

Segmentierung in hochaufgelösten Luftbildern am Beispiel von Fussgängerstreifen

Student



Kevin Ammann

Einleitung: Die Validierung der Vollständigkeit und Korrektheit von raumbezogenen Daten (Geodaten) ist ein aufwändiger Prozess. Bei dem crowdsourced Projekt OpenStreetMap (OSM) hat zudem noch die Aktualität eine hohe Bedeutung. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Ansatz implementiert, der die Validierung von Fussgängerstreifen bzw. Fussgängerübergänge durch ein computergestütztes Verfahren erleichtert. Es wurde ein vortrainiertes neuronales Netz systematisch verbessert, um die Fussgängerstreifen automatisiert auf hochaufgelösten Luftbildern (sog. Orthofotos) der Ost- und Zentralschweiz zu identifizieren und deren Koordinaten zu extrahieren.

Vorgehen / Technologien: Die Arbeit und die Lösung können im Wesentlichen in folgende fünf Phasen gegliedert werden (siehe Abbildung 2): Die Vorverarbeitung (1) umfasst die Beschaffung der Orthofotos und die manuelle Aufbereitung der Trainingsdaten (ca. 5500 Bild-Masken). In der Trainingsphase (2) wird das vortrainierte Modell so lange weiter trainiert, bis es zufriedenstellende Resultate erzielt. Um sicherzustellen, dass das Modell auch mit unvorhergesehenen Daten gute Resultate erzielt, wird es in den nächsten beiden Phasen - 3. Vorhersage und 4. Model Testing - auf für das Modell unbekanntem Testdaten angewendet und geprüft. Zur Messung der Erkennungsleistung des Modells werden die Metriken Precision, Recall und F1-Score verwendet. Um schliesslich die Koordinaten der Fussgängerstreifen zu erhalten, erfolgt im Rahmen der Nachbearbeitung (5) eine doppelte Koordinaten-Transformation, bei der zuerst die lokalen Pixel-Koordinaten in den vorausgesagten Masken abgebildet werden ins Koordinaten-Referenz-System (KRS) der originalen Orthofoto-Ausschnitte (LV95). Dann werden diese ins gewünschte KRS WGS84 transformiert.

Die Implementation des neuronalen Netzes erfolgt mithilfe der Software-Bibliothek 'fastai'. Sie basiert auf dem Deep-Learning-Framework Pytorch und eignet sich besonders für die digitale Bildverarbeitung. Als Datengrundlage dient das Bildprodukt SwissImage RS der Swisstopo, das eine Bodenaufösung von 0.1 m im Flachland hat und das hier nachträglich zu drei Bändern (RGB) aufbereitet wurde.

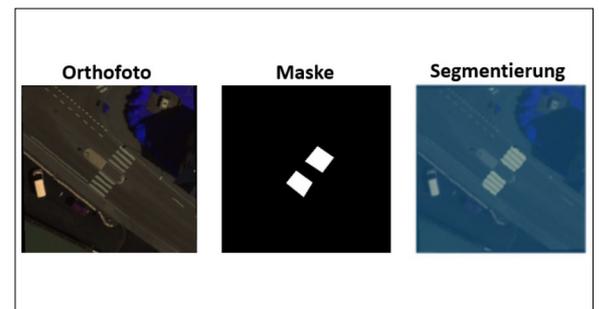
Ergebnis: Das Hauptresultat dieses Projekts ist ein leistungsfähiges statistisches Modell, das die semantische Segmentierung ermöglicht. Im Testdurchlauf hat das Modell über 97% aller 2002 Fussgängerstreifen richtig erkannt (Recall) mit einer Präzision von 96%.

Ein weiteres Resultat des Projekts ist ein End-to-end-Prozess, der Orthofotos entgegennimmt, allfällige Fussgängerstreifen detektiert und segmentierte Masken erzeugt. Mit wenigen

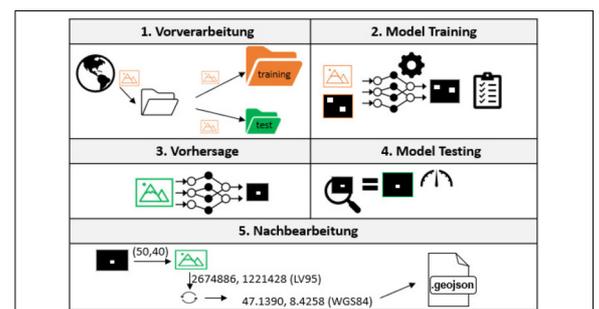
Nachbearbeitungsschritten werden letztlich die Koordinaten der Fussgängerstreifen in Form einer GeoJSON-Datei ausgegeben. Die Fussgängerstreifen werden als Punktkoordinaten im KRS WGS84 repräsentiert.

Die Data Science Pipelines sind als Jupyter Notebook (Python) in einem Git-Repository frei verfügbar. Damit ist die Grundlage geschaffen, um Fussgängerstreifen mit der OSM-Datenbank abzugleichen sowie deren Vollständigkeit und Korrektheit zu überprüfen.

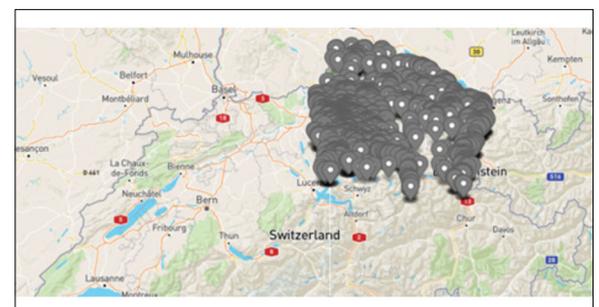
Beispiel eines Fussgängerstreifens auf Orthofoto-Ausschnitt (links) als Maske und als segmentiertes Bild (rechts)
Eigene Darstellung



Implementation der Datenverarbeitungs-Prozesse bei der eine GeoJSON-Datei mit Fussgängerstreifen-Koordinaten resultiert
Eigene Darstellung



Extrahierte Fussgängerstreifen in der Ost- und Zentralschweiz visualisiert mit GeoJSON.io
Eigene Darstellung (Basiskarte © OpenStreetMap Mitwirkende)



Examinator
Prof. Stefan F. Keller

Themengebiet
Data Science

