

# Measurement and Three Dimensional Visualization of Stenosed Vessels in Magnetic Resonance Angiography

蘇儀芬、傅家啟

E-mail: 9511052@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Though Magnetic Resonance Imaging contains the three dimensional information, the images are still presented as the two dimensional format. 3D visualization of Magnetic Resonance Angiography (MRA) images can improve the quality of clinical diagnosis. The stenosis of brain vessel is the main cause of the stroke in the modern society. In this thesis, the Pulse Coupled Neural Network (PCNN) is applied to segment the vascular tree in MRA images. The sensitivity analysis is conducted to search the threshold's decline weight ( ), experimental results showed that is 1, outperforms the others parameter in terms of segmentation quality. After segmentation, a connected component algorithm is applied to link the tree-like structured vascular system. 3D visualization is used to present the reconstructed output. The algorithm to calculate the slope and a normal along the skeleton of the vessel is applied to measure the width of the vessel, which assists users to quantify the degree of stenosis of vessel in the brain MRA images.

Keywords : MRA ; Image Segmentation ; PCNN ; 3D visualization ; stenosis of vessel

## Table of Contents

目錄	封面	內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	iv	ABSTRACT	v	誌謝	vi	目錄	iv	圖目錄	vii	表目錄	ix	第一章 緒論	1	1.1 研究背景與動機	1	1.2 研究目的與範圍	3	1.3 研究方法	4	第二章 文獻探討	6	2.1 影像前處理	6	2.2 影像分割	8	2.2.1 統計導向 (Statistical-based)	8	2.2.2 邊界導向 (Edge-based)	9	2.2.3 區域導向 (Region-based)	9	2.2.4 混合模型 (Hybrid-based method)	13	2.2.5 各影像分割演算法之比較	14	2.3 績效衡量	16	2.4 影像後處理	17	2.4.1 血管狹窄	18	第三章 研究架構與方法	20	3.1 研究架構	20	3.2 研究方法	21	3.2.1 影像前處理	21	3.2.2 影像分割	22	3.2.3 績效衡量	23	3.2.4 影像後處理	24	3.2.5 計算血管內部直徑	25	第四章 實驗結果與分析	28	4.1 實驗設置	28	4.1.1 模擬影像之實驗設置	28	4.1.2 實際影像之實驗設置	31	4.2 模擬影像之實驗結果	31	4.2.1 腦血管之分割結果	31	4.2.2 績效衡量	32	4.3 實際影像之實驗結果	35	4.3.1 腦血管之分割結果	35	4.3.2 腦血管之三維視覺化	35	4.4 血管狹窄於實際影像之實驗結果	36	4.4.1 計算血管內部直徑	36	第五章 結論	46	5.1 結論	46	5.2 未來展望	46	參考文獻	47	圖目錄		圖1.1 腦血管狹窄圖	1	圖1.2 研究方法架構圖	5	圖1.3 研究方法流程圖	5	圖2.1 各式映射結果	7	圖2.2 影像強化示意圖	7	圖2.3 PCNN網路架構圖	10	圖2.4 二維高斯遮罩	12	圖2.5 空間上分割區域示意圖	16	圖2.6 影像後處理示意圖	17	圖2.7 血管狹窄量測示意圖	19	圖3.1 影像處理流程圖	20	圖3.2 影像強化血管影像	21	圖3.3 實際影像顱內血管分割結果圖	23	圖3.4 影像後處理示意圖	24	圖3.5 血管內部直徑計算架構圖	25	圖3.6 計算斜率及法線之示意圖	26	圖3.7 夾角最小值示意圖	27	圖4.1 模擬影像架構圖	28	圖4.2 血管內部示意圖	29	圖4.3 Golden Standard相關說明圖	30	圖4.4 MRA原圖與模擬影像之呈現	30	圖4.5 PCNN演算法於模擬血管影像分割結果	32	圖4.6 空間上分割區域示意圖	32	圖4.7 不同切斷值的衰退權重下PCNN分割結果	33	圖4.8 不同切斷值的衰退權重下之平均值示意圖	34	圖4.9 實際影像之分割結果	35	圖4.10 血管三維視覺化結果	36	圖4.11 計算血管內部架構圖	37	圖4.12 連通標示示意圖	38	圖4.13 使用者想要研究之血管	38	圖4.14 使用者想要研究之血管狹窄範圍	39	圖4.15 投影至2D影像並選擇所需血管	39	圖4.16 使用者想要研究之血管狹窄區域範圍	40	圖4.17 找出研究區域之邊緣, 及中心軸	40	圖4.18 計算斜率及法線之示意圖	41	圖4.19 研究範圍之邊緣及中心軸	42	圖4.20 可能的狹窄區域發生位置	43	圖4.21 可能狹窄區域發生位置及最寬之血管區域	43	圖4.22 狹窄區域及最寬區域之距離	44	圖4.23 狹窄範圍的前、後10點的資訊	45	圖4.24 使用者自訂一點, 並計算其距離	45	表目錄		表2.1 影像分割演算法之比較	15	表4.1 不同切斷值的衰退權重之Jaccard Similarity	34
----	----	----	-----	-----	-----	------	----	----------	---	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	--------	---	-------------	---	-------------	---	----------	---	----------	---	-----------	---	----------	---	--------------------------------	---	-------------------------	---	---------------------------	---	----------------------------------	----	-------------------	----	----------	----	-----------	----	------------	----	-------------	----	----------	----	----------	----	-------------	----	------------	----	------------	----	-------------	----	----------------	----	-------------	----	----------	----	-----------------	----	-----------------	----	---------------	----	----------------	----	------------	----	---------------	----	----------------	----	-----------------	----	--------------------	----	----------------	----	--------	----	--------	----	----------	----	------	----	-----	--	-------------	---	--------------	---	--------------	---	-------------	---	--------------	---	----------------	----	-------------	----	-----------------	----	---------------	----	----------------	----	--------------	----	---------------	----	--------------------	----	---------------	----	------------------	----	------------------	----	---------------	----	--------------	----	--------------	----	---------------------------	----	--------------------	----	-------------------------	----	-----------------	----	--------------------------	----	-------------------------	----	----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	---------------	----	------------------	----	----------------------	----	----------------------	----	------------------------	----	-----------------------	----	-------------------	----	-------------------	----	-------------------	----	--------------------------	----	--------------------	----	----------------------	----	-----------------------	----	-----	--	-----------------	----	------------------------------------	----

## REFERENCES

1. 洪維恩, "Matlab7 程式設計", 旗標出版股份有限公司, 2005。
2. 徐賢鈞, "自適式影像分割技術及三維重建—以腦部磁振造影解剖影像之大腦組織結構分割為案例", 大葉大學工業工程學系研究所碩士論文, 2004。
3. 黃一展, "磁振影像腦瘤分割與三維重建", 大葉大學工業工程所碩士論文, 2004。
4. 蔡明倫, "二維點狀影像資訊之強化、特徵擷取及辨識 - 以X光乳房微鈣化檢測為案例", 大葉大學工業工程所碩士論文, 2003。
5. 盧宗斌, "數位影像二維最佳化自動分割及三維元覺化重建-以功能性磁振掃描影像處理為案例", 大葉大學工業工程所碩士論文, 2003。
6. 蘇美妃, "磁振影像腦血管分割與三維重建", 大葉大學工業工程所碩士論文, 2004。
7. Ahmed M. N.、Yamany S. M. and Mohamed N. M., "A Modified Fuzzy C-Mean Algorithm for Biased Field Estimation and Segmentation of MRI Data."

、IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 21, No. 3, pp. 193-199, 2002. 8. Chan T. F. and Vese L. A., "Active Contours Without Edges.", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 10, No. 2, pp. 266-277, 2001. 9. Do-Yeon K. and Jong-Won P., "Computerized quantification of carotid artery stenosis using MRA axial images.", Magnetic Resonance Imaging 22, pp.353 – 359, 2004. 10. Hahn H.K. and Peitgen H.O., "The skull stripping problem in MRI solved by a single 3D watershed transform.", Proc. MICCAI, LNCS 1935, pp.134-143, 2000. 11. Luc V. and Pierre S., "Watersheds in digital spaces: An efficient algorithm based on immersion simulations.", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.13, No.6, pp.583-598, 1991. 12. Peter J. and Ronald M., "Measurement of Stenosis from Magnetic Resonance Angiography Using Vessel Skeletons.", Proc. SPIE Medical Imaging, Vol. 3978, pp.245-255, 2000. 13. Sheep L. A. and Vardi Y., "Maximum Likelihood Reconstruction for Emission Tomography.", IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol.1, pp.113-122, 1982. 14. Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods 原著、繆紹剛 編譯、"數位影像處理-運用MATLAB"、普林斯頓國際有限公司、民國94年9月初版。 15. Yong G. R. and Nixon T. E., "Variability in measurement of extracranial internal carotid artery stenosis as displayed by both digital subtraction and magnetic resonance angiography.", Stroke 27, pp.467-473, 1996. 16. Williams G., "Linear Algebra with Applications.", Wm.C.Brown Publishers, 1996. 17. Wasilewski M., "Active Contours Using Level Sets for Medical Images Segmentation.", University of Waterloo, 2004. 18. Zhang Y., Brady M. and Smith S., "Segmentation of Brain MR Images through a Hidden Markov Random Field Model and the Expectation Maximization Algorithm", IEEE Transaction on Medical Imaging, Vol.20, No.1, pp.45-57, 2001. 19. <http://ct.radiology.viowa.edu/~jiangm/courses/dip/html/node122.html> 20. [http://www.radiology.cn/new\\_page\\_19-17.htm](http://www.radiology.cn/new_page_19-17.htm) 21. [http://www.ptph.doh.gov.tw/%E9%99%A2%E8%A8%8A/92%E5%B9%B4%E9%99%A2%E8%A8%8A/th\\_103.htm#](http://www.ptph.doh.gov.tw/%E9%99%A2%E8%A8%8A/92%E5%B9%B4%E9%99%A2%E8%A8%8A/th_103.htm#) C T 的新發現 - 利用 C T 多層面掃描和Toggling%20Table技術診斷急性腦中風