

# LiDAR 데이터를 이용한 건물생성 및 도로설계 시뮬레이션

## Building Reconstruction and Road Design for 3 Dimensional Simulation Using LiDAR Data

임새봄<sup>1)</sup>·유정화<sup>2)</sup>·김재호<sup>3)</sup>·김재훈<sup>4)</sup>

Lim, Sae Bom·Yoo, Jung Hwa·Kim, Jae Ho·Kim Jae Hoon

<sup>1)</sup> 세종대학교 공과대학 지구정보공학과 석사과정 (E-mail:qha84@nate.com)

<sup>2)</sup> 세종대학교 공과대학 지구정보공학과 (E-mail:cute7250@nate.com)

<sup>3)</sup> 세종대학교 공과대학 지구정보공학과 (E-mail:lovebhj@nate.com)

<sup>4)</sup> 세종대학교 공과대학 지구정보공학과 (E-mail:kheujin@lycos.co.kr)

### Abstract

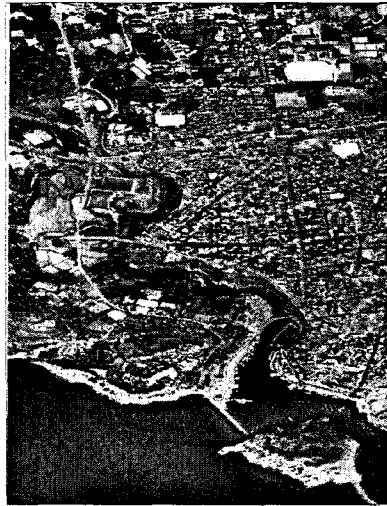
In this study, 3D building reconstruction and road design were performed using LiDAR data, digital map and airborne digital image. Information for tourism was extracted from digital maps (scale: 1/5,000) of Jeju Island, and then route of the road was determined for road design. Reconstructed buildings, aerial image and designed road were overlaid with tourism information for 3D simulation. In addition, landscape analysis was performed and result of the road design was visualized.

## 1. 서 론

본 연구에서는 GIS와 LiDAR 데이터를 이용하여 지역적 특성을 고려한 맞춤형 도로를 설계하였다. 맞춤형 도로는 한 지역을 선정하여 그 지역의 특징을 고려하여 특수목적의 도로를 설계 하는 것을 의미한다. 이로써 얻을 수 있는 효과는 토목공사의 설계 및 시공단계에 있어서, 3차원 시뮬레이션을 실행하면서 경관 등의 문제점을 시공 전에 분석하게 되므로 시공과정이 효율적이며, 시공비용의 절감이 가능하다. LiDAR 데이터를 이용하여 건물을 3차원으로 생성하여 시공 후의 다양한 분석을 사전에 예측이 가능하다. 또한 도로를 이용하게 될 사용자의 입장에서 사전에 간접 체험을 할 수 있는 역할을 할 수 있다.

## 2. 연구대상지역

연구목적에 적합한 곳으로 관광지의 특성이 잘 나타나 있고, 인구 밀집 지역을 피하여 제주도 서귀포시의 외곽 부분을 선정하였다. 이 지역은 관광지가 적절히 배치되어 있고 가옥 등의 건물이 드물어 유동인구가 비교적 적고 기존 도로가 설계되어 있지 않아 도로의 이용 대상을 관광객으로 하기에 적합하다. 또한 실제 도로가 건설 되었을 때의 변화를 더 쉽게 알아 볼 수 있다. 그림 1은 제주도 서귀포지역의 항공사진과 수치지도를 보여주고 있다.



(a) 항공영상



(b) 수치지도(1/5,000)

그림 1. 항공영상과 수치지도

### 3. 도로설계

#### 3.1 도로설계 기준

일반적으로 도로의 선형은 자동차가 안전하게 주행할 수 있도록 설계되어야 할뿐만 아니라 주행의 쾌적성을 고려할 필요가 있다. 이와 같은 관점에서 도로의 평면선형은 자동차의 주행궤적에 따르도록 직선, 원곡선 및 완화곡선으로 구성되며, 도로 설계 요소로는 곡선반경, 곡선의 길이, 곡선부의 편구배, 곡선부의 확폭 및 완화구간 등이 있다 (건설교통부, 1999). 연구지역의 설계조건으로는 설계속도 80 km/h, 도로폭 7m, 노견폭은 2m으로 왕복 2차선도로로 계획하였으며 설계된 도로의 종단면도는 그림 2와 같다. 실선은 기존 지형선형을 나타낸 것이고 점선은 도로가 계획될 종단선형을 나타낸 것이다.

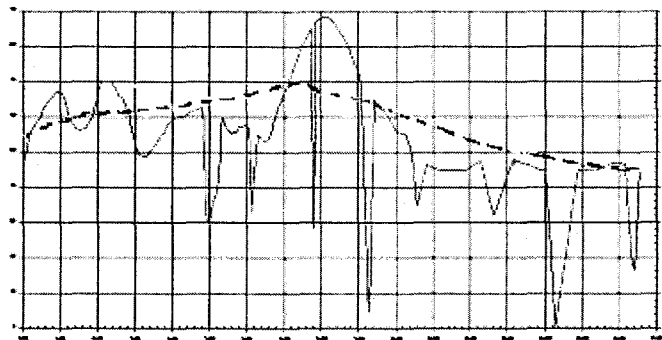


그림 2. 설계된 도로의 종단면도

#### 3.2 3차원 지형모델 생성

3차원 지형형성을 위해서 연구대상지역의 수치지도로부터 불규칙삼각망(TIN)을 생성한 후 지표면에 대한 정보를 추출하였다. 그림 3은 연구대상 지역의 수치지도의 등고선 데이터로부터 도로설계 전문 소프트웨어 시스템인 InRoads를 사용하여 TIN망을 구성한 것이다. 그림 4는 InRoads로부터 도로 설계된 도로를 포함하여 TIN망을 구성한 결과를 보여 주고 있다. 또한, 성토량 및 절토량을 계산하여 토공량을 산출 하였으며, 그림 5는 설계된 토공량을 나타내고 있다.

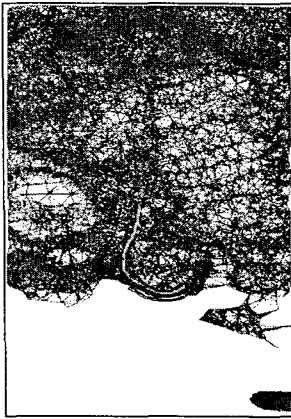


그림 3. TIN

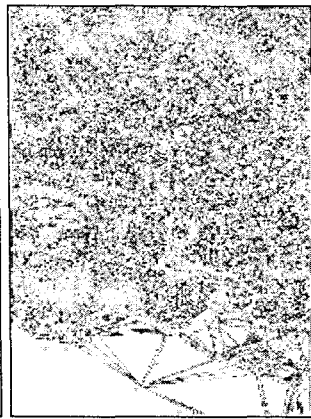


그림 4. 도로 생성 후 TIN

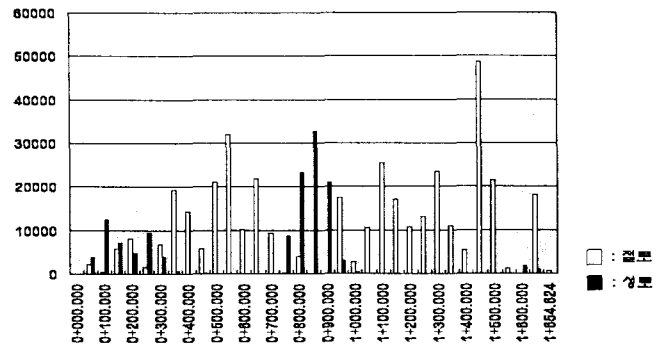


그림 5. 토공량

## 4. 3차원 건물 모델링

### 4.1 전처리

건물의 3차원 모델링은 LiDAR 데이터를 이용하여 LiDAR 데이터 처리 소프트웨어인 Trascan을 사용하여 수행하였다. LiDAR 데이터는 높이에 따라 low point, ground point, low vegetation, high vegetation으로 분류하였다. 높이에 따른 LiDAR 데이터의 설정 범위는 표 1과 같으며, 그림 6은 LiDAR 데이터의 설정 범위에 따라 LiDAR 데이터를 분류한 결과이다 (이정호 등, 2005).

표 1. LiDAR point의 설정 범위

Point 종류	Low point		Ground point		Height from Ground	
	설정 범위	single point	0.3m ~ 2m	max building size	60.0m	low vegetation
			terrain angle	88.00 degrees		
group of point		0.5m ~ 5m	iteration angle	6.00 degrees to plane	high vegetation	2m ~ 999m
			iteration distance	1.40m to plane		

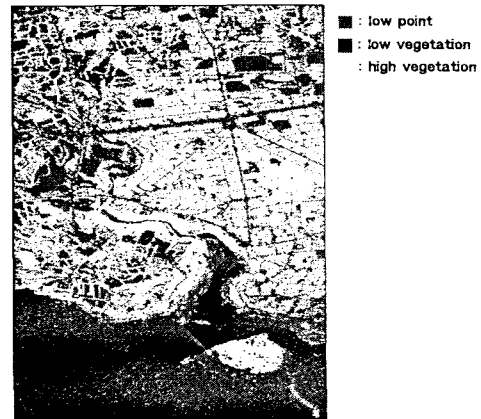


그림 6. LiDAR 데이터의 분류

### 4.2 건물생성

분류된 LiDAR 데이터를 기반으로 건물의 지붕과 벽면을 구성하였다. 그림 7은 생성된 건물의 형태를 보여주고 있다. 또한 부정확하게 생성된 건물들은 영상을 참고하여 편집하였다. 그림 8과 그림 9는 편집된 3차원 건물을 벡터화 한 것을 보여주고 있다 (김홍식 등, 2005).

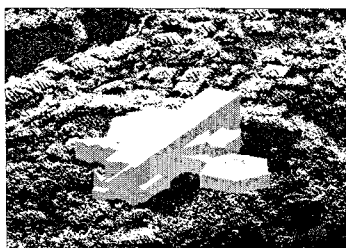


그림 7. 건물생성

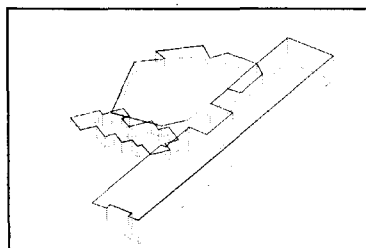


그림 8. 건물편집

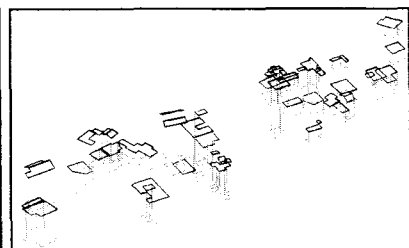


그림 9. 벡터화된 건물

## 5. 관광정보 Layer 생성

설계된 도로에서 이용 가능한 관광지에 대한 정보를 사용자가 편리하게 이용할 수 있도록 디지털링하고 테이블에 속성정보를 입력하였다 (김철민 등, 2003). 지형정보와 속성정보를 볼 수 있도록 그림 10과 같이 Layer를 생성하고 수치지도를 기반으로 관광지를 디지털링 한 후 Layer에 테이블 추가하여 관광정보를 입력하였다.

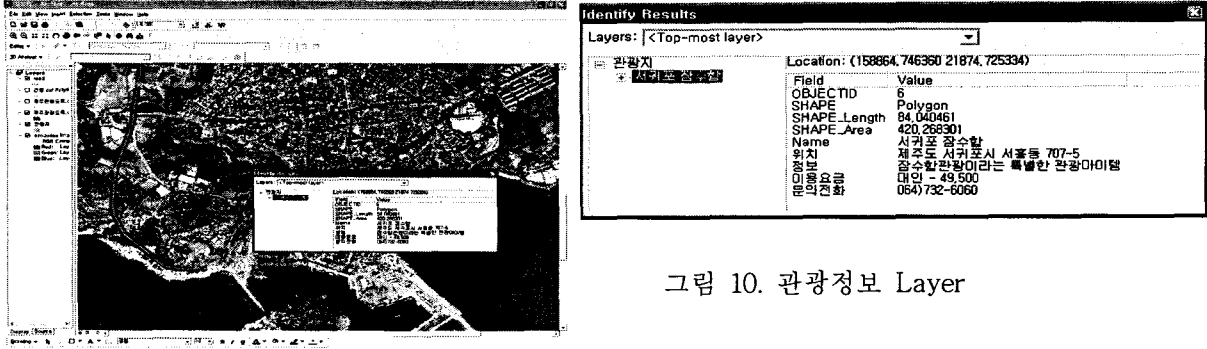


그림 10. 관광정보 Layer

## 6. 3차원 시뮬레이션

도로를 설계한 후 생성된 3차원 지형정보, LiDAR에서 추출한 건물의 자료와 기존의 항공디지털 영상을 중첩시켜 그림 11과 같이 3차원 시뮬레이션을 제작하였다.

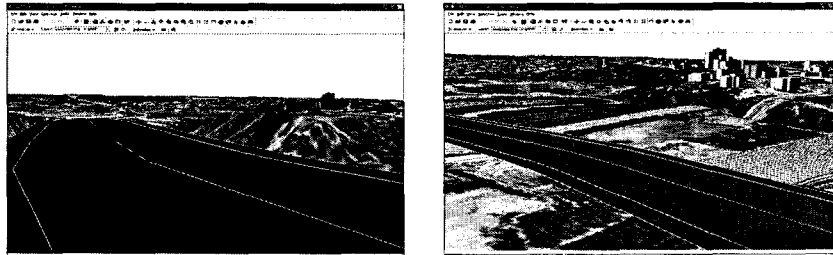


그림 11. 3차원 시뮬레이션

## 7. 결 론

본 연구는 제주도 서귀포 지역에 관광도로를 계획하고 건설하여 결과를 3차원 시뮬레이션 하여 경관을 분석하였다. 관광지에 근접한 곳을 연결하여 도로를 설계함으로써 관광객이 관광을 목적으로 도로를 이용하는 것을 주요 목표로 하였으며, 도로설계 시 토공량을 미리 산출하여 도로의 설계 및 시공에 필요한 공정, 예산, 인력, 기간 등을 예측할 수 있는 장점이 있다. 또한 LiDAR 데이터를 처리하여 3차원 건물을 모델링 할 수 있었다. 생성된 건물과 설계된 도로, 기존의 항공영상으로 3차원 시뮬레이션을 제작하여 관광도로의 건설 후 경관 분석도 가시화 할 수 있었다.

## 참고문헌

- 건설교통부 (1999), 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙, 행정자치부령 329호(도로교통법 시행규칙)
- 김홍식 등 (2005), LiDAR 데이터와 수치지도를 이용한 3차원 건물모델링, 한국지형공간정보학회, 제13권, 제3호, pp.25-32
- 이정호 등 (2005), LiDAR 데이터를 이용한 DEM 자동 생성 기, 한국지형공간정보학회, 제13권, 제4호, pp.27-32
- 김철민 (2003), GIS를 이용한 3차원 지형분석, 산림조합중앙회, 제 448호, pp.54-57