การศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารโดยข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ในเขตพื้นที่เมือง

Investigation of techniques to estimate the building height from unmanned aerial data in an urban

สุธิตา อ่อนนิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ธันวาคม 2561

Copyright by Naresuan University
All rights reserved
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เรื่อง "การศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารโดยข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ในเขตพื้นที่เมือง" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(อาจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

.....

(อาจารย์ ดร.ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาและให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการให้ข้อมูล คำปรึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล และอุปกรณ์ ข้อเสนอแนะและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนสนับสนุนงบประมาณในการใช้จ่าย

ขอขอบพระคุณ ดร.นัฐพล มหาวิค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำ พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทั้งยังตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และติดตามผลการศึกษาอยู่เสมอ ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ต่างๆ เพื่อที่สามารถนำเอาความรู้ที่เรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติม จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ที่ให้ได้กำลังใจ คำปรึกษา คำแนะนำ และการสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ การศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารโดยข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ในเขตพื้นที่เมือง และผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย

สุธิตา อ่อนนิ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง การศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารโดยข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ในเขตพื้นที่เมือง

ผู้วิจัย สุธิตา อ่อนนิ่ม

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.นัฐพล มหาวิค

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561

คำสำคัญ อากาศยานไร้คนขับ อาคาร แบบจำลองสามมิติ

บทคัดย่อ

อากาศยานไร้คบขับ (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) หรือ โดรน (Drone) เป็นหนึ่งเทคโนโลยีที่กำลังถูกหลายฝ่ายจับตามอง สามารถนำผลิตภัณฑ์มาสร้างแบบจำลองความสูงของอาคารได้โดยใช้ (Digital Surface Model : DSM) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะสกัดค่าความสูงของอาคารและการสร้าง 3D Model โดยการใช้ข้อมูลจาก อากาศยานไร้คนขับ เพื่อสร้างแบบจำลองอาคารสามมิติ โดยเปรียบเทียบ 2 โปรแกรม Agisoft Photoscan และ โปรแกรม Pix4Dmapper เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม การประมวลผลจะได้ค่าความสูงที่สกัดออกมาได้อยู่ในรูปของ (Digital Elevation Model : DEM) และ DSM และนำผลที่ได้จากทั้ง 2 โปรแกรมมาทำการสร้าง 3D Model ใน Sketchfab และนำผลที่ได้จากทั้ง 2 โปรแกรมมาวิเคราะห์ค่าความสูงของอาคารที่สกัดได้และเปรียบเทียบ 3D Model ที่ได้จากทั้ง 2 โปรแกรมพื้นที่ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ค่าความสูงที่สกัดได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Title	Investigation of techniques to estimate the building height from unmanned aerial data in an urban
Author	Suthita On-nim
Advisor	Nattapon Mahavik, D.Sc.
Academic Paper	Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2018
Keywords	Unmanned Aerial Vehicle, building, 3D Model

Abstract

This study aimed to analyze the techniques to estimate the building height from unmanned aerial data in an urban The objective is to create a 3D model with photogrametry by UAV. The result found that unmanned vehicle surveys and 3D modeling by Comparing the two programs Agisoft Photoscan and Pix4Dmapper program is rendered the performance of the program. to create a 3D model with photogrametry by UAV in sketchfab. The result showes that building 3D model derived from the processing in the program. Can be compared with the measurement height instrument.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ความสำคัญของการวิจัย..... 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 2

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น..... 3

1.6 นิยายศัพท์เฉพาะ..... 4

1.7 สมมติฐานของการวิจัย..... 5

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 ข้อมูล UAV..... 7

2.2 แนวคิดและทฤษฎี..... 10

2.2.1 การวางแผนการบิน..... 10

2.2.2 การสำรวจพื้นที่..... 11

2.2.3 การวัดความสูงของอาคาร..... 13

2.2.4 โฟโตแกรมเมตรี..... 15

2.2.5 Sketchfab การสร้าง 3D Model..... 19

2.2.6 แนวคิดความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือสัมประสทธิ์สหสัมพันธ์..... 21

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 21

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 25

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 25

3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล..... 26

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 26

3.4 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล..... 28

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิจัย**	37
	4.1 ผลการประมวลผลภาพ DSM	37
	4.2 ผลการะประมวลผลภาพออร์โธ	41
	4.3 ผลการเปรียบเทียบความสูงของอาคารกับเครื่องวัดวามสูง	45
	4.4 ผลการสร้างและการเปรียบเทียบ 3D Model ใน Sketchfab	47
5	**อภิปรายและสรุปการวิจัย**	52
	5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	52
	5.2 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม		57
ภาคผนวก		60
ภาคผนวก ก		61
ภาคผนวก ข		62
ภาคผนวก ค		63
ประวัติผู้วิจัย		76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 แสดงข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย..... 26

2 แสดงตารางแสดงความสูงของอาคารระหว่างโปรแกรม Agisoft Photsacn ... 45

3 แสดงตารางแสดงความสูงของอาคารระหว่างโปรแกรม Pix4Dmapper 46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

1 แผนที่พื้นที่ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร……..…. 3

2 กรอบแนวคิด…….…….. 6

3 โปรแกรม DJI GS PRO วางแผนการบินโดรน…… 8

4 การบินสำหรับการสร้างภาพ 3 มิติ…… 9

5 การวางแผนแนวบินใน DJI GS PRO…… 11

6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกล้องถ่ายรูปกับพื้นดินสำหรับภาพถ่ายทางดิ่ง …….. 15

7 ความสัมพันธ์ทางด้านการวัดจากภาพที่ถ่ายด้วยกล้องที่สมบูรณ์แบบ…….. 16

8 การเหลื่อมกันของภาพถ่ายทางอากาศตามแนวบิน……... 17

9 ความแตกต่างระหว่าง DSM และ DTM / DEM…….. 18

10 ภาพออร์โธ ที่ได้จาก Agisoft Photoscan……..... 27

11 ภาพออร์โธที่ได้จาก Pix4Dmapper……..…… 28

12 การวางแผนแนวบินของอาคารอเนกประสงค์…… 29

13 ภาพที่ได้มาจากการบินถ่ายภาพ……..…… 30

14 การนำภาพเข้าโปรแกรม Agisoft Photoscan…… 31

15 การประมวลผลของ Align Photo แบบ High……..... 31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

16 ภาพการประมวลผล Align Photo ในกรณีลองปรับเป็นค่า Low..... 31

17 ข้อมูลที่อัพลง Sketchfab ทั้งหมดในแต่ละ Model..... 36

18 ภาพ DSM ของอาคารอเนกประสงค์ จากโปรแกรม Agisoft Photoscan..... 37

19 ภาพ DSM ของอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารจาก โปรแกรม Agisoft Photoscan..... 38

20 ภาพ DSM ของวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวรจากโปรแกรม Agisoft Photoscan..... 39

21 ภาพ DSM ของอาคารอเนกประสงค์ ที่ได้จากโปรแกรม Pix4Dmapper..... 39

22 ภาพ DSM ของอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารจาก โปรแกรมPix4Dmapper..... 40

23 ภาพ ออร์โธ ของอาคารอเนกประสงค์ จากโปรแกรม Agisoft Photoscan..... 41

24 ภาพ ออร์โธ ของอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารจาก โปรแกรม Agisoft Photoscan..... 42

25 ภาพ ออร์โธ ของวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวรจากโปรแกรม Agisoft Photoscan..... 42

26 ภาพ ออร์โธ ของอาคารอเนกประสงค์ ที่ได้จากโปรแกรม Pix4Dmapper..... 43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

27 ภาพ ออร์โธ ของอาคารอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร จากโปรแกรม Pix4Dmapper……..... 44

28 ภาพ ออร์โธ ของวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวรที่จากโปรแกรม Pix4Dmapper……..... 44

29 ภาพ 3D Model ของอาคารอเนกประสงค์ จากโปรแกรม Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper……..... 47

30 3D Model ภาพ 3D ของอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร จากโปรแกรม Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper……... 48

31 3D Analyst ของอาคารอเนกประสงค์ จาก Agisoft Photoscan……... 50

32 3D Analyst ของอาคารอเนกประสงค์ จาก Pix4Dmapper……... 50

33 ภาพการเปรียบเทียบ 3D Model ของทั้ง 2 โปรแกรม ใน Sketchfab……..... 54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อากาศยานไร้คนขับ UAV (Unmanned Aerial Vehicle) ถูกควบคุมจากระยะไกลได้ซึ่งในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับสามารถบินได้ด้วยตัวเอง ไม่จำเป็นที่จะต้องบังคับหรือคอนโทรลโดยการวางแผนแนวบินเข้าไป โดรนเป็นเครื่องบินบังคับขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อประโยชน์ใช้สอยหลายด้านด้วยกัน ซึ่งในสมัยก่อนจะมีใช้เฉพาะในทางการทหารเท่านั้น เช่น ใช้เพื่อการราชการลับ เพื่อสอดแนม หรืออาจจะร้ายแรงกว่านั้นก็ติดอาวุธเข้าไปถล่มศัตรูจากระยะไกล (กิตติศักดิ์ ศรีกลาง , 2556) หรือใช้กับพื้นที่อันตรายหรือภารกิจที่ยากที่คนเราจะสามารถเข้าไปถึงได้ ในอดีตนั้นไม่ได้ใช้ในการบันเทิงเหมือนในปัจจุบัน ซึ่งก็มีข้อดีก็คือไม่ต้องใช้คนจริงเข้าไปในพื้นที่ซึ่งเสี่ยงอันตรายนั่นเองตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 จนมาถึงปัจจุบัน เทคโนโลยีของอากาศยานไร้คนขับได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเรื่อย ๆ จนไม่ได้จำกัดแค่ในทางทหารเท่านั้น ในปัจจุบันนั้นอากาศยานไร้คนขับถูกใช้ในหลากหลายรูปแบบ เช่น การคาดการณ์เกี่ยวกับน้ำท่วมอุทกภัย การวางผังและการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ รวมถึงนำไปใช้ควบคู่กับการออกแบบโครงสร้างอาคาร การประมาณค่าความสูงของต้นไม้และอาคาร

การวัดขนาดความสูงของอาคาร ก็เพื่อที่จะต้องการที่จะทราบว่าได้มาตรฐานตามกฎหมายที่กำหนดหรือไม่ทำให้ การวัดขนาด ความสูงซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือวัดในการวัด จึงทำให้การวัดขนาดความสูงของอาคารนั้นเป็นไปได้ยากและมีขั้นตอนในการวัดยุ่งยากและ ในบางพื้นที่มีการเข้าถึงยากและขนาดความสูงของอาคารสูงมากและลำบากต่อการสำรวจ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หมวด 4 แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร กำหนดควบคุมความสูงของอาคาร ความสูงของอาคารไม่ว่าจากจุดหนึ่งจุดใด ต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบวัดจากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวเขตด้านตรงข้ามของถนนสาธารณะ ที่อยู่ใกล้อาคารนั้นที่สุดความสูงของอาคารให้วัดแนวดิ่ง จากระดับถนนหรือระดับพื้นดินที่ก่อสร้างขึ้นไปถึงส่วนของอาคารที่สูงที่สุด เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ.2544 หมวด 5 ข้อ 49 กำหนดให้ความสูงของอาคารไม่ว่าจากจุดใดจุดหนึ่ง ต้องไม่เกิน 2 เท่าของระยะราบ วัดจากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวถนนด้านตรงข้ามของถนนสาธารณะที่อยู่ใกล้อาคารนั้นที่สุด (กรมโยธาธิการและผังเมือง ง.ม.ป.ป , 2557) แต่ก็ยังมีอาคารแบบที่สร้างผิดกฎหมายขึ้นมาเรื่อย ๆ จึงเป็นที่มาและความสำคัญของปัญหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคาร โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศยานไร้คนขับ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารจากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง 3D ของอาคาร ศึกษาความแตกต่างของความสูงอาคารระหว่างความสูงที่สกัดค่าได้ จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับกับข้อมูลความสูงที่วัดได้จากเครื่องมือวัดความสูง นอกจากนั้นการประมวลผลของภาพที่ได้ ทำการเปรียบเทียบภาพจาก 2 โปรแกรม คือ Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper แล้วนำไปสร้างแบบจำลองอาคารแบบ 3 มิติ ใน Sketchfab ซึ่งได้ทำการศึกษากระบวนการในการสร้าง 3D การตรวจสอบความถูกต้องแล้วสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาในรูปแบบต่าง ๆ และเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1) เพื่อศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารจากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ

2) เพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลอง 3D ของอาคาร โดยเปรียบเทียบกับ 2 โปรแกรม

3) เพื่อศึกษาความแตกต่างของความสูงอาคารระหว่างความสูงที่สกัดค่าได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับกับข้อมูลความสูงที่วัดได้จากเครื่องมือวัดความสูง

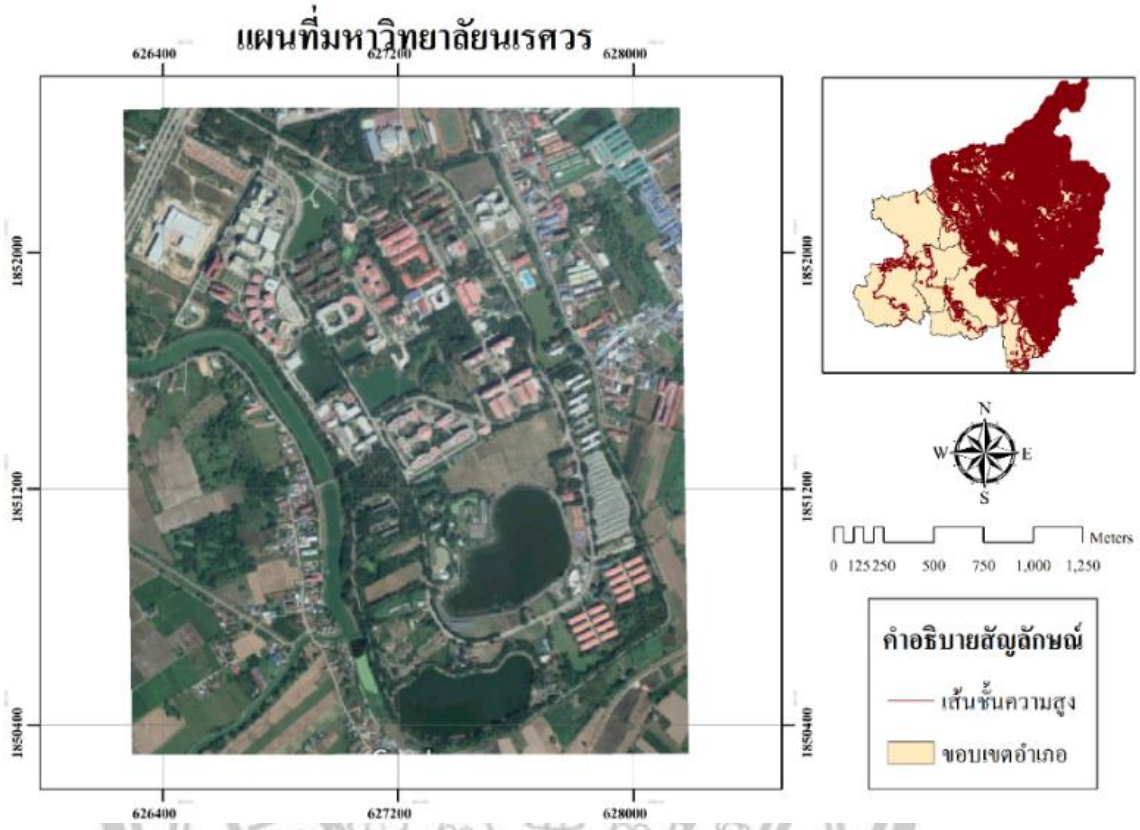
1.3 ความสำคัญของงานวิจัย

ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับ มีค่าความละเอียดค่อนข้างสูงแต่มีข้อจำกัดในด้านพื้นที่ การสกัดค่าความสูงของอากาศยานไร้คนขับนั่นความถูกต้องค่อนข้างสูง แต่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของค่าความสูงของอาคารที่สกัดได้ โดยถ้ามีการเปรียบเทียบข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดและค่าความสูงที่สกัดได้จากโปรแกรม Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper จะได้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในด้านโฟโตแกรมเมตรีต่อไป

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1) ขอบเขตพื้นที่ศึกษา กำหนดมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลกนั้นเป็นพื้นที่ตัวอย่างในการสร้างแผนที่ แสดงความสูงของอาคารนั้น ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 1.1 แผนที่พื้นที่ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

2) ขอบเขตด้านเนื้อหา การศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและการสร้าง 3D Model

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

อากาศยานไร้คนขับหรือโดรนนั้นก่อนที่จะทำการขึ้นบินนั้น ต้องมีใบขออนุญาตก่อน ซึ่งสามารถติดต่อได้ 3 ที่ กสทช กรมการบินพลเรือนและสถานีตำรวจ และมีการกำหนดพื้นที่ห้ามบินได้แก่ เขตพระราชฐาน ห้ามบินเข้าใกล้หรือบินเหนือเขตพระราชฐานทุกกรณี สถานที่ราชการ เช่นโรงพยาบาล ค่ายทหาร อุทยานแห่งชาติ นอกจากจะห้ามบินเข้าไปด้านในแล้ว ในแนวราบยังต้องบินห่างจากสถานที่นั้น 30 เมตรด้วย ย่านชุมชน หรือเขตบ้านคนอื่น บินในบ้านตัวเอง แต่หันกล้องเข้าไปในบ้านคนอื่นก็ถือว่าผิด สนามบิน สนามบินห้ามเข้าใกล้ในระยะ 9 กิโลเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.6 นิยายศัพท์เฉพาะ

โฟโตแกรมเมตรี คือ ตามความหมายของสมาคมโฟโตแกรมเมตรีและการรับรู้จากระยะไกล(The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing : ISPRS) คือ ศิลปวิทยาและเทคโนโลยีที่ให้ได้มาซึ่งสารสนเทศที่น่าเชื่อถือได้ภาพที่ไม่ต้องสัมผัสและระบบตรวจวัดอื่นๆที่ เกี่ยวกับโลก สิ่งแวดล้อมของโลกและวัตถุทางกายภาพอื่นๆ และประมวลผลด้วยกรรมวิธีการบันทึก การวัด การวิเคราะห์และการแสดงผล

แผนที่ คือ รูปภาพอย่างง่ายซึ่งจำลองบริเวณบริเวณหนึ่ง และมีการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น วัตถุ หรือบริเวณย่อย ๆ ที่อยู่ในบริเวณนั้น แผนที่มักเป็นรูปสองมิติซึ่งแสดงระยะห่างระหว่างจุดสองจุดในบริเวณใดบริเวณหนึ่งได้อย่างถูกต้องตามหลักเรขาคณิต

ภาพถ่ายทางอากาศ คือ ภาพของภูมิประเทศที่ได้จากการถ่ายรูปทางอากาศด้วยวิธีนำกล้องถ่ายรูปติดกับอากาศยานที่บินไปเหนือภูมิประเทศที่จะทำการถ่ายรูปแล้ว ทำการถ่ายรูปตามตำแหน่งทิศทางและความสูงของการบินที่ได้วางแผนไว้ก่อน แล้วหลังจากนั้นนำฟิล์มไปล้างและอัดภาพก็จะได้รูปที่มีรายละเอียดภูมิประเทศในบริเวณที่ต้องการถ่ายปรากฏอยู่

อาคารบ้านเรือน คือ เป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างโดยมนุษย์ ในรูปของโรงเรือน ร้าน หรือ รูปแบบอย่างอื่นสำหรับใช้สอย แต่ในกฎหมายควบคุมอาคารได้รวมทั้ง เขื่อน สะพาน อุโมงค์ ท่อ ป้ายและอื่น ๆ ไว้ในนิยามคำว่าอาคารด้วย

แบบจำลองสามมิติ คือ การกำหนดจุดต่างๆ และเชื่อมโยงจุดด้วยเส้นตรง เพื่อให้ได้รูปทรงตามต้องการ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างรูปทรงสามมิติอาจทำได้โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรม ในกรณีที่รูปทรงเป็นแบบสมมาตร หรือรูปทรงเรขาคณิต หรือรูปทรงที่ประกอบขึ้นจากรูปทรงเรขาคณิตมาประกอบกัน หากเป็นรูปทรงที่ไม่สมมาตร หรือมีรายละเอียดมาก ก็จำเป็นต้องกำหนดจุดต่างๆ และลากเส้นต่อจุดเองด้วยผู้วาดภาพที่เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

อากาศยานไร้คนขับ คือ อากาศยานไร้คนขับคือเครื่องบินที่สามารถบินได้ด้วยระบบอัตโนมัติ โดยไม่ต้องใช้นักบินประจำการอยู่บนอากาศยาน อาจมีการติดตั้งกล้องถ่ายภาพคุณภาพสูงทั้งกล้องถ่ายภาพในเวลากลางวัน (Electro Optical) และกล้องอิฟาเรด (Infrared Sensor) ที่สามารถบันทึกภาพระยะไกลได้แล้วแพร่ภาพสัญญาณมายังจอภาพ ที่สถานีภาคพื้นดิน ในเวลาที่ใกล้เวลาจริงมากที่สุด

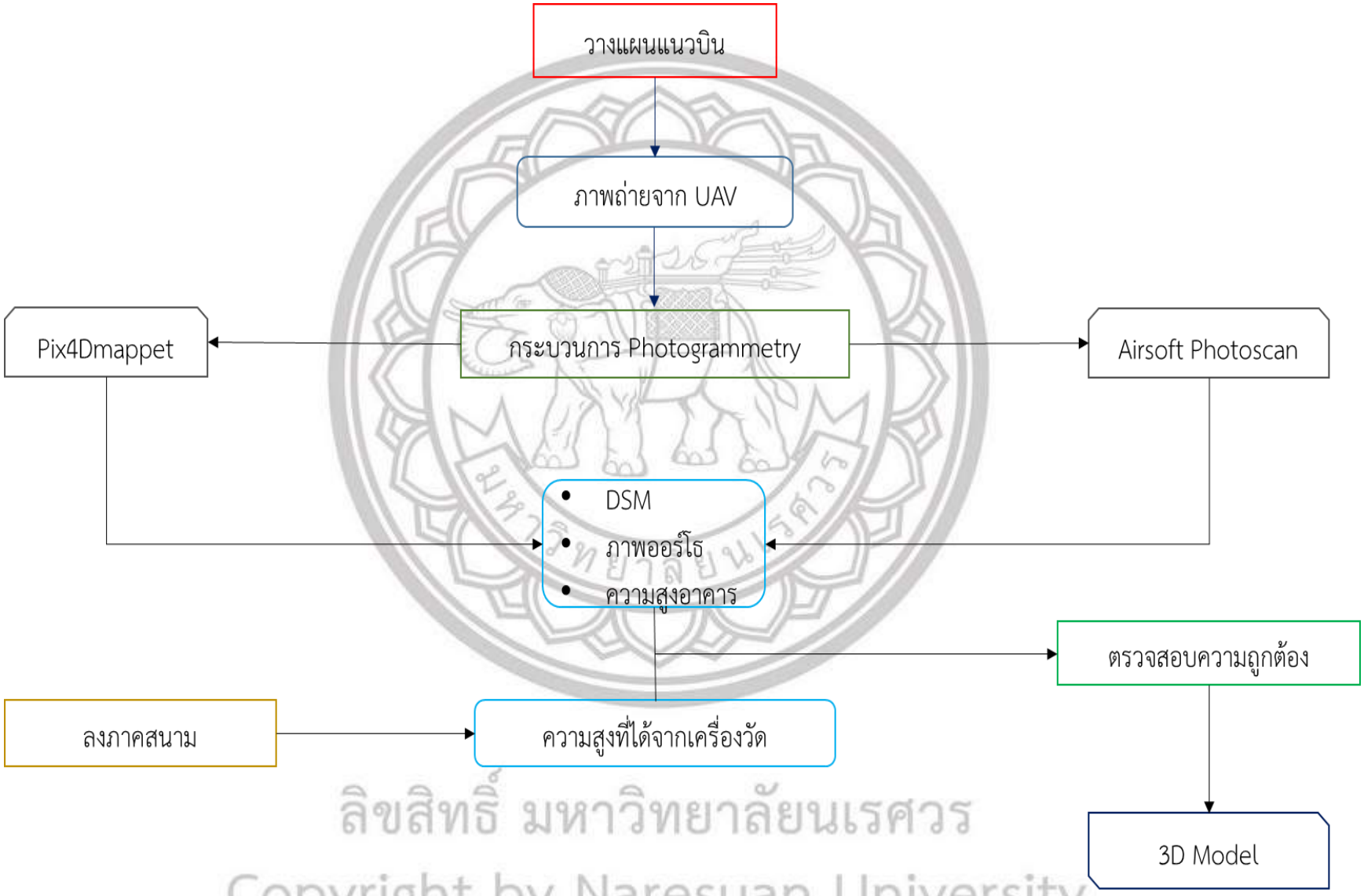
1.7 สมมติฐานงานวิจัย

1) อากาศยานไร้คนขับประเมินความสูงของอาคารมีความถูกต้องน้อยและค่า RMSE มาก

2) ภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับแบบกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดินมีค่าRMSE น้อยกว่า

1.8 กรอบแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 1.2 กรอบแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวคิดในการศึกษางานวิจัยเรื่อง การศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารโดยข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ในพื้นที่เขตเมือง ประกอบด้วย

2.1 ข้อมูล uav

2.2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การวางแผนการบิน

2.2.2 การสำรวจพื้นที่

2.2.3 การวัดความสูงของอาคาร

2.2.4 โฟโตแกรมเมตรี

2.2.5 Sketchfab การสร้าง 3D Model

2.2.6 ความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูล UAV

ในสมัยก่อนการเดินทางหรือสำรวจในสถานที่ต่างๆ ทางบกจะใช้วิธีการเดินด้วยเท้าหรือพาหนะเช่น ม้า ช้าง อูฐ เป็นต้น ส่วนทางน้ำจะใช้เรือสำหรับพื้นที่ที่มีชายฝั่งติดแม่น้ำหรือทะเล ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาเดินทางนานแรมเดือนและเสียเวลามาก ต่อมาเทคโนโลยีมีการพัฒนามนุษย์ไม่จำเป็นต้องเดินทางทางบกด้วยการลากเกวียนของสัตว์ หรือการเดินเท้าแต่สามารถใช้รถยนต์ขับเคลื่อนด้วยน้ำมัน ส่วนทางน้ำด้วยเรือยนต์ ซึ่งจะใช้เวลาในการเดินทางสั้นลงแต่ยังคงมีข้อจำกัดสำหรับการเดินทางที่ ต้องการความรีบด่วนหรือการทำงานที่ต้องเข้าถึงสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาที่จำกัดและเข้าถึงได้ยาก ต่อมาเมื่อมีการสร้างเครื่องยนต์สำหรับให้มนุษย์โดยสารหรือส่งสิ่งของไปได้เรียกว่า เครื่องบิน (Airplane) ที่สามารถลอยเหนืออากาศไปยังที่ต่างๆในยุคแรกๆมีขนาดใหญ่สามารถเดินทางได้ภายในหนึ่งวันและส่งสินค้าต่างๆทำให้สะดวกยิ่งขึ้น จนมาถึงปัจจุบันการเดินทางขนส่งหรือสำรวจทางอากาศได้ก้าวไกลไปอย่างมากมีการพัฒนาเครื่องบินให้มีขนาดเล็กสำหรับใช้ในการสำรวจนพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยากหรือต้องการตรวจสอบเบื้องต้น โดรน (Drone) หรือที่เรียกกันยาวๆว่า อากาศยานไร้คนขับ สำหรับการสำรวจหรือขนส่ง โดยใช้เครื่องควบคุมในการขับเคลื่อนจากพื้นดิน ณ ที่ที่ต้องการ

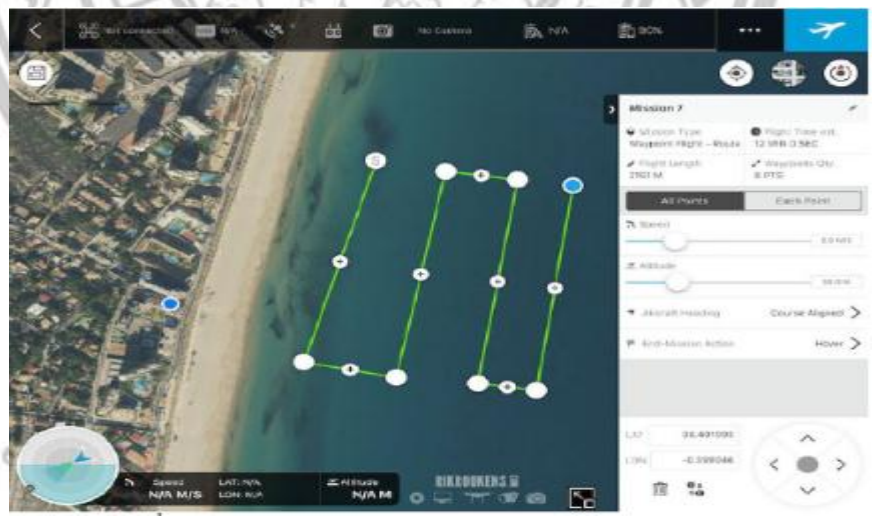
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

โดรน นั้นมีอีกชื่อนึงว่า UAV (Unmanned Aerial Vehicle) [Mantra and Word Press,2016] ในระยะแรกจะใช้สำหรับทางการทหารเพื่อตรวจสอบพื้นที่ทำการรบหรือสอดแนมข้าศึกที่ต้องการทราบสภาพแวดล้อมในพื้นที่แทนการส่งทหารเข้าไปซึ่งจะเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ หรือในบางครั้ง อาจจะมีการติดอาวุธที่โดรนเพื่อใช้ทำลายเป้าหมายที่ต้องการแทนการตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 จนมาถึงปัจจุบัน เทคโนโลยีของโดรนได้ถูกพัฒนาตลอดเวลาไม่ได้จำกัดในทางทหารเท่านั้น แต่โดรนได้ถูกใช้ในงานหลากหลาย เช่น ถ่ายรูปหรือวิดีโอจากมุมสูง การขนส่งสินค้า เป็นต้น สำหรับโดรนหรืออากาศยานไร้คนขับแต่ละบริษัทจะมีรูปร่าง ขนาด รูปแบบ และลักษณะที่แตกต่างกันออกไป การควบคุมมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การควบคุมด้วยเครื่องควบคุมโดยผู้ใช้หรือการควบคุมอัตโนมัติ โดยการควบคุมแบบอัตโนมัติจะใช้ระบบการบินด้วยตนเองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อกำหนดทิศทางการบินในพื้นที่ที่ต้องการที่มีการติดตั้งไว้ในอากาศยาน และในส่วนของการตัดสินเส้นทางการบินนั้น แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ [warapon,2016] คือ

1) บังคับจากศูนย์ควบคุมระยะไกล

2) มีการโปรแกรมไว้ให้บินไปตามเส้นทางที่กำหนด

3) วินิจฉัยการเดินทางด้วยคอมพิวเตอร์บนอากาศยาน



ภาพ 2.1 โปรแกรม DJI GS PRO วางแผนการบินโดรน[Phantom Thailand,2014]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โปรแกรมวางแผนการบิน ดังภาพที่ 2.2 คือโปรแกรม DJI GS PRO ที่มีความสามารถในการกำหนดตำแหน่งจาก GPS กำหนดพิกัดด้วยดาวเทียมบนโดรนสำหรับเพิ่มความแม่นยำในการถ่ายภาพ อีกทั้งในปัจจุบันนั่นมีการเพิ่มเติมจากเดิม รูปแบบคือ การเก็บภาพโครงสร้างสูงๆ หรือทำภาพซ้อนทับต่อเนื่อง เพื่อทำแผนที่ สามมิติ

ก) สำหรับอาคารสูง ข) สำหรับวัตถุที่มีความสูง

ภาพ 2.2 การบินสำหรับการสร้างภาพ 3 มิติ[Phantom Thailand,2014]

ประเภทของอากาศยานไร้คนขับที่ใช้ในงานสำรวจด้วยภาพถ่ายจะจำแนกได้เป็น 2 ประเภท

1) โดรนประเภทปีกหมุน (Multirotor) ที่มีลักษณะการทำงานแบบเดียวกับเฮลิคอปเตอร์ โดยมีใบพัดแนวนอนมากกว่า 2 ใบพัดขึ้นไป เช่น 3, 4, 6 และ 8 ใบพัด มีชื่อเรียกเฉพาะว่า Tricopter, Quadcopter, Hexacopter และ Octocopter ตามลำดับ

2) โดรนประเภทปีกยึด (Fixed wing) มีขนาดเล็กลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องบิน ระบบอากาศยานไร้นักบินสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่าย (UAV Photogrammetry) สามารถบินได้นานกว่าและเร็วกว่า เหมาะกับการใช้งานเพื่อสำรวจในพื้นที่กว้างใหญ่ แถมยังบรรทุกของหนักได้ในระยะไกล และใช้พลังงานน้อย โดยทั่วๆไปองค์ประกอบของโดรนจะประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ตัวอากาศยาน (platform) ระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ (autopilot) ระบบบันทึกภาพ (sensor) และซอฟต์แวร์ประมวลผล[นิภา แย้มฉวี,2559]

ปัจจุบันโดรนแต่ละแบบนำมาใช้ในงานต่างๆตามความสามารถของโดรนที่ผลิตมาจากแต่ละบริษัทมากกว่าการถ่ายภาพจากมุมสูงอย่างเดียวแต่จะกล่าวได้อีกนัยหนึ่งคือ งานของโดรนจะเป็นการสำรวจส่วนใหญ่เพราะสามารถเข้าถึงได้ทุกพื้นที่เช่น การสำรวจพื้นที่การเกษตรและชลประทาน การสำรวจท่อส่งก๊าซ การเก็บข้อมูลสภาพอากาศ สภาพการจราจร และการลำเลียงขนส่ง เป็นต้น ตามปกติการทำงานของโดรนเป้าหมายในการสำรวจคือใช้เพื่อเป็นตัวตรวจจับ ขนส่ง วิจัย โจมตี ค้นหาและช่วยเหลือ เป็นหลัก ด้วยประโยชน์ของโดรนที่มีมากมาย ทำให้ทั้งภาครัฐและเอกชนทั่วโลกนำโดรนมาใช้งานในรูปแบบต่างๆตามวัตถุประสงค์ของบริษัทแต่ละแห่ง เช่น สหราชอาณาจักรมีการใช้โดรนในอุตสาหกรรมระบบรถไฟในประเทศ เพื่อวางแผนการซ่อมบำรุงราง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

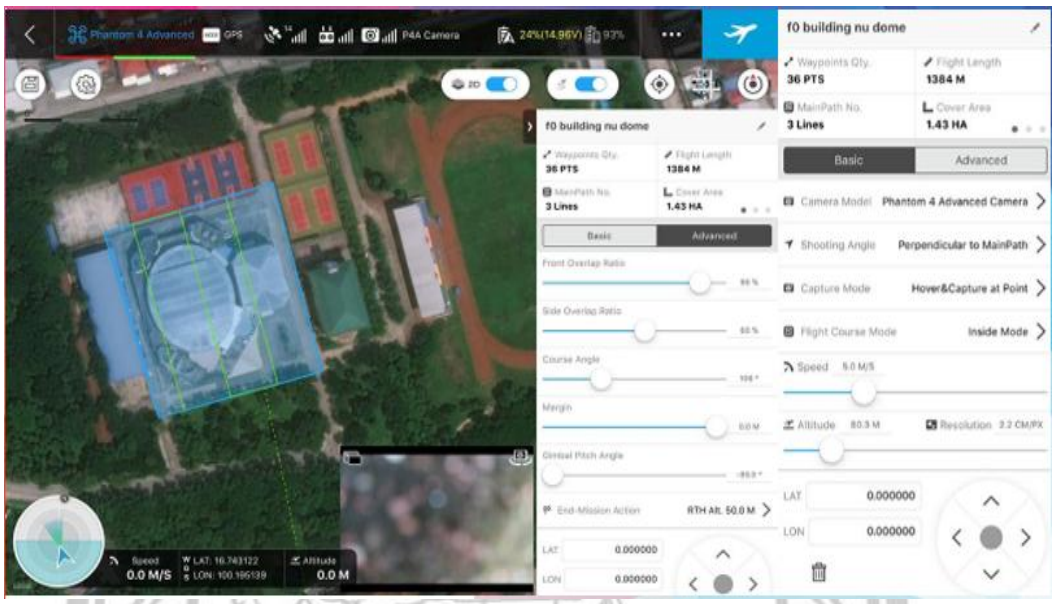
รถไฟฟ้าผ่านดิจิทัลและการวิเคราะห์แบบสามมิติ หรือบริษัทในญี่ปุ่นคิดค้น โดรนสำหรับการตรวจสอบและซ่อมแซมระบบโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ เช่น สะพาน ทางเดินรถ โดยมีจุดเด่นในการบินราบไปกับในแนวเสาทำให้สำรวจและตรวจสอบความเสียหายได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้[กรมโยธาธิการและผังเมือง ง.ม.ป.ป สัญลักษณ์ในผังเมืองรวม,2556]โดรนยังถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร ไม่เพียงแต่การฉีดยาฆ่าแมลง การหว่านเมล็ดแทนการใช้แรงงานมนุษย์ แต่ยังสามารถตรวจสอบการเจริญเติบโต จำแนกประเภทพืชพรรณ วิเคราะห์ดินและพื้นที่การเกษตร รวมไปถึงสำรวจหาพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือการขนส่งสินค้าในพื้นที่ไม่ไกลมากธุรกิจค้าปลีกออนไลน์รายใหญ่ของโลก ซึ่งในอนาคตจะต้องมีการพัฒนาให้ดีกว่าเดิมจากคุณสมบัติที่โดดเด่นของโดรนที่สามารถทำงานแทนมนุษย์ในพื้นที่ที่จำกัด ทั้งสำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ประมวลผล อีกทั้งประหยัดเวลา และลดความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนษย์ ทำให้โดรนเป็นเทคโนโลยีสำคัญในอนาคตสำหรับทุกๆด้าน

2.2.แนวความคิดและทฤษฎี

2.1.1. แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนการบิน

การบินแบบกำหนดเส้นทาง เราต้องการ GSD (Ground Sample Distance) เท่าไหร่ ถ้าละเอียดมากต้องบินต่ำ แต่แนวบินจะเพิ่มมากขึ้น เอาให้พอเหมาะ จะได้ประหยัดเวลา ประหยัดเงินทอง และที่สำคัญคือข้อมูลมาก เครื่องคอมของเราก็ต้องแรงเพราะใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างนาน จากนั้นกำหนดพื้นที่ต้องการบินโดยประมาณลงบนโปรแกรม สามารถขยับมุมปรับขนาดพื้นที่ได้สะดวก เพิ่มขนาดพื้นที่ได้ง่าย จากนั้นกำหนดความสูงของแนวบิน โปรแกรมจะคำนวณ GSD มาให้ดู และจะคำนวณเส้นทางการบินให้ โดยเอาข้อมูลกล้องถ่ายรูปของโดรนของ DJI Phantom, Maveric โปรแกรมจะใช้ข้อมูลกล้องถ่ายรูปของเรา โดยใช้ focal length เราสามารถป้อนเปอร์เซ็นต์ค่า overlap ได้ จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณเส้นทางมาให้ สามารถปรับทิศทางการบินได้ตามความต้องการ จากนั้นดูเป็นแนวทางได้เลยว่าจะเลือกใช้แบบไหนต้องการแบบไหนแล้วลองเลือกเล่นได้เลย ว่าเส้นทางการบินแนวไหน ห่างกันประมาณเท่าไหร่ GSD (Ground Sample Distance) คือระยะทางบนพื้นดินระหว่างจุดศูนย์กลางพิกเซลของภาพที่อยู่ติดกันหมายถึงหนึ่งพิกเซลของรูป ถ้าค่าน้อยแสดงว่าภาพจะมีความละเอียดเชิงพื้นที่ของภาพถ่ายและรายละเอียดที่มองเห็นได้ชัดเจนความสูงของแนวบินในขณะถ่ายภาพ ถ้าความสูงของแนวบินต่ำจะได้ค่า GSD ที่น้อย ภาพจะมีความละเอียดคมชัดมากขึ้น ยิ่งขึ้น GSD จะขึ้นอยู่กับขนาดพิกเซลของกล้องความสูง ของ UAVs เหนือพื้นดินและความยาวโฟกัสของกล้อง GSD สามารถคำนวณหาได้จาก

GSD = (pixel size x height above ground level) / focal length สมการที่ 2.1



ภาพที่ 2.3 การวางแผนแนวบินใน DJI GS PRO

จุดควบคุมภาพถ่ายภาคพื้นดิน (Ground Control Point) เป็นจุดบังคับภาพถ่ายที่เห็นเด่นชัดบนภาพถ่าย และชี้ชัดได้บนภาคพื้นดิน มีค่าพิกัดในทั้งสามมิติ มีการไปรังวัดในสนามด้วยเครื่องมือ และวิธีการที่ให้ความละเอียดถูกต้องสูงในระดับที่สามารถนำมาควบคุมงานข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ จุดผ่าน (Pass Point) จุดควบคุมภาพถ่ายภาคพื้นดินที่มีการชี้ชัดตำแหน่งบนภาพถ่าย แต่ไม่จำเป็นต้องลงไปค้นหาและรังวัดค่าพิกัดในสนามปรากฏบนภาพถ่ายอย่างน้อยสองรูปขึ้นไปตำแหน่งอยู่บนส่วนซ้อนด้านหน้าของภาพถ่ายทางอากาศ หรืออยู่ในส่วนซ้อนที่อยู่ในแนวบิน จุดโยงยึด(Tie Point) คุณสมบัติและบทบาทในการคำนวณปรับแก้เช่นเดียวกับจุดผ่านทุกประการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.1.2 การสำรวจพื้นที่

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การวัดและการคำนวณเพื่อหาตำแหน่งของจุดบนผิวโลก หรือหา ความสัมพันธ์ของจุดต่างๆซึ่งเป็นตัวแทนของสิ่งบนภูมิประเทศ เป็นความรู้ที่มีการพัฒนาต่อเนื่องมา ยาวนาน โดยพัฒนาจากความต้องการจัดทำหรือเขียนแผนที่ของคนในสมัยโบราณ และมีการพัฒนาอย่างมากในกิจการทางทหารและการทำสงคราม ความรู้ในวิชาเรขาคณิตและตรีโกณมิติถูกนำมาใช้มากที่สุดใน การคำนวณหาตำแหน่งของจุด การสำรวจตามความมุ่งหมายข้างต้นอาจเรียกว่า งานรังวัดส่วนความรู้ ทางสถิติและความน่าจะเป็นจะถูกนำมาใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน

ในการวัดหรือผลลัพธ์ที่ คำนวณได้ การหาตำแหน่งของจุดบนผิวโลกอาจพิจารณาจำแนกเป็น 3 วิธี ตามอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีการหา ดังนี้

1) สำรวจโดยวัดบนพื้นดิน (Ground Survey) เป็นงานสำรวจในทางวิศวกรรมส่วนใหญ่ การหาตำแหน่งของจุดใดๆส่วนมากจะประกอบด้วยการวัดระยะทางระหว่างจุดและวัดมุมของแนวต่างๆในพื้นที่โครงการ

2) สำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Survey) เป็นงานสำรวจโดยการบินถ่ายภาพ ภาพถ่ายทางอากาศ ที่จะถูกนำมาใช่งานใน 2 ลักษณะคือ การแปลภาพถ่าย (Photo interpretation) และการวัดตำแหน่งบนภาพถ่าย (Photogrammetry)

3) สำรวจด้วยภาพถ่ายดาวเทียม (Remote Sensing) และการหาพิกัดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) เป็นงานสำรวจโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในอดีตการหาตำแหน่งของจุด จากข้อมูลดาวเทียมจะมีความถูกต้องต่ำไม่สามารถใช้ในงานวิศวกรรม ได้ปัจจุบันความถูกต้องและความละเอียดของตำแหน่งที่ได้จากอุปกรณ์ GPS เพียงพอที่จะใช้ในงานทางวิศวกรรม และมีการ ประยุกต์ใช้งานนำทางมากขึ้น

การสำรวจมีความมุ่งหมายหรือจุดประสงค์แตกต่างกันไปในงานวิศวกรรม แต่สามารถสรุปจุดประสงค์ของ งานสำรวจได้เป็น 3 กรณีคือ

1) การรังวัดเพื่อการจัดทำแผนผังหรือแผนที่ เป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของสิ่งที่ อยู่บนภูมิประเทศ ให้เป็นตำแหน่งบนแผนกระดาษ โดยการวัดและคำนวณหาตำแหน่งของรายละเอียดบนภูมิประเทศ เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้างต่างๆ ต้นไม้ หรือสิ่งตามธรรมชาติแล้วเขียนเป็นแผนที่ แผนผัง หรือรูปตัด ที่ สอดคล้องกับสภาพจริงด้วยมาตราส่วนที่ เหมาะสม

2) การรังวัดเพื่อการก่อสร้าง เป็นการเปลี่ยนค่าตำแหน่งของสิ่งที่ อยู่บนแผนกระดาษซึ่งอาจจะเป็น แบบ แผนผัง หรือแผนที่ให้เป็นตำแหน่งบนภูมิประเทศ จุดมุ่งหมายนี้จะตรงข้ามกับจุดมุ่งหมายในข้อแรก เช่น การวัดเพื่อวางแนวในการก่อสร้างถนน การกำหนดตำแหน่งของฐานรากบนพื้นที่ในงานก่อสร้าง อาคาร เพื่อให้เป็นไปตามแบบแปลน

3) การรังวัดเพื่อหาสิ่งที่ต้องการรู้เช่น ระยะทาง ทิศทาง รูปร่าง ขนาดพื้นที่ ปริมาตรงานดินขุดหรือดินถม โดยการวัดอาจกระทำบนภูมิประเทศหรือวัดจากแผนที่ที่มีอยู่ก็ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

การจำแนกประเภทของงานสำรวจขึ้นอยู่กับแง่มุมในการพิจารณาหากจำแนกโดยพิจารณาจากลักษณะ พื้นผิวอ้างอิงสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) งานรังวัดบนพื้นระนาบ (Plane Survey) เป็นงานรังวัดโดยสมมุติว่าผิวโลกภายในพื้นที่ที่ทำการวัด เป็นระนาบราบ ไม่มีการพิจารณาผลจากความโค้งของผิวโลก สูตรต่างๆที่ใช้ในการคำนวณงานเป็น สูตรเรขาคณิตและตรีโกณมิติบนพื้นระนาบ เป็นการรังวัดในงานวิศวกรรมโดยทั่วไป

2) งานรังวัดบนสัณฐานโลก (Geodetic Survey) เป็นการรังวัดที่มีการพิจารณาผลจากความโค้งของผิว โลกใช้รูปทรงจีออยเป็นสัณฐานอ้างอิง เป็นการรังวัดที่ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำการวัดปริมาณ ต่างๆด้วยความถูกต้องและความละเอียดสูง โดยทั่วไปเป็นงานรังวัดหมดควบคุม

2.2.3 การวัดความสูงของอาคาร

วิธีการ วัดความสูงของต้นไม้ มีทั้งหมด 3 วิธีการ ได้แก่ ใช้กระดาษหนึ่งแผ่น วัดโดยการเปรียบเทียบเงา และคนช่วยใช้เครื่องวัดมุมเอียงหรืออุปกรณ์ส่องกล้องรังวัด ในสถานที่ลับๆแห่งหนึ่งทางตอนเหนือของแคลิฟอร์เนียมีต้นไม้ชื่อว่า ไฮเปอเรียน ถูกวัดความสูงแล้วบันทึกเป็นสถิติโลกว่าสูงถึง 379.3 ฟุต 115.61เมตร เป็นการวัดด้วยตลับเมตรยาวพิเศษ แต่ยังมีวิธีที่ง่ายกว่านั้นอีกและสามารถทำได้ด้วยตัวเองด้วย แต่มันจะช่วยประมาณการได้ดีเลยกับสิ่งที่สูงๆ ไม่ว่าจะเป็นเสาโทรศัพท์ อาคาร ยังเห็นจุดยอดของมัน ก็สามารถทำการวัดได้(Mickelson David,2553)

วิธีการ 1 ใช้กระดาษหนึ่งแผ่น ใช้วิธีนี้หาความยาวของต้นไม้ได้โดยไม่ต้องคำนวณสิ่งที่จำเป็นสำหรับในวิธีการนี้คือ กระดาษหนึ่งแผ่นและตลับเมตร และอาจจะต้องรู้เกี่ยวกับตรีโกณมิติสักเล็กน้อย วิธีนี้ถ้าใช้กับเครื่องวัดมุมเอียงหรืออุปกรณ์ส่องกล้องรังวัด จะทำการคำนวณและบอกเหตุผลเต็มได้ว่าทำไมถึงได้ค่าเช่นนั้น พับกระดาษครึ่งนึงเพื่อให้เป็นรูปสามเหลี่ยม ถ้ากระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้เป็นจตุรัส ทำการตัดส่วนที่เกินออก จะได้สามเหลี่ยมที่ต้องการสามเหลี่ยมจะมีมุมขวา 90 องศา 1 มุม และ 45 องศา 2 มุม ถือสามเหลี่ยมไว้ตรงหน้าตาข้างหนึ่ง จับมุมสี่เหลี่ยมด้านที่เป็นมุมขวา 90 องศา และชี้มุมที่เหลือของสามเหลี่ยมเข้าตัว ด้านที่ยาวที่สุดที่กำลังมองอยู่เรียกว่า ด้านตรงข้ามมุมฉากของสามเหลี่ยม ถอยหลังจากต้นไม้จนกว่าจะเห็นยอดของมุมที่ปลายสามเหลี่ยม ปิดตาข้างหนึ่งและใช้อีกข้างหนึ่งมองตรงไปที่ด้านที่ยาวที่สุดของสามเหลี่ยมจนกว่าจะเห็นยอดของต้นไม้ โดยต้องหาจุดที่สายตาจะมองเห็นส่วนยอดสุดของต้นไม้จากด้านที่ยาวที่สุดของสามเหลี่ยมได้ ให้ดูที่ขั้นตอนของการใช้เครื่องวัดมุมเอียงหรืออุปกรณ์ส่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

กล้องรังวัดไม่จำเป็นต้องคำนวณเมื่อใช้วิธีการนี้ มีเคล็ดลับเล็กๆ ว่า : ค่า tan ของมุม 45 องศา เท่ากับ 1 โดยสมการแปลงให้เข้าใจง่ายได้ว่า ความสูงของต้นไม้ = ระยะทางจากต้นไม้ / 1 คูณแต่ละด้านด้วยระยะทาง จะได้ จากต้นไม้ความสูงของต้นไม้ เท่ากับ ระยะทางจากต้นไม้

วิธีการ 2 วัดโดยการเปรียบเทียบเงา ใช้วิธีนี้ถ้ามีแค่ตลับเมตรหรือไม้บรรทัด โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมแล้วจะได้ผลการประมาณความสูงของต้นไม้ที่แม่นยำ อาจจะต้องใช้การคูณและการหาร แต่ไม่ต้องคิดอะไรนอกจากนี้แล้วถ้าไม่อยากคิดเองก็ใช้เครื่องคิดเลขออนไลน์ก็ได้ โดยใส่ข้อมูลที่วัดได้ลงไปวัดความสูงของตัวเองโดยใช้ตลับเมตรหรือไม้ ความสูงเป็นนิ้วไม่ใช่ ฟุตกับนิ้ว ถ้าไม่แน่ใจว่าจะเปลี่ยนเป็นเลขโดดได้ยังไงก็ให้ใช้ความยาวจากไม้หลาหรือไม้เมตรมาวัดตอนที่ยืนอยู่แทน 3 ฟุตหรือ 1 เมตร พยายามหาจุดที่เงาตัวเองทอดลงไปสู่พื้นดินเพื่อที่จะได้ผลการวัดที่แม่นยำ และเพื่อผลลัพธ์ที่ดีที่สุดให้ทำในวันที่แดดจัด เพราะหากท้องฟ้ามืดอาจจะยากต่อการวัดเงาที่แม่นยำได้ วัดความยาวของเงาตัวเองโดยใช้ตลับเมตร วัดความยาวของเงาต้นไม้ ใช้ตลับเมตรเพื่อวัดความยาวของเงาต้นไม้จากฐานไปยังจุดยอดของเงา และมันจะง่ายถ้าเงาบนพื้นอยู่ในระนาบเดียวกัน เช่น ถ้าต้นไม้อยู่บนที่ลาดชัน การวัดอาจจะไม่แม่นยำนัก หากต้นไม้อยู่บนที่ลาดชันอาจจะมีช่วงเวลาอื่นของวันที่เงาต้นไม้ไม่ไปตรงกับพื้นที่ชันโดยเงาอาจหดสั้นจนไม่ทอดยาวถึงพื้นที่ชัน หรือเงาอาจจะชี้ไปทิศทางอื่น เพิ่มความยาวของเงาต้นไม้ด้วยความกว้างครึ่งหนึ่ง ต้นไม้ส่วนใหญ่มักจะสูงขึ้นไปข้างบนดังนั้นจุดยอดจะอยู่เหนือกึ่งกลางของต้นไม้พอดี วัดความกว้างของลำต้นด้วยไม้บรรทัดยาวหรือตลับเมตรแบบตรง แล้วหารด้วย 2 เพื่อเอาความกว้างครึ่งหนึ่งของต้นไม้ออกมา 3 ตัว คือ ความสูงของตัวเอง ความสูงของเงาตัวเอง และความยาวของเงาต้นไม้ รวมความกว้างครึ่งหนึ่งของลำโดยความยาวของเงาจะพอดีกับความยาวของสิ่งของนั่นความยาว ของเงาต้นไม้ หารด้วยความสูงของมัน ดังนั้นเราสามารถใช้สมการนี้เพื่อหาความสูงของต้นไม้ได้

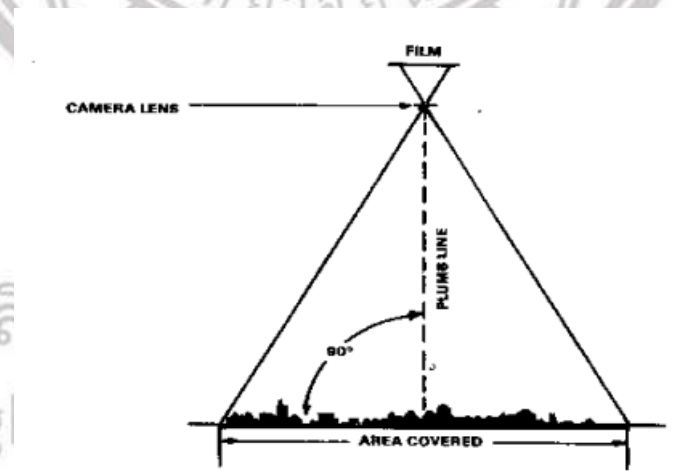
วิธีการ 3 ใช้เครื่องวัดมุมเอียงหรืออุปกรณ์ส่องกล้องรังวัด ใช้วิธีนี้เพื่อการวัดที่แม่นยำมากขึ้น. ยังมีวิธีอื่นแม่นยำกว่านี้อีก แต่นี่จะไม่ต้องคำนวณมากและใช้อุปกรณ์พิเศษที่อ่านค่าได้แม่นยำ มันไม่ได้น่ากลัวอย่างที่คิด สิ่งที่จำเป็นคือเครื่องคิดเลขที่คิดค่า tan และไม้โปรแทคเตอร์ หลอดดูด และเชือก จะใช้ทำเครื่องวัดมุมเอียง (clinometer) ด้วยตัวเองได้แล้ว โดยเครื่องนี้จะวัดความชันของสิ่งของหรือใช้ในกรณีที่มีมุมอยู่ระหว่างคุณกับยอดของต้นไม้ ส่วนอุปกรณ์ส่องกล้องรังวัด (transit) จะเป็นอุปกรณ์ที่ซับซ้อนกว่าที่ให้ผลอย่างเดียวกันแต่ต้องใช้กล้องส่องทางไกลหรือเลเซอร์ช่วยด้วยเพื่อความแม่นยำมากขึ้นวิธีการที่ใช้กระดาษหนึ่งแผ่นให้ผลได้ตรงกับการใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

เครื่องวัดมุมเอียง แต่วิธีการนี้แม่นยำกว่า ที่จะให้วัดความสูงจากทุกระยะทางแทนที่จะต้องเดินตรงไปหรือถอยหลัง เพื่อให้กระดาษอยู่ในแนวเดียวกับต้นไม้อย่างเดียววัดระยะทางไปตามระยะสายตา ยืนแล้วถอยหลังไปยังต้นไม้ และเดินผ่านจุดที่อยู่แถวพื้นของฐานต้นไม้และจะทำให้มองเห็นยอดต้นไม้ได้ชัดเจน เดินตรงและใช้ตลับเมตรเพื่อวัดระยะทางของคุณจากต้นไม้ ซึ่งไม่จำเป็นต้องยืนไกลจากต้นไม้ตามระยะทางที่กำหนดก็ได้ ถ้าจะให้ได้ผลดีที่สุดยืนห่างออกมาประมาณ 1-1.5 เท่าของความสูงต้นไม้ วัดมุมเงยไปหายอดต้นไม้ มองที่ยอดต้นไม้และใช้เครื่องวัดมุมเอียงหรืออุปกรณ์ส่องกล้องรังวัดเพื่อจะวัดระหว่างมุมเงย

2.2.4 แนวคิดเกี่ยวกับโฟโตแกรมเมตรี

1) ภาพถ่ายดิ่ง (Vertical aerial photographs) ภาพถ่ายที่ได้จากการถ่ายภาพในขณะที่ภาพถ่ายนั้น หน้ากล้องพุ่งตรงไปยังพื้นผิวภูมิประเทศ แนวแกนกล้องตั้งฉากกับพื้นดิน ภาพถ่ายมีมุมเอียง (tilt) น้อยกว่า 4 องศา นิยมใช้ในการทำแผนที่ การแปลภาพถ่าย และงานวิจัยอื่น ๆ เพราะภาพถ่ายดิ่งจะให้ภาพถ่ายของสิ่งปรากฏต่าง ๆ บนภูมิประเทศคล้ายคลึงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด มาตราส่วนของภาพถ่ายค่อนข้างสม่ำเสมอ ตรงกลางภาพจะเป็นส่วนที่มีมาตราส่วนถูกต้องมากที่สุด และสามารถนำมาศึกษาลักษณะภาพสามมิติได้อีกด้วย นอกจากนี้ภาพถ่ายดิ่งไม่มีการบิดเบี้ยว (distortion) มากนัก จึงมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ชัดเจน

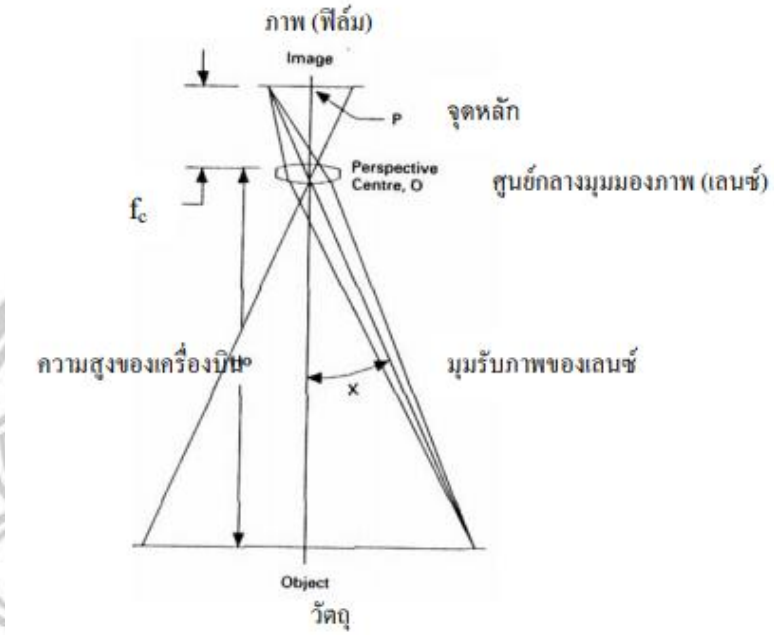


ลิขสิ
Copyrig
sity
All rights reserved

ภาพ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกล้องถ่ายรูปกับพื้นดินสำหรับภาพถ่ายทางดิ่ง (กิตติศักดิ์ ศรีกลาง,2559)

2) เลนส์นูน เป็นเลนส์ที่ใช้ในกล้องถ่ายภาพ ซึ่งสามารถรวมแสง แล้วโฟกัสลงบนฟิล์ม เพื่อให้ได้ ภาพคมชัด และรูปร่างเหมือนกับวัตถุเดิมมากที่สุด ความยาวโฟกัสของเลนส์

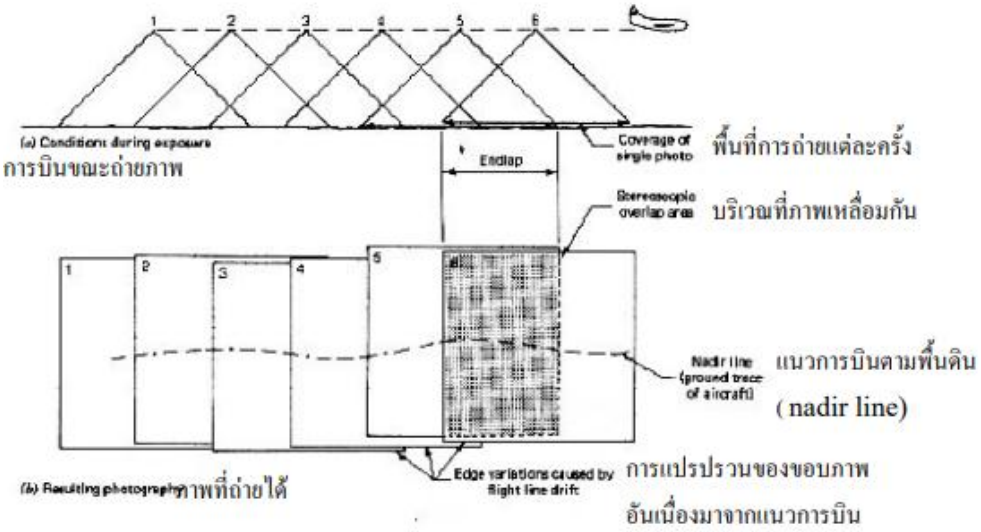
หมายถึง ระยะจากจุดกึ่งกลางของเลนส์ถึงแผ่นฟิล์ม หรือแผ่นภาพ เมื่อกล้องเพ่งไปยังจุดอนันต์หรือแสงนั้นมาจากจุดที่เกือบขนานกับหน้าเป็นของเลนส์



ภาพ 2.5 ความสัมพันธ์ทางด้านการวัดจากภาพที่ถ่ายด้วยกล้องที่สมบูรณ์แบบ (กิตติศักดิ์ ศรีกลาง ,2559)

3) ส่วนซ้อนและส่วนเกย ส่วนซ้อน (end lap) “ พื้นที่ที่ทับกันอยู่ของภาพประชิดในแถบบิน ” ส่วนเกย (side lap) “ พื้นที่ที่ทับกันอยู่ระหว่างแถบบินที่ประชิดกัน ” โดยปกติ การถ่ายภาพทางอากาศเพื่อใช้ในงานแผนที่จะถ่ายภาพให้มีส่วนซ้อน ร้อยละ 60 ± ร้อยละ 5 เพื่อที่จะครอบคลุมพื้นที่สำหรับมองสามมิติต่อเนื่องกันกันไป และ ป้องกันผลกระทบอันเนื่องจาก ความเบน ความเอียง ความต่างระดับบิน และความแตกต่างของระดับภูมิประเทศ ส่วนเกยมีความจำเป็นเพื่อไม่ให้เกิดช่องโหว่ระหว่างแถบบิน ซึ่งมีผลมาจาก การบินออกจาก แนว (drift) ความเบน (crab) ความเอียง ความแตกต่างของระดับบิน และความแตกต่างของ ระดับภูมิประเทศ ซึ่งโดยปกติจะถ่ายภาพให้มีส่วนเกยกันประมาณร้อยละ 30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 2.6 การเหลื่อมกันของภาพถ่ายทางอากาศตามแนวบิน (กิตติศักดิ์ ศรีกลาง,2559)

4) ระดับสูงบิน เมื่อเลือกความยาวโฟกัส ของกล้องและมาตราส่วนภาพถ่ายเฉลี่ยที่ต้องการได้แล้ว ระดับสูง บินเหนือภูมิประเทศเฉลี่ยจะถูกกำหนดโดยอัตโนมัติจาก

$$S_{avg} = f / (H - h_{avg})$$

S_{avg} : มาตราส่วนภาพถ่ายเฉลี่ย

f : ความยาวโฟกัสของกล้อง

H : ระดับสูงบินเหนือพื้นหลักฐาน

สมการที่ 2.2

จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) หมายถึง จุดใด ๆ ที่ทราบค่า พิกัดในระบบพิกดัภูมิประเทศ เป็นตัวกลางที่ท าให้สามารถจัดภาพให้มีความสัมพันธ์อ้างอิง กับพื้นภูมิประเทศแบ่งออกเป็น จุดควบคุมทางราบ (Horizontal Control Point) จุดควบคุมทางดิ่ง (Vertical Control Point) ระบบพิกัดอ้างอิง ในระบบพิกัดภูมิประเทศ ที่ใช้โดยทั่วไป แบ่งออกเป็น พิกัดทางราบ ได้แก่ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ ละติจูด , ลองจิจูด (ϕ, λ) ระบบพิกัดกริด UTM Easting , Northing (N, E) พิกัดทางดิ่ง ได้แก่ ระดับสูงเหนือพื้นอ้างอิง เช่น ระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level : MSL)

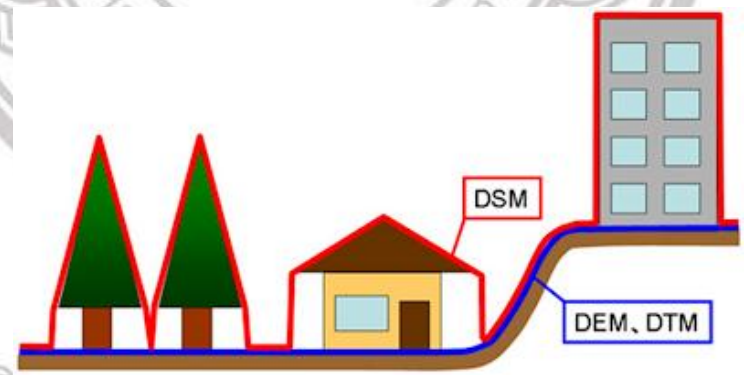
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) เป็นข้อมูลที่แสดงถึงลักษณะภูมิประเทศของโลก หรือพื้นผิวอื่นๆในรูปแบบดิจิตอล ค่าพิกัดและการแสดงค่าความสูง โดยส่วนมากจะถูกใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ DEM อาจสามารถใช้งานร่วมกับภาพแสดง

พื้นผิวได้ ซึ่ง DEM มักถูกจัดเก็บในลักษณะของ Raster หรือจุดภาพที่เป็นสี่เหลี่ยมโดยแต่ละช่องจะจัดเก็บค่าความสูงเอาไว้ ประโยชน์ของ DEM ใช้ในงานจำลองสภาพภูมิประเทศ การจำลองการบินหรือการจำลองการไหลของน้ำเป็นต้นแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ได้จากการรังวัดความสูงหรือจุดระดับความสูงที่เป็นตัวแทนของภูมิประเทศ มีการจัดเก็บข้อมูล การประมวลผล และการนำเสนอแบบจำลองในรูปแบบต่างๆ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D) แบบจำลองสามมิติเสมือนจริง แบบจำลองระดับสูงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการนำไปสร้างภาพถ่ายออร์โธเนื่องจากแบบจำลองระดับสูงจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งเนื่องจากความสูงต่างของภูมิประเทศ(Relief Displacement) ซึ่งหากแบบจำลองระดับสูงมีความถูกต้องสูงก็จะส่งผลให้ภาพถ่ายออร์โธมีความถูกต้องสูงด้วยเช่นกัน

Digital Terrain Model (DTM) เป็นคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับ DEM แต่จะใช้ทั่วไปๆ มากกว่า ข้อมูล DTM ความสูงของพืชพันธุ์ อาคาร สิ่งปลูกสร้างจะถูกเอาออกให้เหลือเฉพาะพื้นผิวของโลกจริงๆ

Digital Surface Model (DSM) หมายถึงแบบจำลองภูมิประเทศซึ่งจะแสดงพื้นผิวของโลกที่สามารถแสดงบนคอมพิวเตอร์ได้ โดยจะรวมเอาความสูงของพืชพันธ์และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเอาไว้ด้วย



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาพ 2.7 ความแตกต่างระหว่าง DSM และ DTM / DEM (Jittranut Sriphom,2557)

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การสร้างแบบจำลองค่าระดับความสูงภูมิประเทศ (Digital Terrain Model : DTM) การสร้างแบบจำลองความสูง (Digital Terrain Model : DTM Extraction)เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองความสูงที่ได้จากการขยายจุดบังคับภาพถ่ายทางอากาศโดย แบบจำลองความสูงที่ได้นี้จะเป็นความสูงของพื้นผิวทางกายภาพของพื้นที่ ซึ่งรวมถึงสิ่งปกคลุมพื้นผิวทางกายภาพของโลก (Digital Terrain) ซึ่งได้แก่ บ้าน อาคาร ต้นไม้ ป่าไม้ ดังนั้นความสูงที่ได้จึงยังไม่ใช่ความสูง ที่ได้จากสภาพพื้นผิวจริงๆของโลก จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับแก้ เพื่อให้ได้ความสูงจริงของพื้นผิว โดยการ

ปรับแก้แบบจำลองความสูง (DEM Editing) โดยใช้แบบจำลองคู่ภาพสามมิติ (3D Stereo) เพื่อทำการกำจัดความสูงของสิ่งปกคลุมจากแบบจำลองเพื่อให้ได้แบบจำลองความสูง (DEM) จึงจะสารมารถนำเอาผลที่ได้จากการปรับแก้แบบจำลองแล้วไปสร้างเป็นเส้นชั้นความสูง (Contour line)

2.2.5 Sketchfab การสร้าง 3D Model

ได้เห็นความต้องการและตลาดที่เพิ่มขึ้นสำหรับเนื้อหา 3D โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื่องจาก VR และ AR กลายเป็นกระแสหลักมากขึ้น เราได้เปิดตัวคุณลักษณะการดาวน์โหลดในปี 2014 ซึ่งใช้ประโยชน์ จากใบอนุญาตครีเอทีฟคอมมอนส์ คุณลักษณะนี้ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากและในปัจจุบันนี้เราเห็นการดาวน์โหลดมากกว่า 200,000 ครั้งต่อเดือนเป็นจำนวนรวมมากกว่า 2.5 ล้านดาวน์โหลด เหล่านี้ถูกนำมาใช้สำหรับการใช้งานที่เป็นไปได้ทุกกรณีตั้งแต่การพิมพ์แบบ 3D ไปจนถึงการศึกษาในชั้นเรียนจนถึงวิดีโอเกมและ VR จากประสบการณ์วิวัฒนาการตามธรรมชาติและหนึ่งในคุณสมบัติที่เราต้องการมากที่สุด คือการดาวน์โหลดแบบชำระเงินวิธีที่ผู้สร้างของเราสามารถสร้างรายได้จากการทำงาน ซึ่งเป็นหนทางที่จะผลักดันการแจกจ่ายเนื้อหาภายนอก Sketchfab และวิธีที่ยอดเยี่ยมสำหรับคนอื่นในการค้นหาเนื้อหาที่ยอดเยี่ยม

<u>3D Formats</u>

มีหลายวิธีที่จะทำให้โมเดลของคุณอัปโหลดไปยัง Sketchfab คุณสามารถคลิกอัปโหลดที่มุมขวาบนของหน้า Sketchfab เพื่ออัปโหลดรูปแบบไฟล์ที่สนับสนุนของเราหรือคุณสามารถใช้ผู้ส่งออกเพื่ออัปโหลดได้โดยตรงจากซอฟต์แวร์ 3D ของคุณ

Sketchfab supports more than 50 3D formats:

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

- ☐ 3DC point cloud (.3dc, .asc)
- ☐ 3DS (.3ds)
- ☐ ac3d (.ac)
- ☐ Alembic (.abc)
- ☐ Alias Wavefront (.obj)
- ☐ Biovision Hierarchy (.bvh)
- ☐ Blender (.blend)

- [ ] Carbon Graphics Inc (.geo)
- [ ] Collada (.dae, .zae)
- [ ] *Design Web Format (.dwf)
- [ ] Designer Workbench (.dw)
- [ ] DirectX (.x)
- [ ] *Drawing eXchange Format (.dxf)
- [ ] Autodesk Filmbox, FBX (.fbx)
- [ ] GDAL vector format (.ogr)
- [ ] Generic Tagged Arrays (.gta)
- [ ] GL Transmission Format (.gltf, .glb)
- [ ] Initial Graphics Exchange Specification, IGES (.igs, .iges)
- [ ] Kerbal Space Program (.mu, .craft)
- [ ] Google Earth, Keyhole Markup Language (.kmz)
- [ ] LIDAR point clouds (.las)
- [ ] Lightwave (.lwo, .lws)
- [ ] Mimesys Q3D (.q3d)
- [ ] Minecraft (.mc2obj, .dat)
- [ ] Open Flight (.flt)
- [ ] Open Inventor (.iv)
- [ ] OpenSceneGraph (.osg, .osgt, .osgb, .osgterrain, .osgtgz, .osgx, .ive)
- [ ] Polygon File Format (.ply)
- [ ] Quake (.bsp)
- [ ] Quake / Valve source engine (.md2, .mdl)
- [ ] Shape (.shp)
- [ ] *Stereolithography, Standard Tessellation Language (.stl, .sta)
- [ ] Terrapage format database (.txp)
- [ ] Valve source engine (.vpk)
- [ ] Virtual Reality Modeling Language, VRML (.wrl, .wrz)

2.2.6แนวคิดความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

การเปรียบเทียบโดยใช้ Correlation หรือ ค่าสหสัมพันธ์ เป็นการดูทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยมี Correlation Coefficient (r) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์นี้ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ซึ่งหากมีค่าใกล้ -1.0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้าม หากมีค่าใกล้ +1.0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก และหากมีค่าเป็น 0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

2.3 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยงยุทธ วิถีไตรรงค์ (2556) ได้กล่าวไว้ว่า อากาศยานไร้คนขับ หรือ UAV (Unmanned Aviation Vehicle)แต่เดิมนั้นมีการใช้งานในหน่วยงานด้านความมั่นคงแต่ในปัจจุบันนั้นได้มีการนำมาใช้ หลากหลายรูปแบบ ทั้งด้านการสำรวจ การเฝ้าระวัง หรือเล่นเป็นงานอดิเรก ตลอดจนใช้เพื่อการถ่ายภาพทางอากาศ และยังกล่าวไว้อีกว่ามีการใช้กันอย่างแพร่หลายในช่วงปี 1960 – 1980 โดยมีงานวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับ UAV กระจายอยู่ทั่วโลก การใช้งาน UAV หมายถึงอากาศยานน้ำหนักเบาที่บินได้โดยไม่ต้องมีนักบินอยู่บนเครื่อง อาจทำการควบคุมโดยตรงโดยผู้ควบคุมจากภาคพื้นดินหรือโดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งกำหนดแผนการบินเข้าสู่ตัวเครื่องหรือโดยอาศัยโปรแกรมควบคุมการบินอัตโนมัติ การถ่ายภาพทางอากาศเริ่มตั้งแต่ปี 1858 โดยช่างภาพชาวฝรั่งเศสที่ถ่ายจาก บอลลูนเหนือกรุงปารีส ต่อมาจึงเริ่มมีการวิวัฒนาการมาเรื่อย ๆ ตั้งแต่การใช้นกพิราบ ว่าว จรวด บอลลูนถ่ายภาพ ร่มบิน รวมถึงเครื่องบิน จนถึงในยุคปัจจุบันที่เป็นยุค ของการถ่ายภาพทางอากาศที่เป็นภาพถ่ายแบบดิจิตัลคุณภาพสูงซึ่งการถ่ายภาพทางอากาศนั้นสามารถนำไปใช้ได้หลากหลายวัตถุประสงค์ ทั้งทางยุทธการ การประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ของเขานั้นจะกล่าวถึงในส่วนของการถ่ายภาพ เพื่อการสำรวจเพื่อทำแผนที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ชิต เหล่าวัฒนา อรรณพ เรืองวิเศษและ รุ่งโรจน์ หวังเกียรติ (2557)ได้ศึกษาเกี่ยวกับส่วนซ้อน ส่วนเกยของภาพถ่ายทางอากาศและศึกษาเกี่ยวกับซอฟแวร์ PIX4D เวลาที่เราจะต้องการจะใช้ภาพถ่ายทางอากาศนั้นภาพถ่ายที่ดีจะต้องถ่ายให้ภาพมีบริเวณซ้อนทับซึ่งก็ขึ้นอยู่กับรายละเอียดงานต้องการซ้อนทับกันกี่ % ซึ่งถ้าซ้อนทับกันน้อยไปเวลานำมาภาพมาต่อกันเป็นผืน

ใหญ่ก็ยากเพราะ Software จะไม่สามารถ Matching จุดระหว่างภาพได้ แต่ถ้าซ้อนทับกันมาก อาจจะต้องเปลืองเวลาและงบประมาณในการบินถ่ายและเวลาในการประมวลผล เมื่อไปบินถ่ายและได้ภาพมาแล้ว ก็นำมาภาพมาเข้าสู่ Software เพื่อจะต่อภาพให้กลายเป็นผืนใหญ่

ความสามารถของ PIX4D คือการสร้าง Point Cloud จากภาพหลายๆ มุมมองได้ ด้วยหลักการทาง Photogrammetry เราก็ได้ file ออกมา file นึง ที่เป็นนามสกุล .las

มณฑา จำปาเหลือง (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบินถ่ายรูปด้วย UAV เพื่อทำแผนที่ก็ทำเช่นเดียวกันการบินถ่ายภาพทางอากาศทั่วไป คือ ต้องมี overlap และ sidelap Overlap คือ การซ้อนกันของภาพถ่ายในแนวบินเดียวกัน สำหรับ UAS แล้วแนะนำไม่น้อยกว่า 65% Sidelap คือ การซ้อนกันของภาพถ่ายระหว่างแนวบิน แนะนำให้ใช้ 65% สำหรับการควบคุมการบินและถ่ายรูปของกล้องถ่ายภาพให้ได้ overlap และ sidelap จะใช้ตัว autopilot ให้บินไปตามเส้นทางและแนวบินที่ได้คำนวณไว้จากตัวโปรแกรมวางแผนที่มาพร้อมกับระบบ UAS หรือคำนวณเองทั้งหมดแล้ว upload ขึ้น autopilot และการควบคุมการถ่ายภาพจะควบคุมด้วย autopilot เช่นกันที่จะสั่งการถ่ายภาพที่ตัวกล้อง โดยทั่วไปกล้องที่ใช้จะเป็นกล้องรุ่นที่มี sensor รับการสั่งงานในการถ่ายรูปด้วยแสงอินฟาเรดโดยจะกระพริบแสงเป็นจังหวะเวลาที่ได้คำนวณไว้ หากใช้กล้องที่ตั้งเวลาจะมีความยืดหยุ่นในการกำหนดเวลาที่ไม่ละเอียดตามการคำนวณ ส่วนนี้จะสัมพันธ์กับความเร็วของ UAV ซึ่งจะถูกกำหนดความเร็วในการบินมาตั้งแต่ตอนวางแผนบิน เครื่อง UAV จะบินด้วยความเร็วที่กำหนดก่อนเข้าสู่เส้นแนวบินที่จะถ่ายรูป เพื่อรักษาค่า overlap ให้เป็นไปตามที่กำหนด

กิตติศักดิ์ ศรีกลาง (2557)ได้อธิบายเกี่ยวกับการวางแผนโครงการทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศการดำเนินงานตามโครงการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศขึ้นอยู่กับ ภาพที่ มีคุณภาพดี ซึ่งจะได้จาก การวางแผน อย่างระมัดระวัง และการปฏิบัติ ที่เที่ยงตรงตาม แผนการบิน ที่กำหนด ซึ่งประกอบด้วย แผนที่แนวบิน (Flight Map) และ เกณฑ์กำหนด (Specification) ซึ่งจะระบุถึงรายละเอียดของการถ่ายภาพ รวมทั้ง ข้อกำหนดเฉพาะอย่าง รายละเอียดที่เกี่ยวกับ วัสดุ เครื่องมือ และวิธีการที่จะใช้ในโครงการ และ รวมถึงความต้องการ และเกณฑ์ยอมรับได้ (tolerances)

กิตติศักดิ์ ศรีกลาง (2557)ได้อธิบายเกี่ยวกับภาพถ่ายทางอากาศ (aerial photograph) เป็นภาพที่ถ่ายจากทางอากาศในระบบ ทางอ้อม โดยวิธีการเอากล้องถ่ายรูปติดไปกับอากาศยาน แล้วบินไปเหนือภูมิประเทศบริเวณที่จะทำการถ่ายภาพ แล้วเปิดหน้ากล้อง เพื่อปล่อยให้แสงสะท้อนจากสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในภูมิประเทศเบื้อง ล่าง เข้าสู่เลนส์กล้องถ่ายรูปไปจนถึงแผ่นฟิล์ม การหาความสูงของวัตถุจากภาพเดี่ยว ภาพที่นำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติดังนี้ ภาพต้องมีมาตราส่วนค่อนข้างใหญ่ วัตถุต้องอยู่บนพื้นหลักฐานเดียวกับจุดดิ่งหรือจุดหลัก ภาพถ่ายต้องเป็นภาพถ่าย

ดิ่ง ยอดและฐานวัตถุต้องเห็นได้ชัดเจนในภาพ วัตถุต้องฉายดิ่งจากพื้นหลักฐาน การเคลื่อนของตำแหน่งต้องเบนออกจากจุดหลัก และจุดยอดต้องทอดตัวออกจากจุดกึ่งกลาง ภาพไปไกลกว่าฐานของภาพ จะเห็นว่าการวัดความสูงของวัตถุ แม้ว่าจะทำได้โดยการวัดจากภาพเดี่ยว แต่ก็มี ข้อจำกัด

ทางด้านการถ่ายภาพมาก การวัดจากภาพคู่สามมิติจะมีข้อจำกัดน้อยกว่า เพราะค่าที่วัดได้จะ เป็นค่าสัมพัทธ์ หรือเป็นความแตกต่างระหว่างค่าของความสูง ซึ่งสามารถนำไปเทียบเป็นค่าที่ต้องการได้รายละเอียดของการคำนวณ

ปภาวิน คล้ายรักษา และปฏิภาณ สกุลพาณิชย์พันธ์ (2559) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกัยเรื่องการประยุกต์ใช้งานรังวัดบนภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ ในการสร้างแบบจำลองสามมิติ กรณีศึกษาพื้นที่คณะวิศวกรรมศาสตร์การศึกษาการประยุกต์ใช้งานรังวัดบนภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ(Unmanned Aerial Vehicle: UAV) เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยอากาศยานไร้คนขับ ศึกษาความถูกต้องเชิงตำแหน่งของผลลัพธ์ในการประมวลผลภาพถ่าย ด้วยโปรแกรม Pix4Dmapper ซึ่งการศึกษาโครงงานนี้ได้ใช้บริเวณพื้นที่ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการสร้างแบบจำลองสามมิติ โดยใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งมีการปรับแก้ค่าพิกัดจากหมุดควบคุม ที่มีความถูกต้องและรายละเอียดที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จากการศึกษาพบว่า เทคนิคการรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ และแบบจำลองสามมิติ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านวิศวกรรมอื่นๆได้ เช่น การทำแบบจำลองสามมิติของโครงสร้างอาคารอื่นๆ และแบบจำลองสามมิติที่ได้ผลออกมานั้นมีค่าความละเอียดถูกค่อนข้างสูง

Priabroy (2559)ได้ทำการศึกษาทดลองประมวลผลของภาพถ่ายทางอากาศที่ได้ข้อมูลภาพมาจากอากาศยานไร้คนขับ โดยใช้ทั้งหมดสามโปรแกรมในการประมวลผลและทำการเปรียบเทียบกันและนำผลที่ได้มาทำการสร้างแบบจำลองสามมิติในSketchfab โดยได้ทำการทดลองใช้โปรแกรมประมวลผล AgisoftPhotoscan, Pix4DMapper และ 3DFZephyr เอาเวอร์ชั่นทดลองใช้มาก่อน Priabroy พบว่า Agisoft Photoscan กับ Pix4DMapping ให้ผลลัพธ์ออกมาใกล้เคียงกัน DSM และภาพออร์โธที่ได้ออกมานั่นมีความแตกต่างกันเล็กน้อย และสามมิติที่สร้างใน Sketchfab แทบไม่มีความแตกต่างกันเลย แต่การประมวลผลของโปรแกรม Pix4Dmapper ใช้ทรัพยากรในการประมวลผลเยอะกว่าและใช้เวลาในการประมวลผลนานกว่า Agisoft Photoscan

Chen, Liu, Gao and Liu (2557)ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจับคู่ภาพอัตโนมัติเพราะภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับที่ได้มานั้นจะต้องมีการปรับแก้ภาพ ก่อนสร้างพิกัดให้ภาพและภาพที่ดัดแก้

มาแล้วนั้นจะต้องมีความถูกต้องและความแม่นยำในการตรวจจับภาพ digital orthographic maps การเลือกและวางตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการแก้ไขรูปทรงเรขาคณิตเพื่อสร้าง digital orthographic maps เพื่อช่วยในการใช้งานที่จะต้องเลือกจุด

GCPs เองและเพิ่มความแม่นยำในการแก้ไขจึงจำเป็นต้องปรับปรุงระบบอัตโนมัติในการแก้ไขภาพและวิธีจับคู่ GCP

การตรวจสอบความถูกต้อง

กมลฉัตร ศรีจะตะ (2559) ได้ศึกษาความหนาแน่นของเมืองจากข้อมูลแบบจำลองความสูงไลดาร์ ในพื้นที่เขตดาวทาวน์และเขตสตริป รัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยนำเสนอวิธีการสกัด ข้อมูลความสูงไลดาร์ พารามิเตอร์ของอาคาร การคำนวณค่าอัตราส่วนพื้นที่อาคารต่อแปลงที่ดิน (Floor Area Ratio: FAR) และค่าอัตราส่วนพื้นที่คลุมดินต่อแปลงที่ดิน (Building Coverage Ratio: BCR) และได้มีการตรวจสอบความถูกต้องจากภาพที่ได้มาจากค่าจริง (ข้อมูล Google Earth) และค่าที่ประมาณได้จากแบบจำลอง (ข้อมูลไลดาร์) ผลการศึกษาพบว่า เขตดาวทาวน์นั้นเมืองมีความหนาแน่นมากกว่าเขตสตริปซึ่งพิจารณาจากค่าอัตราส่วนพื้นที่ อาคารต่อแปลงที่ดิน (Floor Area Ratio: FAR) และค่าอัตราส่วนพื้นที่คลุมดินต่อแปลงที่ดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเปรียบการสกัดค่าความสูงของอาคารในเขตพื้นที่เมือง โดยใช้ข้อมูลจาก อากาศยานไร้คนขับ กับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูง โดยใช้ซอฟแวร์ในการประมวลผล 2 ซอฟแวร์เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าความสูงที่สกัดได้ ในพื้นที่ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยแบ่งออกเป็น 3 พื้นที่ ได้แก่ อาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร และ วิทยาลัยพลังงาน มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียดแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2 ข้อมูลแหล่งข้อมูล

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล Intel(R) Core(TM) i7-6700U CPU @ 3.50 GHz RAM 4 GB

2) ซอฟแวร์และโปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ DJI GS Pro , Agisoft Photoscan , Pix4Dmapper

3) เครื่องวัดมุมและวัดความสูง Haga Altimeter และเทปวัดระยะ

4) อากาศยานไร้คนขับ DJI Phantom 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ตาราง 3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับ	ข้อมูล	แหล่งที่มา	ชนิดข้อมูล	ปี พ.ศ	พื้นที่
1	ภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับ	อากาศยานไร้คนขับ DJI Phantom 4 advancrd	ราสเตอร์	พ.ศ.2561	มหาวิทยาลัยนเรศวร
2	ข้อมูลความสูง	จากเครื่องมือวัดความสูงที่ได้ทำการลงพื้นที่ไปวัด	เวกเตอร์	พ.ศ.2561	มหาวิทยาลัยนเรศวร
3	ข้อมูลความสูง	Pix4Dmapper และ Agisoft Photoscan	ประเภทจุดราสเตอร์	พ.ศ.2561	มหาวิทยาลัยนเรศวร
4	3D Model	Pix4Dmapper และ Agisoft Photoscan	ราสเตอร์	พ.ศ.2561	มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศโดยอากาศยานไร้คนขับ และข้อมูลความสูงจากเครื่องวัดความสูง ในพื้นที่ศึกษา

3.3.1 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

1)รวบรวมข้อมูลและวางแผนการบินในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรอาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร และ วิทยาลัยพลังงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2) ตรวจสอบบริเวรรอบๆพื้นที่ศึกษา โดยสำรวจพื้นที่มีพื้นที่โล่งสำหรับการบินขึ้นลงเพียงพอหรือไม่ และสังเกตอาคารพื้นที่ศึกษาเพื่อที่จะได้ทราบว่าควรกำหนดระยะความสูงบินเท่าใด

3)ตรวจสอบข้อมูลภาพถ่ายที่ได้ และทำการคัดเลือกเฉพาะบริเวรพื้นที่ศึกษา จัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3.3.2 ข้อมูลความสูง จากเครื่องวัดความสูง

1)รวบรวมข้อมูลความสูงของอาคารในพื้นที่ศึกษาที่มหาวิทยาลัยนเรศวรอาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสารและวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ทำการวัดค่าความสูงของอาคาร โดยเครื่องวัดความสูง Haga Altimeter

2) ตรวจสอบข้อมูล และทำการหาค่าความสูงของอาคารที่ได้มาจากเครื่องวัดความสูงได้ข้อมูลออกมาในรูปแบบของมุมเงย และระยะห่างจากจุดวัดถึงฐานอาคาร

3) นำข้อมูลความสูง เข้าสู่โปรแกรมสารสนเทศ เพื่อเปรียบความสูงที่ได้มีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

3.3.3 ข้อมูลความสูง จาก Pix4Dmapper และ Agisoft Photoscan

1) รวบรวมข้อมูลภาพถ่ายของอาคารในพื้นที่ศึกษาที่มหาวิทยาลัยนเรศวรอาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสารและวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร

2) นำข้อมูลภาพเข้าสู่โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำการประมวลผลจะได้การสร้างจุดความหนาแน่นของภาพ 3D Model ภาพ DSM และภาพออร์โธ

3) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และนำข้อมูลความสูงที่สกัดได้อยู่ในรูปของราสเตอร์ทำการเปรียบเทียบของทั้ง 2 ซอฟแวร์ กับความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูง

ภาพ 3.1 ภาพออร์โธ ที่ได้จาก Agisoft Photoscan

ดังภาพที่ 3.1 ภาพออร์โธ ที่ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan บริเวรในส่วนของริมขอบภาพนั่นจะมีพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลเป็นจำนวนมากและเป็นรูปทรงที่ไม่สวยงามมากนัก แต่ในภาพที่ 3.2 หรือภาพออร์โธที่ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Pix4Dmapper นั่นมีบริเวรพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลน้อยกว่าและรูปทรงของภาพออร์โธที่ได้ทำการประมวลผลออกมานั่นสวยงสและมีความคมชัดมากกว่า

ภาพ 3.2 ภาพออร์โธที่ได้จาก Pix4Dmapper

3.3.4 ข้อมูล 3D Model

1) รวบรวมข้อมูล3D Model ในพื้นที่ศึกษา ที่มหาวิทยาลัยนเรศวรอาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร และ วิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ทำการวัดค่าความสูงของอาคาร ที่ได้จากการประมวลผลทั้ง 2 ซอฟแวร์

2) นำข้อมูล 3D Model DSM และภาพ ออร์โธ เข้าสู่เว็บไซต์ของ Sketchfab เพื่อทำการเผยแพร่ 3D แบบออนไลน์ สามรถทำการดาว์โหลดและทำการซื้อขาย Model ได้

3) ตรวจสอบข้อมูล 3D Model และทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากทั้ง 2 ซอฟแวร์

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

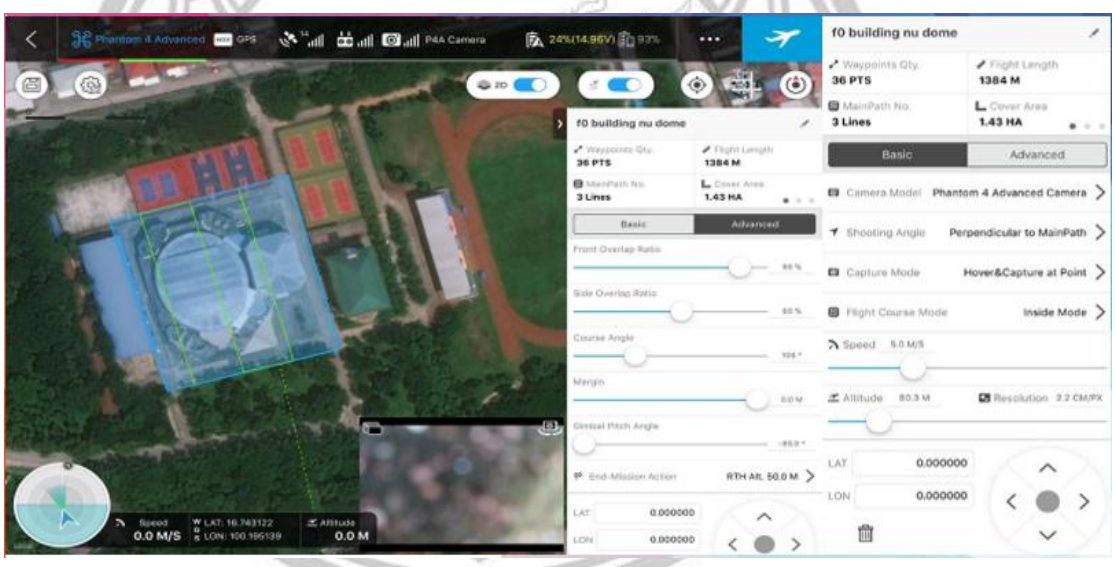
1)การจัดการข้อมูลความสูงของจากเครื่องมือวัดความสูงที่วัดได้จากการลงภาคสนาม

2) สร้างชั้นข้อมูลความสูงของอาคาร ให้อยู่ในรูปของ point cloud

3) การสกัดข้อมูลความสูงอาคารที่มีรูปแบบเป็น point cloud มาคำนวณอัตโนมัติเมื่อได้ผลลัพธ์ออกมาให้แยกจำแนกประเภทข้อมูลและแสดงผลในรูปแบบ ข้อมูลระดับความสูงของอาคาร ในรูปแบบแผนที่แสดงความสูงของอาคาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

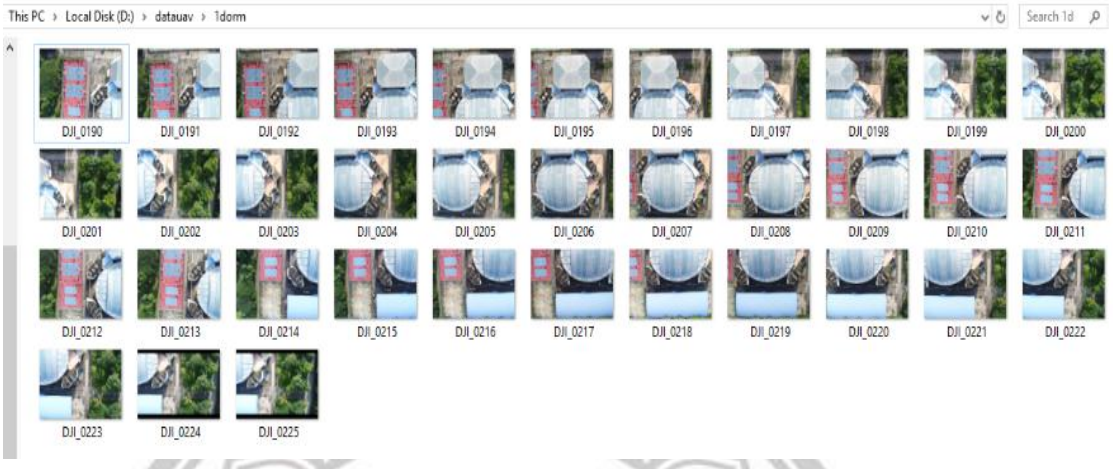
4)การจัดการข้อมูลความสูงจากภาพถ่ายโดรนพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ประกอบกด้วย 3 อาคาร โดยอาคารแรกจะเป็น อาคารอเนกประสงค์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อาคารที่สองจะเป็น วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร และอาคารที่สามจะเป็นอาคารของคณะบริหารธุรกิจ เศษฐศาสตร์และการสื่อสาร โดยที่จะทำการบินถ่ายภาพเพื่อจะนำมาสกัดค่าความสูงของอาคารและนำมาทำ 3D Model โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (DJI Phantom 4 advanced) นำมาถ่ายภาพทางอากาศเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2561 , 21 สิงหาคม 2561 และ 31 พฤศจิกายน 2561 ตามลำดับ โดยขั้นตอนแรกของวิธีวิจัยนั้นคือ การวางแผนแนวบินของอาคารทั้ง 3 อาคาร โดยยกตัวอย่างเป็นพื้นที่ศึกษา 1 ใน 3 คือ อาคารอเนกประสงค์ เพราะ ว่ามีรูปทรงที่แตกต่างจาก อาคารอื่นๆที่อยู่ใกล้เคียงกัน



ภาพ 3.3 การวางแผนแนวบินของอาคารอเนกประสงค์

โดยการวางแผนแนวบินนั้นได้กำหนดความสูงบิน อยู่ที่ 80 เมตร ส่วนซ้อน ร้อยละ 90 และส่วนเกย ร้อยละ 60 โดยมีแนวบินทั้งหมด 3 แนวบิน และรูปที่ได้ทั้งหมด 36 รูป โดยตั้งเป็นการบินแบบ 3 มิติ เพราะ นำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยใช้ค่าพิกัด ณ จุดเปิดถ่าย และนำภาพเข้าสู่โปรแกรม Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 3.4 ภาพที่ได้มาจากการบินถ่ายภาพ

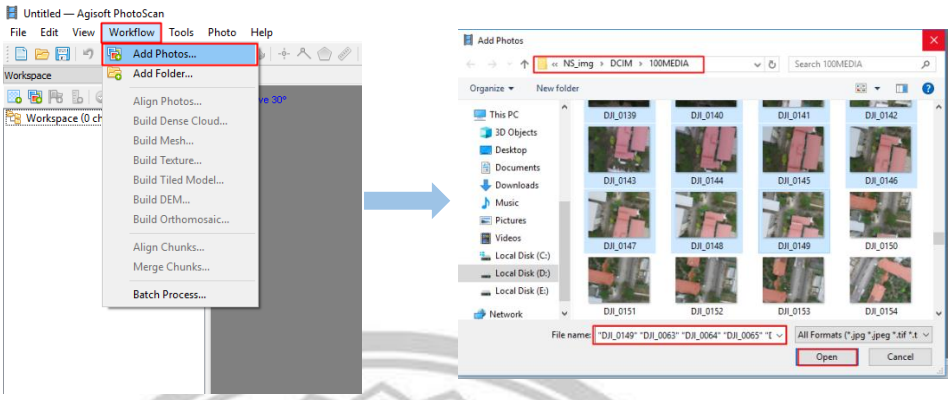
5) สร้างชั้นข้อมูลความสูงของอาคาร ให้อยู่ในรูปของ point cloud

6) การสกัดข้อมูลความสูงอาคาร ที่มีรูปแบบเป็น point cloud มาคำนวณอัตโนมัติ เมื่อได้ผลลัพธ์ออกมาให้แยกจำแนกประเภทข้อมูลและแสดงผลในรูปแบบข้อมูลระดับความสูงของอาคาร และนำเสนอในรูปแบบแผนที่แสดงความสูงของอาคาร เปิด Agisoft Photoscan ไปที่ workflow >Align Photo เสร็จแล้ว ควร Save งานก่อน ครั้งหนึ่ง ไปที่ File > save as เลือกที่เก็บ แล้วกด save ไปที่ Work Flow > Dense Clound ก่อน เพื่อเพิ่มจำนวนจุดของ tile point ให้มากขึ้น ก่อนที่จะไปสร้างพื้นผิว ในขั้นตอน Mesh > build mesh > build texture การนำพื้นสีของภาพมาใส่ในโมเดล > Build DEM > Build orthomosaic สร้าง project โดยไปที่ Pix4Dmapper แล้วคลิก New Project จากนั้น upload files รูปภาพที่ต้องการจะประมวลผล > 3D Model แบบ standard > Processing จะได้ผลการประมวลภาพ DSM ออร์โธ และ 3D Model ออกมา ยกตัวอย่างการสกัดข้อมูลความสูงของอาคารด้วย Agisoft Photoscan ของอาคารคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นพื้นที่ทดลอง

ข้อ 1 การนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ เปิดโปรแกรม Agisoft PhotoScan > add chunk > คลิกที่ workflow เพื่อ add photo นำภาพที่เก็บมาใส่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

** การ add chunk คือการสร้างไว้เก็บรวบรวมภาพ โดยหนึ่งงานไม่จำเป็นต้องมี 1 chunk ถ้าพื้นที่ที่เก็บข้อมูลมีหลายส่วนโดยแต่ละส่วนสามารถนำมารวมกันได้ถ้ามีจุดที่เหมือนกันหรือมีจุดที่ใส่ค่าพิกัดที่มีค่าเท่ากัน

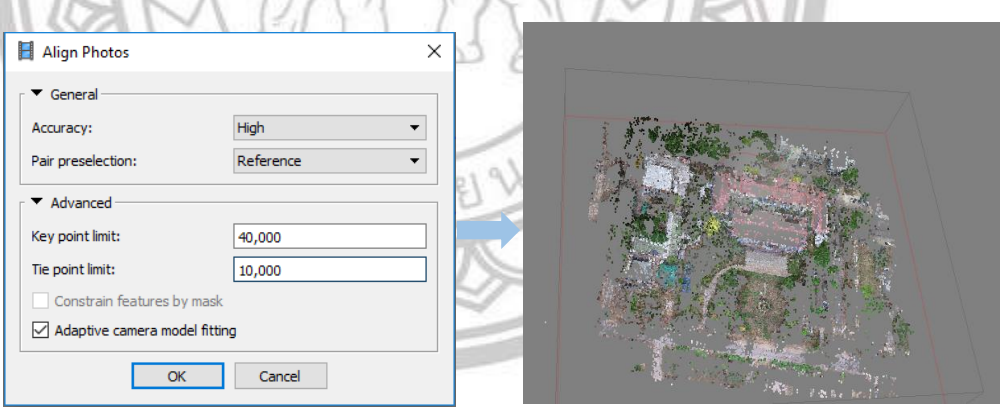


ภาพ 3.5 การนำภาพเข้าโปรแกรม Agisoft Photoscan

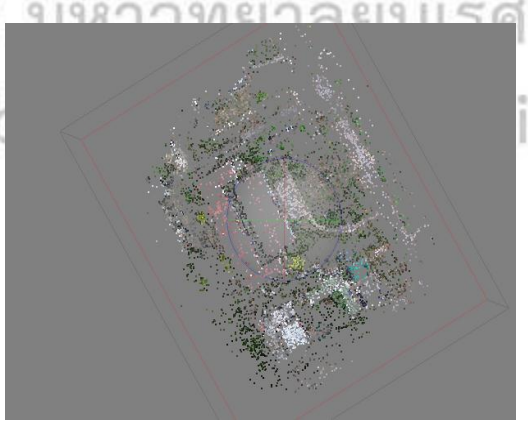
ข้อ 2 การจัดเรียงภาพและปรับแก้ภาพ เมื่อเราคลิกไปที่ workflow จะพบว่ามีขั้นตอนเริ่มที่ Align Photo และจะมีตัวหนังสือสีดำ แล้วตัวอื่นๆเป็นสีเทา เนื่องจากเราจำเป็นจ้องผ่านในขั้นตอนนี้ก่อนจึงจะสามาถไปในวิธีถัดไปได้

Workflow > คลิกที่ Align Photo > เลือกค่าฟังก์ชั่นหรือความละเอียดต่างๆ > OK

จัดเรียงภาพที่มีส่วนเหลื่อมกันทุกภาพ



ภาพ 3.6 การเลือกการประมวลผลของ Align Photo และภาพการประมวลผล Align Photo แบบ High



ภาพ 3.7 ภาพการประมวลผล Align Photo ในกรณีลองปรับเป็นค่า Low

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โดยขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนการนำภาพมาจัดเรียงแล้วเลือกเอาจุดของภาพที่เหมือนกันมาสร้างโมเดล

- Accuracy แสดงถึงความถูกต้องของงาน
- Highest จะมีความถูกต้องของจุดข้อมูลสูงสุด แต่ใช้เวลาประมวลผลนาน
- lowest จะมีความถูกต้องต่ำสุด ใช้เวลาน้อยที่สุด
- Pair preselection จะมีให้เลือก 3 แบบ
- Disabled จะคำนวณแบบทั่วไปโดยรวม
- Generic จะคำนวณพื้นที่ทับซ้อนกันของภาพที่ความละเอียดต่ำที่สุดสามารถนำภาพมาเลือกจุดโดยไม่ต้องมีค่าพิกัดของภาพได้
- Reference จะคำนวณโดยภาพนั้นต้องมีค่า พิกัด x,y,z จะทำให้สามารถจัดเรียงภาพและคำนวณได้เร็วขึ้น
- Key point limit ใช้ค่าตั้งต้น มีสำหรับเวลาจัดเรียงรูปภาพโดยนำจุดที่เหมือนกันตามค่าที่กำหนด
- Tie point limit ค่านี้แสดงถึงค่าที่บ่งชี้ว่าในภาพมีจุดที่เหมือนกัน แล้วเลือกจุดที่ซ้ำกันมาเรียบเรียงเป็นโมเดล
- Adaptive camera model fitting คลิกถูกไว้เพื่อที่โปรแกรมสามารถปรับจำนวนมากน้อยของจุดตามความเหมาะสมได้

ข้อ 3 การสร้างจุดความสูงหนาแน่น (Point cloud)

โครงข่ายสามเหลี่ยมนั้นเมื่อเราทำกการคำนวณแล้วจะทำให้เราทราบตำแหน่งบนภาพ ซึ่งจะง่ายต่อการนำมาเปรียบเทียบกับกับจุดที่มีตำแหน่งเดียวกัน โดยเราจะนำส่วนนี้มาสร้างแบบจำลองพื้นผิว โดยหลักจาก align photo เสร็จแล้ว ควร Save งานก่อน ไปที่ File > save as เลือกที่เก็บแล้วกด save จากนั้น ไปที่ Work Flow > Build Dense Cloud หลังจากนั้นก็กด OK โดยจะทำขั้นตอน Dense Clound เพื่อเพิ่มจำนวนจุดของ tile point ให้มากขึ้นก่อนที่จะไปสร้างพื้นผิวในขั้นตอน Mesh

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Quality แสดงถึงความละเอียดของจุดที่ต้องการเพิ่มขึ้นมา

- Ultra high จะมีความละเอียดของจุดข้อมูลสูงสุด ทำให้ใช้เวลาประมวลผลนาน
- lowest จะมีความละเอียดต่ำสุด ใช้เวลาน้อยที่สุด

Depth fitering มีให้เลือกอยู่ 4 แบบซึ่งแต่ละแบบก็จะมีความต่างกัน

- Disabled แบบทั่วไปไม่เจาะจง มีการเพิ่มจำนวนจุดขึ้นมา
- Mild จะเป็นการเพิ่มรายละเอียดไม่มากจนเกินไปเน้นให้ผิวเรียบเนียน
- Moderate จะเป็นการเพิ่มจำนวนจุดให้พอดีสม่ำเสมอทำให้ข้อมูลไม่ขรุขระจนเกินไป
- Aggressive จะเป็นการลงรายละเอียดเพิ่มจุดให้เยอะๆ มีความละเอียดสูงแต่ถ้าข้อมูลไม่เพียงพออาจทำให้ผิดเพี้ยนได้

หลังจากนั้นทำการตั้งค่าพิกัดให้เป็น WGS84/UTM Zone 47N ก่อน

ข้อ 4 การคำนวณปรับแก้ภาพ คือการคำนวณหลังจากที่วัดจุดโยงยึดและจุดบังคับเพื่อทำการคำนวณหาตำแหน่ง และการจัดวางภาพถ่ายในพิกัดที่กำหนด

ไปที่ Tools > Optimize Camera > ทำการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ของกล้องถ่ายภาพ หลังจากที่กด optimize camera เสร็จแล้ว โมเดลที่เราสร้างจะทำการกระจัดกระจายกลับมาเป็นจุดอีกครั้งโดยจุดครั้งนี้จะมีความถูกต้องเชิงตำแหน่งกว่าเดิม

ข้อ 5 การสร้างข่ายสามเหลี่ยมด้านไม่เท่าและแบบจาลองพื้นที่ผิวเชิงเลขเป็นการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศจากกลุ่ม Point Cloud ที่มีรายละเอียดสูง ไปที่ Work Flow > Build Mesh

Suface type จะมีให้เลือก 2 แบบ คือ

- Height field จะคำนวณภาพพื้นผิวแบบระนาบตั้งฉากภูมิประเทศ มองจาก top view เหมาะสำหรับทำแผนที่ ภูมิประเทศ เพราะใช้ RAM น้อย คำนวณเสร็จไวกว่าแบบ Arbitrary
- Arbitrary จะใช้การคำนวณพื้นผิวในทุกทิศทุกทางเพื่อให้โมเดลมีความราบเรียบ เหมาะสำหรับทำโมเดลวัตถุ หรือโมเดลปิด เป็นรูปร่าง แต่ใช้ RAM มาก ใช้เวลานานในการคำนวณ

Source data คือ แหล่งที่มาของข้อมูลเลือกว่าต้องกาจุดจากขั้นตอนไหนมาสร้างพื้นผิว

- Sparse Cloud จะนำข้อมูลมาจาก tile point จากขั้นตอน align photo

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

- Dense Cloud จะนำข้อมูลจากขั้นตอนก่อนหน้ามาคำนวณ

Face count เลือกความละเอียดของพื้นผิวโดยจะบอกจำนวนโดยประมาณของหน้าโครงข่ายที่เชื่อมกันระหว่างจุดแต่ละจุด

Interpolation เป็นการปรับแก้พื้นผิวข้อมูลโดยการประมาณค่า

- Disabled จะเป็นการเพิ่มจุดเพื่อให้พื้นผิวสอดคล้องกับความเป็นจริง
- Enabled (default) จะเป็นการปรับให้เหมาะสม ถ้าพื้นที่ตรงไหนมีจุดเพียงพอก็จะไม่สร้างเพิ่ม
- Extrapolated จะเป็นการขยายขนาดรัศมีของจุดแต่ละจุดให้ครอบคลุมพื้นที่ เพิ่มจุดเท่าที่จำเป็น

ข้อ 6 การสร้างพื้นที่ผิวภาพ

เป็นการนำพื้นสีของภาพมาใส่ในโมเดลของ ทำให้โมเดลมีสีสันสวยงามมีความละเอียดของเม็ดสีเพิ่มขึ้น ไปที่ Workflow > Build Texture

- Mapping mode เลือกตามความเหมาะสม
- Generic ทำให้ภาพมีสีทั่วไป
- Orthophoto เน้นภาพ top view อย่างเดียว
- Adaptive Orthophoto เน้นทางภาพให้ตั้งฉาก top view และด้านข้างเล็กน้อยปรับให้พอดี
- Spherical จะเน้นทำให้ภาพเป็นทรงกลม
- Single Camera จะเป็นการนำสีของภาพๆเดียวมาใส่ในโมเดลส่วนของภาพนั้นๆ
- Blending mode การปรับสี
- Mosaic (default) ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น
- Average จะใช้ค่าเฉลี่ยของพิกเซลของภาพ Max intensity จะเลือกภาพที่มีความเข้มสูงสุดของพิกเซล Min intensity เลือกภาพที่มีความเข้มต่ำสุดของพิกเซล
- Disabled ทั่วๆไป Texture size/count ค่าพิกเซลของของโมเดล ยิ่งมากยิ่งละเอียด แต่ปกติใช้ค่าเริ่มต้น 4096

ข้อ 7 การสร้าง Build Tiled ไปที่ Workflow > Build Tiled

ข้อ 8 การสร้างDEM ก่อนการประมวลผล Build DEM ต้องเช็คก่อนว่าเปลี่ยนเข้าระบบพิกัดแล้วหรือยัง ไปที่ Workflow > Build DEM

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ข้อ 9 การสร้างแผนที่ภาพถ่าย หรือ ภาพออร์โธ

เป็นการสร้างภาพถ่ายเชิงเลขที่ถูกดัดแก้ความคลาดเคลื่อนแบบโมเสกหรือต่อกัน เนื่องจากความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของจุดภาพ(relief displacement) จากภาพที่บันทึกได้จากกล้องถ่ายภาพทางอากาศเป็นการฉายชนิดผ่านศูนย์ (perspective projection) ประกอบกับการวางตัวของกล้อง (camera orientation) และความสูงต่าของพื้นผิวภูมิประเทศ(topography relief) ไปที่ Workflow > Build Orthomosaic

7) การสกัดข้อมูลพารามิเตอร์ของเมือง โดยใช้วิธีการคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้ค่าพารามิเตอร์เรขาคณิต (ความสูง,ปริมาตร,พื้นที่) และการคำนวณค่าพารามิเตอร์ทางสถิติ (ค่าเฉลี่ยต่ำสุด,สูงสุด,ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน,ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง) นำเสนอในรูป แบบตารางการคำนวณและแผนที่แสดงความสูงทั้งสองแบบ

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$$

สมการที่ 3.1

โดยที่ r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Correlationcoefficient)
x = ค่าความสูงจากแบบจำลอง ที่ i ถึง n
y = ค่าความสูงจากกล้องวัดระยะ ที่ i ถึง n
$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยความสูงจากแบบจำลอง
$\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยความสูงจากกล้องวัดระยะ

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|\text{Estimated value} - \text{Observed value}|$$

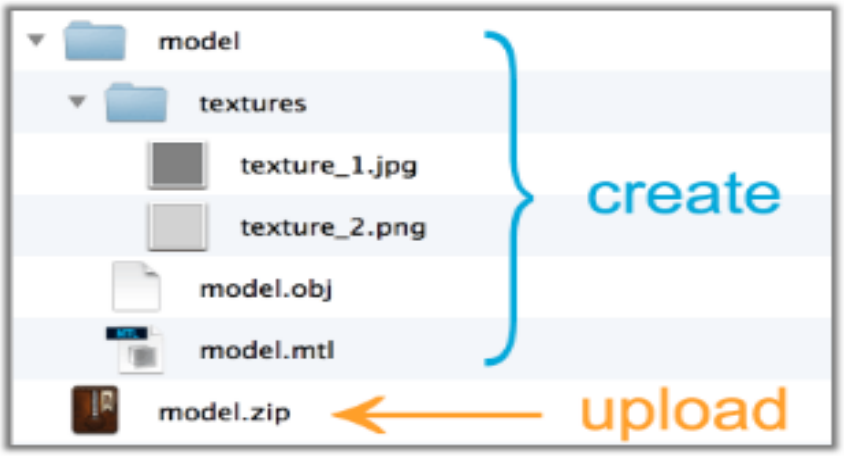
สมการที่ 3.2

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[\text{Estimated value} - \text{Observed value}]^2}$$

สมการที่ 3.3

ยนเรศวร
Copy n University
All rights reserved

8) การสร้าง 3D model ใน Sketcgfab นำข้อมูลทั้งหมดที่ ทำการ zip file และอัพโหลดลงแล้วก็จะได้ 3D Model ออกมาขึ้นโชว์บนเว็บ Sketchfab เราสามารถทำการปรับสีและดูโครงสร้างต่างๆได้ และใน sketchfab ยังสามารถให้เราดาวน์โหลด 3D ออกมาได้อีก มีทั้งแบบดาวน์โหลดฟรีและแบบเสียค่าใช้จ่ายในการดาวน์โหลด แต่ Sketchfab ยังมีข้อจำกัดในเรื่องไฟล์ของข้อมูลที่เราจะอัพนั้น จะต้องมีขนาดไม่เกิน 50 KB ถ้าเราอยากจะอัพไฟล์ที่มีขนาดใหญ่กว่านั้น เราจะทำการอัปเกรด เพื่อที่จะอัพไฟล์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ลงใน Sketchfab แต่การที่เราจะอัปเกรดนั้นก็มีค่าใช้จ่ายในส่วนต่างๆตามมา แต่ถ้าเราไม่อยากที่จะจ่ายเงินในส่วนของการสร้างโมเดลนั้น เราก็จะต้องลดจำนวนภาพที่เราจะทำการ Process ลง เพื่อที่เวลาเรา Export ข้อมูลออกมาจะได้ไม่เกิน 50 MB



ภาพ 3.8 ข้อมูลที่อัพลง Sketchfab ทั้งหมดในแต่ละ Model

9) การเปรียบเทียบข้อมูลความสูงของอาคาร ทำการเปรียบเทียบข้อมูลความสูงของอาคารในพื้นที่ศึกษาที่มหาวิทยาลัยนเรศวรอาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร และ วิทยาลัยพลังงาน มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ทำการวัดค่าความสูงของอาคารที่ได้จากการประมวลผลทั้ง 2 ซอฟแวร์ และเครื่องมือวัดความสูงของอาคารและวิเคราะห์ผล 3D Model ที่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

10) การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้อง ของข้อมูลที่ได้จากการสกัดข้อมูลความสูงของอาคารโดยการเปรียบเทียบข้อมูลความสูงของอาคารทั้งสองแบบที่ได้จากภาพถ่ายทางอากาศของอากาศยานไร้คนขับที่ทำการประมวลผลจากซอฟแวร์ Agisoft Photoscan , Pix4Dmapper และเครื่องมือวัดความสูงเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลความสูงของอาคารทั้งสองแบบที่ได้ จากภาพถ่ายทางอาศของอากาศยานไร้คนขับเพื่อนำข้อมูลทั้งสอบแบบนั้นมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความถูกต้องของผลลพธ์ที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบการสกัดค่าความสูงที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับ ผ่านการโปรแกรม Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper ใน sketchfab โดยการเผยแพร่แบบออนไลน์ สามารถทำการซื้อขาย Model ได้ใน Sketchfab โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ส่วน

4.1 ผลการประมวลภาพ DSM

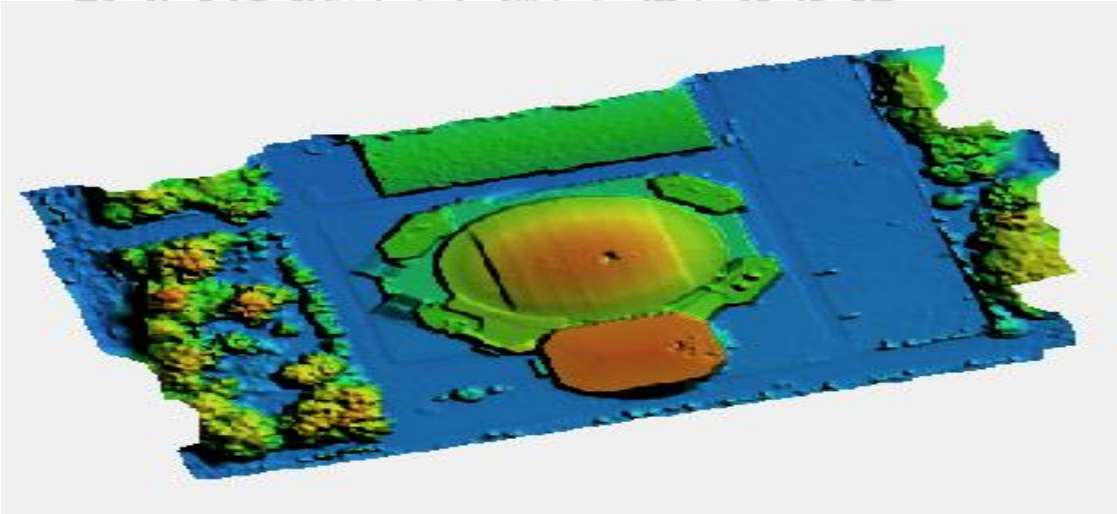
4.2 ผลการประมวลภาพออร์โธ

4.3 ผลการเปรียบเทียบความสูงของอาคารกับเครื่องมือวัดความสูง

4.4 ผลการสร้าง 3D Model และการเปรียบเทียบ ใน Sketchfab

4.1 ผลการประมวลภาพ DSM

4.1.1 การประมวลผล DSM ที่ได้จากโปรแกรม Agisoft Photoscan โดยจะมีผลทั้งหมด 3 พื้นที่ศึกษา คือ อาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารและวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวรตามลำดับ

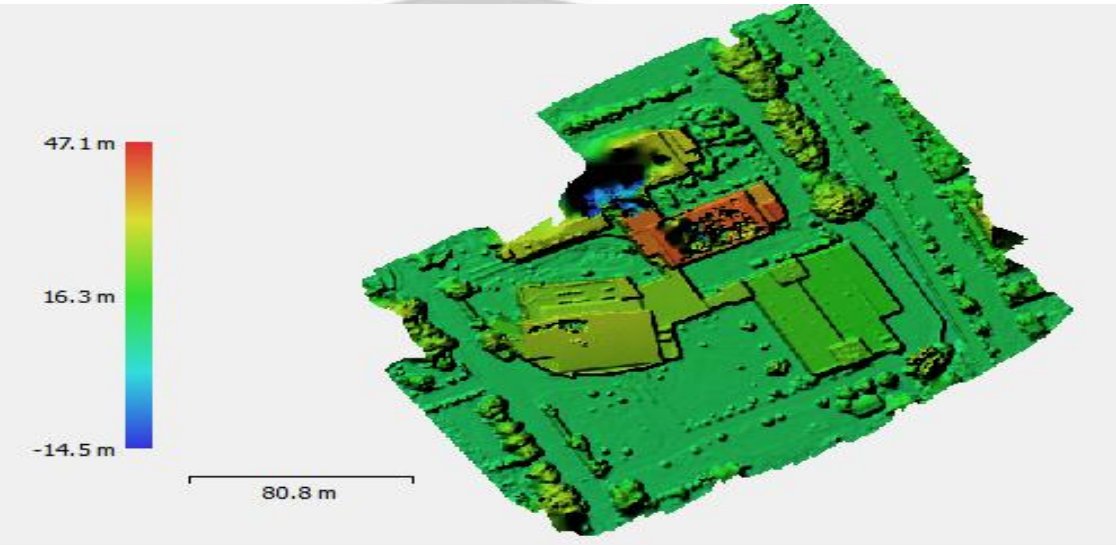


Copyright by Naresuan University

ภาพ 4.1 ภาพ DSM ของอาคารอเนกประสงค์ จากโปรแกรม Agisoft Photoscan

All rights reserved

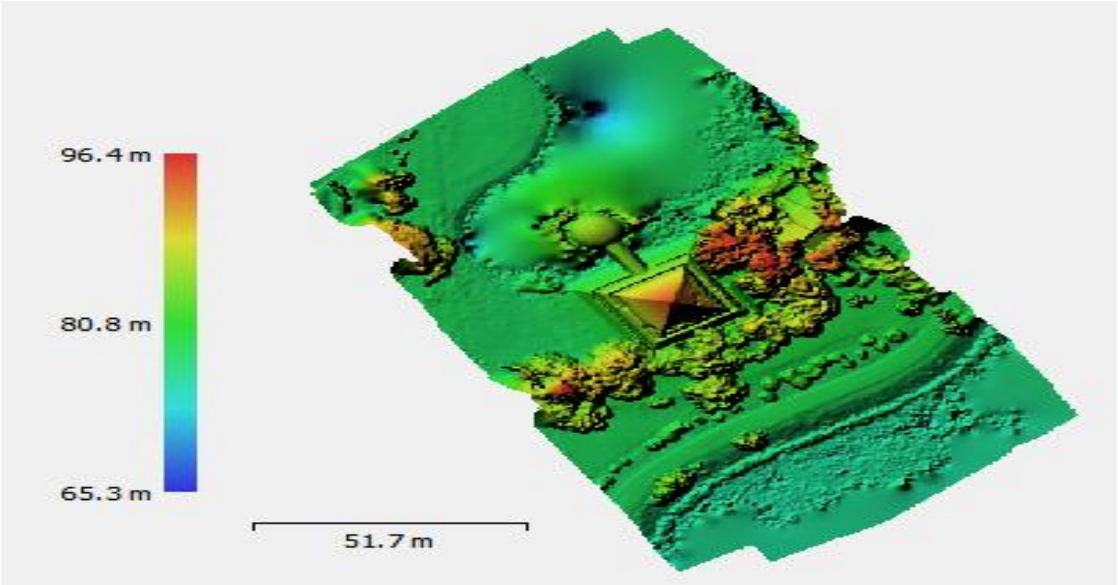
ดังภาพที่ 4.1 สามารถเห็นได้ชัดว่าเป็นภาพ DSM ของอาคารอเนกประสงค์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้มาจากการประมวลผลของโปรแกรม Agisoft Photoscan โดยภาพที่ได้นั่น ไม่ได้ทำการใส่จุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCPs) โดยจุดสูงสุดของภาพนั้นอยู่ที่ 102 และจุดต่ำสุดอยู่ที่ 65 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.5 m มีความคมชัดแต่ก็จะสามารถเห็นได้ชัดเจนว่าบนหลังคาของอาคารทั้ง 2 อาคารจะมีรอยโหว่งอยู่เล็กน้อย จากภาพเป็นการประมวลผลแบบ Medium



ภาพ 4.2 ภาพ DSM ของอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารจากโปรแกรม Agisoft Photoscan

ดังภาพที่ 4.2 หรือภาพ DSM ของอาคารคณะบริหารธุกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร ซึ่งใช้ข้อมูงจากอากาศยานไร้คนขับซึ่งผ่านการประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan โดยจุดความสูงสูงสุดของภาพนั้นจะอยู่ที่ 47.1 เมตร และจุดต่ำสุดนั้นอยู่ที่ -14.5 เมตร และจะสังเกตได้อย่างชัดเจนว่าภาพของ DSM ที่ได้มานั้น มีความผิดพลาดและไม่คมชัดซึ่งจะสังเกตุเห็นรอยโหว่งบนหลังคาของอาคารได้อย่างชัดเจน ซึ่งการประมวลผลภาพ DSM ของโปรแกรม Agisoft Photoscan นั้นได้ทำการประมวลผลแบบ Medium

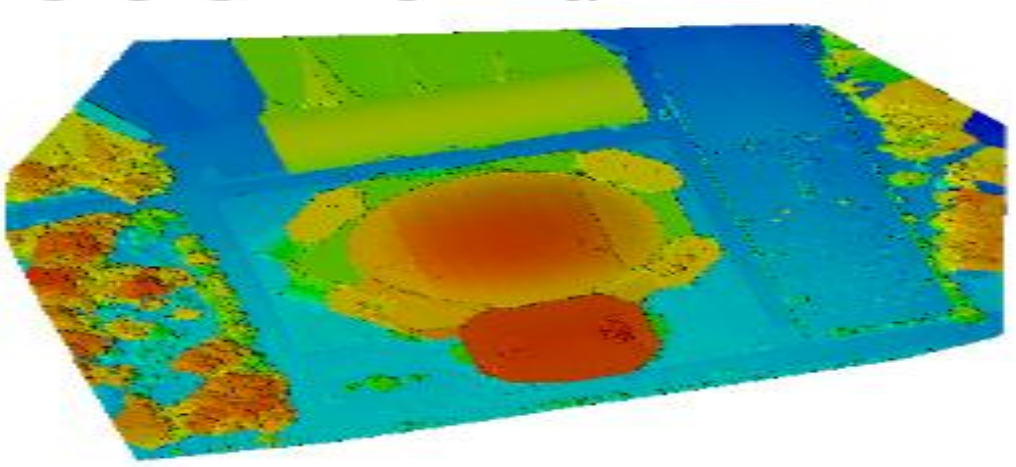
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 4.3 ภาพ DSM ของวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวรจากโปรแกรม Agisoft Photoscan

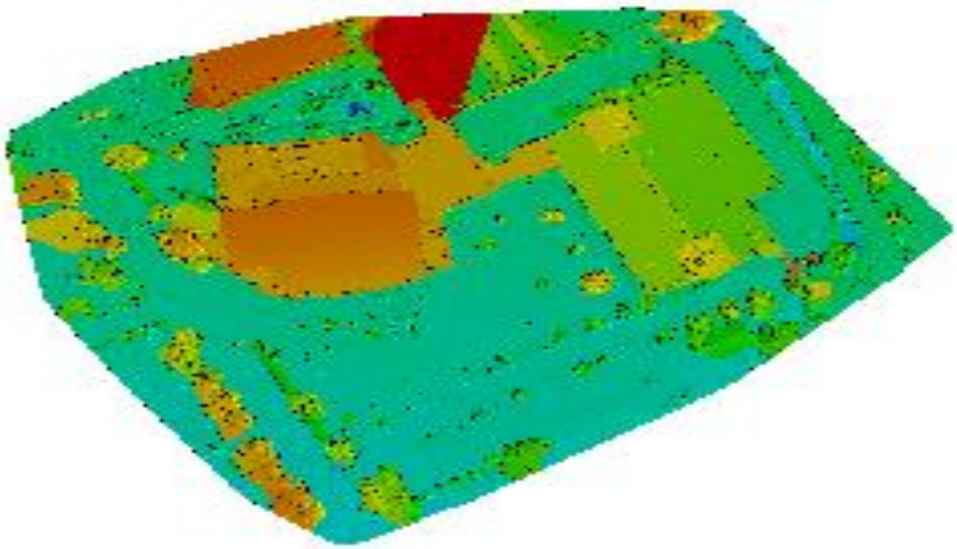
ดังภาพที่ 4.3 จะเป็นภาพ DSM ของวิทยาลัยพลังงาน มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้ข้อมูลมาจากอากาศยานไร้คนขับทำการประมวลผลในโปรแกรม Agisoft Photoscan แบบไม่ได้กำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน โดยความสูงต่ำสุดจะอยู่ที่ 65.3 เมตร และจุดสูงสุดจะอยู่ที่ 96.4 เมตร แต่มหาวิทยาลัยนเรศวรตั้งอยู่ในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดพิษณุโลกมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 45 เมตร นำข้อมูลความสูงจุดต่ำสุดและสูงสุดลบกับ 45 เมตร ทำให้เท่ากับว่า ความสูงสูงสุดของภาพ DSM อยู่ที่ 52.4 เมตร และความสูงต่ำสุงอยู่ที่ 20.3 เมตร

4.1.2 การประมวลผล DSM ที่ได้จากโปรแกรม Pix4Dmapper โดยจะมีผลทั้งหมด 3 พื้นที่ศึกษา คือ อาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารและวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร ตามลำดับ



ภาพ 4.4 ภาพ DSM ของอาคารอเนกประสงค์ ที่ได้จากโปแกรม Pix4Dmapper

ดังภาพที่ 4.4 นั่น จะเป็นภาพ DSM ของอาคารอเนกประสงค์ที่ได้ใช้ข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับในการประมวลผลโดยโปรแกรม Pix4Dmapper จะสามารถเห็นได้ว่าภาพ DSM ที่ทำการประมวลผลโดย โปรแกรม Pix4Dmapper มีความคมชัดมากกว่า สวยกว่า และดูสบายกว่า และที่สังเกตุได้ชัดคือบนหลังคามีพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลแต่ไม่มากเท่า ภาพ DSM ที่ประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan



ภาพ 4.5 ภาพ DSM ของอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารที่ได้จากโปแกรม Pix4Dmapper

ดังภาพที่ 4.5 ภาพ DSM ของอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารที่ได้ใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับซึ่งทำการประมวลผลจากโปแกรม Pix4Dmapper ซึ่งภาพที่ได้นั่นมีความสวยงามและคมชัดกว่าภาพ DSM ที่ได้มาจากการประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการประมวลผลภาพ DSM จากทั้ง 2 โปรแกรม ทั้ง Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper นั่นจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีความแตกต่างเรื่องความสูงของอาคารทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาของทั้ง 2 โปรแกรม โดยที่ การสกัดค่าความสูงของอาคารที่ได้จากโปรแกรม Agisoft Photoscan นั่น มีค่าความสูงของอาคารที่สกัดได้สูงกว่า ความสูงของอาคารที่สกัดได้จาก DSM ของ Pix4Dmapper และ DSM ของ Pix4Dmapper มีความละเอียดกว่า ให้ค่าความสูงที่แม่นยำกว่า และ DSM ที่ได้ออกมานั่นสวยและมีความคมชัดมากกว่าอีกด้วย

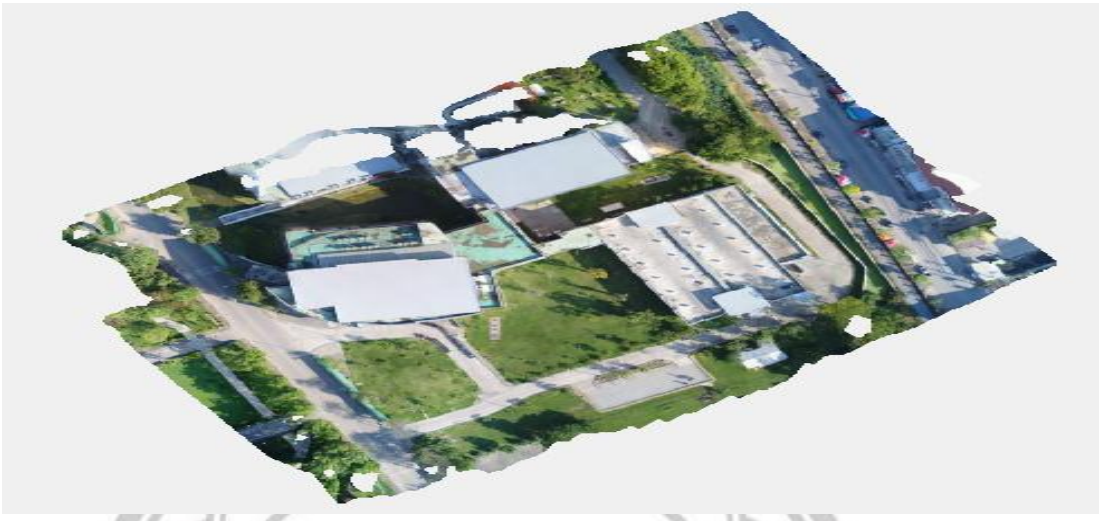
4.2 ผลการประมวลภาพออร์โธ

4.2.1 การประมวลผล ภาพออร์โธ ที่ได้จากโปรแกรม Agisoft Photoscan โดยจะมีผลทั้งหมด 3 พื้นที่ศึกษา คือ อาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารและ วิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร ตามลำดับ

ภาพ 4.6 ภาพ ออร์โธ ของอาคารอเนกประสงค์ จากโปรแกรม Agisoft Photoscan

ดังภาพที่ 4.6 เป็นภาพ ออร์โธ ของอาคารอเนกประสงค์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ข้อมูลจากภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับและทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan สามารถ Mosaic ภาพ Ortho บล๊อคที่มีขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว และทำการเชื่อมต่อรอยตะเข็บของภาพถ่ายแต่ละภาพได้แนบเนียนอย่างที่สุด รวมไปถึงการ Mosaic เชื่อมต่อภาพที่มีความแตกต่างของ แสง สี ความคมชัดต่างๆ ให้กลมกลืนกันได้อย่างเป็นธรรมชาติ แต่ในส่วนของริมๆ ขอบภาพออร์โธนั้นที่เห็นเป็นรอยโหว่งนั้นเป็นเพราะเป็นภาพที่มีส่วนซ้อนทับกันน้อยและไม่กี่ภาพทำให้การ Mosaic ภาพออกมานั้นไม่ดีเท่าที่ควร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



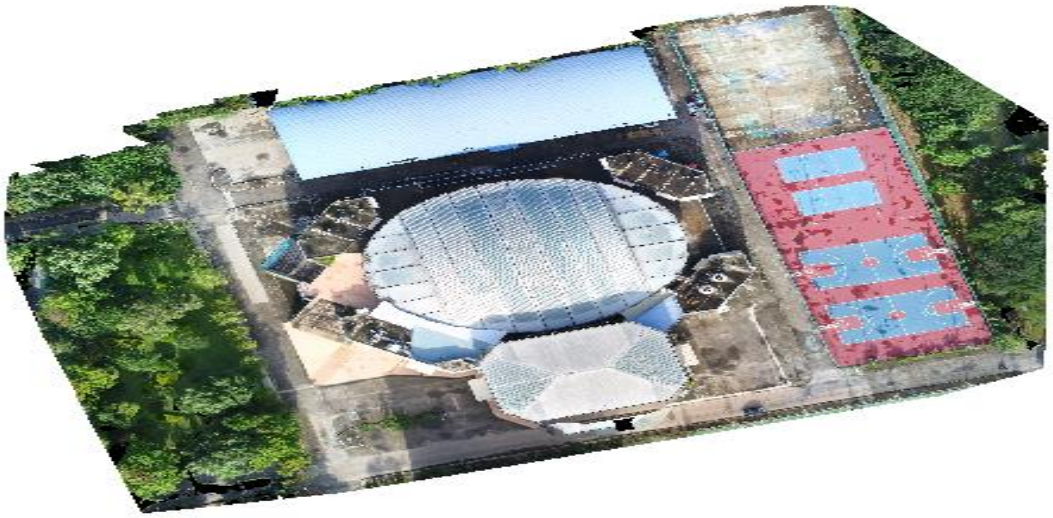
ภาพ 4.7 ภาพ ออร์โธ ของอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารจากโปรแกรม Agisoft Photoscan

ดังภาพที่ 4.7 นั่นเป็นภาพออร์โธ ของคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร ที่ได้ทำการประมวลผลภาพถ่ายออร์โธโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan สามารถ Mosaic ภาพ Ortho บล๊อคที่มีขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็วนอกจากนั้นระบบอัจริยะของ OrthoVista ยังสามารถคำนวณ Seamlines แบบอัตโนมัติที่หลบหลีกสิ่งก่อสร้างและทำการเชื่อมต่อรอยตะเข็บของภาพถ่ายแต่ละภาพได้แนบเนียนอย่างที่สุด รวมไปถึงการ Mosaic เชื่อมต่อภาพที่มีความแตกต่างของ แสง สี ความคมชัดต่างๆ ให้กลมกลืนกันได้อย่างเป็นธรรมชาติ แต่จะยังมีพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลของในส่วนริมขอบภาพถ่ายออร์โธ ที่ได้ทำการประมวลผลมาค่อนข้างมากพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลของในส่วนริมขอบภาพถ่ายออร์โธ ที่ได้ทำการประมวลผลมาค่อนข้างมาก

ภาพ 4.8 ภาพ ออร์โธ ของวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวรจากโปรแกรม Agisoft Photoscan

ดังภาพที่ 4.8 เป็นภาพออร์โธ วิทยาลัยพลังงาน มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับ โดยเป็นการประมวลผลแบบไม่กำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดินจะเห็นได้ชัดว่าภาพถ่ายออร์โธที่ทำการประมวลผลเสร็จครบเรียบร้อยแล้วนั่นมีความคมชัด สวยงานเหมือนธรรมชาติมาก แต่ก็จะมีรอยโหว่งตามริมขอบภาพถ่ายออร์โธที่ได้มาอยู่ดี

4.2.2 การประมวลผล ภาพออร์โธ ที่ได้จากโปรแกรม Pix4Dmapper โดยจะมีผลทั้งหมด 3 พื้นที่ศึกษา คือ อาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุรกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสารและ



วิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร ตามลำดับ

ภาพ 4.9 ภาพ ออร์โธ ของอาคารอเนกประสงค์ ที่ได้จากโปแกรม Pix4Dmapper

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ดังภาพที่ 4.9 เป็นภาพ ออร์โธ ของอาคารอเนกประสงค์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ข้อมูลจากภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับและทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Pix4Dmapper สามารถ Mosaic ภาพ Ortho บล๊อคที่มีขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว และทำการเชื่อมต่อรอยตะเข็บของภาพถ่ายแต่ละภาพได้แนบเนียนอย่างที่สุด รวมไปถึงการ Mosaic เชื่อมต่อภาพที่มีความแตกต่างของ แสง สี ความคมชัดต่างๆ ให้กลมกลืนกันได้อย่างเป็นธรรมชาติ และจะสังเกตุได้อย่างชัดเจนว่าภาพ ออร์โธของโปรแกรม Pix4Dmapper ดีกว่าภาพออร์โธของโปรแกรม Agisoft Photscan เพราะว่าภาพมีความคมชัดมากกว่าและเก็บรายละเอียดของขอบภาพได้ดีกว่า

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 4.10 ภาพ ออร์โธ ของอาคารอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร ที่ได้จากโปแกรม Pix4Dmapper

ดังภาพที่ 4.10 เป็นภาพออร์โธของอาคารอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร ที่ได้จากโปแกรม Pix4Dmapper มีความคมชัดมากกว่าภาพออร์โธของอาคารอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร ที่ได้จากโปแกรม Agisoft Photoscan การเก็บรายละเอียดขอบภาพได้ดีกว่าและคมชัดกว่าอย่างเห็นได้ชัด

ภาพ 4.11 ภาพ ออร์โธ ของวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้จากโปแกรม Pix4Dmapper

4.3 ผลการเปรียบเทียบความสูงของอาคารกับเครื่องมือวัดความสูง

4.3.1 การเปรียบเทียบความสูงของอาคารที่สกัดได้จาก โปรแกรม Agisoft Photoscan กับเครื่องวัด โดยจะมีผลการเปรียบเทียบความสูงกับเครื่องมือวัดทั้งหมด 3 ผล หรือ 3 พื้นที่ศึกษานั่นเอง ได้แก่ อาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารและวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร ตามลำดับ

ตาราง 4.1 ตารางแสดงความสูงของอาคารระหว่างโปรแกรม Agisoft Photscanกับเครื่องวัดความสูง

พื้นที่ศึกษา	*ความสูงจากเครื่องมือวัด (m)*	*ความสูงจาก Agisoft Photoscan*	*Residual (m)*	*Squared Residual*	*RMSE*
อาคารอเนกประสงค์	12	13	-1	1	±0.816
อาคารคณะบริหารฯ	15	15	0	0	
วิทยาลัยพลังงานฯ	9	10	-1	1	

4.3.2 การเปรียบเทียบความสูงของอาคารที่สกัดได้จาก โปรแกรม Pix4Dmapper กับเครื่องวัด โดยจะมีผลการเปรียบเทียบความสูงกับเครื่องมือวัดทั้งหมด 3 ผล หรือ 3 พื้นที่ศึกษานั่นเอง ได้แก่ อาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารและวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ตาราง 4.2 ตารางแสดงความสูงของอาคารระหว่างโปรแกรม Pix4Dmapper กับ เครื่องวัดความสูง

พื้นที่ศึกษา	*ความสูงจากเครื่องมือวัด (m)*	*ความสูงจาก AgisoftPhotoscan*	*Residual (m)*	*Squared Residual*	*RMSE*
อาคารอเนกประสงค์	12	14	-2	4	±1.732
อาคารคณะบริหารฯ	15	16	-1	1	
วิทยาลัยพลังงานฯ	9	11	-2	4	

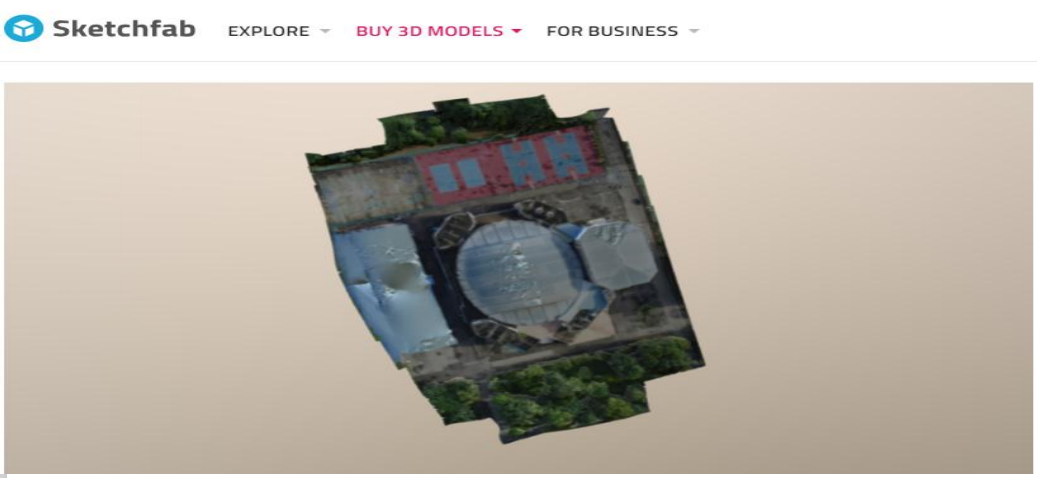
การวางแผนแนวบินนั้นได้กำหนดความสูงบิน อยู่ที่ 80 เมตร ส่วนซ้อน ร้อยละ 90 และส่วนเกย ร้อยละ 60 โดยตั้งเป็นการบินแบบ 3 มิติ ก็เพื่อที่ จะนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยใช้ค่าพิกัด ณ จุดเปิดถ่าย โดยที่ทำการบินเป็น 3 มิตินั้น เพราะต้องการภาพออร์โธ DEM DSM ที่ได้จากการ ประมวลผล ทั้ง 2 ซอฟแวร์นั้นให้มีความคมชัดและสวยงาม เหมือนจริงมากที่สุด การสกัดค่าความสูงที่ได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับนั้นมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัด โดยเราได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลความสูงของอาคารทั้ง 2 โปรแกรมในการประมวลผลภาพ และนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยข้อมูลทั้ง 2 โปรแกรมที่ได้มานั้น มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าความสูงต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าความสูงที่สกัดได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ที่จากโปรแกรม Pix4Dmapper มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูงมากกว่า ข้อมูลจากโปรแกรม Agisoft Photoscan

มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

4.4 ผลการสร้าง 3D Model และการเปรียบเทียบ ใน Sketchfab

4.4.1 ผลการสร้าง 3D Model จากโปรแกรม Agisoft Photoscan และโปรแกรม Pix4Dmapper ตามลำดับ ใน Sketchfab โดยจะมีผลการเปรียบเทียบความสูงกับเครื่องมือวัดทั้งหมด 3 ผล หรือ 3 พื้นที่ศึกษานั่นเอง ได้แก่ อาคารอเนกประสงค์ อาคารคณะบริหารธุรกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสารและ วิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร ตามลำดับ

(a)



(b)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

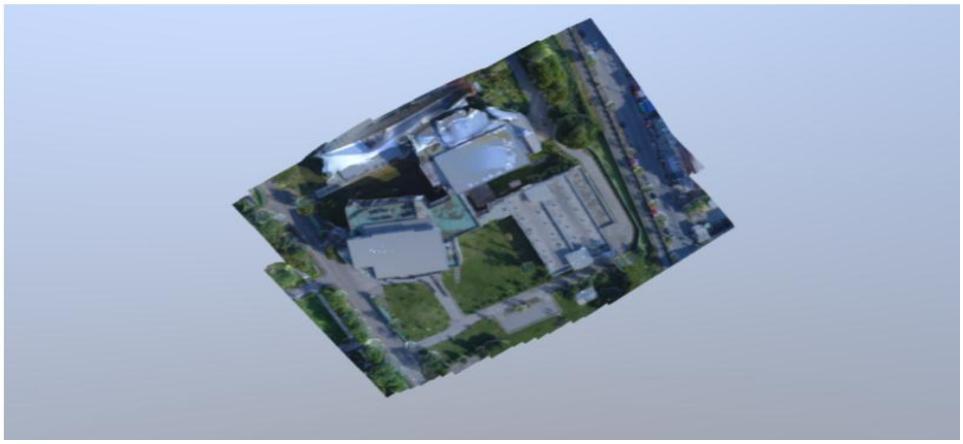
ภาพ 4.12 ภาพ 3D Model ของอาคารอเนกประสงค์ จากโปรแกรม Agisoft Photoscan (a)และ Pix4Dmapper(b) ตามลำดับ

ดังภาพที่ 4.12 ภาพ (a) 3D Model ที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม Agisoft Photoscan ใน Sketchfab 3D Model ที่ทำการประมวลผลออกมานั่นมีความบิดเบี้ยวมากกว่าภาพ (b) 3D Model ที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม Pix4Dmapper ภาพ (b) เก็บรายละเอียดของ 3D Model ได้มากกว่า ไม่มีการบิดเบี้ยวหรือผิดเพี้ยนไปจากภาพออร์โธที่ได้ออกมา แต่ภาพ (a) รายละเอียดในส่วนของริมขอบ 3D Model นั่นมีประสิทธิภาพไม่ดีและมีพื้นที่ที่

ไม่มีข้อมูลค่อนข้างมาก และขนาดของ 3D model ใหญ่กว่า ภาพ (b) ทั้งที่ภาพที่ทำการประมวลผลในโปรแกรมทั้ง 2 โปรแกรมเท่ากัน และใช้ภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับที่ทำการบินถ่ายภาพ แบบ 3 มิติ ชุดเดียว และใช้การประมวลผลแบบไม่ใส่จุดควบคุมภาคพื้นดินทั้ง 2 โปรแกรม แต่ผล 3D Model ที่ได้ใน Sketchfab มีความแตกต่างกันอย่างมาก

(a)

(b)



ภาพ 4.13 3D Model ภาพ 3D ของอาคารคณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสารจากโปรแกรม Agisoft Photoscan(a) และ Pix4Dmapper(b) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ดังภาพที่ 4.13 นั่นเป็นภาพของ 3D Model ใน Sketchfab ที่ทำการประมวลผลมาจากข้อมูลภาพถ่ายอากาศยานไรคนขับ จากโปรแกรม Agisoft Photoscan และโปรแกรม Pix4Dmapper ภาพ (a) เป็น 3D Model ใน Sketchfab ที่ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan ส่วนภาพ (b) เป็น 3D Model ใน Sketchfab ที่ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Pix4Dmapper ดังภาพ (a) จะสามารถสังเกตุ 3D Model ว่าบริเวณในส่วนของริมๆขอบนั่นจะมีการบิดเบี้ยวค่อนข้างมาก และหลังคาของอาคารก็มีรอยของการบิดเบี้ยวอย่างเห็นได้ชัดเจน ภาพ (b) ก็

เหมือนกันในส่วนของริมๆขอบ Model นั่นก็มีการบิดเบี้ยวเหมือนภาพ (a) แต่บิดเบี้ยวน้อยกว่า ภาพที่ใช้ในการประมวลผลเป็นภาพชุดเดียวกัน ซึ่งทำการบินถ่ายภาพแบบ 3 มิติ เพื่อที่จะดูรูปทรงของอาคาร และเพื่อการสร้างแบบจำลองอาคารสามมิติที่สวยงามยิ่งขึ้น

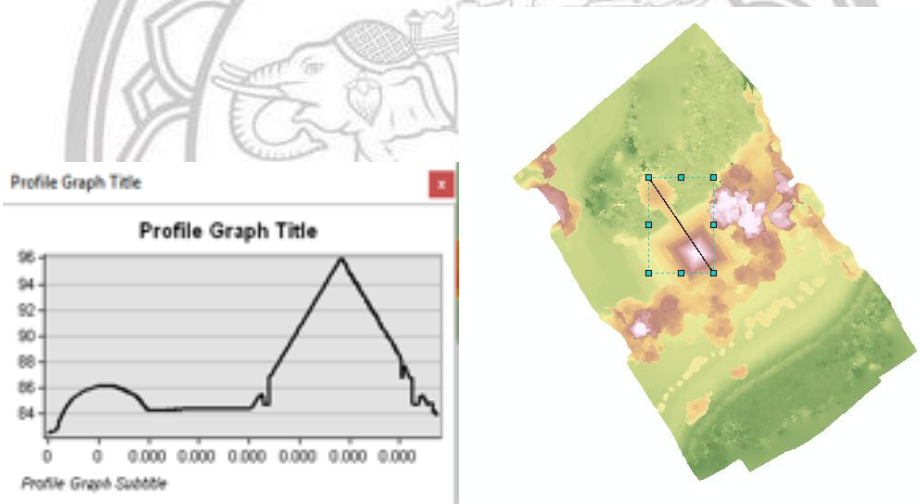
ภาพ 4.14 ภาพ 3D Model ของวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวรจากโปรแกรม Agisoft Photoscan (a) และ Pix4Dmapper (b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

ดังภาพที่ 4.14 นั่นเป็นภาพ 3D Model ใน Sketchfab ที่ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper ภาพ (a) เป็น 3D Model ที่ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Agisoft Photoscan ส่วนภาพ (b) เป็น 3D Model ที่ได้ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Pix4Dmapper ภาพ (a) จะสังเกตุได้ว่า ในบริเวรที่เป็นสระน้ำ ใน 3D Model ไม่ได้เรียบไปทั้งผืนภาพเลยแต่จะเห็นเป็นรอยคลื่นของน้ำมากกว่า ภาพ (b) และบริเวรตัวอาคารของภาพ (a) ยังมีการบิดเบี้ยวอย่างชัดเจนมากกว่าภาพ (b) นั่นแสดงให้เห็นว่า ภาพ (b) ที่ทำการประมวลผลโดยโปรแกรม Pix4Dmapper ที่ทำการสร้าง 3D Model ใน Sketchfab นั่นมีการเก็บรายะเอียดของภาพได้ดีกว่าและคมชัดกว่า

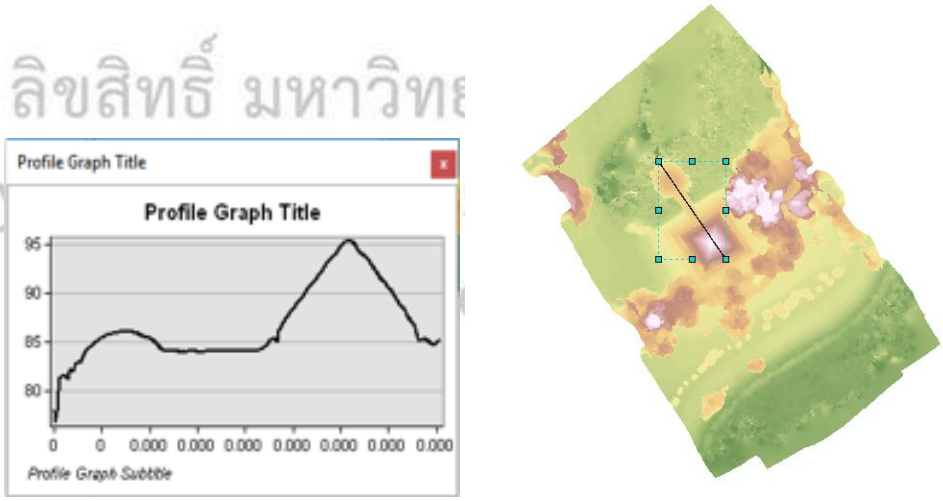
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ผลที่ได้จากการประมวลผลจากโปรแกรมทั้ง 3 โปรแกรมแล้วนำมาทำการสร้าง 3D Model โดยเผยแพร่ออนไลน์ใน Sketchfab นั่น 3D Model ที่ได้จากโปรแกรม Pix4Dmapper นั่นดีกว่า 3D Model ที่ได้จากโปรแกรม Agisoft Photoscan มากเพราะ ภาพออร์โธที่ได้จาก Pix4Dmapper ก็ดีกว่าภาพออร์โธที่ได้จาก Agisoft Photoscan และDSM ที่ได้มาจาก Pix4Dmapper ก็ดีกว่า DSM ที่ได้จาก Agisoft Photoscan โดย 3D Model ที่ได้จาก Pix4Dmapper มีความคมชัดมากกว่า มีความบิดเบี้ยวน้อยกว่าและค่าความคาดเคลื่อนน้อยกว่า รวมถึงมีความสวยงามมากกว่า มีความเสมือนจริงมากกว่า อีกทั้ง 3D Model ที่ได้จาก Agisoft Photoscan เมื่อขยายเพื่อที่จะเข้าดูสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีการบิดเบี้ยวไปจากอาคารจริงอย่างมาก มีพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูล อย่างเห็นได้ชัดเจน



ภาพ 4.15 3D Analyst ของอาคารอเนกประสงค์ จาก Agisoft Photoscan

ลิขสิทธิ์ มหาวิทย
Copy



ภาพ 4.16 3D Analyst ของอาคารอเนกประสงค์ จาก Pix4Dmapper

ภาพตัดขวาง เป็นการแสดงระดับความสูงของพื้นผิวตามแนวเส้นที่กำหนด ภาพตัดขวางสามารถช่วยในการประเมินความยากง่ายของเส้นทาง หรือ ประเมินความเป็นไปได้ในการสร้างถนน หรือทางรถไฟในบริเวณที่กำหนด เป็นต้นไปที่เครื่องมือ 3D Analysis เลือก Interpolate Lineลากเส้นลงในแผนที่ตามที่ต้องการ จากนั้นไปที่เครื่องมือ 3D Analysis เลือก Create Profile Graph จะได้กราฟที่แสดงความสูงต่ำของพื้นที่ ที่ได้ลากเส้นเอาไว้ ดังภาพที่ 4.15 ภาพตัดขวางที่ได้มาจาก DSM ของโปรแกรม Agisoft Photoscan ตัวยอดของอาคารวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวรนั่น ความสูงอยู่ที่ 96 กว่าๆ ดังที่แสดงในกราฟของภาพที่ 4.15 แต่ว่าภาพตัดขวางของ DSM ที่ได้จากโปรแกรม Pix4Dmapper นั่น ตัวยอดของอาคารวิทยาลัยพลังงานมหาวิทยาลัยนเรศวร นั่นมีความสูงอยู่ที่ 96 พอดี ดังนั้นสามารถสังเกตุได้ชัดว่าภาพตัดขวางที่ได้จาก Pix4Dmapper มีค่าน้อยกว่าและมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดมากกว่า โปรแกรม Agisoft Photoscan อย่างเห็นได้ชัดเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับ และ จากการเปรียบเทียบข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดและค่าความสูงที่สกัดได้จากโปรแกรม Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper รวมทั้ง การเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองสามมิติ ใน Sketchfab ของ 2 โปรแกรม ได้แก่ การสร้างแบบจำลองสามมิติของ Agisoft Photoscan และ การสร้างแบบจำลองสามมิติของ Pix4Dmapper เพื่อหาการสกัดค่าความสูงที่ถูกต้องมากที่สุด และ วิธีสร้างแบบจำลองสามมิติที่ใกล้เคียงของจริงมากที่สุดสามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1) ศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารจากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ

การวางแผนแนวบินนั้นได้กำหนดความสูงบิน อยู่ที่ 80 เมตร ส่วนซ้อน 90 เปอร์เซนต์ และส่วนเกย 60 เปอร์เซนต์ โดยมีแนวบินทั้งหมด 3 แนวบิน และรูปที่ได้ทั้งหมด 36 รูป โดยตั้งเป็นการบินแบบ 3 มิติ ก็เพื่อที่ จะนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยใช้ค่าพิกัด ณ จุดเปิดถ่าย โดยที่ทำการบินเป็น 3 มิตินั้น เพราะต้องการภาพออร์โธ DEM DSM ที่ได้จากการ การประมวลผลทั้ง 2 ซอฟแวร์นั้นให้มีความคมชัดและสวยงาม เหมือนจริงมากที่สุด ก่อนที่จะทำการบินถ่ายภาพได้นั่นจะต้องทำการลงภาคสนามเพื่อที่จะได้ดูว่าเราจะทำการบินขึ้นจากตรงไหนมีที่โล่งเพียงพอต่อการบินขึ้นลงไหม และควรตรวจสอบแบตเตอรี่ทุกครั้ง ในการบินถ่ายภาพเพราะว่าแบตอาจจะไม่เพียงพอและทำให้ UAV ได้ การสกัดค่าความสูงที่ได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับนั้นมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัด โดยเราได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลความสูงของอาคารทั้ง 2 โปรแกรมในการ ประมวลผลภาพ และนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยข้อมูลทั้ง 2 โปรแกรมที่ได้มานั้น มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าความสูงต่างกันเล็กน้อย ค่าความสูงที่สกัดได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ที่จากโปรแกรม Pix4Dmapper มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูงมากกว่า ข้อมูลจากโปรแกรม Agisoft Photoscan

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2) ศึกษาการสร้างแบบจำลอง 3D ของอาคาร โดยเปรียบเทียบกับ 2 โปรแกรม

การศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติของอาคารที่ได้จาก โปรแกรม Pix4Dmapper มีกระบวนการในการสร้างง่ายกว่าแต่ใช้เวลาในการประมวลผลนานกว่า โปรแกรม Agisoft Photoscan และประสิทธิภาพของแบบจำลองสามมิติของอาคาร ที่สร้างใน Sketchfab แบบจำลอง

สามมิติของอาคารที่ได้จากการประมวลผลของ โปรแกรม Pix4Dmapper มีประสิทธิภาพดีกว่าของแบบจำลองสามมิติของอาคารที่ได้จากการประมวลผลขอล โปรแกรม Agisoft Photoscan มีความคมชัดมากกว่าและรูปทรงเสมือนจริงมากกว่า มีความบิดเบี้ยวน้อยกว่า เพราะภาพของการประมวลผลที่ได้มาจากโปรแกรม Pix4Dmapper มีความคมชัดและค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าภาพของการประมวลผลที่ได้มาจากโปรแกรม Agisoft Photoscan การสกัดค่าความสูงของอาคารโดยอากาศยานไร้คนขับนั่น พบว่าในแต่ละครั้งนั้นมีการประมวลผล ข้อมูลจะใช้เวลาค่อนข้างนาน อย่างโปรแกรม Agisoft Photoscan นั้นใช้เวลาในการประมวลผล ข้อมูลทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที – 2 ชั่วโมง ต่อจำนวนภาพ 70 ภาพ ขึ้นอยู่กับโน๊ตบุ๊คและ Ram ที่ใช้ แตกต่างกันไป แต่การประมวลผล ภาพของ Pix4Dmappre นั่นใช้เวลานานกว่ามาก 3-4 เท่าของ Agisoft Photoscan และบางครั้งก็ใช้ทรัพยากรโน๊ตบุ๊คค่อนข้างมาก และการประมวลผล ใน Pix4Dmapper ครั้งแรกนั้นใช้เวลา เกือบทั้งวันโดยเริ่ม การประมวลผล ภาพ ตอนเวลา 11.45 น. และ ประมวลผลภาพเสร็จตอน 01.35 น. ต่อจำนวนภาพ 70 ภาพ ใช้เวลาในการประมวลผล นานมาก ในการที่จะทำการประมวลผลใน Pix4Dmapper แต่ 3D Model ที่สร้างขึ้นใน Sketchfab โดยการประมวลผลของ Pix4Dmapper ดีกว่า สวยกว่ามีความคมชัดมากกว่าและมีความบิดเบี้ยว น้อยกว่า ทั้งๆที่ตั้งการประมวลผล ไว้เหมือนกันคือ การสร้างแบบ Standard เหมือนกันทั้ง 2 โปรแกรม

Pix4DMapper ตอนสร้างโปรเจคตั้งคุณภาพของงานระดับ 3D Maps ทำให้ใช้เวลาคำนวณนานมาก บางครั้งใช้ทรัพยากรเครื่องโน๊ตบุ๊คจนหมดค้างไป แต่ในภาพรวมแล้ว User interface ของโปรแกรมออกมาได้เรียบง่าย เข้าใจ ใช้สะดวก พอลองดูภาพ 3D จาก Pix4DMapper ก็สวยงามไม่แพ้กัน (priabroy, 2559) แต่ผลการวิจัยที่ได้มา ไม่ตรงกับของ priabroy เพราะว่า 3D Model ของ Agisoft Photoscan ที่ได้มามีความบิดเบี้ยวมากกว่า ของ Pix4Dmapper และมีความผิดพลาดมากกกว่า และ 3D model ที่ได้ออกมาจาก Agisoft Photoscan มีความสวยงามน้อยกว่า 3D Model ที่ได้จาก Pix4Dmapper แต่เหมือนกันตรงที่เวลา ประมวลผล ภาพใน Pix4Dmapper ใช้เวลาค่อนข้างที่จะนานและใช้ Ram ในการวันทั้งหมด แต่ภาพ ที่ได้มา จากการบินถ่ายภาพนั้นมีคุณภาพค่อนข้างดี ทำให้การประมวลผลข้อมูลออกมาได้ดี และสวยงามมีความคมชัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3) ศึกษาความแตกต่างของความสูงอาคารระหว่างความสูงที่สกัดค่าได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับกับข้อมูลความสูงที่วัดได้จากเครื่องมือวัดความสูง

การวางแผนแนวบินนั้นได้กำหนดความสูงบิน อยู่ที่ 80 เมตร ส่วนซ้อน 90 เปอร์เซนต์ และส่วนเกย 60 เปอร์เซนต์ โดยตั้งเป็นการบินแบบ 3 มิติ ก็เพื่อที่ จะนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยใช้ค่าพิกัด ณ จุดเปิดถ่าย โดยที่ทำการบินเป็น 3 มิตินั้น เพราะต้องการภาพออร์โธ DEM

DSM ที่ได้จากการ ประมวลผล ทั้ง 2 ซอฟแวร์นั้นให้มีความคมชัดและสวยงาม เหมือนจริงมากที่สุด การสกัดค่าความสูงที่ได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับนั้นมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัด โดยเราได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลความสูงของอาคารทั้ง 2 โปรแกรมในการประมวลผลภาพ และนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยข้อมูลทั้ง 2 โปรแกรมที่ได้มานั้น มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าความสูงต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าความสูงที่สกัดได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ที่จากโปรแกรม Pix4Dmapper มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูงมากกว่า ข้อมูลจากโปรแกรม Agisoft Photoscan

ค่าความสูงที่สกัดได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูง ในส่วนของข้อมูลความสูงจากโปรแกรม Pix4Dmapper มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูงมากกว่า ข้อมูลจากโปรแกรม Agisoft Photoscan แต่การProcess ของโปรแกรม Pix4Dmapper จะมีความคมชัดกว่าและเก็บรายละเอียดของแบบจำลองมากกว่า เป็นเพราะอัลกอริทึมในกระบวนการสร้างภาพของโปรแกรม Pix4Dmapper ดีกว่าโปรแกรม Agisoft Photoscan เลยทำให้ได้ผลออกมาที่ดีกว่า 3D Model ที่ได้จาก โปรแกรม Pix4Dmapper มีความคมชัดมากกว่าและรูปแบบของอาคารมีค่าความคาดเคลื่อนน้อยกว่า และรูปร่างผิดเพี้ยนไปจากทรงเดิมน้อยกว่าของโปรแกรม Agisoft Photoscan นำภาพที่ได้มาจาก UAV เอาไปคำนวณใน Agisoft Photoscan และลองดูโมเดลสามมิติที่สร้างโดย Agisoft Photoscan ผลของการประมวลผลโมเดลที่ได้มานั่นมีความถูกต้องน้อยกว่าแต่รูปทรงคมชัดแต่ไม่ชัดเท่า โมเดลสามมิติของ Pix4Dmapper

ภาพ 5.1 ภาพการเปรียบเทียบ 3D Model ของทั้ง 2 โปรแกรมSketchfab

5.2 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

1) งานวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ใส่จุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCPs) ทำให้เกิดค่าความคาดเคลื่อนมากกว่าแบบใส่จุดควบคุมภาคพื้นดิน ถ้าใส่จุดควบคุมภาคพื้นดินจะทำให้ภาพมีค่าความละเอียดถูกต้องได้มากยิ่งขึ้น

2) ควรมีการศึกษาเรดาร์ตรวจอากาศรายวัน ทุกครั้งก่อนออกภาคสนาม

3) ใช้เฉพาะอุปกรณ์เสริมที่ได้มาตรฐานจาก DJI คุณภาพของอุปกรณ์เสริม ก็ถือเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสร้างความมั่นใจให้กับคุณในขณะที่คุณนำอุปกรณ์เหล่านั้นมาใช้งานร่วมกับโดรน จะสามารถรู้ได้อย่างไรว่าอุปกรณ์ที่นำมาใช้นั้นมีคุณภาพ ได้มาตรฐานและมีความปลอยภัย

4) ตรวจสอบการจับสัญญาณดาวเทียม GPS ก่อนที่จะนำโดรนขึ้นบินทุกครั้ง ควรตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่าโดรน ตรวจพบสัญญาณดาวเทียม GPS หรือไม่ หากโดรนจับสัญญานดาวเทียม GPS ไม่เสถียร สัญญานขาดหาย ระบบควบคุมการบินอาจจะไม่สามารถระบุตำแหน่งของตัวโดรนได้

5) ตรวจเช็คใบพัดและมอเตอร์ การตรวจเช็คความพร้อมของโดรนและอุปกรณ์ต่างๆ เป็นเรื่องพื้นฐานที่ควรทำทุกครั้งก่อนที่จะนำโดรนขึ้นบิน เพื่อให้แน่ใจว่าตัวโดรนและอุปกรณ์ต่างๆมีสภาพปกติดีสามารถนำไปใช้งานได้อย่างปลอดภัย ไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งชำรุดหรือได้รับความเสียหาย ควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าใบพัดมีสภาพที่สมบูรณ์ดีไม่ฉีกขาด หลุดหลวม หรือตรวจเช็คระบบมอเตอร์ สภาพความปกติที่มองเห็นได้จากภายนอก การหมุนของมอเตอร์ จะช่วยให้มั่นใจได้ว่าจะสามารถบินโดรนได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น

6) นำโดรนขึ้นบินให้อยู่ในระยะสายตา ในขณะที่ทำการบินโดรนอยู่นั้น ควรบินให้อยู่ในระยะสายตาที่สามารถมองเห็นตัวโดรนได้ ไม่ควรบินโดรนออกนอกระยะสายตา เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้โดรนของบินไปชนสิ่งกีดขวางหรือบินตกลงมาให้ได้รับความเสียหาย เนื่องจากการบังคับโดรนโดยมองผ่านหน้าจอแสดงผลเพียงอย่างเดียวเป็นเรื่องที่ยากและต้องใช้ประสบการณ์มากพอในการควบคุมโดรน หากไม่มีความชำนาญในการบังคับโดรน อาจทำให้การบินโดรนของเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

7) นำโดรนลงจอดเมื่อปริมาณแบตเตอรี่ต่ำ แบตเตอรี่ถือเป็นหัวใจหลัก และเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในการขับเคลื่อนโดรน หากแบตเตอรี่หมด โดรนก็ไม่สามารถบินต่อได้ ดังนั้นหากมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การแจ้งเตือนระดับปริมาณแบตเตอรี่ต่ำ ควรบินโดรนกลับมา และลงจอดในทันที ไม่ควรฝืนบินต่อเพื่อป้องการไม่ให้โดรนตกลงมาจนได้รับความเสียหายเนื่องจากไม่สามารถควบคุมโดรนต่อได้ในระหว่างที่โดรนบินอยู่บนอากาศเพราะแบตเตอรี่ไม่เพียงพอต่อใช้งาน ทั้งนี้ระบบควบคุมการบินของโดรน DJI ถูกออกแบบให้มีการแจ้งเตือน ระบบบินกลับฐานและระบบลงจอดโดยอัตโนมัติ

8) ปฏิบัติตามกฎหมายและข้อบังคับท้องถิ่นการตรวจสอบให้แน่ใจว่าปฏิบัติตามกฎหมายและระเบียบข้อบังคับของพื้นที่ที่จะทำการบินโดรนหรือไม่พื้นที่ที่จะทำการบินโดรนเป็นพื้นที่เขตหวงห้ามหรือต้องขออนุญาตเจ้าของพื้นที่ก่อนทำการบินโดรนหรือไม่ควรตรวจสอบสิ่งเหล่านี้ให้แน่ใจก่อนที่จะทำการบินโดรนทุกครั้ง เพื่อป้องกันปัญหาหรือเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นและอาจส่งผลกระทบกับบุคคลอื่น

9) นำโดรนขึ้นบินบริเวณพื้นที่โล่ง ก่อนที่จะนำโดรนขึ้นบิน ควรตรวจสอบสถานที่บริเวณที่จะนำโดรนขึ้นบินก่อนว่ามีสิ่งกีดขวางการบินมากน้อยแค่ไหน มีอะไรบ้างที่อาจเป็นอุปสรรคต่อการบิน หากเป็นไปได้ควรนำโดรนขึ้นบินในพื้นที่โล่งที่ไม่มีตึกสูงหรือต้นไม้ใหญ่ เสาไฟฟ้าเสาสัญญาณโทรศัพท์เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการบินโดรน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2557) คู่มือการวางและจัดทำผังเมือง เฉพาะ. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา : www.dpt.go.th/ [สืบค้นเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2561]

กรมโยธาธิการและผังเมืองง. ม.ป.ป. สัญลักษณ์ในผังเมืองรวม.(ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา : http://www.dpt.go.th/knowledges/. 2556. [สืบค้นเมื่อวันที่ 5เมษายน 2561]

กรมแผนที่ทหาร . ภาพถ่ายทางอากาศ. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา : http://natres.psu.ac.th/Department/EarthSciencef [สืบค้นเมื่อ 12 เมษายน 2561]

กิตตศิักดิ์ ศรีกลาง. การวางแผนโครงการทำ แผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ PHOTOGRAMMETRIC MAPPING PROJECT PLANNING. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา : https://www.rtsd.mi.th /KM/Arial_Project_Planing.pdf. *2554.* [สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2561]

กมลฉัตร ศรีจะตะ. (2559). การศึกษาความหนาแน่นของเมืองจากข้อมูลไล ดาร์ กรณีศึกษาเขตดาวทาวน์ และเขตสตริป รัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศ สหรัฐอเมริกา. วิทยานิพนธ์ วท.บ. , มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. [สืบค้นเมื่อ 12 เมษายน 2561]

กุลธิดา เด่นวิทยานันท์. (2559) .“Drone” เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา:https://www.pwc.com/th/en/pwc-thailand- blogs/blog-20161031.html. 2559.[สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2561]

กาญจน์เขจร ชูชีพ (2557). เครื่องมือวัดหาความสูงของวัตถุจากภาพถ่ายทางอากาศ . (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา : http://www.cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/.htm [สืบค้นเมื่อ 12 เมษายน 2561]

นิภา แย้มวจี,2559, “ จุฬาฯพัฒนาเทคโนโลยีการสำรวจด้วยภาพถ่าย” , แหล่งที่มา http://www.moe.go.th/moe/th/news/ NewsID=45190&Key,[สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2561]

ชิต เหล่าวัฒนา อรรณพ เรืองวิเศษ และรุ่งโรจน์ หวังเกียรติ(2557).แผนที่ ภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับ.วารสารหลักเมือง ฉบับที่ 272 หน้าที่ 10 [สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2561]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ไพศาล สนัติธรรมนนท์ (2553). การรังวัดด้วยภาพดิจิทัล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจฬุาลงกรณ์มหาวิทยาลัย[สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2561]

มณฑา จำปาเหลือง (2556). การสำรวจเพื่อทำแผนที่ด้วยUAV . วารสารหลักเมือง ฉบับที่ 273 หน้าที่ 23[สืบค้นเมื่อ 12เมษายน 2561]

ยงยุทธ วิถีไตรรงค์(2556). โครงการศึกษาศักยภาพในการจัดทำแผนที่ใน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยอากาศยานไร้คนขับ รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, ภาควิชาภูมิศาตร์ คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร,กรุงเทพมหานคร[สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2561]

Chen, Liu,Gao, Liu, "An Automatic Ground Control Point Matching Based on GCP Chip Database for Remote Sensing Images" in Image Analysis and Signal Processing, Taizhou, April 2009, pp. 13-17.

DevilArt, 2016 , AXIS VIDIUS โดรนจิ๋วที่เล็กที่สุดในโลก, แหล่งที่มา http://www.everythingisee.in.th/ =2759, [March 19, 2018]

Haarbrink , R.B , Koers , E . (2008) Helicopter UAV for Photogrammetry and rapid response Retrieved March 30, 2018, from www.int-arch-photogramm sci.net

JARED POLIN, 2014, DJI Inspire 1 Real World Preview with 4k Footage, แหล่งที่มา http://froknowsphoto.com/dji-inspire-1/, [March 19, 2018]

Kaneko ,R., et al. (2015). Application of unmanned aerial vehicle measurement to estimate quantity of forest biomass. Retrieved March 30, 2018, from www.kutarr.lib.kochi-tech.ac.jp

Mantra & WordPress, 2016, โดรน (Drone) คืออะไร มาทำความรู้จักโดรนกันเถอะ, แหล่งที่มา: http://www.thairc.com/?p=1, [April 16, 2018]

Michael, 2016, Types of Multirotor, Available: https://oscarliang.com/types-of-multicopter/, [June 22,2018]

Phantom Thailand, 2014, รีวิว "DJI GS PRO" แอพฯ วางแผนบินโดรนที่สุด อัจฉริยะ, แหล่งที่มาhttps://www.phantomthailand.com/รีวิว-dji-gs-pro-แอพฯวางแผนบิน, [May 24, 2018]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Shiravi, S., Zhong, M. and Beykaei, S. A. (2012). Accuracy assessment of building extraction using LiDAR data for urban planning/transportation applications. Dept. of Civil Engineering, University of New Brunswick.

Stange and Mark Willis, "Palentier: Aerial Mapping System", 2010, Office of Science and Technology Policy, part of the Executive Office of the President of the United States.

waraporn, 2016, อากาศยานไร้คนขับ, แหล่งที่มา http://dronecademy.org/unmanned-aircraft/, [April 22, 2018]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

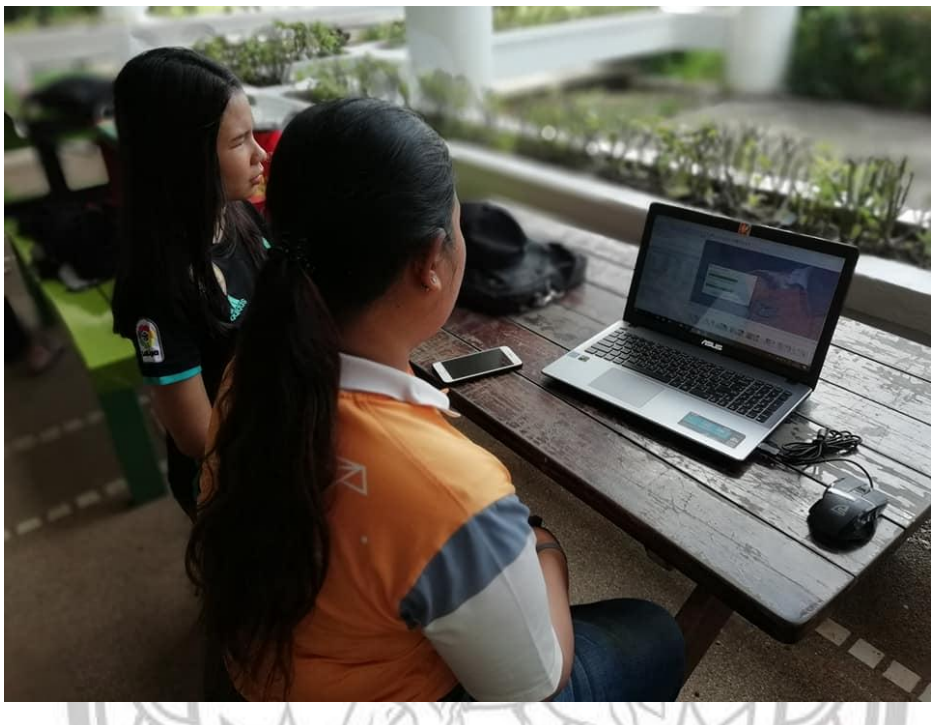
ภาคผนวก ก. อุปกรณ์และอากาศยานไร้คนขับที่ใช้ในงานวิจัย

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ข. การเตรียมความพร้อมสสำหรับการบินอากาศยานไร้คนขับ

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. การหาค่าความสูงของอาคารโดยโปรแกรม



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารโดยข้อมูลอากาศยานไร้คนขับในเขตพื้นที่เมือง

Investigation of techniques to estimate the building height from unmanned aerial data in an urban

สุธิตา อ่อนนิ่ม[1*] และ นัฐพล มหาวิค[2]
Suthita On-nim[1*] and Nattapon Mahavik[2]
[1] *คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ และ สิ่งแวดล้อม*
[2] *ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติ และ สิ่งแวดล้อม*
[1] *Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment*
[2] *Department Natural Resources and Environment*
***Corresponding author; E-mail:**suthitao58@email.nu.ac.th

บทคัดย่อ

อากาศยานไร้คบขับ (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) หรือ โดรน (Drone) เป็นหนึ่งเทคโนโลยีที่กำลังถูกหลายฝ่ายจับตามอง เพราะทำหน้าที่ในการบังคับเครื่องบินแทนมนุษย์ ทั้งนี้บทบาทของ อากาศยานไร้คนขับ กำลังเข้ามามีอิทธิพล ต่อรูปแบบ การทำธุรกิจ ต่างจากอดีตอย่างสิ้นเชิงซึ่ง โดรน ถูกใช้ในการทหาร และ ภารกิจป้องกันประเทศ เป็นหลัก (กุลธิดา เด่นวิทยานันท์ , 2559) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะสกัดค่าความสูงของอาคารและการสร้าง 3D Model โดยการใช้ข้อมูลจาก อากาศยานไร้คบขับ หรือที่เรารู้จักกันดีที่ในชื่อ ว่า โดรน โดยทำการ Process ภาพถ่ายที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับ โดยโปรแกรมที่ใช้ Process ภาพมีทั้งหมด 2 โปรแกรม คือ โปรแกรม Agisoft Photoscan และ โปรแกรม Pix4Dmapper จะได้ค่าความสูงที่สกัดออกมาได้อยู่ในรูปของ DEM และ DSM และนำผลที่ได้จากทั้ง 2 โปรแกรมมาทำการสร้าง 3D Model ใน Sketchfab และนำผลที่ได้จากทั้ง 2 โปรแกรมมาวิเคราะห์ค่าความสูงของอาคารที่สกัดได้และเปรียบเทียบ 3D Model ที่ได้จากทั้ง 2 โปรแกรมพื้นที่ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ค่าความสูงที่สกัดได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูง

คำสำคัญ : อากาศยานไร้คนขับ อาคาร แบบจำลองสามมิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Abstract

This study aimed to analyze the techniques to estimate the building height from unmanned aerial data in an urban The objective is to create a 3 D model with photogrametry by UAV. The result found that unmanned vehicle surveys and 3D modeling by Comparing the two programs Agisoft Photoscan and Pix4Dmapper program is rendered the performance of the program. to create a 3D model with photogrametry by UAV in sketchfab. The result showe that building 3D model derived from the processing in the program.Can be compared with the measurement height instrument.

Keywords : Unmanned Aerial Vehicle, building, 3D Model

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทนำ

อากาศยานไร้คนขับ UAV (Unmanned Aerial Vehicle) ถูกควบคุมจากระยะไกลได้ ซึ่งในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับนั้นสามารถบินได้ด้วยตัวเองไม่จำเป็นที่จะต้องบังคับหรือคอนโทรล โดยการวางแผนแนวบินเข้าไป โดรนเป็นเครื่องบินบังคับขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อประโยชน์ใช้สอยหลายด้านด้วยกัน ซึ่งในสมัยก่อนจะมีใช้เฉพาะในทางการทหารเท่านั้น เช่น ใช้เพื่อการราชการลับ เพื่อสอดแนม หรืออาจจะร้ายแรงกว่านั้นก็ติดอาวุธเข้าไปถล่มศัตรูจากระยะไกล (กิตตศิักดิ์ ศรีกลาง , 2556) หรือใช้กับพื้นที่อันตรายหรือภารกิจที่ยากที่คนเราจะสามารถเข้าไปถึงได้ในอดีตนั้น ไม่ได้ใช้ในการบันเทิงเหมือนในปัจจุบัน ซึ่งก็มีข้อดีก็คือไม่ต้องใช้คนจริงเข้าไปในพื้นที่ซึ่งเสี่ยงอันตรายนั่นเอง ตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 จนมาถึงปัจจุบัน เทคโนโลยีของอากาศยานไร้คนขับได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเรื่อย ๆ จนไม่ได้จำกัดแค่ในทางทหารเท่านั้น ในปัจจุบันนั้นอากาศยานไร้คนขับถูกใช้ในหลากหลายรูปแบบ เช่น การคาดการณ์เกี่ยวกับน้ำท่วมอุทกภัย การวางผังและการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ รวมถึงนำไปใช้ควบคู่กับการออกแบบโครงสร้างอาคาร การประมาณค่าความสูงของต้นไม้และอาคาร

การวัดขนาดความสูงของอาคารนั้นก็เพื่อที่จะต้องการที่จะทราบว่า ได้มาตรฐานตามกฎหมายที่กำหนดหรือไม่ทำให้ การวัดขนาด ความสูงซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือวัดในการวัด จึงทำให้การวัดขนาดความสูงของอาคารนั้นเป็นไปได้ยากและมีขั้นตอนในการวัดยุ่งยากและ ในบางพื้นที่มีการเข้าถึงยากและขนาดความสูงของอาคารสูงมากและลำบากต่อการสำรวจ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หมวด 4 แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร กำหนดควบคุมความสูงของอาคาร ความสูงของอาคารไม่ว่าจากจุดหนึ่งจุดใด ต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบวัดจากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวเขตด้านตรงข้ามของถนนสาธารณะ ที่อยู่ใกล้อาคารนั้นที่สุดความสูงของอาคารให้วัดแนวดิ่งจากระดับถนนหรือระดับพื้นดินที่ก่อสร้างขึ้นไปถึงส่วนของอาคารที่สูงที่สุด เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ.2544 หมวด 5 ข้อ 49 กำหนดให้ความสูงของอาคารไม่ว่าจากจุดใดจุดหนึ่ง ต้องไม่เกิน 2 เท่าของระยะราบ วัดจากจุดนั้นไปตั้งฉากกับแนวถนนด้านตรงข้ามของถนนสาธารณะที่อยู่ใกล้อาคารนั้นที่สุด (กรมโยธาธิการและผังเมือง ง.ม.ป.ป , 2557) แต่ก็ยังมีอาคารแบบที่สร้างผิดกฎหมายขึ้นมาเรื่อย ๆ จึงเป็นที่มาและความสำคัญของปัญหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

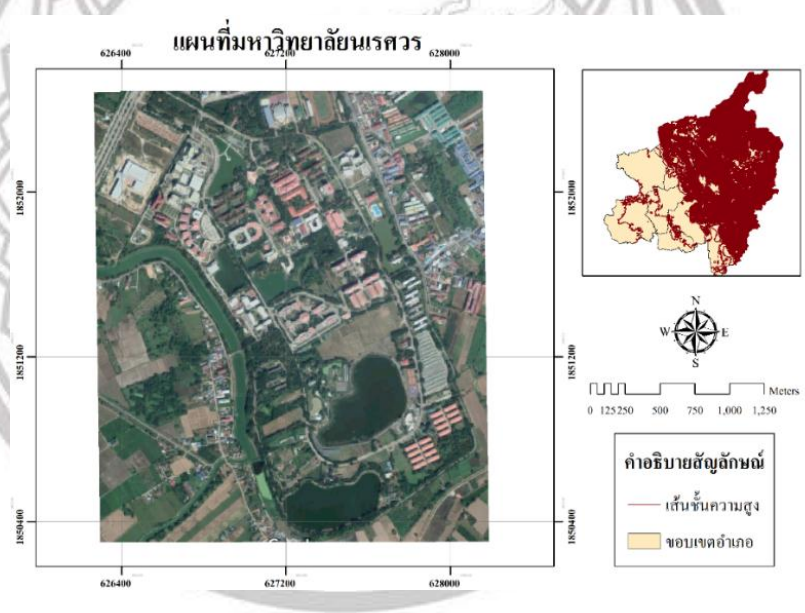
โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคาร โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศยานไร้คนขับ หรือ ภาพถ่าย UAV และการคำนวณข้อมูลทางเรขาคณิต (ความสูง , พื้นที่ , ปริมาตร) อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) เพื่อจัดทำภาพถ่ายทางอาศและวิธีการทำภาพถ่ายทางอากาศที่ได้มาตรฐานสามารถศึกษาต่อยอดในเชิงระบบภูมิสารสนเทศและ

การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งการตรวจสอบความถูกต้องแล้วสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาในรูปแบบต่าง ๆ และเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาต่อไป

วิธีการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

1.ขอบเขตพื้นที่ศึกษา กำหนดมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลกนั้นเป็นพื้นที่ตัวอย่างในการสร้างแผนที่ แสดงความสูงของอาคารนั้น ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก



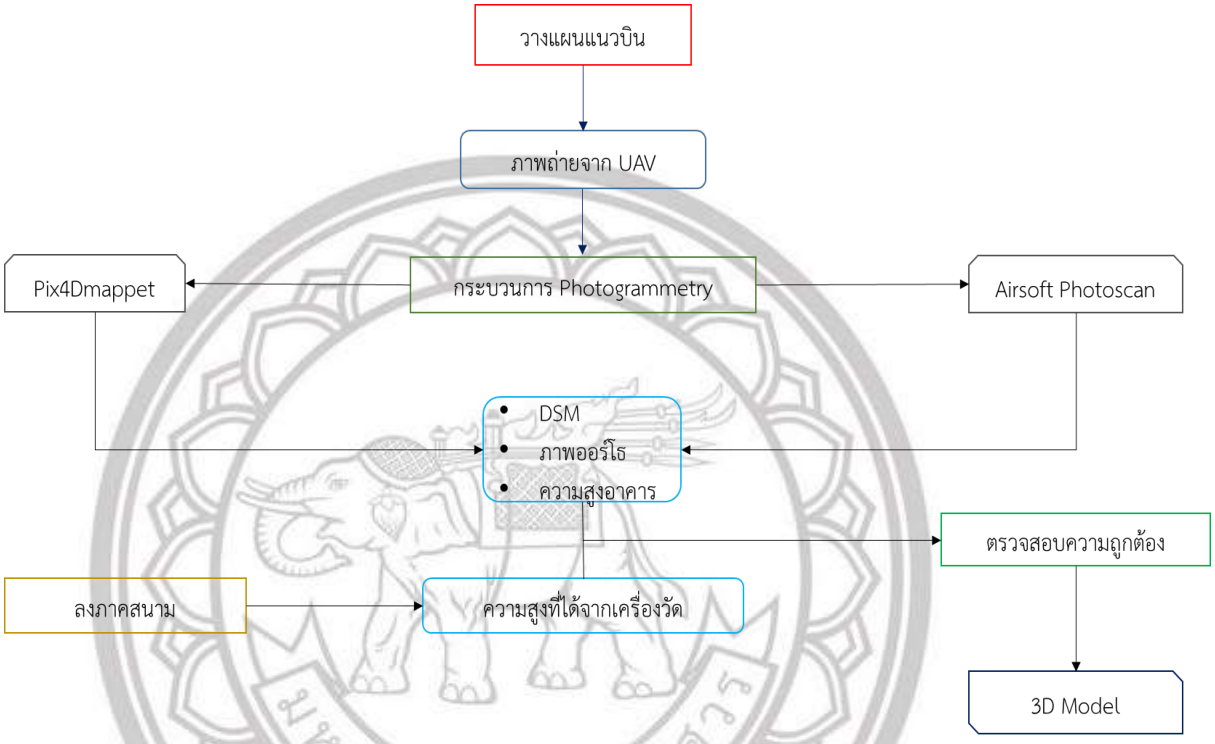
ภาพที่ 1 แผนที่พื้นที่ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาเทคนิคการสกัดค่าความสูงของอาคารและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและการสร้าง 3D Model

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

กรอบแนวคิด



ตารางที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลและอุปกรณ์

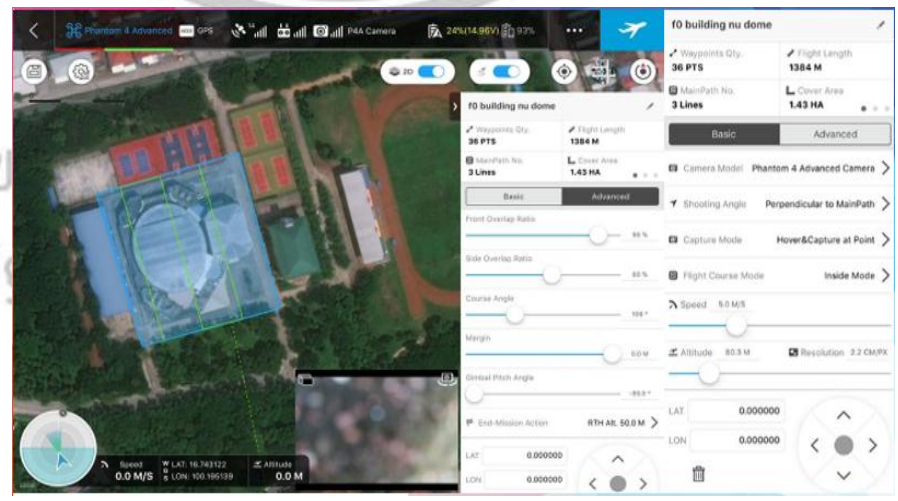
ลำดับ	ข้อมูล/อุปกรณ์	ประเภท	แหล่งที่มา /คุณสมบัติ
1	ภาพถ่ายทางอากาศ	ราสเตอร์	DJI Phantom 4 advanced
2	เทปวัดระยะ	เวกเตอร์	ความยาว 60 m. ใบวัดกว้าง 12 mm. หน่วยมาตรวัด cm/in
3	เครื่องวัดมุมและ Haga Altimeter	เวกเตอร์	Haga Altimeter สามารถหาระยะความยาวได้ตั้งแต่ 15, 20, 25 หรือ 30 หลา/เมตร
4	ความสูงที่ได้จากเครื่องวัด	เวกเตอร์	ลงพื้นที่ภาคสนาม
5	DJI Phantom 4 advanced	multirotors	แบตเตอรี่ Lipo ความจุ 5350 ควบคุมและรับภาพได้ไกล 2-7 กิโลเมตร Auto Pilot : ระบบควบคุมการบินอัตโนมัติด้วย GPS Return to Home : ระบบสั่งงานให้บินกลับได้อัตโนมัติ Indoor Flight : ระบบการบินในร่ม พร้อมเปิด-ปิด GPS อัตโนมัติ

ตารางที่ 2 ตารางแสดงซอฟแวร์ที่ใช้

ซอฟแวร์	เวอร์ชั่น
DJI GS PRO	2.0.0
Airsoft Photoscan	1.2.6
Pix4Dmapper	4.3.27
ArcMap	10.4.1

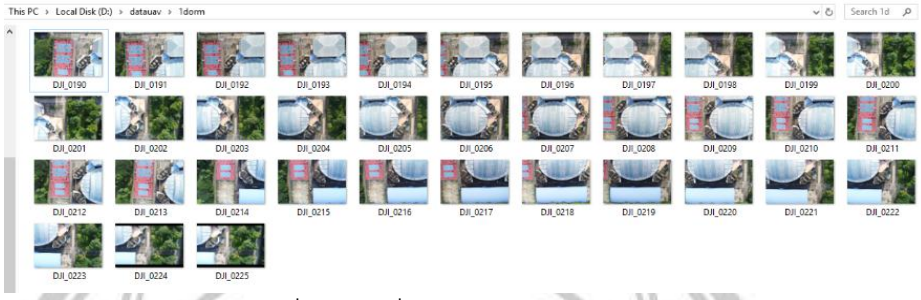
ขั้นตอนการวิจัย

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ประกอบกด้วย 3 อาคาร โดยอาคารแรกจะเป็น อาคารอเนกประสงค์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อาคารที่สองจะเป็น วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร และอาคารที่สามจะเป็นอาคารของคณะบริหารธุรกิจ เศษฐศาสตร์และการสื่อสาร โดยที่จะทำการบินถ่ายภาพเพื่อจะนำมาสกัดค่าความสูงของอาคารและนำมาทำ 3D Model โดยใช้ อากาศยานไร้คนขับ (DJI Phantom 4 advanced) นำมาถ่ายภาพทางอากาศ เมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2561 , 21 สิงหาคม 2561 และ 31 พฤศจิกายน 2561 ตามลำดับ โดยขั้นตอนแรกของวิธีวิจัยนั้นคือ การวางแผนแนวบินของอาคารทั้ง 3 อาคาร โดยยกตัวอย่างเป็นพื้นที่ศึกษา 1 ใน 3 คือ อาคารอเนกประสงค์ เพราะ ว่ามีรูปทรงที่แตกต่างจาก อาคารอื่นๆที่อยู่ใกล้เคียงกัน ดัง ภาพที่ 2 นี้



ภาพที่ 2 การวางแผนแนวบินของอาคารอเนกประสงค์

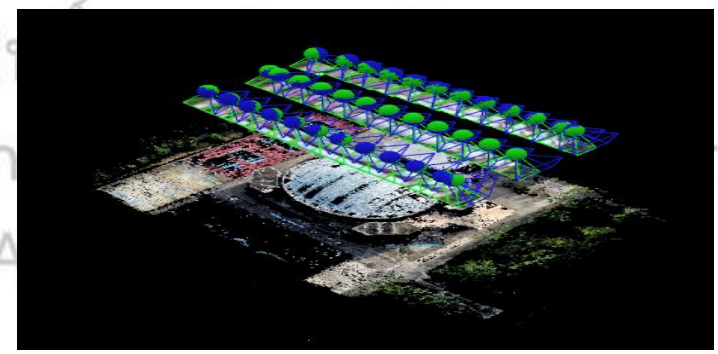
โดยการวางแผนแนวบินนั้นได้กำหนดความสูงบิน อยู่ที่ 80 เมตร ส่วนซ้อน ร้อยละ 90 และส่วนเกย ร้อยละ 60 โดยมีแนวบินทั้งหมด 3 แนวบิน และรูปที่ได้ทั้งหมด 36 รูป โดยตั้งเป็นการบินแบบ 3 มิติ เพราะ จะนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยใช้ค่าพิกัด ณ จุดเปิดถ่าย



ภาพที่ 3 ภาพที่ได้มาจากการบินถ่ายภาพ

ขั้นตอนที่ 2 จะเป็นการนำภาพเข้ากระบวนการโฟโตแกรมเมตรีโดยใช้ ซอร์แวร์ Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper จะเป็นกระบวนการสร้างภาพ การสร้างจุดความหนาแน่นโดยในขั้นตอนนี้เราสามารถใส่จุดควบคุมภาคพื้นดิน หรือ GCPs ได้

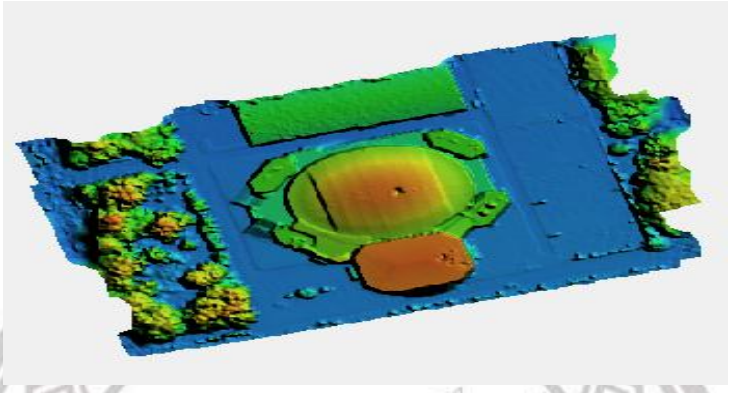
ภาพที่ 4 การสร้างจุดความหนาแน่นของ ซอฟแวร์ Agisoft Photoscan



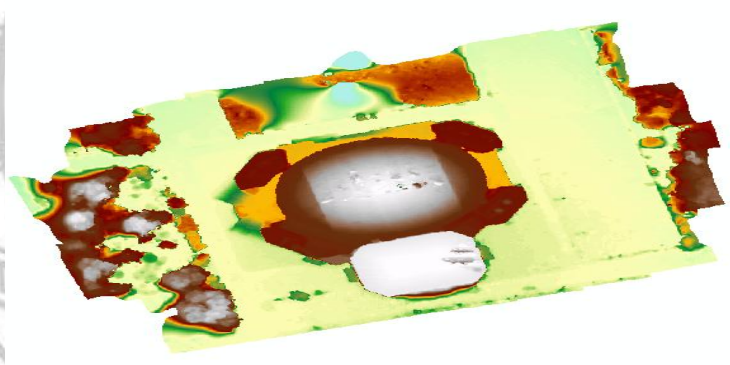
ภาพที่ 5 การสร้างจุดความหนาแน่นของภาพด้วย ซอฟแวร์ Pix4Dmapper

ลิขสิ
Copyrigh
sity
A

ขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้าง DEM และ DSM ของทั้ง 2 ซอฟแวร์ จะได้ DEM และ DSM ออกมา เราสามารถที่จะนั้นข้อมูลทั้ง 2 ซอฟแวร์ที่ได้ออกมานั้นไปเปิดดูใน Arcmap ได้



ภาพที่ 6 DEM ที่ได้จาก Agisoft Photoscan



ภาพที่ 7 DEM ที่ได้จาก Pix4Dmapper

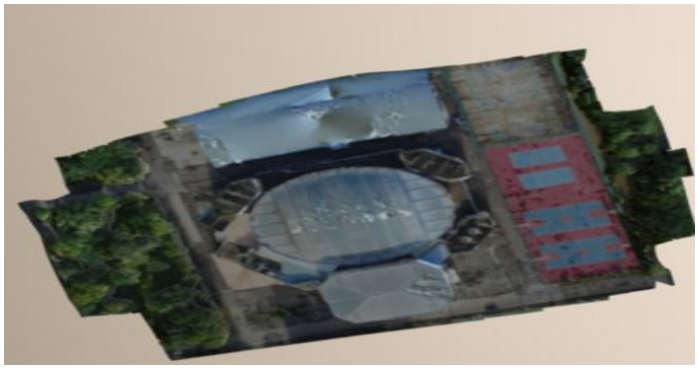
ขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างภาพออร์โธ และจะได้ภาพออร์โธ ของทั้งสอง ซอฟแวร์ออกมา และนำผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากทั้ง 2 ซอฟแวร์ นำไปสร้าง 3D Model ใน Sketchpad

ภาพที่ 8 ภาพออร์โธ ที่ได้จาก Agisoft Photoscan

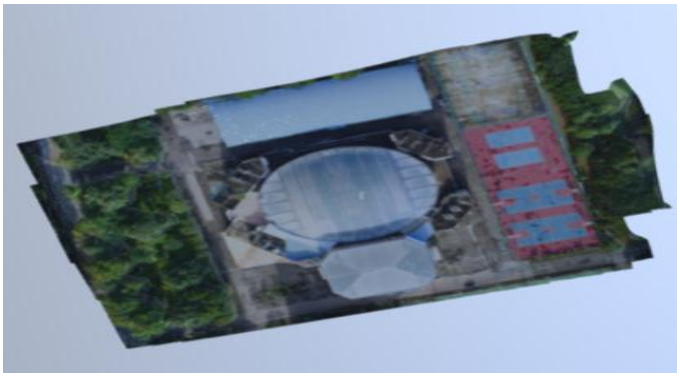
ลิขสิทธิ์ Copyright A ersity

ภาพที่ 9 ภาพออร์โธที่ได้จาก Pix4Dmapper

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model ใน Sketchfab โดยที่ Sketchfab ช่วยให้ผู้ใช้ในการเผยแพร่เนื้อหา 3 มิติแบบโต้ตอบออนไลน์โดยไม่จำเป็นต้องขอปลั๊กอินของบุคคลที่สามใด โดยการเพิ่มเนื้อหาแบบ 3D แทนเพียงต้องพึ่งพาสไลด์โชว์ 3D, showreels หรือภาพนิ่ง ในขณะที่ Sketchfab ง่ายพอที่จะนำมาใช้โดยผู้ใช้คอมพิวเตอร์มือใหม่ที่ได้เปรียบ ที่สำคัญของบริการนี้อยู่สำหรับนักพัฒนาที่ผลิตเนื้อหา 3 มิติและต้องการแบ่งปันออนไลน์ (Sketchfab , 2559)

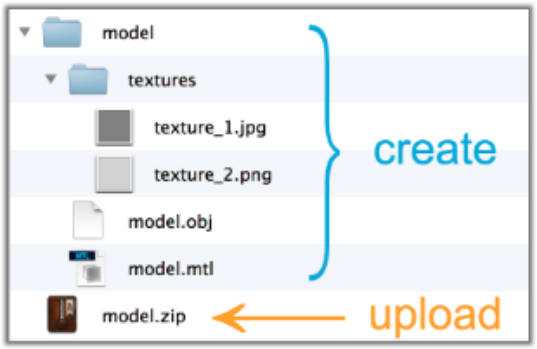


ภาพที่ 10 3D Model ใน Sketchfab จาก Agisoft Photoscan



ภาพที่ 11 3D Model ใน Sketchfab จาก Pix4Dmapper

นำข้อมูลทั้งหมดที่ ทำการ zip file และอัพโหลดลงแล้วก็จะได้ 3D Model ออกมาขึ้นโชว์บนเว็บ Sketchfab (ดังภาพที่ 10 และ 11) เราสามารถทำการปรับสีและดูโครงสร้างต่างๆได้ และใน sketchfab ยังสามารถให้เราดาวน์โหลด 3D ออกมาได้อีก มีทั้งแบบดาวน์โหลดฟรี และแบบเสียค่าใช้จ่ายในการดาวน์โหลด แต่ Sketchfab ยังมีข้อจำกัดในเรื่องไฟล์ของข้อมูลที่เราจะอัพนั้น จะต้องมีขนาดไม่เกิน 50 KB ถ้าเราอยากจะอัพไฟล์ที่มีขนาดใหญ่กว่านั้น เราจะทำการอัปเกรด เพื่อที่จะอัพไฟล์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ลงใน Sketchfab แต่การที่เราจะอัปเกรดนั้นก็มีค่าใช้จ่ายในส่วนต่างๆตามมา แต่ถ้าเราไม่อยากที่จะจ่ายเงินในส่วนของการสร้างโมเดลนั้น เราก็จะต้องลดจำนวนภาพที่เราจะทำการ Process ลง เพื่อที่เวลาเรา Export ข้อมูลออกมาจะได้ไม่เกิน 50 MB



ภาพที่ 12 ข้อมูลที่อัพลง Sketchfab ทั้งหมดในแต่ละ Model

สมการที่ใช้ในการวิจัย

$$\mathrm{CHM} = \mathrm{DSM} - \mathrm{DTM\ or\ DEM} \quad (1)$$

□□□ □ = □□ □□ □□ (2)

□ = □□ □□ □□ + h (3)

BC และ AC คือ ระยะห่างจากตัวเราจนถึงโค่นตึกหรือโค่นต้นไม้

CHM คือ Canopy Height Model

DEM คือ Digital Elevation Model

DSM คือ Digital Surface Model

DTM คือ Digital Terrain Model

h คือ ความสูงของเรา

H คือ ความสูงของอาคารหรือต้นไม้

Tan A คือ มุมเงย ที่ได้จากเครื่องวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ผลการการศึกษา

การวางแผนแนวบินนั้นได้กำหนดความสูงบิน อยู่ที่ 80 เมตร ส่วนซ้อน 90 เปอร์เซนต์ และส่วนเกย 60 เปอร์เซนต์ โดยมีแนวบินทั้งหมด 3 แนวบิน และรูปที่ได้ทั้งหมด 36 รูป โดยตั้งเป็นการบินแบบ 3 มิติ ก็เพื่อที่ จะนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยใช้ค่าพิกัด ณ จุดเปิดถ่าย โดยที่ทำการบินเป็น 3 มิตินั้น เพราะต้องการภาพออร์โธ DEM DSM ที่ได้จากการ Process ทั้ง 2 ซอฟแวร์นั้นให้มีความคมชัดและสวยงาม เหมือนจริงมากที่สุด ก่อนที่จะทำการบินถ่ายภาพได้นั่นจะต้องทำการลงภาคสนามเพื่อที่จะได้ดูว่าเราจะทำการบินขึ้นจากตรงไหนมีที่โล่งเพียงพอต่อการบินขึ้นลงไหม และควรตรวจสอบแบตเตอรี่ทุกครั้ง ในการบินถ่ายภาพเพราะว่าแบตอาจจะไม่เพียงพอและทำให้ UAV ได้ การสกัดค่าความสูงที่ได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับนั้นมีค่าใกล้เคียง กับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัด โดยเราได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลความสูงของอาคารทั้ง 2 โปรแกรมในการ Process ภาพ และนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาทำการสร้าง 3D Model โดยข้อมูลทั้ง 2 โปรแกรมที่ได้มานั้น มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าความสูงต่างกันเล็กน้อย โดยค่าความสูงของอาคารอเนกประสงค์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่วัดได้จากเครื่องมือวัดนั้นมีค่าความสูงอยู่ที่ 22 เมตร ส่วนค่าความสูงที่สกัดได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ที่ได้จากโปรแกรม Agisoft Photoscan นั้นมีความสูงอยู่ที่ 73 เมตร ลบกับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางนั้นจะอยู่ที่ 28 เมตร ส่วน ค่าความสูงที่สกัดได้จากอากาศยานไร้คนขับ ที่ได้จากโปรแกรม Pix4Dmapper ความสูงจะอยู่ที่ 70 เมตร ลบกับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางนั้น ความสูงของอาคารจะอยู่ที่ 25 เมตร ส่วนความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูงนั้น อยู่ที่ 22 เมตร ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าความสูงที่สกัดได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ที่จากโปรแกรม Pix4Dmapper มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูงมากกว่า ข้อมูลจากโปรแกรม Agisoft Photoscan

ภาพที่ 13 ภาพการเปรียบเทียบ 3D Model ที่ได้จาก Agisoft Photoscan และ Pix4Dmapper ตามลำดับ

อภิปรายผล

ค่าความสูงที่สกัดได้จากข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูง ในส่วนของข้อมูลความสูงจากโปรแกรม Pix4Dmapper มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลความสูงที่ได้จากเครื่องมือวัดความสูงมากกว่า ข้อมูลจากโปรแกรม Agisoft Photoscan แต่การ Process ของโปรแกรม Pix4Dmapper จะมีความคมชัดกว่าและเก็บรายละเอียดของโมเดลได้มากกว่า อาจจะเป็นเพราะอัลกอริทึกในกระบวนการสร้างภาพของโปรแกรม Pix4Dmapper ดีกว่าโปรแกรม Agisoft Photoscan เลยทำให้ได้ผลออกมาที่ดีกว่า 3D Model ที่ได้จาก โปรแกรม Pix4Dmapper มีความคมชัดมากกว่าและรูปแบบของอาคารมีค่าความคาดเคลื่อนน้อยกว่า และ รูปร่างผิดเพี้ยนไปจากทรงเดิมน้อยกว่าของโปรแกรม Agisoft Photoscan นำภาพที่ได้มาจาก UAV เอาไปคำนวณใน Agisoft Photoscan และลองดูโมเดลสามมิติที่สร้างโดย Agisoft Photoscan แต่โมเดลที่ออกมาก็ดูดีพอสมควร

Pix4DMapper ตอนสร้างโปรเจคตั้งคุณภาพของงานระดับ 3D Maps ทำให้ใช้เวลาคำนวณนานมาก บางครั้งกินเมมโมรีเครื่องโน๊ตบุ๊คจนหมดค้าง แต่ในภาพรวมแล้ว User interface ของโปรแกรมออกมาได้เรียบง่าย เข้าใจ ใช้สะดวก มาลองดูภาพ 3D จาก Pix4DMapper ก็สวยสดงดงามไม่แพ้กัน (priabroy, 2559) แต่ผลที่ได้ไม่ตรงกับของ priabroy เพราะว่า 3D Model ของ Agisoft Photoscan ที่ได้มามีความบิดเบี้ยวมากกว่า ของ Pix4Dmapper และมีความผิดพลาดมากกกว่า และ 3D model ที่ได้ออกมาจาก Agisoft Photoscan มีความสวยงามน้อยกว่า 3D Model ที่ได้จาก Pix4Dmapper แต่เหมือนกันตรงที่เวลา Process ภาพใน Pix4Dmapper ใช้เวลาค่อนข้างที่จะนานและใช้ Ram ในการรันทั้งหมด ไม่สามารถที่จะทำอย่างอื่นได้ และค้างไป แต่ภาพ ที่ได้มา จากการบินถ่ายภาพนั้นมีคุณภาพค่อนข้างดี จึงทำให้การ Process ข้อมูลออกมาได้ดี และสวยงาม

สรุป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

การสกัดค่าความสูงของอาคารโดยอากาศยานไร้คนขับนั่น พบว่าในแต่ละครั้งนั้นมีการ Process ข้อมูลค่อนข้างที่จะใช้เวลาค่อนข้างนาน อย่างซอฟแวร์ Agisoft Photoscan นั้นใช้เวลาในการ Process ข้อมูลทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที – 2 ชั่วโมง ต่อจำนวนภาพ 70 ภาพ ขึ้นอยู่กับโน๊ตบุ๊คและRam ที่ใช้ แตกต่างกันไป แต่ การ Process ภาพของ Pix4Dmappre นั่นใช้เวลานานกว่ามาก 3-4 เท่าของ Agisoft Photoscan และบางครั้งก็ดับไป และการProcess ใน Pix4Dmapper ครั้งแรกนั้นใช้เวลา เกือบทั้งวันโดยเริ่มProcess ภาพ ตอนเวลา 11.45 น. และ Process ภาพเสร็จตอน 01.35 น. ต่อจำนวนภาพ 70 ภาพ ใช้เวลาในการ Process นานมากและโน๊ตบุ๊คค้างบ่อย ในการที่จะ Process ภาพ

ใน Pix4Dmapper แต่ 3D Model ที่สร้างขึ้นใน Sketchfab โดยการ Process ของ Pix4Dmapper ดีกว่า สวยกว่ามีความคมชัดมากกว่าและมีความบิดเบี้ยว น้อยกว่า ทั้งๆที่ตั้งการ Process ไว้เหมือนกันคือ การสร้างแบบ Standard เหมือนกันทั้ง ซอฟแวร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาภูมิศาสตร์ทุกท่าน ที่ท่านได้ให้คำแนะนำและอนุเคราะห์ข้อมูลและอุปกรณ์ในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้พื้นที่ศึกษา ได้ชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่องานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี หลักสูตรภูมิศาสตร์ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมโยธาธิการและผังเมืองง. ม.ป.ป. สัญลักษณ์ในผัง เมืองรวม.(ระบบออนไลน์)

แหล่งที่มา : http://www.dpt.go.th/knowledges/. 2556.

กิตตศิักดิ์ ศรีกลาง. การวางแผนโครงการทำ แผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ

PHOTOGRAMMETRIC MAPPING PROJECT PLANNING. (ระบบออนไลน์)

แหล่งที่มา : https://www.rtsd.mi.th /KM/Arial_Project_Planing.pdf. 2554.

Priabroy. Category: 3D. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา :

https://www.priabroy.name/archives/category/3d. 2559

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล สุธิตา อ่อนนิ่ม

วัน เดือน ปี เกิด 23 มิถุนายน 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน 305/84 หมู่ 4 ตำบล บ้านคลอง อำเภอ เมือง จังหวัด พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน วท.บ. (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร เกรดเฉลี่ย 2.65

พ.ศ. 2553-2557 ระดับมัธยมศึกษา (คณิต-อังกฤษ) โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ ตำบล หัวรอ อำเภอ เมือง จังหวัด พิษณุโลก 65000 เกรดเฉลี่ย 3.08

พ.ศ. 2547-2552 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนจรัสศิลป์ ตำบล ในเมือง อำเภอ พิชัย จังหวัด อุตรดิตถ์ 53120

กิจกรรมที่เข้าร่วม

1) โครงการสร้างนิสิตคุณภาพสู่ประชาคมอาเซียน
2) โครงการพัฒนาคุณภาพนิสิตให้เป็นเลิศในประชาคมอาเซียน
3) ค่ายพัฒนาสิ่งแวดล้อม ชมรมภูมิศาสตร์นเรศวร
4) เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติในหัวข้อ "การจัดทำระบบแผนที่ออนไลน์ ด้วยซอฟแวร์รหัสเปิด"
5) เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติในหัวข้อ "การใช้ Google earth engine" Listening Comprehension-Media (หลักสูตรระยะสั้น)ที่ สถานพัฒนาวิชาการด้านภาษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
6) เข้าร่วมฟังการบรรยายเรื่อง"แนวโน้มและเทคโนโลยีในการทำแผนที่สมัยใหม่" โดย คุณจนิษฐ์ ประเสริฐบูรณะกุล Senior Aerospace Mapping Manager และผู้เชี่ยวชาญด้านแผนที่ บริษัท จีไอเอส จำกัด วันที่ 20 พฤศจิกายน 2561

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved