

การพัฒนาระบบป้องกันนกกรบควนด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ และคลื่นความถี่สูง

Development of Bird Guarding Systems with Image Processing Techniques and High-Frequency Waves

ปาณิสรา หาดขุนทด^{1*} และ ธนากร แสงกุดเลาะ²

Panisara Hadkhuntod^{1*} and Thanakorn Sangkudluo²

Received: 10 March 2022, Revised: 27 December 2022, Accepted: 13 January 2023

บทคัดย่อ

การเลี้ยงปลาทึบในกระชังมักจะพบนกเข้ามากินปลาในช่วงเวลาแรกของการเลี้ยงปลาทึบ การป้องกันการรบกวนจากนกจะส่งผลให้จำนวนคงเหลือของปลาทึบมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เครื่องป้องกันนก รบกวนในปัจจุบันการใช้คลื่นรังสีอินฟราเรดในการตรวจจับ ไม่สามารถแยกสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ออกจากกันได้ จึง ไม่เหมาะกับการป้องกันนกในกระชังปลา หรือภาคพื้นดิน ทีมวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบป้องกันนก รบกวนด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและคลื่นความถี่สูง โดยการนำเอาหลักการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการ แยกแยะสิ่งมีชีวิตภาคพื้นดินว่าใช่ชนหรือไม่ หากพบว่าวัตถุคล้ายนกมากกว่าหรือเท่ากับ 50 % ให้ส่งสถานะไปแจ้ง บอร์ด ESP8266 แล้วจึงทำการขับไล่ด้วยคลื่นความถี่สูง โดยการส่งเสียงที่นกหวาดกลัว จำนวน 3 ชนิด คือ เสียงนก อินทรี เสียงสุนัขเห่า และเสียงประทัด สำหรับงานวิจัยนี้ได้แบ่งวิธีวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การวิเคราะห์ การออกแบบ และการนำไปใช้ ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า ความแม่นยำของอัลกอริทึม YOLOv6-s อยู่ที่ 0.84 ในด้าน ของความเร็วในการประมวลผลพบว่าอยู่ที่ 0.1 เฟรมต่อวินาที และ F1-Score เท่ากับ 0.82 เสียงความถี่สูงสามารถ ป้องกันนกกรบควนในระยะ 5-10 เมตร

คำสำคัญ: ระบบป้องกันนก, การประมวลผลภาพ, คลื่นความถี่สูง

¹ สาขาวิทยาการข้อมูลและการจัดการสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹ Department of Data Science and Information Management, Faculty of Science and Technology Phibunsongkhram Rajabhat University, Mueang, Phitsanulok 65000, Thailand.

² สำนักงานเลขานุการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000

² Secretary's office, Faculty of Education, Naresuan University, Mueang, Phitsanulok 65000, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): panisara.h@psru.ac.th

ABSTRACT

Raising Red Tilapia in cages is often accompanied by birds eating fish during the first culturing period. Guarding against bird infestation has increased the number of red tilapia. Anti-bird detectors currently use infrared detection to detect them. It cannot be separated from other living things, like birds, and therefore it is not suitable for guarding bird infestations in cages or on the ground. Therefore, the research team had an idea to develop bird guarding systems with image processing techniques and high-frequency waves by bringing in image processing principles to help distinguish between terrestrial beings that are birds or not. If a bird-like object was found to be greater than or equal to 50%, the system will send the status to the ESP8266 board and then perform a high-frequency repulsion by randomly selecting three types of frightening sounds, namely an eagle barking, a dog barking, and the sound of firecrackers. The research method is divided into four steps: planning, analysis, design, and implementation. The results demonstrated that the YOLOv6-s algorithm achieved an accuracy of 0.084. In terms of processing speed, it operated at 0.1 frames per second, and the F1-Score was determined to be 0.082. High-frequency sound can guard birds against a distance of 5 to 10 meters.

Key words: bird guarding systems, image processing, high-frequency

บทนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการผลิตเพื่อทดแทนผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้จากธรรมชาติ ผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงในช่วงที่ผ่านมาลดลงเป็นอย่างมาก อันมีสาเหตุจากหลายปัจจัย เช่น การเกิดโรค การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม ราคาไม่จูงใจ มีการนำเข้าสัตว์น้ำจากประเทศเพื่อนบ้านมาขายในราคาถูกกว่าที่ผลิตในประเทศ รวมทั้งการประกาศใช้พระราชกำหนดการประมง พ.ศ. 2558 และกฎหมายที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการพื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2554 – 2563) ปลานิล มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุด มีจำนวนฟาร์มเลี้ยงเฉลี่ย 296,846 ฟาร์มต่อปี (ร้อยละ 57.94) เนื้อที่ 438,171 ไร่ต่อปี (ร้อยละ 53.27) มีผลผลิตเฉลี่ย 201,359 ตันต่อปี

(ร้อยละ 48.54) คิดเป็นมูลค่า 9,900 ล้านบาทต่อปี (ร้อยละ 40.69) โดยผลผลิตและมูลค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 3.69 และ 4.99 ต่อปีตามลำดับ (Fisheries Statistics Group, 2020)

ปลาตะบิล (Nile tilapia) เป็นปลาที่พัฒนามาจากสายพันธุ์ปลานิล ด้วยขนาดตัวปลาที่ใหญ่รสชาติดี เนื้อแน่นมีคุณภาพ สีสดตัวปลาน่ารับประทาน ไม่มีกลิ่นคาว ราคาไม่แพง ผู้บริโภคจึงนิยมเนื้อปลาตะบิลเพิ่มมากขึ้น จนทำให้บางครั้งปริมาณปลาตะบิลจากแหล่งผลิตมีไม่เพียงพอความต้องการของลูกค้า เกษตรกรที่ประกอบอาชีพทางการประมงภายในจังหวัดพิษณุโลก มีการเลี้ยงปลาอยู่ในบ่อดินและกระชังในแม่น้ำ ซึ่งการเลี้ยงเชิงพาณิชย์จะเน้นเลี้ยงภายในกระชังเป็นหลัก มีเกษตรกรผู้เลี้ยงที่ขึ้นทะเบียนทั้งจังหวัด มีอยู่ประมาณ 9,000 กว่าราย โดยการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ส่วน

ใหญ่เป็นปลานิลแดงในกระชัง ในปี 2563 มีมูลค่าสูงถึง 194 ล้านบาท (Fisheries in Phitsanulok Province, 2020)

จากการลงพื้นที่วิสาทกิจชุมชนกลุ่มเลี้ยงปลาทัพบิมในกระชังหมู่บ้านปากโทก ตำบลจอมทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่าในช่วงระยะแรกในการเลี้ยงปลานิลแดงเชิงพาณิชย์ในกระชังนั้น เกษตรกรพบปัญหาในการเลี้ยงปลา คือ ปัญหาศัตรูปลา ซึ่งศัตรูปลาที่มักจะพบในปลาขนาดเล็กคือ นก นกที่พบในช่วงกลางวันจะเป็นนกยาง นกพิราบ ในช่วงกลางคืนจะเป็นนกแสก ซึ่งนกเหล่านี้มักจะเข้ามากินปลาขนาดเล็กในกระชัง แม้เกษตรกรจะพยายามใช้ตาข่ายมาคลุมกระชังเพื่อป้องกันนกแล้ว แต่ก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาการกินปลาเล็กได้ เนื่องจากนกจะมีการปรับตัว ทำลายตาข่าย หรือแม้แต่เดินบนตาข่ายเพื่อกินปลาในกระชัง กลับส่งผลดีให้กับนกเพราะสามารถกินปลาได้ง่ายขึ้น ซึ่งหากเกษตรกรสามารถลดความเสี่ยงศัตรูปลาในช่วงแรกได้ ในระยะที่ปลามีขนาดใหญ่ขึ้นแล้วมักจะไม่มีพบปัญหาดังกล่าว เนื่องจากปลามีขนาดใหญ่ขึ้น นกไม่สามารถเข้าไปกินปลาได้ อัตราการรอดของปลาจึงมีอัตราที่สูงขึ้น (Hadkhuntod, 2022)

การนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการใช้เครื่องมือทำให้เกิดเสียงดัง เพื่อให้หนักตกใจบินหนี อาจเป็นเสียงศัตรูทางธรรมชาติ เช่น หมา แมว หรือเหยี่ยวจับนก เป็นแนวทางหนึ่งการป้องกันการรบกวนจากนก ซึ่งอาจได้ผลในระยะสั้น ๆ จนอาจเกิดความเคยชินและไม่กลัวในที่สุด (Chaipakdee and Chaipakdee, 2009) เครื่องไล่นกด้วยเสียงส่วนใหญ่ใช้การวางตำแหน่งตัวเซ็นเซอร์ตรวจคลื่นรังสีอินฟราเรดที่แพร่จากนกหรือสิ่งมีชีวิตที่มีการเคลื่อนไหวผ่านจุดเซ็นเซอร์ ผ่านหรือเกาะอยู่บริเวณ 180 องศาในมุมสูง หรือมุมที่สิ่งมีชีวิตอื่นไม่เข้าไปรบกวน ซึ่งการใช้คลื่นรังสีอินฟราเรดไม่สามารถแยกสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ออกจากนกได้ จึงไม่เหมาะสม

การไล่นกในกระชังปลา หรือการไล่นกที่มักมาในภาคพื้นดิน

จากความสำคัญและเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบป้องกันนกรบกวนด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและคลื่นความถี่สูง โดยการนำเอาหลักการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการแยกแยะสิ่งมีชีวิตภาคพื้นดินเพื่อทำการวิเคราะห์ว่าเป็นนกจริงหรือไม่ แล้วจึงทำการขับไล่ด้วยคลื่นความถี่สูง โดยการส่งเสียงที่นกหวาดกลัว จำนวน 3 ชนิด คือ เสียงนกอินทรี เสียงสุนัขเห่า และเสียงประทัด ในการขับไล่นกที่มารบกวนปลาในกระชัง ในช่วงระยะเวลาที่ปลามีขนาดเล็ก การขับไล่ศัตรูปลาในช่วงเวลาแรกของการเลี้ยงปลาทัพบิม เพื่อให้จำนวนคงเหลือของปลาทัพบิมมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เป็นการช่วยเกษตรกรในการลดความเสี่ยง และความเสียหายของผลผลิตได้เป็นอย่างดี

วิธีดำเนินการวิจัย

ทีมผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยอาศัยขั้นตอนที่ประยุกต์จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบตามแนวทางของ Dennis *et al.* (2012) ที่แบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Planning) แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการย่อย ๆ คือ

1.1 การวิเคราะห์ความต้องการ จากการศึกษาเอกสาร และการลงพื้นที่วิสาทกิจชุมชนกลุ่มเลี้ยงปลาทัพบิมในกระชังหมู่บ้านปากโทก ตำบลจอมทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ไปสังเกตการณ์ พบว่าในช่วงระยะแรกในการเลี้ยงปลานิลแดงเชิงพาณิชย์ในกระชังนั้น เกษตรกรมักจะพบกับปัญหาศัตรูปลา ซึ่งส่วนใหญ่มากจากปัญหานกกินปลา แม้เกษตรกรจะพยายามใช้วิธีการหลายหลายวิธี เช่น การใช้ตาข่ายมาคลุมกระชัง ใช้อุปกรณ์ไล่นก และวิธีอื่น ๆ ก็ยังไม่สามารถ

แก้ปัญหานี้ได้ เนื่องจากนกจะมีการปรับตัวทางธรรมชาติ หากเกษตรกรสามารถลดความเสี่ยงศัตรูปลาในช่วงแรกจะส่งผลให้อัตราการอยู่รอดของปลาเพิ่มขึ้น

1.2 การศึกษาความเป็นไปได้ จากการศึกษาความเป็นไปได้ จากสิ่งที่ได้จาก 1.1 ทีมวิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาระบบป้องกันนกด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและคลื่นความถี่สูง โดยการนำเอาหลักการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการแยกแยะสิ่งมีชีวิตจากพื้นดินว่าใช่ชนหรือไม่ แล้วจึงทำการจับไล่ด้วยคลื่นความถี่สูง โดยการสุ่มเสียงที่นกหวาดกลัวจำนวน 3 เสียง ในการขับไล่ที่มารบกวนปลาใน

กระชังในขณะที่ปลามีขนาดเล็ก การขับไล่ศัตรูปลาในช่วงเวลาแรกของการเลี้ยงปลาทั้งหมด จะส่งผลให้จำนวนคงเหลือของปลาทั้งหมดมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เป็นการช่วยเกษตรกรในการลดความเสี่ยง และความเสียหายของผลผลิตได้เป็นอย่างดี

1.3 การวางแผน ทีมวิจัยมีระยะเวลาในการศึกษาความต้องการ เลือกใช้อุปกรณ์ รวบรวมภาพถ่ายนก พัฒนาระบบ ทดลองใช้และแก้ไขปรับปรุงระบบ ในช่วงระยะเวลา ธันวาคม 2564 - ธันวาคม 2565
ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นตอนนี้ทีมวิจัยได้ใช้ Use Case Diagram เพื่อวิเคราะห์การทำงานของระบบดังนี้

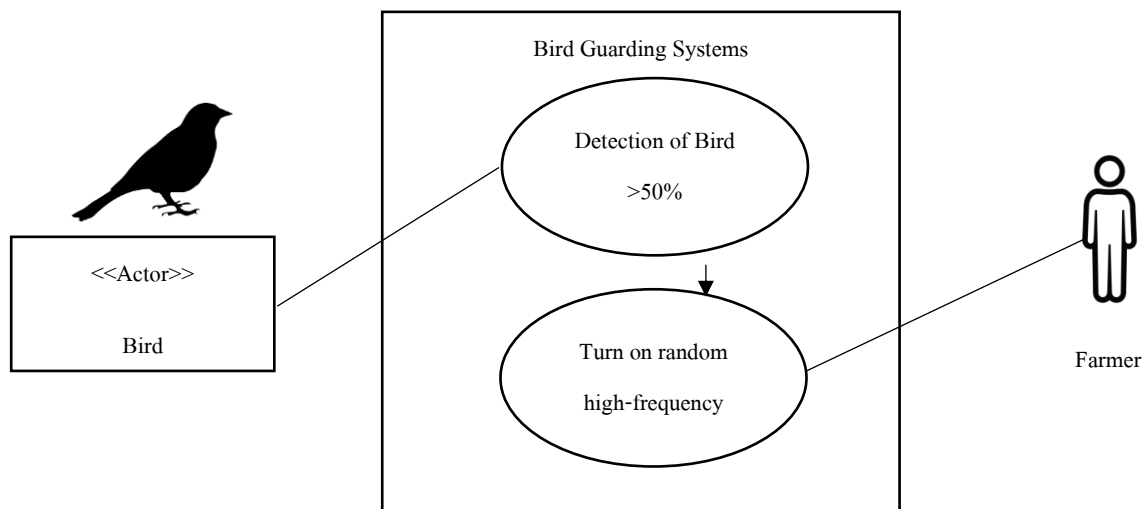


Figure 1 Use Case Diagram of Bird Guarding Systems

จาก Figure 1 เมื่อนกเข้ามาใกล้บริเวณที่กล้องมองเห็น กล้องจะทำการตรวจจับภาพนก แล้วนำไปประมวลผลภาพว่าใช่ชนหรือไม่ เมื่อทำการประมวลผลแล้วพบว่าเหมือนนก เท่ากับหรือมากกว่า 50 % ระบบจะเปิดและสุ่มคลื่นเสียงความถี่สูงที่บันทึกไว้ทำการขับไล่โดยอัตโนมัติ หรือตัวเกษตรกรสามารถกดปุ่มไล่ได้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบ (Design) ทีมวิจัยได้นำข้อมูลจากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลมาออกแบบ

และพัฒนารูปแบบทางกายภาพ (Physical Model) โดยเริ่มจากการออกแบบงานทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ทั้งในส่วนนำเข้าข้อมูลเข้า (Input) ส่วนประมวลผล (Process) ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output) ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Storage) การออกแบบจำลองข้อมูล การออกแบบรายงานและการออกแบบหน้าจอในการติดต่อกับผู้ใช้ระบบในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน โดยสามารถแสดงการออกแบบรูปแบบการทำงานภาพรวมของระบบ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องดังแสดงใน Figure 2

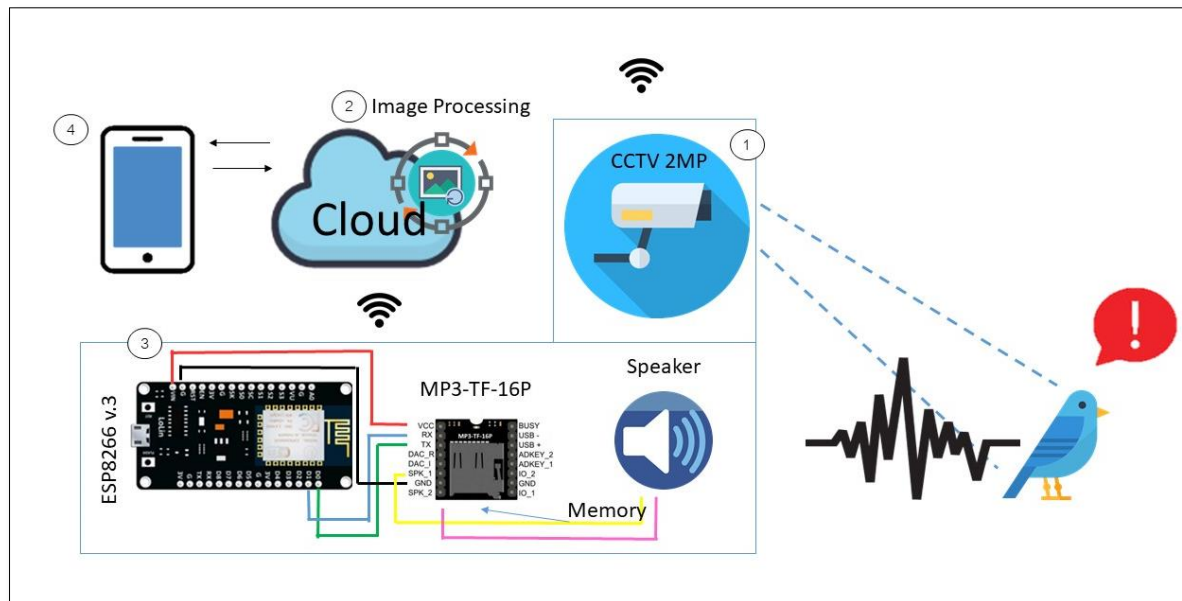


Figure 2 Concept Diagram of Bird Guarding Systems

จาก Figure 2 อธิบายการทำงานของระบบ ป้องกันนกกรบกวนด้วยคลื่นความถี่สูงได้ ดังนี้

จุดที่ 1 กล้องวงจรปิด (Closed Circuit Television) เป็นกล้องแบบที่สามารถรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต (IP Camera) ความละเอียดขั้นต่ำ 2 MP กล้องจะทำการบันทึกภาพในรูปแบบวิดีโอส่งไปประมวลผลที่ระบบประมวลผลภาพบนคลาวด์ ผ่าน สัญญาณไวไฟ (Wi-Fi) เพื่อทำการตรวจจับว่าวัตถุที่ พบใช้นกหรือไม่

จุดที่ 2 ระบบประมวลผลภาพ จะใช้เทคนิค การประมวลผลภาพ ด้วยอัลกอริทึม YOLO

YOLO เป็นการรู้จำวัตถุที่ใช้วิธีการที่เรียกว่า “Fast single-shot detection” ซึ่งจะเป็นวิธีการที่สามารถตรวจจับวัตถุได้จากการส่งผ่านรูปภาพเข้าไป ในระบบเพียงครั้งเดียว โดยใช้หลักการโครงข่าย ประสาทแบบคอนโวลูชัน อัลกอริทึม YOLO มีการ พัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดย YOLO มีหลายรุ่น (Version)

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ YOLOv6-s ซึ่งเป็นรุ่นที่มีการ พัฒนาประสิทธิภาพความแม่นยำ สูงสุด ด้วยตาราง Confusion Matrix จากการทดลองของผู้วิจัย ซึ่งรุ่น Tinyและs นั้นจะมีจำนวนชั้นน้อยกว่าอัลกอริทึมแบบ YOLO ประเภทสมบูรณ์ทำให้ลดเวลาและลดการใช้ ทรัพยากรในการประมวลผลลงได้อย่างมาก เพราะ การจำแนกวัตถุต้องการจำแนกเพียงให้รู้ว่าเป็นนก เท่านั้น ในอัลกอริทึม YOLO การดำเนินการจำแนก วัตถุว่าเป็นชนิดอะไร (Classification) และดำเนินการ หาตำแหน่งของวัตถุ (Localization)โดยใช้กรอบล้อม วัตถุ (Bounding Box) ขั้นตอนการทำงานของ YOLO (Redmon et al., 2016) จะเป็นในลักษณะการแบ่ง รูปภาพเป็นส่วน ๆ หรือกริด (Grid) จากนั้นทำการ เลื่อนการคำนวณไปที่ละจุดตามที่แบ่งกริดไว้ (Sliding Windows) พร้อมกับคำนวณหาว่าวัตถุจะมี อยู่จริงหรือไม่มากนักน้อยเพียงไร กระบวนการทำงาน ของระบบดังแสดงใน Figure 3

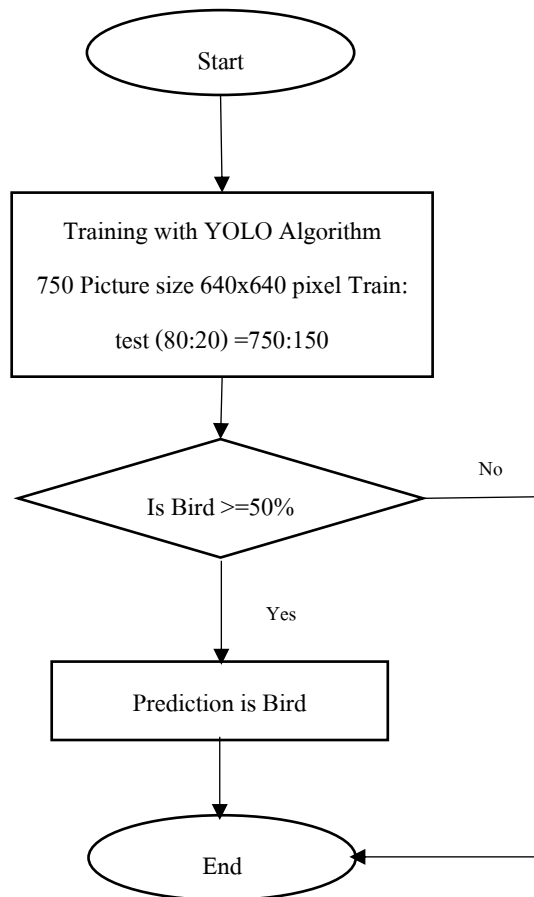


Figure 3 Processing Bird Guarding Systems

จาก Figure 3 ทีมวิจัยได้นำภาพนก ขนาด 640 x 640 Pixel จำนวน 750 ภาพ เป็นข้อมูลในการ Train ร้อยละ 80 และ Test ร้อยละ 20 แบ่งเป็น 600 : 150 ทำการประมวลผลภาพ ด้วย Google colab โดยทำการคัดเลือกอัลกอริทึม YOLO พัฒนาจากภาษา Python ด้วยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากความเร็วและความแม่นยำ เมื่อคัดเลือกได้แล้วนำมาพัฒนาระบบ หากอัลกอริทึมของตัวระบบสามารถตรวจจับภาพนกมากกว่าหรือเท่ากับ 50% จะทำการพยากรณ์ว่าคือนก หากไม่ใช่จะสิ้นสุดการทำงาน หากพบว่าเป็นนกแล้ว ระบบจะส่งสถานะและทำการส่งงานจุดที่ 3 ถัดไป

จุดที่ 3 เป็นกล่องวงจรในการควบคุมระบบเสียง

ประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ชนิดคือ บอร์ด ESP8266 v.3 สำหรับความคุมการปิดเปิดเสียง, บอร์ด MP3-TF-16P และ Memory สำหรับเก็บไฟล์เสียง และไดร์เวอร์เสียงแหลม แม่เหล็กนิโอไคเดเนียมวอยส์คอยล์ ขนาด 1 นิ้ว ชนิดเกลียว สำหรับ output เสียงคลื่นความถี่สูง การเชื่อมต่อ บอร์ด ESP8266 v.3 ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ขาที่ใช้เชื่อมต่อกับบอร์ด MP3-TF-16P คือ

ESP8266 v3		MP3-TF-16P
VIN	>>	VCC
G	>>	GND
D0	>>	TX
D1	>>	RX

ส่วนระหว่าง บอร์ด MP3-TF-16P กับไดร์เวอร์เสียงแหลม แม่เหล็กนีโอไดเนียมวอยส์คอยส์ ขนาด 1 นิ้ว ชนิดเกลียวให้เชื้อ SPK_1 และ SPK_2 ตามลำดับ เมื่อ ESP8266 ได้รับสถานะให้เปิดเสียง ระบบที่ถูกพัฒนา จะทำการสุ่มเสียงใน Memory ในที่นี้มีเสียงอยู่ 3 ชนิด คือ เสียงเหยี่ยว เสียงสุนัขเห่า และเสียงประทัด เพื่อส่งให้ไดร์เวอร์แปลงเสียงเพื่อขับไล่นก เสียงที่ออกมาจะเป็นคลื่นความถี่สูง ทำให้นกตกใจกลัวและหนีไปในที่สุด

จุดที่ 4 คือส่วนแสดงผลบนหน้า smart phone โดยทีมวิจัยได้ออกแบบให้ระบบโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา PHP ที่สามารถกดเลือกได้เอง ในกรณีที่เกิดสิ่งไม่พบภาพนก แต่เกษตรกรต้องการทดสอบหรือแสดงเสียงในการขับไล่นกเอง

ขั้นตอนที่ 4 การนำไปใช้ (Implementation) ทีมวิจัยได้นำระบบที่พัฒนา ด้วยภาษา Python และ PHP ไปทดลองใช้งานจริงและทำการทดสอบผลการใช้งาน ที่กระชังปลาหับทิม ตำบลจอมทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก เพื่อทำการปรับปรุงอัลกอริทึม YOLO ของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และพร้อมปรับแก้ไขข้อผิดพลาด

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลการออกแบบและพัฒนาระบบป้องกันนกกรบกวนด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและคลื่นความถี่สูง ทีมวิจัยได้แบ่งผลของการพัฒนาออกเป็นสองส่วน ได้แก่ การทำงานของอุปกรณ์ (Hardware) และการทำงานของโปรแกรม (Software) ซึ่งในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

1. การทำงานของอุปกรณ์ (Hardware)

กล่องวงจรปิดจะทำการบันทึกภาพในรูปแบบวิดีโอ ส่งข้อมูลผ่านไวไฟ (Wi-Fi) เพื่อไปประมวลผลที่ฝั่ง Cloud Server และเชื่อมต่ออุปกรณ์ 3 ชนิดคือ บอร์ด ESP8266 v.3 สำหรับควบคุมการเปิดเปิดเสียง, บอร์ด MP3-TF-16P และ Memory สำหรับเก็บไฟล์เสียง และไดร์เวอร์เสียงแหลมแม่เหล็กนีโอไดเนียมวอยส์คอยส์ ขนาด 1 นิ้ว ชนิดเกลียว ดังแสดงใน Figure 4 แล้วนำวงจรเข้าไปใส่ในกล่องที่ทำขึ้นเองจากท่อ PCV ขนาด 2 นิ้ว เจาะรูปิดหัวและท้ายเพื่อป้องกันน้ำเข้า นำไปติดตั้งที่กระชังปลาหับทิม ตำบลจอมทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ดัง Figure 5

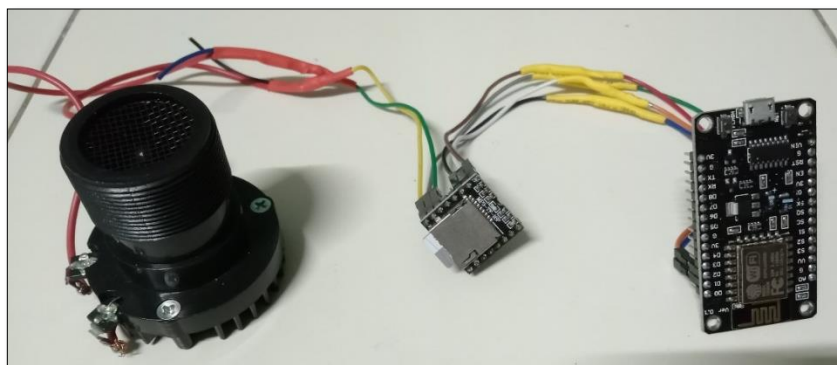


Figure 4 Connection to Birds Guarding



Figure 5 Bird repellent

จากการติดตั้งกล่องควบคุมการปิด/เปิดเสียงพบว่า สามารถส่งเสียงในการขับไล่นก ได้ประมาณ 5-10 เมตร โดยทำการเชื่อมต่อกล่อง CCTV กับวงจรไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ และกล่องควบคุมการปิด/เปิดเสียง จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับ ESP8266 ขนาด 5 โวลต์ นักวิจัยทำการติดตั้งกล่องที่กระชังปลา ตำบลจอมทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก พบว่าเสียงความถี่สูงสามารถป้องกันนกกรบกวานในระยะ 5-10 เมตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaipakdee and Chaipakdee (2009) ที่พัฒนาเครื่องป้องกันนกกรบกวานระบบอัตโนมัติด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง : กรณีศึกษาชุมชนสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ที่สามารถตรวจจับนกได้ถึง 7 เมตรเมื่อมีนกบินผ่านหรือเกาะบริเวณที่ใกล้เครื่องจะปล่อยเสียงออกไปเพื่อให้นกตกใจ

และบินหนีไปเสียงของเครื่องป้องกันนกจะเป็นการปล่อยเสียงสลับกันไปเพื่อไม่ให้นกจดจำเสียงได้

2. การทำงานโปรแกรม (Software)

สามารถแบ่งผลของการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนา Python ด้วยอัลกอริทึม YOLO สร้างการเรียนรู้ข้อมูล (Train Data) โดยใช้สัดส่วน 80% และทดสอบข้อมูล (Test Data) 20% กำหนดเงื่อนไขหากตรวจจับว่าเป็นนก มากกว่าหรือเท่ากับ 50% ให้ส่งสถานะไปแจ้ง ยังบอร์ด ESP8266 และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากความเร็วและความแม่นยำ ด้วยความเร็วในการประมวลผล และตาราง Confusion Matrix โดยมีค่าจากที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

Table 1 Speed and Performance Comparison

Parameter	Test time (s)/img	FPS	Accuracy	Precision	Recall	F1-score
YOLO v5s	0.42	2.37	0.78	0.94	0.59	0.73
YOLOv6-s	0.10	10.00	0.84	0.89	0.76	0.82
YOLOv7tiny	0.41	2.23	0.80	0.96	0.62	0.75

จาก Table 1 พบว่า ความเร็วและแม่นยำของอัลกอริทึม YOLOv6-s มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยที่ความถูกต้อง (Accuracy) อยู่ที่ 0.84 ในด้านของ

ความเร็วในการประมวลผลพบว่า อยู่ที่ 0.1 วินาทีต่อภาพ และ F1-Score เท่ากับ 0.82 งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ YOLOv6-s

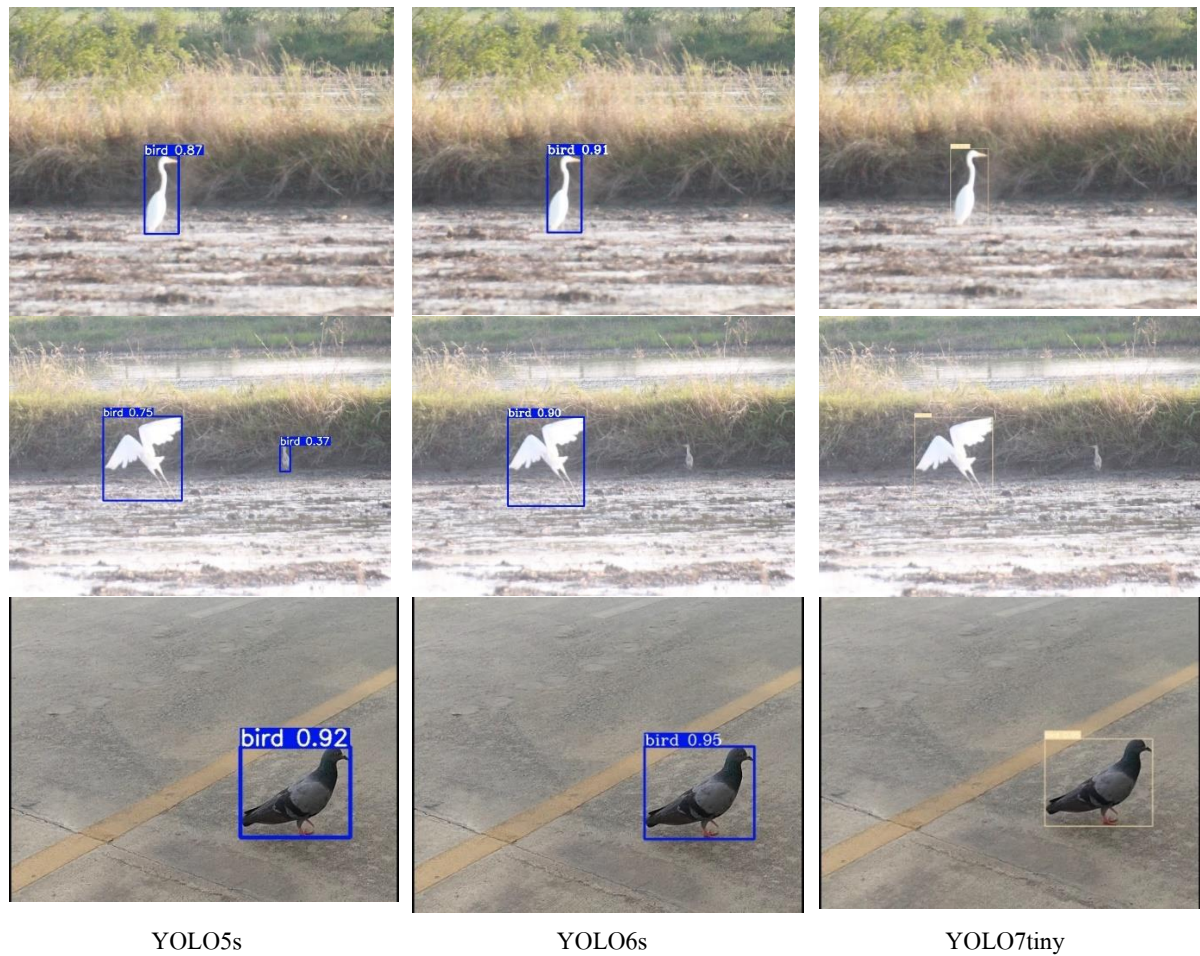


Figure 6 Detection of Bird

จาก Figure 6 แสดงการตรวจจับวัตถุ ผลการวิจัยเห็นได้ว่าอัลกอริทึม YOLO v5 สามารถประยุกต์ใช้งานได้ โดยที่ YOLOv6-s มีประสิทธิภาพสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Li *et al.* (2022) ที่ระบุว่า YOLOv6 มีประสิทธิภาพสูงกว่า YOLOv5 และ YOLOv7 ทั้งในด้านของความถูกต้อง และความรวดเร็ว

ส่วนที่ 2 การควบคุมการปิดเปิดเสียง ที่พัฒนาด้วยภาษา C ที่ใช้ควบคุมการปิดเปิดเสียง แบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่แรกเมื่อ server สถานะว่าพบวัตถุแล้ว ESP8266 จะสั่งการให้ทำการสุ่มเสียงเสียงที่กำหนดไว้ คือ เสียงนกอินทรี เสียงสุนัขเห่า และเสียงประทัด เพื่อลดความเสี่ยงเรื่องของการปรับตัวของนก ดังตัวอย่าง Figure 7



Figure 7 Arduino IDE Sample Code Random Sound

จาก Figure 7 เป็นฟังก์ชัน (Function) รอกการเรียกใช้งานจากสถานการณ์ตรวจจับวัตถุ ส่งค่าผ่านโปรโตคอล Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) เป็นโปรโตคอล (Protocol) ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (Machine-to-Machine) คืออุปกรณ์กับอุปกรณ์ สนับสนุนเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) คือเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เป็นต้น ทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะช่วยให้มนุษย์สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เนื่องจากโปรโตคอลนี้ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ใช้หลักการแบบ Publisher/Subscriber คล้ายกับหลักการที่ใช้ใน Web Service ที่ต้องใช้ Web Server เป็นตัวกลางระหว่างคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้แต่

MQTT จะใช้ตัวกลางที่เรียกว่า Broker เพื่อทำหน้าที่จัดการลำดับการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ของระบบ (Jantarakanyabun and U-aaron, 2016) เป็นตำแหน่งที่ 1 ที่มีค่าเท่ากับ 1 แล้วทำการสุ่มเสียง 1 ใน 3 ของเสียงที่กำหนดไว้คือ เสียงนกอินทรี เสียงสุนัขเห่า และเสียงประทัด และในส่วนที่สอง คือส่วนในการควบคุมการปิดเปิดเสียงตามคำสั่งของผู้ใช้ (User) ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้

ส่วนที่ 3 ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) สามารถเข้าถึงได้ที่ <http://iot999.3bbddns.com:12740/> ส่วนติดต่อผู้ใช้งานระบบจะเป็นส่วนหนึ่งของระบบอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) สำหรับแพลตฟอร์มในกระชัง ถูกพัฒนาด้วยภาษา PHP เป็นหลักทำการประมวลผลผ่าน Server ในรูปแบบของเว็บ Server

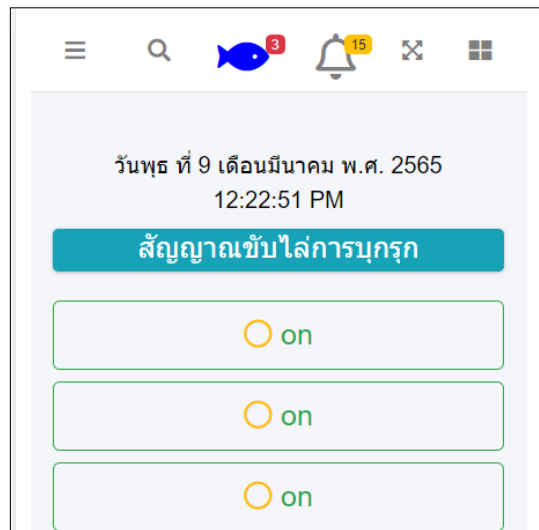


Figure 8 Graphic User Interface

จาก Figure 8 แสดงภาพส่วนติดต่อผู้ใช้ มีวันที่และเวลาปัจจุบันแสดงด้านบน เมนูเสียงให้ผู้ใช้เลือกในการขับไล่ 3 ชนิด คือ เสียงเหยี่ยว เสียงสุนัขเห่า และเสียงประทัด โดยที่ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม On เพื่อเปิดใช้งานหรือทดสอบเสียงได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rodmorn *et al.* (2021) ที่ได้ประยุกต์ใช้เซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับฟาร์มอัจฉริยะพัฒนาโดยใช้ ESP8266 ส่งข้อมูลการตรวจวัดผ่านโปรโตคอล MQTT โดยใช้ภาษา C และ PHP

สรุป

การวิจัยในครั้งนี้ได้พัฒนาระบบป้องกันนกกรบด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ โดยใช้กล้อง CCTV เป็นกล้องแบบ IP Camera ทำการบันทึกภาพและส่งไปประมวลผลที่ Server Cloud ผ่านโปรโตคอล MQTT โดยอัลกอริทึม YOLOv6-s ที่พัฒนาด้วยภาษา Python เพื่อทำการตรวจจับว่าวัตถุที่พบในนกหรือไม่ หากพบว่าวัตถุคล้ายนกมากกว่าหรือเท่ากับ 50% ให้ส่งสถานะไปแจ้งบอร์ด ESP8266 ผลของการทดลองของบทความนี้พบว่า ความแม่นยำของอัลกอริทึม YOLOv6-s อยู่ที่ 0.84 ในด้านของความเร็วในการ

ประมวลผลพบว่า อยู่ที่ 0.1 เฟรมต่อวินาที และ F1-Score เท่ากับ 0.82 แล้วทำการขับไล่ด้วยคลื่นความถี่สูง โดยการสุมเสียงที่นกหวาดกลัว ด้วยอุปกรณ์ที่ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ 3 ชนิดคือ บอร์ด ESP8266 v.3 สำหรับความคุมการปิดเปิดเสียง, บอร์ด MP3-TF-16P และ Memory สำหรับเก็บไฟล์เสียง และไดร์เวอร์เสียงแหลม แม่เหล็กนิโอไดเนียมวอยส์คอยล์ ขนาด 1 นิ้ว ชนิดเกลียว แล้วนำวงจรเข้าไปใส่ในกล่องที่ทำขึ้นเองจากท่อ PCV ขนาด 2 นิ้ว เจาะรู ปิดหัวและท้ายเพื่อป้องกันน้ำเข้า การควบคุมการปิดเปิดเสียง ที่พัฒนาด้วยภาษา C ที่ใช้ควบคุมการปิดเปิดเสียง แบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรก คือ เมื่อ server ได้รับสถานะพบวัตถุ ระบบจะสั่งการให้ทำการสุมเสียงเสียงที่ใช้คือ เสียงนกอินทรี เสียงสุนัขเห่า และเสียงประทัด เพื่อลดความเสี่ยงเรื่องของการปรับตัวของนก และในส่วนที่สอง คือส่วนในการควบคุมการปิดเปิดเสียงตามคำสั่งของ User ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้ ส่วนติดต่อผู้ใช้ มีวันที่และเวลาปัจจุบันแสดงด้านบน เมนูเสียงให้ผู้ใช้เลือกในการขับไล่ 3 ชนิด คือ เสียงนกอินทรี เสียงสุนัขเห่า และเสียงประทัด โดยที่ผู้ใช้สามารถกด On เพื่อเปิดใช้งานหรือทดสอบเสียงได้ด้วยตนเอง

นำไปติดตั้งที่กระชังปลาทับทิม ตำบลจอมทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก พบว่า เสี่ยง ความถี่สูงสามารถป้องกันกรบกววนในระยะ 5- 10 เมตร สามารถใช้ในการขับไล่ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ระบบป้องกันกรบกววนด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและคลื่นความถี่สูงนอกจากจะสามารถขับไล่ในกระชังปลาทับทิมได้แล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการป้องกันกรบกววนในรูปแบบอื่นอีกด้วย

2. ระบบจะมีข้อจำกัดที่ใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีความเร็วเสถียร จึงเหมาะสำหรับการขับไล่ในพื้นที่ที่อินเทอร์เน็ตเข้าถึงได้

3. ควรมีการทดสอบอัลกอริทึมรูปแบบอื่น ๆ เพื่อทดสอบความเหมาะสมในการพัฒนาระบบมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัยจากเงินกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม งบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

Chaipakdee, M. and Chaipakdee, W. 2009. **Guidelines for preventing infestation from pigeons.** Wildlife Research Group Office of Wildlife Conservation, Department of National Parks wild animals and plants, Bangkok. (in Thai)

Dennis, A., Wizom, B.H. and Roth, R.M. 2012. **System Analysis and Design.** 5thed. John Wiley & Sons, Inc., USA.

Fisheries in Phitsanulok Province. 2020. **Aquaculture information Phitsanulok Province, year 2020.** Interview, February 25, 2021. (in Thai)

Fisheries Statistics Group. 2020. **Estimated production and value of aquatic animals from Thailand's fisheries. 2021 – 2023.** Department of Fisheries. Available Source: https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20210705093649_1_file.pdf, March 10, 2020. (in Thai)

Hadkhuntod. 2022. **The study of risk factors affecting the culture of Tilapia in the Nan River basin in Phitsanulok Province.** Interview, December 20, 2021. (in Thai)

Jantarakanyabun, C. and U-aroon, P. 2016. Electronics Device Controller System with Sensor through MQTT Protocol Under Concept of Internet of Things (IoT), pp. 624-625. *In National Academic Conference, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus.* Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom. (in Thai)

Li, C., Li, L., Jiang, H., Weng, K., Geng, Y., Li, L., Ke, Z., Li, Q., Cheng, M., Nie, W., Li, Y., Zhang, B., Liang, Y., Zhou, L., Xu, X., Chu, X., Wei, X. and Wei. X. 2022. **YOLOv6: A Single-Stage Object Detection Framework for Industrial Applications.** Conell University. Available Source: <https://arxiv.org/pdf/2209.02976.pdf>, March 27, 2023.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. and Farhadi, A. 2016. **You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection.** Conell University. Available Source: <https://arxiv.org/abs/1506>.

02640v1, March 27, 2023.

Rodmorn, C., Panmuang, M. and Jonglakha, W. 2021.

Application with the Wireless Sensor Network

in Smart Farm. **RMUTSV Research Journal**

13(2): 315-329. (in Thai)