

## Streszczenie pracy doktorskiej

### Zastosowanie wybranych metod filtracji Kalmana do estymacji stanu i parametrów bezzałogowego robota latającego

Jarosław Gośliński

Instytut Automatyki i Inżynierii Informatycznej  
Wydział Elektryczny  
Politechnika Poznańska

W pracy doktorskiej poruszany jest temat estymacji wektora stanu bezzałogowych robotów latających typu wielowirnikowego. Wyprowadzono różne typy modeli oraz algorytmów sterowania i estymacji. Wśród zaproponowanych modeli wyróżnia się dwa: pierwszy związany jest z kątami Eulera/Tait-Bryana oraz drugi, który bazuje na kwaternionach. W pracy opisana jest metoda dopasowania podanych modeli do konkretnego robota wielowirnikowego. Dodatkowo zaprezentowano metody sterowania robotem w układzie lokalnym i globalnym. Przedstawiona jest również procedura identyfikacji parametrycznej podanych modeli, opierająca się na metodzie Square Root Unscented Kalman Filter. Metoda ta została poddana modyfikacji, prowadzących do zwiększenia jej odporności. Wprowadzono dwa schematy w opisie identyfikacji. Pierwszy, dla modeli bez sterowania oraz drugi, dla modeli z pełnym sterowaniem (sprzężeniem zwrotnym). W dalszej części pracy przedłożono teorię dotyczącą obserwatorów stanu. Teoria ta pokrywa kwestie obserwatorów liniowych oraz nieliniowych tj. skupia się na filtrach Kalmana oraz na metodzie autorskiej. Wyniki pracy są przedstawione dla metod estymacji: klasycznej oraz dualnej. Wszystkie metody estymacji są optymalizowane przy użyciu metody heurystycznej. W wynikach przedstawiona jest analiza błędów i porównanie obserwatorów. Podano również zalecenia dotyczące stosowania obserwatorów wektora stanu i parametrów modelu, mające zastosowanie w robotach latających. Otrzymane rezultaty potwierdzają słuszność tezy pracy, która brzmi następująco: "Zastosowanie filtracji dualnej opartej na metodzie Adaptacyjnego, Bezśladowego Filtru Kalmana typu Square Root zwiększa odporność systemu pomiarowego robota latającego na błędy oraz uszkodzenia jego sensorów".

Jarosław Gośliński

## **Abstract of the doctoral dissertation**

### **Application of selected methods of Kalman Filtration to estimation of state and model parameters of the flying robot**

**Jarosław Gośliński**

Institute of Control and Information Engineering  
Faculty of Electrical Engineering  
Poznań University of Technology

In the dissertation an issue of multirotor UAV state estimation is raised. Various models of multirotor are derived and the control algorithms as well as estimation algorithms are proposed. Among models two can be determined: the classic one - Euler/Tait-Bryan and quaternion-based. The instructions on how the model can be tailored to a given multirotor is provided and additional schemes of control in different coordinate frames are shown. The model identification procedure is presented and, based on Square Root Unscented Kalman Filter, model parameter observer is derived. Necessary modifications of the proposed algorithm are introduced and two schemes of identification are explained: for open and closed loop models. In the further part of the work a comprehensive theory on state observers is given. The theory covers linear observers, various nonlinear Kalman Filters and a novel method. The results include classic state and dual estimation schemes. Both schemes are used and prove their effectiveness. All of the presented methods of parameter and state estimation are optimized by heuristic method. In conclusion the errors analysis is shown and the methods are compared. Based on the presented data, general recommendations for observers applications in multirotors are stated. In the work, both aspects i.e. theoretical and experimental are covered. The results prove the thesis statement which is as follows: "Application of Adaptive Square-Root Unscented Kalman Filter gains the robustness of the UAV quadrotor measurement system in case of data distortion and sensor fault or failure".

Jarosław  
Gośliński