

1. Seminární práce

Počítačové zpracování signálu

Téma: výpočet tepové frekvence
signálu a detekce anomálií

Zadání

K dispozici jsem měl databázi EKG signálu, které byli anotovány experty. Toto zadání je rozděleno na 2 části. Obě části mají společné a to, abych načel tyto data do pythonu a pro manipulace s těmito daty jsem použil příkaz `import wfdb`.

V 1 části mám databázi, ve kterém je 18 měření každý tento EKG signál obsahuje peaky, které se nazývají R vrcholy. Vzdálenost těchto algoritmů určoval dobu mezi jednotlivými tepey. Počet tepů za minutu je roven počet R vrcholů v signálu o délce jedné minuty. Můj cíl byl navrhnout algoritmus, který bude detekovat počet R vrcholů v EKG a prezentovat tepovou frekvenci. Cílem tohoto zadání je graf zobrazující tepovou frekvenci v závislosti na měření

Ve 2 části mám též 18 měření obsahující EKG úplné nebo částečné anotace událostí (P,T vlny). Záznamy EKg obsahují i části, které jsou porušeny vlivem anomálií (vnější rušením manipulace s pacientem apod.). Mým cílem bylo navrhnout způsob jak detekovat tyto úseky a prezentovat statistiku úseku v měřeních

Postup řešení 1 část

Nejdříve jsem si načel EKG signál, za pomoci funkce `load_ecg_file(file_path)` využívající knihovnu `wfdb` pro načtení datového souboru. Tímto způsobem jsem získal signál, včetně vzorkovací frekvence.

Následně pro vizualizaci signálu byla vytvořena funkce

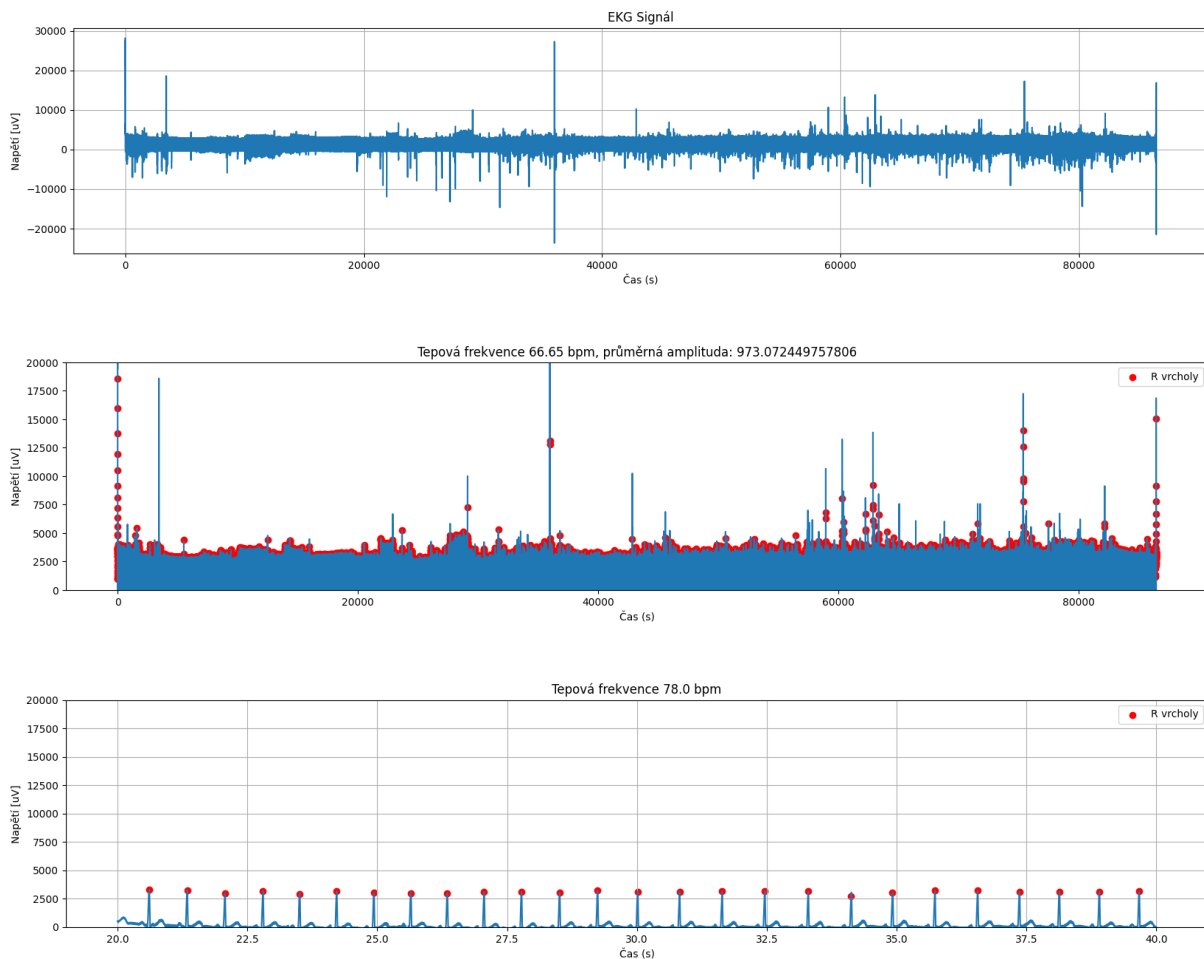
`plot_ecg_signal(time_axis, ecg_signal, title, xlabel, ylabel, ylim)`, která vykreslí časový průběh signálu.

Následně byla vytvořená funkce `calculate_average_amplitude(amplitudes, lower_threshold)`, vypočítávající průměrnou amplitudu signálu nad určitou dolní hranicí. To pomáhá odfiltrovat šum a soustředit se na relevantní vrcholy signálu.

Dalším důležitým krokem je detekce R vrcholů, která je klíčovým krokem pro analýzu srdečního rytmu. Tohle zajišťuje funkce `detect_r_peaks(ecg_signal, min_peak_height, min_distance)`. Tato funkce prochází signál a hledá lokální maxima, splňující podmínky výšky a minimální vzdálenosti mezi vrcholy.

Následuje kód k vizualizaci detekovaných R vrcholů, který byl vykreslen pomocí `matplotlib.pyplot`, kde jsou vrcholy zvýrazněné červenými značkami a graf je doplněn o titulek s vypočítanou tepovou frekvencí a průměrnou amplitudou.

Pro detailnější analýzu byl implementován segmentační přístup pomocí funkce `plot_ecg_segment(time_axis, ecg_signal, r_peaks, average_amplitude, start_time, end_time)` umožňující vykreslit signál v definovaném časovém intervalu (např. mezi 20 a 40 sekundou). Tato funkce rovněž detekuje R vrcholy pouze v daném segmentu a vypočítá tepovou frekvenci, Následně tímto stylem načtu i další signály



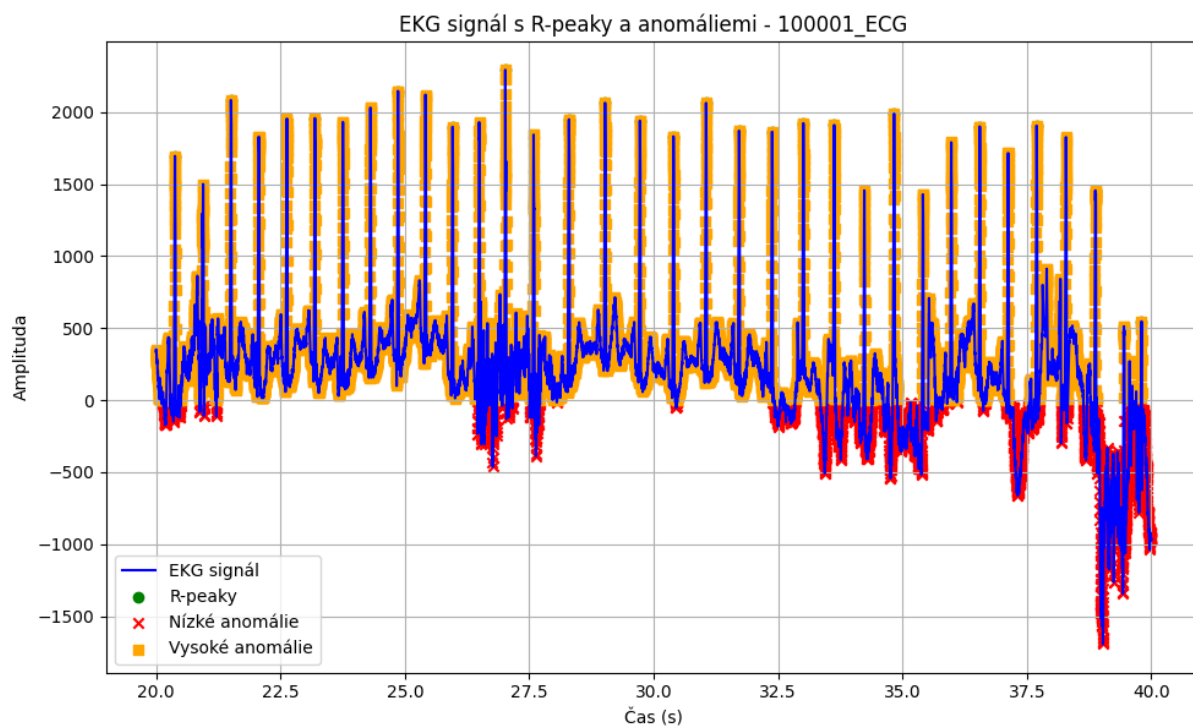
Na obrázcích jsou vidět výsledky mé první části seminární práce. Jsou to grafy vykreslující přímo samotný EKG signál i tepovou frekvenci i s amplitudou

Postup řešení 2 část

Tento postup zahrnuje načtení signálu ze souboru s využitím knihovny wfdb. Dále výběr časového úseku, který byl vybrán mezi 20 a 40 sekundou.

Následně použitá metoda `find_peaks` z knihovny `scipy` signál, která detekuje R-vrcholy. Následně jsem definoval prahové hodnoty pro extrémní amplitudy signálu. Pak jsem sestavil tabulku obsahující klíčové ukazatele detekovaných vrcholů a anomálií. Výsledky prezentovánu graficky s označením R-vrcholů a anomálií.

Detekce R-vrcholů byla proveden pomocí metody hledání lokálních maxim s minimálním prahem nastaveným jako $\text{mean}(\text{signal}) + 0.5 * \text{std}(\text{signal})$, kde minimální vzdálenost mezi vrcholy byla stanovena na $0,6 * f_s$ kvůli falešným detekcím. Pro detekci anomálií byly použity pro nízké anomálie: amplituda signálu s nízkými anomáliemi < -1.0 a amplituda signálu s vysokými anomáliemi > 2.0



Typ anomálie	Počet výskytů
Vysoké amplitudy R vrcholů	20
Nízké amplitudy	4179
Vysoké amplitudy	15785
Celkem	19964

na obrázku je vidět graf zaznamenávající vysoké a nízké anomálie a tabulka s ukazateli těchto výskytů

Závěr

V první části jsem grafy zapomněl porovnat a otestovat na datech MIT-BIH a ve druhé části se mi nepodařilo načíst další signály. K děláni kódu jsem používal AI a nechal jsem se malinko inspirovat i od kódu jiného kolegy. Za mě jsou výsledky v pořádku, jen nevím jak na to nahlédnete vy.