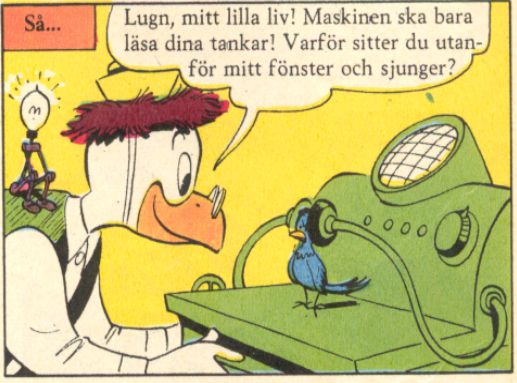




Funktionell MRI

Peter Mannfolk
VO-Bild och Funktion, Lund
Skånes Universitetssjukvård



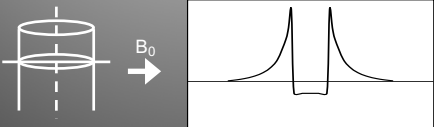
Så...
Lugn, mitt lilla liv! Maskinen ska bara läsa dina tankar! Varför sitter du utanför mitt fönster och sjunger?

Översikt

- fMRI – vad mäter vi?
- Hur mäter vi?
- Analys
- Kliniska applikationer och nya användningsområden

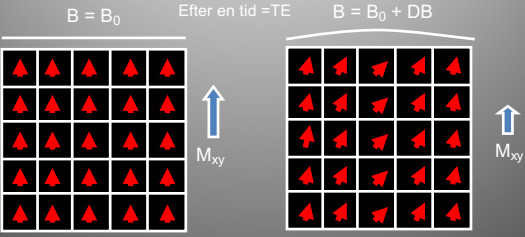
Några ord om susceptibilitet

- Ett mått på hur en substans påverkar styrkan hos det magnetiska fältet som passerar igenom det
 - Dia- Para- och Ferromagnetism
- Modell av blodkärl som en cylinder beskriver magnetfältet i dess omgivning:



Intravoxel-urfasning (T2*)

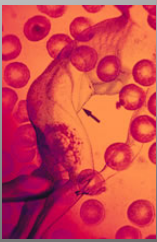
$B = B_0$ Efter en tid =TE $B = B_0 + \Delta B$



Homogent magnetfält i voxeln Varierande magnetfält i voxeln

Magnetiska egenskaper hos hemoglobin

- Oxyhemoglobin
 - Diamagnetiskt (liksom vävnad)
- Deoxyhemoglobin
 - Paramagnetiskt



BOLD - signalen

(Blood Oxygenation Level Dependent)

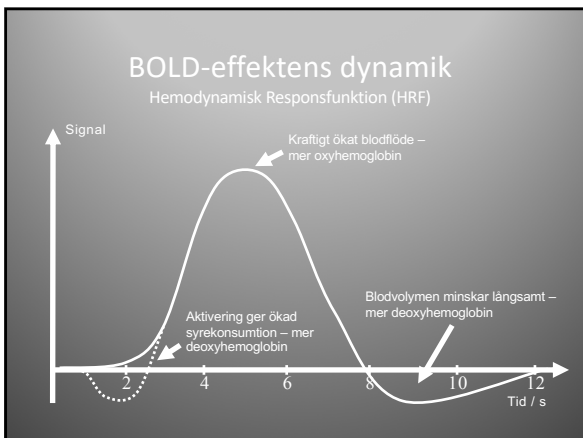
Vila

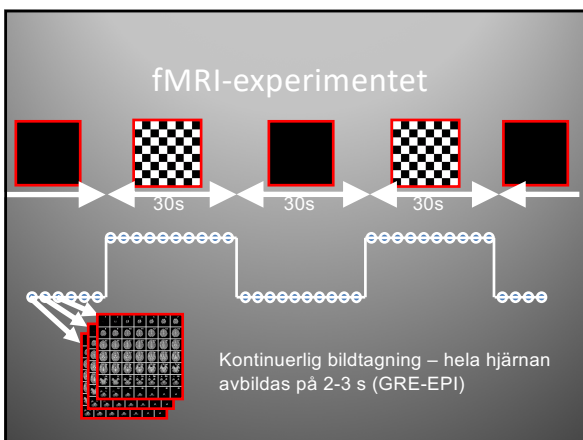
$\chi_{in} > \chi_{ut}$

Aktivering

$\chi_{in} \approx \chi_{ut}$

⇒ T2* blir längre vid aktivering, d.v.s. MR-signalen ökar





Vilka stimuli kan användas?

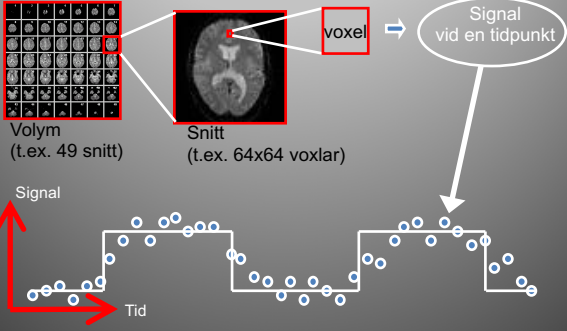
- Motorik
- Sensorik
- Språk
- Minne
- m.m.



Efter några inledande förbehandlingssteg...

- Rörelsekorrektion
- Spatiell filtrering (smoothing)
- Samregistrering med högupplöst volym
- Normalisering till standardrymd (Montreal Neurological Institute, MNI)

...kan vi analysera data



Volym (t.ex. 49 snitt)

Snitt (t.ex. 64x64 voxlar)

voxel

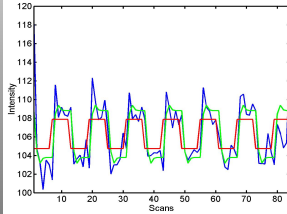
Signal vid en tidpunkt

Signal

Tid

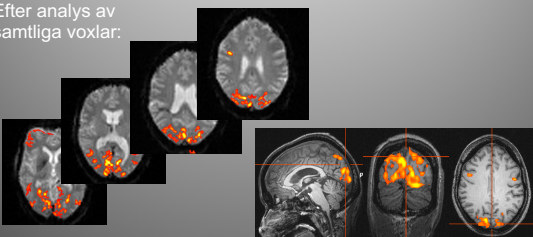
Statistisk analys

- Vår modell är experimentdesignen (paradigmet, **röd**)
- Förbättra modellen genom konvolution (fältning) med HRF (**grön**)
- Använd denna som referensfunktion
- Hur väl passar uppmätta data (**blå**) för varje voxel referensfunktionen?
- Statistiskt test ger sannolikhet för aktivering
 - (t-test, med tillhörande p-värde)



Statistisk analys

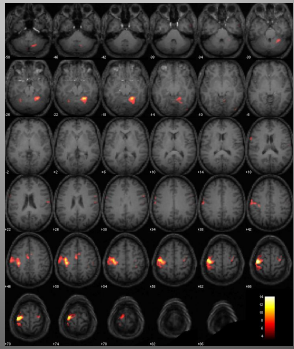
Efter analys av samtliga voxlar:



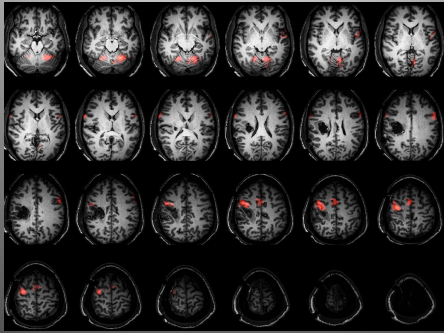
Voxlar med signifikant skillnad (här, $p=0.001$) mellan vila och stimulering färgkodas och överlagras på anatomisk bild

Motorisk aktivering

Cogito, ergo sum...



Klinisk nytta idag - prekirurgi



Problemfritt?

- Kräver patienter som kan medverka...
- ...och som ligger stilla
- Artefakter vid bildtagning påverkar känsligheten för BOLD-signalen
- Tolkning av resultat inte alltid så lätt...

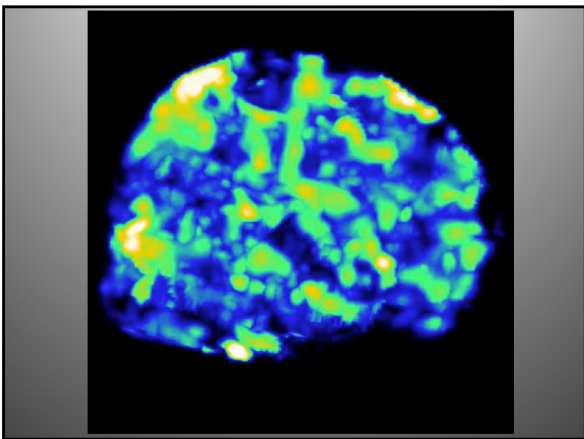
Kan vi lita på resultaten?

- fMRI på död lax
- Signifikant aktivering i 16 voxelar
- Har en död lax ett rikt inre liv?
- Statistisk tröskel, $p = 0.001$
- Ger sannolikheten att falskt klassificera en voxel som aktiv
- Många voxelar vid typisk fMRI – falskt positiva voxelar existerar!
- Går dock att kontrollera



Resting state fMRI

- fMRI utförd medan försökspersonen vilar eller sover



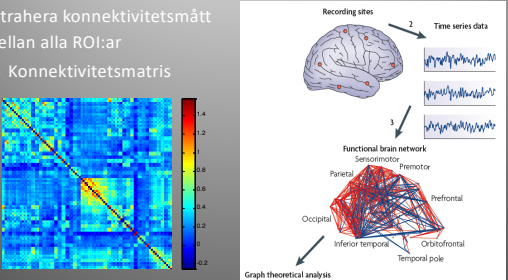
Resting state – funktionell konnektivitet

- Mät likheten mellan uppmätta tidsserier (medelserier för olika regioner, eller för enskilda voxlar)
- Regioner kan skapas från templat med olika upplösning
 - (t.ex. AAL*)
- Likhetsmått
 - Korrelation
 - Partiell korrelation
 - Mutual Information
 - Granger causality
 - Coherence
 - Synchronization

* Izouir-Mazoyer et al. NeuroImage 2002

Konnektivetsanalys


- Extrahera konnektivetsmått mellan alla ROI:ar
 - Konnektivetsmatrix



Bullmore and Sporns Nature Reviews 2009

Grafteori

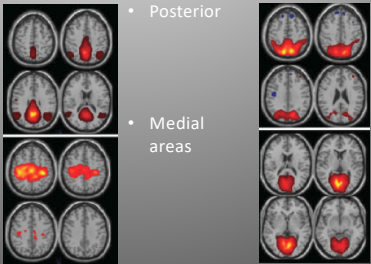
- Många mått tillgängliga för karakterisering av nätverk
 - Klustring
 - Navdetektion
 - Small world-karakteristik



Bullmore and Sporns Nature Reviews 2009

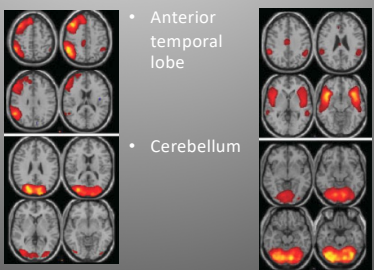
Ett antal nätverk är ständigt aktiva

- Default Mode
- Sensorimotor
- Posterior
- Medial areas



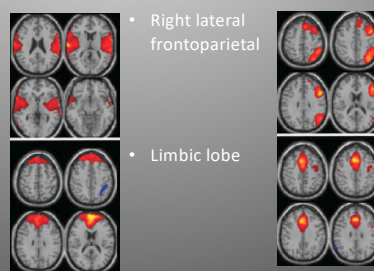
Ytterligare nätverk...

- Left lateral frontoparietal
- Lateral visual areas
- Anterior temporal lobe
- Cerebellum



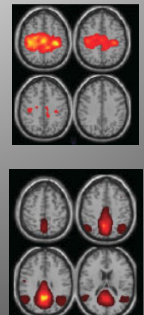
...och några till

- Temporal lobe
- Medial frontal
- Right lateral frontoparietal
- Limbic lobe



Resting state fMRI i klinik?

- Prekirurgi för "svåra" patienter?
- Verkar inte omöjligt
- Diagnostik?
- Alzheimer's, Parkinsons, SLE, m.fl.



Förändringar i funktionell koppling – Tidiga minnessvårigheter

•Nedsatt konnektivitet jämfört med kontrollgrupp
 •SCD – Subjective Cognitive Decline
 •aMCI – Amnesic Mild Cognitive Impairment

AFTONBLADET

Kanadensare i koma "svarade" på frågor

• Scott Routley, 39, råkade ut för en svår bilolycka för 12 år sedan. Foto: BBC

Gott om möjligheter, men dessa kanske leder till nya frågor?