

Entwurf und Implementierung einer kamerabasierten Anwendung für ein Mühlespiel für den Panda-Roboter

Mazlum Deniz Bezinsoy, Artur Mustaf, Sven Eismann, Robert Nasyrov, Alexander Jaroch
*Department of Computer Science
Hochschule Furtwangen
Furtwangen, Germany*
m.bezinsoy@hs-furtwangen.de
artur.mustaf@hs-furtwangen.de
sven.eismann@hs-furtwangen.de
robert.nasyrov@hs-furtwangen.de
alexander.jaroch@hs-furtwangen.de

Abstract

EINFÜHRUNG

Die technischen Systeme werden im Zeitalter der künstlichen Intelligenz immer mehr mit menschenähnlichen Fähigkeiten ausgestattet. So können sie mit Hilfe von Kameras und oder Sensoren ihre naheliegende Umgebung analysieren und in verschiedenen Situationen angemessen reagieren. Im Rahmen dieses Forschungsprojekt soll eine kamerabasierte Anwendung für das Mühlespiel entwickelt werden, die speziell auf den Panda-Roboter ausgerichtet ist. Das Anwendungsprogramm muss in der Lage sein, das Mühlenbrett mit Hilfe einer Kamera zu erfassen, die Positionen der Spielfiguren auf dem Brett zu bestimmen, diese Informationen mit einer Spiellogik zu interpretieren und dem Panda-Roboter einen geeigneten Spielzug zu übermitteln. Der Roboter führt den Zug anschließend über das Robot Operating System (ROS) aus.

I. ZIEL

Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist es mit Hilfe von Prof. Dr. Cochlovius, eine kamerabasierte Anwendung für das Mühlespiel auf dem Panda-Roboter zu entwickeln. Diese Anwendung ermöglicht es dem Roboter das Spielbrett mithilfe einer Kamera zu erfassen, die Positionen der Spielfiguren zu bestimmen und eine Spiellogik zu interpretieren, um einen geeigneten Zug zu finden.

II. MACHINE LEARNING

Die entwickelte kamerabasierte Anwendung für das Mühlespiel auf dem Panda-Roboter wurde erfolgreich umgesetzt und getestet. Die Ergebnisse belegen, dass die Kamera in der Lage ist das Spielbrett zu erkennen und der Panda-Roboter darauf angemessen reagieren kann. Die Genauigkeit der Positionserkennung der Spielsteine lag über 90%, was auf die Effektivität der verwendeten Bildverarbeitungstechnologie zurückzuführen ist. Die Entscheidung zur Verwendung von YOLOv7 für die

vorliegende Anwendung basiert auf der Erkenntnis, dass dieses Framework eine Vielzahl von Vorteilen bietet: Hohe Genauigkeit, Echtzeitfähigkeit, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit. Um die Implementierung der kamerabasierten Mühlespielanwendung zu realisieren, wurden eine Kombination aus Hardware- und Softwarekomponenten eingesetzt. Eine externe Kamera fungiert dabei als primärer sensorischer Eingang, während leistungsstarke Prozessoren und spezielle Algorithmen die Bildverarbeitung und Spiellogik übernehmen. Die Software-Architektur umfasst Module für Computer Vision, Spiellogik und Robotersteuerung, die eine effiziente Kommunikation und Synchronisation zwischen den verschiedenen Komponenten gewährleisten.

III. PANDA-ROBOTER (ROS)

Die erfolgreiche Implementierung dieser kamerabasierten Mühlespielanwendung auf dem Panda-Roboter eröffnet Möglichkeiten für weiter Fortschritte in den Bereichen Robotik Spiele, Mensch-Roboter-Interaktion und Bildungsanwendungen. Sie dient als Grundlage für die Entwicklung anspruchsvollerer Robotersysteme, die autonom und in Zusammenarbeit mit Menschen komplexe Aufgaben in der realen Welt bewältigen können. Das Robot Operating System (ROS) spielt eine entscheidende Rolle in diesem Forschungsprojekt. ROS verfolgt einen verteilten Ansatz zur Datenverarbeitung bei dem die verschiedenen Komponenten eines Robotersystems als Knoten implementiert werden. Diese Knoten können mithilfe von ROS-Nachrichten und Diensten miteinander kommunizieren, was einen nahtlosen Informationsaustausch über eine effektive Zusammenarbeit ermöglicht. Die Nachrichtenübermittlung erfolgt über ein Publish/Subscriber-Modell bei dem Knoten Nachrichten zu bestimmten Themen veröffentlichen und andere Knoten diese Themen abonnieren, um die Nachrichten zu empfangen.

IV. HEURISTIK UND ALPHA BETA PRUNING

Der Alpha-Beta-Pruning-Algorithmus nutzt die Alpha-Beta-Pruning-Technik, um den Suchbaum effizient zu durchsuchen und den besten Wert und die besten Züge für einen gegebenen Spielzustand zu ermitteln, wobei unnötige Zweige des Baums eliminiert werden, um die Rechenzeit zu reduzieren. Dabei nutzt der Algorithmus eine heuristische Funktion, um einen Spielzustand zu bewerten. Die heuristische Funktion berechnet eine Punktzahl, um die Qualität des aktuellen Spielzustands zu bewerten. Dabei werden Faktoren wie die Anzahl der Spielsteine, Mühlen, potenziellen Mühlen und verbleibende Züge berücksichtigt. Die Funktion weist Gewichtungen zu, um die Bedeutung der Faktoren zu bestimmen und ermittelt dann eine Gesamtpunktzahl. Diese Bewertung hilft dabei, die Qualität des Spielzustands zu beurteilen und Entscheidungen im Spiel zu unterstützen.

V. ERGEBNISSE

Insgesamt stellt die entwickelte kamerabasierte Mühlespielanwendung auf dem Panda-Roboter einen bedeutenden Fortschritt im Bereich der künstlichen Intelligenz und der Mensch-Roboter-Interaktion dar. Durch die Integration von Computer-Vision-Techniken und Intelligenten Algorithmen ist der Roboter in der Lage, das Mühlespiel eigenständig zu spielen und dabei visuelle Wahrnehmungsfähigkeiten zu nutzen. Die Entwicklung und Implementierung der Anwendung haben jedoch auch einige Herausforderungen aufgezeigt. Eine präzise Erkennung und Interpretation der Spielelemente sowie eine robuste Verfolgung des Spielzustands waren essenziell, um den Roboter zuverlässig spielen zu lassen. Die Generierung intelligenter Spielstrategien und die Gewährleistung reibungsloser Roboterbewegung während des Spiels erforderten zu dem eine sorgfältige Planung und Implementierung.

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchten wir uns beim Herrn Prof. Dr. Cochlovius und Herrn Robby Djakou bedanken, die dieses Projekt seit dem ersten Tag begleitet und immer versucht hat, so gut wie möglich zu helfen.

Referenz

<https://felix.hs-furtwangen.de/auth/RepositoryEntry/4124705785/CourseNo/de/105309213011188>

<https://felix.hs-furtwangen.de/auth/RepositoryEntry/4124705788/CourseNo/de/105309213011188>

<https://felix.hs-furtwangen.de/auth/RepositoryEntry/4108256067/CourseNo/de/105309213011188>

<https://felix.hs-furtwangen.de/auth/RepositoryEntry/4108256066/CourseNo/de/105309213011188>

<https://felix.hs-furtwangen.de/auth/RepositoryEntry/4108255433/CourseNo/de/105309213011188>

<https://felix.hs-furtwangen.de/auth/RepositoryEntry/4108255271/CourseNo/de/105309213011188>

<https://felix.hs-furtwangen.de/auth/RepositoryEntry/4108255270/CourseNo/de/105309213011188>

Entwurf und Implementierung einer kamerabasierten Anwendung für ein Mühlespiel für den Panda-Roboter

2023



Forschungsprojekt MOS/INM:

Wie kann die Kamera effektiv genutzt werden, um die Umwelt des Panda-Roboters zu erfassen und Informationen für die Entscheidungsfindung im Mühlespiel bereitzustellen?



Verwendeter Roboter: Panda

- Roboteransteuerung mit ROS Noetic umgesetzt
- Bewegungsplanung zu absoluten Koordinaten mit MoveIT
- Absolute Koordinaten werden durch eine Transformation aus den Pixelkoordinaten der Steine ermittelt
- Nachrichtenübermittlung über Publish/Subscriber-Modell

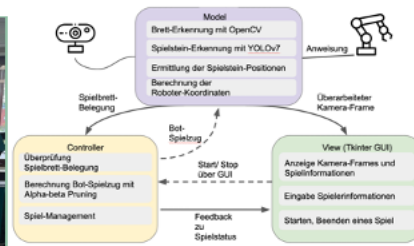
Ergebnisse:

- Entwicklung einer kamerabasierten Anwendung für das Mühlespiel auf dem Panda-Roboter
- Erfassung des Spielbretts mit einer Kamera und Interpretation die Positionen der Spielfiguren
- Herausforderungen bei der präzisen Erkennung und Interpretation der Spielelemente, robusten Spielzustandsverfolgung, intelligenten Spielstrategien und reibungslosen Roboterbewegungen

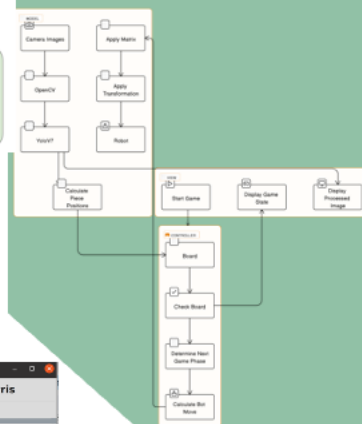
Software Stack



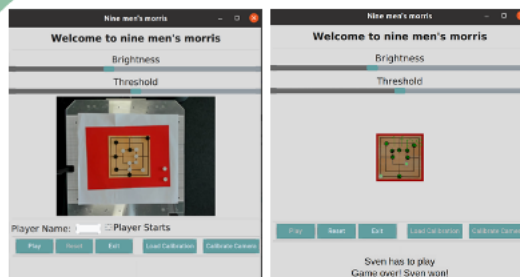
Systemarchitektur



Flowchart



GUI



Studenten: Mazlum Deniz Bezginsoy, Sven Eismann, Alexander Jaroch, Artur Mustaf, Robert Nasyrov

Betreuer: Prof. Dr. Chochlovius, Robby Djakou