

Teilautonome Fußballspieler

Künstliche Intelligenz WS 08/09

Dipl-Inform. Ingo Boersch

Autoren

David Walter (20062059)

Stephan Dreyer (20062042)

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-------------------------------|----------|
| 1. Einleitung | Seite 3 |
| 2. Konstruktion | Seite 4 |
| 2.1. Plattform | Seite 4 |
| 2.1.1. Grundriss des Roboters | Seite 4 |
| 2.1.2. Radstellung | Seite 5 |
| 2.2. Getriebe | Seite 6 |
| 2.3. Ballführung | Seite 7 |
| 2.4. Sensoren | Seite 8 |
| 2.5. Ballerkennung | Seite 11 |
| 2.6. Sonstiges | Seite 11 |
| 3. Technische Übersicht | Seite 12 |
| 4. Programmierung | Seite 13 |
| 4.1. Umsetzung | Seite 13 |
| 4.2. Problemstellung | Seite 14 |
| 5. Fazit | Seite 15 |

1. Einleitung

Im Rahmen des Projekts Künstliche Intelligenz soll ein autonomes System auf Basis einer Plattform aus Legosteinen in Kombination mit einem AkSen-Board konstruiert und programmiert werden. Dieser Roboter hat die Aufgabe, ein Fußballspiel nach Regeln des RoboCup(FH) zu spielen.

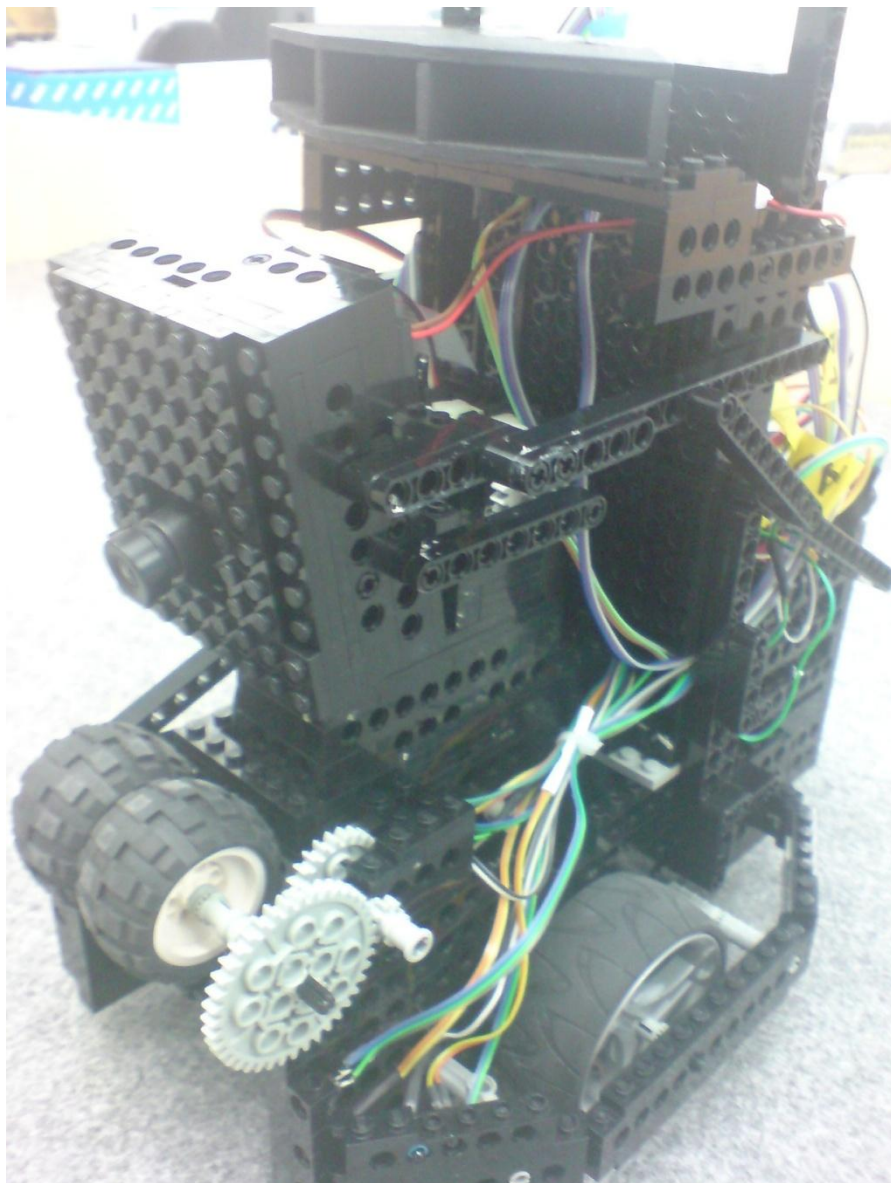


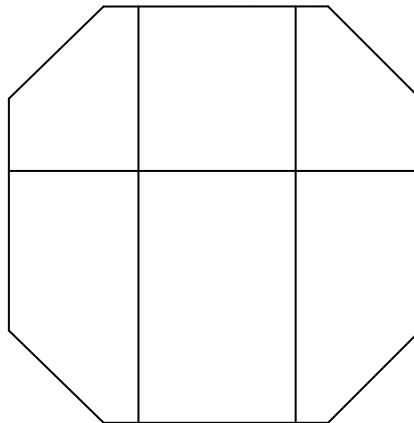
Abbildung unseres Roboters

2. Konstruktion

2.1. Plattform

2.1.1. Grundriss des Roboters

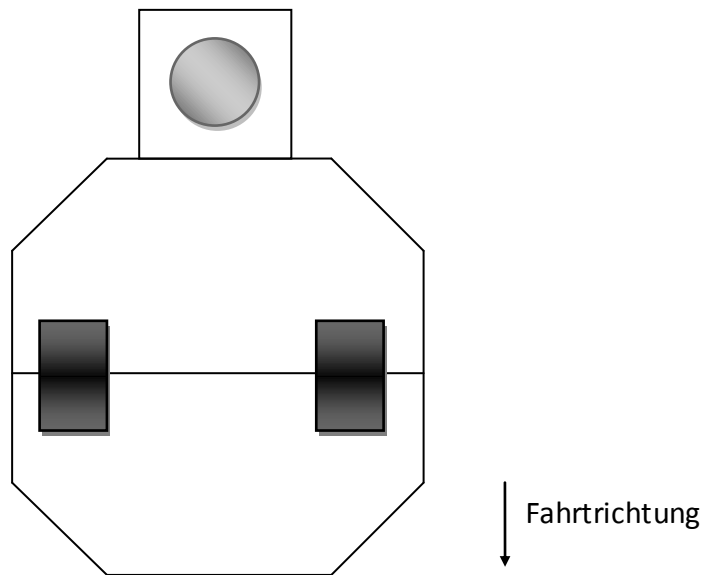
Als mögliche Grundlage für den Roboter wählten wir eine achteckige Form (zylinderähnlich), da diese eventuellen Kollisionsobjekten am wenigsten Widerstand bietet. So bleibt ein Roboter bei einer Drehung nicht so schnell an Hindernissen „hängen“. Eine weitere Anforderung an die Plattform ist eine gute Stabilität, welche wir mit Längs- und Querstreben realisierten.



2.1.2. Radstellung

Für die Anordnung der Räder gibt es mehrere verschiedene Möglichkeiten. Zum Beispiel könnte man 4 Räder verwenden, wobei 2 davon gelenkt sein müssen. Die Umsetzung einer lenkbaren Achse erfordert jedoch eine ausgefeilte Mechanik. Eine weitere Möglichkeit wäre es, nur 3 Räder zu verwenden, und lediglich eines lenkbar zu machen. Wir entschieden uns jedoch gegen eine dieser Möglichkeiten. Höchste Wendigkeit unter minimalem mechanischem Aufwand erreicht man, indem man die Hauptachse mit 2 voneinander unabhängig steuerbaren Rädern in die Mitte des Roboters verlagert. Die Lenkung des Roboters wird so durch eine Ansteuerung der beiden Motoren mit verschiedenen Drehzahlen oder Drehrichtungen realisiert.

Weiterhin benötigt man ein oder zwei Auflagepunkte, um ein Umkippen des Roboters zu verhindern. Da jeder Auflagepunkt auch mehr Reibung bedeutet, und wir diese so gering wie möglich halten möchten, entschieden wir uns für einen Auflagepunkt. Um die Reibung noch weiter zu minimieren, verwendeten wir statt eines einfachen Auflagepunkts einen Tischtennisball, welcher sich in einem Käfig in alle Richtungen bewegen kann.



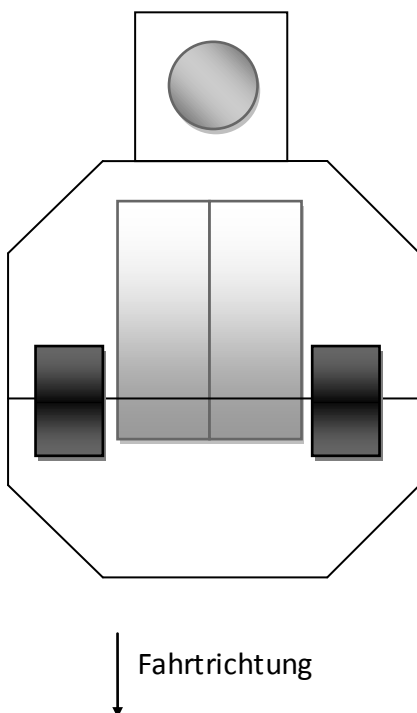
Mittels dieser Grundplattform ist der Roboter in der Lage, sich fast auf der Stelle zu drehen, der Wendekreis ist dabei sehr klein.

2.2. Getriebe

Die Elektromotoren des Roboters laufen mit einer sehr hohen Drehzahl. Das Drehmoment ist dabei doch eher gering. Da unser Roboter im Gegensatz dazu jedoch eher langsam und kraftvoll, also mit großem Drehmoment fahren soll, ist es erforderlich die Motordrehzahl zu untersetzen.

Für den Bau unseres Roboters wählten wir eine Untersetzung von 1:135 und bauten dann ein entsprechendes Getriebe. In diesem Getriebe fanden 8 Zahnräder Verwendung. Die einzelnen Übersetzungen der Zahnräder sind 8:24, 8:24, 8:24 und 8:40. Beim Bau des Getriebes ist darauf zu achten, dass die Zahnräder zwar nicht seitlich wegrutschen können, jedoch etwas Spiel im Bereich von 2-3mm haben, was die Reibung verringert.

Durch den hohen Platzbedarf der Getriebe (es sind zwei erforderlich, also für jede Seite eins) waren wir gezwungen, die Antriebsachse ein wenig nach vorn zu verlagern, was zwar Einbußen in der Wenigkeit bringt, auf der anderen Seite jedoch der Balance/Kippsicherheit zugute kommt.

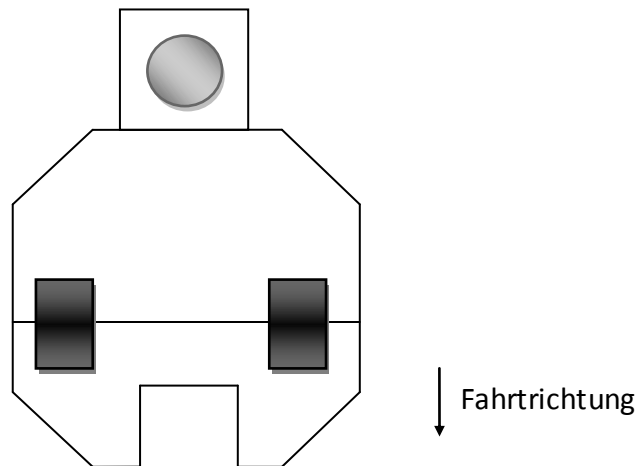


Unterbau des Roboters

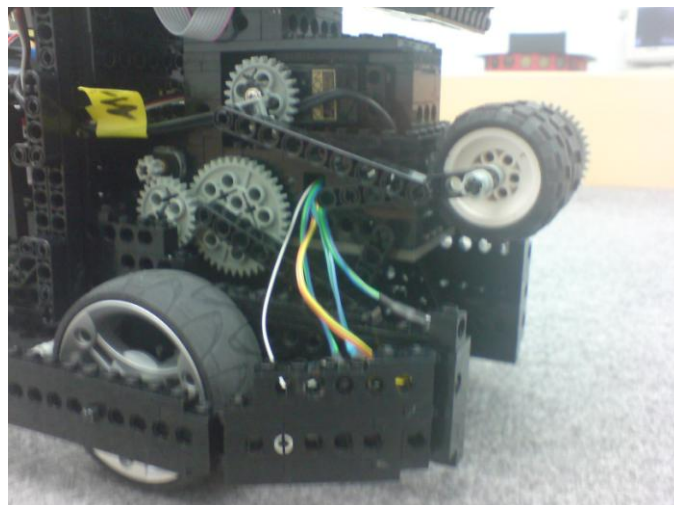
2.3. Ballführung

Hat der Roboter den Ball einmal gefunden, soll es ihm auch möglich sein, diesen zu transportieren, zu „führen“. Das Prinzip einer Ballführung ist, den Ball vor sich her zu schieben und ein seitliches Ausbrechen von diesem zu verhindern.

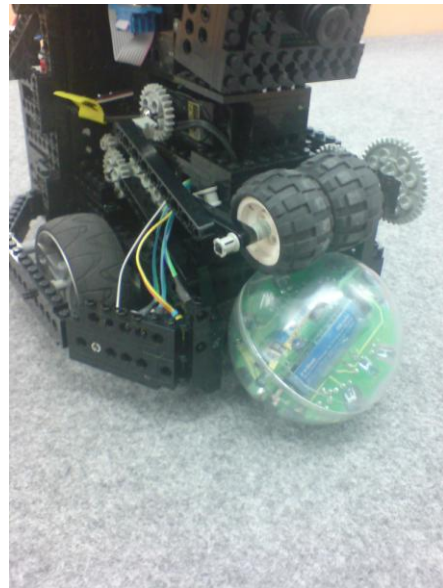
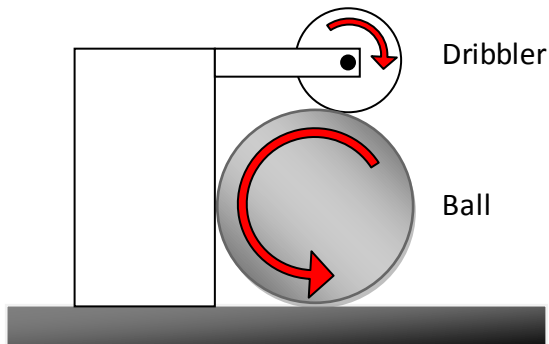
Eine Ballführung lässt sich umsetzen, indem man 2 hervorstehende Schienen am Roboter befestigt, oder eine Öffnung, in die der Ball passt in den Roboter baut. Wir haben die zweite Möglichkeit gewählt.



Um eine bessere Ballkontrolle zu erlangen, erweiterten wir die Ballführung durch einen sogenannten Dribbler. Ein Dribbler besteht aus 2 Rädern, die den Ball bei Kontakt in eine negative Drehung versetzen und so ein Wegrollen von diesem verhindern. Der Dribbler kann mittels eines Servos herunter- und hochgefahren werden.



Dribbler und Kicker



Dribbler mit Ball

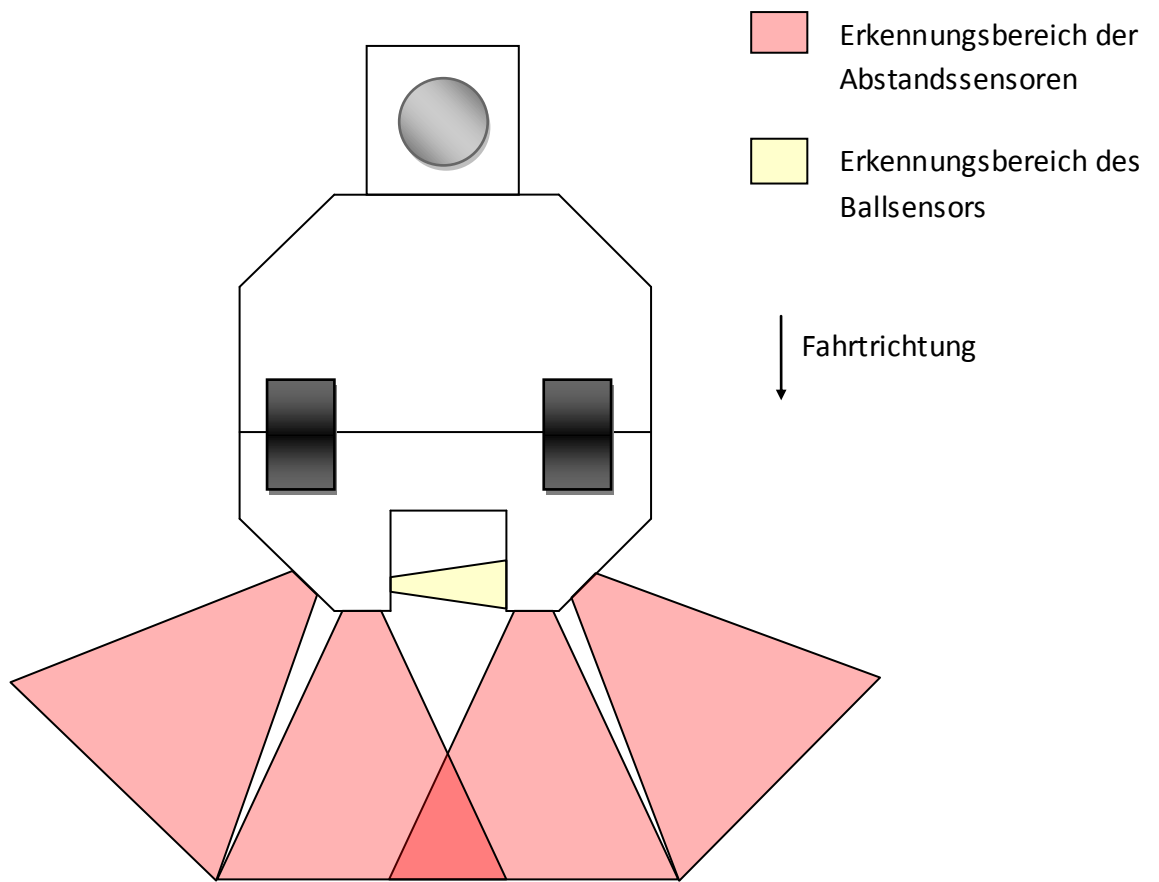
Um den Ball nach dem Dribbeln auch wieder freigeben zu können, beziehungsweise ihm gleich einen Stoß Richtung Tor zu versetzen, haben wir noch einen Kicker mit eingebaut. Er ist in der Lage, den Ball über eine größere Distanz (mindestens die Hälfte der Spielfeldlänge) mit hoher Richtungsgenauigkeit in das Tor zu schießen, indem ein Elektromotor mit einer sehr geringen Untersetzung kurz eingeschaltet wird.

2.4. Sensoren

Da der Roboter nicht blind unterwegs sein soll, sondern sich in seiner kleinen Welt, dem Fußballtisch, auch orientieren muss, braucht er Sensoren. Zur Verfügung standen Infrarot- und Sonarsensoren sowie eine Kamera. Da die Abstandsmessung mittels Infrarotsensoren bei richtiger Umsetzung relativ Zuverlässig und leicht zu implementieren ist, entschieden wir uns für die Infrarotsensoren. Auch eine Kamera zur Ballerkennung findet bei unserem Roboter Verwendung.

An der Vorderseite unseres Roboters befinden sich 4 Infrarotsensoren zur Abstandsmessung, 2 davon sind direkt nach vorne gerichtet, die anderen 2 sind seitlich ausgerichtet. Diese dienen der Messung des Abstands zu Umgebungsobjekten wie Banden und anderen Robotern.

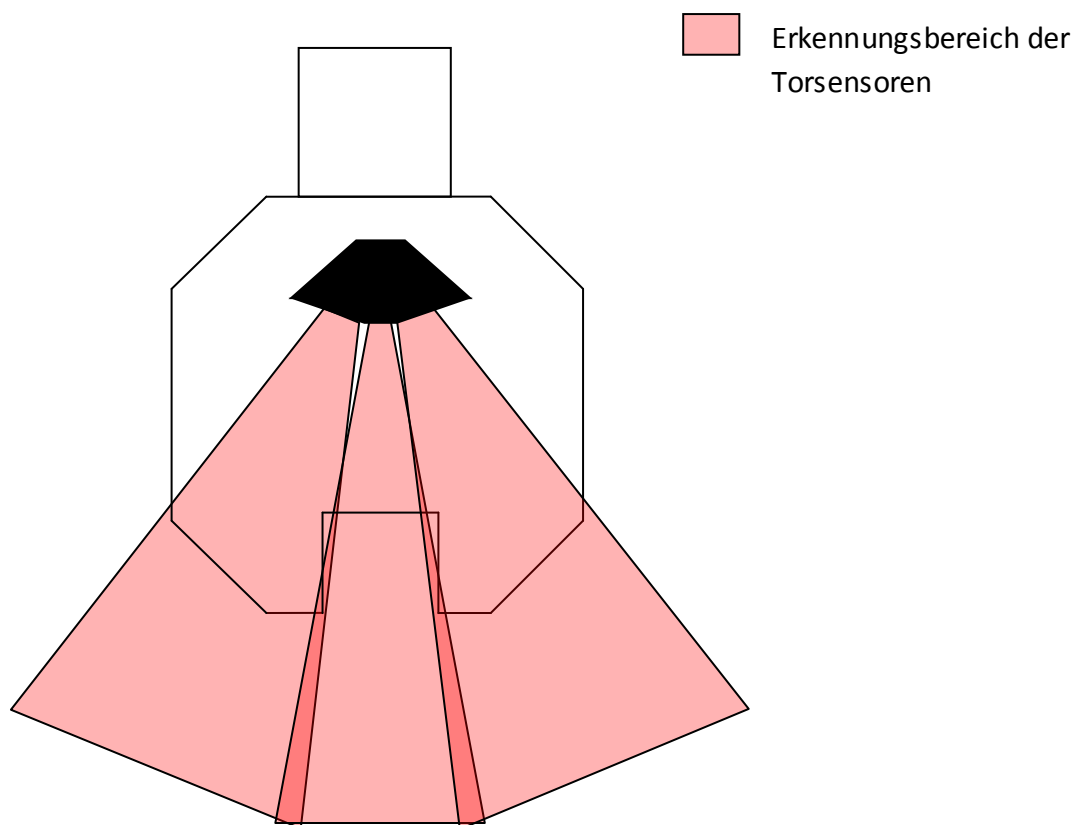
Ein weiterer Infrarotsensor befindet sich an der Innenseite der Ballführung, seine Aufgabe ist es, zu ermitteln wann der Roboter den Ball führt.



Zur Erkennung des anzuspielenden Tores sind über den beiden Toren aktive Landmarken, sogenannte Beacons befestigt, die gepulstes Infrarotlicht mit verschiedenen Frequenzen aussenden. Zur Erkennung dieser Beacons besitzt unser Roboter 3 Infrarotsensoren in Beaconhöhe, die auch nach vorn gerichtet sind.



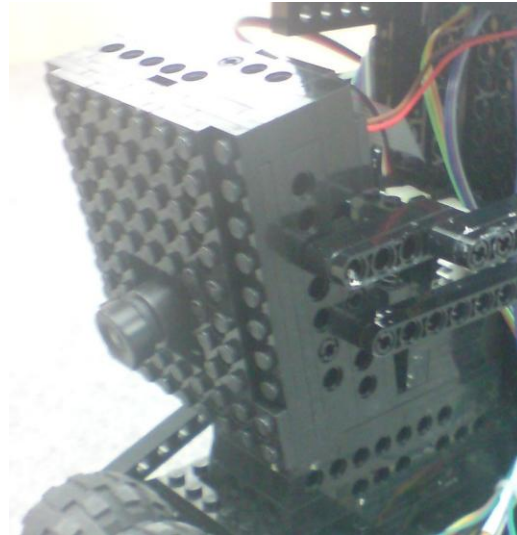
Sensorbatterie zur Toreerkennung



Obere Sensoren des Roboters

2.5. Ballerkennung

Die Erkennung des Balls erweist sich als größeres Problem. Der Ball zeichnet sich dadurch aus, dass er konstant Infrarotlicht in alle Richtungen aussendet. Dieses Infrarotlicht kann man nun erkennen, indem man mit Infrarotsensoren allgemein nach Infrarotlicht sucht, oder mit einer Kamera speziell nach einer gewissen Form sucht. Wir entschieden uns, die bis dahin unerprobte Variante mit der Kamera umzusetzen. Die Kamera wurde so programmiert, dass sie dem AkSenboard immer die Breite und Position sendet, sobald sie Infrarotlicht sieht.



CMUcam3 zur Ballerkennung

An der Breite lässt sich dann feststellen, ob es ein Ball ist und an der X-Position lässt sich bestimmen, in welche Richtung der Roboter fahren muss, um diesen zu erreichen.

2.6. Sonstiges

Da bei unserem Roboter viel Technik auf engstem Raum verbaut ist, waren wir gezwungen, das AkSen-Board hochkant an der Rückseite einzubauen. Darunter befinden sich die beiden 6V Akkus, die auch als Gegengewicht für die Front dienen.



Hinteransicht des Roboters

3. Technische Übersicht

2 x 6V (je 5 * 1.2V) Akkumulator

1 x AkSen-Board

1 x Tischtennisball

1 x CmuCam3

4 Räder

- 2 große Antriebsräder
- 2 kleine Gummiräder am Dribbler

4 Elektromotoren

- 2 für den Antrieb
- 1 für den Dribbler
- 1 für den Kicker

4 Getriebe:

- 2 x 8 Zahnräder mit einer Übersetzung von 1:135
- 2 x 4 Zahnräder mit einer Übersetzung von 1:25

2 Servomotoren

- 1 für Höhenverstellung des Dribblers
- 1 für Höhenverstellung der Kamera

5 x Infrarotsender

- 1 für Lichtschranke für Ballerkennung
- 4 für Objekterkennung zum Ausweichen

8 x Infrarotempfänger

- 1 für Lichtschranke
- 4 für Objekterkennung zum Ausweichen
- 3 für Toreerkennung

1 x Taster

- Als Kontaktschalter für den Kicker

4. Programmierung

4.1. Umsetzung

Damit der Roboter Fußball spielen kann benötigen wir eine entsprechende Software, die die Sensordaten auswertet und daraus eine Reaktion in Form von Motorbefehlen bestimmt.

Für die Auswertung der Sensordaten wurden eigene Funktionen geschrieben, bei denen es um Torerkennung, Ballerkennung und Hinderniserkennung geht.

`detect_ball()`, `goal_detect()`, `avoid_crash()`,
`check_got_ball()`

Diese Funktionen werten die Sensordaten aus. Falls die Ballerkennung einen Ball erkennt werden Motorwerte in globalen Variablen gespeichert und ein Flag „Ball wurde erkannt“ wird gesetzt. Genauso haben die Funktionen `goal_detect` und `avoid_crash` solche globale Variablen und Flags, die bei Bedarf gesetzt werden.

Für die Messung mit den Infrarotempfängern wird eine Differenzmessung durchgeführt. Dabei wird eine Messung bei deaktivierten Infrarotsendern durchgeführt, um den Infrarotanteil der Umgebungsbeleuchtung zu messen. Dieser Wert wird dann von dem Messwert mit eingeschaltetem Infrarot abgezogen. Dies war nötig um bei starkem Sonnenlicht, eine Erkennung von Hindernissen zu gewährleisten.

Das Hauptprogramm läuft in einer Endlosschleife und steuert die Motoren, je nach gesetzten Flags, mit den entsprechenden Motorwerten an. Am Anfang eines jeden Schleifendurchlaufs werden die Auswertungsfunktionen aufgerufen, um die aktuelle Situation auszuwerten und dementsprechende Steuervariablen und Flags zu speichern.

Im eigentlichen Hauptprogramm werden lediglich die Flags abgefragt und damit nur die gerade relevanten Motorbefehle ausgeführt.

Wenn der Roboter den Ball hat, dreht und fährt er Richtung Tor ohne Hindernissen auszuweichen um dann mit Hilfe des Kickers aufs Tor zu schießen. Hat der Roboter den Ball nicht und erkennt diesen mit Hilfe der Kamera, fährt er auf den Ball zu ohne Hindernissen auszuweichen. Hat der Roboter den Ball nicht und sieht diesen auch nicht, werden Hindernisse beachtet und die Motoren mit den Steuervariablen aus `avoid_crash` angesteuert.

4.2. Problemstellung

Bei dieser Programmstruktur trat folgendes Problem auf:

Wenn der Roboter auf den Ball zufährt, erkennt die Kamera den Ball, solange er nicht vom Dribbler verdeckt wird und sich schon beinahe in der Ballführung befindet. In diesem Moment sind die Flags „sehe Ball“ und „habe Ball“ nicht gesetzt und somit tritt die Kollisionsvermeidung in Kraft. Dh.: Der Roboter hat sich dem Ball angenähert um dann, kurz bevor er den Ball hatte, diesem auszuweichen.

Mit Hilfe eines neuen Flags „Ball gesehen“ und einer Variable, die die letzte gesehene Ballposition speichert, wird nun vor der Kollisionsvermeidung entschieden, ob der Roboter weiter geradeaus fährt oder dem Hindernis ausweicht.

5. Fazit

Die Erarbeitung einer Lösung für das Problem Roboterfußball hat viel Spaß gemacht, auch wenn man mit jedem Fortschritt auf neue Probleme trifft und diese meist umfassender sind, als gedacht. Die eigentliche Konstruktion des Roboters nahm mindestens die Hälfte der Zeit in Anspruch, da wir viele Ideen umgesetzt haben. So verwenden wir im Gegensatz zu uns bisher bekannten Legorobotern einen Dribbler und einen Kicker.

Die Umsetzung einer funktionierenden Software und die Konfiguration der einzelnen Komponenten hat uns in der 2. Hälfte des Projekts beschäftigt. Wobei man die angestrebte Perfektion nicht erreichen kann, da die Sensordaten zu ungenau, die Motorenleistung der beiden Antriebsmotoren zu unterschiedlich und der Sichtbereich der Kamera zu klein sind.

Hinzu kommt, dass nach der Konstruktion ein zusätzlicher Balltyp mit einem geringeren Durchmesser zur Debatte stand. Um diesen kleineren Ball mit dem Roboter führen zu können, müssten wir gravierende Änderungen am Roboter vornehmen, auf Grund der kompakten Anordnung von Antriebsgetrieben, Kicker, Dribbler und deren Getrieben.

Fight!!!

