

Streszczenie Rozprawy Doktorskiej mgr. Gokula PM

Rozprawa doktorska podejmuje temat synchronizacji układów charakteryzujących się złożoną dynamiką. Przystudiowane zostały różne typy scenariuszy, włączając w to systemy multistabilne z ukrytymi i rzadkimi atraktorami, wykazując, że zaobserwowane zjawiska można odnaleźć w różnego rodzaju modelach, w szczególności tych należących do dziedziny układów mechanicznych. Dysertacja zawiera wyniki czterech autorskich publikacji, których krótkie streszczenia zaprezentowano poniżej.

W pierwszym artykule przestudiowany został zmodyfikowany system Sprotta, charakteryzujący się multistabilnością z jednym ukrytym atraktorem. Zastosowano dwa schematy sprzężeń pozwalające połączyć różne stanów, które to istotnie zależą od przyjętych warunków początkowych, doprowadzając do możliwości synchronizacji rozważanych układów. W pracy przedyskutowana została zależność pomiędzy strukturą sprzężenia, a finałowym synchronizującym atraktorem, w szczególności biorąc pod uwagę problem warunków początkowych umożliwiających uruchomienie układów z basenu stanu ukrytego.

Następnie, rozważony został model oscylatorów Kuramoto sprzężonych z pojedynczym, silnie przyciągającym oscylatorem zewnętrznym. Wyznaczono i przeanalizowano wiele różnych obszarów synchronizacji, które nie były wcześniej zaobserwowane przy użyciu klasycznej metody Otto-Antonsena, używając do tego typowych rodzajów rozkładów częstości jednostek (takich jak chociażby rozkład Gaussa czy Lorentza). Ponadto, opisany został wpływ trzech parametrów rozważonego system na zaobserwowane wzorce zachowania i ich dynamikę, tj. wewnętrznej siły sprzęgającej, zewnętrznej siły sprzęgającej i różnicy pomiędzy średnią częstością wewnętrzną i zewnętrzną.

W trzeciej publikacji poruszony został problem synchronizacji typu master-slave w dynamicznych układach jednostek dyskretnych. Wykorzystane zostały proste systemy z dwoma symetriami, tj. lokalną i globalną, sprzężone poprzez produkt splotowy. W pracy przestudiowano zachowanie i właściwości modelu, jak również typowe wzorce synchronizacji. Pokazano, że poza typowymi przypadkami takimi jak synchronizacja fazowa i antyfazowa (istotnie zależnymi od doboru typu sprzężenia), możliwa jest również synchronizacja mieszana, która zaskakująco nie wymaga żadnego dostrajania parametrów. Dodatkowo, w pracy poruszono temat zachowania chaotycznego, weryfikując jego występowanie przy użyciu wykładników Lapunowa.

W ostatnim artykule przeanalizowano trójwymiarowy system chaotyczny z nieskończenie wieloma stanami równowagi. Przedstawiono różne właściwości modelu, używając do tego typowych narzędzi dynamiki nieliniowej, takich jak portrety fazowe, mapy Poincare czy diagramy bifurkacyjne. Pokazano, że chociaż układ zawiera nieskończenie wiele punktów stałych, może wykazywać koegzystencję nietrywialnych atraktorów. W pracy przedyskutowano również synchronizację chaotyczną używając do tego metody sterowania adaptacyjnego, jak i formę modelu w postaci cząstkowej, zarówno ją przedstawiając, jak i analizując.

Wyniki przedstawione w niniejszej Dysertacji wykazują, że w modelach sprzężonych układów charakteryzujących się złożonymi właściwościami dynamicznymi może dojść do różnych rodzajów zjawisk synchronizacji. Pokazano, że gdy oscylatory posiadają ukryte atraktory, mnogość scenariuszy synchronizacji jest możliwa, co dowodzi Tezy Rozprawy Doktorskiej. Modele rozważone w tym opracowaniu reprezentują fundamentalne przykłady systemów wykazujących złożoną, multistabilną dynamikę. Biorąc pod uwagę uzyskane rezultaty i ich uniwersalność, należy się spodziewać obecności omówionych zjawisk również w typowych układach mechanicznych, obdarzonych podobnymi właściwościami dynamicznymi.

4500, dn. 23.05.2018
