
LiDAR 자료를 이용한 가상현실공간 자료 구축에 관한 기초적 연구

최 현* · 김 나 영**

Basic Research about Building Data of Virtual Reality Space Using Airborne LiDAR Data

Choi, Hyun* · Kim, Na-Young**

이 논문은 2009년도 경남대학교 학술장려금을 지원받았음

요 약

3D-GIS 구현을 위하여 복잡한 지형을 신속하게 결정하는 항공LiDAR 자료를 기반으로 가상현실 공간자료를 구축하여 활용가능성에 대한 연구이다. 연구를 위해 대상지역의 항공LiDAR 자료, 수치지도, 항공사진 그리고 기본 설계도를 수집하였다. 연구결과 3차원 GIS구축을 위해 LiDAR자료를 이용함으로써 활용도를 높일 수 있다. 향후 유비쿼터스 환경에서 지형정보를 손쉽게 파악 할 수 있는 공간정보의 제공으로 건설이나 GIS관련분야에서 많은 도움이 될 것이다.

ABSTRACT

This paper show about the possibility of practical application after building VR(virtual reality) data based on Airborne LiDAR data which determines complicated topography quickly for the 3D-GIS construction. In this paper, we collected Airborne LiDAR data, digital map, aerial photo and a basic design. The results are expected some effective determination by 3D-GIS construction based on LiDAR data. Hereafter, because the research will be able to be given quickly topography information on ubiquitous environment the field of construction and GIS will be able to be helped.

키워드

Airborne Lidar, VR(Virtual Reality), 3D-GIS, DEM(Digital Elevation Model)

I. 서 론

GPS/INS와 디지털 카메라를 이용한 항공LiDAR측량은 지형, 지물 등에 대한 높은 정확도의 3차원 데이터를 실시간으로 취득함으로써 지형의 정확한 파악이 가능

하고, 디지털카메라로 촬영된 디지털 영상의 활용으로 항공LiDAR 측량이 가지는 정량적 자료와 더불어 정성적 자료의 취득까지 가능하게 됐다.

1990년대 중반부터 본격적으로 개발된 ALS(Airborne Laser Scanner)시스템에서 획득되는 LiDAR자료는 지형

* 경남대학교 공과대학 토목공학과(교신저자)

** 부산대학교 공과대학 토목공학과

지물의 분류 결과와 3차원 좌표정보를 이용하여 3차원 건물추출 및 모델링에 관한 연구가 수행되었다[1,2]. 그리고 영상과 LiDAR 자료를 복합적으로 이용한 건물의 추출방법에 관한 연구가 이루어 졌다[3,4].국내에서는 1990년대 말 LiDAR 기술의 도입으로 수치표고모형 생성을 위한 LiDAR의 활용가능성을 입증하였다[5]. 최근에는 LiDAR 자료와 수치지도, 항공사진 등을 이용한 3차원 건물모델링 및 추출에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다[6]. 또한 LiDAR자료를 활용한 홍수분석 및 시물레이션, 유역의 퇴적물 모니터링에 관한 연구가 최근 주류를 이루고 있다[7,8]. 이와 같이 LiDAR데이터 활용에 관한 연구는 기존의 건물레이어 추출을 벗어나 다양한 분야에 활용하기 위한 연구가 이루어지고 있음을 알 수 있다. 본 연구에서는 항공LiDAR 자료를 활용하여 3D-GIS를 구축하여 도로개설, 공원조성계획 등 주변경관이 필요한 곳에 3차원 가상도시의 구현가능성에 대해서 연구하였다.

II. 본 론

2.1. 항공 LiDAR 기본 이론

LiDAR 시스템은 그림 1과 같이 LiDAR, INS(Inertial Navigation System), GPS의 3가지 핵심기술로 이루어져 있다. LiDAR 시스템은 소형비행기나 헬리콥터에 설치되어 지형에 대해 정확하고 빠르게 표고자료를 수집한다.

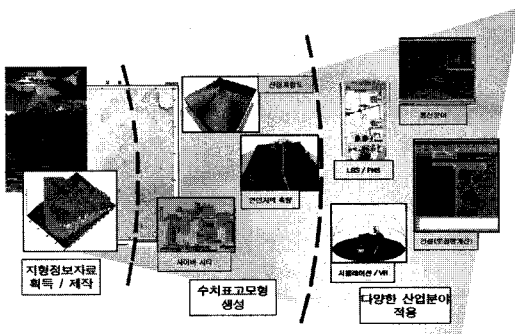


그림 1. LiDAR 자료 생성 및 적용
Fig. 1. LiDAR data formation and application

항공레이저측량은 IFOV(Instantaneous Field Of View) 을 가진 레이저를 주사하여 지상에서 반사되는 레이저

가 스캐너에 도달 할 때까지의 시간을 관측하여 빛의 속도를 곱하여 거리(R)를 계산하는 표고관측을 말하는 것으로 항공레이저측량의 순간시야는 보통 0.3~2mm radians 범위를 가지며 레이저 빔의 회절에 의해 결정되는 IFOV는 아래의 식 (1)과 같다.

$$IFOV_{diff} = 2.44 \frac{\lambda}{D} \quad (1)$$

여기서, D는 렌즈의 구경이며, λ는 레이저 빛의 파장이다. 레이저를 이용한 거리의 관측에는 펄스(pulse)를 이용한 방법과 위상차를 이용하는 방법이 있으며, 대부분의 항공레이저 측량에서는 도달시간을 관측하는 펄스 레이저를 사용하여 왕복시간을 관측하고 여기에 광속을 곱한 값을 이용하여 거리를 구하며 레이저 펄스의 왕복시간은 아래의 식 (2)와 같다.

$$t_L = 2 \frac{R}{c} \quad (2)$$

여기서, R은 거리관측부와 지표면의 위치 간의 거리를 나타내며, c는 빛의 속도이다. 식(2)에서 거리오차 ΔR 시간오차 Δt_L에 비례하며 식 (3)과 같이 유도된다.

$$\Delta R = 0.5c\Delta t_L \quad (3)$$

여기서, ΔR은 거리의 해상도를 Δt_L은 시간관측의 해상도로 정의하면 거리관측부와 지표면 위치간의 최대거리는 식(4)와 같이 정의 된다.

$$R_{max} = 0.5ct_{Lmax} \quad (4)$$

2.2 가상현실

사전적인 의미의 가상현실(Virtual Reality)은 컴퓨터 모형화와 모의실험을 통해 사용자로 하여금 인공적인 3차원 시각적 및 그 밖의 감각적 환경과 상호반응하게 하는 기술이다.

가상현실은 사용자를 현실을 그대로 모방 재현한 컴퓨터가 만들어낸 환경에 몰입시킨다. 사용자는 고글, 헤드셋, 장갑, 특수복 등 정보를 주고받을 수 있는 장비를 착용하고 컴퓨터가 만들어낸 환경을 접한다. 전형적인 가상현실 형태에서는 사용자가 양눈에 입체화면이 부착된 헬멧을 쓰고 모의환경의 동화상을 본다. 사용자의 움직임에 포착하여 실시간(어떤 일이 일어나는 실제

시간)에 화면의 시야를 조절하는 운동센서의 작용으로 사용자로 하여금 그곳에 존재한다는 착각을 하게 만든다. 따라서 사용자는 머리를 돌리거나 걸음을 걸을 때마다 시야와 원근감이 변하는 것을 생생하게 경험하면서 가상의 공간들을 여기저기 둘러볼 수 있다. 촉감을 느낄 수 있도록 힘을 피드백해주는 장치가 장착된 데이터글러브를 끼면, 사용자는 가상환경에서 보는 물체들을 들어 올리거나 조작할 수도 있다. 가상현실이라는 용어는 그러한 시스템의 개발을 연구하는 컴퓨터과학 분야를 말하기도 한다[9].

가상현실기법이 최근 건설업계에 적용되어 가상건설(VC; Virtual Construction)분야의 연구가 활발히 진행되고 있다. 가상건설이란 3차원 공간 및 설계 정보를 기반으로 건설 프로젝트에 따른 참여주체들이 효과적으로 정보를 공유하고 관리 할 수 있도록, 가상공간에서의 설계, 엔지니어링, 건설관리 정보시스템 환경을 구축하여 활용하는 기술을 의미한다. 가상건설의 궁극적인 목적은 건설 산업의 생산성 및 품질 향상, 공기단축, 원가절감 등의 실현이다. 또한 가상건설 기법을 활용하면 구조설계, 설비설계, 견적자동화, 건설 프로세스 시뮬레이션, 통합의사결정지원 시스템 구축 등이 가능하다.

III. 적용

3.1 연구대상지역

본연구의 대상지역은 경상남도 ○○시 ○○지구지역으로 항공LiDAR 자료, 수치지도, 항공사진 그리고 기본설계자료를 수집하였다. 그림 2는 연구대상지역의 항공 LiDAR자료이다.



그림 2. LiDAR 자료
Fig. 2. LiDAR data

3.2 항공LiDAR 자료 획득

항공LiDAR 측량의 주된 목적은 단시간 내에 넓은 지역의 대상물에 대한 3차원 좌표 정보를 취득하여, 고정밀도의 수치표고모형(DEM; Digital Elevation Model)을 제작하는 것이다.

가상현실공간 구축을 위해 연구대상지역인 ○○시의 LiDAR 측량을 실시하여 획득한 원시데이터와 해당 지역의 축척 1:5,000 수치지도(그림 3) 및 디지털 항공사진(그림 4)을 확보 하였다.



그림 3. 수치지도
Fig. 3. digital maps

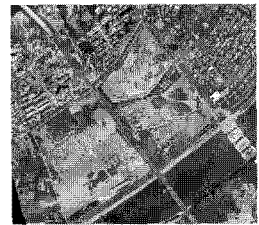


그림 4. 항공사진
Fig. 4. Aerial photos

3.3 항공LiDAR 자료 획득

본 연구에서 전처리와 후처리 과정을 통해 얻어진 항공LiDAR 측량 자료를 바탕으로 그림 5과 같은 과정을 통해 가상격자(Pseudo-Grid), 수치표고모형 및 등고선도를 생성하였다. 항공LiDAR는 기상조건의 영향이 거의 없을 뿐만 아니라 자료의 취득 및 처리가 디지털방식으로 이루어진다.

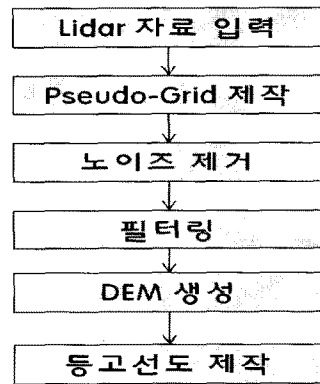


그림 5. 수치표고모형 제작과정
Fig. 5. DEM processing

DSM과 수치표고모형 제작과정 중 사용한 보간법은 전체 표면곡곡을 최소화하여 결과적으로 부드럽게 만드는 B-Spline 보간법이며, 이는 경사의 변화를 유연하게 하여 지형변이를 부드럽게 함으로써 연구대상지역에 대한 표고모델을 생성하는데 적합한 보간법이다.

레이저 스캐닝 된 점자료(point data)는 불규칙한 형태로 획득되는데, 이러한 형태의 데이터를 규칙성을 갖는 정규격자 형태로 제작하기 위해 최적의 격자 크기를 결정해야 한다. 최적의 가상격자 간격을 정한 후 점자료에 격자를 설정하면 격자 상에 존재하는 레이저 스캐닝 점 자료들은 해당위치에 있는 가상격자로 편입된다. 그러나 가상격자에는 원래 자료들이 그대로 존재한다. 가상격자 사용의 장점으로는 정규격자 형태의 가상격자를 이용으로 레이저스캐닝 데이터를 보간법과 같은 처리과정에서 발생하는 오차를 줄일 수 있다. 즉, 데이터 간의 인접성과 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

수치표고모형 생성을 위해 WGS84 좌표를 TM좌표계로 변환하고 LiDAR 측량에 의한 타원체높이는 EGM96 모델을 이용하여 정표고로 변환, ArcGIS를 이용하여 1m 해상도의 수치표고모형을 생성하였다.

DSM(0812Digital Surface Model)과 달리 수치표고모형은 DSM에서 지형자료의 분류를 거쳐 건물등과 같은 인공지물 및 수목에 의한 높이값을 제거하는 과정을 거쳐 얻어진 지반의 표고치를 격자 모양으로 정렬시킨 데이터군으로 수치표고모형을 의미한다. 기존 DSM에서 필터링(filtering)과정을 거친 후 생성된다.

수치표고모형 제작 단계에서 DSM에 대하여 지형의 분류 후 검사를 통해 오류가 발생한 일부지역에 대해서는 참고자료인 수치지도와 항공사진을 비교하여 화면 상에서 육안으로 검사하고 표고값 및 지형자료 유형 등에 대한 오류를 확인하여 수정작업을 실시한다.

등고선도 제작은 생성된 수치표고모형에 등고선을 삽입하는 과정이다. LiDAR 원시자료로부터 수치표고모형제작 단계에서 수정 이 완료된 지형 부분에 대하여 축척이 1:5,000 도곽(연구대상 지역 1:5,000도엽 기준)에 대하여 5m 단위 격자의 수치표고모형을 생성한 후, 분류된 지형부분의 데이터를 바탕으로 전 지역에 대해 5m 간격의 등고선을 제작하였다. 5m 간격의 등고선도는 그림 6과 같다.

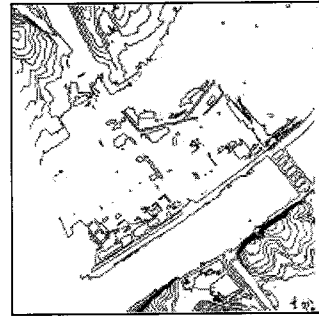


그림 6. LiDAR로 제작된 5m 간격 등고선도
Fig. 6. 5m-Contour generated by LiDAR

3.4 자료구축

가상현실을 구축하기 위해 항공LiDAR 자료에서 얻은 수치표고모형과 항공사진 영상을 중첩 한 후 3차원 지형을 구축하였다. 그림 7은 3차원으로 형성된 지형의 화면을 나타낸다.

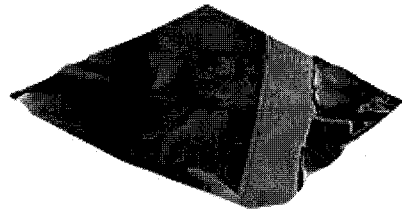


그림 7. 항공LiDAR 자료의 3차원 View
Fig. 7. 3D-view of Airborne LiDAR data

중첩된 항공사진을 바탕으로 3차원 모델링을 실시하면 구조물, 교량, 도로 등의 위치 선정이 간편하게 된다. 그림 9는 LiDAR 자료의 ASC II 이다.

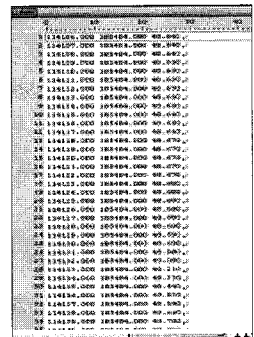
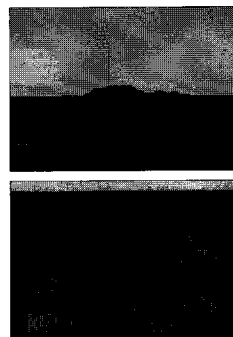


그림 8. 3차원 지형 그림 9. LiDAR 자료 ASC II
Fig. 8. 3D topography Fig. 9. ASC II of LiDAR data

지형을 구축 후 도로의 중앙 분리대, 도로설계계좌원을 생성하였다. 표면에 도로가 생성 될 수 있도록 편집을 하고 구간별로 도로 폭을 맞추어 줄 수 있도록 나누어 준다. 그 후에 도로의 폭과 연석, 중앙분리대, 도로의 경사, 보도 등을 설치하면 마지막 그림처럼 완성된 도로가 생성된다.

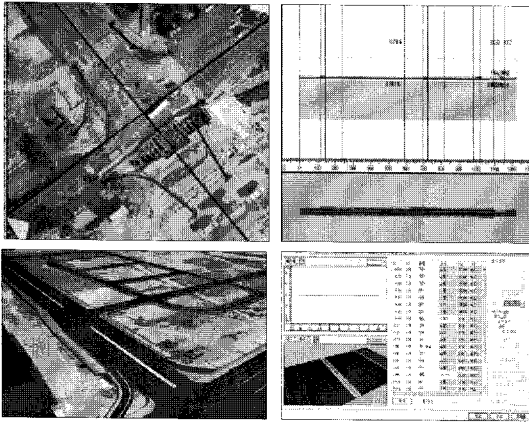


그림 10. 도로생성 과정
Fig. 10. A course of Road formation

그림 11은 교각생성, 건물, 식생, 도로부속물을 생성하는 화면이다.

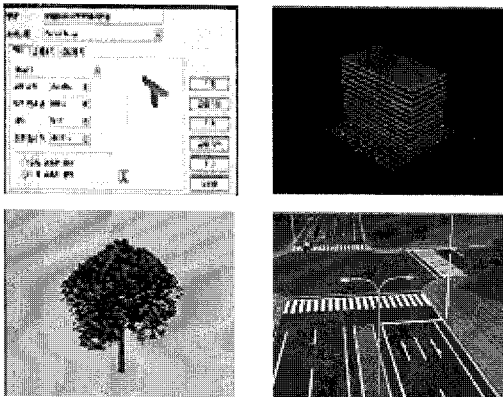


그림 11. 교각, 건물, 식생, 도로 부속물 생성
Fig. 11. Pier, structure, plant, road belongings

최종적으로 생성된 연구대상지역의 3차원 가상 현실은 그림 12와 같이 2차원, 3차원 화면을 보여주고 교차로

와 교량 및 주요 도로를 나타낸다.

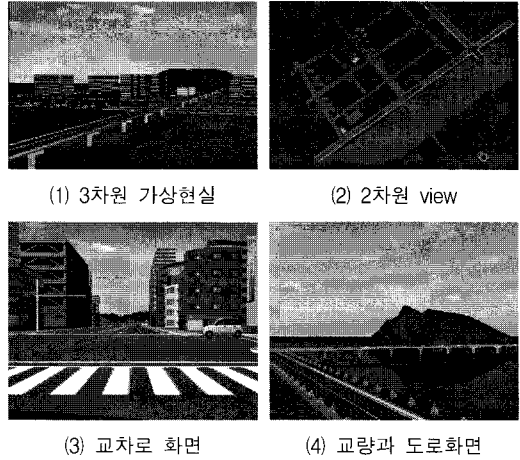


그림 12. 3차원으로 형성된 연구대상지역
Fig. 12. Making the study area by 3D

V. 결 론

LIDAR 자료를 기반으로 3D-GIS구축하여 3차원을 기반으로 한 모델링 구현할 경우 활용도가 매우 높을 것으로 보인다. 따라서 LIDAR 자료를 활용한 3차원 GIS구축을 위한 기초자료에서 매우 중요하다. LIDAR자료를 활용하여 3차원 GIS를 구축할 경우 국토의 생생한 정보를 유틸리티 환경에서 손쉽게 파악할 수 있는 공간정보 제공으로 대 국민 서비스가 향상 될 것으로 보인다. 본 연구는 기존의 DEM 구축과 같은 기초적인 연구가 아니라 실제 사용자와 활용분야 등을 고려하는 인프라정보의 생성이기 때문에 DEM, 영상, 3차원 입체 동영상 등을 상호 연계하여 구축함으로써 향후 그 활용성의 극대화 예상된다.

참고문헌

[1] Suveg, I. and Sampath, A, "Automatic 3D Building Reconstruction", Electronic Imaging, Vol.4657, pp.59-69, 2005

- [2] Alharthy, "Detailed Building Reconstruction from Airborne Laser Data Using a Moving Surface Method, 20th ISPRS Congress, July, Istanbul, Turkey, Included CD, 2004.
- [3] Schenk, and Csatho, "Fusion of LiDAR Data and Aerial Imagery for More Complete Surface Description", International Archives of Photogrammetry & Remote Sensing, Vol. 34, Part 4, pp. 295-301, 2003
- [4] Habib, A., Chanma, M, "Photogrammetric and LiDAR Data Registration Using Linear Features", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 71, NO. 6, pp. 699-707, 2005.
- [5] 서정현, "항공레이저측량을 이용한 지형정보 제작에 관한연구", 국토지리정보원, 2000.
- [6] 정재욱 등, "LiDAR 데이터와 수치항공사진을 이용한 건물자동추출", 한국지형공간정보학회, 제 13권 3호, pp.59-68, 2005.
- [7] 심정민, 이석배, "LiDAR 자료를 이용한 홍수 시물레이션에 관한 연구", 한국지형공간정보학회지, 제 14권 4 호, pp.53-60, 2006.
- [8] 강준목, 강영미, "LiDAR 자료를 이용한 유역의 퇴적물 모니터링", 한국측량학회지, 제 24권 1호, pp.27-36, 2006.
- [9] 강인준, 최현, 이병걸, "3차원 지형공간정보 체계를 이용한 도로설계 시물레이션", 대한토목학회지, 제 21권 제 2-D호, pp. 201~207호, 2001.

저자소개

최 현(Hyun Choi)



1998년 부경대학교 토목공학과 (공학사)
2000년 부산대학교 대학원 토목공학과(공학석사)

2004년 부산대학교 대학원 토목공학과(공학박사)
2006년 ~ 현재 경남대학교 토목공학과 교수
※관심분야 : 원격탐사, 사진측량학, GIS, 3D-GIS, Virtual Reality, ITS, GPS.

김나영(Na-Young kim)



2007년 부산대학교 토목공학과 (공학사)
2009년 부산대학교 대학원 토목공학과 재학

※관심분야 : 3D-GIS, 교통영향, 지적