TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NCKH SINH VIÊN

NGHIÊN CỨU CÁC HỆ THỐNG TỌA ĐỘ SỬ DỤNG TRONG CÔNG NGHỆ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI UAV

Trưởng nhóm nghiên cứu: Nguyễn Phương Linh, Địa Tin học 64.
Thành viên tham gia thực hiện: Đỗ Thị Thanh Hiền, Địa Tin học 64;
Nguyễn Thế Long, Trắc địa 64;
Nguyễn Thị Thu Thủy, Địa Tin học 64;
Nguyễn Viết Văn, Địa Tin học 64.
Người hướng dẫn: GVC.TS Trần Trung Anh

Hà Nội, 05/2022

Mục lục

Mục lục ..... a

Mục lục ảnh c

Mục lục bảng ..... d

Mở đầu 1

1. Tính cấp thiết của đề tài: 1

2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài 2

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu 2

4. Nội dung nghiên cứu 2

5. Phương pháp nghiên cứu 2

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn 3

7. Cấu trúc của đề tài 3

Nội dung 4

CHƯƠNG 1: CÁC HỆ THỐNG TOẠ ĐỘ DÙNG TRONG CÔNG NGHỆ UAV 4

1.1. Các hệ tọa độ trong không gian ảnh 4

1.1.1. Hệ tọa độ ảnh số 4

1.1.2. Hệ tọa độ mặt phẳng ảnh 5

1.1.3. Hệ tọa độ không gian ảnh 6

1.2. Các hệ tọa độ trong không gian vật 7

1.2.1. Hệ tọa độ không gian đo ảnh O-XYZ 7

1.2.2. Các hệ tọa độ trắc địa và hệ tọa độ địa tâm 7

1.2.3. Hệ tọa độ phẳng và độ cao quốc gia O-XGYGZG 8

CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI UAV 11

2.1. Giới thiệu chung: 11

2.1.1. Hệ thống UAV Falcon-PARS của Nhật 11

2.1.2. Hệ thống máy ảnh RCD30 và TC-1235 UAV của Thụy Sĩ 12

2.1.3. Hệ thống Skate Small Unmanned Aerial System của Mỹ.....13

2.1.4. Trong nước 13

2.2. Phân loại máy bay không người lái:.....17

CHƯƠNG 3: THUẬT TOÁN VÀ QUY TRÌNH TÍNH CHUYỂN HỆ TỌA ĐỘ TRONG CÔNG NGHỆ UAV 20

3.1. Thuật toán tính chuyển tọa độ 20

3.2. Quy trình tính chuyển tọa độ:.....22

CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM.....25

4.1. Khu vực nghiên cứu 25

4.2. Thu thập số liệu 26

Kết luận và kiến nghị 31

1. Kết luận: 31

2. Kiến nghị: 31

TÀI LIỆU THAM KHẢO.....32

Mục lục ảnh

Hình 1.1: Các hệ tọa độ dùng trong đo ảnh. 4
Hình 1.2: Hệ tọa độ ảnh số o-uv. 5
Hình 1.3: Hệ tọa độ mặt phẳng ảnh o-xy của ảnh số. 6
Hình 1.4: Hệ tọa độ không gian ảnh S-xyz. 6
Hình 1.5: Hệ tọa độ không gian đo ảnh O-XYZ. 7
Hình 1.6: Hệ tọa độ trắc địa và hệ tọa độ địa tâm. 8
Hình 1.7: Hệ tọa độ phẳng quốc gia. 9
Hình 1.8: Cơ sở tính hệ độ cao quốc gia. 10
Hình 2.1: Máy bay Phantom 4 RTK dùng trong công tác đo đạc bản đồ. 11
Hình 2.2: Hệ thống UAV Falcon-PARS. 12
Hình 2.3: Máy ảnh RCD30 và TC-1235 UAV. 12
Hình 2.4: Hệ thống UAS Skate Small của Mỹ. 13
Hình 2.5: Các mô hình máy không người lái ở Việt Nam. 14
Hình 2.6: Máy bay không người lái M400-CT/QCPK-KQ. 15
Hình 2.7: Trực thăng có gắn camera và máy quay phim của FlyCAM. 17
Hình 3.1: Quy trình tính chuyển tọa độ dùng trong công nghệ UAV có định vị tâm chụp chính xác 23
Hình 3.2: Hệ thống chụp ảnh UAV định vị tâm chụp bằng GNSS-RTK 24
Hình 3.3: Thiết kế bay chụp. 24
Hình 4.1. Vị trí thực nghiệm bay chụp ảnh Hướng Linh, Hướng Hóa, Quảng Trị 26
Hình 4.2. Sơ đồ vị trí tâm chụp khu vực Hướng Linh 27
Hình 4.3. Sai số vị trí tâm chụp sau bình sai 28
Hình 4.4 Bình đồ ảnh UAV khu vực Hướng Linh. 29

Mục lục bảng

Bảng 1: So sánh giữa 2 loại máy bay không người lái.....18
Bảng 2: Số liệu thu thập được ở khu vực thực nghiệm.....26
Bảng 3: Thành quả bình đồ ảnh UAV và kết quả tính chuyển trạm cơ sở.....30

Mở đầu

1. Tính cấp thiết của đề tài:

Ngày nay, công nghệ viễn thám trên thế giới phát triển khá đa dạng, có rất nhiều thiết bị thu nhận các hình ảnh có độ phân giải mặt đất từ vài centimet đến hàng chục mét, có thể chụp ở cự ly rất gần vài chục mét cho đến khoảng cách rất xa hàng trăm kilomet như: chụp ảnh vệ tinh, chụp ảnh hàng không bằng máy bay có người lái và không người lái (UAV), công nghệ quét Lidar.

Công tác thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn 1:2000, 1:1000,… thường chỉ được thành lập cho các khu vực có diện tích không lớn phục vụ các mục đích thiết kế và triển khai các thiết kế cho những công trình do vậy thường được sử dụng phương pháp đo đạc trực tiếp. Tuy nhiên, phương pháp này mất khá nhiều thời gian và công sức. Trong khi đó, tư liệu ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái bằng máy chụp ảnh phổ thông với độ cao bay chụp thấp, khả năng linh hoạt trong triển khai ngoài thực địa là một hướng nghiên cứu có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

Trong công nghệ chụp ảnh bằng máy bay không người lái phục vụ đo vẽ bản đồ thì hệ thống toạ độ sử dụng trong công nghệ máy bay không người lái UAV rất quan trọng.

Thiết bị bay không người lái là thuật ngữ chỉ các thiết bị bay theo một chương trình lập sẵn hoặc theo tín hiệu điều khiển từ xa của trạm mặt đất, có thể thu hồi hoặc tự huỷ sau khi hoàn thành nhiệm vụ. Từ khi ra đời đến nay thiết bị bay không người lái đã được sử dụng phổ biến trong quân sự, lúc đầu chúng chủ yếu được sử dụng cho huấn luyện, sau đó được phát triển để thực hiện cho các nhiệm vụ trinh sát, giám sát chiến trường, tác chiến điện tử và rồi cả các nhiệm vụ trên bộ, trên biển. Còn trong các lĩnh vực khác thiết bị bay không người lái có thể sử dụng để giám sát bờ biển, chống buôn lậu, kiểm soát môi trường, hay đánh giá sản lượng nông sản.

Trong lĩnh vực quân sự hiện nay, hầu hết các thiết bị bay không người lái được sử dụng cho các nhiệm vụ trinh sát giám sát chiến trường, chỉ thị mục tiêu. Nhờ được trang bị các thiết bị hiện đại như Camera quang điện tử, Camera hồng ngoại vô tuyến, các sensor và nhiều thiết bị điện tử khác thì thiết bị bay không người lái có thể chụp ảnh, thu thập các vị trí bố trí của đối phương, về địa hình thời tiết, mức nhiễm độc không khí và gửi dữ liệu về trung tâm chỉ huy bằng các thiết bị không dây thời gian thực. Thiết bị

bay không người lái cũng có thể được sử dụng làm mồi bẫy, truyền phát thông tin trên không.

Với nước ta, việc phát triển và ứng dụng thiết bị bay không người lái cũng đang đặt ra những yêu cầu thực tế. Nhiều trung tâm và viện nghiên cứu trong nước đã ý thức được điều này và bắt tay vào nghiên cứu theo nhiều xu hướng khác nhau. Song những kết quả đạt được vẫn còn ở mức độ khiêm tốn do nhiều nguyên nhân như: định hướng công nghệ, giải pháp kỹ thuật,.. và chưa được đầu tư, chú trọng đúng mức. Một số đã đạt được những kết quả khả quan ban đầu và rất đáng ghi nhận. Tuy nhiên, đó mới chỉ là cơ sở, là những bước đi ban đầu của cả một chặng đường dài tiếp theo cho sự phát triển và hoàn thiện.

Do đó, những nghiên cứu mang tính cơ bản, từng bước thiết kế, tiến tới xây dựng một cách hoàn chỉnh toàn bộ hệ thống dẫn đường và điều khiển cho UAV là vô cùng cần thiết và sẽ quyết định tới khả năng phát triển, quy mô và lĩnh vực ứng dụng của UAV ở nước ta. Tuy nhiên, đây là một vấn đề bao gồm nhiều nội dung phức tạp, đòi hỏi phải có một tập thể nghiên cứu đủ mạnh về chuyên môn, được bảo đảm một nguồn kinh phí cùng những điều kiện nghiên cứu, thử nghiệm nhất định và với một lượng thời gian phù hợp.

2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

- Ứng dụng công nghệ máy bay không người lái UAV trong hệ thống tọa độ để thu thập dữ liệu và thành lập bản đồ.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: công nghệ máy bay không người lái UAV, phương pháp đo RTK, các hệ thống tọa độ.

- Phạm vi nghiên cứu: sử dụng công nghệ máy bay không người lái UAV cho khu vực Hướng Linh, Quảng Trị.

4. Nội dung nghiên cứu

- Tìm hiểu về các hệ tọa độ, hệ thống máy bay không người lái UAV, thuật toàn và tính chuyển tọa độ trong công nghệ UAV.

- Xây dựng bản đồ UAV của khu vực.

5. Phương pháp nghiên cứu

- Đề tài sử dụng chủ yếu 2 phương pháp; phương pháp phân tích và phương pháp thực nghiệm.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

- Nghiên cứu nguyên lý hoạt động và khả năng ứng dụng của công nghệ máy bay không người lái UAV.

- Mở rộng, nâng cao khả năng ứng dụng công nghệ máy bay không người lái UAV trong việc xây dựng bản đồ ở Việt Nam.

7. Cấu trúc của đề tài

Phần nội dung nghiên cứu của đề tài được trình bày trong 4 chương:

Chương 1: Các hệ thống tọa độ dùng trong công nghệ UAV;

Chương 2: Tổng quan về máy bay không người lái UAV;

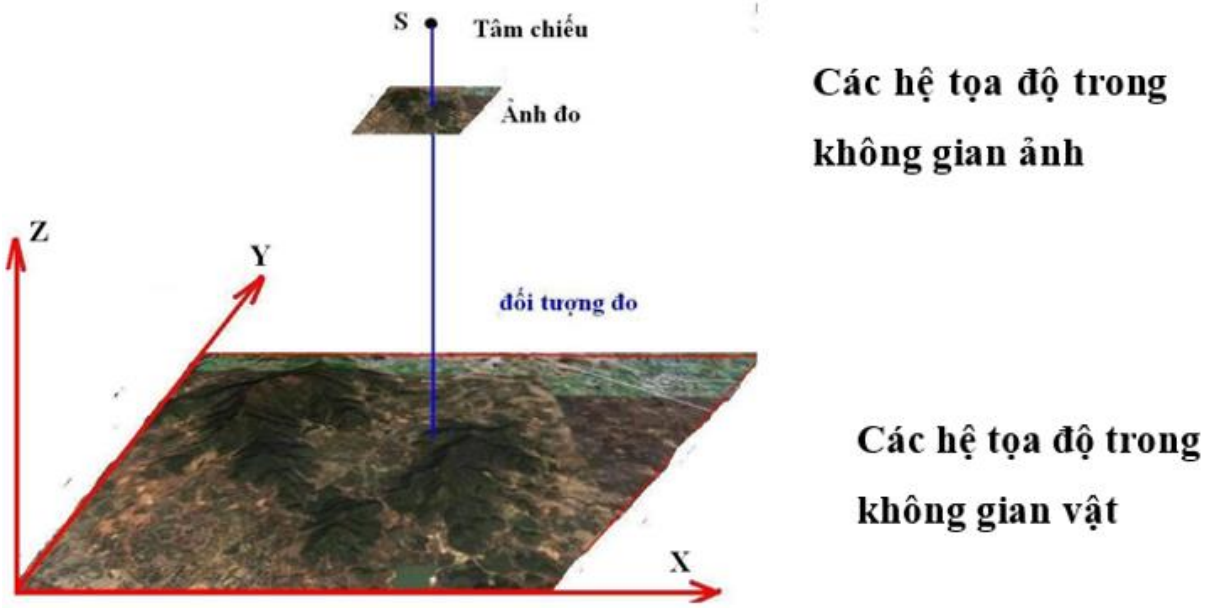
Chương 3: Thuật toán và quy trình tính chuyển hệ tọa độ trong công nghệ UAV;

Chương 4: Thực nghiệm.

Nội dung

CHƯƠNG 1: CÁC HỆ THỐNG TOẠ ĐỘ DÙNG TRONG CÔNG NGHỆ UAV

Trong công nghệ đo ảnh, có 2 nhóm hệ tọa độ chính là Hệ tọa độ trong không gian ảnh và Hệ tọa độ trong không gian vật. Trong mỗi nhóm Hệ tọa độ này lại chia ra nhiều hệ tọa độ theo mục đích khác nhau, và các bài toán đo ảnh chính là các bài toán tính chuyển (hoặc tính đổi) qua lại giữa các hệ tọa độ này. Công việc này đòi hỏi sự chính xác về thuật toán và tỷ mỉ về phương thức thực hiện vì nó ảnh hưởng đến kết quả của sản phẩm đo đạc bản đồ từ thiết kế bay chụp đến quá trình xử lý.



Hình 1.1: Các hệ tọa độ dùng trong đo ảnh.

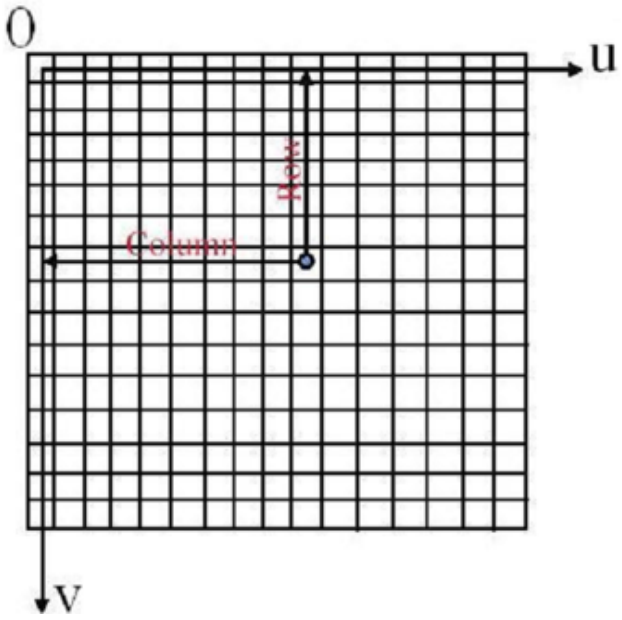
1.1. Các hệ tọa độ trong không gian ảnh

1.1.1. Hệ tọa độ ảnh số

Hệ tọa độ ảnh số dùng để xác định vị trí pixel điểm ảnh, được xây dựng mặc định như sau:

- Gốc là pixel phía trái bên trên.
- Trục u tăng dần theo số thứ tự cột của pixel từ trái sang phải.
- Trục v tăng dần theo số thứ tự hàng của pixel từ trên xuống dưới.

Thông thường tọa độ điểm ảnh trong hệ tọa độ ảnh số là số nguyên dương.



Tọa độ ảnh số của một pixel được xác định thông qua véc tơ:

$$r_{as} = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$$

Hình 1.1: Hệ tọa độ ảnh số o-uv.

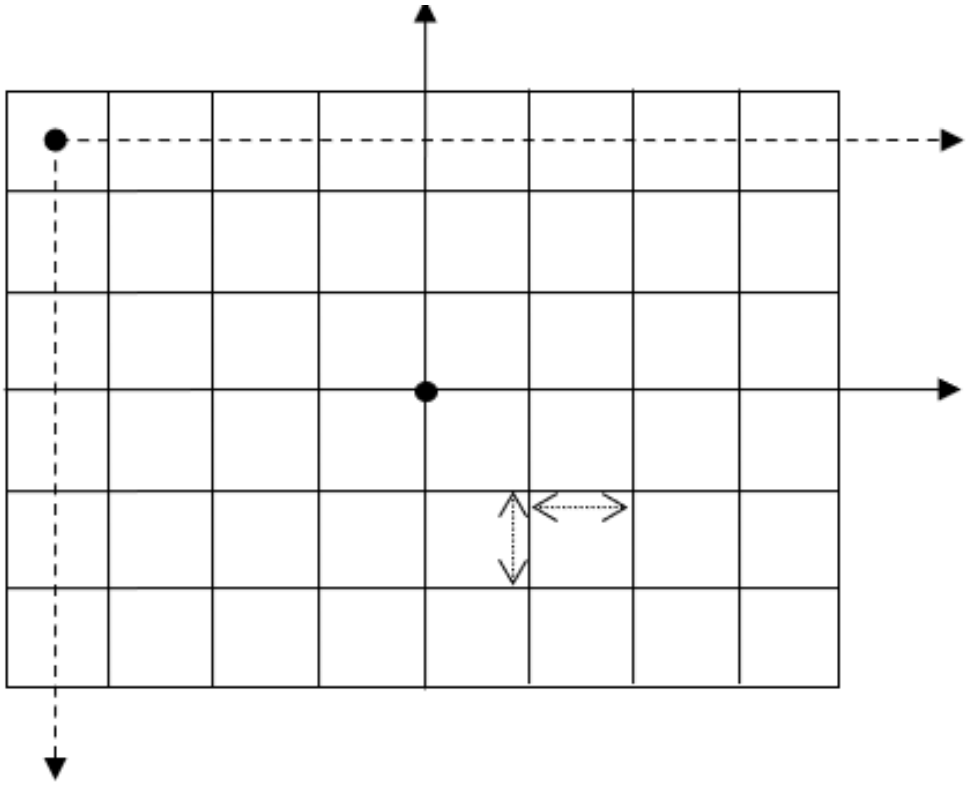
1.1.2. Hệ tọa độ mặt phẳng ảnh

Hệ tọa độ mặt phẳng ảnh o-xy xác lập tọa độ điểm ảnh trong một hệ vuông góc Đề Các 2 chiều: với trục x là trục hoành được xác lập là vị trí trung tâm của ảnh, có trục hướng từ trái sang phải, trục y là trục tung được xác lập vuông góc với trục x, hướng từ dưới lên trên cắt trục x tại vị trí gốc o là trung tâm của ảnh.

Trong máy chụp ảnh dùng phim quang học, hệ tọa độ ảnh số được định vị bởi các dấu khung tọa độ. Tọa độ mặt phẳng ảnh của các dấu khung được xác định thông qua quá trình kiểm định ảnh, nó là cơ sở để tính chuyển hệ tọa độ từ ảnh số về hệ tọa độ mặt phẳng ảnh.

Tọa độ một điểm ảnh xác lập trong hệ tọa độ mặt phẳng ảnh theo véc tơ:

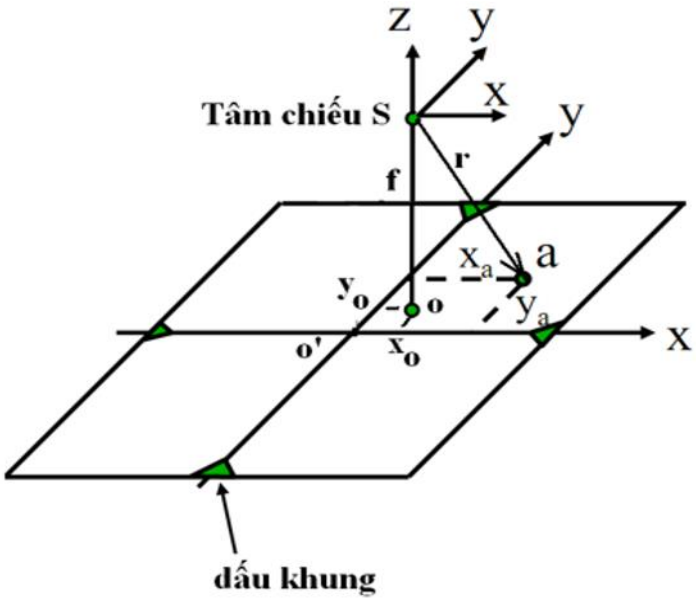
$$r_a = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$



Hình 1.2: Hệ tọa độ mặt phẳng ảnh o-xy của ảnh số.

1.1.3. Hệ tọa độ không gian ảnh

Hệ tọa độ không gian ảnh S-xyz là một hệ tọa độ không gian 3 chiều Đề-Các được định nghĩa như sau: Điểm gốc tọa độ trùng với tâm chụp S, trục toạ độ z trùng với tia sáng chính So và hướng lên trên, các trục toạ độ x, y song song với các trục x, y của hệ toạ độ mặt phẳng ảnh.



Tọa độ không gian ảnh của một điểm ảnh được xác định thông qua véc tơ:

$$r = \begin{pmatrix} x - x_0 \\ y - y_0 \\ -f \end{pmatrix}$$

Hình 1.3: Hệ tọa độ không gian ảnh S-xyz.

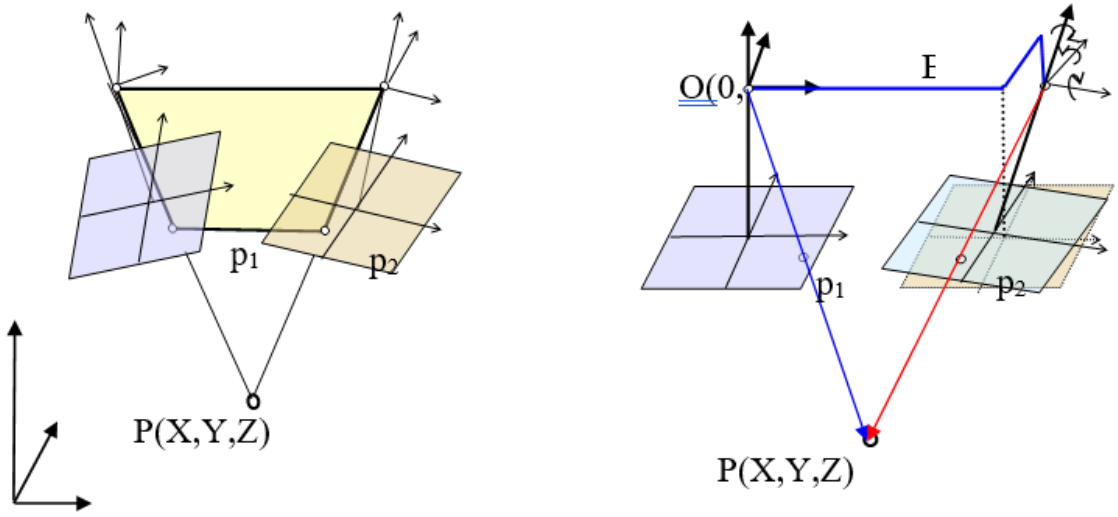
1.2. Các hệ tọa độ trong không gian vật

1.2.1. Hệ tọa độ không gian đo ảnh O-XYZ

Đây là hệ tọa độ được lựa chọn để giúp cho bài toán đo ảnh được đơn giản, hoặc là hệ tọa độ trung gian giữa hệ tọa độ không gian ảnh và không gian vật khác. Hệ O-XYZ được xây dựng như sau:

Gốc O được chọn bất kì, các trục tọa độ X, Y, Z cũng được chọn bất kì theo nguyên tắc hệ tọa độ vuông góc không gian Đề Các.

Tuy nhiên trong những trường hợp cụ thể của bài toán đo ảnh, hệ tọa độ không gian đo ảnh được chọn ở dạng đặc biệt, thường gọi là tọa độ không gian mô hình.



Hình 1.4: Hệ tọa độ không gian đo ảnh O-XYZ.

1.2.2. Các hệ tọa độ trắc địa và hệ tọa độ địa tâm

Các hệ tọa độ không gian đều phải dựa trên một Ellipsoid quy chiếu được định vị phù hợp với lãnh thổ, khu vực hoặc toàn cầu. Thông thường hiện nay trên thế giới sử dụng elipxoid quy chiếu WGS 84 của Mỹ công bố với các thông số:

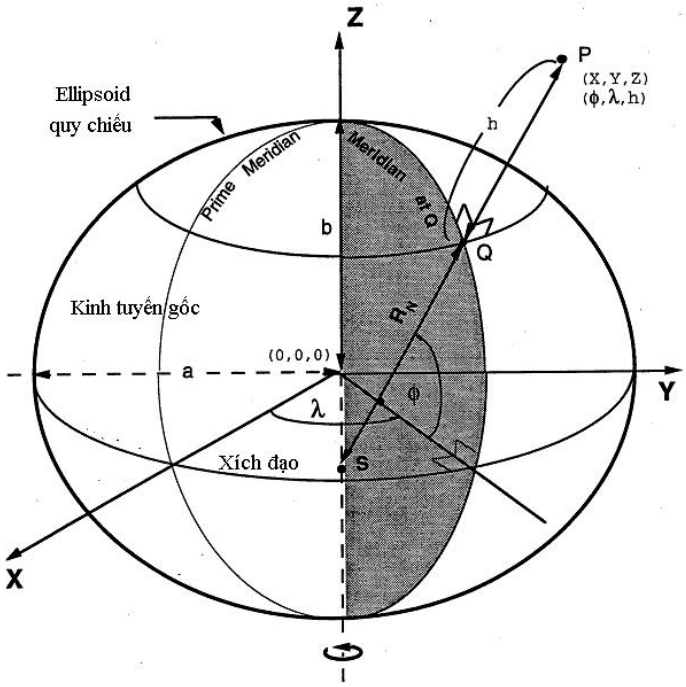
+ Bán trục lớn a = 6378137,0 (m);

+ Bán trục nhỏ b = 6356752,3141 (m);

+ Độ dẹt $f = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298,257223563}$;

+ Tốc độ quay quanh trục ω = 7292115,0x10^{-11} (rad/s);

+ Hằng số trọng trường trái đất GM = 3986005*10^{8} (m^3s^{-2});



Hình 1.5: Hệ tọa độ trắc địa và hệ tọa độ địa tâm.

** Hệ tọa độ trắc địa BLh được chọn như sau:*

- Kinh tuyến gốc: thường chọn đi qua đài thiên văn GreenWich.

- Độ kinh trắc địa của điểm bất kì L (có thể kí hiệu là λ) là góc kẹp giữa kinh tuyến gốc và kinh tuyến đi qua điểm đó trên mặt phẳng xích đạo.

- Độ vĩ trắc địa B (có thể kí hiệu là Φ) là góc kẹp giữa mặt phẳng xích đạo và phương pháp tuyến tại điểm đó với mặt ellipsoid.

- Độ cao trắc địa h là khoảng cách giữa điểm đó đến mặt ellipsoid tính theo phương pháp tuyến.

** Hệ tọa độ không gian địa tâm được chọn có thông số:*

- Gốc O trùng với trọng tâm hình học của ellipsoid quy chiếu (thường gần với tâm trái đất).

- Trục Z trùng với trục chính của ellipsoid tính theo đường bán trục nhỏ (hay trục quay của trái đất).

- Trục X là cát tuyến của kinh tuyến gốc và mặt phẳng xích đạo.

- Trục Y vuông góc với mặt phẳng OXZ theo nguyên tắc của hệ tọa độ Đề Các.

1.2.3. Hệ tọa độ phẳng và độ cao quốc gia O-XGYGZG

Trong đo ảnh có thể gọi chung là hệ tọa độ quốc gia. Hệ này gồm hệ tọa độ phẳng và hệ độ cao thủy chuẩn. Ở nước ta dùng hệ tọa độ phẳng VN2000 và hệ độ cao Hòn Dấu.

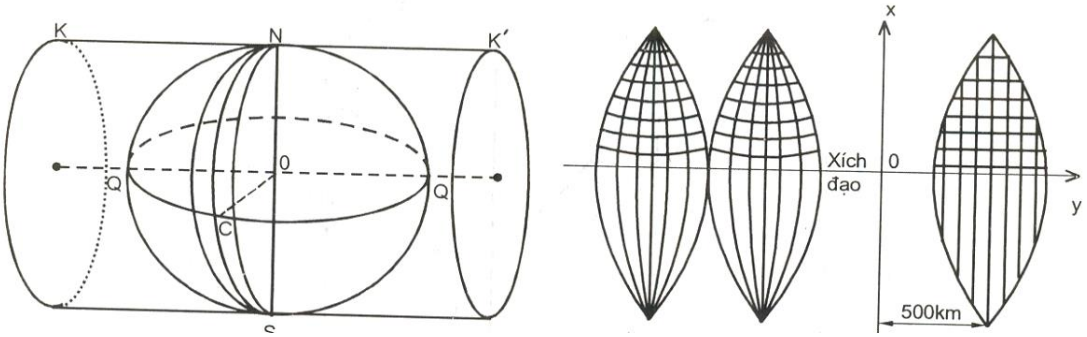
** Thông số của hệ tọa độ phẳng VN2000:*

- Ellipsoid quy chiếu WGS84 được định vị phù hợp với lãnh thổ Việt Nam.

- Phép chiếu hình trụ ngang đồng góc UTM, với múi chiếu 60 (k0=0,9996) cho bản đồ tỷ lệ 1/25000 đến nhỏ hơn, và múi chiếu 30 (k0=0,9999) cho bản đồ tỷ lệ 1/10000 đến lớn hơn, cộng thêm 500km để cho giá trị tọa độ trục hoành (y) không bị âm.

- Điểm định vị N00 tại Viện Khoa học Đo đạc & Bản đồ, đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội.

Trong đo ảnh kí hiệu là XG, YG.

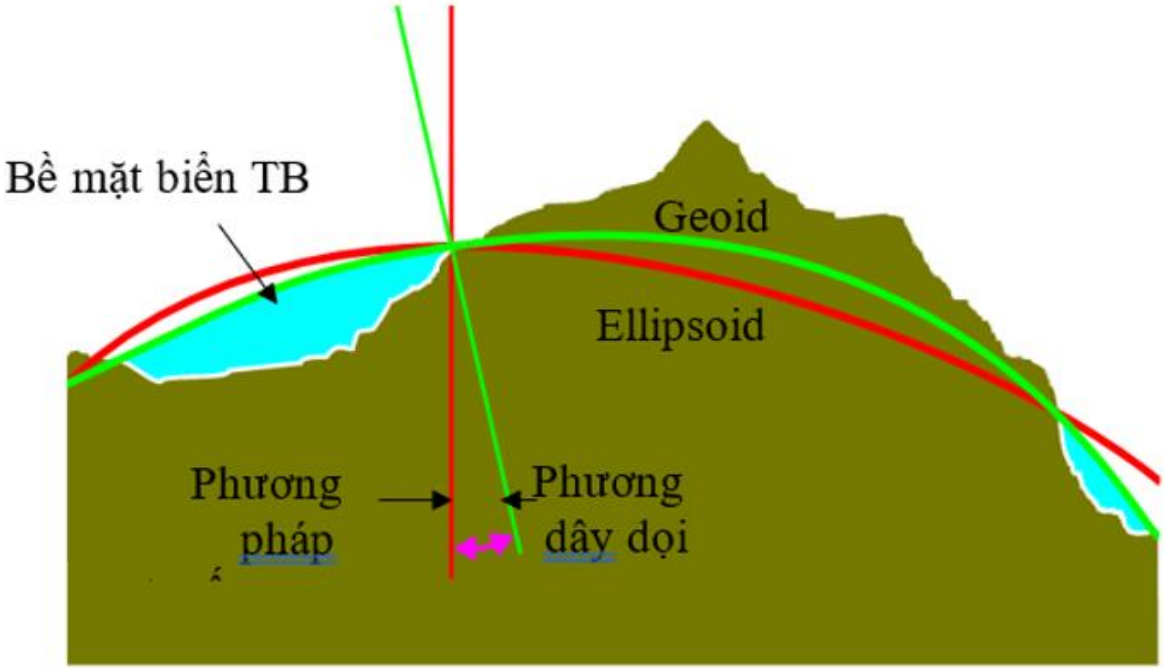


Hình 1.6: Hệ tọa độ phẳng quốc gia.

** Hệ độ cao Hòn Dấu:*

Điểm gốc độ cao 0,000m tính từ trạm nghiệm triều trên đảo Hòn Dấu – Hải Phòng, đây là mặt Geoid vật lý trung bình, cơ sở tính truyền độ cao thủy chuẩn cho toàn quốc.

Trong đo ảnh, kí hiệu là ZG.



Hình 1.7: Cơ sở tính hệ độ cao quốc gia.

CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI UAV

2.1. Giới thiệu chung:

Máy bay không người lái (viết tắt UAV - Unmanned aerial vehicle) là tên gọi chỉ chung cho các loại máy bay mà không có phi công ở buồng lái và được điều khiển từ xa từ trung tâm. Loại máy bay này được dùng để phục vụ cho mục đích trinh thám quân sự, hoặc dân sự (quay phim, chụp ảnh…). Loại tổ hợp máy bay này có khả năng tự động hóa các hoạt động của máy bay cao, không đòi hỏi những trang thiết bị hàng không đặc chủng, giá thành khai thác sử dụng và bảo trì hệ thống để phục vụ lâu dài rẻ.

Hình 2.1: Máy bay Phantom 4 RTK dùng trong công tác đo đạc bản đồ (ảnh DJI).

Trên thế giới, hệ thống UAV được ứng dụng từ những năm 1916 chủ yếu vào lĩnh vực quận sự, cứu hộ, tình báo, ... Trong số các nước phát triển hệ thống UAV phải kể đến Đức, Hoa Kỳ, Liên Xô cũ và gần đây là một số nước Israel, Trung Quốc, Nhật Bản ...Các nước tiêu biểu ứng dụng hệ thống UAV vào trong công tác trắc địa bản đồ có thể kể đến một số nước sau:

2.1.1. Hệ thống UAV Falcon-PARS của Nhật

Falcon-PARS là một hệ thống chụp ảnh hàng không siêu nhỏ của Nhật được chế tạo theo công nghệ của Đức bao gồm thiết bị bay UAV được lắp thêm máy chụp ảnh phổ thông có gắn GPS và phần mềm chuyên dụng để xử lý hình ảnh chụp. UAV này là một thiết bị nhỏ gọn và nhẹ, với 8 cánh quạt, có thể bay ở 2 chế độ có người điều khiển và bay tự động, cho phép chụp ảnh treo tại một điểm, cất hạ cánh thẳng đứng trong một không gian hẹp, di chuyển dễ dàng, rất hiệu quả cho khu vực có bán kính khoảng 300m. Phần mềm xử lý ảnh số có thể tạo lập được các ảnh ghép, ảnh trực giao bởi các tham số

định hướng ngoài mà không cần các điểm khống chế mặt đất. Phần mềm cũng có thể xử lý để tạo ra mô hình số bề mặt DSM và sản phẩm bình đồ trực ảnh. Thiết bị UAV này cũng cho phép dễ dàng lắp nhiều loại máy chụp ảnh số phổ thông khác nhau, thậm chí cả máy chụp ảnh cận hồng ngoại.

Hình 2.2: Hệ thống UAV Falcon-PARS.

2.1.2. Hệ thống máy ảnh RCD30 và TC-1235 UAV của Thụy Sĩ

Hình 2.3: Máy ảnh RCD30 và TC-1235 UAV.

Hãng Leica Geosystems và Swissdrones - làm việc cùng nhau cho sự ra đời hệ thống máy ảnh RCD30 kết hợp với hệ thống TC-1235 UAV dùng để chụp ảnh phục vụ công tác thành lập bản đồ địa hình và bản đồ 3D cho các khu vực khai thác mỏ. Giải pháp này cho phép có thể được vận hành một cách an toàn trong điều kiện môi trường

thường khắc nghiệt. TC-1235 UAV tính năng thiết kế không kém độc đáo cung cấp tải trọng cao, độ bền lâu dài, kiểu bay ổn định và mức độ cao của tính năng an toàn.

2.1.3. Hệ thống Skate Small Unmanned Aerial System của Mỹ

Hình 2.4: Hệ thống UAS Skate Small của Mỹ.

Thiết bị có thể nhét vừa vào một chiếc balô, được thử nghiệm để chụp ảnh phục vụ cho việc thành lập bản đồ tại phế tích của thị trấn đã hình thành từ thế kỷ 16 và là thuộc địa Tây Ban Nha Mawchu Llacta, nằm ở độ cao 4.100m trên mực nước biển. Hệ thống chỉ mất 10 phút để vẽ bản đồ khu phế tích với diện tích lớn bằng 25 sân bóng, giúp tiết kiệm hàng tháng trời làm việc.

2.1.4. Trong nước

Những năm gần đây, trước những đòi hỏi của nhu cầu thực tiễn của đời sống kinh tế xã hội và an ninh quốc phòng đã xuất hiện những mô hình máy bay không người lái.

Đầu tiên là những chiếc máy bay mô hình được nhập ngoại giá rẻ từ vài trăm đến hàng chục ngàn đô la để phục vụ vui chơi giải trí của nhóm thành viên đam mê kỹ thuật bay lượn từ Câu lạc bộ hàng không. Chủng loại và kiểu dáng phổ biến là máy bay cánh bằng và trực thăng được thiết kế gần giống các loại máy bay dân dụng (ATR-72), máy bay chiến đấu (Su27, F18,...), máy bay thể thao (YAK, SBACH,...), thủy phi cơ (BEAVER).

Hình 2.5: Các mô hình máy không người lái ở Việt Nam.

Trong lĩnh vực quân sự, nhu cầu cần có mục tiêu bay trong các cuộc diễn tập lực lượng phòng không hàng năm trở nên rất cấp thiết. Do vậy, ngay từ năm 2001, Ban Mục tiêu bay/Viện kỹ thuật PK-KQ bắt đầu triển khai dự án "Thiết kế chế tạo máy bay không người lái (MBKNL) điều khiển theo chương trình". Sau hơn 4 năm nghiên cứu và thử nghiệm trên nhiều mẫu máy bay, Viện đã sản xuất thành công 2 chiếc máy bay M400-CT mang phiên hiệu 405, 406 thuộc loại cánh bằng. Để có được máy bay này Viện đã phải trải qua quá trình nghiên cứu cải tiến theo hướng điều khiển mục tiêu bay phiên bản M-100 theo chương trình định trước. Các mục tiêu bay trên được điều khiển bằng vô tuyến từ mặt đất, nó có thể bay trong tầm quan sát của mắt thường. Hàng năm những

mục tiêu này được sản xuất đưa vào phục vụ công tác huấn luyện, đáp ứng được nhu cầu bắn luyện của lực lượng pháo phòng không, tên lửa tầm thấp trong một thời gian dài... Song, những mục tiêu này vẫn có những yếu điểm: độ cao thấp, tốc độ nhỏ... Công nghệ gia công chế tạo và lắp ráp các mô hình bay nói chung và MBKNL tại Việt Nam hiện nay còn gặp rất nhiều khó khăn. Trong quá trình chế tạo lắp ráp M400-CT cũng không nằm ngoài khó khăn đó bởi thị trường trong nước, những thiết bị điện, cơ khí phục vụ riêng cho ngành hàng không hầu như không có.

Kết cấu của thân vỏ máy bay được chế tạo bằng vật liệu polymer compozit (thay vì gỗ như các mục tiêu bay). Đối với các bộ phận cánh và các cánh đuôi, sử dụng cấu trúc bánh kẹp, xốp nén được sử dụng ở lớp giữa và vật liệu compozit được sử dụng cho lớp vỏ. Toàn bộ kết cấu thân máy bay được chế tạo theo cấu trúc rỗng, chia làm nhiều khoang theo yêu cầu, do đó máy bay có khả năng lắp đặt các thiết bị khác nhau trong những khoang rỗng này. Cánh quạt của máy bay được nghiên cứu và chế tạo bằng gỗ của Việt Nam.

Hình 2.6: Máy bay không người lái M400-CT/QCPK-KQ.

Những máy bay không người lái thế hệ đầu của Việt Nam được thiết kế có tốc độ bay từ 250 đến 280km/giờ. M400-CT có thể cất hạ cánh trên đường băng (đất nện hoặc bê tông). Cùng với việc chế tạo MBKNL, Viện kỹ thuật PK-KQ cũng đã tự thiết kế và chế tạo thành công các hệ thống bệ phóng (dùng trong các trường hợp không có đường băng cất cánh) bằng những nguyên vật liệu sẵn có trong nước, nhẹ và dễ cơ động.

Tháng 5/2010, Cục Bản đồ đã đặt vấn đề hợp tác với Ban Mục tiêu bay/Viện kỹ thuật PK-KQ để gắn thêm máy chụp ảnh camera Nikon D70s lên chiếc máy bay M400-CT phục vụ thu nhận ảnh cho công tác thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn (từ 1/2.000 và lớn hơn). Máy bay cần có đường băng dài 100m và bay với tốc độ 100-150km/h trong

phạm vi kiểm soát điều khiển bằng tín hiệu radio 30km. Trong lần nghiên cứu bay chụp thử nghiệm tại sân bay Miếu Môn, kết quả đã gặp phải những bất cập sau:

- Do thân máy bay nhẹ, tốc độ gió trên cao lớn, hệ thống bay tự động không điều khiển được M400-CT bay đúng theo tuyến thiết kế.

- Hệ thống điều khiển bấm máy chụp được thực hiện thủ công nên không có được độ phủ chuẩn liên kết giữa các tấm ảnh.

- Máy bay chưa được trang bị các thiết bị dù an toàn, sử dụng động cơ xăng nên sẽ rất nguy hiểm khi bay trên khu vực dân cư.

Trong lĩnh vực giải trí, máy bay mô hình là sản phẩm rất tiềm năng ở Việt Nam, đặc biệt ở lớp thanh thiếu niên. Ngoài dân sự đã xuất hiện một vài đơn vị tư nhân sản xuất máy bay mô hình: VMAR, VQ, Nguyễn Toy… Riêng Công ty Đông Giang của Phạm Gia Vinh giữ vị trí độc tôn tại miền Bắc. Mục tiêu kinh doanh của công ty vẫn là xuất khẩu sang châu Âu thông qua đối tác là Công ty MID, còn thị trường nội địa sẽ được chú ý từng bước. Với số vốn ban đầu 700 triệu công ty đã khởi đầu bằng sản xuất lô hàng đầu tiên 30 chiếc máy bay mô hình xuất khẩu sang Pháp, mang về 4.500 USD. Hiện nay, mỗi tháng công ty Đông Giang xuất khẩu hàng trăm máy bay mô hình các kiểu dáng, kích thước với giá từ vài trăm đến 5.000-6.000 USD.

Trong lĩnh vực dân sự, thị trường quay phim, chụp ảnh từ máy bay ở độ cao thấp dưới 1000m đang bước đầu hình thành và chứa dựng tiềm năng lớn. Nắm bắt được cơ hội này, từ năm 2006, một nhóm thành viên chơi trong Câu lạc bộ hàng không đã lập ra công ty FlyCAM với mục đích thực hiện các dịch vụ quay phim, chụp ảnh từ trên không bằng máy bay mô hình. Sau nhiều năm nghiên cứu tài liệu, mày mò lắp ráp, tiêu tốn khá nhiều tiền, sức lực, thời gian, FlyCAM đã có được những chiếc máy bay mô hình gắn các thiết bị công nghệ tiên tiến nhất trong lĩnh vực quay phim và chụp ảnh trên không, cho ra những bức ảnh, thước phim có chất lượng cao nhất, chi phí thấp hơn rất nhiều so với việc thuê máy bay thật để chụp ảnh.

Trong năm 2010, với 5 chiếc máy bay giá thành lên tới hơn 1 tỷ đồng/1 chiếc, công nghệ flying cam của nhóm này đã đạt chuẩn thế giới với trang bị máy Canon 7D và 5D Max II cho chất lượng ảnh 18.0 và chất lượng quay HD. Máy bay có thể bay cao hơn, xa hơn, chính xác hơn bởi hệ thống dẫn đường bằng vệ tinh GPS/IMU. Nhóm đã lựa chọn mua một số các linh kiện rời từ nước ngoài, sau đó nghiên cứu chế tạo các bộ gá camera vào bụng máy bay và lắp ráp các thiết bị điều khiển ghi hình, hệ thống chống

rung điện tử, bộ phát sóng, GPS/IMU thành một hệ thống hoàn chỉnh. Đặc biệt, nhóm flycamvietnam đã tự chế tạo bộ phận điều khiển ấn nút khi mang máy ảnh lên không trung. Nhờ đó, hình ảnh của flycam mang lại không chỉ có những thước phim mà còn có những ảnh chụp kỹ thuật số.

Đến nay FlyCam đã có bề dày kinh nghiệm trong lĩnh vực điều khiển quay phim, chụp hình từ máy bay mô hình và đã thực hiện được nhiều dự án dịch vụ chụp ảnh như: khu sân Golf và Biệt thự Tam Đảo, sân Golf Montgomerie Link - Hội An; Khu biệt thự nghỉ mát Nam Hải, Hội An; Khu biệt thự nghỉ mát Indochina Land, Côn Đảo; Quảng cáo Honda Future Neo; Dự án khu chung cư cao cấp Blooming Park, Q.2, TP. HCM; cảnh quay trong Bộ phim truyền hình Chit và Pi của đạo diễn Ngô Quang Hải... Mới đây nhất tháng 6/2010, Cục Bản đồ/BTTM đang hợp tác với FlyCAM gắn GPS với độ chính xác cao lên chiếc trực thăng để nghiên cứu thử nghiệm chụp ảnh đo vẽ thành lập bản đồ 3D.

Hình 2.7: Trực thăng có gắn camera và máy quay phim của FlyCAM.

2.2. Phân loại máy bay không người lái:

Hiện nay, công nghệ đo ảnh với tư liệu thu thập từ thiết bị bay không người lái UAV đang được phát triển mạnh vì tính cơ động, nhanh chóng, có thể đáp ứng thành lập bản đồ tỷ lệ lớn vì trần bay được hạ thấp (từ vài chục mét đến vài trăm mét). Thiết bị bay không người lái UAV là rất đa dạng, nhiều đơn vị có thể tự sản xuất nhưng tựu chung thì chia thành 2 loại chính: loại cánh cố định (fixed wing aicraft)và loại cánh quạt nâng bằng động cơ (multi rotor). Mỗi loại đều có ưu nhược điểm riêng, có thể tóm tắt qua bảng 1.

Bảng 1: So sánh giữa 2 loại máy bay không người lái (sensefly.com, 2018; dronedeploy.com, 2018)

Chỉ số so sánh	Máy bay cánh quạt nâng đa động cơ	Máy bay cánh cố định
Dự án	Đo vẽ bản đồ khu vực nhỏ và bay giám sát	Chuyên bản đồ
Các ứng dụng	Bay giám sát, quay phim, bất động sản, khảo sát đô thị, xây dựng, khẩn cấp, thực thi pháp luật	Khảo sát địa hình, nông nghiệp, hệ thông tin địa lý, môi trường, xây dựng, nhân đạo
Tốc độ bay	Chậm	Nhanh
Tầm bay	Nhỏ	Lớn
Độ phân giải có thể đạt	mm/pixel	Cm/pixel
Vùng cất/hạ cánh	Hẹp	Rộng
Thời gian bay/khả năng chống gió	Thấp	Cao
Khả năng cơ động	Cao	Thấp
Tính an toàn khi tình huống khẩn cấp	Thấp	Cao
Giá thành	Rẻ	Đắt

Từ các chỉ số so sánh ở bảng 1, để phục vụ đo vẽ bản đồ địa hình ở vùng rừng ngập mặn ven biển, với phạm vi rộng, tốc độ gió lớn, khả năng bay, tính an toàn cao… nên dùng loại máy bay cánh cố định.

Một việc quan trọng trong công tác thiết kế bay chụp là lựa chọn độ phân giải mặt đất (GSD-Ground Sampling Distance). Theo các khuyến cáo của các hãng

DroneDeploy, Pix4D (dronedeploy.com, 2018; pix4d.com, 2018), việc chọn độ phân giải mặt đất phụ thuộc chính vào yêu cầu độ chính xác mặt phẳng và độ chính xác độ cao của sản phẩm đo vẽ, thông thường được lựa chọn theo công thức ước tính như sau:

$$\begin{cases} M_{xy} = (1 \div 2)GSD \\ M_z = (1 \div 3)GSD \end{cases}$$

Trong đó:

M_{xy} là sai số trung phương mặt phẳng

M_h là sai số trung phương độ cao

Trên cơ sở yêu cầu sai số đo vẽ, theo công thức có thể ước tính độ phân giải mặt đất.

Ví dụ: yêu cầu đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/2000, sai số vị trí điểm mặt phẳng cho điểm khống chế ảnh cần đạt là 0,1mm x 2000 = 20cm; lấy GSD=M_{xy}/2=10cm; mặt khác yêu cầu thành lập khoảng cao đều là 1m, với sai số độ cao cho điểm khống chế là M_z=1/4 x 1m= 25cm, thì ước tính GSD=M_z/3=25/3=8,3cm; Vậy để thỏa mãn cả độ chính xác mặt bằng và độ cao, đồng thời dự phòng độ chính xác đạt được cần bay chụp ở độ phân giải mặt đất nhỏ hơn hoặc bằng 8cm.

Trên cơ sở GSD tính được, kết hợp các thông số của máy chụp ảnh, độ phủ ảnh, phạm vi bay chụp, địa hình khu đo, vị trí cất hạ cánh, thời gian trong 1 ca bay… sẽ tính toán thiết kế các chỉ tiêu kỹ thuật bay chụp như: độ cao bay chụp, số đường bay, số ảnh (đường đáy chụp ảnh), số ca bay… việc tính toán này có thể tham khảo theo tài liệu (Pix4D, 2018).

Cần làm các thủ tục pháp lý về xin phép bay tại Cục tác chiến, Bộ Quốc phòng trước khi bay chụp. Khi bay chụp cần thiết kế vị trí điểm khống chế ảnh, đánh dấu mốc và có thể lợi dụng các địa vật rõ nét để làm điểm khống chế ảnh, các điểm này được truyền tọa độ và độ cao theo công nghệ RTK-GNSS. Nếu sử dụng máy bay có khả năng định vị tâm chụp bằng RTK hoặc PPK (Post Processing Kinematic) thì có thể lược bỏ bớt các điểm khống chế mặt đất, rất hữu dụng khi bay chụp ở vùng rừng, vùng mặt nước khó khăn bố trí điểm khống chế ảnh.

CHƯƠNG 3: THUẬT TOÁN VÀ QUY TRÌNH TÍNH CHUYỂN HỆ TỌA ĐỘ TRONG CÔNG NGHỆ UAV

3.1. Thuật toán tính chuyển tọa độ

Mục tiêu của việc bay chụp là xác định được hình dáng của khu đo. Muốn vậy, độ cao của điểm khống chế (base), độ cao tâm chụp cần phải xác định trong hê độ cao Nhà nước. Khi bay chụp, cần phải nhập toạ độ của điểm trạm cơ sở tính trong hệ toạ độWGS84 vào điều khiển UAV. Để đơn giản hoá việc tính chuyển toạ độ mà vẫn đảm bảo xác định được độ cao trong hệ độ cao Nhà nước coi độ cao thủy chuẩn của trạm cơ sở là độ cao trắc địa từ đó sẽ xác định được toạ độ của trạm cơ sở trong hệ toạ độ WGS84 với việc sử dụng 7 tham số tính chuyển được công bố bởi Bộ Tài Nguyên Môi Trường. Thuật toán tính đổi tọa độ, tính chuyển tọa độ được trình bày dưới đây.

Các thông số của Elipsoid quy chiếu WGS84 được dùng trong tính chuyển gồm:

Bán trục lớn: a=6378137m;

Độ lệch tâm thứ nhất: e^2=0.00669437999013;

Độ dẹt: a_f=1/298.257223563;

Độ lệch tâm thứ 2 được tính: $e'^2 = \frac{e^2}{1-e^2}$

Tính đổi tọa độ phẳng x, y sang BL trong cùng hệ quy chiếu:

$$\begin{cases} B = B_1 - \dfrac{N_1 tgB_1}{R_1}\left[\dfrac{D^2}{2} - \dfrac{D^4}{24}\left(5 + 3tg^2B_1 + 10C_1 - 4C_1^2 - 9e'^2\right) + \dfrac{D^6(61 + 90tg^2B_1 + 298C_1 + 45tg^4B_1 - 252e'^2 - 3C_1^2)}{720}\right] \\ L = L_0 + secB_1\left[D - \dfrac{D^3}{6}(1 + 2tg^2B_1 + C_1) + \dfrac{D^6}{120}\left(5 - 2C_1 + 28tg^2B_1 - 3C_1^2 + 8e'^2 + 24tg^4B_1\right)\right] \end{cases}$$

Trong đó:

L_0 là kinh tuyến trung ương của múi chiếu;

$$B_1 = m_u + \left(\frac{3a_1}{2} - \frac{27a_1^3}{32}\right)sin2m_u + \left(\frac{21a_1^2}{16} - \frac{55a_1^4}{32}\right)sin4m_u + \frac{151a_1^3 sin6m_u}{96}$$

$$a_1 = \frac{1 - \sqrt{1 - e^2}}{1 + \sqrt{1 - e^2}}$$

$$m_u = \frac{x}{k_0} \times \frac{1}{a\left(1 - \frac{1}{4}e^2 - \frac{3}{64}e^4 - \frac{5}{256}e^6\right)}$$

$$N_1 = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 sin^2 B_1}}$$

$$C_1 = e'^2 cos^2 B_1$$

$$R_1 = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 sin^2 B_1)^{3/2}}$$

$$D = \frac{y - 500000}{k_0 N_1}$$

Tính đổi BL sang x, y trong cùng hệ quy chiếu:

$$\begin{cases} x = k_0 \left[X_B + \frac{l^2}{4} N sin2B (1 + A_1^x l^2 + A_2^x l^4) \right] \\ y = k_0 l N cosB \left(1 + A_1^y l^2 + A_2^y l^4\right) + 500000 \end{cases}$$

Trong đó:

k_0 là hệ số biến dạng múi chiếu (k_0=0,9999 cho múi 3^0)

$$l = L - L_0;\ \eta = e' cosB;\ N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 sin^2 B}}$$

$$A_1^x = \frac{cos^2 B(5 - tg^2 B + 9\eta^2 + 4\eta^4)}{12}$$

$$A_2^x = \frac{cos^4 B(61 - 58 tg^2 B + tg^4 B)}{360}$$

$$A_1^y = \frac{cos^2 B(1 - tg^2 B + \eta^2)}{6}$$

$$A_2^y = \frac{cos^4 B(5 - 18 tg^2 B + tg^4 B + 14\eta^2 - 58 tg^2 B \eta^2)}{120}$$

X_B là chiều dài cung kinh tuyến theo vĩ độ B tính theo công thức:

$$\begin{cases} X_B = a(1 - e^2)(A_1 B - A_2 sin2B + A_3 sin4B - \cdots) \\ A_1 = 1 + \frac{3}{4} e^2 + \frac{45}{64} e^4 + \cdots \\ A_2 = \frac{3}{8} e^2 + \frac{15}{32} e^4 + \cdots \\ A_3 = \frac{15}{256} e^4 + \cdots \end{cases}$$

Về lý thuyết độ cao trắc địa H=h+z, trong đó z là dị thường độ cao được tra cứu từ mô hình Geoid hoặc từ xử lý trọng lực. Tuy nhiên để phục vụ cho tính chuyển trạm cơ sở bay chụp UAV trong 1 phạm vi không lớn (có thể vài chục ha, hoặc vài trăm, đến vài ngàn ha) thì chênh cao thủy chuẩn và chênh cao trắc địa được coi là như nhau (hay bề mặt độ cao Geoid là phẳng), do vậy có thể coi z là một hằng số đại diện cho khu đo.

Để thống nhất không có sự chênh lệch nên chọn z=chiều cao sào máy của trạm cơ sở, cũng dễ dàng chuyển đổi về độ cao thủy chuẩn mặt đất nhờ một hằng số là z;

Tính đổi tọa độ địa lý BLH sang tọa độ địa tâm XYZ trong cùng hệ quy chiếu:

$$\begin{cases} X = (N+H)cosBcosL \\ Y = (N+H)cosBsinL \\ Z = [(1-e^2)N+H]sinB \end{cases}$$

Tính đổi tọa độ địa tâm XYZ sang tọa độ địa lý BLH trong cùng hệ quy chiếu:

$$\begin{cases} B = arctan\left[\dfrac{Z(1-a_f)+ae^2sin^3\gamma}{(1-a_f)(\sqrt{X^2+Y^2}-ae^2cos^3\gamma)}\right] \\ L = arctan\left(\dfrac{Y}{X}\right) = \begin{cases} if\ L<0\ then\ L=L+pi \\ if\ L\geq 2pi\ then\ L=L-2pi \end{cases} \\ H = cosB\sqrt{X^2+Y^2}+ZsinB-a\sqrt{1-e^2sin^2B} \end{cases}$$

Trong đó:

$$\gamma = arctan\left[\frac{Z}{\sqrt{X^2+Y^2}}\left(1-a_f+\frac{ae^2}{\sqrt{X^2+Y^2+Z^2}}\right)\right]$$

Tính chuyển tọa độ địa tâm XYZ từ hệ VN2000 sang WGS84 sử dụng 7 tham số tính chuyển:

$$\begin{cases} \Delta X_0 = -191.90441429\text{m} \\ \Delta Y_0 = -39.30318279\text{m} \\ \Delta Z_0 = -111.45032835\text{m} \\ \omega_0 = -0.00928836" \\ \psi_0 = 0.01975479" \\ \varepsilon_0 = -0.00427372" \\ k = 1.000000252906278 \end{cases}$$

Tính chuyển hệ địa tâm từ VN2000 sang WGS84:

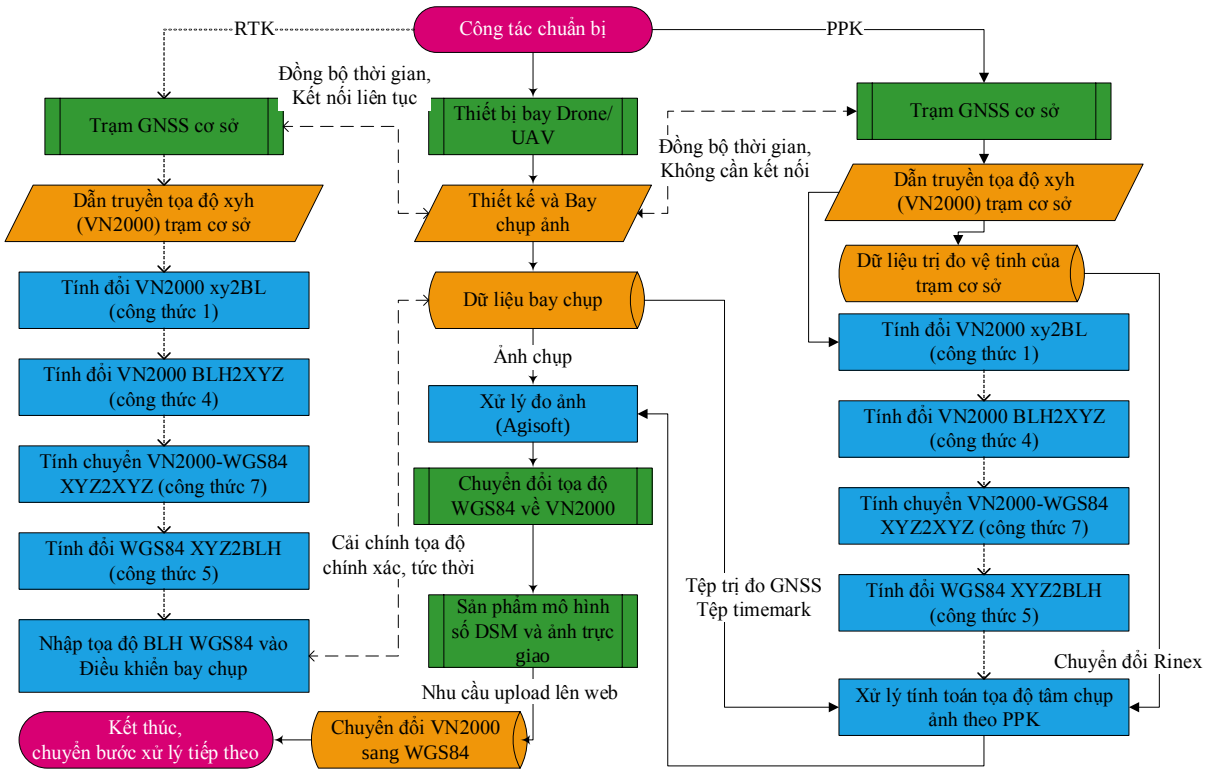
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{wgs84} = \begin{bmatrix} \Delta X_0 \\ \Delta Y_0 \\ \Delta Z_0 \end{bmatrix} + k\begin{pmatrix} 1 & \varepsilon_0 & -\psi_0 \\ -\varepsilon_0 & 1 & \omega_0 \\ \psi_0 & -\omega_0 & 1 \end{pmatrix}\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{vn2000}$$

Tính chuyển hệ địa tâm từ WGS84 sang VN2000:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{vn2000} = -\begin{bmatrix} \Delta X_0 \\ \Delta Y_0 \\ \Delta Z_0 \end{bmatrix} + \frac{1}{k}\begin{pmatrix} 1 & -\varepsilon_0 & \psi_0 \\ \varepsilon_0 & 1 & -\omega_0 \\ -\psi_0 & \omega_0 & 1 \end{pmatrix}\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{wgs84}$$

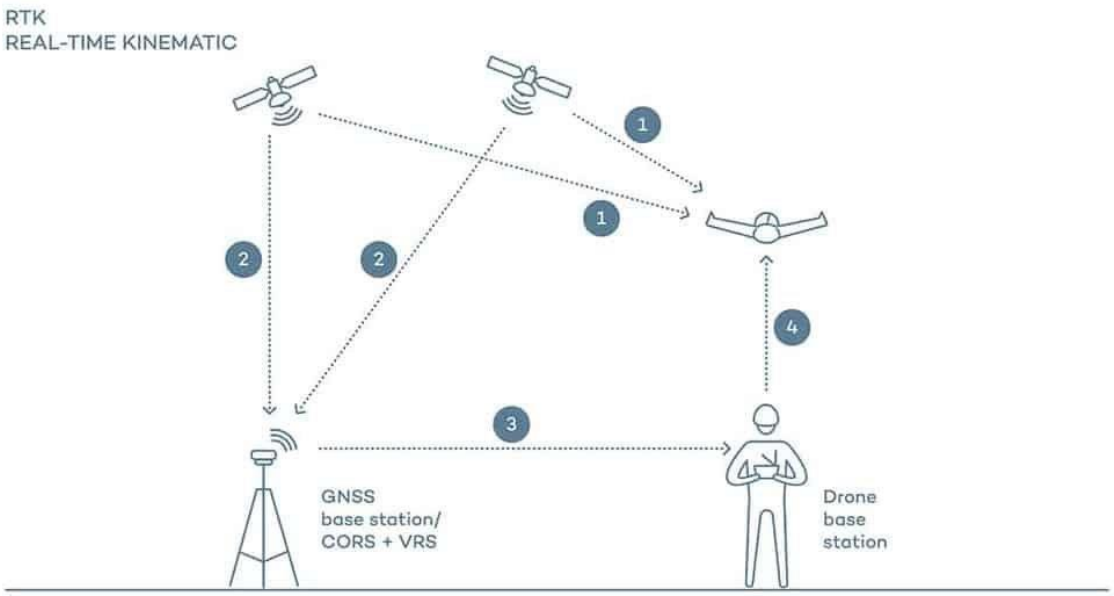
3.2. Quy trình tính chuyển tọa độ:

Trên cơ sở các thuật toán đã trình bày, trong thao tác xử lý chuyển đổi tọa độ được đề xuất trong quy trình công nghệ ở hình sau:



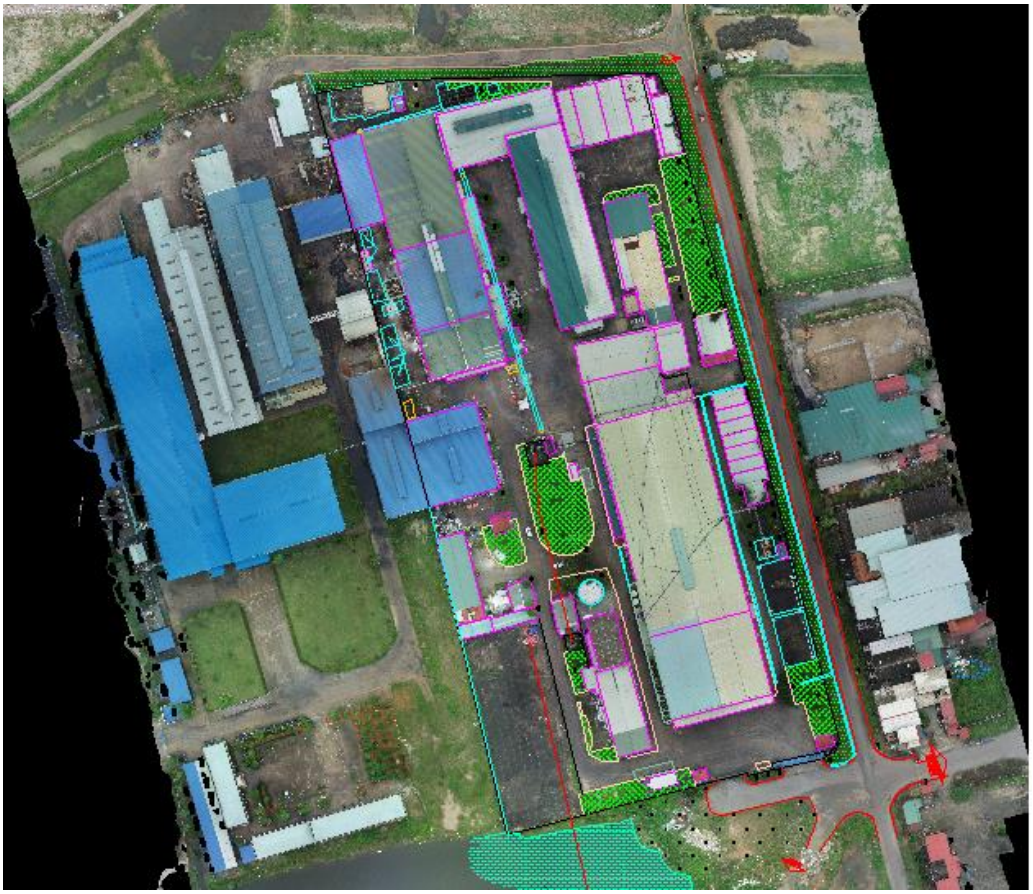
Hình 3.1: Quy trình tính chuyển tọa độ dùng trong công nghệ UAV có định vị tâm chụp chính xác.

Gần đây khi công nghệ định vị GNSS-RTK (định vị vệ tinh động thời gian thực) phát triển mạnh, cùng với việc xây dựng các điểm tham chiếu liên tục CORS hình thành mạng lưới cơ sở diện rộng thì việc định vị RTK độ chính xác cao giúp cho công việc đo đạc trở nên dễ dàng, thuận lợi hơn. Công nghệ bay chụp ảnh không người lái UAV ở những giai đoạn đầu khi chưa xác định được tâm chụp ảnh chính xác thì cần phải đánh dấu mốc và đo khống chế mặt đất phục vụ cho việc định vị bình sai khối ảnh. Công việc này chiếm khá nhiều thời gian, công sức và ảnh hưởng đến cả chất lượng kỹ thuật của sản phẩm đo ảnh, dẫn đến hiệu quả sử dụng của ảnh UAV chưa cao. Việc áp dụng công nghệ định vị GNSS-RTK nhằm xác định tọa độ tâm chụp ngay tại thời điểm chụp ảnh giúp khối ảnh vững chãi hơn, nâng cao độ chính xác cũng như giảm thiểu hoặc loại bỏ điểm khống chế ảnh mặt đất, trực tiếp nâng cao hiệu quả sử dụng của công nghệ đo ảnh UAV.



Hình 3.2: Hệ thống chụp ảnh UAV định vị tâm chụp bằng GNSS-RTK [heliguy.com].

Công tác thiết kế bay chụp cần được tiến hành trên hệ WGS84, trạm cơ sở được đo nối trong hệ VN2000 thì cần được tính chuyển sang WGS84 để phục vụ thiết kế.



Hình 3.3: Thiết kế bay chụp.

Sau khi có kết quả bay chụp, thì công tác xử lý lại phải chuyển về hệ tọa độ quốc gia. Do vậy, công tác tính chuyển tọa độ là rất quan trọng và cần thiết.

CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM

4.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu thuộc địa bàn huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị. Hướng Hóa là một huyện miền núi, biên giới nằm ở phía tây tỉnh Quảng Trị, Việt Nam, có vị trí địa lý 16^{O}42’ vĩ độ Bắc, 106^{O}42’ kinh độ Đông, cách thành phố Đông Hà khoảng 65 km về phía tây, trung tâm huyện là thị trấn Khe Sanh, một thị trấn có nhiều di tích lịch sử chiến tranh. Huyện có Thị trấn Cửa khẩu Quốc tế Lao Bảo nằm trên trục đường Quốc lộ 9A thông thương với Lào. Đường Hồ Chí Minh xuyên suốt từ phía bắc đến đông nam của huyện, sang Thừa Thiên Huế. Huyện có đường biên giới dài 156 km thuộc 11 xã tiếp giáp với Lào. Trong đó con sông Sê Pôn là biên giới tự nhiên với gần 100 km giữa huyện và nước Lào tại phía tây nam của huyện. Diện tích tự nhiên toàn huyện khoảng 1151 km², dân số khoảng 90.920 người (2019). Huyện nằm hoàn toàn trên dãy Trường Sơn nên địa hình phần lớn là vùng núi cao ở phía bắc, với đỉnh cao nhất 1617m, vùng núi đông bắc và tây nam thấp hơn; xen kẽ là dải đất thấp theo đường quốc lộ 9 từ Đa Karông đến biên giới Việt - Lào.

Ở khu vực huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị hiện nay có nhiều dự án phát triển điện gió, là địa bàn đi qua của dự án Phát triển đô thị dọc hành lang tiểu vùng sông Mê Kong, các dự án về xây dựng đường dây truyền tải điện… liên quan đến công tác thu hồi đất, đền bù giải phóng mặt bằng. Các vấn đề cần giải quyết như: địa hình khu vực đo vẽ bản đồ khó khăn, vất vả, thu thập thông tin địa chính của khu vực đo vẽ, cập nhật, chính xác hóa theo hiện trạng so đối với hồ sơ cũ (về vị trí, ranh thửa đất, hiện trạng đất…), giám sát thực hiện quy hoạch sử dụng đất.

Hình 4.1. Vị trí thực nghiệm bay chụp ảnh Hướng Linh, Hướng Hóa, Quảng Trị.

Trong khu vực nghiên cứu, việc bay chụp được tiến hành với máy bay không người lái Phantom 4RTK, phương pháp bay được lựa chọn là RTK. Các trạm cơ sở đều được truyền tọa độ trong hệ quốc gia VN2000, kinh tuyến trục $106^0 15'$, múi chiếu 30, hệ độ cao Hòn Dấu, Hải Phòng.

4.2. Thu thập số liệu

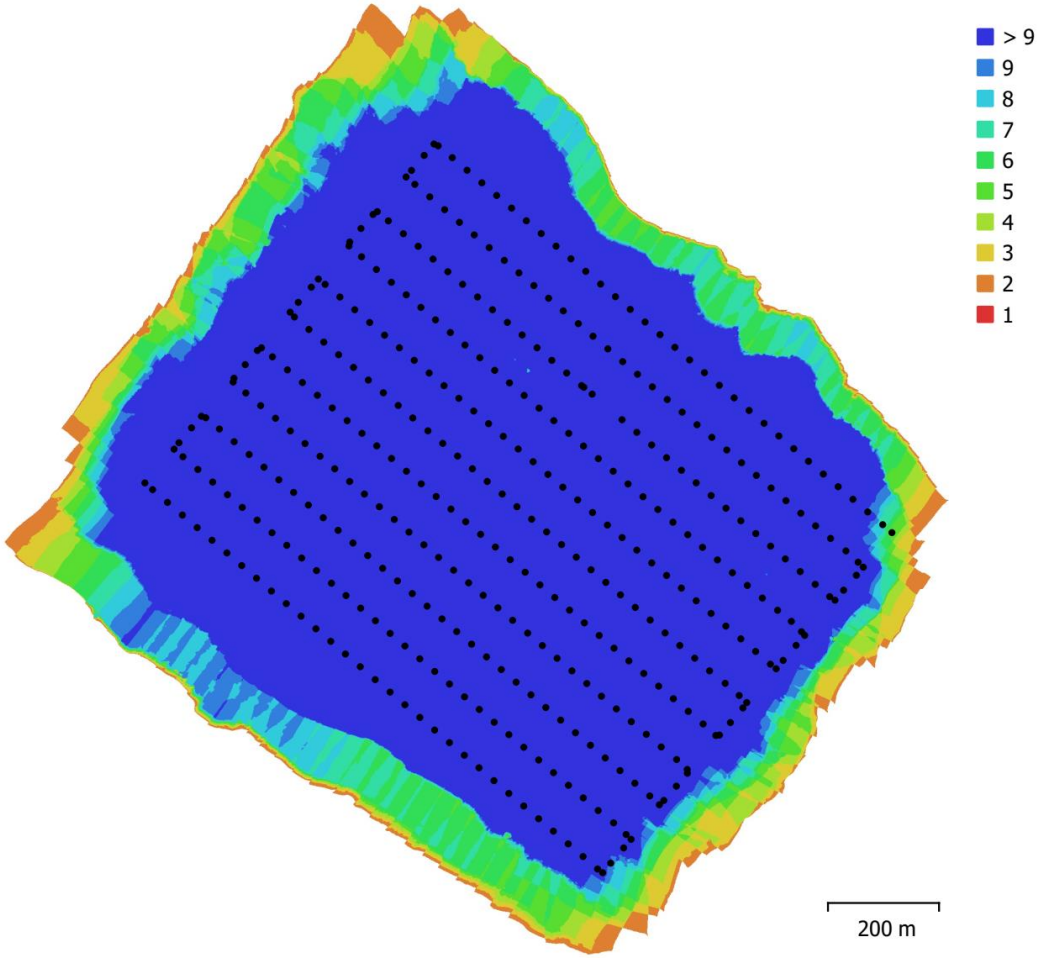
Số liệu ở khu vực nghiên cứu được thu thập gồm có: tọa độ trạm cơ sở được dẫn truyền tọa độ quốc gia, chiều cao của đầu thu trạm cơ sở so với mặt mốc, tư liệu bay chụp ảnh được định vị tọa độ tâm chụp theo phương pháp RTK và các số liệu đo RTK mặt đất ở các điểm kiểm tra.

Trong khu vực nghiên cứu có vị trí tiến hành bay chụp, các thông số về dữ liệu chính khu vực này được trình bày trong bảng 2.

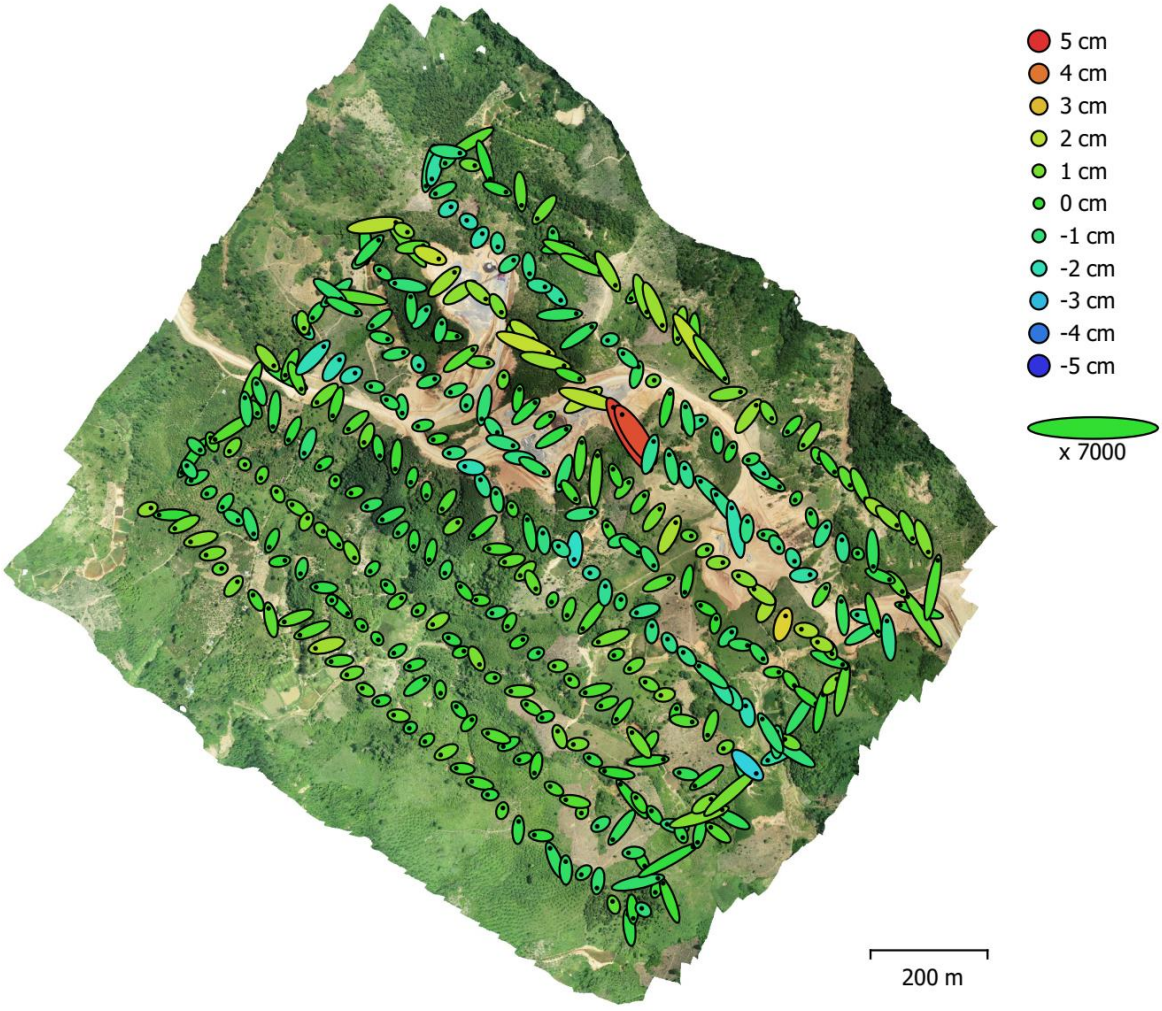
Bảng 2: Số liệu thu thập được ở khu vực thực nghiệm

Vị trí	Tọa độ trạm cơ sở	Cao máy trạm cơ sở	Tư liệu chụp ảnh máy bay không người lái	Số liệu đo đạc thực địa
Hướng Linh	x= 1848018.474m y= 548276.096m h=450.051m H=451.851m	1.80m	Số ảnh: 362 GSD: 6.2cm H: 250m Diện tích: 1.67km2	RTK các điểm kiểm tra

Sơ đồ vị trí tâm chụp:



Hình 4.2. Sơ đồ vị trí tâm chụp khu vực Hướng Linh.



Hình 4.3. Sai số vị trí tâm chụp sau bình sai.

Hình 4.4 Bình đồ ảnh UAV khu vực Hướng Linh.

Tại thực địa, số liệu tính chuyển trạm cơ sở được trình bày trong bảng 2. Sau khi bay chụp, tất cả các ảnh chụp của khối đều được định vị chính xác trong hệ WGS84 và chuyển đổi đồng bộ thống nhất về VN2000 trong quá trình xử lý ảnh. Khối ảnh được xử lý trên phần mềm Agisoft, được kiểm tra kỹ lưỡng đạt yêu cầu độ chính xác cho thành lập bản đồ tỷ lệ lớn. Độ chính xác đạt được của khối ảnh Hướng Linh sau bình sai đạt sai số trung phương trung bình đều nhỏ hơn 1cm. Các số liệu kiểm tra độ chính xác vị trí điểm rõ nét trên thực địa đều nằm trong giới hạn cho phép.

Bảng 3: Thành quả bình đồ ảnh UAV và kết quả tính chuyển trạm cơ sở

Tọa độ trạm cơ sở	
VN2000-WGS84	**WGS84-VN2000** **Kiểm tra**
VN2000 x= 1848018.474m y= 548276.096m h=450.051m H=451.851m **Tính chuyển WGS84** B=16.7084118031310 L=105.7045413408490 H= 434.930m	**WGS84** B=16.7084118031310 L=105.7045413408490 H= 434.930m **Tính chuyển VN2000** x= 1848018.474m y= 548276.096m H=451.851m

Kết luận và kiến nghị

1. Kết luận:

Nghiên cứu các hệ thống tọa độ dùng trong công nghệ UAV đảm bảo sự chính xác đồng bộ khi thiết kế bay chụp, thực hiện bay chụp và xử lý dữ liệu bay chụp UAV. Công tác này rất quan trọng để đảm bảo an toàn bay, độ chính xác xử lý dữ liệu cung cấp sản phẩm cho đo đạc bản đồ.

Công tác tính chuyển tọa độ trạm cơ sở giúp đồng bộ hóa trị đo mặt đất và tọa độ định vị tâm chụp ảnh, giúp giảm thiểu quá trình tính toán trong phòng nhất là phương pháp bay RTK cho UAV, còn giúp cho phương pháp xử lý PPK cũng được thống nhất. Các thuật toán thông qua các công thức đã trình bày là chính xác, quy trình công nghệ trình bày ở hình 3 giúp cho người dùng chủ động trong công tác xử lý tính chuyển tọa độ được chính xác, và là cơ sở để phát triển ứng dụng trên di động và máy tính để bàn, trợ giúp cho công tác bay chụp UAV với mục đích thành lập bản đồ độ chính xác cao.

2. Kiến nghị:

Khuyến nghị các đơn vị có thể nghiên cứu để xây dựng ứng dụng tính chuyển tọa độ dành riêng cho công tác bay chụp UAV và các sản phẩm từ công nghệ này, giúp đẩy nhanh quá trình số hóa độ chính xác cao trong thời đại công nghiệp 4.0.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Agisoft LLC, 2018. Agisoft Metashape User Manual: Professional Edition, Version 1.5. Available at: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_en.pdf. Accessed 18 July 2020.

[2] Dji, 2020. Phantom 4 RTK User Manual ver 2.2.

[3] Quyết định số 05/2007/QĐ-BTNMT ngày 27/02/2007 của Bộ Tài nguyên và Môi trường về sử dụng hệ thống tham số tính chuyển giữa hệ tọa độ quốc tế WGS84 và Hệ tọa độ quốc gia VN2000.

[4] US Army Corps of Engineers (1996), Handbook for Transformation of Datums, Projection, Grid and Common Coordinate System.

[5] Trần Trung Anh, Quách Mạnh Tuấn (2020). Phân tích lựa chọn chế độ định vị tâm chụp chính xác của máy bay không người lái trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn, Hội nghị toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với phát triển bền vững (ERSD 2020).

[6] Trần Trung Anh, Nguyễn Trường Khoa, Trần Trường Sinh (2021), Quản lý đất đai hiện đại trên cơ sở ảnh chụp độ phân giải siêu cao của máy bay không người lái, Hội nghị Nghiên cứu Ứng dụng, PT Hạ tầng Dữ liệu Không gian địa lý quốc gia, Vai trò của CN Đo đạc Bản đồ Hiện đại, 157-165, 2021

[7] Trần Trung Anh, Quách Mạnh Tuấn, Nguyễn Trung Hiếu, Đặng Thanh Tài (2021), Công tác tính chuyển tọa độ trong công nghệ máy bay không người lái có định vị tâm chụp chính xác, HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG, 281-290, 2021

[8] Trần Trung Anh, Nguyễn Trường Khoa, Trần Trường Sinh (2021), Xử lý tranh chấp đất đai dưới sự trợ giúp của ảnh chụp từ máy bay không người lái, HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG, 189-196, 2021