

NXT-Roboter mit Fernbedienung

Danylo Tsoi, ETIT
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Abstract—Im Projektseminar Elektrotechnik und Informatikstechnik wurde ein innovativer Roboter entwickelt, der vielseitige Funktionen bietet. Mithilfe von Arduino-Programmierung wurde der Roboter so konzipiert, dass er ferngesteuert werden kann und in der Lage ist, Lichtquellen zu erkennen und ihnen zu folgen. Die Hauptziele waren die Steuerung über eine Fernbedienung und die autonome Lichtverfolgung. Dabei wurde ein Schrittmotor für präzise Bewegungen integriert. Die Verwendung von LEDs ermöglichte eine effektive visuelle Signalisierung. Der Infrarotport wurde für die drahtlose Steuerung über eine Fernbedienung implementiert. Eine wichtige Designüberlegung war die sichere und zuverlässige Stromversorgung, die durch verschiedene Energiequellen gewährleistet wurde.

Schlagwörter—Arduino-Programmierung, Farbsensor, Infrarotsensoren, LEGO Mindstorms EV3, Lichtsensor, Robotersteuerung, Schrittmotor.

I. EINLEITUNG

Roboter sind heutzutage unverzichtbare Komponenten in verschiedenen Bereichen der Industrie. Sie automatisieren Prozesse und ermöglichen eine schnelle und präzise Verarbeitung von Massenwaren. Besonders im Bereich der Logistik spielen automatisierte Transportsysteme eine wichtige Rolle, um die Arbeitseffizienz zu steigern und den Materialfluss zu beschleunigen. In diesem Projekt wurde ein NXT-Roboter mit Fernbedienung entwickelt, der mithilfe der LEGO Mindstorms EV3-Platine gesteuert wird. Dieser Roboter verfügt über die Fähigkeit, sich mithilfe von Sensoren in seiner Umgebung zu orientieren und auf Lichtquellen zu reagieren. Im Folgenden wird die Konstruktion und Funktionsweise dieses Roboters genauer beschrieben.

II. VORBETRACHTUNGEN

Die erste Idee umfassten die Implementierung eines ferngesteuerten LED vor dem Sensor, um ihn ferngesteuert zu schalten. Hierbei war geplant, die LED mithilfe eines Arduino-Mikrocontrollers zu steuern, der mit einem Infrarotempfänger ausgestattet ist, um Signale von der Fernbedienung zu empfangen (siehe Abbildung 1). Der Sensor von LEGO Mindstorms EV3 sollte die Lichtintensität messen und entsprechend auf die Beleuchtung reagieren. Darüber hinaus sollte der Roboter auf Ketten basieren, um eine bessere Traktion und Manövriergängigkeit auf verschiedenen Oberflächen zu gewährleisten. Alle Komponenten des Roboters sollten so konzipiert sein, dass sie effizient von einer einzigen Batterie betrieben werden können, um die Mobilität des Roboters zu maximieren und die Anzahl der benötigten Energiequellen zu minimieren.

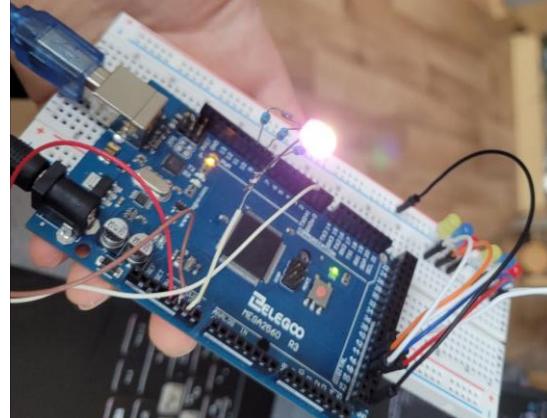


Abbildung 1: RGB-LED mit dem Arduino-Mikrocontroller

III. ENTWICKLUNGSPROZESS

A. Aufbau

Der Roboter (siehe Abbildung 2) besteht aus einem LEGO-Rahmen, auf dem verschiedene Komponenten montiert sind, darunter Sensoren, Motoren und eine Arduino-Steuerung. Zentrale Elemente sind die Motoren für die Bewegung des Roboters, die Tastsensoren zur Interaktion mit der Umgebung sowie die Webcam zur Farberkennung. Die Konstruktion wurde so entworfen, dass sie kompakt und stabil ist, um die ordnungsgemäße Funktion des Roboters zu gewährleisten.



Abbildung 2: Roboter ohne Arduino-Board

B. Konstruktions-Entwicklung

LEGO-Gestell: Der Aufbau des Roboters begann mit der Montage des LEGO-Rahmens, wobei darauf geachtet wurde, dass genügend Platz für alle Komponenten vorhanden ist und die Konstruktion stabil ist. Die Anordnung der Motoren, Sensoren und der Webcam wurde sorgfältig geplant, um eine effiziente Funktionsweise sicherzustellen.

Elektronik: Die elektronischen Komponenten, einschließlich der Arduino-Steuerung (siehe Abbildung 3), wurden mit dem LEGO-Rahmen verbunden und so positioniert, dass sie leicht zugänglich und miteinander verbunden sind. Die Verkabelung wurde ordentlich verlegt, um Störungen zu vermeiden und eine zuverlässige Stromversorgung sicherzustellen.

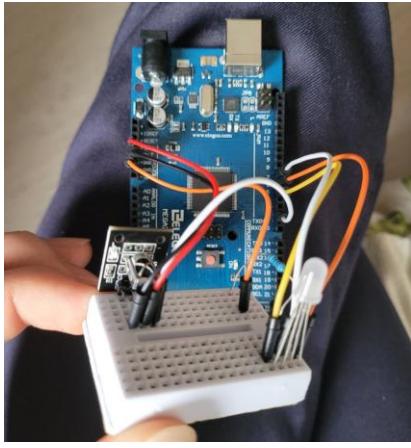


Abbildung 3: Arduino-Steuerung

Mechanik: Die Bewegungsmechanik des Roboters wurde durch die Montage der Motoren und Räder realisiert, wobei darauf geachtet wurde, dass der Roboter sich reibunglos bewegen kann und gleichzeitig stabil bleibt. Die Integration des drehbaren Rads zur Orientierung des Roboters wurde ebenfalls berücksichtigt.

C. Programmierungs-Entwicklung

Die Funktionsweise des Roboters wurde durch die Programmierung der Arduino-Steuerung realisiert. Dies umfasst die Steuerung der Motoren für die Bewegung des Roboters, die Verarbeitung von Eingaben von den Tastsensoren zur Interaktion mit der Umgebung, die Verarbeitung von Bildern von der Webcam zur Farberkennung sowie die Implementierung von Algorithmen zur Entscheidungsfindung und Steuerung des Roboters. Allerdings musste auch MATLAB-Code implementiert werden, um den Roboter vollständig funktionsfähig zu machen. Die Logik dafür ist auf die Abbildung 5 im Anhang A dargestellt.

D. Probleme

Während des Entwicklungsprozesses traten verschiedene Probleme auf, darunter Herausforderungen bei der Integration der elektronischen Komponenten, Kalibrierung der Sensoren und Feinabstimmung der Bewegungsmechanik. Diese Probleme wurden durch iterative Tests und Anpassungen der Konstruktion und Programmierung gelöst.

E. Ausbaumöglichkeiten

Der Roboter bietet zahlreiche Möglichkeiten zur Weiterentwicklung, darunter die Integration zusätzlicher Sensoren für erweiterte Funktionalitäten, die Implementierung fortschrittlicher Bildverarbeitungsalgorithmen für eine präzisere Farberkennung und die Erweiterung der Steuerungsoptionen für eine vielseitigere Interaktion mit der Umgebung.

IV. ERGEBNISDISKUSSION

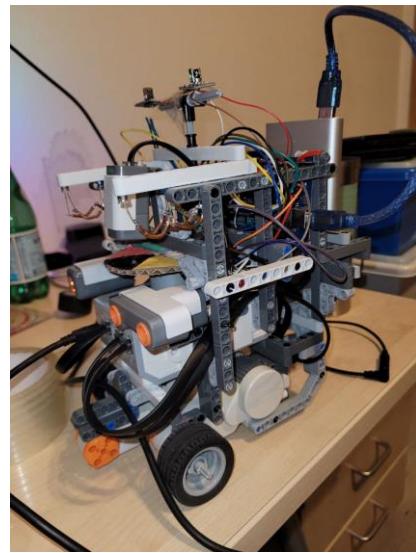


Abbildung 4: NXT-Roboter

Am Ende des Projekts wurde ein funktionsfähiger Roboter entwickelt (siehe Abbildung 4), der sich mit Hilfe von Infrarotsensoren, einem Schrittmotor und einem Farbsensor bewegen und interagieren kann. Der Roboter kann verschiedene Bewegungen ausführen, z. B. vorwärts und rückwärts gehen und sich nach links und rechts drehen. Außerdem kann er auf Lichtquellen reagieren und ihnen folgen, was eine autonome Navigation ermöglicht. Während des Projekts traten jedoch einige Probleme auf. Insbesondere die Integration des MATLAB-Codes erwies sich als Herausforderung, da eine nahtlose Kommunikation zwischen dem Arduino-Programm und dem MATLAB-Code erforderlich war. Dies erforderte eine gründliche Fehlersuche und Anpassung, um sicherzustellen, dass beide Systeme reibunglos zusammenarbeiten. Ein weiteres Problem bestand darin, die Genauigkeit der Farberkennung zu verbessern, insbesondere bei schwierigen Lichtverhältnissen oder bei der Erkennung bestimmter Farben wie Braun oder Schwarz. Dies erforderte eine Feinabstimmung der Sensorempfindlichkeit und der Bildverarbeitungsalgorithmen. Trotz dieser Herausforderungen war das Endergebnis des Projekts zufriedenstellend, da ein funktionsfähiger und vielseitiger Roboter entwickelt wurde, der die gestellten Anforderungen erfüllt und eine solide Grundlage für zukünftige Entwicklungen in diesem Bereich bietet.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Zusammenfassung dieses Projekts zeigt, dass ein funktionsfähiger Roboter entwickelt wurde, der in der Lage ist, verschiedene Bewegungen auszuführen und mit seiner Umgebung zu interagieren. Trotz einiger Herausforderungen bei der Integration von MATLAB und der Verbesserung der Farberkennung konnte das Projekt erfolgreich abgeschlossen werden.

Für zukünftige Entwicklungen könnten weitere Verbesserungen an der Farberkennung vorgenommen werden, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Roboters weiter zu erhöhen. Außerdem könnten zusätzliche Funktionen wie die Implementierung weiterer Sensoren oder die Erweiterung der Bewegungsfähigkeit des Roboters in Betracht gezogen werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Builderdude35. (Januar 2021). Master the LEGO color sensor. Available: <https://builderdude35.com/2021/01/28/master-the-color-sensor-lego-mindstorms-robot-inventor/>
- [2] Arduino. (Last revision: Februar 2024). Arduino and Stepper Motor Configurations. Electronics. Available: [Arduino and Stepper Motor Configurations | Arduino Documentation](https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Stepper)
- [3] Arduino. (Last revision: Februar 2024). Blink. Basics. Available: [Blink | Arduino Documentation](https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink)
- [4] Debasish Das. (März 2022). Interfacing IR Sensor Module with Arduino. Arduino. Available: [Arduino IR Sensor Tutorial - Interfacing IR Sensor Module with Arduino Uno \(circuitdigest.com\)](https://www.circuitdigest.com/electronics/interfacing-ir-sensor-module-with-arduino-uno)

Anhang A

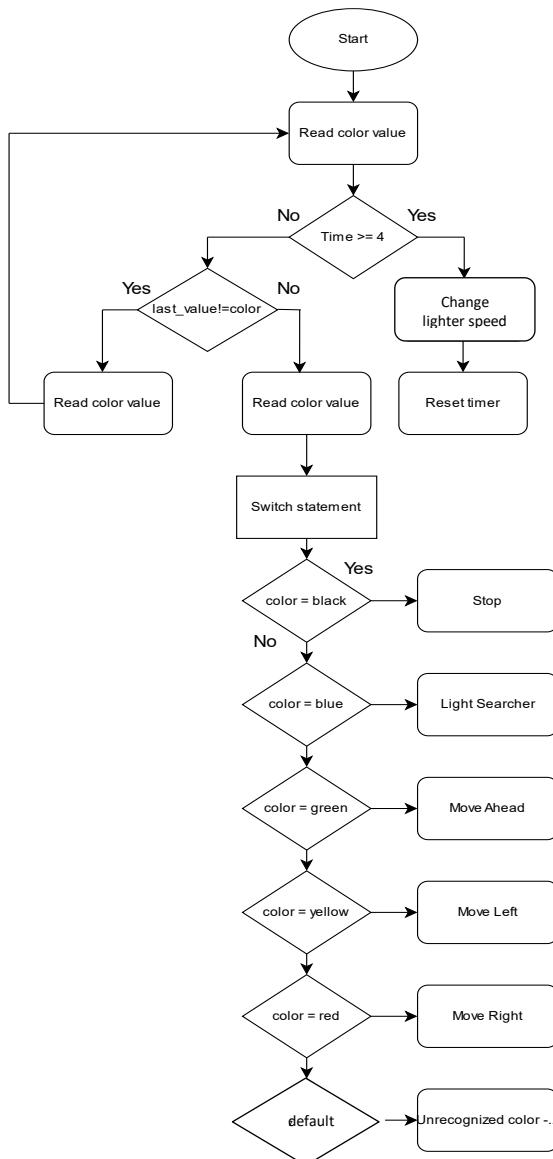


Abbildung 5: While-Loop Logik