

Research Lab for Deep Learning Mars Science Laboratory Curiosity Rover

Studienarbeit (T2_000)

für die Prüfung zum

Bachelor of Science

des Studiengangs Angewandte Informatik an der
Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mosbach

von

Niklas Koopmann

Abgabedatum	21. März 2020
Bearbeitungszeitraum	24 Wochen
Matrikelnummer, Kurs	9742503, MOS-TINF17B
Ausbildungsunternehmen	Deutsche Bundesbank
Gutachter der Dualen Hochschule	Dr. Carsten Müller

Sperrvermerk

Die vorliegende Studienarbeit (T2_000) „Mars Science Laboratory Curiosity Rover“ enthält vertrauliche Daten der Deutschen Bundesbank. Die Arbeit darf nur den Gutachtern sowie befugten Mitgliedern des Prüfungsausschusses zugänglich gemacht werden.

Eine Veröffentlichung und Vervielfältigung der Arbeit ist – auch in Auszügen – nicht gestattet. Eine Einsichtnahme der Arbeit durch Unbefugte bedarf einer ausdrücklichen Genehmigung der Deutschen Bundesbank.

Dieser Sperrvermerk gilt unbegrenzt.

Ort, Datum

Unterschrift

Ehrenwörtliche Erklärung

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit (bzw. Studien- und Projektarbeit) mit dem Thema „Mars Science Laboratory Curiosity Rover“ 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. *

* falls beide Fassungen gefordert sind

Ort, Datum

Niklas Koopmann

Hinweis: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachform verzichtet (*generisches Maskulinum*). Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Abstract

Zusammenfassung

Inhaltsverzeichnis

Abstract	IV
Abkürzungsverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
Quelltextverzeichnis	IX
1 Spezifikation	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Aufgabenstellung	1
2 Modell	2
2.1 Vorderansicht	2
2.2 Seitenansicht	2
2.3 Ansicht von oben	2
3 Implementierung	3
3.1 Installation und Konfiguration Raspberry Pi	3
3.2 Installation und Konfiguration Kamera	3
4 Nachweis der Leistungsfähigkeit	5
5 Fazit	6
5.1 Ausblick	6
Literaturverzeichnis	7
Anhang	8

Abkürzungsverzeichnis

HSV	Hue, Saturation, Value
NASA	National Aeronautics and Space Administration
RGB	Rot, Grün, Blau

Abbildungsverzeichnis

3.1	Blauer LEGO-Stein 3005	3
-----	----------------------------------	---

Tabellenverzeichnis

Quelltextverzeichnis

1 Spezifikation

Am 6. August 2012 landete der Rover *Curiosity* als Teil der Mission *Mars Science Laboratory* der National Aeronautics and Space Administration (NASA). Seither hat er

1.1 Problemstellung

1.2 Aufgabenstellung

Ziel dieser Arbeit ist die „Konzeptionierung und Implementierung eines Rover für die Erkundung einer (Mars-)Oberfläche“ [2].

2 Modell

2.1 Vorderansicht

2.2 Seitenansicht

2.3 Ansicht von oben

3 Implementierung

3.1 Installation und Konfiguration Raspberry Pi

- Raspberry Pi 3 Model B Plus Rev 1.3
 - Dexter Industries Raspbian for Robots -> Raspbian-basierte Distribution mit zusätzlichen vorinstallierten Anwendungen und Treibern -> unter anderem für den BrickPi von Dexter Industries

3.2 Installation und Konfiguration Kamera

Für die Videoeingabe wird die originale Raspberry Pi Camera V2 genutzt. Die Aufnahmen erfolgen mit einer Auflösung von 1280×720 und einer Frequenz von 60 Hz.



Quelle: <https://www.bricklink.com/v2/catalog/catalogitem.page?P=3005&C=7>

Abbildung 3.1: Blauer LEGO-Stein 3005

Die Objekterkennung für Wasserobjekte erfolgt mithilfe der Programmbibliotheken picamera und OpenCV. Erstere stellt eine Schnittstelle zwischen der Raspberry-Pi-Kamera und Python zur Verfügung. Letztere ermöglicht die Echtzeitverarbeitung der Kamerabilder: Die Objekte werden auf Basis ihrer blauen Farbe erkannt, da sich diese deutlich von der charakteristischen Farbe der Vorbildlandschaften des Mars unterscheidet. Letztere sei eine „predominantly yellowish brown color with only subtle variation“ [1]. Die LEGO-Steine, welche als Wasserobjekte fungieren, haben die LEGO-Farb-ID 7. Diese korrespondiert mit dem Farbcode #0057A6 in Hexadezimaldarstellung. Ein solcher LEGO-Stein ist in Abbildung 3.1 dargestellt.

Da eine farbwertbasierte Erkennung der Wasserobjekte genutzt wird, entfällt das Trainieren eines Erkennungsalgorithmus, wie es bei einem neuronalen Netz nötig wäre. Die Farbeigenschaften des LEGO-Steins werden in Komponenten für rote, grüne und blaue Farbanteile aufgeteilt und in der Konfiguration hinterlegt. Das Python-Skript berechnet für die RGB-Farbangaben die entsprechenden HSV-Werte. In letzterer Darstellung ist die Information über tatsäch-

liche Farbe nur noch im Hue-Wert (0 bis 255) hinterlegt, sodass für diesen eine bestimmte Abweichung (Standard: ± 10) definiert werden kann. Die Sättigung (Saturation) und der Hellwert (Value) (beide ebenfalls von 0 bis 255 definiert) werden in einem breiten Spektrum toleriert: Standardmäßig lässt das Skript hier Werte von mindestens 80 und höchstens 255 zu. Mithilfe dieser Parameter wird eine solide Erkennung der Präsenz der LEGO-Steine gewährleistet.

4 Nachweis der Leistungsfähigkeit

Der Nachweis der Leistungsfähigkeit ist mit dem folgenden (vereinfachten) Modell zu erbringen:

- Die Geländetauglichkeit ist obsolet, hingegen ist die Formschönheit und Stabilität zu perfektionieren.
- Auf dem Boden sind kleine blaue Objekte - welche Wasser symbolisieren - verteilt.
- Mars Rover wird über die Sprachkommandos Start, Move Left, Move Right und Stop gesteuert.
- Hat der Mars Rover ein (trainiertes) bekanntes Objekt gefunden, wird die Klassifizierung zu Simulationszwecken als Sprachausgabe kommuniziert.
- Das Sammeln der klassifizierten Objekte in einem Behälter ist obsolet.

5 Fazit

5.1 Ausblick

Literaturverzeichnis

- [1] J. N. Maki, J. J. Lore, P. H. Smith, R. D. Brandt und D. J. Steinwand. „The color of Mars: Spectrophotometric measurements at the Pathfinder landing site“. In: *Journal of Geophysical Research* 104.E4 (25.04.1999), S. 8781–8794 (siehe S. 3).
- [2] C. Müller. *Studienarbeit: Spezifikation*. Version final. 12.10.2019 (siehe S. 1).

Anhang