

THIẾT KẾ CHẾ TẠO HỆ THỐNG QUÉT ĐỊA HÌNH MẶT ĐẤT DƯA TRÊN CÔNG NGHỆ ẢNH SỐ THU NHẬN DỮ LIỆU THÔNG TIN ĐỊA LÝ VÀ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

ĐẶNG XUÂN THỦY⁽¹⁾, LƯU HẢI ÂU⁽¹⁾, NGÔ THỊ LIÊN⁽¹⁾, LƯU HẢI BẰNG⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

⁽²⁾Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải

Tóm tắt:

Hiện nay, việc ứng dụng công nghệ ảnh số trong thu thập dữ liệu thông tin địa lý và thành lập bản đồ địa hình đã trở nên phổ biến trên thế giới và ở Việt Nam nhờ những ưu điểm của công nghệ này như giảm thời gian thi công, giảm nhân công lao động qua đó mang lại lợi ích kinh tế cao. Được đánh giá có khả năng ứng dụng lớn tuy nhiên công nghệ ảnh số thường phải kết hợp với việc đo vẽ trực tiếp trong quy trình thu thập dữ liệu thông tin địa lý và thành lập bản đồ địa hình do những hạn chế chưa thể khắc phục được trong thực tế như: thiếu dữ liệu địa hình và địa vật tại những khu vực có độ che phủ cao, hạn chế trong thu thập dữ liệu chiều đứng của địa vật... Do đó, để hoàn thiện quy trình ứng dụng công nghệ ảnh số trong thu thập dữ liệu thông tin địa lý và thành lập bản đồ địa hình, cần có những nghiên cứu để khắc phục những nhược điểm trên. Nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu theo định hướng áp dụng công nghệ đo ảnh mặt đất để khắc phục những nhược điểm trên. Bài báo giới thiệu hệ thống quét địa hình mặt đất dựa trên công nghệ ảnh số được tích hợp bởi camera ảnh số, máy định vị GNSS và một thiết bị IMU. Bên cạnh đó, bài báo tiến hành khảo sát độ chính xác của hệ thống này trong thu nhận dữ liệu thông tin địa lý, thành lập bản đồ địa hình.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, việc thành lập bản đồ địa hình và thu thập dữ liệu không gian địa lý đang được thực hiện bởi nhiều công nghệ và thiết bị hiện đại. Phương pháp đo đạc trực tiếp sử dụng các loại máy toàn đạc điện tử, máy GPS hay hiện đại hơn là máy quét laser mặt đất và công nghệ bay quét Lidar. Phương pháp sử dụng công nghệ ảnh số bao gồm đo đạc ảnh hàng không, ảnh UAV và ảnh chụp mặt đất. Các giải pháp trên đã cơ bản giải quyết được yêu cầu thành lập bản đồ và thu thập dữ liệu thông tin địa lý. Tuy nhiên các thiết bị đang sử dụng được nhập khẩu hoàn toàn từ nước ngoài với chi phí cao.

Khái niệm hệ thống quét địa hình mặt đất ở đây được hiểu là một khối chặt chẽ được tích hợp bởi các thiết bị bao gồm camera ảnh số, thiết bị GNSS và IMU có thể ghi nhận hình ảnh xung

quanh một cách liên tục trên một phạm vi rộng.

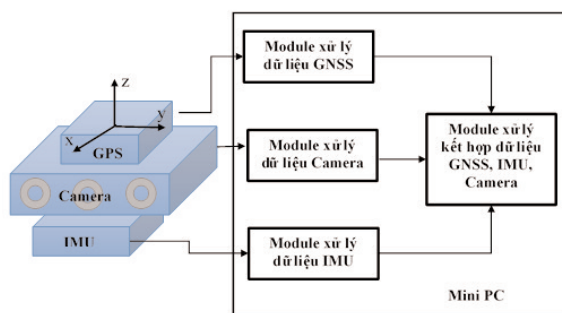
Mô hình số địa hình với độ phân giải cao và độ chính xác cao có thể cung cấp dữ liệu để phát hiện những sự thay đổi về độ cao phục vụ cho một số mục đích như xói mòn hoặc quan trắc các dịch chuyển liên tục của địa hình [1]. Trong công tác thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn ở những khu vực có sự thay đổi phức tạp về độ cao thì các phương pháp đo đạc truyền thống không đảm bảo được mật độ cũng như khả năng thu thập dữ liệu mất nhiều thời gian và công sức. Phương pháp bay chụp UAV có khả năng thu thập dữ liệu nhanh nhưng không hiệu quả trong một khu vực nhỏ và yêu cầu phát hiện những thay đổi rất nhỏ về địa hình, hay những khu vực có độ che phủ cao và độ chính xác về độ cao của phương pháp bay chụp ảnh UAV kém hơn so với các phương pháp khác. Các hệ thống máy quét laser có thể

Ngày nhận bài: 05/10/2020, ngày chuyển phản biện: 09/10/2020, ngày chấp nhận phản biện: 15/10/2020, ngày chấp nhận đăng: 18/10/2020

đáp ứng yêu cầu thu thập dữ liệu này. Mặc dù mô hình 3D được tạo ra từ công nghệ quét laser chứa một lượng lớn các điểm chi tiết, nhưng vẫn khó có thể xác định các vết nứt hoặc những thay đổi rất nhỏ của bề mặt. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc kết hợp công nghệ quét laser với chụp ảnh là cần thiết và sẽ mang lại hiệu quả cao hơn [2][3]. Một số thiết bị quét laser hiện nay đã trang bị cả tính năng chụp ảnh. Tuy nhiên, các thiết bị laser hiện nay có giá thành rất cao do vậy khả năng tiếp cận trong một số công việc khảo sát bị hạn chế. Nghiên cứu [4] đã cho thấy việc sử dụng kỹ thuật cấu trúc từ chuyển động (Structure-from-Motion - Sfm) có thể dựng lại mô hình 3D từ ảnh chụp mặt đất và đạt độ chính xác tới (± 0.1 mét hoặc nhỏ hơn) khi so sánh mô hình DEM được tạo ra bởi kỹ thuật Sfm với một mô hình trong tự sử dụng phương pháp quét laser mặt đất.

Trong bài báo này tác giả tiến hành giới thiệu và đánh giá độ chính xác của hệ thống quét địa hình mặt đất do nhóm tác giả tự phát triển. Hệ thống thiết bị này có khả năng thu thập dữ liệu thông tin địa lý dựa trên công nghệ ảnh số chi tiết và nhanh chóng với chi phí thấp hơn so với các loại máy quét laser đắt tiền.

2. Giới thiệu hệ thống quét địa hình mặt đất



Hình 1: Mô hình tích hợp hệ thống quét địa hình mặt đất

Thiết bị quét địa hình mặt đất được cấu tạo bởi 4 thành phần chính bao gồm: 3 camera ảnh số, thiết bị GNSS, thiết bị IMU và một mini PC với các thông số kỹ thuật như sau:

2.1. Giới thiệu thông số thiết bị IMU

Thiết bị IMU là loại cảm biến PMU 6050 với các thông số:

- Điện áp sử dụng: 3~5VDC
- Điện áp giao tiếp: 3~5VDC
- Chuẩn giao tiếp: I2C
- Giá trị Gyroscopes trong khoảng: +/- 250 500 1000 2000 degree/sec
- Giá trị Acceleration trong khoảng: +/- 2g, +/- 4g, +/- 8g, +/- 16g

2.2. Giới thiệu thông số thiết bị định vị GNSS. (Xem bảng 1)

2.3. Giới thiệu thông số thiết bị các Camera

(Xem bảng 2)

2.4. Giới thiệu thiết bị Mini PC

- Cpu: Intel Atom
- RAM: 2GB
- Bộ nhớ: 32GB ổ lưu trữ tích hợp
- Kết nối giao tiếp: Wi-Fi 802.11ac dải kép, Bluetooth 4.1, các cổng USB 3.0 và USB 2.0, một đầu cắm âm thanh, và một cổng HDM

Khi thiết bị được lắp đặt trên các vật mang như ô tô và xe tự hành thì vị trí lắp đặt như trên Hình 2.



Hình 2: Hệ thống quét địa hình mặt đất gắn trên xe tự hành và ô tô

3. Kết quả thử nghiệm đo đạc bằng hệ thống quét địa hình mặt đất

3.1. Bố trí bãi thử nghiệm

Bãi hiệu chuẩn được lựa chọn trên địa hình tương đối bằng phẳng, có các đối tượng địa hình địa vật đặc trưng để phục vụ công tác kiểm tra, đánh giá. Tại khu vực bãi thử nghiệm đánh dấu 45 điểm bao gồm các điểm khống chế ảnh và điểm kiểm tra sau này. Các điểm khống chế và điểm kiểm tra được đo đạc chi tiết theo hệ tọa độ quốc gia VN-2000 và hệ độ cao Nhà nước (Hòn Dấu). (Xem hình 3, 4, 5, bảng 3)

3.2. Xác định hệ số hiệu chỉnh của camera

Các bước xác định số hiệu chỉnh camera được tiến hành như sau:

Bước 1: Xử lý dữ liệu ảnh bằng phần mềm Pix4D hoặc Agisoft Photoscan sử dụng toàn bộ không chế ảnh để xác định tọa độ tâm ảnh chính xác. (tiến hành với 2 ca chụp ảnh Ca số 1 và Ca số 2).

Bước 2: So sánh tọa độ tâm ảnh sau xử lý và tọa độ tâm ảnh đồng bộ từ dữ liệu GNSS/IMU và xác định số hiệu chỉnh của camera.

Nhận xét: Dựa vào đồ thị biểu diễn sự biến thiên của sai số các giá trị tọa độ và độ cao của tâm ảnh qua các ca chụp khác nhau ta nhận thấy: Các sai số biến thiên có hệ thống theo từng camera và các giá trị này tương đối đều nhau giữa các ca chụp, thể hiện độ lệch của tâm camera với tâm GNSS và IMU. (Xem hình 6)

Qua tính toán giá trị trung bình giữa các ca chụp thu được bảng số hiệu chỉnh của các camera như sau: (Xem bảng 4)

Các giá trị hiệu chỉnh được sử dụng cho ca chụp tiếp theo để kiểm tra và đánh giá độ chính xác của thiết bị.

3.3. Đánh giá kết quả

Sử dụng số hiệu chỉnh để tính toán lại tọa độ tâm ảnh của ca chụp số 3, sau xử lý tiến hành so sánh giá trị tọa độ của các điểm kiểm tra thu được kết quả như sau: (Xem bảng 5)

Kết quả so sánh giá trị tọa độ của các điểm kiểm tra cho thấy:

$$M_h = \pm 0.042 \text{ m}; M_{STB} = \pm 0.057 \text{ m}$$

Trong đó: M_h là sai số độ cao trung bình.

M_{STB} là sai số vị trí mặt phẳng trung bình.

Độ chính xác về mặt phẳng và độ cao đạt độ

Bảng 1: Thông số thiết bị SQ-GNSS

TT	Thông số kỹ thuật	
1	Số lượng kênh thu đồng thời	192 kênh
2	Hệ thống vệ tinh định vị	GPS L1+L2, Glonass G1, Beidou B1+B3
3	Công nghệ cải chính RTK	Có hỗ trợ, đạt sai số đến centimet
4	Tần số xuất tọa độ	Tối đa 10Hz (10 vị trí trong 1 giây)
5	Độ chính xác khi đo độc lập	Phương ngang: 1,5 m, phương đứng 3,0 m
6	Độ chính xác PPK	P.ngang: 10mm±1ppm, P.đứng: 15mm±1ppm
7	Độ chính xác khi di chuyển	0,03m/s
8	Thời gian xác định tọa độ lần đầu	Nhỏ hơn 50 giây
9	Thời gian khởi động	Nhỏ hơn 10 giây
10	Cổng giao tiếp	Cổng COM DB9-RS232, Bluetooth
11	Nguồn điện	5V
12	Công suất	2.5 W

Bảng 2: Bảng thông số thiết bị camera

STT	Nội dung	Thông số kỹ thuật camera Sony ILCE 5100	Thông số kỹ thuật camera Sony ILCE 6000
1	Tổng số điểm ảnh	Xấp xỉ 24.7 triệu điểm ảnh	Khoảng 24.7 MP
2	Cảm biến hình ảnh	Cảm biến APS-C (23.5 x 15.6mm), Exmor CMOS	Loại APS-C (23,5 x 15,6 mm)
3	Định dạng ghi hình	JPEG (DCF Ver. 2.0, Exif Ver.2.3, MPF Baseline), RAW (Sony ARW 2.3)	JPEG (DCF Ver. 2.0, Exif Ver.2.3, MPF Baseline), RAW (Sony ARW 2.3)
4	Kích thước ảnh chụp	Khi chụp tỷ lệ 16:9: L: 6000 x 3376(20M), M: 4240 x 2400(10M), S: 3008 x 1688(5.1M) Khi chụp tỷ lệ 3:2: L: 6000 x 4000(24M), M: 4240 x 2832(12M), S: 3008 x 2000(6.0M)	Khi chụp tỷ lệ 16:9: L: 6000 x 3376(20M), M: 4240 x 2400(10M), S: 3008 x 1688(5.1M) Khi chụp tỷ lệ 3:2: L: 6000 x 4000(24M), M: 4240 x 2832(12M), S: 3008 x 2000(6.0M)
5	Số lượng khung hình có thể ghi	JPEG Chất lượng cao L: 56 khung hình, JPEG Tiêu chuẩn L: 75 khung hình, RAW: 23 khung hình, RAW & JPG: 22 khung hình	JPEG Chất lượng cao L: 56 khung hình, JPEG Tiêu chuẩn L: 75 khung hình, RAW: 23 khung hình, RAW & JPG: 22 khung hình
6	Tốc độ chụp	Chụp liên tục: Hi: tối đa 6 fps, Lo: tối đa 3 fps	Tốc độ ổ đĩa liên tục (xấp xỉ tối đa) 11 hình/giây (ở chế độ chụp liên tục)
7	Nguồn tiêu thụ	Ảnh tĩnh: xấp xỉ 2.3W (với ống kính theo máy E PZ 16-50mm F3.5-5.6 OSS)	Thời lượng pin (Ảnh tĩnh): Lên đến 360 ảnh Sạc pin bên trong: Có
8	Trọng lượng	Thân máy: ≈ 224 gram Bao gồm Pin và thẻ nhớ ≈ 283 gram	Trọng lượng (bao gồm pin và thẻ nhớ) 285 g (Chỉ 3han máy) / 344 g (Kèm pin và phươg tiện)
9	Kích thước	≈ 109.6 x 62.8 x 35.7 mm	Kích thước (D x R x C) 120 x 66,9 x 45,1 mm



Hình 3: Khu vực bãi thử nghiệm

Bảng 3: Bảng giá trị tọa độ các điểm khống chế và điểm kiểm tra

STT	Tên điểm	Tọa độ đo đạc thực địa			STT	Tên điểm	Tọa độ đo đạc thực địa		
		y (m)	x (m)	h (m)			y (m)	x (m)	h (m)
1	KT1	582408.600	2327968.391	7.310	24	KT32	582407.671	2327947.634	7.230
2	KT2	582408.630	2327967.099	7.357	25	KT33	582407.692	2327947.032	6.897
3	KC3	582408.630	2327965.644	7.292	26	KT34	582407.706	2327946.129	7.200
4	KT4	582408.642	2327964.550	7.263	27	KT35	582407.703	2327945.366	6.924
5	KT5	582408.682	2327963.093	7.343	28	KT37	582407.730	2327943.308	6.933
6	KT9	582408.669	2327962.001	7.257	29	KT38	582407.746	2327942.209	7.231
7	KT10	582408.690	2327960.610	7.328	30	KT39	582407.748	2327941.427	6.917
8	KT12	582408.723	2327959.399	7.274	31	KT40	582407.770	2327940.362	7.216
9	KT11	582408.714	2327958.001	7.346	32	KT41	582407.726	2327939.353	6.906
10	KT16	582407.854	2327956.836	7.020	33	KT42	582407.808	2327938.017	7.188
11	KT17	582407.682	2327955.162	7.234	34	KT43	582407.748	2327936.974	6.927
12	KT27	582407.672	2327954.543	6.961	35	KT44	582407.713	2327935.559	7.215
13	KT18	582407.684	2327954.119	7.231	36	KT45	582407.710	2327934.475	6.917
14	KT36	582407.707	2327944.315	7.202	37	KT46	582407.779	2327933.652	7.204
15	KT50	582408.896	2327927.338	7.264	38	KT57	582408.701	2327932.971	7.200
16	KT56	582408.874	2327920.882	7.360	39	KT47	582408.903	2327931.325	7.221
17	KT21	582407.673	2327952.309	6.945	40	KT48	582408.796	2327929.819	7.304
18	KT25	582407.668	2327951.683	7.247	41	KT49	582408.773	2327928.679	7.275
19	KT26	582407.662	2327951.194	6.913	42	KT51	582408.778	2327926.205	7.277
20	KT28	582407.652	2327950.339	7.219	43	KT52	582408.864	2327924.879	7.279
21	KT29	582407.683	2327949.921	6.959	44	KT53	582408.787	2327923.788	7.298
22	KT30	582407.665	2327949.056	7.195	45	KT54	582408.876	2327922.403	7.305
23	KT31	582407.692	2327948.392	6.921					

chính xác cho đo vẽ bản đồ địa hình 1:500 với khoảng cao đều 0.5 mét (Theo Thông tư số 68/TT-BTNMT ngày 22/12/2015 Quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000).

4. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu và thực nghiệm tác giả nhận thấy, hệ thống quét địa hình mặt đất dựa

trên công nghệ ảnh số đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật thành lập các loại bản đồ địa hình tỷ lệ lớn đến 1:500 thậm chí các loại bản đồ tỷ lệ lớn hơn. Ngoài ra, có thể tăng cường thêm cho các sản phẩm bản đồ nền địa lý một các trực quan và chi tiết hơn.

Trong thực tế, nếu so sánh khả năng thu nhận dữ liệu nhanh chóng và trên một phạm vi lớn hơn thì công nghệ bay chụp ảnh UAV hoàn toàn chiếm ưu thế. Tuy nhiên, đối với các khu vực



Hình 4: Tọa độ tâm ảnh các ca chụp thử nghiệm



Hình 5: Sơ đồ bố trí các điểm khống chế và điểm kiểm tra

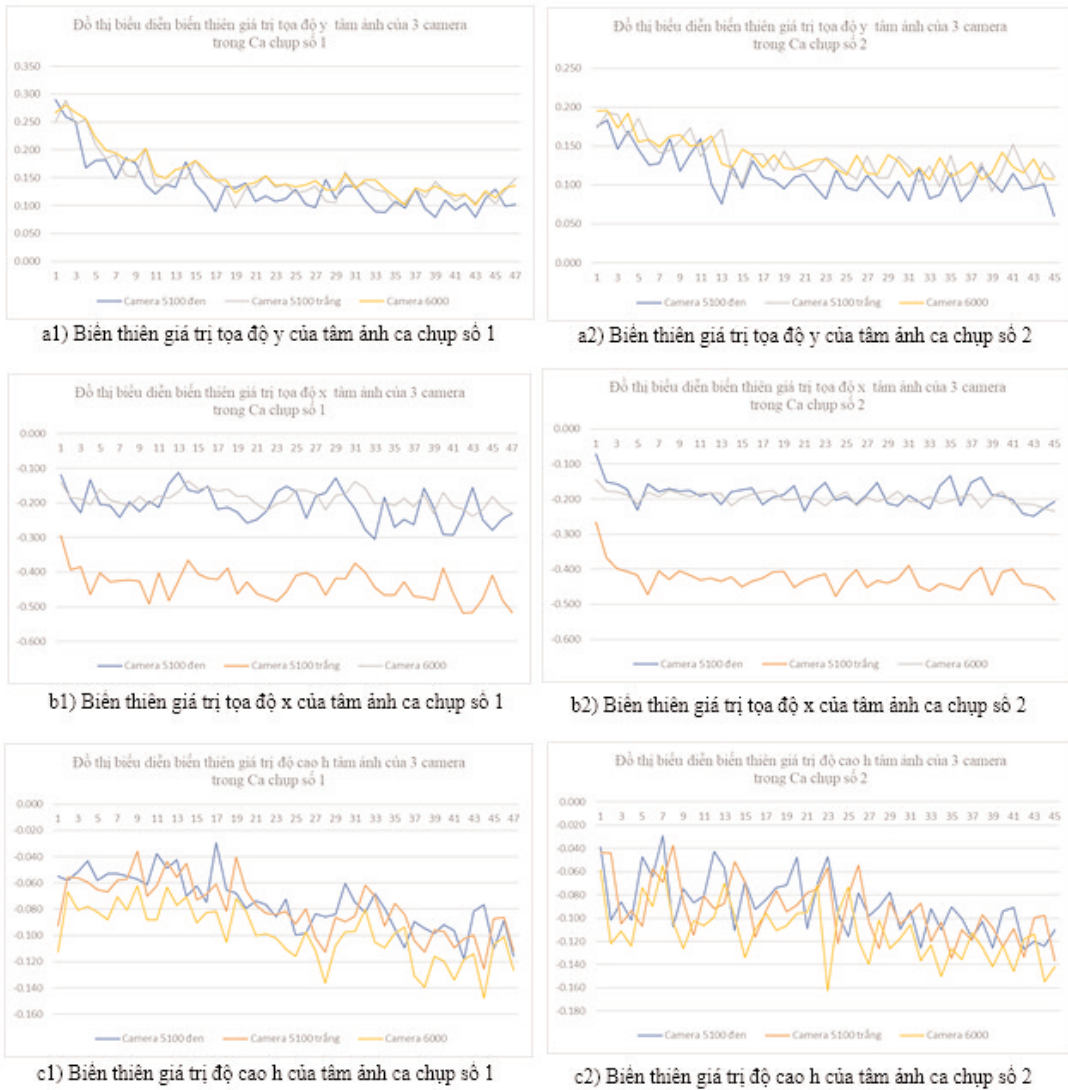
đông dân cư, nhà cao tầng dày đặc, hay khu vực mật độ che phủ cao, hoặc các khu vực không thể sử dụng máy bay không người lái thì việc sử dụng thiết bị quét địa hình mặt đất lại rất hữu ích và mang lại hiệu quả cao trong công tác thu thập dữ liệu thông tin địa lý. Do vậy, việc sử dụng kết hợp công nghệ bay chụp ảnh UAV và máy chụp ảnh mặt đất trong thành lập bản đồ địa hình có thể bổ sung khắc phục những ưu nhược điểm của nhau, tiến tới tự động hóa hoàn toàn công tác

thành lập bản đồ địa hình độ chính xác cao.

Đây là nền tảng để tiến tới tự chủ sản xuất thiết bị Mobile mapping dựa trên công nghệ ảnh số để thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn và thu thập dữ liệu thông tin địa lý độ chính xác cao.○

Tài liệu tham khảo

[1]. James, M.R., Robson, S., 2012. Straightforward reconstruction of 3D surfaces and topography with a camera: accuracy and



Hình 6: Đồ thị biểu diễn biến thiên sai số tọa độ tâm ảnh của 2 ca chụp

Bảng 4

TT	Tên camera	Ca chụp số	Giá trị hai lần chụp			Giá trị trung bình		
			delta x	delta y	delta h	delta x	delta y	delta h
1	Sony ILCE 5100 đen	Ca 1	0.132	-0.208	-0.075	0.122	-0.197	-0.082
		Ca 2	0.112	-0.187	-0.089			
2	Sony ILCE 5100 trắng	Ca 1	0.146	-0.437	-0.080	0.139	-0.433	-0.087
		Ca 2	0.131	-0.429	-0.095			
3	Sony A6000	Ca 1	0.154	-0.189	-0.100	0.144	-0.193	-0.107
		Ca 2	0.134	-0.197	-0.114			

Bảng 5: So sánh độ chính xác của các điểm kiểm tra

Tên điểm	Tọa độ đo đạc thực địa			Tọa độ xác định từ mô hình			Sai số		
	y (m)	x (m)	h (m)	y (m)	x (m)	h (m)	y-error	x-error	z-error
KT1	582408.600	2327968.391	7.310	582408.615	2327968.376	7.297	0.015	-0.015	-0.013
KT2	582408.630	2327967.099	7.357	582408.635	2327967.130	7.315	0.005	0.031	-0.042
KT4	582408.642	2327964.550	7.263	582408.652	2327964.564	7.306	0.010	0.014	0.043
KT5	582408.682	2327963.093	7.343	582408.664	2327963.098	7.306	-0.018	0.005	-0.037
KT9	582408.669	2327962.001	7.257	582408.676	2327962.002	7.295	0.007	0.001	0.038
KT10	582408.690	2327960.610	7.328	582408.691	2327960.623	7.304	0.001	0.013	-0.024
KT12	582408.723	2327959.399	7.274	582408.701	2327959.435	7.310	-0.022	0.036	0.036
KT11	582408.714	2327958.001	7.346	582408.713	2327958.020	7.353	-0.001	0.019	0.007
KT16	582407.854	2327956.836	7.020	582407.837	2327956.853	7.048	-0.017	0.017	0.028
KT17	582407.682	2327955.162	7.234	582407.704	2327955.197	7.252	0.022	0.035	0.018
KT27	582407.672	2327954.543	6.961	582407.704	2327954.604	6.959	0.032	0.061	-0.002
KT18	582407.684	2327954.119	7.231	582407.701	2327954.156	7.254	0.017	0.037	0.023
KT36	582407.707	2327944.315	7.202	582407.737	2327944.376	7.262	0.030	0.061	0.060
KT50	582408.896	2327927.338	7.264	582408.877	2327927.352	7.337	-0.019	0.014	0.073
KT56	582408.874	2327920.882	7.360	582408.876	2327920.824	7.419	0.002	-0.058	0.059
KT21	582407.673	2327952.309	6.945	582407.712	2327952.353	6.953	0.039	0.044	0.008
KT25	582407.668	2327951.683	7.247	582407.709	2327951.751	7.254	0.041	0.068	0.007
KT26	582407.662	2327951.194	6.913	582407.717	2327951.296	6.950	0.055	0.102	0.037
KT28	582407.652	2327950.339	7.219	582407.711	2327950.389	7.255	0.059	0.050	0.036
KT29	582407.683	2327949.921	6.959	582407.719	2327949.950	6.957	0.036	0.029	-0.002
KT30	582407.665	2327949.056	7.195	582407.716	2327949.189	7.258	0.051	0.133	0.063
KT31	582407.692	2327948.392	6.921	582407.718	2327948.446	6.956	0.026	0.054	0.035
KT32	582407.671	2327947.634	7.230	582407.716	2327947.685	7.262	0.045	0.051	0.032
KT33	582407.692	2327947.032	6.897	582407.726	2327947.085	6.955	0.034	0.053	0.058
KT34	582407.706	2327946.129	7.200	582407.724	2327946.180	7.261	0.018	0.051	0.061
KT35	582407.703	2327945.366	6.924	582407.737	2327945.436	6.960	0.034	0.070	0.036
KT37	582407.730	2327943.308	6.933	582407.748	2327943.328	6.963	0.018	0.020	0.030
KT38	582407.746	2327942.209	7.231	582407.745	2327942.265	7.265	-0.001	0.056	0.034
KT39	582407.748	2327941.427	6.917	582407.754	2327941.520	6.962	0.006	0.093	0.045
KT40	582407.770	2327940.362	7.216	582407.751	2327940.453	7.267	-0.019	0.091	0.051
KT41	582407.726	2327939.353	6.906	582407.761	2327939.406	6.964	0.035	0.053	0.058
KT42	582407.808	2327938.017	7.188	582407.763	2327938.046	7.270	-0.045	0.029	0.082
KT43	582407.748	2327936.974	6.927	582407.770	2327936.999	6.972	0.022	0.025	0.045
KT44	582407.713	2327935.559	7.215	582407.776	2327935.634	7.278	0.063	0.075	0.063
KT45	582407.710	2327934.475	6.917	582407.793	2327934.583	6.971	0.083	0.108	0.054
KT46	582407.779	2327933.652	7.204	582407.795	2327933.679	7.274	0.016	0.027	0.070
KT57	582408.701	2327932.971	7.200	582408.705	2327933.015	7.278	0.004	0.044	0.078
KT47	582408.903	2327931.325	7.221	582408.887	2327931.399	7.352	-0.016	0.074	0.131
KT48	582408.796	2327929.819	7.304	582408.881	2327929.834	7.369	0.085	0.015	0.065
KT49	582408.773	2327928.679	7.275	582408.875	2327928.756	7.358	0.102	0.077	0.083
KT51	582408.778	2327926.205	7.277	582408.871	2327926.211	7.361	0.093	0.006	0.084
KT52	582408.864	2327924.879	7.279	582408.879	2327924.873	7.381	0.015	-0.006	0.102
KT53	582408.787	2327923.788	7.298	582408.879	2327923.803	7.385	0.092	0.015	0.087
KT54	582408.876	2327922.403	7.305	582408.877	2327922.395	7.389	0.001	-0.008	0.084

geoscience application. Journal of Geophysical Research, v.117, F03017.

[2]. Yahya Alshawabkeh, Norbert Haala, 2006, Laser scanning and photogrammetry: a hybrid approach for heritage documentation. Conference: VAST 2006: The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage, Nicosia, Cyprus, 2006. Proceedings, 163-170.

[3]. P. Rönholm, E. Honkavaara, P. Litkey, H. Hyypä, J. Hyypä., 2007, Intergration of laser scanning and photogrammetry, IAPRS Volume XXXVI, Part 3, 355-362.

[4]. M.J. Westoby, J. Brasington, F.F.Glasser, 2012, M.J. Hambrey, J.M. Reynolds, Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience application, Geomorphology 179, 300-314.○

Summary

Designing and manufacturing the Terrestrial Camera system based on photogrammetry technology that acquires geographic information data and create topographic maps

Dang Xuan Thuy, Luu Hai Au, Ngo Thi Lien

Vietnam Intitude of Geodesy and Cartography

Luu Hai Bang

Institute of Transport Science and Technology

Nowaday, the application of photogrammetry technology in collecting geographic information data and making topographic maps has become popular in the world and in Vietnam base on the advantages of this technology such as reducing time construction, reducing labor therefore bringing high economic benefits. The photogrammetry technology is assessed that it has great applicability, but it often has to be combined with direct measurement in the process of collecting geographic information data and creating topographic maps due to limitations that cannot be engraved in practice such as: lack of topographic and terrain data in high coverage areas, limited vertical data collection of the terrain... Therefore, in order to complete the process of applying photogrammetry technology in collecting geographic information data and creating topographic maps, studies are needed to overcome the above disadvantages. The authors researched based on the application of photogrammetry technology to overcome the above disadvantages. This paper introduces the Terrestrial Camera system based on photogrammetry technology that integrated by a digital camera, a GNSS and an IMU device. Besides, the paper investigates the accuracy of this system in collecting geographic information data and creating topographic maps.○