



OPIS ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Autor rozprawy doktorskiej: Mateusz Czyżniewski

Tytuł rozprawy doktorskiej w języku polskim: Synteza obserwatorów stanu dla niepewnych nieliniowych systemów w zastosowaniu do biologicznej oczyszczalni ścieków.

Tytuł rozprawy w języku angielskim: Synthesis of state observers for non-linear uncertain systems in application to biological wastewater treatment plant.

Język rozprawy doktorskiej: angielski

Promotor rozprawy doktorskiej: dr hab. inż. Robert Piotrowski, prof. uczelni

Promotor pomocniczy rozprawy doktorskiej: dr inż. Rafał Łangowski

Streszczenie rozprawy w języku polskim:

Niniejsza rozprawa doktorska koncentruje się na badaniach nieliniowych obserwatorów stanu przeznaczonych na potrzeby odtwarzania (estymacji) zmiennych procesowych dynamicznych systemów biochemicznych. Rozpatrywane procesy biochemiczne reprezentują m.in. procesy oczyszczania zachodzące w biologicznej oczyszczalni ścieków. Typowym narzędziem wykorzystywanym w procesie estymacji zmiennych procesowych jest obserwator stanu. W rozważanych systemach narzędzie to zostało zastosowane do generowania estymat stężeń niemierzonych związków biochemicznych bazując na odpowiednich modelach, przy czym związane z nimi funkcje kinetyki reakcji traktowane są jako niepewności. Aby zaprojektować obserwatory na potrzeby rozwiązania podjętych problemów, wykorzystano zarówno zmodyfikowane algorytmy zaczerpnięte z literatury jak również opracowano oryginalne struktury obserwatorów stanu. Zaproponowane rozwiązania obejmują m.in. obserwatory asymptotyczne, obserwatory ślizgowe, obserwatory adaptacyjne, nieliniowe obserwatory Luenbergera, oraz obserwatory przedziałowe. Przeprowadzona synteza poszczególnych obserwatorów wymagała wyprowadzenia odpowiednich modeli matematycznych wraz z dokładnym zbadaniem ich cech takich jak obserwowalność i wykrywalność. W celu zapewnienia krzepkiej estymacji zmiennych procesowych wyprowadzono stosowne dowody matematyczne z wykorzystaniem m.in. drugiej metody Lyapunova.

Słowa kluczowe rozprawy doktorskiej w języku polskim:

estymacja stanu, obserwatory nieliniowe, stabilność Lyapunova, obserwatory ślizgowe, modelowanie procesów, oczyszczanie ścieków.



DESCRIPTION OF DOCTORAL DISSERTATION

The Author of the doctoral dissertation: Mateusz Czyżniewski

Title of doctoral dissertation: Synthesis of state observers for non-linear uncertain systems in application to biological wastewater treatment plant.

Title of doctoral dissertation in Polish: Synteza obserwatorów stanu dla niepewnych nieliniowych systemów w zastosowaniu do biologicznej oczyszczalni ścieków.

Language of doctoral dissertation: english

Supervisor: dr hab. inż. Robert Piotrowski, prof. uczelni

Auxiliary supervisor: dr inż. Rafał Łangowski

Summary of doctoral dissertation in English:

This dissertation focuses on the examination of non-linear state observers that are designed in order to estimate (reconstruct) process variables in dynamic biochemical systems. The treatment processes that occur in a biological wastewater treatment plant belong to the biochemical processes that are being considered. The state observer is a common instrument used for the estimation of variables. The concentrations of unmeasured biochemical compounds were estimated using this tool in the systems under consideration, with the related reaction kinetic functions considered as uncertainties and the estimates obtained employing appropriate models. To resolve the estimation issues, observers were designed using both modified algorithms from the literature and original state observer structures. The proposed solutions include asymptotic observers, sliding mode observers, adaptive observers, non-linear Luenberger observers, and interval observers. The derivation of suitable mathematical models and a comprehensive examination of their features, including observability and detectability, were necessary for the synthesis of the observers. To guarantee the robust estimation of process variables, appropriate mathematical proofs were derived using the second Lyapunov method.

Keywords of doctoral dissertation in English:

state estimation, non-linear observers, Lyapunov stability, sliding mode observers, process modelling, wastewater treatment.