Technische Hochschule
Brandenburg
University of
Applied Sciences
Fachbereich
Informatik und Medien

Interaktives D&D Abenteuer mit NAO V5

Philine Haupt, Philipp Meseberg
Projekt • Studiengang Informatik • Fachbereich Informatik und Medien • 15.01.2025

Aufgabenstellung

Ziel des Projektes ist es ein Abenteuer des Spieles „Dungeons and Dragons" mithilfe eines NAO V5 zu simulieren, sodass es möglich ist, dieses Gruppenspiel auch alleine zu spielen. Dabei wird das Abenteuer automatisch erzählt, gewürfelt, Spieler-Inputs verwertet und Bildverarbeitung zur Würfelerkennung genutzt.
Der NAO V5 ist ein humanoider Roboter mit verschiedenen Sensoren wie Kameras, Mikrofonen, Lautsprechern und Berührungssensoren. Über seine API lassen sich Bewegungen, Sprachverarbeitung und Bildverarbeitung verwalten, was eine Steuerung von einem Rechner mit Python-Code ermöglicht.

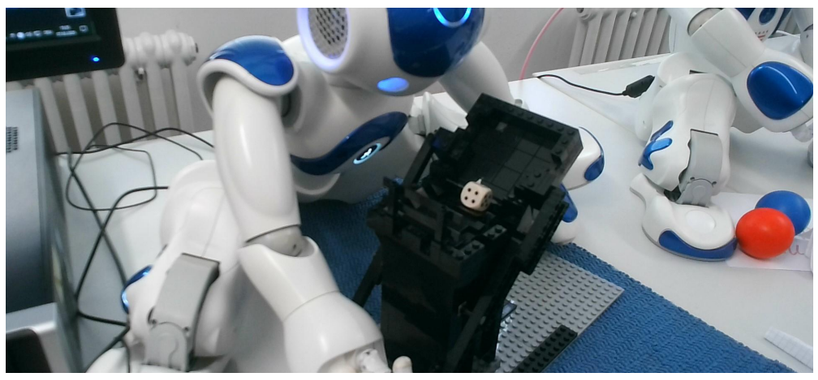

Abb. 1: Aufbau des NAO mit Würfelturm

Konzept

Die Aufgabe wird mittels eines NAOs und einem Rechner gelöst. Der NAO führt Bewegungen, TTS und Videoaufnahmen aus, während der Rechner Informationen verarbeitet. Der NAO erzählt die Geschichte anhand von Sätzen, die der Rechner aus einem Zustand eines Automaten zuweist, welcher mittels einer csv-Datei abgebildet ist. Spielerentscheidungen oder Bilder der Kamera des NAOs werden an den Rechner übermittelt, welcher auf das übergebene Bild einen Algorithmus zur Würfelzahlerkennung anwendet und den nächsten Zustand bestimmt. Spieler können mit den Fuß-Bumpern Entscheidungen treffen, mit der linken Hand das Abenteuer abbrechen oder mit dem Kopf-Tactile ein neues Abenteuer starten (Abb. 1).

Ablauf des Abenteuers

Das Abenteuer wird mit Hilfe einer selbst ausgearbeiteten **csv**-Tabelle beschrieben (Abb.3). Das csv-Format (Comma-Seperated Values) ist ein einfaches Textformat zum Speichern von Daten in Tabellen, wobei die Werte von Kommata und die Zeilen durch Zeilenumbrüche getrennt werden. Neben der Spalte mit dem zu sprechenden Text gibt es eine Spalte für das mindeste Würfelergebnis, in dem auch Hinweise gegeben werden, falls die Zeile lediglich vorgelesen wird, eine Entscheidung vom Spieler erwartet wird oder das Ende vom Abenteuer ist. Die beiden anderen Spalten sind ein Verweis auf die Zeile, die als nächstes gelesen wird, jeweils abhängig davon, wofür sich der Spieler entschieden hat oder ob der Würfelwurf erfolgreich war.
Dadurch stellt die csv-Datei einen gerichteten Graphen (Abb. 4) dar, welcher die einzelnen Zustände und deren Zustandsänderung beschreibt.

1. OpenCV: Introduction [Internet]. docs.opencv.org. Available from: https://docs.opencv.org/4.x/d1/dfb/intro.html (last access: 07.03.25, 14:34)
2. sklearn.cluster.DBSCAN — scikit-learn 0.22 documentation [Internet]. Scikit-learn.org. 2017. Available from: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.cluster.DBSCAN.html (last access: 07.03.25, 14:36)

Bildverarbeitung

Die Bildverarbeitung ist darauf ausgelegt einen sechsseitigen Würfel zu erkennen. Das Bild wird aus der unteren Kamera des NAOs ausgelesen. Als erstes wird das Bild auf einen kleinen Ausschnitt begrenzt und herangezoomt. Dadurch soll die Erkennung anderer Objekte außerhalb der Würfelumgebung minimiert werden. Danach wird das Bild mit einem Median-Blur gesäubert. Es wird ebenfalls in Graustufen konvertiert, um den Kontrast zwischen den schwarzen Würfelaugen und dem weißen Würfel zu erhöhen. Darauf wird ein Blob-Detector der Bibliothek **cv2** angewendet, einem Modul von OpenCV, einer Open-Source-Bibliothek für Computer Vision [1]. Dieser versucht, die kreisförmigen Würfelaugen zu finden. Wenn Blobs gefunden wurden, werden diese via **DBSCAN**, einem dichtebasierten Clustering-Algorithmus, der besonders gut für unregelmäßige Strukturen geeignet ist, geclustert [2]. Die Parameter des Algorithmus sind hier stark von der Kameraposition, den Lichtverhältnissen, der Würfelgröße und anderer visuellen Einflüsse abhängig. Werden Cluster gefunden, wird der Centroid dieser und die Anzahl der Elemente innerhalb des Clusters berechnet und auf dem Frame dargestellt (Abb. 2).

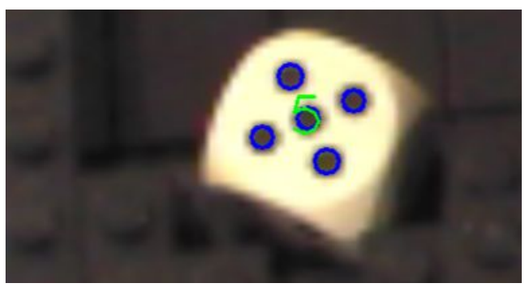

Abb. 2: Darstellung der Würfelerkennung

Herausforderungen

Ein zentrales Problem ist die begrenzte Präzision der Robotik. Bewegungen des NAO sind nicht immer exakt reproduzierbar, was insbesondere bei der Würfelerkennung zu Ungenauigkeiten führt. Zudem erfordert die Arbeit mit Toleranzen viel Feinanpassung, da selbst kleine Abweichungen in der Sensorik oder Mechanik zu unerwartetem Verhalten führen können. Die Kombination aus Bildverarbeitung, Spielerinput und NAO-Steuerung erfordert daher eine sorgfältige Kalibrierung und Fehlerkorrektur.

	A	B	C	D
1	Satz	Mindestwert	Erfolg/rechts	Fehlschlag/links
2	Du stehst vor einer alten, verschlossenen Tuer. Moech	-2	13	14
3	Die Tuer oeffnet sich mit einem Knarren, dahinter lieg	3	7	6
4	Die Tuer bleibt verschlossen, und ein lautes Geraeusch	-1	10	10

Abb. 3: Ausschnitt aus der csv-Tabelle, angezeigt in Microsoft Excel

Fazit

Trotz einiger Herausforderungen, die sich vor allem auf die Mechanik des NAOs bezogen, konnte mit entsprechenden Anpassungen das Ziel des NAOs als Dungeonmaster erreicht werden. Das Abenteuer ist aus Zeitgründen nicht das längste, kann aber durch die Importierung in einer csv-Tabelle jederzeit überarbeitet werden.

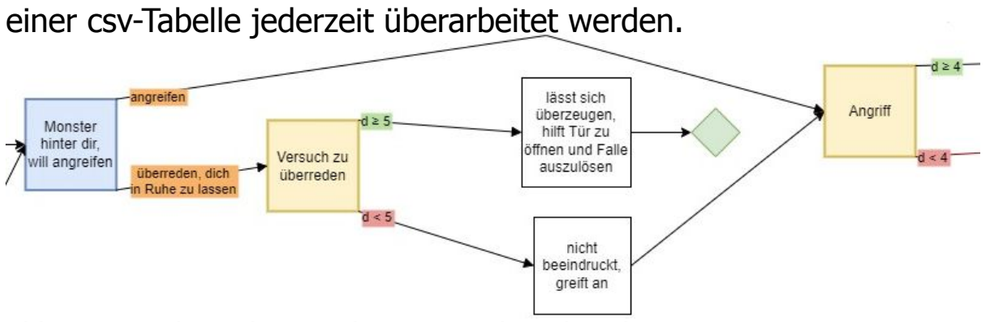

Abb. 4: Ausschnitt des gerichteten Graphen des Abenteuers

Betreuung Dipl.-Inform. Ingo Boersch• Technische Hochschule Brandenburg • Prof. Dr. Emanuel Kitzelmann • Technische Hochschule Brandenburg