

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 บทนำ

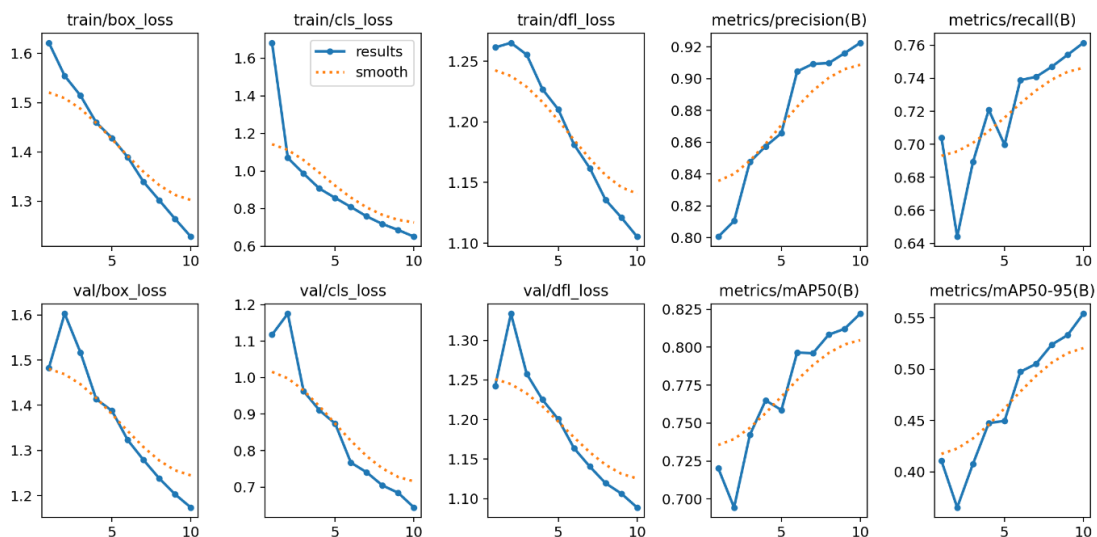
ในบทนี้จะเป็นการทดสอบระบบตรวจการณ์อัจฉริยะสำหรับหอพักโรงเรียนสุรวิวัฒน์โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ องค์กรประกอบของภาพถ่ายทางอากาศ ความสูง 20 เมตร, 25 เมตร และ 30 เมตร ความเร็วในการบิน 2.5 เมตรต่อวินาที, 3.5 เมตรต่อวินาที และ 4.5 เมตรต่อวินาที มุมกล้อง 90 องศา ตรวจสอบคน และคนบุกรุกป็นรั้วสีเสื้อ ตามระบบสี RGB และ CMYK ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกการฝึกสอนโมเดล CNN และ YOLOv8 ด้วยภาพต้นฉบับ ขนาด 3,840 x 2,160 pixel ทำการลดขนาดภาพ 640 x 640 pixel เพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการแยกภาพตรวจคน และคนบุกรุกป็นรั้ว ด้วย YOLOv8 ด้วยการแบ่งเฟรมภาพจากคลิปวิดีโอ จำนวน 10,000 ภาพ ประกอบไปด้วย ภาพคน (Person) คิดเป็นร้อยละ 49.56 ของจำนวนภาพทั้งหมด ภาพคนบุกรุกป็นรั้ว (Intrusion) คิดเป็นร้อยละ 50.44% ของจำนวนภาพทั้งหมด เพื่อนำภาพมาทำการฝึกสอนโมเดล

4.2 ผลการฝึกสอนโมเดล

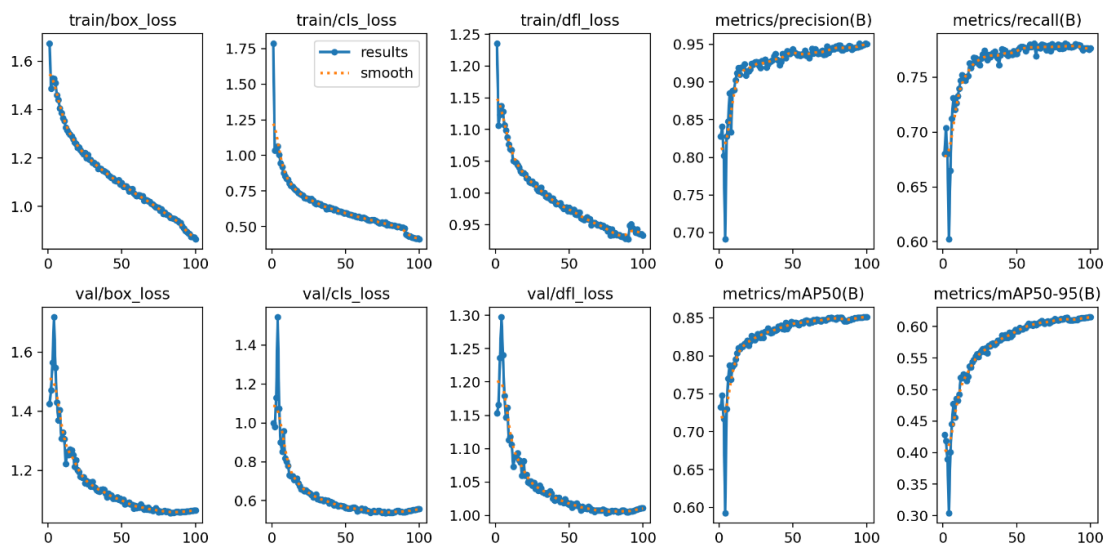
จากการทดลองสร้างโมเดล จากไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ภาพคน (Person) และภาพคนบุกรุกป็นรั้ว (Intrusion) ต้นฉบับได้โมเดลมีค่าเฉลี่ยความแม่นยำ (Average Precision) โดยประมาณอยู่ที่ 0.822 ที่โมเดล 10 epoch

ต้นฉบับภาพถ่ายทางอากาศ มีสีของภาพที่ไม่สม่ำเสมอจึงทำให้การทำนายนั้นมีความคลาดเคลื่อนและผิดพลาดได้ จึงต้องทำการแก้ไขและออกแบบการสร้างโมเดลใหม่รวมถึงทำการทดสอบใหม่ เพิ่มเติม สิ่งที่เปลี่ยนแปลง คือ โมเดลมีค่าความคลาดเคลื่อนลดลงมากโดยผู้ทำการวิจัยได้ทำการสร้างโมเดลใหม่ ปรับเปลี่ยนจำนวนรอบในการฝึกสอนโมเดลเป็น 20 epoch, 40 epoch, 60 epoch, 80 epoch และ 100 epoch ตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้คือ ได้โมเดลมีค่าเฉลี่ยความแม่นยำ (Average Precision) โดยประมาณอยู่ที่ 0.851 การฝึกสอนโมเดลที่ 100 epoch ซึ่งเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพในระดับดี ดังนั้นจำนวนรอบที่ใช้ในการฝึกสอนโมเดลมีผลต่อประสิทธิภาพของโมเดล เมื่อโมเดลมีการเรียนรู้ที่ดี ด้วยจำนวนรอบที่มากขึ้นประสิทธิภาพโมเดลจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นจำนวนรอบที่ใช้ในการฝึกสอนโมเดลส่งผลถึงระยะเวลาที่ใช้สำหรับการฝึกโมเดล โดยจำนวนรอบที่มากขึ้นทำให้ใช้เวลานานงานวิจัยนี้มาสามารถปรับค่าได้มากนัก เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

แต่อย่างไรก็ดียังสามารถ นำการฝึกสอนโมเดลที่ 100 epoch ค่าเฉลี่ยความแม่นยำ (Average Precision) โดยประมาณอยู่ที่ 0.851 นำไปใช้งานได้เป็นอย่างดี



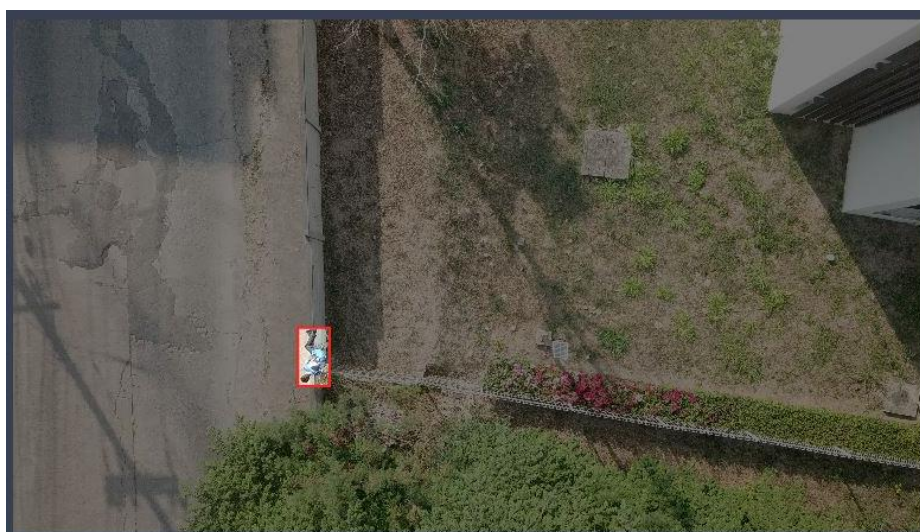
รูปที่ 4.1 ดัชนีชี้วัดสำหรับประสิทธิภาพ สำหรับ YOLOv8 ที่ 10 epoch



รูปที่ 4.2 ดัชนีชี้วัดสำหรับประสิทธิภาพ สำหรับ YOLOv8 ที่ 100 epoch

ตารางที่ 4.1 ตารางดัชนีชี้วัดสำหรับประสิทธิภาพ สำหรับ YOLOv8

Metric	10 epoch	20 epoch	40 epoch	60 epoch	80 epoch	100 epoch
Precision	0.923	0.930	0.936	0.943	0.946	0.950
Recall	0.762	0.766	0.771	0.776	0.776	0.777
5% mAP	0.822	0.834	0.841	0.851	0.851	0.851
95% mAP	0.554	0.581	0.596	0.611	0.613	0.615



รูปที่ 4.3 ภาพคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) จาก YOLOv8

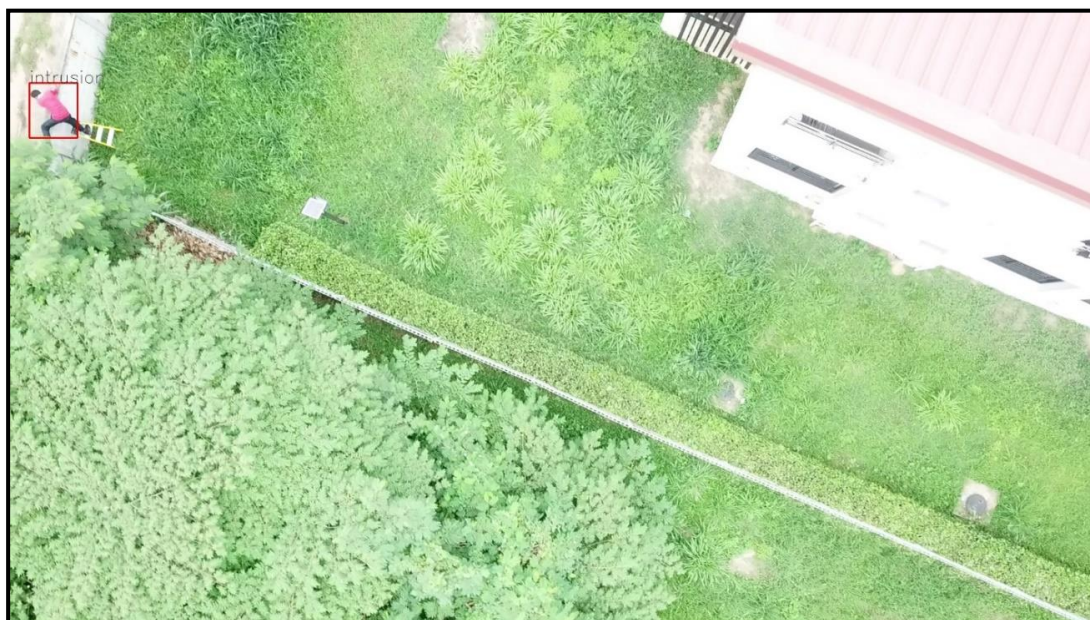


รูปที่ 4.4 ภาพคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (RED) และสีดำ (Black) จาก YOLOv8

ผลการทดสอบ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (Red) ความสูง 20 เมตร ความเร็วในการปีน 2.5 เมตรต่อวินาที ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้ว ดังรูปที่ 4.7

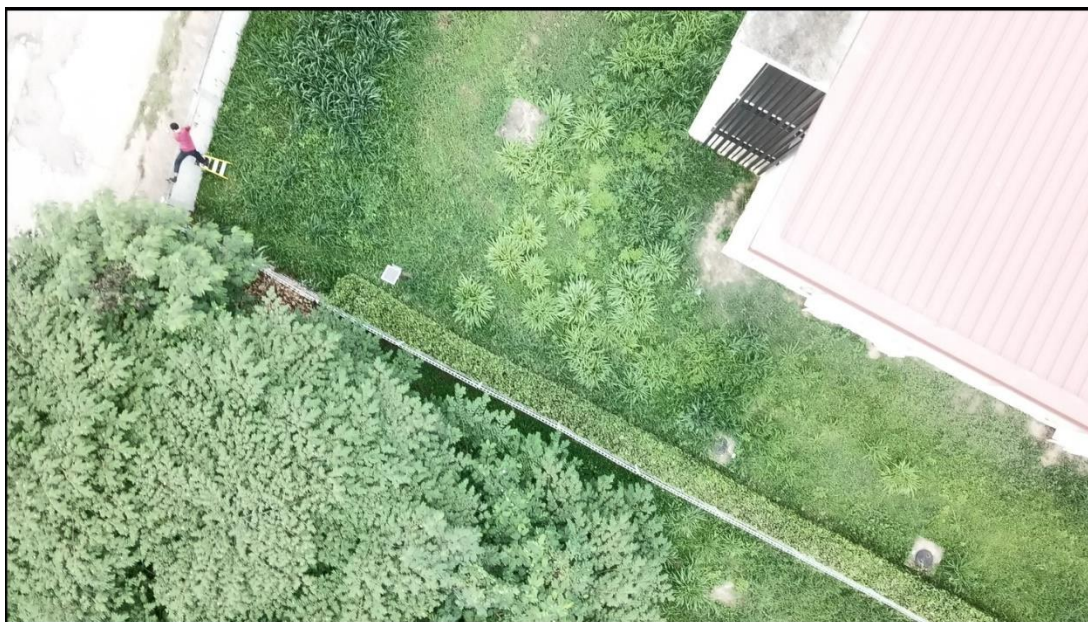


รูปที่ 4.6 ภาพต้นฉบับ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (Red) ความสูง 20 เมตร

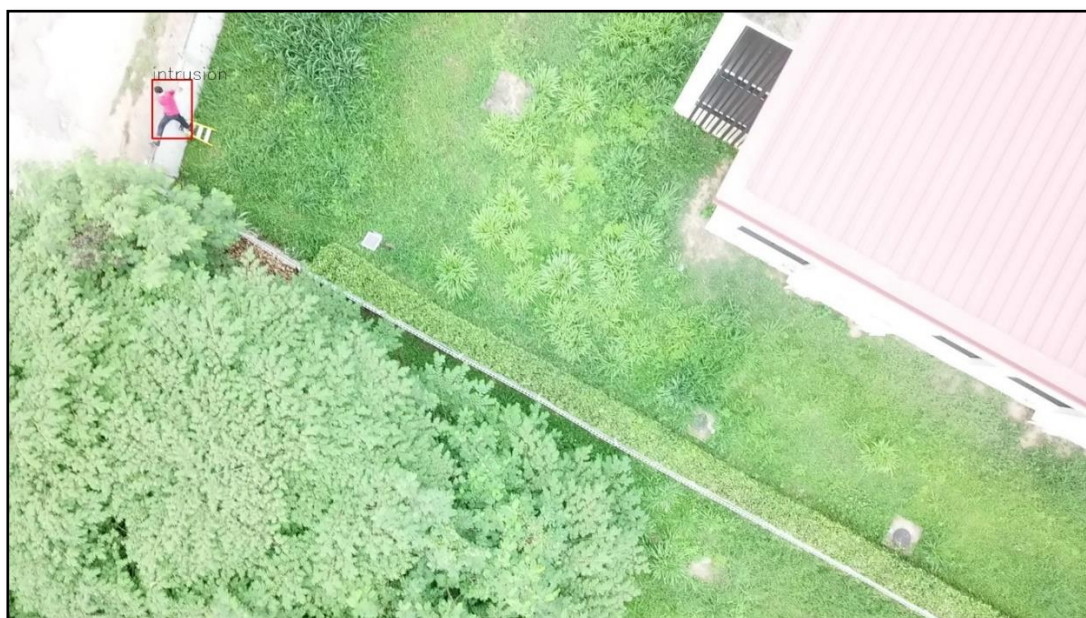


รูปที่ 4.7 ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (Red) ความสูง 20 เมตร

ผลการทดสอบ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (Red) ความสูง 25 เมตร ความเร็วในการปีน 3.5 เมตรต่อวินาที ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้ว ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 ภาพต้นฉบับ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (Red) ความสูง 25 เมตร



รูปที่ 4.9 ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (Red) ความสูง 25 เมตร

ผลการทดสอบ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (Red) ความสูง 30 เมตร ความเร็วในการปีน 4.5 เมตรต่อวินาที ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้ว ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.10 ภาพต้นฉบับ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (Red) ความสูง 30 เมตร



รูปที่ 4.11 ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีแดง (Red) ความสูง 30 เมตร

ผลการทดสอบ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีเขียว (Green) ความสูง 20เมตร ความเร็วในการปีน 2.5เมตร-ต่อวินาที ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้ว ดังรูปที่ 4.13

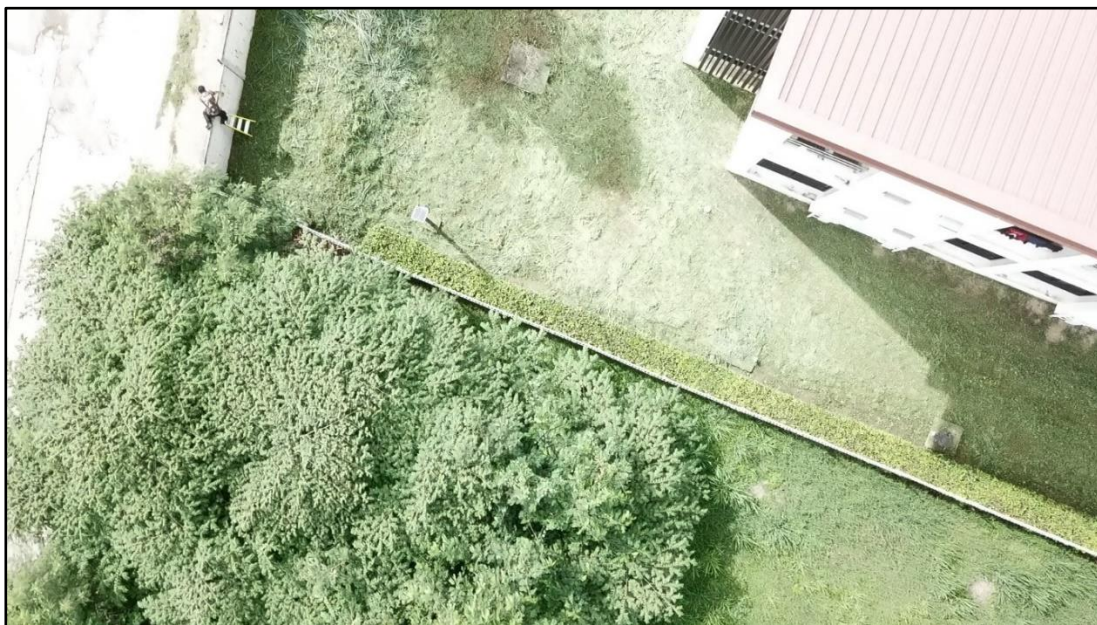


รูปที่ 4.12 ภาพต้นฉบับ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีเขียว (Green) ความสูง 20 เมตร

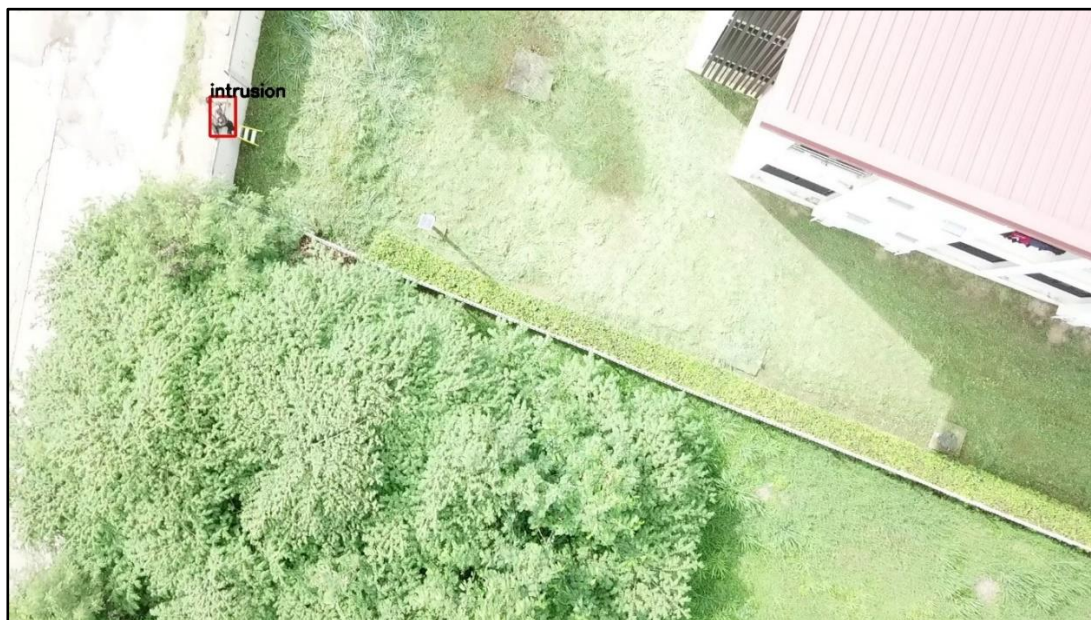


รูปที่ 4.13 ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีเขียว (Green) ความสูง 20 เมตร

ผลการทดสอบ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีเขียว (Green) ความสูง 25เมตร ความเร็วในการปีน 3.5เมตร-ต่อวินาที ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้ว ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.14 ภาพต้นฉบับ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีเขียว (Green) ความสูง 25 เมตร



รูปที่ 4.15 ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีเขียว (Green) ความสูง 25 เมตร

ผลการทดสอบ คนบุกรุกปีนรั้วไล่เสือสีเขียว (Green) ความสูง 30เมตร ความเร็วในการบิน 4.5เมตร-ต่อวินาที ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้ว ดังรูปที่ 4.17

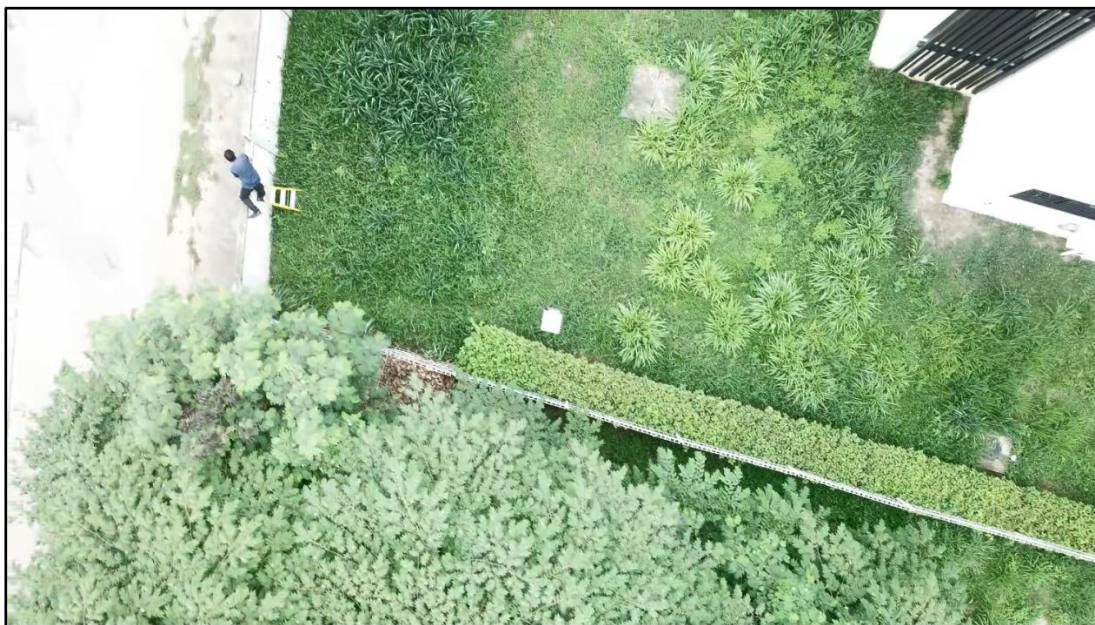


รูปที่ 4.16 ภาพต้นฉบับ คนบุกรุกปีนรั้วไล่เสือสีเขียว (Green) ความสูง 30 เมตร



รูปที่ 4.17 ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้วไล่เสือสีเขียว (Green) ความสูง 30 เมตร

ผลการทดสอบ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) ความสูง 20 เมตร ความเร็วในการปีน 2.5 เมตร-ต่อวินาที ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้ว ดังรูปที่ 4.19

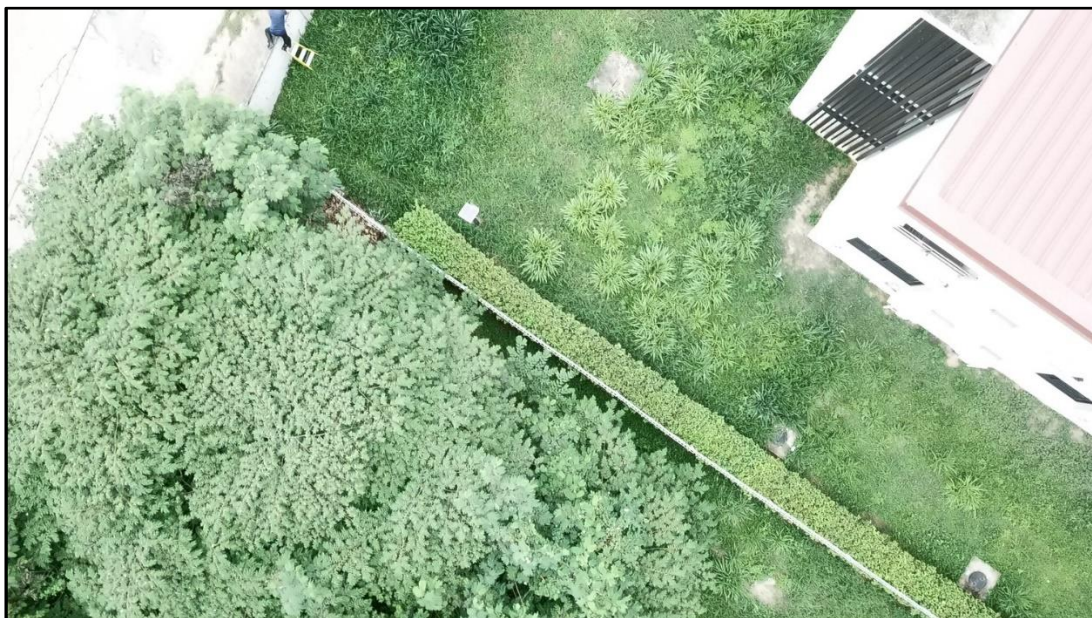


รูปที่ 4.18 ภาพต้นฉบับ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) ความสูง 20 เมตร

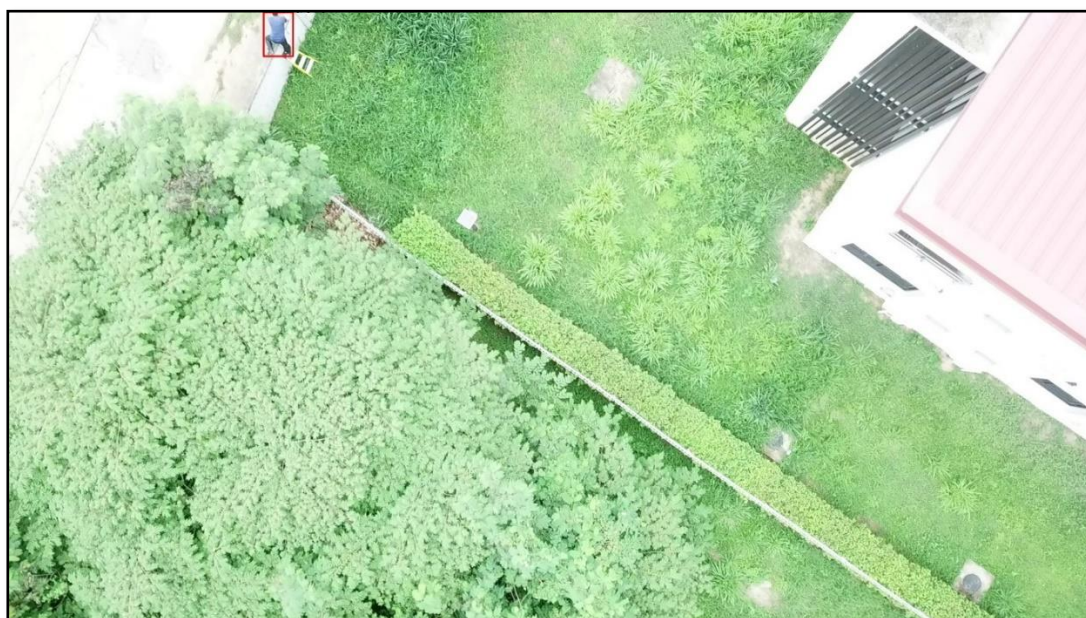


รูปที่ 4.19 ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) ความสูง 20 เมตร

ผลการทดสอบ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) ความสูง 25 เมตร ความเร็วในการปีน 3.5 เมตร-ต่อวินาที ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้ว ดังรูปที่ 4.21

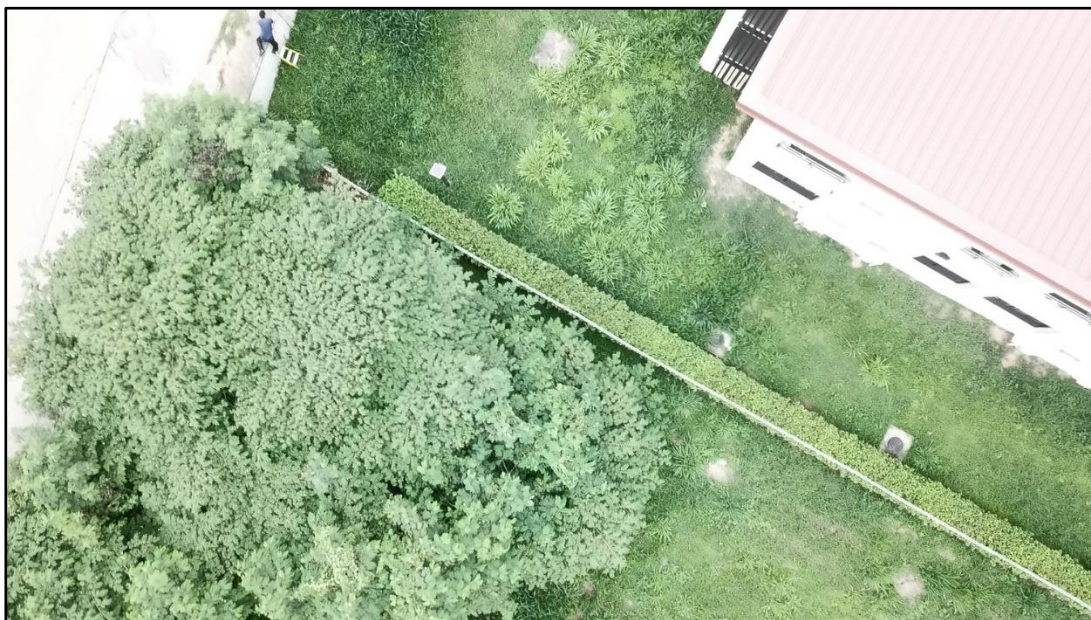


รูปที่ 4.20 ภาพต้นฉบับ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) ความสูง 25 เมตร

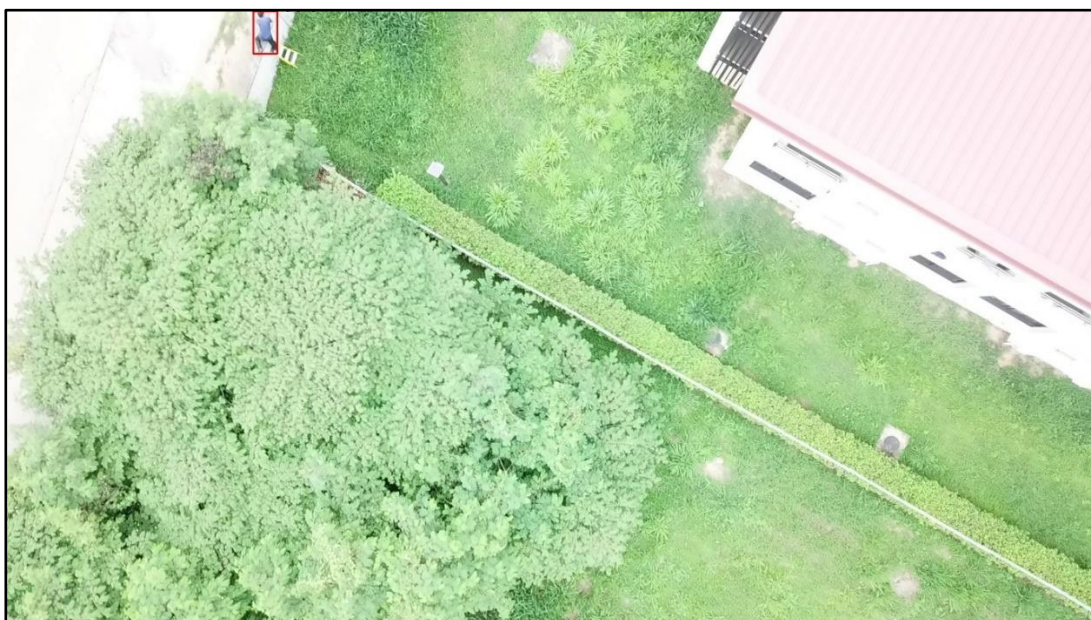


รูปที่ 4.21 ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) ความสูง 25 เมตร

ผลการทดสอบ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) ความสูง 30 เมตร ความเร็วในการปีน 4.5 เมตร-ต่อวินาที ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้ว ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.22 ภาพต้นฉบับ คนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) ความสูง 30 เมตร



รูปที่ 4.23 ตรวจจับภาพพบคนบุกรุกปีนรั้วใส่เสื้อสีน้ำเงิน (Blue) ความสูง 30 เมตร

4.4 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบระบบตรวจการณ์อัจฉริยะสำหรับหอพักโรงเรียนสุรวิวัฒน์โดยใช้อากาศยานไร้คนขับด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกตรวจค้นหาคนบุกรุกปิ่นรีว ทำการบิน จำนวน 72 ครั้ง สามารถตรวจสอบได้ถูกต้อง จำนวน 70 ครั้ง และผิดพลาด จำนวน 2 ครั้ง ทำภารกิจสำเร็จลุล่วงโดยคิดเป็นร้อยละ 97.22

4.4.1 ตรวจจับภาพคนบุกรุกปิ่นรีวสวมใส่เสื้อสีต่าง ๆ ตามระบบสี RGB และ CMYK

- (1) ตรวจจับถูกต้อง จำนวน 70 ครั้ง
- (2) ตรวจจับผิดพลาด จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ สีเหลือง (Yellow)

4.4.2 ความสูงในการบินตรวจจับภาพคนบุกรุกปิ่นรีว

- (1) ความสูง 20 เมตร ตรวจจับถูกต้อง จำนวน 23 ครั้ง
- (2) ความสูง 25 เมตร ตรวจจับถูกต้อง จำนวน 24 ครั้ง
- (3) ความสูง 30 เมตร ตรวจจับถูกต้อง จำนวน 23 ครั้ง

4.4.3 ความเร็วในการบินตรวจจับภาพคนบุกรุกปิ่นรีว

- (1) ความเร็ว 2.5 เมตรต่อวินาที ตรวจจับถูกต้อง จำนวน 23 ครั้ง
- (2) ความเร็ว 3.5 เมตรต่อวินาที ตรวจจับถูกต้อง จำนวน 24 ครั้ง
- (3) ความเร็ว 4.5 เมตรต่อวินาที ตรวจจับถูกต้อง จำนวน 23 ครั้ง

ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปผลการทดสอบระบบตรวจการณ์อัจฉริยะสำหรับหอพักโรงเรียนสุรวิวัฒน์โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ

Test No.	Color	Flight height (m)	Flight speed (ms.)	Success	False
1	Red	20	2.5	1	-
2		20	3.5	1	-
3		20	4.5	1	-
4		25	2.5	1	-
5		25	3.5	1	-
6		25	4.5	1	-
7		30	2.5	1	-
8		30	3.5	1	-

ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปผลการทดสอบระบบตรวจการณ์อัจฉริยะสำหรับหอพักโรงเรียนสุรวิวัฒน์
โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (ต่อ)

Test No.	Color	Flight height (m)	Flight speed (ms.)	Success	False
9	Red	30	4.5	1	-
10	Green	20	2.5	1	-
11		20	3.5	1	-
12		20	4.5	1	-
13		25	2.5	1	-
14		25	3.5	1	-
15		25	4.5	1	-
16		30	2.5	1	-
17		30	3.5	1	-
18		30	4.5	1	-
19	Blue	20	2.5	1	-
20		20	3.5	1	-
21		20	4.5	1	-
22		25	2.5	1	-
23		25	3.5	1	-
24		25	4.5	1	-
25		30	2.5	1	-
26		30	3.5	1	-
27		30	4.5	1	-
28	Yellow	20	2.5	-	1
29		20	3.5	1	-
30		20	4.5	1	-
31		25	2.5	1	-
32		25	3.5	1	-

ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปผลการทดสอบระบบตรวจการณ์อัจฉริยะสำหรับหอพักโรงเรียนสุรวิวัฒน์
โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (ต่อ)

Test No.	Color	Flight height (m)	Flight speed (ms.)	Success	False
33		25	4.5	1	-
Test No.	Color	Flight height (m)	Flight speed (ms.)	Success	False
34	Yellow	30	2.5	1	-
35		30	3.5	1	-
36		30	4.5	-	1
37	Cyan (Blue+Green)	20	2.5	1	-
38		20	3.5	1	-
39		20	4.5	1	-
40		25	2.5	1	-
41		25	3.5	1	-
42		25	4.5	1	-
43		30	2.5	1	-
44		30	3.5	1	-
45		30	4.5	1	-
46	Magenta (Red+Purple)	20	2.5	1	-
47		20	3.5	1	-
48		20	4.5	1	-
49		25	2.5	1	-
50		25	3.5	1	-
51		25	4.5	1	-
52		30	2.5	1	-
53		30	3.5	1	-
54		30	4.5	1	-
55		20	2.5	1	-

ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปผลการทดสอบระบบตรวจการณ์อัจฉริยะสำหรับหอพักโรงเรียนสุรวิวัฒน์
โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (ต่อ)

Test No.	Color	Flight height (m)	Flight speed (ms.)	Success	False
56	White	20	3.5	1	-
57		20	4.5	1	-
58		25	2.5	1	-
Test No.	Color	Flight height (m)	Flight speed (ms.)	Success	False
59	White	25	3.5	1	-
60		25	4.5	1	-
61		30	2.5	1	-
62		30	3.5	1	-
63		30	4.5	1	-
64	Black	20	2.5	1	-
65		20	3.5	1	-
66		20	4.5	1	-
67		25	2.5	1	-
68		25	3.5	1	-
69		25	4.5	1	-
70		30	2.5	1	-
71		30	3.5	1	-
72		30	4.5	1	-
				70	2