

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil yang telah dilampirkan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode kombinasi *Level Set* dan *Fuzzy Clustering* berbasis *parallel processing* dengan GPU berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dalam proses segmentasi citra medis
2. Metode kombinasi *Level Set* dan *Fuzzy Clustering* dapat meningkatkan akurasi dan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk proses segmentasi daripada hanya menggunakan 1 metode saja. Didapatkan percepatan sampai dengan 45 kali lipat jika menggunakan gabungan kedua metode daripada menggunakan 1 metode saja. Selain itu kontur yang dihasilkan dari gabungan kedua metode dapat menghasilkan kontur yang cukup kompleks daripada hanya menggunakan 1 metode saja
3. Pemrosesan paralel menggunakan GPU CUDA (*Graphics Processing Unit*) terbukti dapat mempercepat komputasi sampai dengan 25 kali lipat untuk ukuran citra 1800 x 1560.

6.2. Saran

Penelitian yang telah dilakukan ini masih memiliki beberapa kekurangan-kekurangan yang dapat dijadikan saran untuk penelitian lebih lanjut. Saran-saran tersebut antara lain :

1. Program paralel menggunakan GPU dapat dioptimalkan lagi jika menggunakan *shared memory*, tidak hanya menggunakan *global memory* saja.
2. Proses komputasi *Level Set* memakan banyak memory untuk citra dengan dimensi yang besar. Mungkin hal ini dapat ditindak lanjuti sehingga konsumsi *memory* dapat dikurangi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. P. Lee, "Robust Image Segmentation using Active Contours : Level Set Approaches," Ph.D. dissertation, North Carolina State University, 2005.
- [2] F. Shariat, "Object Segmentation Using Active Contours : A Level Set Approach," M.S. Thesis, University of Windsor, 2009.
- [3] Y. Chen, "A novel approach to segmentation and measurement of medical image using level set methods," *Magn. Reson. Imaging*, vol. 39, pp. 175–193, 2017.
- [4] J. Sanders and E. Kandrot, *CUDA by Example An Introduction to General-Purpose GPU Programming*. Boston: Pearson Education, Inc., 2010.
- [5] H. Tang, E. X. Wu, Q. Y. Ma, D. Gallagher, G. M. Perera, and T. Zhuang, "MRI brain image segmentation by multi-resolution edge detection and region selection," *Comput. Med. Imaging Graph.*, vol. 24, pp. 349–357, 2000.
- [6] H. P. Ng, S. H. Ong, K. W. C. Foong, P. S. Goh, and W. L. Nowinski, "Medical Image Segmentation Using K-Means Clustering And Improved Watershed Algorithm," *IEEE Southwest Symp. Image Anal. Interpret.*, pp. 61–65, 2006.
- [7] F. Zhao and J. Fan, "Image Segmentation by Multi-level Thresholding Based on C-Means Clustering Algorithms and Fuzzy Entropy," *Fuzzy Inf. Eng.*, vol. 40, pp. 113–121, 2007.
- [8] K. Zhang, L. Zhang, H. Song, and D. Zhang, "Reinitialization-Free Level Set Evolution via Reaction Diffusion," *IEEE Trans. IMAGE Process.*, vol. 22, no. 1, pp. 258–271, 2013.
- [9] T. F. Chan and L. A. Vese, "Active Contours Without Edges," *IEEE Trans. IMAGE Process.*, vol. 10, no. 2, pp. 266–277, 2001.
- [10] C. Li, C. Xu, S. Member, C. Gui, and M. D. Fox, "Distance Regularized Level Set Evolution and Its Application to Image Segmentation," *IEEE Trans. IMAGE Process.*, vol. 19, no. 12, pp. 3243–3254, 2010.
- [11] B. Nan, C. Kong, S. Chang, and S. H. Ong, "Integrating spatial fuzzy clustering with level set methods for automated medical image segmentation," *Comput. Biol. Med.*, vol. 41, no. 1, pp. 1–10, 2011.
- [12] M. A. Haidekker, *Advanced Biomedical Image Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2011.
- [13] P. P. Ho, *Image Segmentation*. Rijeka: InTech, 2011.
- [14] P. Swierczy, "Segmentation and Registration of Lung Images Using Level-Set Methods," M.S. Thesis, University of Oxford, 2014.

- [15] B. Xiang, “Knowledge-Based Image Segmentation Using Sparse Shape Priors and High-Order MRFs,” Ph.D. dissertation, École Centrale Paris, 2013.
- [16] K. Chuang, H. Tzeng, S. Chen, J. Wu, and T. Chen, “Fuzzy c-means clustering with spatial information for image segmentation,” *Comput. Med. Imaging Graph.*, vol. 30, pp. 9–15, 2006.
- [17] D. B. Kirk and W. W. Hwu, *In Praise of Programming Massively Parallel Processors : A Hands-on Approach*. Burlington: Morgan Kaufmann, 2009.

