

# Streszczenie projektu

Uniwersytet Zielonogórski

**Predykcyjne sterowanie tolerujące uszkodzenia w nieliniowych układach automatyki**

Celem projektu jest opracowanie efektywnych metod wyznaczania poziomu uszkodzeń urządzeń wykonawczych oraz komponentów instalacji przemysłowych i uwzględniających je strategii regulacji automatycznej biorących pod uwagę ograniczenia związane ze zmiennymi stanu i nasyceniami urządzeń wykonawczych dla potrzeb sterowania tolerującego uszkodzenia nieliniowymi systemami dynamicznymi. Stale rosnąca złożoność nowoczesnych systemów wymaga opracowywania nowych, bardziej efektywnych i niezawodnych technik sterowania.

W ostatnich latach, sterowanie tolerujące uszkodzenia (ang. Fault Tolerant Control, FTC) wykracza poza krąg zastosowań związany z systemami wysokiego ryzyka (np. samoloty, reaktory atomowe, itd.) i wkracza w zakres nowoczesnych instalacji przemysłowych. Rzeczywiście rosnąca złożoność systemów przemysłowych oraz coraz większe wymagania dotyczące ich bezpieczeństwa i efektywności pracy stawiają przed inżynierami nowe wyzwania, których realizacja możliwa jest jedynie poprzez odpowiednią integrację systemów sterowania i diagnostyki. Jest to jedyne możliwe podejście dające możliwość rozwiązania problemów zgodnie z wymaganiami nowoczesnej gospodarki.

W szczególności, rozpatruje się problem estymacji poziomu uszkodzenia urządzeń wykonawczych, którego rozwiązanie opiera się na zastosowaniu odpornych estymatorów stanu, dynamicznych sieci neuronowych oraz modeli neuro-rozmytych typu Takagi-Sugeno. Analizuje się również opracowanie technik określania nasycen urządzeń wykonawczych w przypadku uszkodzeń, które dadzą możliwość zaprojektowania odpowiedniego sterowania, uwzględniającego aktualne możliwości systemu.

W ramach realizacji projektu, analizuje się również problem efektywnej integracji układów diagnostyki, estymacji poziomu uszkodzenia urządzeń wykonawczych i sterowania. Następnie, otrzymane rezultaty wykorzystuje się przy projektowaniu układów sterowania tolerujących uszkodzenia. Główna część badań zostanie poświęcona opracowaniu efektywnych technik sterowania tolerującego uszkodzenia dla nieliniowych systemów dynamicznych. W szczególności opracowane techniki będą stanowiły rozszerzenia szeroko stosowanego sterowania predykcyjnego z modelem (ang. Model Predictive Control, MPC).

Wszystkie techniki i metody będące przedmiotem opracowań teoretycznych zostaną zaimplementowane programowo w środowisku Matlab w postaci zestawu skryptów i funkcji umożliwiających ich łatwe i efektywne wykorzystanie. W celu ujednoczenia i ułatwienia pracy z takim oprogramowaniem, zostanie opracowany specjalny przybornik (ang. toolbox) o roboczej nazwie MpcFtcTool integrujący wszystkie wyżej wymienione metody w ramach jednego pakietu. MpcFtcTool będzie również posiadał szczegółową dokumentację, co umożliwi jego efektywne wykorzystanie przez inne zespoły badawcze, czy też inżynierów zajmujących się konkretnymi wdrożeniami przemysłowymi. Opracowany system może być przeznaczony do zastosowania we wspomaganie projektowania układów FTC w przemyśle energetycznym, chemicznym, farmaceutycznym, hutniczym, spożywczym i innych. Rezultaty teoretyczne i odpowiadające im oprogramowanie zawarte w systemie MpcFtcTool zostanie zweryfikowane na podstawie szeregu opracowań praktycznych dotyczących ich zastosowania dla urządzeń laboratoryjnych.

W szczególności oryginalny wkład projektu w rozwój FTC dotyczy następujących zagadnień:

1. Opracowanie technik estymacji poziomu uszkodzenia urządzeń wykonawczych wraz z oceną niepewności otrzymanych rezultatów z zastosowaniem: technik analitycznych, modeli neuro-rozmytych Takagi-Sugeno oraz dynamicznych sieci neuronowych,
2. Opracowanie efektywnych technik integracji układów estymacji poziomu uszkodzenia urządzeń wykonawczych i sterowania,
3. Opracowanie strategii sterowania tolerującego uszkodzenia na bazie ogólnej koncepcji sterowania predykcyjnego z modelem oraz przy uwzględnieniu wszystkich ograniczeń systemowych z zastosowaniem: technik analitycznych, modeli neuro-rozmytych Takagi-Sugeno oraz dynamicznych sieci neuronowych,
4. Opracowanie przybornika MpcFtcTool dla środowiska obliczeń inżynierskich Matlab,
5. Praktyczne implementacje opracowanych metod dla laboratoryjnych przykładów testowych: piec tunelowy, helikopter dwuwirnikowy oraz turbina wiatrowa.