

การประมวลผลภาพด้วยวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิกสำหรับการระบุระดับน้ำ ในคลองธรรมชาติ

Image Processing Based on Fuzzy Logic Edge Detection for Identifying Water Level of Natural Canal

วชิราภรณ์ เพิ่มพูนสินทรัพย์^{1,*} และ ยุติ ฉัตรวรานนท์²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

เลขที่ 833 ถนนพระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

²หลักสูตรวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

เลขที่ 833 ถนนพระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

E-mail: wachirapond@pit.ac.th

Wachirapond Permpoonsinsup^{1,*} and Yutti Chatwaranon²

¹Faculty of Science and Technology, Pathumwan Institute of Technology,

833 Rama I Road., Wangmai, Bangkok 10330, Thailand.

²Curriculum of Master Degree Engineering, Electrical Engineering, Faculty of Engineering,

Pathumwan Institute of Technology,

833 Rama I Road., Wangmai, Bangkok 10330, Thailand.

E-mail: wachirapond@pit.ac.th

บทคัดย่อ

ในการประมวลผลภาพด้วยวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิก โซเบลและแคนนี่ นั้นอยู่บนหลักการของเกรเดียนต์ โดยการหาจุดต่ำสุดและสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ นอกจากนี้มีอีกวิธีการที่สามารถหาขอบภาพที่มีความคลุมเครือได้ ซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่าวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิก แต่อย่างไรก็ตามวิธีการหาขอบภาพดังกล่าวยังไม่สามารถคำนวณหาระยะห่างของพิกเซลในรูปภาพได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้วิธีการยูคลิดีเนียนในการหาระยะห่างของพิกเซลร่วมกับวิธีการหาขอบภาพ โดยได้ทำการทดลองกับภาพจากคลองธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่าเส้นขอบภาพที่ได้จากวิธีการแบบฟัซซี่ลอจิก โซเบล และแคนนี่ ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยสูงกว่าวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิก ดังนั้นวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิกเป็นวิธีการหาขอบภาพที่มีประสิทธิภาพในการระบุระดับน้ำขอบภาพถ่าย

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ วิธีการหาขอบภาพ ฟัซซี่ลอจิก วิธีการยูคลิดีเนียน

Abstract

In image processing, the methods to detect the edge of image by Prewitt, Sobel and Candy are based on the principle of gradient by finding the maximum and minimum points in the form of the first derivative of the image. In addition, there is a one of method to identify ambiguous edge, called fuzzy logic edge detection. However, those methods cannot calculate the distance between the pixels of line of the image. In this research, the Euclidean distance method is applied to measure the pixel distance of image to identify water level of natural canals. The experiment results show that the mean square error and mean absolute deviation of Prewitt, Sobel and Kandy methods are greater than the fuzzy logic edge detection method. Therefore, the fuzzy logic edge detection is very effective method to identify the water level of image.

Keywords: Image processing, Edge detection method, Fuzzy logic, Euclidean distance

1. บทนำ

การประยุกต์ใช้กล้องวงจรปิดหรือการใช้กล้องดิจิทัลในการจับภาพ นำมาประมวลผลและวิเคราะห์ เพื่อวัดระดับน้ำที่อยู่ในคลองธรรมชาติ คลองชลประทานหรือแม่น้ำที่ไม่มีระบบการเฝ้าระวังและการเตือนภัย เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งในการช่วยตัดสินใจสำหรับการแจ้งการเตือนภัยน้ำท่วมแก่ประชาชน ช่วยลดความสูญเสียและเตรียมพร้อมรับมือเหตุการณ์ แต่ระบบการเตือนภัยน้ำท่วมในปัจจุบันของประเทศไทยยังอาศัยการดูระดับน้ำด้วยมนุษย์ผ่านการดูล่องหรือไม้วัด ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยสายตาอาจเกิดความคลาดเคลื่อนและผิดพลาดได้

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับการเฝ้าระวังแบบอัตโนมัติ [1] ได้นำเสนอวิธีการตรวจวัดระดับน้ำจากสัญญาณวิดีโอเพื่อใช้ในการเฝ้าระวังแม่น้ำอัตโนมัติ โดยการหาเส้นขอบระหว่างพื้นดินกับพื้นน้ำ โดยวิธีการหาขอบภาพแบบตัวกรองความถี่แบบผลตอบสนองอิมพัลส์จำนวนจำกัด หรือ ตัวกรองแบบ (finite impulse response: FIR) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถตรวจสอบระดับน้ำและเตือนภัยได้ นอกจากนี้ [2] ได้ศึกษาการใช้สัญญาณวิดีโอเพื่อตรวจระดับน้ำแบบทางไกล ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการเข้ารหัสวิดีโอแบบใหม่ [3] พัฒนาอัลกอริทึมในการตรวจและประเมินระดับน้ำลำธารในเมือง โดยการใช้กล้องและเทคนิคการประมวลผลภาพ ด้วยวิธีการหาขอบภาพแบบโซเบล (Sobel edge detection) และ เทรสโฮลด์ (Threshold) และทำการวิเคราะห์ภาพเพื่อหาระดับความลึกของน้ำ ผลการทดลองพบว่าวิธีดังกล่าวสามารถหาระดับน้ำและความลึกของระดับน้ำในลำธารได้ [4] ได้พัฒนาและปรับปรุงอัลกอริทึมการหาขอบภาพแบบพรีวิท (Prewitt edge detection) สำหรับตรวจขอบภาพ ด้วยเหตุผลที่ว่าวิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิทดั้งเดิมมีความไวต่อสัญญาณรบกวน [5] นำเสนอวิธีการหาขอบภาพแบบแคนนี่ เพื่อค้นหาความเข้มและความคมชัด และหาขอบเขตของวัตถุในภาพ นอกจากนี้ได้มีการนำเสนอวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy edge detection) ซึ่งอยู่บนฐานความรู้ด้านตรรกศาสตร์คลุมเครือ สำหรับการประมวลผลภาพช่วยให้สามารถใช้ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกเพื่อกำหนดระดับที่พิกเซลซึ่งอยู่

ในขอบหรือพื้นที่เดียวกันได้ [6] จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าวิธีการตรวจวัดระดับน้ำจากภาพของกล้องดิจิทัล เป็นเพียงการหาขอบภาพด้วยวิธีดั้งเดิมและใช้สัญญาณวิดีโอผ่านตัวกรองในการดูการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ แต่ยังไม่มีการระบุระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจน

ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการประมวลผลและวิเคราะห์ภาพนิ่งของวิดีโอจากกล้องดิจิทัล เพื่อระบุระดับน้ำที่อยู่ในคลองธรรมชาติ ด้วยวิธีการหาขอบภาพแบบพีชชีลอจิกซึ่งเป็นวิธีการปัญญาประดิษฐ์ที่อยู่บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์คลุมเครือ พีชชีลอจิกสามารถแยกข้อมูลที่มีความคลุมเครือและให้ความหมายของข้อมูลได้ ภาพที่นำมาทดลองศึกษาทดลองได้จากการถ่ายภาพจากคลองธรรมชาติ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ผ่านวิธีการหาขอบภาพแบบพีชชีลอจิก กับ วิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท โซเบล และแคนนี่ จากนั้นวิธีการยูคลิเดียนได้ถูกประยุกต์ใช้เพื่อระบุระดับน้ำของภาพ การวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาขอบภาพ ได้ใช้วิธีการคำนวณ ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean square error; MSE) และค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute deviation; MAD) จากการทดลองพบว่าการเลื่อนของเฟรม มีผลต่อประสิทธิภาพต่อการระบุระดับน้ำ

2. ทฤษฎี

2.1 วิธีการหาขอบภาพ

การหาขอบภาพด้วยวิธีแบบพรีวิท โซเบล แคนนี่ และพีชชีลอจิก มีหลักการดังต่อไปนี้

2.1.1. วิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท (Prewitt edge detection)

เป็นวิธีการหาขอบภาพโดยใช้เทคนิคเมตริกฟิลเตอร์ขนาด 3×3 แบบสองฟิลเตอร์โดยฟิลเตอร์แรกจะหาค่าความแตกต่างในแนวแกน X และฟิลเตอร์ที่สองจะหาค่าความแตกต่างในแนวแกน Y [7]

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

2.1.2. วิธีการหาขอบภาพแบบโซเบล (Sobel edge detection)

การหาขอบภาพแบบโซเบลมีความเหมือนกับการหาขอบภาพแบบพรีวิท โดยจะใช้ขนาดของฟิลเตอร์แบบ 3×3 จำนวนสองฟิลเตอร์ที่เหมือนกัน แต่ความแตกต่างอยู่ที่ค่าในฟิลเตอร์ของโซเบลจะมีค่าที่แตกต่างกับวิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท [7] แสดงดังสมการที่ (3) และ (4)

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

2.1.3. วิธีการหาขอบภาพแบบแคนนีย์ (Canny edge detection)

เป็นวิธีการหาขอบภาพที่สามารถกำจัดสัญญาณรบกวน โดยการใช้ตัวฟิลเตอร์แบบเกาส์เซียน (Gaussian filter) [8] ภาพที่กรองได้แสดงความสัมพันธ์ ดังสมการที่ (5)

$$F_{i,j} = l(i,j)gG(i,j;\sigma) \quad (5)$$

โดย $F_{i,j}$ คือ ภาพหลังการกรอง $l(i,j)$ คือ ภาพที่ต้องการหาขอบภาพ $G(i,j;\sigma)$ คือ ฟิลเตอร์เกาส์เซียน σ คือ ค่าการเบี่ยงเบน

โดยมีสมการที่ (6) และ (7) ทำการกำจัดสัญญาณรบกวน แสดงดังนี้

$$G_x = \{P_{i,j+1} P_{i,j} + P_{i+1,j+1} P_{i+1,j}\} / 2 \quad (6)$$

$$G_y = \{P_{i,j} P_{i+1,j} + P_{i+1,j+1} P_{i+1,j+1}\} / 2 \quad (7)$$

เมื่อ G_x คือ ค่าความแตกต่างแกนแนวนอน G_y คือ ค่าความแตกต่างแกนแนวตั้ง $P_{i,j}$ คือ ค่าความเข้มแสงของจุดภาพ

การหาขนาดและทิศทางของวิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท [9] โซเบลและแคนนีย์ แสดงได้ดังสมการ

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (8)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{G_x}{G_y} \right) \quad (9)$$

โดย G คือ ขนาดของเวกเตอร์ θ คือ ทิศทางของเวกเตอร์

2.1.4 วิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy edge detection)

รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างฟัซซี่ลอจิก ประกอบด้วยขั้นตอนการฟัซซี่ฟิเคชัน (Fuzzification) [6] ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำการแปลงข้อมูลที่รับเข้ามา เรียกว่า ข้อมูลแบบชัดเจน (Crisp data) ให้เป็นค่าอินพุตของฟัซซี่ลอจิก ซึ่งอยู่ในรูปแบบของความเป็นสมาชิกฟังก์ชัน การอนุมานเชิงฟัซซี่ (Fuzzy inference) เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญโดยการประมวลผลในระบบฟัซซี่ลอจิกซึ่งจะมีการตีความโดยการนำค่าข้อมูลอินพุตที่ได้มาให้ทำตามเงื่อนไขที่มีการกำหนดไว้ เรียกว่ากฎของฟัซซี่ (Fuzzy rule base) [10][11] ในงานนี้จะกำหนดกฎฟัซซี่ดังตารางที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างฟัซซี่ลอจิก

ตารางที่ 1 กฎฟัซซี่ลอจิก

	กฎฟัซซี่ลอจิก
1.	ถ้า I_x เป็น 0 และ I_y เป็น 0 แล้ว I_o เป็นสีขาว
2.	ถ้า I_x is ไม่เป็น 0 และ I_y is ไม่เป็น 0 แล้ว I_o เป็นสีดำ

ดีฟัซซี่ฟิเคชัน (Defuzzification) เป็นการแปลงค่าจากเอาต์พุตที่ได้เป็นค่าเอาต์พุตที่ต้องการมีค่าเพียงค่าเดียวการถอดรหัสในดีฟัซซี่ฟิเคชันในงานวิจัยนี้ เป็นแบบ จุดศูนย์กลาง เอ้าท์พุทของการดีฟัซซี่ฟิเคชัน [12][13][14] แสดงดังสมการ

$$Y = \frac{\sum \mu_n y_n}{\sum \mu_n} \quad (10)$$

โดย μ คือ เอ้าท์พุทดีฟัซซี่ฟิเคชัน y_n คือ เอ้าท์พุทที่ได้จากกฎ (จุดศูนย์กลาง) μ_n คือ ค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละเอ้าท์พุท (Output)

2.2 ระยะทางแบบยูคลิดีเนียน (Euclidean distance)

ระยะทางแบบยูคลิดีเนียน เป็นวิธีการคำนวณระยะห่างระหว่าง จุด 2 จุด ในแนวเส้นตรงสามารถเขียนสมการ [15] ได้ดังนี้

$$d_{x,y} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2} \quad (11)$$

โดยกำหนดให้

$$\mathbf{x} = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_m]^T \quad (12)$$

$$\mathbf{y} = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_m]^T \quad (13)$$

เมื่อ $d_{x,y}$ คือ ปริภูมิ j มิติ และ $\mathbf{x}$ คือ ข้อมูลชุดที่ 1 และ $\mathbf{y}$ คือ ข้อมูลชุดที่ 2 และ m คือ ขนาดของข้อมูล

2.3 ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย

ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย เป็นการหาค่าความแตกต่าง ค่าความจริงกับค่าที่ได้จากการทดลอง ซึ่งค่า MSE มีค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง [16]

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - Y_i)^2}{N} \quad (14)$$

เมื่อ X_i คือ ค่าที่ได้จากการวัดจริง (Observed data) Y_i คือ ค่าที่ได้จากวิธีการหาขอบภาพ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.4 ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย

ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย เป็นวิธีการวัดความแม่นยำโดยการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดโดยหาค่าความผิดพลาดระหว่างค่าตัดจริงกับค่าที่ได้จากวิธีการหาขอบภาพมีค่าเป็นบวกเสมอ [17] แสดงดังสมการ (15)

$$MAD = \frac{\sum |X_i - Y_i|}{N} \quad (15)$$

เมื่อ X_i คือ ค่าที่ได้จากการวัดจริง (Observed data) Y_i คือ ค่าที่ได้จากวิธีการหาขอบภาพ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. ขั้นตอนและวิธีการระบุระดับน้ำ

การประมวลผลภาพด้วยวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิกสำหรับการระบุระดับน้ำในคลองธรรมชาติมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ทำการแปลงภาพวิดีโอที่ได้จากกล้องดิจิทัล แปลงเป็นรูปภาพสีเทา (Gray scale)

ขั้นตอนที่ 2 : ทำการหาขอบภาพด้วยวิธีการหาขอบภาพทั้ง 4 วิธี คือ วิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท วิธีการหาขอบภาพแบบโซเบล วิธีการหาขอบภาพแบบแคนนี่ และวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิก

ขั้นตอนที่ 3 : ทำการแยกวัตถุระหว่างพื้นดินและพื้นน้ำด้วยวิธีเทียบค่าพิกเซลสี

ขั้นตอนที่ 4 : ทำการระบุระดับน้ำด้วยวิธีการระยะทางแบบยูคลิเดียน

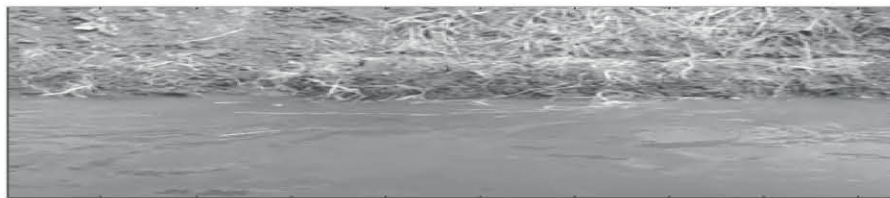
ขั้นตอนที่ 5 : ทำการวัดประสิทธิภาพ วิธีการหาขอบภาพทั้งหมด ด้วยการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย และค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย โดยการเปรียบเทียบเกณฑ์อ้างอิงตามแนวแกน X กับภาพต้นแบบ



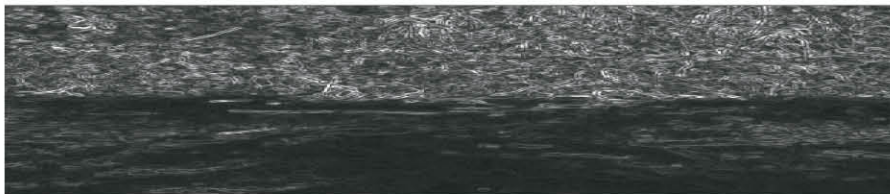
รูปที่ 2 ขั้นตอนและวิธีการระบุระดับน้ำ

4. ผลการทดลอง

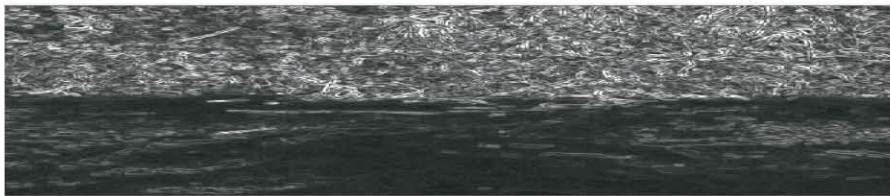
ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองโดยการถ่ายภาพจากกล้องธรรมชาติ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ถ่ายในเวลา กลางวัน ด้วยกล้องดิจิทัล มีขนาดภาพ 250×350 พิกเซล ภาพหนึ่งที่ได้จะถูกนำมาหาขอบภาพด้วยวิธีการหาขอบภาพ ที่ได้นำเสนอข้างต้น การออกแบบการทดลอง มีการปรับความเร็วระยะห่างของเฟรมภาพ ดังนี้คือ แบบที่ 1 ความเร็วเฟรม 1:1 แบบที่ 2 ความเร็วเฟรม 2:1 แบบที่ 3 ความเร็วเฟรม 3:1 แบบที่ 4 ความเร็วเฟรม 5:1 เฟรม และ แบบที่ 5 ความเร็ว 10:1 เฟรม เพื่อทดลองหาว่าระยะห่างของเฟรมที่เหมาะสมในการระบุระดับน้ำของภาพควร ปรับที่ความเร็วเท่าใด โดยมีภาพต้นแบบก่อนการประยุกต์วิธีการหาขอบภาพแสดงดังรูปที่ 3 และ รูปที่ 4-7 แสดง ภาพที่ถูกประยุกต์โดยวิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท โซเบล แคนนี่ และฟิชชีลอจิก ตามลำดับ



รูปที่ 3 ภาพต้นแบบ



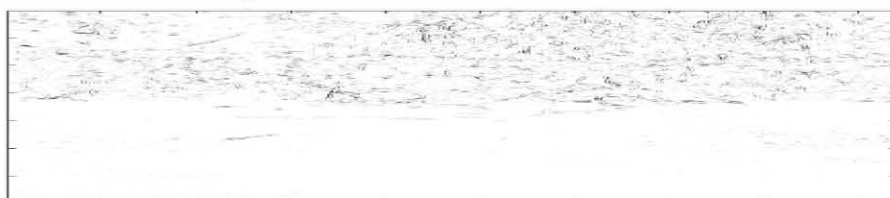
รูปที่ 4 วิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท



รูปที่ 5 วิธีการหาขอบภาพแบบโซเบล

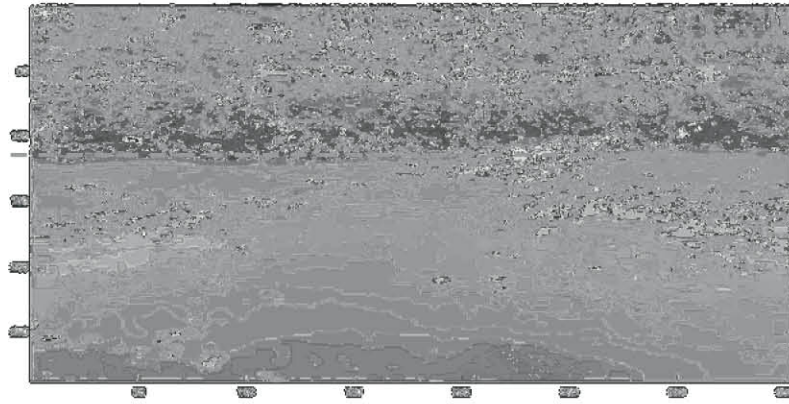


รูปที่ 6 วิธีการหาขอบภาพแบบแคนนี่

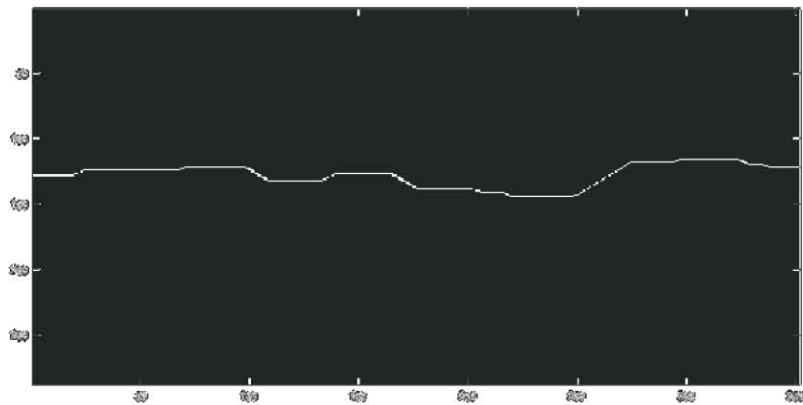


รูปที่ 7 วิธีการหาขอบภาพแบบฟิชชีลอจิก

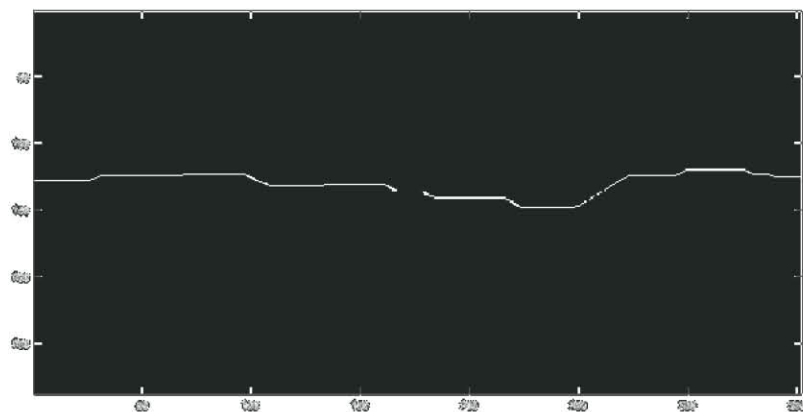
รูปที่ 8 แสดงระดับแกนอ้างอิงหรือขอบตลิ่งของภาพต้นแบบ ในสภาวะปกติ หลังจากผ่านวิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท โซเบล แคนนี่ และพีชชีลอจิกแล้ว รูปที่ได้จะถูกนำไปแยกส่วนบกและส่วนน้ำโดยวิธีการระยะทางแบบยูคลิเดียน ผลการแยกพื้นดินและพื้นน้ำ แสดงดังรูปที่ 9 – 12



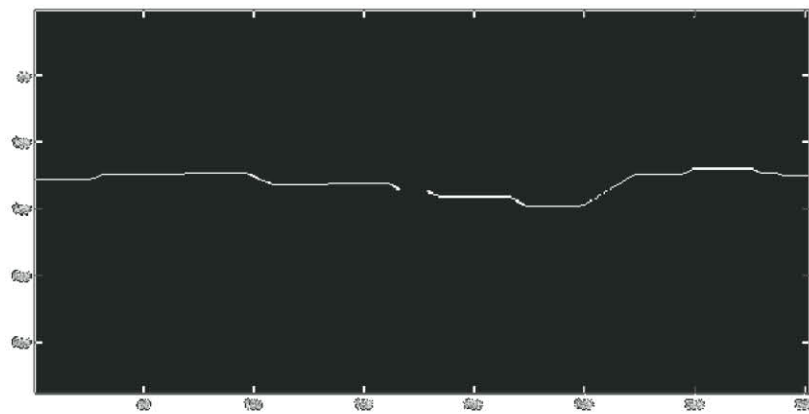
รูปที่ 8 ภาพต้นแบบอ้างอิง



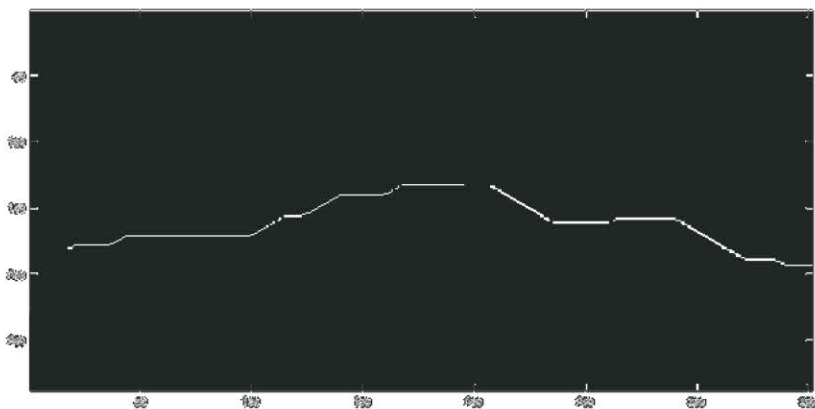
รูปที่ 9 พื้นดินและพื้นน้ำ (พรีวิท)



รูปที่ 10 พื้นดินและพื้นน้ำ (โซเบล)



รูปที่ 11 พื้นดินและพื้นน้ำ (แคนนี่)



รูปที่ 12 พื้นดินและพื้นน้ำ (ฟุ้งช่อจิก)

เนื่องจากวิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท โซเบล แคนนี่ และฟุ้งช่อจิก ไม่สามารถบอกระดับน้ำได้ ดังนั้นวิธีการระยะทางแบบยูคลิดเนียนจึงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อระบุระดับน้ำ การหาประสิทธิภาพของวิธีการหาขอบภาพและการเลื่อนเฟรมที่เหมาะสม สามารถดูได้จากค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยและค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย แสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยที่ความเร็วระยะห่างของเฟรมภาพแบบที่ 1 - 5

วิธีการหาขอบภาพ	ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย				
	1:1	2:1	3:1	5:1	10:1
พรีวิท	1.86	1.29	1.36	0.09	0.92
โซเบล	2.26	1.94	3.26	2.1	3.27
แคนนี่	0.97	0.89	5.57	1.05	0.99
ฟุ้งช่อจิก	0.01	0.06	0.06	0.03	0.02

ตารางที่ 2 แสดงค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย จากตารางพบว่าวิธีการหาขอบที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดคือวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิก ด้วยการปรับความเร็วเฟรมแบบ 1:1 เฟรม และมีค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.01

ตารางที่ 3 ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ความเร็วระยะห่างของเฟรมภาพแบบที่ 1 - 5

วิธีการหาขอบภาพ	ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย				
	1:1	2:1	3:1	5:1	10:1
พรีวิท	10.63	9.82	10.38	9.45	9.2
โซเบล	11.36	11.62	12.69	11.25	13.6
แคนนี่	9.29	8.82	12.75	9.4	8.6
ฟัซซี่ลอจิก	0.51	1.8	1.76	1.15	1.1

ตารางที่ 3 แสดงค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย ด้วยการวัดความแตกต่างของการหาขอบภาพทั้ง 4 วิธี ผลที่ได้พบว่า วิธีการหาขอบที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดคือวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิกมีการปรับความเร็วเฟรมแบบ 1:1 เฟรม และมีค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 0.51

5. บทสรุป

การประมวลผลภาพจากกล้องดิจิทัลเพื่อระบุระดับน้ำของคลองธรรมชาติ ด้วยวิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท วิธีการหาขอบภาพแบบโซเบล วิธีการหาขอบภาพแบบแคนนี่ และวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิก ร่วมกับการวัดระยะพิกเซลของรูปภาพแบบยูคลิดีเนียน โดยมีการวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาขอบภาพด้วยการหาค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยและค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย ผลการทดลองพบว่าค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย และค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิกโดยการปรับเฟรมแบบ 1:1 มีค่าน้อยที่สุด ดังนั้น การระบุระดับน้ำของภาพจากกล้องดิจิทัล ด้วยวิธีการหาขอบภาพแบบฟัซซี่ลอจิก จึงมีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับ วิธีการหาขอบภาพแบบพรีวิท วิธีการหาขอบภาพแบบโซเบล และวิธีการหาขอบภาพแบบแคนนี่

งานวิจัยในอนาคตจะทำการพัฒนาวิธีการหาระดับน้ำให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยการประยุกต์ใช้วิธีการเมตาดิวิชันในการทำการแยกพื้นดินและพื้นน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีปทุมวันที่ได้ให้การสนับสนุนทุนและทรัพยากรในการทำงานวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Iwahashi and S. Udomsiri, "Water Level Detection from Video with FIR filtering," 16th International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN), USA, 2007, pp. 57- 62.
- [2] M. Iwahashi, S. Udomsiri, Y. Imai and S. Muramatsu, "Water Level Detection for Functionally Layered Video Coding," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), USA, 2007, pp.321-324.
- [3] E.S. Ortigoss, F.D.J Ueyama and L.G. Nonato, "Using Digital Image Processing to Estimate the Depth of Urban Streams", 28th Conference on Graphics, Patterns and Images, Brazil, 2015, pp. 93-96.
- [4] L. Yang, D. Zhao, X. Wu, H. Li and J. Zhai, "An Improved Prewitt Algorithm for Edge Detection Based on Noised Image", 4th International Congress on Image and Signal Processing, China, 2011, pp. 1197-1200.
- [5] M.H. Shokhan, "An Efficient Approach for Improving Canny Edge Detection Algorithm," International Journal of Advances in Engineering & Technology, Vol. 7, No. 1 , 2014, pp. 59 -65.
- [6] E.K. Kaur, E.V. Mutenja and E.I.S Gill, "Fuzzy Logic Based Image Edge Detection Algorithm in MATLAB," International Journal of Computer Applications, Vol.1, No. 22, 2010, pp. 55-58.
- [7] G.N. Chaple, R.D. Daruwala and M.S. Gofane, "Comparisons of Robert, Prewitt, Sobel operator based edge detection methods for real time uses on FPGA," International Conference on Technologies for Sustainable Development (ICTSD-2015), India, 2015, pp.1-4.
- [8] N.R. Mehra and L. Sharma, "Comparative Analysis of Canny and Prewitt Edge Detection Techniques used in Image Processing," International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), Vol. 28, No. 1, 2015, pp. 48 – 53.
- [9] J.T. Shi, Y. Zhu, X.L. Chu and X. Chen, "A Novel Approach Of Edge Detection Based On Gray Weighted Absolute Correlation Degree And Prewitt Operator," Intelligent Computing and Integrated Systems (ICISS), China, 2010, pp. 232-234.
- [10] N. Perie, "Fuzzy Logic and Fuzzy Set Theory Based Edge Detection Algorithm," SERBIAN JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING, Vol. 12, No. 1, 2015, pp. 109-116.
- [11] S.N. Kushwaha, "Edge Detection Using Fuzzy Logic in Matlab," International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering (IJARCSSE), Vol. 2, No. 4, 2012, pp. 38-40.
- [12] F. Hoseini and A. Shahbahrami, "An Efficient Implementation of fuzzy edge detection using GPU in MATLAB," High Performance Computing & Simulation (HPCS), Netherlands, 2015, pp. 605 -610.
- [13] D. Gautam and M. Ahmed, "Efficient Fuzzy edge detection using successive Otsu's method," Convergence of Technology (I2CT), India, 2014, pp. 1-5.

- [14] G.M.H. Amer and A.M. Abushaala, "Edge Detection Methods," Web Applications and Networking (WSWAN), Tunisia, 2015, pp. 1-7.
- [15] L. Wang, Y. Zhang and J. Feng, "On the Euclidean distance of images," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 27, No. 8, 2005, pp. 1334 - 1339.
- [16] Z. Wang and Q. Li, "Information Content Weighting for Perceptual Image Quality Assessment," IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 20, No. 5, 2011, pp.1185 - 1198.
- [17] J. N. Ulysses and A. Conci, "Measuring Similarity in Medical Registration," 17th International Conference on Systems, Signals and Image Processing, Brazil, 2010, pp.189-195.
- [18] Nipuni Hettiarachchi and Rohana Priyantha Thilakumara, "Water Level Forecasting and Flood Warning System a Neuro-Fuzzy Approach," International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), Vol.9, No.21, 2015, pp. 96-99.