

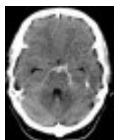
Utvärdering

Anders Eklund

Version 1.0

Status

Granskad		
Godkänd		



Segmentering av MR-bilder med ITK

LiTH
2006-05-16

PROJEKTIDENTITET

MCIV 2006 VT
Linköpings Tekniska Högskola, CVL

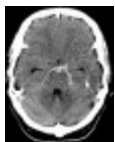
Namn	Ansvar	Telefon	E-post
Fredrik Larsson	Projektledare (PL)		frela070@student.liu.se
Anders Eklund	Dokumentansvarig (DOK)		andek034@student.liu.se
Lars Arvidsson	Designansvarig (DES)		larar125@student.liu.se
Nils Ingemars	Testansvarig (TST)		nilin308@student.liu.se
Linus Gustafsson	Kvalitetsansvarig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

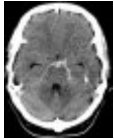
Handledare: Johan Wiklund, tel. 013-281359, jowi@isy.liu.se, Anders Moe, tel. 013-28 26 39, moe@isy.liu.se



Segmentering av MR-bilder med ITK

Innehåll

1	INLEDNING.....	5
1.1	DEFINITIONER.....	5
2	WATERSHED	6
2.1	SEGMENTERING AV VÄTSKEFYLLT HÅLRUM	6
2.2	SEGMENTERING AV ÖGON	6
2.3	SEGMENTERING AV KÄRLTRÄD.....	12
2.4	SAMMANFATTNING	12
3	GEODESIC ACTIVE CONTOURS.....	13
3.1	FÖRORD	13
3.2	ITK.....	13
3.3	SEGMENTERING AV VIT HJÄRNMASSA.....	13
3.4	SEGMENTERING AV GRÅ HJÄRNMASSA	17
3.5	SEGMENTERING AV VÄTSKEFYLLNADER I HJÄRNAN	17
3.6	SEGMENTERING AV ÖGON	22
3.7	SEGMENTERING AV KÄRLTRÄD.....	24
3.8	SAMMANFATTNING	27
4	FAST MARCHING.....	29
4.1	FÖRORD	29
4.2	SEGMENTERING AV VÄTSKEFYLLT HÅLRUM	29
4.3	SEGMENTERING AV ÖGON	32
4.4	SEGMENTERING AV KÄRLTRÄD.....	38
4.5	SAMMANFATTNING	38
5	SLUTSATSER.....	39
	REFERENSER.....	40



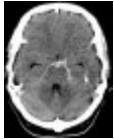
Segmentering av MR-bilder med ITK

LITH

2006-05-16

Dokumenthistorik

version	datum	utförda förändringar	utförda av	granskad
0.1	2006-05-02	Första utkastet	AE, LG	Alla
1.0	2006-05-16	Slutgiltig version	AE, LG	Alla



Segmentering av MR-bilder med ITK

1 Inledning

Denna utvärdering är en del av projektet ”Segmentering av MR-bilder med ITK” i kursen ”Bilder och grafik projektkurs, CDIO” vid Linköpings tekniska högskola i samarbete med Context Vision. Projektet gick ut på att integrera Matlab med biblioteken ITK och VTK.

Tanken med denna utvärdering var att se hur bra de olika segmenteringsfunktionerna i ITK fungerar, eftersom ingen i projektgruppen tidigare hållit på med medicinsk bildbehandling så är det dock svårt att dra några större slutsatser.

Det som skulle försöka göras var att segmentera ögon, kärlträd och ett vätskefyllt hålrum. Segmenteringarna har dels gjorts på originaldata, dels på förbättrade bilder från Context Vision för att jämföra om segmenteringen blev bättre efter förbättringen.

Vi märkte ganska tidigt att segmentering i 3D är tidskrävande, det tar runt 10-20 minuter om man har en volym på runt 50 bilder. Därför så har vi försökt att få fram bra parametrar för t.ex. 10 sammanhängande bilder ur volymen och sedan använda dessa parametrar för hela volymen.

1.1 Definitioner

MCIV – Matlab Connecting ITK VTK

GUI – Graphical User Interface

MR – Magnetisk Resonanstomografi

CT – Computer Tomography

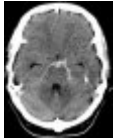
ITK – Insight Toolkit (Segmentation & Registration Toolkit)

VTK – Visualization Toolkit

CIV – Connecting ITK VTK

MPR – Multi Planar Reconstruction

MIP – Maximum Intensity Projection



Segmentering av MR-bilder med ITK

2 Watershed

2.1 Segmentering av vätskefyllt hålrum

Vi försökte segmentera fram hålrummen men fick aldrig något bra resultat, eftersom det mörka området kräver rätt hög floodlevel så tog det lång tid att segmentera även i 2D, segmenteringen stängdes av efter 50 minuter.

2.2 Segmentering av ögon

Watershed var den metod som var lättast att segmentera ögonen med, i alla fall i 2D. För att få bra resultat med originalbilden måste man dock köra diffusionsfiltret rätt många iterationer eftersom ögonen är rätt "brusiga", vi använde oss av 35-40 iterationer. Resultatet blev ganska bra, det är några pixlar kvar vid kanten som var svåra att få med. Resultatet med den förbättrade bilden var i princip samma, kanske något bättre med några färre pixlar i kanten. Man kan få med en del skräp från andra delar i bilden men eftersom varje område har en egen etikett är det ganska lätt att ta bort detta efteråt.

Resultatet av 3D-segmenteringen blev bra, bättre än med fast marching. Resultatet med den förbättrade volymen var något bättre, när vi tog mpr-bilderna så var det svårt att få samma position på planen och samma betraktningssvinkel. Vi försökte att göra en 3D-segmentering med de förbättrade bilderna men hann inte få till några bra parametrar, det kändes som segmenteringen tog längre tid med de förbättrade bilderna.

För enkelhets skull är parametrarna listade i den ordning som de förekommer i programmet MCIV, och själva namnen på varje parameter är undantagen för att spara lite plats. För watershed är dock ordningen: iterations, conductance, time step, threshold, maximum flood level.

Använda parametrar för originalbilden i 2D:

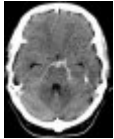
40	5	0.0625	0.136	0.4
----	---	--------	-------	-----

Använda parametrar för den förbättrade bilden i 2D:

6	5	0.0625	0.112	0.2
---	---	--------	-------	-----

Använda parametrar för originalbilden i 3D:

20	5	0.0625	0.01	0.15
----	---	--------	------	------

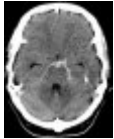


Segmentering av MR-bilder med ITK

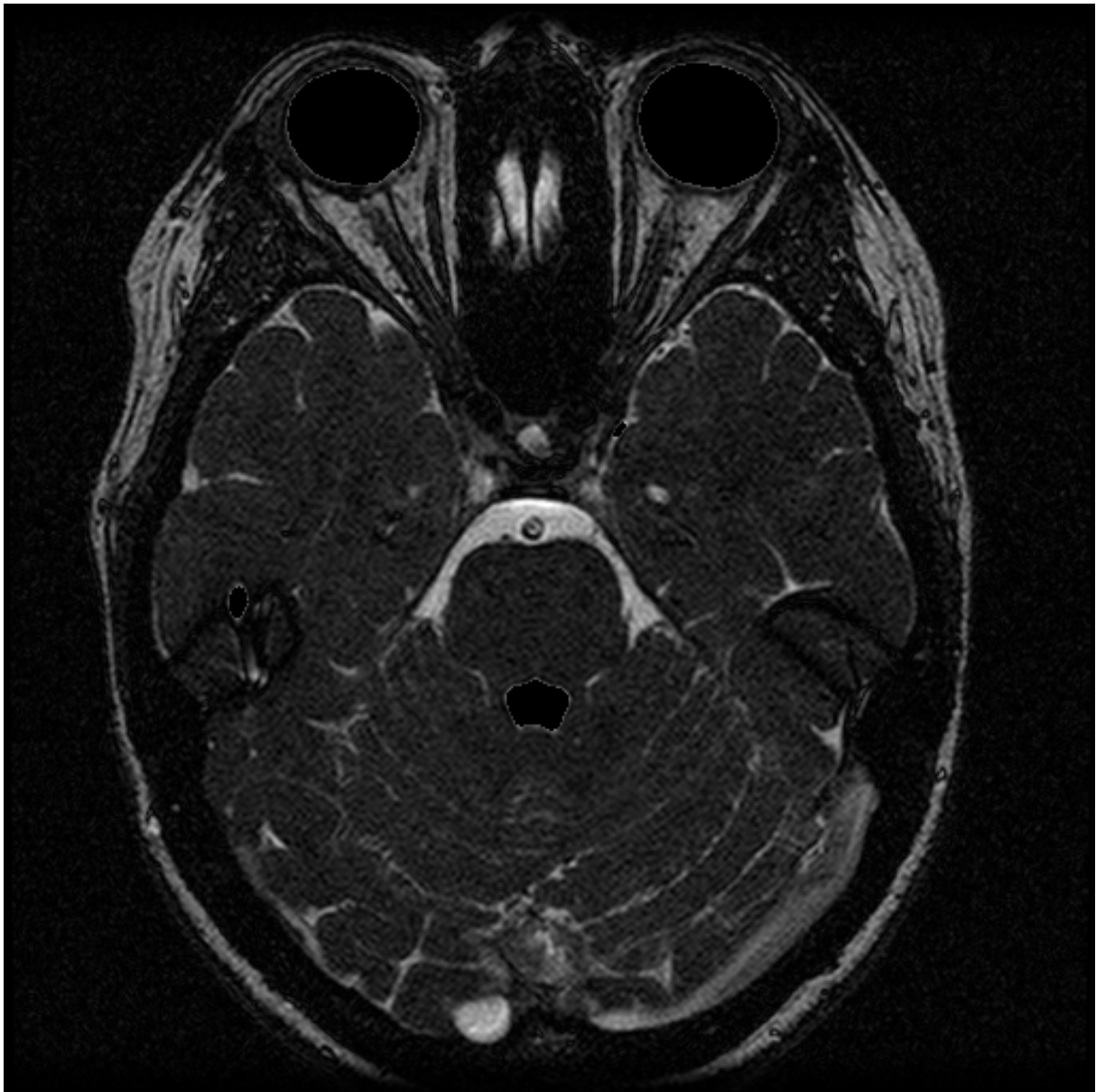
Det ser ut som att segmenteringen i 3D inte genererar ett eget område för en del i ögat men det beror bara på att värdet just där är så lågt att det inte syns.



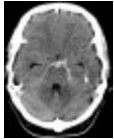
Figur 1. Bilden visar originalbilden (mrHeadA_org) ur vilken ögonen ska segmenteras.



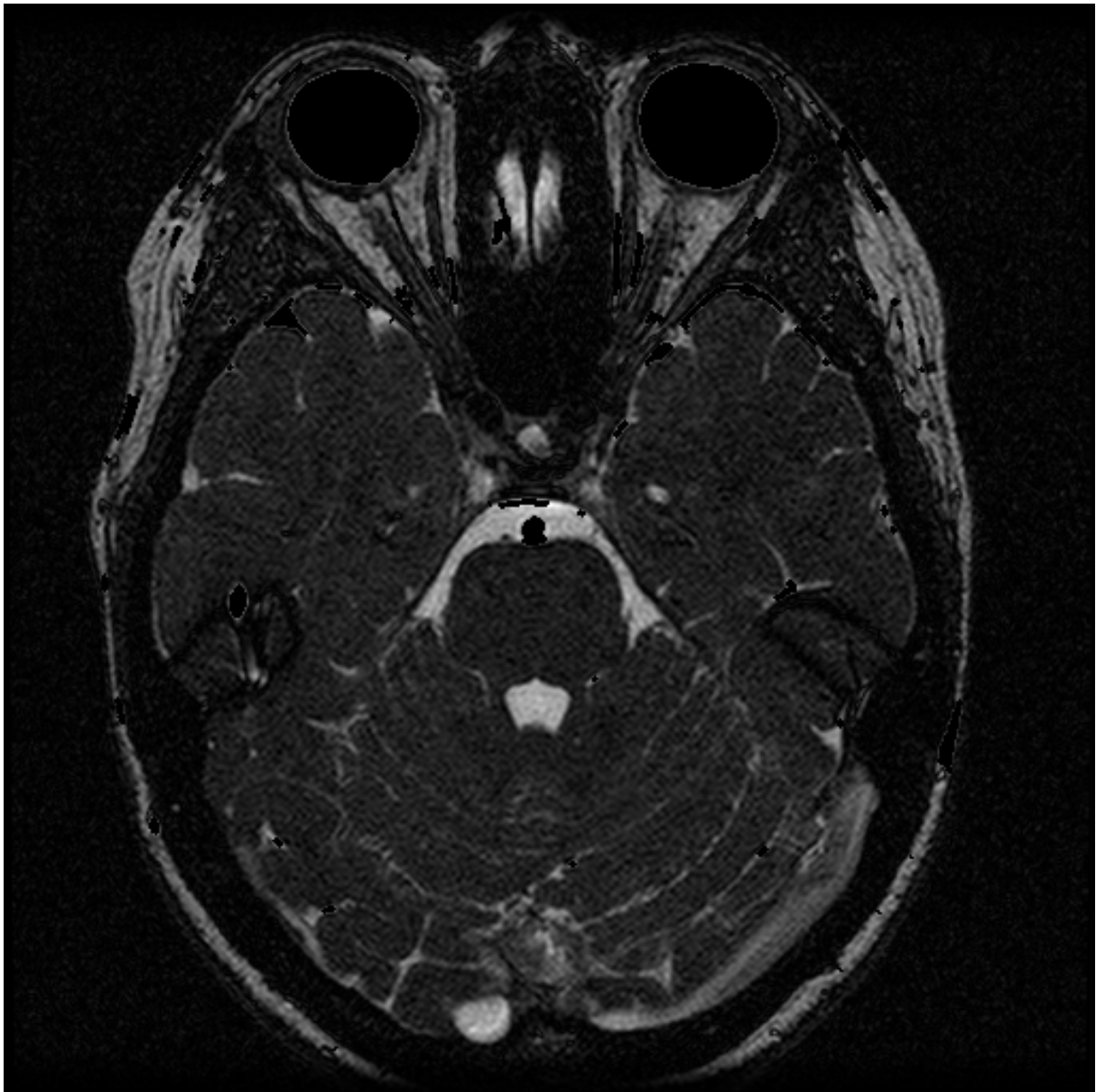
Segmentering av MR-bilder med ITK



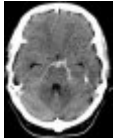
Figur 2. Bilden visar skillnadsbilden mellan originalbilden och ögonen segmenterade med watershed.



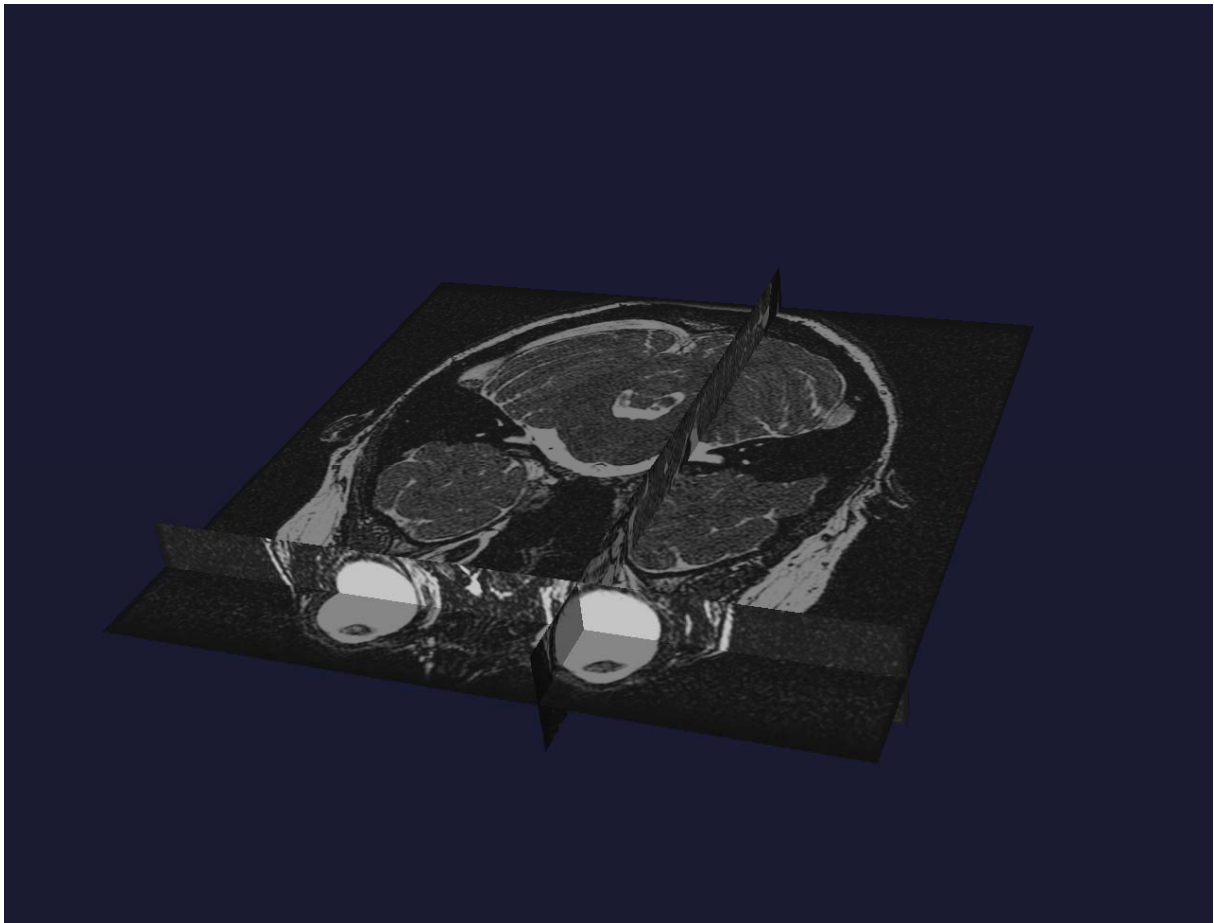
Segmentering av MR-bilder med ITK



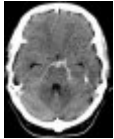
Figur 3. Bilden visar skillnadsbilden mellan den förbättrade bilden (mrHeadA_enhCV) och ögonen segmenterade med watershed.



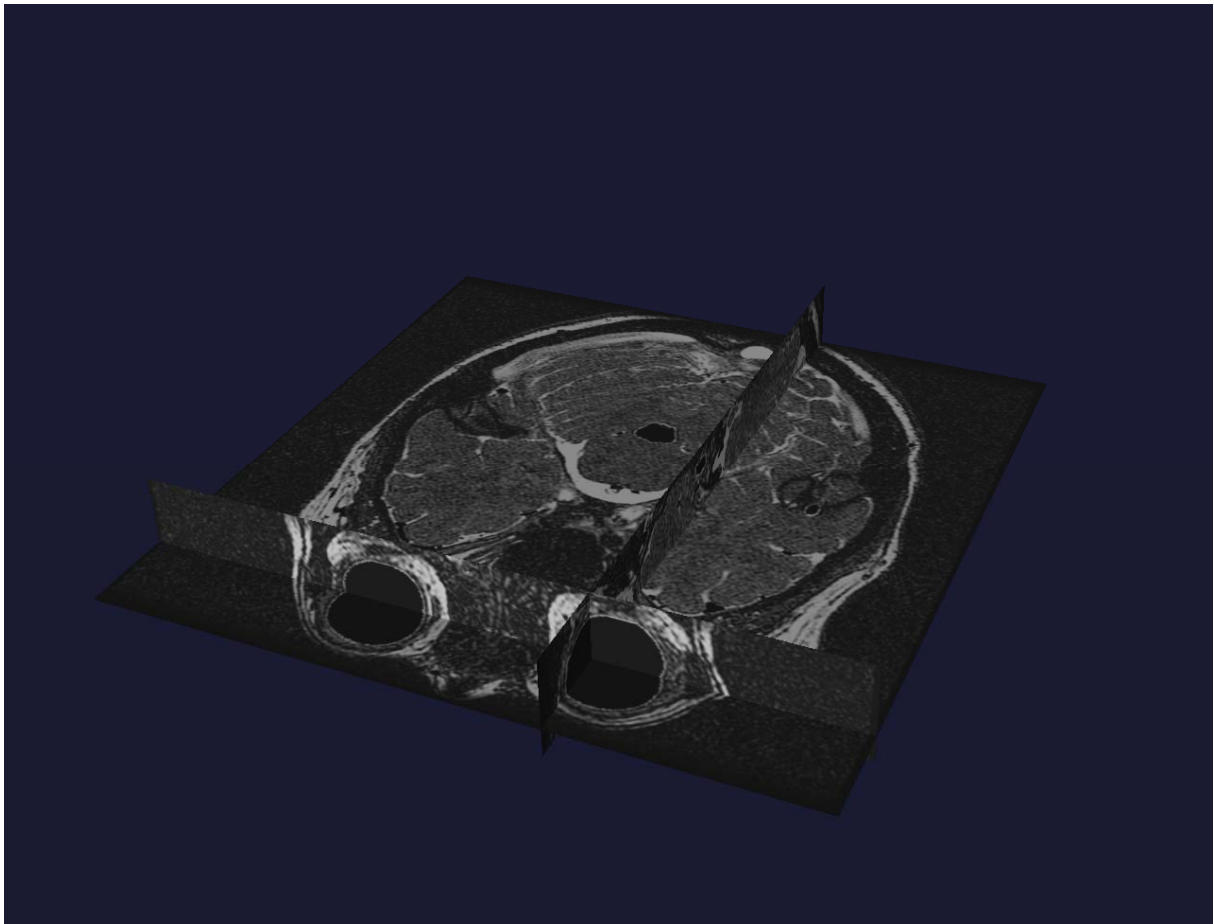
Segmentering av MR-bilder med ITK



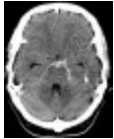
Figur 4. Bilden visar originalvolymen (mrHeadA_org) ur vilken ögonen ska segmenteras.



Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 5. Bilden visar skillnadsvolymen mellan originalvolymen och ögonen segmenterade i 3D med fast watershed.



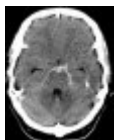
Segmentering av MR-bilder med ITK

2.3 Segmentering av kärlträd

På grund av tidsbrist hanns inte denna segmenteringen med.

2.4 Sammanfattning

Watershed är ganska lätt att använda och verkar inte kräva lika mycket minne som de andra metoderna, vid segmentering av ögonen kunde alla bilder i volymen användas. För att segmentera ögon verkar watershed vara den bästa segmenteringsrutinen. Om man ska segmentera mörka områden så verkar den dock väldigt långsam.



Segmentering av MR-bilder med ITK

3 Geodesic active contours

3.1 Förord

Geodesic active contours, vilket i resten av texten kommer att kort och enkelt refereras till som bara Geodesic, är väldigt enkel att använda, men det är starkt rekommenderat att man har en djupare insikt om vilka värden som är användbara vid en önskad segmentering. Detta gäller extra mycket vid 3D segmentering, vilket är någonting man inte vill sitta och experimentera sig fram, med tanke på tiden det tar att segmentera en volym.

Utvärderingen inom Geodesicdelen behandlar några olika segmenteringsområden. Det som behandlades i ITK-manualen: Grå hjärnmassa, Vit hjärnmassa, vätskekärl. Utöver detta testades segmentering av ögon, och av kärlträd. En känsla som framgick under testningen, var att det inte verkade finnas någon generell information om rekommenderade värden, utan det verkade som om det inte fanns någon tydlig standard.

3.2 ITK

ITK har en informativ manual som tar upp en Geodesic behandling av en exempelbild vilken kommer tillsammans med övrig exempelkod i ITK-paketet. Något intressant att notera i detta fallet är att de alltid talar om "försök" till segmentering av grå hjärnmassa. Jämförelsevis så säger de inte detta om vit hjärnmassa och vätskekärl, utan där verkar det mera säkert.

De test för att segmentera vit hjärnmassa och vätskekärl som har körts i MCIV med Geodesic har givit motsvarande resultat till vad ITK-manualen fick. Försöket med grå hjärnmassa gick inte så bra, och det är därför lockande att dra slutsatsen att det antingen är svårt eller inte möjligt att segmentera detta med den precision som man önskar.

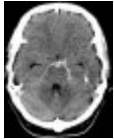
En slutsats på denna del är att Geodesic verkar fungera som den är tänkt.

3.3 Segmentering av vit hjärnmassa

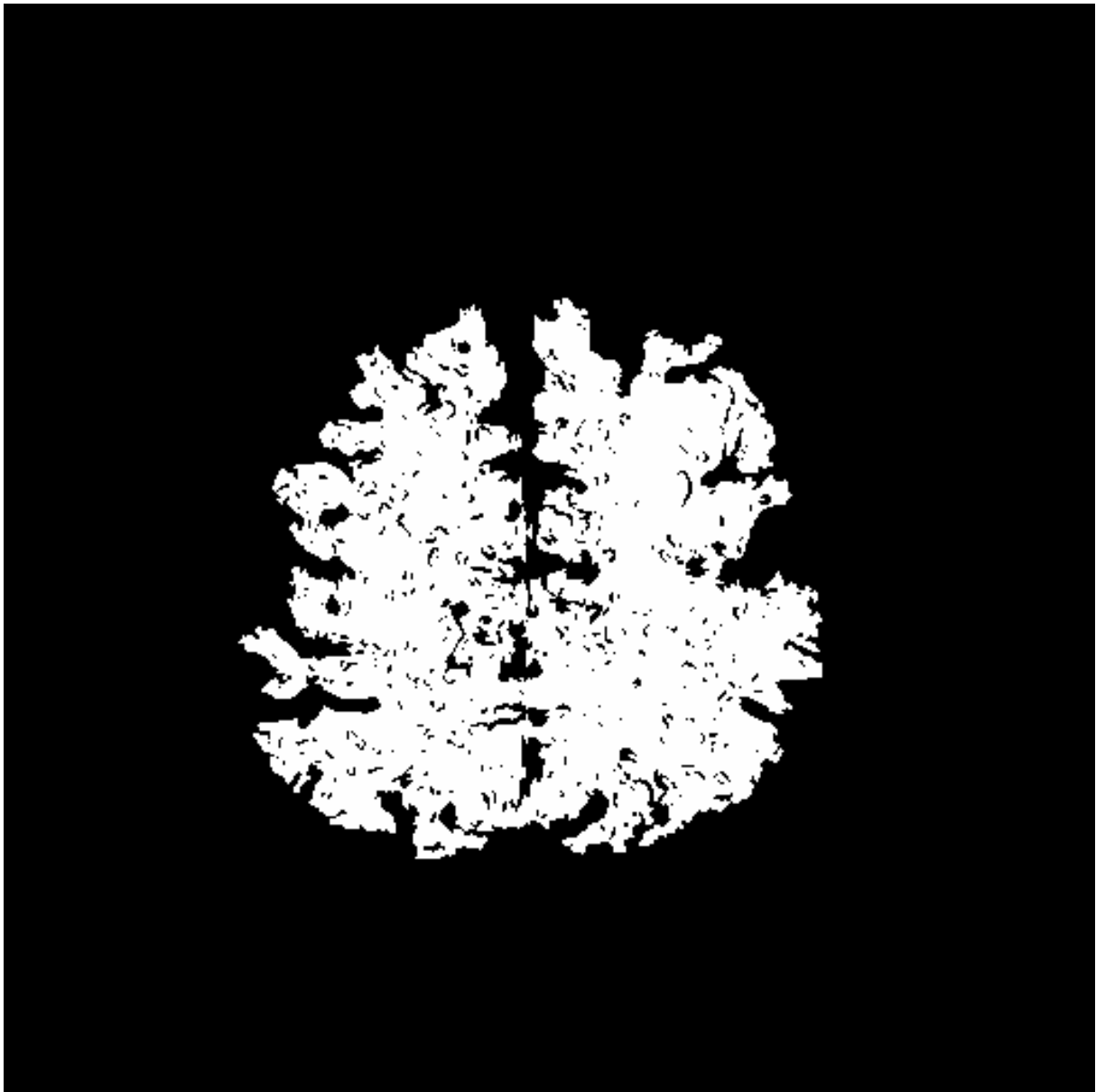
Testning av Geodesics förmåga att segmentera vit hjärnmassa har gjorts på både original och av Context Vision förbättrade bilder. Här följer några bilder av resultaten och de använda parametrarna. För enkelhets skull är parametrarna listade i den ordning som de förekommer i programmet MCIV, och själva namnen på varje parameter är undantagen för att spara lite plats. För Geodesic är parametrarna: iterations, conductance, time step, sigma, alpha, beta, propagation, curvature, advection, lower threshold, upper threshold.

5	18	0.125	1	-0.2	2	100	5	1	0	-1000	0
---	----	-------	---	------	---	-----	---	---	---	-------	---

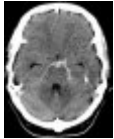
Övrig information: 4 frön, 2D



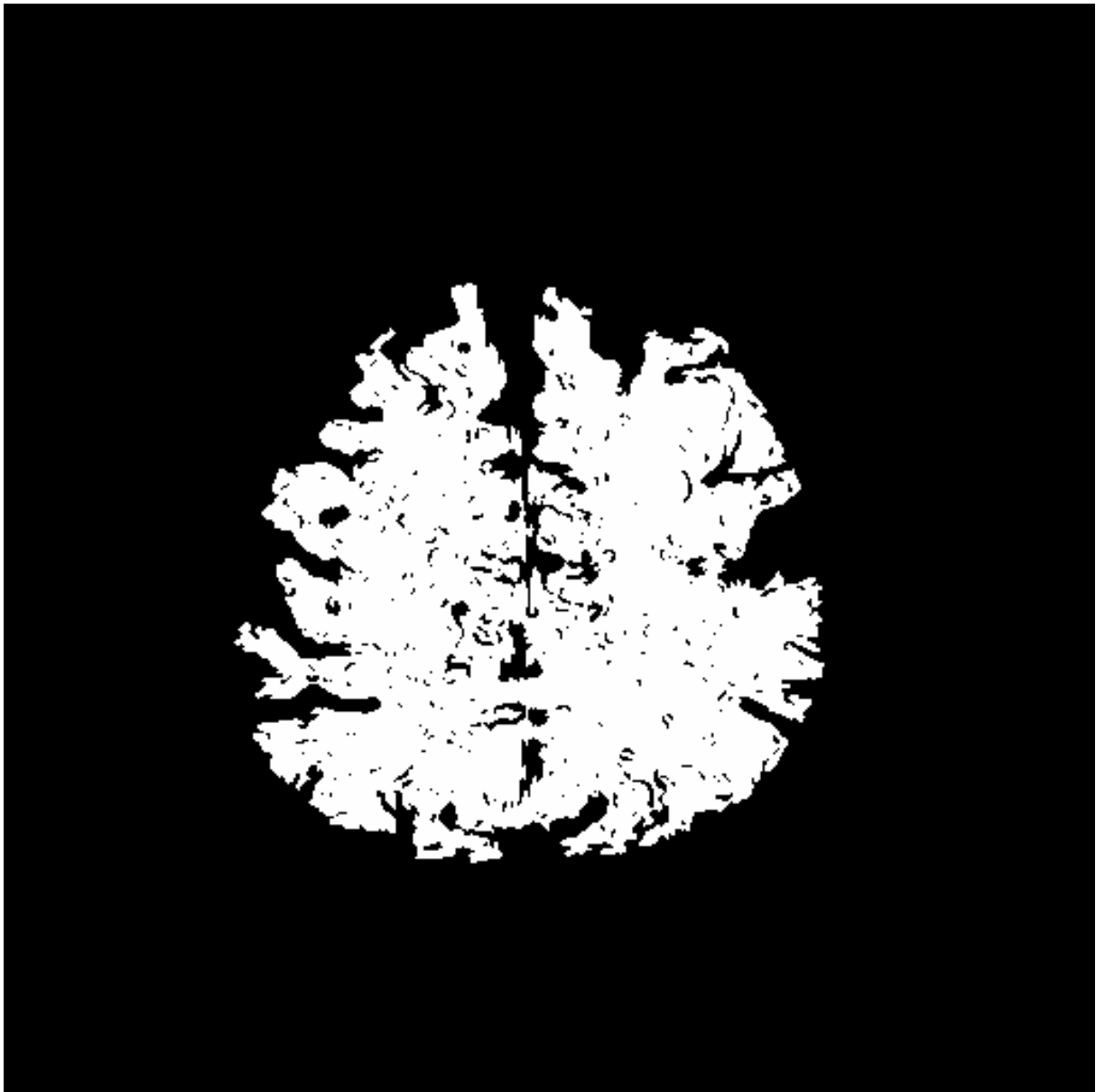
Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 6. Vit hjärnmassa segmenterad på ctHead_org.

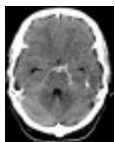


Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 7. Vit hjärnmassa segmenterad på `ctHead_enhA`

Första bilden är original, och den andra är den förbättrade bilden. Båda segmenterade med samma inställningar. Vi vet inte exakt vad man kan dra för slutsatser, och som testutövare utan någon speciell medicinsk utbildning kan vi inte heller säga om det är en bra eller dålig segmentering med de svarta fläckarna. Som lekmän tycker vi dock att man kan se att det är en hjärna. Den förbättrade bilden är något bättre i konturen, men det verkar som om Geodesic borde fungera lika väl utan en förbehandling.

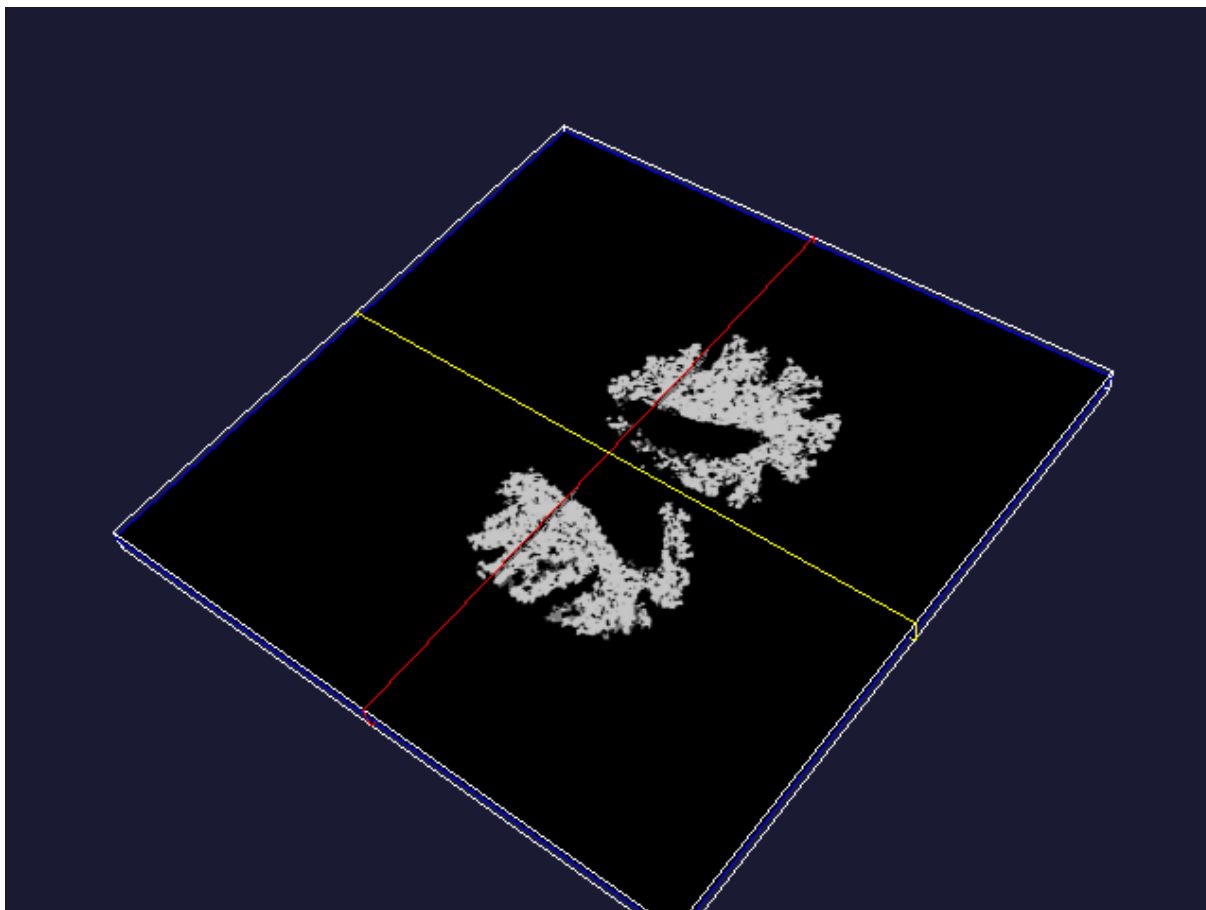


Segmentering av MR-bilder med ITK

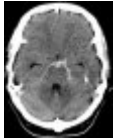
Nedan följer en behandling av samma bilder, men i 3D. Fortfarande segmentering av vit hjärnmassa.

5	18	0.0625	1	-0.2	2	100	5	1	0	-1000	0
---	----	--------	---	------	---	-----	---	---	---	-------	---

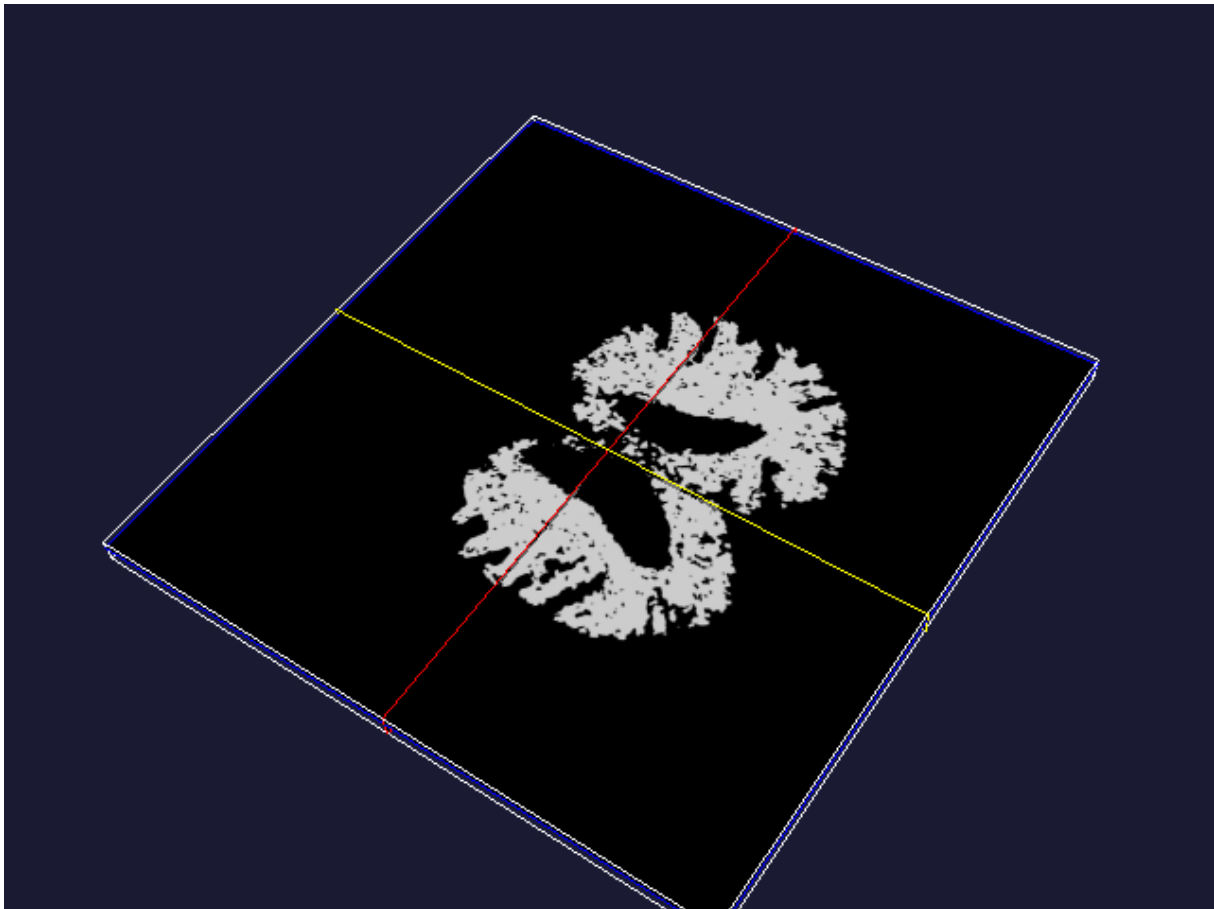
Övrig information: 2 frön, 3D



Figur 8. 3D volymsegmentering av vit hjärnmassa på ctHead_org



Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 9. 3D volymsegmentering av vit hjärnmassa på ctHead_enhA

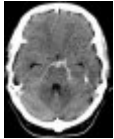
En notering kanske bör göras att själva planet i 2D och 3D inte är samma. (3D är i mitten av 70-90, och 2D är bild 85, approximativt). Precis som i förra bildserien så är det originalet först, och sedan den förbättrade bilden. Som man kan se fungerade samma värden i 3D som i 2D, vilket var väldigt trevligt. Dessutom så kan vi i detta steg se att en förbehandling ger mycket goda resultat. I 2D var skillnaden väldigt liten, men i 3D kan man verkligen se en skillnad.

3.4 Segmentering av grå hjärnmassa

Denna rubrik är ganska innehållslös. Segmenteringarna blev aldrig bra med de värden som prövades. Generellt så fick man de grå hjärndelarna, men också även vit hjärnmassa. Med lite mer kunskaper skulle man eventuellt kunna segmentera fram detta.

3.5 Segmentering av vätskefyllnader i hjärnan

20	9	0.125	1	-0.4	0.3	2	1	1	0	-1000	0
----	---	-------	---	------	-----	---	---	---	---	-------	---

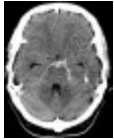


Segmentering av MR-bilder med ITK

Övrig information: 2 frön, 2D



Figur 10. Segmentering av väskefyllnader i hjärnan (ctHead_org)



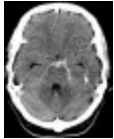
Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 11. Segmentering av vätskefyllnader i hjärnan (ctHead_enhA)

Som standard så är den första original och den andra förbättrad. I detta fall så är skillnaden inte heller särskilt stor.

Efteråt kördes som i vit hjärnmassasegmenteringen 3D på samma värden, vilket endast gav 2 små sfärer vid punkterna. Eftersom det då fick bli parameterförändringar i 3D fallet, så blev

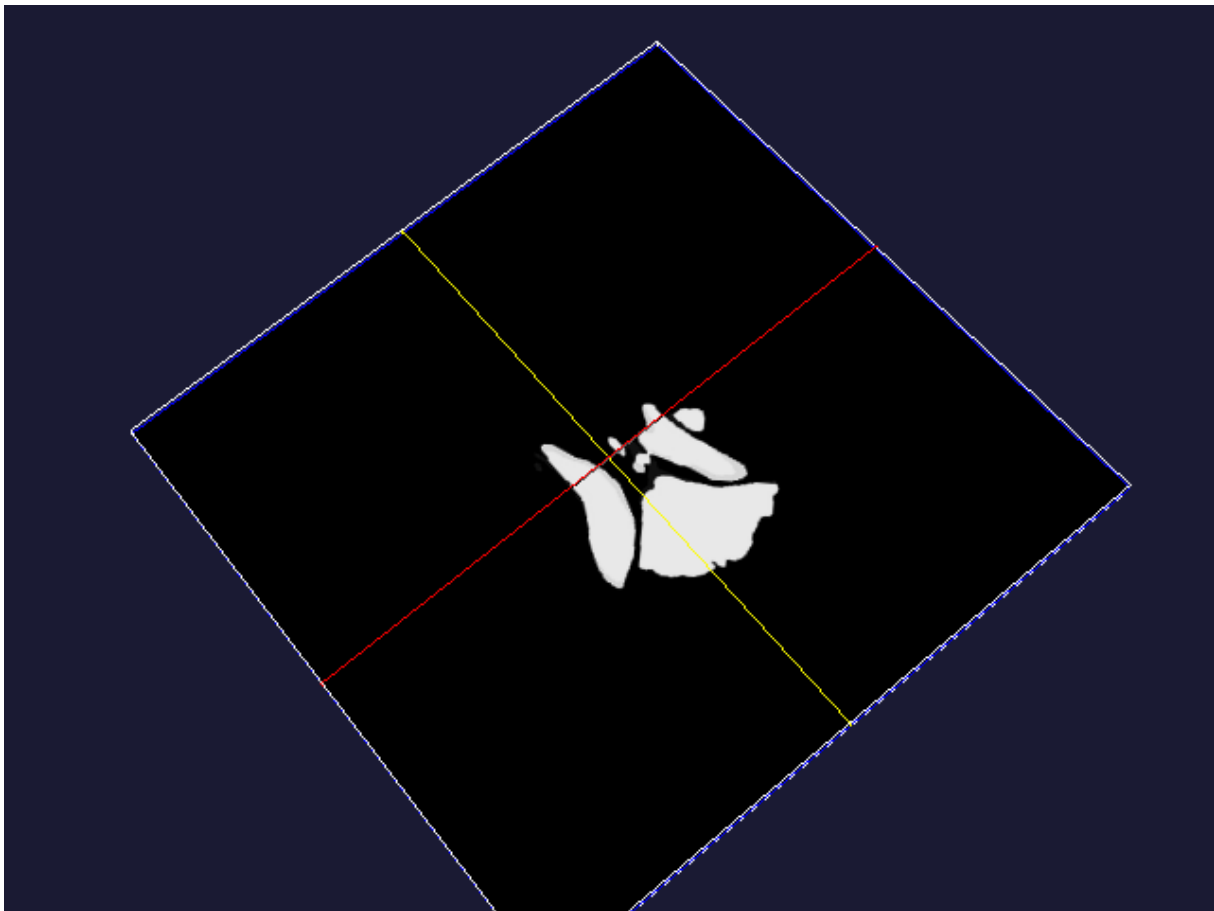


Segmentering av MR-bilder med ITK

det ett långsamt arbete med tidskrävande segmenteringar för att se om man kunde få ut ett resultat. Nedan följer de värden som verkade ge ett liknande resultat.

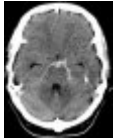
100	9	0.0625	1	-0.2	2	100	5	1	0	-1000	0
-----	---	--------	---	------	---	-----	---	---	---	-------	---

Övrig information: 2 frön, 3D, mer än 10 minuters segmentering på testdatorn



Figur 12. 3D volymsegmentering av vätskefyllnader i hjärnan med lite spill (ctHead_enhA)

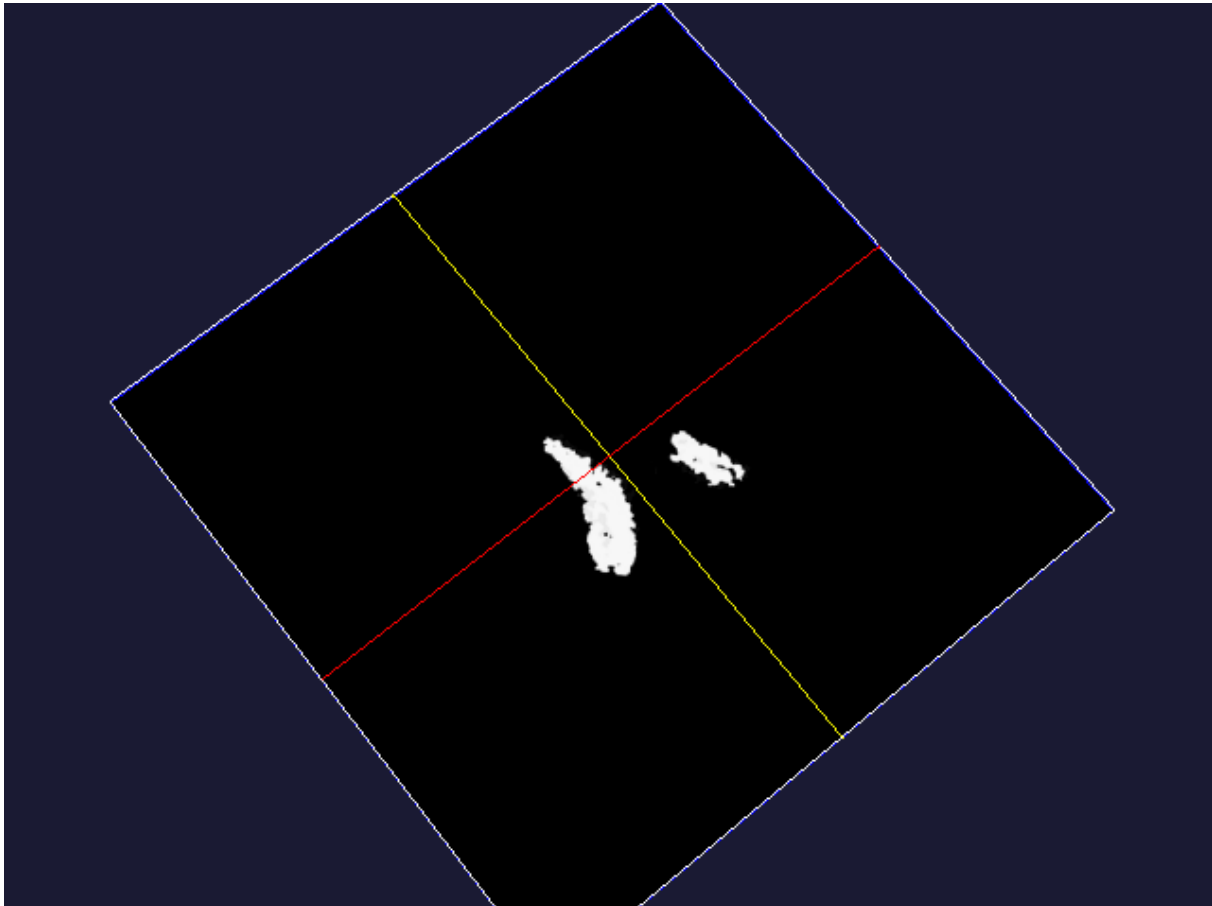
Resultatet blev att man fick en hel del spill utanför med dessa inställningar. Men vätskekärlen var bra segmenterade. Det vore inte rekommenderbart att låta en maskin analysera ett sådant här resultat, men en människa skulle nog kunna hantera detta. Lite mer testande gav nedanstående parametrar och bild.



Segmentering av MR-bilder med ITK

5	18	0.0625	1	-0.2	2	100	5	1	0	-1000	0
---	----	--------	---	------	---	-----	---	---	---	-------	---

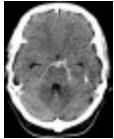
Övrig information: 2 frön, 3D



Figur 13. 3D volymsegmentering av vätskefyllnader i hjärnan med inte fullt så täckande områden, men spillfri. (ctHead_enhA)

I detta segmenteringsfall har vi undvikit spill, på bekostnad av hur väl man täcker det önskade området. Något som ni kan ha observerat är att 3D bilderna har en spegelvänd visning i början. Det beror på att koden var skriven på detta sätt under testningen och att det glömdes bort att vändas på dem innan de sparades. Under testningen var det ont om hårddiskutrymme så en ordentlig test mellan original och förbättrad bilddata gjordes inte.

En slutsats som har dragits är att det inte är alltid som 2D värdena fungerar lika bra i 3D. En felkälla skulle kunna vara att värdena inte var speciellt bra, men att det fungerad på grund av tur i 2D men inte i 3D.



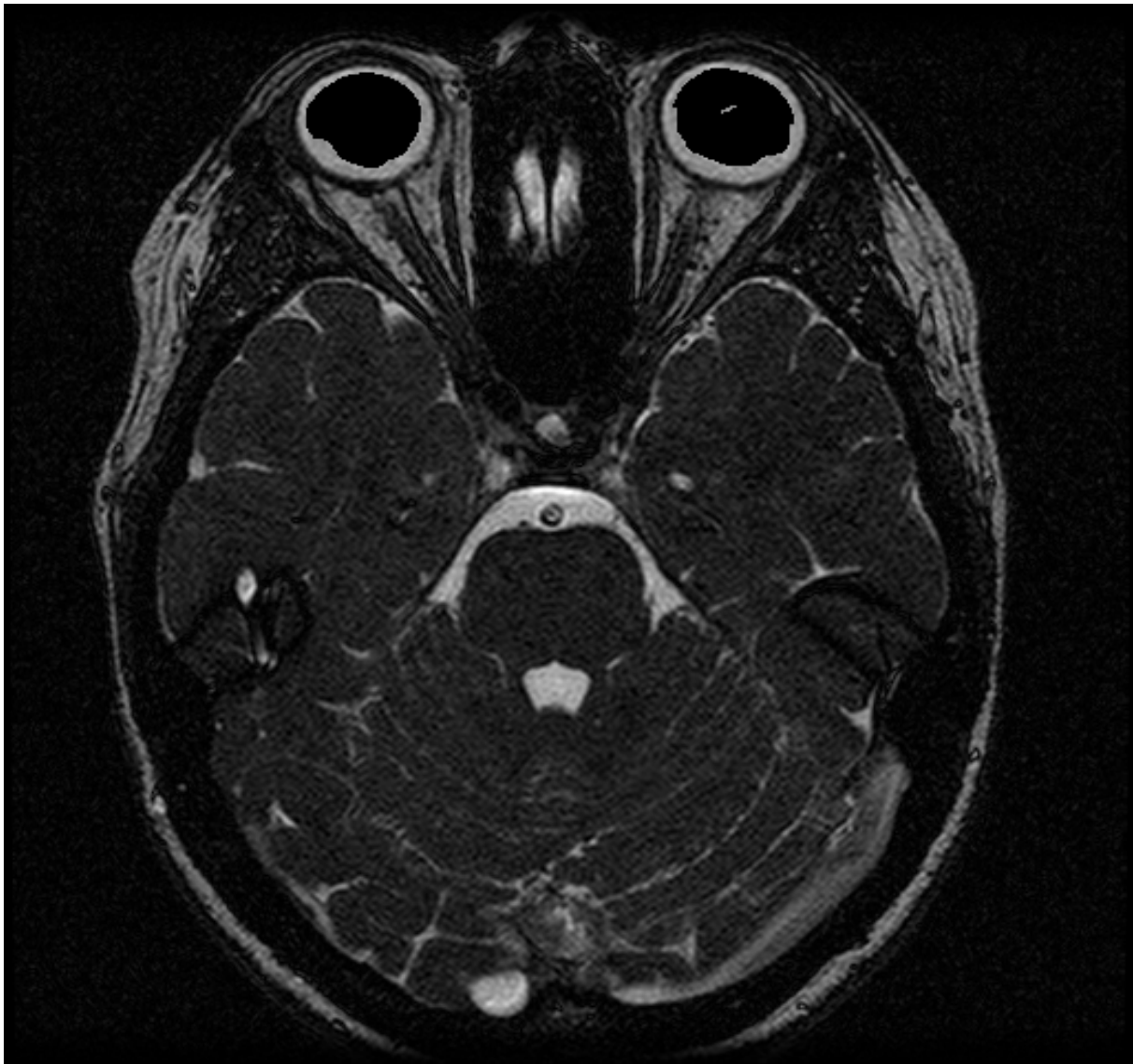
Segmentering av MR-bilder med ITK

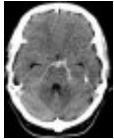
3.6 Segmentering av ögon

Experiment med olika inställningar var mycket svårt, eftersom värdena skiljde sig en hel del från vad som fungerade hyfsat på de andra segmenteringarna. Det är antagligen möjligt att det går att segmentera bra de flesta områden om man bara vet om inställningarna. ITK-manualen nämner inte ögon vid Geodesic-avsnittet, men vid Watershed, vilket antagligen betyder att den metoden är att föredra. Här följer i varje fall ett resultat.

200	20	0.05	1	-2.5	3	20000	2	100	0	-1000	0
-----	----	------	---	------	---	-------	---	-----	---	-------	---

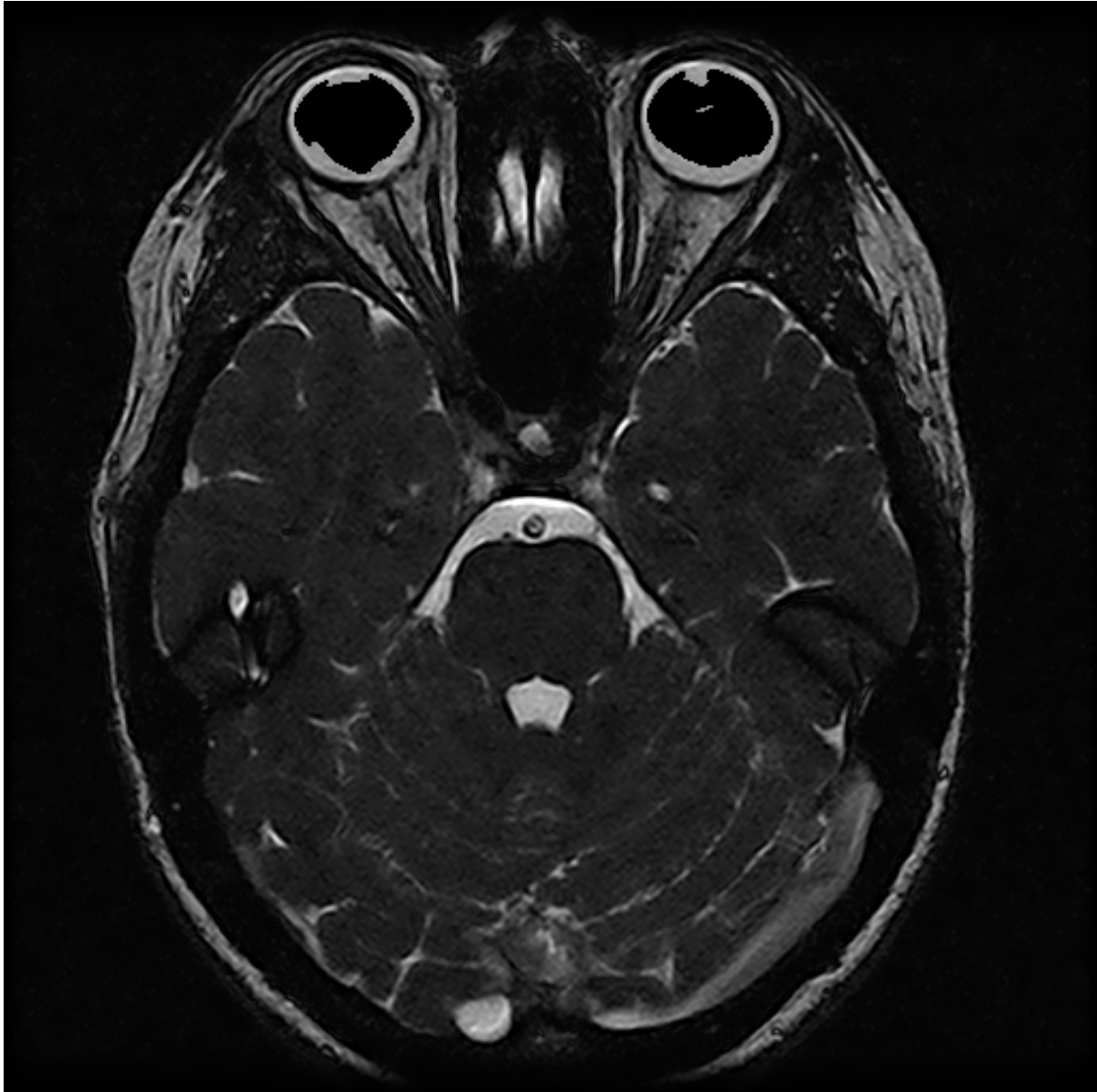
Övrig information: 2 frön värde -1, 2D, skillnad original och segmenterad.





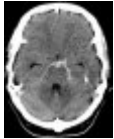
Segmentering av MR-bilder med ITK

Figur 14. Originalbild (mrHeadA_org) jämförd med segmenterad för att ta fram ögonen



Figur 15. Förbättrad bild (mrHeadA_enhCV) jämförd med segmentering för att ta fram ögonen

Eftersom inställningarna har ganska höga siffror har detta inte körts i 3D ännu. I just det här fallet kan man även observera att de parametrar som använts ger bättre resultat på den icke



Segmentering av MR-bilder med ITK

förbättrade bilden, vilket är överraskande. Med lite mer testade är det troligt att man kan få en ganska bra passform över ögonen.

3.7 Segmentering av kärlträd

Denna segmentering var antagligen en av de svåraste. Det blev aldrig något riktigt lyckat resultat. Denna gång användes endast de förbättrade bilderna.

25	9	0.125	1	-10	2	3	5	1	0	0	1000
----	---	-------	---	-----	---	---	---	---	---	---	------

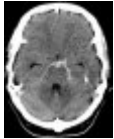
Övrig information: 1 frön, 2D



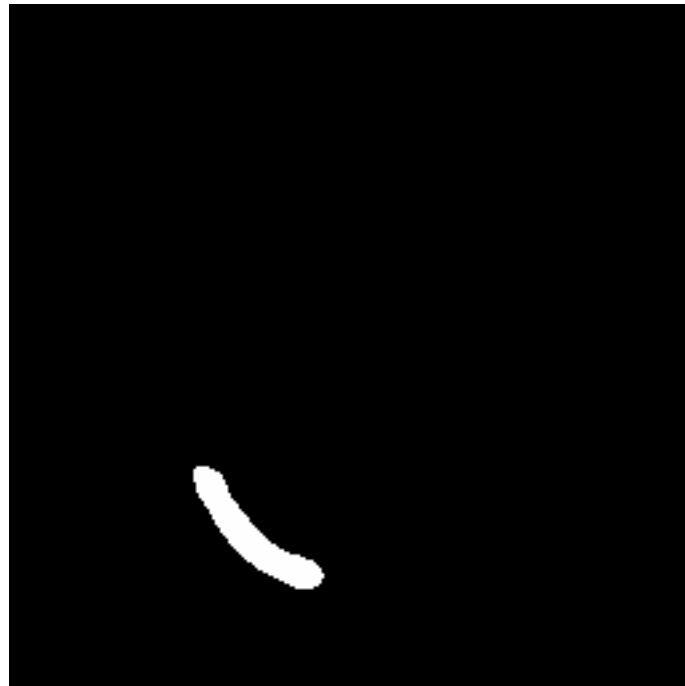
Figur 16. Segmentering av förbättrad (mrHeadB_enhCV) bild för att ta fram kärl med mycket spill, som sedan inverterats.

20	9	0.125	1	-0.3	2	1	1	2	0	-1000	0
----	---	-------	---	------	---	---	---	---	---	-------	---

Övrig information: 2 frön, 2D



Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 17. Segmentering av förbättrad bild (mrHeadB_enhCV) för att ta fram kärl. Utan spill och invertering. Området är lite större än originalbilden ger intryck av.

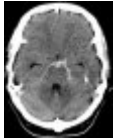
Den första bilden är lite av ett fuskresultat. Det är en kraftig spillning utanför som omsluter kärlet och som man sedan har inverterat. Något man får problem med vid en sådan behandling är att man inte fyllt hela bilden, och därför får man mycket vitt i de områden som fyllningen inte sträckte sig till. Dessutom så fungerar Geodesic på ett sådant sätt att den gärna gör en punkt där man har start-fröna. Denna punkt blir svart vid inverteringen och förstör därför kärlets form.

Den andra bilden är en mer naturlig bild. Den har man inte spillt utanför, utan segmenterat som vanligt. Ett problem med denna bit var att kärnen gärna övergår långsamt från vit till svart, och man förlorar ofta den gråa övergången vid denna segmentering. (Eventuellt kan man nog korrigera för detta om man är skicklig eller utbildad)

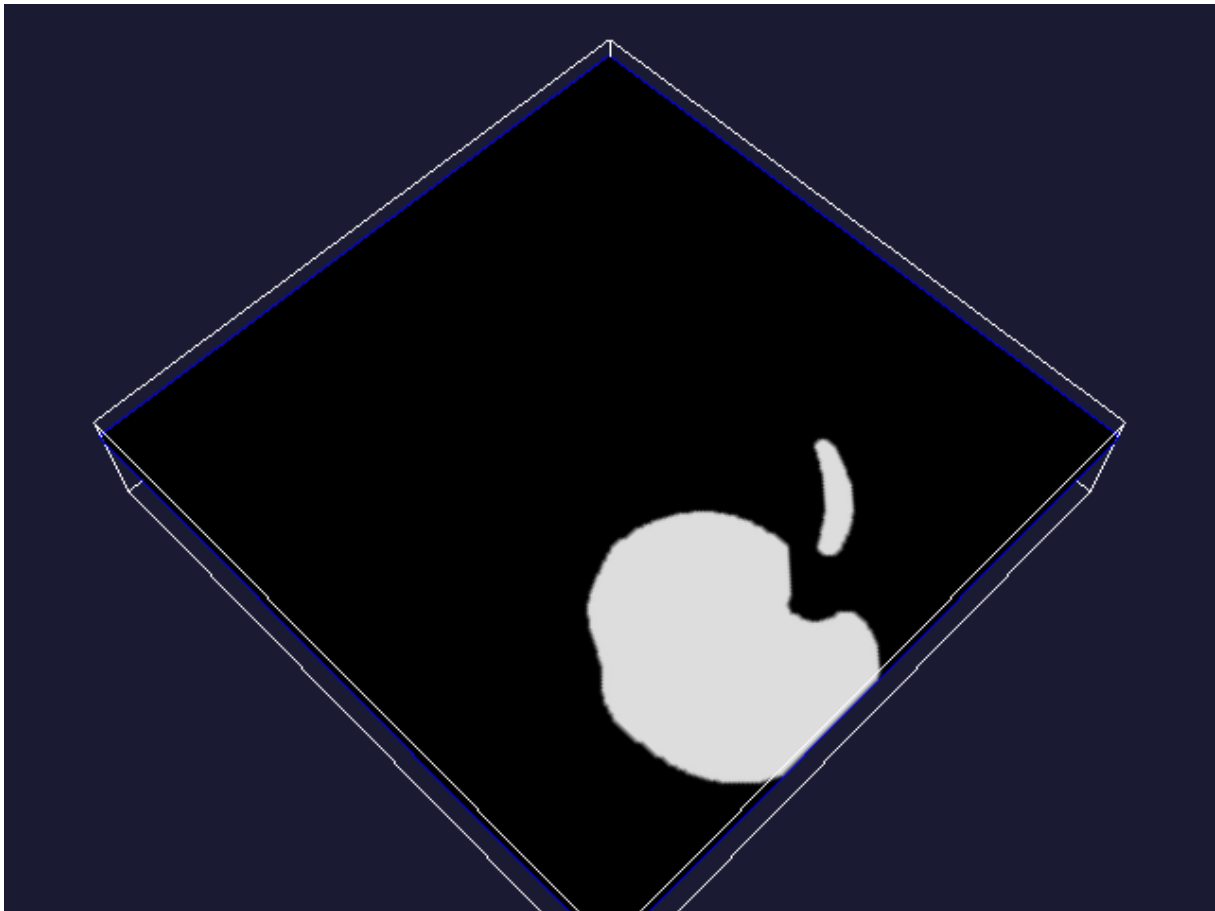
Nedan följer ett försök på en volym.

20	9	0.0625	1	-0.3	2	1	1	2	0	-1000	0
----	---	--------	---	------	---	---	---	---	---	-------	---

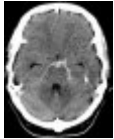
Övrig information: 4 frön, 3D



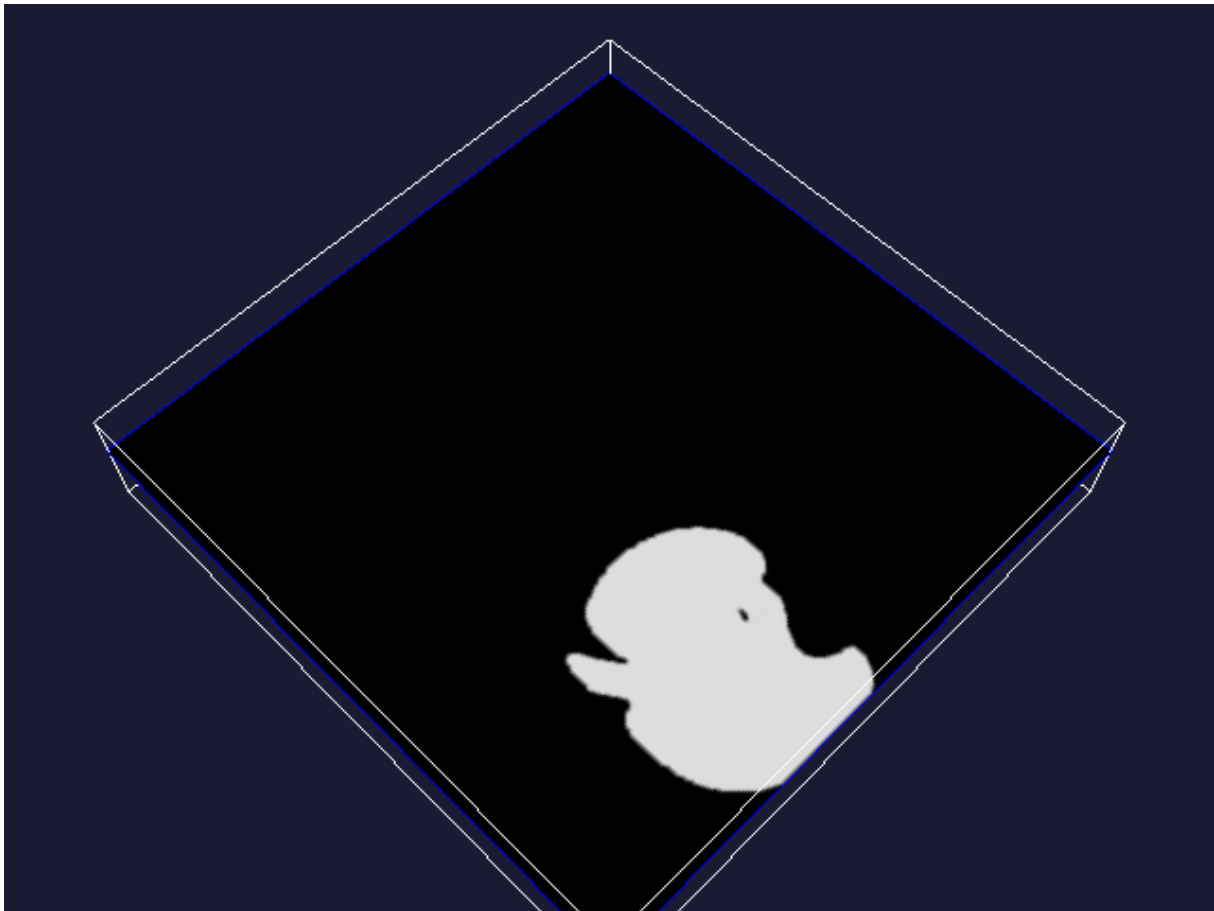
Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 18. 3D volymsegmentering av kärl, med inställningar som orsakar en spillfläck. (mrHeadB_enhCV)



Segmentering av MR-bilder med ITK



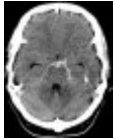
Figur 19. Samma volym som innan, men ett annat lager längre ner. Spillet är även här. (mrHeadB_enhCV)

Denna gång är det två bilder från samma volym, för att man ska kunna se lite bättre. Tydligare dessa inställningar en väldigt otrevlig fläck. Men om man bortser från den, så är det en ganska trevlig segmentering av delar av kärlen. Tyvärr var det för tidskrävande att försöka justera in dessa värden för att bli av med fläcken. Men det verkar inte otroligt att man ska kunna segmentera fram dem med lite mer insikt om parametrarna.

Eftersom det inte fanns någon direkt information om rekommenderade värden för behandlingarna kanske man borde göra en undersökning om det finns eller inte, eftersom det kunde vara hjälpsamt för framtida segmenterare.

3.8 Sammanfattning

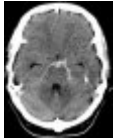
Man kan nog dra slutsatsen att om man vill använda Geodesic för att segmentera 2D bilder, så går det bra utan förbättring, men vid 3D fallet bör man först förbättra bilderna något.



Segmentering av MR-bilder med ITK

Att finna parametrarna är väldigt svårt utan riktig insikt i vad som är rekommenderat att använda. I 3D fallet är det väldigt opraktiskt att treva sig fram.

MCIV's Geodesic segmentering verkar fungera som den ska, men det är svårt att utvärdera om den fungerar så bra som önskat, när man inte lyckats få in tillräckligt bra parametrar.



Segmentering av MR-bilder med ITK

4 Fast marching

4.1 Förord

Fast marching liknar geodesic active contours ganska mycket men man har inte lika många parametrar att skruva på. Vi vet inte om det är en bugg eller om det ska vara så men man får ofta en pixel kvar där man placerar sitt frö.

4.2 Segmentering av vätskefyllt hålrum

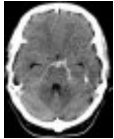
Denna uppgift var svår att göra med fast marching eftersom bilden är ganska brusig och det inte finns någon skarp kant mellan hålrummet och resten av hjärnan. 6 st. frön användes, 3 i varje hålrum, alla med värde -1. För enkelhets skull är parametrarna listade i den ordning som de förekommer i programmet MCIV, och själva namnen på varje parameter är undantagen för att spara lite plats. För fast marching är parametrarna: iterations, conductance, timestep, sigma, alpha, beta, stop time, lower time threshold, upper time threshold.

Använda parametrar för originalbilden i 2D:

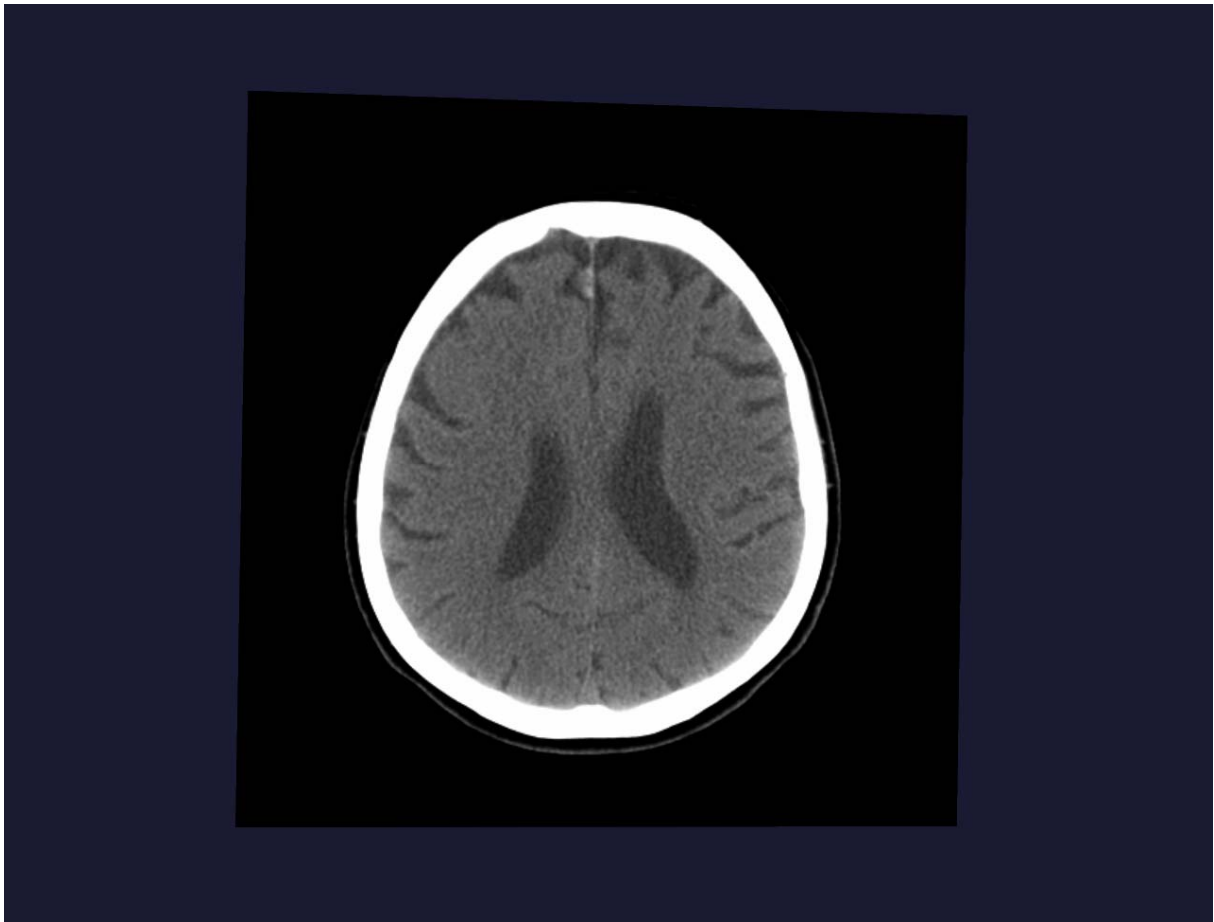
6	5	0.05	0.9	-0.5	1	130	0	130
---	---	------	-----	------	---	-----	---	-----

Använda parametrar för den förbättrade bilden i 2D:

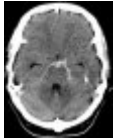
1	5	0.05	0.9	-0.5	1	130	0	130
---	---	------	-----	------	---	-----	---	-----



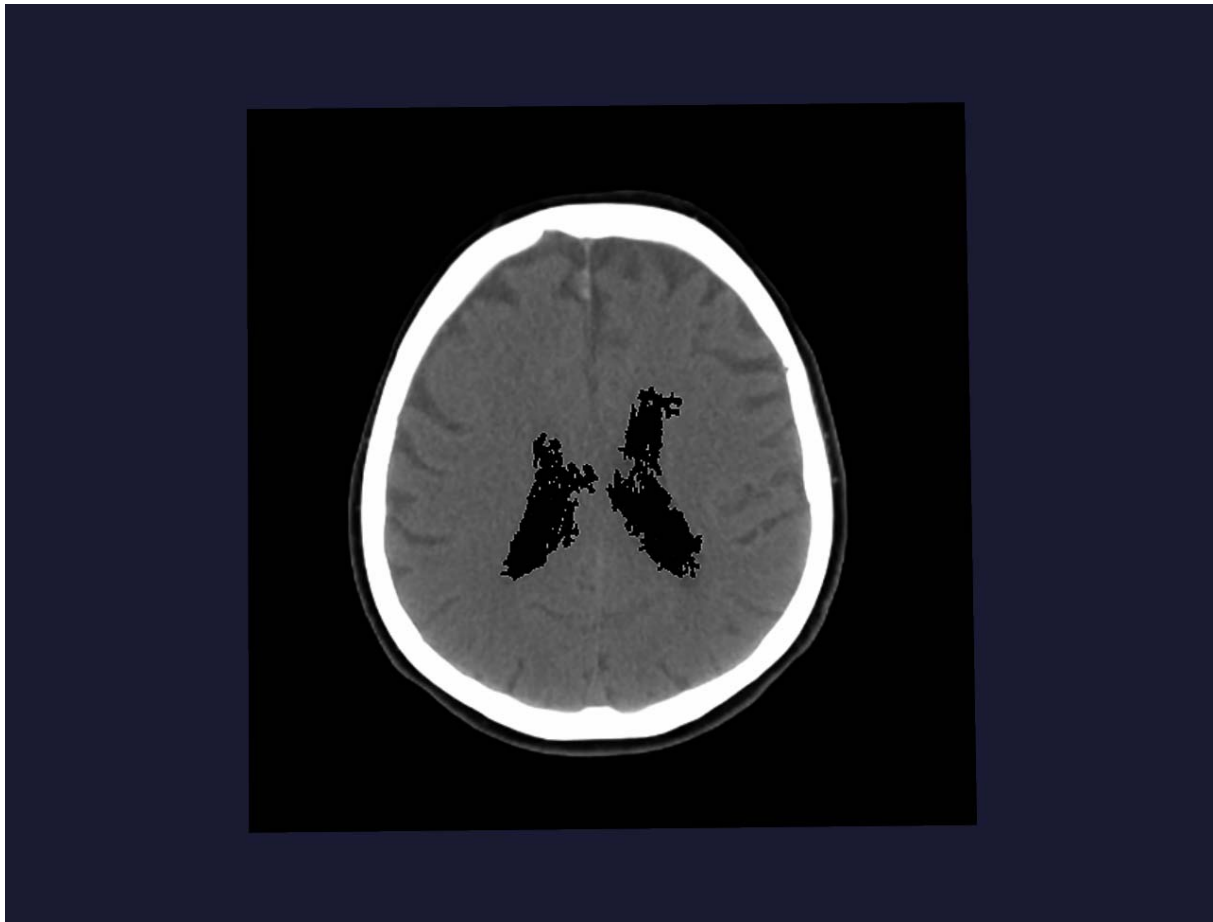
Segmentering av MR-bilder med ITK



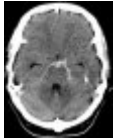
Figur 20. Bilden visar originalbilden (ctHead_org) ur vilken de vätskefyllda områdena i mitten ska segmenteras.



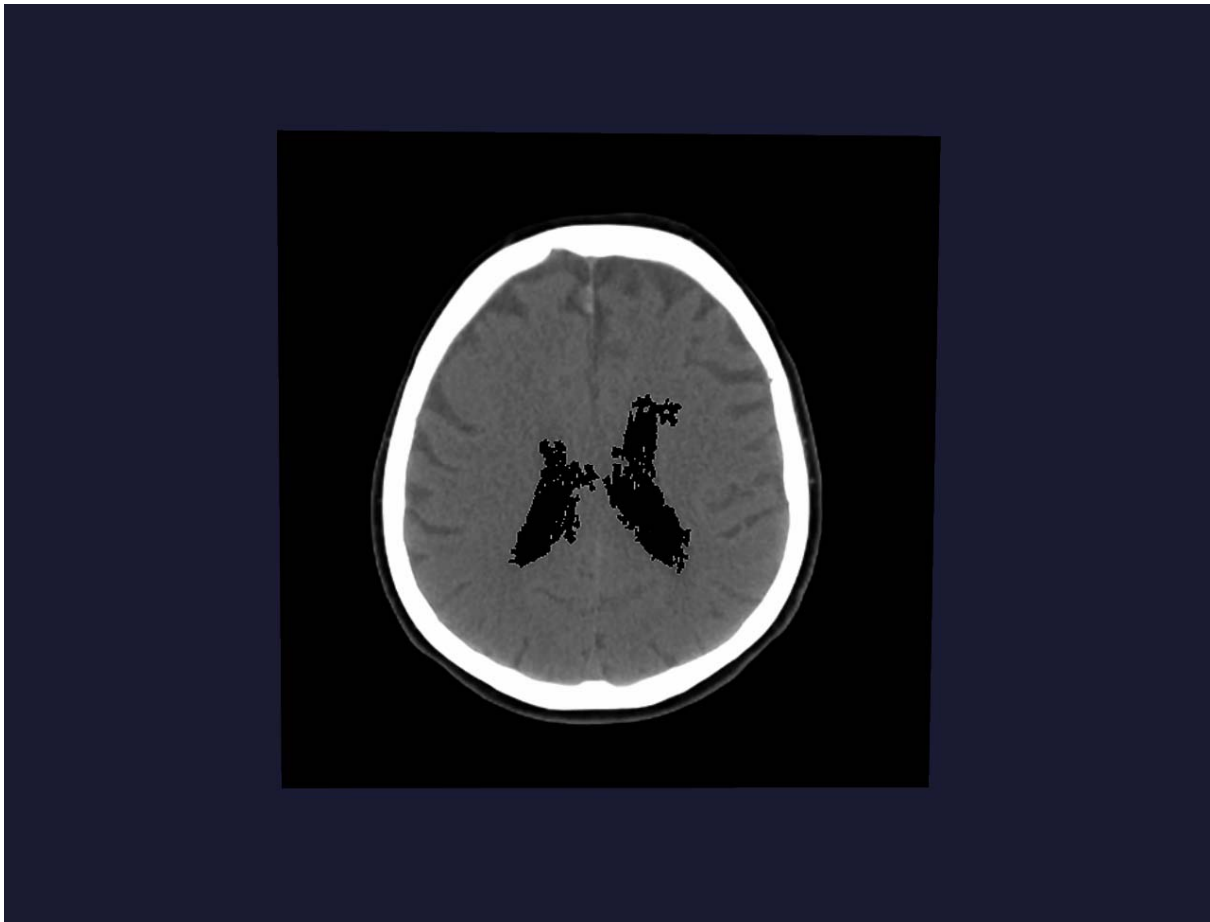
Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 21. Bilden visar skillnadsbilden mellan originalbilden och hålrummen segmenterade med fast marching. (ctHead_org)



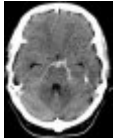
Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 22. Bilden visar skillnadsbilden mellan den förbättrade bilden (ctHead_enhA) och hålrummen segmenterade med fast marching.

4.3 Segmentering av ögon

Vi använde bara ett frö i mitten av varje öga med värde -1, resultatet blev likadant med flera frön. Resultatet i 2D blev ganska bra, det är några pixlar kvar vid kanten som var svåra att få med. Resultatet med den förbättrade bilden var i princip samma, kanske något sämre med några fler pixlar i kanten. Resultatet med fast marching är något sämre än resultatet med watershed. Man var tvungen att använda extremt stora värden på lower och upper timethreshold för att komma nära kanten, jag vet inte om det är tänkt att man ska behöva använda så stora värden, tiden för segmenteringen verkar dock inte öka med ökande värden, det kanske är möjligt att ändra någon annan parameter för att slippa så stora värden på tidströsklarna. Om man använder större tidsvärden än de jag använt så får man inget resultat alls. Det är möjligt att man inte behöver använda så stora värden om man använder flera frön men då får man istället pixlar kvar vid varje frö vilket inte heller är önskvärt.



Segmentering av MR-bilder med ITK

När vi gjorde 3D-segmenteringen så kunde vi tyvärr inte använda alla bilder i volymen eftersom datorn kraschade efter ett tag p.g.a. för lite minne, vi har därför använt bilderna 1-35, gränsen för hur många bilder i volymen man kan arbeta med verkar ligga runt 40 bilder, för just sekvensen mrHeadA, om datorn har 1 GB minne. Resultatet i 3D blev också ganska bra, lite svårare än i 2D att komma ända ut till kanten, svårare att få bra parametrar eftersom varje segmentering tar så lång tid. Resultatet med den förbättrade volymen var något bättre, när jag tog mpr-bilderna så var det är svårt att få samma position på planen och samma betraktningsvinkel.

Använda parametrar för originalbilden i 2D:

50	5	0.05	0.1	-2.5	3	8.5e+37	0	8e+37
----	---	------	-----	------	---	---------	---	-------

Använda parametrar för den förbättrade bilden i 2D:

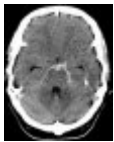
10	5	0.05	0.1	-3	3	8.5e+37	0	8e+37
----	---	------	-----	----	---	---------	---	-------

Använda parametrar för originalbilden i 3D:

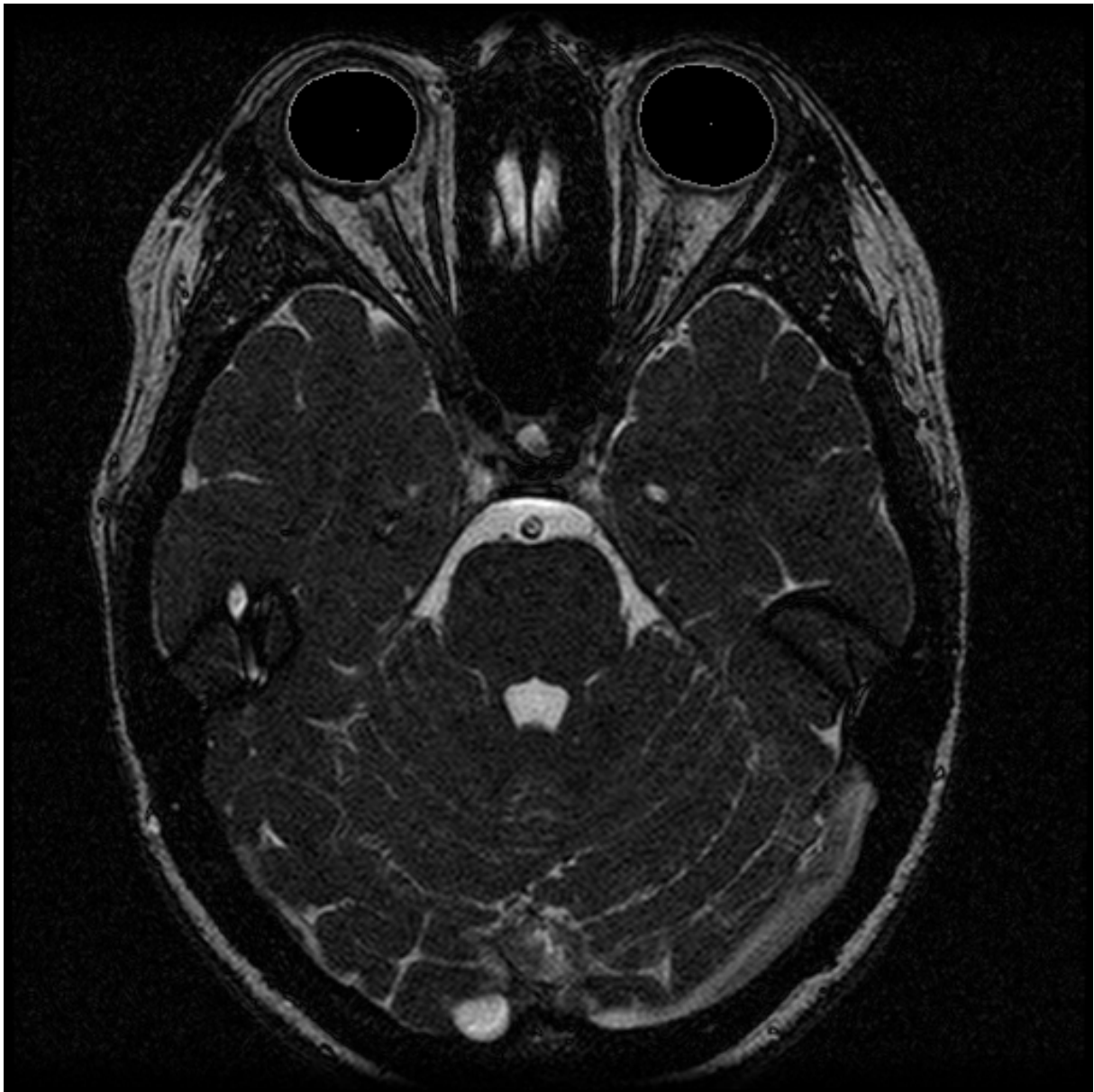
50	5	0.05	0.1	-2.5	3	5.5e+14	0	5e+14
----	---	------	-----	------	---	---------	---	-------

Använda parametrar för den förbättrade bilden i 3D:

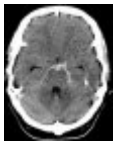
10	5	0.05	0.1	-3	3	5.5e+14	0	5e+14
----	---	------	-----	----	---	---------	---	-------



Segmentering av MR-bilder med ITK



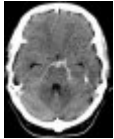
Figur 23. Bilden visar skillnadsbilden mellan originalbilden (mrHeadA_org) och ögonen segmenterade med fast marching.



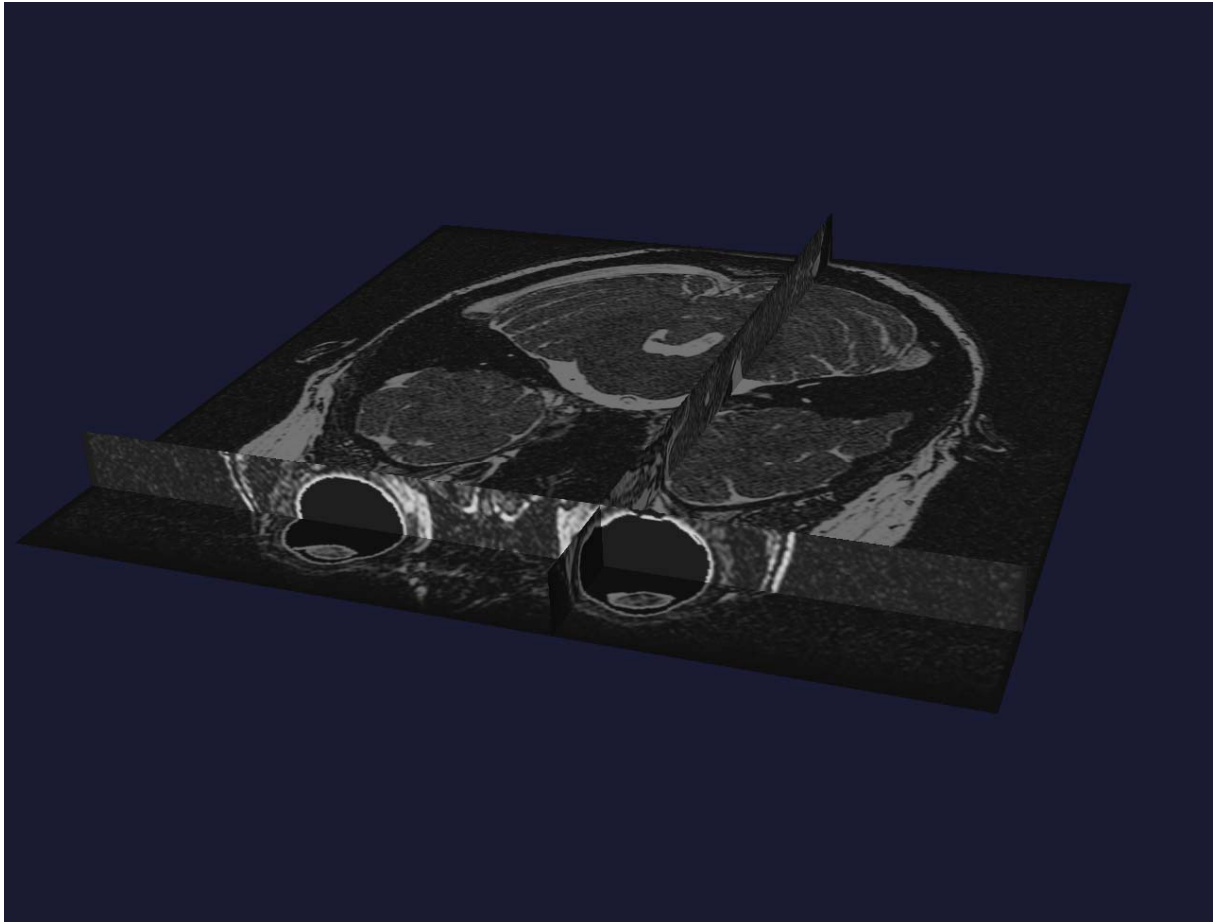
Segmentering av MR-bilder med ITK



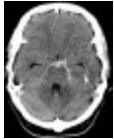
Figur 24. Bilden visar skillnadsbilden mellan den förbättrade bilden (mrHeadA_enhCV) och ögonen segmenterade med fast marching.



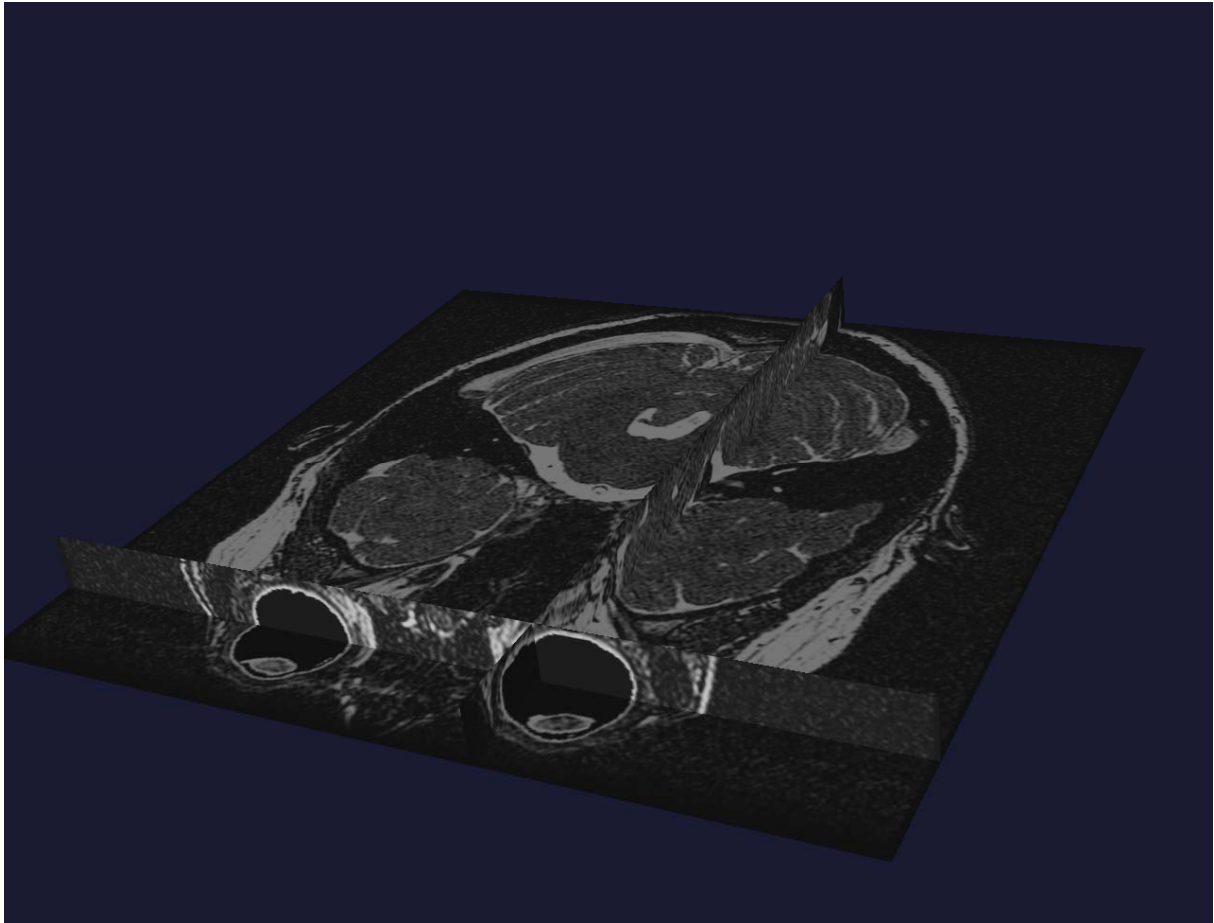
Segmentering av MR-bilder med ITK



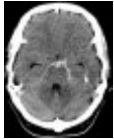
Figur 25. Bilden visar skillnadsvolymen mellan originalvolymen (mrHeadA_org) och ögonen segmenterade i 3D med fast marching.



Segmentering av MR-bilder med ITK



Figur 26. Bilden visar skillnadsvolymen mellan den förbättrade volymen (mrHeadA_enhCV) och ögonen segmenterade i 3D med fast marching.



Segmentering av MR-bilder med ITK

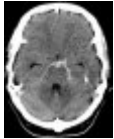
4.4 Segmentering av kärlträd

På grund av tidsbrist hanns inte denna segmenteringen med.

4.5 Sammanfattning

Fast marching verkar fungera bra, dock så får man som sagt pixlar kvar där man placerat sina frön och man måste ibland använda extremt stora tidsvärden. Det svåra är att hitta gränsen för tidsvärdena, om man matar in för höga värden så blir i princip hela bilden vit.

Metoden verkar kräva rätt mycket minne, i alla fall jämfört med watershed.



Segmentering av MR-bilder med ITK

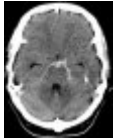
5 Slutsatser

De slutsatser vi kan dra från dessa resultat är att segmenteringsmetoderna verkar fungera bra, i alla fall från våran synvinkel men vi har ju inte så mycket att jämföra med. Vi vet inte hur lång tid det brukar ta att segmentera en volym men för oss tog det 10-20 minuter så vi har inte kunnat testa så jättemånga olika inställningar för 3D eftersom utvärderingen bara skulle omfatta ca 40 h. Det ska även tilläggas att det vi implementerat bara är en version av segmenteringsmetoderna då vi utgått från exempelkod från ITK's användarguide, det finns alltså många olika sätt att implementera förbehandlingen på men vi har inte gett oss in i det eftersom vi inte har så mycket kunskap inom området.

Metoderna verkar vara ganska minneskrävande, som mest användes runt 1.7 GB minne. Ibland har inte segmenteringen kunnat göras på hela volymen eftersom det krävde för mycket minne och då har vi försökt att välja ut de bilder i volymen som behövdes för att kunna göra segmenteringen av det specifika området.

Vad det gäller skillnaden mellan originalbilderna och de förbättrade bilderna så får man ibland synbart bättre resultat men oftast ser man ingen större skillnad.

Vi har inte hunnit med att göra alla olika segmenteringar med alla metoder utan vi har försökt att få till bra resultat för åtminstone ett fall istället för att testa alla segmenteringar mindre noggrant. En del mindre lyckade resultat inkluderades ändå för att ge en uppfattning om hur nära vissa lösningar var.



Segmentering av MR-bilder med ITK

Referenser

Projektmodellen LIPS, Tomas Svensson & Christian Krysander

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