

Traubenbeeren Erkennung mittels Tiefenkamera Azure Kinect

Dominik Bücher, Betreuer: Peter Ott
Automotive Systems Engineering, Heilbronn University of Applied Sciences

Übersicht

Aufgabe:

- Lokalisierung der einzelnen Traubenbeeren an der Traube mithilfe einer Tiefenkamera
- Bestimmung von Form und Farbe der einzelnen Traubenbeeren
- Training eines neuronalen Netzwerks, um die Qualität einzelner Trauben anhand ihrer Form und Farbe zu erkennen

Vorgehensweise:

1. Erstellen einer Punktwolke der Weintraube mit der Azure-Tiefenkamera
2. Verwendung des RANSAC-Algorithmus zur Formerkennung der Traubenbeeren
3. Erstellung eines Datensatzes von Trauben mit guter und schlechter Qualität
4. Training eines neuronalen Netzes zur Bestimmung der Traubenqualität anhand von Form und Farbe

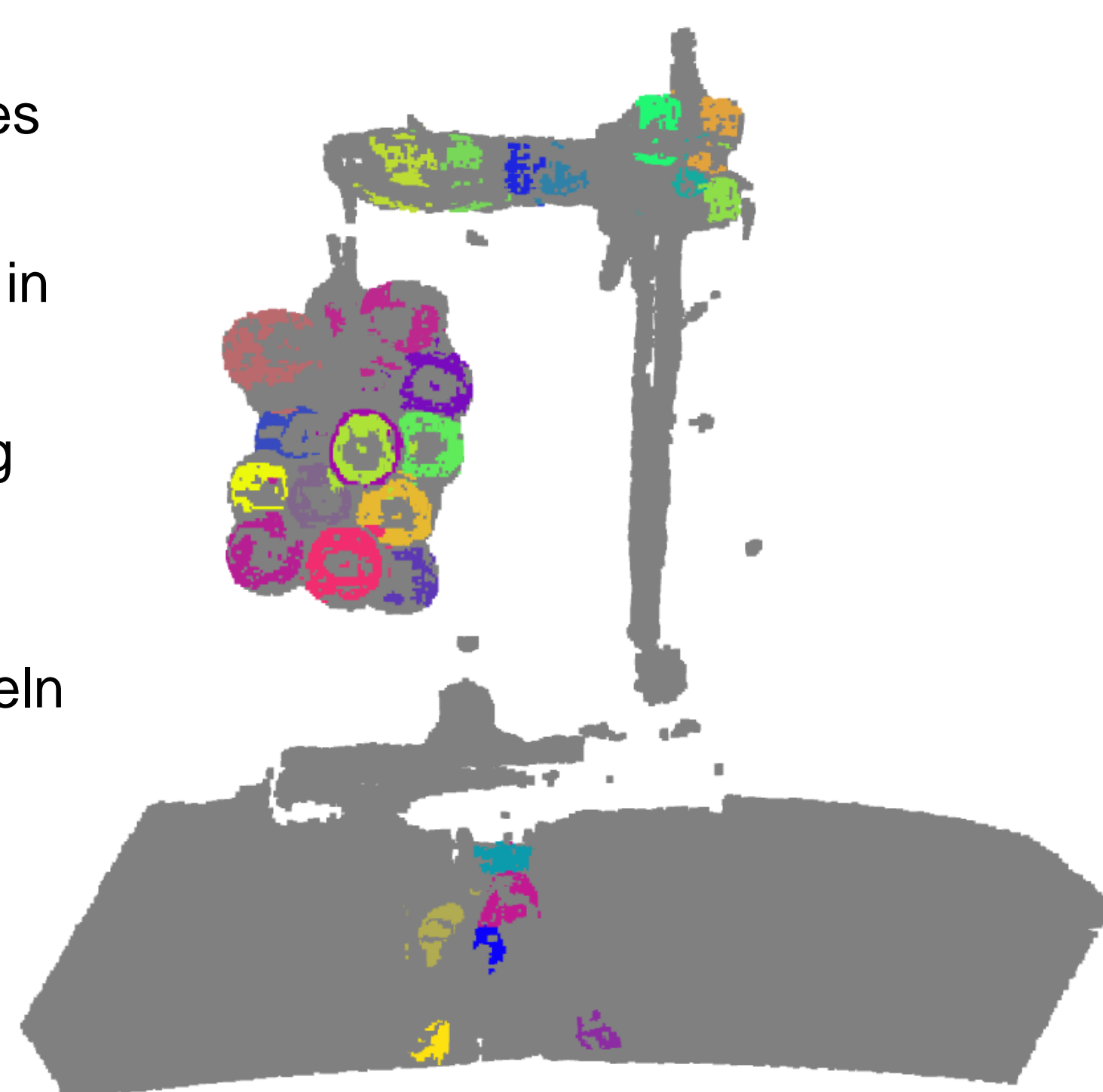
Versuchsaufbau

- Die Trauben und die Kamera sind auf verstellbaren Achsen montiert
- Für den Versuch wurde die Distanz zwischen Trauben und Kamera auf 40–60 cm gesetzt
- Die Trauben hängen frei in der Luft
- Vorerst werden nur grüne Trauben verwendet



Formerkennung mit RANSAC

- Bei dem Verfahren werden spezielle Formen in der Punktwolke mithilfe des RANSAC-Algorithmus gesucht
- In diesem Fall wird versucht, Kugeln in der Punktwolke zu finden
- + Mit der RANSAC-Formerkennung werden fast alle Trauben in der Punktwolke erkannt
- Es werden auch einige andere Kugeln erkannt, bei denen es sich nicht um Trauben handelt
- Herausforderung: Die richtigen Parameter für den RANSAC-Algorithmus finden



Fazit und Ausblick

- Die Lokalisierung der Traubenbeeren mittels RANSAC-Formerkennung funktioniert sehr gut, jedoch werden zusätzlich zu den Trauben auch einige unwichtige Stellen in der Punktwolke erfasst
- Diese Punkte können jedoch größtenteils anhand der Farbwerte herausgefiltert werden
- Das PointNet-Modell liefert derzeit eine Genauigkeit von über 97 %, was auf ein sehr gutes Ergebnis hinweist
- Die Ergebnisse der Modelle müssen nochmals überprüft und gegebenenfalls auf einem größeren Datensatz validiert werden

Microsoft Azure Kinect Kamera

Allgemein:

- Die Azure Kamera ermöglicht eine präzise Erfassung der dreidimensionalen Umgebung
- Dabei werden die Aufnahmen der Tiefenkamera mit den Farbwerten der RGB-Kamera kombiniert



Tiefenkamera:

- Auflösung: 1024x1024 Pixel
- Nutzt das Amplitude Modulated Continuous Wave (AMCW) Time-of-Flight (ToF) Prinzip mit einem 1-Megapixel-Sensor

RGB-Kamera:

- Auflösung: 3840x2160 Pixel (4K-Qualität)

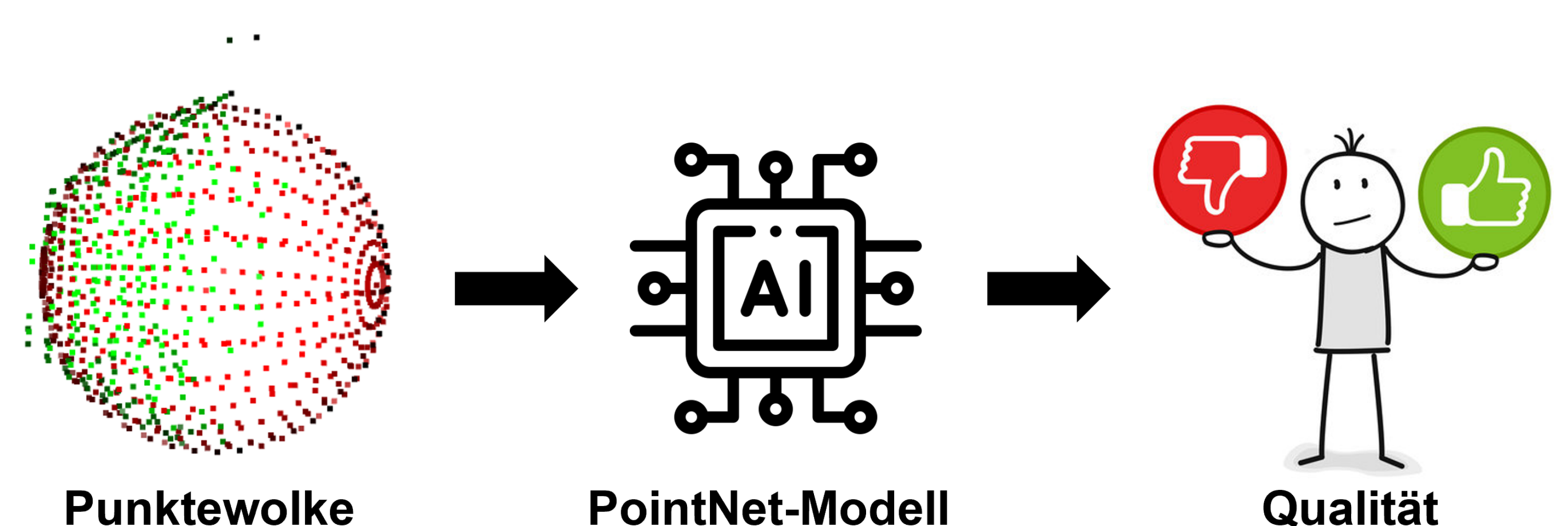
RANDOM SAMPLE CONSENSUS (RANSAC)

Der RANSAC-Algorithmus wird verwendet, um robuste Modellparameter zu schätzen, auch wenn ein signifikanter Anteil der Datenpunkte Ausreißer sind

- **Grundidee:** Der RANSAC-Algorithmus identifiziert geometrische Formen in einer Datenmenge durch das Ziehen zufälliger Stichproben und die Suche nach einer Mehrheit der Punkte, die der Form entsprechen.
- **Stichprobenziehung:** In jeder Iteration wird eine zufällige Stichprobe von Punkten ausgewählt, um eine potenzielle geometrische Form zu schätzen.
- **Modellprüfung:** Das Modell wird mit den restlichen Daten verglichen, um die Anzahl der Punkte zu bestimmen, die der erkannten Form entsprechen.
- **Iterationen:** Der Prozess wird wiederholt, um die beste geometrische Form zu finden, die die Datenpunkte am besten repräsentiert.
- **Endergebnis:** Die Form mit den meisten unterstützenden Datenpunkten gilt als die beste Form.

TRAINING EINES NEURONALEN NETZES

- Für das Training wurde die PointNet-Architektur verwendet
- PointNet ist eine tiefenlernende Architektur, die speziell für die Verarbeitung und Analyse von 3D-Punktwolken entwickelt wurde
- Die erkannten Traubenbeeren aus der Formerkennung werden als Input für das neuronale Netz verwendet



References

- [1] Schnabel, R., Wahl, R. and Klein, R. (2007), Efficient RANSAC for Point-Cloud Shape Detection. Computer Graphics Forum, 26: 214-226.
- [2] Dung, Lan-Rong, Chang-Min Huang, and Yin-Yi Wu. "Implementation of RANSAC algorithm for feature-based image registration." J. Comput. Commun. 1.6 (2013): 46-50.
- [3] Martin A. Fischler and Robert C. Bolles. 1981. Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. Commun. ACM 24, 6 (June 1981), 381–395.
- [4] Parr B, Legg M, Alam F. Analysis of Depth Cameras for Proximal Sensing of Grapes. Sensors. 2022; 22(11):4179.
- [5] Qi, Charles R., Su, Hao, Mo, Kaichun and Guibas, Leonidas J. (2017), PointNet: Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), July.
- [6] Aoki, Yasuhiro, Goforth, Hunter, Srivatsan, Rangaprasad Arun and Lucey, Simon. (2019), PointNetLK: Robust & Efficient Point Cloud Registration Using PointNet. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), June.