โครงการสหกิจศึกษา

การประเมินความเหมาะสมในการประมวลภาพออร์โธจากอากาศยานไร้คนขับ ระบบ Post-Processing Kinematic โดยปราศจากจุดควบคุมภาคพื้นดิน ในการผลิตแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ

นายรามณรงค์ สุวรรณขันธ์ รหัสนิสิต 6510111195

ที่มาและความสำคัญ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ได้ยกระดับงานทำแผนที่และสำรวจระยะไกลให้รวดเร็ว แม่นยำ และประหยัดต้นทุนมากขึ้น โดยเดิมต้องใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCPs) เพื่อให้ได้ความถูกต้องระดับเซนติเมตร ซึ่งมีข้อจำกัดด้านเวลาและการเข้าถึงพื้นที่ ปัจจุบันจึงมีการใช้ระบบ PPK เพื่อประมวลผลพิกัดย้อนหลังร่วมกับสถานีฐาน ช่วยลดความจำเป็นในการวาง GCPs จากประสบการณ์สหกิจศึกษา ณ ส่วนเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วย PPK โดยไม่ใช้ GCP และประเมินความถูกต้องตามมาตรฐาน ASPRS เพื่อเป็นแนวทางทางเลือกในงานที่ต้องการความรวดเร็วและมีข้อจำกัดด้านพื้นที่

- เทคโนโลยี UAV ในการสำรวจและทำแผนที่ มีความแม่นยำ และ รวดเร็ว
- อุปสรรค การเข้าถึงพื้นที่ยาก เช่น พื้นที่ป่าไม้หนาทึบ พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ส่วนบุคคล หรือพื้นที่ประสบภัยพิบัติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินค่าความถูกต้องทางตำแหน่ง (Positional Accuracy) ในแนวราบ (X, Y)
2. เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสถิติ (RMSE) กับเกณฑ์มาตรฐานสากล ASPRS

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้

1. ทราบขีดความสามารถที่แท้จริงและระดับความน่าเชื่อถือของเทคโนโลยี PPK
   สำหรับงานแผนที่ ในพื้นที่ที่วาง GCP ไม่ได้
2. สามารถลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานสำรวจแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. อากาศยานไร้คนขับ รุ่น WingtraOne Gen II
2. อุปกรณ์รังวัดพิกัดดาวเทียมแบบจลน์ภายหลัง ยี่ห้อ Trimble รุ่น R4s
3. โปรแกรม Agisoft Metashape
4. โปรแกรม Microsoft Excel

1

2

3

4

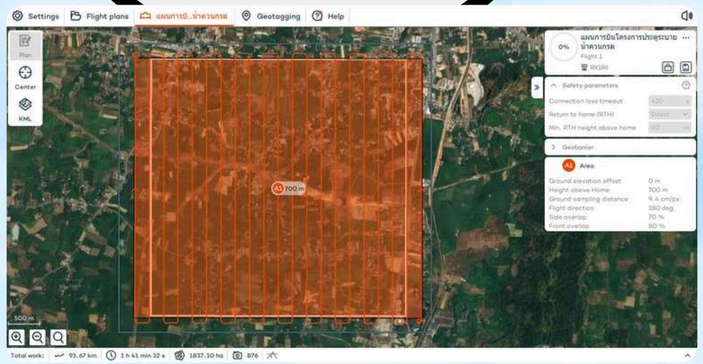
วิธีการศึกษา

วางแผนการบิน

ความสูงบิน 700 m.

GSD 10 cm.

Overlap 80%
Side-lap 70%



พื้นที่ โครงการประตูระบายน้ำควนกรด
ตำบลควนกรด อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประมวลผลข้อมูล

ภาพที่ใช้ PPK และ GCP

ภาพที่ใช้เฉพาะ PPK

ระบุตำแหน่งจุดตรวจสอบ

คำนวณ ค่า RMSE ทางราบ

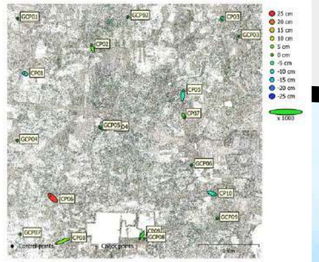


Fig. 9. GCP locations and error estimates.
Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
9	0.106028	0.105901	0.199084	0.149857	0.249182

Table 9. Control points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
10	9.40504	7.24587	9.91971	11.8726	15.4712

Table 10. Check points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

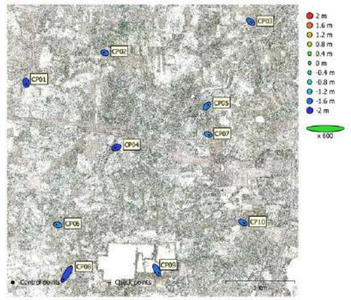


Fig. 9. GCP locations and error estimates.
Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total (m)
10	0.0883678	0.109743	1.66255	0.140898	1.66851

Table 9. Check points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ASPRS

เปรียบเทียบค่า RMSE ทางราบ
ด้วยมาตรฐาน ASPRS 2024

ASPRS Edition 2, Version 2 (2024)			Equivalent to Map Scale in		Equivalent to Map Scale in NMAS
Horizontal Accuracy Class	$RMSE_{xy}$ (cm)	Approximate GSD of Source Imagery (cm)	ASPRS 1990 Class 1	ASPRS 1990 Class 2	
0.63	0.63	0.31 to 0.63	1:25	1:12.5	1:16
1.25	1.25	0.63 to 1.25	1:50	1:25	1:32
2.5	2.5	1.25 to 2.5	1:100	1:50	1:63
5.0	5.0	2.5 to 5.0	1:200	1:100	1:127
7.5	7.5	3.8 to 7.5	1:300	1:150	1:190
10.0	10.0	5.0 to 10.0	1:400	1:200	1:253
12.5	12.5	6.3 to 12.5	1:500	1:250	1:317
15.0	15.0	7.5 to 15.0	1:600	1:300	1:380
17.5	17.5	8.8 to 17.5	1:700	1:350	1:444
20.0	20.0	10.0 to 20.0	1:800	1:400	1:507
22.5	22.5	11.3 to 22.5	1:900	1:450	1:570
25.0	25.0	12.5 to 25.0	1:1000	1:500	1:634
27.5	27.5	13.8 to 27.5	1:1100	1:550	1:697
30.0	30.0	15.0 to 30.0	1:1200	1:600	1:760
45.0	45.0	22.5 to 45.0	1:1800	1:900	1:1141
60.0	60.0	30.0 to 60.0	1:2400	1:1200	1:1521
75.0	75.0	37.5 to 75.0	1:3000	1:1500	1:1901
100.0	100.0	50.0 to 100.0	1:4000	1:2000	1:2535
150.0	150.0	75.0 to 150.0	1:6000	1:3000	1:3802
200.0	200.0	100.0 to 200.0	1:8000	1:4000	1:5069
250.0	250.0	125.0 to 250.0	1:10000	1:5000	1:6337
300.0	300.0	150.0 to 300.0	1:12000	1:6000	1:7604
500.0	500.0	250.0 to 500.0	1:20000	1:10000	1:21122
1000.0	1000.0	500.0 to 1000.0	1:40000	1:20000	1:42244

ผลการศึกษา

ค่า RMSE ทางราบ

GCP + PPK = 11.87 cm.

PPK = 14.08 cm.

มาตรฐาน ASPRS

ค่า RMSE ทางราบ ของ PPK = 14.08

สามารถทำแผนที่มาตราส่วน 1:600

มาตรฐานอื่นๆ

มาตรฐาน NMAS

CE90 = 21. 37 cm.

มาตรฐาน NSSDA

CE95 = 24. 37 cm.

ASPRS Edition 2, Version 2 (2024)			Equivalent to Map Scale in		Equivalent to Map Scale in NMAS
Horizontal Accuracy Class	$RMSE_H$ (cm)	Approximate GSD of Source Imagery (cm)	ASPRS 1990 Class 1	ASPRS 1990 Class 2	
0.63	0.63	0.31 to 0.63	1:25	1:12.5	1:16
1.25	1.25	0.63 to 1.25	1:50	1:25	1:32
2.5	2.5	1.25 to 2.5	1:100	1:50	1:63
5.0	5.0	2.5 to 5.0	1:200	1:100	1:127
7.5	7.5	3.8 to 7.5	1:300	1:150	1:190
10.0	10.0	5.0 to 10.0	1:400	1:200	1:253
12.5	12.5	6.3 to 12.5	1:500	1:250	1:317
15.0	15.0	7.5 to 15.0	1:600	1:300	1:380
17.5	17.5	8.8 to 17.5	1:700	1:350	1:444
20.0	20.0	10.0 to 20.0	1:800	1:400	1:507
22.5	22.5	11.3 to 22.5	1:900	1:450	1:570
25.0	25.0	12.5 to 25.0	1:1000	1:500	1:634
27.5	27.5	13.8 to 27.5	1:1100	1:550	1:697
30.0	30.0	15.0 to 30.0	1:1200	1:600	1:760
45.0	45.0	22.5 to 45.0	1:1800	1:900	1:1141
60.0	60.0	30.0 to 60.0	1:2400	1:1200	1:1521
75.0	75.0	37.5 to 75.0	1:3000	1:1500	1:1901
100.0	100.0	50.0 to 100.0	1:4000	1:2000	1:2535
150.0	150.0	75.0 to 150.0	1:6000	1:3000	1:3802
200.0	200.0	100.0 to 200.0	1:8000	1:4000	1:5069
250.0	250.0	125.0 to 250.0	1:10000	1:5000	1:6337
300.0	300.0	150.0 to 300.0	1:12000	1:6000	1:7604
500.0	500.0	250.0 to 500.0	1:20000	1:10000	1:21122
1000.0	1000.0	500.0 to 1000.0	1:40000	1:20000	1:42244

สรุปผลการศึกษา

ค่า RMSEทางราบ ของระบบ PPK ที่ปราศจากจุดควบคุมภาคพื้นดินอยู่ที่ 14.08 cm.

ค่า RMSEทางราบ ของระบบ PPK ที่ใช้จุดควบคุมภาคพื้นดินอยู่ที่ 11.87 cm.

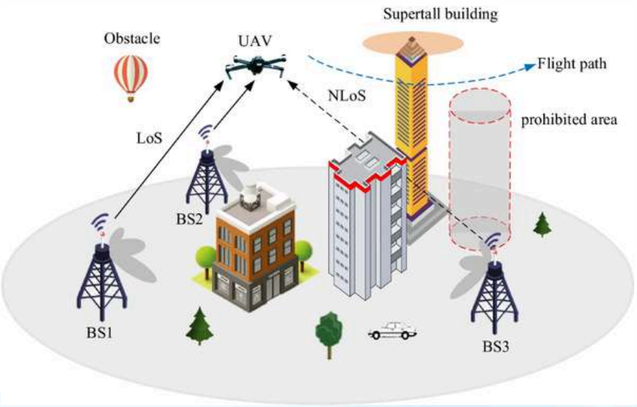
ค่าต่าง 2.2 cm.

ภาพถ่ายทางอากาศ UAV ที่ใช้ระบบ PPK เพียงอย่างเดียว
เป็นไปตามมาตรฐาน ASPRS (2024) NSSDA และ NMAS
เหมาะสำหรับงานแผนที่ที่เน้นความถูกต้องเชิงระนาบ

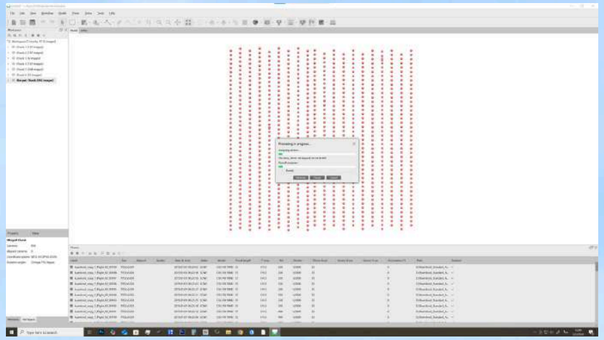
ข้อเสนอแนะ

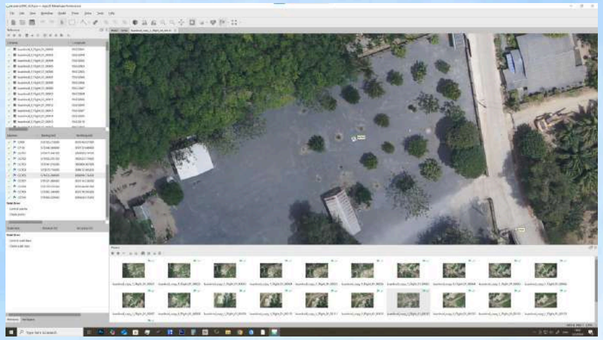
1. การเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับลักษณะงาน สำหรับงานที่เน้นการผลิตแผนที่ภาพถ่ายออร์โธเพื่อการแปลความหมาย หรือการรังวัดขอบเขตพื้นที่ในทางราบ เช่น งานป่าไม้ งานผังเมือง หรือการติดตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน (LULC) ระบบ PPK โดยปราศจากจุดควบคุมภาคพื้นดินสามารถตอบโจทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนทางราบที่พบ (14.08 เซนติเมตร) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล ซึ่งจะช่วยลดภาระงานภาคสนามและลดความเสี่ยงในการส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปวางจุด GCPs ในพื้นที่อันตรายหรือเข้าถึงยากได้เป็นอย่างดี แต่หากเป็นงานออกแบบก่อสร้าง หรือ การตรวจกรรมสิทธ์ที่ดิน การใช้ GCP ร่วมด้วยก็ยังเป็นวิธีทีที่ให้ค่าความแม่นยำได้ดีกว่า

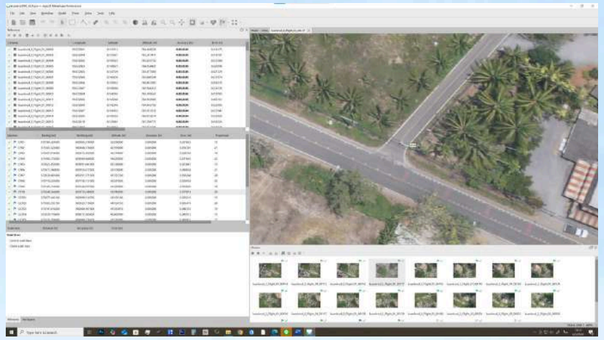
2. ข้อควรระวังเรื่องปัจจัยสภาพแวดล้อม ในการบินสำรวจด้วยระบบ PPK ความเข้มแข็งของสัญญาณดาวเทียมมีผลอย่างมากต่อความถูกต้องของพิกัดพิกัด ผู้วิจัยเสนอแนะว่าควรหลีกเลี่ยงการบินสำรวจในช่วงที่มีสภาพอากาศปิด หรือช่วงที่มีสัญญาณรบกวนชั้นบรรยากาศสูง เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนสะสมที่อาจเกิดขึ้นตามมา



ภาคผนวก







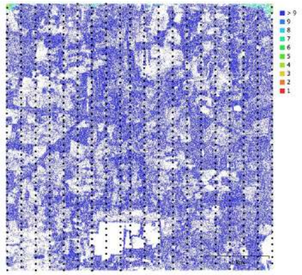


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	856	Camera stations:	856
Flying altitude:	758 m	Tie points:	637,744
Ground resolution:	10.2 cm/pix	Projections:	1,403,405
Coverage area:	8.11 km²	Reprojection error:	0.309 pix

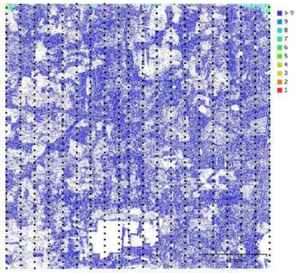
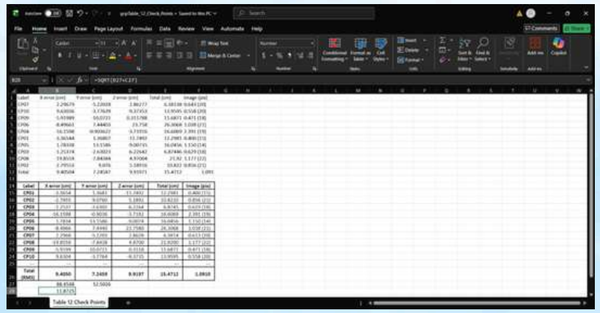
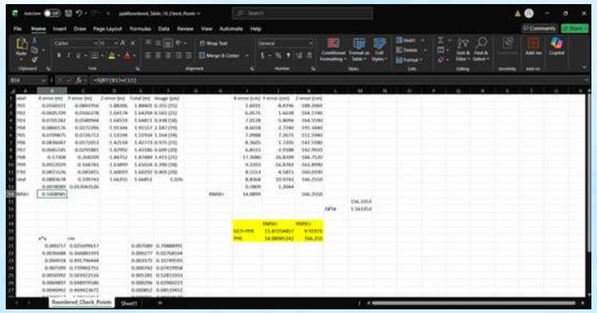


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	856	Camera stations:	856
Flying altitude:	759 m	Tie points:	637,744
Ground resolution:	10.2 cm/pix	Projections:	1,403,405
Coverage area:	8.1 km²	Reprojection error:	0.296 pix