# การพัฒนาโดรนช่วยตรวจจับขยะชายฝั่งทะเลด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยี 5G

# Development of Drone-Assisted Coastal Litter Detection with AI and 5G Technology

**ศรัญ ดวงสุวรรณ [1] ภูวดล ประพฤติดี [1] และจิราภรณ์ แซ่เตียว [2]**

[1]ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร sarun.du@kmitl.ac.th phoowadon.pr@kmitl.ac.th

[2]การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค taew501778@gmail.com

## บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยี 5G มาช่วยเพิ่มศักยภาพของโดรนสำหรับการตรวจจับขยะชายฝั่งทะเล ซึ่งระเบียบวิธีการวิจัยจะทำการออกแบบโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับฝึกฝนให้คอมพิวเตอร์การเรียนรู้ภาพขยะทะเล เช่น กล่องโฟม พลาสติก ขวด และกระป๋อง เป็นต้น โดยใช้ภาพคุณลักษณะชุดข้อมูล 2,400 ภาพ และใช้อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบวนกลับเป็นโมเดลการเรียนรู้จักรกลมาประยุกต์ ทั้งนี้ได้ออกแบบการรับส่งข้อมูลภาพวีดีโอแบบเรียลไทม์ไร้สายผ่านเครือข่ายสัญญาณ 5G ระหว่างโดรนและอุปกรณ์แสดงผลภาพเพื่อให้ภาพวีดีโอมีคุณภาพระดับดี ผลการทดลองวิจัยพบว่าสามารถตรวจจับขยะประเภทพลาสติกมีความแม่นยำสูงที่สุดถึง 98.65% กระป๋อง 96.36% กล่องโฟม 94.21% และขวดน้ำ 93.23% ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** ขยะชายฝั่ง โดรน ปัญญาประดิษฐ์ 5G เทคโนโลยี

## Abstract

This paper utilizes artificial intelligence and 5G technology to enhance the potential of drones for coastal letter detection. The research methodology is to design a mathematical model for training the computer to learn images of coastal letters such as foam boxes, plastics, bottles, and cans. By using the feature image datasets of about 2,400 pictures and providing a recurrent neural network (RNN) algorithm for a machine-learning model. We have designed wireless real-time video transmission via a 5G signal network between the drone and the display device to ensure good video quality. The results showed that it was able to detect plastic with the highest accuracy of 98.65%, 96.36% of cans, 94.21% of foam boxes, and 93.23% of bottles, respectively.

**Keywords:** Coastal litter, drone, AI, 5G technology

## 1. บทนำ

ปัญหาขยะชายฝั่งทะเลเกิดจากนักท่องเที่ยว เรือประมง การทำประมงชายฝั่ง หรืออื่นๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อมซึ่งขยะโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นขยะพลาสติกที่ใช้ในชีวิตประจำวันเช่น ถุง ขวด ภาชนะใส่อาหาร และวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ รวมทั้งผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น สายรัด แผ่นพลาสติก หมวกนิรภัย และเครื่องมือประมง แห อวน ลอบ เป็นต้น ผลกระทบของปัญหาขยะเหล่านี้จะส่งผลโดยตรงกับสัตว์น้ำในทะเลและระบบนิเวศเป็นอย่างมาก นอกจากนี้มีผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมโดยตรงเมื่อขยะสร้างความเสียหายให้กับภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว ด้านสังคม คือ ผลกระทบต่อสุขภาพของคน เช่น การได้รับบาดเจ็บจากขยะบริเวณชายหาดและขยะทะเลพลาสติกขนาดเล็กที่สามารถเข้าไปปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหารของสัตว์ทะเล เป็นต้น จากรูปที่ 1 เป็นภาพข้อมูลจากแหล่งข่าวซึ่งพบเห็นขยะชายฝั่งทะเลอ่าวไทยบริเวณอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร [1]

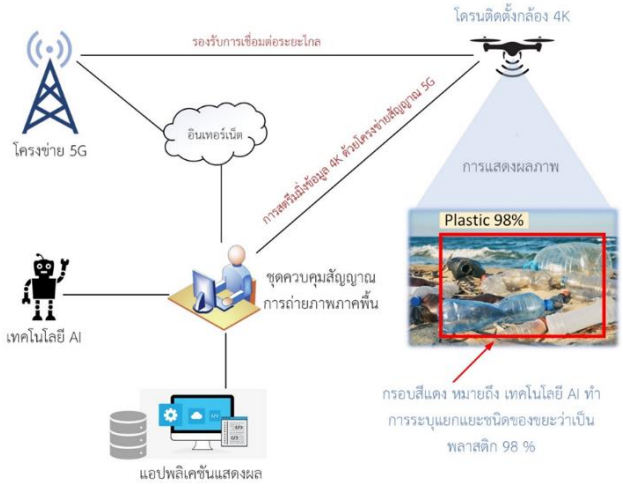
รูปที่ 1 ปัญหาขยะชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

การจัดการขยะชายฝั่งจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำการสำรวจปริมาณขยะล่วงหน้าประเมินความเสี่ยงและคาดการณ์ปริมาณ ทั้งนี้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (Remote sensing) และเทคโนโลยีการวิเคราะห์ภาพจากอากาศยาน (Aerial mapping) เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้งานได้ โดยอาศัยการบินโดรนที่ติดตั้งเซนเซอร์หรือ

available online January 1, 2023.
*Corresponding author: ศรัญ ดวงสุวรรณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร (E-mail: sarun.du@kmitl.ac.th)

กล้องความละเอียดสูงเข้ามาช่วยตรวจจับปริมาณขยะชายฝั่ง จากการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในช่วงปี ค.ศ. 2021 – 2022 พบว่าโดรนถูกนำมาประยุกต์ในการตรวจจับขยะชายฝั่งเพิ่มมากขึ้น [2] – [3] เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI เป็นหลักการใหม่ที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่ผ่านการฝึกฝนให้เรียนรู้ข้อมูลภาพขยะชายฝั่งต่างๆ ด้วยการป้อนอินพุทชุดข้อมูลเข้าไปให้คอมพิวเตอร์คำนวณและประมวลผลโดยมีอัลกอริทึมทำหน้าที่ตัดสินใจให้ความถูกต้องและแม่นยำ หัวใจสำคัญของเทคโนโลยี AI คือ อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning algorithm) ซึ่งหากใช้งานอัลกอริทึมที่ซับซ้อนมากขึ้นก็จะเรียกว่า การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) ซึ่งได้เริ่มมีการนำมาใช้งานร่วมกับโดรนสำหรับตรวจจับขยะชายฝั่ง [4]-[5] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในลำดับที่ [2]-[5] เป็นการตรวจจับภาพถ่ายจากโดรนและบันทึกผลเพื่อนำไปนำเข้าโมเดล AI หรือลักษณะที่เรียกว่า Post-processing ซึ่งจะไม่สามารถแยกแยะข้อมูลประเภทขยะได้แบบเรียลไทม์หรือที่เรียกว่า Real-time processing ทั้งนี้การใช้ระบบสื่อสารไร้สายเพื่อรายงานข้อมูลภาพวีดีโอแบบเรียลไทม์เป็นสิ่งใหม่ที่ยังไม่มีการนำเสนอในงานวิจัยมาก่อนหน้านี้โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยี 5G

บทความวิจัยนี้นำเสนอกรอบแนวคิดการพัฒนาโดรนช่วยตรวจจับขยะชายฝั่งทะเลด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยี 5G ที่สามารถออกแบบให้ติดตั้งกล้องความละเอียดสูงขนาด 4K (ต้องการความเร็วข้อมูลมากกว่า 100 Mbps) ทำงานร่วมกับเทคโนโลยี AI สำหรับการแยกแยะข้อมูลประเภทของขยะชายฝั่งและนับจำนวนชิ้น โดยสามารถประมวลผลข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ มีความเที่ยงตรงมากกว่า 90% และประมวลผลแบบเรียลไทม์ โดยจะต้องรับส่งข้อมูลผ่านการสื่อสารไร้สายของเทคโนโลยี 5G ดังแสดงในรูปที่ 2




รูปที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

## 2. ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 7 ขั้นตอน

1. พัฒนาแบบจำลองหรือโมเดลต้นแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับฝึกฝน (Train) ให้คอมพิวเตอร์การเรียนรู้ (Machine learning) โดยใช้อัลกอริทึม Recurrent Neural Network (RNN) มาวิเคราะห์ภาพขยะชายฝั่ง

2. ทดสอบความถูกต้องของโมเดลต้นแบบสำหรับประสิทธิภาพการแยกแยะภาพที่ต้องการความแม่นยำมากถึง 98% โดยการทำงานร่วมกับกล้องถ่ายภาพความละเอียดสูงระดับ 4K

3. พัฒนาระบบรับส่งข้อมูลแบบไร้สายผ่านโครงข่ายสัญญาณ 5G ระหว่างโดรนและอุปกรณ์ชุดควบคุมสัญญาณภาคพื้นเพื่อแสดงผลภาพการจากตรวจจับภาพขยะชายฝั่งในระดับความละเอียดของภาพ 4K

4. ติดตั้งระบบรับส่งข้อมูลไร้สายและอุปกรณ์กล้องความละเอียดสูงระดับ 4K บนโดรนขนาด 4 – 6 ใบพัด สำหรับเตรียมความพร้อมในการทดสอบภาคสนามจริง

5. กำหนดรูปแบบการทดสอบและดำเนินการทดสอบภาคสนามบริเวณชายฝั่งทะเล ณ พื้นที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรฯ ตั้งอยู่ที่ ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร

6. ประเมินและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

7. สรุปงานวิจัย

### 2.1 การสร้างโมเดล AI

เครื่องมือในการสร้างโมเดล AI ได้แก่ Anaconda, OpenCV, YOLO, LebelImg, Pytorch, TenserFlow ตามลำดับดังแสดงได้ดังรูปที่ 3 และมีขั้นตอนการติดตั้ง ดังนี้

1. ทำการติดตั้งโปรแกรม Anaconda เพื่อใช้งานไลบารี่ของการสร้างโมเดล Machine learning

2. ทำการติดตั้งโปรแกรม OpenCV เวอร์ชั่น 4.4.0

3. ทำการติดตั้งโปรแกรม YOLO เวอร์ชั่น V2 พร้อมเปิดการใช้งาน TensorFlow

4. ทำการติดตั้งโปรแกรม LebelImg

5. ทำการติดตั้งโปรแกรม Pytorch

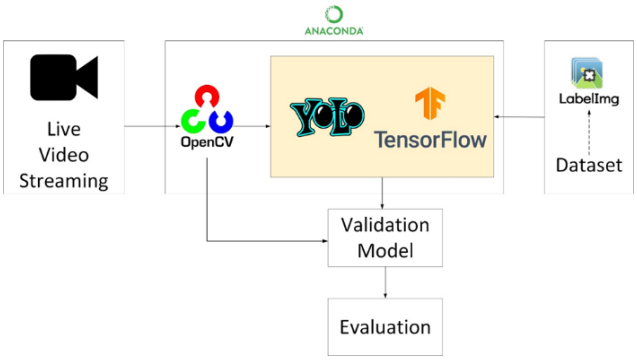
6. จากนั้นทำการแบ่งชุดข้อมูล Data สำหรับการฝึกฝน (Train) 80% และสำหรับการทดสอบ 20% จากภาพชุดข้อมูลขยะชายฝั่งทั้งหมด 2,400 ภาพ ดังแสดงในรูปที่ 4

7. ขั้นตอนการฝึกฝนข้อมูลจำเป็นต้องตีกรอบประเภทของขยะ เช่น กล่องโฟม (Foam box) ขวด (Bottom) พลาสติก (Plastic) และกระป๋อง (Can) ในโปรแกรม Lebellmg เพื่อให้คอมพิวเตอร์ AI เรียนรู้รูปลักษณ์ของวัตถุ (Object learning)

8. จากนั้นกำหนดจำนวนรอบของการฝึกฝน (Epoch) ประมาณ 200 รอบเพื่อให้คอมพิวเตอร์จดจำรูปลักษณ์ของวัตถุโดยใช้อัลกอริทึม Recurrent neural network (RNN) เป็นฟังก์ชั่นในไลบรารี่ของเครื่องมือ TensorFlow

9. เมื่อเครื่องมือ TensorFlow สร้างโมเดล AI เสร็จเรียบร้อยชุดโมเดล AI จะนำไปประมวลผลกับโปรแกรม YOLO เพื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูล Streaming จากภาพเคลื่อนไหวหรือภาพวีดีโออินพุต โดยมีโปรแกรม OpenCV เป็นอินพุทนำวีดีโอมาเปรียบเทียบระหว่างการ Train และ Test

10. ผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบ คือ เอาท์พุตของภาพวีดีโอที่มีการระบุตีกรอบประเภทของขยะและเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำได้ทันที




รูปที่ 3 แบบจำลองการพัฒนาโมเดล AI

รูปที่ 4 ตัวอย่างชุดข้อมูล Dataset จำนวน 2,400 รูป

## 3. เตรียมการทดลอง

### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวิจัย จะประกอบด้วย

1. โดรนขนาด 4 ใบพัด รุ่น DJI Matrice 200 series

2. กล้อง FPV ความละเอียด 4K ติดตั้งร่วมกับโดรน

3. โมดูลรับส่งข้อมูลไร้สาย ย่านความถี่ 2600 MHz รองรับมาตรฐานเทคโนโลยี 5G ความเร็วข้อมูลสูงสุด 150 Mbps

4. ชุดคอมพิวเตอร์ประมวลโมเดล AI และแสดงผลภาพข้อมูล

### 3.2 ขั้นตอนการทดลอง

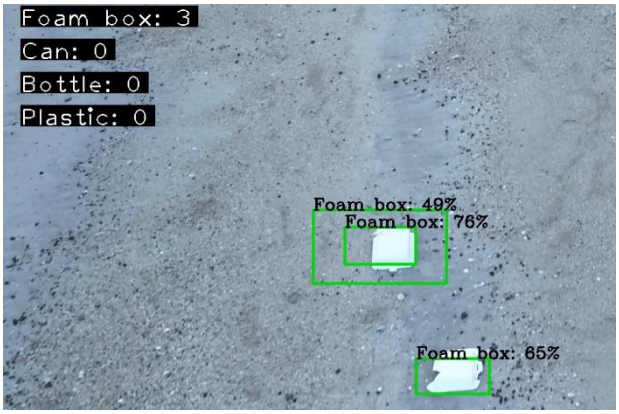
1. กำหนดให้โดรนบินที่ระดับความสูง 10 เมตร

2. ทดสอบการตรวจจับขยะประเภท ได้แก่ กล่องโฟม ขวดน้ำ กระป๋อง และพลาสติก เป็นต้น โดยทำการบินโดรนครั้งละ 10 นาที เวลาที่ทำการทดสอบจะเป็นเวลา 16.00 น – 18.00 น

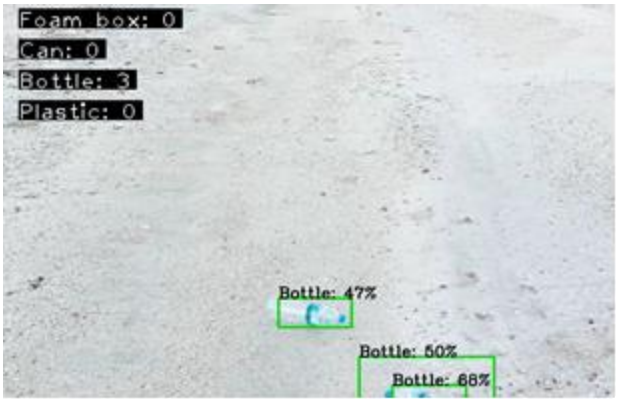
รูปที่ 5 สถานที่ทดสอบ ณ ชายหาดบริเวณพื้นที่ สจล. วิทยาเขตชุมพรฯ

## 4. ผลการทดลอง

ผลการทดสอบแสดงได้ดังรูปที่ 6 (a)- (d) ตามลำดับ

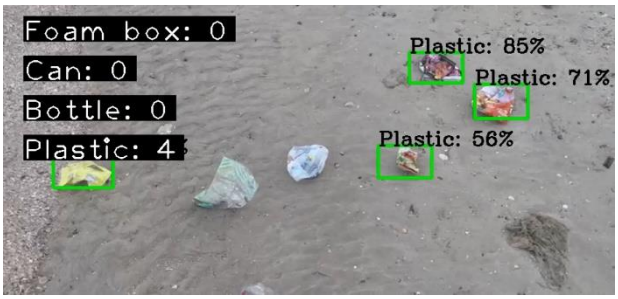



(a)




(b)

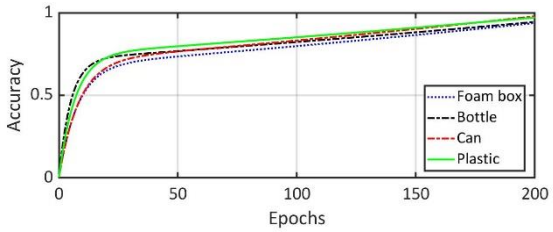
(c)




(d)

(a) Form box. (b) Bottle. (c) Can. (d) Plastic.

รูปที่ 6 ผลการตรวจจับขยะชายฝั่งแต่ละประเภท




รูปที่ 7 ค่าความเที่ยงตรงโมเดล AI

รูปที่ 6 (a) แสดงผลของขยะประเภทกล่องโฟม รูปที่ 6 (b) ขวดน้ำ รูปที่ 6 (c) กระป๋อง และรูปที่ 6 (d) พลาสติก โดยผลการทดลองวิจัยได้แสดงให้เห็นการตรวจจับวัตถุของกล้องติดโดรนพร้อมแสดงเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดล AI ซึ่งข้อมูลภาพวิดีโอจะถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 5G ได้ด้วยความเร็วข้อมูลเฉลี่ย 112 Mbps ทั้งนี้ได้แสดงผลการนับจำนวนของขยะแต่ประเภทได้

ผลการประเมินค่าความเที่ยงตรง (Accuracy) แสดงดังรูปที่ 7 ระบุว่าโมเดล AI มีประสิทธิภาพสามารถแยกแยะขยะประเภทพลาสติกมีความเที่ยงตรงมากที่สุดถึง 98.65% กระป๋อง 96.36% กล่องโฟม 94.21% และขวดน้ำ 93.23% ตามลำดับ ทั้งนี้ความเที่ยงตรงของโมเดล AI จะขึ้นอยู่กับการใช้งานอัลกอริทึม RNN ที่เหมาะสำหรับการนำมาเปรียบเทียบระหว่างอินพุตที่เป็นภาพวิดีโอกับชุดข้อมูล Dataset ที่ใช้งาน

## 5. สรุป

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาโดรนช่วยตรวจจับขยะชายฝั่งทะเลด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยี 5G โดยผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือสำหรับสร้างโมเดล AI และใช้งานอัลกอริทึม RNN ในการประมวลผลส่งภาพการตรวจจับขยะแบบเรียลไทม์ผ่านเครือข่าย 5G โดยทำการประเมินผลทดสอบการบินตรวจจับขยะ 4 ประเภท ได้แก่ กล่องโฟม กระป๋อง ขวดน้ำ พลาสติก ที่ระดับความสูงโดรน 10 เมตร ผลการทดสอบยืนยันได้ว่าโดรนสามารถตรวจจับและแยกแยะขยะได้เที่ยงตรงสูงถึง 98% ทั้งนี้ประโยชน์จากการวิจัยนี้สามารถใช้งานเพื่อเป็นนวัตกรรมการสำรวจปัญหาขยะชายฝั่งทะเลได้จริงในอนาคต

## 6. กิติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) ภายใต้โครงการ Fundamental Fund ประจำปี 2566

## เอกสารอ้างอิง

[1] BLT Bangkok. ทิ้งขยะพลาสติกลงทะเลมากที่สุดในโลก. http://www.bltbangkok.com/poll/5118, เข้าถึงเมื่อ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2566.

[2] P. M. Salgado-Hernanz, J. Bauza, C. Alomar, M. Compa, L. Romero, and S. Deudero, “Assessment of marine litter through remote sensing: recent approaches and future goals,” *Marine Pollution Bulletin*, pp. 1 – 10, vol. 168, no. 112347, 2021.

[3] V. M. Scarrica, P. P. C. Aucelli, C. Cagnazzo, A. Casolaro, P. Fiore, M. L. Salandra, A. Rizzo, G. Scardino, G. Scicchitano, and A. Staiano, “A novel beach litter analysis system based on UAV images and convolutional neural networks,” *Ecological Informatics*, pp. 1 – 13, vol. 72, no. 101875, 2022.

[4] R. Pfeiffer, G. Valentino, S. D. Amico, L. Piroddi, L. Galone, S. Calleja, R. A. Farrugia, and E. Colica, “Use of UAVs and deep learning for beach litter monitoring,” *Electronics*, vol. 12, no. 198, 2022.

[5] U. Andriolo, G. Goncalves, N. Rangel-Buitrago, F. Bessa, L. M. S. Goncalves, P. Sobral, M. Bini, D. Duarate, A. Fontan-Bouzas, D. Goncalves, and S. Merlino, “Drones for litter mapping: A inter-operator concordance test in marking beached items on aerial image,” *Marine Pollution Bulletin*, vol. 169, no. 112542, 2022.