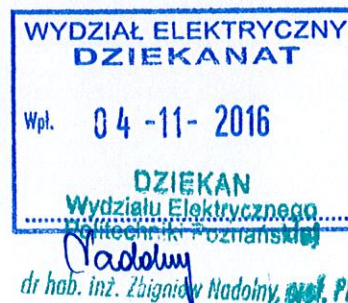


prof. dr hab. inż. Aleksander Nawrat
Politechnika Śląska
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Instytut Automatyki



Gliwice, 17.10.2016

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR INŻ. JAROSŁAWA GOŚLIŃSKIEGO

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Jarosława Goślińskiego pt. „Application of selected methods of Kalman Filtration to estimation of state and model parameters of flying robot” została przygotowana na zlecenie Dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej z dnia 29 czerwca 2016, w konsekwencji uchwały Rady Wydziału z dnia 28 czerwca 2016 r.

1. RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

1.1. Tematyka rozprawy

Rozprawa doktorska utrzymuje się w nurcie prac publikowanych w literaturze światowej i dotyczy algorytmów estymacji wektora stanu złożonych obiektów dynamicznych na przykładzie bezzałogowych statków powietrznych. Autor pracy wybrał jako przedmiot badań wielowirnikowy obiekt w dwóch konfiguracjach: klasyczny quadrotor oraz wielowirnikowiec w układzie quadrotora z ośmioma śmigłami. Dla tego typu obiektów zostały zaproponowane algorytmy sterowania i estymacji. Autor wyróżnił dwa typy modeli: jeden związany z kątami Eulera, drugi z kwaternionami. Została wprowadzona procedura identyfikacji parametrycznej modeli, która to procedura została zmodyfikowana przez Autora rozprawy doktorskiej.

Celem badań przedstawionych w pracy jest udowodnienie przez Autora postawionej tezy: **„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”.**

Od wielu lat w mojej pracy naukowej zajmuje się syntezą algorytmów sterowania dla bezzałogowych autonomicznych obiektów latających i jeżdżących. Opierając się na swojej wiedzy i doświadczeniu mogę stwierdzić, że tematyka rozprawy utrzymuje się w głównym nurcie prac badawczych publikowanych w czasopiśmie o zasięgu światowym.

1.2. Zawartość i wyniki rozprawy

Rozprawa pt. „Application of selected methods of Kalman Filtration to estimation of state and model parameters of flying robot” napisana została w języku angielskim i liczy 150 numerowanych stron. Rozprawa składa się z pięciu rozdziałów jednego dodatku i bibliografii.

Autor we wstępie wprowadza zagadnienie estymacji parametrów oraz nakreśla problem naukowy. Wprowadzenie podsumowuje postawieniem tezy rozprawy doktorskiej oraz pięciu dodatkowych tez mających wspierać tezę główną. W dalszej części wstępu Autor przedstawia przegląd literatury światowej w zakresie dotyczącym zagadnień sterowania i estymacji parametrów obiektów bezzałogowych. Ostatnim elementem wstępu jest opis struktury monografii z krótką charakterystyką jej zawartości.

W rozdziale drugim Autor wprowadza pojęcie modelu matematycznego wielowirnikowego obiektu latającego. Rozdział zawiera przegląd literatury z zakresu konstrukcji modeli matematycznych wielowirnikowych obiektów latających. Autor wprowadza założenia do modelowania obiektów bezzałogowych oraz proponuje modele wykorzystujące równania Eulera oraz opis wykorzystujące kwaterniony. W tym rozdziale zostaje również wprowadzony opis układu sterowania. Na końcu rozdziału znajduje się podsumowanie.

W rozdziale trzecim znajduje się opis zagadnień związanych z estymacją parametrów modeli. Autor dokonuje przeglądu literatury światowej w tym zakresie oraz prezentuje metody estymacji dla zaprezentowanych wcześniej modeli wielowirnikowych obiektów latających. Rozdział jest zakończony dyskusją i podsumowaniem metod estymacji.

Rozdział czwarty jest najbardziej obszerny oraz zawiera najbardziej istotne z punktu widzenia pracy wyniki dotyczące estymacji stanu wielowirnikowych obiektów latających. Autor wprowadza estymatory wysokości, prędkości oraz pozycji. Wprowadzone również została teoria dotycząca teorii i konstrukcji obserwatorów, klasycznego podejścia w wykorzystaniu filtru Kalmana oraz filtrów dedykowanych dla estymacji stanu obiektów bezzałogowych. W wyniku prac Autor prezentuje podwójną estymację wykorzystującą zarówno estymację parametrów jak i estymację stanu.

Pracę Autor kończy podsumowaniem znajdującym się w rozdziale piątym. Autor wykazuje prawdziwość postawionej tezy na podstawie opisanych badań.

W dalszej części rozprawy zawarte zostały: bibliografia licząca 120 pozycji, z których 8 to pozycje, których mgr inż. Jarosław Gośliński jest współautorem oraz jeden załącznik.

1.3. Uwagi ogólne

Rozprawa jest napisana w sposób spójny, na wysokim poziomie merytorycznym. Zamieszczone poniżej uwagi i komentarze mają jedynie charakter dyskusyjny i nie kwestionują wartości naukowej rozprawy ani dorobku Autora. Uwagi i komentarze do pracy:

- W pracy nie oznaczono dokładnie w układzie regulacji miejsca regulatorów PID X, PID Y, PID Z oraz miksera wyjściowego.
- Na stronie 38 w tabeli 2.2 oraz na stronie 41 w tabeli 2.4 znajdują się nastawy regulatorów. Z doświadczenia przy symetrycznym obiekcie nastawy dla regulatorów

osi x i y powinny być zbliżone do siebie. Proszę Autora o szersze wyjaśnienie rozbieżności w wartościach nastaw zaprezentowanych w tabelach. Dodatkowo proszę o szersze omówienie dominacji części różniczkującej w obu przypadkach.

- Z pracy jasno nie wynika skąd Autor pozyskał dane doświadczalne prezentowane w rozdziale czwartym. Prezentowanych danych jest w opinii recenzenta niewiele. Nie zaprezentowano danych rejestrowanych przy takich operacjach jak przelot, skręt, start czy lądowanie. Proszę o wyjaśnienie czy Autor dysponuje szerszym zakresem danych doświadczalnych, a w pracy zaprezentował jedynie część z nich, aby nie przesycić dysertacji zbędnymi wykresami.
- Na stronie 124 na rysunku 4.9 dla konta ϕ od 41 do 43 sekundy wykres estymatora ma charakter oscylacyjny. Proszę Autora o informację czy tego typu zachowanie jest spotykane w innych momentach lotu w szczególności przy wykonywaniu manewrów. Przy zastosowaniu tego typu sygnałów do sterowania z doświadczenia wiadomo, że bardzo łatwo jest zdestabilizować obiekt. Do tego fragmentu wykresu Autor nie odniósł się w tekście. Proszę Autora o przygotowanie się do dyskusji w omawianym zakresie.
- W rozdziale 5.2 Autor wskazuje perspektywy dalszych prac. Autor stwierdził, że będzie to opracowanie układu sterowania bez sensorów takich jak AHRS. Jest to odważne stwierdzenie i proszę Autora o wyjaśnienie jak przewiduje opracowanie układów sterowania bez systemów sensorycznych.

1.4. Uwagi szczegółowe

Rozprawa napisana jest starannie, z dbałością o styl i formę wypowiedzi. W pracy pojawiają się bardzo nieliczne usterki językowe czy błędy literaturowe. Rysunki, schematy oraz tabele są wykonane w sposób przejrzysty. Jedynymi mankamentami rozprawy są:

- Na str. 19 oraz str. 23 znajduje się nieprawidłowe odwołanie do rysunku.

1.5. Ocena końcowa rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa mgr inż. Jarosława Goślińskiego pt. „Application of selected methods of Kalman Filtration to estimation of state and model parameters of flying robot” jest kompleksowym i spójnym tematycznie opracowaniem dotyczącym estymacji stanu obiektów bezzałogowych. Praca stanowi podsumowanie oryginalnych osiągnięć Autora uzyskanych w trakcie dotychczasowej pracy naukowej. Jej lektura pozwala stwierdzić, że wnosi ona istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej reprezentowanej przez mgr inż. Jarosława Goślińskiego. Opisane w pracy koncepcje powinny z powodzeniem znaleźć zastosowanie w rzeczywistości przemysłowej. Przedstawione uwagi mają głównie charakter dyskusyjny. Recenzowana praca stanowi w moim przekonaniu bardzo dobrą podstawę do ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

2. WNIOSKI KOŃCOWE

Podsumowując całość mojej opinii stwierdzam, że mgr inż. Jarosław Gośliński jest z pewnością dojrzałym pracownikiem naukowym i posiada umiejętności prowadzenia badań naukowych oraz wykazuje bardzo dobrą znaność literatury światowej z zakresu prowadzonych przez niego badań. Wyrażam przekonanie, że rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Goślińskiego spełnia wymagania ustawowe dotyczące nadania stopnia naukowego doktora. Dodatkowo jako recenzent pragnę zaznaczyć, że w mojej opinii rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Goślińskiego zasługuje na wyróżnienie.

