

Gießroboter

Oleksii Bidnyi, ETIT
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Zusammenfassung—Die LEGO Mindstorms Serie, ein gewaltiger Sprung in der Lernrobotertechnik, ermöglicht es Enthusiasten seit langem, eine Reihe genialer automatisierter Konstruktionen zu bauen. Unter diesen Innovationen ist der Gießroboter ein Beispiel für die Verschmelzung von praktischem Nutzen und Freude an der Kreation. Dieses Roboterwunder, das aus dem vielseitigen Mindstorms-Bausatz entwickelt wurde, ist mit einer Reihe von Sensoren und programmierbaren Bausteinen ausgestattet. Ausgelöst durch einen ausgeklügelten Algorithmus steuert er ein bestimmtes Glas mit Präzision an. Sobald es positioniert ist, aktiviert es einen Mechanismus, um Wasser auszugießen und ein erfrischendes Getränk zu servieren. Dieses Projekt zeigt nicht nur das Potenzial von Mindstorms, sondern ist auch ein Beweis für den menschlichen Erfindungsreichtum bei der Nutzung von Technologie für alltägliche Zwecke.

Schlagerwörter—Automatisierung, Gießroboter, LEGO Mindstorms, MATLAB-Programmierung, Sensoren, LEGO Praktikum.

I. EINLEITUNG

IN einer Zeit, in der die menschliche Arbeit immer mehr an Maschinen ausgelagert wird, ist der Gießroboter (siehe Abbildung 1) der Gipfel der komfortorientierten Innovation. Dieses Gerät, das sorgfältig aus einer Reihe von Zahnrädern, Sensoren und programmierbaren Elementen zusammengesetzt ist, wurde entwickelt, um die äußerst komplexe Aufgabe des Einfüllens von Wasser in ein Glas auszuführen – eine Aufgabe, von der man einst dachte, dass sie selbst von einem minimal motivierten Menschen bewältigt werden kann.

Mit klinischer Effizienz navigiert der Gießroboter zu seinem Ziel, führt den Guss mit Präzision aus und befreit so seine menschlichen Vorgesetzten von der Sisyphusarbeit, einen Krug zu heben. Diese Maschine arbeitet mit stoischer Gelassenheit, ein stiller Wächter, der sich um die Trinkbedürfnisse einer Spezies kümmert, die solch triviale körperliche Anstrengungen in den Bereich der Robotik verlagert. Der Gießroboter ist ein Monument menschlicher Genialität – oder vielleicht ein Spiegel unserer Trägheit, der ein Zeitalter widerspiegelt, in dem selbst der einfache Akt des Ausgießens von Wasser als zu mühsam für die empfindlichen Sinne des Menschen angesehen wird.

II. VORBETRACHTUNGEN

A. Funktionsfähigkeiten des Gießroboters

Der Roboter kann die Entfernung zum Ziel bestimmen und feststellen, in welcher Richtung sich das Ziel relativ zu ihm befindet. Der Roboter überwacht diese Indikatoren ständig, um sicherzustellen, dass er sich auf dem richtigen Weg befindet. Der Roboter erkennt auch, wenn er sich einem Glas nähert, und sobald er sich diesem nähert, wird der Ausgießmechanismus aktiviert.

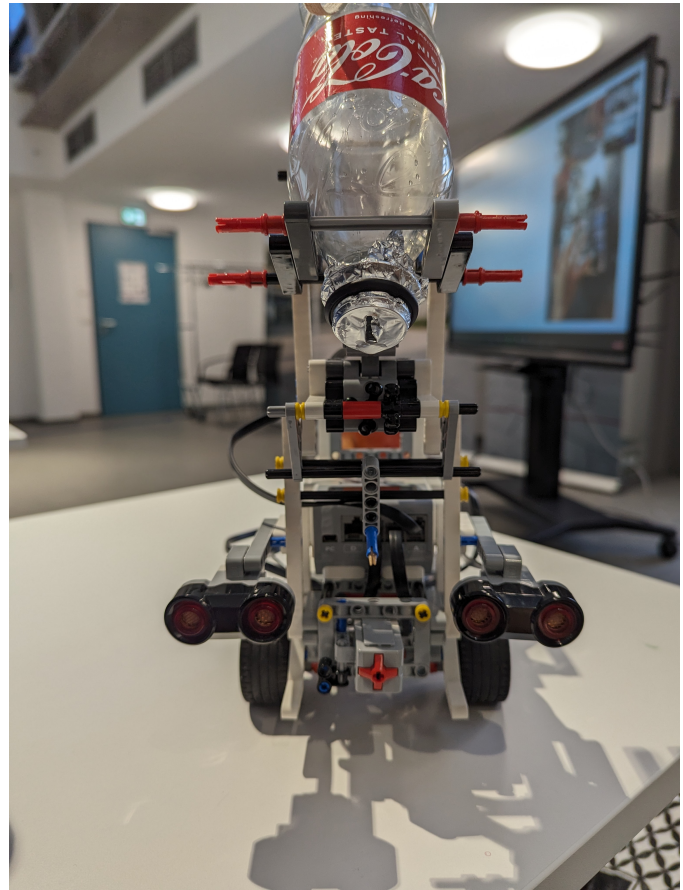


Abbildung 1. Gießroboter, Känozoikum, 2024 AD

B. Anwendung

Der Ausgießroboter ist ein vielseitiges Werkzeug mit einer Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Bereichen. Zu Hause kann er vor allem für Menschen mit eingeschränkter Mobilität eine unschätzbare Hilfe sein, indem er einfache Aufgaben wie das Einfüllen eines Glases Wasser oder die Zubereitung von Getränken übernimmt und so zu mehr Unabhängigkeit und Lebensqualität beiträgt.

In der belebten Atmosphäre von Bars und Restaurants könnte dieser Roboter den Getränkeservice revolutionieren. Er kann die monotone Aufgabe des Einschenkens von Getränken übernehmen, so dass das Personal seine Aufmerksamkeit auf kompliziertere Service-Details und die Interaktion mit den Kunden richten kann, was das Gesamterlebnis im Restaurant verbessern könnte.

Auch Einrichtungen des Gesundheitswesens und der Altenpflege könnten von der Einführung des Gießroboters profitieren. Er würde dafür sorgen, dass Patienten und Bewohner ständig

Zugang zu Wasser haben, was die Flüssigkeitszufuhr und das Wohlbefinden fördert, während sich das Pflegepersonal auf wichtigere Aspekte der Pflege konzentrieren kann.

Büros und Geschäftsräume könnten durch die Integration des Roboters in ihre Ausstattung einen Anstieg der Effizienz und der Mitarbeiterzufriedenheit verzeichnen. Pausenräume und Besprechungsräume, die mit einem solchen Gerät ausgestattet sind, würden den Mitarbeitern den Komfort von Erfrischungen bieten, ohne ihren Arbeitsablauf zu unterbrechen.

Darüber hinaus eignet sich der Roboter aufgrund seiner Präzision für spezielle Umgebungen, in denen eine sorgfältige Mengenkontrolle und die Vermeidung von Verunreinigungen von entscheidender Bedeutung sind, wie z. B. in wissenschaftlichen Labors oder bei sensiblen Fertigungsprozessen. Die präzisen Gießfähigkeiten des Roboters könnten das Risiko menschlicher Fehler bei diesen kritischen Aufgaben erheblich verringern.

Die Anpassungsfähigkeit des Gießroboters macht ihn zu einer wertvollen Ergänzung für jede Umgebung, indem er die Funktionalität verbessert und einen Hauch von modernem technologischem Komfort in die täglichen Routinen einbringt.

C. Klimaschutz

Der Gießroboter wurde unter dem Aspekt der Klimaneutralität entwickelt und spiegelt das Engagement für Nachhaltigkeit wider. Er wird elektrisch betrieben und kann aus erneuerbaren Energiequellen wie Solar- oder Windenergie gespeist werden, was mit dem Ethos eines geringen CO₂-Fußabdrucks in Einklang steht.

Darüber hinaus verringert die Effizienz des Roboters bei der Ausführung seiner Aufgaben die Wahrscheinlichkeit einer Wasserverschwendung, was für einen verantwortungsvollen Umgang mit den Wasserressourcen von entscheidender Bedeutung ist.

Durch die Kombination der Prinzipien von Energieeffizienz, nachhaltiger Materialnutzung und Abfallvermeidung ist der Gießroboter ein Beispiel für klimabewusste Innovation im Bereich der Bildungs- und Funktionsrobotik.

III. ARBEITSABLAUF

A. Struktur des Gießroboters

Das architektonische Design des Gießroboters besteht aus einer Reihe von elektromechanischen Komponenten, die systematisch angeordnet sind, um einen autonomen Betrieb zu ermöglichen (siehe Abbildung 2). Das Teilsystem für die Fortbewegung wird von einem Elektromotoren-Duo (siehe Abbildung 3) angetrieben, das die nötige kinetische Energie für die Translationsbewegung über ebene Flächen liefert.

Die Stabilisierung und die Winkelausrichtung werden von einem eingebauten Gyrosensor (siehe Abbildung 4) gesteuert, der die genaue Einhaltung der programmierten Flugbahn gewährleistet. Dieser Sensor erkennt jede Abweichung von der horizontalen Achse und ermöglicht Korrekturen in Echtzeit, um die Position des Roboters aufrechtzuerhalten. Die

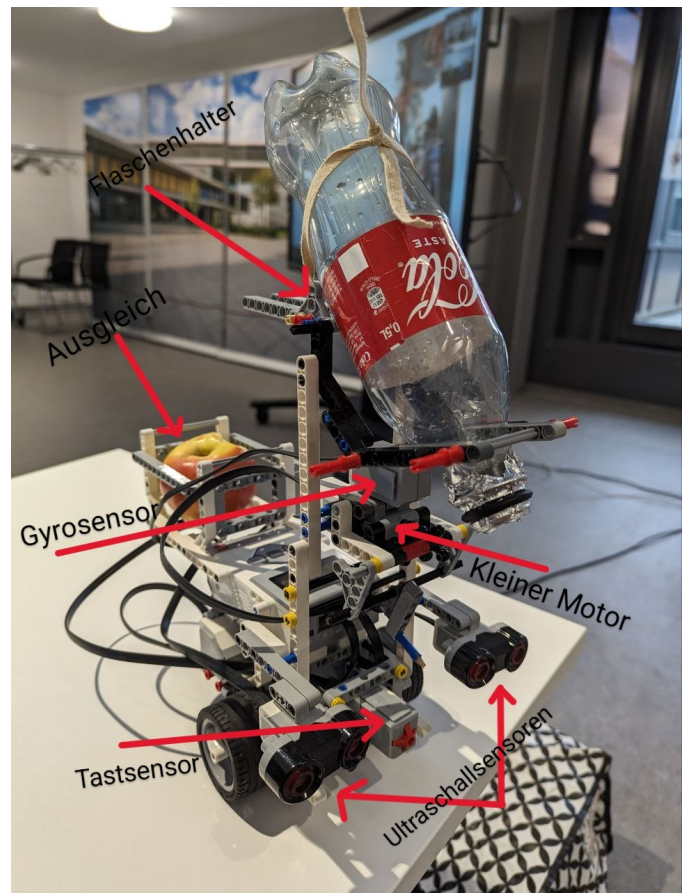


Abbildung 2. Struktur

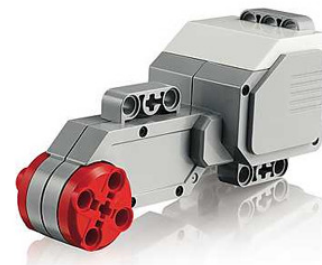


Abbildung 3. Elektromotor



Abbildung 4. Gyrosensor

Annäherung an Objekte in der Umgebung wird durch ein Paar Ultraschallsensoren (siehe Abbildung 5) erreicht. Diese Ultraschallsensoren arbeiten nach dem Prinzip der Echo-Ortung, indem sie Schallimpulse aussenden und das Intervall bis zur Rückkehr des Echos messen, um die Nähe zu potenziellen Hindernissen, insbesondere dem Zielbehälter für die Flüssigkeit,



Abbildung 5. Ultraschallsensor

zu berechnen.

Bei erfolgreicher Annäherung an das Ziel wird der Tastsensor (siehe Abbildung 6) eingeschaltet. Dieser Kontaktsensor dient als Endpunktbestätigung, die anzeigt, dass der Roboter die für die Flüssigkeitsabgabe erforderliche Nähe erreicht hat. Die Aktivierung des Sensors bedeutet, dass der mechanische Ablauf des Ausgießens beginnen kann.



Abbildung 6. Tastsensor

Der Flüssigkeitsausgabemechanismus ist durch eine umgedrehte Wasserflasche gekennzeichnet, deren Öffnung mit einer Folienmembran hermetisch verschlossen ist, um ein vorzeitiges Austreten des Wassers zu verhindern. Ein kleiner, in das System integrierter Elektromotor ist dafür verantwortlich, die Folie auf ein Signal der Steuereinheit hin zu durchstoßen und so die kontrollierte Abgabe von Wasser einzuleiten.

Im Wesentlichen verkörpert die strukturelle Zusammensetzung des Roboters ein ausgeklügeltes Zusammenspiel von sensomotorischen Elementen, von denen jedes eine bestimmte Rolle innerhalb des Betriebsparadigmas erfüllt und die so orchestriert sind, dass sie die Aufgabe des autonomen Auffindens eines Glases und der präzisen Ausführung des Ausgießens erfüllen. Alle Sensoren funktionieren als ein einziger Mechanismus, der von der EV3-Steuereinheit gesteuert wird (siehe Abbildung 7).



Abbildung 7. EV3-Steuereinheit

B. Betriebsalgorithmen

Der Betriebsalgorithmus (siehe Abbildung 8) des Gießroboters ist ein systematisches Verfahren, das die genaue

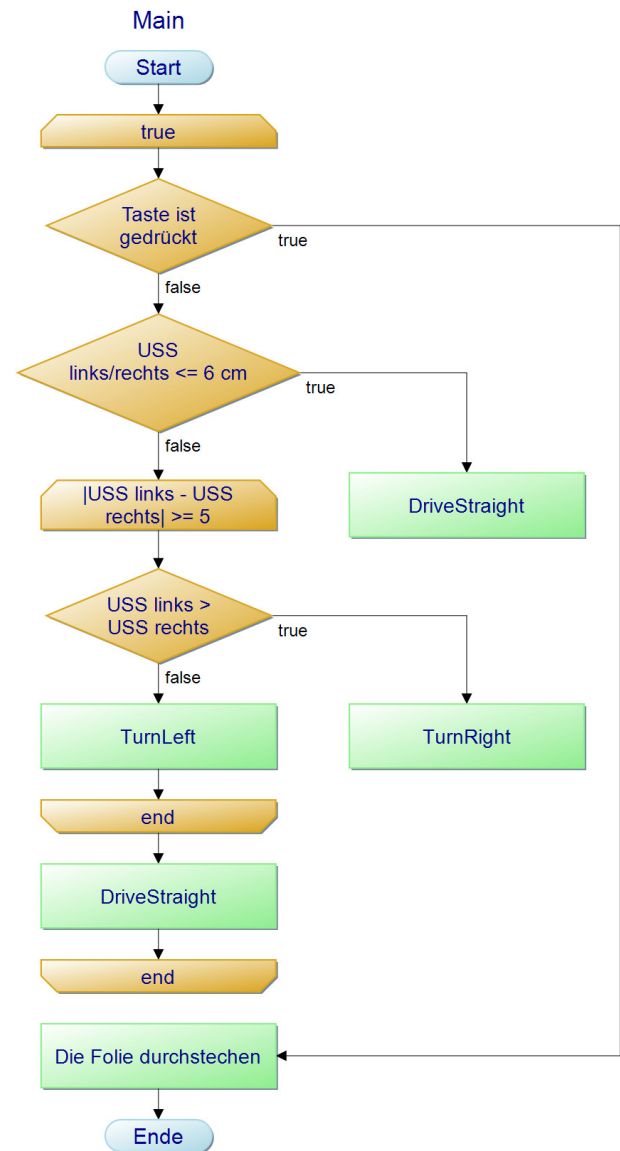


Abbildung 8. Allgemeiner Algorithmus

Ausführung der Aufgabe gewährleistet. Der Prozess beginnt damit, dass der Robot prüft, ob eine Tastsensor gedrückt wurde. Wenn der Knopf gedrückt ist, ist der Roboter bereits am Ziel. Danach beginnt der Roboter seine beiden seitlich angebrachten Ultraschallsensoren nutzt, um kontinuierlich den Abstand in Zentimetern zu Glass.

Der Algorithmus verarbeitet die Entfernungsdaten von beiden Ultraschallsensoren und vergleicht die Messwerte, um die Ausrichtung des Roboters relativ zum Glas zu bestimmen. Ein kürzerer Abstandswert von einem Sensor deutet darauf hin, dass sich der Roboter auf dieser Seite näher am Ziel befindet. Das Steuerungssystem des Roboters befiehlt dann eine leichte Drehung in Richtung des näheren Sensors, um sich auf das Glas auszurichten.

Der Roboter bewegt sich iterativ in kleinen Schritten vorwärts und hält dabei inne, um die Abstände erneut zu messen und zu vergleichen. Wenn der Unterschied zwischen den

Sensormesswerten weniger als 5 cm beträgt, schließt der Algorithmus daraus, dass der Roboter korrekt auf die Zielbahn ausgerichtet ist. Trotzdem nimmt der Roboter auf der Grundlage des Sensorfeedbacks weiterhin Mikroanpassungen an seinem Kurs vor, um diese Ausrichtung beizubehalten.

Gleichzeitig spielt der Gyrosensor eine entscheidende Rolle bei der Sicherstellung einer linearen und stabilen Bewegung des Roboters. Er erkennt jede Winkelabweichung von der beabsichtigten geraden Bahn, wie z. B. Driften oder Schräglage, und das Steuerungssystem gleicht diese Abweichungen entsprechend aus, um der Bewegungspfad des Roboters neu auszurichten.

Diese Schleife aus Erfassen, Bewegen und Korrigieren wird so lange fortgesetzt, bis der Tastsensor aktiviert wird und anzeigt, dass der Roboter das Glas erreicht hat. Daraufhin startet der Algorithmus die Ausgießsequenz. Das Signal des Geschmackssensors aktiviert einen kleinen Elektromotor, der einen Getriebemechanismus in Gang setzt, der mit einem Zahnstocher oder einem ähnlichen scharfen Gegenstand verbunden ist. Dieses Werkzeug durchstößt die Folie der Wasserflasche, so dass das Wasser in das darunter liegende Glas fließen kann.

IV. ERGEBNISDISKUSSION

Die Analyse der Leistung des Gießroboters bestätigt die Präzision der sensorgesteuerten Navigation und der algorithmischen Steuerung. Die Ultraschallsensoren lenkten den Roboter effektiv, während der Gyrosensor für genaue Fahrwege sorgte. Der Tastsensor zeigte zuverlässig das Erreichen des Ziels an und ermöglichte so die erfolgreiche Aktivierung des Wasserspendermechanismus. Die Ergebnisse bestätigen die Fähigkeit des Roboters, Ausgießaufgaben effizient und genau zu automatisieren, und zeigen das Potenzial für ähnliche Roboteranwendungen im täglichen Leben auf.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Gießroboter einen bedeutenden Fortschritt im Bereich der Haushaltsrobotik darstellt, da er hochentwickelte Sensortechnologie mit fortschrittlichen Steuerungsalgorithmen kombiniert, um alltägliche Aufgaben autonom zu erledigen. Die erfolgreiche Ausführung seiner Gießfunktion veranschaulicht nicht nur die operative Effizienz des Roboters, sondern auch seinen potenziellen Nutzen in verschiedenen Bereichen, von der Unterstützung von Menschen mit Mobilitätseinschränkungen bis hin zur Verbesserung der Serviceeffizienz im Gastgewerbe. Die präzise Leistung und die Anpassungsfähigkeit des Roboters deuten auf eine Zukunft hin, in der sich eine solche Automatisierung nahtlos in das tägliche Leben integrieren lässt. Sie bietet Komfort und Unterstützung und ist gleichzeitig ein Beispiel für den innovativen Einsatz von Technologie im privaten und beruflichen Umfeld. Das Problem beim derzeitigen Stand der Roboterentwicklung ist, dass der Roboter nicht erkennen kann, was ein Glas ist und was nicht. Der Roboter weiß nicht genau, worauf er zusteuert, sondern hofft nur, dass es sich bei diesem Objekt um ein Glas handelt, so dass der Betriebsraum des Roboters die Abwesenheit anderer Objekte erfordert. Mit der Einführung moderner Technologie kann der Roboter jedoch erheblich verbessert werden. Zum Beispiel mit einer Kamera und KI.

LITERATUR

- [1] Amazon Touch sensor: <https://www.amazon.de/-/en/45507-EV3-Touch-Sensor/dp/B00E1PRQ48>
- [2] Amazon EV3: <https://www.amazon.de/-/en/45500-EV3-Intelligent-brick/dp/B00E1P3ACK>
- [3] Amazon Ultrasonic sensor: <https://www.amazon.de/-/en/7645504/dp/B00E1PTRAE>
- [4] Amazon Gyrosensor: <https://www.amazon.de/-/en/45505-EV3-Gyro-Sensor/dp/B00E1QLPXX>
- [5] Amazon Large Electric Motor: <https://www.amazon.de/-/en/MINDSTORMS-Education-Servo-Motor-Large/dp/B00E1QDP4W>
- [6] List of sensors: medium.com/kidstronics/lego-sensors-touch-n-color-edbe0f6642fhttps://www.amazon.de/-/en/45500-EV3-Intelligent-brick/dp/B00E1P3ACK