



Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
Institut für Photogrammetrie und Geoinformation

Masterarbeit

Lokalisierung und Klassifizierung von Lampen in hochaufgelösten nächtlichen Fernerkundungsdaten

Matthias Reber, 10049724

Erstprüfer: apl. Prof. Dr. techn. Franz Rottensteiner

Zweitprüfer: Dr. Tobias Storch

Supervisor: Dr. Tobias Storch

Hannover, den 27. September 2024

Abstract

This master's thesis examines the automated localization of street lamps in high-resolution night-time remote sensing data that depicts the visible parts of the electromagnetic spectrum. As an example for the further analysis of the detected lamps, the classification of their lamp types based on spectral information in the underlying optical data is also attempted.

Previous work has already analyzed urban light sources using image data from night light remote sensing, motivated by the high information content of this data. For example, the lamps detected by remote sensing can provide information about the condition of infrastructure and the efficiency of electrical lighting. However, due to a lack of geometrically high-resolution remote sensing data, previous studies did not usually include the differentiation of individual light sources and were limited to analysis methods that are now outdated. This work extends the knowledge thus gained by exploratively applying various modern methods of object detection to high-resolution nighttime remote sensing data.

As part of the work, various machine learning methods were used as examples for the localization of streetlights, in combination with task-specific pre-processing. Using the DINO algorithm, a transformer-based detection method, a street lamp detection with an accuracy of 61,5% was achieved despite an unfavorable data situation, indicating the high domain-specific performance of the algorithm. In addition to this model, the Faster R-CNN was tested comparatively, which, however, achieved lower accuracies. In addition to the analyses carried out, aspects of optical light source detection and analysis are discussed, thus paving the way for the still pending large-scale development of this area.

Kurzfassung

In der vorliegenden Masterarbeit wird die automatisierte Lokalisierung von Straßenlampen in hochaufgelösten nächtlichen Fernerkundungsdaten, welche die sichtbaren Anteile des elektromagnetischen Spektrums abbilden, untersucht. Beispielhaft für die weiterführende Analyse der detektierten Lampen wird außerdem die Klassifizierung deren Leuchtmittel-Typen basierend auf spektraler Information in den zugrunde liegenden optischen Daten versucht.

Bisherige Arbeiten haben bereits urbane Lichtquellen mittels Bilddaten der nächtlichen Fernerkundung analysiert, motiviert durch den hohen Informationsgehalt dieser. So können die mittels Fernerkundung erfassten Lampen beispielsweise über den Zustand von Infrastruktur und die Effizienz der elektrischen Beleuchtung Aufschluss geben. Aufgrund eines Mangels an geometrisch hochaufgelösten Fernerkundungsdaten umfassten die bisherigen Untersuchungen jedoch zumeist nicht die Differenzierung einzelner Lichtquellen, und beschränkten sich auf inzwischen überholte Analysemethoden. Das so erlangte Wissen erweitert diese Arbeit durch die explorative Anwendung verschiedener moderner Methoden der Objektdetektion auf hochaufgelöste nächtliche Fernerkundungsdaten.

Im Rahmen der Arbeit wurden exemplarisch verschiedene Methoden des maschinellen Lernens für die Lokalisierung von Straßenlampen angewandt, in Kombination mit aufgabenspezifischen Vorprozessierungen. Dabei konnte mithilfe des DINO-Algorithmus, einer Transformer-basierten Detektionsmethode, trotz ungünstiger Datenlage eine Straßenlampendetektion mit einer Genauigkeit von 61,5% erzielt werden, womit die hohe domänenspezifische Performanz des Algorithmus angedeutet wurde. Neben diesem Modell wurde das Faster R-CNN getestet, welches jedoch geringere Genauigkeiten erzielte. Neben den durchgeführten Untersuchungen werden Aspekte der optischen Lichtquellen-Detektion und -Analyse diskutiert, und somit der Weg für die noch ausstehende großflächige Erschließung dieses Bereichs weiter geebnet.