

Politechnika Poznańska
Wydział Elektryczny
Instytut Automatyki i Inżynierii Informatycznej

Praca doktorska

**STABILIZACJA LOTU WIELOWIRNIKOWEGO
ROBOTA LATAJĄCEGO Z NAPĘDEM
ELEKTRYCZNYM W WARUNKACH ZMIENNEGO
OBCIĄŻENIA I KONFIGURACJI
Z WYKORZYSTANIEM POKŁADOWYCH SYSTEMÓW
MIKROAWIONIKI.**

mgr inż. Stanisław Gardecki

Promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej Kasiński

Poznań, 2017 r.

Streszczenie

W rozprawie przedstawiono proces rozwiązania problemu związanego z dodaniem dwuramiennego systemu manipulacyjnego do platformy latającej. Przedstawiono ewolucję konstrukcji platformy bazowej wraz z awioniką pokładową. Opracowano i wykonano własny moduł AHRS do estymacji orientacji oraz wysokości platformy latającej. Rezultatem przeprowadzonych prac jest czterokrotna redukcja odchylenia standardowego wyników pomiarowych. Zaproponowane rozwiązanie jest modułowe i skalowalne. W pracy opisano strukturę sterowania między innymi algorytm estymacji stanu, regulatory PID i moduły sterowania jednostkami napędowymi. Algorytmy te zostały przetestowane symulacyjnie, a następnie zweryfikowane na rzeczywistym obiekcie. Następnie zaprojektowano i wykonano dwuramienny system manipulacyjny wraz z modułem sterującym. Określenie rozkładu mas w oparciu o model kinematyczny, pozwoliło na wyznaczenie wypadkowego momentu obrotowego, działającego na platformę przy zmianie konfiguracji. Przeprowadzono analizę struktur sterowania i rozwiązań problemu kompensacji oddziaływań zwrotnych w platformach latających, znanych z literatury. Zaproponowano autorskie rozwiązanie tego problemu, pozwalające na integrację ze strukturą sterowania, stabilizującą kąty orientacji platformy. Koncepcja polega na modyfikacji członu dystrybuującego sygnały sterujące pomiędzy jednostki napędowe (mikser) oraz wykorzystuje proste i odwrotne modele ciągu jednostek napędowych. Opracowano, zaimplementowano i przebadano dwie wersje takich struktur, co powaliło na selektywną kompensację wybranych zaburzeń. Koncepcję przebadano wstępnie w środowisku symulacyjnym po czym wykonano ich weryfikacje na rzeczywistej platformie latającej. Badania zostały przeprowadzone na stanowisku pomiarowym, a następnie w trakcie lotów. Wyniki potwierdziły skuteczność zaproponowanych rozwiązań.

Słowa kluczowe: wielowirnikowa platforma latająca, robot latający, czujniki inercyjne, platforma latająca z manipulatorami.

Abstract

This dissertation presents the process of problems solving, associated with the addition of the two-armed manipulative system to quadrocopters. The evolution of the construction and onboard avionics of the base platform is described. New AHRS module, responsible for the state estimation was developed. Platform structure improvements resulted in the fourfold reduction of the measurements standard deviation. Proposed solutions are modular and scalable. This thesis describes also the structure of the complete control system, in example, orientation estimation algorithm, PID controllers, and propulsion units control. The algorithms were first tested in the simulation environment and then implemented and verified on the real platform. The two-armed manipulator, together with its control unit, was developed and integrated with existing physical platform. The manipulators kinematic model was used to calculate the distribution of masses, depending on joint angles. This information was used to determine the resultant torque, affecting the platform while changing configuration. The analysis of control structures and solutions to the compensation problem of feedback motion reactions effects on flying platform described in the contemporary literature was performed. The novel solution to this problem was proposed. Original feature of this proposal is the possibility of integration, of the manipulators with commonly used multirotor platforms, control structures, stabilizing the orientation of the platform. The concept relies on the modification of the mixer, responsible for the distribution of the control signals between the particular motor units, consisting in the introduction of simple and reverse models of propulsion units. Two versions of mixers were developed, implemented and tested, allowing for selective compensation of typical, dynamical disturbances. These proposals were first tested in a simulation environment and then verified on the physical flying platform. The experiments were first carried out at the special measuring station, and finally in the air. The results confirmed the efficiency of the proposed solutions.

Keywords: multirotor flying platform, inertial sensors, flying robot, mobile manipulating unmanned aerial vehicles.