

LEGO Farbsortierroboter

Noah Salomo, Elektro und Informationstechnik
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

□

Wie seit vielen Jahren gab es auch dieses Jahr ein Lego Mindstorms Projektseminar an der OVGU mit vielen praktischen und innovativen Projekten. Dieses Paper befasst sich mit einem Roboter der Legosteine nach Farbe Sortiert. Dabei wird auf die Technische Umsetzung des Roboters sowie auf die Programmierung eingegangen, aber auch die Probleme welche das Projekt mit sich brachte wurden nicht ausgelassen. Unter anderem wird die Idee Vorgestellt so wie der Erfolg oder vielleicht Misserfolg des Projektes beleuchtet.

I. EINLEITUNG

In einer Welt, in der nahezu alles von Geschwindigkeit und geringen Kosten, also Effizienz beherrscht wird muss man, um mit seinen Konkurrenten mithalten zu können, immer auf dem technisch neuesten Stand sein. Das heißt im Moment, so kommt es einem fast schon vor, möglichst wenig Arbeiten von Hand auszuführen und so viel Arbeit wie nur irgendwie möglich von autonomen Maschinen verrichten zu lassen. Eine Tätigkeit, die sich nahezu in jeder Industrie finden lässt und welche sich auch noch hervorragend dazu eignet automatisiert zu werden, da sie wenig eigenständiges Denken und dennoch ziemlich viel Zeit benötigt, ist das Sortieren von Baumaterialien, Post, Abfall, Lebensmittel, oder, um die Liste hier mal abzukürzen, von sozusagen allem. Nun ist es leider so, dass es in der Industrie kaum noch Platz für Innovationen in der Sortierung gibt, da die Automatisierung dieser Tätigkeiten bereits über Jahrzehnte hinweg vorangetrieben wurde. Ein Bereich, in dem jedoch noch relativ wenig Automatisierte Arbeit zu finden ist und in dem weiterhin eine kleine Verbesserung noch keine großen

Veränderungen verursacht, ist unser tägliches Privatleben und unser Haushalt. Dieser Bereich unseres Leben steht erst am Anfang seiner Automatisierung. Erst seit den Letzten paar Jahren gibt es Roboter, die uns den Alltag Erleichtern und zum Beispiel den Rasen mähen oder Staubsaugen. Auch im Bereich der automatischen Sortierung gibt es im Haushalt noch viel Platz für praktische, aber dennoch einfache Innovationen. Wer wünscht sich nicht, dass die Eigene Wäsche automatisch nach Farbe und Waschart sortiert, gewaschen und natürlich auch wieder perfekt zusammengelegt im Schrank einsortiert wird? Auch im Kinderzimmer können Kinder sowie Eltern von automatisiertem Sortieren profitieren. Welches Kind hat sich nicht schon mal gewünscht, es müsste nicht immer mühsam das benötigte Teil beim Lego spielen aus der letzten Ecke der Legokiste heraus kramen, oder die gesamte Kiste auskippen, welche im Nachhinein unter lautem Gemeckere der Eltern wieder eingeräumt werden muss. Mit (fast) diesem Hintergedanken kam die Idee des Lego Sortierroboters zu Stande, welcher wie der Name schon sagt genau für diese Situation gemacht ist. Man müsste nie mehr nach Legosteinen suchen und hätte sie immer perfekt Sortiert zur Hand. Genau mit dieser Vision vor Augen wurde der Lego Farbsortierroboter beim diesjährigen Projektseminar entwickelt und gebaut.

II. HAUPTTEIL

Die Idee

Die Idee des Farbsortierroboters ist es, einen Haufen bunter Legosteine in viele kleinere gleichfarbige Häufchen zu verwandeln oder diese Häufchen direkt in Kisten einzusortieren. Dafür wird ein Roboter benötigt der die Legosteine im besten Fall selbständig aufnimmt oder diese über ein Trichter zugeführt bekommt. Dann soll er die Farbe der Steine erkennen, unerwünschte Steine entfernen und die übrig gebliebenen zuletzt nach Farben sortiert entweder auf verschiedene Lagerplätze legen oder die Steine direkt in dafür bereitstehende Gefäße einsortieren. Für die erste Idee würde man einen Arm benötigen, welcher automatisch die Position der Steine erkennt und diese dann selbständig aus dieser Position heraus nimmt und sie unter einem Farbsensor platziert - oder diesen alternativ direkt am Arm platziert hat. Zuletzt müsste der Arm die Steine dann auf der dafür vorgesehenen Position platzieren und sie wieder loslassen. Diese Idee wurde sehr schnell wieder verworfen, da sie eine technische Präzision erfordert, welche mit Legosteinen nur sehr schwer zu erreichen ist. Außerdem benötigt die Erkennung der Steine im Raum und das richtige Greifen dieser gute Informatikkenntnisse, welche sich kaum in einem halben Jahr C++ und einer Woche Vorbereitung aneignen lassen. Aus diesen zwei Gründen wurde die Idee, dass man den Roboter mit Steinen füttern muss, weiterverfolgt. Um diesen Roboter zu verwirklichen wird als erstes eine Art motorisiertes Fließband benötigt, welches die Steine zu einem Farbsensor transportiert, der dann die Farbe der Steine erkennt. Der Farbsensor muss adäquat befestigt sein und die Farbe möglichst fehlerfrei erkennen. Als nächstes müssen die Steine zu ihrer finalen Position befördert werden und ungewollte Steine entweder vom Fließband gestoßen oder an eine geeignete Stelle gebracht werden. Dies kann entweder über eine Rampe realisiert werden, welche sich in die

entsprechende Position begibt, oder über ein weiteres Fließband. Um die richtige Verteilung der Steine zu erreichen kann sich entweder der Roboter selbst, ein Teil des Roboters oder die für die Steine vorgesehenen Kisten bewegen. Der letzte wichtige Punkt ist, dass der Farbsensor immer nur genau einen Stein gleichzeitig erkennen darf, was entweder mit einem Stopper oder mit einer großen Geschwindigkeitsdifferenz zwischen zwei Fließbändern realisiert werden kann.

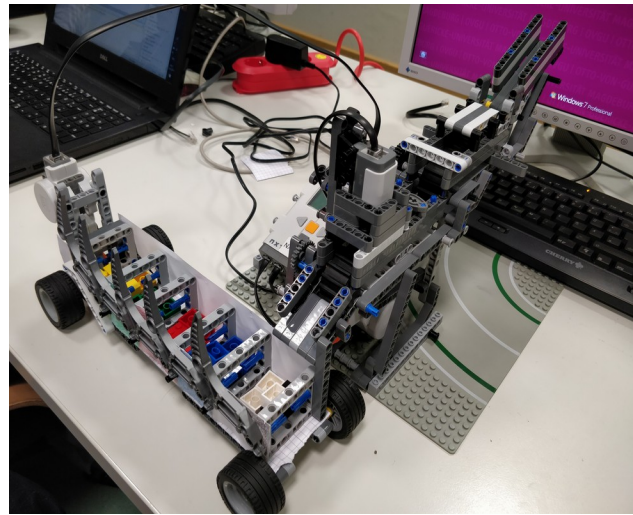


Abbildung 1: Fertiggestellter Roboter

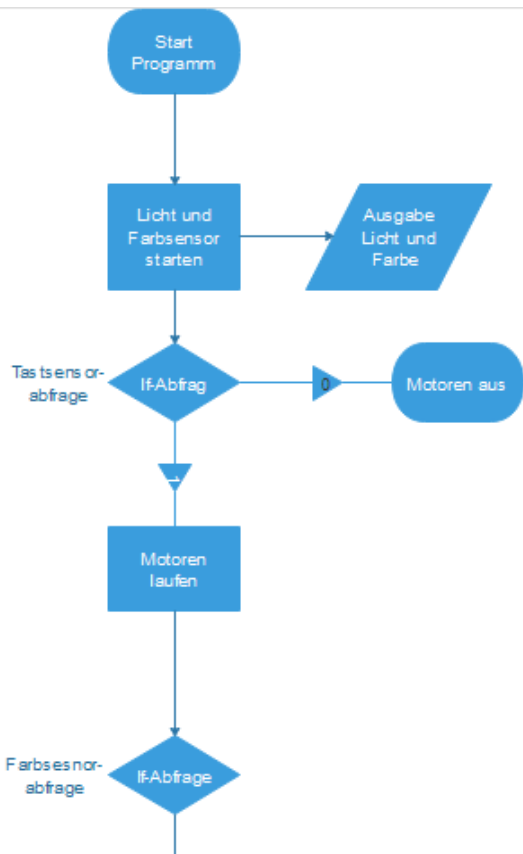
Auch im Hinblick auf die Programmierung gibt es einige Möglichkeiten. Es gibt zwei verschiedene Wege die Farbe der Legosteine zu erkennen: zum einen kann man einen Farbsensor direkt von Lego verwenden, welcher sehr leicht in das Programm eingebunden werden kann. Dieser erkennt aber nur relativ wenig verschiedene Farben. Die zweite Möglichkeit ist eine Webcam, bei der man selbst entscheiden kann wie viele Farben erkannt werden sollen. Bei dieser ist die Einbindung in das Programm anspruchsvoller und die eigentliche Farberkennung durch die Kamera muss selbst programmiert werden. Auch hier wieder mit Blick auf die unzureichenden Programmierkenntnisse wurde die zwar bessere, dafür aber kompliziertere Idee mit der Webcam nicht weiterverfolgt. Von dem eben genannten Punkt einmal abgesehen ist die restliche Programmierung recht gradlinig. Am Anfang muss der Motor der das Fließband antreibt eingeschaltet werden. Dann muss das Fließband gestoppt werden, sobald der Farbsensor eine andere Farbe als die des Fließbandes erkennt

und als letztes muss ein zweiter Motor eingeschaltet werden, der dafür sorgt das der Stein an seine Richtige Position kommt. Die einzigen zwei Fragen die noch bleiben sind, ob man auswählen können soll welche Farben einsortiert werden und welche nicht und ob der Roboter nur über ein Graphical User Interface, also ein GUI gesteuert wird oder ob man ihn auch noch über einen Schalter ein- und ausschalten kann.

Die Umsetzung

Nach einer Woche der Einführung in MatLab (der bei diesem Projekt verwendeten Programmiersprache) und dem Vertrautmachen mit dem Lego Mindstorms Baukastens begannen alle Gruppen mit ihrem Projekt. Als Bausteine für ihr Projekt erhielt jede Gruppe einen Baukasten welcher neben den bekannten Legotechnic Bausteinen auch ein NXT (das Steuermodul des Roboters), zwei Motoren, einen Tast, Licht, Ultraschall, Farbsensor. Da unsere Gruppe aus drei Mitgliedern bestand wurde Zeitgleich mit der Konstruktion des Roboters sowie mit seiner Programmierung begonnen. Die Konstruktion wurde damit begonnen das ein Gerüst für das Fließband gebaut wurde welches die Lego Steine unter den Farbsensor befördert. Mittig in diesem Gerüst sitzt der Motor welcher das Fließband über vier Zahnräder antreibt und am oberen teil des Gerüsts ist das Fließband befestigt. Links und recht des Fließbandes ist jeweils eine kleine Wand um das herunterfalle der Legosteine zu verhindern und mittig am linken Ende des Fließbandes sitzt der Farbsensor ungefähr 3cm über dem Fließband in einem Kasten der ihn von einfallendem Licht abschirmt welches die Genauigkeit des Sensors beeinträchtigt. Bei Tests wurde sehr schnell festgestellt das eine Vorrichtung benötigt wird welche dafür sorgt das immer nur genau ein Stein unter dem Sensor ist da die Steine sonst nicht richtig sortiert werden können. Es wurde sich gegen eine Schranke entschieden da diese einen weiteren Motor benötigen und das Programm unnötig verkomplizieren würde. Aus diesem Grund

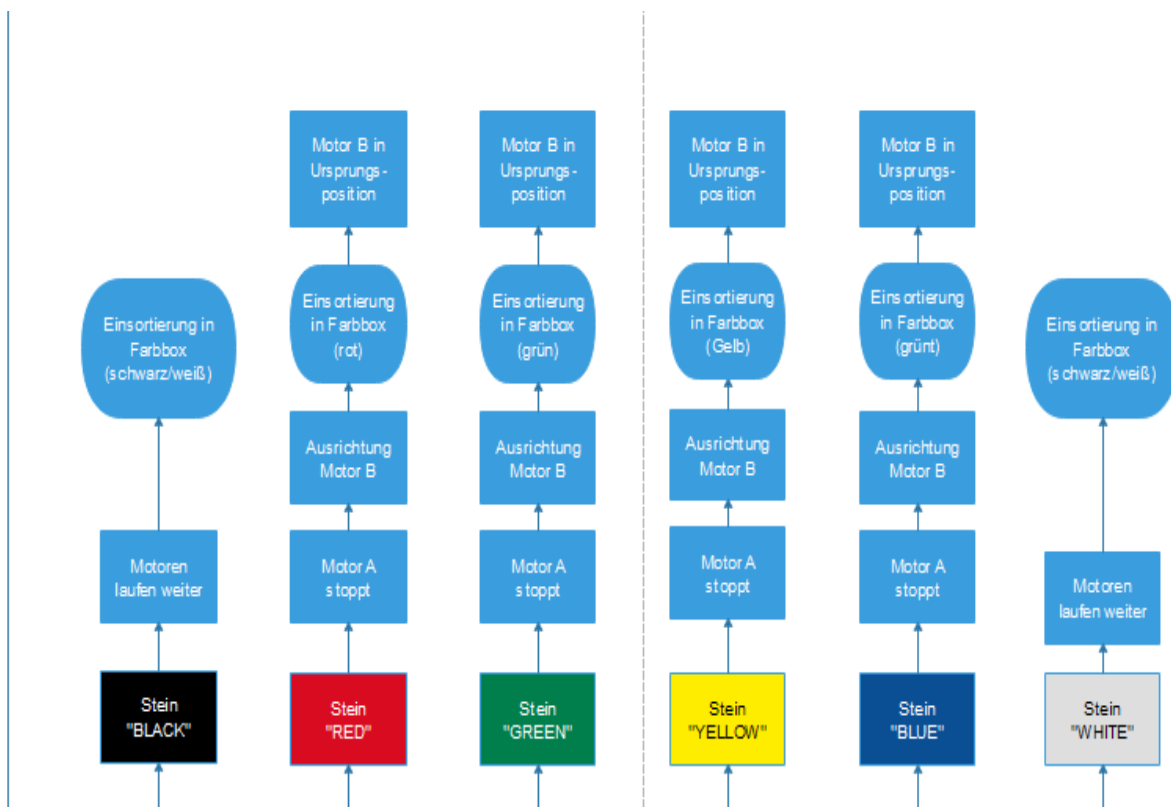
wurde auf anraten von Herrn Magdowski eine rein technische Lösung eingebaut. Ein zweites Fließband rechts etwas oberhalb des Ersten wird von dem selben Motor viel langsamer Übersetzt angetrieben was dafür sorgt das selbst wenn die Steine auf dem Zweiten Fließband dicht an dicht liegen ist auf dem ersten immer noch genug Platz zwischen den Steinen das nicht zwei gleichzeitig einsortiert werden. Auf der linken Seite des Roboters ist die Vorrichtung die dafür sorgt das die Steine an ihren Vorgesehenen Platz befördert werden. Es wurde sich dort gegen eine Rampe entschieden stattdessen gibt nun einen Kleinen Wagen der mit fünf Fächern ausgestattet ist in welche die Legosteine einsortiert werden. Der Wagen wird von einem weiteren Motor bewegt und wird auch an den NXT angeschlossen kann aber zum Transport einfach von ihm getrennt werden. Am Schluss wurde sich gegen eine Vorrichtung entschieden welche Steine vom Fließband schiebe die nicht mit einsortiert werden sollen und einfach eines der fünf Fächer für diesen Zweck benutzt. Nach mehreren Testläufen stellte sich das Problem heraus das sich die Steine unter dem Sensor verklemmten und von dem aus Gummi gemachten Fließband weg geschossen wurden deshalb wurde über den Fließbändern eine Art Decke eingebaut welche das verhinderte. Dazu gab es auch noch einen haptischen Schalter und eine Rampe welche die Steine auf das zweite Fließband leitet als Erweiterung.



Erster Teil der Programm Ablaufplanes

Zweiter Teil Des Programmablaufplanes

Das Programm welches dem Roboter sein „Leben“ gibt besteht nur aus einer Reihe an If-Abfragen und Schleife. Nach dem Start des Programmes wird als erstes geguckt ob der Schalter an ist und dann wird dementsprechend das Fließband angeschaltet oder nicht. Wenn das Fließband an ist werden diese solange weiterlaufen bis der Farbsensor eine andere Farbe erkennt als das Schwarz des Fließbandes und sobald das eintritt stoppt das Band. Dann wird der Wagen mit den verschiedenen Kisten in die der Farbe entsprechende Position gefahren und das Fließband läuft genau soweit weiter das der Stein in das Fach fallen kann. Danach fährt der Wagen wieder in seine Ausgangsposition zurück und dann fängt das Programm wieder an zu gucken ob der Schalter an ist. Die einzige Ausnahme tritt ein wenn der Sensor einen Stein erkennt denn man nicht haben möchte dann verschiebt sich der Wagen einfach nicht, das Fließband läuft einfach weiter und der Stein fällt in das erste Fach des Wagens. Da es im Wagen genug Fächer für alle Farben gab die der Farbsensor erkennen kann und auch noch eines



für alle anderen wurde sich gegen eine GUI entschieden über die man einstellen konnte nach welchen Farben man sortieren möchte und nach welchen nicht. Somit konnte der Roboter ohne großartige Probleme Konstruiert, Programmiert und Vorgestellt werden.

III. FAZIT

Als Fazit lässt sich festhalten das der Bau des Roboters fast Problemlos über die Bühne lief und auch Programmiertechnisch einwandfrei funktioniert hat. Natürlich lassen sich auf jeden Fall noch viel Verbesserungen Einbau wie zum Beispiel eine Webcam um nach mehr Farben Sortieren zu können oder auch der eingangs erwähnte Greifer welcher sich automatisch Steine nimmt. Als letzter Satz soll aber festgehalten werden das der Roboter das zuverlässig tut wofür er erdacht wurde und somit ein voller Erfolg in die Geschichte des Logo Mindstorm Projektseminars der OVGU eingeht.