

Mykola Hnatushenko, Elektro- und Informationstechnik
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

“Golfroboter” mit Lego Mindstroms

Zusammenfassung – Jährlich findet an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg das Projektseminar zur Elektro- und Informationstechnik statt. Im Rahmen der diesjährigen Projektwerkstatt wurde ein spezieller „Golf-Roboter“ entwickelt, der dazu dient, bestimmte Übungsabläufe im Golfsport zu automatisieren und die Belastung für den Anwender zu reduzieren. Für den Aufbau des Roboters wurden LEGO-Mindstorms-Sets sowie der Steuercomputer LEGO EV3 verwendet. Die Software wurde mithilfe von MATLAB realisiert. In diesem Beitrag wurden sowohl die Konstruktion als auch die Funktionsweise des „Golf-Roboters“ vorgestellt. Darüber hinaus wurden technische Herausforderungen beleuchtet, die während des Entwicklungsprozesses auftraten, und Lösungen erläutert, mit denen diese Schwierigkeiten erfolgreich behoben wurden.

Schlagwörter— Automatisierung, Golf-Roboter, MATLAB, Mindstorms, Robotik, Sensortechnik

I. EINLEITUNG

Die modernen Fortschritte in der Robotik ermöglichen eine effektive Bewältigung eines breiten Spektrums an Aufgaben – von der industriellen Fertigung und der Medizin bis hin zum Bereich der öffentlichen Sicherheit. Doch finden robotische Systeme auch im Sport Anwendung, wo sie dazu beitragen, die Qualität des Trainings zu erhöhen, das Verletzungsrisiko zu verringern und Sportler von monotonen oder komplexen Abläufen zu entlasten. Ein anschauliches Beispiel stellt der sogenannte „Golf-Roboter“ (Abb. 1) dar, der routinemäßige Elemente des Trainingszyklus übernimmt und dabei eine hohe Genauigkeit sowie Wiederholbarkeit der Bewegungsabläufe gewährleistet.

Angesichts der steigenden Anforderungen an Sicherheit und Multifunktionalität scheint eine stetige Weiterentwicklung solcher Systeme unvermeidlich. Eine präzise Messdatenerfassung, automatisierte Analysen und die Möglichkeit einer fein abgestimmten Trainingssteuerung versprechen einen bedeutenden Beitrag zur Weiterentwicklung des modernen Sports. Ein verantwortungsvoller Umgang mit neuen Technologien ist dabei von entscheidender Bedeutung: Nur durch sorgfältige Planung und die Einhaltung klarer ethischer Standards kann sichergestellt werden, dass sie zum Wohle der Gesellschaft eingesetzt werden. Indem wir uns an diese Grundsätze halten, können wir das Potenzial der Robotik – einschließlich innovativer Lösungen wie dem „Golf-Roboter“ – voll ausschöpfen und mögliche Risiken auf ein Minimum reduzieren.



Abbildung 1: Golfroboter [1]

II. VORBETRACHTUNGEN

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die wichtigsten in diesem Projekt eingesetzten Werkzeuge und deren Funktionen im Hinblick auf die Ausführung spezieller Aufgaben und die Verarbeitung von Eingaben.

Roboterprogrammierung. Das hierbei genutzte System setzt sich aus LEGO-Bauteilen, elektronischen Komponenten und passender Software zur Konstruktion und individuellen Anpassung von Robotern zusammen. Die aktuelle EV3-Generation umfasst eine umfangreiche Auswahl an Sensoren und Motoren sowie eine benutzerfreundliche grafische Programmierungsumgebung. Im Rahmen des Universitätsprojekts „Otto von Guericke 2025“ wurde mithilfe dieser EV3-Technologie ein Roboter konzipiert und realisiert, wobei die Umsetzung von Aufgaben durch die intuitive und flexible Plattform deutlich vereinfacht und der Entwicklungsprozess beschleunigt wurde. Gegenüber dem NXT-Modell zeichnet sich das neueste Mindstorms-EV3-System durch einen erweiterten Funktionsumfang und gesteigerte Bedienerfreundlichkeit aus, was es ideal für anspruchsvolle technische und wissenschaftliche Vorhaben wie etwa den Bau und die Programmierung eines Manipulators gemacht hat.

III. KONSTUKTION UND PROGRAMMIERUNG

A. Aufbau Der Entwurf und die Konstruktion des Golfroboters dauerten nicht allzu lange, während die Programmierung selbst als ein zeitaufwändiger Prozess angesehen wurde, der die Programmierung in Matlab erforderte. Auch während des Konstruktionsprozesses wurde ein Entfernungssensor verwendet, um den Ball korrekt zu suchen und anzuspielen. Für den Antrieb des Roboters wurden zwei große Motoren verwendet, die mit den Hinterrädern verbunden waren. Der verwendete EV3-Motor ermöglicht präzise Bewegungen durch integrierte Sensorik zur Erfassung von Drehwinkel und Geschwindigkeit. Im Projekt wurde der

Motor nicht nur für die Fortbewegung eingesetzt, sondern auch zur Steuerung des Schlages. Besonders herausfordernd war die Synchronisation beider Antriebsmotoren, die durch gezielte Codeanpassungen erreicht wurde. Der EV3-Ultraschallsensor misst mithilfe von Ultraschallwellen den Abstand zu Objekten. In diesem Projekt wurde er zur Erkennung des Golfballs verwendet. Dabei musste berücksichtigt werden, dass der Sensor eine minimale Distanz zur Erfassung benötigt. Deshalb wurde eine Bewegung in Richtung des Balls eingeplant, bis die Sensorreichweite eine eindeutige Erkennung ermöglichte.



Abbildung 2: EV3-Motor [2]



Abbildung 3: EV3-Ultraschallsensor [3]

A. Roboterprogrammierung.

Zum Einsatz kommen LEGO-Bauteile, elektronische Komponenten und Software, um Roboter individuell zu bauen und anzupassen. Die aktuelle EV3-Generation umfasst eine umfangreiche Auswahl an Sensoren und Motoren sowie eine benutzerfreundliche grafische Programmierumgebung. Im Universitätsprojekt „Otto von Guericke 2025“ konnte so ein Roboter effizient entwickelt werden. Gegenüber NXT bietet Mindstorms EV3 mehr Funktionen und bessere Bedienbarkeit, was es für anspruchsvolle Projekte besonders geeignet macht.

MATLAB (Matrix Laboratory), eine von MathWorks entwickelte Umgebung, ermöglicht numerische Berechnungen, Simulationen und Datenvisualisierungen. Gerade in der Robotik spielt MATLAB eine zentrale Rolle, etwa bei der Entwicklung von Steuerungsalgorithmen, der Simulation von Roboterdynamik oder der Auswertung von

Sensordaten. Grundkenntnisse in MATLAB sind daher sehr hilfreich, um solche Mechanismen erfolgreich zu realisieren

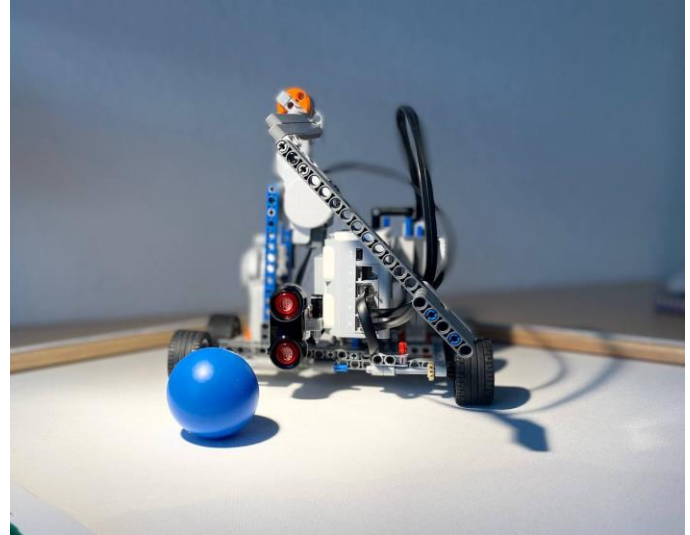


Abbildung 4: Golfroboter



Abbildung 5: Programmablaufplan

B. Probleme

B. Roboterprogrammierung / Programmablaufplan (PAB)
 Das Herzstück des Projekts bildete der detaillierte Programmablaufplan (PAB), der in MATLAB entwickelt und

umgesetzt wurde. Der PAB beschreibt die logische Abfolge der Aktionen des Roboters und wurde so konzipiert, dass er autonom auf Umweltveränderungen reagieren kann. Der Ablaufplan lässt sich wie folgt zusammenfassen:

[3] https://wiki.hshl.de/wiki/index.php/Objekterkennung_mit_rotierenden_Ultraschall_mit_Matlab/Simulink_und_EV3

1. Initialisierung aller Sensoren und Motoren.
2. Aktive Suche nach einem Objekt mittels Ultraschallsensor – der Roboter dreht sich schrittweise links und rechts, bis ein Objekt in Reichweite erkannt wird.
3. Sobald ein Objekt erkannt wird, fährt der Roboter darauf zu.
4. In näherer Distanz (ca. 6 cm) erfolgt ein Stopp und eine Verifizierung des Objekts über die Farberkennung (optional).
5. Wenn das Objekt als Golfball erkannt wird, löst der Roboter den Schlagmechanismus aus.
6. Andernfalls wird der Suchvorgang erneut gestartet.

Der gesamte Ablauf wurde mithilfe von Stateflow-Diagrammen in MATLAB modelliert und über Simulink implementiert. Besonderes Augenmerk lag auf der robusten Fehlerbehandlung, beispielsweise beim Ausfall des Sensorsignals oder bei unvollständiger Erkennung. Mehrere Testläufe wurden durchgeführt, um die Stabilität der Zustandsübergänge zu gewährleisten.

IV. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Der Golfroboter wurde als System für präzise, wiederholbare Schläge auf den Golfball konzipiert. Während der Entwicklung wurden LEGO Mindstorms EV3, verschiedene Sensoren und MATLAB eingesetzt, wobei besonderes Augenmerk auf das optimale Design und die Algorithmen zur Schlagkraftberechnung gelegt wurde. Die Hauptschwierigkeiten betrafen die zuverlässige Befehlsübermittlung und die Kalibrierung der Sensoren; jedoch ermöglichte eine iterative Vorgehensweise die Behebung von Messungenauigkeiten. Letztendlich wird der Ball vom Roboter mit ausreichender Präzision geschlagen und es wird zuverlässig auf Veränderungen in seiner Umgebung reagiert – ein deutlicher Beleg für das Erreichen des Hauptziels. Zukünftig wird geplant, die Mechanik weiter zu verbessern, das Sensorsystem auszubauen und eine erweiterte Schlaganalyse zu integrieren, damit der Roboter sowohl von Amateuren als auch von Profis als vollwertiges Trainingsgerät genutzt werden kann.

LITERATURVERZEICHNIS

[1] <https://golf-event.ru/2022/12/02/golf-robot/>

[2] [LEGO MINDSTORMS EV3 Servomotor, Amazon.](#)