

การวิเคราะห์หาเส้นเลือดในภาพดวงตาเด็กทารกแรกเกิดโดยอัตโนมัติ

Automatic Vessel Detection for Low-Contrast Baby's Retinal Images

เอกสิทธิ์ เหมทานนท์¹, ดร.บุญญฤทธิ์ อุทยานนวาระ^{2*}, นพ ศักดิ์ชัย วงกิตติรักษ์^{3*}

¹Department of Management of Information Technology, Walailak University

²Sirindhorn International Institute of Technology (SIIT), Thammasat University.

³Queen Sirikit National Institute of Child Health, Children hospital.

E-mail address: r_anan77@hotmail.com , bunyarit@siit.tu.ac.th ,

vsakchai@hotmail.com

บทคัดย่อ: ปัจจุบันนี้มีเด็กที่คลอดก่อนกำหนดและมีปัญหาโรคแทรกซ้อนทางดวงตาซึ่งเรียกว่าโรค **ROP (Retinopathy of Prematurity)** เป็นสาเหตุลำดับต้นๆของผู้ป่วยสูญเสียสายตา และจำนวนผู้ป่วยได้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ **ROP** เป็นโรคที่การรักษาจะให้ผลดีเมื่อพบโรคในระยะแรก ดังนั้นจึงสำคัญมากที่ทั้งกุมารแพทย์และจักษุแพทย์จะร่วมมือกันเพื่อลดอุบัติการณ์การสูญเสียสายตาจากโรคนี้ ในปัจจุบันนี้จักษุแพทย์ได้นำเทคโนโลยีทางการถ่ายภาพดวงตาทารกแรกเกิดด้วยกล้อง **RetCam** มาช่วยในการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามภาพที่ได้นั้นยังไม่มีคมชัดและไม่สามารถมองเห็นเส้นเลือดได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เป็นเพราะการถ่ายภาพต้องใช้แสงปริมาณน้อย และธรรมชาติของเส้นเลือดของทารกเองที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่ จึงทำให้การวินิจฉัยโรคล่าช้าและจะส่งผลให้การรักษาโรคไม่ทันทั่วทั้ง งานวิจัยชิ้นนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาวิธีการประมวลผลภาพ (**Image Processing**) ในการค้นหาขอบของเส้นเลือดซึ่งเรียกว่าเทคนิค **Edge Detection** โดยการนำทฤษฎีต่างๆ มาใช้ในการหาขอบของเส้นเลือดและนำภาพขอบของเส้นเลือดที่มีความคมชัดยิ่งขึ้นในแต่ละทฤษฎีมาทำการเปรียบเทียบ เพื่อให้ได้รู้ว่าทฤษฎีใดมีความเหมาะสมกับภาพเหล่านี้เพื่อได้ภาพใหม่ที่สามารถมองเห็นเส้นเลือดอย่างชัดเจนและนำภาพใหม่ที่ได้มาใช้ในการวินิจฉัยโรคได้อย่างทันทั่วทั้ง

Abstract: The number of premature babies affected by ROP disease (Retinopathy of Prematurity), a foremost cause of childhood blindness, is continually increasing. ROP can be effectively and successfully cured if diagnosis is given at an early stage. The collaboration between physicians and ophthalmologists is therefore important to reduce and prevent this eye loss phenomenon. The RetCam is a recently developed instrument, which can be used to view the retina of a preterm baby. Nevertheless, pictures taken by RetCam are still not clear and vessels cannot be clearly seen, which causes a delay in diagnosis and treatment. This research is aimed at improving the pictures from RetCam camera using image processing techniques. Edge detection techniques are tested and further developed to detect the edge of eye vessels automatically. The resulting improved pictures will help doctors to instantly diagnose the patient and then provide proper treatment in due course.

Introduction: Retinopathy disease is a blind eye condition of premature babies. In Thailand 16 out of 120 premature babies lose their vision compared with 300 out of 1,000,000 in the United States of America. Digital camera technology is adopted in photographing the eye but a problem is that the image is not clear enough and not able to be used in diagnosing the disease. Researchers have realized the issue, and set up

research on methods of improving the image for specialist physicians to adopt in diagnosing and treating the disease in time.

Methodology: To find blood vessels automatically, image processing techniques are applied. The researcher has developed a testing procedure. First, image is converted to gray scale image, and then pre-processed using a procedure of Local Contrast Enhancement (as in equation 1).

$$f(i, j) \rightarrow g(i, j) = 255 \frac{[\Psi_w(f) - \Psi_w(f_{\min})]}{[\Psi_w(f_{\max}) - \Psi_w(f_{\min})]} \quad \dots (1)$$

where the sigmoid function is $\Psi_w(f) = \left[1 + \exp\left(\frac{\langle f \rangle_w - f}{s_w}\right) \right]^{-1} \quad \dots (2)$

while f_{\max} and f_{\min} are the maximum and minimum value of intensity within the

whole image with $\langle f \rangle_{w(i,j)} = \frac{1}{M^2} \sum_{(k,l) \in w(i,j)} f(k,l)$, and $s_w^2(f) = \frac{1}{M^2} \sum_{(k,l) \in w(i,j)} (f(k,l) - \langle f \rangle_w)^2$.

With local contrast enhancement, intensity is adjusted more clearly while the colour remains original. A clearer image will be produced. The image is then put into Edge Model with an application of image gradients, in which edge of eye vessel can be detected by Gradient derived from calculation of “mask” values of Roberts cross operator, Prewitt operator, and Sobel operator. The gradient images are derived by calculation of convolution in x and y axis, multiplication between the total of mask values in x and y axis and the image, and then calculate on Gradient value from following equation, $|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$.

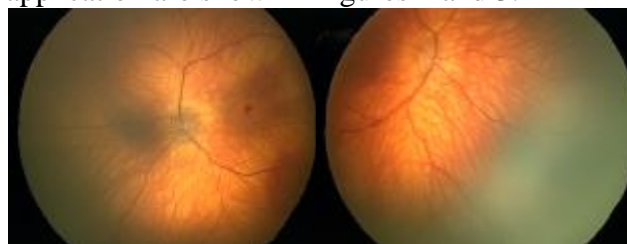
In second order differential method of edge detection, theory of LOG, Laplacian of Gaussian, has been applied. The procedure applies Gaussian smoothing first, and then a Laplacian process, and finally a Zero-Crossing. A mask value can

then be derived from the following formula. $LoG(x, y) = \frac{1}{ps^4} \left[1 - \frac{x^2 - y^2}{2s^2} \right] e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2s^2}\right)}$

Canny edge detection has also been experimented with a mask size of 11x3, 15x3, and 15x5 and calculating from Pascal triangular and Gaussian value. Mask size 5x5 is adopted suitable for our set of images by deriving Gaussian value. A mask value taken from first order differential methods of edge will again be applied in this edge detection process.

Result, Discussion and Conclusion:

The modified algorithms are applied to the original images shown in figures A and B. The results after application are shown in figures 2 and 3.



A

B

Fig1. Original retinal vessels in infant images.

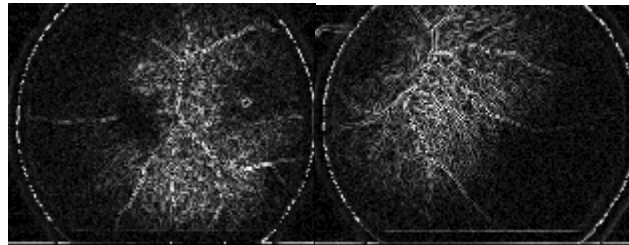


Fig2. Resulting edge image of A and B use Sobel operators.

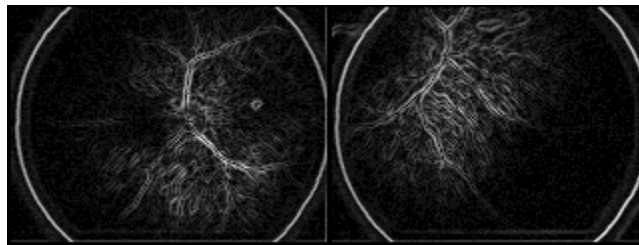
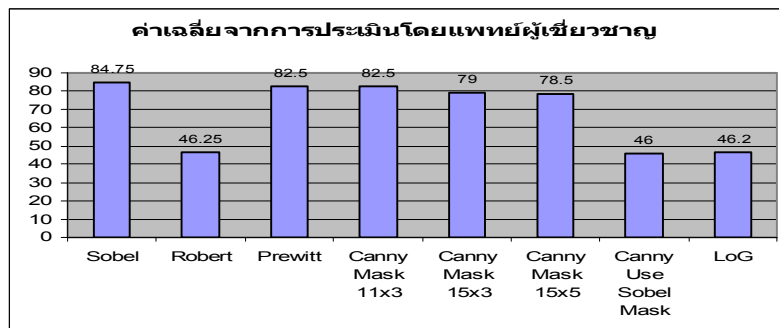


Fig3. Resulting edge image of A and B use canny operator with Mask 15x3

After getting results of image's edge detection from several methods, the researcher has distributed the images to specialist physicians to evaluate. The method or theory that is the most practical in detecting eye's image edge of ROP premature babies will be identified by clinician. The result, from the specialist physicians, is in the following.



Average Value Evaluated by Specialist Physicians

After the evaluation by specialist physicians, Sobel operator approach using Image Gradient theory is found most suitable at 84.75 correctness.

Acknowledgement: Thanks are due to Dr.Sarah Barman, Kingston University for the supply of information, pictures and suggestions; Dr.Sakchai Wongkittiruk, Children Hospital for evaluating images result and Faculty Management of Information Technolgy, Walailak University for supporting thesis.

References: [1]. Gonzales RC, Woods RE. **Digital Image Processing**. 2000

[2]. Randy Crane. **Simplified approach to Image Processing**. 1997

[3]. จันทร์จิรา สิ้นทนะโยธิน, สุธี ผู้เจริญขณะชัย, เทคนิคการวิเคราะห์ภาพเพื่อการวินิจฉัย
ภาพเรตินา, งานประชุมวิชาการประจำปี NECTEC, 2543

Keyword: ROP, Edge Detection, Convolution, Laplacian, Gaussian, gradient and mask.