

Niniejszy projekt obejmuje swym zakresem badania nad schematami sterowania opartymi na uczeniu się, a jego głównym celem jest opracowanie nowych metod i algorytmów sterowania, które uwzględnią ograniczenia sensorów i elementów wykonawczych, ujmują złożoną, niepewną i nieprzewidywalnie zmieniającą się dynamikę układu oraz działają niezawodnie w obecności zakłóceń i szumów. Istotnym faktem jest to, że metody sterowania oparte na uczeniu się posiadają zdolność do uwzględnienia wszystkich tych efektów przy mniejszym poziomie wiedzy o dynamice układu. W szczególności, wkładem tego projektu badawczego będzie rozwój metod opartych na uczeniu się, które mogą osiągnąć poziom wybranych wskaźników jakości sterowania, który jest często poza zasięgiem klasycznych metod sterowania używających głównie sprzężenia zwrotnego. Jak powszechnie wiadomo, skuteczne zastosowanie sprzężenia zwrotnego, nawet gdy stosowane jest dodatkowo sterowanie wyprzedzające, zależy przede wszystkim od istniejącego poziomu niepewności układu, ponieważ wysoka jakość sterowania zwiększa wymagania dotyczące modelowania układu. Zaletą proponowanego sterowania opartego na uczeniu się jest pozyskiwanie wiedzy o dynamice układu podczas jego pracy. Dzięki temu, jakość sterowania jest sukcesywnie poprawiana pomimo istniejącego poziomu niepewności. Co więcej, układy lub systemy, które są z natury trudne do modelowania i/lub sterowania klasycznymi metodami, mogą być skutecznie sterowane za pomocą metod opartych na uczeniu się. W związku z tym, niniejszy projekt ma na celu połączenie metodologii uczenia się ze współczesnymi i odpornymi strategiami sterowania, aby uwzględnić niepewność modeli układów i zaproponować reguły sterowania zapewniające wysoką jej jakość. Dlatego w ramach niniejszego projektu zrealizowane zostaną następujące zadania badawcze:

1. *Analiza ograniczeń wpływających na jakość regulacji w układach stosujących sterowanie bazujące na uczeniu.* Jak wiadomo, kompromis między jakością sterowania, a odpornością na niepewności jest jednym z najważniejszych aspektów nowoczesnej teorii sterowania. Dlatego ważne jest, aby zbadać, które czynniki ograniczają sterowanie oparte na uczeniu się i ich związek z odpornością.
2. *Poprawa odporności sterowania bazującego na uczeniu wobec niepewności i zakłóceń.* Rozważane będą modele obiektów sterowania z różnymi typami niepewności i przeprowadzona będzie szczegółowa analiza w celu scharakteryzowania zależności pomiędzy jakością sterowania, a odpornością na niepewności modelu. Kluczowym problemem będzie sprawdzenie, czy dany układ sterowania pozostaje stabilny dla wszystkich możliwych zmian jego parametrów i zakłóceń.
3. *Opracowanie iteracyjnych schematów sterowania i identyfikacji dla układów o parametrach rozłożonych.* Zwiększenie złożoności współczesnych systemów sterowania wraz z restrykcyjnymi wymaganiami fizycznych układów o parametrach rozłożonych wymagają zastosowania skomplikowanych metod sterowania. Klasyczne podejścia do projektowania systemów sterowania dedykowanych do systemów z parametrami skupionymi są niewystarczające do osiągnięcia wymaganych rezultatów. Dlatego iteracyjne schematy uczenia mogą w dużym stopniu przyczynić się do poprawy jakości sterowania układami o parametrach rozłożonych, ponieważ zapewniają odporność na błędy modelowania i zmiany parametrów układu.
4. *Synteza schematów sterowania odpornego z uczeniem dla układów nieliniowych z zastosowaniem modelowania neuronowego.* W większości przypadków trudne lub wręcz niemożliwe jest uzyskanie poprawnych modeli matematycznych rozważanych układów nieliniowych. W takich przypadkach można skutecznie stosować sztuczne sieci neuronowe. Charakterystyczną cechą sieci neuronowych są ich właściwości aproksymacyjne, które umożliwiają realizację dowolnej funkcji nieliniowej z dowolną dokładnością przy zastosowaniu sieci neuronowej o odpowiednio dobranej strukturze i parametrach. Kluczową właściwością, z punktu widzenia celów projektu, jest ich możliwość uczenia się i adaptacji na podstawie danych historycznych. Co więcej, uczenie sieci neuronowych można przeprowadzić poprzez optymalizację funkcji kosztu określającej wydajność systemu sterowania.
5. *Projektowanie i weryfikacja schematów sterowania z iteracyjnym uczeniem dla systemów kooperujących układów.* Celem zadania jest zastosowanie metod uczenia się do sterowania układami przestrzenie połączonymi. W wielu przypadkach układy te charakteryzują się dużą liczbą zmiennych reprezentujących system, silną interakcją między zmiennymi systemowymi i złożoną strukturą. W związku z tym, ze względu na złożoność strukturalną układów przestrzenie połączonych, klasyczne metody sterowania nie są odpowiednie do poprawy jakości sterowania i minimalizacji wpływu zakłóceń. Osiągnięcie akceptowalnego kompromisu pomiędzy sprzecznymi celami wysokiej jakości sterowania i odporności na zakłócenia będzie najistotniejszym zadaniem badawczym.