

Poszukiwanie własności sygnałów EEG metodami analizy szeregów czasowych

1 Wprowadzenie

W literaturze można znaleźć liczne przykłady opisu sygnałów mózgowych wywołanych podaniem bodźca, z uwzględnieniem ich zmienności. Stosuje się do tego celu metody oparte na okienkowej transformacji Fouriera, przekształceniu falkowym, algorytmie dopasowania krokowego, analizie składowych niezależnych, i inne [1]. Ponieważ jednak nie dają one jeszcze optymalnego rozwiązania problemu, w proponowanej rozprawie pokazane zostanie nowe podejście do problemu, opierające się na wykorzystaniu statystycznej analizy szeregów czasowych (ang. *Time Series Analysis*).

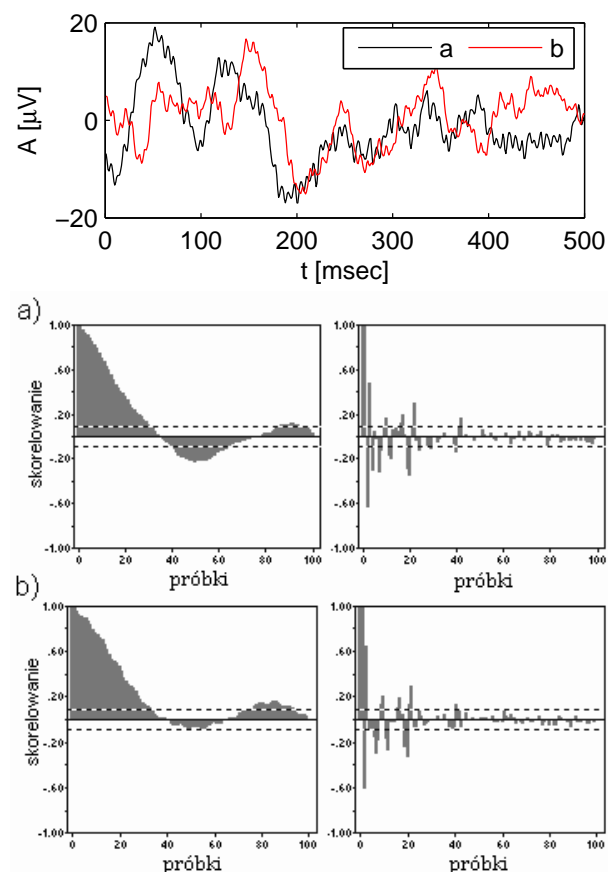
2 Cel pracy

Proponowana praca dotyczy analizy sygnałów EEG rejestrowanych w warunkach wielokrotnej stymulacji, które traktowane są jako kolejne realizacje pewnego niestacjonarnego procesu stochastycznego. Zostanie przedstawiona alternatywna względem obecnie stosowanych metod separacji części deterministycznych sygnału EEG, rejestrowanego w warunkach wielokrotnego pobudzenia bodźcem, od jego składowej losowej. Przewaga proponowanej metody polega m.in. na umożliwieniu opisanego stacjonarnych, losowych residuów sygnału za pomocą specjalnie dobranego modelu matematycznego. Uproszczonej metodykę takiego dopasowania można znaleźć np. w [2] lub w [3]. W pracy podjęta zostanie próba wykorzystania statystycznej analizy szeregów czasowych do identyfikacji zbioru cech charakteryzujących odpowiedzi wywołane mózgu na podstawie danych pomiarowych.

3 Metodyka badań

Analizie poddano zbiór sygnałów EEG rejestrowanych na czole (elektrody Cz-O1, Cz-O2) po stymulacji siatkówki zdrowego człowieka wzorem czarno-białej szachownicy. Zweryfikowano hipotezę o stacjonarności dla pojedynczych odpowiedzi przy użyciu testu KPSS [4] i przeprowadzono testy PP [5] i ADF [6] na pierwiastki jednostkowe wielomianu autoregresji każdego z sygnałów. Sporządzono też wykresy funkcji autokorelacji (ACF) i autokorelacji cząstkowej (PACF), oraz dokonano analizy spektralnej: przeprowadzono testy na składowe okresowe Fishera i Canovy-Hansena [7] oraz analizę widma i periodogramów dla tych sygnałów. Stwierdzono, że wszystkie analizowane sygnały są niestacjonarne. Niestety na podstawie przeprowadzonych testów nie udało się określić typu niestacjonarności. Bardzo obiecujące jest natomiast, że wykresy ACF, PACF oraz periodogram dla większości sygnałów mają wspólne cechy, oraz że dla prawie wszystkich analizowanych danych zastosowane testy dały takie same rezultaty. Pozwala to przypuszczać, że niestacjonarność charakteryzująca analizowane dane jest tego samego typu. Wiele sygnałów posiada wspólne własności autokorelacyjne (Rys. 1), co sugeruje, że ich składowe będą określone

w ten sam sposób. Wynika z tego, że sygnały te pochodzą z tego samego procesu stochastycznego.



Rys. 1. Dwa sygnały EEG z analizowanego zbioru danych, oraz odpowiadające im wykresy ACF (z lewej) i PACF. Wspólne własności autokorelacyjne w połączeniu z identycznymi wynikami testów KPSS, ADF i PP świadczą o tym, że oba sygnały pochodzą z tego samego procesu stochastycznego.

Literatura

- [1] K.J. Blinowska, M. Kamiński, P.J. Durka, [w:] *Biosystemy*, EXIT (2005), 81-106
- [2] G.E.P. Box, G.M. Jenkins, *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Holden Day (1976).
- [3] P.J. Brockwell, R.A. Davis, *Introduction to time series and forecasting*, Springer (2002).
- [4] D. Kwiatkowski, P.C.B. Phillips, P. Schmidt, Y. Shin (1992) *J. Econometrics*, 54, 159-178.
- [5] P. Perron (1988) *J. Econ. Dynamics Control*, 12, 297-332.
- [6] S.E. Said, D.A. Dickey (1984) *Biometrika*, 71, 599-607.
- [7] F. Canova, B.E. Hansen (1995) *J. Business Econ. Stat.*, 13, 237-252.