

„Manipulator“ mit LEGO Mindstroms

Danylo Korzh, Elektrotechnik und Informationstechnik

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Zusammenfassung - Jährlich findet an der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg das Projektseminar zur Elektro- und Informationstechnik statt. Im Rahmen der diesjährigen Projektwerkstatt wurde ein spezieller Mechanismus namens 'Manipulator' entwickelt. Dieser hilft, das Verletzungsrisiko bei der Arbeit zu verringern und den Prozess zu automatisieren. Für die Konstruktion und den Bau des Mechanismus wurden LEGO Mindstorms Sets und der Steuercomputer LEGO EV3 verwendet. Die Software wurde mit MATLAB implementiert. In diesem Beitrag werden der Aufbau und die Funktionsweise des Mechanismus vorgestellt. Außerdem werden Probleme, die während des Entwurfsprozesses aufgetreten sind, und deren Lösungen erörtert.

Schlagwörter—Hinderniserkennung, Ultraschall, Roboter, MATLAB, Programm

I. EINLEITUNG

Die Fortschritte in der Robotertechnik bieten uns die Möglichkeit, effektiv auf eine Vielzahl von Herausforderungen zu reagieren, sei es in der Industrie, in der Medizin oder im Bereich der öffentlichen Sicherheit. Die Geschichte der Liquidator-Roboter (*Abbildung 1*) von Tschernobyl zeigt deutlich, wie Robotik und Automatisierung menschliches Leben retten und schützen können.

In Anbetracht der aktuellen Entwicklungen und der wachsenden Notwendigkeit sicherer und multifunktionaler Lösungen erscheint die Weiterentwicklung von Robotern mit verschiedenen Fähigkeiten als unausweichlich. Diese Technologie verspricht nicht nur eine erhöhte Effizienz und Sicherheit, sondern auch eine Reduzierung menschlicher Risiken in gefährlichen Umgebungen. Letztendlich liegt es an uns, diese Technologie verantwortungsbewusst zu nutzen und sicherzustellen, dass sie zum Wohl der Gesellschaft eingesetzt wird. Mit einer sorgfältigen Planung und einem klaren ethischen Rahmen können wir die Vorteile der Robotik maximieren und gleichzeitig potenzielle Risiken minimieren.

II. VORBETRACHTUNGEN

Dieser Abschnitt fasst die wichtigsten in diesem Projekt verwendeten Tools zusammen und beschreibt ihre Funktionen in Bezug auf die Durchführung bestimmter Aufgaben oder die Reaktion auf Eingabedaten.

Programmieren von Robotern. Die Technologie besteht aus LEGO-Baukastenelementen, elektronischen Komponenten und Software für den Bau und die individuelle Anpassung von Robotern. Die neueste Version von EV3 bietet eine große Auswahl an Sensoren und Motoren sowie eine grafische Software zur einfachen Programmierung. Im Rahmen des Universitätsprojekts Otto von Guericke 2024 wurde mit EV3 ein Roboter entworfen und gebaut,



Abbildung 1: Liquidationsroboter in Tschernobyl [1]

der dank einer intuitiven und skalierbaren Plattform Aufgaben stark vereinfacht und die Entwicklung von Maschinen beschleunigt. Die neueste Version von Mindstorms EV3 bietet eine größere Funktionalität und Benutzerfreundlichkeit als sein NXT-Vorgänger, was es besonders für technische und wissenschaftliche Herausforderungen wie den Bau und die Programmierung eines Manipulators attraktiv macht.

MATLAB (Matrix Laboratory) ist eine Programmiersprache und Entwicklungsumgebung, die von MathWorks entwickelt wurde. Es bietet Möglichkeiten für numerische Berechnungen, Datenvisualisierung, Simulation und Analyse. MATLAB verfügt über Werkzeuge zur Matrixmanipulation, Signalverarbeitung und Bildverarbeitung sowie über Funktionen zur Lösung mathematischer und technischer Probleme. MATLAB kann bei der Entwicklung von Robotern für verschiedene Aufgaben eingesetzt werden, wie beispielsweise die Entwicklung und den Test von Steuerungsalgorithmen, die Simulation der Roboterdynamik, die Analyse von Sensordaten oder den Entwurf eines Videoüberwachungssystems. Es ist daher von Vorteil, Grundkenntnisse der Programmierung in MATLAB zu besitzen, um den Mechanismus erfolgreich zu bauen.

III. KONSTRUKTION UND PROGRAMMIERUNG

A. Aufbau

Das Design des "Manipulators" (*Abbildung 5*) ist technisch einfach. Um jedoch sicherzustellen, dass ein Mechanismus in der Lage ist, Lasten zu erkennen, zu erfassen und zu manövrieren, sind Motoren und Sensoren erforderlich, um bestimmte Operationen zu erkennen und durchzuführen. Im Folgenden sind die Arten und Eigenschaftender benötigten Motoren und Sensoren aufgeführt.

- *Motoren*

Drei Motoren werden benötigt, um einen Mechanismus zu bauen, von denen zwei große Motoren und ein mittlerer Motor (Abbildung 2) sind. Zwei große Motoren sind für das Hin- und Herfahren und das Abbiegen verantwortlich. Der mittlere Motor ist verantwortlich für das Anheben der Klaue.



Abbildung 2: großer Motor und mittlerer Motor [2–3]

- *Touch Sensor*



Abbildung 4: Touch Sensor

Der Knopf (Abbildung 4), der in den vorderen Teil des Mechanismus unter dem Greifer eingebaut ist, wird verwendet, um die Last zu bestimmen, die angehoben werden muss. Wenn der Knopf gedrückt wird, schließen sich die Greifer und die Last wird nach oben bewegt.

- *Ultraschallsensor*

Der Ultraschallsensor eignet sich zur Messung von Entfernungen und Abständen zu anderen Objekten. Dazu wird ein Ultraschallsignal ausgesendet und dessen Echo empfangen. Um den Abstand zum Objekt messen zu können, muss die Laufzeit des Signals gemessen und daraus der Abstand berechnet werden. Auf diese Weise wird ein Hindernis erkannt.

B. Programmierung

Der EV3 ist ein Steuerungscomputer mit Anschlüssen für mehrere Sensoren und Motoren sowie USB- und Bluetooth-Schnittstellen. Die Steuerung des EV3-Geräts und der Sensoren/Motoren erfolgt über MATLAB mit der EV3-Toolbox. Es ist möglich, mit Hilfe dieses Tools die Messwerte der Sensoren abzulesen und die Motoren zu steuern. Eine Kennzeichnung der Anschlüsse mit Buchstaben (für Motoren) und Zahlen (für Sensoren) erleichtert die Identifikation der elektronischen Elemente. In der RWTH-Toolbox sind verschiedene Befehle verfügbar, die zur Inbetriebnahme von Sensoren und Motoren genutzt werden können (Abbildung 6).

Beispiele für die Verwendung von MATLAB sind: `'brick.motorA.power = -30'`, um die Motorleistung zu regeln, oder `'GetUltrasonic'`, um die Entfernung mithilfe eines Ultraschallsensors zu berechnen. MATLAB ist eine Plattform für Programmierung und numerische Berechnungen. Wie bei anderen Programmiersprachen enthält es Schleifen wie die While-Schleife, die es ermöglicht, eine Sequenz von Anweisungen wiederholt auszuführen, ohne die entsprechenden Anweisungen mehrmals schreiben zu müssen. Es enthält Anweisungen wie **if**-Anweisungen, die bestimmte Teile des Programms nur ausführen, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Die EV3-Einheit empfängt



Abbildung 5: fertiger "Manipulator"

programmierten Skript und einem Roboter. Das Programm wird durch Drücken der Run-Taste in MATLAB gestartet.

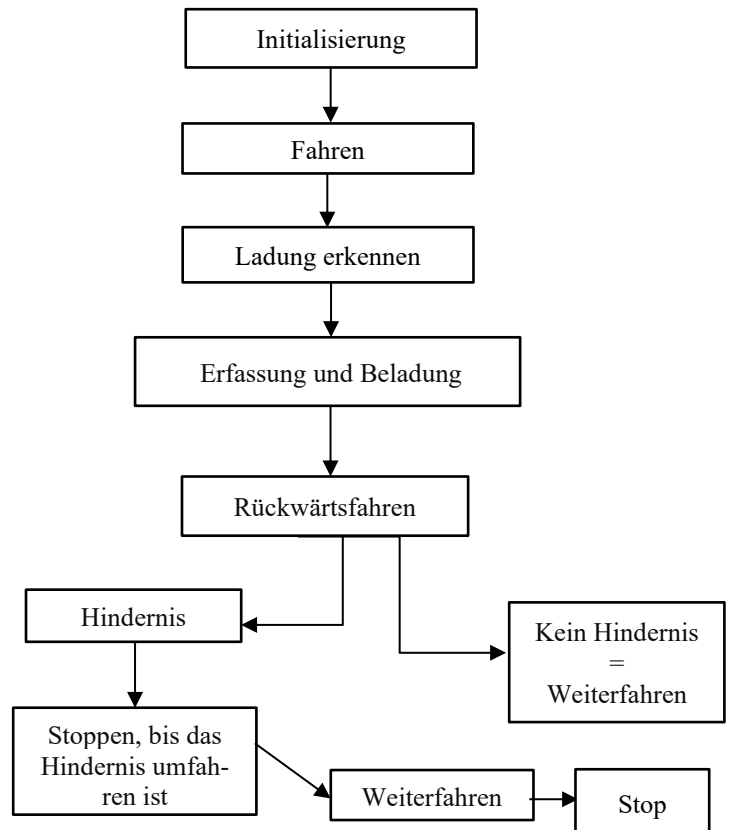


Abbildung 6: Programmablaufplan

Befehle vom Computer und leitet sie an die Motoren weiter. Sie fungiert als Übersetzer zwischen einem in MATLAB

Für ein anschauliches Beispiel, wie die Codekette und der Programmablaufplan im MATLAB (*Abbildung 7*) angeordnet sind.

```
% Check sensor+++++++
if brick.sensor1.value == 1
% stop motorA
brick.motorA.stop();
brick.motorD.stop();
%Motor B wird für kurze Zeit
entsprechend angesteuert.
brick.motorB.limitValue = 290;
brick.motorB.power = 50;
brick.motorB.smoothStart=1;
brick.motorB.start();
brick.motorB.waitFor();
pause(2);
% Verzögerung, um mehrfache
Tastenaktivierungen zu vermei-
```

Abbildung 7: Codekette

Die Sensoren im Design haben nur begrenzte Funktionen, und das Design des Roboters musste ständig angepasst werden, um sicherzustellen, dass alle Sensoren und Motoren ordnungsgemäß funktionieren. Der Ultraschallsensor befand sich zunächst unter der Klaue, die die Last aufnahm und anhob, aber es stellte sich heraus, dass der Sensor zu niedrig positioniert war und nur die Klaue oder den Tisch selbst erkennen konnte, aber nicht die benötigte Ladung. Es gab auch Probleme mit der Programmierung, aber sie wurden durch Erfahrung mit der Software gelöst.

IV. ERGEBNISDISKUSSION

Die Erreichung des gesetzten Ziels wird bestätigt. Der Mechanismus funktioniert ohne Ausfälle; Sensoren und Motoren arbeiten synchron und präzise gemäß der Befehlssequenz. Ein Mechanismus, der eine solch zuverlässige Leistung aufweist, zeigt das Potenzial für eine erfolgreiche Integration in verschiedene Umgebungen und Anwendungen in der realen Welt. Das Ziel des Projekts wurde erreicht.

LITERATURVERZEICHNIS

[1] *Liquidationsroboter in Tschernobyl*
(<https://pkitis.tltsu.ru/?p=1038>) Version 26 April 2022

[2] **Amazon:** EV3 Großer Motor
<https://www.amazon.com/Lego-Mindstorms-Large-Servo-Motor/dp/B00E1QDP4W>

[3] **Amazon:** EV3 Mittlerer Motor
<https://www.amazon.de/LEGO-MINDSTORMS-Education-Servomotor-45503/dp/B00E1Q5NBU>

[4] **Amazon:** EV3 Touch Sensor
<https://raisingrobots.com/product/touch-sensor/>

[5] *Projekt Instagram:*
https://www.instagram.com/izzy17_projekt2024?igsh=MXRhCtk1Y3hrOGZ6eQ==