



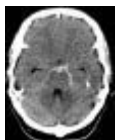
Designspecifikation

Anders Eklund

Version 1.1

Status

Granskad		
Godkänd		



Segmentering av MR-bilder med ITK

LiTH
2006-05-12

PROJEKTIDENTITET

MCIV 2006 VT
Linköpings Tekniska Högskola, CVL

Namn	Ansvar	Telefon	E-post
Fredrik Larsson	Projektledare (PL)		frela070@student.liu.se
Anders Eklund	Dokumentansvarig (DOK)		andek034@student.liu.se
Lars Arvidsson	Designansvarig (DES)		larar125@student.liu.se
Nils Ingemars	Testansvarig (TST)		nilin308@student.liu.se
Linus Gustafsson	Kvalitetsansvarig (KVA)		lingu023@student.liu.se

Kund: Context Vision, 582 23 LINKÖPING,
tel. 013-35 85 50, fax: 013-10 42 82, info@contextvision.se

Kontaktperson hos kund: Hagen Spies, tel. 013 – 35 85 64, hagen.spies@contextvision.se

Kursansvarig: Klas Nordberg, tel. 013-28 16 34, klas@isy.liu.se

Handledare: Johan Wiklund, tel. 013-281359, jowi@isy.liu.se, Anders Moe, tel. 013-28 26 39, moe@isy.liu.se



Segmentering av MR-bilder med ITK

Innehåll

1	ÖVERSIKT AV SYSTEMET.....	5
1.1	GROV BESKRIVNING AV SYSTEMET	5
1.2	BEROENDEN TILL ANDRA SYSTEM.....	5
1.3	INGÅENDE DELSYSTEM	6
2	MATLAB GUI.....	6
3	CIV.....	12
3.1	FUNKTIONER.....	12
3.1.1	<i>Funktion: mciv_watershed2D.....</i>	<i>13</i>
3.1.2	<i>Funktion: mciv_watershed3D.....</i>	<i>14</i>
3.1.3	<i>Funktion: mciv_geodesic2D</i>	<i>15</i>
3.1.4	<i>Funktion: mciv_geodesic3D</i>	<i>16</i>
3.1.5	<i>Funktion: mciv_fastmarching2D</i>	<i>17</i>
3.1.6	<i>Funktion: mciv_fastmarching3D</i>	<i>18</i>
3.1.7	<i>Funktion: mciv_slice.....</i>	<i>19</i>
3.1.8	<i>Funktion: mciv_mpr.....</i>	<i>19</i>
3.1.9	<i>Funktion: mciv_mip.....</i>	<i>20</i>
3.1.10	<i>Funktion: mciv_surface</i>	<i>20</i>
3.1.11	<i>Funktion: mciv_mxvtkconvert</i>	<i>21</i>
4	IMPLEMENTERINGSORDNING OCH UPPSKATTAD TIDSÅTGÅNG	22
4.1	IMPLEMENTERING I C++	22
4.2	IMPLEMENTERING I MATLAB	22
	REFERENSER.....	23



Segmentering av MR-bilder med ITK

LiTH

2006-05-12

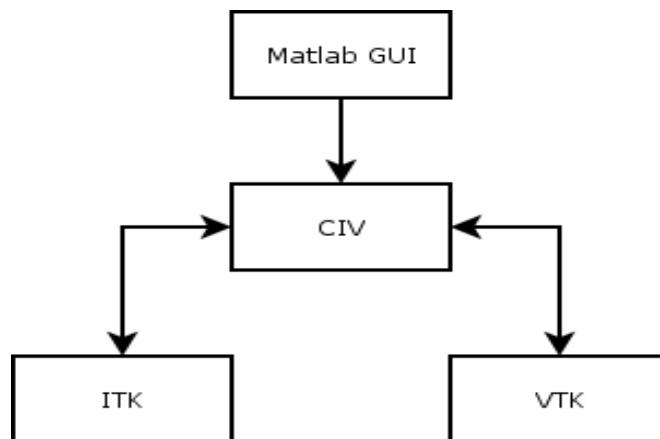
Dokumenthistorik

version	datum	Utförda förändringar	utförda av	granskad
0.1	2006-03-02	Första utkastet	Alla	Alla
1.0	2006-03-02	Slutgiltig version	FL, LA	Alla
1.1	2006-05-12	Diverse ändringar	AE, NI, LG	Alla



Segmentering av MR-bilder med ITK

1 Översikt av systemet



Figur 1. Denna bild visar en översikt av systemet.

1.1 Grov beskrivning av systemet

Ett Matlab-GUI som genom ett externt program använder sig av biblioteken ITK och VTK för segmentering och visualisering av medicinska bilder.

Programmet startas genom att i kommandoraden i Matlab skriva kommandot *MCIV*. Detta startar upp GUI't. Via GUI't sköts inläsning och nedsparning av bilder från/på fil. Inställning av de aktuella parametrarna för segmentering och visualisering sköts också via GUI't. Då segmentering/visualisering önskas utföras anropas korresponderande mex-fil med korrekt inbild/volym och berörda parametrar. Segmenterings- och visualiseringsrutinerna är implementerade i C++ och sedan omgjorda till mex-filer för att kunna anropas från Matlab, t.ex. *mciv_MPR(inputimage)*.

1.2 Beroenden till andra system

Matlab v 7.1

ITK v 2.0

VTK v 5.0



Segmentering av MR-bilder med ITK

1.3 Ingående delsystem

ITK – programbibliotek med bildbehandlingsfunktioner.

VTK – programbibliotek med visualiseringsfunktioner.

CIV – kopplingen mellan ITK och VTK.

Matlab GUI – användargränssnitt i Matlab.

2 Matlab GUI

Följande menyrubriker ska finnas:

File

- Open
- Save segmentation result
- Import segmented image to Matlab
- Import original image to Matlab

Help

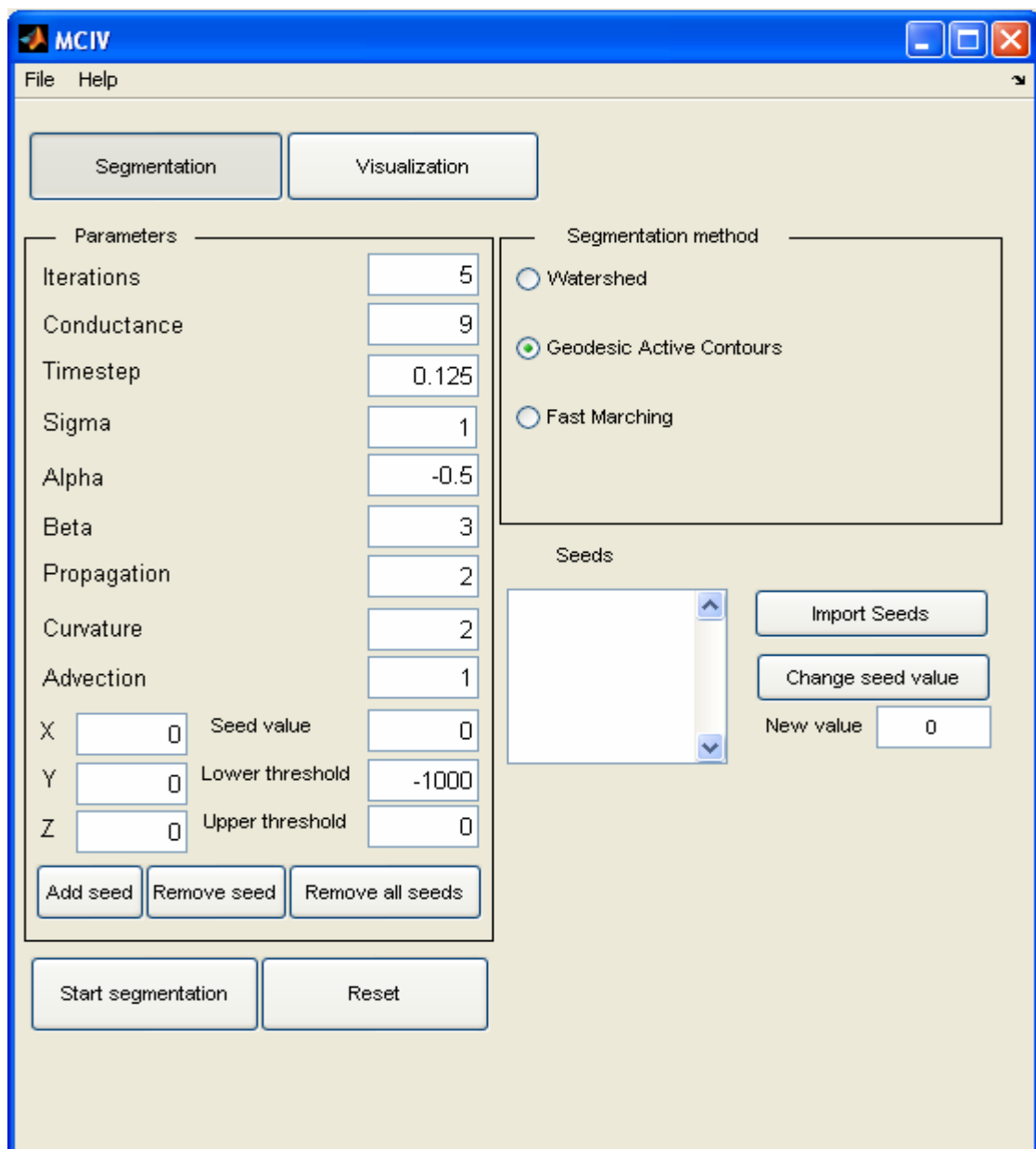
- About MCIV
- Pipelines
 - Watershed pipeline
 - Geodesic active contours pipeline
 - Fast marching pipeline
- Visualization help



Segmentering av MR-bilder med ITK

Man kan välja mellan lägena Segmentering och Visualisering genom att trycka på flikarna "Segmentering" och "Visualisering", då kommer olika val att kunna göras beroende på vilket läge man är i.

I läget segmentering kan man välja mellan segmenteringsmetoderna watershed, geodesic active contours och fast marching genom att klicka i en av radioknapparna, då kommer det upp rutor där man kan ange inparametrar för de olika metoderna, vilka inparametrar man kan ange beror på vilken metod man valt.



Figur 2. Exempel på utseende av användargränssnittet.



Segmentering av MR-bilder med ITK

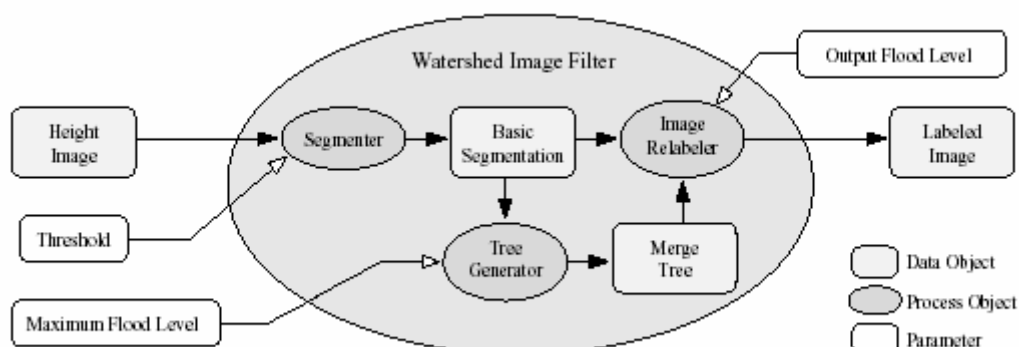
Följande parametrar för segmenteringsmetoderna ska kunna sättas:

- Watershed Iterations, Conductance, Timestep, Threshold, Maximum Flood Level
- Geodesic active contours Iterations, Conductance, Timestep, Sigma, Alpha, Beta, Seeds, Propagation, Curvature, Advection, Lower Threshold, Upper Threshold
- Fast marching Iterations, Conductance, Timestep, Sigma, Alpha, Beta, Seeds, Stoptime, Lower Time Threshold, Upper Time Threshold

Segmenteringsmetoderna anropas från GUI't genom att skriva respektive kommando i Matlab, t.ex.

`mciv_geodesic2D(inputimage,iterations,conductance,timestep,sigma,alpha,beta,seeds,propagation,curvature,advection,lowerthreshold,upperthreshold).`

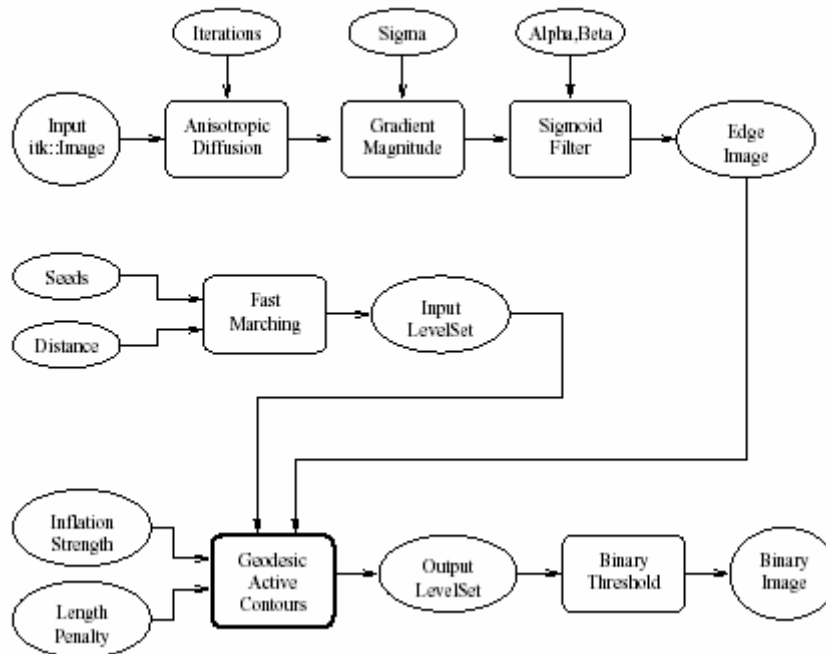
Ursprungsbilden visas i ett separat fönster. Från detta fönster kan man välja koordinater för var segmenteringen ska börja, koordinaterna exporteras då till GUI't.



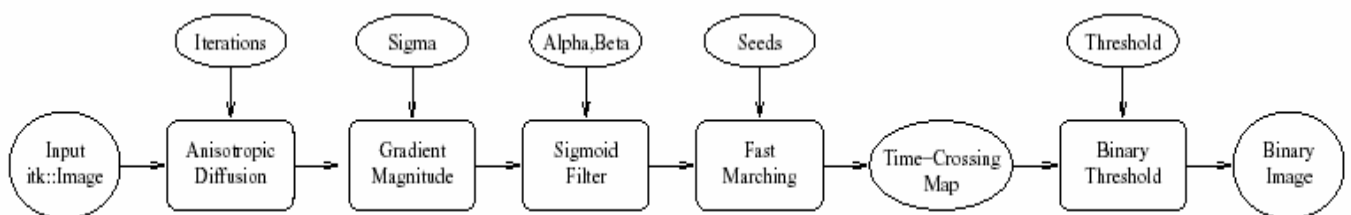
Figur 3. Denna bild visar ett flödesschema över hur segmenteringsmetoden watershed implementeras.



Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 4. Denna bild visar ett flödesschema över hur segmenteringsmetoden geodesic active contours implementeras.



Figur 5. Denna bild visar ett flödesschema över hur segmenteringsmetoden fast marching implementeras.

För att underlätta för användaren kan flödesscheman för de olika segmenteringsmetoderna visas när programmet körs.



Segmentering av MR-bilder med ITK

I läget visualisering kan man välja mellan visualiseringsmetoderna slice, MPR, MIP och surface rendering genom att klicka i en av radioknapparna, då kommer det upp rutor där man kan ange inparametrar för de olika metoderna, vilka inparametrar man kan ange beror på vilken metod man valt.

Följande parametrar för visualiseringsmetoderna ska kunna sättas:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| • Slice | Om ursprungsbilden eller den segmenterade bilden ska visualiseras
Z-spacing |
| • MPR, Multi Planar Reconstruction | Om ursprungsbilden eller den segmenterade bilden ska visualiseras
Z-spacing |
| • MIP, Maximum Intensity Projection | Om ursprungsbilden eller den segmenterade bilden ska visualiseras
Z-spacing |
| • Surface rendering | Om ursprungsbilden eller den segmenterade bilden ska visualiseras
Z-spacing
Isovalue |

Visualiseringsmetoderna anropas från GUI't genom att skriva respektive kommando i Matlab, t.ex. `mciv slice(inputimage,segmented,zspacing)`.

Om något fel inträffar när en funktion i CIV anropas så skrivs ett felmeddelande ut i GUI't.

De parametrar som behövs i CIV-funktionerna återfinns i följande Matlabvariabler som endast är tillgängliga för GUI't.

watershed_iterations
watershed_conductance
watershed_time_step
watershed_threshold
watershed_maximum_flood_level
geodesic_iterations



Segmentering av MR-bilder med ITK

geodesic_conductance
geodesic_timestep
geodesic_sigma
geodesic_alpha
geodesic_beta
geodesic_seeds
geodesic_propagation
geodesic_curvature
geodesic_advection
geodesic_lower_threshold
geodesic_upper_threshold
fast_marching_iterations
fast_marching_conductance
fast_marching_timestep
fast_marching_sigma
fast_marching_alpha
fast_marching_beta
fast_marching_seeds
fast_marching_stop_time
fast_marching_lower_time_threshold
fast_marching_upper_time_threshold
mip_zspacing
mpr_zspacing
slice_zspacing
surface_rendering_zspacing
surface_rendereing_iso_value



Segmentering av MR-bilder med ITK

3 CIV

CIV kommer att implementeras i C++ och bestå av en mex-funktion per segmenterings- och visualiseringsmetod. Varje mex-funktion är uppdelad i konvertering från Matlab till ITK/VTK, själva koden för den aktuella metoden och konvertering från ITK till Matlab (om det är en ITK-metod).

Inläsningen av bilder sker via Matlab och dessa skickas sedan tillsammans med de andra parametrarna med i funktionsanropen till de olika rutinerna. Om det är en ITK-metod så får man sedan tillbaka den behandlade bilden i Matlab.

Nedanstående tabell visar hur funktionsparametrar och returvärden med dess datatyper definieras. Funktionsparametrarna och returvärdena är virtuella och utgörs av prhs-respektive plhs-pekarna i mex-funktionerna. Namnen på funktionsparametrarna och returvärdena nedan är nödvändigtvis inte exakt samma som namnen på variablerna i koden.

Namn	Beskrivning	Datatyp
------	-------------	---------

3.1 Funktioner

De mexfunktioner som klassen CIV kommer ha är de nedan listade, alla kommer att ha en bild eller volym som första inparameter.

<i>Namn:</i>	<i>Kort beskrivning:</i>
mciv_watershed2D	Utför segmenteringsrutinen watershed på en bild.
mciv_watershed3D	Utför segmenteringsrutinen watershed på en volym.
mciv_geodesic2D	Utför segmenteringsrutinen geodesic active contours på en bild.
mciv_geodesic3D	Utför segmenteringsrutinen geodesic active contours på en volym.
mciv_fastmarching2D	Utför segmenteringsrutinen fast marching på en bild.
mciv_fastmarching3D	Utför segmenteringsrutinen fast marching på en volym.
mciv_slice	Utför visualiseringsmetoden slice.
mciv_mpr	Utför visualiseringsmetoden MPR.
mciv_mip	Utför visualiseringsmetoden MIP.



Segmentering av MR-bilder med ITK

<code>mciv_surface</code>	Utför visualiseringsmetoden surface rendering.
<code>mciv_mxvtkconvert</code>	Funktionen konverterar en bild från Matlab till en bild som VTK kan arbeta med.

3.1.1 Funktion: `mciv_watershed2D`

Funktionsspecifika funktionsparametrar:

Iterations	Antalet iterationer som ska utföras av diffusionsfiltret.	Int
Conductance	Inparameter till diffusionsfiltret.	Double
Timestep	Inparameter till diffusionsfiltret, max 0.125 för 2D, 0.0625 för 3D.	Double
Threshold	Tröskel för att tröskla bort grunda regioner för att minska översegmentering, anges i procent, 0.0-1.0, av maxvärdet i höjdbilden.	Double
Maximum Flood Level	Nivån på det maximala watersheddjupet av intresse hos resultatet, anges i procent, 0.0 - 1.0, av maxvärdet i höjdbilden.	Double

Returvärde:

Segmented Image	Segmenteringsresultatet.	<code>mxArray *</code>
-----------------	--------------------------	------------------------

Beskrivning av funktionen:

Funktionen utför segmenteringsrutinen watershed på inbilden, segmenteringen utförs med hjälp av ITK. Som output fås en bild med etiketter i varje pixel som talar om vilket område pixeln hör till.



Segmentering av MR-bilder med ITK

3.1.2 Funktion: mciv_watershed3D

Funktionsspecifika funktionsparametrar:

Iterations	Antalet iterationer som ska utföras av diffusionsfiltret.	Int
Conductance	Inparameter till diffusionsfiltret.	Double
Timestep	Inparameter till diffusionsfiltret, max 0.125 för 2D, 0.0625 för 3D.	Double
Threshold	Tröskel för att tröskla bort grunda regioner för att minska översegmentering, anges i procent, 0.0-1.0, av maxvärdet i höjdbilden.	Double
Maximum Flood Level	Nivån på det maximala watersheddjupet av intresse hos resultatet, anges i procent, 0.0 - 1.0, av maxvärdet i höjdbilden.	Double

Returvärde:

Segmented Image	Segmenteringsresultatet, en tom bild om fel inträffat.	mxArray *
-----------------	--	-----------

Beskrivning av funktionen:

Funktionen utför segmenteringsrutinen watershed på involymen, segmenteringen utförs med hjälp av ITK. Som output fås en volym med etiketter i varje pixel som talar om vilket område pixeln hör till.



Segmentering av MR-bilder med ITK

3.1.3 Funktion: mciv_geodesic2D

Funktionsparametrar:

Iterations	Antalet iterationer som ska utföras av diffusionsfiltret.	Int
Conductance	Inparameter till diffusionsfiltret.	Double
Timestep	Inparameter till diffusionsfiltret, max 0.125 för 2D, 0.0625 för 3D.	Double
Sigma	Parameter som bestämmer bredden på det Gaussiska gradientfiltret.	Double
Alpha	Parameter till sigmoidfiltret.	Double
Beta	Parameter till sigmoidfiltret.	Double
Seeds	Punkter där fast marching startar, lista med x-, y- och z-koordinater samt värde för varje punkt.	vector<double>
Propagation	Skalningsparameter för propagering.	Double
Curvature	Skalningsparameter för kurvaturen.	Double
Advection	Skalningsparameter för advektion.	Double
Lower threshold	Anger den nedre gränsen för vad som ska visas.	Double
Upper threshold	Anger den övre gränsen för vad som ska visas.	Double

Returvärde:

Segmented Image	Segmenteringsresultatet.	mxArray
-----------------	--------------------------	---------



Segmentering av MR-bilder med ITK

Beskrivning av funktionen:

Funktionen utför segmenteringsrutinen geodesic active contours på inbilden, segmenteringen utförs med hjälp av ITK. Som output fås en binärbild.

3.1.4 Funktion: mciv_geodesic3D

Funktionsparametrar:

Iterations	Antalet iterationer som ska utföras av diffusionsfiltret.	Int
Conductance	Inparameter till diffusionsfiltret.	Double
Timestep	Inparameter till diffusionsfiltret, max 0.125 för 2D, 0.0625 för 3D.	Double
Sigma	Parameter som bestämmer bredden på det Gaussiska gradientfiltret.	Double
Alpha	Parameter till sigmoidfiltret.	Double
Beta	Parameter till sigmoidfiltret.	Double
Seeds	Punkter där fast marching startar, lista med x-, y- och z-koordinater samt värde för varje punkt.	vector<double>
Propagation	Skalningsparameter för propagering.	Double
Curvature	Skalningsparameter för kurvaturen.	Double
Advection	Skalningsparameter för advektion.	Double
Lower threshold	Anger den nedre gränsen för vad som ska visas.	Double
Upper threshold	Anger den övre gränsen för vad som ska visas.	Double



Segmentering av MR-bilder med ITK

Returvärde:

Segmented Image	Segmenteringsresultatet, en tom bild om fel inträffat.	mxArray
-----------------	--	---------

Beskrivning av funktionen:

Funktionen utför segmenteringsrutinen geodesic active contours på involymen, segmenteringen utförs med hjälp av ITK. Som output fås en binärvolym.

3.1.5 Funktion: mciv_fastmarching2D

Funktionsparametrar:

Iterations	Antalet iterationer som ska utföras av diffusionsfiltret.	Int
Conductance	Inparameter till diffusionsfiltret.	Double
Timestep	Inparameter till diffusionsfiltret, max 0.125 för 2D, 0.0625 för 3D.	Double
Sigma	Parameter som bestämmer bredden på det Gaussiska gradientfiltret.	Double
Alpha	Parameter till sigmoidfiltret.	Double
Beta	Parameter till sigmoidfiltret.	Double
Seeds	Punkter där fast marching startar, lista med x-, y- och z-koordinater, samt värde för varje punkt.	vector<double>
Stoptime	Parameter som anger när fronten som representerar konturen i fast marching ska sluta propagera, bör vara något större än upper time threshold.	Double
Lower Time Threshold	Den lägre tidsgränsen för vad som ska visas.	Double
Upper Time Threshold	Den övre tidsgränsen för vad	Double



Segmentering av MR-bilder med ITK

	som ska visas.	
--	----------------	--

Returvärde:

Segmented Image	Segmenteringsresultatet, en tom bild om fel inträffat.	mxArray
-----------------	--	---------

Beskrivning av funktionen:

Funktionen utför segmenteringsrutinen fast marching på inbilden, segmenteringen utförs med hjälp av ITK. Som output fås en binärbild.

3.1.6 Funktion: `mciv_fastmarching3D`

Funktionsparametrar:

Iterations	Antalet iterationer som ska utföras av diffusionsfiltret.	Int
Conductance	Inparameter till diffusionsfiltret.	Double
Timestep	Inparameter till diffusionsfiltret, max 0.125 för 2D, 0.0625 för 3D.	Double
Sigma	Parameter som bestämmer bredden på det Gaussiska gradientfiltret.	Double
Alpha	Parameter till sigmoidfiltret.	Double
Beta	Parameter till sigmoidfiltret.	Double
Seeds	Punkter där fast marching startar, lista med x-, y- och z-koordinater, samt värde för varje punkt.	vector<double>
Stoptime	Parameter som anger när fronten som representerar konturen i fast marching ska sluta propagera, bör vara något större än upper time threshold.	Double
Lower Time Threshold	Den lägre tidsgränsen för vad som ska visas.	Double



Segmentering av MR-bilder med ITK

Upper Time Threshold	Den övre tidsgränsen för vad som ska visas.	Double
----------------------	---	--------

Returvärde:

Segmented Image	Segmenteringsresultatet, en tom bild om fel inträffat.	mxArray
-----------------	--	---------

Beskrivning av funktionen:

Funktionen utför segmenteringsrutinen fast marching på involymen, segmenteringen utförs med hjälp av ITK. Som output fås en binärvolym.

3.1.7 Funktion: `mciv_slice`

Funktionsparametrar:

segmentation	Anger om ursprungsbilden eller segmenteringsresultatet ska visas.	Bool
zspacing	Avståndet mellan snitten.	Double

Returvärde:

visualized_image	En volym som användaren kan rotera och zooma i visualiseringsfönstret.	mxArray
------------------	--	---------

Beskrivning av funktionen:

Funktionen skär ett snitt genom en volym.

3.1.8 Funktion: `mciv_mpr`

Funktionsparametrar:

segmentation	Anger om ursprungsbilden eller segmenteringsresultatet ska visas.	Bool
zspacing	Avståndet mellan snitten.	Double

Returvärde:

visualized_image	En volym som användaren kan rotera och zooma i visualiseringsfönstret.	mxArray
------------------	--	---------



Segmentering av MR-bilder med ITK

Beskrivning av funktionen:

Funktionen skär tre ortogonala snitt genom en volym.

3.1.9 Funktion: `mciv_mip`

Funktionsparametrar:

Zspacing	Avståndet mellan snitten.	Double
----------	---------------------------	--------

Returvärde:

Visualized Image	En volym som användaren kan rotera och zooma i visualiseringsfönstret.	mxArray
------------------	--	---------

Beskrivning av funktionen:

Funktionen läser av de största värdena längs ett antal strålar genom volymen.

3.1.10 Funktion: `mciv_surface`

Funktionsparametrar

Zspacing	Avståndet mellan snitten.	Double
Isovalue	Tröskelvärde för ytan.	Double

Returvärde:

Visualized Image	En volym som användaren kan rotera och zooma i visualiseringsfönstret.	mxArray
------------------	--	---------

Beskrivning av funktionen:

Funktionen visualiserar en yta av en volym givet ett visst minimalt tröskelvärde.



Segmentering av MR-bilder med ITK

3.1.11 Funktion: mciv_mxvtkconvert

Funktionsparametrar

mvar	Den inlästa bilden från Matlab.	const mxArray*
------	---------------------------------	----------------

Returvärde:

vtkdata	Den konverterade bilden till VTK.	vtkImageData*
---------	-----------------------------------	---------------

Beskrivning av funktionen:

Funktionen konverterar en bild från Matlab till en bild som VTK kan arbeta med.



Segmentering av MR-bilder med ITK

4 Implementeringsordning och uppskattad tidsåtgång

Planerad implementeringsordning och förväntad tidsåtgång beskrivs i följande delavsnitt. Implementeringsordningen syftar till att först säkerställa funktionaliteten hos de krav med prioriteringsnivå 1, för att sedan fortsätta med funktionaliteten med prioriteringsnivå 2.

4.1 Implementering i C++

Implementeringsordning	Uppskattad tidsåtgång
1. mciv_mxvtkconvert	10 h
2. mciv_geodesic	40 h
3. mciv_mpr	40 h
4. mciv_slice	2 h
5. mciv_fastmarching	10 h
6. mciv_watershed	10 h
7. mciv_mip	16 h
8. mciv_surface	16 h
	Tot: 144 h

4.2 Implementering i MATLAB

Implementeringsordning	Tidsåtgång
1. Grafiskt utseende	40 h
2. Inläsning och nedsparning av filer	6 h
3. Parameterhantering	24 h
4. Hantering av fel	16 h
	Tot: 86 h



Segmentering av MR-bilder med ITK

Referenser

Projektmodellen LIPS, Tomas Svensson & Christian Krysander

ITK Software Guide, <http://www.itk.org/ItkSoftwareGuide.pdf>