

Pan-Tompkinsov QRS detekcijski algoritem

Peter Rotar

December 2022

Povzetek

Na vajah smo spoznali različne digitalne filtre s katerimi si pomagamo poiskati QRS kompleksne. To znanje sedaj uporabimo za detekcijo QRS kompleksov s Pan-Tompkinsovim algoritmom [1].

1 Uvod

Algoritem je zasnovan v treh korakih. Prvi, signal sprocesa tako, da zmanjša nepotrebne frekvence in ga ponastavi za lažje branje vrhov signala. V drugem koraku se v omejenem premikajočem intervali zapišejo lokalni ekstremi (vrhovi). Ker so lahko nekateri izmed teh nepotrebni, jih algoritem poskuša odstraniti.

2 Implementacija algoritma v Matlabu

V nadaljnjih podsegmentih je na kratko opisan QRS detektor. Sprva je predstavljen osnovni del iz članka, nato (ponekod spremenjena) implementacija algoritma.

2.1 Low-pass in High-pass filtra

Filtra, namenjena odstranjevanju nepotrebnih frekvenc, katera bi lahko pripomogla k slabši detekciji srčnega utripa. Uporabljena filtra sta sledeča,

$$H(z) = \frac{(1 - z^{-6})^2}{(1 - z^{-1})^2} \quad (\text{Low-pass filter})$$

$$H(z) = \frac{-1 + 32z^{-16}z^{-32}}{1 + z^{-1}} \quad (\text{High-pass filter})$$

kjer skupaj zamakneta sfiltrirani signal za 22 vzorcev. Pri obeh filtrih se kliče funkcija *filter*. Pri low-pass se ta uporabi dvakrat, kjer po prvem koraku signal obrnemo in se tako znebimo zamika (vendar se lahko pojavijo napake v obeh koncih signala).

2.2 Odvajanje

V naslednjem koraku signal 'uravnovesimo' in pridobimo podatke o spremembi krivulje signala v QRS kompleksu.

$$H(z) = \frac{-z^{-2} - 2z^{-1} + 2z^1 + z^2}{8}$$

Opazimo, da v enačbi nastopa zgolj ena konstanta za $y(n)$, zato se lahko namesto funkcije *filter* poslužimo konvolucije.

2.3 Kvadriranje

Dane vrednosti kvadriramo, da se znebimo negativnih vrednosti in hkrati izpostavimo vrhove v signalu.

$$y(n) = x^2(n)$$

2.4 Premikajoče okno

Okno izbrane širine 30 vzorcev, ki se premika po signalu in poišče lokalne ekstreme. Enako kot pri odvajanju uporabimo konvolucijo in s tem dobimo signal, ki je enostavnejši za iskanje lokalnih ekstremov.

2.5 False positives

Lahko se zgodi, da smo vzeli točke in jih smatrali kot QRS kompleks, čeprav to ne drži. Zato preventivno poženemo premikajoče okno širine $F_s/2$ in pogledamo če se v njem nahaja več kot ena točka. Če se jih slučajno pojavi več, je malo verjetno da so to posamezni QRS kompleksi, temveč zgolj en. V tem primeru pobrišemo vse točke razen najvišje.

3 Rezultati

Za preizkus algoritma sem uporabil celotno LTST bazo (86 datotek). Rezultati so sledeči:

	Senzitivnost (Se)	Pozitivna napoved (+P)
Bruto	96.85	99.75
Povprečno	97.15	99.68

4 Zaključek in diskusija

S pomočjo Pan-Tomkinsonovega algoritma sem implementiral program za iskanje QRS kompleksov. Na prvi pogled ima morda bralec občutek preobremenjenosti, ko bere članek, vendar hitro opazi, da je kljub zastareli sintaksi dobro berljiv. Seveda se tudi zastarelost algoritma opazi. Menim, da se začetni del da izboljšati, še posebej RR intervali in T-signali. Zamenjal bi ju s strožjim pogojem, ki zajame oba koraka (kot na primer v Matlab implementaciji).

Seveda tudi implementirani algoritem ni popoln. Iz rezultatov se hitro opazi, da obstajajo anomalije, kjer ima detektor slabo senzivnost. To se po eni strani da izboljšati s strožjim pogojem dolžine RR intervala (trenutno je $125ms$), vendar to ni dovolj. Dober primer je *s30801*, ki ima zelo popačen signal. Z nekaj več volje, časa in znanja bi lahko tudi to nadgradil.

Literatura

- [1] Willis J. Tompkins Jiapu Pan. A real-time qrs detection algorithm. 1985.