

Przemiany fazowe w empirycznych, korelacyjnych sieciach złożonych

Mateusz Wiliński

27 kwietnia 2019

Streszczenie

Rozprawa należy do nurtu badań nad Układami Złożonymi (ang. *Complex Systems*). Jej pierwsza część dotyczy fenomenologicznych metod badania struktury układów opisanych z użyciem wielowymiarowych szeregów czasowych. W szczególności, w pracy zaproponowano zupełnie nowe estymatory korelacji między sygnałami, przeznaczone dla danych próbkowanych w sposób nieregularny. Zostały one oparte na analizie fourierowskiej, jak również na ścisłych wyprowadzeniach uzyskanych między innymi dla procesów schodkowych. W pracy znaleźć można również autorską metodę filtrowania sieci ważonych, która jest dalek wykorzystana w celu wygenerowania sieci na podstawie otrzymanych macierzy korelacji.

Druga część rozprawy koncentruje się na przemianach fazowych obserwowanych w sieciach złożonych. Początkowo ma ona charakter monograficzny i opisuje najbardziej znane w literaturze modele sieciowe. Następnie analizowany jest autorski model spinowy na sieci z koewolucją. Jest to, według wiedzy autora, pierwszy przypadek równowagowego modelu z koewolucją.

Trzecia część pracy dotyczy empirycznych zastosowań metodologii opisanej w rozdziale drugim. Autor analizuje w niej dane finansowe oraz medyczne. Te pierwsze dotyczą dziennych oraz wewnątrzdziennych notowań giełdowych. Z kolei drugie to sygnały EEG uzyskane zarówno od zdrowych pacjentów jak i chorych na padaczkę. Otrzymane wyniki wskazują na istnienie zjawisk krytycznych zarówno w przypadku danych finansowych jak i aktywności bioelektrycznej mózgu.

Abstract

The dissertation belongs to the field of Complex Systems. Its first part concentrates on phenomenological methods of analysing the structure of systems described with a multidimensional time series. In particular, a number of novel correlation estimators, designed specifically for irregularly sampled data, are proposed. The methods are based on Fourier analysis as well as on strict derivations made for step function processes among others. Additionally, the work shows a new method for filtering weighted networks, which is later used in order to generate networks from the obtained correlation matrices.

The second part of the dissertation concerns the phase transitions observed for complex networks. Initially it is monographic and it describes the most influential models from the literature. Secondly, a new spin model with coevolution is proposed. The model, to the best of author's knowledge, is the first attempt to build an equilibrium model of a coevolving network.

The third part is dedicated to using the methodology presented in chapter two, in order to analyse empirical data. The author studies both financial and medical data. The financial part focuses on daily and intraday data from stock exchanges. The medical part concerns EEG data gathered from both healthy patients and those with epileptic seizures. The obtained results show that there exist critical phenomena both in the case of financial markets and brain bioelectrical activity.