

# 13E054MAS 2019

## Metode analize elektrofizioloških signala

### CIKLUS II: 1. Primer

#### Periodična aktivnost elektrofizioloških signala

Poslati izveštaj i kodove na e-mail [nadica.miljkovic@etf.bg.ac.rs](mailto:nadica.miljkovic@etf.bg.ac.rs). Fajlovima dodati u nazivu svoje ime (npr. *Ime\_Izvestaj\_Primer1\_Ciklus\_1.docx*). Sve komentare i slike sačuvati u Word izveštaju, a kod sačuvati u Matlab fajlu/fajlovima. NAPOMENA: potrebno je svim graphicima dodati nazive i označiti sve ose.

Ciljevi ovog primera su: (1) smeštanje argumenata u program, (2) učitavanje podataka u program i (3) određivanje normalizovane autokorelacije signala direktnom metodom. Koriste se podaci iz fajlova *1.txt* (*pt1 vf.pa*) i *2.txt* (*pt2 vt.pa*). Uočiti sledeće:

- Postoje tri ulazna argumenta ovog programa:
  - ime fajla sa podacima u jednostrukim navodnicima,
  - početni odbirak u fajlu sa podacima i
  - broj odbiraka (eng. *samples*) u fajlu sa podacima.
- Postoje dva izlaza, pik i mesto pika autokorelacije. Moguće je dodati druge ulazne/izlazne parametre po potrebi.
- Učestanost odabiranja je 125 Hz.

#### ZADACI ZA RAD NA ČASU:

1. Korišćenjem Matlab koda u *Primer1\_Ilciklus.m* učitati fajl sa podacima *1.txt* od prvog do 511-og odbirka. Na jednoj slici prikazati učitani signal na gornjem panelu (kao na Sl. 1). Izračunati normalizovanu autokorelaciju korišćenjem direktne metode. Uobičajena formula je:

$$\rho_k = \frac{\sum_{i=k}^{N-1} x(i)x(i-k)}{\sqrt{\sum_{j=k}^{N-1} x(j)^2} \sqrt{\sum_{j=0}^{N-k-1} x(j)^2}}$$

gde je  $\rho_k$  normalizovana autokorelacija za razmak  $k$ . Potrebno je izračunati  $\rho_k$  za razmake (eng. *lag*) od  $k = 16$  do  $k = 64$ . Definisati i popuniti sledeću petlju:

```
for k = 16:64
```

```
% stuff happens
```

```
end;
```

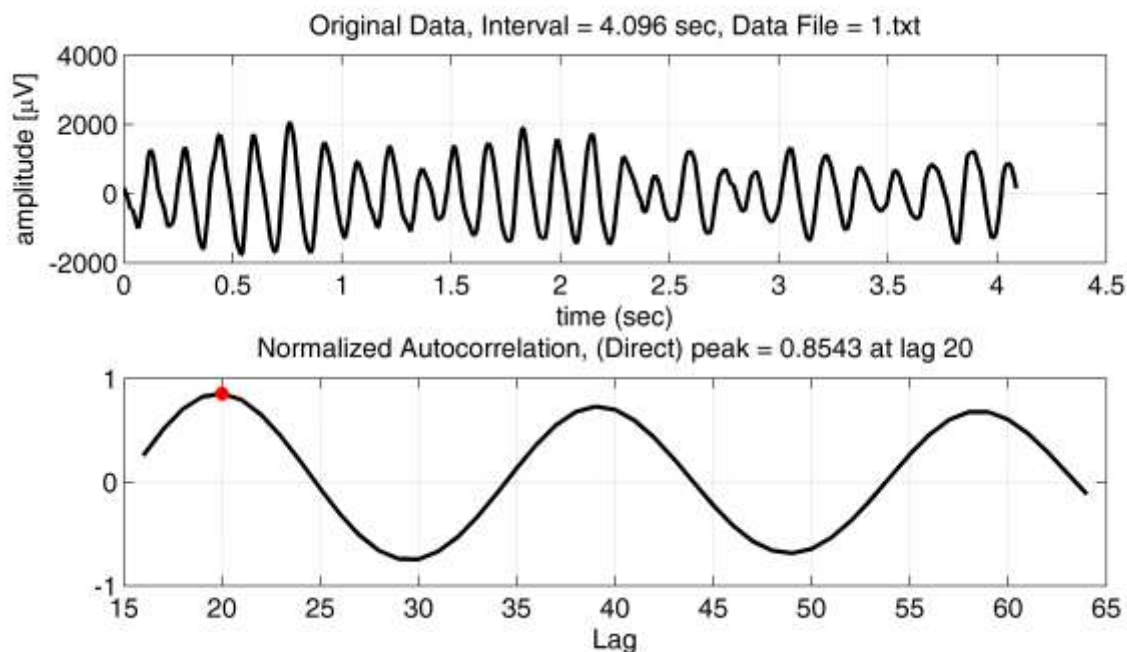
Obratiti pažnju da Matlab počinje nizove sa 1, a ne sa 0. Ako je, na primer, potrebno izračunati za  $k = 3$ , u slučaju  $N = 10$  tačaka u nizu  $x$  brojilac će biti:

$$x(1) * x(4) + x(2) * x(5) + x(3) * x(6) + x(4) * x(7) + x(5) * x(8) + x(6) * x(9) + x(7) * x(10)$$

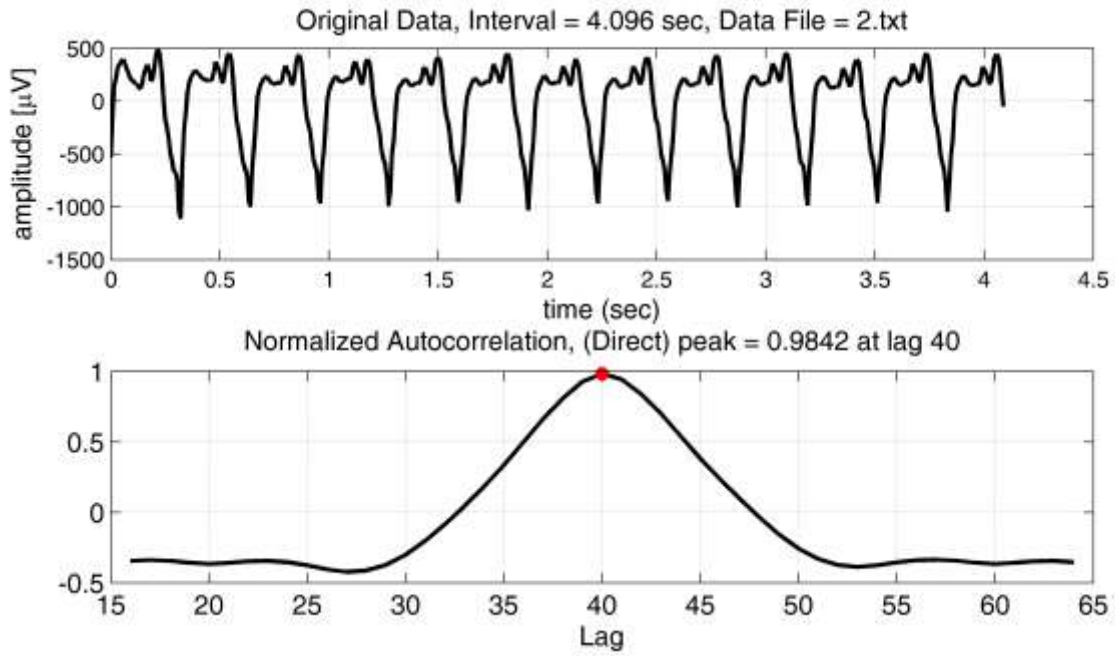
Upotrebiti za ovo Matlab komandu: `sum(x(1:N-k).*x(k+1:N))`. Ona omogućava određivanje i brojioca i imenioca (upotrebom `sqrt()` komande). Pre nego što se iscrtaju grafici, potrebno je sačuvati normalizovanu korelaciju za svaki razmak, zbog čega se definiše promenljiva u obliku niza `rho_direct(k)`. Dalje je potrebno odrediti mesto pika autokorelacije. Ta vrednost govori o najboljoj autokorelaciji signala sa samim sobom. U tom slučaju treba koristiti: `[peak_direct, index_direct] = max(rho_direct)`. Ova komanda omogućava da se odrede *pik* i *normalizovani autokorelacioni razmak* na kome je pik.

Nacrtati normalizovanu autokorelaciju vs. razmak na donjem panelu (gornji panel treba da je originalni signal). Apscisa treba da bude označena kao razmak i treba nacrtati normalizovanu autokorelaciju sa razmacima od 16 do 64 (Sl. 1).

2. Ponoviti računanje autokorelacije sa podacima iz fajla `2.txt` i prikazati rezultate kao na Sl. 2 i uporediti iz sa onima na Sl. 1. **Komentarisi rezultat.**
3. Editovati kod tako da postoje dva dodatna ulazna argumenta: početak i kraj razmaka za koje se računa autokorelacija. Uneti u program izračunavanje učestanosti signala na osnovu autokorelacije. **Kolika je učestanost signala `1.txt`, a kolika je učestanost signala `2.txt`?**



Slika 1, Rezultat autokorelacije za signal iz fajla `1.txt` (*pt1 vf.pa*).



Slika 2, Rezultat autokorelacije za signal iz fajla 2.txt (pt2 vt.pa).

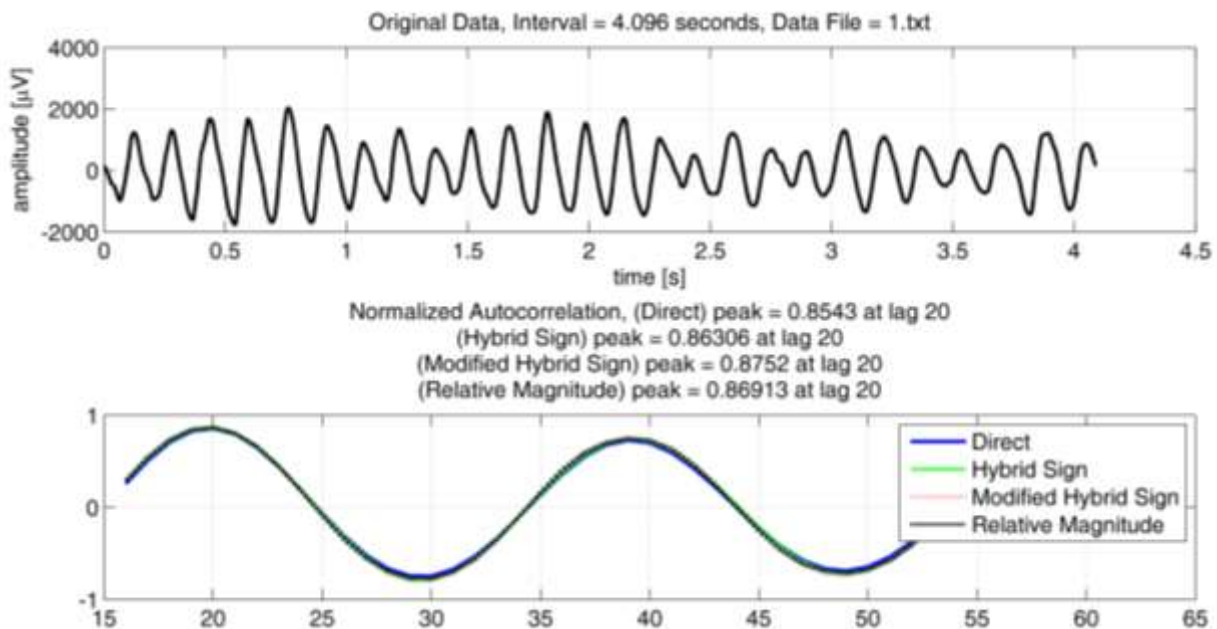
Tabela 1: Različiti algoritmi za estimaciju normalizovane autokorelacije za razmak  $k$ .

direct	$\rho_k = \frac{\sum_{i=k}^{N-1} x(i)x(i-k)}{\sqrt{\sum_{j=k}^{N-1} x(j)^2} \sqrt{\sum_{j=0}^{N-k-1} x(j)^2}}$
hybrid sign	$\rho_k = \frac{\sum_{i=k}^{N-1}  x(i)  \text{sign}(x(i)x(i-k))}{\sum_{j=k}^{N-1}  x(j) }$
modified hybrid sign	$\rho_k = \frac{\sum_{i=k}^{N-1} ( x(i)  +  x(i-k) ) \text{sign}(x(i)x(i-k))}{\sum_{j=k}^{N-1} ( x(j)  +  x(j-k) )}$
relative magnitude	$\rho_k = \frac{2 \left\{ \sum_{i=k}^{N-1} \max( x(i) ,  x(i-k) ) \right\} \left\{ \sum_{i=k}^{N-1} \text{sign}(x(i)x(i-k)) \min( x(i) ,  x(i-k) ) \right\}}{\left\{ \sum_{j=k}^{N-1} \max( x(j) ,  x(j-k) ) \right\}^2 + \left\{ \sum_{j=k}^{N-1} \text{sign}(x(j)x(j-k)) \min( x(j) ,  x(j-k) ) \right\}}$

## CIKLUS II: 1. Zadatak

Cilj ovog zadatka je određivanje normalizovane autokorelacije signala različitim metodama. Za rešavanje ovog zadatka potrebno je modifikovati program *Ime\_Primer1\_liciklus.m* i sačuvati, po izboru, kao *Ime\_Zadatak1\_liciklus.m*. Slike sačuvati u Word izveštaju.

1. Za date signale iz direktorijuma: *1ZadatakSnimci* (34 fajla) izabrati 4 signala; *vt.pa*, *vt.bi*, *vf.pa*, *vf.bi*, i izračunati normalizovanu autokorelaciju korišćenjem direktne metode kao i primenom aproksimacija (ostalih metoda) iz Tabele 1. Koristiti razmake od  $k = 16$  do  $k = 64$ . Odrediti pik autokorelacije za svaku metodu kao i razmak na kome je pik.
2. Za svaki procesirani signal, generisati grafike koji prikazuju originalni signal na gornjem panelu i rezultat direktne autokorelacije na donjem panelu (koristi različite kontinualne linije i legendu), i naslov koji uključuje vrednost pika i odgovarajući razmak za svaku od metoda za izračunavanje normalizovane autokorelacije. Sl. 3 prikazuje tipičan grafik.
3. Modifikovati *Ime\_Zadatak1\_liciklus.m* tako da generiše displej koji prikazuje normalizovane autokorelacije za VT i VF za svaku metodu. Sačuvati kod pod imenom *Ime\_Zadatak1\_liciklus\_VTVF.m*. Za svaku metodu ideja je da se za jednog pacijenta uporede vrednosti pikova normalizovane autokorelacije za periode VT i VF, kao i njihovog eventualnog preklapanja. Uraditi na primeru pacijenta 2 (*pt2 vf.bi*, *pt2 vt.bi*, *pt2 vf.pa*, *pt2 vt.pa*). **Prodiskutovati koja metoda je najefikasnija za datu konfiguraciju (*pa*, *bi*) elektroda za snimanje EKG-a.**



Slika 3, Rezultati autokorelacije za signal iz fajla *1.txt*.