

1 Beztrendowa analiza fluktuacji rytmu serca

Algorytm beztrendowej analizy fluktuacji DFA (ang. *detrended fluctuation analysis*)[1]:

1. Całkowanie:

$$y(k) = \sum_{i=1}^k (x(i) - x_{mean}), \quad (1)$$

gdzie x_{mean} jest średnim czasem między załamkami R.

Wektor czasu:

$$x_t(k) = \sum_{i=1}^k (x(i)). \quad (2)$$

2. Dopasowanie prostych do interwałów o długości n metodą najmniejszych kwadratów

Model liniowy w postaci macierzowej

$$\mathbf{y} = X\boldsymbol{\beta}, \quad (3)$$

gdzie $\mathbf{y} = [y(mn), y(mn + 1), \dots, y(mn + n - 1)]^T$ jest wektorem wartości m -tego

interwału, $X = \begin{bmatrix} 1 & x_t(mn) \\ 1 & x_t(mn + 1) \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_t(mn + n - 1) \end{bmatrix}$, $\boldsymbol{\beta} = [\beta_0, \beta_1]^T$ jest wektorem parametrów

prostej m -tego interwału. Rozwiązanie metodą najmniejszych kwadratów jest dane formułą

$$\boldsymbol{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T \mathbf{y}. \quad (4)$$

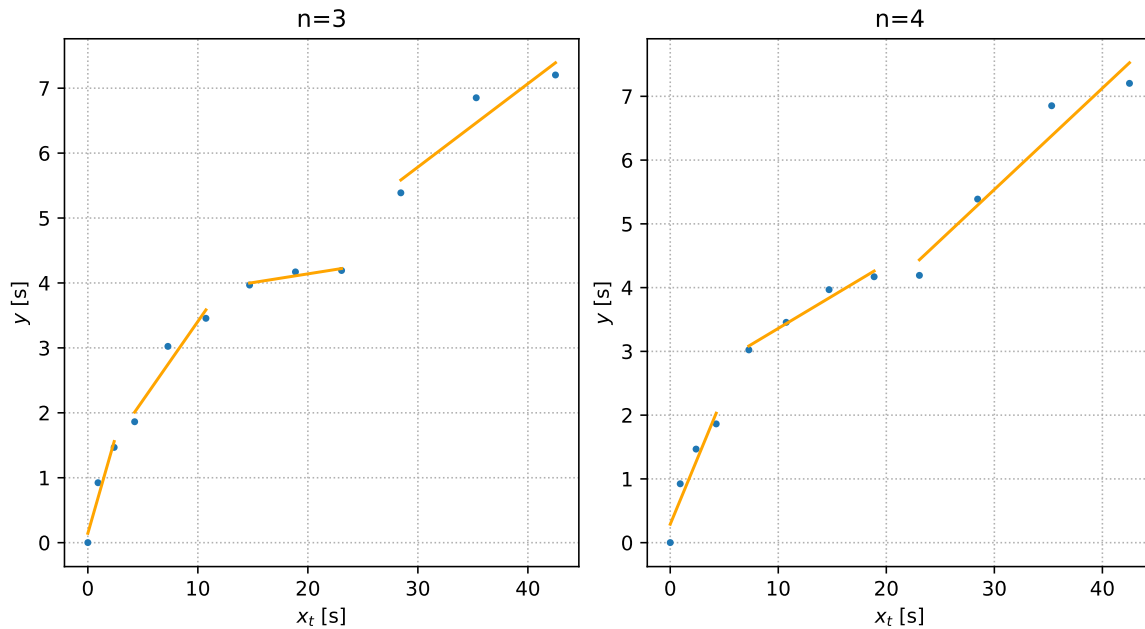
Wizualizację dopasowania funkcji liniowych do interwałów o różnej długości przedstawiono na Rys. 1.

3. Średnia kwadratowa fluktuacji:

$$F(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - y_n(k)]^2}, \quad (5)$$

gdzie N jest liczbą próbek, $y_n(k)$ jest lokalnym trendem w każdym z interwałów obliczonym na podstawie modelu regresji.

4. Dopasowanie prostych do wykresu $\log_{10} F(n)$ od $\log_{10} n$ analogicznie do pkt. 2.



Rysunek 1: Podział sygnału na interwały o długości $n = 3$ oraz $n = 4$ oraz dopasowanie prostych do danych w tych interwałach.

2 Zadania

1. Zaimplementować metodę beztrendowej analizy fluktuacji rytmu serca (długości interwałów przyjąć $n \in [4, 64]$,
2. Przedstawić na wykresach wyniki dla kolejnych punktów algorytmu dla wybranego pliku: odstęp między załamkami R, scałkowany beztrendowy sygnał $y(k)$, proste dopasowane do sygnału $y(k)$ dla wybranej długości interwału n ,
3. Przedstawić na wykresach zależności $\log_{10} F(n)$ od $\log_{10} n$ dla obu plików wraz z wyznaczonymi prostymi (proste wyznaczone dla $n \leq 16$ oraz $n \geq 16$),

Literatura

- [1] C-K Peng, Shlomo Havlin, H Eugene Stanley, and Ary L Goldberger. Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series. *Chaos: an interdisciplinary journal of nonlinear science*, 5(1):82–87, 1995.