

Autonomer Aufräumroboter mit Turtlebot

Maïke Maehs, Guilla Fabiola Jiokeng Noutcha

Projektarbeit • Studiengang Informatik • Fachbereich Informatik und Medien • 06.02.2026

Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung des Projekts war es, einen autonomen Roboter zu erstellen. Unsere Projektarbeit ist es, einen autonomen Aufräumroboter zu erstellen. Dieser Roboter soll sich autonom durch den Raum bewegen, während dieser Bewegung soll dieser mithilfe von Objekterkennung Objekte erkennen, welche ein Staubsaugroboter potenziell aufsaugen kann. Nach der Identifizierung soll sich dieser eigenständig zentral davor positionieren und anschließend dieses Objekt zu greifen und dieses auf seinem Rücken platziert, wie in Abbildung 2 zu sehen.

Konzept

Die technische Umsetzung erfolgt auf Basis eines TurtleBot3 Waffle Pi, der mit einer Onboard-Kamera und dem Greifarmsystem OpenMANIPULATOR-X ausgestattet ist (Abb 2). Die Steuerung und Bildverarbeitung werden zentral über eine Virtuelle Maschine (VM) koordiniert, an welche die Kamera ihre Daten in Echtzeit streamt. Das Herzstück der Steuerung ist ein YOLOv8-Modell, welches kontinuierlich prüft, ob sich das Zielobjekt im Sichtbereich befindet, und dessen exakte Bildkoordinaten extrahiert.

Die Navigation des Roboters orientiert sich dabei direkt an der Position der detektierten Bounding Box (Abb1). Zur Ausrichtung wird die horizontale Abweichung des Objektmittelpunkts zur Bildmitte berechnet: Befindet sich das Objekt in der linken oder rechten Bildhälfte, initiiert der TurtleBot eine entsprechende Drehung, bis das Ziel zentral positioniert ist. Die Distanzschätzung erfolgt rein visuell über die vertikale Ausdehnung (Pixelhöhe) der Bounding Box. Sobald das Objekt einen definierten Schwellenwert in der Bildhöhe überschreitet, wird die Annäherung gestoppt und der automatisierte Greifvorgang ausgelöst. [1]

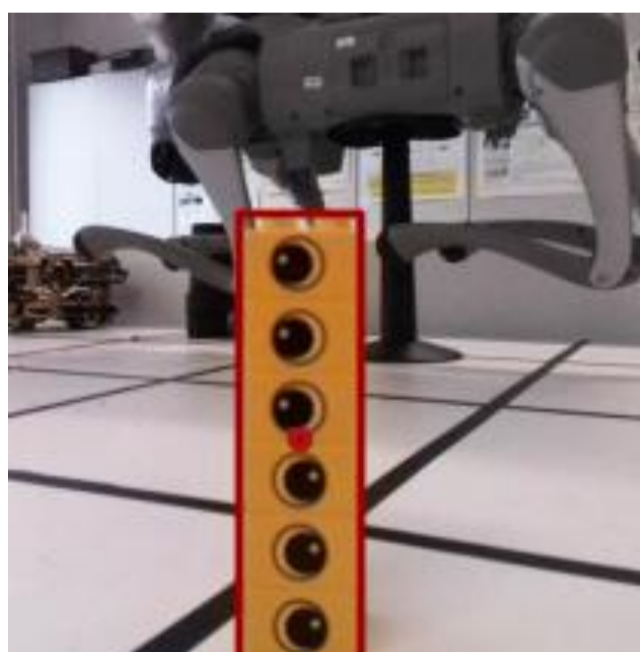


Abb. 1: Bounding Box

Bildverarbeitung und Objektdetektion

Die Bildverarbeitung konzentriert sich auf die Objektdetektion eines gelben Turms. Um eine hohe Robustheit gegenüber wechselnden Lichtverhältnissen und Hintergründen zu garantieren, wurde ein YOLOv8-Modell(Ultralytics) eingesetzt. Im Vergleich zu einer einfachen Farberkennung (HSV-Filter) lernt YOLO auch geometrische Merkmale, was Fehlersteuerungen durch andere gelbe Objekte im Raum minimiert. [1]

Datensatz und Training

Zur Annotation wurden insgesamt 37 Bilder des Turms aus verschiedenen Perspektiven aufgenommen und manuell über die Plattform Roboflow mit Bounding Boxes versehen. Das Training des Modells erfolgte mittels Transfer Learning in einer Google Colab Umgebung, um die Rechenlast auszulagern und ein präzises Modell trotz der geringen Datenmenge zu erhalten. [2],[4]

Integration und Steuerung

Das fertige Modell wurde mit OpenCV für die Echtzeitverarbeitung auf dem Turtlebot integriert. Das System erkennt das Objekt zuverlässig und berechnet die Zentrumskoordinaten der Bounding Box, woraufhin die Navigation bei Bewegung des Objekts automatisch angepasst wird. Die Kamera liefert dabei eine Bildrate von etwa 10 bis 15 FPS, was eine flüssige Verfolgung ermöglicht. [3]



Abb. 2: Turtlebot am Greifen

Ergebnisse

Am Ende des Projekts konnte der Roboter die definierten Objekte zuverlässig erkennen, sich automatisch mittig davor positionieren und diese bei Bewegung verfolgen. Das Greifen und Transportieren der Objekte konnte bisher nicht umgesetzt werden. Tests zeigten eine Distanzschätzung im Bereich von etwa 30 bis 50 Zentimetern, eine Bildrate von 10–15 fps und eine Erfolgsquote bei der Positionierung von rund 90 %.

Fazit

Das Projekt zeigt, dass autonome Orientierung mithilfe von Objekterkennung erfolgreich realisiert werden kann. Trotz der noch fehlenden Greiffunktion wurden wichtige Grundlagen für einen vollständig autonomen Aufräumroboter geschaffen. Zukünftige Verbesserungen umfassen die Integration eines zuverlässigen Greifmechanismus, eine präzisere Navigation und die Erweiterung des Systems auf mehrere Objekte oder komplexere Formen.

Quellen

- [1] Ultralytics (2023): YOLOv8 Object Detection.
- [2] Roboflow (2023): Computer Vision Platform & Annotation.
- [3] Bradski, G. (2000): OpenCV Library.
- [4] Google (2023): Colaboratory Environment.