

„Roboter-Manipulator“ Automatische Gabelstapler mit LEGO-Mindstroms

Yehor Bykov, Elektromobilität
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Zusammenfassung - Ein jährliches Projektseminar über Elektrotechnik und Informationstechnologie und die Auswirkungen auf andere Fachbereiche. In diesem Jahr handelt es sich bei dem Projekt um einen speziellen Mechanismus namens „Roboter-Manipulator“, einen automatischen Gabelstapler. Dadurch wird die Verletzungsgefahr verringert, während der Arbeitsaufwand reduziert und der Prozess automatisiert wird. Der Mechanismus wurde von LEGO entwickelt und hergestellt.

Mindstorms-Bausätze und der LEGO-NXT-Steuercomputer wurden verwendet.

Die Programmierung wurde mit MATLAB durchgeführt. In diesem Artikel wird der Aufbau und die Funktionsweise des Mechanismus vorgestellt. Außerdem werden Probleme, die während des Entwurfsprozesses auftraten, aufgezeigt und deren Lösungen diskutiert.

Schlüsselwörter: Automatisierung, Sensor, Roboter, Matlab, Code

I. IDEE

Die Fortschritte in der Robotik haben es uns ermöglicht, eine Vielzahl von Problemen zu lösen, sei es in der Industrie oder im Bereich der öffentlichen Sicherheit. Sicherheit. Das erste Bild zeigt die Unsicherheit nicht automatisierter Handlungen. Dies veranschaulicht, wie Robotik und Automatisierung Aufgaben ohne menschliches Eingreifen reibungslos ausführen können. (Abbildung 1) Wir alle wissen, dass Innovationen wie automatisierte Maschinen zu einem notwendigen Sicherheitssystem in verschiedenen Arten von Robotern werden. Diese Technologie verspricht nicht nur mehr Effizienz und Sicherheit, sondern auch ein geringeres Risiko für Menschen in gefährlichen Umgebungen. Mit sorgfältiger Robotik und Sicherheit können wir die vollständige Automatisierung von Maschinen erreichen und potenzielle Risiken minimieren.

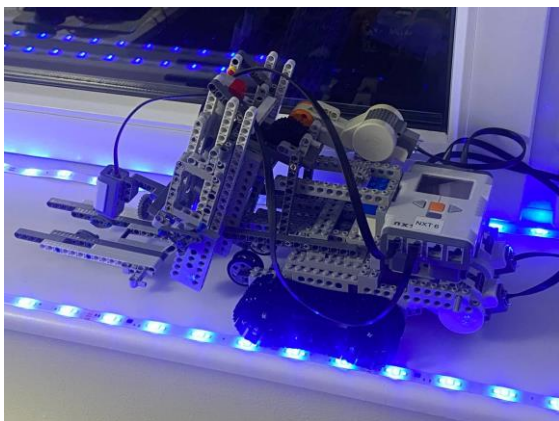


Abbildung 1: Seiten- und Draufsicht des Roboters

II. KONSTRUKTION

A. Struktur des automatischen „Roboter-Manipulator“-Systems
Die Implementierung des Laders ist nicht sehr schwierig. Um jedoch die automatische Fähigkeit eines Mechanismus zu gewährleisten, die Ladung zu lokalisieren und zu bewegen, sind Motoren und Sensoren erforderlich, die bestimmte Arten und Spezifikationen erkennen und ausführen. Die Arten und Eigenschaften der erforderlichen Elemente sind nachstehend aufgeführt (Abbildung 2).

B. Motoren

Für den Aufbau des Roboters werden drei Motoren benötigt, zwei davon für die Fortbewegung. Für die Fortbewegung wurde ein Raupenfahrwerk gewählt, das für diese Zwecke am besten geeignet ist, da es Stabilität und gute Manövrierfähigkeit auf engstem Raum gewährleistet und auch die Manövrierfähigkeit ein wichtiger Punkt bei diesem Roboter ist. Der Einsatz eines reinen Hinterradantriebs mit zwei Motoren ermöglichte mehr Kraft und Kontrolle an schwer zugänglichen Stellen.

C. Dritter Motor für den Hubmechanismus

Ziel war es, einen reibungslosen Betrieb des Motors unabhängig vom Gewicht der Last, die von der Plattform gehoben wird, zu gewährleisten. Um einen stabilen Betrieb des Systems zu gewährleisten, entschied man sich für die Verwendung von kleinen Übersetzungsverhältnissen mit Hilfe von Zahnrädern, deren Drehung die Zahnstange auf der Plattform selbst bewegt. Dies ermöglicht eine präzise Ausführung der Hebevorgänge. Die Plattform selbst wurde so konstruiert, dass die Last sicher darauf befestigt werden konnte. Die Schalung wurde mit zwei Gabelzinken und speziellen Querträgern ausgeführt, um ein Herabfallen der Last zu verhindern.

D. Eigenschaften des Roboters

Aufgrund des hohen Gewichts der Maschine und der großen Höhe der Plattform wurde beschlossen, alle Teile, einschließlich des NXT-Geräts, auf der Rückseite des Rahmens zu platzieren, der dann als Gegengewicht dient und verhindert, dass der Roboter aufgrund des Gewichts der angehobenen Last nach vorne kippt. Um dieses Ergebnis zu erreichen, mussten die Plattform und der Rahmen komplett neu konstruiert werden.

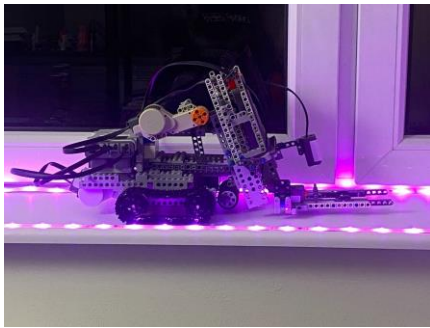


Abbildung 2: Seitenansicht des Roboters

E. Strukturelle Probleme und deren Lösungen

Ein Hauptproblem bei der Konstruktion war die Unzuverlässigkeit des Systems aufgrund der Verwendung von Lego-Würfeln. Sie verbogen sich ein wenig, was zu Spiel im System zwischen den Teilen führte. Insbesondere beim Mechanismus zum Anheben der Plattform rutschten die Zähne der Zahnräder durch und konnten die Last nicht anheben.

Die Lösung des Problems bestand darin, die Konstruktion zu verbessern und die Plattform um 25 bis 30 Grad nach hinten zu kippen, so dass die Last im Verhältnis zur Hubbewegung auf den Kontaktpunkt zwischen den Zahnrädern und der Zahnstange drückt.

III. AUTOMATISIERUNG

A. Automatisierungsmöglichkeiten für Lego-Roboter

Die Lego-NXT-Steuereinheit wird zur Programmierung und Automatisierung des Roboters verwendet. Zur Realisierung der Funktionalität eines Gabelstaplerroboters kommen Drucksensoren zum Einsatz, um das Vorhandensein einer Last auf der Plattform zu erkennen. Zusätzlich wird ein Farbsensor integriert, der die Sortierung der Paletten ermöglicht.

B. Tastsensor

Das Lego-NXT-System verfügt über einen Tastsensor, der an der Hebebühne befestigt ist. Berührungssensor Der Berührungssensor ist an der Vorderseite der Plattform angebracht, um Objekte auf der Plattform zu erkennen. Er diente als Stopptaste für die Lokomotiven und zeigte an, wenn sich ein Fremdkörper auf der Plattform befand.

C. Farbsensor

Eine weitere Aufgabe des Roboters besteht darin, die Last an einen definierten Ort zu transportieren. Zur Sortierung der Paletten wird ein Farberkennungssystem eingesetzt. Farbsensor Der Farbsensor befand sich oben an der Vorderseite der Plattform, um die Klasse des Objekts zu scannen und einen Algorithmus auszulösen, der das Objekt an die gewünschte Position bewegt (Beispiel: Scannen von QR-Codes).

D. Probleme und Lösungen

Das Hauptproblem bei der Installation der Sensoren war fol-

gendes: Der Berührungssensor musste so positioniert werden, dass er zwar auf das Objekt reagierte, aber nicht mit ihm kollidierte, weshalb die Plattform verlängert und der Aktionsradius des Sensors vergrößert wurde. Das Problem des Lichtsensors war sein Aktionsradius (nicht mehr als 2 bis 3 Zentimeter), der Probleme bei der Positionierung verursachte, aber nach mehreren Messungen wurde der Sensor so positioniert, dass er die Farbe des Objekts abtasten konnte, ohne es zu berühren.

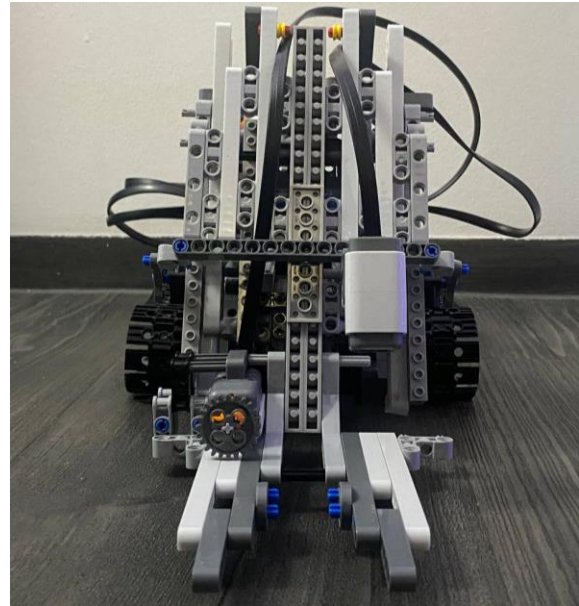


Abbildung 3: Vorderansicht des Roboters 1

IV. ROBOTER-ALGORITHMUS

Zu Beginn demonstriert der Roboteralgorithmus alle seine Funktionen und Eigenschaften.

A. Algorithmus

Der Betrieb des Roboters erfolgt nach folgendem Algorithmus:

1. Start an der Ausgangsposition
2. Rückwärtsfahren
3. Bewegung zur Palette 1 (rot auf dem Foto)
4. Stoppen der Antriebsmotoren und Anheben der Palette um 20 Grad nach Drücken des Sensors
5. Farbpalettenscannen
6. Richtung „Lager“ drehen
7. Platzieren Sie das Tablett auf einem dafür vorgesehenen Regal (z. B. auf dem obersten Regal)
8. Rückwärtsbewegung
9. Fahrt zur Palette 2 (grün auf dem Foto)
10. Stoppen der Antriebsmotoren und Anheben der Palette um 20 Grad nach Drücken des Sensors
11. Farbscan der Palette
12. Drehung in Richtung „Lager“
13. Platzieren Sie das Tablett auf einem dafür vorgesehenen Regal (z. B. auf dem untersten Regal)
14. Abschluss des Algorithmus

A. Zusätzliche Gebäude

Um zu demonstrieren, wie der Roboter funktioniert

Auf der Lego-Plattform werden verschiedene zusätzliche Strukturen verwendet. Die wichtigsten sind natürlich die Paletten und das „Warehouse“. Auf dem Regal auf zwei Ebenen befinden sich farbige Schilder, die verdeutlichen, wo die Paletten hingestellt werden müssen. Die Paletten selbst wurden für unsere Art von Plattform entworfen und sind farblich gekennzeichnet. Außerdem sind sie mit farbigen Elementen versehen, so dass der Farbsensor den erforderlichen Algorithmus starten kann. Jede Palette steht an ihrem Platz und es gibt spezielle Plätze für ihre Position auf dem Regal (Abbildung 4). Außerdem haben wir beschlossen, als Ausgangspunkt einen improvisierten Parkplatz für die Gabeln der Plattform zu bauen.

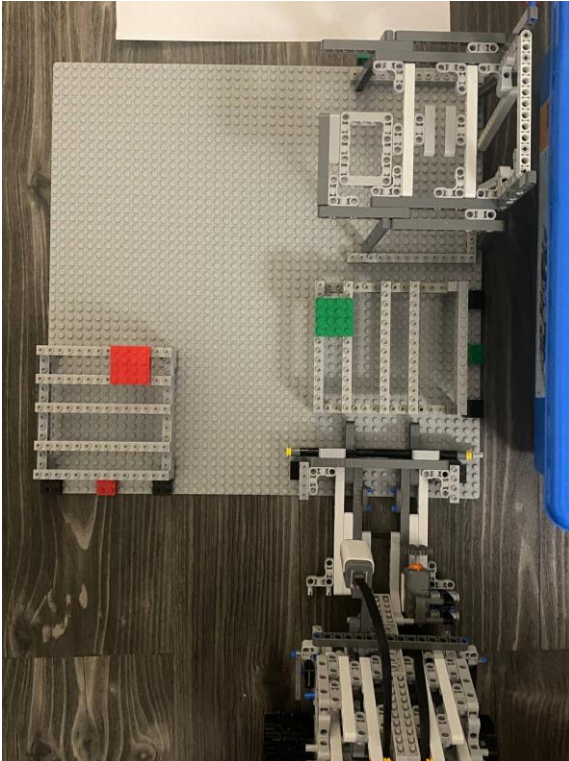


Abbildung 4: Ansicht des „Ladeterminals“ von oben

V. PROGRAMMIERUNG

A. Der NXT-Roboter wird mit MATLAB unter Verwendung der optionalen RWTH Mindstorms NXT Toolbox-Bibliothek programmiert. Diese Bibliothek enthält alle notwendigen Elemente, um den Roboter zu testen und den Algorithmus auszuführen. Diese Bibliothek stellt dem Programmierer alle Funktionen zur Verfügung, die es ihm ermöglichen, den gewünschten Algorithmus auf einfache Weise mit dem Lego NXT System zu realisieren und den Roboter effizient zu steuern.

B. Ein Beispiel für einen Teil des Programmiercodes des Roboters ist in (Abbildung 5) dargestellt:

Dies ist ein Beispiel für den Code, mit dem der Roboter so programmiert wird, dass er die angegebenen Befehle ausführen kann

```
state = 0;
lastButtonState = -1;
while true
    currentButtonState = GetSwitch(SENSOR_1);
    if currentButtonState == 1 && lastButtonState == 0
        if state == 0
            mMoveA.Power = MOVE_MOTOR_POWER;
            mMoveB.Power = MOVE_MOTOR_POWER;
            mMoveA.SendToNXT();
            mMoveB.SendToNXT();
            state = 1;
        elseif state == 1
            mMoveA.Stop('brake');
            mMoveB.Stop('brake');
            mLiftC.Power = LIFT_MOTOR_POWER;
            mLiftC.TachoLimit = DEGREES_PER_CM;
            mLiftC.SendToNXT();
            mLiftC.WaitFor();
            mMoveA.Power = ROTATION_POWER;
            mMoveB.Power = ROTATION_POWER;
            mMoveA.TachoLimit = 540;
            mMoveB.TachoLimit = 540;
```

Abbildung 5: Teil des Programmiercodes

C. Zusammenfassung:

Der Code, den ich im Beispiel geschrieben habe, zeigt die Elementarfunktionen und Aktionen, die der Roboter ausführen kann

VI. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Lego Mindstorm Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms/
- [2] NXT Großer Motor
<https://brickscout.com/de/products/detail/4057296793389/537%2087/electric-motor-nxt>
- [3] NXT Touch Sensor
<https://www.steinpalast.eu/en/1-x-lego-brick-dark-bluishgray-electric-sensor-touch-nxt-8527-4296929-9843-53793>
- [4] RWTH - Mindstorms NXT Toolbox
<https://de.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/18646-rwth-mindstorms-nxt-toolbox>
- [5] Roboter-Konstruktionen mit Lego Mindstorms NXT
<https://www.generationrobots.com/de/content/60-roboter-konstruktionen-mit-mindstorms-nxt-v2>
- [6] Navigation von Wegpunkten mit einem Lego MINDSTORMS NXT Roboter
<https://de.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/42835-navigating-waypoints-with-a-lego-mindstorms-nxt-robot>
- [7] NXT Farbsensor
<https://botland.de/eingestellte-produkte/4697-legomindstormsnxt-ev3-farbsensor-lego-9694.html>
- [8] Projekt Instagram
https://www.instagram.com/2y_lego_projekt_seminar.g13/