

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická
Katedra teorie obvodů

Měření na 12 svodovém elektrokardiografu

Návod k laboratorní úloze z předmětu
A6M31LET Lékařská technika

Jan Havlík

20. března 2015

1 Úkol měření

Ověřte vliv vedení EKG svodů na šum způsobený okolními rušivými poli. Změřte amplitudovou frekvenční charakteristiku elektrokardiografu. Změřte elektrokardiogram umělého pacienta a klidové EKG pokusné osoby. Provedte měření EKG pokusné osoby pomocí experimentálního přenosného zařízení.

2 Postup měření

1. Změřte vliv okolních rušivých polí na šum v signálu EKG.
 - (a) V ovládacím menu elektrokardiografu vypněte všechny filtrace.
 - (b) Připojte končetinové svody k simulátoru EKG signálu. Svody vedte nějakým zvláště nevhodným způsobem.
 - (c) Vytvořte v bezprostředním okolí svodů silně rušivé elektromagnetické pole a sledujte vliv tohoto pole na zaznamenávaný signál.
 - (d) Změňte vedení svodů tak, aby šum v signálu při silně rušivém okolním poli byl minimální.
2. Sledujte vliv aktivované adaptivní filtrace na zaznamenávaný signál při silném elektromagnetickém rušení.
 - (a) V ovládacím menu elektrokardiografu zapněte automatickou adaptivní filtraci.
 - (b) Pozorujte změny zaznamenávaného signálu při zapnutí a vypnutí zdroje rušení.
 - (c) Změřte dobu trvání náběhu adaptivní filtrace po zapnutí a vypnutí zdroje rušení.
3. Změřte amplitudovou frekvenční charakteristiku elektrokardiografu, najděte dolní a horní mezní kmitočty přenosového pásma.
 - (a) S pomocí harmonického generátoru a napětového děliče vygenerujte napětí vhodné k měření amplitudové frekvenční charakteristiky elektrokardiografu. Pro různé nastavení filtrů určete dolní f_d a horní f_h mezní kmitočty elektrokardiografu.

4. Změřte elektrokardiogram umělého pacienta.
 - (a) Připojte koncovky patientského kabelu k přípojným bodům umělého pacienta. Simulátor EKG signálu nastavte tak, aby generoval normální EKG.
 - (b) Provedte analýzu měřeného signálu EKG pomocí elektrokardiografu.
 - (c) Vyberte vhodnou poruchu srdeční činnosti, upravte nastavení simulátoru v umělém pacientovi a opětovně provedte analýzu EKG záznamu.
5. Změřte klidové EKG pokusné osoby.
 - (a) Změřte 12 svodový klidový elektrokardiogram pokusné osoby v poloze v leže na zádech.
 - (b) Změřte a zaznamenejte klidové EKG pokusné osoby ze svodů I, II a III.
 - (c) Sestrojte Einthovenův trojúhelník a vyznačte v něm okamžitý srdeční vektor v maximu QRS komplexu.
6. Opakujte měření z bodu 5 pro pokusnou osobu ve vzpřímeném stoji a případně i v dalších polohách. Porovnejte naměřené výsledky, především polohu srdečního vektoru v maximu QRS komplexu.
7. Snímání EKG pomocní přenosného experimentálního zařízení

K měření osobě připojte snímače a měřicí obvody propojené vývojovým kitem Primer od ST Microelectronics, ten snímané údaje navzorkuje a uloží na SD kartu.

Přenosné zařízení je připravené pro záznam jednoho biologického signálu. Data jsou ukládána na microSD kartu do textového souboru. Vzorkovací frekvence zařízení je 54,6 Hz a rozlišení 12 bitů. Soubory na paměťové kartě jsou jednotně pojmenovány `cm_data_AA.txt`, kde AA je nahrazeno pořadovým číslem. Pořadové číslo je zvýšeno o jedna po každém spuštění záznamové aplikace na zařízení. Každý řádek souboru reprezentuje jeden odměr. Formát řádku je:

- deseticiferné pořadové číslo odměru (1 - 999999999),
- tabulátor jako oddělovač,
- čtyřciferné číslo reprezentující hodnotu prvního ADC (0 - 4096),
- tabulátor jako oddělovač,
- čtyřciferné číslo reprezentující hodnotu druhého,

- ADC (0 - 4096), konec řádku ve Windows stylu (CR LF).

Příklad jedno řádku souboru může být 123 2235 1563.

Zařízení zaznamenává pouze jeden kanál ADC. Jeden sloupec tedy obsahuje neplatná data - šum a přeslechy z okolí.

Zařízení má vlastní baterii a je schopné zaznamenávat data cca 30 minut. Nabíjení probíhá automaticky po připojení mini USB kabelu do jednoho ze dvou konektorů na spodní straně přístroje. Stav nabíjení je signalizován červenou a zelenou LED diodou na horní straně přístroje.

Data, která měřicí skupina připraví pro vyhodnocující kolegy, by měla představovat několikaminutový (cca 8 - 10 minut) záznam, ve kterém se významně mění aktivita měřené osoby tak, aby data vykazovala co nejvíce různých výkyvů hodnot. Vše je měřeno v prostorách fakulty, fyzickou zátěží může být např. pohyb po schodech.

Zpracování dat probíhá po načtení dat do Matlabu. Připravená vzorová úloha umožňuje načíst data a zobrazit je v plném rozsahu, bez jakéhokoliv vyhledání důležitých okamžiků, na monitoru počítače. Jakákoli modifikace úlohy vedoucí např. k automatizovanému vyhledání nepravidelností v záznamu je jistě možná a žádoucí.

(a) Záznam signálu

Zařízení zapneme pomocí joystiku, stiskneme prostřední tlačítko. Opětovným stiskem středního tlačítka joystiku aktivujeme menu, v kterém spustíme aplikaci `amcs_mon`. Pohyb v menu je intuitivní pomocí joystiku. Inicializaci aplikace potvrdíme stiskem tlačítka. Nyní aplikace kontinuálně zaznamenává data a zobrazuje je na displeji. Měřítka vykreslování dat se dynamicky mění na základě historie předchozích hodnot. Data se ukládají na paměťovou kartu zhruba jednou za 5 sekund. Aplikace se ukončí stiskem tlačítka joystiku.

(b) Přenos dat do PC

Zařízení může pracovat i jako čtečka paměťových karet. Připojíme ho pomocí mini USB kabelu k PC. Kabel zasuneme do konektoru na spodní straně zařízení označené jako `STM32`. Aktivujeme menu stisknutím tlačítka joystiku a v aktivujeme aplikaci `SDCard`. V následujícím menu vybereme položku `PC`. Nyní je možné zobrazit obsah paměťové karty v PC. Aplikaci opět ukončíme stiskem tlačítka.

(c) Vypnutí zařízení

Celé zařízení se vypne dlouhým stiskem středního tlačítka joystiku.

(d) Načtení a zpracování dat

Pro zpracování dat v PC jsou připraveny 3 vzorové skripty pro Matlab.

- `filefilter.m`
Skript načte data ze vstupního souboru a do výstupního souboru uloží ty řádky, které odpovídají definovanému schématu. Tento skript je ochranou proti načtení dat, která nebyla na SD kartu korektně uložena a při zpracování by vedla k chybě aplikace.
- `dataview.m`
Skript načte data ze vstupního souboru, provede základní filtraci a data zobrazí.
- `filtrace.m`
Pomocný skript, ve kterém je implementována filtrace Butterworthovým filtrem (a případně i výpočet střední hodnoty signálu).

3 Vyhodnocení

Posuďte vliv vedení EKG svodů na kvalitu zaznamenaného signálu a diskutujte vlastnosti zabudovaných filtrů odstraňujících vnější rušení.

Z naměřeného EKG pokusné osoby nakreslete okamžitou polohu srdečního vektoru v maximu QRS komplexu pro různé polohy měřené osoby.