

# 라인방식 디지털 항공 카메라영상의 위치 정확도 평가

## Accuracy Assessment Geoposition of Airborne Line-Scanner Image

조 한 근\*  
Hankun Cho

위 광 재\*\*  
Gwangjae Wie

최 윤 수\*\*\*  
Yunsoo Choi

이 상 진\*\*\*\*  
Sangjin Lee

**요약** 라인방식의 항공디지털 카메라인 ADS 80의 후방(backward)영상으로 정사영상을 제작하고 건물의 기복 변위와 폐색영역을 보정 후, True Ortho Photo을 제작하였다. 또한 제작된 정사영상과 True Ortho-Photo을 검증에 위해 지상검사점, 사진기준점을 이용하여 평면 위치정확도 평가 및 분석한 결과, 프레임방식과 비교하여 상대적으로 소량의 지상기준점을 이용하여 고품질의 정사영상을 제작할 수 있었다. 또한 라인 방식 카메라의 True Ortho Photo 제작 시, 중중복도가 100%이므로 폐색영역 보정 시에 효과적임을 검증 할 수 있었다.

**키워드** : ADS80, 정사영상, True Ortho-Photo

**Abstract** We produced true-ortho images after interpolating occlusion areas and relief displacement of building as well as producing ortho-images to use backward image of ADS which is a aerial digital camera of line type. Also, I was able to produce high quality ortho-images using a small mount of Ground Control Points(GCP) relatively to compare to frame type camera from the evaluation of horizontal position accuracy using ground check points, photo control points for the verification of ortho-images and true-ortho images. Also, I was able to verify the effectiveness in interpolating occlusion areas cause the length overlap was 100% when producing true-ortho images of line type camera.

**Keywords** : ADS80, Orthoimage, True Ortho-Photo

## 1. 서론

일반적으로 지도를 이용하면 대상지역의 지형지물을 현장감 있게 입체적으로 표현하기 어렵다. 이러한 이유 때문에 지형지물을 표현하기 위한 수단으로 정사영상을 많이 이용한다. 항공사진 자료를 이용하여 지형지물을 표현하는 방식은 대상에 따라 정보를 문자로 표현하는 방식에 비해 함축성 있게 지형정보를 표현할 수 있고 정보전달의 양과 질 면에서 응용의 폭을 넓힐 수 있는 장점을 가지고 있다[9].

최근에는 모든 지형지물에 대한 디지털화를 통한 유비쿼터스 기반의 지식정보화 사회로 진입하면서 보다 많은 정보가 디지털화를 요구하고 있으며, 이에 따라 사진측량 분야 역시 다양한 변화를 요구하

고 있다. 특히, 구글사의 Google Earth와 마이크로소프트사의 Virtual Earth 등은 인공위성 영상 및 디지털항공사진측량을 통해 취득한 영상을 이용하여 디지털화된 지형정보를 전세계에 제공하고 있는 실정이다. 국내에서도 네이버와 다음 지도 서비스 등을 통해 디지털화된 지형정보를 웹 서비스를 통해 제공하고 있다. 과거의 아날로그 카메라를 사용했을 당시와는 다르게 최근에는 모든 공정을 디지털자료를 이용하여 처리하고 있다[2][3].

디지털 카메라를 이용한 항공사진측량은 필름을 이용하지 않기 때문에 현상, 운송비용, 공간, 시간 절감 등이 가능하다. 또한 필름으로부터 수치영상을 획득하기 위한 스캐닝 작업이 생략되어 작업 오차를 발생하지 않으며, 수치데이터이므로 컴퓨터에 저

\*이 논문은 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

\* 국토해양부 공간정보기획과 chochow@korea.kr

\*\* 한진정보통신(주) GIS기술연구소·성균관대학교 사회환경시스템공학부 박사과정 wkj777@naver.com(교신저자)

\*\*\* 서울시립대학교 공간정보공학과 정교수 choiys@uos.ac.kr

\*\*\*\* 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정 lsj@uos.ac.kr

장이 가능하여 보관 및 유지관리에도 용이하다[3].

정사영상은 고도의 전문기술자가 아니더라도 개인용 컴퓨터를 이용하여 수치지형도에 비해 손쉽고, 적은 비용과 시간으로도 제작할 수 있으며, 지형지물의 상호위치관계가 지형도와 동일함에 따라 정사사진을 통해 직접적으로 거리, 각도 지형지물의 수평 및 수직위치좌표, 면적 등의 정보를 얻을 수 있다[4].

정사영상의 제작은 원시영상의 표정요소와 DTM(Digital Terrain Model)을 이용하여 원시영상의 왜곡과 기복변위를 제거함으로써 제작되기 때문에 DTM의 정확도가 정사영상의 정확도에 많은 영향을 미치게 된다. 특히 도심지역의 경우, 건물이나 인공지물에 대한 정보를 별도로 생성해야하는 문제점을 안고 있다[9].

최근 항공사진측량 장비의 발전으로 다중센서기법을 이용하여 고품질의 영상 및 3차원 공간정보의 획득이 가능하게 되면서 정밀 DEM의 생성이 가능하게 되었을 뿐만 아니라 정사영상제작에 관한 국내·외의 다양한 연구가 수행되어 정사영상의 폐색 및 이중 도면화 문제를 보정할 수 있는 방안 및 알고리즘이 정립되고, 이를 이용한 상용프로그램 등이 개발됨에 따라 도심지역에 대한 대측척, 고해상도의 True Ortho-Photo의 제작이 가능하게 되었다[8].

따라서 본 연구에서는 도심지와 산악지가 고루 분포된 천안시를 실험지역으로 선정하여 라인방식 항공디지털 카메라인 ADS 80의 후방(backward)영상을 이용하여 정사영상을 제작하였다. 또한 제작된 정사영상의 품질 향상을 위해 정밀 DEM을 이용하여 True Ortho-Photo를 제작하였다.

제작된 정사영상의 정확도 평가는 기 구축된 프레임방식의 DMC 카메라를 이용하여 제작된 정사영상과 비교하였으며, 비교방법으로는 사진기준점측량, 검사점 및 1/1,000 수치지형도를 이용하여 평면위치정확도를 비교 분석하여, 라인방식 카메라의 정확도를 입증하였다.

또한 정밀 DEM을 이용하여 건물 왜곡이 제거된 True Ortho-Photo를 검증을 위해 1/1,000 수치지형도를 이용하여 평면위치정확도의 평가 및 분석을 수행하였다.

## 2. 사용된 장비

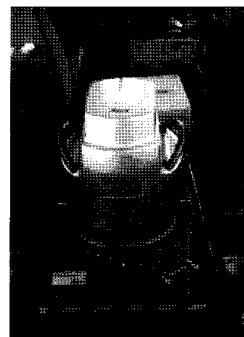
본 연구에 사용된 장비인 ADS 80은 라인의 CCD

소자를 이용하여 지면을 스캐닝 하는 방식이며 상대적으로 높은 지상해상도를 얻을 수 있으나, 움직이는 대상물의 촬영에 한계가 있어 정확도가 낮아지며, 매 라인별로 서로 다른 외부 표정 요서를 가지고 있다. 또한 중심투영의 특성을 가지므로 왜곡이 발생 하여도 보정량이 필요 없다. 또한 제작이 간단하고 무결점이며 노출을 전자적으로 제어할 수 있어 다중분광영역을 감지 할 수 있기 때문에 특성이 우수하다. 이 카메라를 살펴보면 카메라의 상판에 IMS장비를 부착하고 전방(forward), 연직(nadir), 후방(backward)을 동시에 촬영하는 3개의 흑백 CCD-라인의 카메라가 사용되며 Multispectral CCD-라인으로 구성되어 있다.

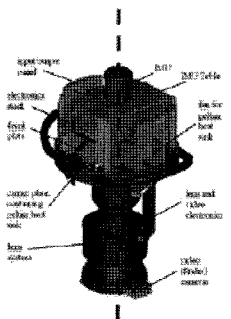
사용된 지상 LiDAR(ILRIS-3D Laser Scanner)의 제원은 표 1과 같다.

표 1. ADS 80 디지털 카메라 세부 사양

구분	세부사양
픽셀 배열 크기	12,000 × 1 (라인방식)
픽셀 크기	6.5 microns
렌즈	Schneider - Kreuznach Super Angulon f 2,8
화 소	12,000 × 1 pixel
Focal Flate(CCD)	Pan(흑백) 3개, MS(칼라) 4개 (R, G, B, NIR)
자료 처리 속도	130MB/S
자료 용량/비행시간 (카메라 탑재 기준)	3Pan(한번에 세 방향 흑백촬영) 및 4Spectral 밴드(칼라촬영)를 2.5ms 기록시 17.1시간 촬영가능



<라인방식 카메라>



<카메라 구조>

그림 1. 라인방식 카메라 구성

### 3. True Ortho-Photo 제작

#### 3.1 연구 지역 선정

ADS 80영상을 이용하여 정사영상 및 True Ortho-Photo 제작을 위해 도심지와 산악지가 고루 분포된 천안시를 선정하여, 촬영 영상을 취득하고 사진기준점 측량을 통해 정사영상을 제작하였다. 제작된 정사영상 중 일부 지역을 선정하여 건물외곽 요소가 제거된 True Ortho-Photo영상을 제작하였다. 그림 2는 정사영상 및 True Ortho-Photo를 제작하기 위한 과정을 나타내었다.

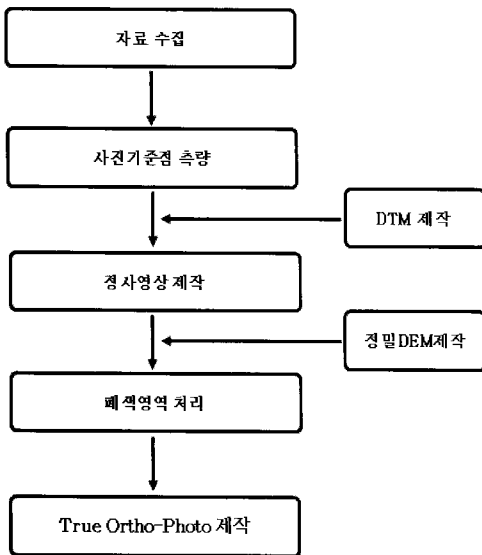


그림 2. 제작 과정

그림 3은 연구 지역인 천안시의 전체영상을 나타내었다.



그림 3. 연구 대상 지역

#### 3.2 촬영

비행코스 간 간격과 기상 상태 등 최적의 비행코스로 설계하기 위하여 기상상태, 장비상태 등 여러 가지 점검사항을 고려하여 비행기의 고도를 최대한 일정하게 유지할 수 있도록 비행설계를 실시하였다. ADS 80 카메라의 특성으로 기존 아날로그 프레임 카메라와는 달리 디지털 라인 카메라이기 때문에 카메라의 특성상 남북 방향이 기하학적으로 안정적이라고 알려져 있기 때문에 남북으로 긴 촬영지역을 선택하였다. 촬영고도는 1,200m로 지상공간해상도를 0.1m로 촬영 하였으며, 횡중복도는 30%로 촬영하기 위해 촬영 스트립은 총 4개이며 각 스트립 당 밴드 수는 11개의 밴드로 촬영하였다. 표 2는 연구지역의 촬영 제원을 나타내었으며, 그림 6은 제원에 따라 촬영된 영상을 나타낸 결과이다.

표 2. 촬영 내용

내 용	특 성
촬영 날짜	2009년 11월
촬영 면적	18Km <sup>2</sup>
촬영 방향	남북방향
촬영 고도	1,200m
지상공간해상도(GSD)	0.10m
횡중복도	30%
Strip 수	4
밴드수/ 1strip	11밴드

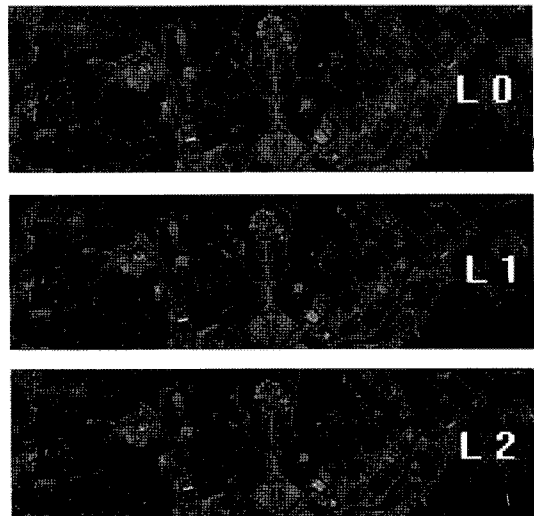


그림 4. 촬영된 영상

### 3.3 지상기준점 및 검사점 측량

사진기준점측량(AT)을 수행하기 위해서, 그림 7과 같이 위성영상을 이용하여 대상지역에 대해 고르게 분포된 기준점을 선점하고 현지측량을 실시하였다. 지상기준점은 10점을 선점하여 GPS 장비를 이용하여 측량하였고, 정사영상의 정확도를 검증하기 위한 목적으로 검사점 측량을 수행하였다. 검사점의 선점은 도로의 경계선 교량경계 등 식별이 용이한 지역에 대해 29점을 선점하였다.

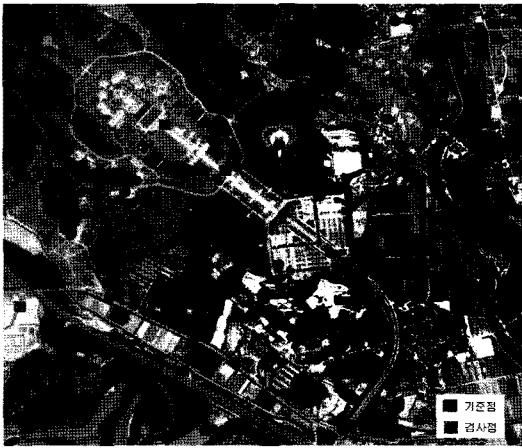


그림 5. 지상기준점 및 검사점 배치도

### 3.4 정밀 DEM 제작

True Ortho-Photo은 일반적인 정사영상에서 부정확한 DTM과 기복변위로 인하여 발생하는 대상물의 변위와 이중 도면화의 문제점을 해결한 영상으로 이를 제거하기 위해서는 정밀한 DEM이 필요하다.

본 연구에서는 수치지형도를 이용하여 구축된 DTM과 건물을 도화한 자료를 이용하여 융합하고 정밀 DEM을 제작하였다.

그림 6은 구축된 DTM 자료와 건물의 도화된 자료를 융합하여 최종 제작한 정밀 DEM을 나타낸 결과이다.

### 3.5 정사영상 제작

정사 영상을 제작하기 위해 L0 자동점 접합을 수행 및 사진기준점측량 종료 후, 자동 접합은 스트립당 4개 라인에서 정합을 수행하였다.

이러한 작업을 수행한 결과, 연구 대상지역의 초기 자동점 접합값은 영상 시그마값이  $6.1\mu\text{m}$  나타났다.

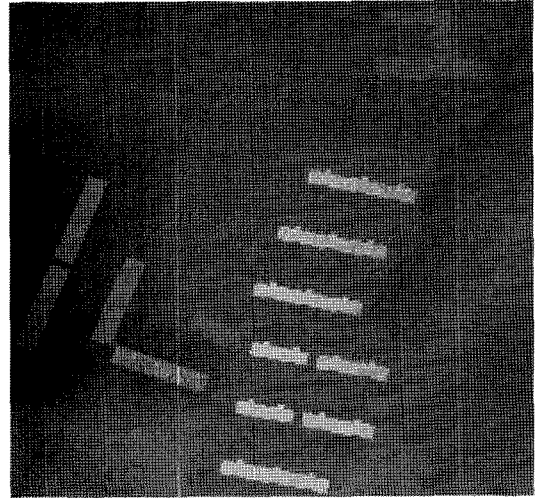


그림 6. 정밀 DEM 제작

이는 영상간의 자동측정값의 평균제곱근오차가 약 1화소란 것을 의미한다. 이는 ADS 80 영상의 1화소가  $6.5\mu\text{m}$  이므로, 양호한 결과임을 알 수 있다. 따라서 지상기준점은 10점을 선정하여 관측하였다. 지상기준점 관측 후, 3차원 모델링은 엄밀법에 의해 사진기준점측량을 수행하였으며, 이를 위크스테이션에 영상과 관련데이터를 저장하였고, 지상기준점의 좌표로 3차원 모델링을 수행하였다.

정사영상 제작 시 영상에 DTM을 입력하고 GSD (Ground Sample distance)를 이용하여 정사영상을 제작하여 그림 7에 나타내었다.



<제작된 흑백 정사영상>



<제작된 컬러 정사영상>

그림 7. 정사영상 제작

### 3.5 True Ortho-Photo제작

제작된 정사영상의 샘플 지역을 선정하여 True Ortho-Photo을 제작하였다. 정사영상은 보편 건물의 높이차이가 있는 지물에 대해서는 부정확한 DTM에 의해 왜곡현상이 발생하는 것을 볼 수 있다.

따라서 지형지물에 대해서 정확한 정사영상을 제작하기 위해 True Ortho-Photo영상을 제작한다. 본 연구에서는 수치도화를 이용하여 제작된 건물 DEM과 DTM이 융합하여 생성된 정밀 DEM 이용하여 True Ortho-Photo을 제작한 결과를 그림 8에 나타내었다.

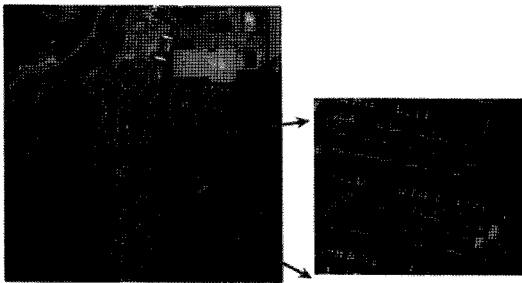


그림 8. True Ortho-Photo

그림 8에서 제작된 True Ortho-Photo은 기복면 위수정으로 인해 이중 도면화 나타나는 것을 볼 수 있다. 따라서 이중도면화가 된 부분에 대한 보정이 필요하게 되는데, 이중 도면화된 부분을 방사적인 보정을 통해 제거함으로써 실제 지도와 같은 True Ortho-Photo을 제작할 수 있었다.

그림 9는 앞서 제작된 정밀 DEM을 이용하여 True Ortho-Photo에서 폐색영역을 보정하는 그림이며, 그림 10은 폐색영역을 보정하여 제작된 최종 True Ortho-Photo의 결과이다.

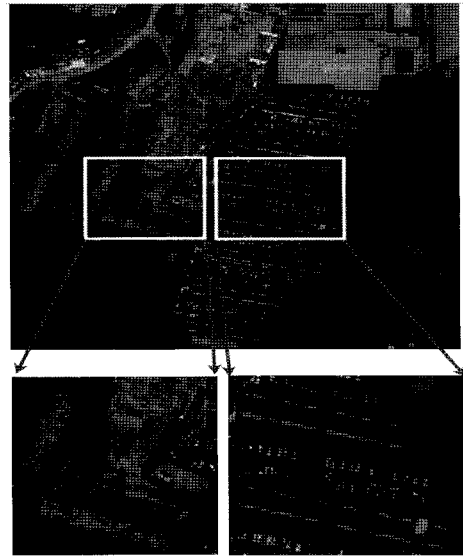


그림 9. 폐색 영역의 보정

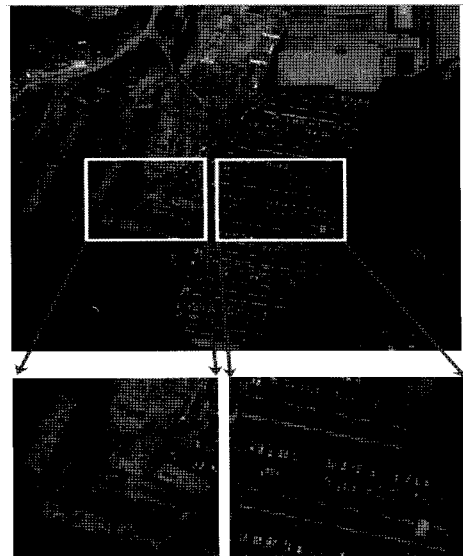


그림 10. 폐색 영역의 보정 후의 True Ortho-Photo

## 4. 위치 정확도 평가 및 분석

### 4.1 AT정확도

연구 지역의 통계학적 평가를 위해 라인방식 카메라(ADS 80)와 기 구축된 프레임방식 카메라(DMC)의 AT 정확도를 비교 분석하였고, DMC 촬영 내용과 AT 수행조건은 표 3, 4와 같다.

기 구축된 프레임 방식의 영상은 2008년 8월에 촬영된 영상이며, 촬영 고도는 1,200m, 지상공간해상도는 0.10m로 촬영된 영상이다.

표 3. DMC 촬영내용

내용	특성
촬영 날짜	2008년 8월
촬영 면적	25 Km <sup>2</sup>
촬영 고도	1,200m
지상공간해상도(GSD)	0.10m
중중복도	60%
횡중복도	30%

표 4. AT 수행조건

내용	ADS80	DMC
사용 S/W	XPro	MATCH-AT
사진 기준점	10점	39점

두 자료의 AT 수행 결과 라인방식의 X, Y, Z에 대한 RMSE는 각각 0.05m, 0.06m, 0.19m로 나타났으며, 프레임방식의 경우 0.08m, 0.10m, 0.23m로 나타났다.

이는 항공사진측량 작업 내규의 AT정확도 기준은 일반적으로 1,200m에서 상공에서 0.24m의 정확도를 갖는다. 따라서 본 연구에서는 실험 대상지역의 정확도 기준에 만족한 것으로 나타났다. 또한 AT 수행 시, 라인방식 카메라는 사진기준점 10개를 이용한 결과와 프레임방식의 사진기준점 39개를 이용한 결과가 비슷한 정확도를 가짐을 알 수 있었다. 표 5는 AT Report 결과를 정리하여 나타낸 것이다.

표 5. AT정확도평가

분류	종류	dX(m)	dY(m)	dZ(m)	비고
라인방식 (천안)	RMSE	0.05	0.06	0.19	실험 지역
	최대값	0.18	0.21	0.39	
프레임방식 (천안)	RMSE	0.08	0.10	0.22	비교 지역
	최대값	0.36	0.39	0.42	

4.2 AT정확도 평가

연구 과정에서 제작된 라인방식의 정사영상 정확도를 분석하기 위하여, 현지측량이 수행된 평면 검사점을 이용하여 비교 분석 하였다. 비교방법은 그

림 11와 같이 View 창의 영상에서 커서를 이동하여 해당위치를 찾아가서 그 위치의 좌표 값을 읽는 방식으로 비교하였다.

표 6은 각 카메라별로 제작된 정사영상을 검사점과 정확도를 분석한 결과이며, 라인 방식의 정사영상에 대한 검사점의 X, Y잔차 RMSE는 각각 0.15, 0.15로 나타났으며, 프레임방식은 0.15, 0.17로 나타났다. 이는 라인 방식과 프레임방식 모두 1/1,000 축척의 지도제작에서 요구되는 잔차의 RMSE 0.20 이내의 정확도를 만족하였다.

그림 12은 검사점에 대한 잔차 분포를 그래프로 비교한 것이다. 1/1,000수치지형도 제작의 허용 오차 범위는 ±0.20m 범위로 라인방식의 경우 총 29점 중 5점이 오차 범위 한계를 벗어나 82.76%의 정확도를 보이며, 프레임방식의 경우 총 29점 중 8점이 오차범위를 벗어나 72.41%의 정확도를 보였다.

4.3 True Ortho-Photo 정확도 평가

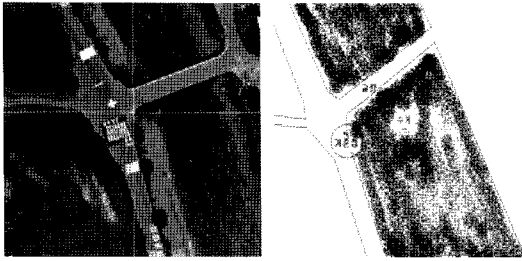
정사영상을 정밀 DEM을 이용하여 기복변위를 제거 후 True Ortho-Photo의 평면위치정확도를 평가하였다. 평면위치정확도 분석은 대상지역의 1/1,000 수치지형도를 기준으로 도심지역 건물의 외곽 모서리 부분 60개의 점을 그림 13과 같이 선정하여 평면위치의 RMSE를 나타냈다. 그 결과 표 7과 같이 X, Y에 대한 RMSE는 0.14, 0.15로 나타났으며 모두 0.20 이내의 정확도를 만족하였다.

그림 14는 True Ortho-Photo에 대한 잔차 분포를 그래프로 나타내었다.

True Ortho-Photo은 총 60점 중 16점이 오차범위를 벗어났으며 74%의 정확도를 보였다.

표 6. 검사점을 기준으로 한 위치정확도 평가

NO	검사점		라인방식(ADS 80)		프레임방식(DMC)		라인방식 오차		프레임방식 오차	
	X1(m)	Y1(m)	X2(m)	Y2(m)	X3(m)	Y3(m)	dX1(m)	dY1(m)	dX2(m)	dY2(m)
K001	220955.29	365001.65	220955.54	365001.34	220955.42	365001.48	-0.25	0.31	-0.13	0.17
K002	219862.50	364534.73	219862.44	364534.66	219862.37	364534.55	0.06	0.07	0.13	0.18
K003	220657.32	364632.17	220657.48	364632.23	220657.26	364632.28	-0.16	-0.06	0.06	-0.11
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
K028	220708.62	364359.43	220708.5	364359.57	220708.43	364359.22	0.12	-0.14	0.19	0.21
K029	220247.78	364754.31	220247.67	364754.49	220247.97	364754.46	0.11	-0.18	-0.19	-0.15
분석 결과			RNSE				0.15	0.15	0.15	0.17



<정사영상>

<기준점 배치도>

그림 11. 평면 검사점을 이용한 위치정확도 선점

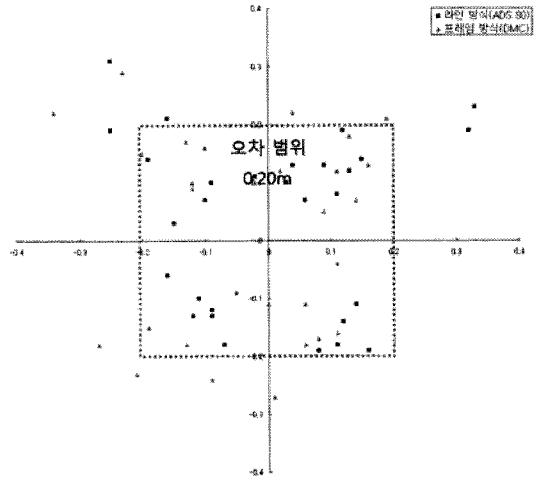


그림 12. 평면 검사점의 잔차 분포도



그림 13. True Ortho-Photo 위치정확도 선점

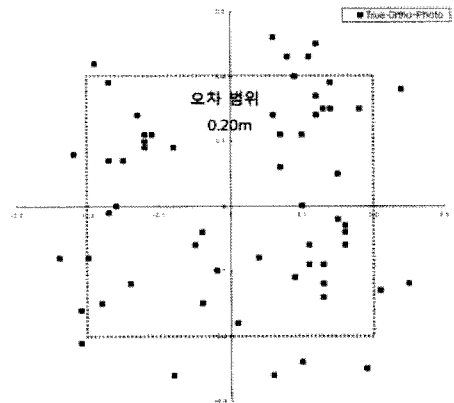


그림 14. True Ortho-Photo의 잔차 분포도

표 7. 수치지형도를 기준으로 한 True Ortho-Photo의 위치정확도 평가

NO	수치지형도		True Ortho-Photo		오차	
	X <sub>1</sub> (m)	Y <sub>1</sub> (m)	X <sub>2</sub> (m)	Y <sub>2</sub> (m)	dX(m)	dY(m)
1	219236.74	363532.09	219236.61	363532.21	0.13	-0.12
2	219238.96	363541.94	219238.88	363541.71	0.08	0.23
3	219180.51	363555.15	219180.42	363555.26	0.09	-0.11
...	...	...	...	...	...	...
58	219020.86	363757.23	219020.88	363757.33	-0.02	-0.10
59	219004.92	363716.03	219004.79	363716.12	0.13	-0.09
60	219016.76	363711.34	219016.89	363711.20	-0.13	0.14
분석 결과			RMSE		0.14	0.15

## 5. 결론

본 연구에서는 라인방식(ADS 80)에 의한 디지털 영상의 획득, 정사영상 제작 및 True Ortho-Photo를 제작하고 정확도 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 라인방식 영상의 AT 수행 결과 사용한 기준점에 대해 dX, dY, dZ의 RMSE값이 0.05, 0.06, 0.19로 나타났으며, 프레임방식의 경우 0.08, 0.10, 0.22로 나타나 두 영상이 비슷한 정확도를 보였다.

2. 라인방식과 프레임방식의 카메라별 정사영상에 대해 검사점을 이용하여 평면위치정확도를 평가하였다. 그 결과 라인방식의 정사영상에 대한 검사점의 X, Y잔차 RMSE는 각각 0.15, 0.15로 나타났으며, 프레임방식은 0.15, 0.17로 나타났다. 이는 라인방식과 프레임방식 모두 1/1,000 축척의 지도제작에서 요구되는 지상기준점오차 기준인 0.20이내의 정확도를 만족하였다.

3. 라인방식과 프레임방식의 카메라별 정사영상에 대해 검사점을 이용하여 잔차 분포도를 작성하였다. 검사점에 대한 잔차 분포는 라인방식의 경우, 총 29점 중 5점이 오차 범위 한계를 벗어나 82.76%의 정확도를 보이며, 프레임방식의 경우 총 29점 중 8점이 오차범위를 벗어나 72.41%의 정확도를 보였다. 이 결과로 라인 방식으로 제작된 정사영상이 프레임방식으로 제작된 정사영상 보다 잔차가 상대적으로 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다.

4. 라인방식 카메라는 사진기준점 10개를 이용하여 정사영상을 제작한 결과와 프레임방식의 사진기준점 39개 이용하여 정사영상을 제작한 결과 두 자료의 위치오차 정확도가 비슷함을 알 수 있었다. 따라서 라인방식 카메라는 소량의 기준점을 이용하여 정확도가 높은 정사영상을 제작할 수 있는 효과가 있었다.

5. True Ortho-Photo의 평면위치정확도를 분석하여 X, Y에 대한 RMSE는 각각 0.14, 0.15로 나타났으며, 이에 대한 잔차 분포를 분석한 결과 74%의 정확도를 보였다. 이는 건물 왜곡 제거 후, 완벽히 복원된 영상임을 의미한다. 또한 라인방식의 카메라를 이용하여 True Ortho-Photo 제작 시에 중중복도가 100%이므로 폐색영역 복원 시에 효과적임을 알 수 있었다.

## 참고 문헌

- [1] Borner, A., Kirchofer W., Michalevich B., Reulke R., Scheele M., Scheibe K. tempelmann U., 2000, "Test results, obtained with the LH Systems ADS40 Airborne Digital Sensor," International Archives of photogrammetry and Remote Sensing, Amsterdam, Vol. 33, Part B4, pp. 871~878.
- [2] Lin, J., Wang, D-h., 2007, "Efficient OrthoImage Generation from ADS 40 Lever 0 Products", Vol 11, No.2, pp.247~251.
- [3] Tempelmann U., Börner A., Chaplin B., Hinsken J., Mykhalevych B., Miller S., Recke U., Reulke R., Uebbing R., 2004, "Photogrammetric Software for the LH systems ADS40 Airborne Digital Sensor," [Online] Available : Gefos, <http://gefos.org>
- [4] Fricker P, Heerbrugg, 2001, "ADS40-Progress in Digital Aerial Data Collection," Photogrammetric Week 2001, Wichmann, Heidelberg.
- [5] 허민, 2007, 대축척지도제작용 디지털카메라 실용화 방안 최종보고서, 건설교통부 국토지리정보원.
- [6] 조원우, 2007, "디지털카메라와 아날로그카메라를 이용한 정사영상제작과 정확도 평가," 명지대학교 대학원, 석사학위논문.
- [7] 송연경, 2005, "외부표정요소 직접결정에 의한 수치정사영상 생성", 한국GIS학회지, 제13권 제1호, pp. 55-63.
- [8] 심재춘, 2009, "항공측량용 아날로그 카메라와 디지털 카메라 영상의 특성 비교," 인하대학교 대학원, 석사학위논문.
- [9] 오금희, 2007, "ADS 40영상에 대한 영역 기반 영상 접합의 특성 연구," 인하대학교 대학원, 석사학위 논문.
- [10] 이준혁, 2009, "ADS40영상 사진기준점축량 정확도에 관한 연구," 한국GIS학회지, 제17권 제2호, pp. 191-200.



조 한 근



1980년~현재 국토해양부 공간정보  
기획과 사무관  
2008년~현재 서울시립대학교 공간  
정보공학과 석사과정  
관심분야 공간정보정책, 항공사진측량



최 윤 수

1992년 성균관대학교 대학원 공학박사  
1994년 측량 및 지형공간정보기술사  
2008년~현재 한국공간정보학회 부회장  
2001년~현재 서울시립대학교 공간정  
보공학과 정교수

관심분야 측지, GNSS, 공간정보



위 광 재

1999년~현재 한진정보통신(주) 공간  
정보기술연구소  
2005년~현재 성균관대학교 사회환경  
시스템공학부 박사과정 수료  
관심분야 GIS기술개발, 해양 GIS



이 상 진

2009년 강원대학교 산림경영학과  
학사  
2009년~현재 서울시립대학교 공간정  
보공학과 석사과정  
관심분야 3차원공간정보, Web GIS