Forest-IMate

Forest-Inventorying with Micro Aerial vehicles for autonomous Tree-parameter Estimation

Programm / Ausschreibung	IKT der Zukunft, IKT der Zukunft - 4. Ausschreibung (2015)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2016	**Projektende**	31.05.2019
Zeitraum	2016 - 2019	**Projektlaufzeit**	33 Monate
Keywords	5_Offenes_Anwendungsfeld		

Projektbeschreibung

Die Analyse der ökologischen und ökonimischen Faktoren eines Walds hat eine lange Tradition die bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts zurückgeht. Während die ökonomischen Faktoren schon länger für die Messung des Waldertrages verwendet wurden, nahm die Messung der ökologischen Eigenschaften über die letzten Jahre weltweit zu. In vielen Wäldern wird die Sammlung der Holzinformationen noch vernachlässigt, da es an dafür ausgebildeten Personal, Wissen, Finanzierung oder Technologie mangelt. In Osteuropa beginnt eine zunehmende Zahl von Länder damit, sich für eine kontrollierte Forstwirtschaft zu interessieren. In diesem Zusammenhang interessante Informationen sind Durchmesser auf Brusthöhe (diameter at breast height, DBH), Form des Stammes und die Position der einzelnen Bäume, um daraus Volumen, Qualität und Verteilung des Holzes abzuleiten. Im Normalfall fehlen die Stammform und die Existenz/Stärke der Äste als Qualitätsindikatoren, meistens da sie nicht effizient gemessen werden können. Die meisten der Parameter können weder durch konventionelle erdgebundene Methoden noch durch Fernerkundung in der notwendigen Genauigkeit erlangt werden. Daher sind Forschung und technische Weiterentwicklung notwendig, um die Genauigkeit mittels vertretbarem Aufwand zu erhöhen.

Der momentane State-of-the-Art wird über Satellitenbilder und luftgebundene LIDAR-Daten (LIDAR-Höhe verglichen mit konventioneller Inventur) umgesetzt (Asner&Mascaro2014). Diese Methoden sind ineffizient und können keine Aussagen über die Holzqualität treffen. Zusätzlich muss die LIDAR-Messung je nach Waldtyp angepasst werden, da das Verhältnis zwischen LIDAR-Höhe und Grundstücksgröße nicht universell ist. Daher schlagen wir die Untersuchung neuer zeit- und kosteneffizienter Methoden zur automatisierten Waldinventur-parametermessung vor. Die Methoden sollen einem unbemannten Helikopter erlauben mittels automatischer Bildverarbeitung und Pfadplanung sowie 3D-Rekonstruktion autonom unter dem Blätterdach zu fliegen und aus den 3D Daten die Waldparameter abzuleiten. Die hierbei behandelten Forschungsfragen sind:

• Von GPS unabhängige Navigation, robust gegen selbstähnliche Strukturen und plötzliche Lichtänderungen sowie in unübersichtlicher Umgebung

• Lokale Bewegungsplanung in 3D und in Echtzeit, um Hindernisse bei großer Geschwindigkeit zu vermeiden

• Adaptive globale Planung für optimale Abdeckung mit anfangs unbekannter Baumverteilung

• Hochdetaillierte 3D-Rekonstruktion der Umgebung und genaue Objektsegmentierung für die automatische Extraktion der

Waldparameter

• Integration der obigen Technologien in einen Prototypen eines Waldinventarsystems

Wir erwarten, dass die Forschung in diesem Bereich zu einem flugfähigen Prototypen führen wird, der autonom durch verwalteten Wald navigiert und ausreichend dichte 3D-Informationen für die automatische Auswertung von ökologischer Daten wie dem Biomasseindikator, Baupositionen, Abdeckung durch die Strauchschicht, Umfang bei Brusthöhe und Stammform zur Verfügung stellt.

Abstract

The analysis of ecological and economic factors of a forest has a long history: The methods of Forest Management Planning date back to the early 18th century. While the economic factors are obvious tools for companies to measure the yield of a forest patch, ecological properties became more and more important worldwide in recent years. In many forests, however, gathering information on timber is neglected because of the lack of qualified personnel, knowledge, or monetary or technological resources. Recently, in Eastern Europe, an increasing number of countries started to look into a more controlled forest economy. Of particular interest is information regarding the diameter at breast height (DBH), stem shape, and tree positions to derive timber volume, quality, and distribution. In particular, the stem shape and existence/thickness of branches as indicators for the quality are missing, because it cannot be measured in an efficient way. Moreover, most of these parameters cannot be obtained accurately enough neither by conventional terrestrial methods nor by remote sensing assessments. Thus, research and engineering to drive technical development must be focused on improved accuracy and operationality at reasonable costs.

The state-of-the-art for this type of forest inventorying is by means of satellite imagery or airborne lidar for wall-to-wall coverage based on simple calibrations of lidar height against conventional plot inventory (Asner&Mascaro2014). However, besides this method being of low efficiency and is missing any statement of timber quality. A single relation between plot basal area versus lidar height is not universal, and may be fundamentally different in different forest types which highlights the need for more direct observation of the factors in a forest.

In this project, we therefore propose to investigate in novel cost and time efficient methods to automate the assessment of forest inventory parameters. We propose to use GPS independent, vision based navigation algorithms, path planning, and vision based 3D reconstruction methods, that will allow a small Unmanned Aerial Vehicle (sUAV) navigate autonomously in the GPS shadowed area under the canopy and reconstruct the tree stems by means of photogrammetry for automated forest parameter-extraction. The addressed research questions are:

• GPS independent state estimation, robust against self-similar structure, abrupt light changes, and the highly cluttered environment

• Real-time local motion planners in full 3D, able to avoid obstacles at high speed

• Adaptive global planners for optimal coverage under uncertain initial (tree) distribution

• High-detail 3D reconstruction of the environment and accurate object segmentation for automated forest-parameter extraction

• Integration of above listed technologies into a prototypes forest inventory system

We expect that the research in this project will lead to a research prototype aerial vehicle with algorithms that allow autonomous navigation through managed mature forest and that provide sufficiently dense 3D information to automatically extract ecological data like biomass index, position of trees, coverage of the bush layer, diameter as breast height, and stem shape.

Projektkoordinator

- Universität Klagenfurt Institut für Intelligente Systemtechnologien

Projektpartner

- E.C.O. Institut für Ökologie Jungmeier GmbH.
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- Lakeside Labs GmbH
- UMWELTDATA Gesellschaft m.b.H.