

# Analiza elektrokardiogramskih (EKG) signalov

## 1. naloga pri predmetu Obdelava biomedicinskih signalov in slik

Ivan Antešić<sup>1</sup>

Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, Večna pot 113,  
Slovenija

`ia6382@student.uni-lj.si`

**Keywords:** EKG · Elektrokardiogram · Chen · Filtri.

## 1 Uvod

V okviru prve domače naloge smo analizirali elektrokardiografske (EKG) signale in poskušali razbrati srčne utripe. Implementirali smo detektor srčnih utripov opisan v članku Chena in sod. [1] in ga nato poskušali izboljšati s preprostimi nadgradnjami. Algoritem smo napisali v jeziku in okolju MATLAB. Uporabili smo tudi wfdb paket <sup>1</sup> programske opreme, ki vsebuje priročne aplikacije za delo z medicinskimi podatki.

## 2 Algoritem

### 2.1 Osnovna različica

Algoritem opisan v članku [1] je hiter detektor srčnih utripov, ki s filtriranjem EKG signalov ojača frekvence QRS kompleksa in zmanjša ostale, da lahko lažje zaznamo položaj utripa. To stori v treh korakih:

1. Filtriranje z visokoprepustnim filtrom. Uporabi se M točkovno tekoče povprečje, ki se odšteje zakasnjnemu signalu. Korak ojača QRS kompleks, zniža P in T valove ter zravna nihanje vhodnega signala.
2. Filtriranje z nizkoprepustnim filtrom. Rezultat prvega koraka se ojača s kvadriranjem in postopoma sešteje po delih s premikajočim oknom. Velikost okna mora biti takšna, da zajame 150 ms signala. Korak deluje, kot risanje ovojnice čez filtriran signal.
3. Določitev položaja utripa, ki se nahaja v vrhovih signala višjih od določene mejne vrednosti.

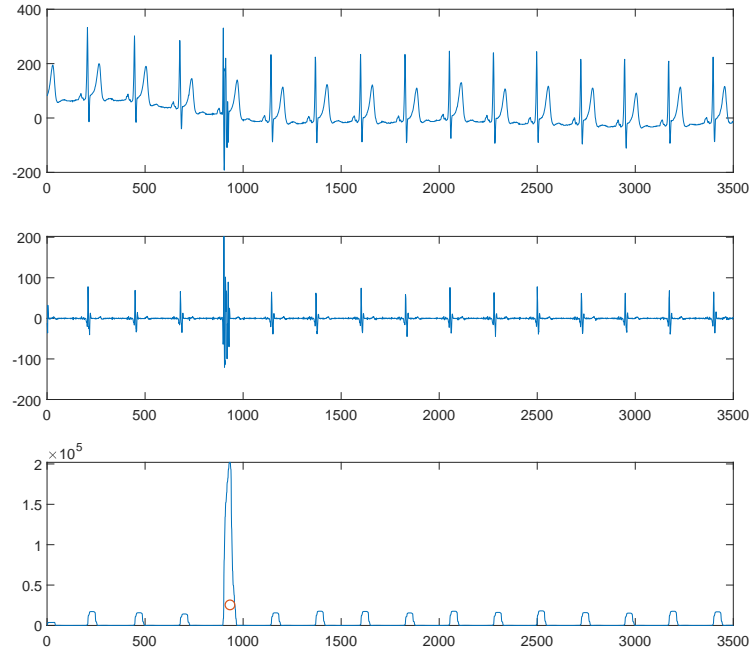
Ker članek ne opiše zadnjega koraka smo implementirali svoj pristop. Najprej določimo mejno vrednost, tako da se petnajskrat z oknom velikosti 150 vzorcev

---

<sup>1</sup> wfdb

premahnemo čez začetek signala in v vsakem oknu poiščemo maksimalno vrednost. Povprečje vseh 15 vrednosti je naša mejna vrednost.

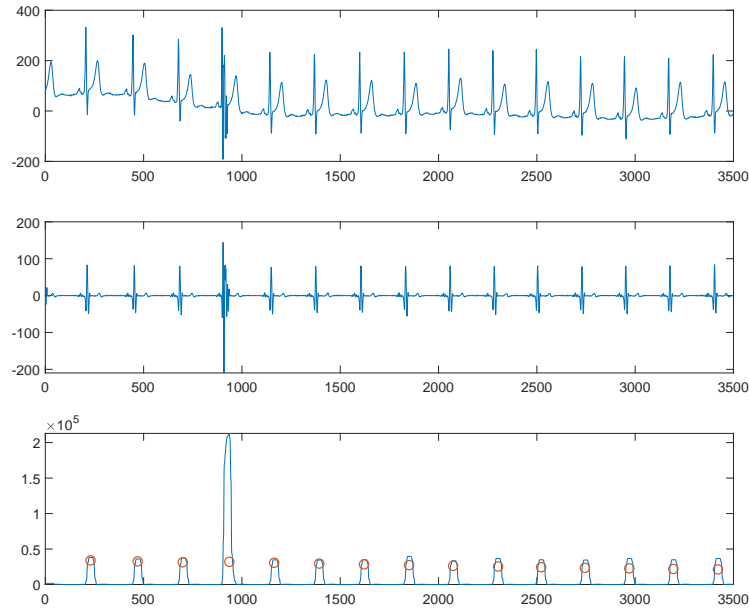
Nato se z oknom pomikamo čez signal, določimo maksimum in pogledamo ali preseže mejno vrednost. Če jo preseže in je od prejšnjega utripa preteklo več kot 200 ms potem položaj označimo kot novi srčni utrip. Filtriranje in vpliv posameznih korakov na signal je viden na sliki 1.



**Fig. 1.** Filtriranje vhodnega signala (prvi graf) z viskoprepustnim filtrom (drugi graf), z nizkoprepustnim filtrom in določanje srčnih utripov (tretji graf, utripi označeni z rdečim krogom). Osnovna različica detektorja.

## 2.2 Izboljšave

V članku ni nikjer omenjeno ali analizirajo enega ali več kanalov. V našem algoritmu smo v prvem koraku upoštevali vse kanale in in jih po filtriranju združili s seštevanjem. Nato dodatno zgladimo signal s pettočkovnim tekočim povprečjem, ki še dodatno zmanjša vpliv neželenih frekvenc in ojača QRS kompleks. To sicer povzroči malo večjo časovno kompleksnost vendar občutno izboljša zaznavo utripov. Filtriranje in vpliv posameznih korakov izboljšane algoritma na signal je viden na sliki 2.



**Fig. 2.** Filtriranje vhodnega signala (prvi graf) z viskoprepustnim filtrom (drugi graf), z nizkoprepustnim filtrom in določanje srčnih utripov (tretji graf, utripi označeni z rdečim krogom). Izboljšana različica detektorja.

### 3 Rezultati

Alogoritem smo testirali na dveh bazah EKG signalov: MIT-BIH Arrhythmia Database <sup>2</sup>, ki vsebuje polurne posnetke in Long Term ST Database <sup>3</sup>, ki vsebuje daljše posnetke (od 21 do 24 ur). Vsi posnetki vsebujejo dva kanala in so anotirani s pravilnimi položaji srčnih utripov tako, da lahko ocenimo uspešnost našega detektorja. V ta namen smo uporabili mero občutljivosti (angl. sensitivity - Se), ki opisuje kolikšen delež vseh pravih utripov smo zajeli in natančnosti (angl. precision/positive predictivity - +P), ki nam pove kolikšen delež od pridobljenih utripov je previlen. V tabeli 1 lahko razberemo uspešnost obeh različic detektorja na celotnih testnih bazah.

Potrebno je omeniti še, da smo glede na vzorčno frekvenco signalov prilagodili vrednost parametrov, ki določajo zahtevani pretečeni čas med utripi in širino okna za seštevanje v drugem koraku algoritma.

<sup>2</sup> MIT-BIH baza

<sup>3</sup> Long term ST baza

baza	osnovna različica			izboljšana različica		
	občutljivost	natančnost	čas [s]	občutljivost	natančnost	čas [s]
MIT-BIH	90.53	86.80	0.2	97.20	97.85	0.3
Long Term ST	90.74	97.74	6.8	97.18	99.57	9.6

**Table 1.** Testiranje detektorja na celotni bazah EKG signalov.

## 4 Zaključek

Iz rezultatov testiranja lahko razberemo, da je detektor z izboljšavami bolj uspešen od osnovnega v zameno za daljši čas izvajanja. Kljub temu je algoritem še vedno hiter. Rezultati podani v članku nakazujejo na uspešnost 0.997 pri testiranju na celotni MIT-BIH bazi. Razlog za to je verjetno neopisan del določevanja mejne vrednosti in iskanje položaja srčnih utripov. Kljub drugačni implementaciji tega koraka smo se uspešnosti kar dobro približali.

## Literatura

1. Chen, H.C., Chen, S.W.: A moving average based filtering system with its application to real-time qrs detection. In: Computers in Cardiology, 2003. pp. 585–588 (Sep 2003). <https://doi.org/10.1109/CIC.2003.1291223>