

AUTOMATED DETECTION OF GRAPHIC ELEMENTS IN EEG SIGNAL

Ivana Jančová

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xjanco00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Karel Bubník

E-mail: bubnik@phd.feec.vutbr.cz

Abstract: Electroencephalography is a very important diagnostic method for determine of brain activity. This project deals with the detection of graphic elements, because it is an important part of the analysis of EEG signal. The incidence of some graphic elements is associated with epileptic disease and automated detection facilitates their finding. The aim of the project is to propose suitable methods for detection. These methods are wavelet transformation or correlation analysis.

Keywords: EEG signal, graphic elements, wavelet transformation, correlation analysis

1. ÚVOD

Elektroencefalografie je důležitá diagnostická metoda mozku. Analýzou EEG signálu získáme cenné informace o aktivitě mozku. Jednou z metod analýzy EEG je detekce grafoelementů, které jsou například příznakem epilepsie. Tuto detekci provádí lékaři, což je u dlouhodobých záznamů velmi náročná a zdlouhavá práce. Detekce grafoelementu je v tomto případě ovlivněna subjektivním názorem lékaře, a proto je vhodné, aby jeden záznam zkoumalo více odborníků. Automatická detekce grafoelementů tedy může velmi usnadnit lékařům práci a přispět k objektivitě diagnostiky.

2. TRANZIENTY

Základní strukturu EEG záznamu tvoří grafoelementy, což jsou nejjednodušší komponenty, na které lze křivku rozložit. Grafoelementy, které nápadně vystupují ze základní aktivity, dělíme na tranzienty a artefakty. Tranzienty mají svůj původ v elektrické aktivitě mozku, artefakty jsou způsobeny rušením z okolí nebo mají biologický původ (pohyb pacienta, EKG artefakt) [1].

Tranzienty můžeme rozdělit na epileptiformní fyziologické a epileptiformní epileptogenní. Výraz epileptiformní znamená, že zkoumaný úsek obsahuje hroty, ostré vlny nebo jejich komplexy. Fyziologické tranzienty se většinou vyskytují při usínání nebo ve spánku. Epileptogenní tranzienty jsou ve vyšší míře spojeny s výskytem epileptického onemocnění a diagnostikujeme je až po vyloučení tranziентů fyziologických a artefaktů [2].

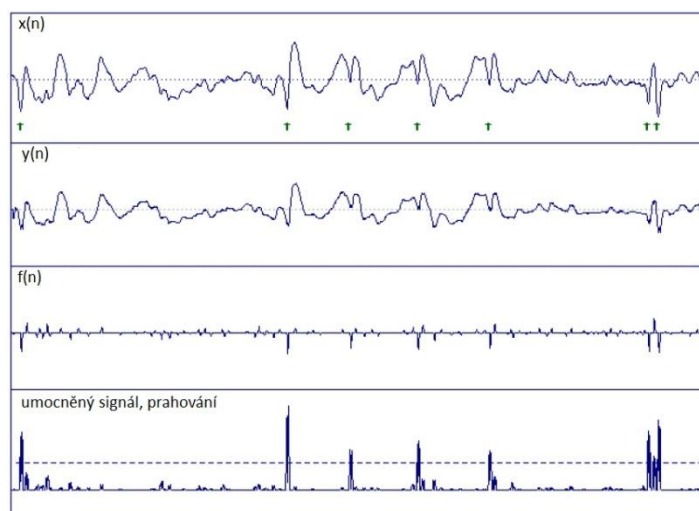
3. METODY DETEKCE

Mezi metody vhodné k detekci grafoelementů řadíme jednodušší mediánový detektor a složitější vlnkovou transformaci a korelační analýzu.

3.1. MEDIÁNOVÝ DETEKTOR

Mediánový detektor využívá princip mediánového filtru, který řadíme mezi filtry nelineární. U této metody se pohybuje po signálu $x(n)$ plovoucí okno, které má většinou lichou délku. Uvnitř tohoto okna dochází k seřídění hodnot podle velikosti a na výstupu je mediánová hodnota $y(n)$. V dalším kroku odečteme signál $y(n)$ od původního signálu $x(n)$, čímž dostaneme rozdílový signál $f(n)$.

Signál $f(n)$ následně umocníme, vyhladíme a prahováním určíme, které grafoelementy v původním signálu budou vybrány. Princip mediánového detektoru je znázorněn na obrázku 1 [3].



Obrázek 1 Mediánový detektor [3]

3.2. VLNKOVÁ TRANSFORMACE

Vlnkovou transformaci řadíme mezi metody vhodné k analýze nestacionárních signálů, což EEG signál je. Je to forma časově-frekvenční analýzy a nejedná se o jedinou transformaci, ale o souhrn transformací, které se liší v tvaru báze funkce (mateřské vlnky). Vždy počítáme míru podobnosti analyzovaného úseku a mateřské vlnky podle následujícího vztahu [4]

$$S_{CWT}(a, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t}{a} - \tau\right) dt, \quad a > 0, \tau \in R, \quad (1)$$

kde $S_{CWT}(a, \tau)$ je hodnota spektra, $s(t)$ analyzovaný signál, $\frac{1}{\sqrt{a}} \psi(\cdot)$ báze funkce (konkrétní vlnka), a měřítko a τ je časový posun.

Pro úspěšnou detekci grafoelementů je důležité zvolit mateřskou vlnku co nejpodobnější detekovanému grafoelementu. Tuto vlnku umístíme na začátek signálu (posunutí $\tau = 0$) a měřítko nastavíme např. $a = 1$. Vypočítáme hodnotu spektra podle rovnice (2). Pokud je vlnka podobná analyzovanému úseku, dostaneme velkou hodnotu spektra, v opačném případě bude hodnota spektra malá až nulová. Poté dojde k posunutí vlnky a výpočet se opakuje, dokud nevypočítáme hodnoty spektra pro celý signál. Následně umístíme vlnku opět na začátek, upravíme hodnotu měřítka a výpočet provedeme znovu pro celý signál. To opakujeme pro všechny zvolené hodnoty měřítka. Výsledek můžeme zobrazit ve formě 3D scalogramu, ve kterém je vynesena závislost hodnoty spektra na měřítku a posunutí [4].

3.3. KORELAČNÍ ANALÝZA

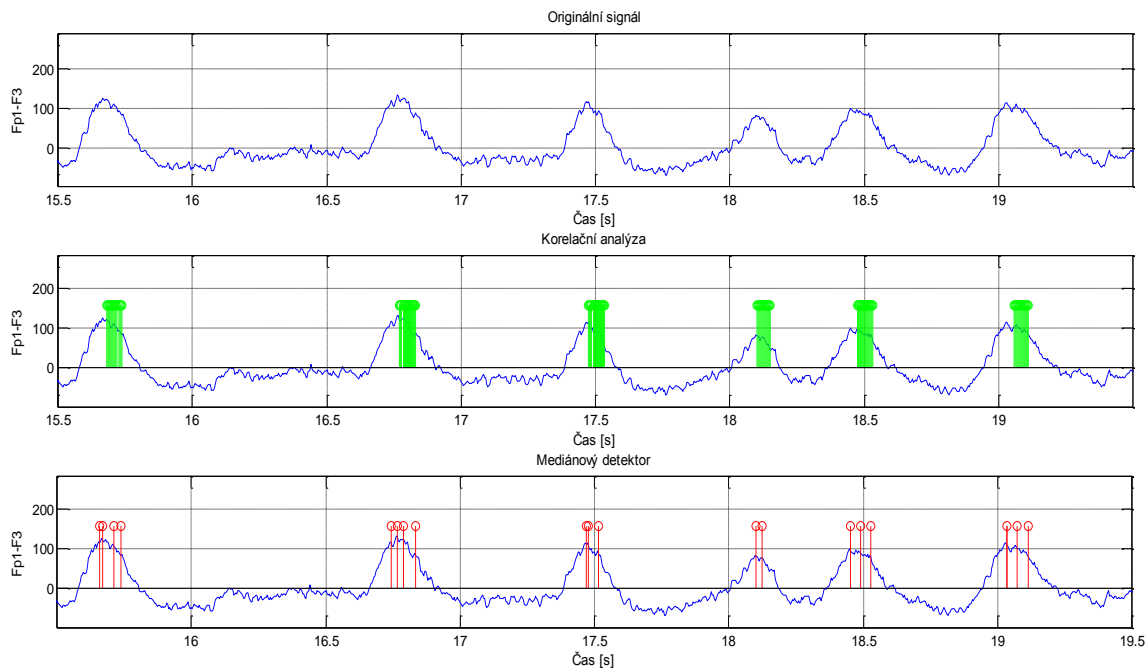
Pomocí korelační analýzy lze zkoumat jak těsná závislost je mezi analyzovaným signálem $y(n)$ a referenčním grafoelementem. K výpočtu potřebujeme šablonu $x(n)$ (referenční grafoelement), která obsahuje N vzorků. Výpočet korelačního koeficientu provádíme pomocí vztahu [5]

$$r_{xy} = \frac{N \sum_{n=1}^N x(n)y(n) - \sum_{n=1}^N y(n) \sum_{n=1}^N x(n)}{\sqrt{\left[N \sum_{n=1}^N x(n)^2 - \left(\sum_{n=1}^N x(n)\right)^2\right] \left[N \sum_{n=1}^N y(n)^2 - \left(\sum_{n=1}^N y(n)\right)^2\right]}}. \quad (2)$$

Koeficient r_{xy} leží v intervalu $< -1, 1 >$. Pokud je $|r_{xy}|$ menší než 0,3, korelační vztah je málo těsný. Při hodnotě větší než 0,8 můžeme říct, že signály spolu korelují těsně. V rozmezí 0,3 až 0,8 je korelace střední [5].

4. VÝSLEDKY DETEKCE

V programovém prostředí MatLab byla realizována korelační analýza a mediánový detektor. Pro detekci byl vybrán artefakt způsobený pohybem očí. Tento artefakt výrazně vystupuje ze základní aktivity. V kanálu Fp1-F3 proběhla jeho detekce úspěšně oběma metodami. Výsledky lze pozorovat na obrázku 2.



Obrázek 2 Výsledky detekce

5. ZÁVĚR

Z uvedených metod je pro detekci nejvhodnější korelační analýza. Pro její realizaci je nutná vstupní znalost tvaru různých grafoelementů, které lze v analyzovaném signálu graficky odlišit. Mediánový detektor je méně vhodný, protože lze pouze detekovat grafoelementy, které výrazně vystupují ze základní aktivity. Nelze automaticky určit, o jaký grafoelement se jedná. U vlnkové transformace je nutné nalézt vhodnou vlnku, což může být problém. Zobrazení formou 3D scalogramu nám řekne, v jakém časovém okamžiku je podobnost mezi vlnkou a signálem největší, ale nedojde k přímému vyznačení grafoelementů v původním signálu.

REFERENCE

- [1] POKORNÝ, J. *Elektroencefalografie*. [online] [cit. 2012-10-19]. Dostupné z WWW: <<http://fbmi.cvut.cz/files/nodes/657/public/EEG.pdf>>
- [2] HOVORKA, J. a kol. *Klinická elektroencefalografie. Základy klasifikace a interpretace*. Praha: Maxdorf, 2003. 296 s. ISBN 80-7345-001-1
- [3] KOZUMPLÍK, J. *Elektroencefalogram. Část 1*. [přednáška z předmětu Analýza biologických signálů] 2012
- [4] JAN, J.: *Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálů*. Brno: VUTIUM, 2002. 427 s. ISBN 80-214-1558-4
- [5] MOHYLOVÁ, J., KRAJČA, V. *Zpracování biologických signálů*. Ostrava, 2006. 135 s. ISBN 978-80-248-1491-9. [online] Dostupné z WWW: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FEI/ZBS/Mohylova_Zpracovani%20biosignalu.pdf>