

STRESZCZENIE POPULARNONAUKOWE

Identyfikacja procesów jest dziedziną zajmującą się tworzeniem matematycznych modeli zjawisk (obiektów lub sygnałów) w oparciu o dane doświadczalne. Ostatnie trzy dekady przyniosły wiele interesujących a zarazem niebanalnych zastosowań identyfikacji procesów niestacjonarnych, tj. procesów o zmieniających się w czasie charakterystykach, w takich dziedzinach jak telekomunikacja, obróbka sygnałów i automatyka. Znane podejścia do identyfikacji procesów niestacjonarnych można umownie podzielić na metody, które nie są oparte na żadnym jawnym modelu zmian parametrów procesu oraz metody oparte na ich modelowaniu. W pierwszym przypadku zakłada się, że parametry procesu zmieniają się na tyle wolno, iż może on być traktowany jako lokalnie stacjonarny. Identyfikacji można wówczas dokonać przy użyciu odpowiednio “zlokalizowanych” (przy użyciu okien lub ciągów ważących) wersji estymatorów najmniejszych kwadratów lub największej wiarygodności, bądź z wykorzystaniem algorytmów gradientowych. W drugim przypadku identyfikacja oparta jest na jawnym, deterministycznym lub stochastycznym (przypadkowym) modelu zmian parametrów. W ramach podejścia deterministycznego zakłada się, że zmieniające się w czasie parametry procesu mogą być dobrze aproksymowane za pomocą liniowych kombinacji pewnej liczby znanych funkcji czasu, nazywanych funkcjami bazowymi. Oszacowania parametrów mogą być wówczas wyznaczone w oparciu o oceny współczynników takiej aproksymacji. W przypadku podejścia stochastycznego model zmian parametrów procesu ma charakter losowy. Przykładem może być model błędzenia przypadkowego odpowiednio wysokiego rzędu, który można interpretować jako losowo “zaburzony” model wielomianowy. Problem estymacji parametrów procesu można wówczas rozwiązać przy użyciu algorytmów znanych jako filtry Kalmana.

Celem projektu jest opis i analiza nowej klasy algorytmów identyfikacji, łączących podejście wykorzystujące funkcje bazowe z elementami estymacji lokalnej. Inaczej niż to ma miejsce w przypadku klasycznego podejścia opartego na funkcjach bazowych, dokonującego przedziałowej oceny trajektorii parametrów, proponowane estymatory traktowane są jako źródło ocen punktowych, odpowiadających kolejnym chwilom czasu. Oznacza to, że estymacja musi być dokonywana oddzielnie w każdej chwili czasu t w oparciu o dane pochodzące z lokalnego przedziału analizy o środku w punkcie t . Nieprzyczynowe estymatory, takie jak opisany powyżej (oszacowania parametrów wyznaczone są z wykorzystaniem zarówno “przeszłych” jak “przyszłych” danych), pozwalają na istotne zmniejszenie systematycznych błędów modelowania co gwarantuje lepszą, niż w przypadku użycia “porównywalnych” estymatorów przyczynowych, dokładność otrzymanywanych modeli. Z uwagi na swój nieprzyczynowy charakter ważne estymatory oparte na funkcjach bazowych nie mogą być stosowane w rozwiązaniach wymagających pracy w trybie czasu rzeczywistego (predykcja sygnałów, sterowanie adaptacyjne). Znanych jest jednak co najmniej kilka innych zastosowań, takich jak estymacja widma, predykcyjne kodowanie sygnałów czy symulacja procesów, w przypadku których decyzje oparte na modelu badanego zjawiska mogą być podejmowane z pewną zwłoką czasową, w tzw. trybie czasu prawie rzeczywistego. Nowa klasa estymatorów może być wykorzystana w takich właśnie zastosowaniach.

Proponowane rozwiązanie jest pierwszym ujednoczonym podejściem łączącym metodę funkcji bazowych z metodą estymacji lokalnej, opracowanym dla dowolnych baz funkcyjnych i dowolnych ciągów ważących. Planowane jest, w oparciu o wyniki analizy teoretycznej, rozwiązanie najistotniejszych problemów związanych z implementacją proponowanych algorytmów, takich jak racjonalny wybór bazy oraz kształtu stosowanego okna, adaptacyjny wybór szerokości okna oraz liczby funkcji bazowych, a także istotne ograniczenie złożoności obliczeniowej proponowanego podejścia bez pogorszenia dokładności otrzymanywanych modeli.

Wyniki projektu powinny być interesujące, zarówno z teoretycznego jak praktycznego punktu widzenia, dla wszystkich badaczy zajmujących się identyfikacją obiektów i sygnałów niestacjonarnych oraz jej zastosowaniami.