

Eine Webanwendung für die Berechnung der Fassadenfläche mittels semantischer Segmentierung

Diplomand



Kevin Ammann

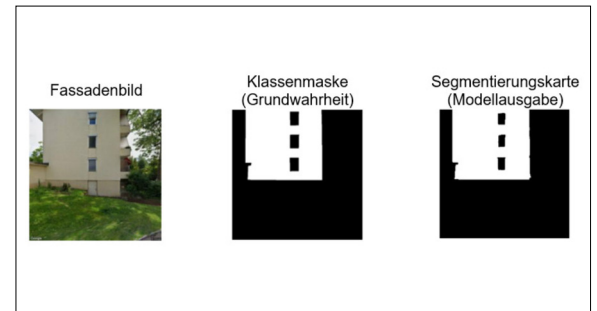
Einleitung: Mit der Energiestrategie 2050 werden laut Medienmitteilung des Bundesamtes für Energie (BFE) die erneuerbaren Energien gestärkt. Eine Option, um die Energiewende voranzutreiben, ist, nicht nur die Dächer, sondern auch die Fassaden von bestehenden und zukünftigen Gebäuden mit Photovoltaik (PV) auszurüsten. Das Potenzial dieser gebäudeintegrierten Photovoltaik (BIPV) beträgt für die Schweiz ca. 17 TWh Energie pro Jahr, was rund 25% des ausschöpfbaren Solarstrompotenzials der Schweizer Gebäude entspricht. Barrieren für die Umsetzung solcher Projekte sind gemäss einer Studie der SUPSI neben den Kosten vor allem die Komplexität der Projektentwicklung und die aufwändig zu erhebenden Fassadeninformationen. In der vorliegenden Arbeit soll aufgezeigt werden, ob mit Ansätzen des maschinellen Lernens (ML) und der Bildverarbeitung Aussagen über die Struktur und den Flächenumfang von Fassaden gemacht werden können, welche die Projektinitiierung erleichtern und beschleunigen.

Vorgehen / Technologien: Zunächst wurden die theoretischen Grundlagen im Bereich der Bildverarbeitung (mit Schwerpunkt semantische Segmentierung) anhand verschiedener Sekundärquellen aufbereitet. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde das Projekt in Anlehnung an das Standard-Vorgehensmodell für Data Mining CRIPS-DM (siehe zweite Abbildung) weitergeführt. Für die Datenaufbereitung wurden potentielle Anbieter von Strassenszenenbildern, Senkrechtluftbilder und 3D-Gebäude-Renderings evaluiert. Zusätzlich flossen eigene Fassadenaufnahmen in die Evaluation ein. Die Masken, die für das Modelltraining nötig sind, wurden mit dem webbasierten Computer Vision Annotierung Tool (CVAT) erzeugt. Die Implementierung des Modells erfolgte in Python unter Verwendung der Softwarebibliothek TensorFlow. Die Webanwendung, die für die experimentelle Bereitstellung des Modells entwickelt wurde, basiert auf dem Web-Framework Django.

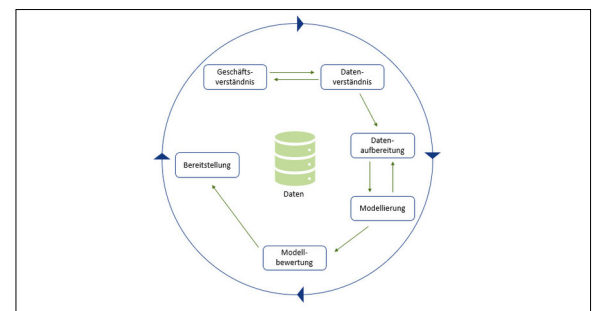
Ergebnis: Die Evaluierung der Datenquellen zeigte, dass sowohl die Strassenszenen-Bilder von Google Street View als auch eigene Aufnahmen für die semantische Segmentierung geeignet waren. Mit den Strassenszenenbildern wurden verschiedene Fully Convolutional Networks (FCNs) trainiert und getestet. Die Überlappung der Bildsegmentierungskarten und der Bildmasken wurde mit der Metrik "Intersection-over-Union" (IoU) gemessen. Die Bildsegmentierungskarten mit der grössten Überlappung (siehe erste Abbildung) erreichten einen Wert von 99%, die mit der geringsten Überlappung einen Wert von 80%. Im Durchschnitt aller 26 Testbilder erreichte das Modell eine IoU von 92%. Basierend auf dem leistungsfähigsten Modell wurde eine Webanwendung entwickelt, die es Nutzern

ermöglicht, das Potenzial ihrer Gebäudefassade für Fassadenpanels anhand von Fassadenfotos zu bewerten. Der Prototyp verfügt über zusätzliche Algorithmen, um Informationen über die Fassadenstruktur aus den Segmentierungskarten zu extrahieren, einschliesslich der Analyse verbundener Komponenten. Mit wenigen Eingaben zu den Gebäudeeigenschaften kann der Nutzer Investitionsinformationen wie die Gesamteinsparung in CHF oder die Investitionsrücklaufzeit berechnen (siehe dritte Abbildung).

Beispiel einer Fassade auf Strassenszenenbild (links) als Bildmaske (mitte) und als Bildsegmentierungskarte (rechts). Eigene Darstellung



Das Standard-Vorgehensmodell für Data Mining CRIPS-DM. Eigene Darstellung in Anlehnung an Wuttke 2023



Ausschnitt Webanwendung - Ein Fassadenprojekt mit einer berechneten Fassade. Eigene Darstellung



Referent
Prof. Stefan F. Keller

Korreferent
Nicola Jordan

Themengebiet
Data Science,
Computer Science,
Software and Systems

