

Zadání I. seminární práce z předmětu Počítačové zpracování signálu (KI/PZS)

Datum zadání:

20. 11. 2023

Podmínky vypracování:

- Seminární práce se skládá z **programové části** (kódy v Pythonu) a **textové části** (protokol o vypracování).
- Seminární práce obsahuje jména studentů, kteří se na tvorbě práce podíleli.
- Textová část seminární práce bude obsahovat:
 - i) zadání,
 - ii) postup řešení, případně zjednodušenou verzi programu (vývojový diagram),
 - iii) výsledky (grafy, tabulky, atd.),
 - iv) slovní zhodnocení, závěr, případně odkazy na literaturu, kterou student použil při tvorbě práce.

Datum odevzdání:

Nejpozději 17. 2. 2024

Po tomto datu nebudu již žádné práce ani jejich opravy přijímat.

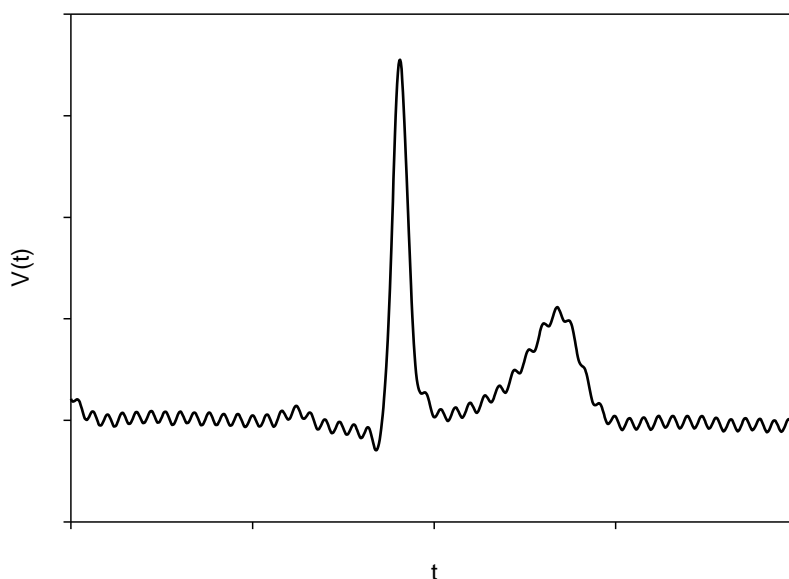
Obecná pravidla a pokyny k seminární práci.

Zdrojem dat pro seminární práci je databáze Physionet. Konkrétně jde o databázi zahrnující několika násobné měření fyziologických signálů. Více zde: <https://physionet.org/content/drivedb/1.0.0/>. Tato databáze obsahuje celkem 17 měření zahrnujících také EKG a EMG signály. Jde o monitoring řidiče během jízdy na různých silnicích a při různých situacích. Základním úkolem všech skupin je zorientovat se ve formátu, ve kterém jsou data uložena a načíst tato data do prostředí Pythonu. Pro manipulace s daty lze využít předpřipravené nástroje WFDB ze stránek Physionet.org.

Pro samotné zpracování signálu je zakázáno využívat předpřipravené nástroje z tohoto balíku.

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.



Obrázek 1: Jedna perioda EKG signálu s dominantním R vrcholem.

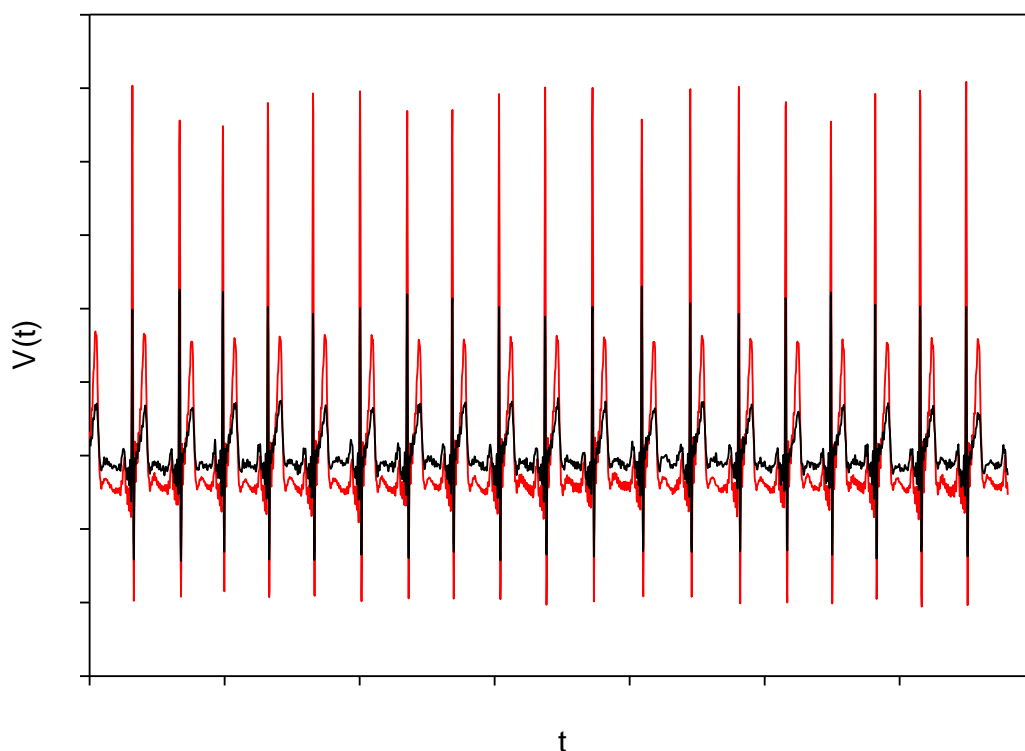
Vstupní data: <https://physionet.org/content/drivedb/1.0.0/>

Testovací databáze: <https://physionet.org/content/nsrdb/1.0.0/>

Grafické výstupy: Graf zobrazující tepovou frekvenci v závislosti na měření. Grafické schéma

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.



Obrázek 2: Dva signály EKG, které je nutné před analýzou centralizovat.

Vstupní data: <https://physionet.org/content/drivedb/1.0.0/>

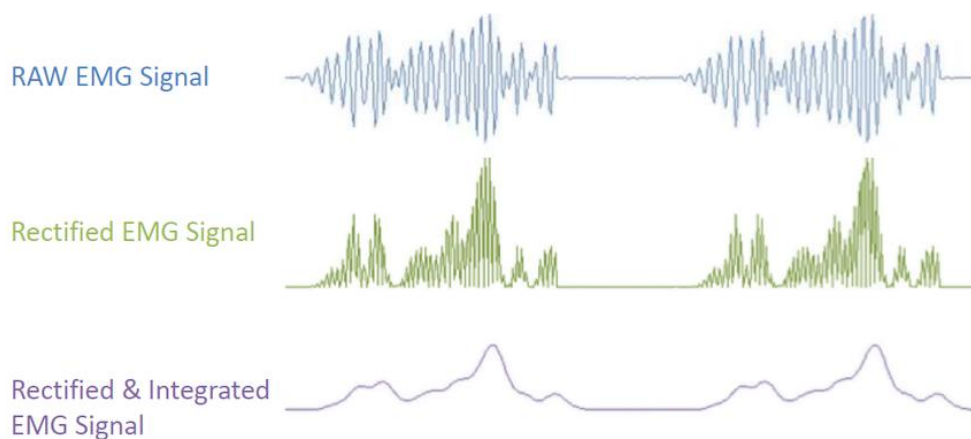
Grafické výstupy: Mapa míry shody mezi jednotlivými signály na základě korelačního koeficientu. Korelační funkce pro signály s nejlepší a nejhorší mírou shody.

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.



Obrázek 3: Nahoře: Původní EMG signál. Uprostřed: EMG signál v absolutní hodnotě. Dole: iEMG veličina při integraci pomocí okénkového přístupu. Zdroj obrázku: Zanini, Rafael. (2020). Parkinson EMG signal prediction and generation with Neural Networks - M.Sc. Dissertation - UNICAMP - BR. 10.13140/RG.2.2.11494.65600/1.

Vstupní data: <https://physionet.org/content/drivedb/1.0.0/>.

Grafické výstupy: Graf závislosti iEMG na měření. Graf pro vybrané signály s vyznačenými oblastmi, kde docházelo k nárůstu a poklesu aktivity EMG.