

**ระบบตรวจจับและแจ้งเตือนการบุกรุกพื้นที่**  
**เกษตรกรรม ผ่านเครือข่าย ระบบ LoRaWan (ระยะที่ 2)**  
**ตำบลทุ่งควายกิน อำเภอกงหรา จังหวัดระยอง และ**  
**ตำบลพวา อำเภอกงหรา จังหวัดจันทบุรี**

วิชาญ ทุมทอง<sup>1</sup>, ปฏิคม ทองจริง<sup>2</sup>, วสุพล เผือกนำผล<sup>3</sup> และ <sup>4</sup>

<sup>1</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

<sup>3</sup>คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

<sup>4</sup>คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

## บทนำ

พื้นที่ทุ่งควายกิน อำเภอกงหรา จังหวัดระยอง เป็นหนึ่งพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้าน ที่สร้างความเสียหายให้กับพืชผลทางเกษตรกรรม ทั้งผลไม้ ทางเศรษฐกิจของจังหวัด เช่น เงาะทุเรียน ลองกอง มะละกอ กุ้ง ชวน เป็นต้น และยังสร้างความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินของเกษตรกร ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อชาวบ้านในเขตพื้นที่ ปัจจุบันผู้นำหมู่บ้านและชาวบ้านได้รวมตัวกันตั้งชุดจิตอาสา เพื่อผลักดันช้างป่าในพื้นที่เพื่อบรรเทาความเดือดร้อน ของพี่น้องประชาชนในพื้นที่ โดยใช้ชื่อว่า “ชมรมเพื่อนช้าง ทุ่งควายกิน” มีสมาชิกทั้งหมด 161คน มีอาสาฯ หมุนเวียนกันปฏิบัติหน้าที่กันโดยตลอดทุกวัน

จากความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นเป็นวงกว้าง และมีแนวโน้มขยายขึ้นมากทุกปีที่ประชากรช้างมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น ตำบลทุ่งควายกินนั้นเป็นตำบลที่มีความอุดมสมบูรณ์มีทั้งสวนผลไม้มีป่า และมีแหล่งน้ำ (อ่างเก็บน้ำเขาจุก) ดังนั้นการปฏิบัติงานของอาสาสมัคร ทำได้ค่อนข้างยาก ด้วยขนาดพื้นที่ค่อนข้างกว้างและมีกำลังไม่เพียงพอ จึงต้องอาศัยเทคโนโลยีเข้ามาช่วยอาสาฯ ในการทำงาน

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีได้ ตระหนักถึงความเดือดร้อนของชาวบ้าน หลังจากได้รับทราบปัญหาจากผู้นำชุมชน จึงได้จัดทำโครงการเพื่อบริการวิชาการให้กับชาวบ้านในเขตพื้นที่ดังกล่าว โดยวางแผนที่จะใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์(Artificial Intelligent) วิเคราะห์ภาพจากกล้องที่ติดตั้งไว้บริเวณที่มีการผ่านเข้าออกของช้าง บนพื้นที่รอยต่อจากป่าสู่ชุมชน เพื่อตรวจจับและแจ้งเตือนการบุกรุกของช้าง และดำเนินการแจ้งเตือนชาวบ้าน และชุดอาสาสมัครเพื่อผลักดันช้างก่อนก่อความเสียหายกับพื้นที่เกษตรกรรมรวมถึงชีวิตและทรัพย์สินของชาวบ้าน

## กระบวนการ

กระบวนการให้บริการวิชาการระบบตรวจจับและแจ้งเตือนการบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม ผ่านเครือข่าย ระบบ LoRaWan (ระยะที่ 2) ตำบลทุ่งควายกิน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง และตำบลพวา อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี มีขั้นตอนการดำเนินงานที่สำคัญดังต่อไปนี้

### ขั้นตอนที่ 1 ลงพื้นที่สำรวจผลกระทบจากช้าง

คณะทำงานโครงการบริการวิชาการได้ทำการลงพื้นที่เพื่อทำการสำรวจปัญหา ที่เกิดขึ้นจากช้างป่า ซึ่งกระทบในหลายประเด็น ทั้งคุณภาพชีวิต ทรัพย์สิน พืชเศรษฐกิจ หรือ ความมั่นคงปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สินของชาวบ้านที่อยู่ในเขตรอยต่อระหว่างป่าและชุมชน ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นจากช้างออกหากินนอกพื้นที่เขตนุรักษ์ หรือเขตป่านั้นก่อให้เกิดปัญหาความขัดแย้งระหว่างชาวบ้านและหน่วยงานภาครัฐมาอย่างยาวนาน เนื่องจากรูปแบบของการบริหารจัดการเกี่ยวกับช้างป่าจะมุ่งคนละประเด็นระหว่างชาวบ้านกับหน่วยงานภาครัฐ เช่นการผลักดันช้างออกนอกพื้นที่โดยเร็วเพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นจากช้างป่าของเกษตรกร หรือหน่วยงานภาครัฐจะมุ่งเน้นไปเรื่องของการอนุรักษ์ การอยู่ร่วมกันระหว่างคนกับช้าง เป็นต้น



ภาพที่ 1 การลงพื้นที่สำรวจผลกระทบจากช้างป่า



ซึ่งปัญหาจากการออกหากินนอกพื้นที่ของช้างป่านั้นมีได้หลายสาเหตุ เช่น

1. การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ ที่อาหารในพื้นที่ป่าลดลง เนื่องจากขนาดของป่าที่ลดลง การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ที่ส่งผลต่ออาหารหลักของช้างที่อยู่ในป่า เป็นต้น
2. ประชากรช้างป่าที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ถิ่นอาศัยไม่สอดคล้องกับจำนวนประชากรช้าง เนื่องจากพื้นที่ป่าลดลง พื้นที่หากินลดลง ซึ่งหลายพื้นที่ป่าถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่จับจองเพื่อเป็นที่ทำกินและที่อยู่อาศัย และมีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อย ๆ เป็นต้น
3. พฤติกรรมของช้างป่า ที่เกิดการเรียนรู้และปรับตัวได้เป็นอย่างดีของช้าง การสืบพันธุ์ รวมไปถึงลักษณะการออกหากินที่จะเดินทางเป็นระยะทางหลายตารางกิโลเมตรเพื่อออกหากินซึ่งระยะทางก็จะแยกตามเพศของช้างและขนาดของช้าง ที่ต้องการปริมาณอาหารที่มากขึ้นต่อวัน
4. ถิ่นอาศัยของช้าง ที่ถูกโอบล้อมด้วยชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม ถนนที่ถูกตัดผ่านป่าเพื่อความสะดวกแก่การเดินทางเกิดเป็นเส้นแบ่งกลางระหว่างเส้นทางเดินของสัตว์ ซึ่งจะเห็นถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการเดินทางผ่านเส้นทางเหล่านี้บ่อยเป็นประจำ



ภาพที่ 2 จุดขึ้นลงของช้างจากพื้นที่รั้วกันช้าง



## ขั้นตอนที่ 2 สํารวจจุดขึ้นลงของข้างป่าระหว่างเขตรอยต่อชุมชนกับพื้นที่ป่า

จุดขึ้นลงของข้างป่านั้นมีหลายพื้นที่ เนื่องรอยต่อจากป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีระยะทางหลายร้อยกิโลเมตร ซึ่งบางจุดเป็นเขตที่เชื่อมกับที่อยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้านโดยตรง บางจุดมีรั้วกั้นข้างที่หน่วยงานภาครัฐได้ออกแบบและสร้างไว้สำหรับป้องกันข้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม และบางจุดเป็นเส้นทางสำหรับการจราจร เป็นต้น ซึ่งจุดเข้าออกจากป่าของข้างมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ เช่น หากเป็นที่สูงชันข้างจะไม่สามารถเดินผ่านขึ้นไปได้ เป็นต้น

ในภาพที่ 2 ซึ่งเป็นจุดที่ขึ้นลงของข้าง ซึ่งจากการลงพื้นที่สํารวจพบว่าข้างป่าสามารถขึ้นลงคูกันข้างที่มีความสูง 2.5 เมตร และมีความลึกที่ระดับ 3 เมตรได้ ซึ่งจะมีจุดที่ข้างขึ้นลงหรือเข้าออกเป็นประจำ มีทั้งที่เป็นมาแบบเป็นฝูงเป็นครอบครัว และแยกจากฝูงออกมาเดินตัวเดียว



ภาพที่ 3 ร่องรอยเท้าข้างที่ขึ้นลงคูกันข้างระหว่างรอยต่อป่า

### ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาปัญหาและพฤติกรรมของช้างป่าจากชาวบ้านในพื้นที่

จากการลงพื้นที่ทั้ง 2 ส่วน ได้มีการประชุมหารือกับชาวบ้านในพื้นที่ถึงสถานการณ์ของช้างป่า ปัญหาที่เรื้อรัง การบริหารจัดการของชุมชน ความคาดหวัง และสิ่งที่ต้องการให้มหาวิทยาลัยหรือผู้ที่รับผิดชอบโครงการช่วยเหลือในระยะสั้น เพื่อเป็นการเฝ้าระวังและติดตามพฤติกรรมของช้างป่า

จากการสอบถามและพูดคุยกับชาวบ้านในพื้นที่ พบว่าช้างมีความฉลาด มีการเรียนรู้ที่ดี เช่นการขุดมันสำปะหลัง การเคี้ยวอดยาง การหักต้นไม้เพื่อพาดทับรั้วไฟฟ้า หรือสามารถแกะทุเรียน ขนุน เพื่อกินเป็นอาหารเป็นต้น ซึ่งการออกหากินของช้างบางฝูงจะมีช้างที่เป็นหัวหน้าฝูงพาฝูงเดินออกหากิน บางจุดเป็นทางผ่านของช้าง บางจุดเป็นที่พักระหว่างเดินทาง เป็นต้น ซึ่งบางพื้นที่เป็นบ่อน้ำ ช้างจะลงไปเล่นน้ำและกินน้ำเพื่อพักผ่อนก่อนออกเดินทางหากินไปเรื่อย ๆ ตามเส้นทาง ซึ่งหากผ่านสวนผลไม้ หรือสวนยาง หรือป่าจะมีการใช้วงหรือหลังต้นต้นไม้ และก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตร หรือพบเจอชาวบ้านที่ออกมากรีดยางในตอนค่ำคืนก็อาจเกิดการทำร้ายให้เกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้ เป็นต้น



ภาพที่ 4 การประชุมแลกเปลี่ยนข้อมูลกับชาวบ้านในพื้นที่





ภาพที่ 5 การบรรยายลักษณะการเดินทางและเส้นทางพฤติกรรมของช้างป่า

#### ขั้นตอนที่ 4 เลือกใช้เทคโนโลยีในการตรวจจับและเฝ้าระวังช้างป่า

จากการเก็บข้อมูลทั้งลักษณะการเข้าออกของช้างป่า ลักษณะเส้นทางเดิน พฤติกรรมของช้าง รวมไปถึงเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาหลักในการแก้ไขในโครงการนี้คือ การเฝ้าระวังพื้นที่ชุมชน เพื่อให้ชาวบ้าน เกษตรกร ชุดอาสาสมัคร และเจ้าหน้าที่ ได้ทราบตำแหน่งและเวลาที่แน่นอนของช้างป่า ซึ่งปัญหาหนึ่งจากการลงพื้นที่สำรวจ คือ ชาวบ้านในพื้นที่ไม่รู้ว่าช้างลงมาในพื้นที่หรือยัง ซึ่งชาวบ้านมีจิตอาสาที่จัดอาสาสมัครในการเฝ้าระวังช้างในพื้นที่ชุมชน เพื่อเฝ้าดูการเข้าออกของช้างป่า ซึ่งบางครั้งการใช้มนุษย์ในการเฝ้าระวังติดตามอาจเกิดความเมื่อยล้า และบางครั้งชุดผลักดันช้างทราบถึงตำแหน่งของช้างจากชาวบ้านเมื่อเข้าสู่พื้นที่ชุมชนเรียบร้อยแล้ว ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน และผลผลิตทางการเกษตรไปแล้ว

จากปัญหาในการเฝ้าระวังช้างป่า คณะทำงานโครงการจึงนำเสนอเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเข้าออกของช้างป่า ที่ชุดอาสาสมัครผลักดันช้างป่าไม่สามารถทราบตำแหน่งที่แน่นอนของช้าง โดยใช้เทคโนโลยีที่มีในปัจจุบันและเลือกใช้เทคโนโลยีที่ชาวบ้านสามารถเข้าถึงได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน ไม่ซับซ้อน เป็นมิตรต่อผู้ใช้ อย่างเช่น กล้องวงจรปิด การแจ้งเตือนผ่านไลน์ เป็นต้น

ลักษณะของเทคโนโลยีที่เลือกใช้มีดังนี้

1. เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligence: AI เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ซึ่งสามารถนำซอฟต์แวร์ที่พัฒนามาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ วีดีโอ หรือภาพสตรีมมิ่งจากกล้องแบบเรียลไทม์ขึ้นมาประมวลผล แทนการใช้คนเฝ้าดู ซึ่งจะช่วยให้อาสาสมัครและชุดเฝ้าระวังในการเฝ้าระวังช้างป่า ได้เป็นอย่างดี โดยคณะทำงานได้เลือกใช้เทคนิคการตรวจจับวัตถุ object detection โดยใช้ YOLO Model ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน โดยเทรนโมเดลใหม่จากภาพช้างที่ได้จากกล้องที่ติดตั้งจำนวน 3000 ภาพ เพื่อนำมาสอนให้คอมพิวเตอร์สามารถแยกประเภทของวัตถุที่ต้องการได้
2. เทคโนโลยีสมองกลแบบฝังตัว หรือ Embed System เป็นเทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูลแบบฝังตัวโดยใช้ชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์ในการประมวลผล โดยติดตั้งไว้ในพื้นที่เพื่ออ่านข้อมูลจากกล้องวงจรปิดและนำข้อมูลมาประมวลผล ซึ่งในโครงการนี้คณะทำงานได้เลือกใช้ Nvidia Jetson Xavier ในการประมวลผลภาพจากกล้องจำนวน 4 ตัว เพื่อเฝ้าระวังและตรวจจับว่าภาพที่ได้เป็นช้างหรือไม่



ภาพที่ 5 อุปกรณ์สมองกลฝังตัว

3. เทคโนโลยีโทรคมนาคม ระบบสื่อสารถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการรับส่งข้อมูลระหว่างพื้นที่กับเครื่องแม่ข่ายเพื่อจัดเก็บข้อมูล และรวบรวมสถิติการเข้าออกของช้าง รวมไปถึงการแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือของชาวบ้าน เป็นต้น ซึ่งดูลักษณะพื้นที่ตามลักษณะพื้นที่ เช่น มีอินเทอร์เน็ตอยู่แล้วหรือไม่ ถ้าไม่มีในพื้นที่มีสัญญาณโทรศัพท์มือถือหรือไม่ ค่ายไหนสัญญาณดีที่สุด หรือถ้าไม่สามารถขยายสัญญาณโครงข่ายได้หรือไม่ เป็นต้น ซึ่งคณะทำงานได้เลือกใช้ 4G Router ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณโทรศัพท์เป็นสัญญาณอินเทอร์เน็ตใช้งานภายในระบบที่พัฒนาเพื่อการแจ้งเตือนและนำภาพมาแสดงผลผ่านมือถือ



ภาพที่ 6 อุปกรณ์ 4G Router สำหรับแปลงสัญญาณ 4G เป็นอินเทอร์เน็ต

4. กล้องโทรทัศน์วงจรปิด หรือ CCTV ขณะทำงานโครงการได้เลือกใช้งานกล้องวงจรปิด โดยทั่วไปที่มีในท้องตลาด โดยเลือกแบบที่พิกัดตำแหน่ง และแบบสามารถหมุนดูเพื่อติดตามสถานการณ์ได้ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ



ภาพที่ 7 ตัวอย่างกล้อง CCTV ที่เลือกใช้



5. ระบบพลังงาน ในบางพื้นที่ที่มีไฟฟ้าอยู่แล้ว ในการติดตั้งสามารถใช้ไฟฟ้าในพื้นที่เพื่อเป็นพลังงานให้กับอุปกรณ์ได้ แต่ในบางพื้นที่ที่ไม่มีระบบไฟฟ้าทางคณะทำงานได้เลือกใช้แผงพลังงานโซลาเซลล์ในการแปลงแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับกล่องวงจรปิด ซึ่งระบบพลังงานประกอบไปด้วย แผงพลังงานโซลาเซลล์ แบตเตอรี่ ชาร์จเจอร์ และกล่องกันน้ำ ดังตัวอย่าง



ภาพที่ 8 ชุดพลังงาน แผงโซลาเซลล์ ชาร์จเจอร์ และแบตเตอรี่

### ขั้นตอนที่ 5 ติดตั้งระบบตรวจจับและแจ้งเตือนภัยช้างป่า

ในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเตือนภัยช้างป่านั้น รูปแบบการวางสถาปัตยกรรมระบบจะขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ ซึ่งจะต้องมีการสำรวจภูมิประเทศก่อนการติดตั้ง เช่น ความถี่ในการเข้าออกของช้างป่า พลังงานที่ใช้ งาน มีไฟฟ้าหรือไม่ มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ หรือไม่ เป็นต้น เพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการติดตั้ง โดยแบ่งเป็น 3 ลักษณะดังนี้

### กล่องปรับแต่งไอ

#### หัวกล่อง



กล่องเอไอ



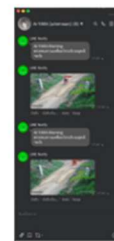
กล่องโดม

หากต้องการหมุนกล่อง

ชุมถูรอบ ๆ พื้นที่

ราคาอาจเปลี่ยนไปตามสเปค คุณสมบัติเพิ่มเติม ความละเอียดของกล่อง

ต่อไฟ และเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่  
หน้างานเพื่อส่งข้อมูลไปยังคลาวด์  
ในการประมวลผลแจ้งเตือน



แจ้งเตือนผ่านไลน์และเว็บแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 9 ตัวอย่างการติดตั้งกรณีพื้นที่มีไฟฟ้ามินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 10 ตัวอย่างการติดตั้งกรณีที่มีไฟฟ้าแต่ไม่มีอินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 11 ตัวอย่างการติดตั้งกรณีที่ไม่มีไฟฟ้าไม่มีอินเทอร์เน็ต

1. กรณีที่พื้นที่ติดตั้งมีไฟฟ้าและอินเทอร์เน็ต สามารถเชื่อมต่อระบบโดยเชื่อมมายังคลาวด์เพื่อทำการประมวลผลหรือเชื่อมไปยังอุปกรณ์ประมวลผลในพื้นที่ในรูปแบบ Embedded System ได้
2. กรณีที่พื้นที่มีไฟฟ้าแต่ไม่มีอินเทอร์เน็ต สามารถใช้โครงข่าย 4G เพื่อใช้ 4G Router ในการแปลงสัญญาณไปเป็นเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใช้งานภายในระบบที่ติดตั้ง
3. กรณีที่พื้นที่ไม่มีไฟฟ้าและไม่มีอินเทอร์เน็ต สามารถเลือกใช้แผงพลังงานโซลาเซลล์ ชาร์จเจอร์และแบตเตอรี่ในการจัดเก็บพลังงานในตอนกลางวันเพื่อใช้ในตอนกลางคืน และจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายและการประมวลผลผ่านคลาวด์



คณะทำงานโครงการได้ลงพื้นที่เพื่อติดตั้งและทดสอบระบบ โดยได้รับความร่วมมือจากกลุ่มอาสาสมัครในพื้นที่ ชาวบ้าน และนักศึกษาที่บูรณาการร่วมรายวิชา เพื่อร่วมกันติดตั้งและดำเนินกิจกรรมโครงการทั้งใน 2 พื้นที่ ดังนี้

1. พื้นที่ทุ่งควายกิน อำเภอกงหรา จังหวัดระยอง



ภาพที่ 12 การติดตั้งบริเวณทุ่งควายกิน อำเภอกงหรา จังหวัดระยอง

2. พื้นที่พวา อำเภอกงหรา จังหวัดจันทบุรี



ภาพที่ 13 การติดตั้งพื้นที่พวา อำเภอกงหรา จังหวัดจันทบุรี



ภาพที่ 12 การติดตั้งในพื้นที่คูกันช้าง

### ขั้นตอนที่ 6 พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับแจ้งเตือนภัยช้างป่า

คณะทำงานโครงการได้ดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชัน 4 ส่วนคือ

1. ส่วนปัญญาประดิษฐ์สำหรับการประมวลผลในพื้นที่ ซึ่งพัฒนาโมเดลโดยการเทรนภาพช้างจากภาพข้างจริงกว่า 3000 ภาพนำมาเทรนโมเดลสำหรับติดตั้งบนอุปกรณ์ประมวลผลบนพื้นที่ ไร้ใช้กรณีที่พื้นที่มีอินเทอร์เน็ตไม่เร็วเพียงพอที่จะส่งภาพมาประมวลผลบนคลาวด์ โดยการประมวลผลจะดึงภาพจากหัวกล้องมาประมวลผลโดยตรง
2. ส่วนปัญญาประดิษฐ์สำหรับการประมวลผลบนคลาวด์ พัฒนาโมเดลจากภาพข้างกว่า 3000 ภาพ และนำโมเดลที่ได้มาติดตั้งบนคลาวด์ประมวลผลผ่านเว็บเซอร์วิส กรณีที่พื้นที่มีอินเทอร์เน็ตที่ดี มีความเร็วพอที่จะส่งภาพมาประมวลผลแบบเรียลไทม์ได้ โดยเลือกส่งวินาทีละ 1 ภาพเพื่อประหยัดแบนด์วิดท์ในการรับส่งข้อมูล
3. ส่วนเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผลข้อมูลการตรวจจับและแจ้งเตือนภัยช้างป่า พัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL โดยใช้ Laravel Framework ซึ่งเป็นเฟรมเวิร์คสำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันภาษาพีเอชพีที่ได้รับความนิยม



4. ส่วนการแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชัน ในส่วนของการแจ้งเตือนจะเขียนซอฟต์แวร์ไว้ร่วมกับเว็บแอปพลิเคชัน คือหากระบบปัญญาประดิษฐ์มีการตรวจพบว่าเป็นช้างจะส่งข้อมูลมาจัดเก็บบนฐานข้อมูล และจะดูว่ากล้องอยู่ในพื้นที่ใดและต้องแจ้งเตือนไปกลุ่มไลน์กลุ่มไหน เพื่อแยกกลุ่มของชาวบ้านและกลุ่มอาสาสมัครที่ได้รับข้อมูลเฉพาะในพื้นที่ตนเอง

## ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานโครงการ นอกจากการได้สร้างความร่วมมือในชุมชนแล้ว ระบบที่ได้หลังจากการดำเนินการโครงการยังสามารถผลักดันให้โครงการของมหาวิทยาลัยได้รับการยอมรับจากหน่วยงานทั้งภายในและภายนอก ซึ่งผลที่ได้สามารถต่อยอดองค์ความรู้และสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างผลการดำเนินงานดังนี้

1. ระบบเฝ้าระวังและเตือนภัยชุมชน ซึ่งติดตั้งพื้นที่ทุ่งควายกิน อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง สำหรับการตรวจจับและเฝ้าระวังช้างป่า โดยชุดอาสาสมัครสามารถเฝ้ามอนิเตอร์พื้นที่ขึ้นลง เข้าออกของช้างป่าได้จากระบบ



ภาพที่ 13 ระบบเฝ้าระวังและเตือนภัยชุมชน

ซึ่งสามารถดูภาพพื้นที่ได้แบบเรียลไทม์



ภาพที่ 14 การเฝ้าดูช้างจากระบบ

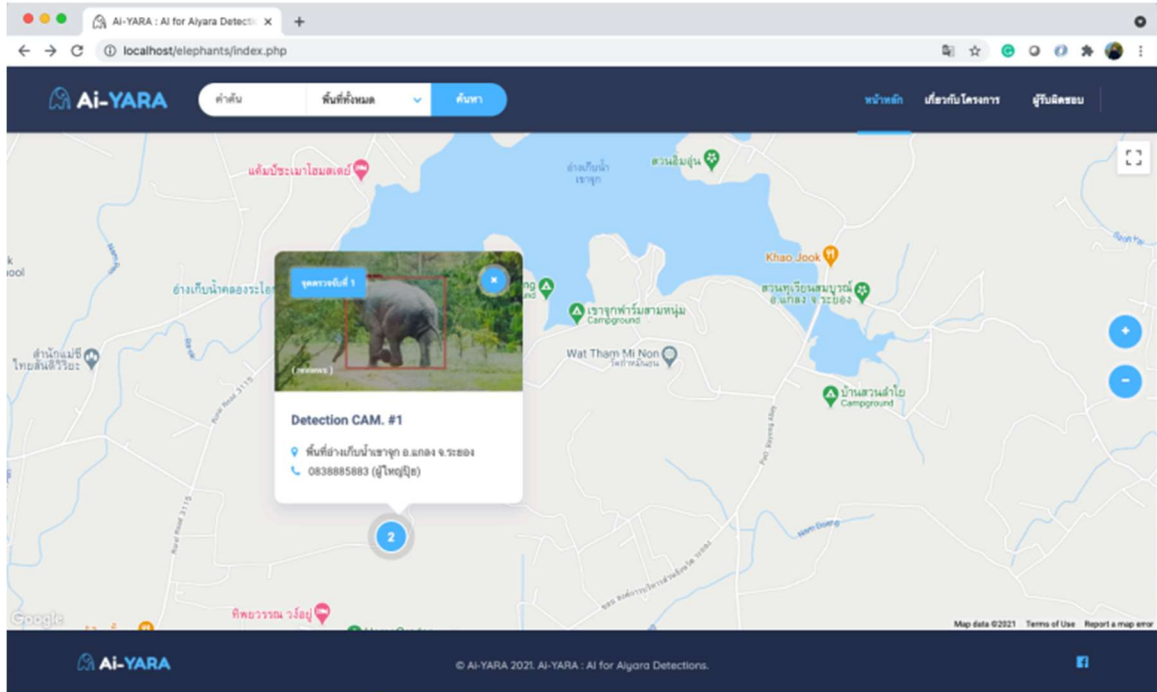
- ระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อการตรวจจับและแจ้งเตือนภัยช้างป่า โดยได้พัฒนาโมเดลสำหรับการตรวจจับช้างป่าโดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยตรวจจับช้างในภาพที่ได้จากพื้นที่ ความแม่นยำ 98% จากการเทรนโมเดลจากภาพที่ได้จากกล้องตรวจจับสัตว์ป่าของกรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช



ภาพที่ 15 ผลจากการประมวลผลโมเดลสำหรับการตรวจจับช้างป่า

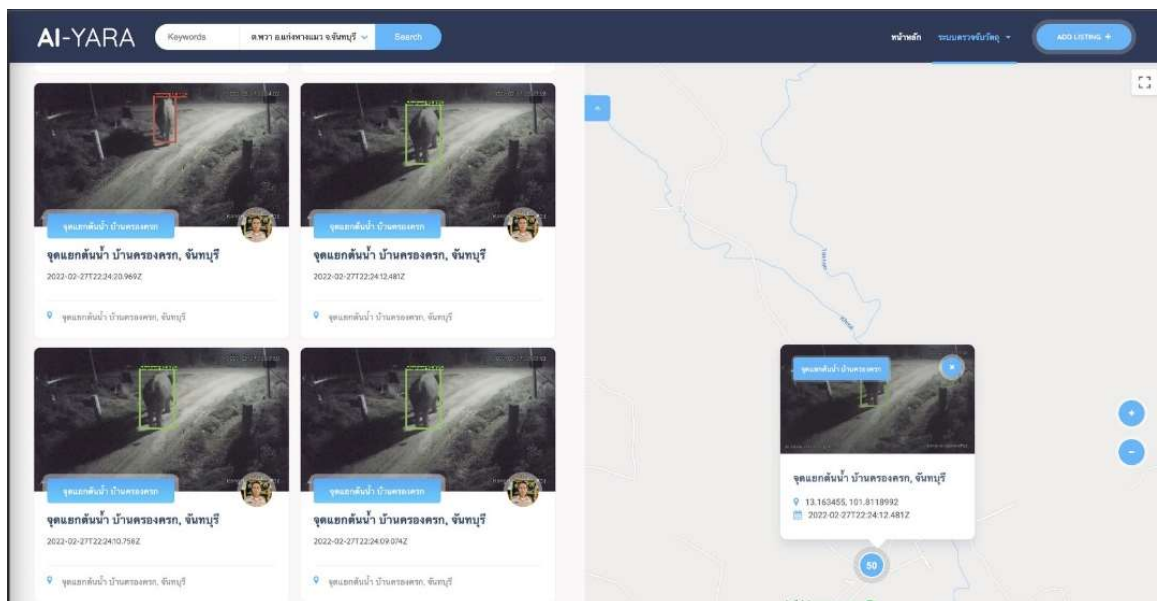


3. เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการตรวจจับและเฝ้าระวังช้างป่า ซึ่งพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP กับฐานข้อมูล MySQL เพื่อจัดเก็บข้อมูลและเก็บสถิติการเข้าออกของช้างป่า

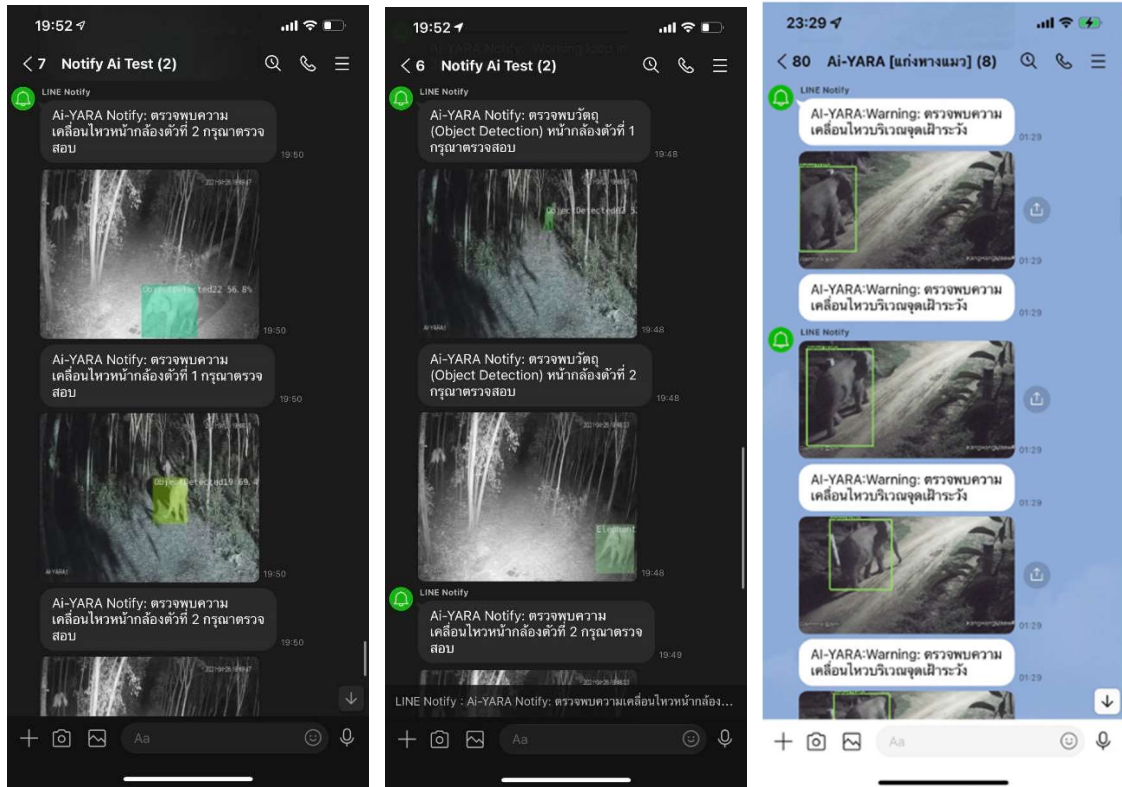


ภาพที่ 16 เว็บแอปพลิเคชันสำหรับเก็บสถิติการเข้าออกของช้างป่า

4. การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 17 การแจ้งเตือนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 18 การแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชัน

5. ความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอก จากการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อการตรวจจับและเฝ้าระวังช้างป่า คณะทำงานได้สร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอก เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ และการบริการวิชาการ โดยการถ่ายทอดองค์ความรู้และพัฒนาแอปพลิเคชันให้กับหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาช้างป่า เช่น กรมอุทยาน สัตว์ป่า และพันธุ์พืช นาระบบปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนาไปใช้สำหรับการคัดกรองภาพช้างจากภาพที่ได้จากกล้องตรวจจับสัตว์ป่า หรือโครงการพัชรสุธาคชานุรักษ์ ที่ร่วมกับ บริษัท ทูร คอปอร์เรชัน จำกัด ในการพัฒนาระบบเไอเพื่อการตรวจจับและเฝ้าระวังช้างป่าในการพัฒนาระบบ Smart Early Warning เพื่อการแจ้งเตือนภัยช้างป่า เป็นต้น ซึ่งทางคณะทำงานโครงการได้นำระบบที่ได้ไปทดสอบใช้งานร่วมกับพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน จังหวัดฉะเชิงเทรา และพื้นที่อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อติดตั้งระบบดังกล่าว





ภาพที่ 19 พัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน และโครงการพัชรสุธาคชานุรักษ์



ภาพที่ 20 ร่วมกับองค์กรกองทุนสัตว์ป่าโลกสากลติดตั้งระบบที่อุทยานแห่งชาติกุยบุรี

### อภิปรายผล

พื้นที่ทุ่งควายกิน อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง ครอบคลุม 2 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 7 หมู่บ้านชุมชนสูง และหมู่ 8 หมู่บ้านเขาจุก ประชาชนได้ประโยชน์มากกว่า 400 ครัวเรือน รวมประชากรที่ได้รับประโยชน์จากโครงการในเขตพื้นที่ ประมาณ 1,500 คน ซึ่งการตรวจจับและแจ้งเตือนนั้นสามารถทำงานได้แบบเวลาจริง ซึ่งประมวผลภาพจากห้วกล้องแบบเรียลไทม์ และแจ้งเตือนในทันทีโดยชาวบ้านและชุดอาสาสมัครสามารถทราบตำแหน่งและจำนวน รวมไปถึงทิศทางของช้างป่าที่ชัดเจน โดยโครงการสามารถสร้างความร่วมมือในการแก้ไขปัญหาของชุมชน นอกจากนั้นแล้วยังสามารถบูรณาการร่วมหน่วยงานภาครัฐ ชาวบ้าน และเอกชน ในการจัดการปัญหาช้างป่า

ระบบสามารถตรวจจับและแจ้งเตือนภัยช้างป่า ก่อนการบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม และที่อยู่อาศัยของชาวบ้านในพื้นที่ป่ารอยต่อระหว่างชุมชนกับพื้นที่ป่าอนุรักษ์ โดยระบบสามารถแจ้งเตือนชุดอาสาสมัครสำหรับผลักดันช้างป่า ก่อนสร้างความเสียหายให้กับพื้นที่เกษตรกรรม ชีวิตและทรัพย์สินของชาวบ้าน เพื่อลดความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรจากการลงพื้นที่ของช้าง ซึ่งเมื่อลดความเสียหายได้ชาวบ้านหรือเกษตรกรก็สามารถเพิ่มรายได้จากการขายผลผลิตที่มากขึ้น ส่งผลต่อความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

### **ข้อเสนอแนะ**

- 1) บางพื้นที่รับผิดชอบของชุมชนมีพื้นที่รอยต่อระยะไกลหลายกิโลเมตร และชุดอุปกรณ์มีจำกัดทำให้ไม่ครอบคลุมพื้นที่ของชุมชน
- 2) เนื่องจากนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มีค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุสิ่งของเข้าไปติดตั้งในพื้นที่ ทำให้ต้องใช้งบประมาณที่สูงพอสมควรเพื่อให้ระบบใช้งานได้เต็มที่ประสิทธิภาพ
- 3) ระบบเป็นเพียงเครื่องมือสำหรับเฝ้าระวังให้กับพื้นที่ชุมชน ในการตรวจจับและแจ้งเตือนช้างป่า ซึ่งการแก้ปัญหาช้างป่าจะต้องมองในหลากหลายประเด็น และมีหลายภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม