

Diffúziós-tensoros MR vizsgálatok felhasználási lehetőségei

2. Pályavizsgálatok (traktográfia) típusainak bemutatása

Dr. Valálik István



Rostkötegek szerinti színekódolás



Keresztező rostok „crossing fibers”

A diffusion tensor imaging (DTI) model fő korlátja, hogy a rostok egyetlen orientációját veszi figyelembe voxelenként, amit az egységvektor fejez

Ez a szituáció kereszteződő rostok esetén egy egység vektorral nem fejezhető ki

“crossing fibers” terminológia arra is vonatkozik, amikor elhajlás, kanyarulat, vagy elágazás van egy voxelen belül ki (Mori és Tournier, 2013).

A fehérállományban többirányú rost orientáció akár a voxelek to 90%-ában is előfordulhat (Jeurissen et al., 2013).

Traktográfiai módszerek

Alternatív módszerek a limitációk leküzdésére:

persistent angular structure MRI (PAS-MRI) (Jansons and Alexander, 2003)
 Diffusion spectrum imaging (DSI) (Wedeen et al., 2005),
 Spherical deconvolution (SD) (Tournier et al., 2004)
 Spherical harmonic deconvolution (SHD)
 Constrained spherical deconvolution - CSD
 Q-ball imaging (Tuch, 2004)
 Track density imaging (Calamante, Tournier és mtsai 2010)
 Probabilisztikus (valószínűségű) pályavizsgálat (Behrens, 2003)

Constrained Spherical Deconvolution (CSD)

(Tournier és mtsai, 2004) - az egy voxelen belüli rost orientációk eloszlásának értékelése

High angular resolution diffusion weighted imaging (HARDI) az alap (50-200irány)

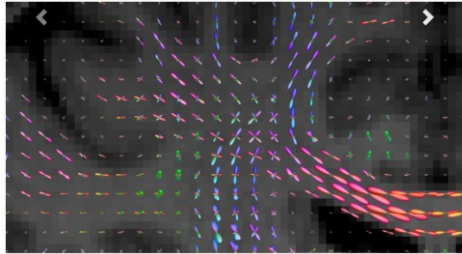
2500 – 3000 s/mm² b-érték szükséges, bár 1000-1200 is adhat jó eredményt

Rost orientáció fiber orientation distribution (FOD).

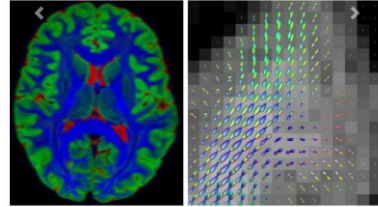
Érzékeny a zajokra, de viszonylag gyors, a klinikumban is használható (kb 10 perc)

Több tanulmány is igazolta, hogy részletgazdagabb (Farquharson et al., 2013; Mormina et al., 2015).

CSD



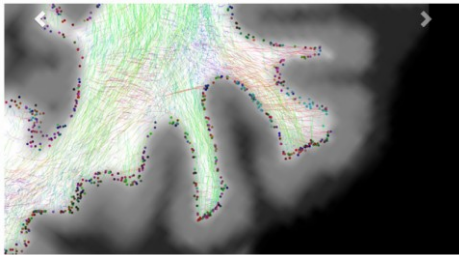
Multi-tissue (3-tissue) CSD



Multi-Shell Multi-Tissue CSD (MSMT-CSD)

Többféle szövet elkülönítésére is használható

ACT



Anatomically Constrained Tractography (ACT)

Effective use of anatomical information, built right into the tracking framework, an essential basis for biologically meaningful connectomics.

Q-ball technika

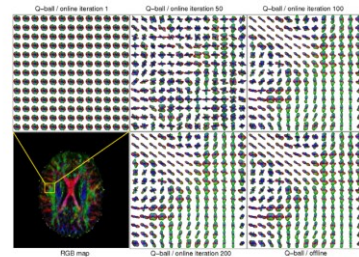
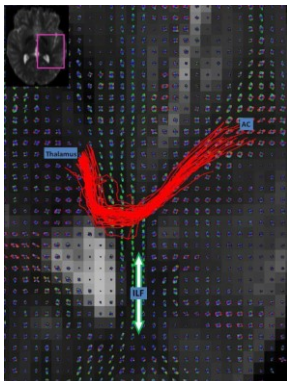


Fig. 5. Real-time processing of a Q-ball ODF map using the Q1 Kalman filter during an ongoing Q1 scan of $b = 3000 \text{ s/mm}^2$ with 200 diffusion gradient orientations; the bottom row displays a direction encoded color map (left) on which is drawn a region of interest inside the white matter, containing fibre crossings and homogeneous voxels, and the corresponding map of Q-ball ODFs (right) processed with the offline routine; the top row and the bottom right shows the iterations 1, 50, 100 and 200 of the same ODF map calculated with the online Kalman filter.

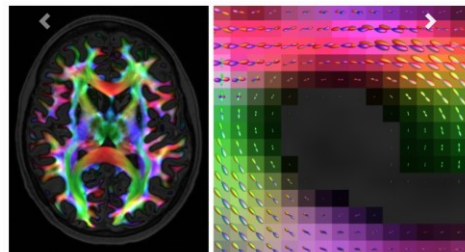


Q-ball rekonstrukció

HARDI adatok alapján a hallókéreg és a thalamus kapcsolata

inferior longitudinal fasciculus (ILF).

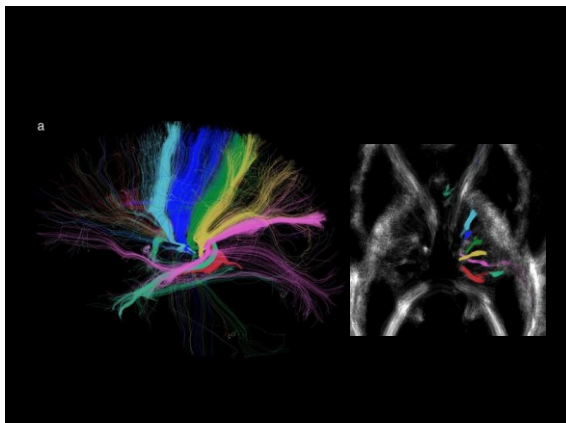
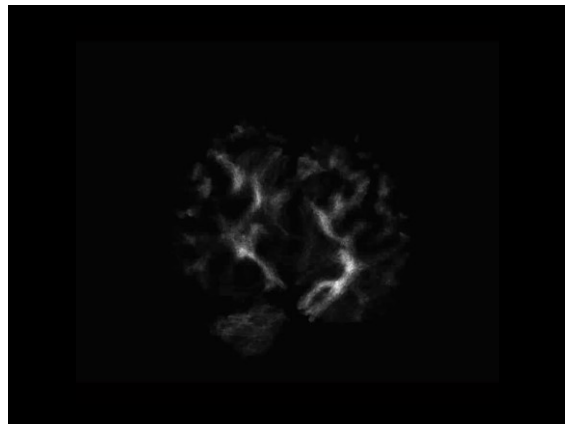
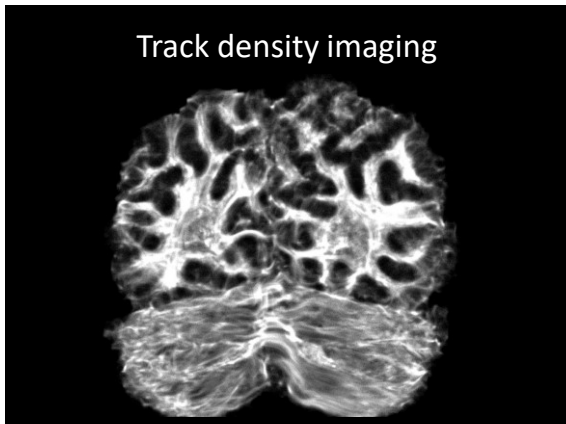
Track (Tract) density imaging



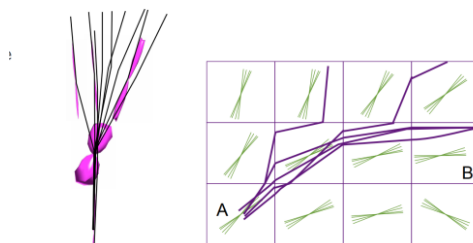
Track Weighted Imaging framework

Several mechanisms to map distributions of tracks to image grids, including Track Density Imaging (TDI) and Track Orientation Density Imaging (TODI).

Track density imaging

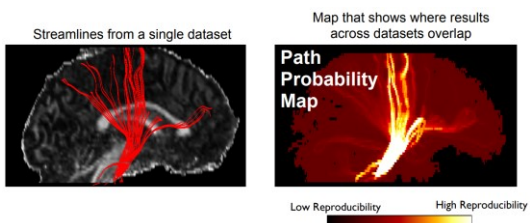


Valószínűség alapú (probabilisztikus)



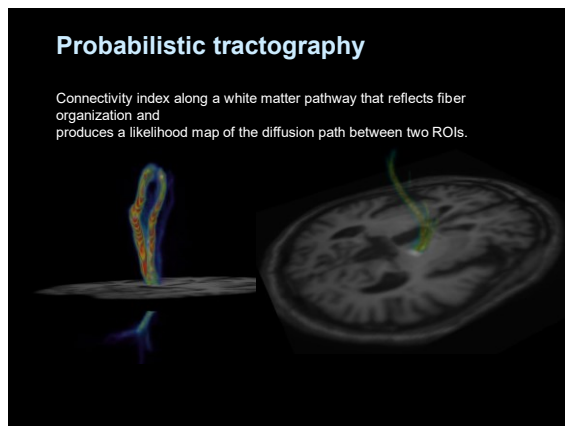
Probabilistic tractography
Behrens et al, 2003, Parker et al. 2003,
Haqmann et al 2003, Jones et al. 2004

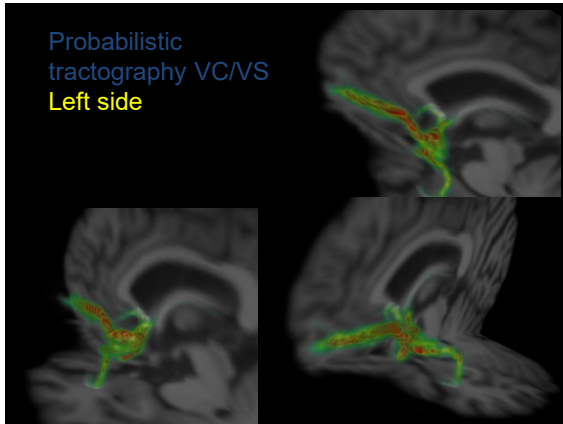
Összehasonlítás



Probabilistic tractography

Connectivity index along a white matter pathway that reflects fiber organization and produces a likelihood map of the diffusion path between two ROIs.





Összefoglalás

T1-T2 súlyozott MRI – hidrogén protonok relaxációs ideje a szövetektől függően

DWI – diffúzió súlyozott MRI – a diffúzió nagyságát mutatja irányultság nélkül

DTI – diffúziós tenzoros MRI – a diffúzió nagyságát és irányát mutatja

Determinisztikus traktográfia – 1 voxel – 1 egységvektor

„Crossing fibers” probléma

CSD, Q-ball, ACT, FBA, Track density imaging

probabilisztikus traktográfia,

Köszönöm a figyelmet!