

Odstraňování artefaktů v EEG datech

Petr Tichavský, Jan Nielsen, Zbyněk Koldovský
ÚTIA AV ČR

Výzkumné centrum DAR

12.10.2005

EEG časový záznam elektrického pole na povrchu hlavy pacienta snímaný soustavou elektrod

Artefakt nežádoucí signál

- ▶ oční (okulární)
- ▶ svalová aktivita
- ▶ 50Hz síťové napětí

Smysl

- ▶ odhalení epileptické aktivity mozku ve 24 hodinových záznamech
- ▶ identifikace spánkových cyklů nedonošených dětí
- ▶ a další...

Příklady EEG

Čistý EEG signál

Okulární artefakt

Svalová aktivita

Epileptická aktivita

Modely a základní metody

Ukázky separace dat

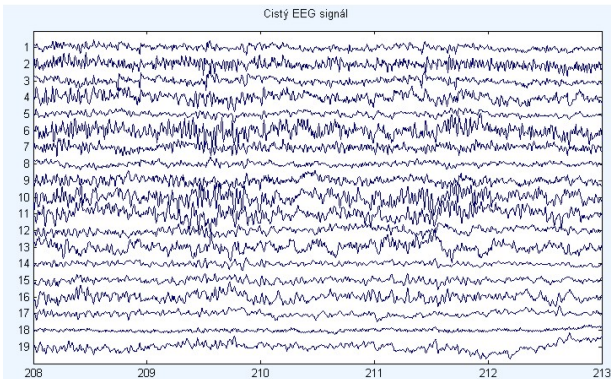
Odstranění okulárního artefaktu

Detekce epilepsie

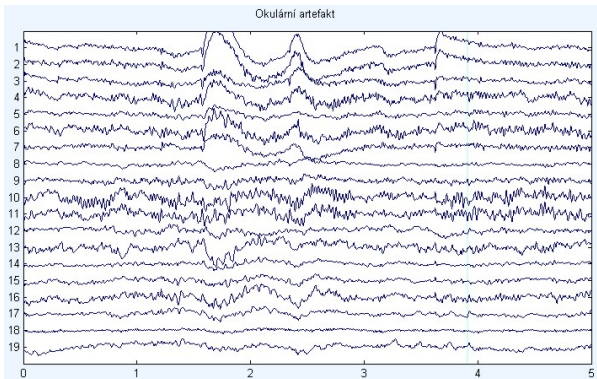
Výsledky dosažené v letošním roce

Výhled do budoucna

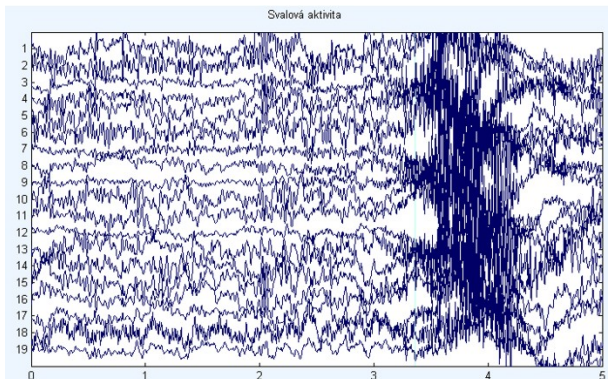
Čistý EEG signál



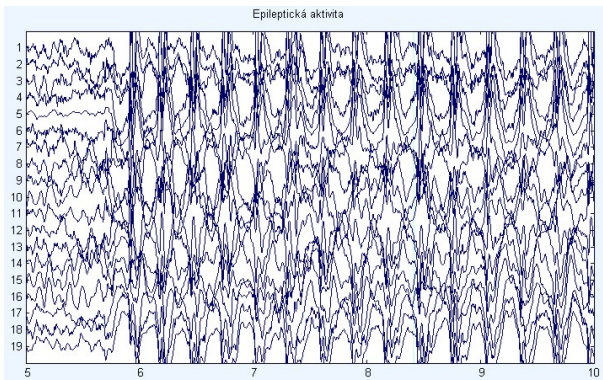
Ukázka okulárního artefaktu



Projev svalové aktivity



Epileptická aktivita



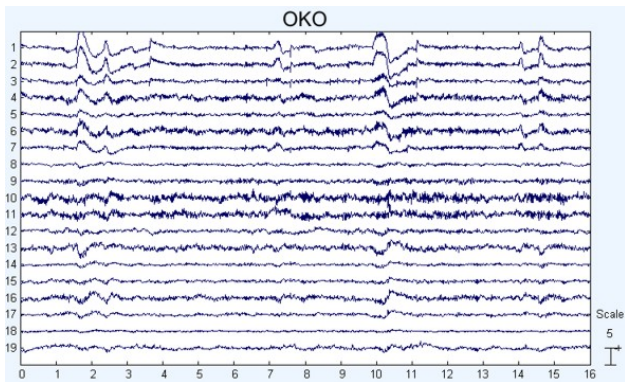
Modely pro ICA a základní metody

$$\boxed{d \times N} = \boxed{d \times d} \cdot \boxed{d \times N}$$

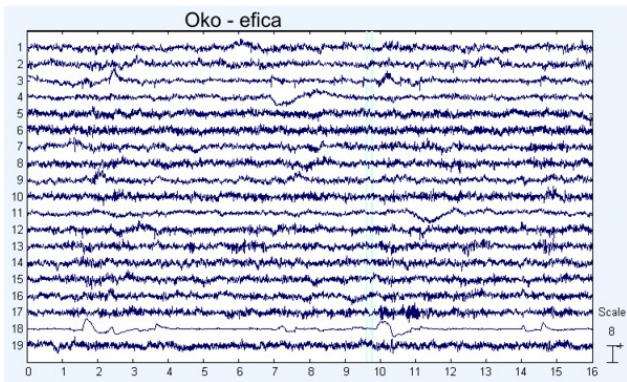
s_k (řádky matice S) jsou nezávislé komponenty

- 1. model** s_{kt} - náhodné, iid pro $t = 1, \dots, N$ s pravd. hustotou f_k , která *není* gaussovská
Metody - FASTICA, JADE, INFOMAX
- 2. model** s_{kt} , $t = 1, \dots, N$, gaussovské náhodné procesy (AR) s různými spektrálními hustotami $\phi_k(\omega)$, $k = 1, \dots, d$
Metody - SOBI, FFSEP, WASOBI

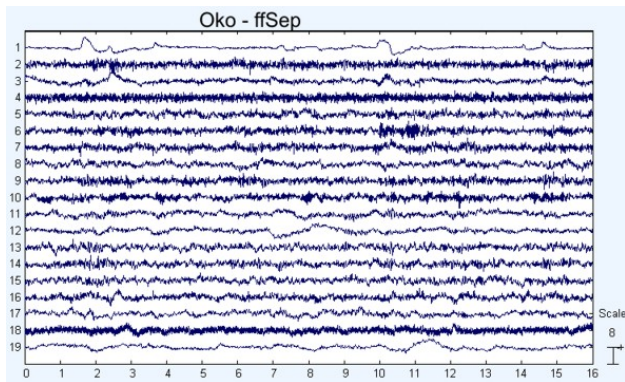
Separace okulárního artefaktu



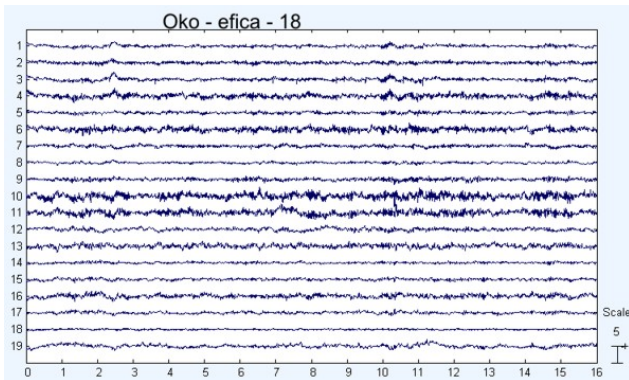
Komponenty separované algoritmem EFICA



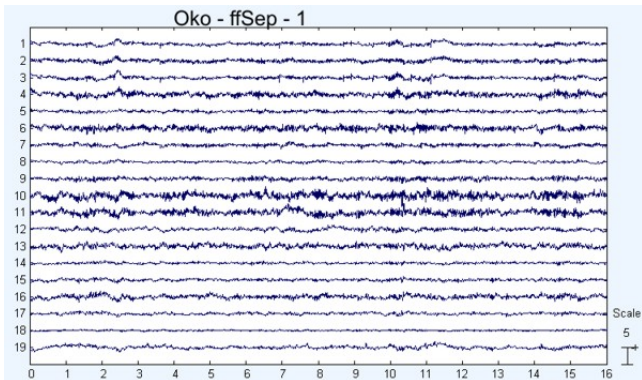
Komponenty separované algoritmem FFSEP



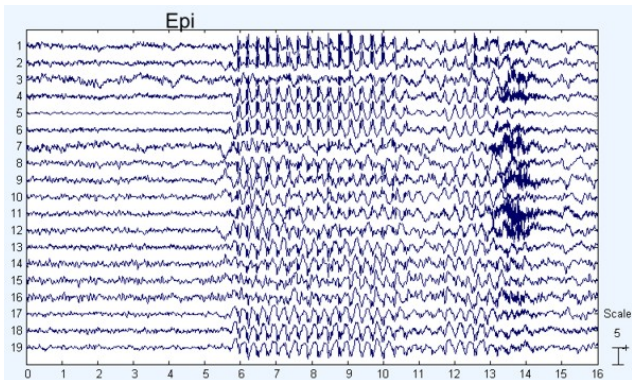
Rekonstruovaná data EFICA - 18



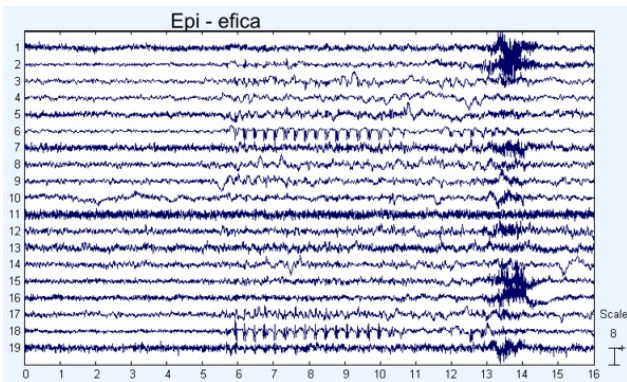
Rekonstruovaná data: FFSEP - 1



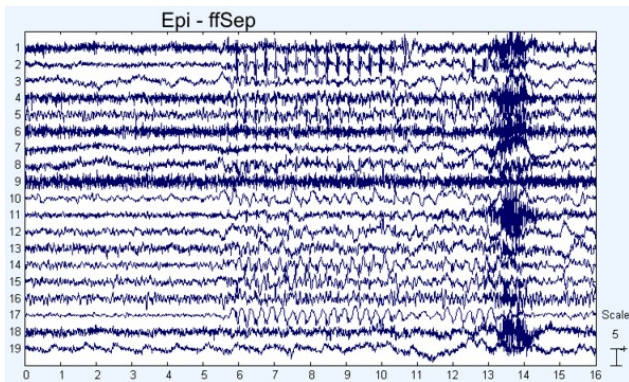
Detekce epilepsie



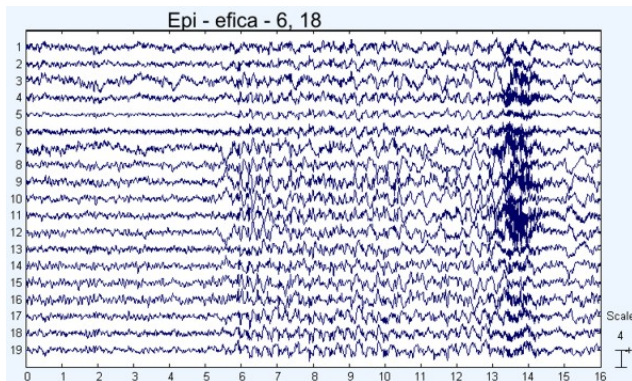
Komponenty separované algoritmem EFICA



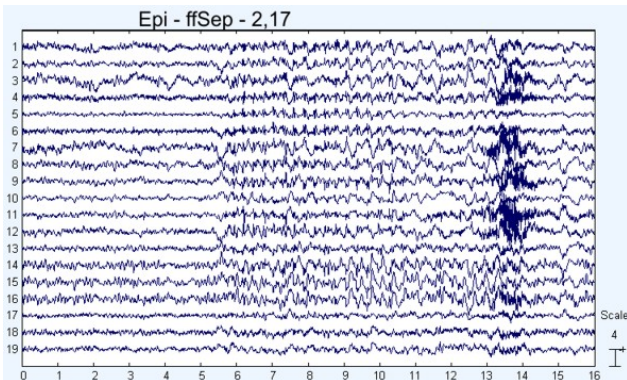
Komponenty separované algoritmem FFSEP

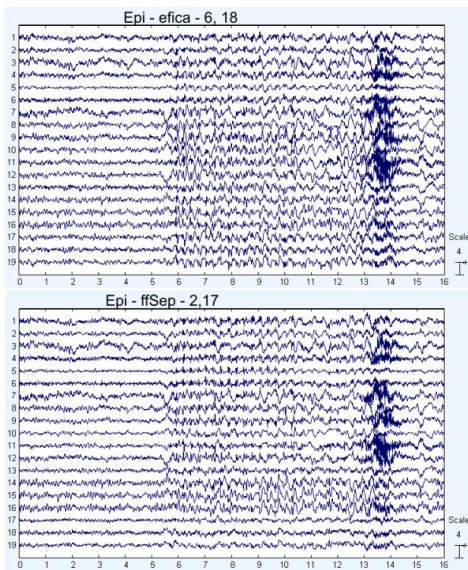


Rekonstrukce dat bez epilepsie - EFICA

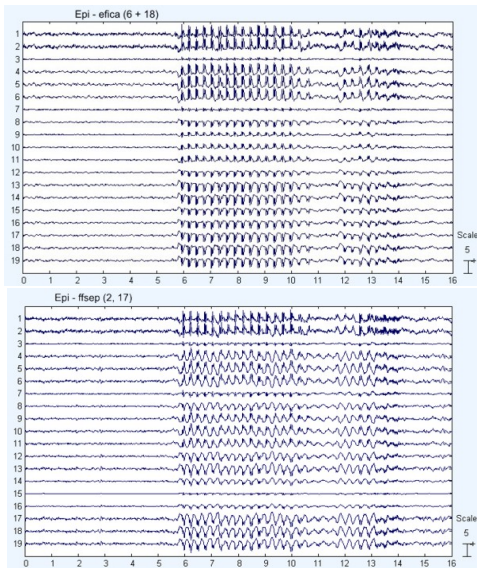


Rekonstrukce dat bez epilepsie - FFSEP





Detekce epilepsie



Výsledky dosažené v letošním roce

- ▶ odvození CRB pro 1.model
 $G = \widehat{W} \cdot A$... gain matice
 $\text{var } G_{ij} \geq \text{CRB}(G_{ij}) = \frac{1}{N} \frac{\kappa_j}{\kappa_i \kappa_j - 1}$, kde $\kappa_i = E[(f'_i / f_i)^2]$
- ▶ analýza algoritmu FastICA: $\sqrt{N}G_{ij} \rightarrow \mathcal{N}(0, V_{ij})$ pro $N \rightarrow \infty$, kde V_{ij} jsou explicitně vyjádřeny jako funkce pravděpodobnostního rozložení komponent a nelineární funkce použité v návrhu algoritmu.
Přijato k publikaci v IEEE Tr. Signal Processing
- ▶ navržení algoritmu EFICA - asymptoticky eficientní varianta algoritmu FastICA

Plán do budoucna

- ▶ efektivní algoritmizace algoritmu WASOBI, který je asymptoticky eficientní, pro 21+ komponent
- ▶ vytvoření programu pro odstraňování artefaktů ve 24 hodinových EEG záznamech podle požadavků uživatele (FN Bulovka)