

„ Az SZTE Kutatóegyetemi Kiválósági Központ tudásbázisának
kiszélesítése és hosszú távú szakmai fenntarthatóságának megalapozása
a kiváló tudományos utánpótlás biztosításával”



Klinikai Orvostudomány Doktori Iskola

Az MRtrix és az SPM nyújtotta lehetőségek az MRI képfeldolgozásban

Dr. Máté Adrienn

2013.04.29-05.23. Eberhard-Karls Universität, Tübingen, Németország



TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012 projekt



A projekt az Európai Unió támogatásával,
az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

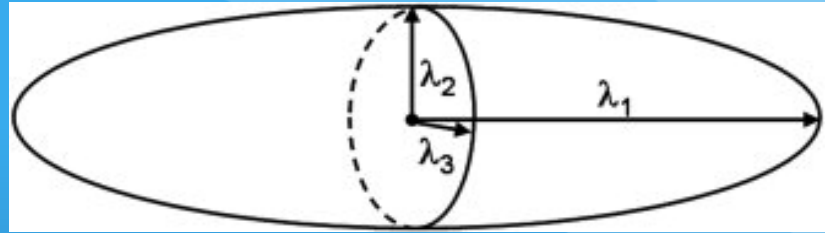
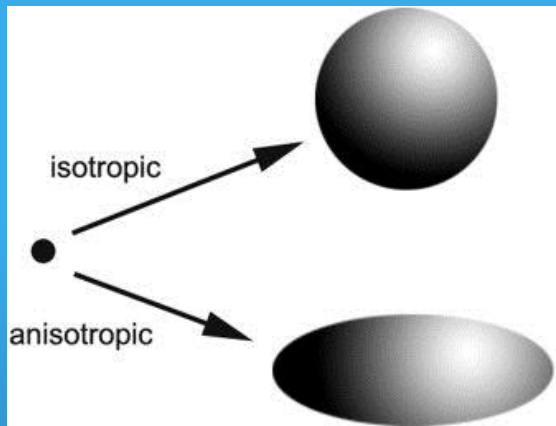
The image features a background of overlapping, semi-transparent blue shapes in various shades, creating a layered, abstract effect. The shapes are rounded and flow from the top-left towards the bottom-right. Centered in the middle of the image is the text "MRtrix" in a clean, white, sans-serif font. The letters are bold and clearly legible against the darker blue background.

MRtrix

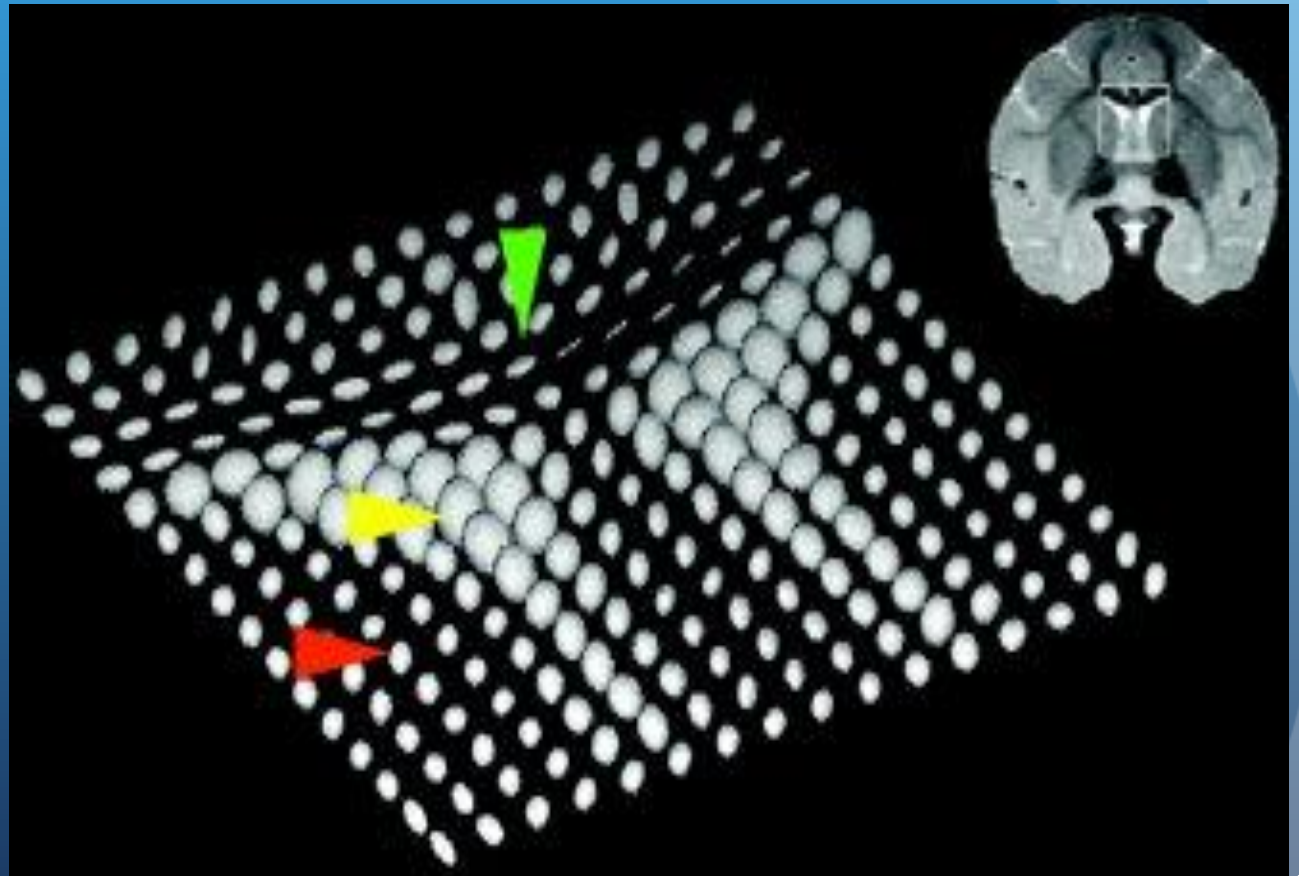
Bevezetés:

Diffúziós tenzor képalkotás (DTI)

- Mozgásra érzékeny MRI szekvencia (két extra pulzus grádiens a refókuszáló hullám előtt és után)
- A vízmolekulák állandó spontán hőmozgásán alapul (Brown-féle mozgás)
- A 3D mozgást a diffúziós tenzonnal lehet jellemezni
- Minden voxelben rekonstruálható lesz a 3 fő diffúziós irány ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)
- A vízmolekulák diffúziója a fehérállományi pályák lefutásának irányában anizotropikus, azaz mozgásuk pályája ellipszist formáz, melynek fő tengelye a rostok lefutásának irányába mutat
- Az ellipszis (tenzor) által meghatározott fő diffúziós irányokból következtethetünk a rostok lefutására



$$\bar{D} = \begin{vmatrix} D_{xx} & D_{xy} & D_{xz} \\ D_{xy} & D_{yy} & D_{yz} \\ D_{xz} & D_{yz} & D_{zz} \end{vmatrix}$$



Determinisztikus és probabilisztikus traktográfia

- A traktográfia során az egy-egy voxelen belüli értékek alapján az alkalmazott számítógépes program elkészíti az adott fehérállományi pálya rekonstrukcióját
- Determinisztikus módszer: voxelről voxelre haladva meghatározott kritériumok alapján összeköti a fő diffúziós irányokat (streamline algoritmus)
- Probabilisztikus traktográfia: valószínűségi térképet készít, arról hogy az adott voxel milyen valószínűséggel része a pályának
- A probabilisztikus traktográfia lehetővé teszi a szürkeállományi területek közötti kapcsolatok vizsgálatát is

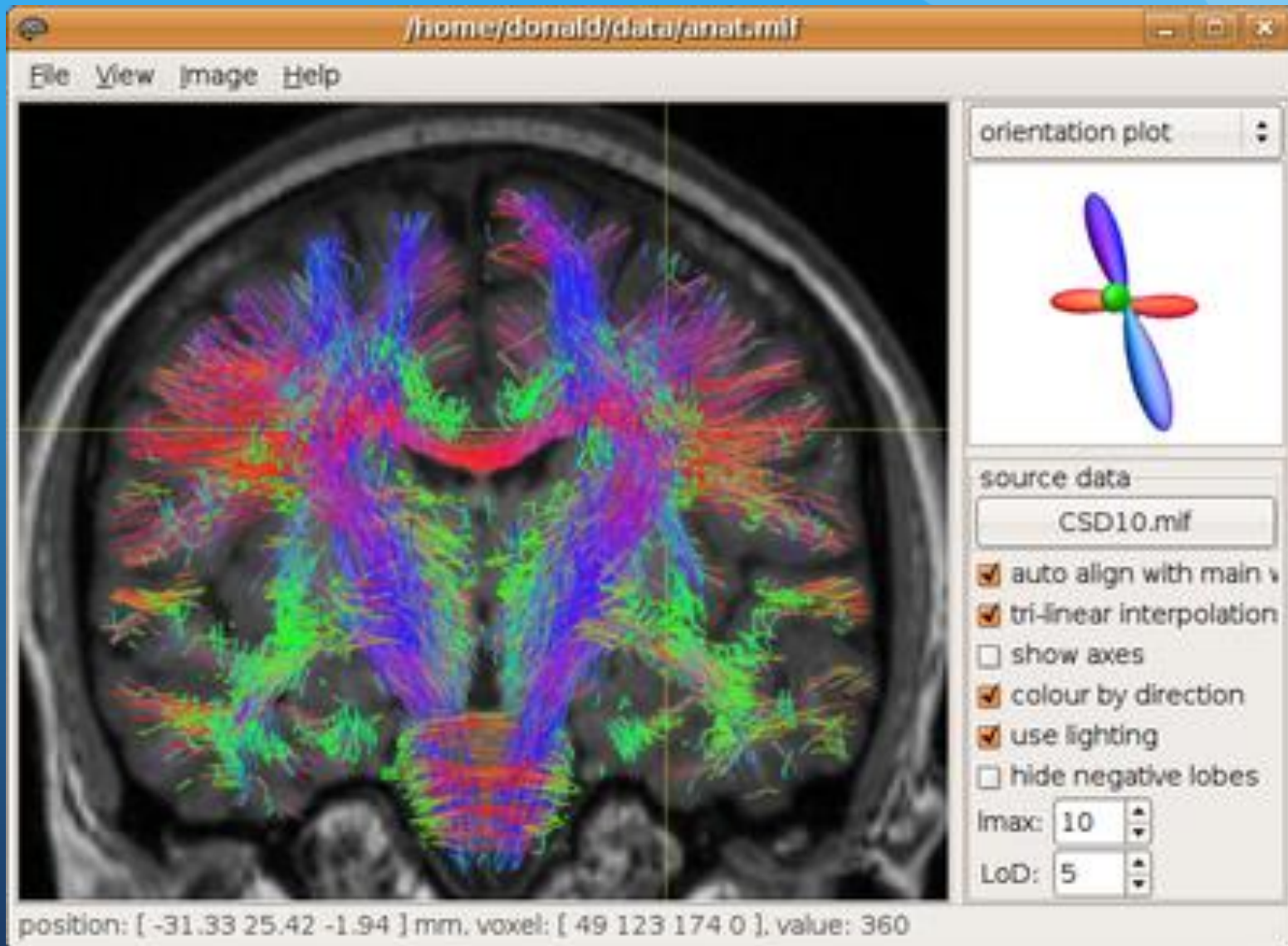
A tenzor modell hátrányai

- Minden voxelben egy fő diffúziós irányt vesz figyelembe, ezért gyakorlatilag egy rosttal számol
- Kimutatták, hogy az agyban a voxelek 90%-ban legalább 2 rost fut, melyek egymással érintkezhetnek, kereszteződhetnek, stb.
- A tenzor modell kevésbé jól alkalmazható a sok keresztezett rostot tartalmazó agyi régiókban

Fejlesztések a tenzor modellen túl

- Számos új traktográfiás módszer jelent meg a tenzor modell után, de klinikai alkalmazhatóságuk korlátozott volta miatt nem terjedtek el (hosszú akvizíciós vagy számítási idők)
- HARDI szekvencia (magas b érték >2000 mm/s² és legalább 45 irány), a szegedi MRI gépen ez kb. 15 perces szekvenciát jelent
- Q-ball (nem vált be)
- Constrained spherical deconvolution (CSD) (MRtrix!)
 - Gyors
 - Figyelembe tudja venni a kereszteződő rostokat, ezért bizonyos régiókban megbízhatóbban kirajzolja a rostokat, mint a DTI alapú traktográfia

Az Mrtrix program

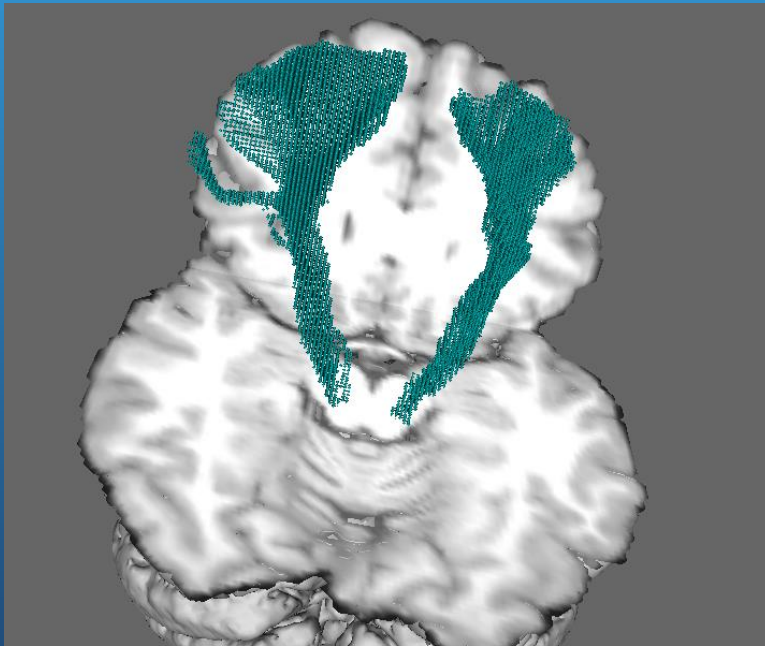


MRtrix

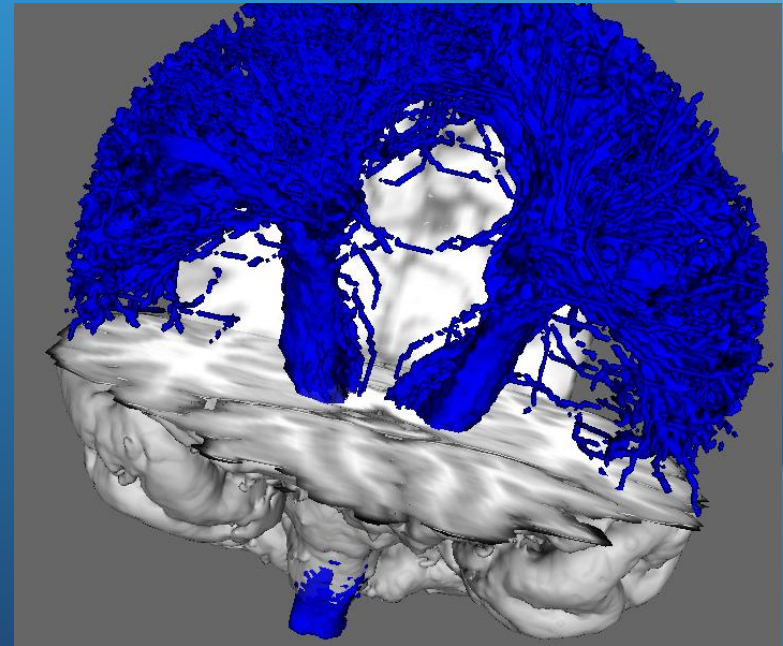
- Parancskészlet és egy képnézegető program (mrview)
- Alkalmazható MacOS X, Linux és Microsoft Windows környezetben is (a Mac OS-en a telepítés és az alkalmazások használata némileg problémásabb)
- Ingyenesen hozzáférhető
- Kevésbé kidolgozott és felhasználóbarát mint az FSL
- Egyes pre-processing lépéseket más programok (pl. SPM) segítségével kell megoldani (pl. motion correction, registration)
- Jelenleg nincs benne 3D viewer

Ugyanazon HARDI feldolgozása (corticospinalis pályák)

FSL HARDI (tenzor)



MRtrix HARDI (CSD)



MRtrix és FSL kompatibilitás

- Az eddigi DTI-traktográfias projekteket FSL segítségével végeztük
- Az FSL és az MRtrix közötti kompatibilitás megoldható, de az FSL által használt nifti formátum és az Mrtrix nifti formátuma nem kompatibilis, minden alkalommal konvertálás szükséges, főleg az FSL-MRtrix irány a problémás
- Az MRtrix HARDI szekvenciával készült diffúziós képeket igényel, az eddig készült vizsgálataink ennek a kritériumnak nem felelnek meg

Az MRtrix alkalmazhatósága a jövőbeli kutatási projekteinkben

- Leginkább újonnan induló, különálló projekteken van értelme felhasználni, ahol nincs szükség a korábban készült vizsgálataink eredményeinek felhasználására
- Szükséges legalább 10-15 egészséges alanyon HARDI szekvencia futtatása, hogy meg legyen a vizsgálatokhoz szükséges kontroll csoport
- Gyermekes esetében a HARDI hosszabb akvizíciós ideje miatt csak az altatást nem igénylő, jól kooperáló korcsoportban jön szóba

SPM

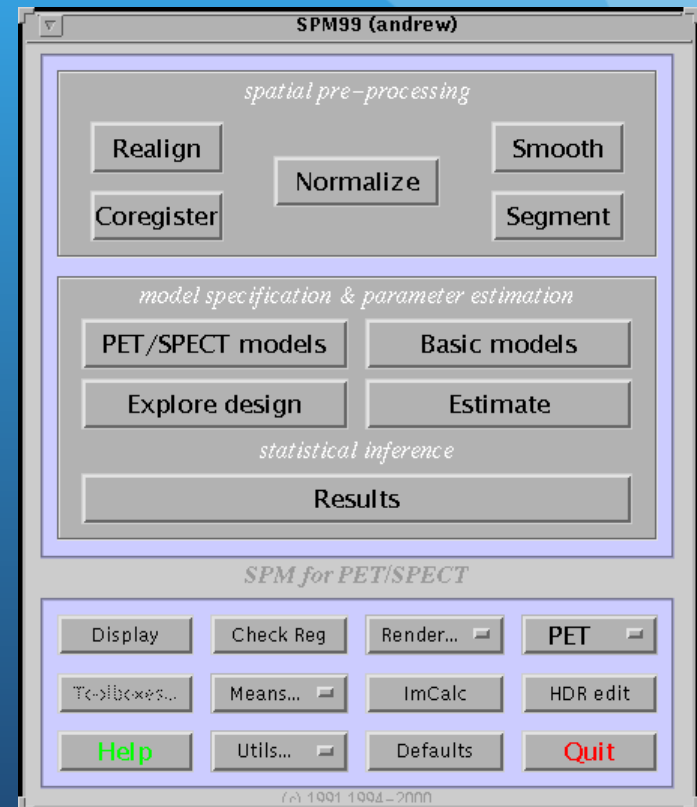
(Statistical Parametric Mapping)

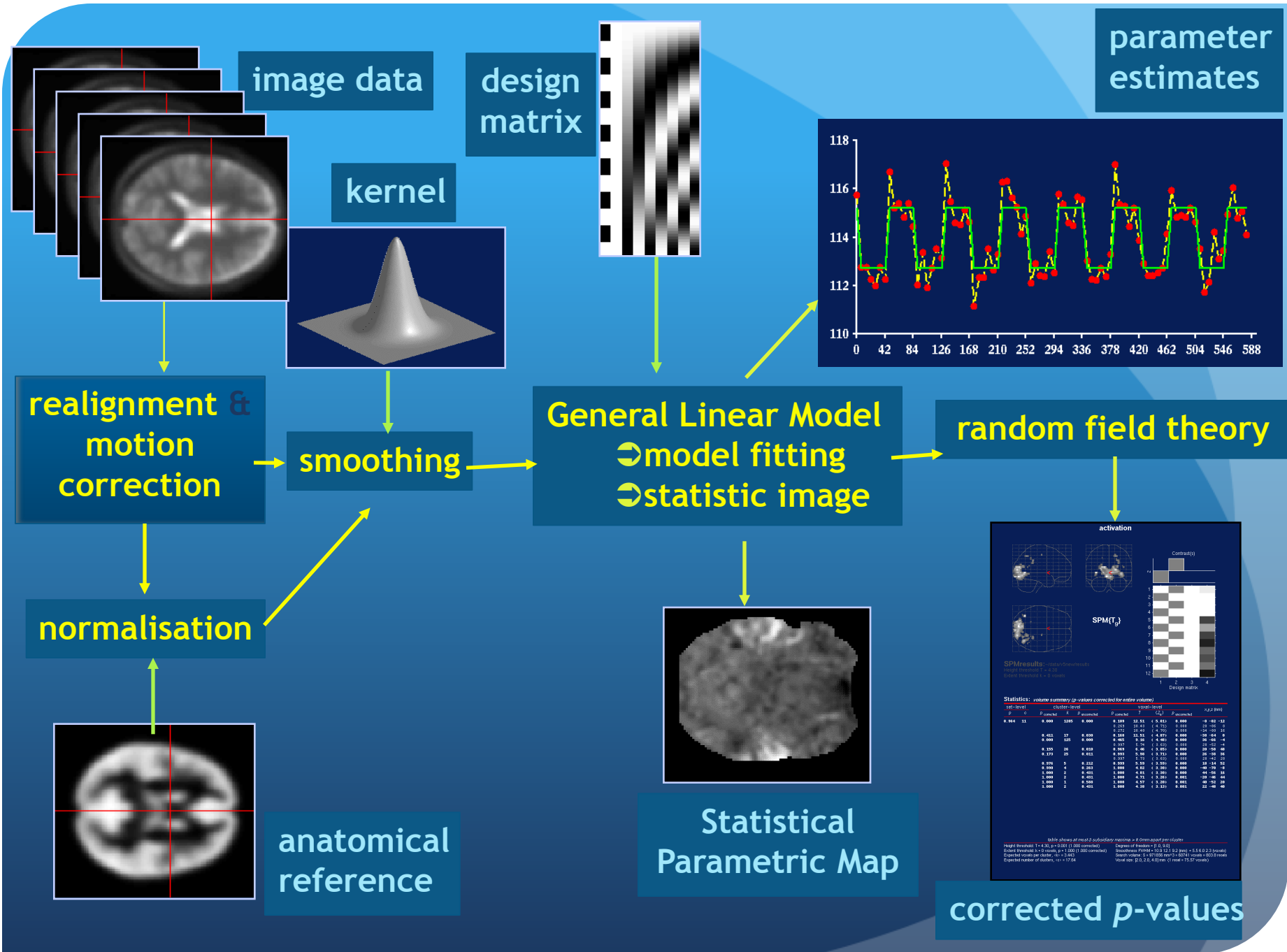
Jellemzők

- Az orvosi képzők elemzésével foglalkozó tudományos közösség nagyobb része ezt használja
- MATLAB alapú
- Becsapós: az SPM ingyenes szoftver, de a hozzá alapfeltételként szükséges Matlab licence kb 2000 dollár
- Alkalmas fMRI, EEG, PET analízisére is
- General Linear Modell analízist alkalmaz

Jellemzők II.

- fMRI analízisek automatizálására is alkalmas
- Minden funkció szabadon programozható, szofisztikáltabb analízist tesz lehetővé, kevésbé „off-the-shelf”
- Különböző alfunkciói önmagukban is hasznosak lehetnek (pl. regisztráció, szegmentáció)





parameter estimates

image data

design matrix

kernel

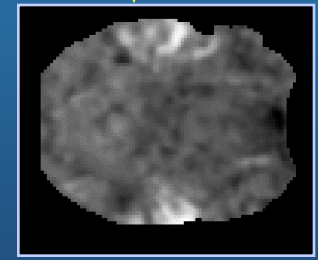
realignment & motion correction

smoothing

General Linear Model
 ↻ model fitting
 ↻ statistic image

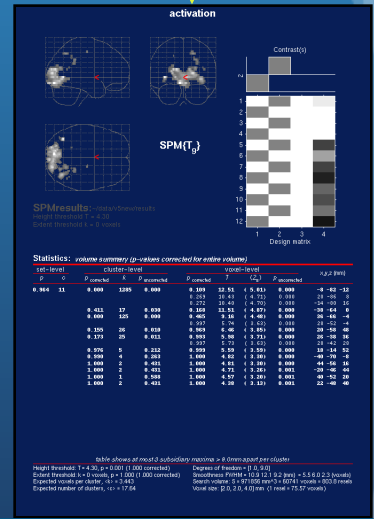
random field theory

normalisation

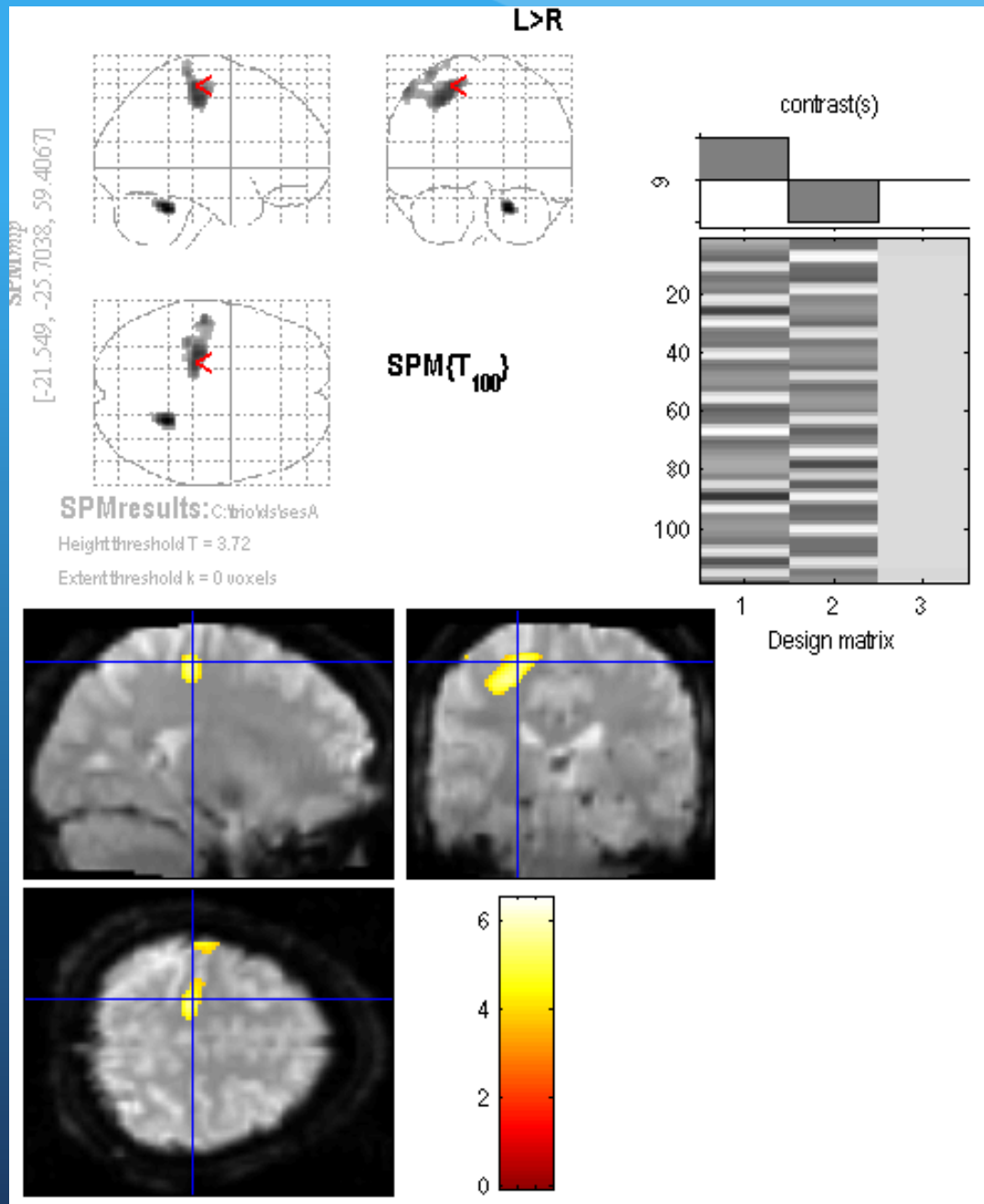


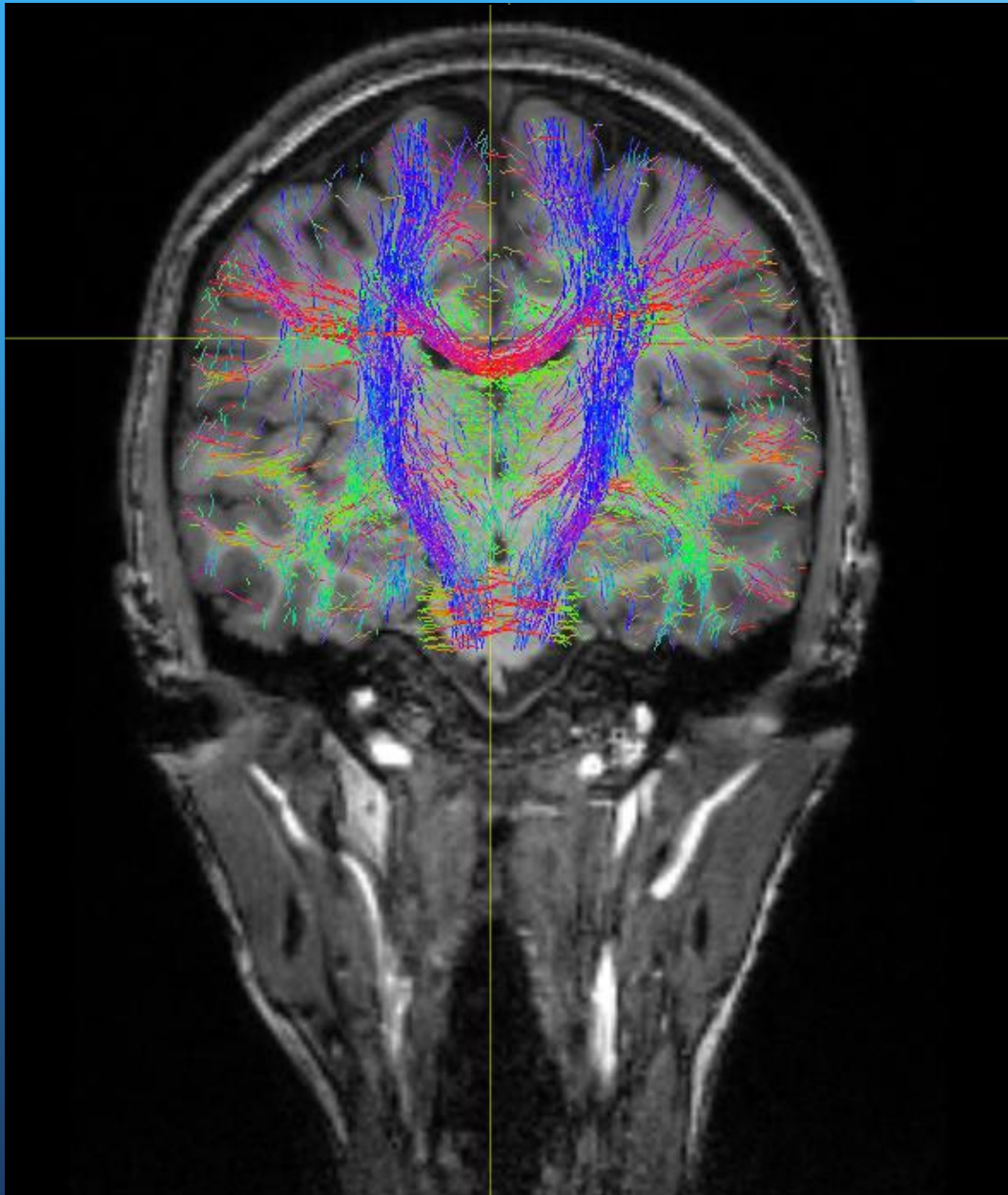
Statistical Parametric Map

anatomical reference



corrected p-values





Köszönöm a
figyelmet!