

Seminární práce I – Počítačové zpracování signálu (KI/PZS)

Autor: Arsalan Safi

1. Zadání

Cílem seminární práce bylo zpracování fyziologických signálů získaných z databází PhysioNet. Práce se skládá ze dvou částí. V první části je navržen algoritmus pro automatickou detekci R-vrcholů v EKG signálu a výpočet tepové frekvence. Algoritmus je následně otestován na databázi MIT-BIH. Druhá část práce se zabývá korelační analýzou signálů EKG, ABP a ICP u pacientů databáze charisdb.

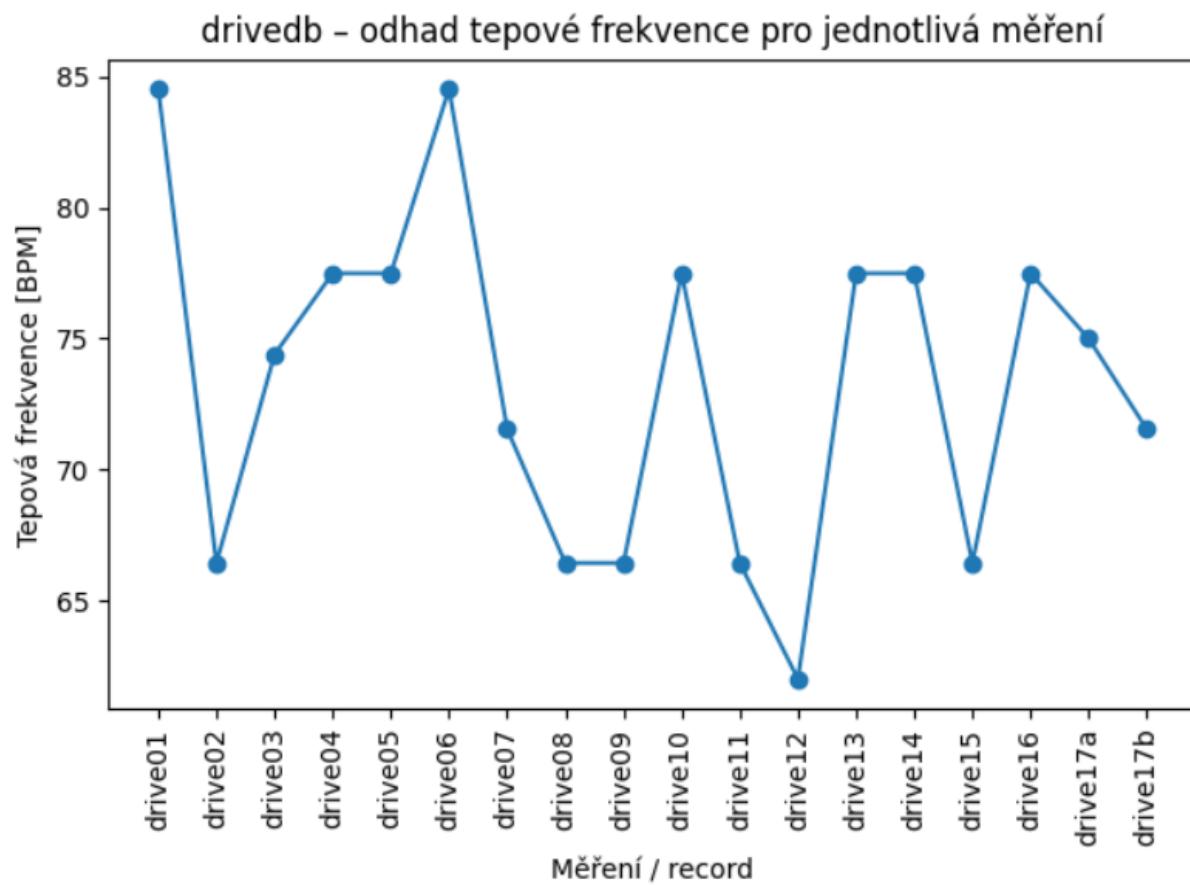
2. Použitá data

Pro řešení byly použity databáze dostupné na serveru PhysioNet. Databáze driveDb obsahuje EKG signály řidičů během jízdy. Databáze nsrdb (MIT-BIH) obsahuje anotované EKG záznamy určené pro testování algoritmů. Databáze charisdb obsahuje EKG, ABP a ICP signály pacientů s traumatickým poraněním mozku.

3. Postup řešení – Úloha 1 (tepová frekvence)

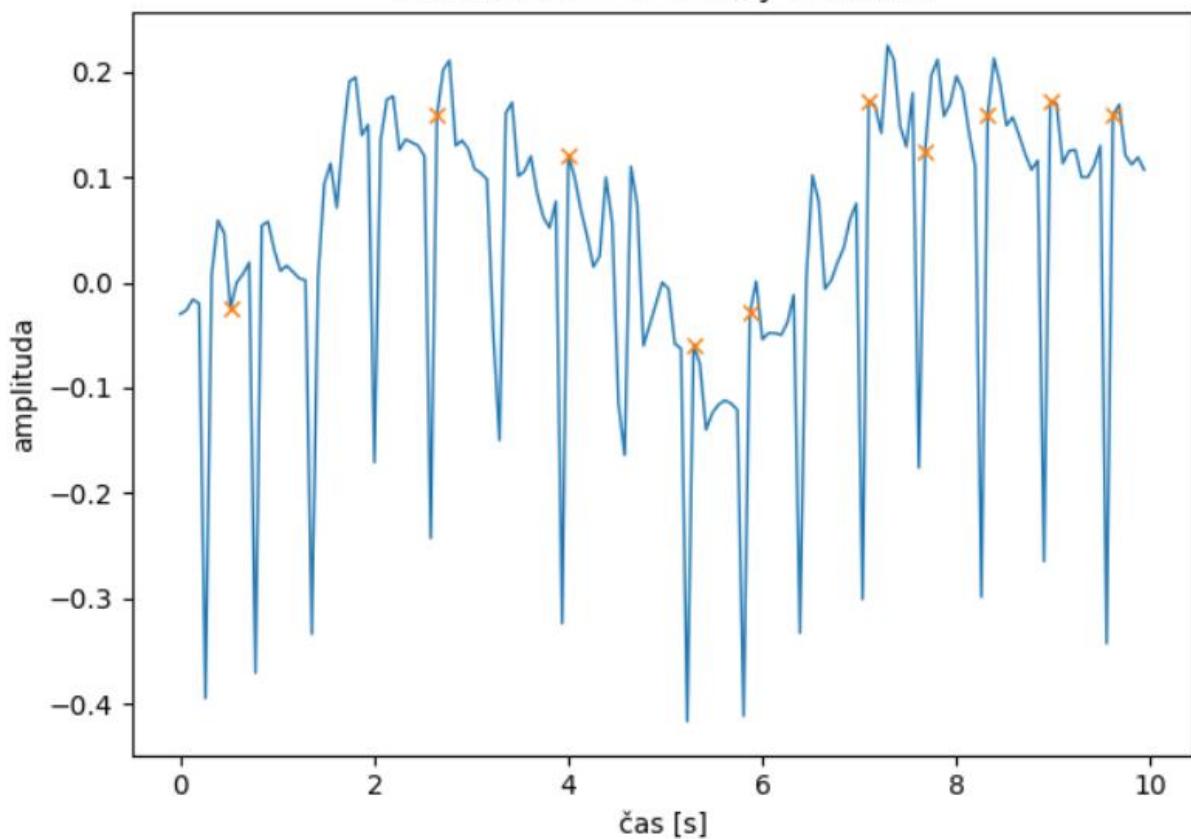
EKG signály byly načteny pomocí knihovny WFDB. Pro zpracování signálu nebyly použity žádné předpřipravené nástroje pro analýzu signálu. Signál byl nejprve centralizován, následně filtrován pásmovou propustí. Detekce R-vrcholů byla provedena pomocí vlastního algoritmu založeného na zvýraznění QRS komplexů, adaptivním prahováním a refrakterní době.

Tepová frekvence byla vypočtena dvěma způsoby – jako medián z RR intervalů a jako počet R-vrcholů v minutových intervalech.

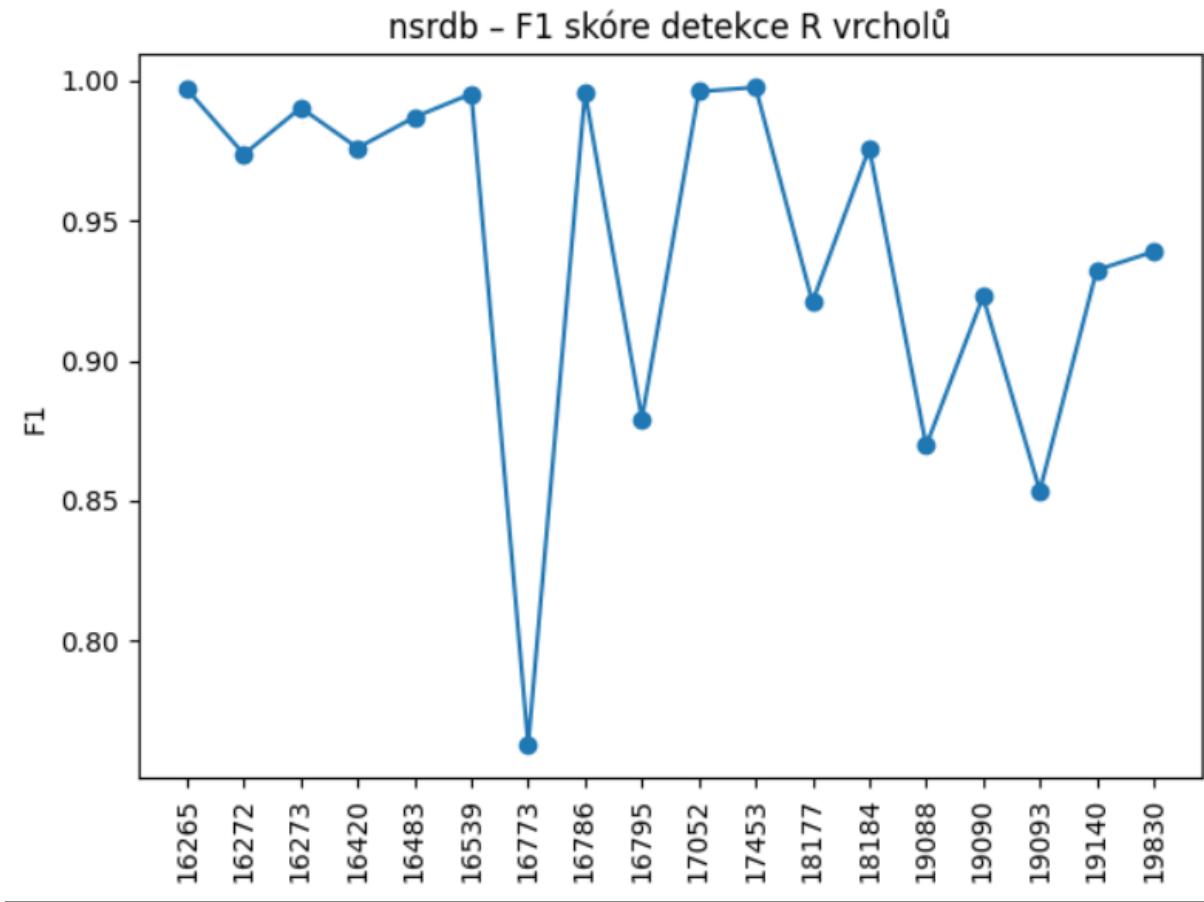


Obrázek 1 – Odhad tepové frekvence pro jednotlivá měření databáze drivedb.

EKG ukázka + R vrcholy (drive01)



Obrázek 2 – Ukázka EKG signálu s detekovanými R-vrcholy (drive01).

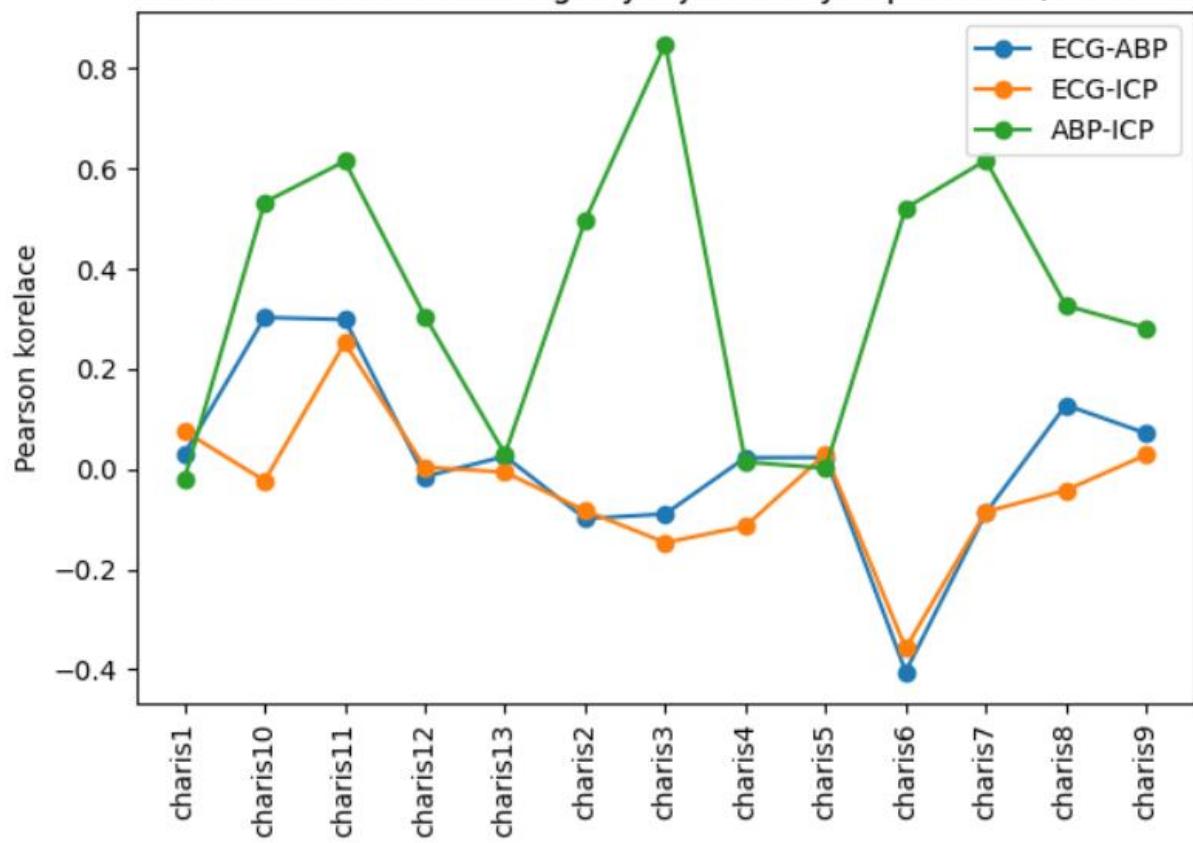


Obrázek 3 – F1 skóre detekce R-vrcholů pro jednotlivé záznamy databáze nsrdb (MIT-BIH).

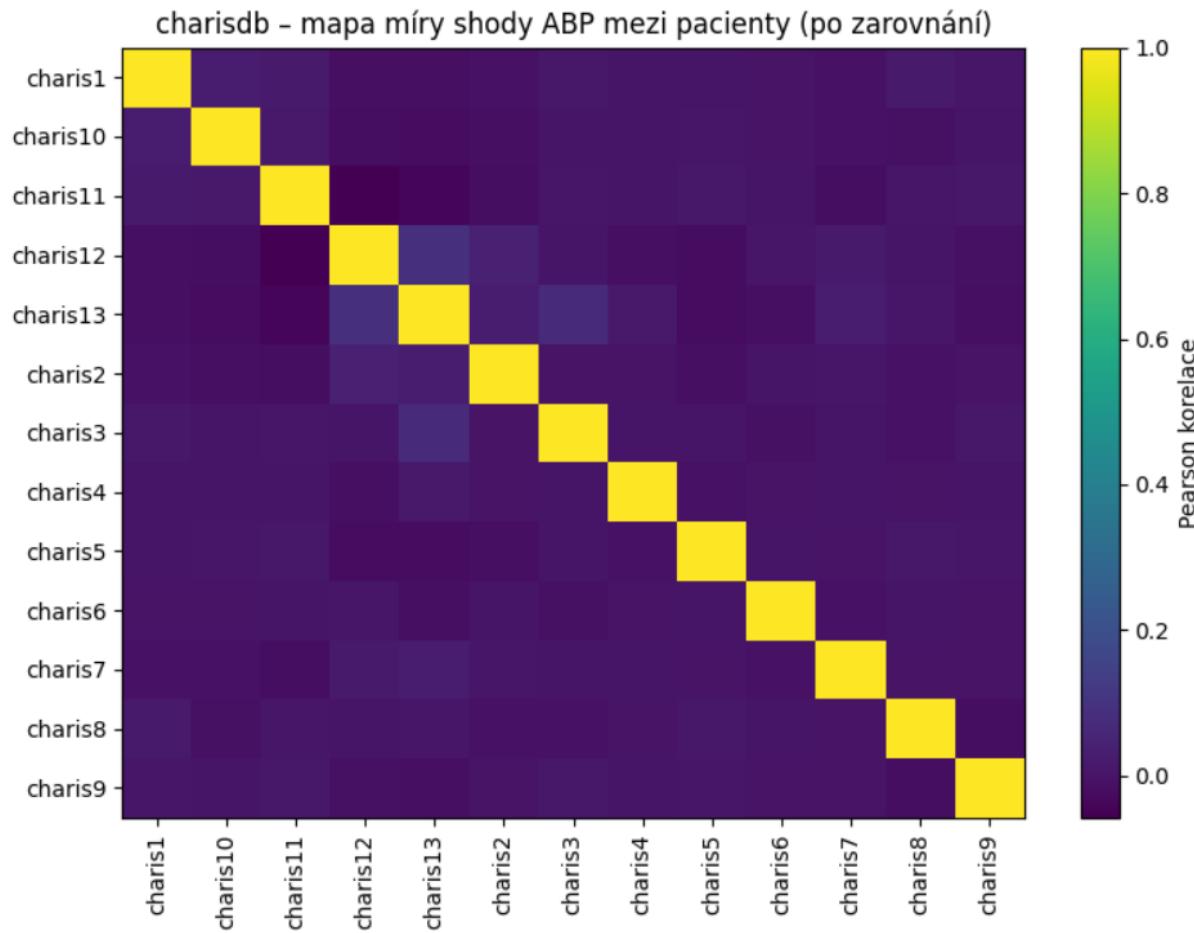
4. Testování na MIT-BIH databázi

Navržený algoritmus byl otestován na databázi MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database. Detekované R-vrcholy byly porovnány s referenčními anotacemi s tolerancí ± 100 ms. Byly vypočteny metriky citlivost (Se), přesnost (PPV) a F1 skóre.

charisdb - korelace mezi signály u jednotlivých pacientů (1. hodina)



Obrázek 4 – Pearsonova korelace mezi signály EKG, ABP a ICP u jednotlivých pacientů (1. hodina).



Obrázek 5 – Mapa míry shody (korelace) ABP mezi pacienty po zarovnání podle dominantního vrcholu.

Průměrná hodnota F1 skóre dosáhla přibližně 0,94, přičemž přesnost detekce byla téměř 1,0. Horší výsledky u některých záznamů lze přičíst nižší kvalitě signálu.

5. Postup řešení – Úloha 2 (korelace signálů)

U každého pacienta databáze charisdb byly analyzovány signály EKG, ABP a ICP. Signály byly sjednoceny na stejnou vzorkovací frekvenci pomocí převzorkování, centralizovány a vyhodnocena pouze první hodina měření. Chybějící data byla nahrazena interpolací.

Byla vypočtena Pearsonova korelace mezi signály EKG–ABP, EKG–ICP a ABP–ICP. Dále byla provedena korelační analýza signálů ABP mezi jednotlivými pacienty po zarovnání podle dominantního vrcholu.

6. Výsledky

Výsledky ukazují nízkou korelací mezi EKG a tlakovými signály, což odpovídá nepřímému vztahu mezi elektrickou a mechanickou aktivitou. Naopak korelace mezi

ABP a ICP byla u většiny pacientů výraznější. Korelační mapa ABP mezi pacienty vykazuje vysoké hodnoty pouze na diagonále, což potvrzuje individuální charakter signálů.

7. Závěr

V rámci seminární práce byl úspěšně navržen a implementován algoritmus pro detekci R-vrcholů a výpočet tepové frekvence z EKG signálu. Algoritmus dosáhl velmi dobrých výsledků při testování na databázi MIT-BIH. Druhá část práce potvrdila očekávané vztahy mezi analyzovanými fyziologickými signály.

8. Použitá literatura

PhysioNet: <https://physionet.org>
WFDB Toolbox Documentation
Základy zpracování biologických signálů