

Bau eines Aufräumroboters

Stefan Dunkel, Elektro-und Informationstechnik
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Abstract— In der heutigen Zeit werden immer mehr Arbeiten von Robotern übernommen. In der Industrie können so menschliche Arbeiter entlastet oder eingespart werden. Deshalb wurde im Rahmen des Projektseminars Lego Mindstorms versucht ein Roboter zu bauen der mithilfe einer Kamera einen festgelegten Bereich aufräumt. Das Fahrzeug wurde aus Lego konstruiert und mithilfe von Matlab programmiert. In diesem Paper wird auf die Realisierungsversuche für diesen Projekt eingegangen. Es wurde zuerst versucht einen festen Weg zu den Objekten zu berechnen der anschließend abgefahren wird. Dieser Ansatz wurde im Verlauf des Projekts durch eine aktive Regelung ersetzt. Zur Erkennung von Objekten wurde eine Webcam verwendet. Zur Bildverarbeitung wurden zwei verschiedene Methoden angewendet um die Position von Objekten im Bild zu erkennen. Um Objekte aufzunehmen wurde das Fahrzeug mit einem Greifer ausgestattet.

Schlagwörter— Automatisierung, Aufräumen, Kettenfahrzeug, Webcam, Objekterkennung

I. EINLEITUNG

In einer Zeit wo der technische Fortschritt immer mehr voranschreitet gewinnen Roboter immer mehr an Bedeutung. Es können immer mehr Prozesse automatisiert und von Robotern ausgeführt werden um den Menschen zu entlasten. Es können ungewollte, schwere oder für den Menschen zu gefährliche Arbeiten von Maschinen übernommen werden. Dabei sind die meist sogar effizienter. Ein Beispiel für Roboter bei denen die Effizienz noch verbessert werden kann sich Aufräumroboter. Der klassische Staubsauger-Roboter bewegt sich im Chaosprinzip durch den Raum. Tut er das lange genug hat er irgendwann jede Stelle im Raum einmal befahren. Diese Methode ist sehr zeitaufwendig. Im Rahmen des Projektseminars Lego Minstorms war es das Ziel einen Roboter zu bauen der einen Bereich(z.B. eine Lagerhalle) selbstständig aufräumen kann und dabei möglichst effizient vorgeht. Eine Kamera die Den Bereich von oben filmt ermöglicht es dem Roboter direkt anzusteuern ohne vorher durch den Raum fahren und danach suchen zu müssen. Das spart Zeit die Sonst für das suchen von Objekten verschwendet wird.

II. HAUPTTEIL

Das Ziel war es einen Roboter zu bauen der mithilfe einer externen Kamera einen Bereich erfasst Objekte erkennt selbstständig ansteuert, aufnimmt und an einen festgelegten Sammelpunkt ablegt.



Abbildung 1: Aufräumroboter

A. Konstruktion

Zum Bau des Roboters(Abb.1) wurde Lego von LEGO-Mindstorms verwendet. Dabei wurden drei Motoren sowie ein NXT-Brick verwendet. Der Kern war der Greifmechanismus(Abb.2) um den herum der Roboter aufgebaut wurde. Die zwei Motoren für den Antrieb wurden links und rechts unten direkt neben den Ketten verbaut. Um den in der Front befestigten Greifer öffnen und schließen zu können wurde der dritte Motor im Heck verbaut. Der NXT-Brick wurde an der rechten Seite angebracht, was ein Gegengewicht auf der linken Seite notwendig machte. Die Kamera muss separat aufgebaut werden um die zu räumende Fläche von oben erfassen zu können.

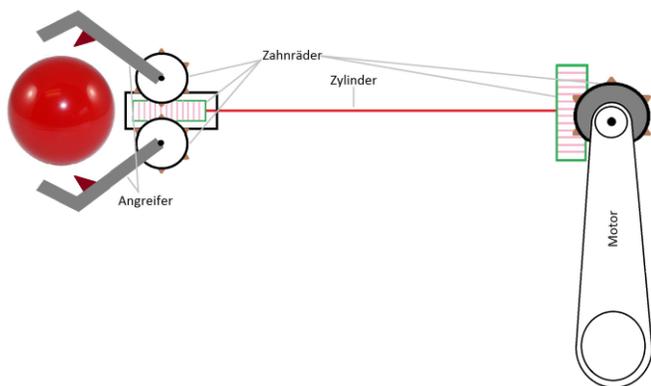


Abbildung 2: Greifmechanismus

B. Objekterkennung und Ansteuerung

Erster Ansatz:

Um in dem von der Kamera geschossenen Bild Objekte zu erkennen wird das Bild in ein Schwarz-Weiß-Bild umgewandelt. Dazu wird es zuerst in ein Graustufenbild konvertiert und anschließend dann mit einem Grenzwert für die Graustufen in das gewünschte Schwarz-Weiß-Bild. Dieses Bild ist nun in einer Matrix aus Nullen und Einsen gespeichert. Dabei ist eine Null eine Grenzwertunterschreitung (Weiß) und eine Eins eine Grenzwertüberschreitung (Schwarz). Diese Matrix wird nun erst spaltenweise und dann zeilenweise untersucht. Das Ergebnis wird in einem Zeilenvektor geschrieben, jeweils für die X-Achse (Spalten) und die Y-Achse (Zeilen), für jede Spalte/Zeile ein Eintrag. Dabei wird wenn eine Eins in der Spalte/Zeile gefunden wurde eine Eins und falls nur Nullen gefunden werden eine Null für die untersuchte Spalte/Zeile in den Zeilenvektor geschrieben. So erhält man eine Projektion der Objekte auf die X- und Y-Achse. Damit kann man nun die Position der Objekte auf den Achsen bestimmen. Dazu wird zuerst die Position der Ersten Eins in dem jeweiligen Zeilenvektor bestimmt. Dann wird von dieser Position ausgehend die Position der nächsten Null ermittelt. Diese zwei Werte markieren den Anfang und das Ende des Objektes. Aus diesen Werten wird ein Mittelwert gebildet. So erhält man die Position des Objektmittelpunkts auf der jeweiligen Achse. Dieser Vorgang wird ebenfalls für die letzte gefundene Eins wiederholt nur in entgegengesetzter Richtung. Aus diesen Werten ergeben sich bis zu vier Schnittpunkte. An diesen Schnittpunkten werden Objekte vermutet. Auf diese Weise werden allerdings mehr Objekte gefunden als tatsächlich existieren. Deshalb werden im nächsten Schritt die gefundenen Objekte auf ihre Existenz überprüft. Dazu wird ermittelte Position in dem zuvor erstellten Schwarz-Weiß-Bild überprüft. Wenn an der Stelle eine Eins gefunden wird existiert das Objekt und kann angesteuert werden. Falls eine Null gefunden wird ist dort kein Objekt das verräumt werden kann. Die Position des ersten auf diese Weise bestätigten Objekts wird nun von dem Roboter angesteuert. Dieser startet im Koordinatenursprung. Die Position des zu sammelnden Objekts wird erst in X- und dann in Y-Richtung angesteuert. Wurde der Zielort erreicht wird der Greifer geschlossen und der Roboter fährt den gleichen Weg zurück zu seiner

Ausgangsposition. Das Objekt wird abgelegt und der gesamte Vorgang wiederholt bis keine Objekte mehr gefunden werden.

Zweiter Ansatz:

Beim zweiten Ansatz wurde für die Objekterkennung eine Toolbox von MATLAB verwendet. Diese sucht im Bild Objekten mit einer bestimmten Farbe. Es wird jetzt auch nicht mehr nur die Position des zu verräumenden Objekts sondern auch die des Roboters bestimmt. Hier würde für den Roboter die Farbe Rot und für des Objekt Blau verwendet. Das der Roboter seine Position im Bild erkennt ermöglicht das Objekt mit einer aktiven Regelung anzusteuern. Dazu wird der Mittelpunkt beider Objekte bestimmt. Das Ziel soll auf möglichst direktem Weg angesteuert werden. Dazu wird der Winkel zwischen den Objekten bestimmt. Mithilfe eines Grenzwertes wird der Kurs des Roboters immer wieder angepasst. (Abb.4) Dabei wird bei einer Unterschreitung nach links und bei Überschreitung nach rechts korrigiert. Nachdem der Kurs angepasst wurde bewegt er sich ein Stück vorwärts. Nun wird wieder die Position des Roboters überprüft und dieser Vorgang wiederholt bis ein Mindestabstand zwischen Objekt und Roboter unterschritten wurde. In diesem Fall wird der Greifer geschlossen und Objekt aufgenommen. Dies kann nun zum Koordinatenursprung oder jeder anderen beliebigen vorher festgelegten Punkt abgelegt werden. Dazu kann die selbe Art Regelung verwendet werden.

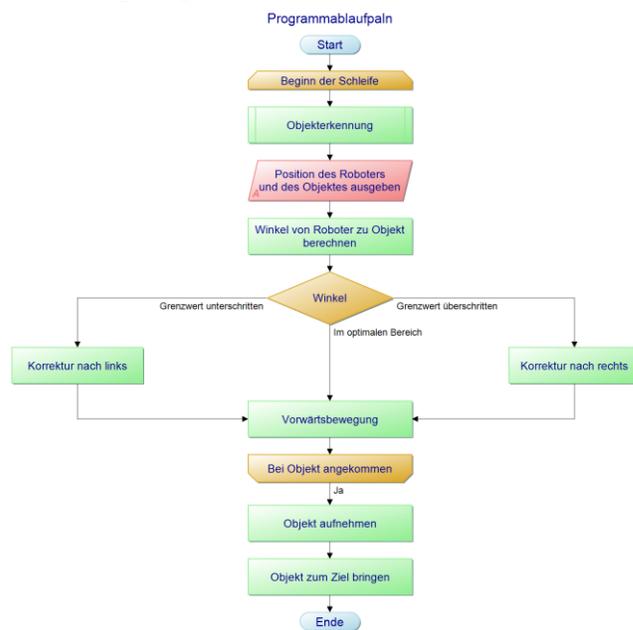


Abbildung 3: Programmablaufplan zweiter Ansatz

III. ERGEBNISDISKUSSION

Es wurde ein Kettenfahrzeug aus Lego gebaut das sich mit einer Differenziallenkung im Raum steuern lässt. Mithilfe des vorn am Fahrzeug verbauten Greifers ist es in der Lage Objekte vor sich aufzunehmen. Der erste Ansatz zur Objekterkennung funktioniert soweit allerdings gab es noch ein Problem bei der Erkennung mehrerer Objekte wenn diese sich überschneiden. (Abb.5) Dabei ist es dem Programm nicht möglich diese voneinander zu unterscheiden und sie werden als ein Objekt erkannt. Außerdem hat der Algorithmus einen

blinden Fleck in der Mitte, da nur die 4 äußersten Objekte erkannt werden können. Es hat sich gezeigt, dass die Ansteuerung des Objekts mit einem vorher berechneten Weg sehr ungenau und störanfällig ist. Da der Roboter aus Lego gebaut wurde nahm die Ungenauigkeit immer mehr zu je größer der zu räumende Bereich wurde. Nur eine kleine Abweichung in X-oder Y-Richtung führte dazu das Ziel verfehlt wurde.

Der zweite Ansatz löst diese Probleme allerdings traten dort wieder neue auf. Das zu verräumende Objekt wird erkannt. Die Regelung zur Ansteuerung des Objekts ist wegen einem Mangel an Zeit nicht mehr fertig geworden und ist nur in grob implementiert und es treten immer noch Fehler auf. In der Testphase ist es einmal gelungen das Objekt mit einer aktiven Regelung anzusteuern. In allen weiteren Versuchen ist der Roboter aus dem Bild gefahren oder hat sich im Kreis gedreht. Als Ursache wird ein Problem bei der Winkelbestimmung vermutet das aber auf Grund mangelnder Zeit nicht mehr behoben werden konnte.

IV. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Das Ziel war es einen Roboter zu konstruieren der selbständig in einem von einer Kamera erfassten Bereich Objekte erkennt sie selbständig ansteuert, aufnimmt und anschließenden zu einem vorher festgelegenen Ziel bringt. Dabei wurde versucht zwei verschiedene Methoden umzusetzen. Bei der ersten sollte ein fester Weg ermittelt und dann abgefahren werden. Die zweite Version benutzt zur Ansteuerung eine aktive Regelung. Das macht den Prozess weniger störanfällig und Abweichungen können ausgeglichen werden. Der Roboter wurde aus zeitliche Gründen nicht fertig gestellt. Mit mehr Zeit könnt man erst die noch bestehen Probleme lösen und weitere Funktionen ergänzen. Zum Beispiel könnte man eine Funktion zur Erkennung von Hindernissen einbauen, da die momentane Version nur für eine Barriere freie Umgebung ausgelegt ist.

ANHANG

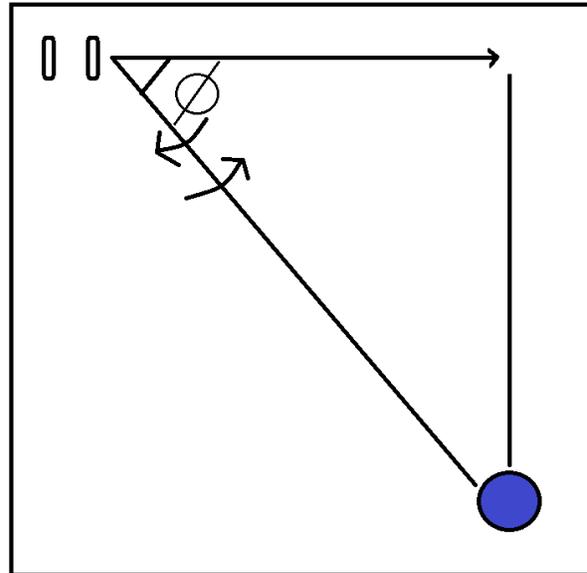


Abbildung 4: Model Regelung

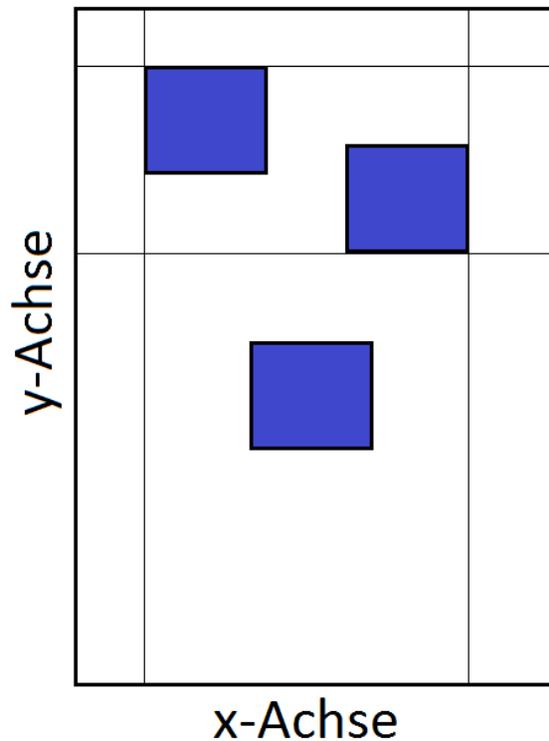


Abbildung 5: Überlagerungsproblem