

# T-WAVE ALTERNANS ANALYSIS: PROGRAM BIOROID EVOLUTION USING GRAPHIC USER INTERFACE

**Martin Vítek**

Master Degree Programme (5), FEEC BUT  
E-mail: xvitek15@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Milan Tannenberg  
E-mail: Milan.Tannenberg@phd.feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

The detection of T wave alternans (TWA) in surface ECG signals has been recognized as a marker of electrical instability, and is hypothesized to be related with patients at increased risk for ventricular arrhythmias.

In this paper is propose a program called „BIOROID EVOLUTION“ with implemented graphic user interface (GUI). Program is using well-known methods for T-wave alternans analysis.

## 1. ÚVOD

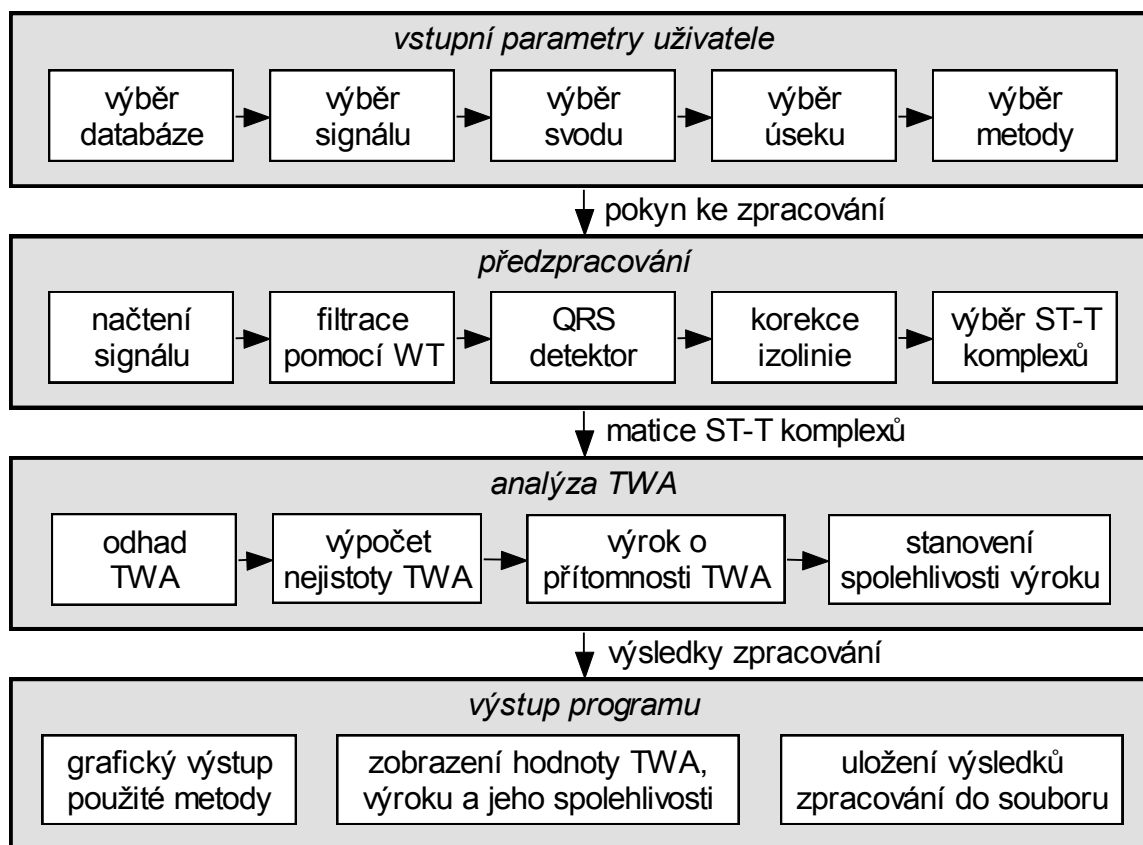
Alternace T vlny (TWA) je úkaz projevující se v elektrokardiogramu (EKG), jako konzistentní výkyv v repolarizační morfologii v každém následujícím úderu srdce [1]. V posledních dvou desetiletích byly navrženy různé metody automatické detekce a odhadu TWA v EKG signálu, od široce používaných spektrálních metod, až po nedávno představené nelineární metody [1]. V této práci je představen program BIOROID EVOLUTION s implementovaným grafickým uživatelským rozhraním (GUI). Program představuje ucelené pracovní prostředí pro analýzu TWA v programovém prostředí Matlab.

## 2. STRUKTURA PROGRAMU

Program lze rozdělit na tři části: Grafické uživatelské rozhraní, skripty a funkce. Koncepce celého programu byla navržena tak, aby byl program co možná nejjednodušeji modernizovatelný. Z tohoto důvodu byla většina skriptů převedena na funkce, které se snadněji nahrazují. Formu skriptů mají pouze klíčové části programu stmelující jednotlivé funkce a taktéž samotné metody TWA analýzy.

Poté, co uživatel definuje svoje požadavky pomocí GUI, začne samotný proces zpracování úseku signálu. Funkce *loadfile* načte zvolený úsek signálu do proměnné a tu předá skriptu *preprocessing*. Tento skript si volá hned několik funkcí, které provedou filtraci signálu pomocí vlnkové transformace, detekci QRS komplexů, korekci nulové izoliny a vytvoří matici ST-T komplexů daného úseku. Taktéž je v této fázi provedena předběžná analýza TWA, na jejímž základě je pomocí pravidel statistické matematiky stanovena nejistota TWA. Matice ST-T komplexů je dále k dispozici jednotlivým metodám TWA analýzy.

Program nabízí zpracování Spektrální metodou (SM), Modifikovanou metodou plovoucího průměrování (MMA) a metodou Poincarého mapování (PM). Tyto metody provedou odhad skutečné hodnoty TWA. Následně je prováděno porovnání nejistoty TWA s hodnotou TWA, jehož výsledkem je vynesení výroku o přítomnosti, příp. nepřítomnosti TWA v daném úseku. Za zmínku stojí, že k danému výroku je připojena míra jeho spolehlivosti.

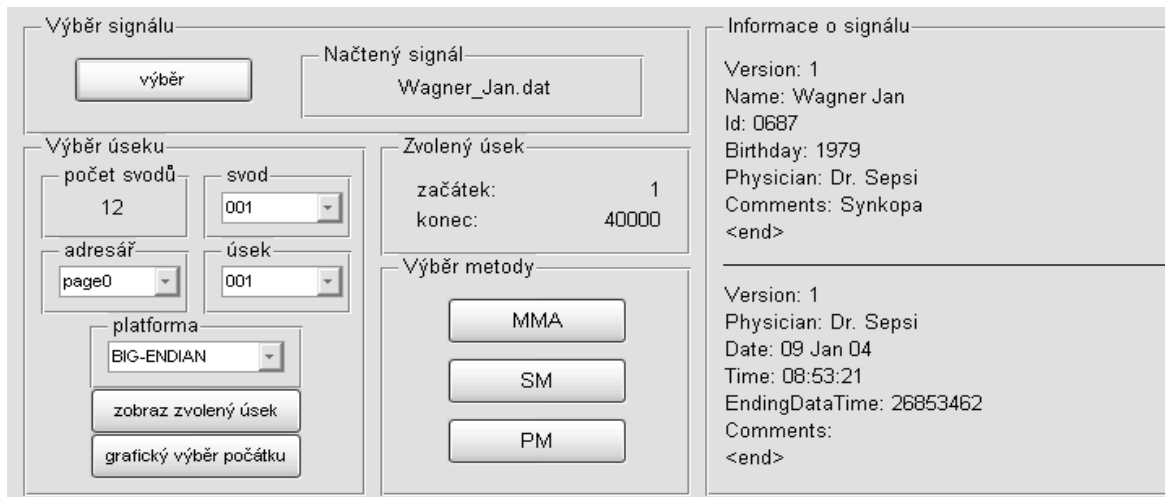


**Obrázek 1:** Bloková struktura programu.

### 3. GRAFICKÉ PROVEDENÍ PROGRAMU

Program podporuje práci se třemi databázemi (PHYSIONET EDB, LFMU DB a IKK FN BRNO), přičemž pro každou databázi bylo nutné vytvořit unikátní grafické prostředí. Základní použité grafické prvky jsou však pro všechny databáze společné. Okno pro práci se zvolenou databází využívá systému dvou přepínatelných záložek, čímž se výrazně zvětší uživatelská plocha GUI. Mezi záložkami lze plynule přecházet pomocí tlačítek.

Záložka *Nastavení* je určena výhradně pro definování požadavků uživatele. Uživatel si zde zvolí signál, svod, úsek a metodu. Pro usnadnění těchto voleb je výběr prováděn kombinací tlačítek, pop-up menu a posuvníků. Zvolený úsek si uživatel může zobrazit do prostorného grafu, který je součástí panelu *Nastavení*. Nachází se zde také informační textové pole, kde jsou zobrazeny všechny dostupné informace o signálu. Po zvolení metody se automaticky provede zpracování signálu a program se přepne na záložku *Výsledky*. V této záložce se nachází dva grafy, jednak graf na zobrazení výsledků použité metody a také graf na zobrazení úseku signálu. Výsledky zpracování jsou zobrazeny do prostorného textového pole.



**Obrázek 2:** Panel *Nastavení* v grafickém uživatelském prostředí (část panelu).

#### 4. MOŽNOSTI PROGRAMU

Program umožňuje zobrazit si signál před a po filtraci vlnkovým filtrem, signál před a po korekci nulové izoliny, zobrazit si nadetekované QRS komplexy a taktéž si nechat zobrazit matici ST-T komplexů. Dále umožňuje přejít na práci s jinou databází (změna GUI), zobrazit si informace o programu a nápovědu k programu. Program byl navržen pro práci s reálnými databázemi EKG signálů, což jej činí vhodným pro použití v praxi. V programu jsou implementovány moderní metody zpracování signálů, jako je např. filtrace pomocí vlnkové transformace. Program je taktéž vhodný pro testování nových metod a algoritmů. Veškeré informace o zpracování daného úseku signálu jsou zobrazeny v GUI a uloženy do textového souboru, pro pozdější využití.

#### 5. ZÁVĚR

Program BIOROID EVOLUTION představuje komplexní řešení problematiky odhadu a analýzy TWA. Modulární struktura programu nabízí možnost snadné výměny použitých algoritmů, ať již z důvodu modernizace programu, nebo přání uživatele. Nejslabším článkem programu je zřejmě použitý víceúrovňový QRS detektor, založený na sekvenčním amplitudovém prahování. Tento detektor by bylo vhodné nahradit například detektorem založeným na vlnkové transformaci. Program BIOROID EVOLUTION je nástrojem zaměřeným na reálné databáze EKG signálů a v tomto ohledu má mnohé co nabídnout.

#### PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu GAČR 111/22/3333 a výzkumného záměru Vysokého učení technického v Brně MSM 0021630513.

#### LITERATURA

- [1] Martínez, J. P., Olmos, S.: Methodological Principles of T Wave Alternans Analysis: A Unified Framework. In: IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 52, No. 4, pp. 599-613, april 2005.