

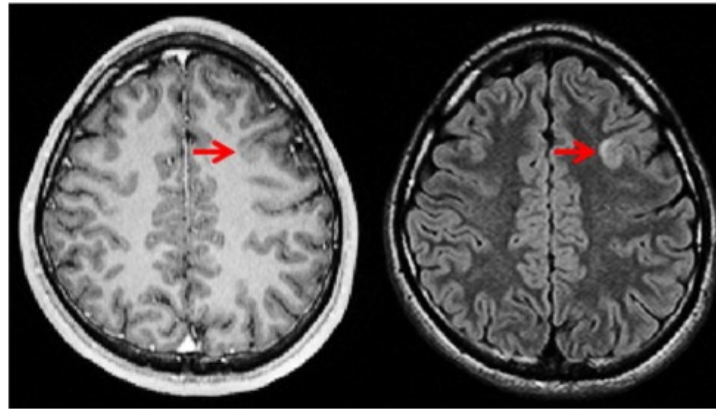
Grunnleggende Bildebehandling

Forelesninger for RAD230
Ivan I. Maximov

Registrering



Flere modaliteter, fx, MRI og PET.
Vi må se det samme anatomiske regioner
på begge modaliteter.



Flere modaliteter men for det samme
teknikken (MRI).
Vi må se det samme anatomiske regioner
for mest voxel.

Registrering

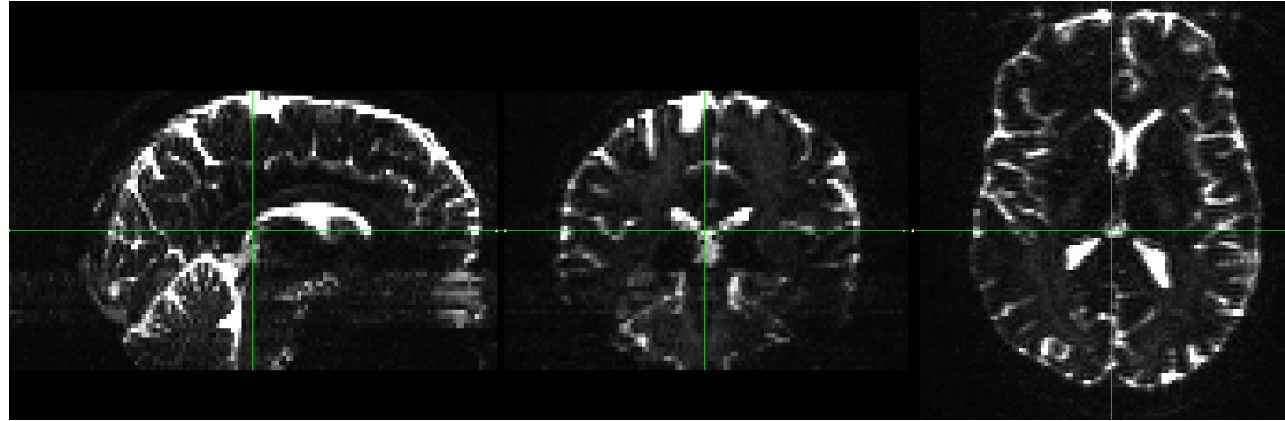
Enkelt eksempel: hvordan kan vi ha bedre SNR etter flere målinger?

Vi har 4 målinger for T_2 kontrast og noen problemer med eddy currents artefakter.

Steg 1: vi vil vite info om nifti fil med

fslinfo T2.nii.gz

```
data_type      INT16
dim1           110
dim2           134
dim3           60
dim4           4
datatype       4
pixdim1        1.597015
pixdim2        1.597015
pixdim3        2.000000
pixdim4        8.630000
cal_max        0.000000
cal_min        0.000000
file_type      NIFTI-1+
```



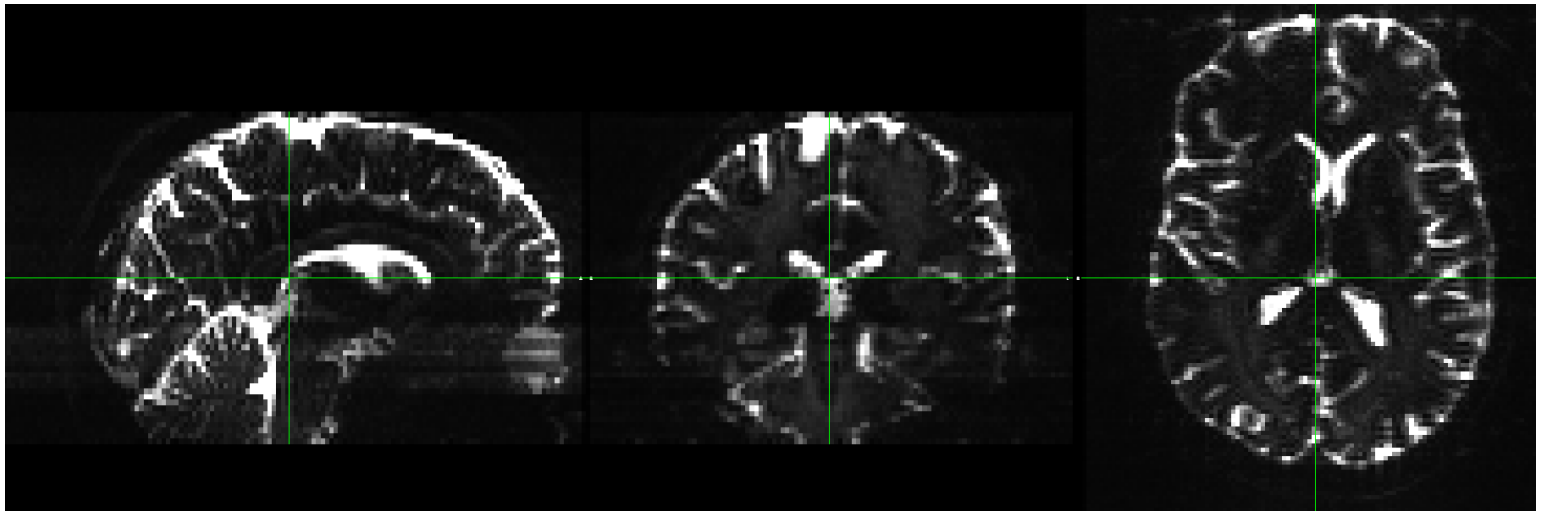
Registrering

Det enkelte eksempel for å registrere vi brukte:

eddy_correct

Forbedre SNR:

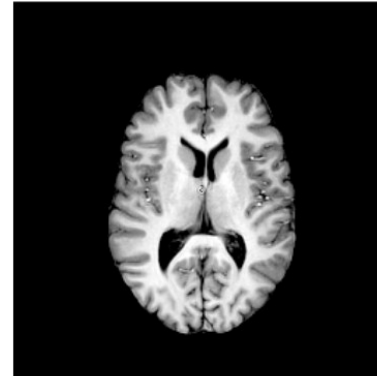
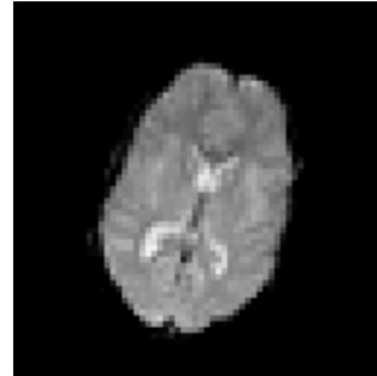
fslmaths input_bilde -Tmean output_bilde



Registrering

Før jobber vi med registrering, vi skal sjekke flere viktige begreper om bilder, transformasjon og pågående matematikk.

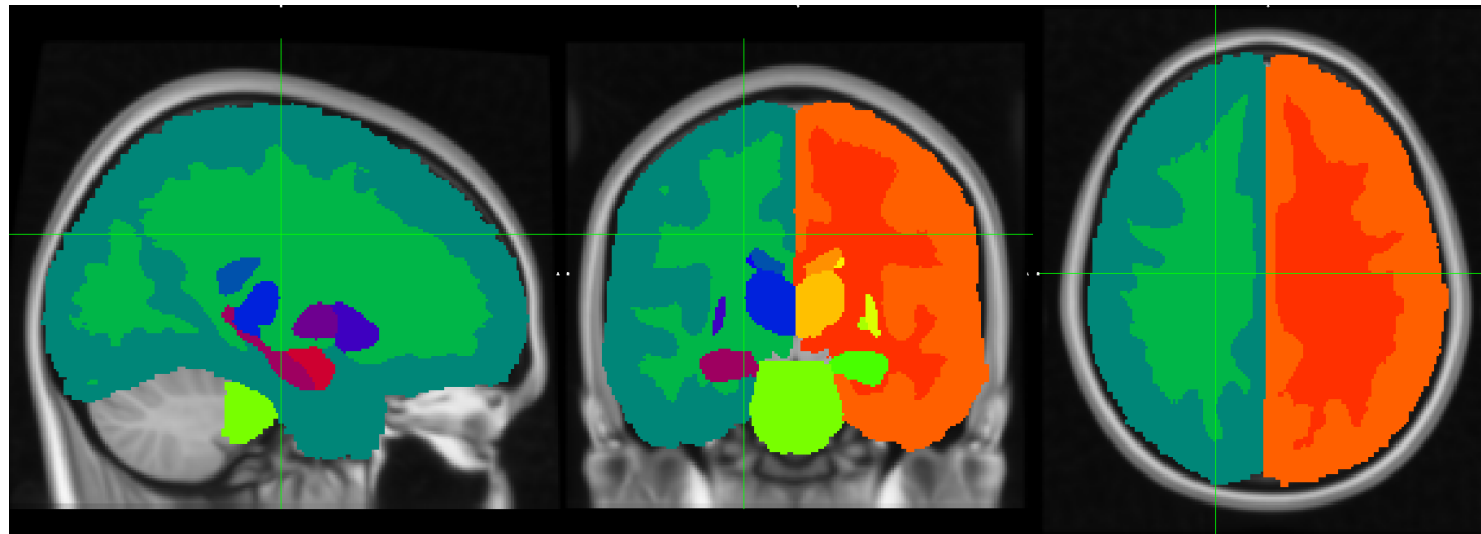
1. Rom (space). Hvert bilde er i det eget rommet. Man kan tenke på dette som oppløsningen eller se på *fslinfo*
2. Transformasjon og matematikk. Det er noen regler hvilke gir oss en mulighet å gå mellom forskjellige rom (oppløsninger) frem og tilbake.



Registrering

Man kan bruke rommet kjent som STANDARD rommet. Det er veldig nyttig fordi der kan man definere mange ting og bli sikkert at alle mennesker har det samme regioner. Det hetter også ATLAS.

Harvard-Oxford probability atlas



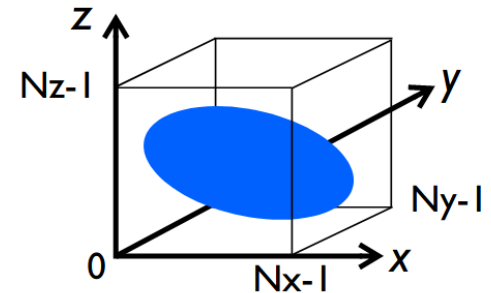
Registrering

Transformasjon

Her kommer vi tilbake til matriser og lineær algebra.
Tenk på transformasjonen som 3D MATRISE.
Da skal vi finne noen matrise som jobber for oss på
definert måtet.

Hver voxel på bildet har noen koordinater.
Det kan være som matrise størrelse eller
noen spesielle koordinater.

Location	
Coordinates: MNI152	
History Location	Voxel location
-0.7499771	181
-17.25002	217
18.74998	181
Volume	0



Registrering

Transformasjon er lov hvordan kommer vi fra gamle koordinater til nye

Nye

Gamle

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & e_{13} & e_{14} \\ e_{21} & e_{22} & e_{23} & e_{24} \\ e_{31} & e_{32} & e_{33} & e_{34} \\ e_{41} & e_{42} & e_{43} & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Lov

Registrering

Transformasjon for 2D tilfellet

Koordinater

$$\begin{aligned}x\text{-translation: } x' &= x + p \\ y' &= y\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}y\text{-translation: } x' &= x \\ y' &= y + q\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rotation: } x' &= x * \cos(\theta) + y * \sin(\theta) \\ y' &= -x * \sin(\theta) + y * \cos(\theta),\end{aligned}$$

Matriser

$$x\text{-translation: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & p \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$y\text{-translation: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & q \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Rotation: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Registrering

6 DOF – 6 degree of freedom eller rigid transformation
Rotasjon og Translasjon

Registrering

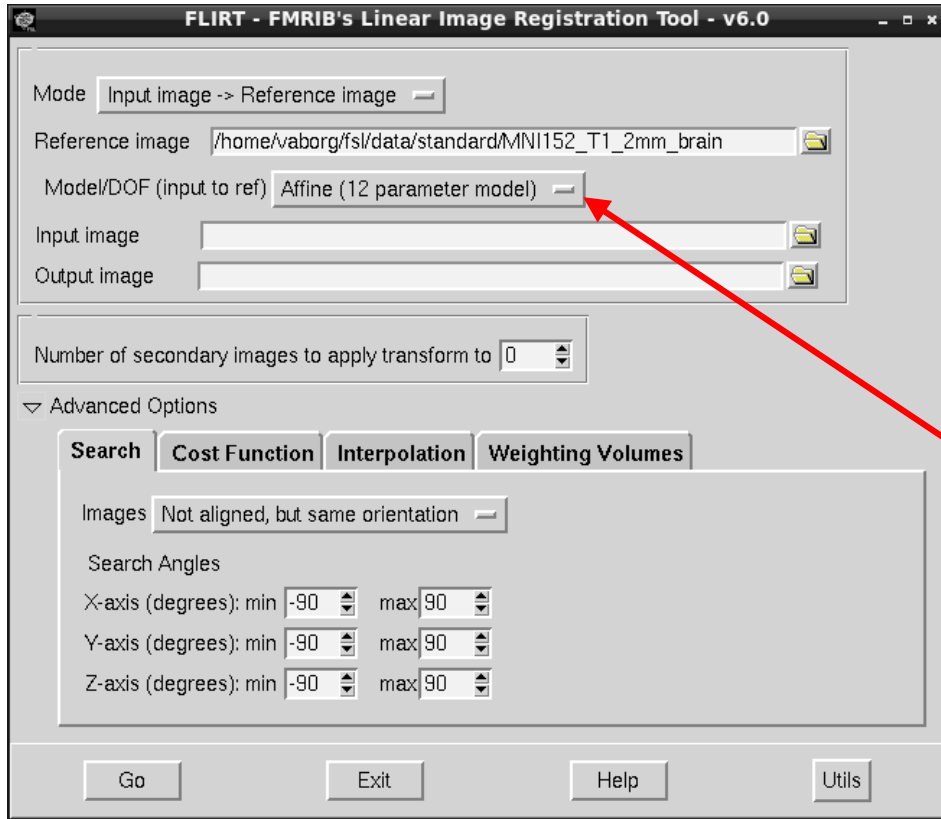
$$\begin{bmatrix} X_{\text{scaled}} \\ Y_{\text{scaled}} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Scale}_x & 0 & 0 \\ 0 & \text{Scale}_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_{\text{translated}} \\ Y_{\text{translated}} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & D_x \\ 0 & 1 & D_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_{\text{rotated}} \\ Y_{\text{rotated}} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix}$$

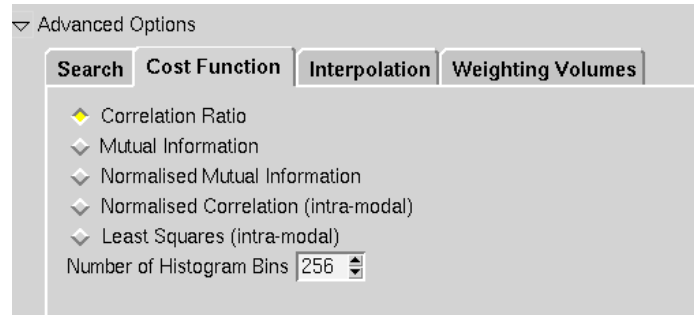
12 DOF – 12 degree of freedom
dette er AFFINE transformasjon

Registrering

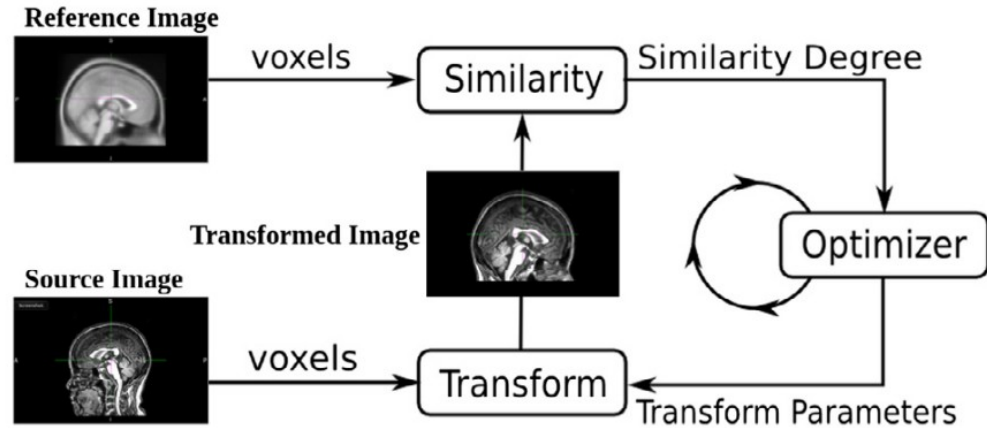


FLIRT – lineær transformasjon
utiliti fra FSL. Dere kan velge hva
slags DOF kan dere bruke for bilde
registrering.

Registrering



Vi skal bruke et mål av godhet: er registrering god nok?



Registrering

Least Squares	<i>Same modality</i> (exact sequence parameters)
Normalised Correlation	<i>Same modality</i> (can change brightness & contrast)
Correlation Ratio	<i>Any MR modalities</i>
Mutual Information	<i>Any modalities</i> (including CT, PET, etc.)
Normalised Mutual Info.	<i>Any modalities</i> (including CT, PET, etc.)
BBR	<i>Within-subject EPI to structural</i> (see later)

Registrering

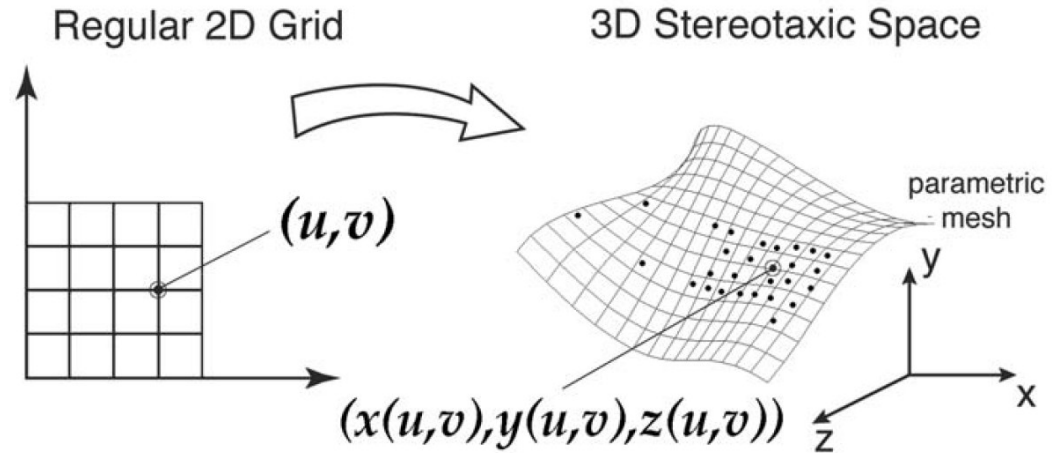
Non-lineær registrering.

Vi skal beskrive transformation som en løsning av spesielle differensial ligninger.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d_x(x, y, z) \\ d_y(x, y, z) \\ d_z(x, y, z) \\ 0 \end{bmatrix}$$

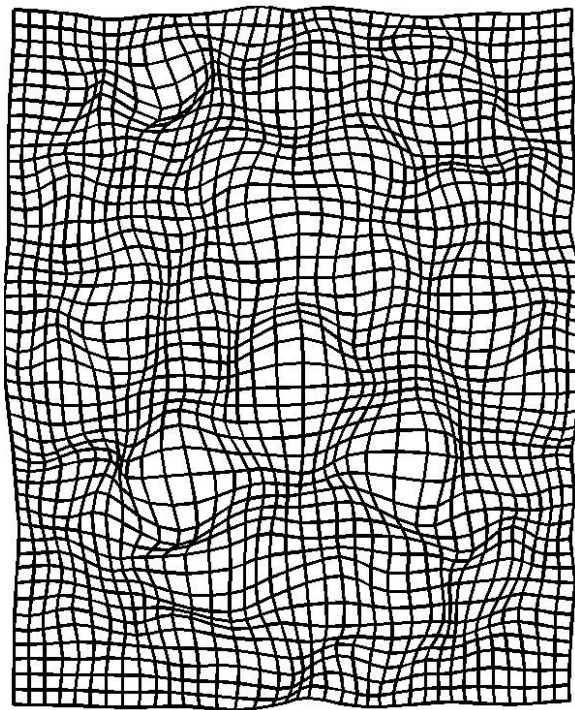
Warp field

PARAMETRIC MESH CONSTRUCTION



Registrering

Eksampel for warp felt



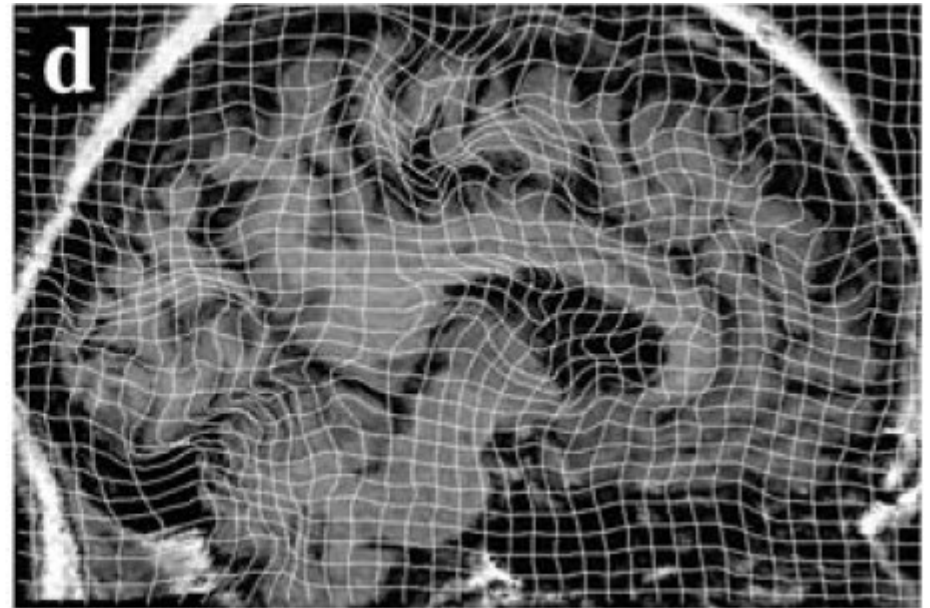
```
Usage:
fnirt --ref=<some template> --in=<some image>
fnirt --ref=<some template> --in=<some image> --infwhm=8,4,2 --subsamp=4,2,1 --warpres=8,8,8

Compulsory arguments (You MUST set one or more of):
--ref      name of reference image
--in       name of input image

Optional arguments (You may optionally specify one or more of):
--aff      name of file containing affine transform
--inwarp   name of file containing initial non-linear warps
--intin    name of file/files containing initial intensity mapping
--cout     name of output file with field coefficients
--iout     name of output image
--fout     name of output file with field
--jout     name of file for writing out the Jacobian of the field (for diagnostic or VBM purposes)
--refout   name of file for writing out intensity modulated --ref (for diagnostic purposes)
--intout   name of files for writing information pertaining to intensity mapping
--logout   Name of log-file
--config   Name of config file specifying command line arguments
--refmask  name of file with mask in reference space
--inmask   name of file with mask in input image space
--applyrefmask Use specified refmask if set, default 1 (true)
--applyinmask Use specified inmask if set, default 1 (true)
--imprefm   If =1, use implicit masking based on value in --ref image. Default =1
--impinm   If =1, use implicit masking based on value in --in image, Default =1
--imprefval Value to mask out in --ref image. Default =0.0
--impinval  Value to mask out in --in image. Default =0.0
--minmet    non-linear minimisation method [lm | scg] (Levenberg-Marquardt or Scaled Conjugate Gradient)
--miter     Max # of non-linear iterations, default 5,5,5
--subsamp   sub-sampling scheme, default 4,2,1,1
--warpres   (approximate) resolution (in mm) of warp basis in x-, y- and z-direction, default 10,10,10
--splinesorder Order of spline, 2->Quadratic spline, 3->Cubic spline. Default=3
--infwhm    FWHM (in mm) of gaussian smoothing kernel for input volume, default 6,4,2,2
--reffwhm   FWHM (in mm) of gaussian smoothing kernel for ref volume, default 4,2,0,0
--regmod    Model for regularisation of warp-field [membrane energy bending_energy], default bending_energy
--lambda    Weight of regularisation, default depending on --ssqlambda and --regmod switches. See user documentation.
--ssqlambda If set (=1), lambda is weighted by current ssq, default 1
--jacrange  Allowed range of Jacobian determinants, default 0.01,100.0
--refderiv  If =1, ref image is used to calculate derivatives. Default =0
--intmod    Model for intensity-mapping [none global_linear global_non_linear local_linear global_non_linear_with_bias local_non_linear]
--intorder  Order of polynomial for mapping intensities, default 5
--biasres   Resolution (in mm) of bias-field modelling local intensities, default 50,50,50
--biaslambda Weight of regularisation for bias-field, default 10000
--estint    Estimate intensity-mapping if set, default 1 (true)
--numprec   Precision for representing Hessian, double or float. Default double
--interp    Image interpolation model, linear or spline. Default linear
-v,--verbose Print diagnostic information while running
-h,--help    display help info
```


Registrering

Eksempel for warping felt og hjernen transformasjon etter fnirt.



Registrering

Oppgave 2: å vurdere en kvalitet for registrering mellom bildet fra Oppgave 1 og 2 med FLIRT utiliti. Bruk alle cost funksjoner. Før dere kan bruke T₂ bilder, sjekk det med *fslinfo* og forbedre med *fslmaths*.

Oppsummer resultater og si når kan man få den beste kvaliteten for registrering.