



Prof. dr hab. inż. Andrzej TURNAU
Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH
al. Mickiewicza 30 blok B-1
30-059 Kraków

Kraków, 24.06.2017

dr hab. inż. Zbigniew Nadolny, prof. PP

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

na zlecenie Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej z dnia 25 kwietnia 2017

Tytuł rozprawy:

Application of selected control algorithms for nonlinear systems in unmanned bicycle robot stabilized by an inertial drive. Zastosowanie wybranych algorytmów sterowania systemów nieliniowych w bezałogowym pojeździe jednośladowym stabilizowanym napędem inercyjnym.

Autor rozprawy: mgr inż. Adam Owczarkowski (Politechnika Poznańska)

Promotor rozprawy: Dr hab. inż. Dariusz Horla (Politechnika Poznańska).

Praca zawiera 128 str. maszynopisu (skład komputerowy), składa się z pięciu rozdziałów wśród których zawarto jako rozdział pierwszy Wprowadzenie i rozdział piąty Wnioski. Praca zawiera Abstrakt, Streszczenie, Listę symboli, Listę skrótów, Spis treści Dodatek A. Fizyczne parametry roweru i Dodatek B. Fizyczne parametry koła reakcyjnego zamontowanego na rowerze, Wykaz literatury zawierający 110 pozycji.

Praca dotyczy stabilizacji pojazdu jednośladowego przy użyciu koła reakcyjnego. Takie urządzenie mechaniczne można zakwalifikować jako stabilizujące sprzężenia zwrotne. Problematyka pracy jest ważna przede wszystkim z punktu widzenia eksperymentalnego, bowiem stabilizacja za pomocą sprzężenia zwrotnego stanowi fundamentalne zagadnienie regulacji automatycznej.

Prezentowane wyniki uzyskane przez Autora są przedstawione na tle zagadnień istniejących w dotychczasowej literaturze przedmiotu (110 pozycji). Wyniki te były częściowo publikowane przez Autora (jako współautor; zob. wykaz literatury s. 126, poz. od 80 do 83, str. 128 [109] i [110]) (samodzielnych prac nie podano). Wyniki prac zostały rozwinięte i rozszerzone w przedstawionej rozprawie doktorskiej.

Za oryginalny dorobek Autora uznaje:

1. Bogaty materiał dotyczący stabilizujących sprzężeń zwrotnych dla roweru i roweru z kołem reakcyjnym. Autor konsekwentnie dąży do wypełnienia luki w stanie wiedzy na temat tych układów. Wyniki Autora zostały przedstawione na przykładach rozwiązanych na drodze symulacji komputerowej z użyciem pakietu MATLAB.
2. Wykazanie się umiejętnościami w prowadzeniu konsekwentnej syntezy stabilizacyjnych sprzężeń zwrotnych. Należy podkreślić swobodę poruszania się Autora w praktycznych zadaniach eksperymentalnych.

3. Eksperymentalne ilustracyjne uwypuklenie różnic i rozpoznanie sprzężeń zwrotnych od ruchów kierownicy i koła reakcyjnego. Ostatnie jest szczególnie ważne dla prędkości roweru zmierzających do zera.

Uwagi krytyczne:

1. Teza 2 pracy jest następująca. Jak opisać matematycznie rower z kołem reakcyjnym, by przetestować najważniejsze stany wtedy, kiedy utrzymywanie równowagi jest trudne? Matematycznie dynamikę roweru można przedstawić tylko w jeden sposób. Można tworzyć różne sub-modele uwypuklające zmienne stanu istotne dla projektanta, ale całościowy matematyczny model jest tylko jeden. Wprawdzie Autor wyjaśnia na końcu pracy (strona 112), że uzupełnienie modelu matematycznego o dodatkowy stopień swobody (wirującą masę) wykonane przez Autora jest ważnym wkładem Autora w pracę. Czy jest też potwierdzeniem Tezy 2 pracy? Zapewne tak, ale nie napisano.
2. Brak jest konsekwencji w opisie w postaci równań stanu. Nie ma przejścia od (3.13) i (3.14) do (3.15), (3.16), (3. 17) i (3.18). Niezrozumiałe jest zdanie: „Algorytm opisujący zmiany wektora stanu f, h jest funkcją wyjściową.” Zlinearyzowany system (3.21) i (3.22) nie zawiera macierzy D , o której pisze się powyżej wzoru (3.25). W takim razie wypada napisać jedno zdanie o macierzy D . Autor nie przeprowadza analizy wartości własnych układu zlinearyzowanego. Nie komentuje wyboru wartości macierzy Q i R we wzorze (3.48). We wzorze (3.53) podano macierz układu zamkniętego, ale nie podano wartości własnych tej macierzy. Brak jest ogólnej postaci wartości własnych dla modeli zlinearyzowanych i dyskusji, w której omówiono by stabilność, sterowalność i obserwowalność modelu liniowego. Na stronie 44 pada stwierdzenie w komentarzu do symulacji: „Maszyna traci sterowalność i spada w dół”.
3. Niedopuszczalne jest w pracy naukowej używanie określeń stosowanych na co dzień jako potoczne. Należy unikać stwierdzeń takich jak na stronie 110, wiersz 3 od dołu „... czas regulacji i energia potrzebna do sterowania procesu stają się lepsze.”
4. Nie rozumiem idei Tabeli 3.3, pokazuje się transmitancje nota bene automatycznie wygenerowane z MATLABa, aby potem przedstawić odpowiedzi na skok jednostkowy. Lepiej było pokazać skutek zmiany warunku początkowego w otoczeniu punktu równowagi.
5. Napisano: „Symulacje i eksperymenty pomagają w projektowaniu odpowiednich strategii sterowania, które zmniejszają wszystkie prędkości tak znacznie jak to tylko możliwe w rzeczywistych zastosowaniach.” Chyba brakuje wskaźników oceny do takiej dyskusji. Czy wyniki symulacji są zbieżne i zgodne z eksperymentem?
6. W podrozdziale 4.2 brakuje postaci macierzy C , dwukrotnie (przy modelu roweru i po dodaniu koła reakcyjnego). Dlaczego nie wstawiono prototypu do roweru i nie wykonano eksperymentu, nawet pokazując niepowodzenie. To zawsze byłoby cennym badaniem.

Uwagi szczegółowe dotyczące stron i ii iii od 1 do 9 (17 uwag)

1. Strona iii, 9 wiersz od góry. Jest: umożliwiło zamodelować obiekt wysoce istotny w tej sprawie; winno być: umożliwiło zamodelowanie obiektu wysoce istotnego w tej sprawie.

2. Strona iii, 12 wiersz od dołu; Jest: w oparciu o dodatkową pętlę całkujący stan obiektu LQI; winno być: w oparciu o dodatkową pętlę całkujący stan obiektu LQI.
3. Strona iii, wiersz 10-ty od dołu; pozwalającej przechodzenie; winno być: pozwalającej na przechodzenie.
4. Strona 3 wiersz 9 od góry; Jest: thas; winno być: this.
5. Strona 3 wiersz 11 od góry; Jest: could described; winno być: could be described.
6. Strona 3 wiersz 13 od góry; Jest: a full mathematical models; winno być: full mathematical models.
7. Strona 3 wiersz 15 od dołu; Jest: They can; winno być: He can.
8. Strona 3 wiersz 3 od dołu; Jest: There is a variety iterative algorithms; winno być: There is a variety of iterative algorithms.
9. Strona 4 wiersz 6 od góry; Jest: human winno być: a human.
10. Strona 4 wiersz 6 od góry; Jest: if automatic control system; winno być: if an automatic control system.
11. Strona 4 wiersz 15 od góry; Jest: with specified velocity; winno być: with a specified velocity.
12. Strona 5 wiersz 13 od góry; Jest: there are some concepts of control laws with the most important formulas are introduced; winno być: there are some concepts of control laws with the most important formulas.
13. Strona 5 wiersz 21 od góry; Jest: the experimental results presented; winno być: the experimental results are presented.
14. Strona 5 wiersz 13 od dołu; Jest: artuments; winno być: arguments.
15. Strona 5 wiersz 3 od dołu; Jest: The same applies to the bicycle except of the experiments; winno być: The same applies to the bicycle except the experiments.
16. Strona 6 wiersz 2 od góry; Jest: finally decided to use; winno być: finally the author decided to use.
17. Strona 7 wiersz 14 od góry; Jest: some a in a distance; winno być: a distance.

Na dalszych stronach pracy pojawiają się błędy językowe sporadycznie. Należy odnotować, że ilość ich maleje.

Powyższe uwagi mają charakter redakcyjny oraz dyskusyjny i nie podważają istoty pracy, którą oceniam jako dobrą. Zauważam pasję badawczą Autora, dobrze widoczną w końcowych rozdziałach pracy. Tę gotowość do badań naukowych Autora oceniam bardzo wysoko.

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że przedstawiona przez Autora mgra inż. Adama Owczarkowskiego praca spełnia odpowiednie warunki stawiane rozprawom doktorskim z nauk technicznych w zakresie automatyki i robotyki i stawiam wniosek o dopuszczenie Doktoranta do publicznej obrony pracy doktorskiej.

A. Turman