

외부표정요소의 취득방법별 디지털 영상의 정확도 평가

The Estimation of the accuracy of exterior orientation as the way of obtaining data in digital images

오종민¹⁾ · 정재욱²⁾ · 김은영³⁾ · 박상현⁴⁾

¹⁾ 한진정보통신(주) GIS사업부, (E-Mail:jmoh@hist.co.kr)

²⁾ 한진정보통신(주) GIS사업부, (E-Mail:jwjeong@hist.co.kr)

³⁾ 한진정보통신(주) GIS사업부, (E-Mail:eykim00@hist.co.kr)

⁴⁾ 한진정보통신(주) GIS사업부, (E-Mail:sanghpark@hist.co.kr)

Abstract

Aerial photo process with digital camera has some benefits. It is fast and simple by digital way in comparison with aerial photo based on film. Also it works with GPS/INS device to do direct geo-referencing. In this study, AT result from using direct exterior factors, exterior factors extracting from GPS/INS data and digital map and GCP is produced. In base on it, ortho images are produced and compared with surveying data.

1. 서론

항공사진측량은 지형도제작을 위해 가장 효율적이고 경제적인 측량기술로 위치결정, 지도제작 및 기타 정량적 지형정보를 취득하기 위해서는 우선 촬영당시 지상의 기하상태를 사진이나 영상을 이용하여 도화기상에서 재현하여야 한다. 이를 위해서 항공사진의 외부표정요소를 정확히 결정하는 작업이 필요하며 과거 외부표정요소 결정은 주로 지상기준점을 이용하여 간접적으로 구하였다. 또한 지상기준점을 설치하는 경우에는 경비와 시간의 문제가 뒤따르는 한계가 있다. 반면 최근 개발된 GPS/INS통합에 의한 direct georeferencing 기술은 사진 촬영과 동시에 외부표정요소를 얻을 수 있는 방법으로 재래식 측량에 비하여 정확도의 손실 없이 신속, 정확한 지형정보의 취득 및 작업공정 단축등이 가능하게 되었고 이에 대한 연구 개발이 보편화 되고 있다.

본 연구에서는 GPS/INS를 이용한 direct georeferencing 기술로 얻어진 디지털 영상의 외부표정요소와 최소의 지상기준점을 포함하여 항공삼각측량을 수행하여 얻어진 외부표정요소의 정확도를 평가하기 위하여 각 방법으로 얻어진 외부표정요소를 이용하여 정사영상을 제작하고 그 결과를 15개의 검사점과 비교, 분석하였다.

2. 연구지역 및 사용 장비

연구 대상지역은 대전에 위치한 유성구 일대로서 GPS/INS가 탑재된 디지털 카메라로 대상지역을 촬영하였다. 사진 상 큰 점선 안에 작은 점선이 연구지역이다. 촬영용 카메라는 4K02로 4K X 4K의 픽셀을 가지며, 1540m 상공에서 대상지역을 촬영하였으며 연구 대상지역 내에 포함되는 사진은 총 51매이다. 또한 GPS/INS 후처리를 통해 계산된 각 사진의 외부표정요소 결과는 WGS84 기반의 TM좌표를 이용하여 산출하였고 타원체고를 높이값으로 사용하였다. 본 연구의 촬영제원 및 촬영 대상지역은 다음과 같다.

표 1. 촬영제원

촬영내역용	세부사항
촬영용 카메라	DC-4K02
카메라 노출간격	최대 4초
픽셀 배열 크기	4.092 (along) X 4.092(cross)
픽셀 크기	0.009mm
셔터속도	1/125~1/4000 초
렌즈	Zeiss Distagon 55.0mm
GPS 수신기	Applanix GPS/INS

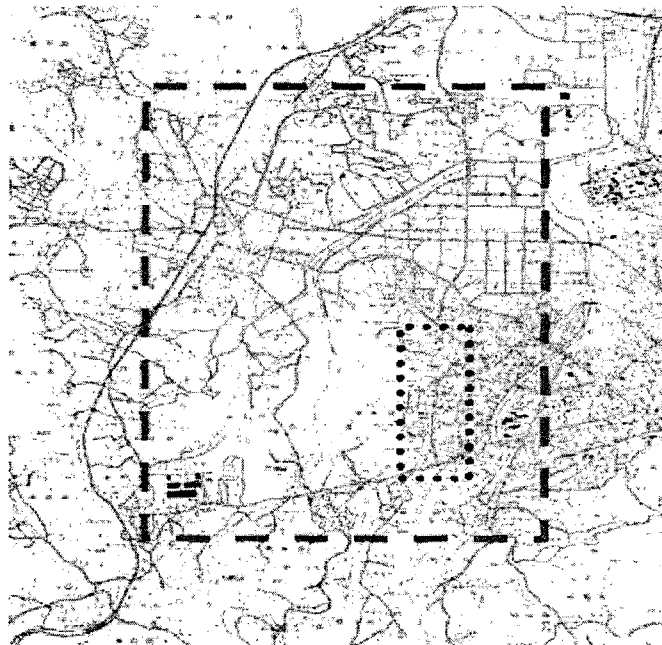


그림 1. 연구지역

3. 정확도 검사

본 연구에서는 GPS/INS에 의해 Direct georeferencing에 의해 얻어진 외부표정요소와 GPS/INS로 얻어진 외부표정요소에 지상기준점 4점을 이용하여 항공삼각측량을 수행하여 얻은 외부표정요소를 이용하여 정사영상을 제작하고 지상기준점 15점을 이용하여 정확도를 검사하였다.

GPS/INS에 의해 외부표정요소를 산출하는 방법의 경우, Direct georeferencing 방법으로 각 사진의 외부표정요소를 획득하기 때문에 GPS 및 INS의 자체 오차가 결과에 많은 영향을 미치게 된다. 이러한 이유 때문에 본 연구에서는 연구지역을 촬영하기 전에 Calibration Site를 비행하여 Calibration을 실시하여 Bore sight 값을 보정함으로써 GPS 및 INS의 오차를 최소한으로 줄였다. 또한 비행 당시의 위성의 배치상태와 위성수신 상태등 GPS 질에 영향을 주는 각 요소에 대한 품질관리를 실시하였으며 후처리를 통하여 각 사진의 외부표정요소를 결정하였다.

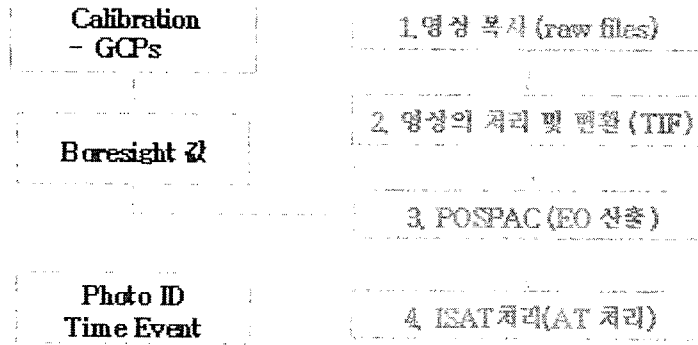


그림 2. GPS/INS에 의해 외부표정요소 산출

GCP를 이용한 외부표정요소 산출의 경우는 기존의 GPS/INS에 의해 산출된 외부표정요소에 3개의 지상 기준점을 이용하여 ISAT S/W를 이용한 항공삼각측량을 수행하여 새로운 외부표정요소를 산출하였다.

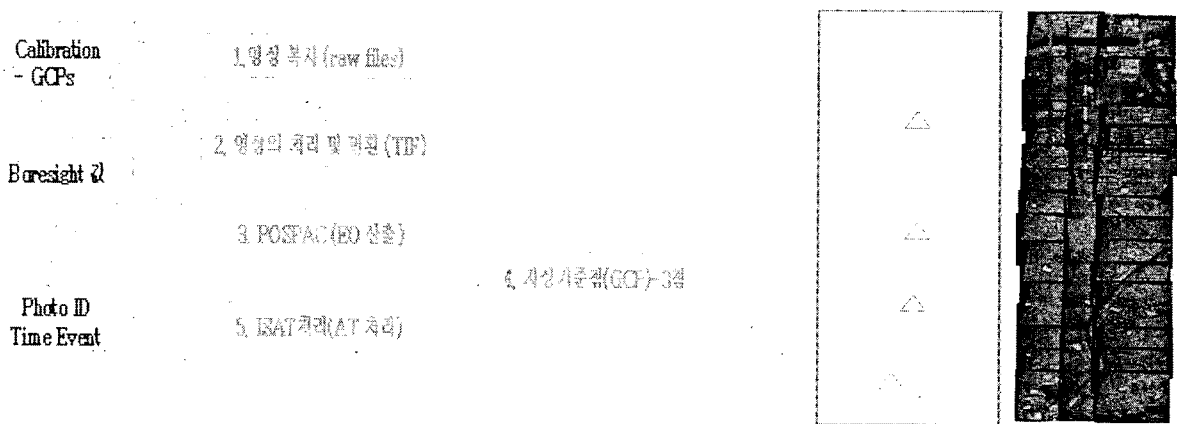


그림 3. GCP를 이용한 외부표정요소 산출

본 연구에서는 두 개의 방법에 의해 계산된 각각의 외부표정요소를 이용하여 동일한 DEM에 대해 정사영상을 제작하였다. 정사영상 제작을 위해서 ISOP S/W를 사용하였으며 다음 그림은 각각의 외부표정요소를 이용하여 제작된 정사영상이다.

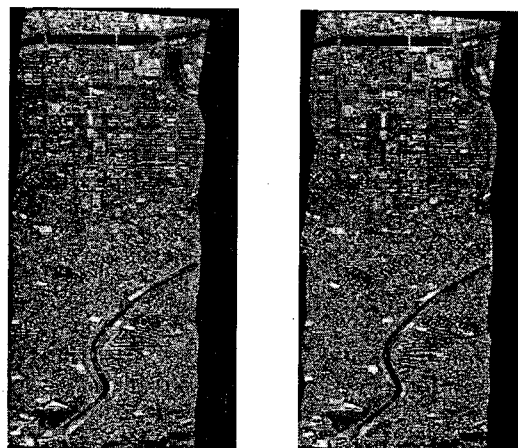


그림 4. 정사영상(좌:GPS/INS 우:GCP사용)

두 가지 방법으로 제작된 정사영상에 대해서 정확도를 검증하기 위해 실제 측량을 통하여 검사점 15점의 좌표를 얻었다. 이 검사점은 전체 실험대상지역에 고르게 분포하도록 배치하였으며 다음 그림은 검사점의 분포를 보여준다.

표 2. 검사점 좌표

검사점		
Point ID	X	Y
1	234329.29	319382.83
8	234591.18	317259.39
11	234617.98	315561.84
17	234663.73	312453.38
18	235165.74	312348.49
14	234954.21	314069.78
10	235042.26	316441.99
9	235249.72	317190.13
6	235005.95	317830.33
4	235226.58	318757.59
2	235209.68	319379.19
3	235525.01	319329.94
5	235684.57	318678.73
7	235440.22	317881.21
12	235328.68	315647.17

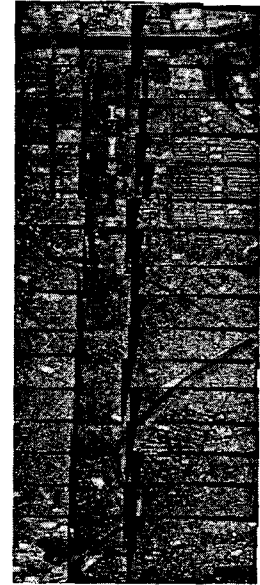
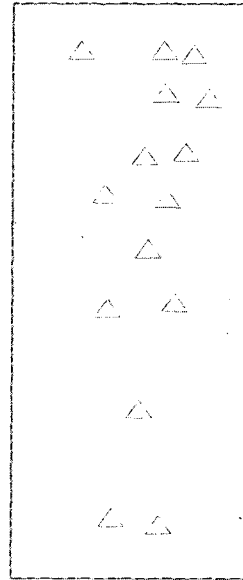


그림 5. 검사점 분포

GPS/INS에 의해 제작된 정사영상과 지상기준점을 이용하여 제작된 정사영상에서 15점의 검사점의 위치를 판단하여 실제 검사점의 좌표와 비교하여 X, Y 좌표값을 비교하였다. 표 3은 GPS/INS 데이터를 사용한 결과와 검사점을 비교한 것이며, 표 4는 GCP를 이용하여 얻어진 정사영상과 검사점의 좌표를 비교하여 얻은 결과이다.

표 3. GPS/INS 데이터를 사용한 평균과 표준편차

GPS/INS 데이터					
Point ID	X	Y	X	Y	XY
1	234329.23	319382.72	-0.06	-0.11	0.13
8	234590.43	317259.74	-0.75	0.35	0.83
11	234616.93	315561.86	-1.05	0.02	1.05
17	234662.70	312453.83	-1.03	0.45	1.12
18	235164.72	312348.98	-1.02	0.49	1.13
14	234952.29	314070.44	-1.92	0.66	2.03
10	235040.90	316442.06	-1.36	0.07	1.36
9	235248.08	317191.00	-1.64	0.87	1.86
6	235004.20	317830.55	-1.75	0.22	1.76
4	235225.35	318758.16	-1.23	0.57	1.36
2	235208.28	319381.04	-1.40	1.85	2.32
3	235523.70	319330.04	-1.31	0.10	1.31
5	235683.31	318678.97	-1.26	0.24	1.28
7	235438.44	317881.16	-1.78	-0.05	1.78
12	235327.29	315648.06	-1.39	0.89	1.65
	평균		-1.26	0.44	1.40
	표준편차		0.46	0.50	0.54

표 4. 실측 GCP를 사용한 평균과 표준편차

실측 GCP					
Point ID	X	Y	X	Y	XY
1	234328.86	319381.87	-0.43	-0.96	1.05
8	234591.28	317259.16	0.10	-0.23	0.25
11	234617.60	315561.65	-0.38	-0.19	0.42
17	234663.15	312453.18	-0.58	-0.20	0.61
18	235164.84	312347.79	-0.90	-0.70	1.14
14	234953.83	314069.69	-0.38	-0.09	0.39
10	235041.55	316441.47	-0.71	-0.52	0.88
9	235249.24	317190.69	-0.48	0.56	0.74
6	235005.64	317830.01	-0.31	-0.32	0.45
4	235226.87	318757.94	0.29	0.35	0.45
2	235209.57	319378.96	-0.11	-0.23	0.25
3	235524.55	319329.34	-0.46	-0.60	0.76
5	235684.01	318678.99	-0.56	0.26	0.62
7	235440.22	317881.21	0.00	0.00	0.00
12	235327.79	315647.46	-0.89	0.29	0.94
		평균	-0.39	-0.17	0.60
		표준편차	0.34	0.42	0.32

실험 결과 GPS/INS를 이용하여 얻어진 정사영상의 결과는 X값은 1.26m 표준편차 $\pm 0.44m$, Y값은 0.44m 표준편차 $\pm 0.50m$ 의 결과를 보여주었으며 GCP 3점을 포함하여 제작된 정사영상의 결과와 비교하여 X값은 0.39m 표준편차 $\pm 0.34m$, Y값은 0.17m 표준편차 $\pm 0.42m$ 의 결과를 보여주었다.

5. 결론

본 연구에서는 GPS/INS, GCP를 사용하여 외부표정요소를 결정하여 정사영상을 각각 제작하였으며 지상 검사점과 비교하여 각 방법에 대한 정확도를 분석하였다. 그 결과 GPS/INS의 정확도의 경우 정확도가 현저히 떨어지는 것을 알 수 있었으며 그 원인으로서는 Calibration이 수행되었다 하더라도 정확한 Boresighting값이 보정되지 않음으로 인해 GPS/INS 자체에 오차가 포함된 것으로 판단된다. 반면 소수의 GCP를 이용하여 항공삼각측량을 수행한 경우 GPS/INS만으로 얻은 결과보다 매우 향상된 결과를 얻었다. 이는 소수의 지상기준점을 포함시켜 항공삼각측량을 수행할 경우 GPS/INS를 이용한 direct georeferencing의 가능성을 보여준다. 지상기준점이 효율적으로 배치되고 좀 더 많은 지상기준점을 사용한다면 더 향상된 결과를 얻을 수 있을 것을 판단된다. 또한 본 연구의 결과와 같이 디지털 카메라 영상을 활용한 정사영상 및 모자이크 제작에 GPS/INS와 소수의 지상기준점을 활용할 경우 빠르고 정확한 결과물을 얻을 수 있을 것이다 판단된다.

참고문헌

- 나종기, 박운용, 문두열, 김진수 (2004) Direct Georeferencing을 이용한 도화 정확도 분석, Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography.
- 박운용, 이강원, 이재원, 정공운 (2004) GPS/INS에 의한 항공사진측량의 블록조정, 한국측량학회지, 제 22권, 제3호, pp. 285~291.
- 박운용, 박흥기, 위광재, 송연경 (2004) 외부 표정 요소 직접 결정에 의한 수치 정사 영상 생성, Korean society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography.
- 이승헌, 위광재, 이강원, 이홍슬(2003) 항공기용 디지털 영상에 대한 검정 및 정확도 평가, pp2~5.
- 이재원 (2005) 사진 측척을 고려한 GPS/INS 항공 사진 측량 블록 조정의 정확도 분석, 한국 측량학회지, 제 23권 제 3호, pp.323~330.
- 위광재 외 2인(2002), 도화원도를 이용한 LiDAR DEM의 정확도 평가, 한국측량학회논문집 제20권 제2호, pp127 ~ 136.
- 한상득, 조규전, 이재원 (2004) GPS/INS에 의한 외부 표정요소 결정에 관한 경험적 연구, 한국측량학회지, 제 22권 제1호, pp. 53~62.
- Applanix (2004), The digital sensor system
- Applanix (2004), Camera calibration report
- Applanix (2004), POSPac user manual
- Z/I Imaging (2003), ISAT, ISPM user guide book
- Optech (2003), Aerial Camera System Specification
- Optech (2004), ALTM 4K02 system performance report