

라이다 DSM을 이용한 엄밀정사영상 제작 Generation of True-Orthphotos using a LIDAR DSM

박선미¹⁾·이임평²⁾·조성길³⁾·민성홍⁴⁾·오소정⁵⁾

Park, Sun Mi·Lee, Impyeong·Cho, Seong Kil·Min Seong Hong·Oh, So Jung

1) 서울시립대학교 공간정보공학과 석사(E-mail:psunmi74@hotmail.com)

2) 서울시립대학교 공간정보공학과 조교수(E-mail:iplee@uos.ac.kr)

3) 서울시립대학교 공간정보공학과 조교수(E-mail:skcho@uos.ac.kr)

4) 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정(E-mail:minssy0306@uos.ac.kr)

5) 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정(E-mail:osojung0201@uos.ac.kr)

Abstract

In this study, we generated DSM(Digital Surface Model)s and orthophotos with both LIDAR data and scanned aerial photos and compared them with those generated from only the scanned photos. We checked the relief displacements of buildings appearing in the generated orthophotos, where the displacement should not be exist in a true-orthophoto. The RMSE of the relief displacement in the orthophoto generated using a LIDAR DSM is 3 m while the RMSE in the orthophotos from a DSM based on the image matching is 6.1 m. It was revealed that the orthophoto from a LIDAR DSM are closer to a true-orthophoto. But the results in the accuracy test and similarity evaluation of the generated orthophotos were contrary to former results because the roof texture of buildings were expanded to occlusion areas around the buildings. With the central area of the photo, we can generate sufficiently accurate true-orthophotos using a LIDAR DSM.

1. 서론

수치표면모델(Digital Surface Model, DSM)은 지형의 표면, 자연 및 인공구조물의 3차원 위치정보를 표현하는 자료구조이다. 이런 DSM은 표면모델 자체로서 경사도, 경사방향의 지형분석, 지형분석을 통한 산사태 발생가능, 도로건설, 적지 선정, 조감도 제작, 3차원 동영상 제작, 지형의 고도차로 인해 발생하는 영상자료의 기하학적 왜곡 보정등과 같이 다양한 목적으로 사용된다.

최근 항공사진측량기술은 촬영된 필름을 자동독취(Scanning)하여 수치사진측량시스템에서 지형·지물의 위치와 형태 및 크기 등의 기하학적 특성을 결정하고 이를 도화하여 지형도를 제작하고 있다. DSM의 제작방법은 항공사진과 같은 스테레오의 지형관측 자료를 이용하여 제작하는 방법, 종이지형도 혹은 수치지형도로부터 고도정보를 추출하여 제작하는 방법, 항공기에 탑재된 레이더나 레이저로부터 제작하는 다양한 방법 등이 있다. 21세기 다양한 제원의 데이터를 바탕으로 신속 정확한 공간정보의 효율적이고 경제적인 구축이 요구된다. 기존에 항공사진 기술은 수치지형도의 제작뿐만 아니라, 자동독취 된 항공사진을 이용하여 정사영상의 제작 등에 사용되고 있다. 신기술인 LIDAR 데이터는 DSM을 이용한 다차원 공간정보의 구축에 활용되고 있다.

본 연구는 축척 1/20,000 항공필름을 1,200dpi 해상도의 수치항공영상으로 자동상관 매칭기법에 의해 표정하고 항공사진에 영상매칭 DSM과, LIDAR 데이터로부터 생성된 DSM 이용하여 두 종류의 정사영상을 제작하였다. 생성하는 과정과 구축된 자료를 바탕으로 제원이 다른 데이터 이용한 정사영상의 기복변위량 및 정확 등을 비교하였다.

본 연구에서는 노련한 항공사진기술과 신기술인 LIDAR 데이터를 이용하여 제원이 다른 데이터들을 활용한 디지털 국토 실현을 위한 밑바탕이 될 엄밀 정사영상을 제작하고 타 분야와의 체계적이고 내실 있는 융합을 도모하는데 목적이 있다.

2. 데이터의 제원 및 정사영상 제작

2.1 데이터의 제원

본 연구에서는 평지, 구릉지 등이 고르게 분포되어 있는 지역을 대상으로 촬영고도 약 3000m상에서 광각카메라인 Leica -geosystems사의 RC30 항공사진 측량용 사진기를 이용하였다.

항공사진 자동독취라 함은 항공사진을 수치영상으로 변환시켜주는 작업으로 고정밀 스캐너가 필요하다. 본 연구에서는 기 촬영된 1/20,000 항공사진 음화필름을 인수하여 항공사진 전용스캐너인 Leica -geosystems사의 DSW600을 이용하여 1,200dpi로 스캐닝 하였다. 파일 형식은 무손실 영상파일인 TIFF 파일 형식으로 저장하였다. 라이다는 지표면이나 대상물의 3차원 좌표(X,Y,Z)를 수집하였다.

2.2 DSM 및 정사영상 제작

항공사진은 중심투영으로 영상 전체에 대하여 일정한 축척을 가지고 있지 않다. 일반지도에서 보는 것처럼 사진 상의 모든 점에서 축척이 일정하도록 만드는 이미지가 정사영상이다. 자동독취된 영상을 상용화된 소프트웨어를 이용하여 기준점측량으로 획득한 GCP를 사용하여 영상매칭DSM을 생성하고 정사영상을 제작하였다. 라이다 DSM은 모델영역 밖 좌표를 제거하여 평균 점밀도 1m² 당 2.29의 를 가지는 데이터로 DSM을 생성하고 상용화된 소프트웨어에서 항공사진에 라이다 DSM을 이용하는 방식으로 정사영상을 제작하였다.

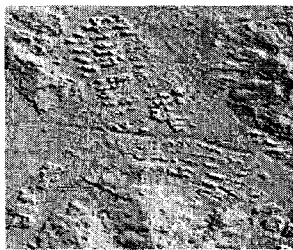


그림 1. 항공사진 매칭 DSM과 정사영상

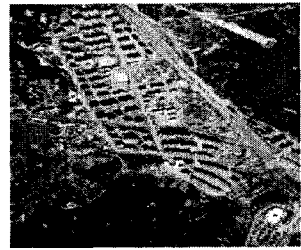


그림 2. 라이다 DSM과 정사영상

3. 정사영상의 정확도 평가

3.1 빌딩의 기복변위량(Relief Displacement) 비교

엄밀(true)정사영상의 특징은 고저 이동량 없이 빌딩의 지붕점이 수직으로 지상의 바닥과 만나야 한다. 측정점 위치의 매칭 DSM 정사영상과 LIDAR DSM 정사영상의 기복변위량을 측정하였다.

표 1. 기복변위량 비교

ID	매칭 DSM정사영상				LIDAR DSM정사영상				ID	매칭 DSM 정사영상				LIDAR DSM정사영상			
	ΔX	ΔY	거리	영상	ΔX	ΔY	거리	영상		ΔX	ΔY	거리	영상	ΔX	ΔY	거리	영상
1	-1.6	4.3	4.6		-0.8	1.3	1.5		6	2.0	-0.5	2.1		1.1	-0.2	1.1	
2	-0.4	2.4	2.4		-0.7	1.8	1.9		7	-8.0	-0.2	8.0		-3.0	-0.2	3.0	
3	2.9	-8.9	9.4		2.3	-6.0	6.4		8	-0.5	1.9	2.0		0.0	1.1	1.1	
4	2.5	0.3	2.5		0.8	0.9	1.2		9	-1.9	1.3	2.3		-1.3	1.2	1.8	
5	-3.3	-1.7	3.7		-1.8	-1.1	2.1		10	0.6	-11.2	11.2		0.4	-3.6	3.6	

건물 상단 꼭지점과 이 점의 바닥점 사이의 최대평면거리는 매칭 DSM을 이용한 정사영상에서 11.2m, LIDAR DSM을 이용한 정사영상에서 6.4m였다. RMSE도 매칭 DSM을 이용한 정사영상에서는 6.1m, LIDAR DSM을 이용한 정사영상에서는 3.0m이었고 이는 매칭 DSM을 이용한 정사사진의 RMSE의 약 1/2에 해당한다.

3.2 건물경계좌표의 정확도 분석

사진중심에서 동남쪽에 위치한 건물로 각각의 정사영상의 건물경계선을 백더화하였다. 실제 DSM의 높이값을 선형화한 데이터와 정사영상의 건물경계선을 비교하면 상당히 다르게 나타나고 있는 것을 알 수 있다. 수치지형도의 건물 레이어 변곡점과 건물경계선의 좌표차를 구할 때, 건물의 동남쪽은 폐색영역으로 지붕이 확장되어 생성됨으로 북쪽지역과 동남쪽으로 구분하여 표 2와 같은 결과를 도출하였다.

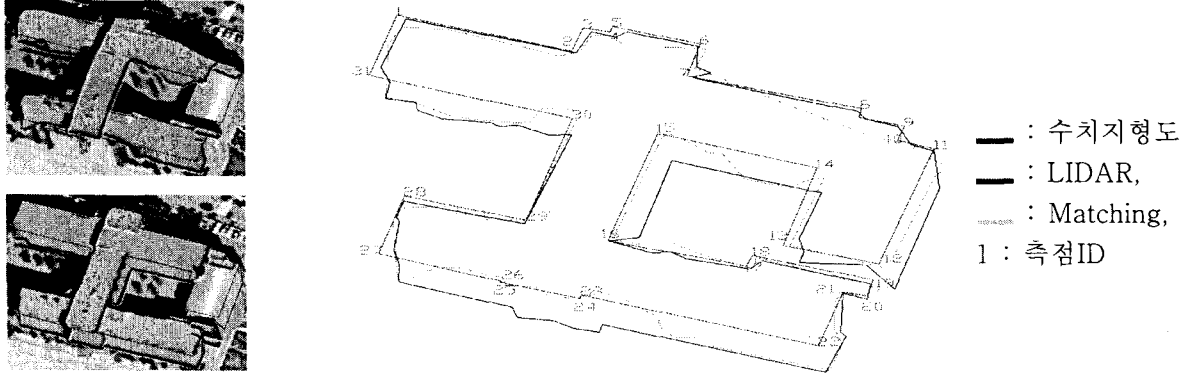


그림 3. 정사영상의 건물경계선

표 2. 변위점의 좌표차 비교

비폐색영역(단위 : m)					폐색영역(단위 : m)				
ID	A - B		A - C		ID	A - B		A - C	
	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY		ΔX	ΔY	ΔX	ΔY
1	-0.762	2.648	-1.286	0.864	12	0.987	-4.665	-2.174	5.799
2	-1.059	0.168	-0.635	0.385	13	-0.948	-0.186	-2.349	3.819
3	-1.372	1.672	-1.133	0.875	14	-1.150	2.098	-0.632	5.530
4	-0.590	0.832	-0.713	1.135	15	-2.051	0.362	-2.035	6.184
5	-1.695	4.383	-2.194	1.155	20	-0.645	0.501	-0.043	0.810
6	-0.951	0.991	0.484	0.516	21	0.498	0.046	0.008	0.250
7	-1.198	-1.794	-0.818	0.192	22	-1.787	5.583	-1.101	5.974
8	-1.236	6.291	0.537	0.680	23	-1.796	-1.066	-3.203	6.741
9	-1.691	4.353	0.923	0.101	24	-0.165	0.344	-2.842	7.665
10	-2.153	2.468	-1.984	0.981	25	-1.078	0.990	-2.671	8.043
11	-2.353	4.096	0.015	0.512	26	-0.020	-0.952	-1.484	5.867
16	-0.696	-0.159	-0.183	-0.053	27	-2.871	5.856	-2.997	6.441
17	-1.008	0.699	-0.506	0.699	30	-1.199	-1.539	0.148	3.791
18	-0.526	0.404	-1.541	1.183	31	-2.322	4.782	-2.385	5.149
19	-0.841	2.088	0.470	0.968					
28	0.045	2.726	0.170	1.261					
29	0.072	0.013	0.360	0.836					
STD	0.667	2.062	0.932	0.397	STD	1.096		2.907	
RMSE	1.280	2.826	1.051	0.844	RMSE	1.538		3.044	
평면오차	3.102		1.348		평면오차	3.410		6.186	

A:수치지형도, B:매칭DSM 정사영상, C: LIDAR DSM 정사영상

폐색영역의 상좌표차는 매칭DSM을 이용한 정사영상의 평면오차가 3.410m로 LIDAR DSM을 이용한 정사영상의 평면오차 6.186m 보다 약 1/2 수준으로 매칭 DSM이 더 양호하게 나타났다. 폐색영역이 아닌 측점을 보면, 오히려 LIDAR DSM 정사영상의 평면오차가 1.348m로 매칭 DSM 정사영상 평면오차 3.102m의 약 1/2 수준으로 양호하게 나타났다.

3.3 엄밀정사영상의 건물유사도 분석

각 DSM으로 제작된 정사영상간의 건물 유사도를 분석하였다. 값이 1에 가까울수록 유사도가 높다고 할 수 있다. 여기서 수치지형도와 Matching의 유사도는 0.79, 수치지형도와 LIDAR의 유사도는 0.73로 나타났다. 결과만을 보면, LIDAR DSM을 이용한 정사영상의 유사도가 나쁜 것 같으나, 분석에 사용된 건물

이 사진중심에서 동남쪽에 위치하므로 폐색영역이 발생하고 이 영역이 건물지붕으로 확장 표현되었기 때문이다. $X = (A \cap B) / (A \cup B)$ (1)

여기서 A는 수치지형도 건물 다각형, B는 Matching DSM을 이용한 정사영상과 Lidar DSM을 이용한 정사영상의 건물 다각형면이다.

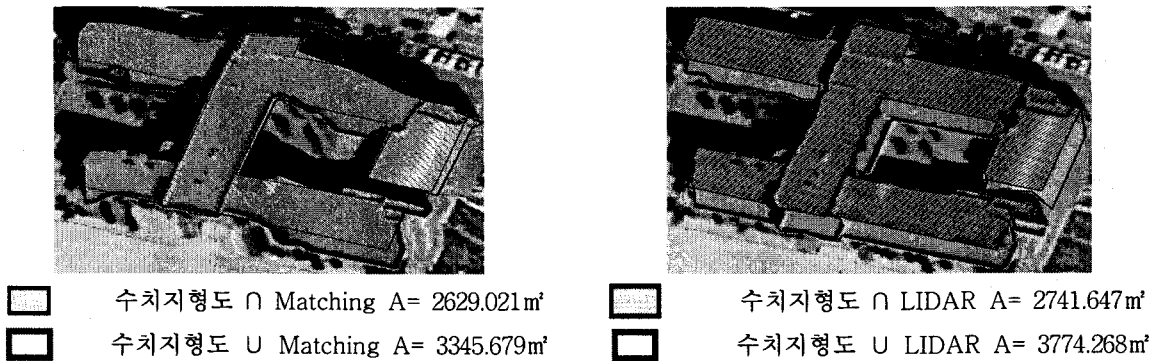


그림 4. 건물유사도 비교

4. 결 론

본 연구는 숙련된 수치항공사진 기술과 신기술인 LIDAR 데이터를 이용하여 체계적이고 내실 있는 융합을 위한 연구로써 매칭 DSM을 이용한 정사영상과 LIDAR DSM을 이용한 정사영상 및 각각의 DSM을 비교 분석하였다. 이러한 실험과 분석 내용을 토대로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 엄밀정사영상의 경우 기복변위량이 없어야 한다. 실험결과 RMSE는 매칭 DSM을 이용한 정사영상이 6.1m, LIDAR DSM을 이용한 정사영상이 3.0m로 절반이상 줄어들었다. 즉, LIDAR DSM을 이용한 정사영상이 더 엄밀정사영상에 가까운 것으로 판단된다.

2. 정사영상의 정확도 분석에서 폐색영역의 측점은 매칭 DSM의 정사영상이 높은 정확도를 보였다. 그러나 폐색영역 밖의 측점은 LIDAR DSM의 정사영상이 월등히 높은 정확도를 보였다. 또한, 매칭 DSM의 정사영상이 실제 수치지형도와 유사한 것으로 나타났다. 이는 정사영상의 정확도와 건물 유사도 분석에서는 폐색영역이 고려되지 않았기 때문이다.

3. 따라서 자료취득장비 및 시기가 다른 LIDAR 데이터와 항공사진영상을 이용한 정사영상제작은 엄밀 정사영상에 준하는 성과를 낼 수 있다. 다만, 폐색영역에 건물 지붕면이 매핑되는 현상을 해결하기 위한 향후 연구가 수행되어 S/W상에 지원되어야겠다.

참고문헌

국토지리정보원 "항공사진의 자동독취에 관한 최적화 방안에 대한 연구", 2000 pp.171-173
 영상지도제작에 관한 작업규정 제8조(최적해상도)
 국토지리정보원 "다차원 공간정보구축에 관한 연구" 2005
 김상봉, "수치항공영상의 공간해상도별 지형지물 판독 및 묘사 가능성 분석" 경기대학교 석사학위 논문, 2004, pp.2-3
 신동민, "수치지도 자료기반의 신뢰성 향상에 관한 연구" 연세대학교 박사학위 논문, 1998, pp.86-94
 김경록, "천연색 항공영상을 이용한 지형요소 반자동 추출에 관한 연구" 명지대학교 석사학위 논문, 2000
 김형태, "GIS 건물레이어 자동구축을 위한 LIDAR 데이터와 항공사진의 융합" 서울대학교 박사학위 논문, 2001
 국토지리정보원 "항공사진품질향상에 방안에 관한 연구 I", 2002 pp. 73-173