

1 Algorytm do wykrywania zespołów QRS w sygnale elektrokardiograficznym

Algorytm Pana-Tompkinsa [1]:

1. Przetwarzanie wstępne

- (a) Filtracja pasmowo-przepustowa sygnału w paśmie 5-15 Hz. Projektowanie filtrów FIR metodą okien: normalizacja częstotliwości odcięcia f_c

$$\bar{f}_c = \frac{f_c}{\frac{f_s}{2}}, \quad (1)$$

gdzie f_s częstotliwość próbkowania.

Odpowiedź impulsowa dyskretnego filtra dolnoprzepustowego

$$h[n] = \begin{cases} \frac{\sin 2\pi \bar{f}_c n}{\pi n} & \text{dla } n \in \{-M, -M+1, \dots, -1, 1, \dots, M-1, M\}, \\ 2\bar{f}_c & \text{dla } n = 0, \end{cases} \quad (2)$$

gdzie liczba współczynników filtra wynosi $2M+1$.

Odpowiedź impulsowa dyskretnego filtra górnoprzepustowego

$$h[n] = \begin{cases} \frac{-\sin 2\pi \bar{f}_c n}{\pi n} & \text{dla } n \in \{-M, -M+1, \dots, -1, 1, \dots, M-1, M\}, \\ 1 - 2\bar{f}_c & \text{dla } n = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Okno Hamminga

$$w[n] = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), \text{ dla } n \in \{0, 1, 2, \dots, N-1\} \quad (4)$$

- (b) Różniczkowanie

$$y[n] = \frac{1}{8} (-x[n-2] - 2x[n-1] + 2x[n+1] + x[n+2]), \quad (5)$$

- (c) Potęgowanie

$$y[n] = (x[n])^2, \quad (6)$$

- (d) Całkowanie

$$y[n] = \frac{1}{C} (x[n - (C-1)] + x[n - (C-2)] + \dots + x[n]), \quad (7)$$

gdzie C długość okna.

2. Progowanie

- (a) Wykrywanie maksimumów - pochodna zmienia znak z dodatniego na ujemny,
- (b) Następne maksimum nie może wystąpić w czasie 200 ms od poprzedniego - okres refrakcji,
- (c) Progowanie

$$SPKI = 0.125 \cdot PEAKI + 0.875 \cdot SPKI \quad (8)$$

jeśli PEAKI jest maksimum sygnału

$$NPKI = 0.125 \cdot PEAKI + 0.875 \cdot NPKI \quad (9)$$

jeśli PEAKI jest maksimum szumu

$$THRESHOLD\ I1 = NPKI + 0.25 \cdot (SPKI - NPKI) \quad (10)$$

$$THRESHOLD\ I2 = 0.5 \cdot THRESHOLD\ I1 \quad (11)$$

2 Zadania

1. Przedstawić na wykresie charakterystykę częstotliwościową i fazową filtrów dolno- i górnoprzepustowego,
2. Zaimplementować metodę wykrywania załamków R,
3. Zaimplementować metodę wykrywania punktów QRS-onset oraz QRS-end (np. minima lokalne przed i po załamku R),
4. Porównać liczbę wyznaczonych załamków R do liczby rzeczywistych załamków R z bazy MIT BIH,
5. Przedstawić na wykresie sygnału wykryte punkty charakterystyczne (QRS-onset, R, QRS-end).

Literatura

- [1] Jiapu Pan and Willis J Tompkins. A real-time qrs detection algorithm. *IEEE transactions on biomedical engineering*, (3):230–236, 1985.