



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

Fakultät Technik und Informatik

Department Informations- und Elektrotechnik

Bachelorprojekt

Automated Driving

RC Car Control with Open Source Image Processing

Prof. Dr.-Ing. Marc Hensel

Projektgruppe: Fabian Huber, Enzo Morino, Markus Trockel

Abgabe: DD.MM.2019

Contents

1	Einleitung	1
2	Ziel des Projekts	1
3	Kurzübersicht	1
4	Hardware	1
4.1	Raspberry Pi 3	1
4.2	Motorcontroller	1
4.3	Ultraschallsensor	1
4.4	RC Fahrzeug	1
5	Software	1
5.1	Aufbau	2
5.2	Externe Module	3
5.3	Eigene Module	3
6	Werkzeuge der Bildverarbeitung	3
6.1	Digitalisierung	4
6.2	Vorverarbeitung- Canny-Kantenoperator	4
6.3	Segmentierung	4
6.4	Merkmalsextraktion zur Linienerkennung	4

1 Einleitung

2 Ziel des Projekts

3 Kurzübersicht

4 Hardware

4.1 Raspberry Pi 3

4.2 Motorcontroller

4.3 Ultraschallsensor

4.4 RC Fahrzeug

5 Software

5.1 Aufbau

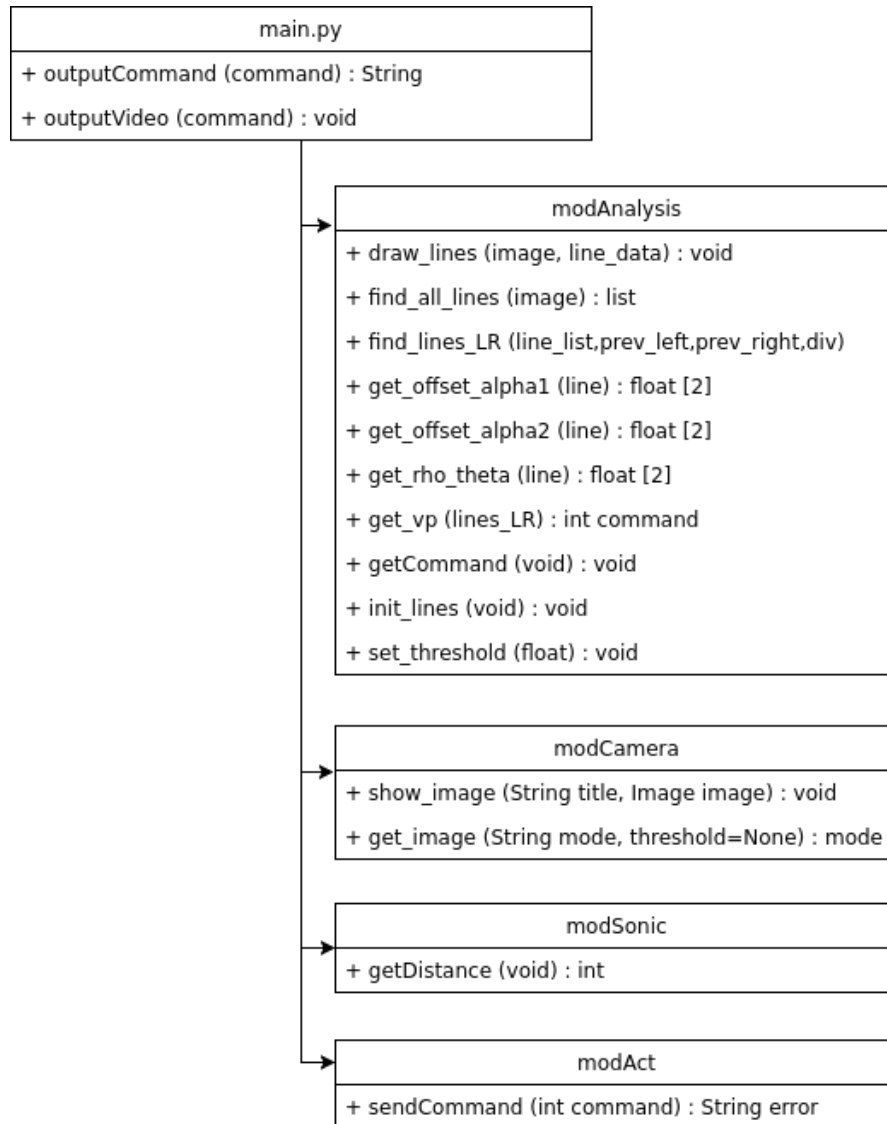


Figure 1: Aufbau des Python Codes

5.2 Externe Module

Name	Beschreibung
tkinter	...
Adafruit_PCA9685	Bibliothek zur Ansteuerung des Motorcontrollers
numpy	Bibliothek zur Verwendung von Matlab Funktionen
cv2	OpenCV 2 bietet Algorithmen zur Bildverarbeitung
io	...
time	...
importlib	...
argparse	...
pivideoostream	...
picamera	...
threading	...
RPi.GPIO	Bibliothek zur Ansteuerung der GPIO ports des Raspbery Pi

Table 1: verwendete externe Python Module

5.3 Eigene Module

Name	Beschreibung
modAnalysis	Verantwortlich für die eigentliche Verarbeitung der visuellen Informationen
modAct	Verantwortlich für die Ansteuerung des Motors und der Lenkung
modCamera	Bereitet das Kamerabild für die Verarbeitung und Anzeige vor.
modSonic	Kommuniziert mit dem Ultraschallsensor und liefert Distanz zum Hindernis.

Table 2: verwendete eigene Python Module

6 Werkzeuge der Bildverarbeitung

Die folgende Einleitung in die Thematik basiert auf der Lektüre des Buches "Digitale Bildverarbeitung" von Burger, Burge (?), das als Literatur für den Einstieg empfohlen wird. Eine zusammenfassende Wiedergabe für das Projekt relevanter Themene ist im Folgenden nachzulesen.

Ein Bestandteil der Bildverarbeitung ist die Bildanalyse, bei der es darum geht, sinnvolle Informationen aus Bildern zu extrahieren. Genauer ist der Bereich der Computer Vision gefragt, die Sehvorgänge des Menschen in der dreidimensionalen Welt zu mechanisieren.

Die Steuerung des Wagens soll durch Informationen aus den Kamerabildern erfolgen: Durch Erkennen der Fahrbanhlinien soll die Lenkung innerhalb der Spur geregelt werden.

Dieser Prozess lässt sich beschreiben mit:

1. Digitalisierung mit Hilfe der Kamera

2. Vorverarbeitung (Bildverbesserung bzw. Anpassung an den Zweck) durch Umwandlung in ein binäres Canny-Edges-Bild
3. Segmentierung eine Vorauswahl des Bildausschnittes mit den relevante Informationen
4. Merkmalsextraktion zur Linienerkennung durch die Hough-Transformation
5. Parametrisierung als mathematische Beschreibung der Fahrbahnlinsen zur weiteren Informationsverarbeitung

6.1 Digitalisierung

Der von der Kamera aufgenommen Bilder-Stream liegt in digitaler Form vor. Dabei lassen sich benötigte Parameter einstellen(ergänzen Fabian?). Um ein optimales Bild zu erhalten sind die Beleuchtungsumstände zu beachten, da hierdurch die Differenzierung von Linien im Bild beeinflusst wird. Beachte timing?

In der Bildverarbeitung ist der Nullpunkt der x- und y-Achse in der linken oberen Ecke des Bildes definiert, was für ein eindeutiges Anwenden von Prozessen und daraus generierten Informationen relevant ist.

6.2 Vorverarbeitung- Canny-Kantenoperator

Zur späteren Erkennung der Linien werden die dafür relevanten Informationen aus dem Bild gefiltert: sogenannte Bildkanten. Bildkanten sind Übergangsstellen, wo ein hoher Grauwertsprung von einem Pixel zum Nachbapixel erfolgt, wie z. B. bei einem weißen Farbstreifen zwei Kanten erkannt werden sollen.

Die Canny-Edges-Funktion aus der openCV Library ist ein bewährter Algorithmus zur Kantenerkennung, da drei Ziele gleichzeitig erreicht werden: ein zuverlässiges Detektieren vorhandener Kanten, die Position der Kante präzise zu bestimmen, und Farbsprünge, die nicht als Kante interpretiert werden sollen, auszulassen.

6.3 Segmentierung

[BILD Kamera mit Fahrbahnlinsen] Der für die Erkennung der Fahrbahnlinsen relevante Bereich liegt in einem unteren Dreieck des Kamerabildes. Dieser Teil wird ausgewählt, bzw. davon ausserhalb liegende Bereiche werden nicht bei der Erkennung der Farbstreifen berücksichtigt.

6.4 Merkmalsextraktion zur Linienerkennung

Das Canny-Kantenbild wird mit Hilfe der Hough-Transformation aus der openCV-Library in den Hough-Raum transformiert, wo dann die Erkennung der Linien erfolgt.

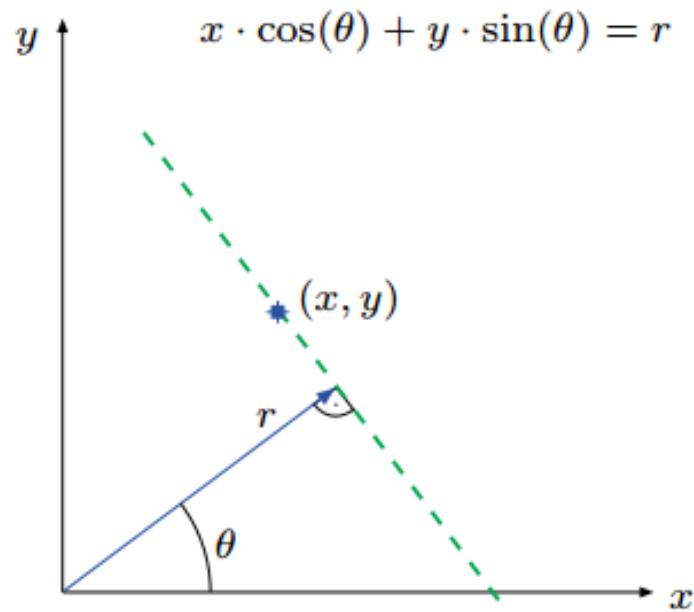


Figure 2: gradeThetaR.png

Dabei kommt zur Anwendung, dass eine Gerade mathematisch sowohl mit $y = mx + b$ als auch mit $r(\theta) = x \cdot \cos(\theta) + y \cdot \sin(\theta)$ beschrieben werden kann. Dabei ist in der zweiten Beschreibung θ der Winkel des Radius r zum Ursprung, an dessen Ende senkrecht die beschriebene Gerade verläuft. Zu Bedenken ist, dass wie schon erwähnt der Koordinatenursprung des Bildes oben links definiert ist. Das rechenaufwendige Verfahren der Hough-Transformation generiert für jeden Kantenbildpunkt des Canny-Edges-Bildes Bildpunkte im Houghspace, dessen Achsen ein θ / r - Koordinatensystem bilden. Linien im kartesisches System sind als Punkthäufungen im Hough-Raum erkennbar. Liegt eine Anhäufung von Punkten oberhalb eines zu definierenden Schwellwertes, wird eine Linie erkannt und die Hough-Transformationsfunktion gibt ein Wertpaar θ, r zurück.