

EMFLanding

Electromagnetic near-Field enhanced UAV Landing

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Kooperationsstrukturen, Bridge Ausschreibung 2022	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2022	Projektende	31.12.2025
Zeitraum	2022 - 2025	Projektlaufzeit	39 Monate
Keywords	Sensor Fusion, UAV		

Projektbeschreibung

In den letzten Jahren haben sich unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) stark weiterentwickelt. Ihre Einsatzgebiete beschränken sich nicht nur mehr auf einfache Beobachtungsflüge, sondern Tätigkeiten wie die automatisierte Inspektion von Infrastruktur, Warenauslieferung oder die Ausbringung von Dünger und Pestiziden in der Landwirtschaft stehen an der Tagesordnung. Um ihre Aufgaben ohne Unterbrechung bearbeiten zu können müssen UAVs gelegentlich landen um ihre Batterien wieder aufzuladen. Dabei ist es wichtig die Landung sehr Präzise durchzuführen um die Ladestationen effizient benützen zu können. Zusätzlich muss der Landevorgang robust gegenüber Außeneinflüssen wie Wind, Regen, Schnee oder Nebel sein. Aktuelle Lösungen sind dazu nicht in der Lage. Lokalisierung basierend auf Satelliten gestützter Navigation (GNSS) erreicht nicht die notwendige Genauigkeit und Kamera basierten Systemen fehlt es an der nötigen Robustheit gegenüber Outdoor Einflüssen. Technologien wie etwa Ultra-Wideband Lokalisierung (UWB) oder LIDAR sind zwar robuster, werden aber dennoch bei Verdeckungen (kein direkter Sichtkontakt) beeinträchtigt; derartige Verdeckungen können jedoch im Außenbereich leicht vorkommen, z.B. durch eine Schnee- oder Staubschicht.

Im Projekt EMFLanding werden neuartige elektromagnetischer Nahfeld Sensoren eingesetzt um präzise und robuste Lokalisierung der UAVs während des Landemanövers zu ermöglichen. Das Sensor System besteht aus einem Sender am UAV und einem Empfänger bei der Ladestation. Die magnetischen Feld Gleichungen inklusive erwarteter elektromagnetischer Störer werden von neuartigen "physics-informed neural networks" abgebildet. Dieses Feldmodell liefert in weiterer Folge Trainingsdaten für den hochgenauen, KI-basierten Lokalisierungs-Algorithmus basierend auf elektromagnetischen Nahfeld Sensoren welche in ein Multi-Sensoren Framework eingebettet werden. Der Fokus liegt hierbei auf konsistenter und quantifizierbarer Zustandsschätzung inklusive der Unsicherheiten der Schätzung. Unserer Erwartung nach legt dieses Projekt den Grundstein für die autonome Bewältigung von längerfristigen Aufgaben von UAVs.

Abstract

In recent years, the capabilities of unmanned aerial vehicles (UAVs) have increased beyond simple remote surveillance tasks towards more complicated missions such as autonomous inspection of infrastructure, delivery of goods, or deployment of fertilizer or pesticides in precision agriculture. For long term autonomy, UAVs must frequently land for recharging on

dedicated charging platforms. The landing maneuver must be precise to allow for efficient charging, and robust towards changing and potentially inclement outdoor conditions such as wind, rain, snow, or fog.

Existing approaches do not satisfy these requirements. Global Navigation Satellite System-based pose estimation (GNSS) is not accurate enough for precise landing, and solutions based on cameras are not robust towards harsh outdoor conditions. While other sensor modalities such as ultra-wideband modules or LIDAR are less affected by some weather conditions, they are still affected by occlusions (non-line-of-sight effects) during the landing maneuver; yet such occlusions can easily occur in real-world settings, e.g., due to a layers of snow or dust.

The project EMFLanding addresses these challenges by developing a novel electromagnetic near-field-based sensor system for accurate, robust, and precise pose estimation during UAV landing maneuvers consisting of an electromagnetic field exciter mounted on the UAV and a stationary magnetic field sensor on the charging platform. We will use novel physics-informed neural networks to model the solution of the underlying field equations and to increase the accuracy in light of expected electromagnetic interference effects compared to simulation-based approaches. These networks will then be used to train an AI-based, efficient and accurate electro-magnetic near field pose sensor that will in turn be combined with a state-of-the-art multi sensor fusion framework for state estimation and seamless sensor switching. A particular focus will be on quantifying the task and model-based uncertainties of the pose sensor networks to allow for a consistent state estimation framework. We expect that the results of this project will lay the groundwork for real-world, long-duration autonomy of UAVs and its applications.

Projektkoordinator

- Universität Klagenfurt Institut für Intelligente Systemtechnologien

Projektpartner

- APB-Corporation IT/ART Management- und Handels-GmbH
- twins gmbh