

Bau eines Tracking Roboters

Thorben Krause, Elektrotechnik und Informationstechnik

Tracking Roboter— In diesem Paper wird der Bau und die Programmierung eines Lego Tracking Roboters thematisiert. Ein Farbverfolgungs-Algorithmus wertet die Bilder einer Logitech C270 Webcam aus und reguliert so die Ansteuerung der drei Motoren. Diese treiben jeweils separat zwei Ketten und den Kippstuhl der Webcam an, damit sich das Fahrzeug auf sein Ziel zubewegt. Zusätzlich definieren wir Anwendungsbereiche, die für den Roboter denkbar sind.

Schlagwörter— Automatisierungstechnik, Bildverarbeitungssystem, Color space thresholding, Autonomes fahren, Rettungsroboter, Ziel-Tracking

I. EINLEITUNG

In der heutigen Zeit schreitet die Technik immer schneller voran. Viele Aufgaben, die für den Menschen zu gefährlich sind, sollen von Robotern übernommen werden. Auch in der Automatisierungstechnik wächst die Nachfrage nach mechanischen „Arbeitskräften“, da diese präzise arbeiten und nicht ermüden. Ähnlich verhält es sich in der Automobil-Industrie. Autonom fahrende Autos sollen den Straßenverkehr sicherer gestalten, da so menschliches Versagen als Unfallquelle ausgeschlossen werden kann.

In all diesen Anwendungsbereichen kristallisiert sich eine Problematik heraus: Roboter müssen in der Lage sein, verschiedenen Situationen zu analysieren und daraus folgend eine Entscheidung treffen, wie auf die entsprechende Situation reagiert werden soll.

Fehlentscheidungen können hierbei dramatische Personenschäden oder auch finanzielle Schäden verursachen. Ein präzise arbeitender Algorithmus ist daher unerlässlich. Diese Problematik hat uns dazu veranlasst, einen Algorithmus zu schreiben, der eingehende Informationen verarbeitet, auswertet und so Entscheidungen trifft, damit der Roboter seine Aufgabe erfüllen kann. Bei unserem Roboter ist diese Aufgabe ein bestimmtes Ziel zu verfolgen.

II. VORBETRACHTUNGEN

Um in den beschriebenen Anwendungsbereichen arbeiten zu können, ist mehr als nur ein Farbverfolgungs-Algorithmus notwendig. Jedoch kann dieser mit anderen Funktionen kombiniert werden.

A. Projekt Traloc

[1] Nach dem Einsturz eines Gebäudes sinkt die Überlebenschance der Versütteten mit jeder Minute. Das Suchen in den Trümmern ist für die Rettungskräfte sehr gefährlich. Hier setzt das im September 2010 gestartete

Projekt „Traloc“ der ETH Zürich an. Sechs Studenten entwickelten einen Raupenförmigen Roboter, welcher mit zwei Wilde-VGA-CMOS-Kameras ausgestattet ist. Er besteht aus fünf gleichen Segmenten. An jeder Seite befindet sich eine Kette. So ist eine optimale Fortbewegung im Trümmerfeld möglich.

B. Industriekamera „USB 3 uEye CP Rev. 2“

[2] Die „USB 3 uEye CP Rev. 2“ von der Firma IDS Imaging Development Systems GmbH findet unzählige Anwendungen in der Industrie. Vor allem die Qualitätskontrolle kann von der Kamera übernommen werden. Beispielsweise in der pharmazeutischen Packmittelkontrolle. Die Kamera erkennt Farbe, Größe und Form. So kann Ausschussware aussortiert werden.

C. AutoX

[3] Autonomes fahren ist in der heutigen Zeit ein großes Thema. Viele Unternehmen arbeiten an der Technik und wollen zeitnah solche Fahrzeuge auf den Markt bringen. Aufgrund preisintensiver und hochmoderner Sensoren ist die Entwicklung sehr kostenintensiv. Hier knüpft die Arbeit von Jianxiong Xiao, einem ehemaligen Professor der Princeton University, an. Sein Startup entwickelt ein autonom fahrendes Auto, welches auf Webcams setzt. Diese sollen für 50 US-Dollar auf dem Markt erhältlich sein und somit die Kosten gering halten..

III. HAUPTTEIL

A. Mechanik

Der Roboter steht auf zwei Ketten. Diese sind für die Fortbewegung zuständig. Jede Kette wird jeweils von einem Motor angesteuert. So wird die Manövrierfähigkeit des Roboters gewährleistet. Die Webcam befindet sich auf einem Kippstuhl, welcher durch einen dritten Motor verstellt werden kann. So ist die Bilderkennung auch in der horizontalen Ebene möglich. Ein Ultraschallsensor wurde an der Front des Roboters befestigt. Somit ist es möglich, die Entfernung zum Ziel zu messen und im Abstand von zehn Zentimetern zu stoppen. Allgemein wurde der Schwerpunkt so tief wie möglich gehalten. Zusammen mit einem Stützrad je an der Front und am Heck soll so vermieden werden, dass der Roboter umkippen kann. Die Bewegung kann mittels eines Koordinatensystems beschrieben werden. Als X-Achse wird hierbei die Fahrtrichtung beschrieben. Vom Mittelpunkt des Roboters nach oben verläuft die Z-Achse.

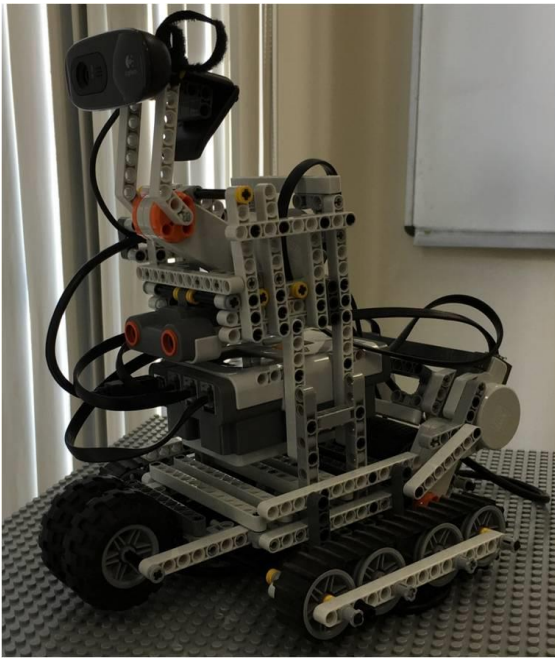


Abbildung 1: Trackingroboter

B. Elektronik und Programmierung

Mit dem Start der graphischen Nutzeroberfläche wird die Initialisierung des Roboters eingeleitet. Der Startbefehl gibt die dargestellte Befehlskette frei. (Abbildung 2.)

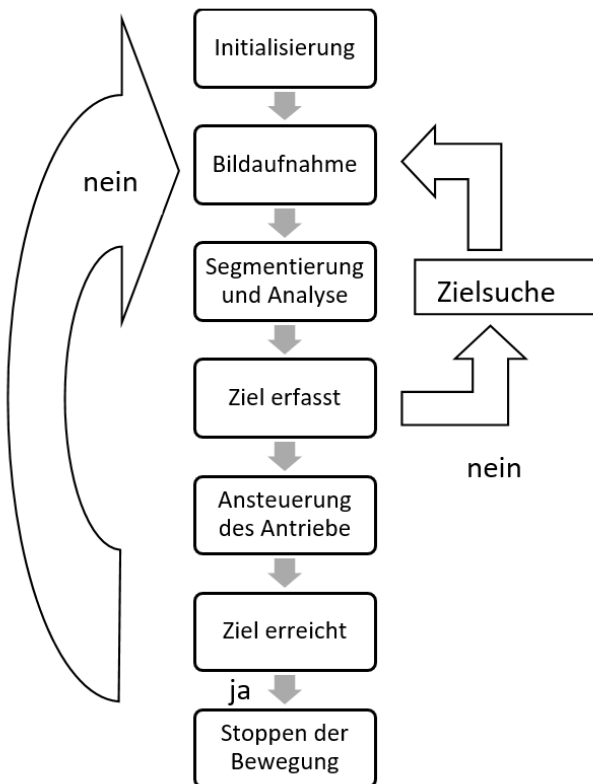


Abbildung 2: Programmablaufplan

1) Bildverarbeitung

Für die Bildaufnahme nutzt der Roboter eine Logitech C270 Webcam. Diese ist in der Lage 30 Bilder pro Sekunde aufzunehmen. Um die Rechenzeit gering zu halten, arbeitet das Programm mit drei Bildern pro Sekunde. Die aufgenommenen Bilder werden dann mithilfe der „Color Space Thresholding“ Methode [4] gefiltert und auf einen Farbbereich reduziert. Auf Grundlage einiger Versuche kam es zu dem Ergebnis, dass sich das HSV-Farbspektrum [5] sehr gut zur Farbsegmentierung eignet. (Abbildung 3) Das zu verarbeitende Bild wird auf binäre Informationen reduziert. Übrig bleiben nur „Zielfarbe“ und „nicht Zielfarbe“. Dieses Bild wird in vier Segmente unterteilt. Der Zielmittelpunkt wird errechnet, indem die Farbpixel in gleicher Anzahl auf die Segmente aufgeteilt werden. (Abbildung 4)



Abbildung 3: Farbsegmentierung

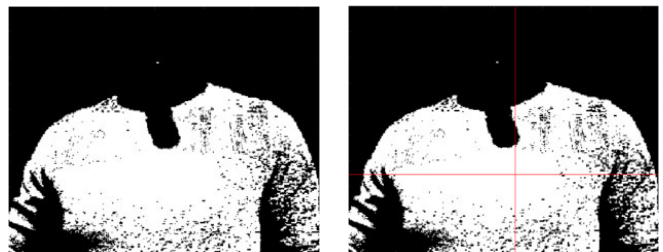


Abbildung 4: Binärdaten

2) Zielerkennung

Wenn Anzahl der Farbpixel in einem Segmenten abweicht, wird der Trackingprozess eingeleitet. Sind keine Farbpixel im Bild zu erkennen, startet der dargestellte Zielsuchprozess. (Abbildung 5.)

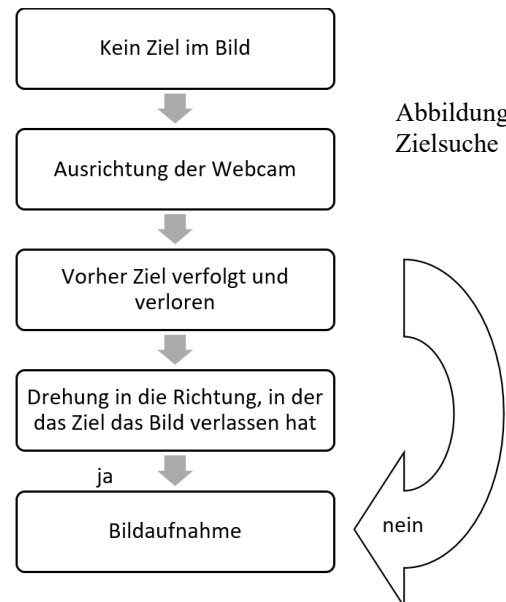


Abbildung 5: Zielsuche

3) Regelung der Antriebe

Die Webcam ist nahe der Rotationsachse des Roboters montiert. Somit kann der Bildmittelpunkt als Referenzpunkt verwendet werden. Dieser wird anhand eines Koordinatensystems mit dem Zielmittelpunkt verglichen. So kann ein Fehler in „y-Richtung“ und ein Fehler in „z-Richtung“, errechnet werden. Damit der Roboter seine Aufgabe optimal erfüllen kann, muss die Webcam auf den Bildbereich mit den meisten relevanten Informationen ausgerichtet werden.

Die Ansteuerung der beiden Antriebsmotoren ist von der Größe des Fehlers abhängig und kann grob in drei Stufen gegliedert werden. Ist der Fehler sehr groß, so bleibt der Roboter stehen und nur der Motor einer Kette wird mit einem linear abhängigen Spannungswert angesteuert. Bei geringem Fehler werden die Motoren beider Ketten angesteuert, jedoch mit unterschiedlichem Spannungswert, um die Richtung zu korrigieren. Der Spannungswert ist hierbei wieder linear abhängig von der Größe des Fehlers. Unterschreitet der Fehler einen bestimmten Stellenwert, werden die Motoren mit maximaler Spannung angetrieben.

Die Bedienung des Kippstuhls erfolgt auf ähnlicher Weise. Je nachdem, auf welcher Höhe sich der Zielmittelpunkt befindet, wird der Winkel des Kippstuhls nach oben, beziehungsweise nach unten korrigiert. Bei der Initialisierung wird der Kippstuhl in seine Ausgangsposition gebracht, indem er nach oben bewegt wird, bis er einen Tastsensor aktiviert.

4) Ziel

Der Roboter hat seine Aufgabe erfüllt, wenn er sein Ziel erreicht hat. Diese Information erhält er durch die Distanzschranke des Ultraschallsensors. Manuelles beenden der Zielverfolgung ist mit dem Befehl „Stopp“ möglich.

5) Bedienung

Die Steuerung des Roboters erfolgt über eine grafische Nutzeroberfläche. Diese beinhaltet des Befehle „Start“ und „Stopp“. Der Befehl „Quittieren“ beseitigt diverse auftretende Störungen. (Abbildung 6.)

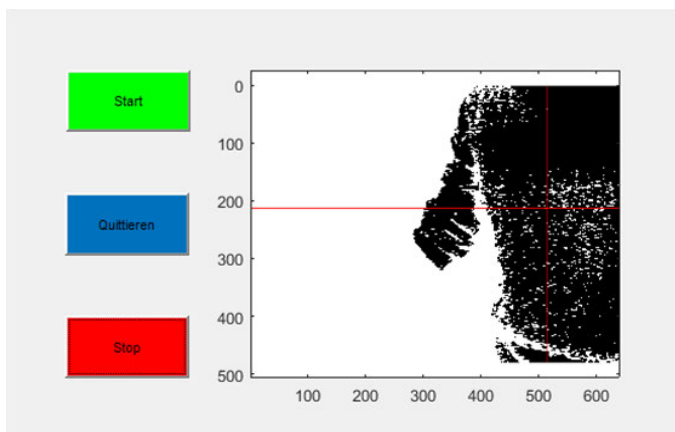


Abbildung 6: GUI

IV. ERGEBNISDISKUSSION

Der Trackingroboter ist in der Lage, die ihm angedachte Funktion im Rahmen der gegebenen technischen und zeitlichen Möglichkeiten des Praktikums auszuführen. Die Funktionalität

ist jedoch lediglich unter Laborbedingungen gegeben. Sich ändernde Lichtverhältnisse sind hierbei der größte Störfaktor, da diese zu Bildrauschen führen. Der Verlust des Ziels ist hierbei möglich. Um das Problem zu umgehen, können auch RGB-D Daten und HOG Daten erfasst werden, bei denen eine Bildtiefenanalyse, eine Analyse des Bodens und der Größe der im Sichtbereich vorhandenen Objekte und eine Untersuchung der Objekte im Speziellen durchgeführt werden [6] [7]. Da das Programm zur Reduzierung der Rechendauer mit nur drei Bildern pro Sekunde arbeitet, kann es zur Übersteuerung bei der Richtungskorrektur kommen. Das Resultat ist eine Pendelbewegung des Roboters.

Selbstverständlich ist es dem Roboter nicht möglich, die in der Vorbetrachtung erwähnten Aufgaben zu übernehmen. Jedoch ließe sich der Algorithmus bei besseren technischen Möglichkeiten übertragen, verbessern und weitere Funktionen könnten ergänzt werden.

Im Rahmen des Praktikums entspricht der Roboter jedoch allen Anforderungen. Die Aufgabe eines lustigen Gadgets erfüllt er ohne Zweifel.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Im Rahmen des Lego Mindstorms Projekts wurde ein funktionsfähiger Trackingroboter konstruiert und programmiert. Er ist in der Lage Ziele zu erfassen, fixieren und verfolgen. Die gegebenen Ressourcen wurden nahezu vollständig verbaut und führen, die im Rahmen der Programmierung zugeteilten Aufgaben aus. Eine Implementierung weiterer Funktionen ist durchaus denkbar und könnte den Roboter zumindest in der Spielzeugindustrie marktfähig machen.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] INSPECTONLINE: „Retter der Not“ <http://www.inspectonline.com/topstories/vision/retter-der-not> vom 20.03.2018
- [2] IDS: „Die neue CP – unsere Highend-Kamera“ <https://de.ids-imaging.com/cp-inspiration.html> vom 20.03.2018
- [3] GETMOBILITY: „AutoX: Selbstfahrendes Auto mit 50\$ Webcams“ <http://getmobility.de/20170420-autox-selbstfahrendes-auto-mit-50-dollar-webcams-guenstig/> vom 20.03.2018
- [4] BRUCE, James ; BALCH, Tucker ; VELOSO, Manuela: Fast and inexpensive color image segmentation for interactive robots. In: Intelligent Robots and Systems, 2000.(IROS 2000). Proceedings. 2000 IEEE/RSJ International Conference on Bd. 3 IEEE, 2000, S. 2061–2066
- [5] SURAL, Shamik ; QIAN, Gang ; PRAMANIK, Sakti: Segmentation and histogram generation using the HSV color space for image retrieval. In: Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference on Bd. 2 IEEE, 2002, S. II–II
- [6] TRIEBEL, Rudolph ; ARRAS, Kai ; ALAMI, Rachid ; BEYER, Lucas ; BREUERS, Stefan ; CHATILA, Raja ;

CHETOUANI, Mohamed ; CREMERS, Daniel ; EVERS, Vanessa ; FIORE, Michelangelo u.a.: Spencer: A socially aware service robot for passenger guidance and help in busy airports. In: Field and service robotics Springer, 2016, S. 607–622

[7] JAFARI, Omid H. ; MITZEL, Dennis ; LEIBE, Bastian: Real-time RGB-D based people detection and tracking for mobile robots and head-worn cameras. In: Robotics and Automation (ICRA), 2014 IEEE International Conference on IEEE, 2014, S. 5636–5643