

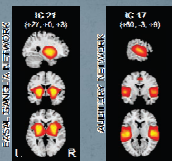
Grangerova kauzalita & fMRI data

Martin Havlíček

Brno University of Technology,
University of New Mexico,
The Mind Research Network

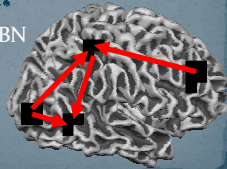
Funkční konektivita:

- Korelace
- Analýza nezávislých komponent (ICA)



Efektivní konektivita:

- Grangerova kauzalita, SEM, DBN
- DCM



Grangerova kauzalita (G-causality):

- Založená na časové precedenci.
- Využívá autoregresivní model:

$$X_1(t) = \sum_{j=1}^p A_{11,j} X_1(t-j) + \sum_{j=1}^p A_{12,j} X_2(t-j) + \zeta_1(t)$$

$$X_2(t) = \sum_{j=1}^p A_{21,j} X_1(t-j) + \sum_{j=1}^p A_{22,j} X_2(t-j) + \zeta_2(t)$$

- Srovnání modelů (bez zpoždění vs. se zpožděním):

$$F_{2 \rightarrow 1} = \ln \frac{\text{var}(\zeta_{1R(12)})}{\text{var}(\zeta_{1U})}$$

Možnosti Grangerovy kauzality:

• Doména:

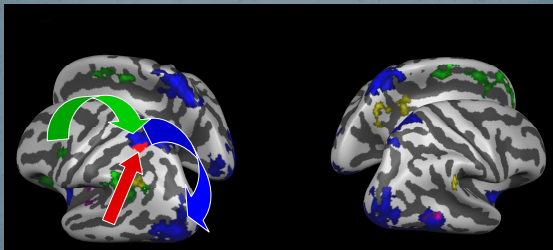
- časová reprezentace;
- frekvenční (normalizovaná) reprezentace:
 - Geweke's decomposition [Geweke, 1982; Roebroeck, NI, 2005]
 - Partial Directed Coherence [Sameshima, 1999; Sato, HBM, 2009]
 - Direct Transfer Function [Blinowska, 2004; Deshpande, NI, 2008]

• Aplikace:

- "seed based" - pro páry voxelů (dvourozměrná).
 - Nevyžaduje strukturální model (exploratorní).
- Mezi funkčními sítěmi (identifikované pomocí ICA).
 - Dvourozměrná
 - Vícerozměrná
 - Vyžadují strukturální model

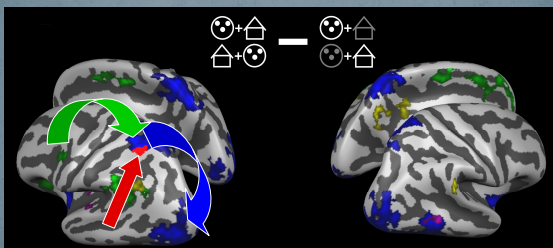
"GC - seed based" mapování:

- Referenční oblast - párová GC



"GC - seed based" mapování:

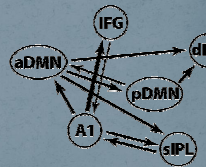
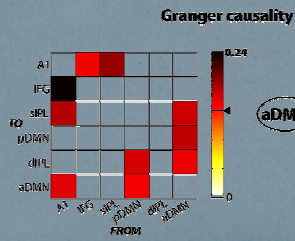
- Referenční oblast - párová GC
- GC rozdílů mezi podmínkami experimentu



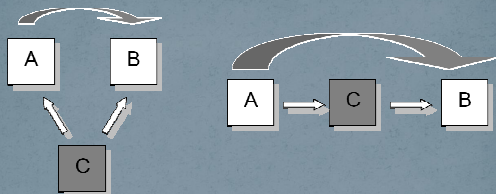
Konektivita funkčních sítí:

- GC mezi časovými průběhy (prostorově) nezávislých komponent.

ICA komponenty

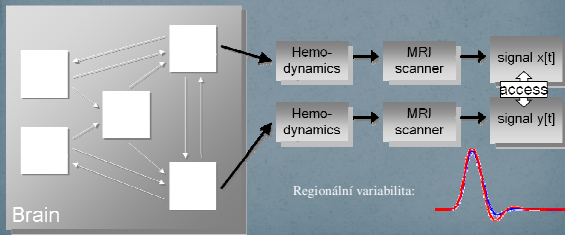


Falešné ovlivnění (spurious influence):



- Nebezpečí hrozí pokud:
 - Důležité oblasti nejsou zahrnuty do strukturálního modelu,
 - (nebo jsou zahrnuty nesouvisející "rušivé" oblasti).

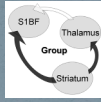
Variabilita hemodynamické odezvy:



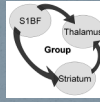
Dekonvoluce BOLD signálu:

- Simultánní fMRI/EEG

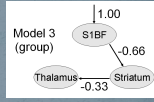
Granger bez dekonvoluce



Granger po dekonvoluci



DCM



[David 2008, PLOS Biology]

- Slepá dekonvoluce (pouze fMRI):
 - již dostupná [Friston, 2010; Havlicek in submission].
 - možnost aplikace i na resting-state data

Shrnutí:

- GC - metoda k určení směrového ovlivnění mezi aktivovanými oblastmi mozku.
- Aplikace možná na blokový, event-related design, ale také resting-state data.
- Nemusí uvažovat strukturální model (ale může).
- Nutná opatrnost při její aplikaci (při specifikaci strukturálního modelu; regionální variabilita HRF).
- Brzká budoucnost: GC na neuronální úrovni (částečný překryv s DCM)
