

# Nieliniowa analiza sygnału elektromiografii powierzchniowej

Paulina Trybek<sup>1</sup>, Michał Nowakowski<sup>2</sup>, Łukasz Machura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zakład Metod Komputerowych Fizyki i Elektroniki, Instytut Fizyki, Uniwersytet Śląski

<sup>2</sup>Zakład Dydaktyki Medycznej, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński

Systemy fizjologiczne cechuje duża złożoność dynamiczna, która stanowi wyzwanie w dziedzinie badania sygnałów biologicznych. Standardowe podejście statystyczne, oparte na liniowych metodach analizy często przynosi jedynie ograniczoną wiedzę na temat ukrytego procesu. Coraz częściej zyskują na wartości metody nieliniowe, które uwzględniają wewnętrzną strukturę sygnału oraz przede wszystkim charakteryzują go na przestrzeni wielu skal czasowych. W skład takich metod wchodzi np. badanie entropii, mającej swoje początki w teorii informacji. W kontekście sygnału biomedycznego parametr entropii jest ściśle związany z pojęciem złożoności, rozumianej jako zdolności układu do adaptacji i jak najszybszej odpowiedzi w nieustannie zmieniającym się środowisku. Utrata takiej złożoności może nastąpić wraz z pojawieniem się stanu chorobowego. Ponieważ zwiększeniu złożoności sygnałów fizjologicznych zazwyczaj, choć warto także zaznaczyć, że nie zawsze towarzyszy wzrost ich entropii, może ona okazać się niezwykle wartościowym parametrem w identyfikacji stanu patologicznego lub ocenie stopnia zaawansowania choroby, co wykazano na przykład podczas analizy rytmu zatokowego[1].

Analizie poddano sygnały elektromiografii powierzchniowej (sEMG) uzyskane od osób cierpiących na nowotwór jelita grubego w różnych stadiach procesu leczenia obejmującego przede wszystkim terapię chirurgiczną i radiacyjną. Pozyskane dane obejmowały okres przed wykonaniem zabiegów chirurgicznych oraz kolejno miesiąc, około 6 miesięcy oraz rok po przeprowadzonej operacji. Dodatkowo analizowano także wpływ zastosowania terapii promieniowaniem jonizującym na zapis EMG.

Dla badanych serii czasowych wyznaczono parametr określany jako Sample Entropy (SampEn), którego wartość jest odporna na niski współczynnik sygnału do szumu, charakterystyczny dla zapisów elektromiograficznych.

Z uwagi na udowodnioną zależność wyznaczonych wartości od rozpatrywanej skali czasowej przeprowadzono także obliczenia z wykorzystaniem metody bazującej na analizie wieloskalowej, określanej jako Multiscale Entropy (MSE)[2].

Dla pełnej charakterystyki analizowanych danych otrzymane wyniki porównano z rezultatami uzyskanymi w oparciu o metodę Multifraktalnej Beztrendowej Analizy Fluktuacyjnej (MFDFA)[3].

## Literatura

- [1] Costa, Madalena, Ary L. Goldberger, and C-K. Peng. "Multiscale entropy analysis of biological signals." *Physical review E* 71.2 (2005): 021906.
- [2] Wu, Hsien-Tsai, et al. "Multiscale Entropy Analysis of Surface Electromyographic Signals from the Urethral Sphincter as a Prognostic Indicator for Surgical Candidates with Primary Bladder Neck Obstruction." *Entropy* 17.12 (2015): 8089-8098.
- [3] Ihlen, Espen AF. "Introduction to multifractal detrended fluctuation analysis in Matlab." *Frontiers in physiology* 3 (2012).