

Explosive Detector Model using image processing techniques and surface Detection Sensors

การออกแบบต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจบบัณฑุระเบิด ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและเซนเซอร์

Received 14 Apr 20

Reviewed 18 Jun 20

Revised 22 Jun 20

Accepted 30 Jun 20

Sansanee Hiranchan* Maliwan Nitsuwat Warintip Phumpinyo, Pornjira Polhem and Mahasak Ketchum
ศันสนีย์ หิรัญจันทร์* มะลิวัลย์ นิตยสุวัฒน์, วรินทร์ทิพย์ พุ่มภิญโญ, พรจิรา พลเหม และ มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ

Department of Information Technology, Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of
Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

ภาควิชาสาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร
เหนือ กรุงเทพมหานคร

*Corresponding Author, Tel. +6684-7172264, E-mail: s620702191005@kmutnb.ac.th

*ผู้พิมพ์ประสานงาน โทรศัพท์ 084-7172264 อีเมล: s620702191005@kmutnb.ac.th

Abstract

This research presents the prototype of explosive detector using image processing and sensor. The research methodology divide into 2 parts, First part is explosive detector prototype and Second part is programming design. The explosive detector is attached by Miniature Proximity Sensor to detect metal and GPS to pinpoint the explosive location. In programming part, the explosive classifier is done by using image processing with ANN (Artificial Neural Network). The researcher has test the classification performance of ANN and found that the ANN accuracy is 100% which can be concluded that the ANN can be used to classify the explosive effectively.

Keywords: Explosives Detector Model, Detector Model with Image Processing, Detection Sensors, GPS coordinates

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจบบัณฑุระเบิด ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและเซนเซอร์ การทำงานของต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจบบัณฑุระเบิด ผู้วิจัยได้ออกแบบให้อุปกรณ์มีขั้นตอนการทำงาน ทั้งหมด 2 ส่วน ได้แก่ การออกแบบอุปกรณ์ และการพัฒนาโปรแกรม ในส่วนของการออกแบบอุปกรณ์ได้ออกแบบอุปกรณ์ตรวจจบบัณฑุระเบิด โดยจำลองการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจบบัณฑุระเบิดแบบ Miniature Proximity Sensor และติดตั้ง GPS ระบุพิกัดของบัณฑุระเบิด เข้ากับอุปกรณ์ ในส่วนการพัฒนาโปรแกรม การจำแนกบัณฑุระเบิดด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพรวมกับการใช้อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) ผู้วิจัยได้นำอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม

มาทำการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกวัตถุระเบิด ผลการทดสอบพบว่า การใช้อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 100% ซึ่งสรุปได้ว่าอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำมาใช้ในการจำแนกวัตถุระเบิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุระเบิด การประมวลผลภาพ เซนเซอร์ตรวจจับโลหะ การระบุพิกัด GPS

1. บทนำ

สถานการณ์ความไม่สงบในชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย เป็นความขัดแย้งที่กำลังดำเนินอยู่ในภาคใต้ของประเทศไทย ความขัดแย้งนี้เริ่มก่อตัวในปี พ.ศ. 2491 เริ่มจากกบฏดุซงญอ เป็นการก่อกำเริบการแยกออกจากเชื้อชาติและศาสนาในภูมิภาคมาลายูปัตตานี แต่ความไม่สงบดังกล่าวเริ่มบานปลายขึ้นหลังปี พ.ศ. 2547 สืบเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน เหตุการณ์ความขัดแย้ง ความรุนแรงและความไม่สงบในจังหวัดชายแดนภาคใต้มีความยืดเยื้อมานานกว่า 13 ปีแล้ว ยิ่งเวลาผ่านไปความขัดแย้งและความรุนแรงก็ปรากฏให้เห็นอย่างเป็นระบบรัฐบาลในหลาย ๆ รัฐบาล ได้จัดตั้งหน่วยงานในลักษณะที่ส่งตำรวจ ทหาร และ เจ้าหน้าที่จากส่วนกลางหรือจากกรุงเทพมหานครลงไปทำงานในพื้นที่ แม้แต่รัฐบาลปัจจุบันก็แก้ปัญหาในลักษณะเดียวกัน



รูปที่ 1 ภาพเหตุการณ์การวางระเบิดในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้

ที่มา : <http://www.oknation.net/>

ซึ่งตัวอย่างสถานการณ์ความไม่สงบที่เกิดขึ้นส่งผลรุนแรงต่อประชาชนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เช่น การลอบวางระเบิดในพื้นที่ชุมชน การก่อการร้ายเป็นภัยคุกคามต่อความมั่นคงและเศรษฐกิจของประเทศ อีกทั้ง

ยังส่งผลเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนผู้บริสุทธิ์ และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติหน้าที่ ซึ่งในแต่ละประเทศได้มีการเพิ่มมาตรการในการรักษาความปลอดภัยในที่สาธารณะ เช่น สนามบิน ห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ โรงเรียน และชุมชน แต่ถึงกระนั้นก็ยังมีการวางระเบิดซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียอยู่บ่อยครั้ง

ในปัจจุบันการตรวจจับวัตถุระเบิดที่นิยมใช้ ได้แก่ การใช้สุนัขในการตรวจหาวัตถุระเบิด และการใช้เครื่องมือตรวจจับวัตถุระเบิดต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ปัจจุบันมีนักวิจัยเสนอวิธีการตรวจหาสารระเบิดและการพัฒนาระบบป้องกันภัยด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น การตรวจหาสารระเบิดบนพื้นผิวผ้า ฝ้ายและไม้อัดด้วยเครื่องไอออนสแกนของสารระเบิด 3 ชนิด ได้แก่ Cyclotrimethylene trinitramine (RDX), Pentaerythritol tetra nitrate (PETN) และ Trinitrotoluene (TNT)

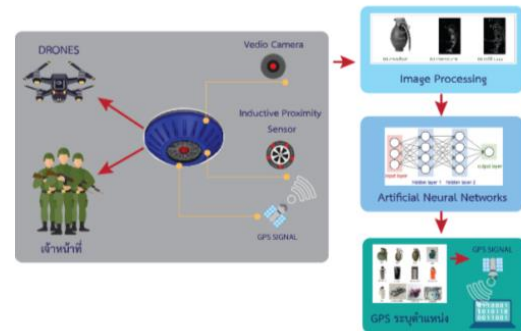
ผลการวิจัยพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน สามารถตรวจพบสารระเบิดทั้ง 3 ชนิดบนพื้นผิวผ้า ฝ้ายและไม้อัด [1] การตรวจวัดสารระเบิดอินทรีย์ที่นิยมใช้ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย สามารถระบุสารที่ติดอยู่ในเศษวัตถุระเบิด เป็นสารเปอร์คลอเรต, ไนเตรท, โพแทสเซียม และแอมโมเนีย ซึ่งเป็นสารที่นำนิยม มาใช้ประกอบระเบิด ประเภทอินทรีย์ชนิดไหนได้ [2] หรือการนำเสนอระบบติดตามวัตถุด้วยโมดูล GPS และ GPRS ระบบสามารถแสดงตำแหน่งของวัตถุในอดีตและปัจจุบันจาก Google Map ผ่านทางอินเทอร์เน็ต [3] ต่อมาได้มีการนำเทคโนโลยีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัวมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยภายในที่พักอาศัย ที่มีอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับแก๊สและ

เซนเซอร์ตรวจจับควันไฟเตือนภัยหรือฝ้าระวังที่สามารถแจ้งเตือนแก๊สรั่วหรือตรวจจับควันไฟได้ร่วมกับการตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยกล้องวงจร [4] เป็นต้น

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่า มีนักวิจัยจากหลายสาขาวิชาที่สนใจวิจัยด้านการตรวจหาวัตถุระเบิด สารประกอบวัตถุระเบิด และการสร้างระบบรักษาความปลอดภัยด้วยเทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลาย อาทิ การวิเคราะห์ผลทางวิทยาศาสตร์ การประมวลผลภาพ และการใช้เซนเซอร์เพื่อช่วยในการตรวจจับวัตถุ เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุระเบิด โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพและเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวได้นำเทคนิคด้านการประมวลผลภาพจากกล้องบันทึกวิดีโอขนาดเล็กมาใช้ในการ บันทึกภาพวัตถุต้องสงสัย และใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะเด่น (Feature Extraction) จากการวิเคราะห์โครงร่างพื้นผิวภาพ โดยการวัดขนาดเพื่อเก็บค่าทางสถิติ จากนั้นใช้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ในการประมวลผลเพื่อคัดแยกวัตถุต้องสงสัยที่คาดว่าจะเป็วัตถุระเบิด และใช้เทคนิคเซนเซอร์การตรวจจับโลหะในการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของวัตถุต้องสงสัย เมื่อพบวัตถุต้องสงสัยที่คาดว่าจะเป็วัตถุระเบิด ระบบจะสามารถระบุพิกัดพื้นที่ (GPS) ที่พบวัตถุได้ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ต้นสัญญาณได้

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

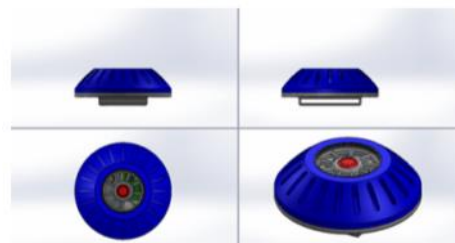
ในการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุระเบิดด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและเซนเซอร์ ในงานวิจัยนี้จะแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นการออกแบบต้นแบบอุปกรณ์ และการออกแบบระบบ โดยมีรายละเอียดการพัฒนาและเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

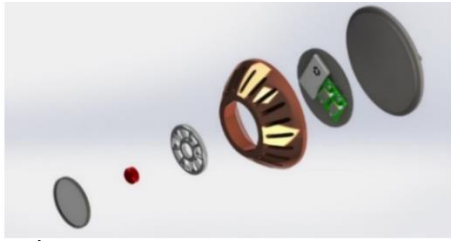
2.1 การออกแบบอุปกรณ์

จำลองอุปกรณ์ต้นแบบด้วยโปรแกรม Solid Work ด้วยการสร้างต้นแบบจากโปรแกรมออกแบบ รูปร่างของอุปกรณ์ ระบุส่วนประกอบภายในของอุปกรณ์ต้นแบบ และกำหนดขนาดภาพรวมของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุระเบิด โดยได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ให้มีลักษณะทรงกลม ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร และมีความสูง 4 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้สามารถกันน้ำและทนแรงกระแทกได้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพรวมของอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุระเบิด

ส่วนประกอบภายในของอุปกรณ์ ต้นแบบประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ 1) แผงวงจรควบคุมอุปกรณ์ และแบตเตอรี่ 2) ฝาครอบอุปกรณ์ 3) กรอบกระจกเลนส์ 4) กระจกเลนส์กันกระแทก 5) ชิ้นส่วนสำหรับติดตั้งเซนเซอร์ 6) กล้องวิดีโอขนาดเล็ก และ 7) ฐานรองอุปกรณ์ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ส่วนประกอบภายในของอุปกรณ์ต้นแบบ

2.2 เซนเซอร์ตรวจหาวัตถุระเบิด

การใช้เซนเซอร์ในการระบุและค้นหาวัตถุระเบิดจากการศึกษาเกี่ยวกับเซนเซอร์ พบว่า Inductive Proximity Sensor คือเซนเซอร์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการตรวจจับวัตถุประเภท "โลหะ" ซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุในระยะที่กำหนดได้โดยไม่มีการสัมผัสกับตัวของวัตถุ การทำงานของเซนเซอร์ตรวจหาวัตถุผู้วิจัยเลือกใช้ Miniature Proximity Sensor เป็นเซนเซอร์ที่ถูกออกแบบมาสำหรับงานเฉพาะเจาะจง มีน้ำหนักเบาเพียง 0.7 กรัม และเหมาะสำหรับงานที่มีแรงสั่นสะเทือนค่อนข้างมาก

2.2.1 ขั้นตอนการติดตั้งเซนเซอร์เข้ากับอุปกรณ์

การติดตั้งเซนเซอร์กับอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุระเบิด นำ Miniature Proximity Sensor ติดตั้งเข้ากับอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุระเบิด หลักการทำงานเมื่ออุปกรณ์เข้าใกล้วัตถุที่เป็นโลหะเซนเซอร์จะส่งสัญญาณและแสดงเอาต์พุต ออกมาที่แผงควบคุมเพื่อให้แผงควบคุมทำการระบุพิกัด GPS ที่ตรวจพบโลหะ ซึ่งรายละเอียดของการระบุพิกัด GPS อยู่ในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 5 อุปกรณ์ Miniature Proximity Sensor

2.2.2 การใช้ระบบ GPRS ในการระบุพิกัดตำแหน่ง GPS

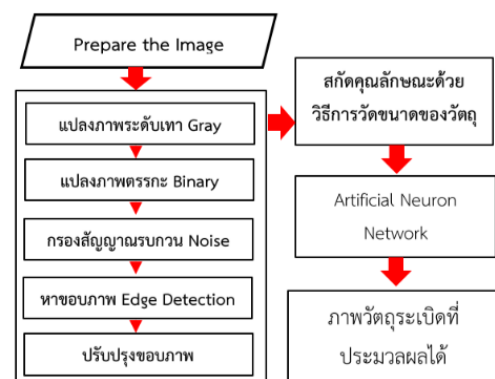
ในการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุระเบิดผู้วิจัยจะใช้ระบบ GPRS ในการระบุพิกัดตำแหน่ง GPS ของวัตถุที่ตรวจพบ โดยมีหลักการทำงานคือจะแบ่งช่องสัญญาณที่มี 8 ช่องสัญญาณ (6 ช่องสัญญาณใช้สำหรับข้อมูลเสียง, 2 ช่องสัญญาณสำหรับข้อมูล) ซึ่งทำให้ถ้ามีการใช้งานในปริมาณมาก ๆ ในช่วงเวลาเดียวกัน ย่อมทำให้การโอนข้อมูลค่อนข้างล่าช้าลงอย่างเห็นได้ชัด ข้อมูลที่รับส่งผ่านเครือข่าย GPRS จะถูกตัดแบ่งเป็น packet ย่อย ๆ ก่อนในแต่ละ packet จะมีข้อมูลระบุถึงที่มาที่สัมพันธ์กันเพื่อใช้ในการประกอบกลับขึ้นมาเป็นข้อมูลเดิมอีกครั้ง

2.3 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบการตรวจจับวัตถุระเบิด ในงานวิจัยนี้มีระบบที่สำคัญด้วยกัน 3 ส่วน คือ 1) การคัดแยก หรือจำแนกวัตถุระเบิดด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ 2) การใช้เซนเซอร์ในการระบุและค้นหาวัตถุ 3) การใช้ระบบ GPRS ในการระบุพิกัดตำแหน่ง GPS ของวัตถุที่ตรวจพบโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 โมดูลเทคนิคการประมวลผลภาพ

การออกแบบระบบการตรวจจับวัตถุระเบิดในการตรวจสอบภาพวัตถุระเบิดนั้น มีกระบวนการที่จะต้องตรวจสอบคุณลักษณะเด่นของภาพ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับการใช้เทคนิค Artificial Neural Network เพื่อสามารถนำระบบที่ได้พัฒนาขึ้นไปคัดแยกหรือจำแนกวัตถุระเบิดได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีภาพรวมของโมดูลการประมวลผลภาพ ดังนี้



รูปที่ 6 ภาพรวมโมดูลเทคนิคการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 6 ภาพรวมโมดูลเทคนิคการประมวลผลภาพ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเทคนิคต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับการตรวจหาวัตถุระเบิด

3. ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ผู้ทดลองได้รวบรวมชุดข้อมูลตัวอย่างวัตถุระเบิด แบ่งคลาสข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุระเบิด โดยแบ่งคลาสข้อมูลออกเป็น 3 คลาส ได้แก่ A: ระเบิดขว้างชนิดน้อยหน้า จำนวน 10 ตัวอย่าง, B: ระเบิดมือจำนวน 10 ตัวอย่าง และ C: ระเบิดก้นดัก จำนวน 10 ตัวอย่าง รวมชุดข้อมูลตัวอย่างของวัตถุระเบิดทั้งหมดจำนวน 30 ตัวอย่าง โดยใช้เป็นชุดข้อมูลสอน (Training set) จำนวน 21 ตัวอย่าง และใช้เป็นชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ (Test set) จำนวน 9 ตัวอย่าง แสดงข้อมูลตัวอย่าง ดังรูปที่ 7

	A	B	C	D	E	F	G
1	class	High	Wide	Area			
2	A	4.6	2.16	9.936			
3	A	3.9	2.24	8.736			
4	A	3.53	2.5	8.825			
5	A	4.35	2.2	9.57			
6	A	4.5	2.5	11.25			
7	A	3.12	2.1	6.552			
8	A	2.5	1.5	3.75			
9	B	5.43	2.4	13.032			
10	B	5.25	1.73	9.0825			
11	B	5.7	2.5	14.25			
12	B	5	2.3	11.5			
13	B	5.8	2.4	13.92			
14	B	5.2	1.8	9.36			
15	B	5	2.2	11			
16	C	10.5	5.5	57.75			
17	C	12.3	6.7	82.41			
18	C	13	5.4	70.2			
19	C	15.3	8	122.4			
20	C	8.5	3	25.5			
21	C	9	4.56	41.04			
22	C	10.43	4.3	44.849			
23							
24							

รูปที่ 7 ตัวอย่างชุดข้อมูลของวัตถุระเบิด

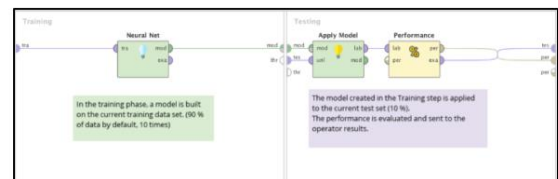
ขั้นตอนต่อไปนี้จะทำการแบ่งข้อมูลสำหรับการวัดประสิทธิภาพโมเดลด้วยวิธี Cross-validation โดยจะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นหลายส่วนโดยได้เลือกใช้การแบ่ง ข้อมูลแบบ 10-fold cross-validation คือ การแบ่งข้อมูล ออกเป็น 10 ส่วน K=10 โดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน โดยใช้โปรแกรม Rapid Miner ใน

การประมวลผลชุดข้อมูล โดยข้อมูลหนึ่งส่วนจะใช้เป็นตัวทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล สามารถแสดงวิธีการแบ่งข้อมูลด้วยโปรแกรม Rapid Miner ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การแบ่งข้อมูลแบบ 10-fold cross-validation

จากนั้นจะนำชุดข้อมูลที่แบ่งแบบ 10-fold cross validation ไว้ไปทำการ Train Model ด้วยเทคนิคอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) ด้วยโปรแกรม Rapid Miner แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 Neural Network Model

หลังจากสร้างโมเดลแต่ละประเภทเรียบร้อยแล้วทำการทดสอบโมเดลด้วยข้อมูลชุด Test set ที่ทำการแบ่งด้วย 10-fold cross-validation ด้วย โปรแกรม Rapid Miner ตัวอย่างผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 10

Row No.	class	prediction(class)	confidence(A)	confidence(B)	confidence(C)
1	A	A	0.895	0.105	0.001
2	A	A	0.850	0.149	0.001
3	A	A	0.733	0.265	0.002
4	B	B	0.129	0.849	0.021
5	B	B	0.096	0.879	0.025
6	B	B	0.175	0.809	0.016
7	C	C	0.000	0.034	0.966
8	C	C	0.000	0.036	0.964
9	C	C	0.000	0.034	0.966

รูปที่ 10 ตัวอย่างผลการทดสอบจากโมเดล

ผลการวิเคราะห์โมเดลการจำแนกประเภทของวัตถุระเบิดด้วยเทคนิคอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม

(Artificial Neural Network: ANN) จากผลการทดสอบพบว่า การใช้ K-fold Cross Validation เท่ากับ 10-fold ให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00 % ค่าความเที่ยงตรง เท่ากับ 100.00% ค่าความระลึกละเท่ากับ 100.00% และค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) เท่ากับ 1.000

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการจำแนกวัตถุระบุเปิดด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) โดยการจำแนกชุดข้อมูลตัวอย่างของวัตถุระบุเปิด 3 ชนิด ได้แก่ ระบุเปิดช่วงขั้วน้อยหน้า ระบุเปิดมือ และระบุเปิดกับดัก ใช้ข้อมูลของขนาดความสูง ความกว้าง และพื้นที่ของระบุเปิด เป็นชุดข้อมูลตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 30 ตัวอย่าง แบ่งชุดข้อมูลเป็นชุดข้อมูลสอน (Training set) และชุดข้อมูลทดสอบ (Test set)

ผลการทดสอบ พบว่าการใช้ K-fold Cross Validation เท่ากับ 10-fold ให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00% ค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 100.00% ค่าความระลึกละเท่ากับ 100.00% และค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) เท่ากับ 1.000 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการจำแนกประเภทของวัตถุระบุเปิดด้วยเทคนิคอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้องสูง สามารถนำมาใช้ในการจำแนกวัตถุระบุเปิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. องค์ความรู้ใหม่

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพและการนำเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุเข้ามาใช้งานร่วมกัน และมีการออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบที่มีขนาดเล็ก เหมาะสำหรับใช้กับบุคคล และสามารถนำอุปกรณ์ไปประยุกต์ติดตั้งร่วมกับอุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ เช่น โดรนสำรวจพื้นที่ หุ่นยนต์สำรวจ เป็นต้น

6. เอกสารอ้างอิง

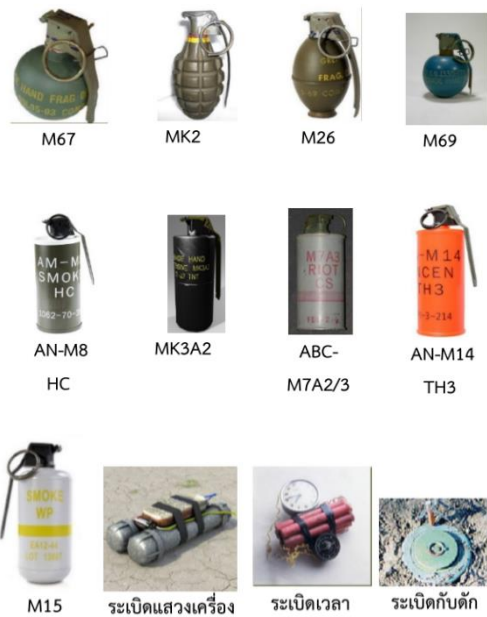
- [1] นภาพร กั้วตระกูล, “การตรวจหาสารระเบิดบนพื้นผิวผ้าฝ้ายและไม้อัดด้วยเครื่องไอออนสแกน,” วิทยานิพนธ์ วท.บ.(นิติวิทยาศาสตร์), มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม ,2552.
- [2] ภูริภัทร เพชรคง, “การตรวจวัดสารระเบิดอินทรีย์ที่นิยมใช้ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย โดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี” วิทยานิพนธ์ วท.บ. (วิทยาศาสตร์ประยุกต์), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,สงขลา, 2555.(วิทยาศาสตร์ประยุกต์), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 2555.
- [3] เกรียงศักดิ์ พรหมภักดิ์, “ระบบติดตามวัตถุที่สามารถบันทึกพิกัด GPS ของวัตถุผ่านทางเครือข่าย GPRS ไปยังเว็บไซต์ Google Docs Spreadsheet”, วารสารนเรศวรวิจัย,ฉบับที่ 12,2559.
- [4] ไพโรจน์ เหลืองวงศกร, วรพล ลีลาเกียรติสกุล, สุรณพรี ภูมิวุฒิสาร และพัชรวิทย์ พิพัฒน์ธนอุดมดี (2560), “การ ประยุกต์ใช้ ESP8266 สำหรับระบบรักษาความปลอดภัยที่บ้าน ”, Journal of Information Science and Technology. Vol7, No 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2017, 44-55.
- [5] อนุชา แก้วพูลสุข, “การพัฒนาเครื่องตรวจจับโลหะความไวสูงสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร” วิทยานิพนธ์ วท.บ. (ฟิสิกส์), มหาวิทยาลัยนเรศวร,พิษณุโลก ,2556.
- [6] พรศักดิ์ คำจันทร์, อนุช มหัทธยานนท์ และอันณณพนธ์ รอดทุกข์.”ระบบของการตรวจจับยานพาหนะและการนับด้วยการใช้ราสเบอร์รี่พาย”,วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ,ฉบับที่ 1,หน้า 34-40,2560.
- [7] กิตติพัฒน์ บุญคง.”การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการวิเคราะห์หมึกตกกระทบของรอยคราบเลือด,” วิทยานิพนธ์ วท.บ.(นิติ

- วิทยาศาสตร์), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,สงขลา, 2552.
- [8] คริส เอื้อไพบูลย์ชัย และวีรพล จิรจิตร (2559), "การคัดขนาดผลล้าไยโดยใช้การแปลงฮัฟ," Proceeding of 2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC 2016), 515-518.
- [9] Anish A. Naik and team (2016) , "Inductive Proximity Sensor Interfaced with Arduino", IJSTE -International Journal of Science Technology & Engineering. Vol 2 , Issue 09 , March 2016 ISSN (online): 2349-784X
- [10] N. Chumuang, P. Chansuek, M. Ketcham, A. Silsanpisut, T. Ganokratanaa and P. Selarat, "Analysis of X-ray for locating the weapon in the vehicle by using scale-invariant features transform," 2017 Fourth Asian Conference on Defence Technology - Japan (ACDT), Tokyo, 2017, pp. 1-6
- [11] C. Chunprugsuk, N. Chumuang, M. Ketcham and P. Pramkeaw, "Inspection weapon's image on social network using Haartraining", 2017 International Conference on Digital Arts Media and Technology (ICDAMT), pp. 330-335, 2017.
- [12] B. Eamthanakul, M. Ketcham and N. Chumuang, "The Traffic Congestion Investigating System by Image Processing from CCTV Camera", 2017 International Conference on Digital Arts Media and Technology (ICDAMT), pp. 240-245, 2017.
- [13] N. Hnoohom, N. Chumuang and M. Ketcham, "Thai Handwritten Verification System on Documents for the Investigation", 2015 11th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), pp. 617-622, 2015.
- [14] "Inductive Proximity Sensor เซนเซอร์ตรวจจับโลหะ"[ออนไลน์]. Available:<https://goo.gl/94bBgD>. [Accessed 15 Oct 2018].
- [15]"หลักการการทำงานของ Inductive Proximity Sensor" [ออนไลน์].Available: <https://goo.gl/rpLdeH>. [Accessed 15 Oct 2018].

ภาคผนวก

ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

1) การเตรียมภาพที่จะนำมาใช้ในการประมวลผล โดยภาพที่นำมาวิเคราะห์ ขนาด 1280X720 pixel ซึ่งภาพที่จะทดลองนำมาทดสอบกับโมเดลการเรียนรู้ จะต้องผ่านกระบวนการแปลงภาพ จากภาพ RGB ให้เป็นภาพระดับเทา Gray Image จากนั้น ทำการแปลงภาพเป็นแบบไบนารี หรือภาพตรรกะ และกำจัดสัญญาณรบกวน (noise) เป็นการกำจัดสัญญาณรบกวนที่ปรากฏในภาพอันเกิดจากกระบวนการในการอ่านข้อมูลเพื่อกำจัดข้อมูลส่วนเกินของภาพ ทำการหาขอบภาพ ด้วย Canny Edge Detection Algorithm และปรับปรุงขอบภาพด้วย Hough Transform แม้ว่าภาพจะผ่านการกระบวนการเตรียมภาพ ในขั้นตอนแรก แล้วก็ตามภาพที่ได้อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริง ปรากฏอยู่เนื่องมาจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมากดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่า threshold เพื่อปรับปรุงความคมชัดของขอบภาพร่วมด้วย

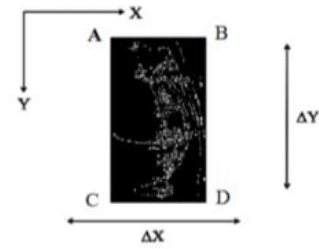


รูปที่ 11 กลุ่มตัวอย่างภาพวัตถุระเบิดที่จะทดลองนำมาทดสอบ



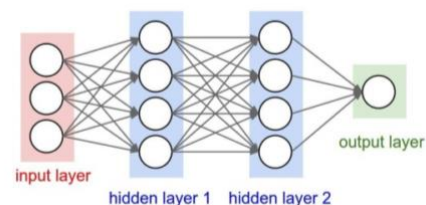
รูปที่ 12 การเตรียมภาพ

2) การสกัดคุณลักษณะเด่นด้วยวิธีการวัดขนาดของวัตถุสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างของวัตถุระเบิดเมื่อได้ขอบภาพแล้ว จากนั้นจะใช้โปรแกรม MATLAB ในการประมวลผลข้อมูลโดยการจะทำการตัดภาพเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมพอดิบกับวัตถุตามขอบ แล้วทำการ คำนวณขนาดจากตำแหน่งที่มุมทั้ง 4 ของภาพ ซึ่งความ กว้างและความสูงของวัตถุแสดงในแกน Y และ X ตามลำดับ ส่วนจุดใด ๆ ที่วางบนระนาบ XY จะเป็นฟังก์ชัน $f(x, y)$



รูปที่ 13 การแสดงตำแหน่งของขอบภาพทั้ง 4

3) การคัดแยกวัตถุด้วยเทคนิค Deep Learning โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) หรือที่มักจะเรียกสั้น ๆ ว่าโครงข่ายประสาท (Neural Networks หรือ Neural Net) เป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนกชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction)



รูปที่ 14 โครงสร้างของ Artificial Neural Networks

การทำงานของ Artificial Neural Networks จะมีชั้น input layer ซึ่งรับข้อมูลจากภายนอกมาที่ชั้น Hidden Layer จะอยู่ระหว่าง input layer และ output layer ทำหน้าที่ประเมินชุดข้อมูลหรือการแปลงสิ่งที่ input layer เข้ามา ให้สามารถนำไปใช้ใน output layer ได้ ส่วนของชั้น output layer จะส่งข้อมูลที่แปลงมาแล้วหรือนำเสนอข้อมูลที่ได้ออกมา เครือข่ายประสาทส่วนใหญ่มีการเชื่อมต่อกันหมด หมายถึงว่า Hidden Layer ทั้งหมดจะเชื่อมต่อกับเซลล์



ประสาททุกตัวในชั้น input layer และชั้น output layer