
Vorschlag für eine Masterarbeit im DFKI Robotic Innovation Center

Entwicklung und Implementierung eines Algorithmus für Verkehrsschilderkennung anhand einer Farbkamera

Einführung

Die Verkehrszeichen nach Abschnitt II (§§36-43) der StVO¹ bilden eine visuelle Sprache, die der Information des Autofahrers über die aktuelle Straßensituation und der Regelung des Straßenverkehrs dient. Schilder und Markierungen auf den Fahrbahnen weisen auf die Verkehrsordnung hin, warnen vor möglichen Gefahren oder beinhalten andere zusätzliche Umgebungsinformationen für die Wegweisung. Die Fahrlässigkeit oder mangelnde Konzentration des Autofahrers können zur eingeschränkten Wahrnehmung der Verkehrszeichen und folglich zur Gefährdung von sich selbst sowie anderer Verkehrsteilnehmer führen. Um das Autofahren sicherer zu machen, ist es sinnvoll, den Fahrzeugführer durch eine rechtzeitige Warnung oder einen Hinweis auf die aktuelle bzw. geänderte Straßensituation aufmerksam zu machen. Die Verkehrszeichenerkennung (TSR²) ist nicht nur als Bestandteil eines Fahrerassistenzsystems (FAS/ADAS³) bedeutend, sondern stellt sich auch als eine wesentliche Komponente beim autonomen Autofahren dar, für welches sich der Forschungs- und Industriebereich in den letzten Jahren zunehmend interessieren.

Motivation

Verkehrszeichen bilden ein dynamisches System, das sich durch Ampelanzeigen, Bauarbeiten, Umleitungen und elektronische Anzeigen ständig ändert. Deswegen sollen aktuelle Verkehrsinformationen operativ und möglichst zeitnah zur Nutzung bereitgestellt werden. Dieser Aspekt ist mit einem kartenbasierten Ansatz unter der Verwendung von GNSS⁴ kaum realisierbar. Die Erstellung einer dynamischen Verkehrszeichenkarte sowie die Sammlung und Aktualisierung von Position und Information der Straßenverkehrszeichen, können zu hohen Kosten und immensem Zeitaufwand sowie zu einer erhöhten Komplexität des Systems führen. Die Ungültigkeit der Karte oder ein schwaches beziehungsweise fehlendes GPS-Signal machen den kartenbasierten Ansatz unbrauchbar.

Sowohl in der Forschung als auch in der Automobilindustrie hat sich die kamerabasierte Verkehrszeichenerkennung durchgesetzt, da sie eine zuverlässige OnBoard-Identifizierung der Verkehrszeichen in Echtzeit ermöglicht. Die Genauigkeit der Erkennung kann durch mehrere Faktoren wie zum Beispiel Beleuchtungs- und Wetterbedingungen beeinflusst werden. Außerdem werden an manchen Standorten die Verkehrszeichen so aufgestellt, dass eine eindeutige Zuordnung zum entsprechenden Streckenabschnitt nicht möglich bzw. erschwert ist. In den letzten 20 Jahren wurden viele unterschiedliche Algorithmen für die Erkennung und Klassifizierung von Verkehrszeichen auf einem Kamerabild entwickelt. Viele Algorithmen haben jedoch unterschiedliche Einschränkungen wie zum Beispiel die Beschränkung auf die Erkennung von Geschwindigkeitsschildern oder den Einsatz bei einer begrenzten Fahrgeschwindigkeit.

¹ <http://www.gesetze-im-internet.de/stvo/BJNR015650970.html>

² Traffic sign recognition

³ Advanced Driver Assistance Systems

⁴ Global Navigation Satellite System

Die Motivation dieser Arbeit liegt in der Entwicklung einer kamerabasierten Verkehrszeichenerkennung, die für den Einsatz beim autonomen Autofahren geeignet ist.

Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und Implementierung eines Algorithmus für die kamerabasierte Verkehrszeichenerkennung. Der erarbeitete Algorithmus soll beim autonomen Autofahren im öffentlichen Straßenverkehr innerhalb geschlossener Ortschaften einsatzfähig sein. Aus diesem Grund sollen sowohl die Verkehrszeichen als auch die Zusatzinformationen wie Geltungszeitrahmen, Wetterbedingungen oder der Bezug auf bestimmte KFZ-Arten (PKW, LKW oder öffentliche Verkehrsmittel) in Echtzeit und unter unterschiedlichen Umgebungsbedingungen zuverlässig und rechtzeitig identifiziert werden. Die Zuordnung der Verkehrszeichen zu ihrer Bedeutung soll anhand der Verkehrszeichendatenbank erfolgen. Auf einer mehrspurigen Fahrbahn mit separaten Verkehrszeichen für jede Spur bzw. Spurguppen soll es möglich sein, die zur aktuellen Spur zugehörigen Verkehrszeichen und Ampelanzeigen zuzuordnen. Der Algorithmus soll mit der Sensorplatte, die für das Projekt EO2⁵ entwickelt wurde und auf dem Dach eines Fahrzeuges befestigt werden kann, getestet werden. Die Sensorplatte besitzt zwei Farbkameras, außerdem stehen unterschiedliche Objektive zur Verfügung.

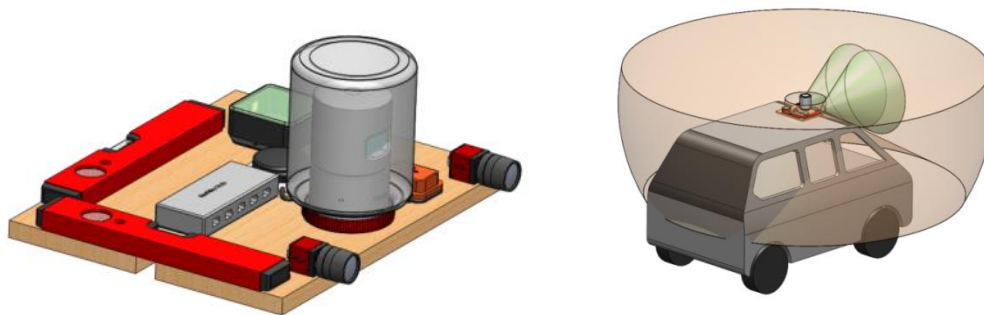


Abbildung 1: Sensorplatte für EO2⁶

Die Masterarbeit beinhaltet mehrere Arbeitsschritte:

- Definition der Anforderungen und Einschränkungen: Als erstes sollen die durch die Autonomie eines Fahrzeuges und den städtischen Einsatz bestimmten Anforderungen an den Algorithmus zur Verkehrszeichenerkennung, wie beispielsweise Zuverlässigkeit und Rechenleistung, definiert werden. Außerdem sollen alle in Deutschland zugelassenen Verkehrszeichen, sowie ihre möglichen Vorkommen und Sonderfälle untersucht werden. Zudem sollen die Hardware, Kameras und Objektive getestet werden, um die Rahmenbedingungen und Einschränkungen, die bei der Entwicklung des Algorithmus berücksichtigt werden müssen, festzustellen. Die Erkenntnisse aus den Testbildern sollen zur Bestimmung der Störfaktoren und zur Auswahl der notwendigen Vorverarbeitungsschritte dienen. Eventuell kann die Bildfolgeaufnahme während einer Autofahrt zu einem tieferen Verständnis der Problematik der Verkehrszeichenerkennung und der Lichtverhältnisse in der Umgebung beitragen.

⁵ <http://robotik.dfki-bremen.de/de/forschung/robotersysteme/db/Robotsystem/show//eo-smart-connecting.html>

⁶ "Sensors for EO2", Mehmed Yüksel, DFKI Bremen & Universität Bremen Robotics Innovation Center

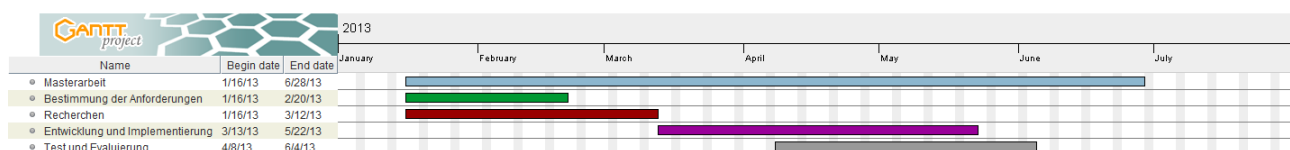
- Analyse der existierenden Algorithmen: In diesem Abschnitt der Arbeit sollen die schon bestehenden Ansätze untersucht werden. Eventuell muss die Verkehrszeichenerkennung in drei Bereiche aufgeteilt werden: Erkennung, Klassifizierung und Verfolgung.

Bei der Erkennung sollen in einem aufgenommenen Bild alle möglichen Verkehrszeichen oder Elemente, die einem Verkehrszeichen ähneln, gefunden werden. Die Klassifizierung dient der Überprüfung der gefundenen Elemente und der Zuordnung ihrer Bedeutung nach ihrer Zugehörigkeit zu den Verkehrszeichen sowie nach ihrer Priorität. Verfolgungsverfahren erlauben die Erkennungsverbesserung und die Rechenzeitreduzierung durch die Nutzung der Daten aus mehreren nacheinander folgenden Kamerabildern. In vielen Ansätzen bilden die Verfolgungsverfahren einen festen Bestandteil der Klassifizierungs- oder Erkennungsverfahren.

Um ein einsatzfähiges Verfahren zu entwickeln, müssen sowohl Erkennungs- als auch Klassifizierungsalgorithmen untersucht werden. Es sollen Vor- und Nachteile der zur Untersuchung ausgewählten Algorithmen bestimmt werden. Weiterhin soll eine kritische Betrachtung der Algorithmen bezüglich der gestellten Anforderungen und Einschränkungen durchgeführt werden.

- Entwicklung und Implementierung eines geeigneten Algorithmus: Anhand der erworbenen Erkenntnisse aus dem Analyseschritt, sollen geeignete Algorithmen für die Erkennung und Klassifizierung ausgewählt (oder gegebenenfalls entwickelt) werden, die den festgelegten Anforderungen und Einschränkungen entsprechen. Anschließend soll die Implementierung erfolgen.
- Test und Evaluierung des entwickelten Algorithmus: Als erstes soll eine geeignete Methode zum Testen des Verfahrens erarbeitet und eine entsprechende Testsoftware entwickelt werden. Für die Tests sollen sowohl reale als auch synthetische Daten verwendet werden. Die synthetischen Daten bieten die Möglichkeit, unterschiedliche Bedingungen zu simulieren, wie beispielsweise Bildrauschen oder unterschiedliche Lichtverhältnisse. Dadurch ist es möglich, den Algorithmus durch möglichst viele Fälle zu testen und seine Einschränkungen in den Situationen zu bestimmen, die während des Autofahrens nicht immer erfasst werden können. Anschließend soll anhand der Testergebnisse die Evaluation des Algorithmus erfolgen.

Zeitplanung



Von

Anna Born

Anna.Born@dfki.de

Betreuer

Dipl.-Ing. Benjamin Girault

Benjamin.Girault@dfki.de