



ERKENNUNG VON BORKENKÄFERBEFALL MIT ARCGIS PRO

PROJEKTZIEL

Borkenkäferangriffe zerstören weite Teile der Wälder und wurden zu einer ernsthaften Bedrohung für die Waldökosysteme. Verschiedene Arten von Borkenkäfern greifen gesunde Bäume an, schädigen Wurzeln, Stämme, Samen und Früchte. Dadurch entstehen der Forst- und Holzwirtschaft Schäden in Millionenhöhe. Die Kartierung und Überwachung befallener Bäume hilft Gegenmaßnahmen zu ergreifen, um die Ausbreitung der Käfer zu verhindern. Dieser Anwendungsfall stellt einen skalierbaren Ansatz zum Training und zur Anwendung von neuronalen Netzen in ArcGIS Pro dar, um abgestorbene Bäume in Gebieten mit Borkenkäferbefall automatisch zu erkennen und zu kartieren. Dies ermöglicht die flächendeckende Bewertung tatsächlicher Schäden. Durch den Vergleich der Ergebnisse von Luftbildern über mehrere Jahre, kann die Entwicklung des Befalls überwacht werden.

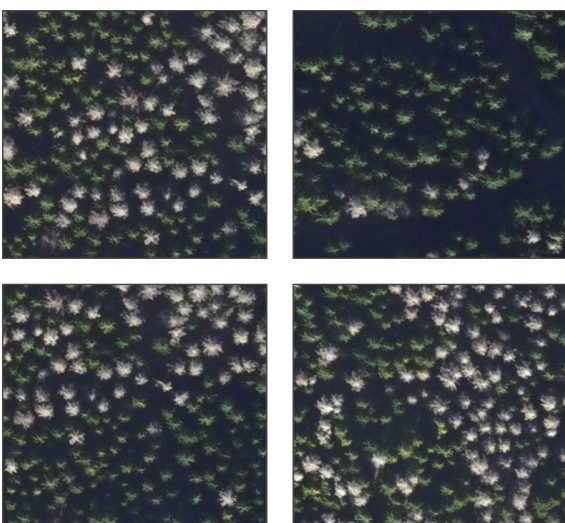
GENUTZTE DATEN

Die Luftbilder wurden von den Niedersächsische Landesforsten zur Verfügung gestellt und decken eine Fläche von ca. 25ha eines Waldes im Harz ab. Die RGBI-Bilder sind geokodiert und besitzen eine räumliche Auflösung von 0,2m. Auf einem Teil des Gebietes wurden Trainingsdaten generiert, um ein Modell zu trainieren und das gesamte Gebiet damit zu prozessieren. Auf den Trainingsdaten wurden tote Bäume gelabelt. Für das Modelltraining wurde die native Pipeline für Deep Learning in ArcGIS Pro verwendet. Die Generierung der Trainingsdaten, das Modelltraining mit einer ArcGIS-Entwicklungsumgebung und dem Modul `arcgis.learn` sowie die Prozessierung des gesamten Gebietes konnten mit Tools von ArcGIS Pro umgesetzt werden.

HERAUSFORDERUNGEN

Das Modelltraining benötigt eine große Menge an Trainingsdaten der Waldfläche, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Für bessere Ergebnisse und Analysen wären ebenso historische Daten des Gebietes notwendig. Diese liegen aktuell jedoch nicht vor. Diese könnten zeigen, wo der Borkenkäferbefall begann und wie die Ausbreitung stattfand.

Der Borkenkäferbefall kann in verschiedene Stadien des Befalls unterteilt werden. Befallene Bäume im Grau-Angriffsstadium sind bereits tot und deutlich sichtbar. Sie können leicht von lebenden Bäumen unterschieden werden. Im initialen Grün-Angriffsstadium sind die befallenen Bäume auf den RGB-Bildern nicht klar von lebenden Bäumen zu unterscheiden. Aus diesem Grund decken die Erkennungen nur Bäume im Grau-Angriffsstadium ab.



Beispielbilder für die Erstellung des Modells

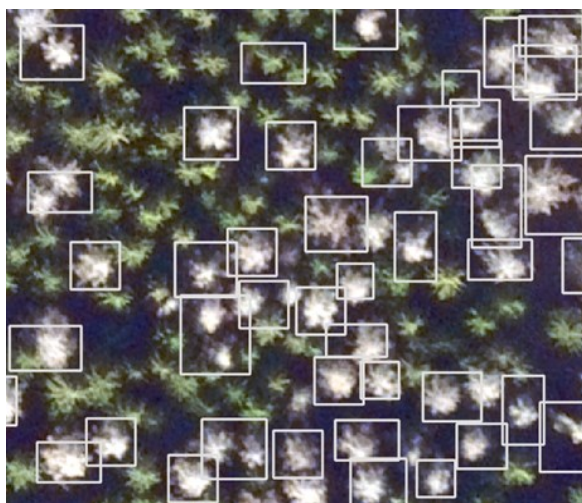
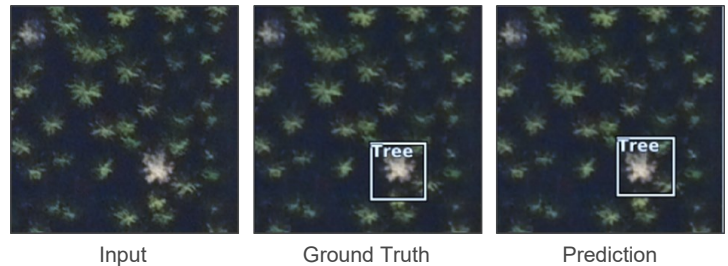


ANGEWANDTE METHODEN

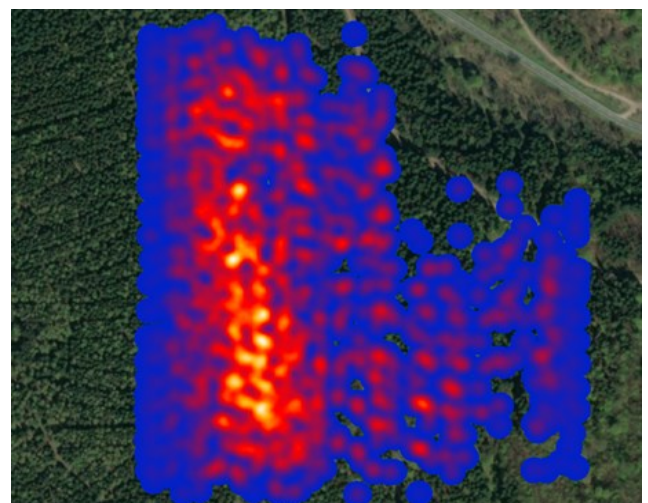
Um abgestorbene Bäume, die von Borkenkäfern befallenen wurden, zu erkennen, wurde ein neuronales Netz mit einer Fast RCNN-Architektur verwendet. Die Trainingsdaten wurden mit aktuellen Features der ArcGIS Pro-Anwendung erstellt. Für die Datenaufbereitung, das Modelltraining und die Verarbeitung wurde das Python-Modul `arcgis.learn` eingesetzt. Als Input für die Deep Learning Architektur wurden Bilder mit Bounding Boxes für jeden mit Borkenkäfern befallenen Baum verwendet.

PROJEKTERGEBNIS

Das trainierte Modell erreichte 98,6% Recall in Bezug auf die Trainingslabels auf den Testdatenbildern. Es wurde eine Schnittmenge von bis zu 88% zu den verfügbaren gelabelten Trainingsdaten erreicht. Mit dem Modell können große Waldflächen schnell und zuverlässig analysiert werden, um den Menschen bei der Überwachung des Waldzustandes zu unterstützen. Durch die Erstellung von Heatmaps in ArcGIS Pro werden Befalls-Hotspots deutlich sichtbar und die Ausbreitung über mehrere Jahre kann auf einfache Weise visualisiert werden.



Ausschnitt der Erkennungsergebnisse



Heatmap der detektierten toten Bäume

WEITERE ANWENDUNGEN

Das trainierte Modell wurde für die spezifischen Wald- und Bilddaten optimiert. Für ein besseres und verallgemeinerndes Modell können Trainingsdaten aus anderen Waldgebieten oder anderen Wäldern hinzugefügt werden. Alternativ kann die gleiche Pipeline verwendet werden, um spezifische Modelle für andere Waldgebiete zu trainieren. Sie könnten auch erweitert werden, um zwischen verschiedenen Baumfamilien sowie Krankheiten zu differenzieren und um Gesundheitsmonitoring und Wiederaufforstung von Wäldern zu unterstützen.

Die Kartierung der abgestorbenen Bäume unterstützt bei der Planung für die Entfernung und den Abtransport der Bäume. Auf diese Weise lassen sich effiziente Routen sowie Aufwände und Kosten auf Basis der Informationen in der ArcGIS Pro-Plattform abschätzen.

Bilder mit weiteren Bändern neben RGB, können für genauere Analysen zum Borkenkäferbefall verwendet werden. Durch die Verwendung von Infrarot-Bändern entlang der RGB-Bänder kann ein normierter Vegetationsindex (wie NDVI) berechnet zur genaueren Erkennung von Borkenkäferbefall im Grünstadium verwendet werden.

Diese Pipeline kann auch modifiziert und für die Bewertung der Auswirkungen von Naturkatastrophen, wie die Erkennung von Gebäudeschäden, Müllteppichen auf dem Ozean, Buschbrände, u.Ä. eingesetzt werden. Die resultierenden Daten der Modelle können auch in weitere KI-Anwendungen eingespeist werden. Diese lassen sich an kundenspezifische Anforderungen anpassen und können in End-to-End-Lösungen integriert werden, welche die Ergebnisse in Geodatenbanken, Kartenlayer oder AutoCAD-Modelle zurückführen.

