

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU BADAWCZEGO

Pracownicy Instytutu Automatyki Politechniki Śląskiej zaobserwowali, że pewne zagadnienia i zjawiska fizyczne będące przedmiotem ich badań można opisać według następującego schematu: dany jest obiekt, na który możemy oddziaływać poprzez pewne wielkości, które nazywamy sterowaniami. W odpowiedzi na nie z obiektu wychodzą sygnały, które nazywamy wyjściami układu. Wyjścia układu są związane ze sterowaniami poprzez wielkości pośrednie nazywane stanami układu dynamicznego. Jest to typowy schemat występujący w teorii sterowania, jednakże metodyka tej teorii nie była dotychczas w tych zagadnieniach stosowana.

Główna hipoteza badawcza stanowi, że możliwa jest efektywna analiza modeli będących połączeniem równań cząstkowych, układów z opóźnieniem oraz układów ze skokowo zmieniającymi się parametrami, oraz, że taka analiza obejmująca stabilność, sterowalność, stabilizowalność, wrażliwość, oraz problemy sterowania optymalnego w znacznym stopniu poszerzy możliwości aplikacyjne teorii sterowania, a dodatkowo rozszerzy istniejącą wiedzę o układach dynamicznych.

W automatyce pierwszym krokiem do rozwiązania problemu doboru sterowań tak, aby wyjścia miały z góry zadane własności (np. dążyły do pewnych stałych wartości; mieściły się w pewnym zadanym zbiorze; zmieniały według zadanych sposobów) jest zbudowanie modelu, który w postaci zależności matematycznych opisuje relację pomiędzy sterowaniami, a wyjściami obiektu. W zależności od problemu, sterowania i wyjścia mogą mieć bardzo różny charakter (np. mogą być skalarami, wektorami skończenie lub nieskończenie wymiarowymi, zbiorami). W celu znalezienia relacji pomiędzy sterowaniami i wyjściami stosujemy dwa podejścia. Pierwsze z nich, tzw. fizykalne wykorzystuje prawa fizyki do znalezienia poszukiwanych relacji, a drugie, tzw. metoda „czarnej skrzynki”, polega na doborze parametrów modelu wybranego z odpowiednio szerokiej klasy tak, aby dobrze oddawał związki pomiędzy sterowaniami, a wyjściami w przeprowadzonych eksperymentach identyfikacyjnych. Eksperymenty takie polegają na podawaniu odpowiednio dobranych sterowań i pomiarze wielkości wyjściowych. W praktyce inżynierskiej najczęściej stosuje się połączenie tych dwóch podejść. W pierwszym kroku stosując prawa fizyki próbujemy określić typ obiektu np. równanie różniczkowe liniowe o okresowych współczynnikach, a następnie metodami identyfikacji parametrycznej określić jego współczynniki.

Budując model procesu rzeczywistego dokonujemy różnego rodzaju uproszeń. Uproszczenia te mają doprowadzić do modelu, który jesteśmy w stanie analizować dostępnymi narzędziami teoretycznymi. Podejście takie nieuchronnie prowadzi do niedokładności pomiędzy zachowaniem modelu i rzeczywistego procesu. Najnowsze zastosowania stawiają przed naukowcami konieczność zamodelowania zależności w układzie w sposób niezwykle precyzyjny z odzwierciedleniem wszystkich istotnych, występujących w rozważanym procesie zależności i zjawisk fizycznych. Powoduje to, że w teorii sterowania sięgamy po jeszcze bardziej złożone modele, które są kombinacjami modeli takich jak: układy opisane równaniami różniczkowymi cząstkowymi, układy z opóźnieniami, układy ze skokowo zmieniającymi się parametrami lub deterministycznymi przełączeniami, układy deskryptorowe oraz układy ułamkowego rzędu. Dochodzimy w ten sposób do konieczności rozważania np. układów nieskończenie wymiarowych opisanych równaniami ułamkowego rzędu z opóźnieniem i skokowo zmieniającymi się parametrami.

Analiza własności dynamicznych takich złożonych modeli matematycznych jest jednym z innowacyjnych elementów wniosku. Należy podkreślić, że sięganie po takie złożone modele jest podyktowane nie tylko ciekawością zbadania ich własności. Znajduje one również uzasadnienie w postaci chęci zastosowania metod teorii sterowania do opisu i analizy interdyscyplinarnych problemów inżynierskich. Do wielu z tych problemów idee teorii sterowania nie były jeszcze stosowane z powodu niemożności ich opisanie dostępnymi dotychczas w teorii sterowania modelami.

Podstawowe problemy rozważane w teorii sterowania, które będą badane dla rozpatrywanych układów, to: analiza jakościowa; analiza wrażliwościowa; sterowanie optymalne.

Każda z tych własności ma istotne znaczenie w wielu problemach praktycznych. Zatem rozwiązanie tych problemów dla rozważanych w projekcie układów stworzy potencjał do efektywnego rozwiązywania wielu problemów praktycznych i będzie stanowiło bazę do wielu nowatorskich zastosowań metod teorii sterowania.

W ramach projektu, po zbadaniu własności teoretycznych, zamierza się proponowane modele matematyczne zastosować do opisu zagadnień podejmowanych wcześniej innymi metodami przez pracowników Politechniki Śląskiej takich jak: układ kostno-mięśniowy człowieka oraz tłumienie drgań i hałasu.