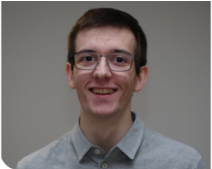


# Machine-Learning-Pipeline für Deep-Hough-Transform

## Studenten



Lukas Oesch



Marcel Braun

**Ausgangslage:** Die Hough-Transformation ist ein weit verbreiteter Algorithmus zur Erkennung von Linien in Bildern. Bei komplexen Bildinhalten, Rauschen oder variierenden Bedingungen stösst der Algorithmus jedoch an seine Grenzen. Die Deep-Hough-Transformation [1] kombiniert die Hough-Transformation mit einem neuronalen Netzwerk. Ziel dieser Arbeit ist es, die existierende Deep-Hough-Transformation in eine Machine-Learning-Pipeline einzubinden, damit auf spezifische Anwendungsfälle ausgelegte Modelle trainiert werden können.

**Ergebnis:** Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine vollständige ML-Pipeline entwickelt, die alle Schritte von der Datensammlung, über die Datenaufbereitung mit diversen Augmentationstechniken, bis hin zur Cross-Validation, zum Training und zur abschliessenden Evaluation der Modelle automatisiert. Zudem wurden für das Deployment und das Monitoring von Modellen jeweils ein Konzept für einen möglichen produktiven Einsatz entwickelt.

Das Open-Source-Tool MLflow wird für die Verwaltung sowie das nachvollziehbare Tracking der Experimente eingesetzt. Zusätzlich wurde ein intuitiv und effizient bedienbares Labelling- und Test-Tool mit C++ und dem Qt-Framework entwickelt, das die Erstellung von Trainingsdaten vereinfacht und den Performancevergleich verschiedener Modelle ermöglicht. Die Vorhersagen jedes Modells werden sowohl bildlich, für einen visuellen Vergleich, als auch mit aussagekräftigen Metriken und Grafiken dargestellt.

Alle Parameter für die Cross-Validation und das finale Training können über eine zentrale Konfigurationsdatei gesetzt werden, wodurch neue Modellvarianten einfach getestet werden können. Dieser gesamte Prozess lässt sich mit wenigen Python-Skripts steuern. Es gibt ein Skript für die Datenvorbereitung, eines für Cross-Validation/Training und eines für das Testen und die Visualisierung der Ergebnisse.

**Fazit:** Die Deep-Hough-Transformation konnte erfolgreich in eine umfassend automatisierte und einsatzbereite ML-Pipeline integriert und in Bezug auf die Genauigkeit sowie Bedienbarkeit verbessert werden. Mit dem entwickelten Labelling- und Test-Tool wurde zudem die Erstellung von Trainingsdaten und der Vergleich verschiedener Modelle entscheidend vereinfacht.

Durch den hohen Grad der Automatisierung und die zentrale Konfigurierbarkeit des Trainings wurde der manuelle Aufwand für die Entwicklung von Modellen für spezifische Anwendungsfälle deutlich reduziert. Die entwickelte ML-Pipeline ist bereit, gezielt Modelle für Situationen und Anwendungsfälle zu trainieren, in denen die klassische Hough-Transformation an ihre

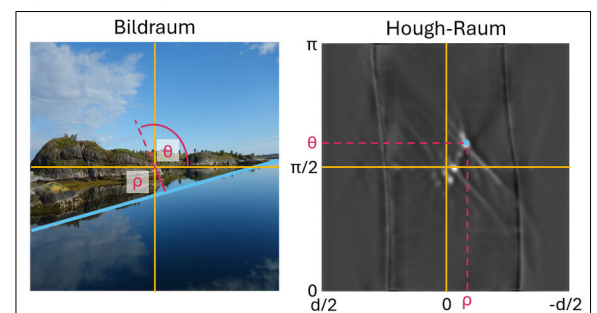
Grenzen stösst.

[1] K. Zhao, Q. Han, C.-B. Zhang, J. Xu, and M.-M. Cheng, "Deep hough transform for semantic line detection," 2021. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1109/TPAMI.2021.3077129>

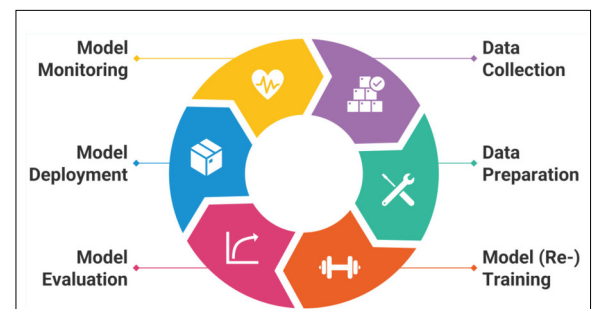
**Die Deep-Hough-Transformation erkennt dominante Geraden in Pixelbildern.**  
Eigene Darstellung



**Links: blaue Gerade im Bildraum. Rechts: dieselbe Linie als Punkt (Rho, Theta) im Hough-Raum.**  
Eigene Darstellung



**Machine Learning Operations Cycle**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Dr. Marco  
Lehmann

**Themengebiet**  
Künstliche Intelligenz,  
Software Engineering