

Semestrální práce KI/PZS - zpracování EKG a EMG

Datum: 5.2.2023

Kolaborace: Jakub Kopecký

1. Výpočet tepové frekvence z EKG signálu

Zadání

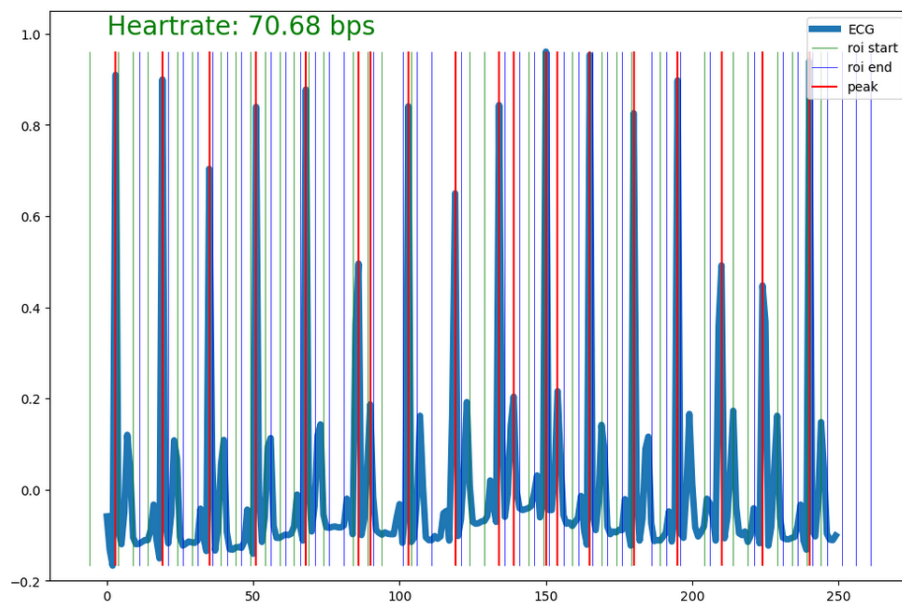
Ve zdrojové databázi najdete celkem 17 měření EKG signálu. Signál je již filtrován a centralizován kolem podélné osy. EKG signál obsahuje dominantní peaky, které se nazývají R vrcholy. Vzdálenost těchto vrcholů určuje dobu mezi jednotlivými tepy. Počet tepů za minutu je tedy počet R vrcholů v signálu o délce jedné minuty. Navrhněte algoritmus, který bude automaticky detekovat počet R vrcholů v EKG signálech a prezentujte tepovou frekvenci při jednotlivých jízdách/měřeních. Váš algoritmus následně otestujte na databázi MIT-BIH <https://physionet.org/content/nsrdb/1.0.0/> a prezentujte jeho úspěšnost vzhledem k anotovaným datům z databáze.

Postup řešení

Signál nejdříve projde okénkovou fourierovou transformací, poté se detekuje dominantní frekvence podle Ntého percentilu a vytváří se regiony s potenciálním R peakem. Dané regiony se poté prozkoumají a porovnává se maximální hodnota daného regionu s hodnotou Ntého percentilu celého signálu. Pokud daná maximální hodnota regionu přesáhne práh, označí se jako R peak. Nakonec se z počtu detekovaných R peaku vypočítá tepová frekvence.

Výstup

Detekované R peaky a tepová frekvence pro signál drive12 z datasetu physionet DRIVEDB:



Následné otestování detekce R peaků s tolerancí 0.01 % proti anotovanému datasetu NSRDB:

```

nsrdb/16539: correct peaks: 83.288 %
nsrdb/16265: correct peaks: 72.058 %
nsrdb/16795: correct peaks: 59.207 %
nsrdb/18184: correct peaks: 62.948 %
nsrdb/16786: correct peaks: 66.805 %
nsrdb/16272: correct peaks: 68.305 %
nsrdb/19088: correct peaks: 56.553 %
nsrdb/16420: correct peaks: 64.471 %
nsrdb/17453: correct peaks: 81.625 %
nsrdb/19090: correct peaks: 77.178 %
nsrdb/16773: correct peaks: 48.670 %
nsrdb/19093: correct peaks: 72.425 %
nsrdb/18177: correct peaks: 64.568 %
nsrdb/19140: correct peaks: 65.796 %
nsrdb/16273: correct peaks: 68.866 %
nsrdb/16483: correct peaks: 68.147 %
nsrdb/19830: correct peaks: 73.736 %
nsrdb/17052: correct peaks: 64.758 %
Average correct: 67.745 %

```

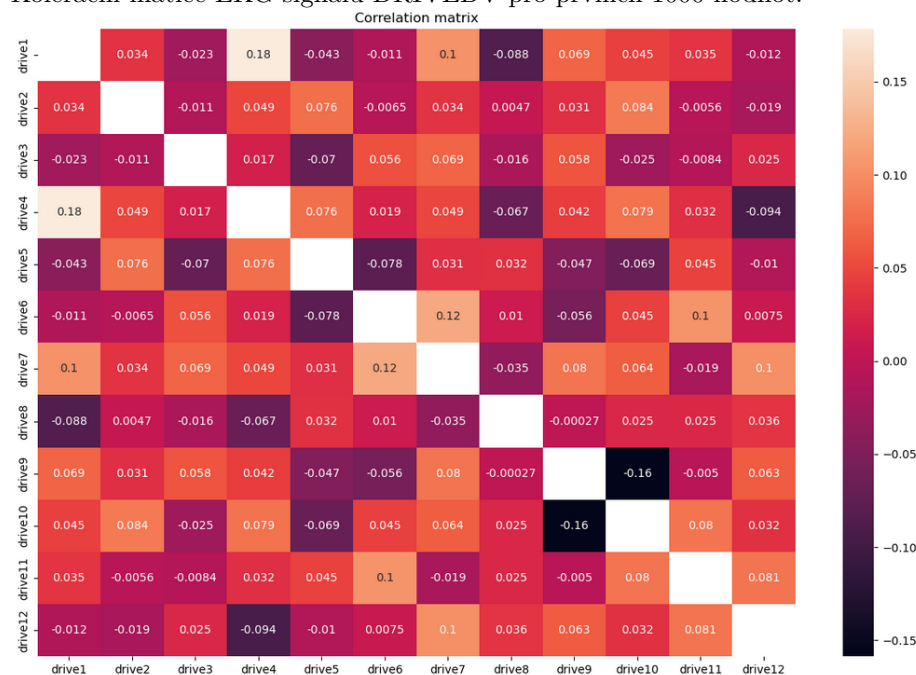
2. Výpočet korelace EKG signálů

Zadání

Ve zdrojové databázi najdete celkem 17 měření obsahující EKG signál. Signály jsou již filtrované a centralizované kolem podélné osy. Různá měření jsou získána s různou vzorkovací frekvencí. U všech signálů analyzujte vzorkovací frekvenci a proveďte sjednocení na tu dominantní z nich. Pro tyto převzorkované signály proveďte korelační analýzu a prezentujte, jak jsou si signály napříč měřeními podobné. Pro smysluplné provedení této analýzy je potřeba nejprve srovnat signály na stejný počátek, např. dle pozice prvního dominantního R peaku. Protože se délky jednotlivých signálů neshodují, je také nutné zvolit vhodnou délku korelační funkce, a to například analýzou autokorelačních funkcí samostatných signálů.

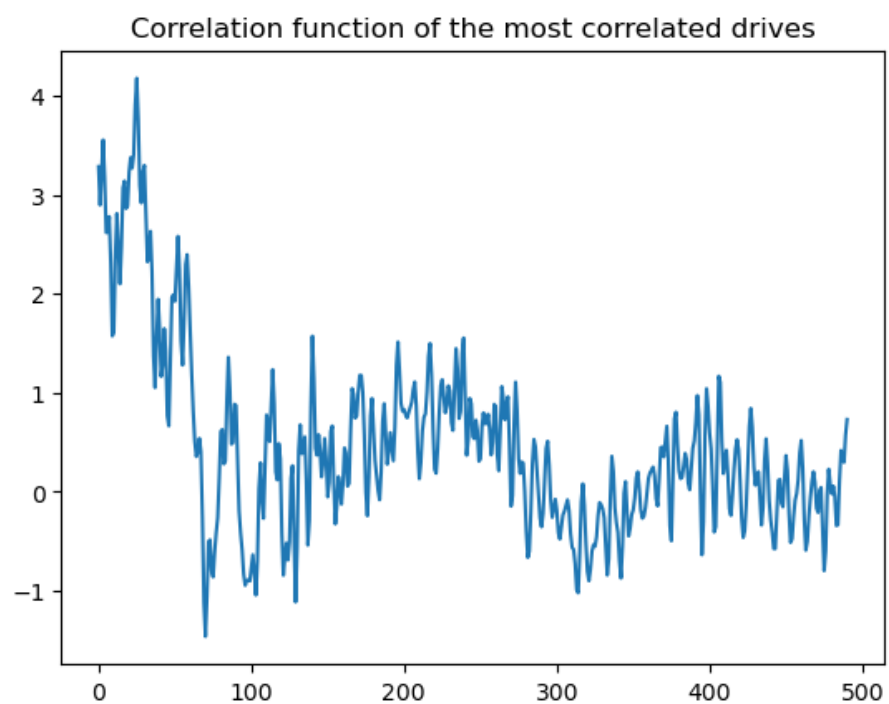
Výstup

Korelační matice EKG signálů DRIVEDV pro prvních 1000 hodnot:

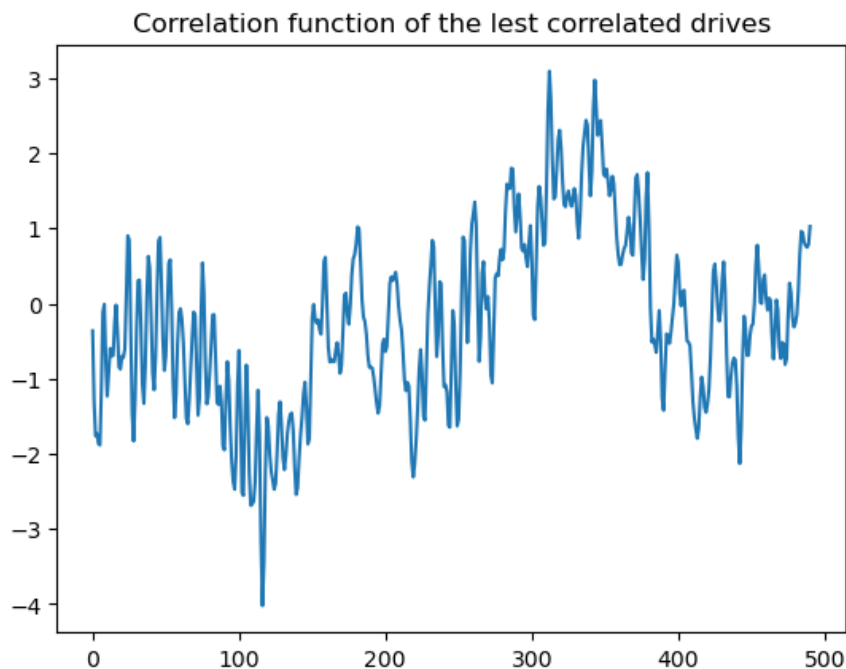


Největší korelace pro prvních 1000 hodnot je mezi drive01 a drive04 a nejmenší korelace mezi drive08 a drive09.

Korelační funkce pro signály s největší korelací:



Korelační funkce pro signály s nejmenší korelací:



3. Klasifikace EMG signálů

Zadání

Ve zdrojové databázi najdete celkem 17 měření EMG signálu. Signál je již filtrován a centralizován kolem podélné osy. EMG signály zachycují aktivitu svalů během jízdy. Pro všech 17 měření spočítejte integrované EMG (iEMG) pomocí vzorce

$$iEMG = \int_0^t |f(t)| dt$$

kde, t je doba záznamu, $f(t)$ je EMG signál a $||$ symbolizuje absolutní hodnotu. Dále detekujte oblasti, kde u jednotlivých signálů dochází k nárůstu a poklesu aktivity, a to pomocí okénkové varianty iEMG a derivace funkce. Velikost okénka zvolte tak, aby byly výsledky statisticky spolehlivé.

Výstup

Integrované EMG pro všechny jízdy v DRIVEDB:

```
drive01 iEMG: 7.255
drive02 iEMG: 1623.451
drive03 iEMG: 1081.013
```

drive04 iEMG: 18347.286
drive05 iEMG: 461.068
drive06 iEMG: 229.474
drive07 iEMG: 56.914
drive08 iEMG: 254.910
drive09 iEMG: 901.811
drive10 iEMG: 304.416
drive11 iEMG: 294.905
drive12 iEMG: 247.943

Detekce změn v EMG signálu pomocí okénkové varianty iEMG a derivace pro drive01 z DRIVEDB. V zeleném intervalu signál jednoznačně stoupá, v červeném jednoznačně klesá a v nevyznačeném není detekován jednoznačný pohyb.

