

AI4Trees

AI for Climate Sensitive Tree Growth Modelling and Maximum Carbon Segregation

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|---------------|
| Programm / Ausschreibung | IKT der Zukunft, AI for Green, AI for Green 2021 | Status | abgeschlossen |
| Projektstart | 01.04.2022 | Projektende | 31.03.2025 |
| Zeitraum | 2022 - 2025 | Projektlaufzeit | 36 Monate |
| Keywords | 5 | | |

Projektbeschreibung

Sich ändernde klimatische Bedingungen haben erhebliche Auswirkungen auf Wälder. Neben höheren Temperaturen sind intensivere und häufigere Sturmereignisse und Dürreperioden die größten Herausforderungen für die Erhaltung und Bewirtschaftung des Waldes. Der Wald nimmt bei der Klimawandelproblematik jedoch auch eine aktive Rolle ein: Als größte natürliche Kohlenstoffsенke entzieht er aktiv Kohlenstoff aus der Atmosphäre und sorgt somit für eine Abschwächung des Klimawandels und seiner Folgen. Das Baumwachstum ist ein wichtiger Indikator für die Baumgesundheit und die Kohlenstoffaufnahme- und Speicherfunktion des Waldes. Der Wachstumsverlauf und die zugrundeliegenden physiologischen Prozesse sind äußerst komplex und können mit herkömmlichen statistischen Wachstumsmodelle nicht vollständig abgebildet werden. Das betrifft insbesondere kurzfristige Wachstumsänderungen aufgrund klimatischer Extreme (Trockenheit, Hitze) und Veränderungen der phänologischen Muster (Länge Vegetationszeit) die heute mit den neuesten Messtechnologien bereits aufgezeichnet werden können und detaillierte und hochqualitative Zeitreihen liefern. Durch die zunehmende Datenverfügbarkeit haben KI-Technologien deshalb in diesem Bereich zunehmend an Bedeutung gewonnen.

Im beantragten Projekt soll ein neuer Ansatz zur Modellierung des Baumwachstums untersucht werden. Die Verfügbarkeit von detaillierten Langzeitdatensätzen zu ökologischen und klimatischen Parametern ermöglicht den Einsatz von maschinellem Lernen. Im Zuge eines umfangreichen Waldmessnetzes werden in Österreich bzw. Europa Wachstumsdaten auf verschiedenen Zeitskalen aufgenommen, dies bietet die Gelegenheit verschiedener Aspekte der Wachstumsdynamik zu untersuchen: physiologische Baumprozesse und Wechselwirkungen zwischen Wachstum und klimatischen Bedingungen können anhand von stündlichen Einzelbaumwachstumsdaten analysiert werden; Bestandsmerkmale und -charakteristiken, werden in 5-Jahres-Abständen aufgezeichnet und liefern Informationen über die langfristige Entwicklung der Bestände und Kohlenstoffbindung. Um weitere detaillierte Informationen über die untersuchten Waldbestände zu erhalten wird im Projekt zudem luftgestütztes und terrestrisches Laserscanning eingesetzt. Darüber hinaus werden zusätzlich Satellitendaten genutzt und davon abgeleitete Parameter aktiv in die Modelle eingebaut. Dieser kombinierte Ansatz ermöglicht die Entwicklung von Modellen, die sowohl hoch- als auch niederfrequent abgetastete Merkmale für die Wachstumsmodellierung abbilden können. Die Verwendung von erklärbarer KI ermöglicht es entscheidende Wachstumsparameter zu identifizieren und schafft somit eine wichtige Wissensgrundlage für die Entwicklung und Planung von künftigen Monitoringkonzepten, abgestimmt auf die jeweiligen individuellen Forschungsfragen.

AI4Trees wird somit Technologien erforschen, entwickeln und kombinieren, die es uns ermöglichen, das Wachstum von Bäumen zu verstehen und zu erklären. Dies ist eine wesentliche Komponente für die Optimierung der Kohlenstoffspeicherung, der biologischen Vielfalt und der Klimaanpassung in Waldökosystemen, die es ermöglicht, potenziell schädliche Folgen für moderne Gesellschaften im Einklang mit den UN-Zielen für nachhaltige Entwicklung zu minimieren.

Abstract

Changing climatic circumstances have a significant impact on forests: besides higher temperatures, more intensive and frequent storms and drought spells are major challenges for forest conservation and management in the future. European Forests, on the other hand, have been a significant carbon sink within the last decades, allowing for natural carbon dioxide removal from the atmosphere and so aiding in the mitigation of climate change and its consequences. Tree growth is a key indicator of tree health and carbon sequestration. Growth dynamics and underlying physiological processes are, however, of great complexity and challenging for traditional statistical modelling approaches. Moreover, they do not allow considering instantaneous changes in growth due to climatic extremes (i.e. drought, heat) and the changes of phenological patterns (i.e. length vegetation season) which can nowadays being monitored with the latest measurement equipment. For that reason and since data availability has increased substantially, AI technologies have become increasingly popular in recent years.

The proposed project aims at a unique modelling approach for tree growth. Machine learning is enabled by the availability of detailed long-time datasets on ecological and climatic parameters through an extensive forest monitoring network in Austria respectively all over Europe. Within the network, growth data is available on different time scales allowing studying different aspects of growth dynamics: physiological tree processes and interactions between growth and climate variables can be analysed using hourly single tree growth data; stand characteristics gathered every couple of years on the other hand provide information on long-term tree development and carbon sequestration. Another important part of the project is the integration of airborne and terrestrial laser scanning in order to obtain detailed information on the studied tree stands. In addition to that, satellite derived parameters will be actively incorporated into the developed models. This combined approach allows developing a model that can map both high- and low-frequency sampled features for growth modelling. Furthermore, using AI with an explainable error analysis module, growth parameters can be identified, aiding researchers in developing and planning monitoring setups for different research questions.

AI4Trees will thus research, develop and combine technologies that would allow us to understand and explain tree growth, an essential component for optimizing carbon segregation, biodiversity and climate adaptation in forest ecosystems, empowering response to minimize potentially harmful consequences for modern societies in line with the UN Sustainable Development Goals.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft
- Know Center Research GmbH
- UMWELTDATA Gesellschaft m.b.H.
- GeoVille Informationssysteme und Datenverarbeitung GmbH

- E.C.O. Institut für Ökologie Jungmeier GmbH.