

## LiDAR 추출 자료의 평면위치 정확도 분석

### Plane Position Accuracy Analysis of Extracted Data from LiDAR

윤희천<sup>1)</sup> · 박정현<sup>2)</sup> · 이창복<sup>3)</sup> · 강준목<sup>4)</sup>

Yoon, Hee Cheon · Park, Joung Hyun · Lee, Chang Bok · Kang, Joon Mook

<sup>1)</sup> 충남대학교 공과대학 토목공학과 조교수(E-mail:hcyoon@cnu.ac.kr)

<sup>2)</sup> 충남대학교 산업기술연구소 객원연구원(E-mail:parkjh70@empal.com)

<sup>3)</sup> 충남대학교 대학원 토목공학과 석사과정(E-mail:s\_elite@cnu.ac.kr)

<sup>4)</sup> 충남대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail:jmkang@cnu.ac.kr)

#### Abstract

The world which based on knowledge and information is changing significantly. In the various knowledge and information, the importance of GIS has increased for efficient application and management of country. The Geomatics has made a change rapidly, observation methods have improved too. The existing acquisition of Geoinformation depend on aerial phototgaphs, but new technology like application of high resolution satellite images, SAR and LiDAR, is the fastest. especially, LiDAR surveying is most advanced active observation technology and Geoinformation is acquired by reflection of its laser pulse. In this study, the position accuracy of extracted building from LiDAR was evaluated by GPS surveying, then each data was made comparison between LiDAR's and GPS's data. After processing, the result of this study will be suggested basic data about application.

## 1. 서 론

21세기 지식정보사회에서는 다양한 종류의 정보를 신속하고 정확하게 획득·처리하는 기술을 기반으로 사회 전 분야에 고부가가치의 지식정보를 창출하는 획기적인 변화가 초래되고 있다. 다양한 지식정보들 중 지형공간정보는 현대사회가 복잡화, 고도화됨에 따라 국토공간의 효율적인 활용 및 관리를 위하여 그 중요성이 날로 증대되고 있다. 정보사회로의 급속한 발전은 지형공간정보의 구축 및 갱신 분야에 있어 큰 영향을 미치고 있으며 이에 따른 지형공간정보의 관측기술 역시 빠르게 발전을 하고 있다.

기존의 공간정보 획득은 대부분 항공사진영상에 의존하였으나, 최근 들어 고해상도 위성영상, SAR, LiDAR 등 최신 기술의 적용이 다양한 분야에서 등장하고 있다. 특히, LiDAR 측량은 레이저 스캐너에서 발사된 레이저 펄스의 반사파 정보를 이용해서 정보를 획득하는 능동적인 관측기술로서 대량의 공간정보를 획득할 수 있는 가장 진보된 시스템이라 평가 할 수 있다.

최근 LiDAR 자료의 처리를 위한 다양한 형태의 접근법이 개발되고 있으며, Vosselman(2001)은 한 점과 특정 거리에 있는 주위 점을 비교하여 임계치 이상의 경사가 있을 경우 그 점을 비 지면점으로 인식하고 제거하는 방식으로 원시 자료로부터 지형을 분리시키는 연구를 수행하였으며, Axelsson(2000)은 도시지역에서 지면점을 추출하기 위해 Adaptive TIN 방법을 제안하였다. LiDAR 자료의 처리에 대한 연구는 초기 DTM을 추출하는 연구에서 현재는 세부적인 지물을 추출하는 연구들로 진보되어 활발하게 진행 중이다.

본 연구에서는 LiDAR 데이터를 이용한 세부적인 지물 추출시의 정확도를 검증하기 위해 LiDAR 데

이터로부터 추출된 건물에 대한 평면위치의 정확도를 평가하였다. 이를 위해 연구대상지역을 선정하고 LiDAR 데이터로부터 추출된 건물의 모서리 측정 상에 직접 GPS 측량을 실시하여 GPS 측량 성과와 LiDAR 데이터로부터 추출된 벡터 성과를 비교·분석함으로써 세부 지물의 추출 정확도를 분석하여 LiDAR 응용 연구에 대한 기초 자료로 제시하고자 하였다.

## 2. LiDAR 데이터 획득 및 외곽선 추출

### 2.1 연구대상지 선정 및 데이터 획득

본 연구에서는 대한민국 남한의 중심이고, 최근 행정중심복합도시 건설로 관심이 집중되고 있는 대전광역시 지역을 연구대상지로 선정하였다. 대전광역시 지역은 고밀도 도심지, 저밀도 도심지 및 농경지와 산악지가 적절히 상존함은 물론 댐, 강, 산 등의 자연환경과 고속도로, 고속철도 등의 다양한 지물·지모를 골고루 갖추고 있기 때문에 본 연구를 수행함에 있어 최적의 적지로 판단된다.

여기서, 세부적인 지물 추출을 수행하기 위해 서구 일대의 아파트 건물이 밀집된 도심지를 시범지역으로 선정하였으며(그림 1), LiDAR 측량 자료를 획득하기 위하여 항공레이저측량을 실시하였다. 작업의 효율성, 항공기 운용, 지상 GPS기준국의 설치와 관련하여 전체 대상영역을 구분하여 나누고, 이에 대한 비행설계를 하였다. 본 연구에 사용된 장비는 캐나다 Optech社의 ALTM 30/70 이며 기기의 사양은 표 1에 제시하였다.

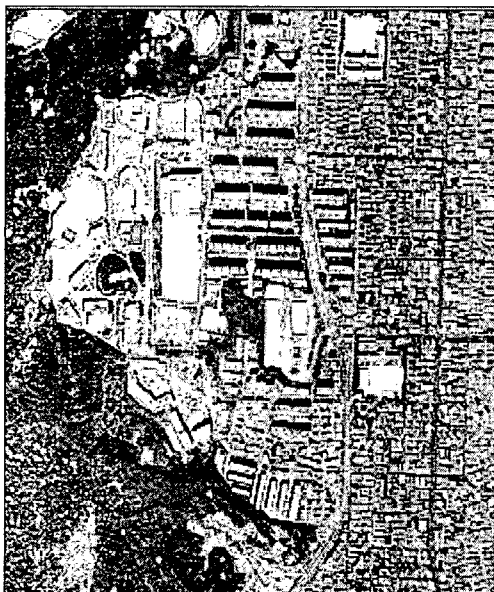


그림 1. 연구대상지

표 1. ALTM 30/70

비행고도	200m~3,000m
평면(x, y) 정확도	$\frac{1}{2,000} \times \text{고도}(1\sigma)$
높이(h) 정확도	< 15cm at 1,200(1 $\sigma$ ) < 25cm at 2,000(1 $\sigma$ ) < 35cm at 3,000(1 $\sigma$ )
반사 해상도	1cm 이상의 객체
반사파 감지력	last pulse를 포함한 4개의 반사파
반사 분해력	12 bit
스캔 주기	최고 70Hz
스캔 각	0°~25°(±1°씩 증감)
스캔 폭	(0~0.93)×비행고도
laser pulse 주사율	33kHz(최고 비행고도가 3km 이내) 50kHz(최고 비행고도가 2km 이내) 70kHz(최고 비행고도가 1.5km 이내)

### 2.2 자료 전처리 및 건물 외곽선 추출

자료의 전처리란 항공기에서 취득된 원 자료를 이용하여 3차원 지형에 대한 LiDAR 포인트 좌표값을 얻어내는 단계를 말한다. LiDAR 측량을 통해 얻어진 자료는 모두 디지털 형태이므로 하드디스크에 실시간으로 저장된다. 항공기 착륙 후, 자료 처리용 컴퓨터에서 디코딩된 자료는 LiDAR 측량 관련자료 및 GPS/INS 자료가 포함되어 있다. LiDAR 측량 자료의 처리에 대한 흐름은 그림 2에 제시하였다.

LiDAR 데이터로부터 건물 외곽선 추출을 위한 데이터의 처리는 TerraSolid社의 상용 소프트웨어인 TerraScan과 TerraModeler를 이용하였다. LiDAR 측량을 통해 획득한 원시 데이터로부터 객체별 분류를 시행하며 연구지역의 특성에 따라 다양한 수치를 입력하여 조건 값을 부여하는데 이때 조건 값은 경험에 의한 수치이다.

본 연구에서는 고층 아파트의 모서리 측정 14점을 선점하여 외곽선 추출을 수행하였으며 건물 외곽선 추출을 위하여 조건 값에 의해 분류된 데이터를 통합하고 이를 통해 추출 성과를 도출하였다. 그러나 자동화 공정으로 추출된 건물의 외곽선은 완전하지 못하거나 불필요한 부분이 발생하는데 주로 발생하는 형태는 외곽선 내에 불필요한 폴리곤의 생성, 불필요한 라인의 발생, 외곽선 추출이 불가능한 경우와 외곽선 형태가 실제 건물과 상이한 경우이다. 따라서 외곽선을 수동으로 수정하거나 편집하는 과정을 거쳤으며, 표 2 및 그림 3에 자동화 공정 및 수동 편집을 통해 획득된 최종 결과인 건물 외곽선 추출 성과를 제시하였다.

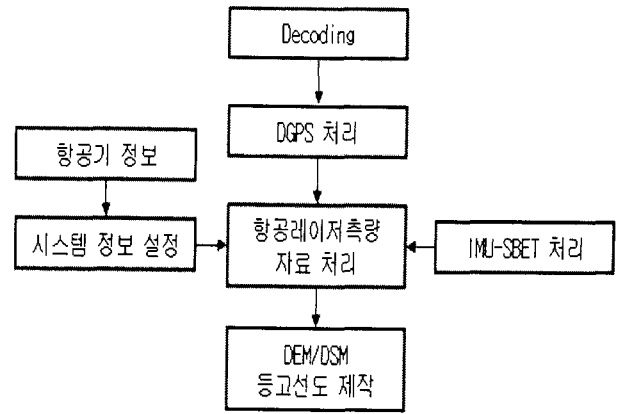


그림 2. LiDAR 자료 전처리 흐름도

표 2. 건물 외곽선 추출 성과

측점	x	y
1	314,033.85	233,223.97
2	314,025.76	233,153.40
3	313,979.64	233,225.29
4	313,973.11	233,122.79
5	313,926.97	233,223.58
6	313,874.43	233,101.76
7	313,863.39	233,047.28
8	313,818.88	233,210.15
9	313,807.58	233,134.38
10	313,766.01	233,217.48
11	313,769.40	233,115.37
12	313,759.65	233,044.92
13	313,674.98	233,117.18
14	313,667.79	233,040.26



그림 3. 건물 외곽선 추출 성과

### 3. GPS 측량 및 자료처리

본 연구에서는 LiDAR 데이터로부터 추출된 건물 외곽선의 평면위치에 대한 정확도를 평가하기 위해 LiDAR 측량시 선점되었던 14점에 대해 측정당 15분 내·외의 정지측량을 수행하였다. 보다 향상된 성과의 획득을 위해 연구대상지의 공간적 분포를 고려한 2점의 지상기준점을 설치하였고 기준점 성과 도출시 국토지리정보원에서 제공하고 있는 GPS 상시관측소 3곳(전주, 상주, 청주)을 연결하였다. 본 연구에서 사용한 장비는 Trimble 5700 및 4800 2주파 수신기이며 그림 4는 GPS 측량 광경을 나타내고 있다.

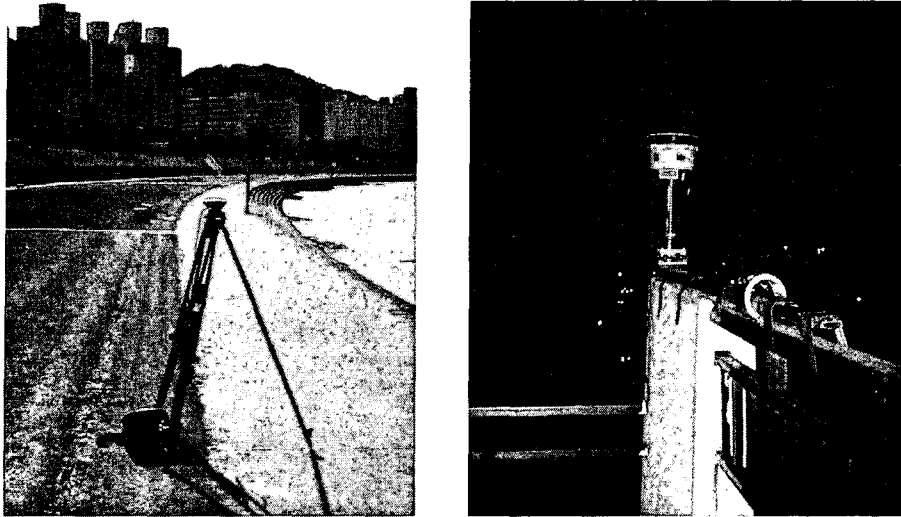


그림 4. GPS 측량 광경

GPS 측량을 통해 획득된 성과는 Trimble사에서 제공하는 상용 소프트웨어인 TGO(Trimble Geomatics Office) 기선해석 프로그램을 이용하여 자료처리를 수행하였으며 IGS 정밀궤도력을 보조자료로 활용하였다. 그림 5는 자료처리 결과에 대한 관측망도를 보여주고 있다.

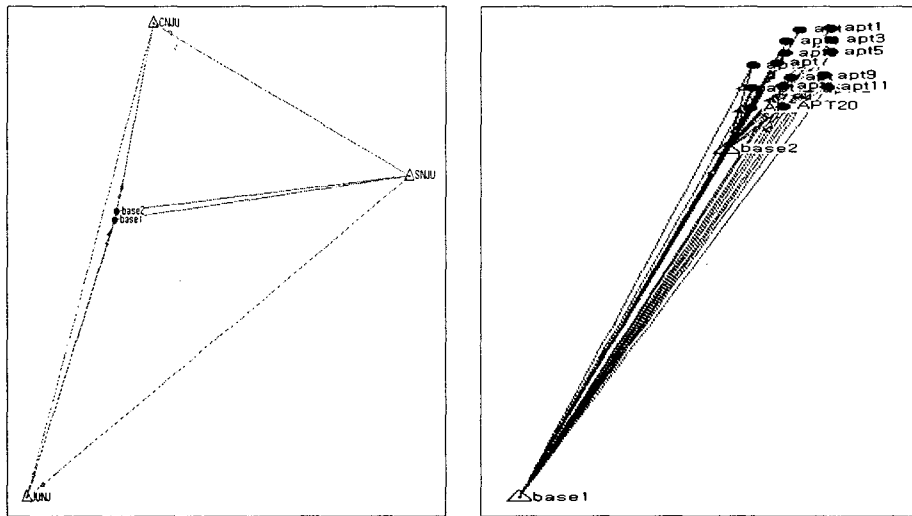


그림 5. GPS 관측망도

#### 4. 정확도 평가

본 연구에서는 선점된 14점의 측점에 대해 LiDAR 데이터에서 추출한 벡터 성과를 GPS 측량 성과를 기준으로 분석하고자 하였으며 이를 통해 LiDAR 데이터에 의해 추출된 외곽선에 대한 정확도를 평가하고자 하였다. 표 3 및 그림 6은 동일한 14점의 측점에 대한 성과이며 LiDAR 데이터에서 추출한 성과와 GPS 측량을 통해 획득된 성과를 나타내고 있다.

표 3. 건물 외곽선 추출 성과에 대한 정확도 평가 (단위:m)

측점	GPS		LiDAR		편차	
	x	y	x	y	dx	dy
1	314033.48	233224.46	314,033.85	233,223.97	-0.37	0.49
2	314025.82	233152.89	314,025.76	233,153.40	0.06	-0.51
3	313979.78	233226.48	313,979.64	233,225.29	0.14	1.19
4	313973.5	233122.3	313,973.11	233,122.79	0.39	-0.49
5	313926.16	233224.35	313,926.97	233,223.58	-0.81	0.77
6	313874.39	233101.97	313,874.43	233,101.76	-0.04	0.21
7	313864.03	233047.07	313,863.39	233,047.28	0.64	-0.21
8	313818.56	233210.38	313,818.88	233,210.15	-0.32	0.23
9	313808.59	233134.4	313,807.58	233,134.38	1.01	0.02
10	313765.99	233218.08	313,766.01	233,217.48	-0.02	0.60
11	313769.57	233115.88	313,769.40	233,115.37	0.17	0.51
12	313759.75	233044.78	313,759.65	233,044.92	0.10	-0.14
13	313675.38	233117.34	313,674.98	233,117.18	0.40	0.16
14	313667.47	233039.91	313,667.79	233,040.26	-0.32	-0.35
평균제곱근오차(RMSE)					±0.46	±0.50

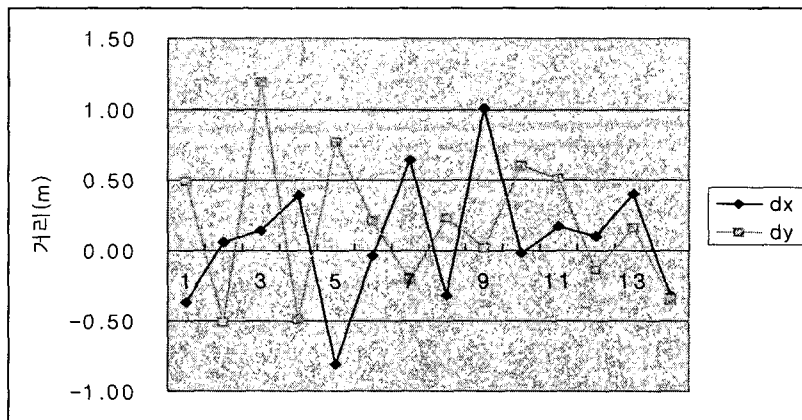


그림 6. 건물 외곽선 추출 성과에 대한 정확도 평가

이와 같이 총 14점에 대한 편차는 x방향으로 최대 1.01m, y방향으로 최대 1.19m가 발생하였으며 RMSE는 x에서 ±0.46m, y에서 ±0.50m 발생하였다.

## 5. 결론

본 연구에서는 LiDAR 데이터를 이용하여 건물의 외곽선을 추출하고 이에 대한 평면위치의 정확도를 평가하고자 한 것으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. LiDAR 데이터를 이용한 건물 외곽선 추출 성과에 대한 RMSE는 x에서  $\pm 0.46\text{m}$ , y에서  $\pm 0.50\text{m}$ 로 나타났다으며, 이는 공공측량의 작업규정 세부기준 중 1:1,000 지도에 대한 허용정확도 이내의 결과이다.
2. 본 연구대상지역에 대한 외곽선 추출의 정확도는 상당히 양호하다고 판단되지만, 보다 정확한 검증을 위해서는 다양한 특성을 갖는 지역(건물의 형태 별, 고도 별)에 대한 추가 연구가 충분히 수행되어져야 할 것으로 판단된다.
3. 향후 본 연구에 대한 세부적인 후속 연구가 이루어진다면 정확한 평가 결과를 확보하기 위해서는 수치지도를 비롯한 항공사진, 위성영상 등 보조 자료의 활용이 요구되며, 기본지리정보로서 활용이 기대된다.

## 참고문헌

- 김형태 (2001), GIS 건물레이어 자동구축을 위한 LiDAR 데이터와 항공사진의 융합, 서울대학교 박사학위논문.
- 이원희, 유기윤 (2003), 수치지도와 LiDAR 자료를 이용한 도시지역 건물 3차원 모델링, 대한토목학회 논문집 23권 No.5, pp.711-719.
- 이동천, 염재홍 (2005), LiDAR 데이터를 이용한 수치지도의 건물 및 등고선 레이어 생성, 한국측량학회지 논문집 제23권 3호, pp.313-322.
- Peter Axelsson(2000), Proceedings of laser scanner data-algorithms and applications". ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing.
- Peter Doucette and Kate Beard. (2000), Exploring the Capability of Some GIS Surface Interpolators for DEM Gap Fill, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 66, No. 7, pp. 881-888.
- Vincent Tao, C., Yong Hu. (2001), A review of post-processing algorithms for airborne LiDAR data, proceeding of the ASPRS Annual Conference, April, pp. 23-27
- F. Savopol, C. Armenakis(2004), Assessment of LiDAR and Digital Camera Data in the Context of Rapid Change Detection Methodologies, ISPRS.