

THE METHODS OF QRS DETECTION

Martin SKŘÍŽALA, Bachelor Degree Programme (3)
Dept. of Biomedical Engineering, FEEC, BUT
E-mail: xskriz00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by : Ing. Milan Tannenberg

ABSTRACT

The QRS complex is the most striking waveform within the electrocardiogram (ECG). Since it reflects the electrical activity within the hearth during the ventricular contraction, the time of its occurrence as well as its shape provide much information about the current state of the heart. The aim of this article is a description of the QRS complex detection based on digital filtering and than on comparing the feature against the threshold. Detector was developed in Matlab programming language. Like test signals were used the signals from European ST-T database.

1 ÚVOD

QRS komplex je nejvýraznější impuls v elektrokardiogramu (EKG). Je obrazem depolarizace srdečních komor a tvoří jej většinou tři kmity. První negativní kmit je vlna Q, první pozitivní kmit za vlnou P je vlna R a první negativní kmit za vlnou R je vlna S.

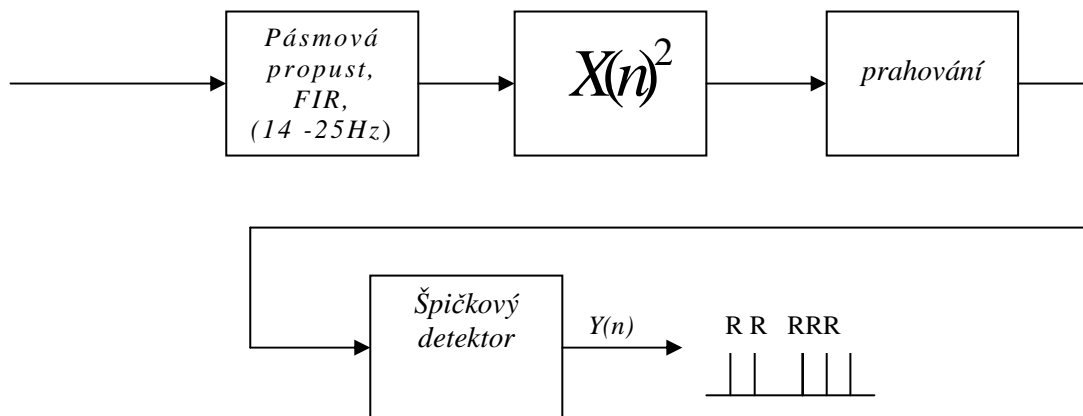
Na základě tvaru QRS komplexu a intervalech, ve kterých se objevuje, zjišťujeme mnoho informací o stávající srdeční činnosti. Díky svému typickému tvaru se používá jako základ pro automatizované určování srdeční frekvence nebo je také používán pro vytvoření algoritmů komprese dat signálu EKG.

2 METODA ZPRACOVÁNÍ EKG A DETEKCE QRS KOMPLEXU

2.1 POUŽITÉ SIGNÁLY

V projektu byly použity pro detekci QRS komplexu signály EKG z Evropské ST-T databáze [4]. Tyto signály jsou vzorkovány frekvencí 250 Hz a jejich délka je 120 s.

2.2 BLOKOVÉ SCHÉMA REALIZUJÍCÍ ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU



Obr. 1: Blokové schéma detektoru QRS komplexu

Nejvýznamější spektrální složky QRS komplexu se vyskytují v pásmu 14 Hz až 25 Hz signálu EKG. Před samotnou detekcí QRS komplexu je nutno zarušený signál EKG vhodně filtrovat. Takto filtrovaný signál je umocněn, abychom získali kladné hodnoty signálu. Dále je porovnáván se stanoveným prahovým kritériem a na základě porovnání je rozhodnuto zda se v dané části signálu vyskytuje QRS komplex.

2.2.1 FILTRACE

Po načtení signálu je třeba odstranit nežádoucí složky signálu [2]. Jedná se o odstranění ss složky signálu a o následnou filtraci pomocí pásmové propusti typu FIR s mezními kmitočty 14 a 25 Hz. Filtrace zavádí do průběhu signálu zpoždění, které je nutné kompenzovat. V navrženém algoritmu je zpoždění kompenzováno doplněním signálu o potřebný počet vzorků nulových bodů. Zpoždění filtru typu FIR lichého řádu je dáno vztahem:

$$delay = \frac{N-1}{2} \text{ (vzorků)} \quad (1)$$

kde N je délka impulsní charakteristiky filtru.

2.2.2 PRAHOVÁNÍ

Tento rozhodovací krok určuje z průběhu předzpracovaného signálu zda se v něm komplex QRS objevil či nikoli [1].

V projektu je použito základní prahovací kritérium a to porovnávání parametrů předzpracovaného signálu s pevným prahem. Jedná se o rychlý a jednoduchý algoritmus, který podává dobré výsledky při analýze relativně kratších signálů EKG s nízkou úrovní rušení tzn. např. klidové EKG.

Maximum, ze kterého byl určován práh bylo získáno z tzv. “nástřelu maxim” tj. je vybíráno maximum každého tisíce vzorků signálu do třetiny délky celkového signálu. Délka nástřelu, v našem případě 1000 vzorků byla určena na základě úvahy, že v tomto úseku se vyskytují s vysokou pravděpodobností dvě R vlny. Z takto určeného vektoru maxim je vypočten medián, který určuje základ pro výpočet prahu.

V navrženém algoritmu pro detekci QRS komplexu je volena hodnota prahu pro 1. signál jako 60 % z maxima a pro 2. signál jako 66 % maxima určeného mediánu.

2.2.3 ŠPIČKOVÝ DETEKTOR

První část algoritmu špičkového detektoru je tvořena podmínkou:

$$x(i-1) < x(i) > x(i+1) \quad (2)$$

kde $x(i)$ je i -tý vzorek signálu. Tato podmínka je však nedostačující, dochází k falešně pozitivní detekci špiček v signálu EKG.

Dále je rozhodování detektoru doplněno a následující kritéria:

- pokud jsou dva extrémy od sebe vzdáleny méně než 100 ms, vyloučí se druhý extrém bez ohledu na jeho vlastnosti;
- jestliže je vzdálenost mezi dvěma extrémy 100 až 200 ms, ponechá se větší z obou extrémů;
- je-li vzdálenost dvou extrémů v rozmezí 200 až 400 ms, vyloučí se menší z nich, pokud nedosahuje 60 % hodnoty vyššího extrémů;
- ponechané extrémy jsou považovány za komplex QRS.

3 ZÁVĚR

V tomto článku je stručně popsán návrh detektoru QRS komplexu a jeho implementace v prostředí Matlab. Metoda detekce komplexů QRS v signálu EKG použitým typem detektoru tj. detektoru s pevným prahovacím kritériem je vhodná pro analýzu klidových signálů EKG

Detektor byl testován na vybraných signálech z Evropské ST-T databáze. Dosažená úspěšnost detektoru je 94,49 %. Je to hodnota odpovídající typu detektoru a použitých algoritmů, kde byl kladen důraz na rychlost. Výhoda tohoto detektoru spočívá v rychlosti návrhu a dále v rychlosti zpracování a vyhodnocování signálu EKG.

LITERATURA

- [1] Holčík, J., Kozumplík, J.: Detektory komplexu QRS pro zařízení ke zpracování biomagnetických signálů srdce. Lékař a technika 5-6, 1991, s. 88-93.
- [2] Friesen, G. M., Thomas C. J.: Comparison of the Noise Sensitivity of Nine QRS Detection Algorithms, IEEE Engineering in Medicine and Biology, Jan, Vol. 37, 1990, pp. 85-98.
- [3] Kohler, B-U, Hennig, C., Orglmeister, R.: The Principles of Software QRS Detection. IEEE Engineering in Medicine and Biology, Jan./Feb. 2002, pp. 42-57.
- [4] Goldberg, A., Amaral, L., Hausdorff, J., Ivanov, P., Moody, G.: Physiologic signal archives for biomedical research.
Dostupné z <<http://www.physionet.org/physiobank/database/>>