

항공사진과 LIDAR 표고 데이터의 매칭 기법에 의한 공간정보 분석 연구

Spatial Analysis by Matching Methods using Elevation data of Aerophoto and LIDAR

연상호*, 이영욱*
세명대학교*

Yeon sang-ho*, Lee Young-wook**
Semyung University*

요약

레이저 측량기술은 센서와 지표면까지의 거리 및 방향을 관측하여 지표면 상의 표고점에 대한 3차원 좌표를 결정할 수 있으므로 도심지의 건물이 밀집되어 있는 지역이나 산림의 각기 다른 다양한 수종이 분포되어 있는 곳에서의 정보를 고밀도로 측량하여 파악할 수 가 있다. 새로운 첨단기술로 부각되고 있는 레이저 측량에 의한 고도 자료를 기존의 항공사진과 통합하여 고밀도 고정도의 3차원 공간정보를 생성하고 이를 건설 및 환경, 방재 분야에서 활용할 수 있는 활용방안을 도출하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 우선 도심공간의 빌딩 및 지형지물에 관한 고밀도의 레이저 측량에 의한 건물의 높이 데이터를 추출하고 이것을 동일지역의 항공사진에 동일한 좌표로 매칭하여 3차원의 도심빌딩을 보다 정확하게 생성하도록 한다. 이러한 통합방법을 도심지의 건물밀집지역 뿐만 아니라 산림지에서의 수종의 분포조사와 하천지역의 3차원 유형조사, 사면경사가 급한 재난 예상 지역조사, 고건축물의 복원등에 적용할 수 있는 다양한 활용기술을 개발하여 실험하였다.

Abstract

The building heights of big cities which charged with most space are 3-D information as relative vertical distance from ground control points, but they didn't know the heights using contour with maps as lose of skyline or building heights for downtown, practically continuously developed of many technology methods for implementation of 3-D spatial earth. So, For the view as stereos of variety earth form generated 3-D spatial and made terrain perspective map, 3-D simulated of regional and urban space as aviation images. In this papers, it composited geospatial informations and images by DEM generation, and developed and presented for techniques overlay of CAD data and photos captured at our surroundings uses. Particularly, The airborne LiDAR surveying which are very interesting trend have laser scanning sensor and determine the ground heights through detecting angle and range to the grounds, and then designated 3-D spatial composite and simulation from urban areas. Therefore in this papers are suggested ease selections on the users situation by compare as various simulations that its generation of 3-D spatial image by collective for downtown space and urban sub, and the implementation methods for more accurate, more select for the best images.

I. 연구배경

3차원 도시환경의 디지털기반의 가시화는 도시계획 및 통신 계획, 건설, 건축, 입체적인 도시공간정보시스템 구현, 안전 및 방재 등에서 많은 필요와 그 중요성이 크게 부각되고 있다. 현재 국가지리정보 사업으로 완성된 2차원적인 지도정보와 시설 정보를 3차원의 도시공간으로 재현하기 위하여 기존의 등고선을 이용한 DEM 방식은 많은 한계를 가지고 있으며, 특히, 건물이나 작은 구조물의 경우에는 무시되기 쉬우므로 레이저 측량기술의 높은 정확도와 보정이 용이한 LiDAR 데이터의 획득으로 그 한계를 극복하고 있는 추세이다. 국내에서도 이러한 레이저 측량기술의 중요성이 크게 부가되면서 항공회사를 중

심으로 레이저 센서를 도입하여 그 실험과 과제적용을 적극 검토를 하고 있어 조만간 그 활용도가 크게 늘어날 전망이다. 2002년부터 여러 대학과 연구소에서 부분적으로 레이저 측량을 위한 장비도입과 실험적인 연구가 진행되어져 왔으며 수치 지도제작 및 특징 추출 등에 관한 연구가 이루어지고 있다. 그러나 아직 레이저 측량 데이터와 항공사진과의 통합을 위한 구체적인 연구가 부족하여 보다 구체적인 실험연구가 요구되고 있다. 따라서 이에 대한 연구가 활발한 해외 선진기술을 먼저 연구하고 우리 실정에 적합한 3차원 공간영상 도시모델 생성 기법 및 알고리즘을 완성하여 각 분야에서 활용할 수 있는 응용기술을 개발하여 장차 전개될 유비쿼터스 입체 도시

건설을 위한 영상콘텐츠의 최적 솔루션을 완성하고자 한다. 또한 이를 언제든지 웹 포털에서 사용자가 디지털 맵과 각종 다양한 영상을 가져다가 3차원 도시모델을 실시간으로 생성할 수 있는 기법을 연구 개발하여 기존의 Google Earth, 또는 Virtual Earth, Worldwind에서 제공해온 시장을 한 단계 상승시킬 수 있는 새로운 방안과 알고리즘을 완성하기 위한 실험적 연구를 진행하도록 하였다.

II. 연구내용

1. 연구 목적 및 필요성

수치지도와 원격탐사 자료를 이용한 건설 환경 분야의 활용은 다른 환경이나 국토계획, 자원조사 및 농림업에 비해 매우 저조한 실정이다. 최근 공간정보의 이용한 컴퓨터의 다양한 접근이 용이해지고 지형공간정보의 구입과 응용도 활발해지고 있어 공장입지선정 및 경관분석 등에서도 기존의 평면적인 분석보다도 높이 값을 이용한 3차원적인 분석이 점차 쉬워지고 있다. LIDAR는 지상의 표고자료를 취득하는 레이저 스캐너와 위치결정 및 비행기록 장치인 GPS와 INS로 구성되어 있다. 여기에서 GPS는 미리 계획된 비행경로의 유지와 레이저 펄스가 지상으로 발사되는 시점의 레이저 스캐너의 정확한 3차원 위치를 결정하는 역할을 하며, 일반적으로 지상의 기준국과 연계하여 정확도를 향상하는 DGPS 방법을 이용한다. 그리고 INS는 비행중인 항공기의 회전각과 레이저의 발사방향에 대한 정보를 관측하기 위하여 사용된다. LIDAR에서 자료처리 과정을 통하여 최종 생성되는 산출물로서는 레이저 펄스의 반사 지점들에 대한 다량의 공간위치(X, Y, Z) 자료와 이로부터 임의로 추출된 공간위치 자료를 이용하여 제작된 격자 자료형식의 DEM과 수목과 인공물 등의 지형 피복이 추가된 DSM 및 지표면 상의 형상에 대한 정보 등이다. LIDAR를 이용한 DEM 및 DSM의 제작은 다른 방법에 비해 시간, 비용 및 정확도 면에서 뛰어난 것으로 알려져 있으며, 이미 외국에서는 연안지역과 산림지역 매핑, 홍수 등의 방재관련 프로그램에서 다양하게 이용하고 있다. 또한 이를 위하여 원격탐사 LiDAR 영상 Data를 중심으로 하는 정사보정하고 이에 매칭할 수 있는 백터와의 실시간 통합 및 전환으로 U-city에서의 3차원 공간에서 건물 모델의 생성과 다양한 활용을 제시하고자 한다.

2. 연구 내용 및 방법

항공사진측량에 의한 방법으로 입체시에 의한 중심투영사진을 정사투영으로 변환할 수 있는 기하학적인 알고리즘이 개발하여 정밀 지도 제작이 가능하나 고비용과 많은 시간이 투입

되어져야 하는 부편이 있다. 기존의 이미 취득한 2차원적인 평면사진을 지상 기준점(GCP)에 의하여 정밀기하보정을 하여 얻은 사진영상자료를 이용하여 3차원 공간정보로 구성하기 위하여는 동일지역에 대한 수준 측량결과인 높이 데이터가 취득하여야한다. 현장에서 수준측량이나 지형도의 등고선을 이용하여 높이 값을 전환할 수 있으나, 측정 밀도가 적고 중요지점에 대한 측정값만을 이용하므로 균일한 고도 값을 수집할 수가 없다. 장애물이 많고 복잡한 도십지에서의 균질의 고밀도의 높이 값을 수집할 수 있는 최적의 솔루션으로 제시되어온 기술이 레이저 측량기술이며, 특히 항공기에 탑재된 레이저 측량기(LiDAR)가 개발되면서 새로운 전기를 맞이하고 있다. 즉 항공기에 탑재한 LiDAR 의하여 모든 대상지에 대한 지형지물의 고밀도의 높이 값을 획득하여 위치보정 작업 후에 3D로 매칭할 수가 있게 된 것이다. 즉 지형도가 제공할 수 없는 건물의 평균높이를 산출하여 3차원의 도시를 다양한 시점에서 투영시킬 수 있어 조감도 뿐 아니라 영상시물레이션까지 가능하게 되었다. 이번 연구에서는 연구대상지역에 대한 3차원의 공간정보를 수집하기 위하여 먼저 등고선을 이용한 기존의 방법으로 DEM 생성 후에 3차원 조감도를 각 방향에서 바라볼 수 있도록 지형에 대한 수치 표고모델을 생성하여 3차원 지형을 모습을 입체적으로 표현하도록 하고, 건물과 수목의 높이 값을 지상 레이저 측량기를 이용하여 주요지점에 대한 건물 등의 경계값을 측정하여 도형화하여 비교할 수 있도록 한다. 그리고 나서 항공 라이다 센서에 의하여 1m 간격으로 수치표고를 측량하여 동일지역에 대한 고밀도 고정도의 DEM을 생성한 값을 항공사진과 매칭하여 고해상도의 3차원 공간정보를 완성하도록 한다. 이렇게 완성된 3차원 공간정보를 도십지에서의 건물표고 경계선추출 및 산림지역에서의 나무의 높이(표고)분석, 도십지에서의 스카이라인 형성 및 조감도 제작, 산사태 및 낙석예상 지역분석을 위한 고도와 경사분석 등에 고루 적용실험을 통하여 그 활용기술을 제시하는 것으로 하였다.

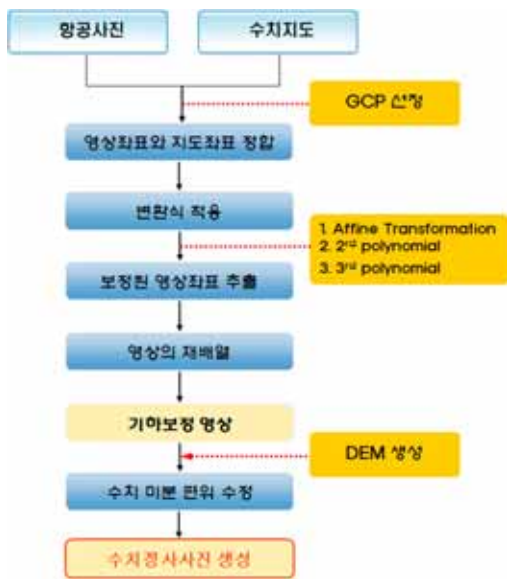
2.1 LIDAR 데이터와 항공사진의 매칭과 통합

DEM을 항공사진이나 수치지도로부터 생성하기 위하여는 먼저 정밀기하보정후에 최종 정사보정을 실시하여야 한다. 정사보정 방법은 기하보정 방법과 달리 영상이 가지고 있는 왜곡의 원인을 모두 고려하여 기하학적으로 영상 촬영 당시와 똑같은 환경을 재구성함으로써 영상의 위치를 보정하는 방법이다.

항공사진을 이용하여 수치정사사진을 제작하기 위하여 우선 선행되어야 할 것이 지상기준점을 선정하는 것이다. 먼저 연구지역에 대한 GCP를 골고루 선정하고 나서 영상에 대한 좌표와 지도좌표를 정합하였으며, 정합한 영상에 대하여 3차 다항식을 적용하여 보정된 영상좌표를 추출하고 영상의 재배열 과

정을 거쳐 기하보정영상을 생성하였다. 마지막으로 수치정사 사진을 생성하기 위해서는 보정된 영상에 대한 수치표고모형을 생성하여 정밀 수치 미분 편위 수정 과정을 거침으로써 최종 수치정사사진을 제작하였다. 그림 1은 수치지도에서 등고선을 추출하여 DEM을 생성하는 과정을 나타내었으며, 사진1은 DEM 영상과 수치지도를 정합한 결과를 나타내었다. 사진2는 다음에는 수치 미분 편위 수정과정을 거쳐 생성된 수치정사사진을 생성하여 DEM 영상위에 중첩시켜 각 고도별 지도 정보를 확인할 수 있도록 하고 이것을 3차원 공간위에 조감도로 보여주기 위하여 방향각과 투시각도를 부여하고 투시각도를 설정하여 투시조감도를 다시 생성하도록 하였다. 사진3은 산림지역에서의 수종별 수표고가 다르므로 이것을 LiDAR 측량에 의하여 지상표고와 수표고를 광파기와 연계하여 DEM을 생성한 것으로 산림지 수종별 표고 DEM 적용실험의 결과이다. 사진4는 건물이 밀집되어 있는 대도시에서의 건물의 높이를 그려낸다는 것은 무척 어려운 일이므로 항공 LiDAR 측량에 의하여 고밀도의 수직거리를 표고로 전환한 것으로서 최근에 관심이 가장 많은 기법 중의 하나이다.

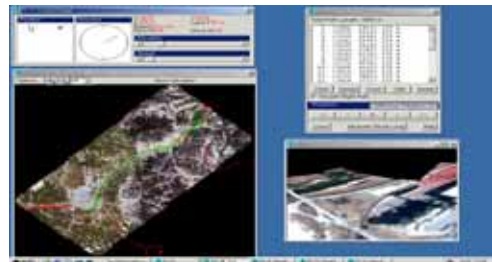
2.1.1 항공사진의 정밀기하보정과 표고매칭 과정



▶▶ 그림 1. Flow chart of DEM generation

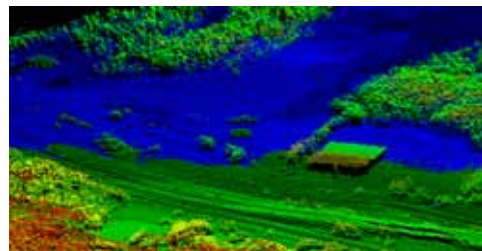


▶▶ 사진 1. 항공사진과 DEM의 매칭

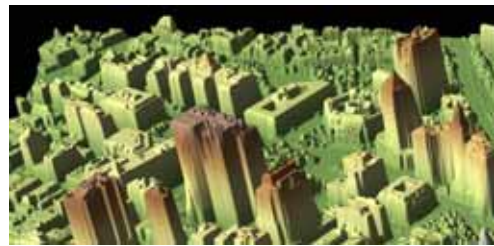


▶▶ 사진 2. 위성영상과 수치지도의 매칭 시뮬레이션

2.2.2 광파기와 LIDAR의 수치표고모델 생성



▶▶ 사진 3. 산림지 수종별 표고 DEM 적용실험



▶▶ 사진 4. 도심지 밀집지역의 LIDAR DEM 생성

IV. 결론

본 연구의 결과로 현재의 2차원 평면사진과 지도를 추가된 차원으로 변화시킬 수 있는 다양한 3차원 공간정보를 생성하여 저렴한 비용으로 손쉽게 생성하여 고정밀의 현실공간을 새롭게 보여줄 수 있다. 추후 전개될 유비쿼터스 도시 및 지역건설에 실험적용하기 위해서는 그 대상지역에 대한 지형적인 요소와 공간을 구성하는 건물 등에 대한 기존의 자료와 데이터를 우선 수집하여 초기의 불필요한 조사와 작업량을 줄일 수 있어야 한다. 우리나라의 경우에는 전국적으로 5,000분의 1의 수치지형도가 완비되어져 있어 사용시점에 대한 최신의 영상자료 등을 항공 레이저의 고도자료를 이용하거나 최근에 촬영된 위성영상의 공간자료를 통합적으로 활용할 수 있으면 기존의 유무선 통신설비와 통합적 유비쿼터스 센서망을 구축하는데 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 특히 3D U-City에서는 다양한 레벨별 공간정보를 다른 정보와 융합하여 서비스를 제공해야 하는 경우가 많으므로 대학캠퍼스 및 산업공단지 같은 일부 특정지역에 대하여는 상세한 3D 공간 도형 모델을

재구성하여 필요시에 언제든지 웹상에서도 그 활용이 가능하다. 보다 효율적인 3D U-City 모델을 생성을 위하여 항공사진과 통합된 LiDAR와 같은 고센서에 의하여 측량이 된 고밀도 고정도의 공간정보를 수집하여 활용하는 것이 가장 좋은 정보수집분만 아니라 최신의 3차원 공간도시를 서비스하기 위한 가장 이상적인 수단이 될 수 있을 것으로 사료된다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 연상호, "국토조사 및 설계에서의 3차원 투시조감도 생성 및 지형 시뮬레이션 연구", 한국지적학회지 제20권 제2호 pp. 61-68. 2004
- [2] 김영배, 서정현, 임삼성, "항공레이저 매핑시스템에 의한 DEM 생성의 정확도 분석", 한국측량학회지, 20(2), pp. 105-110, 2002
- [3] 조영호, "홍수지도 시범제작 방안", 한국수자원학회지, 35(4). 2002
- [4] 최윤수, 한상득, 위광재, "도화원도를 이용한 LIDAR DEM의 정확도 평가, 한국측량 학회지", 20(2), pp. 127-136. 2002
- [5] Albert, C.P.Lo and Yeung, K. W. "Concepts and Techniques of Geographic Information Systems", Prentice Hall. 2002,
- [6] F.Bretar, "Feature Extraction from LiDAR data in Urban area", 2007