

세종 테스트베드에서 항공용 디지털카메라의 기하학적 검정

Geometric calibration of digital photogrammetric camera in Sejong Test-bed

서상일¹⁾ · 원재호²⁾ · 이재원³⁾ · 박병욱⁴⁾

Seo, Sang Il · Won, Jae Ho · Lee, Jae One · Park, Byoung Uk

Abstract

The most recent, Digital photogrammetric camera, Airborne LiDAR and GPS/INS same sensors are used to acquire spatial information of various kinds in the field of aerial survey. In addition, Direct Georeferencing technology has been widely utilized with digital photogrammetric camera and GPS/INS. However, the sensor Calibration to be performed according to the combination of various sensors is followed by problems. Most of all, boresight calibration of integrated sensors is a critical element in the mapping process when using direct georeferencing or using the GPS/INS aerotriangulation. The establishment of a national test-bed in Sejong-si for aerial sensor calibration is absolutely necessary to solve this problem. And accurate calibration with used to integration of GPS/INS by aerotriangulation of aerial imagery was necessary for determination of system parameters, evaluation of systematic errors. Also, an investigation of efficient method for Direct georeferencing to determine the exterior orientation parameters and assessment of geometric accuracy of integrated sensors are performed.

Keywords : Digital photogrammetric camera, GPS/INS, Test-bed

초 록

최근 항공측량분야에서 항공용 디지털카메라와 라이다 및 GPS/INS와 같은 센서들을 이용해 다양한 공간정보를 획득하고 있다. 또한 GPS/INS와 항공용 디지털카메라의 연계를 통한 Direct Georeferencing 기술이 널리 활용되고 있다. 하지만 여러 센서의 결합에 따른 센서검정(Sensor Calibration)을 실시해야 하는 문제점이 따른다. 특히, 통합센서의 Bore-sight Calibration은 GPS/INS 항공삼각측량 및 Direct-georeferencing을 사용하는 작업절차에서 중요한 요소이다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 항공기용 센서의 검정을 위한 국가차원의 테스트베드를 세종시 부지에 설치하고 항공영상의 항공삼각측량에 의해 함께 사용되는 GPS와 INS 센서결합에 따른 정확한 검정을 수행하여 시스템 변수의 정의, 시스템적인 에러를 평가하고 Direct Georeferencing에 필요한 외부표정요소 직접결정을 위한 효율적인 방법의 조사와 통합된 센서의 정확도 평가를 수행하였다.

핵심어 : 항공용 디지털카메라, GPS/INS, 테스트베드

1. 서 론

최근 항공측량분야에 항공기용 센서의 도입이 증가되고 GPS/INS와 디지털카메라의 활용이 보편화됨에 따라 국가차원의 테스트베드 구축의 필요성이 부각되고 있다. 해

외에서도 항공용 디지털 카메라의 기하학적 정확도와 안정성은 매우 중요한 문제이며, 최종적으로 카메라 품질에 영향을 미치게 되므로, 항공기용 및 위성 영상관측시스템의 기하보정 및 방사보정을 위한 테스트 및 검정을 위한 사이트가 운영되고 있다(Honkavaara, 2006). 이에 국가적 지원

1) 정희원 · (주)범아엔지니어링 국토정보시스템연구소 책임연구원(E-mail:ssi760@panasia.co.kr)

2) 정희원 · 충남대학교 토목공학과 박사과정(E-mail:aerowon@nate.com)

3) 정희원 · 동아대학교 토목공학과 교수(E-mail:leejo@dau.ac.kr)

4) 교신저자 · 정희원 · 한경대학교 토목공학과 교수(E-mail:ukpark@hknu.ac.kr)

에 의한 투자를 바탕으로 테스트베드를 설치하고 대학이나 공공기관 등에서 유지관리하며 효율적으로 활용되고 있다. 한편 국내에서도 다양한 센서가 결합된 항공촬영시스템은 센서들 간의 정확한 기하보정과 렌즈의 복사보정 및 공간해상력 등에 대한 검정을 실시해야 하는 문제점이 따르며, 이를 해결하기 위해서는 탑재된 센서의 검정과 성능확인을 할 수 있는 테스트베드의 구축이 절실히 필요함에 따라 항공용 테스트필드의 구축과 관련하여 국외 사례를 고찰하고 국내 테스트베드 구축방안을 제시하였다(이재원 외, 2008). 이에 지능형 국토정보기술혁신사업의 일환으로 항공용 센서의 시험 검증을 위한 테스트베드를 세종시에 설치하여 항공기용 센서의 일관성과 신뢰성 확보를 도모하고자 센서검정을 위한 적용방안에 대하여 분석하였다(서상일 외, 2011).

본 연구의 목적은 항공기용 센서의 정확한 검정과 성능평가로 디지털 센싱 기술의 정확도와 안정성을 평가하는 것이며, 검정되는 주요내용은 시스템 변수 정의, 시스템 에러 평가 및 기하학적 정확도를 평가하는 것으로 가장 대표적인 검정은 Boresight Calibration이다. Boresight Calibration은 INS를 설치하면 항공사진기와 INS 좌표계의 방향이 정확하게 일치하지 않으므로 INS로 측정된 회전인자를 외부표정요소로 사용하기 위해서는 두 센서의 좌표축의 이격(offset)을 측정하여야 하며, 이 과정을 boresight calibration이라고 한다(Mostafa, 2008). 따라서 GPS/INS를 장착한 센서를 이용하여 Direct georeferencing이나 항공삼각측량 수행시 정확도에 중대한 영향을 미치므로, 항공기용 센서의 boresight calibration을 위해서는 정확하고 균등하게 분포된 GCP가 포함된 검증된 테스트베드에서 촬영을 수행하여야 한다.

이에 본 연구에서는 항공용 디지털 센서의 기하학적인 검정을 위한 방법에 대해 연구를 수행하고 그 방법들을 이용하여 세종시 테스트베드에서 대축척 지도제작용 디지털 항공사진촬영시스템인 DMC에 대한 포괄적인 기하학적 검정을 수행하는 것으로 성능평가를 위해 총 6코스 촬영된 10cm급 항공영상을 이용하여 테스트를 수행하였다.

2. 세종시 테스트베드

2.1 검정방법

본 연구의 목적은 GPS/INS와 항공용 카메라에서 통합 관측된 외부표정요소의 직접 사용을 위해 세종시내 구축된 항공사진측량 센서 검정용 테스트베드에서 취득된 촬영성능을 이용하여 분석하는 것이다. GPS/INS를 장착한

항공사진촬영시스템 검정에 가장 적합한 테스트베드 블록 구성은 그림 2의 촬영형태와 같이 동서방향 2~4코스 촬영 및 남북방향 2~4코스 촬영이 양방향으로 가능하여야 하며, 촬영 시 중중복도(forward overlap)는 60~80% 설정이 가능하여야 한다. 또한 촬영고도는 1/1,000 수치지도제작 축척에 맞게 설정할 수 있으며, 세종시 테스트베드에서의 연구수행 절차는 그림 1과 같다.

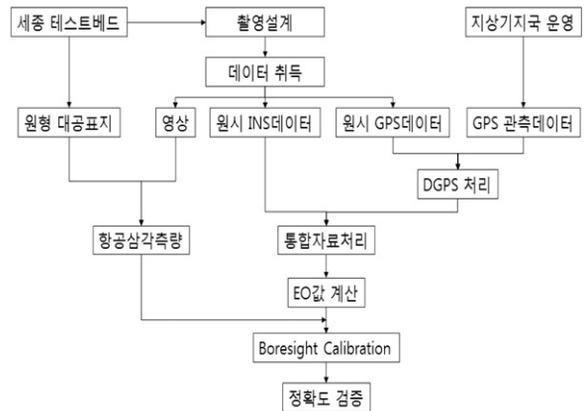


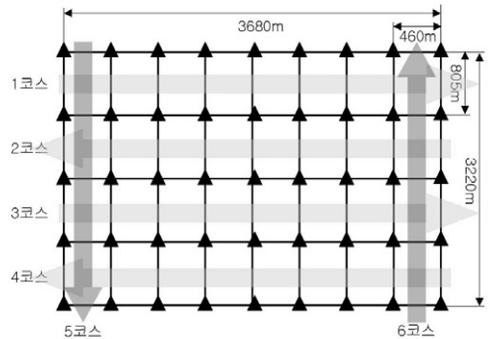
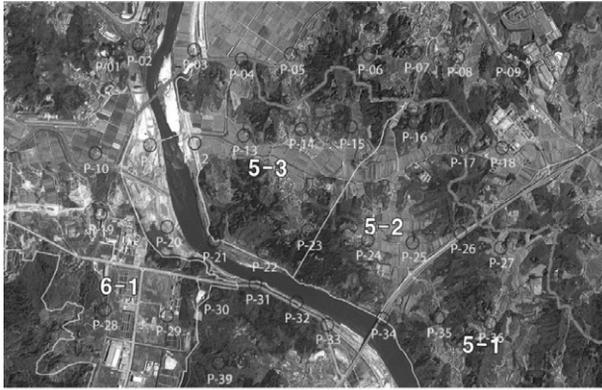
그림 1. 연구수행 절차

2.2 세종시 테스트베드 사양

세종시 테스트베드는 지능형국토정보기술혁신사업에 일환으로 항공사진측량시스템의 기하학적인 검정을 위해 2011년도에 세종시 주변 월산공단 부지내에 설치가 완료되었다. 설치된 테스트베드는 크기와 지형조건, 접근성, 지상기준점 분포 및 해상도와 비행고도 등을 고려한 대공표지의 크기와 정확도등 다양한 변수를 고려하였으며, 항공기가 이륙하는 김포공항으로부터 70km 남쪽으로 1시간 거리에 위치에 있고 테스트베드 지역의 높이차는 230m 정도로 평평한 지역, 구릉지, 하천등이 고르게 분포되어 있다. 세종시 테스트베드 면적은 4×4km²로 항공사진축척 1/5,000에서 센서검정을 수행할 수 있도록 45개의 GCP가 균등하게 분포되어 있으며, 테스트베드 내 설치된 지상기준점의 정확도는 매우 높다.

지상기준점(GCP; Ground Control Point)은 총 45개로 그림 2와 같이 대상지역내 균등하게 분포되어 있으며, 반연구적으로 사용할 수 있는 원형대공표지를 표 1과같이 설치하였다.

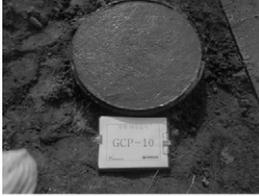
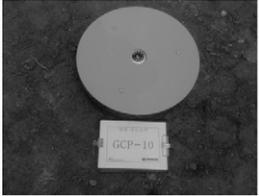
원형대공표지 설치는 직경 60cm에 원형으로 철근과 콘크리트 타설하였고, 상부는 철판재질에 황색을 칠하였다. 또한 GPS 기준점측량은 정확한 측량정확도 확보를 위해 주변 GPS상시관측소 및 국가기준점과 연결하여 기선망을



△대공표지 : 45점(모두 평면 및 높이 기준점으로 설치)

그림 2. 세종시 테스트베드 지상기준점 분포 및 촬영형태

표 1. 원형대공표지 설치 및 관측 작업

거푸집	타설/양생	상부
		
잔디조경	GPS 기준점측량	수준측량
		

구성하고, 15초 수신간격으로 8시간 관측하여 평면오차 2cm이하의 정확도를 확보하였다. 또한 수준측량은 디지털 레벨을 사용하여 직접수준측량으로 2급 공공수준점 작업 규정을 적용하여 관측하였다. 이로 인해 세종시내 설치된 원형대공표지의 기준점 정확도는 허용오차 2~3cm 이내로 항공사진측량에 사용하기 위한 지상기준점을 확보하였다.

적용한 장비는 국내외에서 대축척지도제작용으로 널리 활용되고 있는 INTERGRAPH사에서 개발된 DMC(Digital



INTERGRAPH DMC



APPLANIX POS/AV510

그림 3. 사용된 촬영장비

3. DMC 항공용 디지털카메라 테스트

3.1 촬영장비

본 연구에서는 항공사진측량시스템의 기하학적인 정확도 검정에 초점을 맞추었으며, 이에 세종시 테스트베드에

Mapping Camera) 항공용 디지털카메라와 APPLANIX사의 POS/AV-510 GPS/INS장비를 사용하였다(그림 3).

항공기 운항시 Roll, Pitch, Heading 요소에 대해 많은 영향을 받으므로 X, Y, Z축에 대한 Drift Control이 필요함에 따라 DMC 카메라는 그림 4와 같이 항공기 CESSNA 208 Grand CARAVAN에 장착된 TA-S 자이로마운트에 설치하였으며, GPS안테나는 그림 4에 오른쪽 그림과 같이 DMC 카메라의 연직선상에 위치할 수 있도록 설치하였다. 또한 IMU장비는 DMC 카메라 내부에 설치되었다.



그림 4. 항공기에 설치된 DMC 항공용 카메라 설치

3.2 촬영(Flight)

촬영대상지역은 테스트베드 설치대상지역인 세종시 월산공단 주변으로 김포공항에서 근거리이며, 보안지역이 없는 것이 특징으로 그림 5와 같이 원형대공표지 설치지점을 이용하여 항공용 디지털카메라인 DMC의 촬영설계를 수행하였다.

항공사진 촬영은 2011년 9월 15일에 수행하였으며, 촬영시 중폭도는 중중복 60%, 횡중복 40%로 촬영형태는 bore-sight calibration을 수행하기 위해 그림 5과 같이 촬영고도 1,000m에서 동서방향 4코스를 촬영하여 52매 영상을 취득하였고, 블록의 안정성 및 정확도를 향상시키기 위해 촬영블럭 양 끝에 남북방향 2코스를 촬영고도 1,500m에서 촬영하여 16매 촬영영상을 취득하였다. 또한 촬영시 이동국 DGPS측위를 위해 촬영대상지역 중심에 GPS 지상기지를

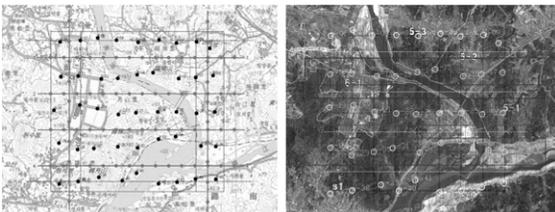
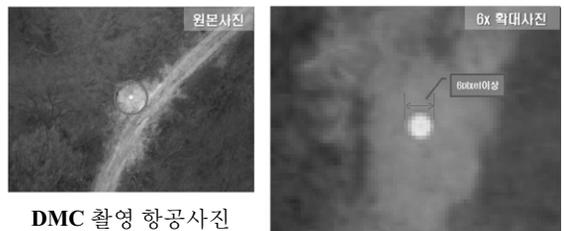


그림 5. 원형대공표지 분포에 따른 DMC 촬영설계

을 설치하여 2Hz간격으로 관측데이터를 취득하였다.

그림 5 오른쪽 그림의 파랑색 경계부분은 DMC 카메라를 이용하여 촬영설계시 횡중복도를 40%로 설계하여 코스 연결부분의 지상기준점이 배치되는 것을 확인하였고, 이로 인해 정확한 항공삼각측량을 위한 안정성 및 정확도를 향상시킬 수 있는 블럭구성을 확보할 수 있도록 하였다. 아날로그카메라와 UltraCam 카메라의 경우도 횡중복도 30%로 설계시 코스간 연결에 문제가 없는 것을 확인하였다.

촬영후 사진기준점측량을 위한 원형대공표지는 항공사진의 축척, 지형의 배색 관측 장비등을 고려하여 촬영된 항공영상에서 대공표지 영상검수를 통해 형상, 크기, 색상을 확인하였으며, 그림 6에서와 같이 영상에서 5~6픽셀로 관측되는 것을 확인하였다.



DMC 촬영 항공사진

그림 6. 원형대공표지 DMC 촬영영상

3.3 GPS/INS 처리

GPS 이동측위는 항공기와 지상기지에서 수신한 GPS 자료를 처리하여 항공기에 설치된 GPS 안테나의 정확한 위치를 결정하는 과정으로 항공기 GPS데이터와 지상기 지국 절대좌표를 이용한 데이터 후처리 결과와 INS 융합처리 과정을 수행하여 촬영당시의 센서의 위치와 자세정보를 계산하는 것으로 각 영상의 외부표정요소를 산출하였으며, 데이터 처리결과는 표 2와 같으며, 촬영당시 수신된

표 2. GPS/INS 획득정보 확인

촬영 궤적 및 이벤트	GPS 수신상태/PDOP
	<div style="text-align: right; font-size: small;">Number of GNSS</div> <div style="text-align: right; font-size: small;">PDOP</div>

GPS 위성의 수는 7이상, PDOP는 3이하로 매우 양호하였다.

GPS/INS 자료처리는 APPLANIX사 POSpacMMS 5.2버전을 사용하였으며, 사용 프로그램의 주요기능은 항공사진 측량시스템의 Direct Georeferencing을 위한 3차원 위치를 해석 및 해당영상의 외부표정요소 계산과 IMU boresight, datum shift 계산하는 Calibration 기능으로 구성된다.

3.4 BORESIGHT CALIBRATION

Boresight calibration은 카메라와 INS 시스템 간의 offset angle을 정의하는 것으로 DGPS와 INS 센서의 정확한 해석을 위해 꼭 필요한 과정으로 Boresight 조정은 지상기준점에 의한 항공삼각측량으로 계산된 각 사진의 외부표정요소와 GPS/INS 자료에 의한 외부표정요소의 차이를 비교하여 두 센서간 좌표계 회전각의 불일치량을 계산하고, GPS/INS로 관측한 회전각에 보정량으로 사용하기 위해서 실시한다. 이는 GPS/INS를 사용하는 카메라센서로 정확한 피사체의 위치를 결정하는 데 중요한 요소이다. 따라서 지상기준점을 사용할 수 없어 Direct Georeferencing을 이용하여 지도를 제작할 때 위치 정확도를 결정하는 중요한 요소가 된다.

본 연구에서는 그림 7에서와 같이 항공사진촬영 카메라와 INS의 boresight calibration을 위해 DMC 카메라로 촬영된 항공사진영상을 이용하여 항공삼각측량을 수행하였고, 각 코스는 적어도 10장 이상으로 블록을 구성하였다. 항공삼각측량(AT)을 위한 지상기준점 및 연결점 관측작업은 BAE Systems사의 Socet-set 5.4버전을 사용하여 관측하였으며, 블록조정은 번들블럭조정 S/W인 Bingo를 사용하였다.

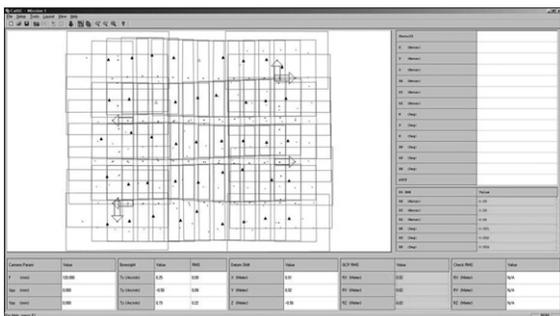


그림 7. Boresight Calibration 위한 블록구성 및 결과 (Applanix CalQC)

항공삼각측량(AT) 수행시 총 45개의 지상기준점(GCP)을 사용하였으며, 이때 사용된 지상기준점은 높은 정확도를 확보함에 따라 번들조정시 지상기준점 X, Y, Z 좌표값

의 가중치를 0.02m로 설정하여 AT를 수행하였다. Boresight Calibration은 APPLANIX사의 CalQC S/W를 사용하였으며, GPS/INS를 이용한 초기 외부표정요소와 AT결과에 의한 외부표정요소를 비교하여 X, Y, Z, 3차원 위치좌표를 촬영 코스별로 분석하고, 촬영이벤트 시간지연효과를 확인하였으며, 외부표정요소의 회전요소를 분석하여 표 3과 같이 Boresight Angle 보정값을 산출하였다. 또한 Boresight 보정값을 적용한 AT결과는 표 4와 같이 계산되었다.

표 3. Boresight Calibration 결과

보정값	Tx(Arcmin)	Ty(Arcmin)	Tz(Arcmin)
Boresight angle	0.25	-0.50	0.73
RMSE	0.09	0.09	0.22

표 4. Boresight 보정값을 적용한 AT결과

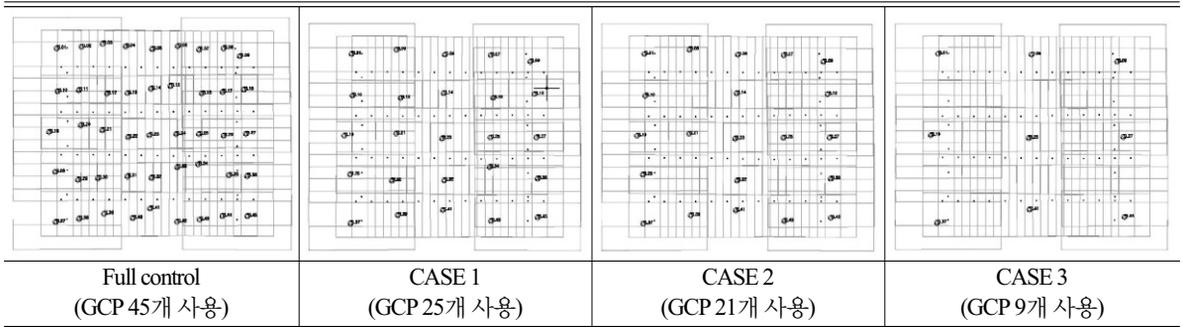
	GCP RMS			EO Parameters RMS					
	RX	RY	RZ	RX	RY	RZ	R _ω	R _ρ	R _κ
조정 결과	0.02m	0.02m	0.02m	0.02m	0.02m	0.02m	0.001	0.002	0.004

3.5 촬영성과 분석

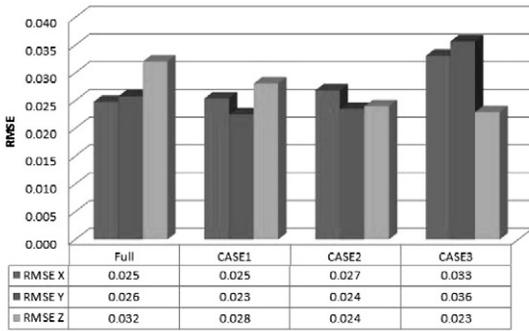
본 연구에서는 세종시 테스트베드에 적용한 DMC 항공영상의 GPS/INS 항공삼각측량 결과를 분석하였다. 우선 GPS/INS 처리결과에 Boresight 보정값을 적용하여 각 영상의 외부표정요소를 결정하고, 계산된 외부표정요소와 세종시 내 설치된 45개의 GCP 관측작업을 통해 AT결과를 분석하였다. 각 CASE별 분석으로는 표 5의 CASE 1과 같이 45개 GCP의 분포를 4모델 간격으로 배치하여 25개의 GCP를 사용하였고, CASE 2는 CASE 1에 GCP 분포에서 田형태로 배치하여 21개의 GCP를 사용하였다. 마지막으로 CASE 3은 CASE 2의 GCP의 분포에서 최외각 GCP를 9개를 사용하여 GPS/INS 항공삼각측량을 분석하였다. 분석시 GCP 사용에서 제외된 지상기준점은 검사점으로 사용하여 정확도를 분석하였다.

분석 결과 45개의 GCP를 모두 사용하였을 경우 잔차 최대값은 평면(X, Y) -0.053m, -0.054m, 높이(Z)는 -0.07m, RMSE는 평면 0.025m, 0.026m, 높이 0.032m로 계산되었다. 25개의 기준점을 사용한 CASE 1 경우 최대오차는 평면(X, Y) -0.055m, 0.048m, 높이(Z)는 0.058m, RMSE는 평면 0.025m, 0.023m, 높이 0.028m로 계산되었고, CASE 2의 경우 최대오차는 평면(X, Y) -0.051m, 0.049m, 높이(Z)는 -0.049m, RMSE

표 5. CASE별 GPS/INS 항공삼각측량 분석방법



지상기준점 비교



검사점 비교

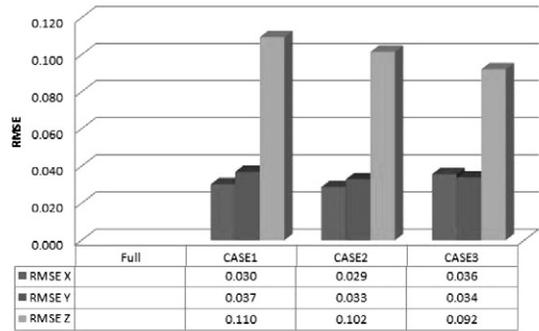


그림 8. CASE별 GPS/INS 항공삼각측량 분석결과(RMSE)

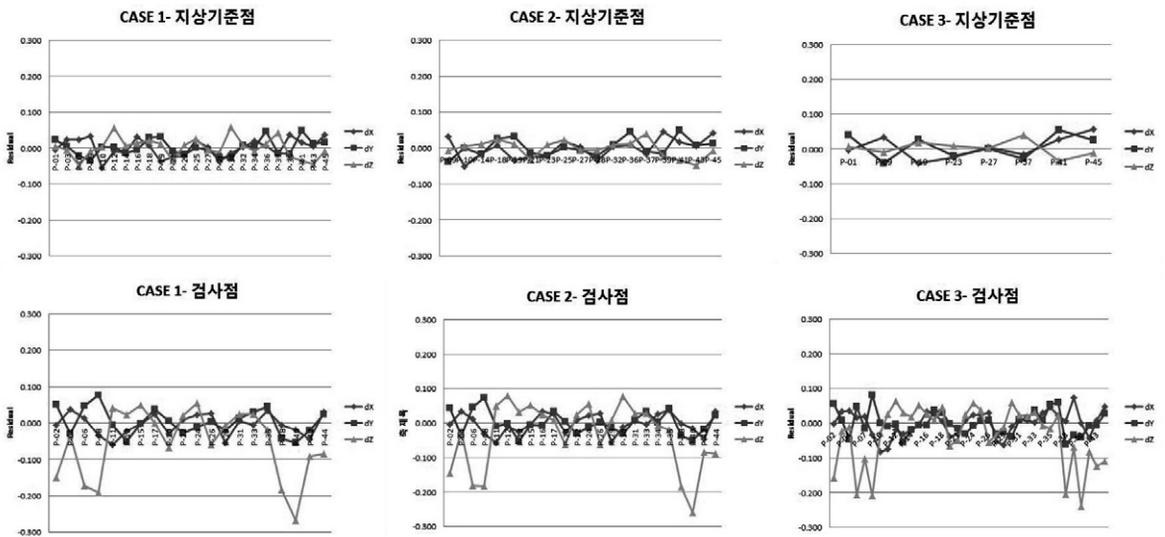


그림 9. CASE별 GPS/INS 항공삼각측량 분석결과(잔차)

는 평면 0.027m, 0.024m, 높이 0.024m로 CASE 3은 최대오차는 평면(X, Y) -0.058m, 0.055m, 높이(Z)는 0.041m, RMSE는 평면 0.033m, 0.036m, 높이 0.023m로 계산되었다. 지상기준점 RMSE, 최대값, 최소값의 분석 결과 CASE별로 비슷한 수치를 나타내었다. 또한 검사점의 경우 RMSE는 전체적으로 비슷한 수치를 나타내었으나 평면에 비해 높이의 수치가 더 큰 것을 알 수 있었고, 20cm정도의 과대오차 부분도 확인 할 수 있었다. 이는 기준점의 수가 감소함에 따라 평면 오차보다는 높이오차가 더 큰 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 항공용 디지털카메라의 시험, 검정을 위해 2011년에 지능형국토정보기술혁신사업에 일환으로 세종시 월산공단 주변에 설치된 테스트베드에서 항공용 디지털 센서의 기하학적 검정을 위한 테스트베드 사용에 관하여 분석하였다. 검정에 사용된 항공용 디지털 카메라는 대축척 지도제작용으로 주로 사용되는 Intergraph사의 DMC로 통합센서의 정확한 검정 및 Direct Georeferencing 정확도 향상을 위해 GPS/INS와 연계한 통합센서의 boresight Calibration을 수행하여 GPS/INS 항공삼각측량을 CASE별로 분석하였다.

첫째, 세종시 테스트베드 면적은 4×4km²으로 항공사진 축척 1/5,000에서 센서검정을 수행할 수 있도록 45개의 GCP가 균등하게 분포되어 있어, 다양한 항공기용 센서의 검정이 가능한 것을 알 수 있었다. 또한 설치된 원형대공표지는 10cm급 DMC 항공영상에서 대공표지 영상검수를 통해 영상 관측시 육안 판독이 가장 적당한 5~6픽셀로 관측되어 기준점 관측정확도 향상을 확인 할 수 있었다.

둘째, DMC 통합센서의 BoreSight Calibration을 위해 항공 영상을 이용하여 AT를 수행하였다. 사용된 지상기준점에 대한 조정결과는 평면위치(X, Y) RMSE가 X는 0.02m, Y는 0.02m이고 수직위치(Z)의 RMSE는 0.02m로 매우 정확하게 계산된 것을 확인하였으며, AT결과에 의한 BoreSight angle 보정값을 산출하였다. 또한 초기 외부표정요소와 AT결과에 의한 외부표정요소를 비교하여 촬영이벤트 시간지연 효과가 없는 것을 확인하였다.

셋째, GPS/INS 처리결과에 BoreSight angle 보정값을 적용하여 각 영상의 외부표정요소를 결정하고, 45개의 지상기준점 관측을 통해 GPS/INS 항공삼각측량 결과를 CASE별로 분석하였다. 지상기준점에 대한 RMSE는 전체적으로

45개의 기준점을 사용한 경우와 CASE별로 분석한 경우가 ±4cm 이내의 수치를 나타내었다. 검사점의 경우 RMSE는 평면 ±4cm이내, 높이는 ±10cm정도로 평면에 비해 높이의 오차가 더 큰 것을 알 수 있었으며, 또한 잔차의 경우에는 20cm정도의 과대오차 부분도 확인 할 수 있었다.

넷째, GPS/INS 항공삼각측량시 기준점의 수가 감소함에 따라 평면오차보다는 높이오차가 더 큰 것을 확인하였다. 이에 평면기준점 보다 높이기준점에 대한 배치가 중요한 것을 알 수 있었으며, 안정된 테스트베드에서 센서의 검정을 수행하여 BoreSight 보정값을 적용할 경우 1/1,000 수치지도 제작 오차범위를 넘지 않는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형 국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(06국토정보 B01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 이재원, 윤종성, 신진수, 윤부열 (2008), 항공 카메라 검정을 위한 테스트 필드 구축 방안, 한국지형공간정보학회지, 제16호, 제2호, pp. 67-76.
- 윤종성 (2008), 상시관측소 자료 내삽에 의한 GPS/INS 항공 삼각측량, 인하대학교 토목공학과 박사학위논문.
- 서상일, 박선동, 원재호, 이문우, 이재원 (2011), 항공용 센서 검정을 위한 세종시 테스트베드 연구, 지형공간정보학회 춘계학술대회논문발표집.
- 박선동, 서상일, 윤동진, 신진수, 이창노 (2009), 다각사진촬영시스템 프로토타입 개발, 한국측량학회지, 제27권 제2호, pp. 261~271.
- Honkavaara Eija, Ahokas Eero, and et al (2006), Geometric test field calibration of digital photogrammetric sensors, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 60 (2006) pp. 387-399.
- Mostafa, M. M. R. (2008), Digital multi-sensor systems - calibration and performance analysis, OEEPE, *Integrated Sensor Orientation Test Report and Workshop Proceedings*, July 2002, pp. 169-170.
- Mostafa, M. M. R. (2002), Camera/IMU BoreSight Calibration: New Advances and Performance Analysis.
- Nilsen B., Jr., (2002), Test field Frederikstad and data acquisition

for the OEEPE test "Integrated Sensor Orientation", OEEPE, Integrated Sensor Orientation Test Report and Workshop Proceedings, July 2002, pp. 19-30.

Honkavaara Eija, Peltoniemi, J., and et al(2008), A Permanent Test Field for Digital Photogrammetric Systems, PE&RS Vol.74, No.1, pp. 95-106.

Cramer M(2005), 10 Years ifp Test Site Vaihingen/Enz: An Independent Performance Study, Photogrammetric Week 05, pp. 79-92.

(접수일 2012. 03. 29, 심사일 2012. 04. 07, 심사완료일 2012. 04. 16)