

Informationsextraktion von Gebäudedächern

-anhand flugzeuggestützter LiDAR und RGB Daten-

Stadtkartierung gilt als eine der schwierigsten Aufgaben bei der automatisierten Analyse von Bilddaten, da urbane Flächen aus hochkomplexen räumlichen und spektralen Strukturen bestehen. Extrahierung großräumiger, aktueller Landbedeckungs-Die Landnutzungsinformationen bedarf räumlich hochaufgelöster Aufnahmen und ermöglicht eine detaillierte und kostengünstige Kartierungsbasis für optimiertes Stadtmanagement. Pixelbasierte, graphenbasierte sowie objektbasierte Methoden zur Prozessierung von Radardaten, multispektralen bis hyperspektralen optischen Daten, LiDAR Punktwolken und thermalen Informationen kommen dabei zum Einsatz. In diesem Zusammenhang bietet die eCognition Software mit ihren vielfältigen implementierten Algorithmen eine exzellente Basis für die umfassende Analyse verschiedenster Eingangsdaten. Nachfolgend wird die synergetische Untersuchung von optischen und LiDAR Daten im Rahmen der detaillierten Extraktion von Gebäudedächern betrachtet.

RGB (Rot, Grün, Blau) Bilder setzen sich aus 3 Bändern in verschiedenen spektralen Bereichen des sichtbaren Lichts zusammen, wobei die Wellenlängen ungefähr zwischen 450 nm und 750 nm betragen. Die durch passive Sensoren erhobenen Informationen nutzen die Reflektion der Sonnenenergie aus und ermöglichen so Aussagen zu Oberflächenmaterialien von Objekten. Punktwolken dagegen werden durch aktive LiDAR (Light Detection And Ranging) Sensoren generiert und eignen sich zur Charakterisierung weiterer Erdoberflächenmerkmale. Der emittierte Laserpuls kann genutzt werden, um die Distanz zwischen einem Ziel und der Sensorplattform zu bestimmen und damit die Höhe von abgetasteten Objekten zu beschreiben. Zusätzlich werden Details zur Intensität und der Anzahl der zurückreflektierten "returns" im Datensatz gespeichert. Abbildung 1 zeigt ein vergleichendes Beispiel eines RGB und LiDAR Bildes (in diesem Fall ist die Anzahl der "returns" dargestellt), dabei wird deutlich, dass durch beide Sensoren unterschiedliche Oberflächenmerkmale herausgestellt werden.



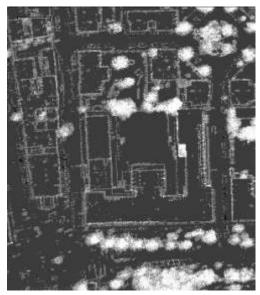
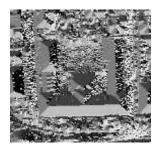


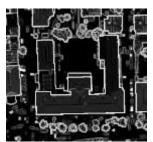
Abb. 1: Beispiel eines RGB Bildes (links) und LiDAR Informationen zur Anzahl der "returns" (rechts) (je heller desto mehr "returns")

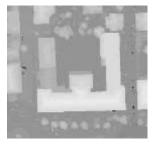


Um Gebäudedächer präzise zu kartieren, werden häufig Punktwolken in Kombination mit optischen Daten analysiert. Die Synthese beider Datentypen ermöglicht eine erhöhte Genauigkeit bei der Objektextraktion, vorausgesetzt dass die Position beider Datensätze exakt übereinstimmt. Verschiedene Vorteile entstehen durch die simultane Analyse: Zusätzlich zu Höhe, Anzahl der "returns" und Intensität von Punktwolken ermöglichen RGB Daten den Einbezug von spektralen Signaturen zur Segmentierung und Klassifikation und bieten somit einen Informationsgewinn. Die Berechnung spektraler (Vegetations-) Indizes basierend auf den 3 Kanälen des sichtbaren Lichts ist ebenfalls möglich. Außerdem besitzen RGB Daten häufig eine höhere räumliche Auflösung als LiDAR Daten, wodurch die Kombination beider zu einer präzisen Kartierung kleinerer Objekte befähigt. Während Punktwolken unter Regionen ohne LiDAR Informationen leiden (z.B. neben sensor-abgewandten Gebäudewänden), können Orthophotos oder Orthomosaiks diese Lücke schließen.

In diesem Beispiel konzentriert sich die Analyse auf die Extraktion von Merkmalen eines einzelnen Gebäudes: Dachtyp, Dachexpositionen, Dachmaterial und Solarpanels. In einem ersten Schritt werden die vorhandenen Punktwolken zusammengefügt, um Regionen ohne LiDAR Signal zu minimieren. Anschließend erfolgt die Berechnung nützlicher Punktwolkencharakteristiken für jedes Pixel, wie z.B. die maximale Höhe aller "returns", die Anzahl aller "returns", Neigung und Exposition (Abb. 2). Die Höheninformationen werden genutzt, um ein normalisiertes digitales Höhenmodell zu generieren.







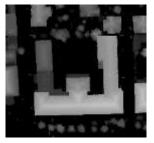


Abb. 2: Exposition, Neigung, Höhenmodell und normalisiertes Höhenmodell extrahiert aus der Punktwolke

Die betrachtete Fläche wird auf Basis des normalisierten Höhenmodells in erhöhte und nichterhöhte Objekte unterschieden. Anschließend werden aussagekräftige Objekte durch Segmentierung der erhöhten Gebiete anhand von RGB und Höheninformationen erzeugt. Die initiale Gebäudeklassifikation basiert ebenfalls auf einer Kombination der Intensität des Grünanteils und der Anzahl der "returns", somit kann zwischen Vegetation und Gebäuden unterschieden werden. Nachdem das Gebäude umrissen ist (Abb. 3), können weitere Details unter Verwendung von spektralen Werten, Punktwolkeninformationen sowie der Kombination beider Datensätze extrahiert werden: Unterscheidung von Flachdächern, Giebeldächern und Flachdächern mit roten Ziegeln (Abb. 4), Extraktion der Expositionen verschiedener Teile des Dachs (Abb. 5) und Klassifikation kleinerer Details wie Solarpanels (Abb. 6). Die scheinbare



Verschiebung zwischen dem RGB im Hintergrund und den überlagerten Klassifikationsergebnissen resultieren aus der Schrägaufnahme des RGB.



Abb. 3: Extrahierte Gebäudeumrisse

Abb. 4: Klassifikation von Dachtypen

- FlachdachSolamanel
- Flachdach rote Ziegel
- Giebeldach
- Exposition: Süden
- Exposition: Westen
- Exposition: Norden

 Exposition: Osten



Abb. 5: Verschiedene Expositionen des Dachs

Abb. 6: Extraktion von Solarpanels

Bezüglich des Exports der Klassifikationsergebnisse werden häufig generalisierte Gebäudeumrisse gewünscht, um diese als Vektorobjekte in bestehende Datenbanken zu integrieren. Je nach notwendigem Grad der Abstraktion können verschiedene eCognition



Parameter zur Anpassung der Objektform genutzt werden. Abbildung 7 veranschaulicht einige Beispiele in Bezug auf die Generalisierung von Gebäudeumrissen.

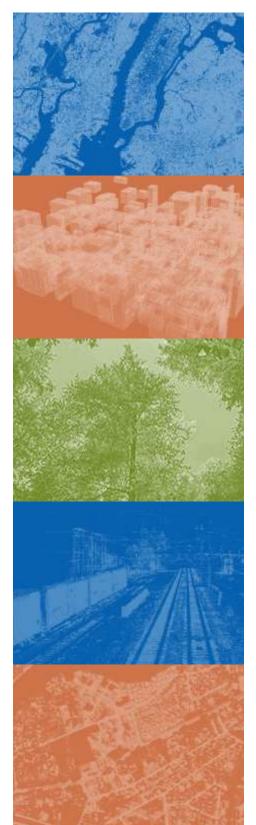


Abb. 7: Generalisierung von Gebäudeumrissen für verschiedene Abstraktionsstufen

Übersicht über die Anwendung von LiDAR & RGB Daten für die Kartierung von Dachstrukturen

Eingangsdaten	Luftgestützte LiDAR Punktwolken Luftgestütztes RGB Bild
Vorverarbeitung	Zusammenfügen beider vorhandenen Punktwolken und Füllen kleinerer Datenlücken Extraktion von Punktwolkeninformationen zu einem Raster Layer
Software	eCognition Developer eCognition Server (empfohlen für große Datensätze)
Ruleware	 Tama Group mehrstufiger Ansatz: Extraktion eines normalisierten Höhenmodells Klassifikation von erhöhten und nicht-erhöhten Objekten Klassifikation von Gebäuden Klassifikation von Dachtypen und -details Generalisierung von Gebäudeumrissen
Ergebnisse	Ausgabeformat: Bilddaten (JPEG/TIF/PNG) Karten (SHP) Klassifizierte Punktwolke (LAS) Statistiken





Die Tama Group ist auf automatisierte Informationsextraktion spezialisiert, insbesondere auf objekt-basierte Bildanalyse mit eCognition.

Wir analysieren Bilder von verschiedensten Sensoren und verfeinern unsere Methoden der Automatisierung von Informationsextraktion immer weiter. Dabei kombinieren wir maschinelles Lernen, deep learning und Expertenwissen.

Mit unserem **Forstportal** sind wir in der Lage, praktisch jedem Forstbetrieb einen bildbasierten digitalen Zwilling seines Waldes anzubieten. So können wir übersichtlich wichtige Informationen zum bewirtschafteten Waldgebiet bereitstellen.

Unsere **Informationsfabriken** bieten Lösungen für spezifische Fragestellungen in verschiedensten industriellen Bereichen wie Landwirtschaft, Bauwirtschaft, Energie, Transport, Umweltschutz und Materialwissenschaften.

Distribution von Trimble eCognition: Wir bieten ein umfangreiches Vertriebs-, Support- und Trainingsportfolio, inklusive unseres 4D-Wartungspaketes.