

SBL-S1-PR

Exploration of Space-borne LiDAR data for supporting Sentinel-1 forest parameter retrieval

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 17. Ausschreibung (2020)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.06.2021	Projektende	31.07.2022
Zeitraum	2021 - 2022	Projektlaufzeit	14 Monate
Keywords	space-born LiDAR, Sentil-1, Forests, ALS, climate		

Projektbeschreibung

Waldflächen erfüllen eine Vielzahl von Ökosystemdienstleistungen. Diese umfassen u.a. den Lebensraum für Flora und Fauna, Naherholungsraum für die Menschen, Schutz- und Produktions-funktionen sowie soziale und wirtschaftliche Funktionen. Das Ziel der Erhaltung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Wälder ist von öffentlichem Interesse und kann nur gewährleistet werden, wenn die Planung und Durchführung aller entsprechenden Maßnahmen auf objektiven und zuverlässigen Informationen über die Ressource Wald und dessen Zustand beruhen. Im Allgemeinen gibt es Eigenschaften des Waldes, die über Jahre hinweg stabil sind (z.B. Baumarten) sowie Eigenschaften, die Prozessen auf einer kurzen Zeitskala unterliegen (z.B. Baumhöhen, Überschirmungsgrad). Solche dynamische Prozesse umfassen Dürren, Sturm- und Schneeschäden, Waldbrände oder Insektenbefall. Zur Quantifizierung dieser dynamischen Eigenschaften ist die zeitliche Auflösung der verfügbaren Waldinventurdaten (z.B. Update für Österreich alle 6 Jahre) weder räumlich noch zeitlich ausreichend. Seit dem Start der operationellen Sentinel-Satelliten wurde bereits in vielen Studien bestätigt, dass Sentinel-1 (S1) und Sentinel-2 (S2) basierte Ansätze ein hohes Potential zur Erfassung der benötigten dynamischen Waldinformationen mit erforderlicher zeitlicher und räumlicher Auflösung haben. Für die Extraktion dieser Waldparameter sind aktuelle Referenzdatensätze erforderlich, um Algorithmen zu trainieren und die Ergebnisse zu validieren. Bislang fehlen derartige Referenzdaten, welche mit dem Erfassungsdatum der Satellitendaten übereinstimmen und die gesamte Vielfalt der untersuchten Waldparameter abdecken, oftmals.

Die Grundidee von SBL-S1-PR ist es, das Potential von weltraumgestützten Lidar (SBL)-Sensoren zur Charakterisierung von Wäldern zu erforschen und die abgeleiteten Waldmetriken als Referenz für die Kalibrierung von Baumhöhenmodellen basierend auf S1 Daten zu verwenden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird die Quantität und Qualität der verfügbaren SBL-Daten für Österreich anhand von luftgestützten Laserscanningdaten (ALS) ermittelt und bewertet. Speziell bei geneigtem Gelände ist die erzielbare Genauigkeit der aus SBL-abgeleiteten Baumhöhen begrenzt, da die Rückstreuinformationen von Gelände und Vegetation miteinander verschmelzen und somit deren Höhenunterscheidung eine Herausforderung darstellt. In SBL-S1-PR werden Möglichkeiten zur Berücksichtigung der Geländehöhe aus detaillierten ALS-DTMs im Rahmen der Gaußschen Zerlegung der SBL-Wellenform untersucht. Zur Ableitung großflächiger Baumhöhen-karten mit hoher zeitlicher Auflösung werden SBL Daten zur Kalibrierung verschiedener auf maschinellem Lernen basierender Baumhöhenmodelle auf der Grundlage von S1-Zeitreihen verwendet. Der wesentliche Vorteil der S1-Daten liegt in der hohen zeitlichen Auflösung und der Unabhängigkeit

der Bewölkung. Für das maschinelle Lernen werden erklärende Variablen wie z.B. Rückstreuoeffizienten, Texturmaße, Kreuzpolarisationsverhältnisse, zeitlich aggregierte Parameter, Zeitreihenparameter wie Neigung und Korrelation und die interferometrische Kohärenz untersucht.

Die Untersuchungen werden für verschiedene Waldtypen (z.B. Nadel-/Laubwald) und topographische Bedingungen für österreichische Versuchsflächen durchgeführt, von denen zeitnah aufgenommene ALS-, SBL- und S1-Daten vorliegen. SBL-S1-PR wird zu einem vertieften Verständnis über die möglichen Anwendungen von SBL- und S1-Daten führen und damit neue Forschungs- bzw. Anwendungsbereiche eröffnen, wie z.B. die großräumige Veränderungs-detektion in Bezug auf 3D-Struktur oder Biomasse. Die Bedeutung solcher Anwendungen zeigt sich in der Einbeziehung der Waldbiomasse in die globale Bestandsaufnahme, die ein integraler Bestandteil des Pariser Klimaabkommens ist. Weitere Anwendungsbereiche ergeben sich aus der Bedeutung der Waldstruktur für die Biodiversität, deren Monitoring ebenfalls ein Aufgabenbereich auf nationaler und internationaler Ebene ist.

Abstract

Forests provide a variety of functions such as being habitat for animals and plants, recreation area, source for renewable resources and offer protection and environmental functions. The objective of preserving and improving the efficiency of forests is in the public interest and can only be guaranteed, if planning and implementation of all respective measures are based on objective and reliable information on forest resources and condition. In general, forest can be described by properties that are stable over years (e.g. tree species) and highly dynamic properties, mainly caused by short-term events such as droughts, storm, snow damages or pest infestations. To quantify these dynamic properties the temporal resolution of the available forest inventories (e.g. 6 years in Austria) is insufficient in terms of both, spatial and temporal resolution. Since the launch of the Sentinel-1 (S1) and Sentinel-2 (S2) satellites, several studies have confirmed that approaches exploiting the high spatial and temporal resolution of S1 and S2 have great potential to provide the required dynamic forest information. For the extraction of these forest parameters, up-to-date reference data sets are required to train algorithms and to validate the results. Until now appropriate reference data, coinciding with the acquisition date of the satellite data and covering the entire variety of the investigated forest parameters are missing.

The key idea of SBL-S1-PR is to explore the potential of space-based Lidar (SBL) sensors for characterizing Alpine forests as found in Austria and to use the derived forest metrics as reference to calibrate forest canopy models based on Sentinel-1 data.

To achieve this overall goal the quantity and quality of SBL data available over Austria will be assessed against airborne laser scanning data. It is known, that sloped terrain limits the achievable accuracy of SBL derived canopy heights, because the backscatter from terrain and vegetation merge. Thus, the differentiation between these two scattering objects in the reflected waveform is challenging. SBL-S1-PR will explore the consideration of terrain height from detailed ALS DTMs within the Lidar signal analysis (e.g. Gaussian decomposition) for retrieving 3D canopy information.

To derive area-wise canopy height maps with high temporal resolution, SBL will be used to calibrate state-of-the-art machine learning models based on S1 time series data. While S1 has been shown to correlate with vegetation parameters, a key advantage of S1 data is the high temporal resolution, independent of weather. The explanatory variables investigated will include backscatter images with different polarizations, texture measures, cross-polarization ratios, temporal aggregated parameters (e.g. seasonal), time series parameters such as slope and correlation, and interferometric coherence.

Investigations will be performed for different forest types (coniferous/deciduous) and topographic conditions for Austrian test sites for which simultaneous ALS, SBL and S1 data are available. Potential study sites are the western part of Tyrol and the Vienna Woods.

Demonstrating the feasibility of such a novel combination will promote the exploitations of the Copernicus S1 and SBL data in an operational context in a challenging environment. SBL-S1-PR will lead to an improved understanding of potential SBL+S1 applications and will therefore open new research sectors such as large-scale change detection of forests with respect to 3D structure and biomass. The importance of such applications is reflected by the inclusion of forest biomass in the Global Stocktake, which is an integral part of the Paris agreement. Further applications arise from the relevance of forest structure for biodiversity. Biodiversity monitoring is set to be a priority field of action in the coming years at the national and international levels.

Projektpartner

- Technische Universität Wien