

SpecDrone

Präzisionsgesteuerte Drohnen im Paarflug zur mobilen spektroskopischen Methandetektion im offenen Pfad

Programm / Ausschreibung	Mobilitätssystem, Mobilitätssystem, Take Off: Klimaneutrale Urban Air Mobility Ausschreibung 2022	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.11.2023	Projektende	31.10.2025
Zeitraum	2023 - 2025	Projektlaufzeit	24 Monate
Keywords	Spektroskopie; Drohne; Luftqualität; Deponie; Präzisionsflug		

Projektbeschreibung

Die Entwicklung von unbemannten Luftfahrssystemen (Drohnen) ist in den vergangenen Jahren rasant voran geschritten und zählt zu den am stärksten wachsenden Techniksparten des Jahrzehnts. Drohnen als mobile Sensorplattformen haben die Möglichkeiten für messtechnische Anwendungen revolutioniert. Neben kamerabasierten Systemen für Inspektion und Überwachung finden häufig optische Sensortechnologien für Umweltmonitoring Anwendung.

Durch den Einsatz von spektroskopischen Methoden können schädliche Gase detektiert werden, wobei eine einzelne Drohne mit einem Punktsensor instrumentiert wird und manuell gesteuert oder automatisiert nach Emissionsquellen sucht. Eine der am häufigsten untersuchte Gaskomponente weltweit ist Methan, welches neben CO₂ der zweitgrößte Verursacher des Treibhauseffektes ist. Methanemissionen haben vielseitige Quellen, wobei die größten Beiträge durch die Öl- und Gasindustrie und durch Mülldeponien entstehen. Die Identifikation und Beurteilung der Quellen bedürfen der Untersuchung von großen Flächen, was mit punktförmigen Sensoren nur sehr ineffizient realisierbar ist.

Durch die Anwendung von Spektroskopie am offenen Pfad, wobei ein Lichtstrahl zwischen Lichtquelle und Detektor über weite Strecken (~50m) aufgespannt wird, können die gewünschten Gase entlang des Pfades detektiert werden. Diese Technologie wird üblicherweise für stationäre Anwendungen eingesetzt.

Das Projektziel ist die Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten von Drohnen durch die Verbesserung der Flugpräzision und Realisierung von Schwarmalgorithmen zur kooperativen Steuerung und Ausrichtung von Drohnen. Diese Entwicklungen ermöglichen den Einsatz von Gassensoren basierend auf Spektroskopie im offenen Pfad zur effektiven Untersuchung großer Flächen nach Emissionsquellen wie Methan.

Durch die Fusion aus präzisem Paarflug zweier Drohnen und Spektroskopie am offenen Pfad werden neben der Methandetektion zukünftig zahlreiche Anwendungen wie Brandgasdetektion, Untersuchung von Industrieemissionen oder Detektion von Landminen ermöglicht, welche jeweils auf die Identifikation von (umwelt-)schädlichen Emissionsquellen zur Verbesserung der Luftqualität und Reduktion der Umweltverschmutzung abzielen.

Abstract

The development of unmanned aerial systems (drones) has progressed rapidly in recent years and is one of the fastest growing technology sectors of the decade. Drones as mobile sensor platforms have revolutionized the application fields for

measurement applications. In addition to camera-based systems for inspection and surveillance, optical sensor technologies are frequently used for environmental monitoring.

Through the use of spectroscopic methods, harmful gases can be detected, with a single drone instrumented with a point sensor and manually or automatically searching for emission sources. One of the most commonly investigated gas components worldwide is methane, which is the second largest contributor to the greenhouse effect next to CO₂. Methane emissions have versatile sources, with the largest contributions coming from the oil and gas industry and landfills. Identifying and assessing the sources requires the study of large areas, which is very inefficient to accomplish with point sensors.

By using open path spectroscopy, where a beam of light is stretched over long distances (~50m) between the light source and detector, the gases of interest can be detected along the path. This technology is commonly used for fixed installation systems.

The project goal is to expand the applications of drones by improving flight precision and implementing swarm algorithms for cooperative control and orientation of drones. These developments will enable the use of gas sensors based on open-path spectroscopy to effectively scan large areas for emission sources such as methane.

The fusion of precise paired flight of two drones and open-path spectroscopy will enable numerous applications in the future besides methane detection, such as fire gas detection, industrial emissions investigation, or landmine detection, each of which aims to identify (environmentally) harmful emission sources to improve air quality and reduce environmental pollution.

Endberichtkurzfassung

Neue Messanwendungen für Drohnen durch präzisen Paarflug

Das Projekt SpecDrone zeigt, wie durch den präzisen kooperativen Flug zweier Drohnen völlig neue Möglichkeiten in der Umweltgasmesstechnik erschlossen werden können. Kerninnovation ist die Kombination aus exakt geregelterm Paarflug und mobiler Open-Path-Spektroskopie, mit der Gase entlang eines Lichtpfads über Distanzen von bis zu 50 m detektiert werden können. Auf diese Weise lassen sich große Flächen deutlich effizienter überwachen als mit herkömmlichen Punktsensoren.

Auf Basis der Drohnenplattform twinFOLD KAT wurde von der twins GmbH die Flugpräzision, Stabilisierung und Systemintegration gezielt weiterentwickelt. Die FH Kufstein implementierte einen Leader-Follower-Paarflugalgorithmus inklusive optimierter Wegplanung für die systematische Abtastung großer Areale. HiWiTronics entwickelte einen maßgeschneiderten Regelungsansatz, der Paarflug, Drohnenmanöver und Gimbal-Ausrichtung intelligent koppelt und so die optische Signalqualität maximiert. Als Projektkoordinator realisierte VIRTUAL VEHICLE einen miniaturisierten, drohnenauglichen Methandetektor auf Basis der TDLAS-Open-Path-Spektroskopie mit hoher Sensitivität.

Die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems wurde in einer realen Messdemonstration erfolgreich bestätigt, bei der ein definiertes Methanleck zuverlässig identifiziert werden konnte. Damit wurde der Nachweis erbracht, dass präziser Drohnenpaarflug Open-Path-Gasmessungen unter realen Einsatzbedingungen ermöglicht.

Die Projektergebnisse bilden eine solide Grundlage für zukünftige Anwendungen wie die Detektion von Methanemissionen auf Deponien, die Analyse industrieller Abgase, die Erkennung von Brandgasen oder die Unterstützung von Einsatzorganisationen. Eine zukünftige wirtschaftliche Verwertung ist realistisch – entweder über Industriepartner oder durch

ein technologieorientiertes Spin-off. Dafür sind weitere Entwicklungen in den Bereichen Robustheit, Automatisierung, Zulassung und Skalierbarkeit erforderlich. Langfristig leistet SpecDrone einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltiger Umweltüberwachung, zum Klimaschutz und zur technologischen Wertschöpfung.

Projektkoordinator

- Virtual Vehicle Research GmbH

Projektpartner

- HiWiTronics: Verein zur prinzipiellen Untersuchung von Hi-fidelity wireless Elektronik-Lösungen
- twins gmbh
- Fachhochschule Kufstein Tirol Bildungs GmbH