

BohleBots Quadro

Saison 2020/21

Nachdem wir, das Team Quadro der BohleBots, bestehend aus Julien Heikaus, David Stiebel, Conrad van Hall und Jannis Widmer, in der Saison 2017/18 Europameister und [2018/19](#) Vize-Weltmeister in der Leightweight League 2v2 (im Folgenden nur „LWL“) des RoboCup Junior geworden sind, haben wir uns dazu entschlossen in die 2v2 Open League (im Folgenden nur „Open“) zu wechseln.

Diese Liga hebt durch einen passiven, lediglich orangefarbenen Spielball verglichen mit dem aktiv, Licht des Infrarotbereiches emittierenden Balls der LWL die Ansprüche an die Sensorik und Planung des Roboters, welcher zudem, durch eine Änderung des Regelwerkes, auf unter 63% des vorherigen Volumens schrumpfen muss, auf ein neues Komplexitätslevel.

Inhaltsverzeichnis

1 übernommene Basis von Saison 2019/20.....	3
1.1 Grundaufbau.....	3
1.2 Antrieb.....	3
1.3 Sensorik.....	3
1.3.1 Lichtschranke.....	3
1.3.2 Bodensensor.....	3
1.3.3 Kompass.....	4
1.4 Software.....	4
1.4.1 Taktik.....	4
1.4.2 Spielmodi.....	4
1.4.3 weitere Besonderheiten.....	4
1.5 CPU: ESP-32.....	5
1.6 CAN-Bussystem.....	5
2 Veränderungen in Saison 2020/21.....	5
2.1 Sensorik.....	5
2.1.1 Kamera mit Spiegelsystem.....	5
2.2 Weitere Hardware.....	6
2.2.1 Kicker.....	6
2.2.2 Stromversorgung.....	6
2.3 Software.....	6
2.3.1 Künstliche Intelligenz.....	6
2.3.2 Spielmodi.....	7
3 Aktueller Entwicklungsstand.....	7
3.1 Kohlefaserkarosserie.....	7
3.2 Dribbler.....	7
3.3 Positionierung des Roboters auf dem Feld.....	8

1 übernommene Basis von Saison 2019/20

1.1 Grundaufbau

Grundsätzlich sind beide Roboter zu erst identisch.

Jeder Roboter besitzt eine Karosserie 3.1 in der Motoren, Räder, eine 3D-Druck-Verkleidung inkl. einer Ballschale zum schieben des Balles und die Sensorik zur Erkennung der Begrenzungslinien im Feld 1.3.2 integriert sind.

Darüber befindet sich letztendlich nur der Dribbler 3.2, die [Bedienelemente](#) (Taster und Status-LEDs) und das Kamera- und Spiegelsystem 2.1.1 sowie ein Griff.

1.2 Antrieb

Unsere 2 Roboter stehen auf 4 Omni-Direction-Wheels, welche rotations- und doppelt achsensymmetrisch angeordnet sind.

Über die letzten Jahre konnten wir den potentiellen Stabilitätsnachteil von 4 gegenüber 3 Rädern, durch einen präzisen und widerstandsfähigen Karosseriebau ausschließen, sodass wir mit 4 Rädern den für uns optimalen Kompromiss aus Bodenhaftung, Stabilität, Agilität und Raumeffizienz finden konnten.

Die 4 Räder sind zusätzlich für optimale Bodenhaftung mit je versetzt angeordneten X-Ringen aus Gummi versehen, sodass die Auflagefläche der Räder auf dem Feld maximiert wird.

Diese in Kooperation mit unseren Sponsoren entwickelten und angefertigten Räder werden durch [Brushless-Motoren](#) in Bewegung versetzt, welche durch passende [Motortreiber](#) angetrieben werden.

Zu Informationen über die Befestigung im Roboter siehe 3.1.

1.3 Sensorik

1.3.1 Lichtschranke

Da die Ballerkennungssensorik 2.1.1 zur zentimetergenauen Bestimmung des relativen Ballabstandes nicht exakt genug ist, benutzen wir eine Lichtschranke (physikalisch gesehen ein Spannungsteiler) um abfragen zu können ob der Ball in der Ballschale und damit in Reichweite des Kickers 2.2.1 ist.

1.3.2 Bodensensor

Das gesamte Spielfeld ist durch weiße Linien auf dem sonst grünen Fließteppich begrenzt. Um zu verhindern, dass ein Roboter das Spielfeld verlässt, müssen diese Begrenzungen erkannt werden.

Diese Aufgabe übernimmt eine oktagonförmige [Platine](#) mit je 4 Paaren aus LED und RGB-Lichtsensoren pro Seite, sodass letztendlich jeder Roboter über 32 RGB-Sensoren, welche vor Allem über den Rotanteil im Licht, welches von den auf den Bodengerichteten LEDs ausgestrahlt wird, erkennen können ob sie gerade über einem grünen Boden (beliebige Position im Spielfeld) stehen oder über einer weißen Fläche, also der Spielfeldbegrenzung stehen.

Durch die gleichmäßige Anordnung und individuelle Auslesung der Sensoren lässt sich in der Software zusätzlich bestimmen in welcher Richtung sich die Begrenzung relativ zum Roboter befindet.

1.3.3 Kompass

Um zu wissen wie der Roboter im Feld zur Mittelachse der beiden Tore gedreht ist, nutzen wir den [CMPS14](#).

Anhand des Erdmagnetfeldes und einem Gyroskop bestimmt dieser die Rotationsabweichung zu der genannten Achse.

1.4 Software

1.4.1 Taktik

Der Grundgedanke der Taktik ist möglichst schnell und gleichzeitig präzise hinter den Ball zu gelangen und dabei mit Hilfe der Sensorik immer auf das gegnerische Tor gerichtet zu bleiben, so dass dann der Ball theoretisch nur nach vorne ins Tor geschoben werden muss.

1.4.2 Spielmodi

Je nach Spielsituation ist es hilfreich, auf verschiedene Varianten der Taktik zurück greifen zu können.

Diese Varianten sind grundsätzlich in 2 Kategorien einzuteilen einmal den Stürmer und einmal den Torwart. Die jeweilige Charakteristik sollte verständlich sein.

1.4.3 weitere Besonderheiten

Um in jeder Spielsituation, je nach Spielmodus, die besten Entscheidungen zu treffen, kommunizieren beide Roboter miteinander per Bluetooth.

Dadurch ist es möglich per Software beispielsweise dazu zu sorgen, dass wenn der Torwart den Ball bekommt er zum Stürmer wird und der andere Roboter zum Torwart.

Ebenfalls kann der eine Torwart bspw. dem Stürmer mitteilen wo sich aus Torwartsicht der Ball befindet, sodass der Stürmer unter Einbezug der Position im Feld 3.3 zum Ball gelenkt werden kann ohne, dass dieser den Ball selbst sieht (z.B. durch gegnerischen Roboter verdeckt).

1.5 CPU: ESP-32

Über die letzte Saison konnten wir feststellen, dass der [Esp32](#) als Prozessor für unsere Platinen günstig und leistungsstark ist.

Durch Eigenschaften wie das EEPROM, das integrierte Wi-Fi, das integrierte Bluetooth und die Kompatibilität mit Arduino als Programmierumgebung ist er für uns optimal geeignet und ist gleichmehrfach im Roboter verbaut; 1x auf der Bedienplatine, 1x auf der Motortreiber- und Stromversorgungsplatine und 1x auf der Platine für die Linienerkennung am Boden.

1.6 CAN-Bussystem

Nachdem wir in vergangenen Saisons immer wieder Erfahrungen mit langsamen oder störanfälligen Bussystemen, zur Kommunikation der Platinen untereinander, gemacht haben, sind wir vor über 2 Jahren auf den seit dem zuverlässigen [CAN-Bus](#) gestoßen.

Dieser ist darauf ausgelegt in einem Multimaster-System, wie wir es verbaut haben, zuverlässig und schnell zu funktionieren, was uns perfekt zu Gute kommt.

2 Veränderungen in Saison 2020/21

2.1 Sensorik

2.1.1 Kamera mit Spiegelsystem

Wie bereits erwähnt befindet sich der Roboter auf einem Spielfeld mit einem passiven orangenen Spielball. Zudem sind die beiden Tore gelb und blau.

Um diese Objekte zu erkennen, benutzen wir, da 360-Grad-Kameras verboten sind, die [Oak1-Cam](#) mit einem Spiegelsystem.

Damit die Kamera eine möglichst gute Rundumsicht besitzt, ist sie vertikal zentriert auf einen konischen Spiegel, mit abgerundeter Spitze.

Dieser Spiegel wird durch einen Acrylglaszylinder über der Kamera gehalten.

Die gesamte Konstruktion ist durch zahlreiches Testen mit verschiedenen Abständen, Spiegelneigungswinkeln und Spiegeldurchmessern zu dem heutigen, sehr zu Frieden stellenden Ergebnis gekommen.

2.2 Weitere Hardware

2.2.1 Kicker

Um den Ball nicht nur schieben sondern auch, in den Strafraum oder zwischen den gegnerischen Robotern hindurch schießen zu können, besitzt unserer Roboter einen horizontal ausgerichteten Elektromagneten.

Ein Schuss wird also dadurch herbei geführt werden, dass ein Strom an die Elektromagnetspule angelegt wird, was den magnetischen Eisenkern, an dem eine lange Stange angebracht ist, nach vorne in Richtung des Balls beschleunigt wird.

Aufgrund des geringen Maximaldurchmessers und dem damit verbundenen Platzmangel im vorderen Bereich des Roboters, haben wir uns dazu entscheiden den Kicker zwischen dem hinteren Motorenpaar unterzubringen und mit einer langen Stange über die gesamte Längsachse des Roboters dem Ball in der frontal zentralen Ballschale den Impuls weiterzugeben.

2.2.2 Stromversorgung

Im Gegensatz zur LWL dürfen in Open bis 16V Spannung verwendet werden, welche wir durch 4 [Akkuzellen von Samsung](#) in je 2 Paaren pro Roboter herbei führen.

Die selbe [Platine](#), die für die Motorenansteuerung zuständig ist, besitzt auch die nötigen elektronischen Bauteile um jedes weitere Schaltungselement mit der nötigen Betriebsspannung zu versorgen.

2.3 Software

2.3.1 Künstliche Intelligenz

Innerhalb des Bildes vom Spielfeld welches wir über die Sensorik 2.1.1 bekommen, müssen der Ball und die beiden Tore erkannt werden.

Hierzu nutzen wir eine künstliche Intelligenz für Object Detection auf Basis von [YOLOv4-tiny](#) mit [Darknet](#).

Diese K.I. läuft direkt intern auf der [von uns verwendeten Kamera](#) und wurde von uns mit selbst aufgenommenen und selbst gelabelten Trainingsdatensets trainiert.

2.3.2 Spielmodi

Zusätzlich zu den bereits angesprochenen Grundarten von Spielmodi 1.4.2 haben wir diese Saison den Stürmer noch differenzierter betrachtet.

So besitzen wir neben dem klassischen Torwart und Stürmer auch noch einen Verteidiger, welcher der Grundtaktik 1.4.1 entsprechend handelt, aber eher auf sichere Chancen wartet und somit defensiver und vorsichtiger spielt als der klassische Stürmer.

Des Weiteren können wir mit einem Dribbler 3.2 von der Grundtaktik hinter den Ball zu fahren abweichen und z.B. rückwärts auf das gegnerische Tor fahren um den gegnerischen Roboter den Zugriff auf den Ball zu erschweren oder den Ball sogar aktiv vom Gegner wegdrehen, sodass die Roboter mit ihrem „Rücken“ den Ball abschirmen.

Dies stellt einen vierten Spielmodus dar.

3 Aktueller Entwicklungsstand

3.1 Kohlefaserkarosserie

Im Vergleich zur letzten Saison besitzen unsere Roboter eine Karosserie aus Kohlefaser (im Folgenden „Carbon“) anstatt aus Aluminium oder Alu-Dibond.

Aufgrund des höheren Verhältnis von Stabilität zu Masse und Volumen, konnten wir durch dieses Upgrade sowohl mehr Raum im ohnehin sehr engen Karosseriebereich der Roboter gewinnen als auch an Masse gewinnen ohne an Stabilität zu verlieren.

3.2 Dribbler

Über die letzten Saisons war unsere Idee immer den Ball zu schieben, da man den Ball nicht festhalten darf.

Doch versetzt man den Ball bspw. durch eine rotierende Walze mit genug Haftung und Geschwindigkeit in Bewegung, so ist es möglich, dass ein Roboter um die eigene Achse drehen kann ohne den Ball zu verlieren.

Dadurch wird es grundsätzlich die Möglichkeit, dass ein gegnerischer Roboter unserem den Ball abnimmt, verringert.

Vor Allem bietet dieser Zugewinn an Kontrolle über den Ball aber Raum für neue Taktikansätze 2.3.2.

3.3 Positionierung des Roboters auf dem Feld

Eine der Programmierherausforderungen bzgl. der Roboter ist die richtige Wahl der Geschwindigkeit, denn ein ca. 2kg Roboter mit Allradantrieb ist mit 16V ziemlich übermotorisiert, sodass die Frage nicht lautet „Wie schnell können wir fahren?“ sondern „Welche Geschwindigkeit kriegen wir noch abgebremst um nicht das Spielfeld zu verlassen?“.

Ein Ansatz dies zu vereinfachen ist die Überarbeitung des Antriebs, wie wir es bereits getan haben 1.2.

Ein anderer ist es grundsätzlich zu wissen wo der Roboter sich auf dem Feld befindet, sodass er abbremst bevor die Sensorik die Begrenzungslinie 1.3.2 überhaupt erst erkennt.

Mit Hilfe der zuverlässigen Daten bzgl. der Position der Tore und des Balls 2.3.1 lassen sich durch komplexe oder linear algebraische Mathematik und der Trigonometrie die Position des Roboters auf dem Spielfeld berechnen.

Da diese Rechnungen noch in aktiver Entwicklung sind, sind zu diesem Zeitpunkt keine genaueren Ausführungen möglich.