

Zadání seminární práce z předmětu Analýza a vizualizace dat (KI/AVD)

Datum zadání:

11. 04. 2022

Podmínky vypracování:

- Seminární práce se skládá z **programové části** (kódy v Matlabu) 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 3. 7. 2022

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

Obecná pravidla a pokyny k seminární práci.

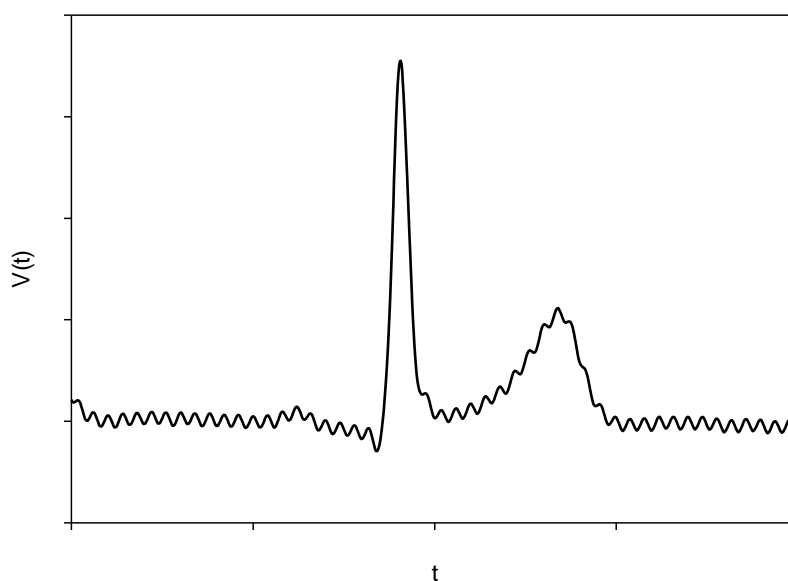
Seminární práce obsahuje celkem 4 témata. Na každém tématu pracuje skupina studentů. Vedoucí skupiny je vyznačen tučně, bude komunikovat se mnou, tedy posílat seminární práci, opravy a připomínky za celou skupinu. Rozlosování studentů do skupin bylo provedeno náhodně a ve skupinách jsou rozděleni pouze Ti studenti, kteří absolvují předmět na poprvé. Ti, kteří předmět opakují, plní zadání z minulého roku. V následující tabulce najdete rozlosování do skupin.

1. Výpočet tepové frekvence z EKG signálu	2. Výpočet korelace EKG signálů	3. Klasifikace EMG signálů	4. Korelace EMG signálů za pomoci spektra
Jan DROZD Pavel HOLAN Václav ROH Michal TREJDL Mark VABŠTEJN	Jiří MATOUŠEK Jan PLEECHATÝ Robert RUČKA Marek SLAVKA Václav ŠESTÁK	Lukáš JURÁSEK Vojtěch KUNC Filip PAIL David ROLLO Adéla SVÍTILOVÁ	Petr FÁRA Petr GÖCKERT Michaela KADLČKOVÁ Michal POPČÁK Jakub SLABÝ

Zdrojem dat bude 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 Matlab. **Používání hotových funkcí a doplňků, které nabízí pro Matlab Physionet jsou zakázány.**

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.



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

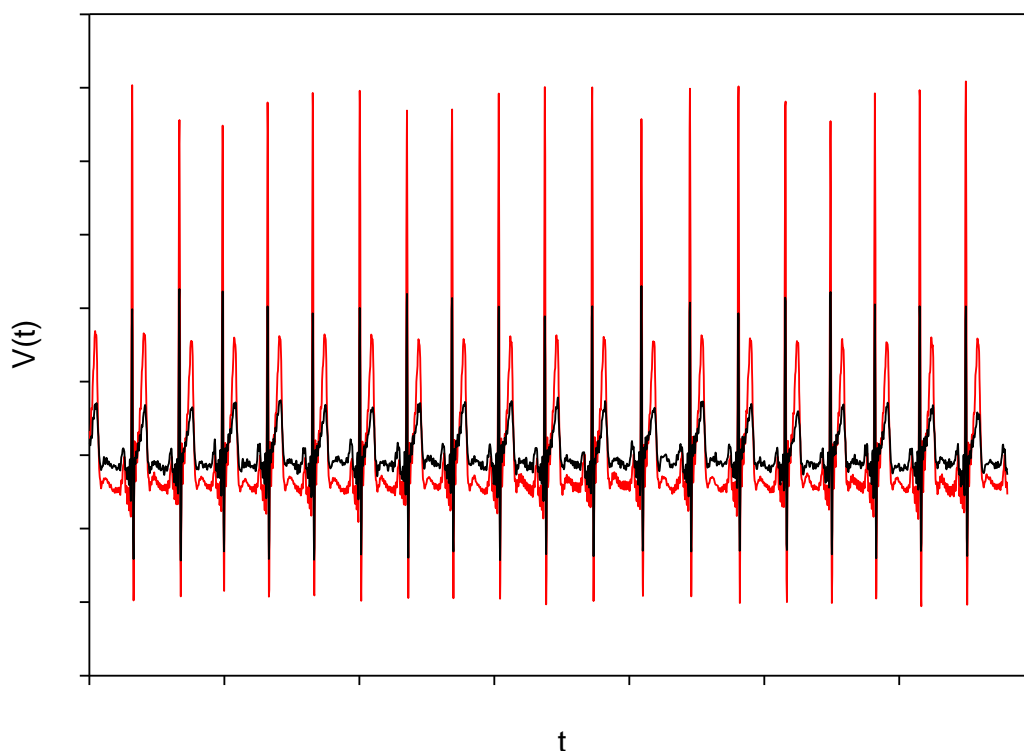
Vstupní data: <https://physionet.org/content/drivedb/1.0.0/>

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/>

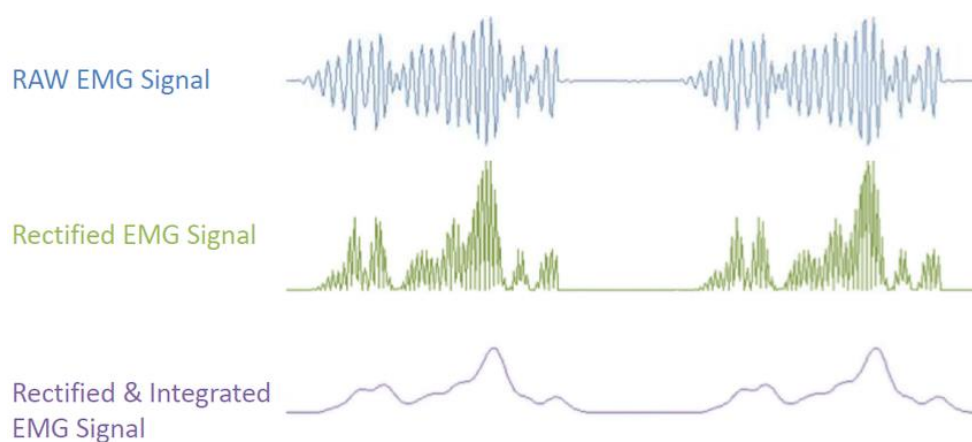
Grafické výstupy: Mapa míry shody mezi jednotlivými signály na základě korelačního koeficientu. Korelační funkce ukazující nejlepší a nejhorší míru shody.

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. Velikost okénka zvolte tak, aby byly výsledky statisticky spolehlivé.



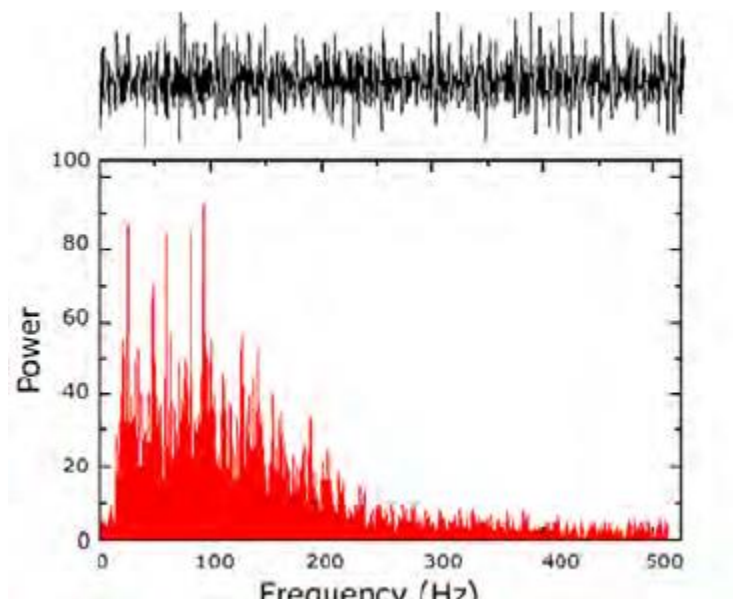
Obrázek 3: Nahoře: Původní EMG signál. Uprostřed: EMG signál v absolutní hodnotě. Dole: iEMG veličina při integraci pomocí okénkového přístupu. Zdroj obrázku: Zanini, Rafael. (2020). Parkinson EMG signal prediction and generation with Neural Networks - M.Sc. Dissertation - UNICAMP - BR. 10.13140/RG.2.2.11494.65600/1.

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.

4. Korelace EMG signálů za pomoci jejich spektra

Zadání: Ve zdrojové databázi najdete celkem 17 měření EMG signálu. Signál je již filtrován a centralizován kolem podélné osy. Za pomoci Fourierovy transformace získáte spektrum každého EMG signálu. Na každé spektrum aplikujte filtr typu propust' v rozsahu 8-500 Hz. Proveďte korelační analýzu spekter a prezentujte, která spektra/měření si byla nejbližší. Pro tato spektra proveďte korelační analýzu filtrovaných EMG signálů také v časové oblasti a porovnejte výsledky mezi sebou.



Obrázek 4: Příklad EMG signálu (černá křivka) a jeho spektra (červená křivka). Zdroj obrázku: Shaw, Laxmi & Bhaga, Sangeeta. (2012). Online EMG Signal Analysis for diagnosis of Neuromuscular diseases by using PCA and PNN. International Journal Of Engineering Science and Technology 0975-5462. 4. 4453-4459.

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

Grafické výstupy: spektra jednotlivých EMG signálů, mapa korelací mezi jednotlivými spektry, porovnání korelačních funkcí pořázených ve spektrální a časové oblasti.