Automatic Remoting System for Detecting Minefield via Drone in Southern Thailand by Using Image Processing

ระบบตรวจจับหลุมระเบิดอัตโนมัติระยะไกลผ่านอากาศยานไร้คนขับสำหรับชายแดนภาคใต้ด้วยการประมวลผลภาพ

Received 21 Apr 20
Reviewed 1 Jun 20
Revised 15 Jun 20
Accepted 22 Jun 20

Warissara Limpornchitwilai
วริศรา ลิ้มพรจิตรวิไล
Department of Media Technology, School of Architecture and Design, King Mongkut's University of Technology Thonburi
สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ

*Corresponding Author, Tel. +66-636-455590, E-mail: Lim.Warissara@gmail.com
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์. 063-6455590 อีเมล: Lim.Warissara@gmail.com

Abstract

This research was developed for solving unrest in the southern border provinces of Thailand. By using image recognition technology combined with a drone to detect objects to help reduce the risk or loss of personnel in patrols for suspected objects or minefield. The concept of this work studies detection methods, finding road borders, characterization of minefield by digital correlation method. In the system performance test, 20 images were tested using image processing techniques to achieve the target efficiently. The results of the system have a 70 percent accuracy in corrected rate, a 5 percent false-negative rate, and a 25 percent false-positive rate.

Keywords: Drone, Image Recognition, Mine field, Digital Image Processing, Correlation Coefficient

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาความไม่สงบในชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย ด้วยการนำเทคโนโลยีการรู้จำวัตถุภาพรวมเข้ากับการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในการตรวจจับวัตถุ เพื่อช่วยลดความเสี่ยงหรือการสูญเสียของเจ้าหน้าที่ในการลาดตระเวนหาวัตถุหรือหลุมระเบิดต้องสงสัย โดยแนวคิดของงานนี้คือ ศึกษาวิธีการตรวจจับ การหาเส้นขอบถนน การวิเคราะห์คุณลักษณะของหลุมระเบิดด้วยวิธีสหสัมพันธ์ดิจิตอล ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบนั้นได้ทำการทดสอบกับภาพทดสอบจำนวน 20 ภาพ ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพทำให้สำเร็จตามเป้าหมายได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ โดยระบบมีอัตราความแม่นยำในการตรวจจับ 70 เปอร์เซ็นต์ อัตราความผิดพลาดที่ตรวจจับหลุมไม่ได้ 5 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการตรวจจับผิดพลาดในส่วนที่ไม่ใช่หลุมหรือหญ้า 25 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับ การรู้จำวัตถุภาพ หลุมระเบิด การประมวลผลภาพดิจิตอล สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

1. บทนำ

สถานการณ์ความไม่สงบในชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย หรือ ไฟใต้ เป็นความขัดแย้งที่กำลังดำเนินอยู่ในภาคใต้ของประเทศไทย ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2491 และความไม่สงบดังกล่าวเริ่มบานปลายขึ้นหลังปี พ.ศ. 2547 [1] มาเป็นระยะเวลานาน อันนำมาซึ่งความสูญเสียทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่ดังกล่าว ปัจจุบันทั้งหน่วยงานภาครัฐและประชาชนยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ โดยเหตุการณ์ระเบิดที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทางภาคใต้นั้น คนร้ายมักก่อเหตุโดยเลือกบริเวณริมถนนที่เจ้าหน้าที่เดินทางผ่าน เพื่อให้ส่งผลต่อชีวิตของเจ้าหน้าที่ให้ได้รับความบาดเจ็บและถึงแก่ชีวิตเป็นจำนวนมาก เช่น เจ้าหน้าที่ทหารพรานพบหลุมที่คนร้ายขุดเจาะใต้ถนนเตรียมใส่ระเบิดเพื่อก่อการร้ายกับเจ้าหน้าที่[2] โดยปกตินั้นเจ้าหน้าที่ในชุดลาดตระเวนจะต้องทำการออกลาดตระเวนเดินเท้า เพื่อรักษาความปลอดภัยเส้นทางให้กับประชาชนที่สัญจรไปมาให้เกิดความปลอดภัย ซึ่งทำให้มีความเสี่ยงอย่างมาก เนื่องจากเป็นการลาดตระเวนด้วยมนุษย์ หากเกิดเหตุการณ์ที่ร้ายแรงขึ้นโดยไม่ทราบล่วงหน้า จะทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของเจ้าหน้าที่ได้

อากาศยานไร้คนขับ หรือ โดรน (Drone) กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทำให้นักพัฒนาได้พัฒนาทั้งฮาร์ดแวร์ที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังซอฟต์แวร์ที่นำมาควบคุมและสั่งงานโดรน ทำให้สามารถควบคุมโดรนจากระยะไกลได้ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมจากรีโมทคอนโทรล (Remote Control) คอมพิวเตอร์ หรือแม้กระทั่งโทรศัพท์สมาร์ทโฟน เช่นบังคับขึ้นลงเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวาด้วยสมาร์ทโฟน เหมาะสำหรับงานประเภทสำรวจเส้นทางถนน และถ่ายภาพในมุมสูง เช่น ตรวจสภาพการจราจร และช่วยเหลือผู้คนจากภัยพิบัติ [3]

ปัจจุบันการรู้จำวัตถุในภาพ (Image Recognition) ถือเป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยด้านการประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing) ซึ่งได้รับความนิยมแพร่หลายโดยนำมาใช้กับงานด้านต่าง ๆ ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างที่สุด เช่น สามารถนำมาช่วยในการจำแนกความเป็นตัวตนที่แท้จริงของแต่ละบุคคลได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการค้นหาวัตถุที่ต้องการจากรูปภาพหรือการรู้จำวัตถุในภาพนั้น ๆ เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของการนำอากาศยานไร้คนขับ หรือ โดรน (Drone) มาใช้ในการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) ร่วมกับกระบวนการรู้จำวัตถุ เพื่อช่วยลดความเสี่ยงหรือการสูญเสียของเจ้าหน้าที่ในการลาดตระเวนหาวัตถุหรือหลุมระเบิดต้องสงสัย โดยเลือกศึกษาจากภาพถ่ายตามไหล่ทางของถนน โดยแนวคิดของงานนี้คือ ศึกษาวิธีการตรวจจับ การหาเส้นขอบถนน การวิเคราะห์คุณลักษณะของหลุมระเบิดด้วยวิธีสหสัมพันธ์ดิจิตอล ในการพัฒนาระบบตรวจจับหลุมระเบิดและเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น

เนื่องจากงานวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณภาพได้มีการพัฒนามาอย่างหลากหลายแนวทาง ความแม่นยำในการรู้จำ ความซับซ้อนของการประมวลผล ความรวดเร็วในการตัดสินใจของระบบ รวมไปถึงสัญญาณภาพดิจิตอลที่นำมาทดสอบ จึงแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยนั้น ๆ โดยมีงานวิจัยที่มีทฤษฎีวิธีการเดียวกับงานวิจัยนี้ ดังนี้ การพัฒนาและประเมินความแม่นยำของการวัดการเปลี่ยนรูปร่างแบบทั่วทั้งพื้นผิว[4], ระบบตรวจจับและคัดแยกรถสำหรับกล้องวงจรปิดบนถนน[5], อุปกรณ์ตรวจสอบช่องทางจราจรแบบเรียลไทม์[6]

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

2.1.1 กล้องใช้ในการประมวลผลภาพ 1 ตัว

2.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer)

2.1.3 โดรน รุ่น Syma X8G

2.1.4 อุปกรณ์เชื่อมต่อไร้สาย (Wireless USB2.4GHz.)

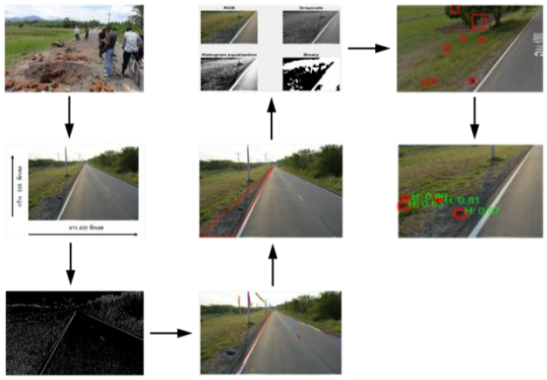
2.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

2.2.1 ระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Windows)

2.2.2 โปรแกรมตัดต่อภาพ (Adobe Photoshop)

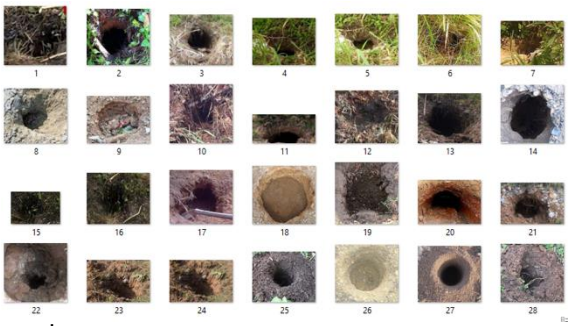
2.2.3 โปรแกรมประมวลผลภาพ (Matlab 2015a)

2.2.4 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่คือ Matlab



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

โดยมีวิธีการวิจัยเริ่มต้นโดยการใช้โดรนถ่ายภาพบริเวณที่มีหลุมระเบิดและหญ้าที่ผิดวิสัย จากนั้นก็นำภาพเข้าสู่ระบบ ทำการลดสัญญาณรบกวนของบริเวณภาพที่ต้องการและทำการปรับปรุงภาพให้มีความคมชัดมากขึ้น หลังจากนั้นนำมาเส้นตรงของถนนเพื่อใช้สำหรับการค้นหาเส้นตรงของเส้นช่องทางเดินรถฝั่งซ้ายด้วยวิธีการ Hough Transform จะเป็นการค้นหาเส้นตรงจากจุดต่างๆ ที่เกิดขึ้นในภาพ โดยแต่ละจุดจะโหวตว่าจุดๆ นั้นอยู่บนเส้นตรงใดบ้าง เมื่อพิจารณารูปร่างของเส้นช่องทางเดินรถที่มีลักษณะที่เป็นเส้นตรงที่มีค่าความชันต่างๆ แล้วจึงใช้วิธีการกำหนดบริเวณที่สนใจในภาพ (Region of Interest : ROI) แล้วทำการแปลงภาพเป็นภาพระดับสีเทาและแปลงเป็นไบนารี(Binary) หลังจากนั้นก็ทำการเปรียบเทียบภาพที่ได้กับภาพหลุมระเบิดที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลด้วยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) [7-9]



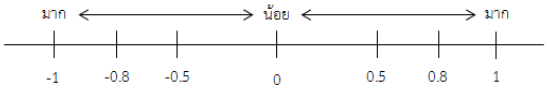
รูปที่ 2 ภาพทดสอบทำการเปรียบเทียบด้วยวิธีสหสัมพันธ์

การหาค่าสหสัมพันธ์หาได้ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ด้วยสมการที่ (1)

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2)}} \quad (1)$$

ผลจากการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรจะได้ค่าสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.8-1 ขึ้นมา หลังจากนั้นระบบจะนำผลที่ตรวจจับได้ทั้งหมดลงฐานจ้อมูล และแสดงผลลัพธ์ออกทางหน้าจอโดยแสดงค่าที่ได้ระหว่าง 0.8 ขึ้นไป



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร

จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ระหว่าง 0.8 – 1 ค่าที่เข้าใกล้ 1 จะมีแนวโน้มความแม่นยำและถูกต้องในการตรวจจับวัตถุได้มากที่สุด

3. ผลการวิจัย

ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบนั้นได้ทำการทดสอบกับภาพทดสอบจำนวน 20 ภาพ โดยใช้ภาพที่มีองค์ประกอบในลักษณะเดียวกัน แตกต่างกันที่สภาพแวดล้อมของวัตถุที่สนใจ เช่น พื้นที่บริเวณโดนรอบที่มีหลุม มุมของถนนที่อาจแตกต่างกันไป โดยลักษณะของหลุมมีความใกล้เคียงกัน การทดสอบได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วง

คือ ทดสอบหาบริเวณที่สนใจจากเส้นถนน และทดสอบหาหลุมต้องสงสัย

การทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจจับหลุมระเบิดจะทดสอบอัตราความแม่นยำในการตรวจจับ(Corrected Rate: CR) โดยหาได้จากสมการที่ (2) เมื่อ corrected image คือจำนวนภาพทดสอบที่สามารถตรวจจับหลุมได้ถูกต้อง และ N คือจำนวนภาพทั้งหมดที่นำมาทดสอบ

$$CR = \frac{\text{corrected_image}}{N} * 100(\%) \quad (2)$$

การทดสอบอัตราความผิดพลาดที่ตรวจจับหลุมไม่ได้(False Negative Rate: FNR) แสดงได้ดังสมการ (3) เมื่อ not detected image คือจำนวนภาพที่ไม่สามารถตรวจจับหลุมหรือหญ้าได้

$$FNR = \frac{\text{not_corrected_image}}{N} * 100(\%) \quad (3)$$

และอัตราการตรวจจับผิดพลาดในส่วนที่ไม่ใช่หลุมหรือหญ้า(False Positive Rate: FPR) หาได้จากสมการ (4) เมื่อfalse image คือจำนวนภาพที่ตรวจจับผิดพลาดไปตรวจจับได้ในส่วนที่ไม่ใช่หลุมหรือหญ้า เช่น ตรวจจับภาพต้นไม้ บริเวณอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

$$FPR = \frac{\text{false_image}}{N} * 100(\%) \quad (4)$$

โดยตัวอย่างการแสดงผลของระบบแสดงดังภาพที่ 4 และผลทดสอบการตรวจจับหลุมแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตรวจจับถูกต้อง

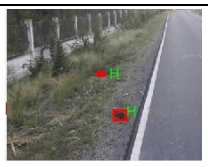
ตรวจจับผิดพลาด

รูปที่ 4 การแสดงผลของการตรวจจับหลุม

ตารางที่ 1 ผลสรุปคามถูกต้องในการหาบริเวณที่ต้องการในภาพจากรูปแบบของขอบถนน

Road Type	Number of images	Correct	False	Accuracy (%)
Straight	16	12	4	75
Curve	4	2	2	50

ตารางที่ 2 ตัวอย่างผลการตรวจจับหลุมระเบิดที่สามารถตรวจจับได้

Images	Detectable amount
	

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการทดสอบกระบวนการพัฒนาระบบตรวจจับหลุมระเบิดด้วยการประมวลผลภาพ โดยประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากโดรน ด้วยโปรแกรม MATLAB นั้น ผู้จัดทำได้ทดสอบกับภาพทดสอบจำนวน 20 ภาพ ด้วยเทคนิคประมวลผลภาพทำให้สำเร็จตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องถึงร้อยละ 70

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบตรวจจับบริเวณที่เป็นหลุม

	CR	FNR	FPR
จำนวนที่ทดสอบ	14	1	5
ร้อยละความถูกต้อง (%)	70%	5%	25%

ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่สามารถพัฒนาระบบตรวจจับหลุมระเบิดโดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ สามารถที่จะนำผลวิจัยนี้ไปต่อยอดเป็นระบบที่ใหญ่ขึ้นและใช้งานในระบบรักษาความปลอดภัยได้จริง ทั้งยังนำไปประยุกต์ใช้ในงานตรวจจับคุณลักษณะของหลุมระเบิดจากบริเวณริมถนนในลักษณะอื่น จนพัฒนาไปใช้เป็นระบบเตือนภัยในการลาดตะเวนของเจ้าหน้าที่ในเบื้องต้นได้

5. องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการวิจัย

การนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาใช้ในงานวิจัย และ การใช้วิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์เปรียบเทียบภาพทดสอบที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อประมวลผล

6.กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย โครงการร่วมบริหารหลักสูตรมีเดียฯ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] B20180. “Unrest in the southern border provinces of Thailand.” th.wikipedia.org. https://th.wikipedia.org/wiki/ความไม่สงบในชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย (accessed Nov.10, 2016) (in Thai)

[2] MGR Online. “Officials found holes to put bombs only 100 meters from Manangyong Subdistrict Administrative Organization,” Mrgonline.com. https://m.mgronline.com/south/detail/9560000048694 (accessed Nov.12, 2016) (in Thai)

[3] Kultida Denwittayanon. ““Drone” Unmanned aircraft technology.”pwc.com. https://www.pwc.com/th/en/pwc-thailand-blogs/blog-20161031.html (accessed Feb.28, 2017) (in Thai)

[4] Naritpon Chantararad and Papod Khuntong, “Study of Digital Image Correlation: Developments and Accuracy Evaluation,” ME-NETT 23, Chaing Mai, November 4 - 7 2009.

[5] Traiwit Intachak. “Vehicle Detection and Classification System for Traffic Video Surveillance,” Ph.D. dissertation (Computer Engineering), Prince of Songkla University, Thailand, 2013.

[6] Kittisak Thongyuan and Mahasak Ketcham. “Real-Time Lane Detection for Driving Using Embedded System,” NCCIT 2014, Phuket, May 5 – 9 2014.

[7] Patiyuth Pramkeaw “Detection of Concealed Weapon using Image Fusion,” 2017 Fourth Asian Conference on Defence Technology – (4th ACDT), 29 November - 1 December 2017, Tokyo, Japan.

[8] Patiyuth Pramkeaw, Pearlrada Ngamrungsiri and Mahasak Ketcham “CCTV Face Detection Criminals and Tracking System using data analysis algorithm,” International Joint Symposium on Artificial In-telligence and

Natural Language Processing, August 27-29, 2017, Huahin, Prachuapkirikan, Thailand.

[9] Patiyuth Pramkeaw, Warissara Limpornchitwilai, Mahasak Ketcham and Narumol Chumuang "Analysis of Detecting and Interpreting Warning Signs for Distance of Cars using Analyzing the License Plate," International Joint Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (iSAI-NLP 2019), Oct 30 - Nov 1, 2019, Chiang Mai, Thailand.