

Thesis Title	The Automated Blood Vessel Segmentation Framework with Hybrid Level Set Method
Thesis Credits	12
Candidate	Mr. Tananan Pattanangkur
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Tiranee Achalakul
Program	Master of Engineering
Field of Study	Computer Engineering
Department	Computer Engineering
Faculty	Engineering
Academic Year	2014

### Abstract

Occlusive vascular disease is one of the most critical diseases nowadays. The important arteries and risks for this disease is a carotid artery. This artery is responsible for supplying the brain with oxygen blood. Medical visualization could assist doctors by visualizing the vessel structure of occlusive vascular disease patients in 3D model images. However, there are some obstacles for segmenting the vessel structure from medical images. As the range of intensity of blood vessels still overlaps with the range of intensity of bones, it is impossible to segment the blood vessel by using the conventional thresholding technique.

In this research, we intended to create novel algorithmic techniques that can perform the automatic segmentation of blood vessel in CTA images, without a user interaction or any initial points from the user. In addition, we also display our segmentation in high quality 3D model images. Moreover, we propose the modified version of Level Set Method which is called Hybrid LSM. This method is the combination between edge based and region based active contour model.

We performed the experiments by comparing Hybrid LSM with conventional method. Hybrid LSM can segment the boundary of the desired object, resist to the noisy image, work well despite the objects' unclear boundary and faster than the conventional methods. However, some errors can occur around the acute angle corners. In addition, our blood vessel segmentation framework was evaluated based on the evaluation criteria from Carotid Lumen Segmentation and Stenosis Grading Challenge (CLS). We performed the experiments by using fifteen CTA datasets. We obtained the average dice similarity at 87.09%, average sensitivity at 88.13% and average specification at 86.63% which shows that our method was efficient for vessel segmentation. However, some false positive occurred in the vessel reconstruction process

Keywords: Medical Images / Direct volume rendering / Ray Casting algorithm / Vessel segmentation / Vesselness filter / Level Set Method

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแยกชิ้นส่วนเส้นเลือด อย่างอัตโนมัติ ด้วยวิธีการ Hybrid Level Set Method
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นายชนานันต์ พัฒนางกูร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ธีรณี อจลากุล
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2557

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน โรคหลอดเลือดอุดตัน เป็นอีกโรคหนึ่งที่มีความร้ายแรงมาก ซึ่งเส้นเลือดที่มีความสำคัญ และเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดอุดตันคือเส้นเลือด carotid artery โดยเส้นเลือดนี้จะทำหน้าที่ในการลำเลียงออกซิเจนไปสู่สมอง ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสร้างภาพจำลองทางการแพทย์มีส่วนช่วยในการสร้างภาพจำลองโครงสร้างของเส้นเลือดที่มีการอุดตัน ในรูปแบบภาพสามมิติ แต่อย่างไรก็ตาม การแยกแยะเฉพาะส่วนที่เป็นโครงสร้างของเส้นเลือด ออกจากภาพถ่ายทางการแพทย์นั้น เป็นสิ่งที่ยังคงทำได้ยาก เนื่องจากช่วงค่าความเข้มสีของหลอดเลือด และกระดูก มักจะอยู่ในช่วงเดียวกัน ทำให้การแยกแยะโครงสร้างของเส้นเลือด ไม่สามารถทำได้ด้วยวิธีการ thresholding ทั่วไป

ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยมีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาวิธีการใหม่ ที่สามารถทำการแยกแยะโครงสร้างของเส้นเลือดจากภาพถ่ายทางการแพทย์ ประเภทภาพ CTA ได้โดยอัตโนมัติ โดยปราศจากการปรับแต่ง ค่า และ การกำหนดจุดเริ่มต้น หรือจุดสิ้นสุด จากผู้ใช้งาน และทำการแสดงผลลัพธ์ ภาพโครงสร้างของเส้นเลือดในรูปแบบภาพสามมิติ นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้นำเสนอ วิธีการ Level Set Method ที่ได้รับการปรับปรุง โดยใช้ชื่อว่า Hybrid LSM ซึ่งเป็นการรวมคุณสมบัติเด่นของ วิธีการ edge based และ region based active contour model เข้าด้วยกัน

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบ การทำงานของ Hybrid LSM กับวิธีการ Level Set Method แบบเดิม ซึ่งพบว่า Hybrid LSM สามารถแยกแยะขอบเขตของวัตถุที่ต้องการ ได้ สามารถทำงานได้กับภาพที่มีสิ่งรบกวน และยังคงทำงานได้ดีแม้ว่าเส้นขอบของวัตถุที่ต้องการแยกแยะ จะไม่ชัดเจน นอกจากนี้ Hybrid LSM ใช้จำนวนรอบที่น้อยกว่าในการแยกแยะขอบเขตของวัตถุ แต่อย่างไรก็ตาม Hybrid LSM ยังคงไม่สามารถแยกแยะรายละเอียดส่วนที่เป็นมุมแหลมของวัตถุได้ถูกต้องนัก นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการประเมินการทำงานของ กระบวนการแยกแยะโครงสร้างของเส้นเลือด โดยใช้วิธีการประเมินตามวิธีการของ

การแข่งขัน ในโครงการ Carotid Lumen Segmentation and Stenosis Grading Challenge (CLS) จากการทดลองกับชุดภาพถ่ายทางการแพทย์ประเภท CTA จำนวนสิบห้าชุด ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าความแม่นยำโดยเฉลี่ย 87.09% ปริมาณโครงสร้างเส้นเลือดที่สามารถแยกแยะได้โดยเฉลี่ย 88.13% และ ปริมาณโครงสร้างเส้นเลือดที่สามารถแยกแยะได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย 86.63% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการแยกแยะโครงสร้างของเส้นเลือด แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น มักจะเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการ ขึ้นรูปโครงสร้างของเส้นเลือด

คำสำคัญ : ภาพถ่ายทางการแพทย์ / Direct volume rendering / Ray Casting algorithm / การแยกชิ้นส่วนเส้นเลือด / Vesselness filter / Level Set Method