

Streszczenie

Celem pracy było zaprojektowanie, wykonanie konstrukcji oraz synteza algorytmów sterowania wyspecjalizowanego wielowirnikowego robota latającego, dedykowanego do lokalizacji źródeł zanieczyszczeń powietrza cząstkami stałymi. W opracowanym prototypie robota latającego układ sterowania realizuje zadania planowania trasy przelotu, sterowania ruchem robota oraz przetwarzania danych z czujników w czasie rzeczywistym podczas realizacji misji. Dobór parametrów algorytmu sterowania ruchem oraz struktury robota latającego wykonano na podstawie dynamicznych równań ruchu i metody planowania eksperymentu. Opracowanie efektywnie działającego systemu wymagało również wprowadzenia oryginalnych kryteriów oraz opracowania autorskiego algorytmu poszukiwania na podstawie modelu pola zanieczyszczenia. Dobór parametrów, takich jak m.in. lokalizacja czujników układu pomiarowego był możliwy dzięki przeprowadzonym symulacjom modelu numerycznego pola przepływu wokół wirników robota. Zakres przeprowadzonych prac badawczych obejmował również opracowanie metody przetwarzania danych pomiarowych z czujników cząstek stałych oraz opracowanie projektu autorskiego stanowiska hamowni układów napędowych robotów wielowirnikowych w celu wyznaczenia ich charakterystyk i zweryfikowania poprawności obliczeń przepływowych. Walidację przeprowadzono eksperymentalnie, dla różnych poziomów tła pomiarowego i trzech scenariuszy: lotów w obszarze bez źródła zanieczyszczenia, lotów w obszarze ze źródłem emisji zanieczyszczeń oraz referencyjnych pomiarów bez źródła zanieczyszczenia i bez zakłóceń od pracujących wirników robota latającego. Przeprowadzona analiza głównych składowych (PCA), umożliwiła zdefiniowanie funkcji klasyfikującej, która rozdziela grupy lotów ze źródłem i bez źródła zanieczyszczenia. Najważniejszą własnością funkcji klasyfikującej jest poprawne wykrywanie źródła zanieczyszczenia niezależne od stężenia tła. Ocena działania opracowanego rozwiązania przeprowadzona w czasie badań terenowych z zastosowaniem kryterium dopuszczalnego błędu względnego lokalizacji położenia źródła zanieczyszczenia wykazała jednoznacznie, że opracowany system działa poprawnie a cel pracy został w pełni zrealizowany.

01.06.23r

Gregor Szebel

Abstract

The objective of this thesis was to devise, construct, and synthesize a control algorithms for a specialized multi-rotor aerial robot specifically designed for the localization of airborne particulate matter (PM) pollution sources. The developed aerial robot prototype encompasses a comprehensive control system responsible for flight path planning, movement control, and real-time sensor data processing throughout its missions. The motion control algorithm parameters and the aerial robot's structure were meticulously chosen based on dynamic motion equations and experiment planning methodology. Furthermore, the establishment of an effective system necessitated the introduction of original criteria and the formulation of a novel search algorithm grounded in the pollution field model. The selection of critical parameters, such as the sensors location of the measurement system, was executed using a constructed numerical model of the flow field around the robot's rotors. The research scope extended to the formulation of a methodology for processing measurement data obtained from particulate matter sensors, as well as the development of a dedicated dynamometer stand for the drive sets of multi-rotor robots to determine their characteristics and verify the accuracy of flow calculations. The verification of the developed system encompassed conducting experiments under various ambient PM concentrations and three distinct scenarios: flights conducted in polluted and non-polluted areas, as well as reference measurements performed without a pollution source and without interference from the aerial robot's rotors. Principal components analysis (PCA) facilitated the creation of a classification function capable of distinguishing between flight groups with and without a pollution source. The primary characteristic of this classification function lies in its accurate detection of the pollution source, irrespective of ambient concentration levels. During field tests, the system's performance was assessed based on the permissible relative error criterion for the pollution source's location. The results unequivocally demonstrated that the developed system operates correctly, achieving the intended objectives of this study in their entirety.

01. 06. 23r

Gregor Suchanek