



Středoevropský technologický institut
BRNO | ČESKÁ REPUBLIKA

Analýza nezávislých komponent a fMRI

Michal Míkl

CEITEC MU, Masarykova univerzita



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj
pro inovace



ICA

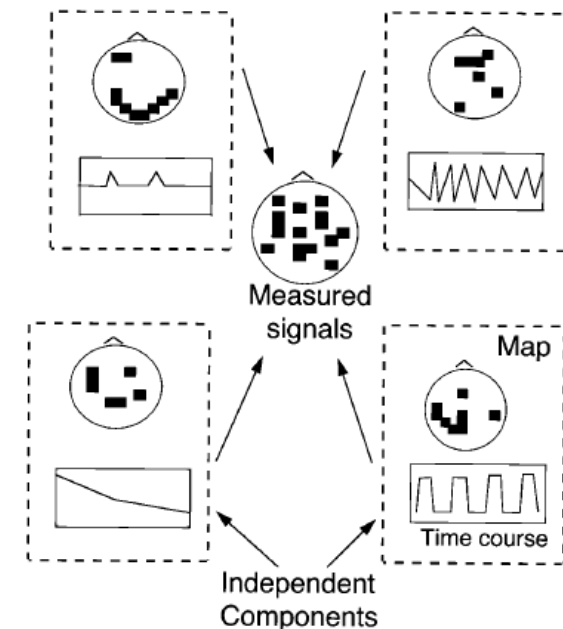


- ICA = independent component analysis / analýza nezávislých komponent
- Vícerozměrná statistická metoda
- Principem je dekompozice dat do nezávislých zdrojů (faktorů, komponent)
- Využívaná v širokém spektru oborů
- Jedná se o exploratorní (data driven) metodu
Nevyžaduje žádnou apriorní hypotézu (znalost toho co hledáme v datech)

Idea použití ICA pro fMRI data



- McKeown et al. 1998
- **Funkční organizace mozku** je založena na dvou komplementárních principech
 - Funkční lokalizace = psychomotorická funkce je realizována pomocí několika oblastí
 - Funkční integrace (konektivita) = k vykonání určité činnosti je zapotřebí integrace aktivity několika distribuovaných oblastí
- Použití ICA na fMRI data vychází z **předpokladu**, že multifokální mapy mozkové aktivity související s experimentem budou odlišené od oblastí v nichž se projevují různé artefakty
 - Každý proces v mozku by měl být vyjádřen jednou nebo více nezávislými komponentami
- Statistická nezávislost komponent – dvě možnosti:
 - Časová nezávislost (časté u jiných modalit - např. u EEG)
 - Prostorová nezávislost (typické pro fMRI)



ICA pro fMRI data

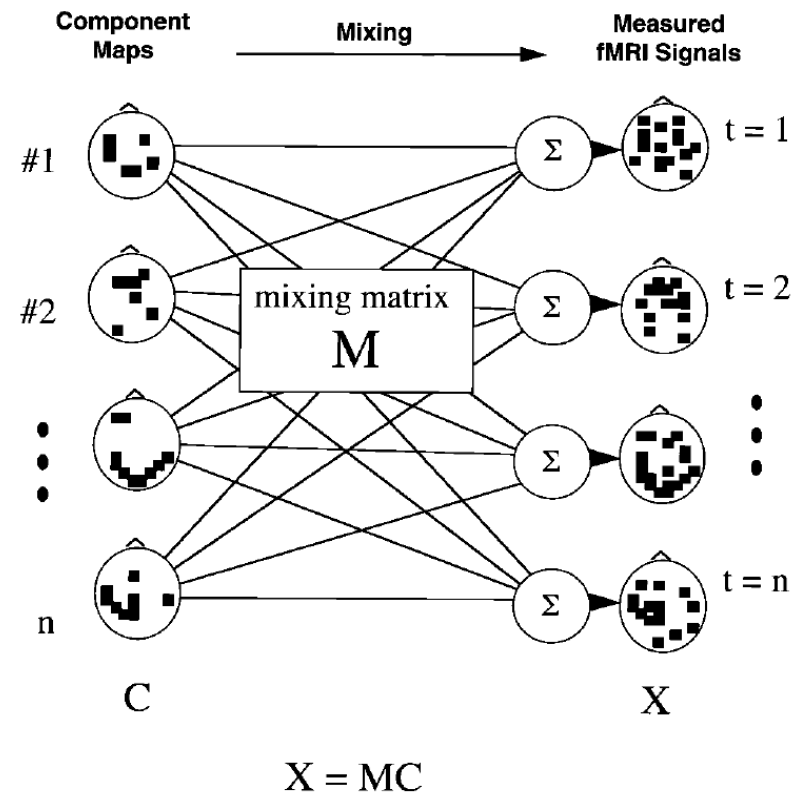
- Uvažujeme prostorově nezávislé komponenty (jejich časové průběhy mohou korelovat)

$$\mathbf{X}_{ji} = \sum_{k=1}^N \mathbf{M}_{jk} \mathbf{C}_{ki}$$

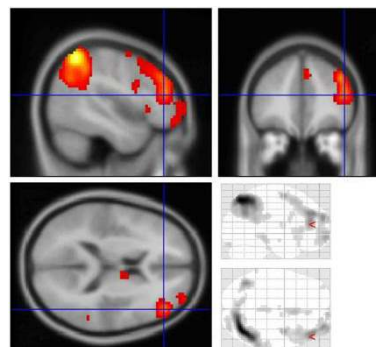
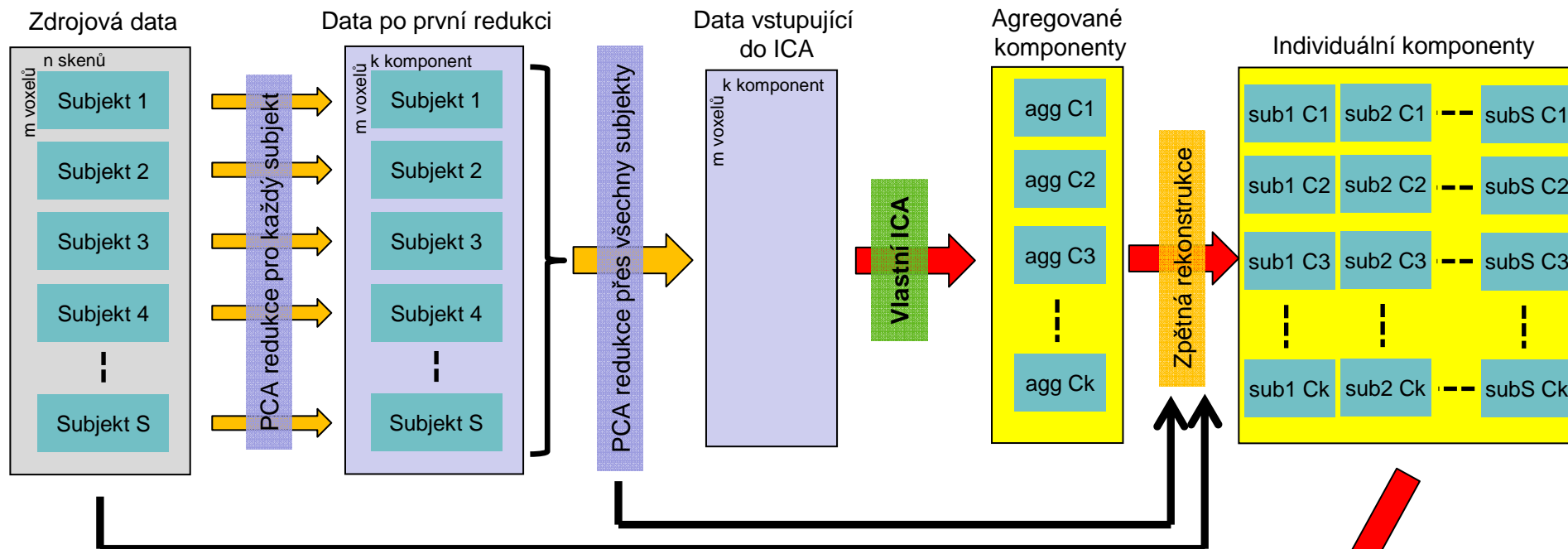
- X_{ji} – naměřená data
 - M_{jk} – směšovací matice (časové průběhy komponent)
 - C_{ki} – mapy komponent
 - k – index komponenty
 - i – index voxelu
 - j – index časového bodu
- Výpočet pomocí iteračního procesu, který se snaží nalézt matici W (škálovaná a permutovaná verze invertované směšovací matice)

$$\mathbf{C} = \mathbf{W}\mathbf{X}$$

- Použití PCA jako redukce dat



Skupinová ICA

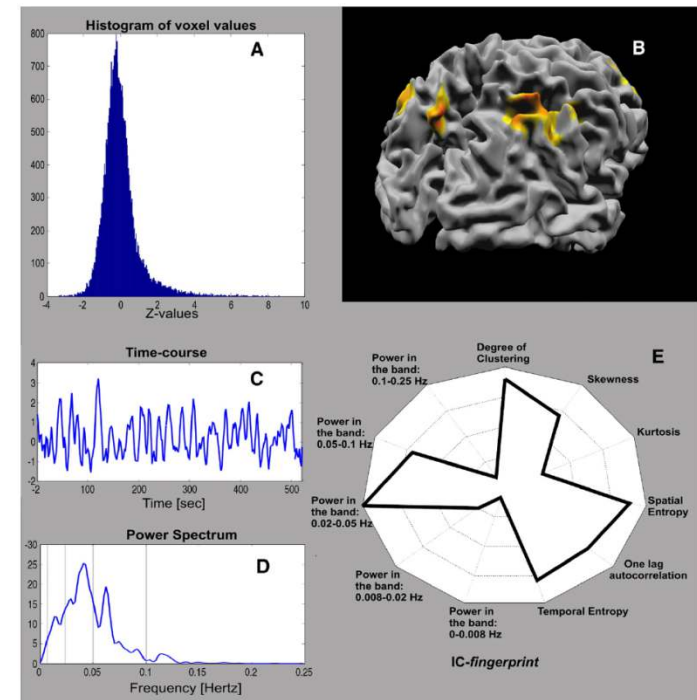


Výpočet průměrných map, SD, t-testu apod.

Interpretace ICA



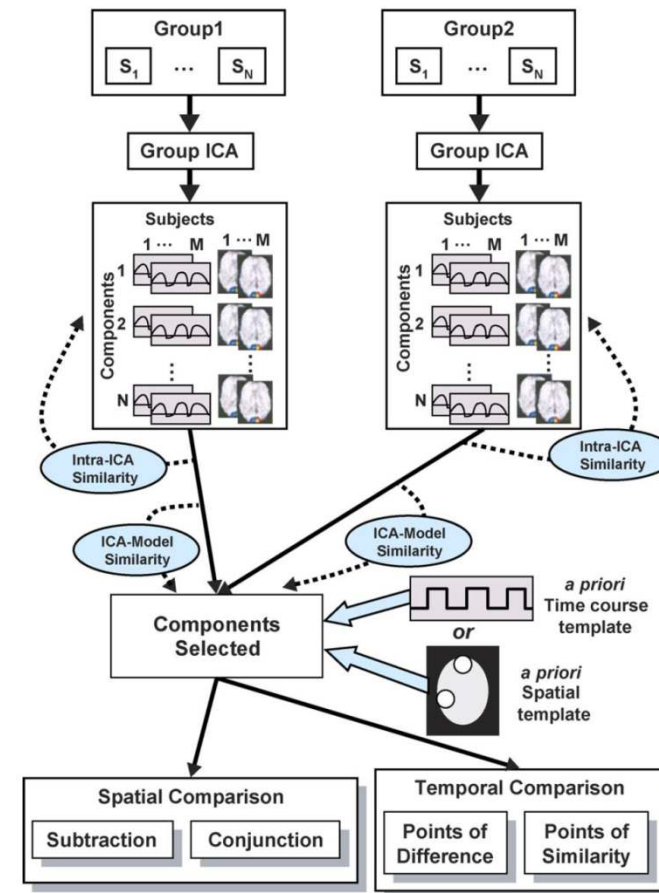
- **Intepretace** výsledků je založena na **správném výběru** a popisu významu (obsahu) komponenty v souvislosti se sledovanými/očekávanými neurálními procesy
- Eliminace artefaktů – výběr arteficiálních komponent
- Možnosti třídění (hledání) komponent
 - Časová korelace (popř. vícenásobná regrese)
 - Typicky s časovým průběhem experimentální stimulace
 - Prostorová korelace
 - Prostorová (binární) maska jako hypotéza o předpokládáné lokalizaci
 - Specifická spektrální charakteristika
 - Hledání nízkofrekvenčních fluktuací, změn specifických pro hemodynamickou odezvu
 - Jiné charakteristiky v časovém průběhu či obrazové mapě
 - Entropie, klastrování, ...



F. De Martino et al. / *NeuroImage* 34 (2007) 177–194

Porovnání mezi skupinami subjektů

- Prostorové porovnání
 - Vybraná komponenta je porovnána pomocí t-testu (např. v programu SPM)
- Časové porovnání
 - Testování odlišnosti spektrálního vzorce u vybrané komponenty
 - Regrese vůči časovému průběhu experimentálních změn (výpočet beta koeficientů a jejich porovnání mezi skupinami)



DĚKUJI ZA POZORNOST



Středoevropský technologický institut
c/o Masarykova univerzita
Žerotínovo nám. 9
601 77 Brno
Česká republika



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj
pro inovace

