

Realisierung eines Vier-Gewinnt Roboter

Mithilfe von Lego Spike und Mirco Python

Studienarbeit T3_3100

Studiengang Elektrotechnik

Studienrichtung Automation

Duale Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg, Campus Friedrichshafen

von

Patrik Peters / Simon Gschell

Abgabedatum:	26. Dezember 2024
Bearbeitungszeitraum:	10.10.2024 - 13.06.2025
Matrikelnummer:	187 /0815
Kurs:	TEA22
Betreuerin / Betreuer:	Prof. Dr. ing Thorsten Kever

Erklärung

gemäß Ziffer 1.1.14 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017 in der Fassung vom 24.07.2023.

Ich versichere hiermit, dass ich meine Studienarbeit T3_3100 mit dem Thema:

Realisierung eines Vier-Gewinnt Roboters

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Musterstadt, den 26. Dezember 2024

Patrik Peters / Simon Gschell

Kurzfassung

In der vorliegenden Studienarbeit wird die Entwicklung eines Roboters für das Spiel „Vier gewinnt“ unter Verwendung des LEGO Spike Prime Systems behandelt. Ziel des Projekts ist es, einen Roboter zu entwerfen, der in der Lage ist, autonom die Rolle eines menschlichen Gegners im Spiel „Vier gewinnt“ zu übernehmen. Der Roboter soll nicht nur die Spielzüge des menschlichen Mitspielers erkennen und darauf reagieren, sondern auch selbstständig Spielsteine in das Spielfeld einwerfen und sicherstellen, dass das Spielfeld für den nächsten Zug bereit ist. Dies erfordert eine präzise Steuerung des Roboters, insbesondere beim Platzieren der Spielsteine, sowie die Fähigkeit, das Spielfeld zu überwachen, um die Position der bereits gesetzten Steine zu erkennen. Das Projekt umfasst verschiedene technische und organisatorische Aspekte. Dazu gehört die mechanische Konstruktion des Roboters, einschließlich des Mechanismus zum Einwerfen der Spielsteine und die Überwachung des Spielfelds, sowie die Entwicklung der Software, die die Spielzüge und das Verhalten des Roboters steuert. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Sensorik: Der Roboter muss in der Lage sein, die aktuelle Spielsituation durch Farbsensoren zu erfassen, um zu wissen, welche Felder im Spielfeld bereits besetzt sind und wo er seinen nächsten Spielstein platzieren kann. Zum Abschluss des Projekts wird ein kleines Turnier organisiert, bei dem die von verschiedenen Teams entwickelten Roboterlösungen gegeneinander antreten. Dies bietet die Möglichkeit, den Roboter unter realen Bedingungen zu testen und seine Fähigkeiten im direkten Vergleich mit den Lösungen der anderen Kommilitonen zu messen. Um zusätzliche Motivation zu schaffen, wird die beste Lösung am Ende prämiert, was den Wettbewerbsgedanken fördert und den Anreiz erhöht, effektive Lösungen zu entwickeln.

Abstract

This student research project deals with the development of a robot for the game “Four Wins” using the LEGO Spike Prime system. The aim of the project is to design a robot that is capable of autonomously assuming the role of a human opponent in the game “Four Wins”. The robot should not only recognize the moves of the human opponent and react to them, but also independently place pieces on the playing field and ensure that the playing field is ready for the next move. This requires precise control of the robot, especially when placing the pieces, as well as the ability to monitor the playing field in order to recognize the position of the pieces already placed. The project involves various technical and organizational aspects. These include the mechanical design of the robot, including the mechanism for inserting the tiles and monitoring the playing field, as well as the development of the software that controls the moves and behavior of the robot. Another important point is the sensor technology: the robot must be able to detect the current game situation using color sensors in order to know which squares in the playing field are already occupied and where it can place its next piece. At the end of the project, a small tournament is organized in which the robot solutions developed by different teams compete against each other. This offers

Translated with DeepL.com (free version)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen des Spiels Vier Gewinn	2
2.1	Spielregeln und Spielablauf	2
2.2	Historischer Hintergrund	5
2.3	Mathematische Eigenschaften des Spiels	5
3	Spieltheoretische Grundlagen	6
3.1	Definition und Konzepte der Spieltheorie	6
3.2	Klassifikation von Spielen	6
3.3	Relevante spieltheoretische Konzepte für Vier Gewinn	6
4	Analyse von Vier Gewinn aus spieltheoretischer Sicht	7
4.1	Darstellung des Spiels in Normalform und Extensivform	7
4.2	Strategien und Gleichgewichte	7
4.3	Komplexität des Spielbaums	7
5	Lösungsansätze für Vier Gewinn	8
5.1	Optimale Strategien	8
5.2	Heuristische Ansätze	8
5.3	Computergestützte Lösungen und Algorithmen	8
6	Anwendung der Spieltheorie auf Vier Gewinn	9
6.1	Analyse von Spielsituationen	9
6.2	Berechnung von Gewinnwahrscheinlichkeiten	9
6.3	Entwicklung von Spielstrategien	9

Inhaltsverzeichnis

7 Zusammenfassung	10
Literaturverzeichnis	11
Abbildungsverzeichnis	12
Tabellenverzeichnis	13
.1 9.Oktober.2024	14

1 Einleitung

2 Grundlagen des Spiels Vier Gewinnt

2.1 Spielregeln und Spielablauf

Das originale Spiel 4Gewinnt besteht aus einer Rasterwand mit sechs Zeilen und sieben Spalten, also 42 Löchern. Außerdem besteht es aus 21 roten Spielchips und 21 gelben Spielchips. 4Gewinnt lässt sich nur zu zweit spielen. Ziel des Spieles ist es, vier Spielchips einer Farbe in eine Reihe (waagrecht, senkrecht oder diagonal) zu bringen. Der jüngste Spieler beginnt das Spiel. Der Spieler, der an der Reihe ist, wirft einen Spielstein seiner Farbe durch die Öffnung der Rasterwand, wo durch der gespielte Stein auf den untersten freien Platz in der Spalte fällt. Danach ist der andere Spieler an der Reihe. Die Spieler werfen so lange ihre Spielchips in das Raster, bis einer das Ziel erreicht hat oder alle 42 Felder belegt sind. Für den Fall, dass alle 42 Felder des Rasters belegt sind, endet das Spiel unentschieden. Um ein neues Spiel zu starten, muss ein Spieler die Steine aus dem Raster fallen lassen. Diese werden dann wieder unter den Spielern aufgeteilt und eine neue Runde 4Gewinnt kann beginnen[Has20].

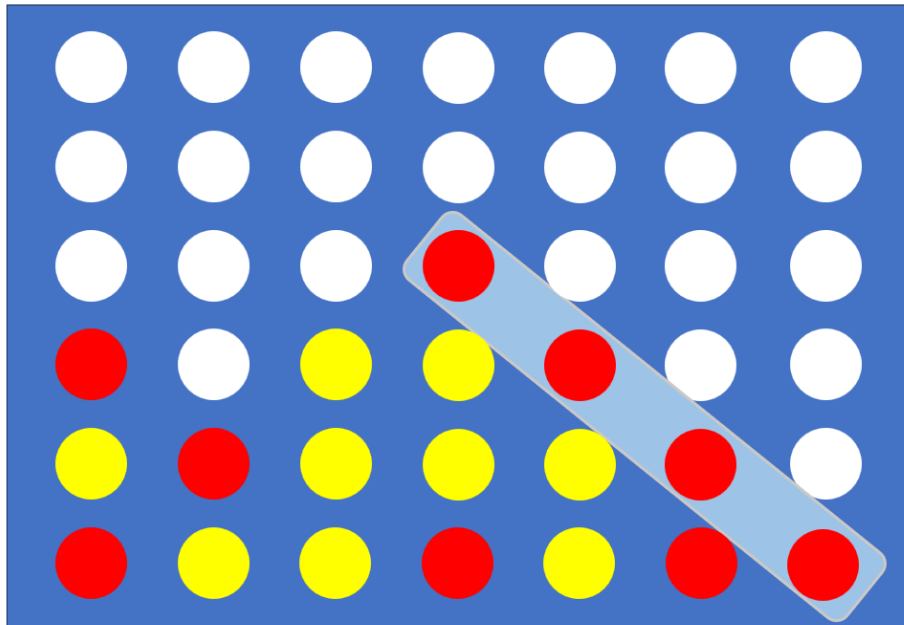


Abbildung 2.1: Vier rote Steine diagonal im Raster

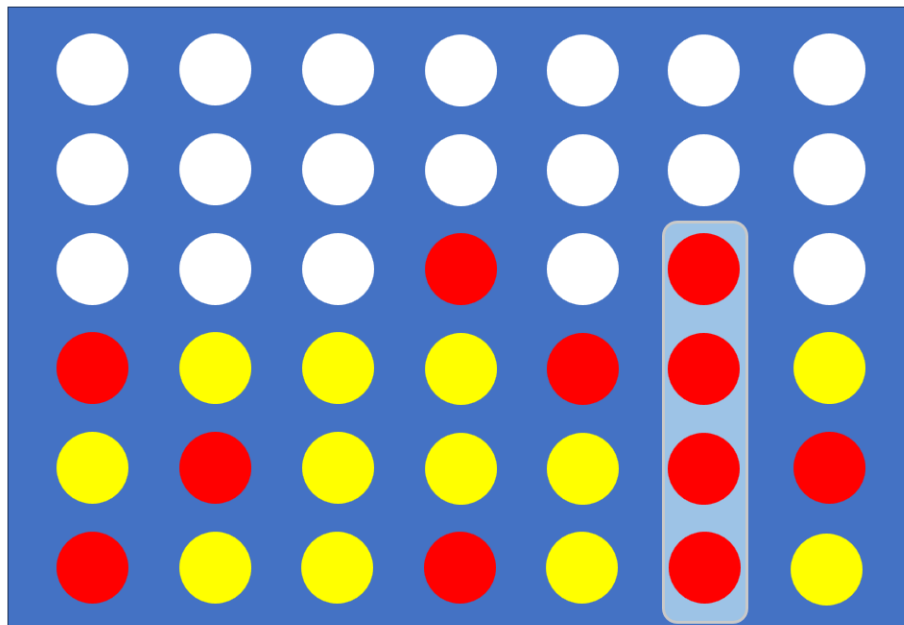


Abbildung 2.2: Vier rote Steine senkrecht im Raster

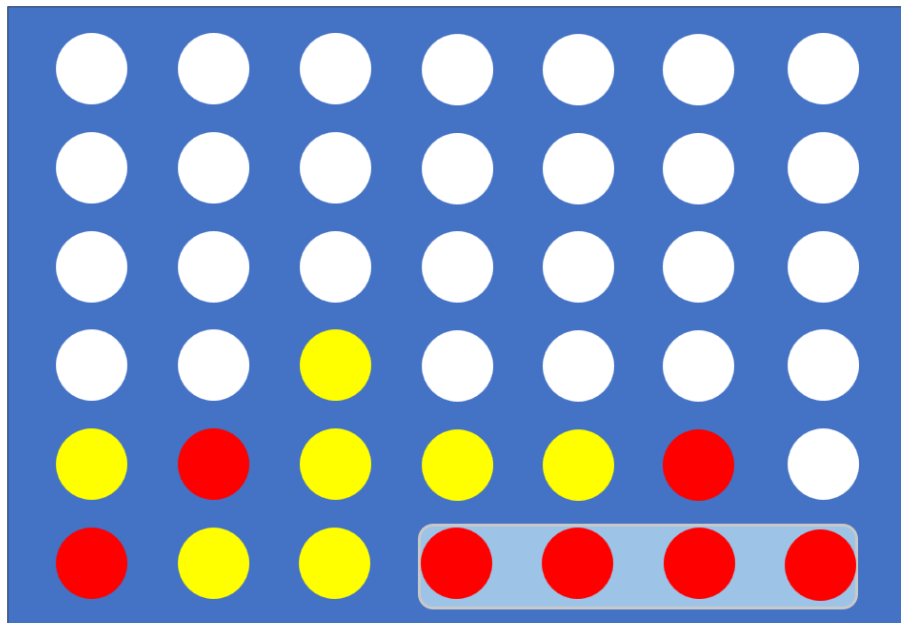


Abbildung 2.3: Vier rote Steine waagrecht im Raster

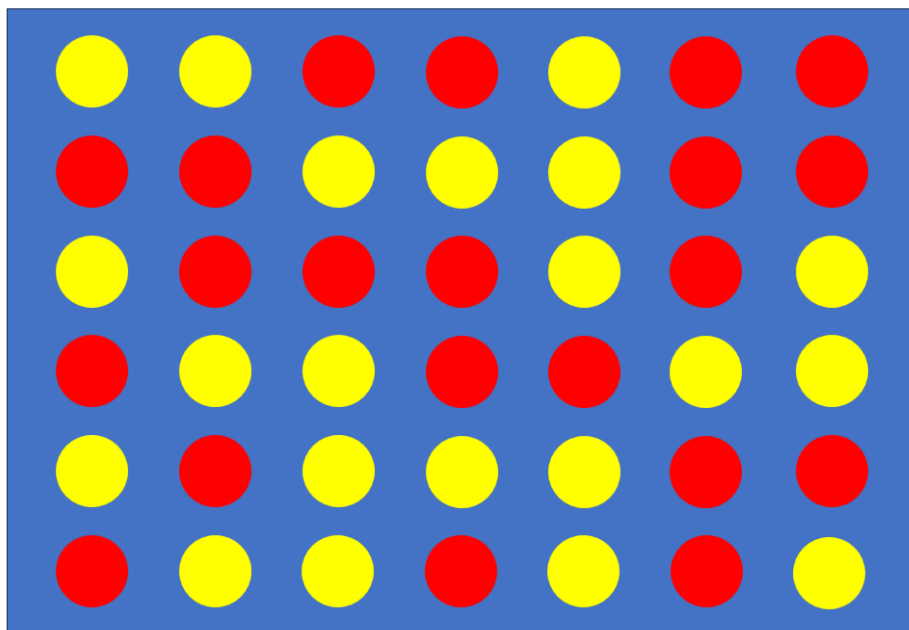


Abbildung 2.4: Unentschieden - es kam keine vierer Reihe zustande

2.2 Historischer Hintergrund

2.3 Mathematische Eigenschaften des Spiels

3 Spieltheoretische Grundlagen

3.1 Definition und Konzepte der Spieltheorie

3.2 Klassifikation von Spielen

3.3 Relevante spieltheoretische Konzepte für Vier Gewinn

4 Analyse von Vier Gewinnt aus spieltheoretischer Sicht

4.1 Darstellung des Spiels in Normalform und Extensivform

4.2 Strategien und Gleichgewichte

4.3 Komplexität des Spielbaums

5 Lösungsansätze für Vier Gewinnt

5.1 Optimale Strategien

5.2 Heuristische Ansätze

5.3 Computergestützte Lösungen und Algorithmen

6 Anwendung der Spieltheorie auf Vier Gewinnt

6.1 Analyse von Spielsituationen

6.2 Berechnung von Gewinnwahrscheinlichkeiten

6.3 Entwicklung von Spielstrategien

7 Zusammenfassung

Auf zwei bis drei Seiten soll auf folgende Punkte eingegangen werden:

- Welches Ziel sollte erreicht werden
- Welches Vorgehen wurde gewählt
- Was wurde erreicht, zentrale Ergebnisse nennen, am besten quantitative Angaben machen
- Konnten die Ergebnisse nach kritischer Bewertung zum Erreichen des Ziels oder zur Problemlösung beitragen
- Ausblick

In der Zusammenfassung sind unbedingt klare Aussagen zum Ergebnis der Arbeit zu nennen. Üblicherweise können Ergebnisse nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ benannt werden, z. B. „...konnte eine Effizienzsteigerung von 12 % erreicht werden.“ oder „...konnte die Prüfdauer um 2 h verkürzt werden“.

Die Ergebnisse in der Zusammenfassung sollten selbstverständlich einen Bezug zu den in der Einleitung aufgeführten Fragestellungen und Zielen haben.

Literaturverzeichnis

[Has20] SA Hasbro. *Das Originale 4Gewinnt Anleitung*. Hasbro Gaming, 2020.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Vier rote Steine diagonal	3
2.2	Vier rote Steine in Reihe senkrecht	3
2.3	Vier rote Steine in Reihe waagrecht	4
2.4	Unentschieden	4

Tabellenverzeichnis

1	Anforderungsliste W-Wünsch F-Forderung	15
---	--	----

Besprechungsnotizen

.1 9.Oktober.2024

- Spieltheorie erfassen
- Speicherplatz im uController wird begrenzt sein
- Spielalgorithmus (wann wird geschaut wo Steine liegen - immer das ganze Feld abcannen?)
- Zeitplan erstellen
- <https://education.lego.com/de-de/downloads/spike-app/software/>

• Zeitplan

- KW42: Literaturrecherche, Erstellung eines groben Konzeptes (Skizzen, Funktionsweise)
- KW43: Zusammenbau des Roboters, Tests der mechanischen Komponenten (schrittweise Ansteuerung)
- KW44:

Anforderungsliste

Tabelle 1: Anforderungsliste W-Wünsch F-Forderung

Nr	Anforderung an das System	F/W
Allgemein		
-	Lage der Steine erkennen	F
-	Das Ende des Speils erkennen	F
-	Beweglich - Steine in jede Spalte	F
-	Magazin für Steine	F
-	Immer nur ein Stein pro Spielzug	F
-	Abwarten bis der Gegner sein Zug beendet hat	F
-	Begrenzungen des Spielfeld erkennen	F
-		F
-		F
-		F