บทความวิจัย (Research Article)

การตรวจวัดระดับความสูงน้ำท่วมในเขตชุมชนด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล

Measurement of floodwater levels in urban areas using digital image processing.

กฤษติยา พลกันยา[1] และ คัมภีร์ ธีระเวช[1*]
Krittiya Pongunya[1] and Kumpee Teeravech[1*]

[1]คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
[1]Faculty of Computer Science and Information Technology, Rambhai Barni Rajabhat University
*Corresponding author email: kumpee.t@rbru.ac.th

วันที่รับบทความ (Received)	วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)	วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)
14 มีนาคม 2566	16 ตุลาคม 2566	20 ตุลาคม 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเทคนิคในการคำนวณหาความสูงของระดับน้ำท่วมในภาพถ่ายอาคารเขตชุมชนด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัล การทำงานแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การเตรียมภาพถ่าย 2) การลดสัญญาณรบกวน 3) การตรวจหาขอบภาพ 4) การสกัดเส้นตรงแนวตั้ง และ 5) การคำนวณความสูงของระดับน้ำ งานวิจัยนี้กำหนดพื้นที่ศึกษา 2 พื้นที่ที่มีลักษณะของภาพอาคารที่แตกต่างกัน และใช้การตกแต่งภาพเพื่อจำลองสถานการณ์น้ำท่วม ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 7.44 และพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 55.56 โดยความคลาดเคลื่อนในของพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่าสูงมากกว่าร้อยละ 50 และมีความคลาดเคลื่อนมากกว่ากรณีศึกษาที่ 1 เนื่องมาจากวัตถุที่มีขอบแถวตั้ง เช่น รั้ว และเสา ปรากฏในภาพถ่ายของพื้นที่ศึกษาที่ 2 มากกว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 จึงทำให้การสกัดเส้นตรงมีความผิดพลาดเป็นจำนวนมากกว่า

คำสำคัญ : การคำนวณระดับความสูงน้ำท่วม, การแปลงฮัฟ, การประมวลผลภาพดิจิทัล

Abstract

This research aims to study the methodology for calculating floodwater level in the photographs of urban areas using digital image processing techniques. The methodology can be divided into five steps: 1) data preparation 2) noise reduction 3) edge detection 4) extraction of vertical lines, and 5) calculation of the floodwater level. There are two distinct study areas that variations in the appearance of edges. To simulate flooding, water is manually added to the images using photo retouching software. The experimental results show that the error in calculating the floodwater level for the first study is 7.44 and 55.56 for the second area. The higher error rate in the second area can be attributed to the presence of the objects with vertical edges, such as fences and columns, which has greater presence compared to the first area.

Keywords : calculation of floodwater level; Hough transform; digital image processing

บทนำ

จังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดทางชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณอำเภอเมืองจันทบุรีมีลักษณะภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะและได้รับอิทธิพลของลมมรสุม จึงทำให้ประสบปัญหาอุทกภัยในพื้นที่บ่อยครั้ง เช่น อุทกภัยในปี พ.ศ.2565 [1] ซึ่งส่งผลกระทบต่อประชาชนที่ประสบอุทกภัย ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจอีกทั้งยังส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจ และสังคมเป็นมูลค่ามากกว่า 2,000 ล้าน เนื่องจากมีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น และเป็นเขตพื้นที่ชุมชน พื้นที่เศรษฐกิจ และพื้นที่การเกษตร [2]

ปัจจุบันมีเทคนิคการจัดการกับปัญหาอุทกภัยหลายรูปแบบ เช่น งานวิจัยของสุเทพ และคณะ [3] ซึ่งเป็นระบบเตือนภัยล่วงหน้าน้ำท่วม-ดินถล่มด้วยการใช้อุปกรณ์หลายรูปแบบเพื่อตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน รวมถึงเสาวัดระดับน้ำเพื่อตรวจจับและแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำสูงเกินค่าที่กำหนด หรือในกรณีของ ปฏิพัทธ ศรีแสง และคณะ [4] ซึ่งใช้เซนเซอร์อัลตร้าโซนิคเพื่อวัดความสูงของระดับน้ำ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดประการหนึ่งของการใช้อุปกรณ์หรือเซนเซอร์คือราคาต้นทุนที่สูงรวมถึงระยะการตรวจจับที่มีขอบเขตจำกัด

การประมวลผลภาพดิจิทัล (digital image processing) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลหรือดำเนินการกับภาพถ่ายดิจิทัลเพื่อลดหรือสกัดสารสนเทศจากภาพดิจิทัลได้หลายรูปแบบ เช่น การเพิ่มความคมชัดของภาพ, การดัดแก้ความบิดเบี้ยว (distortion) ของภาพ, การกำจัดสัญญาณรบกวน (noise) และการตรวจหาวัตถุในภาพ นอกจากนั้นยังสามารถนำไปวิเคราะห์และนำไปสร้างเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานหลายด้าน อาทิ ด้านการช่วยเหลือและบรรเทาภัยพิบัติ, ด้านการเกษตร, ด้านอุตสาหกรรม, ด้านความบันเทิง และด้านเทคโนโลยีป้องกันประเทศ [5]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและพัฒนาเทคนิคการตรวจวัดระดับความสูงน้ำท่วมในเขตชุมชนด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล เพื่อคำนวณหาความสูงของระดับน้ำท่วม ซึ่งเทคนิคที่ได้นี้อาจจะทำให้หน่วยงานต่าง ๆ ในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้เพื่อคาดการณ์ภัยพิบัติน้ำท่วมในอนาคตได้ รวมทั้งยังเป็นประโยชน์กับประชาชนในการรับมือกับภัยพิบัติน้ำท่วมเพื่อลดความเสียหายที่จะส่งผลกระทบกับตนเอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคนิคที่ใช้ในการหาระดับความสูงของน้ำท่วมด้วยข้อมูลภาพถ่ายในบริเวณชุมชน
2. เพื่อคำนวณหาระดับความสูงของน้ำท่วมในชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

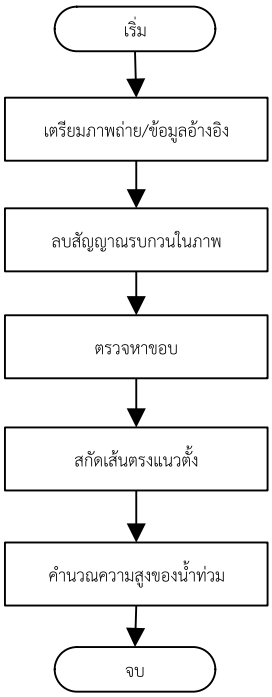
การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเทคนิคเพื่อการตรวจวัดระดับความสูงน้ำท่วมในภาพถ่ายเขตชุมชนด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล โดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้กำหนดรูปแบบของภาพถ่ายที่จะใช้เป็นพื้นที่ศึกษาสองรูปแบบ โดยมีปัจจัยที่สำคัญคือลักษณะของเส้นขอบของอาคารที่ปรากฏในภาพ พื้นที่ศึกษาที่ 1 มีลักษณะเป็นภาพระยะใกล้ของอาคารที่มีเส้นขอบอาคารหรือขอบผนังปรากฏในภาพชัดเจน ไม่มีวัตถุอื่นบดบัง และพื้นที่ศึกษาที่ 2 จะเป็นภาพถ่ายของอาคารที่ปรากฏวัตถุในภาพมากกว่า โดยความแตกต่างด้านการปรากฏของวัตถุในภาพนี้จะส่งผลต่อการสกัดและคำนวณความสูงของระดับน้ำในภาพ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การประมาณค่าความสูงของระดับน้ำท่วมในเขตเมืองในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานคล้ายกับงานวิจัยของ Zhang et al., 2019. [6] ซึ่งใช้เทคนิคการตรวจหาขอบภาพเช่นเดียวกับงานวิจัยนี้ ต่างกันตรงที่เทคนิคของ Zhang et al., 2019 [6] นั้น จะวิเคราะห์ความหนาแน่นของเส้นขอบแนวนอนของขีดบอกค่าความสูงบนมาตรวัดระดับน้ำ แต่ในบทความวิจัยนี้จะวิเคราะห์ความยาวของเส้นตรงแนวตั้งที่เส้นขอบของวัตถุที่ปรากฏชัดเจนในภาพ เช่น ผนังอาคาร และ เสา จากนั้นจึงเปรียบเทียบความยาวของเส้นตรงแนวตั้งที่สกัดออกมาได้เทียบกับความยาวที่ควรจะเป็นเมื่อไม่มีน้ำท่วม โดยภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยนี้ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การเตรียมภาพถ่าย/ข้อมูลอ้างอิง, 2) การกรองภาพด้วยวิธีคอนโวลูชัน, 3) ตรวจหาขอบ, 4) การหาเส้นตรงแนวตั้ง และ 5) การหาความสูงของระดับน้ำท่วม มีรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1: ขั้นตอนการทำงานของการศึกษาครั้งนี้

1. การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลอ้างอิง

ขั้นตอนแรกเป็นการเตรียมข้อมูลภาพถ่ายของพื้นที่ที่คาดว่าน้ำจะท่วม มีภาพของฐานอาคารและเส้นขอบของผนังอาคารหรือวัตถุอื่นปรากฏเห็นได้ชัดเจนและไม่มีเส้นตรงแนวตั้งเส้นอื่นปรากฏซ้อนทับในภาพมากจนเกินไป จากนั้นจึงวัดความสูงของวัตถุที่เลือก เช่น ความสูงของผนัง เก็บไว้เป็นค่าอ้างอิงซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการคำนวณขั้นสุดท้าย

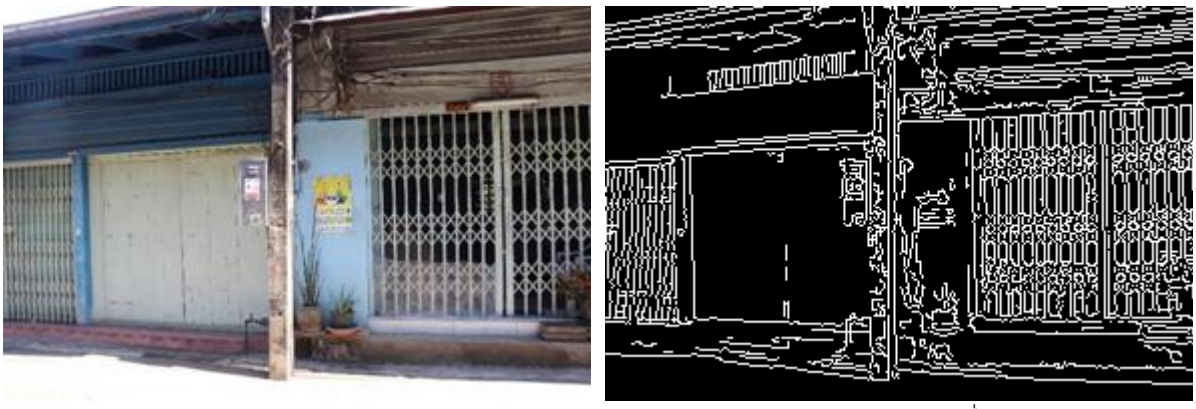
2. การลดสัญญาณรบกวนในภาพ

การประมวลผลเริ่มต้นด้วยการแปลงภาพถ่ายที่ถ่ายได้จากภาพสี (color image) ให้เป็นภาพเฉดสีเทา (grayscale image) เนื่องจากไม่มีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลสีในการประมวลผลและเพื่อลดความซับซ้อนในการประมวลผลในขั้นตอนอื่น ๆ จากนั้นจึงเป็นการดำเนินการกรองภาพ (image filtering) ซึ่งเป็นการดำเนินการที่สามารถใช้เพื่อสกัด (extract) ลักษณะเด่นหรือใช้เพื่อลดสัญญาณรบกวน (noise) ในภาพให้ลดลงโดยการใช้เคอร์เนล (kernel) ร่วมกับเทคนิคการเลื่อนหน้าต่าง (sliding window) เพื่อดำเนินการกับส่วนย่อยของภาพ งานวิจัยนี้ใช้ตัวดำเนินการเกาส์เซียนเบลอ [7] เพื่อทำให้ภาพเบลอ

มากขึ้นเล็กน้อยซึ่งจะทำให้สัญญาณรบกวนในภาพลดลง ส่งผลให้การตรวจหาขอบภาพและเส้นตรงในขั้นตอนต่อ ๆ ไปทำได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. การตรวจหาขอบแบบแคนนี

ขั้นตอนต่อมาเป็นการนำภาพเฉดสีเทาที่ผ่านตัวกรองแล้วมาตรวจหาขอบ (edges) ด้วยตัวตรวจหาขอบแคนนี (Canny edge detector) [8, 9] ซึ่งเป็นตัวดำเนินการแบบหลายขั้นเพื่อสกัดขอบภาพในภาพถ่ายดิจิทัล ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพไบนารี (binary image) โดยที่พิกเซลที่เป็นส่วนของขอบภาพจะปรากฏเป็นสีขาว และถ้าไม่ใช่ส่วนของขอบภาพจะปรากฏเป็นสีดำ ดังตัวอย่างในภาพที่ 2



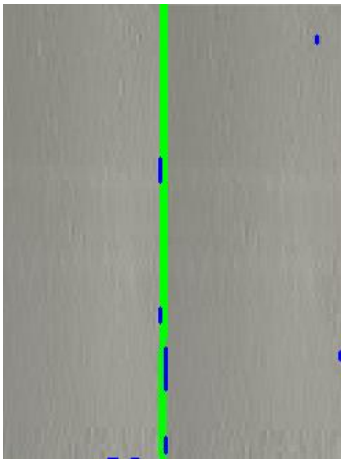
(ก) ภาพอินพุต (ข) เส้นขอบที่ได้

ภาพที่ 2: ตัวอย่างการตรวจหาขอบด้วยวิธีแคนนี

4. การตรวจหาเส้นตรงด้วยการแปลงฮัฟ

ขั้นต่อมาเป็นการสกัดเส้นตรงจากข้อมูลเส้นขอบที่สกัดได้ โดยใช้การแปลงฮัฟ (Hough Transformation) ซึ่งเป็นเทคนิคที่นำข้อมูลขอบภาพที่สกัดมาผ่านขั้นตอนการให้คะแนนหรือโหวตว่าขอบภาพแต่ละพิกเซลมีโอกาสเป็นส่วนของเส้นตรงเส้นใดในภาพบ้าง โดยในกรณีของการสกัดเส้นตรงจะดำเนินโหวตในปริภูมิพารามิเตอร์มุมและระยะทางของแต่ละพิกเซลจากจุดกำเนิด [7, 10]

ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างผลการสกัดเส้นตรงด้วยการแปลงฮัฟเปรียบเทียบให้เห็นผลก่อนและหลังลดสัญญาณรบกวนในภาพด้วยเกาส์เซียนเบลอ โดยภาพนี้เป็นภาพของผนังอาคารซึ่งมีแนวเส้นตรงปรากฏชัดเจนกลางภาพและพื้นหลังส่วนอื่นมีเส้นตรงแนวตั้งปรากฏเป็นสัญญาณรบกวนอยู่ทั่วภาพ เส้นสีน้ำเงินในภาพแสดงเส้นตรงที่สกัดได้จากการแปลงฮัฟแบบไม่มีการกรองสัญญาณรบกวน ผลลัพธ์จะได้เส้นตรงขนาดเล็ก (สีน้ำเงิน) กระจัดกระจายอยู่หลายส่วนของภาพ รวมถึงเส้นหลักตรงกลางภาพที่มีความยาวมากที่สุดซึ่งโดนวาดทับด้วยเส้นสีเขียว โดยเส้นสีเขียวในภาพแสดงกรณีของการใช้ตัวกรองเกาส์เซียนเพื่อลดสัญญาณรบกวน จากตัวอย่างในภาพจะเห็นว่ากรณีหลังนี้สามารถลบเส้นที่ไม่ต้องการออกไปได้จนหมด เหลือเฉพาะเส้นที่อยู่กึ่งกลางภาพเพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 3: ตัวอย่างการลดสัญญาณรบกวนและการสกัดเส้นตรงแนวตั้ง

โดยปกติแล้วเส้นตรงที่สกัดได้จากการแปลงฮัฟจะมีความยาวและทิศทางการเอียงตัวแตกต่างกันไป ดังนั้นขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการนำกลุ่มของเส้นตรงที่สกัดได้จากการแปลงฮัฟมาตรวจสอบเพื่อให้เหลือเฉพาะเส้นตรงแนวตั้ง โดยงานวิจัยนี้จะเลือกใช้เฉพาะเส้นตรงที่มีมุมเมื่อวัดเทียบกับแกน X ไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาแล้วมีค่ามุมอยู่ในช่วง $90 \pm t_\theta$ องศา เส้นตรงที่มีมุมนอกเหนือไปจากช่วงนี้จะถูกละทิ้งไป หลังจากนั้นจึงทำการตรวจสอบอีกครั้งด้วยการคำนวณระยะห่างระหว่างพิกัด X ของปลายเส้นตรงอ้างอิงที่ได้เตรียมไว้เทียบกับค่าพิกัด X ของปลายเส้นตรงที่ตรวจหาได้แต่ละเส้น หากระยะห่างนี้มีค่าเกินกว่าขีดแบ่ง t_X จะหมายถึงเส้นตรงนั้นอยู่ห่างจากเส้นอ้างอิงมากเกินไปและจะถูกละทิ้งไปเช่นกัน เสร็จแล้วจึงนำผลลัพธ์ที่เหลืออยู่มาคำนวณค่าเฉลี่ยค่าพิกัด X เพื่อให้ได้ตัวแทนของเส้นตรงที่ต้องการ และใช้ค่าพิกัด Y ที่มีค่าสูงสุดและต่ำสุดเป็นค่าพิกัดของปลายเส้นด้านบนและด้านล่างของเส้นนั้นตามลำดับ

5. การหาความสูงของระดับน้ำท่วม

ขั้นตอนสุดท้ายคือการนำเส้นตรงแนวตั้งที่ได้จากการแปลงฮัฟมาคำนวณหาความสูงของระดับน้ำท่วม ซึ่งทำด้วยการเทียบอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรงที่สกัดได้จากภาพเปรียบเทียบกับความยาวของเส้นตรงที่ควรจะเป็นที่ได้วัดก่อนหน้านี้ ดังสมการ

$$H_{water} = H_{ref}\,(1 - (L_{cal}/L_{ref})) \quad (1)$$

โดยที่ H_{water} = ความสูงระดับน้ำที่คำนวณได้ (เมตร),

H_{ref} = ความสูงจริงของเส้นอ้างอิง (เมตร),

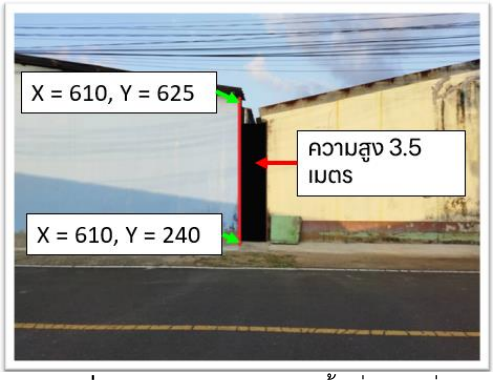
L_{cal} = ความยาวของเส้นที่คำนวณได้ในภาพ (พิกเซล), และ

L_{ref} = ความยาวของเส้นอ้างอิงในภาพ (พิกเซล)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

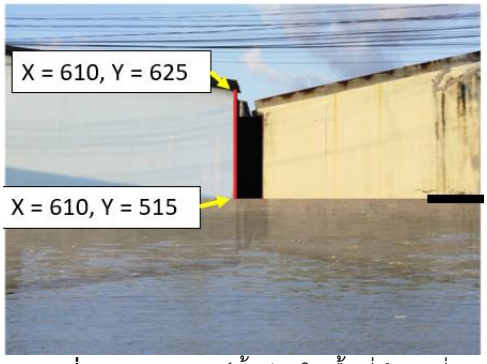
การศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรมภาษาไพทอน (Python) รุ่น 3.8 และคลังโปรแกรมโอเพ่นซีวี (OpenCV) รุ่น 4.3 [11] เป็นคลังโปรแกรมหลักในการดำเนินการประมวลผลภาพ โดยในขั้นตอนการนำภาพมาลดสัญญาณรบกวนนั้นได้กำหนดค่าขนาดหน้าต่างสำหรับการดำเนินการเกาส์เซียนเบลอเท่ากับ 5x5 พิกเซล และหลังจากได้ทำการทดลองเบื้องต้นหลายครั้ง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่าขีดแบ่ง t_θ ให้มีค่าเท่ากับ 5.0 องศาเพื่อกำหนดช่วงของความเอียงของเส้นตรงที่ต้องการให้อยู่ในช่วง [85, 95] องศา และกำหนดค่าขีดแบ่ง t_X = 5 พิกเซล ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้

ภาพที่ 4 แสดงพื้นที่ศึกษาที่ 1 ซึ่งเป็นอาคารแห่งหนึ่งของหมู่บ้านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ในภาพแสดงสถานการณ์ปกติเมื่อไม่มีน้ำท่วม โดยผู้วิจัยได้เลือกขอบของอาคารที่อยู่บริเวณกลางภาพ (แสดงด้วยเส้นตรงแนวตั้งสีแดง) จากนั้นจึงกำหนดพิกัดจุดเริ่มต้นและจุดปลายของเส้นตรงนี้ด้วยมือ โดยในตัวอย่างนี้จุดเริ่มต้นด้านบนมีค่าพิกัดเป็น (610, 625) จุดปลายด้านล่างมีค่าพิกัดเป็น (610, 240) และวัดความยาวของเส้นตรงนี้ในสถานที่จริงได้เท่ากับ 3.5 เมตร



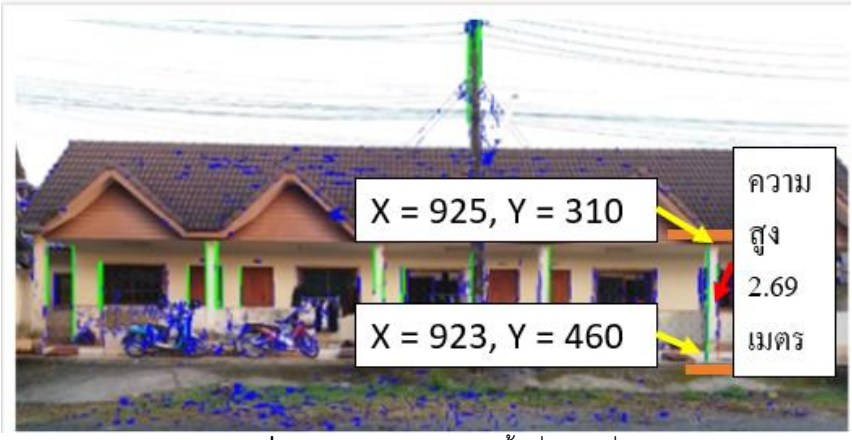
ภาพที่ 4: สถานการณ์ปกติในพื้นที่ศึกษาที่ 1

ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาที่ 1 ซึ่งในกรณีตัวอย่างนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรมอะโดบี โฟโต้ชอป (Adobe PhotoShop) [11] เพื่อจำลองระดับน้ำในภาพขึ้นมา ผลการคำนวณพบว่าสามารถสกัดเส้นตรงแนวตั้งในภาพออกมาได้ 1 เส้น มีจุดปลายทั้งสองด้านที่พิกัด (610, 625) และ (610, 515) มีความยาวของเส้นตรงในภาพเท่ากับ 110 พิกเซล ซึ่งเมื่อนำไปแทนค่าในสมการที่ (1) แล้วจะได้ค่าความสูงของระดับน้ำเท่ากับ 1.0 เมตร



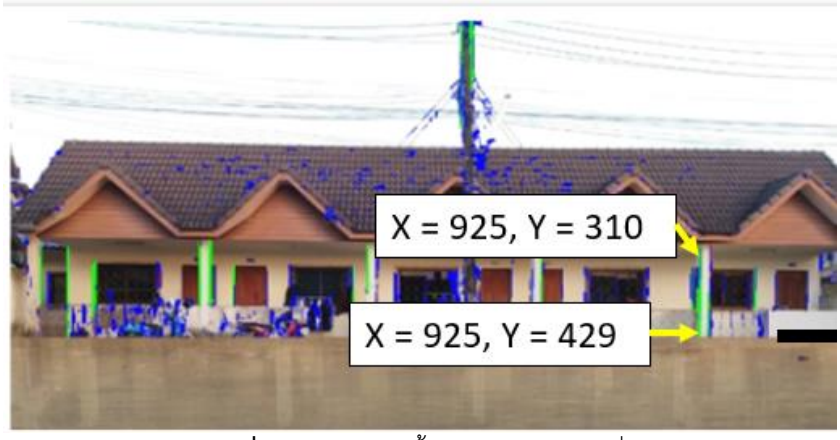
ภาพที่ 5: สถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาที่ 1

ภาพที่ 6 แสดงพื้นที่ศึกษาที่ 2 โดยในการทดลองนี้ผู้วิจัยเลือกอาคารชุดแห่งหนึ่งในชุมชนเดียวกันกับพื้นที่ศึกษาแห่งแรก แต่ในกรณีนี้จะมีเส้นตรงแนวตั้งปรากฏซ้ำกันในภาพหลาย ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ขอบของต้นเสาบริเวณด้านขวาของภาพเป็นเส้นอ้างอิงเนื่องจากไม่มีวัตถุอื่นบดบัง โดยมีพิกัดของจุดปลายของเส้นตรงเป็น (925, 310) และ (923, 460) และความสูงจากพื้นเท่ากับ 2.69 เมตร



ภาพที่ 6: สถานการณ์ปกติในพื้นที่ศึกษาที่ 2

จากนั้นจึงทำการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมขึ้นมาด้วยแนวทางเดียวกับพื้นที่ศึกษาแรก จากภาพจะเห็นว่าอัลกอริทึมสกัดเส้นตรงแนวตั้งที่โดดเด่นได้หลายเส้น ดังแสดงด้วยเส้นสีเขียวในภาพที่ 7 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาและจับกลุ่มเฉพาะเส้นตรงแนวตั้งที่อยู่ใกล้กับเส้นอ้างอิงในภาพที่ 7 แล้วจะได้เส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งด้านเป็น (925, 310) และ (925, 429) มีความยาวในภาพเท่ากับ 119 พิกเซล ซึ่งเมื่อนำไปแทนค่าในสมการที่ (1) แล้วจะได้ค่าความสูงของระดับน้ำเท่ากับ 0.55 เมตร



ภาพที่ 7: สถานการณ์น้ำท่วมในกรณีศึกษาที่ 2

หลังจากคำนวณค่าความสูงของระดับน้ำได้แล้ว ผู้วิจัยจึงได้ลงพื้นที่อีกครั้งเพื่อทำการวัดค่าความสูงของพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งด้วยการตรวจสอบความสูงของระดับน้ำจำลองในภาพถ่ายด้วยสายตา เสร็จแล้ววัดความสูงด้วยตลับเมตร ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงที่วัดได้เทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณ

ตารางที่ 1: ความคลาดเคลื่อนของผลการคำนวณความสูงของระดับน้ำ

ดัชนี	พื้นที่ศึกษาที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 2
ผลการทดลองที่ได้จากการคำนวณ	1.00 เมตร	0.56 เมตร
ความสูงของระดับน้ำท่วมที่วัดได้จริง	1.08 เมตร	0.36 เมตร
ค่าความคลาดเคลื่อน	0.08 เมตร	0.20 เมตร
ความคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ	7.44	55.56

ในกรณีของพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีคำนวณระดับความสูงของน้ำได้เท่ากับ 1.00 เมตร และมีค่าที่วัดจริงได้เท่ากับ 1.08 เมตร ซึ่งจะได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.08 เมตร หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนของพื้นที่ศึกษาแรกคิดเป็นร้อยละ 7.44 และพื้นที่ศึกษาที่ 2 คำนวณได้ค่าความสูงของระดับน้ำประมาณ 0.56 เมตร ซึ่งผู้วิจัยได้วัดความสูงของระดับน้ำท่วมในพื้นที่จริงมีค่าเท่ากับ 0.36 เมตร ซึ่งคิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.20 เมตร หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 55.56

เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของพื้นที่ศึกษาที่ 1 จะพบว่ามีค่าน้อยกว่าของพื้นที่ศึกษาที่ 2 ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาแรกนั้นมีการกำหนดให้ปรากฏเส้นตรงแนวตั้งในภาพน้อย ขอบของวัตถุในภาพมีความเด่นต่างจากส่วนอื่นของภาพอย่างชัดเจน ทำให้การสกัดเส้นขอบทำได้ดี รวมไปถึงขนาดหรือความยาวของเส้นขอบที่ปรากฏในภาพนั้นมีความยาวมากกว่าในกรณีของพื้นที่ศึกษาที่ 2 จึงทำให้ค่าที่คำนวณได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนั้นแล้วในกรณีของพื้นที่ศึกษาที่ 2 นั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้ต้นเสาทางขวาของภาพซึ่งปรากฏกรอบหน้าต่างและรั้วอยู่ในบริเวณใกล้เคียงวัตถุต่าง ๆ เหล่านี้มีเส้นขอบแนวตั้งจึงอาจจะทำให้เส้นตรงที่สกัดได้จากการแปลงฮัฟนั้นมีเส้นตรงที่ไม่เกี่ยวข้องรวมเข้ามา ทำให้การประมาณค่าความยาวของแนวเส้นตรงสุดท้ายที่ต้องการคลาดเคลื่อนไปจากที่ควรจะเป็น ส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนของพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่าสูงกว่ากรณีแรกเป็นอย่างมาก

สรุปผล

งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อประมาณค่าระดับความสูงของน้ำท่วมจากภาพถ่ายดิจิทัล โดยนำภาพถ่ายของพื้นที่ศึกษาที่ปรากฏเส้นตรงแนวตั้งในภาพชัดเจนมาแปลงให้เป็นภาพเฉดสีเทา ลดสัญญาณรบกวน ตรวจหาเส้นขอบ แล้วจึงสกัดเส้นตรงแนวตั้งด้วยการแปลงฮัฟ จากนั้นจึงคำนวณความสูงของระดับน้ำจากความยาวของเส้นตรงที่สกัดได้เสร็จแล้วจึงวัดความสูงจริงมาเปรียบเทียบ ผลการทดลองพบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.08 เมตรหรือคิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 7.44 และพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่าความคลาดเคลื่อน 0.20 เมตร หรือคิดค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับร้อยละ 55.56 โดยความคลาดเคลื่อนในพื้นที่ศึกษา 2 มีความคลาดเคลื่อนสูงมากกว่าความคลาดเคลื่อนของพื้นที่ศึกษา 1 เนื่องจากมีลักษณะของเส้นขอบของวัตถุต่าง ๆ ในภาพ เช่น รั้ว เสาไฟ และเสาบ้าน ปรากฏในภาพไม่เหมือนกัน จึงทำให้ความยาวของเส้นตรงที่สกัดได้คลาดเคลื่อนไปมาก นอกจากนั้นการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาขั้นต้น ยังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น จำนวนของพื้นที่ศึกษาการทดลองประสิทธิภาพของเทคนิคที่เสนอกับสถานการณ์น้ำท่วมจริง เป็นต้น ซึ่งลักษณะของน้ำที่ปรากฏในภาพถ่าย สภาพแวดล้อม แสงและเงาต่าง ๆ ในสถานการณ์จริงอาจจะมีความหลากหลายได้มากกว่าที่ปรากฏในการทดลองนี้ ดังนั้นข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป คือ การสกัดเส้นขอบในภาพและการลดสัญญาณรบกวนในภาพด้วยเทคนิคแบบอื่น รวมถึงการเพิ่มเงื่อนไขในการตรวจสอบตำแหน่ง ความเอียง และขนาดของเส้นตรงที่สกัดได้จากการแปลงฮัฟอาจจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจวัดระดับน้ำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

1 ฐานเศรษฐกิจดิจิทัล. น้ำท่วมใหญ่จันทบุรี 2565 ปภ.ยกธงเหลือง [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 5 พฤจิกายน 2565]. จาก https://www.thansettakij.com/general-news/539717.

2 ดวงมณี ทองคำ, ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิช และคณะ. “การศึกษาการปรับตัวของประชาชนในจังหวัดจันทบุรีทั้งก่อนและหลังเกิดอุทกภัย. วารสารวิจัยรำไพพรรณี ปีที่ 12 ฉบับที่ 12 (เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2561). หน้า 177-188

3 สุเทพ จันทร์เขียว นิพนธ์ ตั้งธรรม และ ธาดา สุขะปุณพันธ์. การพัฒนาระบบเตือนภัยล่วงหน้าน้ำท่วม – ดินถล่ม [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 5 พฤจิกายน 2565]. จาก http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/50/technology/05_techno/5-tech.htm.

4 ปฏิพัทธ ศรีแสง ศุภกร กตาธิการกุล และมารีนา มะหนิ. เครื่องวัดระดับน้ำเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลผ่านเซนเซอร์ไร้สาย. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 17 ฉบับที่ 3 ฉบับพิเศษ. หน้า 52-59.

5 วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. การประมวลผลภาพดิจิทัล. [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565]. จาก วิกิพีเดีย (Wikipedia)

6 Zhang, Z., Zhou, Y., Liu, H., Zhang, L., and Wang, H. (2019). Visual Measurement of Water Level under Complex Illumination Conditions. sensors, 19 (4141), pp.1-22.

7 Gonzalez, R., and Woods, R. (2008). Digital Image Processing. Prentice Hall.

8 Canny, J. (1986). A Computational Approach to Edge Detection. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 8(6), pp.679-698.

9 OpenCV. (2023). Canny Edge Detection. [online]. [Retrived 11 September 2023]. https://docs.opencv.org/4.3.0/da/d22/tutorial_py_canny.html.

10 _____. (2023). Hough Line Transform. [online]. [Retrived 11 September 2023]. https://docs.opencv.org/4.3.0/d9/db0/tutorial_hough_lines.html.

11 _____. (2023). OpenCV. [online]. [Retrived 11 September 2023]. https://opencv.org/

12 Adobe. (2023). Photoshop. [online]. [Retrived 11 Steptember 2023]. https://www.adobe.com/products/photoshop.html.