

논문 2008-1-7

u-city를 위한 3차원 공간 영상 도시 모델 생성 및 적용 방안

3D Spatial Image City Models Generation and Applications for Ubiquitous-City

연상호*, 이영대**

Sang-Ho Yeon*, Young-Dae Lee**

요 약

3차원 도시환경의 디지털기반의 가시화는 도시계획 및 통신계획, 건설, 건축, 입체적인 도시공간정보시스템 구현, 안전 및 방재 등에서 많은 필요와 그 중요성이 크게 부각되고 있다. 현재 2차원적인 지도정보와 등고선을 이용한 DEM 방식은 3차원 공간을 표현하기에는 많은 한계를 가지고 있다. 최근 레이저와 GPS 측량기술을 이용한 높은 정확도와 보정이 용이한 LiDAR Data로 표고값을 측정하는 연구가 선진국에서 시도되고 있다. 본 연구에서는 해외 선진기술을 도입하여 우리 실정에 적합한 유비쿼터스 입체 도시 건설을 위해 3차원 공간영상 도시모델 생성 기법 및 알고리즘을 개발하여 u-City의 최적 관리를 위한 방안을 제시하고자 한다. 이를 위하여 원격탐사 영상 Data를 중심으로 하는 정사보정하고 이에 매칭할 수 있는 벡터와의 실시간 통합 및 전환으로 U-city에서의 3차원 영상 도시 모델의 생성과 다양한 활용을 제시하였다.

Abstract

The visual implementation of 3-dimensional national environment is focused by the requirement and importance in the fields such as, urban planing, telecommunication facility deployment plan, railway construction, construction engineering, spatial city development, safety and disaster prevention engineering. The currently used DEM system based on the 2-D digital maps and contour lines has limitation in implementation in reproducing the 3-D spatial city. Currently, the LiDAR data which combines the laser and GPS skill has been introduced to obtain high resolution accuracy in the altitude measurement in the advanced country. In this paper, we first introduce the LiDAR based researches in advanced foreign countries, then we propose the data generation scheme and an solution algorithm for the optimal management of our 3-D spatial u-City construction. For this purpose, LiDAR based height data transformed to DEM, and the realtime unification of the vector via digital image mapping and raster via exactness evaluation is transformed to make it possible to trace the model of generated 3-dimensional model with long distance for 3D u-city model generation.

Key Word : u-City, Spatial Image, DEM, 3-D Image, LiDAR, Digital Map

*정회원, 세명대학교 토목공학과 교수

**중신회원, 세명대학교 정보통신학과 교수

접수일자: 2007.11.06, 수정완료일자: 2008.1.10

1. 서론

3차원 도시환경의 사진의 시각화의 요구는 도시계획을 비롯한 통신계획, 건설공학, 환경오염의 관리 및 도시안전에 이르기까지 갈수록 크게 늘어나고 있다. 현재 웹 환경에서의 2차원 공간데이터는 수치지도와 항공사진 및 위성영상에서 그 수요가 급증하고 있다.

최근 미국의 Goole Earth, Microsoft Virtual Earth, NASA Worldwind와 같은 3D 실시간 시각화에 대한 범지구적인 정보서비스가 가능해짐에 따라 유비쿼터스 도시에서의 3차원 공간정보의 도입은 선택의 문제가 아니라 필수적인 항목으로 자리를 잡아 가고 있는 것이다[1]. 또한 3차원 공간정보와 결합한 GPS/LBS가 그 효용성을 크게 증대시켜 각종 항법시스템과 물류 및 관광서비스 등에 폭넓게 적용될 수 있을 것으로 전망되고 있다[2].

국내에서도 이러한 중요성을 인지하여 지능형 국토정보사업을 추진하고 있으며, 도시의 경쟁력을 높일 수 있는 최적의 대안으로 유비쿼터스 국토 및 도시를 구축하고자 시도되고 있다.

본 연구에서는 유비쿼터스 3D도시 모델을 구현하기 위한 공간정보의 획득 및 생성과정과 그 적용을 살펴봄으로서 최적의 공간정보의 수집과 그 활용방안을 도출하고자 하였다. 우선적으로 우리 주변에서 쉽게 이용할 수 있는 공간정보로는 이미 구축되어 있는 수치지도, 지형도를 이용하는 일이다. 수치지형도는 이미 확인된 대부분의 정보를 수록하고 있어 건설 및 공간설계, 교통 분야에서 필수적으로 이용하고 있다.

최근에는 항공사진의 공개와 고해상도 원격탐사 위성영상자료를 이용하여 3D로 변환하는 기술이 상용화됨에 따라 공간정보의 수집과 생성에서 비용편익을 고려하여도 더 많은 장점이 있다. 그리하여 산업전반에서 다양한 응용기술을 이용한 구체적인 적용을 시도하고 있다[2][6].

특히 3차원의 U-city 기반구축에서의 공간정보의 주요성이 크게 부각됨에 따라 선진행정시스템에서는 대부분의 중요콘텐츠로서 공간정보를 가장 우선시하여 구축되어져야 할 항목으로 분류하고 있다.



그림 1. U-city 인프라정보를 위한 기본 개념
Fig.1 Basic concept for U-city infra Info.

II. 본론

2.1 3D 도시모델 생성과 위치보정

사진측량학적인 방법으로 입체시에 의한 중심투영사진을 정사투영으로 변환할 수 있는 기하학적인 알고리즘이 개발되었고, LiDAR 등에 의하여 모든 대상지에 대한 지형지물의 고밀도의 높이 값을 획득하여 위치보정 작업 후에 3D로 매칭할 수가 있다. 즉 지형도가 제공할 수 없는 건물의 평균높이를 산출하여 3차원의 도시를 다양한 시점에서 투영시킬 수 있어 조감도 뿐 아니라 영상시물레이션까지 가능하게 되었다[4].

본 논문에서도 3차원 지형과 3차원 도시모델을 생성하여 몇 가지 응용방법을 제시하고, 3D 도시모델을 생성을 위하여 다음의 3가지를 실험하여 비교하였다.

첫 번째는 센서를 이용하여 항공사진 및 위성영상을 수집하는 초기 단계에서 대상지역을 보통 60% 이상 중복사진을 얻도록 하여 이것을 입체도화기 또는 디지털사진도화기에서 3차원의 다양한 정보를 판독하여 도시공간의 원하는 정보를 획득

하는 방법이다.

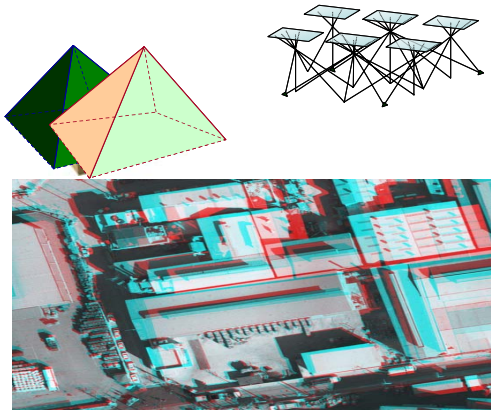


그림 2. 항공 오버레이 사진에 의한 스테레오 이미지

Fig. 2 Stereo image by aerial overlay photos

두 번째는 이미 얻어진 2차원의 지역영상을 정밀 기하보정하고, 여기의 평면좌표마다 일정한 간격을 지정하여 높이 값을 매칭한 후에 투시조건을 부여하여 3D 도시모델을 생성할 수 있다. 이 경우에는 고밀도의 고정도를 디지털로 얻어낼 수 있는 LiDAR 방법이 최적이므로 이를 다음과 같은 방법으로 생성하였다.

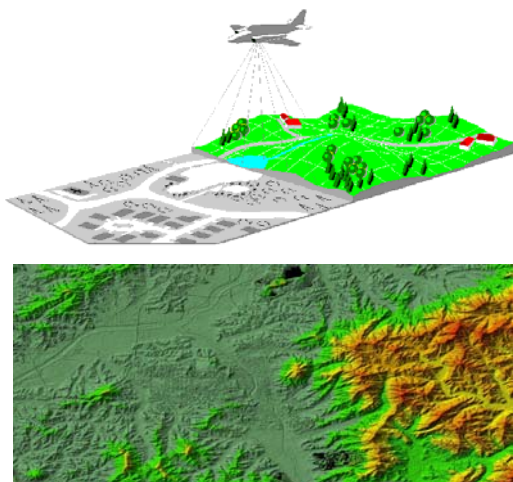


그림 3. Airborne LiDAR에 의한 DEM 생성
Fig. 3 DEM Generation by Airborne LiDAR

위치정확도에 있어 위성영상의 경우에는 현재 1~2m의 영상의 거리오차를 기대할 수 있고, 항공사진의 정밀도화기에는 20cm이내의 위치정도를 기대할 수 있으나, 많은 시간과 비용을 필요로 하고 있다.

세 번째는 인위적으로 건물의 모형을 제작하여 속성을 부여하는 방식이 있다. 이 방법은 현실감은 떨어지나 낮은 비용으로 3D 도시모델을 생성할 수 있는 장점이 있다. 일반적으로 애니메이션이나 사이버 도시에 주로 이용하고 있는 것으로 자기가 원하는 항목을 강조하거나 비현실성을 필요로 하는 경우에 많이 이용할 수 있다.

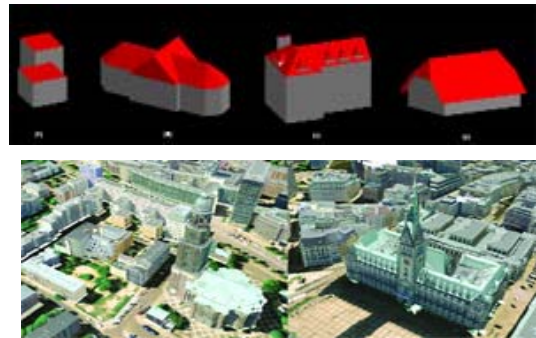


그림 4. 텍스처 매핑에 의한 삼차원 도시 모델
Fig. 4 3D City Model by Texture Mapping

이렇게 3가지 방법으로 생성된 도시모델은 3차원의 지형공간으로 보내어져서 우리가 사용가능한 GIS 솔루션(예, ArcGIS, DXF 등)에서 다른 여러 기능을 이용할 수 있도록 재 구성 편집되어 지도록 한다. 즉 GIS 환경에서 3D 도시모델은 새롭게 공간정보 콘텐츠로서 GPS/LBS등의 또 다른 시스템과의 융합을 시도할 수 있도록 하였다.

2.2 3D 영상 공간모델 응용

3D 도시를 보여준다는 것은 문서나 수치 및 2차원의 공간도면을 이용하여 의사결정을 하는 것보다 분명히 큰 효과가 있다. 우리가 살아가는 도시공간을 실제 보는 것처럼 표현할 수 있으므로

도시계획, 재난시의 토제 및 관리, 건설공학, 부동산 관리, 복잡한 도시교통의 효율성, 마케팅, 관광, 자원개발, 환경보호 및 관리 등 대부분의 생활공간에 활용이 가능하므로 U-city에서의 3D 도시모델의 도입은 필수적인 것이라 할 수 있다.

본 논문에서는 가능한 이론적인 방법보다는 실제 사례를 중심으로 실험 적용하여 얻은 몇 가지 결과만을 정리하여 비교하였다.

2.2.1 위성영상과 CAD의 통합에 의한 노선 결정

1m급의 고해상도 공간해상도를 가진 IKONOS 팬크로 모드 위성영상을 정밀기하보정 후에 사진 지도를 제작한 후에 등고선으로 추출한 DEM을 생성하여 정사보정 후의 디지털 영상과 좌표매칭하여 3차원 투시조감도를 작성하였다. 그리고 나서 기본 계획과 설계시에 예정된 대안 철도 복선 노선을 중첩시켜 4개의 대안노선 들 중에서 최적의 노선을 결정하는데 공간 정보를 활용하도록 한 것이다.

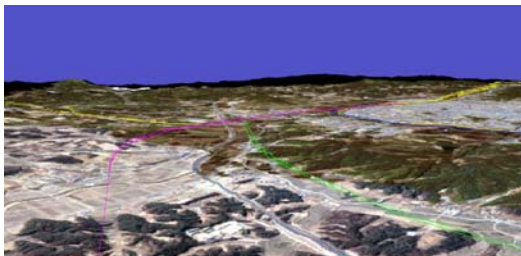


그림 5. 삼차원 이미지와 CAD를 이용한 노선 선정

Fig. 5 Route selection by 3D Image and CAD

2.2.2 수몰된 댐의 3차원 영상복원

과거 20년 전에 대형 댐의 건설로 수몰된 광범위한 담수지역을 원격탐사측량 및 영상복원기법을 이용하여 입체적으로 관찰할 수 있도록 복원하였다. 이를 위하여 1984년에 위성에서 관측한 Landsat 영상을 이용하였으며, 과거에 확인할 수

있는 다양한 지형공간자료를 수집하여 적용하였다.



그림 6. Landsat을 이용한 삼차원 댐 이미지
Fig. 6 3D DAM image restoration using Landsat

2.2.3 대학캠퍼스의 3차원 공간 구성

1990년대 후반부터 위성원격탐사영상을 이용한 국토공간정보의 디지털 영상 정보의 활용성이 크게 부각됨에 따라 여러 분야에서의 공간구성을 시도하여 얻은 결과물로서 IKONOS 팬크로 영상과 건물의 표고를 매칭하여 대학캠퍼스를 입체적으로 조망하여 한눈에 조망할 수 있도록 하였다.

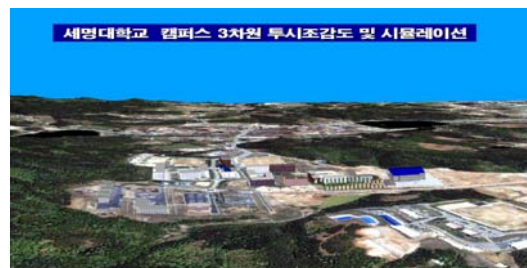


그림 7. 공간 데이터에 의한 삼차원 캠퍼스 원근 이미지

Fig. 7. 3D Campus perspective image by spatial data

2.2.4 향측 LIDAR에 의한 도시공간 구성

최근에 가장 공간 높이 취득시의 정밀도가 높아서 그 이용에 관심이 고조되고 있는 항공기를 이용한 LiDAR 데이터의 수집이 가능해짐에 따라 도심지의 밀집 건물의 입체적 도시공간의 구성이

손쉬워지고 있다. 따라서 위성영상이나 항공사진에 잘 나타나지 않는 고밀도의 고정도의 스캐닝 영상을 항공 사진이나 영상지도와의 정확한 매칭 기법에 의하여 디지털 유니쿼터스 입체 공간도시를 만들어 가는 영상정보를 표현할 수 있도록 작성한 것이다.

II. 결론

3차원 U-City의 기본 구성과 활용은 각 분야마다 그 규모와 구성내용이 매우 다르기 때문에 한마디로 설명할 수는 없다. 이러한 다양한 3차원 공간정보를 생성하여 U-city에 적용하기 위해서는 적용하고자 하는 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 수치지형도가 완비되어져 있으며 사용시점에 대한 최신의 영상 자료 등을 항공라이더를 이용하거나 최근에 촬영된 위성영상의 공간자료를 미리 수집하거나 주문하여 확보해야만 유무선 통신설비와 센서 네트워크를 구축하는데 유용하게 활용할 수 있을 것이다.

특히 3D U-city에서는 다양한 레이블 공간정보를 다른 정보와 융합하여 서비스를 제공해야 하는 경우가 많으므로 일부 특정지역에 대하여는 상세한 3D 도시모델을 재구성하여 Network과 필요시에 제공할 수 있어야 하므로 세심한 작업이 요구된다. 보다 효율적인 3D U-city 모델을 생성을 위하여 항공 LiDAR와 같은 고밀도 고정도의 공간정보를 수집하여 활용하는 것이 가장 좋은 정보수집분만 아니라 최신의 3차원 공간도시를 서비스하기 위한 가장 이상적인 수단이 될 수 있을 것으로 사료된다.

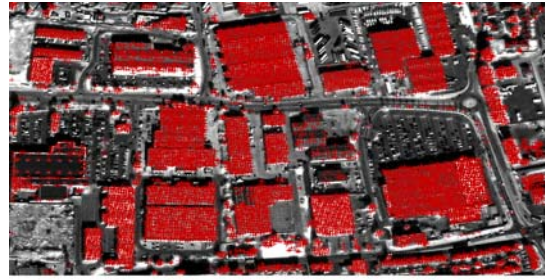


그림 8. Airborne LiDAR을 이용한 삼차원 도시 원근 이미지

Fig. 8 3D City perspective image by Airborne LiDAR

III. 기존방법과의 비교와 차이

3차원의 도시공간을 구성하기 위하여는 실제로 지형측량과 컴퓨터 지원 설계 프로그램을 이용하여 대부분 수작업에 의하여 하나하나 위치정보를 수집하고 입력변환하여 작성되어져야 한다. 규모가 작은 지역은 적은 비용으로 지금까지 이러한 방법으로 진행하고 있으나, 초기 조사와 현장측량, 계산 및 도화작업으로 인한 시간손실과 고비용으로 점차 새로운 방안을 모색하고 있다.

특히, U-City에서의 핵심이 되는 USN을 위하여는 실제 3차원 공간의 구성과 연결이 중요한 정보 인플라이므로 이것을 해결하기 위하여는 3차원 공간 영상을 고해상도의 원격탐사 영상을 이용하여 생성하고 이것을 정확한 위치정보와 결합하여 이용할 수 있는 기법이 현재까지의 최적의 솔루션으로 제시되고 있어 기존의 3차원 공간 구성 방법과는 크게 구별되고 있다.

따라서 본 연구의 결과로 제시한 4가지의 3차원 공간영상의 생성과 활용은 U-City 공간의 3차원 영상으로의 생성과 활용에 있어서 차별화된 우수한 비교대안으로 제시하였다.

참 고 문 헌

- [1] 김대식, 정하우, 2002, 농촌마을개발의 시설배치 및 시각적 평가 지원을 위한 공간계획 모형, 한국농공학회지 44(6), pp. 71-82.
- [2] 김영배, 서정현, 임삼성, 2002, 항공레이저 매핑시스템에 의한 DTM 생성의 정확도 분석, 한국측량학회지, 20(2), pp. 105-110.
- [3] <http://www.optech.on.ca/aboutlaser.htm> #hydro Linkopings Universitet, Sweden, June, 1998.
- [4] 신영호, 홍수지도 시범제작 방안, 2002, 한국수자원학회지, 35(4).
- [5] 최윤수, 한상득, 위광재, 2002, 도화면도를 이용한 LIDAR DEM의 정확도 평가, 한국측량학회지, 20(2), pp. 127-136.
- [6] Albert, C.P.Lo and Yeung, K. W., 2002, Concepts and Techniques of Geographic Information Systems, Prentice Hall.
- [7] 연상호, 이영대, 2007, 철도노선관리에서의 LIDAR 데이터 기반의 3차원 궤적 모델 생성 및 적용, 한국철도학회 추계학술대회 논문집, pp.
- [8] 연상호, 2004, 충주댐 수몰지구의 3차원 영상복원 기법에 관한 실험적 연구, 한국측량학회지 21(1), pp. 45-51
- [9] 연상호, 2004, 국토조사 및 설계지원에서의 투시조감도 생성 및 지형시물레이션 연구, 한국지적학회지, 11(2), pp. 189-204

저 자 소 개



연상호(정회원)

- 1983년 서울대 공과대학(학사)
- 1985년 서울대 공과대학(석사)
- 1990년 서울대 공과대학(박사)
- 1999년-현재 세명대 토목공학과 교수

<주관심분야: 공간영상콘텐츠 제작, 원격탐측, 유비쿼터스, GIS, GPS, LBS >



이영대(중신회원)

- 1985년 서울대 공과대학(학사)
- 1987년 서울대 공과대학(석사)
- 1998년 서울대 공과대학(박사)
- 1999년-현재 세명대 정보통신학부 교수

<주관심분야: 임베디드 시스템, 유비쿼터스>