

Einparkroboter

Jannik Findeklee, Elektromobilität
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Zusammenfassung—Im folgendem Paper geht es über den Prozess der Entwicklung und die Funktion des LEGO-NXTs bis hin zum fertigen Produkt eines Einparkroboters. Dieser kann mithilfe von Ultraschallsensoren selbstständig Parklücken aufspüren und mittels eines Algorithmus in diese rückwärts einparken. Es werden sowohl Probleme als auch Errungenschaften näher beleuchtet, die zum Entstehen von dem Endresultat geführt haben. Am Ende folgen noch weitere Verbesserungsmöglichkeiten, die zum Verbessern der Funktionen des Einparkroboters führen könnten.

Schlagwörter—Autonom, Einparken, LEGO Mindstorms, Otto-von-Guericke-Universität, Projektseminar, Ultraschallsensor

I. EINLEITUNG

Im Jahr 2024 ist die Welt der Robotik und Technologie immer weiter vorangeschritten. Passend zu diesem Fortschritt der Menschheit findet auch dieses Jahr wieder das Projektseminar LEGO Mindstorm statt, um den Studierenden der Otto-von-Guericke-Universität die Welt der Robotik und des autonomen Lebens näher zu bringen. Innerhalb eines zweiwöchigen Praktikums entwickelten 17 verschiedene Gruppen unterschiedlichste Ideen und bauten diese mit Hilfe von LEGO-NXT. Zu Beginn des Praktikums wurden alle mit dem Programm MATLAB vertraut gemacht. Kurz darauf bekam jede Gruppe ihr eigenes LEGO-Mindstorm-Set mit den unterschiedlichsten LEGO-Teilen wie Motoren, Ultraschallsensoren, Tastern oder auch Farb- und Lichtsensoren. Mit Hilfe dieser Sets hatten alle Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, ihren eigenen LEGO-Roboter zu bauen und zu programmieren. Roboter sind heutzutage für jeden Menschen unentbehrlich, sei es zum Beispiel ein Handy oder eben ein Einparkassistent, sie alle sind erst durch den Fortschritt der immer weiter voranschreitenden Technik möglich geworden. Außerdem können Roboter die Arbeit des Menschen viel effizienter, genauer und länger erledigen, weshalb sie bereits in vielen verschiedenen Bereichen eingesetzt werden. Zum Beispiel in der Automobilindustrie, wo Roboter mehrere hundert Kilogramm schwere Autos selbstständig bewegen, was ein Mensch niemals schaffen würde. Außerdem ist fast der gesamte Prozess der Autoherstellung durch verschiedene Roboter automatisiert, was vor einigen Jahrzehnten noch unvorstellbar war. In vielen neuen Automodellen werden immer bessere Assistenzsysteme angeboten, wie zum Beispiel der Einparkassistent, der den kompletten Einparkvorgang übernimmt. Der Begriff Assistent ist hier nicht ganz zutreffend, da es sich nicht mehr um Assistenz, sondern um Automatisierung handelt, weshalb der Roboter auch als Einparkroboter bezeichnet wird.

II. VORBETRACHTUNGEN

A. NXT

Der NXT ist ein programmierbarer Teil des LEGO Mindstorm Sets, mit dem ein Roboter gebaut und programmiert werden kann. Er wird zu Bildungszwecken eingesetzt und ermöglicht es jedem, seinen eigenen Roboter zu programmieren. Der NXT hat vier Eingänge für Sensoren und drei Ausgänge für Motoren. Er kann sowohl über Kabel als auch über Bluetooth angeschlossen werden, was die Steuerung auch über größere Entfernungen ermöglicht. Mit dem NXT sind Aktionen und Reaktionen möglich, z. B. ertönt nach dem Drücken einer Taste ein Signal oder ein Motor beginnt sich zu drehen.



Abbildung 1. NXT 2.0

B. Ultraschallsensor

Das Prinzip der Ultraschall-Sensoren ist im Wesentlichen immer gleich (Abbildung 2):

- 1) Erzeugung von Schallwellen: Der Ultraschallsensor sendet hochfrequente Schallwellen aus, die für das menschliche Ohr nicht hörbar sind. Diese Schallwellen breiten sich im Raum aus. In Abbildung 2 rot dargestellt (Echo).
- 2) Reflexion der Schallwellen: Treffen die Schallwellen auf einen Gegenstand, wird ein Teil der Schallwellen von diesem reflektiert. Je nach Oberfläche und Beschaffenheit des Objektes wird ein Teil der Schallwellen zurück zum Sensor reflektiert, während der Rest absorbiert oder gestreut wird.
- 3) Laufzeitmessung: Der Ultraschallsensor misst die Zeit, die die reflektierten Schallwellen benötigen, um zum Sensor zurückzukehren. In Abbildung 2 ist dies grün dargestellt (Trig). Da die Schallgeschwindigkeit bekannt ist (ca. 343 Meter pro Sekunde bei Raumtemperatur), kann der Sensor aus der Laufzeit berechnen, wie weit das Objekt entfernt ist.
- 4) Umrechnung in Entfernung: Durch die Messung der Laufzeit und die Kenntnis der Schallgeschwindigkeit

kann der Sensor die Entfernung zum Objekt berechnen. Diese Entfernung wird dann in einer für den Benutzer verständlichen Form in Zentimetern ausgegeben.

C. Tastsensor

Der Tastsensor, in Abbildung 1 unten links zweimal zu sehen, funktioniert folgendermaßen. Es wird dauerhaft ein Impuls vom NXT zum Tastsensor gesendet, der für eine Nachfrage des Taster Zustandes sorgt. Der Taster-Zustand gibt an, ob der Taster gedrückt wird oder nicht. Hierbei gibt der Sensor eine 0 für ungedrückten Zustand, und eine 1 für den gedrückten Zustand zurück, der dann an den NXT zurückgesendet wird.

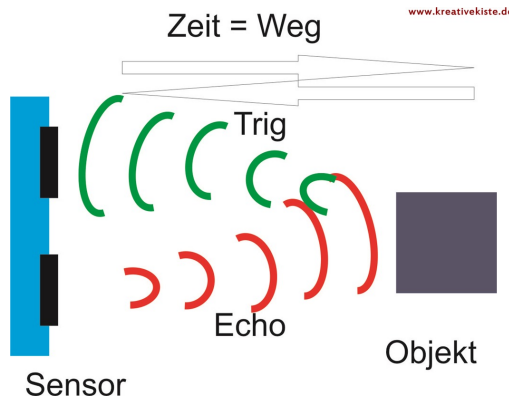


Abbildung 2. Funktion des Ultraschallsensor

III. UMSETZUNG

A. Verworfenes Konzept

Das erste Konzept sollte sich vom realistischen Einparkassistenten stark unterscheiden. Hierbei besaß das Fahrzeug acht anstelle der normalen vier Räder. Von diesen Rädern waren jeweils vier nach vorne beziehungsweise nach hinten, und vier nach rechts beziehungsweise links gerichtet (Abbildung 3). Das sorgte dafür, dass das Fahrzeug nicht lenken konnte, aber dafür in deutlich kleinere Parklücken einfahren konnte.

Der Ablauf des Einparkvorganges ging wie folgt. Als erstes waren die Rechts-Links-Räder in der Luft, bis das Fahrzeug direkt neben einer Parklücke stand. Danach drückte ein Motor die Rechts-Links-Räder nach unten, sodass die Vor-Zurück-Räder in der Luft waren. Hierbei entstanden die ersten Probleme, da die Vor-Zurück-Räder auch den Rahmen des Fahrzeugs hielten und somit deutlich zu schwer für den Motor beziehungsweise für die Zahnräder waren. Das sorgte dafür, dass immer ein oder zwei Räder auf dem Boden schliffen und somit dafür sorgten, dass das Fahrzeug nicht gerade in die Parklücke fuhr. Nach Stundenlanger Fehlerbehebung und keinem besseren Resultat wurde dieses Konzept verworfen und ein realistischerer und mechanisch simplerer Einparkroboter entwickelt.

B. Mechanische Konstruktion

Der Einparkroboter verwendete zwei Motoren und zwei Sensoren. Ein Motor diente zum Antrieb der Vorwärts- und

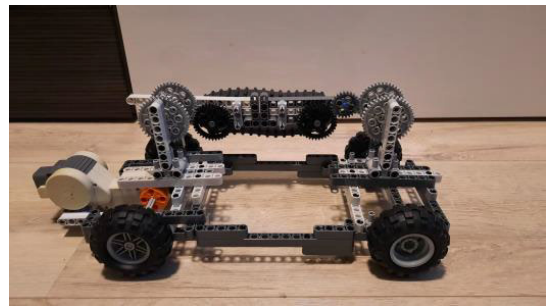


Abbildung 3. Konstruktion des verworfenen Konzepts

Rückwärtsbewegung, während der andere Motor die Servolenkung bewegte. Es wurden ein Ultraschallsensor und ein Tastsensor verwendet. Der Ultraschallsensor (Abbildung 4 rechts) war an der rechten Seite des Fahrzeugs angebracht und zeigte in Richtung der parkenden Autos. Der Tastsensor (Abbildung 4 links) war am Heck des Fahrzeugs angebracht und zeigte nach hinten. Der NXT wurde in der Mitte montiert, um den Schwerpunkt in die Mitte des Fahrzeugs zu verlegen, was für das Manövrieren von Vorteil war.

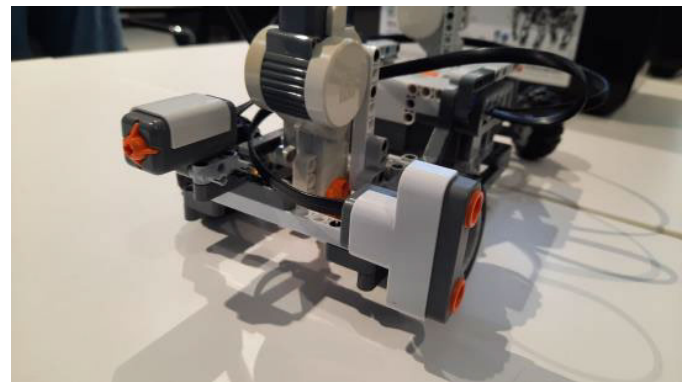


Abbildung 4. Sensoren an der Rückseite

C. Servolenkung (Abbildung 5)

Der Einparkroboter arbeitet mit einer Servolenkung, um den Einparkvorgang durchzuführen. Diese bestand aus einem Motor, einem Zahnrad und einer Zahnstange. Der Motor drehte das Zahnrad, das wiederum die Zahnstange nach links und rechts bewegte. Diese Konstruktion ermöglichte einen Lenkeinschlag von 150°.

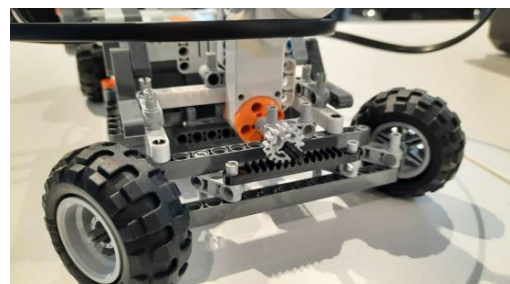


Abbildung 5. Servolenkung

D. Programmablauf

Abbildung 6 zeigt ein vereinfachtes Flussdiagramm des Quelltextes, das den Vorgang des Einparkens beschreibt.

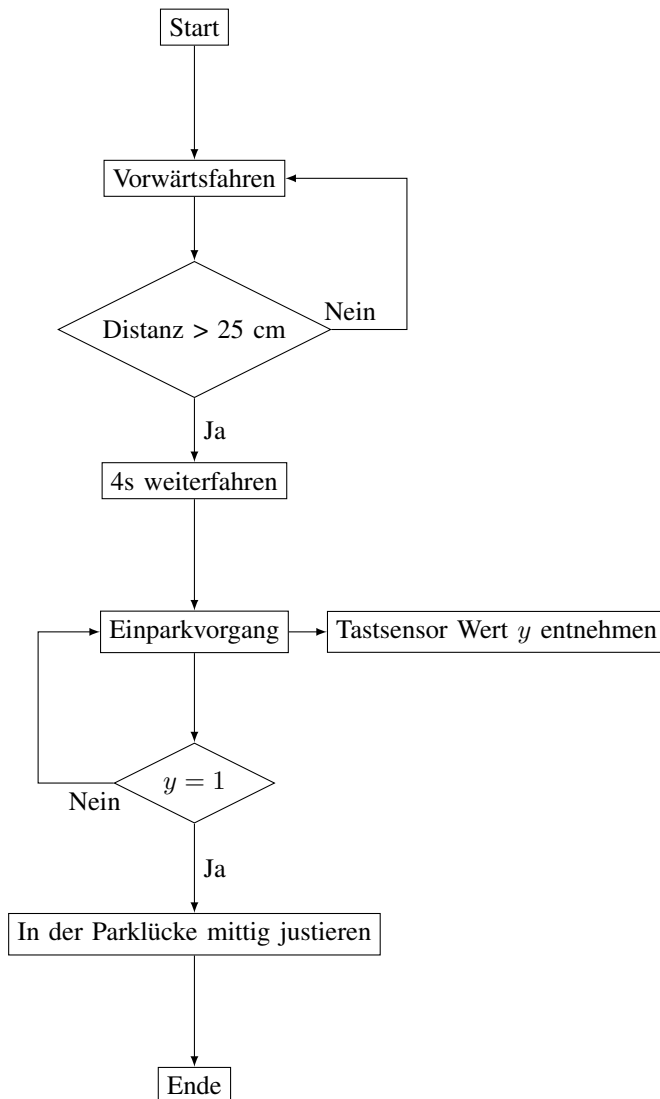


Abbildung 6. Konstruktion des verworfenen Konzepts

IV. ERGEBNISDISKUSSION

Beim Bau und der Programmierung traten Probleme auf, die teilweise umgangen werden mussten, anstatt sie zu lösen. Das erste Konzept war sehr zeitaufwendig und nahm kostbare Zeit vom Bau des Endprodukts in Anspruch. Daher musste das Endprodukt simpel bleiben, um keine komplizierten Probleme aufzuwerfen. Das zweite Konzept, beziehungsweise das Endkonzept, war deutlich einfacher umzusetzen und hat in diesem Aspekt keine Probleme aufgeworfen. Ein Problem im Quellcode war, dass der Taster nur beim Rückwärtsfahren als Notaus funktioniert hat. Daher wurde er umgewandelt, um das Fahrzeug bei Kollision zu stoppen. Es wäre sinnvoller gewesen, dies mit einem Ultraschallsensor zu lösen, da dieser das Fahrzeug kurz vor einer Kollision stoppen würde. Das ist besonders bei einem Einparkroboter von Vorteil. Außerdem

erkennt das Fahrzeug nicht, wenn die Lücke zu klein ist und versucht, in jeden noch so kleinen Spalt einzuparken. Das Endprodukt enthält jedoch die zuvor genannten Eigenschaften und entspricht somit unseren Erwartungen größtenteils. Der Einparkroboter kann nämlich selbstständig fahren, Parklücken aufspüren und einparken.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Am Ende des zweiwöchigen Projektseminars wurde ein funktionsfähiger LEGO-Roboter gebaut. Dieser kann die zuvor genannten Aufgaben des Einparkroboters lösen. Er findet selbstständig eine Parklücke, platziert sich einparkbereit und parkt ein. Zur Verbesserung könnten mehrere Ultraschallsensoren beitragen, die das Einparken auf der linken Seite in Fahrtrichtung ermöglichen. Durch größere Änderungen am Quelltext wäre es möglich gewesen, einen Spurhalteassistenten und die Erkennung von engen Lücken zu integrieren. Außerdem sollte der Notstopp-Taster durch einen Ultraschallsensor ersetzt werden, um den Einparkvorgang sicherer und zuverlässiger zu gestalten. So wäre das Einparken in unterschiedlichste Parklücken möglich. Das Wichtigste wäre jedoch eine bessere Zeitplanung gewesen.



Abbildung 7. Finale Konstruktion

VI. BILDVERZEICHNIS

- [1] Wikimedia, Abbildung 1. NXT 2.0 <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19070424> (Abruf: 03.06.2024)
- [2] Kreativkiste, Abbildung 2. Funktion des Ultraschallsensor <https://www.kreativkiste.de/ultraschall-abstandsmessung-einparkhilfe-arduino> (Abruf: 21.02.2024)