

## **Transformacje sieci złożonych na szeregi czasowe**

praca magisterska, autor **Adrian Dominiczak**

opiekun: dr inż. Julian Sienkiewicz

W pracy badano zagadnienia wzajemnych przekształceń szeregów czasowych i sieci złożonych. Celem poszukiwania tych przekształceń jest wprowadzenie nowych metod analizy szeregów czasowych, pozwalających na zwarte podsumowanie ich charakterystyk za pomocą analizy odpowiadających im sieci złożonych. Transformacje te oddają unikalne cechy szeregów czasowych w szczególnych własnościach topologicznych sieci złożonych. Jest to jeden ze współczesnych kierunków rozwoju metod analizy szeregów czasowych. Stwierdzono, że zastosowane w pracy odwzorowania zachowują charakterystyczne własności poddawanym im obiektom. W szczególności, algorytm transformacji oparty na skalowaniu wielowymiarowym wyjątkowo efektywnie zachowuje cechę uporządkowania lub losowości sieci złożonej. Symulacji dokonano dla modelu sieci Watta-Strogatza, pozwalającego na konstrukcję grafów o strukturach od regularnej do losowej. Natomiast algorytm transformacji szeregu czasowego na sieć złożoną, *The Visibility Graph*, pokazuje zachowanie informacji o losowości szeregu czasowego w wykładniczym rozkładzie stopni wierzchołków odpowiadającej mu sieci. Jednocześnie algorytm ten zachowuje informację o fraktalnym charakterze szeregu czasowego poprzez potęgowy rozkład stopni wierzchołków odpowiedniej sieci. Na podstawie tych przekształceń zauważono metodę pozwalającą na rekonstrukcję struktury sieci hierarchicznej analizując odpowiadający jej szereg czasowy. Możliwe jest dokładne wskazanie liczby oraz rozmiarów wszystkich modułów budujących daną sieć lub dany komponent na niższym poziomie hierarchii. Metoda ta umożliwia także rekonstrukcję stochastycznych sieci hierarchicznych z dużą dokładnością. Otrzymano również dla sieci o potęgowym rozkładzie stopni wierzchołków charakterystyczne szeregi czasowe. Kolejne zagadnienie, które badano, była kwestia przybliżonej odwracalności używanych odwzorowań oraz istnienie odpowiedniości pomiędzy szeregiem czasowym a siecią złożoną. W ogólnym przypadku nie można uznać prezentowanych w pracy metod za odwracalne w sposób praktyczny. W przypadku jednego z użytych algorytmów, pokazano jakie wyjątkowo szczególne cechy powinien posiadać szereg czasowy, aby zapewnić w ramach danego przekształcenia odwracalność. Skonstruowano specjalny szereg czasowy posiadający te cechy, dla którego transformacja okazała się być odwracalna z dużą dokładnością. Przekształcenie to jednocześnie zachowuje informację w przestrzeni sieci złożonych odpowiadających temu szeregowi czasowemu. Szeregowi temu odpowiada sieć złożona o strukturze gwiazdy. Sprawdzono, że dla dowolnych szeregów nie spełniających stawianych warunków, możliwe jest na bazie używanych odwzorowań sporządzenie jednego przekształcenia, zachowującego co najmniej najważniejsze własności statystyczne sieci złożonych poddawanych dwukrotnej transformacji. Dla sieci hierarchicznych oraz sieci o potęgowym rozkładzie stopni wierzchołków zachowana zostaje potęgowa zależność lokalnego współczynnika gronowania od stopnia wierzchołka. Jednocześnie nie ulega zmianie potęgowy charakter rozkładu stopni wierzchołków. Wskazuje to na istnienie odpowiedniości pomiędzy szeregami czasowymi a sieciami złożonymi oraz usprawiedliwia posługiwanie się analizą sieci złożonych do opisu szeregów czasowych.