

การพัฒนาต้นแบบ *In situ info.* เพื่อใช้งานบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

จิรายุส จันทะวงศ์^{1*} และ พฤทธิกา สุขศิริมัท²

วันที่รับ 4 พฤศจิกายน 2565 วันที่แก้ไข 15 กุมภาพันธ์ 2566 วันตอบรับ 20 กุมภาพันธ์ 2566

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการนำระบบปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยวิเคราะห์ภาพถ่ายจากกล้องระยะไกลที่ติดอยู่บนอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) สำหรับใช้ในการสำรวจพื้นที่ปลูกพืชเสพติดในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น แปลงปลูกพืชบนที่ราบสูง บริเวณหุบเขาหรือที่ทุรกันดาร อีกทั้งยังสามารถประมวลผลภาพถ่ายได้ใกล้เคียงกับเวลาจริงที่ระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับได้ ทำให้สามารถค้นหาเป้าหมายที่ต้องการได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ทั้งนี้ในบทความวิชาการนี้เป็นการศึกษาระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับพืชเสพติดบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก (Small Unmanned Aerial Vehicle) โดยการประมวลผลและวิเคราะห์ภาพถ่ายจากกล้องบนระบบอากาศยานขนาดเล็กนี้จะทำงานทันทีตามเวลาที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดจะทำงานบนอุปกรณ์ที่ติดบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กหรือเรียกกระบวนนี้ว่า “*In situ info.*” และเป้าหมายของระบบนี้ได้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ การประกอบรวมของระบบปัญญาประดิษฐ์ขั้นต้น ต้นแบบระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับพืชเสพติดบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กและทดสอบต้นแบบระบบปัญญาประดิษฐ์บนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กในสถานที่จริง ในบทความนี้จะเป็นการกล่าวถึงการประกอบรวมของระบบปัญญาประดิษฐ์ขั้นต้นเท่านั้น เนื่องจากการวิเคราะห์ผลของข้อมูลบนระบบอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กนั้น ทำให้การเลือกอุปกรณ์ต้องมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเลือกอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กในระบบปัญญาประดิษฐ์ที่ได้ศึกษานี้ได้ใช้ดอกไม้ที่หาได้ง่ายจำลองเป็นพืชเสพติดเพื่อใช้ในการสร้างโมเดลโดยใช้ TensorFlow เวอร์ชัน 1.15 ผ่านสถาปัตยกรรม SSD Mobilenet เวอร์ชันที่ 2 โดยการสร้าง One class classification เป็นระบบที่ใช้ในการประมวลผลภาพ ซึ่งจะทำการทดสอบโมเดลผ่านระบบกล้องที่จะนำไปใช้ในการติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กทั้งกล้องแบบเลนส์ทางยาวโฟกัสเดียว (Prime lens) และแบบเลนส์ซูม (Zoom lens) จากการเตรียมการทดสอบทำให้ทราบถึงการนำระบบปัญญาประดิษฐ์ไปทำงานร่วมกับกล้องประเภทต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการศึกษา

คำสำคัญ : *In situ info.*, อากาศยานไร้คนขับ, การรับรู้ภาพ, ปัญญาประดิษฐ์

¹ ส่วนงานวิศวกรรมอากาศยาน, สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

² ส่วนงานวิศวกรรมวัตถุระเบิด และนิวเคลียร์ เคมี ชีวะ, สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

* ผู้แต่ง, อีเมล: jirayuth.j@dti.or.th

“*In situ info.*” Prototype for Using on Small Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Jirayuth Jantawong ^{1*} and Phulkjika Sooksirimuch ²

Received 4 November 2022, Revised 15 February 2023, Accepted 20 February 2023

Abstract

Artificial intelligence (AI) is now being used to analyze images acquired from mounted cameras on unmanned aerial vehicles (UAVs) for an application of delineating addictive crops in highland crop fields, in the valley or in the wilderness. It can also be adopted to process images near real time. This makes it possible to find the desired goals more clearly. This paper elaborates the current study of an AI system installed on a small UAV to detect addictive plants for processing and analyzing camera images immediately after the time of image acquisition. All the results will work on the device mounted on the UAV that was named “*In situ info.*”. The goal of this system was divided into three parts i.e., the integration of basic AI systems, an AI prototype for detecting addictive plants on a small UAV, and test of the AI prototype on a small UAV in real-world settings. In this article, we describe the initial integration of the AI system. Due to the analysis of data on a small UAV, the criteria for the selection of equipment had to be small and lightweight. This was a limitation in the selection of equipment to be installed on a small UAV. In the AI system studied, a readily available flower modeled as an addictive plant was used to model in TensorFlow version 1.15 through the SSD Mobilenet version 2 architecture by creating a “One class classification” model. It was the system used to process images. This will test the model through the camera system used for installation on the small UAV both prime lens and zoom lens cameras. Embracing the AI system to work with various types of cameras as mentioned above, we obtained results in accordance with the study objectives.

Keywords : *In situ info.*, Unmanned aerial vehicle, Image recognition, Artificial intelligence

¹ Aeronautical Engineering Division, Defence Technology Institute

² NBC and Explosive Engineering Division, Defence Technology Institute

* Corresponding author, E-mail: jirayuth.j@dti.or.th

1. วัตถุประสงค์

บทความนี้จะอธิบายการสร้างต้นแบบโดยใช้การทำแบบ “*In situ info.*” ซึ่งเป็นระบบการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติบนอากาศยานขนาดเล็ก เพื่อวิเคราะห์และทำนายความถูกต้องของโมเดลโดยใช้ TensorFlow platform ในการทำการประมวลผลเป้าหมายหรือวัตถุอัตโนมัติบนอากาศยานขนาดเล็ก รวมไปถึงอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งานในการสร้างต้นแบบ “*In situ info.*” โดยเป็นผลลัพธ์ที่ถูกต้องและแม่นยำเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจจับวัตถุบนอากาศยานขนาดเล็กต่อไป

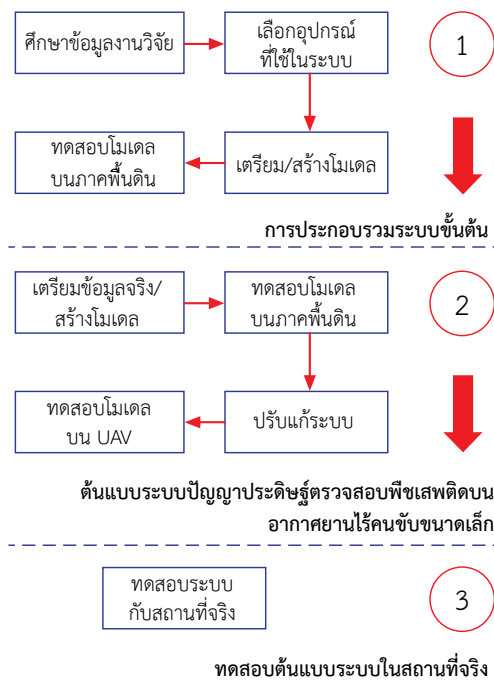
2. ที่มาของปัญหา

การลักลอบปลูกพืชเสพติดมีความเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างมาก เช่น มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการปลูกเพื่อหลีกเลี่ยงการสำรวจและการตัดทำลายทิ้ง โดยปลูกกระเจาเป็นแปลงเล็ก ๆ หรือปลูกในพื้นที่ห่างไกล บนภูเขาสูงและที่ทุรกันดารยิ่งขึ้น ซึ่งถ้าเป็นการสำรวจพืชเสพติดแบบภาคพื้นดินจะต้องใช้เวลามากในการเข้าสำรวจพื้นที่และความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติงาน ดังนั้น การสำรวจพื้นที่ด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับจึงเป็นที่นิยมในการบินค้นหาพื้นที่เหล่านี้ เนื่องจากอากาศยานไร้คนขับสามารถบินได้ด้วยระบบอัตโนมัติ โดยไม่ต้องใช้นักบินประจำการอยู่บนอากาศยานและยังสามารถติดตั้งกล้องถ่ายภาพที่มีคุณภาพสูง เช่น กล้องถ่ายภาพในเวลากลางวันและกล้องอินฟราเรดที่สามารถบันทึกภาพระยะไกลได้ และยังสามารถแสดงภาพในการสำรวจพื้นที่มายังสถานีภาคพื้นดินในเวลาใกล้เคียงกับเวลาจริงมากที่สุดอีกด้วย [1] ทั้งนี้ได้มีการนำเทคโนโลยีระบบปัญญาประดิษฐ์เข้ามาใช้ในการตรวจจับวัตถุหรือสิ่งของต่าง ๆ เพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการสำรวจพื้นที่ให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น การทำงานของปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพนั้นเป็นการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์หรือโมเดล (Model) เพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์ได้เรียนรู้ เข้าใจ และจดจำรูปแบบต่าง ๆ ที่ปรากฏบนข้อมูลภาพถ่าย ทั้งภาพถ่ายจากดาวเทียม ภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพ และภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ [2] เช่น รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร การวางแผนผังเมือง การขนส่ง การจัดการด้านภัยพิบัติ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการอนุรักษ์สัตว์ป่า เป็นต้น ซึ่งบางรูปแบบก็มีความสลับซับซ้อน แต่หากได้รับการฝึกฝนจากตัวอย่างที่ดี ระบบปัญญาประดิษฐ์ก็สามารถเรียนรู้และแสดงผลการวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็วและมีความถูกต้องสูง [3]-[4] ในการตรวจจับพืชเสพติดจะมีข้อจำกัดทั้งพื้นที่การปลูก ความสูง และ ลักษณะช่วงเวลาของต้นไม้ [5] การตรวจจับวัตถุจึงมีความยากลำบากเนื่องจากไม่มีพืชเสพติดที่สามารถใช้ในการสร้างโมเดลได้ จึงต้องใช้ต้นไม้ชนิดอื่นมาใช้ในการทดสอบแทนต้นไมเป้าหมาย เป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงข้อจำกัดในการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์บนระบบอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กและสามารถนำไปต่อยอดให้ใช้งานจริงได้ต่อไป

ดังนั้น การศึกษาระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับพืชเสพติดบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ระบบ คือ การประกอบรวมของระบบปัญญาประดิษฐ์ขั้นต้น ต้นแบบระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับพืชเสพติดบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก และทดสอบต้นแบบระบบปัญญาประดิษฐ์บนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กในสถานที่จริง ในส่วนของการประกอบรวมของระบบปัญญาประดิษฐ์ขั้นต้นจะเริ่มต้นการทำงานจากการศึกษาบทความ

ทางวิชาการที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาต่อยอดความคิดในการออกแบบระบบ อีกทั้งยังมีส่วนสำคัญในการเลือกใช้อุปกรณ์ประมวลผล การรวบรวมข้อมูลภาพถ่าย การสร้างโมเดล (Model) การเลือกใช้ไลบรารี (Library) ที่ใช้ในการสร้างโมเดล เป็นต้น โดยอุปกรณ์วิเคราะห์ผลที่เลือกมานี้จะต้องมีขนาดเล็กและมีน้ำหนักที่เบา อีกทั้งยังต้องมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมต่อการประมวลผลข้อมูลอีกด้วย เนื่องจากระบบทั้งหมดจะถูกติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กจากนั้นจะเป็นการเตรียมข้อมูลภาพถ่ายเพื่อสร้างโมเดลที่เกิดจากการเรียนรู้ของระบบปัญญาประดิษฐ์ และนำโมเดลที่ได้ไปทดสอบใช้งาน



รูปที่ ๑ แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจสอบพืชเสพติดบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

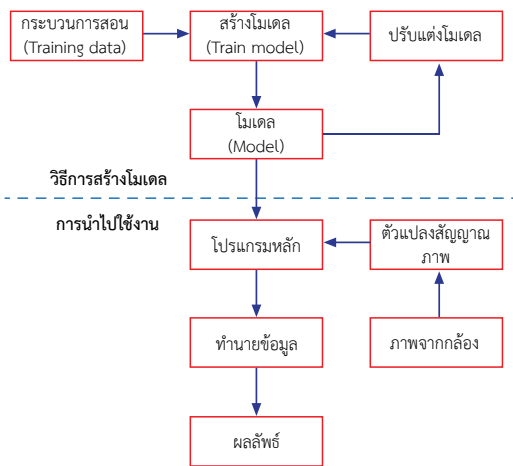
3. การสร้างโมเดลเพื่อทดสอบระบบปัญญาประดิษฐ์ โดยใช้ TensorFlow platform และอุปกรณ์กล้องที่เลือกใช้ในการทำระบบต้นแบบ

3.1 ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI)

การวิเคราะห์และประมวลผลด้วยการใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลขเพื่อควบคุมอากาศยานหรือการวิเคราะห์ประมวลผลสัญญาณจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น วิเคราะห์สัญญาณเสียง [6] หรือวิเคราะห์สัญญาณภาพถ่าย เป็นต้น

ในการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์บนระบบอากาศยานไร้คนขับเริ่มได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในส่วนของการเฝ้าระวัง [7] และติดตามเป้าหมาย ซึ่งเป้าหมายของระบบจะเป็นไปได้ทั้งการพยากรณ์ การดูความคล้ายคลึงของวัตถุเป้าหมายของ คน สัตว์ หรือ สิ่งของ ซึ่งเมื่อได้ทำการพบเจอเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้จะสามารถแจ้งไปยังผู้เขียนโปรแกรมได้ เป็นต้น [8] การนำข้อมูลทางสถิติจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อมมารวบรวมและวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งสมการทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเป้าหมายของระบบข้อมูล โดยเลือกใช้ TensorFlow เวอร์ชัน 1.15 ผ่านสถาปัตยกรรม SSD Mobilenet เวอร์ชัน 2 บนระบบปฏิบัติการ Ubuntu เวอร์ชัน Bionic Beaver ร่วมกับการ์ดประมวลผลแบบ GPU ยี่ห้อ NVIDIA รุ่น Geforce GTX-980 มี cuda จำนวน 2048 cuda core โดยมีขั้นตอนการสร้างโมเดลและการนำโมเดลไปใช้งานดังแสดงในรูปที่ 2 โดยกระบวนการสอน (Training data) จะเริ่มจากการเตรียมข้อมูลที่ประกอบด้วยค่าหรือตัวแปรที่มีคุณลักษณะเฉพาะ (Features) และทำการ Label หรือการใส่ค่าเป้าหมาย การตั้งชื่อให้กับข้อมูลหรือ

เรียกว่า Data set เพื่อมาสอนให้กับคอมพิวเตอร์ ส่วนขั้นตอนการสอนเรียกว่า Train ทั้งนี้ เพื่อให้ได้โมเดลที่เหมาะสมจะต้องมีการปรับแต่งโมเดลเพื่อให้พร้อมใช้งาน ซึ่งการนำโมเดลไปใช้งานนั้นตัวโมเดลไม่สามารถใช้งานเพียงลำพังได้จะต้องมีโปรแกรมหลักที่ทำหน้าที่รับข้อมูลแล้วนำไปประมวลผลหรือทำนายผลจนได้ผลลัพธ์ออกมา



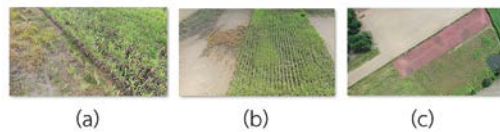
รูปที่ ๒ แสดงขั้นตอนการโมเดลและการนำไปใช้งาน

ในบทความวิชาการนี้ไม่สามารถสร้างโมเดลจากพืชเสพติดได้ เนื่องจากไม่สามารถหาพืชเสพติดมาเป็นชุดข้อมูลได้ ดังนั้น จึงเลือกดอกกุหลาบและแปลงต้นอ้อยมาเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับสร้างโมเดลเพื่อใช้ทดแทนพืชเสพติดและทดสอบการประกอบรวมของระบบที่ได้ศึกษานี้ ในขั้นตอนการสร้างโมเดลด้วยชุดข้อมูลภาพของดอกกุหลาบได้ใช้แหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตจาก Open Image Dataset จำนวน 1,500 รูปถ่าย ดังแสดงในรูปที่ 3 และสร้างโมเดลต้นอ้อยจากแหล่งภาพตัวอย่างจากพื้นที่จริงในระดับความสูงต่าง ๆ ตั้งแต่ 20 เมตร ไปจนถึง 150 เมตร เหนือระดับพื้นดิน จำนวน 1,000 รูปถ่าย โดยใช้

อากาศยานไร้คนขับที่ติดกล้องภาพสีในการบินเก็บภาพ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ ๓ แสดงรูปตัวอย่างจากอินเทอร์เน็ตโดยใช้ Open Image Dataset เวอร์ชัน 4 (a) กุหลาบสีแดง, (b) กุหลาบสีชมพู และ (c) กุหลาบสีเหลือง



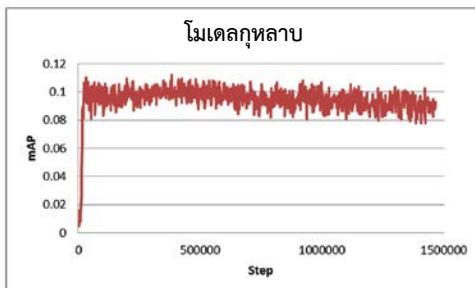
รูปที่ ๔ แสดงรูปต้นอ้อยที่ได้จากการเก็บรูปเพื่อสร้างโมเดลแปลงอ้อย (a) ความสูง 40 เมตร, (b) ความสูง 70 เมตร และ (c) ความสูง 180 เมตร

หลังจากการรวบรวมภาพถ่ายทั้งหมด จึงทำการแยกประเภทข้อมูลสำหรับเรียนรู้ (Train) และประเภทข้อมูลสำหรับการปรับแต่ง รวมถึงการแสดงผลการเรียนรู้ที่ถูกต้อง (Test) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในการสร้างโมเดลระบบปัญญาประดิษฐ์ ถ้าหากข้อมูลภาพถ่ายที่นำมามีความแปรปรวนสูง เมื่อนำไปสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ระบบก็จะนำผลที่ได้ไปประมวลผลโดยผลลัพธ์ที่ได้จะมีความไม่ถูกต้องสูงตามข้อมูลที่นำมาทำการสร้างโมเดล เป็นต้น

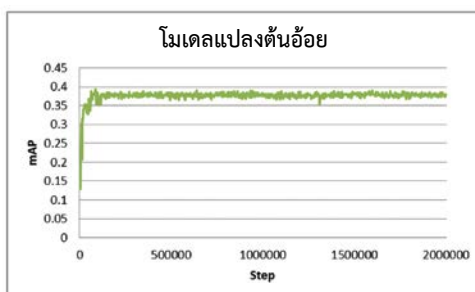
จากนั้นให้คอมพิวเตอร์ทำการเรียนรู้แล้วประมวลผลเพื่อหาค่าโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับสมการปัญญาประดิษฐ์โดยที่ระบบจะทำการจำลองวิเคราะห์ ปรับแก้ และเรียนรู้โดยอัตโนมัติ เพื่อให้ผลของความผิดพลาดลดลงจนถึงจุดที่สามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งจะนิยมใช้งานในระบบปัญญาประดิษฐ์ที่มีค่าความผิดพลาดของข้อมูลน้อยที่สุด ดังแสดง

ในกราฟที่ 1 และ 2 ที่แสดงค่าความละเอียดในการตรวจจับโมเดลกุหลาบและโมเดลแปลงต้นอ้อยตามลำดับ

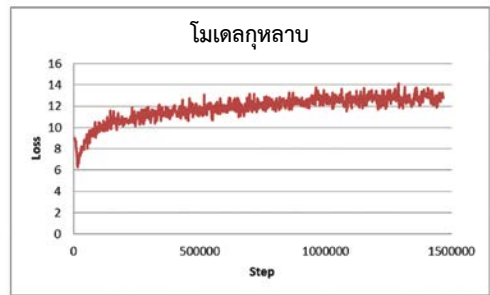
เมื่อค่าอัตราการสูญเสีย (Loss) มีค่าน้อยลงจนถึงจุดที่คาดว่าสามารถนำสมการมาใช้งานจึงทำการหยุดการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ซึ่งค่า Loss นี้คือ ค่า Loss Function ที่บ่งบอกค่าฟังก์ชันของ Classification ดังแสดงในกราฟที่ 3 และ 4 ได้ทำการประมวลผลระบบโมเดลกุหลาบที่ 1.4 ล้านรอบและโมเดลแปลงต้นอ้อยที่ 2 ล้านรอบ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อจำนวนรอบสูงขึ้นเมื่อระบบปัญญาประดิษฐ์ประมวลผลเสร็จสิ้นแล้วให้แปลงสมการเป็นไฟล์ frozen file เพื่อนำไปประมวลผลบนอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานการวิเคราะห์ภาพด้วยการเรียนรู้จากระบบปัญญาประดิษฐ์



กราฟที่ ๑ แสดงค่า DetectionBoxes Precision mAP โมเดลกุหลาบเทียบกับจำนวนการรัน (Step) ในระบบ TensorFlow



กราฟที่ ๒ แสดงค่า DetectionBoxes Precision mAP โมเดลแปลงต้นอ้อยเทียบกับจำนวนการรัน (Step) ในระบบ TensorFlow



กราฟที่ ๓ แสดงค่า Loss โมเดลกุหลาบเทียบกับจำนวนการรัน (Step) ในระบบ TensorFlow



กราฟที่ ๔ แสดงค่า Loss โมเดลแปลงต้นอ้อยเทียบกับจำนวนการรัน (Step) ในระบบ TensorFlow

3.2 ระบบแปลงสัญญาณภาพ

ในระบบแปลงสัญญาณภาพจะใช้อุปกรณ์ประเภทแปลงสัญญาณภาพจากกล้อง โดยรับสัญญาณภาพเป็นสัญญาณแอนะล็อกหรือสัญญาณที่มาจากช่องสัญญาณ HDMI แปลงเพื่อทำการสตรีมมิงสัญญาณภาพเข้าไปในเครือข่าย ซึ่งอุปกรณ์ที่เลือกใช้เป็นระบบจากผู้พัฒนา Z³ Technology รุ่น Lightweight Dual Camera Full 4K Encoder (FV4K-DCK-15) ดังแสดงในรูปที่ 5 อีกทั้งยังสามารถกำหนดขนาดข้อมูลที่ทำการส่งไปในระบบเครือข่ายได้ ซึ่งใช้เป็นระบบ PAYLOAD บนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก ร่วมกับอุปกรณ์กล้องในการใช้ประมวลผลภาพ



รูปที่ 5 ระบบแปลงสัญญาณภาพ รุ่น Lightweight Dual Camera Full 4K Encoder (FV4K-DCK-15)

3.3 อุปกรณ์กล้องสำหรับประมวลผลภาพ

ในการทดสอบระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อนำไปติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก จะใช้กล้อง 2 รูปแบบ ประกอบด้วย กล้องประเภทที่ 1 แบบเลนส์ทางยาวโฟกัสเดี่ยว (Prime Lenses) ที่มีตัวรับภาพ 2 ชนิดในตัวเดียวกัน ยี่ห้อ FLIR รุ่น DUO PRO R 640 โดยที่ขนาดเลนส์ของภาพสีที่มีขนาดเซนเซอร์ $4,000 \times 3,000$ พิกเซล รวมถึงระยะ Focus lens ที่ 4 มิลลิเมตร, $f/2.8$ และกล้องถ่ายภาพความร้อนขนาดเซนเซอร์ 640×512 พิกเซล มีช่วงเลนส์ 19 มิลลิเมตร มีตัวประมวลผล IMU ในตัวกล้อง ทำให้รู้ถึงท่าทางของกล้องรวมถึงตำแหน่งภาพถ่ายของกล้อง ดังแสดงในรูปที่ 6 (ซ้าย) และ กล้องประเภทที่ 2 แบบเลนส์ซูมที่มีขนาดเซนเซอร์ $1/2.3$ Exmor R CMOS ยี่ห้อ SONY รุ่น FCB-ER8300 โดยมีขนาด 8.93 ล้านพิกเซล ช่วงเลนส์อยู่ที่ขนาด $3.9 - 46.8$ มิลลิเมตร, $f1.8$ ถึง $f2.0$ โดยเป็นการซูมแบบปรับระยะเลนส์ (Optical zoom) ดังแสดงในรูปที่ 6 (ขวา) ซึ่งกล้อง 2 รูปแบบนี้จะสามารถใช้ในการติดตั้งระบบอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กได้

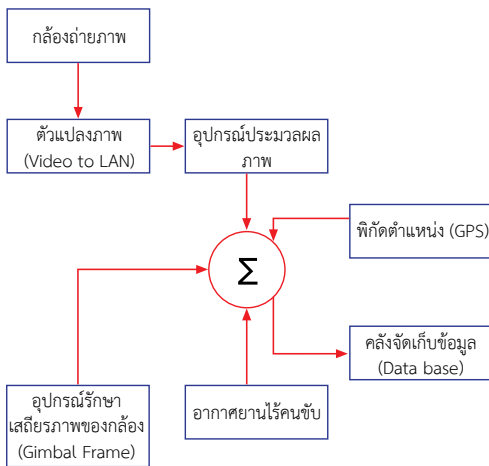


รูปที่ 6 กล้องแบบเลนส์ทางยาวโฟกัสเดี่ยว (ซ้าย) และกล้องแบบเลนส์ซูม (ขวา)

อุปกรณ์กล้องที่นำมาทดสอบในเบื้องต้นจะทดสอบด้วยกล้องจากคอมพิวเตอร์ก่อน เพื่อทดสอบระบบการตรวจจับภาพ จากนั้นจึงนำมาทดสอบร่วมกับระบบกล้อง 2 รูปแบบ ซึ่งเป็นระบบหลักที่จะนำมาติดตั้งบนยานไร้คนขับ โดยติดตั้งบนระบบรักษาเสถียรภาพกล้อง (Camera Gimbal) ยี่ห้อ GREMSY รุ่น S1 เวอร์ชัน 3 ซึ่งระบบกล้องทั้งสองจะถูกติดตั้งได้เพียงทีละระบบบนอุปกรณ์รักษาเสถียรภาพ และจะถูกนำไปติดตั้งบนระบบยานไร้คนขับต่อไป ในหัวข้อการสร้างต้นแบบระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับพืชเสพติดบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กเพื่อใช้ในการทดสอบ

3.4 แนวทางการพัฒนาระบบ “In situ info.”

ระบบการทำงานแบบ *In situ info.* เป็นการทำงานและประมวลผลข้อมูลบนอากาศยานโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะประกอบด้วย ข้อมูลภาพ พิกัดตำแหน่งและท่าทางของอากาศยาน และลักษณะท่าทางการหมุนของกล้องถ่ายภาพ เพื่อนำมาประมวลผลหาวัตถุในภาพและเก็บบันทึกข้อมูลในคลังจัดเก็บข้อมูลบนอากาศยาน ทั้งนี้ ในอนาคตนักวิจัยได้นำแนวคิดจากการศึกษาการทำการระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับพืชเสพติดบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กมาพัฒนาต่อยอดให้เป็นระบบที่สามารถค้นหาและบอกข้อมูลในขณะทำการบินเพื่อค้นหาเป้าหมายได้โดยอัตโนมัติ รวมถึงจะทดสอบการบินหาเป้าหมายที่เป็นวัตถุโดยใช้โมเดลที่ทำการออกแบบขึ้นมาจากกระบวนการที่ได้นำเสนอเพื่อทดสอบการทำงาน *In situ info.* ทั้งระบบกล้องเลนส์ทางยาวโฟกัสเดี่ยวและเลนส์ซูม ตามลักษณะความสูงในการบินของอากาศยานและการกักกันค้นหาต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 7 เพื่อจะนำระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาไปประยุกต์ใช้งานในการกักกันลาดตระเวน สอดแนม และค้นหาวัตถุด้วยโมเดลที่เหมาะสมกับภารกิจเหล่านั้น เช่น คน สัตว์ ยานพาหนะ หรือ สิ่งของ เป็นต้น

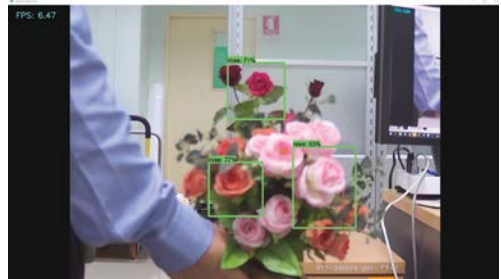


รูปที่ 7 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ In situ info บนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก

4. การทดสอบและประมวลผลโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจจับวัตถุร่วมกับระบบกล้อง

ในการทดสอบปัญญาประดิษฐ์เพื่อใช้ในการตรวจสอบภาพถ่ายจะสามารถตรวจสอบได้ว่าในสมการที่เลือกมานั้น มีความเหมาะสมกับกล้องประเภทต่าง ๆ อย่างไรบ้าง และสามารถตรวจพบผลลัพธ์ตามโมเดลที่ได้ทำการออกแบบมาหรือไม่ จึงต้องมีการทดสอบระบบปัญญาประดิษฐ์ตามแบบต่าง ๆ โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงในรูปที่ 8 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของโมเดลหลายโดยใช้กล้องแบบเลนส์ทางยาวโฟกัสเดียวในการตรวจจับภาพ และรูปที่ 9 แสดงผลลัพธ์ของโมเดลหลายโดยใช้กล้องแบบเลนส์ซูมในการตรวจจับภาพ โดยทั้งสองการทดลองได้ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการภายในอาคาร นอกจากนี้ ได้สร้างโมเดลแปลงต้นอ้อยที่มีจุดมุ่งหมายในการนำไปทดสอบบริเวณแปลงไร่อ้อยนอกอาคาร ซึ่งในเบื้องต้นจะสรุปผลเพียงการทดสอบจากโมเดลหลายในอาคารและผลการสร้างโมเดลแปลงต้นอ้อยจากโปรแกรม TensorFlow โดยจุดมุ่งหมายใน

การทดสอบเพื่อดูการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนนำไปติดตั้งเพื่อสร้างต้นแบบการประมวลผล In situ info. ในการหาผลลัพธ์ของการประมวลผลในรูปแบบของข้อมูลรวมถึงพิกัดตำแหน่งของภาพเพื่อระบุวัตถุที่ได้ทำการเรียนรู้แล้วนำกลับมาแสดงยังฐานข้อมูลแม้ว่าระบบสัญญาณจะขาดหายไปขณะทำการบิน



รูปที่ 8 แสดงการทดสอบปัญญาประดิษฐ์ด้วยกล้องสไลด์แบบเลนส์ทางยาวโฟกัสเดียว



รูปที่ 9 แสดงการทดสอบปัญญาประดิษฐ์ด้วยกล้องแบบเลนส์ซูม

4.1 การทดสอบประมวลผลโมเดลบนคอมพิวเตอร์

การทดสอบการสร้างโมเดลด้วย TensorFlow จะทดสอบการสร้างโมเดลจำนวน 2 โมเดล ได้แก่ โมเดลหลาย และ โมเดลแปลงต้นอ้อย โดยผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงตามตารางที่ 1 และรูปที่ 10 ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลปัญญาประดิษฐ์



รูปที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบปัญญาประดิษฐ์ ที่การตรวจจับวัตถุบนภาพ (ซ้าย) และตำแหน่ง วัตถุบนภาพเพื่อให้ระบบปัญญาประดิษฐ์เรียนรู้ ความถูกต้อง (ขวา)

ตารางที่ 1 แสดงผลการรันโมเดลด้วย TensorFlow เวอร์ชัน 1.15

	โมเดลกุหลาบ	โมเดลแปลงอ้อย
จำนวน Steps	1.4 ล้านรอบ	2 ล้านรอบ
mAP ใหญ่	0.1428	0.3807
mAP กลาง	0.0199	-1
mAP เล็ก	0	-1
mAP@.5IOU	0.23	0.532
mAP@.75IOU	0.061	0.432
Recall 1	0.079	0.298
Recall 10	0.115	0.425
Recall 100	0.16	0.428
Loss	12.8198	0.8303

4.2 การทดสอบโมเดลบนคอมพิวเตอร์ประมวลผล โดยใช้กล้องแบบเลนส์ทางยาวโฟกัสเดียว

ในการทดสอบนี้จะใช้กล้องแบบเลนส์ทางยาว โฟกัสเดียว โดยที่จะทำการตั้งกล้องไว้กับที่แล้วนำ ดอกกุหลาบมาทดสอบกับระบบปัญญาประดิษฐ์ ทำให้ได้ผลลัพธ์จากการทดสอบตามตารางที่ 2 โดยใช้กุหลาบที่แตกต่างกันตามที่นักวิจัยหาได้ คือ กุหลาบจริง กุหลาบปลอม และภาพดอกกุหลาบ จากในโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อทดสอบความถูกต้อง ของโมเดลว่าสามารถตรวจจับกุหลาบแบบต่าง ๆ ได้หรือไม่

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบโมเดลระบบปัญญา ประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ภาพผ่านกล้องแบบเลนส์ ทางยาวโฟกัสเดียว

ลำดับ	ประเภทของ ดอกกุหลาบ	ผลที่ได้	ค่าเปอร์เซ็นต์ ที่พบ
1	กุหลาบปลอมสีส้ม	ตรวจพบ	มากกว่า 80%
2	กุหลาบปลอมสีฟ้า	ตรวจไม่พบ	-
3	กุหลาบปลอมสีชมพู	ตรวจพบ	ช่วง 75% - 85%
4	ภาพดอกกุหลาบ จากโทรศัพท์เคลื่อนที่	ตรวจพบ	ช่วง 60% - 70%
5	กุหลาบจริง	ตรวจพบ	มากกว่า 80%

4.3 การทดสอบโมเดลบนคอมพิวเตอร์ประมวลผล โดยใช้กล้องแบบเลนส์ซูม

ในการทดสอบนี้จะใช้กล้องซูมแล้วนำ ดอกกุหลาบไปวางในระยะที่ไกลออกไป ประมาณ 2-3 เมตร แล้วจึงทำการทดสอบปรับซูมไปยัง ตำแหน่งดอกกุหลาบ ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ของการ ทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบโมเดลระบบปัญญา ประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ภาพผ่านกล้องเลนส์ซูม

ลำดับ	ประเภทของ ดอกกุหลาบ	ผลที่ได้	ค่าเปอร์เซ็นต์ ที่พบ
1	กุหลาบปลอมสีส้ม	ตรวจพบ	มากกว่า 90%
2	กุหลาบปลอมสีฟ้า	ตรวจไม่พบ	-
3	กุหลาบปลอมสีชมพู	ตรวจพบ	ช่วง 70% - 80%
4	ภาพดอกกุหลาบ จากโทรศัพท์เคลื่อนที่	ตรวจพบ	ช่วง 60% - 70%
5	กุหลาบจริง	ตรวจพบ	มากกว่า 90%

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การประกอบรวมของระบบปัญญาประดิษฐ์ ขั้นต้นจะเป็นการนำระบบปัญญาประดิษฐ์เข้ามา ทดสอบร่วมกับระบบกล้องที่จะนำไปติดตั้งบนระบบ อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก จากการทำงานดังกล่าว ทำให้ทราบว่าระบบปัญญาประดิษฐ์สามารถทำงาน ร่วมกับระบบกล้องถ่ายภาพและชุดแปลงสัญญาณ

ภาพจาก HDMI ผู้ระบบเครือข่ายได้ และกล้องถ่ายภาพที่นำมาใช้นอกอากาศยานไร้คนขับส่วนใหญ่จะเป็นสัญญาณภาพจาก HDMI หรือเป็นสัญญาณภาพแอนะล็อกตามประเภทของกล้องถ่ายภาพ จึงต้องใช้ตัวแปลงสัญญาณภาพเข้ามากระจายสัญญาณเข้าสู่ระบบเครือข่าย ส่วนการนำโมเดลถูกลามาใช้ในการทดสอบเบื้องต้น ระบบสามารถทำงานร่วมกันได้ ในกระบวนการต่อไปสำหรับการวิจัยสร้างต้นแบบระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจสอบจับพิกเซลผิดปกติบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กจะต้องนำอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น พิกัดตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก ชุดอุปกรณ์ระบบรักษาเสถียรภาพกล้องพร้อมระบุท่าทาง และระบบประมวลผลปัญญาประดิษฐ์เป็นต้น นำมาประกอบและติดตั้งบนระบบอากาศยานไร้คนขับประเภทปีกหมุนหลายใบพัด เพื่อทดสอบระบบในสถานที่จริง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Verykokou, A. Doulamis, G. Athanasiou, C. Ioannidis, and A. Amditis, "UAV-based 3D Modelling of Disaster Scenes for Urban Search and Rescue," in *2016 IEEE Int. Conf. Imag. Syst. Techn. (IST)*, Chania, Greece, 2016, pp. 106 - 111, doi: 10.1109/IST.2016.7738206.
- [2] R. Kalita, A. K. Talukdar, and K. K. Sarma, "Real-Time Human Detection with Thermal Camera Feed using YOLOv3," in *2020 IEEE 17th India Council Int. Conf. (INDICON)*, New Delhi, India, 2020, pp.1-5, doi: 10.1109/INDICON49873.2020.9342089.
- [3] C. Hsu, F. Chen, and G. Wang, "High-Resolution Image Inpainting through Multiple Deep Networks," in *2017 Int. Conf. Vision, Image Signal Process. (ICVISP)*, Osaka, Japan, 2017, pp. 76 - 81, doi: 10.1109/ICVISP.2017.27.
- [4] J. Zhou, Y. Tian, K. Yin, G. Yang, and M. Wen, "Improved UAV Opium Poppy Detection Using an Updated YOLOv3 Model," *Sensor*, vol. 19, no. 22, p.4851, 2019.
- [5] R. Alshanbari, S. Khan, N. El-Atab, and M. M. Hussain, "AI Powered Unmanned Aerial Vehicle for Payload Transport Application," in *2019 IEEE Nat. Aerosp. Electron. Conf. (NAECON)*, Dayton, OH, USA, 2019, pp. 420 - 424, doi: 10.1109/NAECON.46414.2019.9058320.
- [6] Y. Gao, T. Huang, Z. Lin, B. Xu and D. Xu, "A Real-time Chinese Speech Recognition System with Unlimited Vocabulary," in *1991 Int. Conf. Acoust. Speech, Signal Process.* Toronto, Ontario, Canada, 1991, pp. 257 - 260, doi: 10.1109/ICASSP.1991.150326.
- [7] J. A. Paredes, J. González, C. Saito and A. Flores, "Multispectral Imaging System with UAV Integration Capabilities for Crop Analysis," in *2017 1st IEEE Int. Symp. Geosci. Remote Sens. (GRSS-CHILE)*, Valdivia, Chile, 2017, pp. 1 - 4, doi: 10.1109/GRSS-CHILE.2017.7996009.
- [8] T. K. Hazra, D. P. Singh, and N. Daga, "Optical Character Recognition Using KNN on Custom Image Dataset," in *2017 8th Annu. Ind. Automat. Electromechanical Eng. Conf. (IEMECON)*, Bangkok, Thailand, 2017, pp. 110 - 114, doi: 10.1109/IEMECON.2017.8079572.