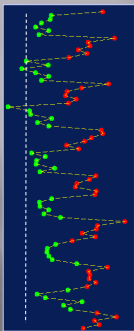


ANALÝZA NEZÁVISLÝCH KOMPONENT VE FMRI „POLOPATĚ“

(BEZ PŘEDCHOZÍCH MATEMATICKÝCH
ZNALOSTÍ)

Tomáš Kašpárek
Psychiatrická klinika LF MU a FNB

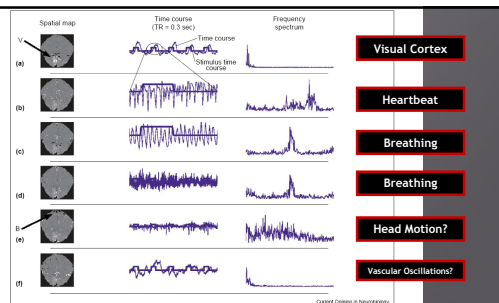
Shrnutí – návaznost I



- Každý voxel snímán opakovaně v čase = časový průběh intenzity voxelu (= signálu)
- Ten tradičně (pomocí GLM analýzy) vysvětlován pomocí kombinace proměnných/regresorů s reziduální nevyšvětlenou variabilitou

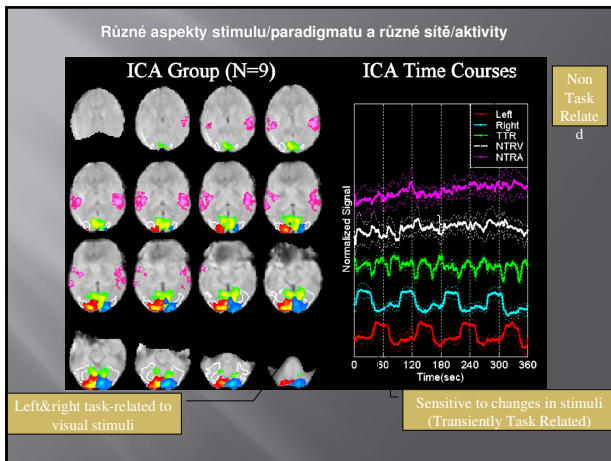
$$y_i = x_{i1} \beta_1 + \dots + x_{ip} \beta_p + \epsilon_i$$

- signifikance dána mírou uplatnění proměnné (koeficient /beta*) a mírou reziduální variability
 - v různých místech různé velká beta vede k signifikanci (různá míra sumu...)
- průběh signálu ovlivněn množstvím dějů, ne jen aktivacním paradigmatem
 - typické fluktuace signálu v různých oblastech mozku, citlivost k artefaktům... = různá míra nevyšvětlené variability, sumu...
- je možné separovat jednotlivé „zdroje“ signálu a zaměřit se na ty, které nás zajímají?



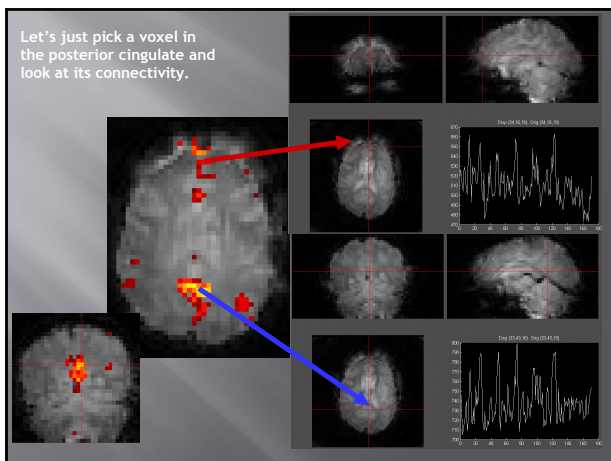
Results of applying temporal ICA to single-slice fMRI data. The subject was shown a flashing 10 Hz stimulus checkerboard pattern interleaved with periods of fixation. There were five runs of 20 scans of fixation (15.0s), 21 scans of stimulus (15.3s), and 40 scans of post-stimulus fixation (20.0s). The power spectrum is estimated in the range 0–1.5 Hz (Nyquist frequency). The slice is aligned with the calcarine sulcus and contains a portion of the primary visual areas. The six independent components shown are represented by the spatial maps (the 2.5% highest and lowest values are shown as white and black pixels on a background formed by the average of the dataset providing anatomical references). The components are sorted according to variance contribution. (a) The first IC loads heavily on primary visual areas (V) (left column), and its time course (middle column, thin line) closely follows the stimuli time course (middle column, thick line). The power spectrum (right column) of the time course and stimulus time course are closely matched. (b) The second component contains pulsations related to the heartbeat as demonstrated in the time course and power spectrum. (c,d) The third and fourth components appear related to slower breathing-related periodic confounds. (e) Component five is a white noise (noisy) component with a more spiky character, and the component image is dominated by the (negative) boundary area (B), suggesting that this is mostly related to motion artifact. (f) The sixth element is a low-frequency component with a period of about 10–15 s unrelated to the stimulus sequence and possibly represents an artifact related to vasomotor oscillations (V).

McKeown et al., (2003)



Shrnutí - návaznost II

- GLM pro každý voxel zvlášť
 - chápány jako nezávislé ve smyslu charakteru signálu: „mass univariate“ přístup
 - inflace falešně pozitivních výsledků (VBM 2x10e6 testů!)
 - korekce mnohočetného porovnání = striktní metody, riziko falešně negativních výsledků
- aktivita mozku je mnohorozměrná = sítě!
 - je možné detekovat aktivitu jednotlivých sítí v mozku a hodnotit ji jako celek?
 - (výpovědní hodnota aktivity v jednom voxelu...)

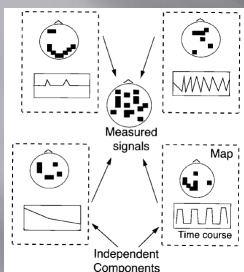


Analýza nezávislých komponent (ICA)

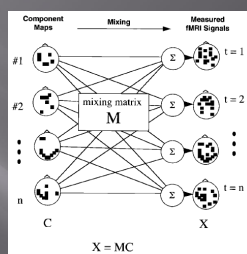
- ❑ vícerozměrná statistická metoda
- ❑ hledá maximálně nezávislé „zdroje“ = komponenty variability v datech
 - (PCA - hledá „zdroje“, které obsahují maximum variability v datech x ICA nezávislost)
- ❑ komponenta = soubor případů, které sdílí variabilitu

ICA a fMRI

- ❑ Spatial ICA - hledá maximálně nezávislé komponenty v prostoru
 - voxely, které náleží k jednotlivým komponentám = prostorové mapy komponent = mapy funkční konektivity = funkčně spojené sítě
 - zobrazení - arbitrární jednotky (nemají význam), % změny signálu, Z
 - současně s prostorovou mapou i časový průběh komponenty (lze dále hodnotit)
- ❑ Temporal ICA - rozloží BOLD signál na nezávislé komponenty = časové průběhy komponent



Assumption: The observed data is the sum of a set of inputs which have been mixed together in an unknown fashion.



The goal of ICA is to discover both the inputs and how they were mixed.

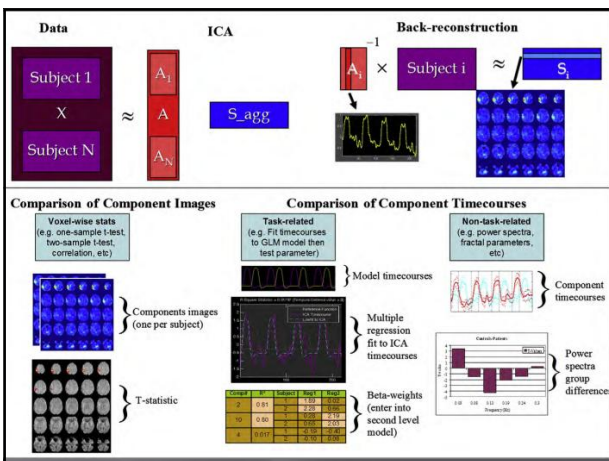
ICA a skupinová analýza

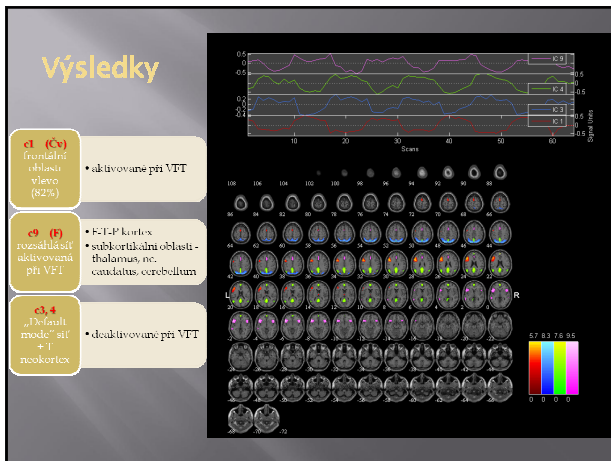
- Teoreticky problém - primárním smyslem ICA není statistická inference
- Praktický problém - ICA na single-subject a skupinové úrovni
 - tradičně ICA aplikována na data jednotlivých subjektů, pro skupinovou analýzu vybírány „odpovídající si“ komponenty
 - komponenty u jednotlivých subjektů se od sebe liší - arbitrární volba (snaha o reliabilitu pomocí prostorové korelace s maskou... stále arbitrární...)

Group ICA

- ICA proběhne nad daty všech subjektů
- extrahované komponenty zpětně promítány na data jednotlivých subjektů

= porovnatelnost





Prostorové mapy komponent

□ Nejsou rozdíly v **prostorovém rozložení** sítí

= pacienti používají **stejně** neuronální sítě jako zdraví dobrovolníci

Modulace funkčním paradigmatic: „bety“

□ **Méně aktivovaná c9**

- FTP a subkortikální síť zapojená do zpracování VFT

□ **méně deaktivované c3, 4**

- subkomponenty DMN
- **míra deaktivace má funkční význam** - čím vyšší, tím lepší kognitivní výkon (Weissman et al., 2006)

Spektrální analýza

- **Nižší v pomalých frekvencích** BOLD signálu (0 - 0,18 Hz) v c1, 3, 4
 - zde leží první harmonická frekvence fMRI paradigmatu (0,0158 Hz)
 - může tedy odrážet **nižší aktivaci a deaktivaci**
- **Vyšší v rychlejších frekvencích** BOLD signálu (0,037 - 0,055 Hz)
 - vyšší fluktuace BOLD signálu s periodou kolem 11 s
 - může odrážet vyšší **nepravdelnost aktivace sítě** a snad její nižší výkonnost

Korelace signálu mezi komponentami

- **Nižší neg. korelace mezi c1 a c3** (mezi aktivovanou a deaktivovanou sítí, „**hypokonektivita**“)
 - kompetitivní charakter mezi DMN a ostatními sítěmi - behaviorální důsledky (Pomarol-Clotet et al., 2008; Whitfield-Gabrieli et al., 2009)
- **Vyšší pozit. korelace mezi c1 a c9** (mezi aktivovanými komponentami, „**hyperkonektivita**“)
 - **korelace s klinikou** - výraznější symptomy a nižší funkční kapacita (trend - Bonferroni)
- Nižší pozit. korelace mezi c3 a c4 (mezi DMN komp., „**hypokonektivita**“)

Děkuji za pozornost!
