

# SYNCHRONIZACE EEG ZÁZNAMU A VIDEOZÁZNAMU PŘI SNÍMÁNÍ POHYBU PRSTU RUKY

Jan HAVLÍK

Katedra teorie obvodů, Fakulta elektrotechnická  
České vysoké učení technické v Praze

## Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou synchronizace EEG záznamu s videozáznamem pohybu prstu ruky. Představuje použitý postup synchronizace využívající přímý záznam synchronizačních značek do signálu EEG s jejich současným optickým záznamem ve videosekvenci. V příspěvku je popsán algoritmus rekonstrukce synchronizačních značek z optického záznamu.

## 1 ÚVOD

Jednou z velmi zajímavých úloh současné neurologie je analýza vztahu pohybu lidského těla a mozkové aktivity člověka. S ohledem na komplikovanost závislosti mezi mozkovou činností reprezentovanou EEG signály a pohyby lidského těla je nutné při její analýze začít s hledáním odezvy EEG signálů na elementární pohyby lidského těla. Z tohoto důvodu byl při analýze uvedené závislosti jako sledovaný pohyb zvolen volný prostorový pohyb palce ruky.

Vzhledem k tomu, že mozková aktivita je velmi závislá nejen na vlastním pohybu člověka, ale i na případných dotecích pozorovaného objektu se snímacím zařízením, je pohyb člověka sledován bezkontaktně dvojicí videokamer. Aby bylo možné dále zpracovávat současně zaznamenané EEG signály a oba videozáznamy, je nutné zajistit jejich synchronnost.

## 2 SYNCHRONIZACE ZÁZNAMŮ

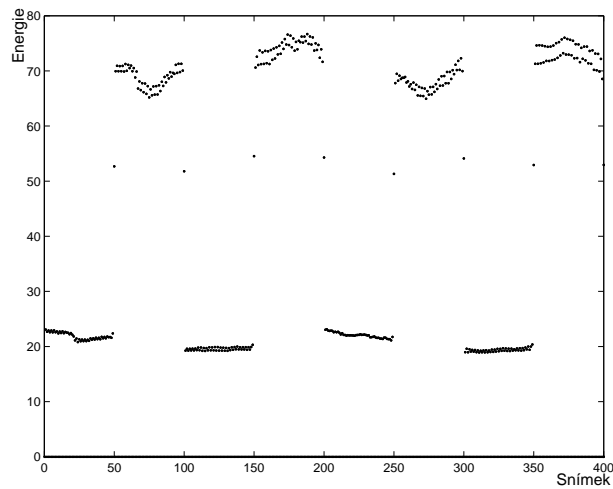
Provedení synchronizace současně pořizovaných záznamů EEG signálů a videozáznamu předpokládá generování a zápis synchronizačních značek současně do obou signálů. Synchronizační signál je vytvářen jako posloupnost pravidelně se opakujících obdélníkových pulsů s dobou periody řádově jednotky sekund. Tento signál je současně zapisován do EEG snímacího zařízení automaticky detekujícího náběžnou hranu tohoto signálu a opticky zaznamenáván oběma videokamerami jako blikání LED umístěné v rohu obrazového pole. Při pozdějším zpracování videonahrávek je pak z optického záznamu zpětně obnoven synchronizační signál tak, aby jednotlivé snímky ve videosekvenci mohly být očíslovány a přiřazeny k odpovídajícím úsekům EEG záznamu.

## 3 REKONSTRUKCE SYNCHRONIZAČNÍHO SIGNÁLU Z VIDEOZÁZNAMU

Synchronizační signál je z videozáznamu rekonstruován na základě sledování změn energie  $E[t]$  (1) jasové složky obrazové funkce  $f[i, j, t]$  v té části obrazu, do níž je zobrazen obraz synchronizační LED.

$$E[t] = \sum_i \sum_j f^2[i, j, t] \quad (1)$$

Průběh energie obrazové funkce ve vzorové videosekvenci (200 snímků zpracovávaných pulsnímkově, synchronizační signál s dobou periody 2 s) je uveden na Obr. 1.

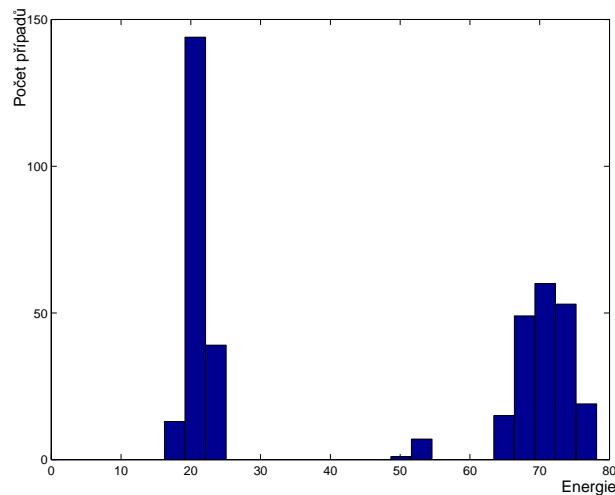


**Obrázek 1:** Energie obrazové funkce

Původní průběh synchronizačního signálu  $S[t]$  získáme z energie obrazové funkce  $E[t]$  prahováním

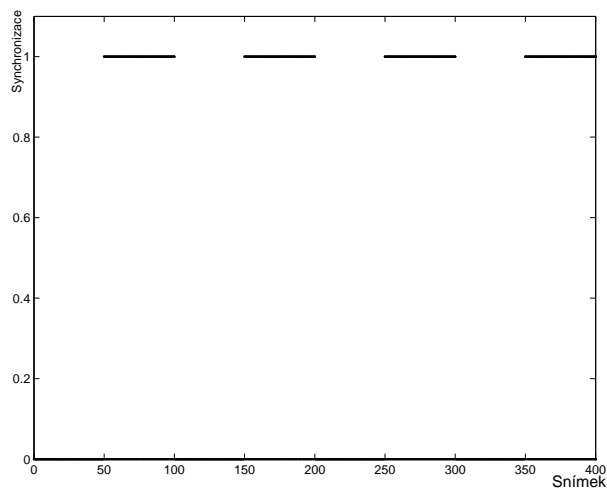
$$S[t] = \begin{cases} 1 & \text{pro } E[t] > T \\ 0 & \text{jinde} \end{cases}, \quad (2)$$

kde  $T$  je hodnota prahu, kterou určíme z histogramu energie  $E[t]$  (viz Obr. 2) jako střed mezi dvěma lokálními maximy histogramu.



**Obrázek 2:** Histogram energie obrazové funkce

Průběh takto získaného synchronizačního signálu  $S[t]$  je uveden na Obr. 3.

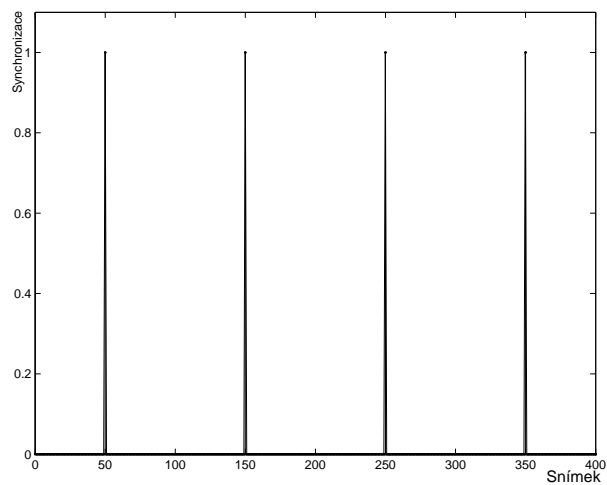


**Obrázek 3:** Průběh signálu  $S[t]$  získaného prahováním energie

Protože EEG snímací zařízení zaznamenává náběžné hrany synchronizačního signálu, potřebujeme i u videosekvencí určit polohy náběžných hran signálu  $S[t]$ . Signál náběžných hran  $P[t]$  je definován

$$P[t] = \begin{cases} 1 & \text{pokud } E[t] = 1 \text{ a } E[t - 1] = 0 \\ 0 & \text{jinde} \end{cases} . \quad (3)$$

Průběh signálu náběžných hran  $P[t]$  je uveden na Obr. 4.



**Obrázek 4:** Průběh signálu náběžných hran  $P[t]$

Srovnáním zaznamenaných náběžných hran původního synchronizačního signálu v záznamu EEG se signálem náběžných hran  $P[t]$  získaným z videozáznamu pak můžeme oba záznamy vzájemně synchronizovat.

## 4 POZNÁMKY K IMPLEMENTACI

Všechny použité algoritmy byly implementovány jako funkce ve výpočetním systému MATLAB.

## 5 ZÁVĚR

Předmětem prezentované práce bylo navrhnout a realizovat postup umožňující synchronizaci současně zaznamenávaných EEG signálů s videozáznamem pohybu prstu ruky. Byla navržena a odzkoušena metoda využívající přímý záznam synchronizačních pulsů do EEG záznamu se současným optickým záznamem těchto pulsů do videonahrávky pohybu. Postup rekonstrukce synchronizačního signálu z videozáznamu využívající prahování energie obrazové funkce je popsán v kapitole 3.

## PODĚKOVÁNÍ

Tato práce je podporována výzkumným záměrem č. MSM 210000012 (udělen Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky).

## LITERATURA

- [1] GONZALEZ, R. C. – WOODS, R. E.: *Digital Image Processing*, Prentice Hall, 2002.
- [2] HAVLÍK, J.: *Klasifikace pohybů části lidského těla v prostoru*, Odborná studie, 2003.
- [3] HLAVÁČ, V. – SEDLÁČEK, M.: *Zpracování signálů a obrazů*, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2001.
- [4] KLÍMA, M. – ET AL.: *Zpracování obrazové informace*, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1999.
- [5] The MathWorks, Inc.: *MATLAB Reference Guide*, 1995.
- [6] The MathWorks, Inc.: *Image Processing Toolbox User's Guide*, 2002.

**Jan HAVLÍK** (Ing.) se narodil v Praze v roce 1975. Titul Ing. získal na Fakultě elektrotechnické Českého vysokého učení technického v Praze v roce 2001. V současné době je zaměstnancem Katedry teorie obvodů této fakulty.

**Zdeněk HORČÍK** (Ing.) se narodil v Praze v roce 1963. Titul Ing. získal na Fakultě elektrotechnické Českého vysokého učení technického v Praze v roce 1987. V současné době je zaměstnancem Katedry teorie obvodů této fakulty.

Katedra teorie obvodů, Fakulta elektrotechnická  
České vysoké učení technické v Praze  
Technická 2, 166 27 Praha 6  
tel.: 224 352 048, email: xhavlikj@fel.cvut.cz