [5] Joann Muller. Silicon valley vs. detroit: The battle for the car of the future, Mai 2013.
- [6] Bryant Walker Smith. Automated vehicles are probably legal in the united states, November 2012.
- [7] Thomas Healy John Wood Stephen P. Wood, Jesse Chang. The potential regulatory challenges of increasingly autonomous motor vehicles. *Santa Clara Law Review*, 52(4):8–11, Dezember 2012.