

Abstract (deutsch)

In der Objekterkennung sind Deep Learning Modelle zum Standard geworden. Durch das Lernen anhand von Beispielen können diese eine beeindruckende Leistungsfähigkeit erzielen. Der größte Nachteil des Deep Learning besteht darin, dass eine große Menge an annotierten Daten benötigt wird. Um die Menge an annotierten Daten zu reduzieren, wurde das Active Learning (AL) entwickelt. Das Ziel des AL ist es, die Daten mit dem größten Lerneffekt zu identifizieren und nur diese mit Annotationen zu versehen. Während das AL in der Objekterkennung in Bildern bereits Gegenstand vieler wissenschaftlicher Veröffentlichungen ist, besteht für die Anwendung von AL in der dreidimensionalen Objekterkennung noch Forschungsbedarf.

Die Effektivität von Active Learning hängt signifikant von der eingesetzten Modellarchitektur sowie der Charakteristik des zugrundeliegenden Datensatzes ab. Infolgedessen führt eine Erweiterung des methodischen Repertoires zu einer verbesserten Adaptivität von AL auf neue Datensätze und Modellarchitekturen. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Anwendung von Active Learning Methoden im Kontext der dreidimensionalen Objekterkennung in Punktwolken. Hierbei steht die Übertragbarkeit von AL-Algorithmus aus dem zweidimensionalen in den dreidimensionalen Bereich im Fokus.

Im Rahmen der Arbeit wurden zunächst die spezifischen Herausforderungen bei der Anwendung von AL-Methoden auf Punktwolken identifiziert und analysiert. Basierend auf diesen Erkenntnissen erfolgte die Entwicklung einer Taxonomie zur systematischen Selektion geeigneter Algorithmen. Die ausgewählten Methoden wurden implementiert und unter Verwendung des Fully Convolutional Neural Networks FCAF3D auf einem nicht öffentlichen Datensatz von Rohrleitungssystemen evaluiert.

Die empirische Untersuchung umfasste neun AL-Algorithmen, von denen vier (Region of Interest Matching, Localization Stability, PPAL und eine Variation der Localization Stability) eine konsistente Reduktion der benötigten Datenmenge für einzelne Objektklassen demonstrieren. Die Localization Stability erwies sich mit einer Reduktion von 28% als besonders effektiv.

Abstract (englisch)

Deep learning models have become the standard in object detection. By learning from examples, they can achieve impressive performance. The biggest disadvantage of deep learning is that a large amount of annotated data is required. Active Learning (AL) was developed to reduce the amount of annotated data. The aim of AL is to identify the data with the greatest learning effect and only annotate this data. While AL in object detection in images is already the subject of many scientific publications, there is still a need for research into the application of AL in three-dimensional object detection.

The effectiveness of active learning depends significantly on the model architecture used and the characteristics of the underlying data set. Consequently, an extension of the methodological repertoire leads to an improved adaptivity of AL to new data sets and model architectures. This thesis deals with the application of active learning methods in the context of three-dimensional object detection in point clouds. The focus here is on the transferability of AL algorithms from the two-dimensional to the three-dimensional domain.

As part of the work, the specific challenges in the application of AL methods to point clouds were first identified and analyzed. Based on these findings, a taxonomy was developed for the systematic selection of suitable algorithms. The selected methods were implemented and evaluated using the Fully Convolutional Neural Network FCAF3D on a non-public dataset of pipeline systems.

The empirical study included nine AL algorithms, four of which (Region of Interest Matching, Localization Stability, PPAL and a variation of Localization Stability) demonstrated a consistent reduction in the amount of data required for individual object classes. Localization Stability proved to be particularly effective with a reduction of 28%.