

Web GIS 기반의 3차원 농촌경관 시뮬레이션

박미정 · 이승연 · 최진용* · 김한중** · 김상범

농촌진흥청 농촌자원개발연구소 · *서울대학교 조경 · 지역시스템공학부

**한경대학교 지역자원시스템 공학과

Web GIS Based Three Dimensional Landscape Simulation for Rural Area

Park, Mee Jeong · Lee, Seung Yeon · Choi, Jin Yong* · Kim, Han Joong** · Kim, Sang Bum

Rural Resource Development Institute,

**Dept. of Rural Systems Eng., Seoul Nat'l Univ.*

***Dept. of Rural Resources and Systems Eng., Hankyong Nat'l Univ.*

ABSTRACT: In 2007, Google has introduced a novel approach to model some cities from around the world by utilizing vast amount of information provided by internet users. They essentially built an efficient engine to collect and compile enormous stream of data that are necessary to reproduce fine details of a city. In this Letter, we propose an implementation of this novel approach to establish a Web-based visualization of rural landscape and scenery. We later demonstrate its feasibility by constructing a 3D model of Namsa-ri, Danseong-myeon, Sancheong-gun, Gyeongsangnam-do.

Key words : rural area, landscape simulation, Web GIS, visualization, 3 dimension

I. 서 론

차세대 web을 뜻하는 Web 2.0은 불특정다수의 인터넷 사용자가 제공하는 정보가 집약되어 새로운 가치가 창출되는 비즈니스로 발전하고 있다(강호석, 2006). 국내 대표적인 성공 사례는 네이버의 신지식in 서비스, 판도라 TV가 있다. Web 2.0에서는 사용자가 능동적으로 정보를 생산해내는 역할을 하게 된다. 국내에서는 아직 동영상, 사진, 검색서비스 등의 분야에만 제한적으로 사용되고 있지만 미국의 Google에서는 이미 GIS에 web 2.0을 접목시킬 수 있는 여러 기술들을 선보이고 있다. 대표적인 사례가 3D warehouse이다. 예전에 개발자에 의해 막대한 예산으로 3차원 가상 도시를 구축하던 것이 인터넷 이용자가 만들어 제공하는 3D model로 쉽게 구현이 가능하게 되었다. 다시 말해 불특정 다수의 인터넷 사용자가 하나

의 도시를 건설할 수 있게 된 것이다. 현재 3D warehouse에서는 대부분의 사용자가 외국의 주요 건물을 모델링하는데 주력하고 있어 우리나라 농촌을 모델링하기에는 모델들이 거의 전무한 것이 사실이다. 따라서 본 연구에서는 구글의 GIS 기술을 농촌 시뮬레이션에 도입하기 위한 기법을 검토하고 적용하는 것을 목적으로 한다.

II. 이론적 배경

1. 기존 연구

국내외에서 3D 가상도시 구축 및 경관시뮬레이션을 위해 인공위성 영상(항공사진)과 DEM, 건물모델측면 이미지를 이용하는 사례 연구는 1990년대부터 많이 수행되었다. C.Lin과 R.Nevatia(1998), Vanden과 Frank(1998), Baillard 과 Maitre(1998), Noronha과 Nevatia(2001)은 가상 도시 구축 및 도시모델링을 위해 위성영상 이미지로부터 건물을 추출하고 생성하기 위한 연구들을 수행하였다.

Corresponding author : Park, Mee Jeong

Tel. : 031-299-0516

E-mail : mjpark@rda.go.kr

김재윤(2001)은 디지털 캠코더나 디지털 카메라로 획득한 표면자료(텍스처)를 건축물이나 각종 시설물 등의 모델 구축에 활용하여 시각성과 사실감 있는 가상도시 구축 방법을 제안하였으며 유복모(2005), 유병현과 한순홍(2005)는 항공사진과 수치지형도를 이용하여 건물의 정보를 추출하여 효과적인 3차원 건물 모형을 생성하는 기법에 대한 연구를 수행하였다. 이외에도 조영욱(2004), 김성수 등 (2003), 유복모(2005), 사석재(2004), 손홍규 등 (2005) 도 도시모델링을 위해 건물모델을 자동으로 생성하는 방법에 관한 연구를 수행하였다. Forstner(1999)는 많은 연구자들에 의해 개발된 건물 추출 알고리즘의 효율성, 정확성을 측정하고 비교 분석하는 연구를 수행하였다. 국외에서는 위성영상과 지상에서 촬영한 사진으로 텍스처 맵핑을 통해 현실세계에 가까운 도시모델을 구축하는 많은 사례 연구(Batty 등, 2001) 뿐만 아니라 실제 60여개의 세계 주요 대도시 모델을 구현하는 프로젝트가 진행되어 활용되고 있다(Shiode, 2001). 국내에서는 김병철과 원광연(2004)은 도시설계과정에서 빠른 설계안 제시와 환류를 지원하기 위해 GIS에 기반하여 도시를 설계할 수 있는 가상현실 시스템을 구현하여 서울시 청계천 모델에 적용한 연구를 수행하였다. 또한 송상훈과 조명희(2007)은 지상용 LiDAR를 이용하여 건물 및 도로에 대한 3차원 도시정보를 획득하고 인터넷 기반 차세대 VRML언어인 X3D로 가상도시를 구현하는 연구를 수행하였다.

그러나 한국 농촌 경관의 경우 간단한 구조의 건물로 이루어진 도시 환경과는 달리 대부분 자연 요소로 구성되어 있어(정윤희(2002), 조현길(2005)) 도시경관 시뮬레이션 기법을 그대로 적용할 수 없기 때문에 농촌경관시뮬레이션에 대한 연구가 필요하다. 농촌 경관 시뮬레이션을 위해서는 현실 세계에 가까운 지형 시뮬레이션이 중요하다. 따라서 3D VRML이나 3D 자바를 통해 구현

되는 지형은 실제 정확도를 갖기 힘들기 때문에(황재홍 등, 2001) DEM데이터와 항공사진이나 고해상도 위성 영상으로 제작한 지형 모델과 가상현실기술이 접목된 시뮬레이션 기법이 제안되어야 한다.

한편 구글, MS와 같은 주요 IT업체들이 지리정보시스템에 가상현실기술을 접목하여 현실세계를 사실적으로 표현하여 제공하는 사업들을 추진하고 있다. 구글에서 제시한 Google Earth는 정사영상을 바탕으로 하여 3차원 빌딩 및 시설을 배치할 수 있도록 하는 기술을 개발하였으며 MS는 45도 항공영상을 바탕으로 3차원 시각화를 띄우고 있는 점이 큰 차이점이라 할 수 있다. Google Earth는 위성영상을 사용하기 때문에 확대 했을 때 영상이 뭉쳐져 흐릿하게 보이는 문제가 있는 반면 해상도의 차이는 있을 지라도 전 세계의 위성영상을 제공하고 있고 사용자가 3차원 모델을 구축하여 배치할 수 있게 하고 있다. 이에 반해 MS Windows Live Local은 45도 항공사진을 이용하기 때문에 3차원 모델링 작업이 필요 없을 뿐만 아니라 시각적으로 매우 사실적이다. 그렇지만 항공사진 촬영 비용으로 인해 매우 협소한 지역만을 서비스 하고 있는 취약점이 있다. 또한 사용자가 편집할 수 있는 인터페이스를 제공하지 않아 개방성에 문제가 있다. 따라서 영상 갱신이 자유롭고 사용자가 원하는 지역의 3차원 모델을 구성해 보기에는 Google Earth가 적합하다.

2. 구글의 GIS 기술

2.1 구글 어스(Google Earth)

기존의 3차원 가상도시공간정보를 구축하기 위해서는 대용량 항공사진 데이터베이스 응용기술, 실시간 대용량 자료 처리 기술, 3차원 그래픽 처리기술, 가상현실 기술 등의 제반요소기술들의 종합적인 적용이 필요하였다(김

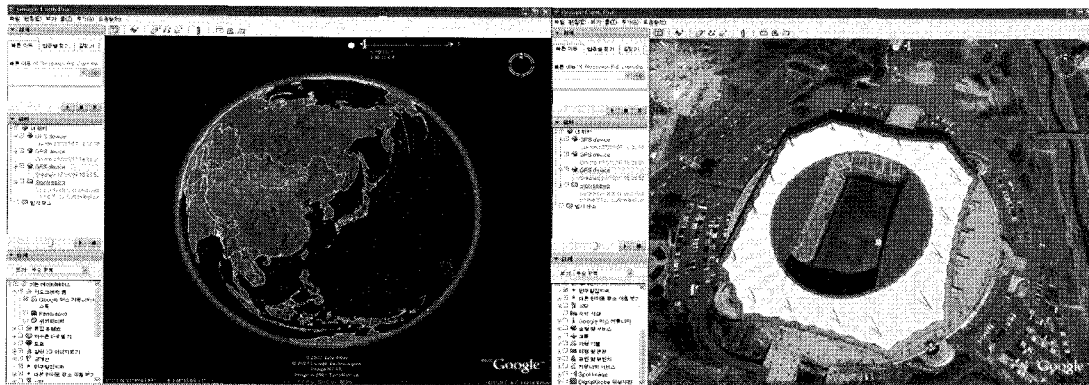


Figure 1 구글 어스 메인화면과 구글 어스에서 바라다 본 상암 월드컵 경기장.

상봉과 조우진, 2007). 구글 어스는 이 모든 것을 갖추고 일반 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 제공하는 서비스이다. 구글이 제공하는 서비스로 위성 이미지, 수치지도, 지형 및 3D 건물 정보 등 전 세계 지역 정보를 제공한다. 세계의 여러 지역들을 볼 수 있는 세계 최초의 위성 영상지도 서비스로 2005년 6월부터 배포하기 시작하여 현재는 행성을 관찰할 수 있는 스카이 기능을 제공하고 있다. 표준적인 해상도는 15m로 대도시나 특별한 시설에 대해서는 1m 고해상도 사진이 제공되고, 최대 60cm, 30cm, 15cm 해상도의 사진이 사용되기도 한다. 또한 미국, 유럽, 일본 등의 몇몇 국가는 위성사진 이외에도 항공사진, 도로, 시설물 등 각종 정보가 구축되어 제공되고 있으나, 이외의 국가는 아직 지원되지 않고 있다.

2.2 구글 스케치업(Google SketchUp)

SketchUp™은 3D 모델링 프로그램으로 평면으로 구성되어 있는 것을 밀고 당겨 AutoCAD™를 모르더라도 간단히 3차원 형태를 구성할 수 있도록 만든 3D 모델링 프로그램이다. 2006년 구글에 인수되면서 구글 어스와

연동하여 사용할 수 있어 제작한 3D 모델을 바로 구글 영상에 올려 볼 수 있도록 서비스를 제공하고 있다. 또한 자신의 조형물을 3D warehouse™에 등록하여 다른 사용자와 공유할 수도 있다.

2.3 구글 3D 창고(Google 3Dwarehouse™)

Google 3Dwarehouse™는 SketchUp™ 사용자가 만든 어떤 조형물을 공유하고 협동 작업을 할 수 있는 웹사이트로 사용자가 만들어 3D객체를 업로드할 수도 있고 다운받을 수도 있다. 예전에 막대한 자본을 투자해 구축되던 3D 모델을 다양한 분야의 사용자들의 참여를 통해 스케치업을 통해 매우 쉽고 빠르게 만들고 공유할 수 있는 장점이 있다. 이로 인해 미국이나 캐나다의 캠퍼스 만들기 대회 등도 온라인으로 개최하기도 하며, 사용자의 참여로 주요 도시를 구축하는 프로젝트가 이루어지고 있다.

2.4 구글 맵스(Google Maps™)

구글 맵스는 구글의 지도 서비스로 길찾기, 대중교통

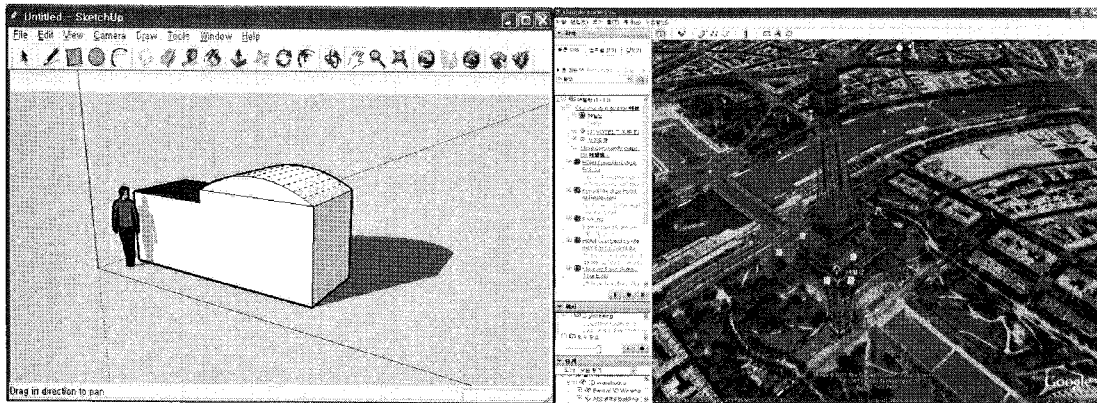


Figure 2 스케치업 메인화면과 스케치업으로 작성하여 구글 어스에 올린 파리 에펠탑 전경.



Figure 3 구글 3D Warehouse의 메인화면과 구글 어스에 올려진 Best of 3D Warehouse™.

서비스 운행표 등의 교통정보를 제공하기 위한 지도 서비스로 다른 지도 서비스들과 달리 고해상의 Street View를 제공하고 있다. 이는 미국의 주요 도시 지역의 여러 거리들의 360도 회전 사진으로 위성 사진을 보완하는 역할을 한다. 또한 지도에 사용자가 원하는 글과 사진을 추가할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

2.5 구글 맵스 API (Google Maps Application Programming Interface)

매쉬업은 웹 상으로 제공되고 있는 정보나 서비스를 융합하여 새로운 소프트웨어나 서비스, 데이터베이스 등을 만드는 것으로, 웹 2.0의 구성요소로 주목받고 있다. 구글이 제공하는 지도 서비스 기술을 웹 서비스로서 API를 공개하고 있다. 이들 기능에 독자적인 유저 인터페이스를 융합하여 새로운 서비스가 제공되고 있다. 미국을 중심으로 다수의 매쉬업 사례가 등장하여, 범죄 통

제정보, 허리케인 정보, 주유소의 가격정보처럼 실용적인 것에서, 온천정보, UFO 목격정보, 뉴욕의 영화 로케이션 현장 정보처럼 취미나 엔터테인먼트에 관한 여러 종류가 있다(wayfaring.com, explorationage.com). 구글맵스 API를 통해 구글의 기술이 IT벤처기업들에게 제공됨으로써 3차원 모델로 보다 현실세계에 가까운 구글 어스 속에서 게임을 즐긴다던지 채팅을 하는 등의 second life(가상세계)가 구현될 것이다

III. 연구 방법

본 장에서는 농촌진흥청의 농촌어메니티조사사업 결과를 분석하여 농촌경관의 특징에 대해 고찰하고, 이를 반영하여 구글의 GIS 기술을 농촌경관 시각화에 적용하기 위한 방안을 제안하고자 한다.

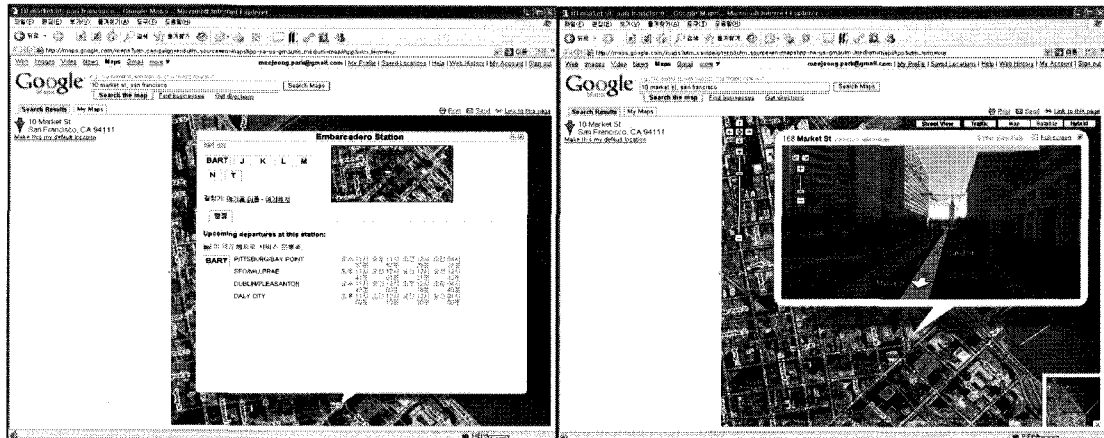


Figure 4 구글 맵스의 교통정보 제공화면과 Street View 서비스.

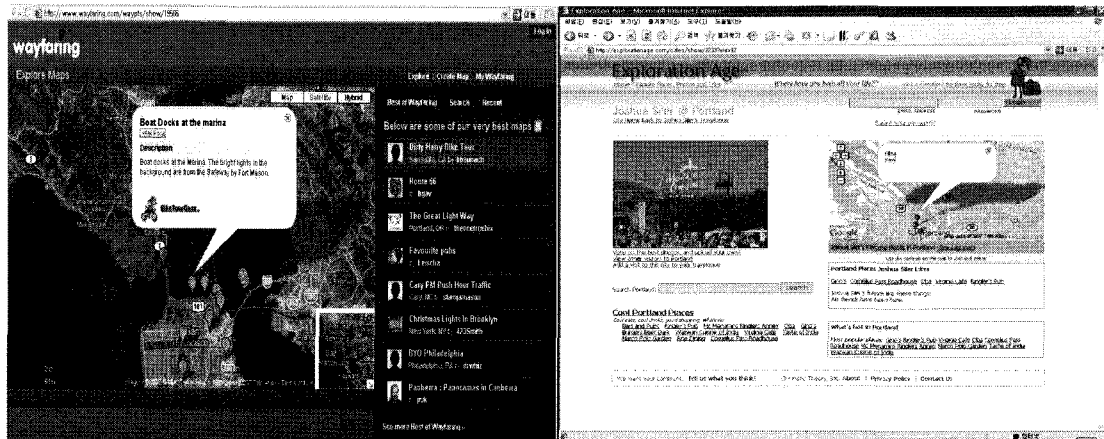


Figure 5 구글맵스API로 자신의 지도를 쉽게 만들 수 있는 서비스를 제공하는 사이트. (www.wayfaring.com, explorationage.com)

2005년 어메니티 조사 사업 결과, 경기 등 9개도의 149개 읍면 3,744개 마을의 자원(농촌진흥청, 2005) 중 3차원 Visualization(시각화)이 가능한 자원은 경관자원과 시설물자원, 전통자원이다. 경관자원은 마을의 대표적인 농업경관, 하천경관, 산림경관, 주거지 경관을 말하며, 시설물자원은 농촌마을의 중심시설로 공동생활시설, 기반시설, 공공편의시설, 환경관리시설, 농업시설 등으로 대표적인 자원이 학교, 마을회관, 읍사무소, 집하장 등으로 대부분 생활 시설이다. 또한 전통자원은 고가, 석비 등의 전통건조물, 신앙공간, 전통주택, 마을안길, 마을안내석 등의 상징물 등을 말하여 순교지, 절 등과 같이 그 지역에서 명소라 불리는 관광지와 묘, 기념비 등이다(농촌자원개발연구소, 2005). 농촌경관요소 중 3차원 모델링이 필요한 부분은 전통자원과 시설물자원이며 이는 대부분 전통문화재 또는 고택들이다. 이는 대개 빌딩, 아파트, 가로수, 가로등 등의 3차원 도시경관 모델링 요소(장문현, 2005)와는 규모와 형상에서 차이가 있다. 따라서 건물은 많은 연구에 의해 외곽과 높이 데이터로 자동 생성(김성수 등, 2003, 유복모 등, 2005, 손홍규 등, 2005), 표면자료(텍스처)로 인한 현실성 있는 모델 생성이 가능하지만(김재운, 2001) 전통건조물의 경우는 형태가 다양하여 자동 생성에는 한계가 있다.

일반적으로 경관시물레이션은 대상지역의 수치지도, 항공사진영상을 이용하여 정사투영영상을 제작하고 사실감 있는 3차원 건물 생성을 위해 건물 텍스처 정보 수집, GPS측량과 항공사진을 이용해 건물의 높이 값 추출 등의 과정을 거쳐 3차원으로 구축한 후 3차원 가상현실 기술을 접목하여 구현되고 있다(이영진 등, 2006, 김상봉과 조우진, 2007, 유병현과 한순홍, 2004, 황재홍 등, 2001, 연상호, 2000, 최병길, 2002). 이러한 기술을 이용하여 국내에서 2004년 3차원 가상도시 구축 시범사업으로 대전 광역시 일부지역을 구축한 사례도 있다. 이처럼 국내의 3차원 가상도시 구축 및 도시경관시물레이션은 자료의 효율을 극대화하기 위해서는 웹을 기반으로 제작되어야 한다. 이를 위해서는 대용량 항공사진 데이터베이스 응용기술, 실시간 대용량 자료 처리 기술, 3차원 그래픽 처리 기술, 가상현실 기술, 데이터 표준화 기술 등의 제반 요소 기술의 종합적인 적용이 필요할 것이다. 앞에서 언급한 것과 같이 구글은 이미 이러한 요소 기술을 개발하여 웹을 통해 막대한 양의 데이터를 제공하고 있으며 사용자에게 공개하고 있다. 또한 이미 구글 어스를 통해 3차원 가상세계를 세계의 주요 대도시를 중심으로 구축하는 움직임이 일고 있다. 구글을 이용한 3차원 도시 시물레이션에서도 대부분 구글스케치업의 모델을 이용하여 현실과 가까운 세계를 구현하고 있다. 농촌의

조형물은 도시건물에 비해 상당히 작아 시거리가 멀어질 경우나 구글 어스에 위치시켰을 때 상세한 모습을 구현할 수 없는 문제가 있으며 도시경관에 비해 논, 밭, 하천, 도로, 인가, 산림 등으로 보다 더 다양한 패치(patch)를 가지는 특징이 있다(이도원, 2001). 이러한 특징을 고려하여 구글에서 제공하는 여러 가지 서비스들을 이용한 농촌경관 시물레이션 방법을 다음과 같이 제안하였다.

1. 구글 어스를 이용해 지형모델링 및 가상현실 서비스 제공하며,
2. 구글 스케치업을 통해 3D 모델을 제작하여 조형물의 크기는 자유자재로 조절이 가능하므로 유연성이 있어 유사한 모델은 이를 재사용하게 하며,
3. 3D warehouse로 공유함으로써 유사건물에 적용이 가능하고,
4. 3D 조형물 주위의 전경은 panoramic을 이용해 상세한 사진을 제공한다.

IV. 연구 결론

앞에서 언급한 방법을 이용해 농촌경관을 시물레이션 하고 검토하고자 2005년 농촌어메니티조사지역 중에서 대상지를 선정하여 모델링 요소를 추출하였다. 대상지는 경상남도 산청군 단성면 남사리 예담촌으로 이 마을은 니구산과 그 아래를 휘감아 흐르는 사수(泗水, 남사천 청계(淸溪))가 조화를 이룬 마을로 예로부터 선비와 명문가들의 명성 그대로 지금까지 귀중한 역사자료가 되어온 고가들이 군집해 있다(Figure 6). 이처럼 단성면 남사리 예담촌은 고가들이 군집해 있고 예전 모습이 잘 보존되어 있어 3차원 모델링에 적합할 뿐만 아니라 2005년 자원조사가 수행되어 데이터가 수집되어 있는 지역이다. 농촌진흥청의 농촌어메니티정보시스템¹⁾에서 제공하는 자료에 의하면 3차원 모델링이 필요한 자원은 총 25건의 전통자원과 시설물자원으로 자세한 사항은 다음 Table 1과 같다.

먼저 구글 어스를 이용해 대상지역의 영상 서비스 수준을 확인한 결과 현재까지는 마을단위 시물레이션에 적합한 해상도를 지원하고 있지 않아 국내 영상서비스 업체인 콩나물²⁾에서 제공하는 이미지를 중첩하여 보완하였다. 그 결과 다음 Figure 7과 같다. 지형모델링 후 사효재의 3차원 모델을 구축하였다. 사효재는 다른 고가보다도 규모가 작아 모델링이 단순하면서도 고가의 특징을 충분히 재현할 수 있어 사효재를 선정하였다.

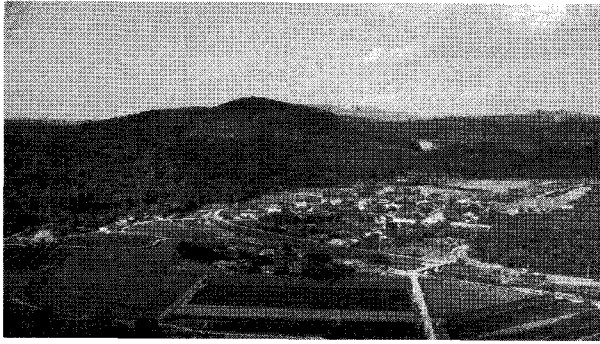


Figure 6 단성면 남사리 예담촌 마을 전경.
(<http://rural.rda.go.kr>)

Figure 8은 1983년에 전통취락조사연구를 통해 실측된 사효재의 입단면도이며 Figure 9는 이를 이용해 AutoCAD로 3차원 모델을 생성하는 과정을 설명한다. Figure 10은 구글의 스케치업과 3D warehouse™를 이용해 3차원 조형물을 구글 어스에 올리기 위한 KML형식의 GIS 파일을 생성하고 웹을 통해 공유하는 과정을 보인 것이다. 최종적으로 Figure 11은 구글 어스를 이용해 지형, 3차원 조형물, 상세 전경 사진을 통해 농촌경관을 시각화 하여 제공하는 것을 보여준다. 이는 향후에는 구글 맵스 API를 이용해 웹 서비스로 제공되어야 할 것이다.

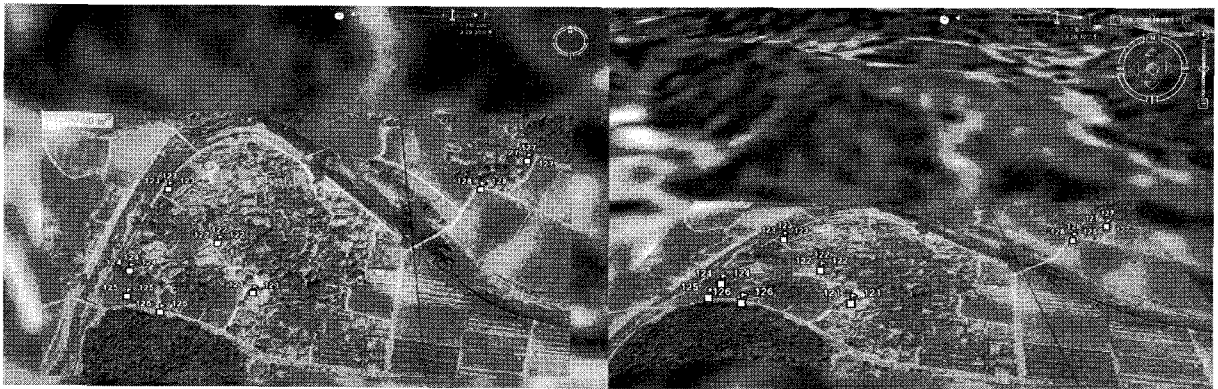


Figure 7 남사마을 영상 사진(구글 어스에 이미지 합성).

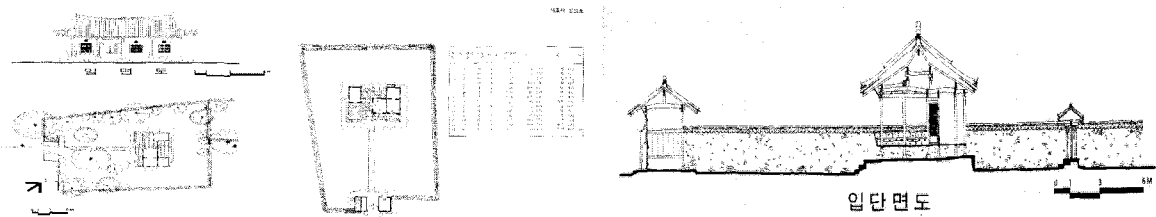


Figure 8 사효재 평면도, 오른쪽부터 입면도, 창호표, 단면도(울산공과대학 건축학과, 1983).

Table 1 산청군 단성면 남사리 예담촌 3차원 모델링 요소(<http://rural.rda.go.kr>)

항목	남사마을 자원
소하천다리	남사천 다리
마을회관	마을회관
전통주택	최재기고가, 이상택고가, 니사재, 여사정, 사양정사, 초포정사, 내현재, 사효재, 망추정, 영모재, 이동서당, 삼백헌, 채납정, 남호정사, 삼화재
학교	남사초등학교
휴담	돌담
창고	마을공동창고
기타	마을 안내판, 효자비, 원종공기념비, 이교식교육감추모비, 이제지비

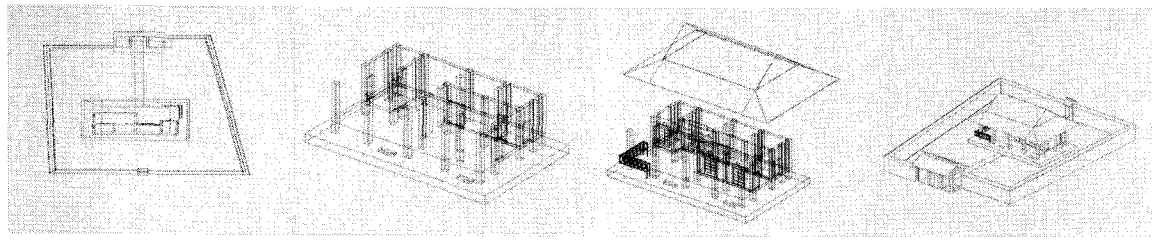


Figure 9 2차원 단면도로부터 3차원 캐드작업 과정.

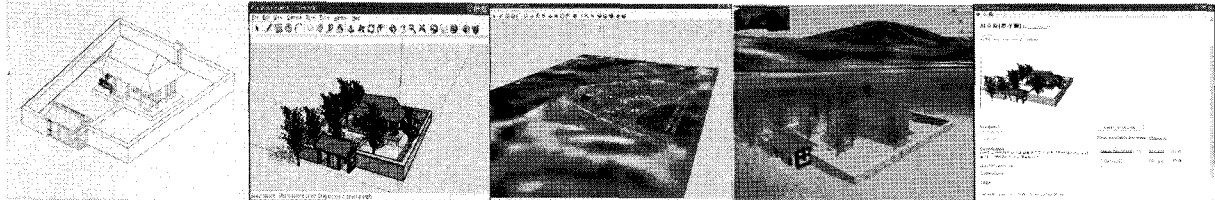


Figure 10 SketchUp™으로 텍스처 매핑 및 구글 어스에 올리는 과정.

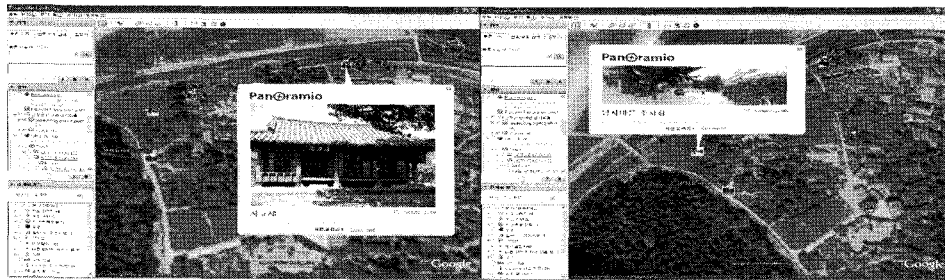


Figure 11 3차원 모형과 모형의 사진을 구글 어스에 올린 화면.

IV. 결 론

본 연구에서는 구글의 GIS 기술을 농촌 시뮬레이션에 도입하기 위한 기법을 검토하고 적용하는 것을 목적으로, 구글에서 제공하는 Web GIS 서비스(Google Earth™, Google SketchUp™, Google Panoramio™, Google Maps, Google Maps API)를 종합적으로 검토하여 농촌경관 시각화에 적용하기 위한 방안을 개발하였다. 구글 스케치업으로 지상에서 촬영한 사진을 이용해 텍스처 매핑을 하여 실제에 가까운 3차원 시설 모델을 구축하고 구글 어스에 위치시킴으로써 3차원 WebGIS에 기반한 시뮬레이션 기법을 제안하였다. 또한 구글 3Dwarehouse와 구글 Panoramio를 통해 3차원 시설 모형의 축적 및 공유, 시설물의 사진 서비스 체계를 제안하였다. 이 서비스들은 구글맵스 API를 통해 구글 어스 어플리케이션이 아닌 웹으로 제공될 수 있다. 이렇게 제안한 과정을 농촌어메니티조사사업 2005년 사업대상지 3600여 마을 중 경상

남도 산청군 단성면 남사리에 적용해 본 결과 농촌 지역의 해상도 높은 영상이 제공되고 사용자의 참여를 유도하여 농촌의 3차원 시설물 모형이 개발된다면 농촌관광을 위해 미리 체험해보기 위한 정보제공의 역할 뿐만 아니라 지역 계획 및 개발자를 위한 농촌경관시뮬레이션으로도 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

구글 뿐만 아니라 다른 GIS개발업체들에서도 최근 UCC 등 불특정다수의 인터넷 사용자가 제공하는 정보가 집약되어 새로운 가치를 창출하는 web 2.0 시대에 맞춰 GIS 역시 where 2.0으로 개발 방향을 전환하고 있다. 따라서 본 연구에서 시범 적용한 기술들을 도입해서 새로운 서비스를 제공하여 농촌의 자원의 공유와 국민의 참여를 유도할 수 있는 방향으로 농촌어메니티자원정보 서비스가 발전해 나가야 할 것이다. 사용자가 능동적으로 생산해내는 정보를 효과적으로 집약하여 서비스 한다면 농촌자원의 산업화 등의 부가가치 극대화를 위한 여러 묘안들이 사회적 수요에 맞는 방향으로 제공되고 발전될 수 있을 것으로 기대한다.

주1) <http://rural.rda.go.kr>
 주2) <http://www.congnamul.com>

참고문헌

1. 김병철과 원광연, 2004, ArchiCAT: 도시설계를 위한 가상현실 시스템;
http://vr.kaist.ac.kr/publication/proceed_dom/2004/pd2004_03.pdf
2. 강호석, 2006, GIS 2.0 : 소비자 참여형 GIS에 대한 고찰, 한국GIS학회 14(3) : 261-270.
3. 김상봉, 조우진, 2007, 수치사진측량 기술을 이용한 3차원 가상도시공간정보 구축 및 활용에 관한 연구, 한국측량학회 학술발표논문집 : 421-425.
4. 김성수, 임일식, 김병국, 2003, 3D 가상도시 구축을 위한 건물모델 구축 연구, 한국GIS학회 춘계학술발표논문집 : 328-333.
5. 김재윤, 2001, 사이버도시 실현을 위한 3차원 공간 데이터베이스 구축과 활용, 한국GIS학회지 9(2) : 325-240.
6. 농촌진흥청, 2005, 농촌어메니티 종합기반기술 구축 사업 농촌어메니티 자원조사보고서, 농업과학기술원 농촌자원개발연구소. :49-53
7. 손홍규, 박정환, 김호성, 2005, IKONOS 컬러 입체영상을 이용한 대규모 도심지역의 3차원 건물복원, 아시아 태평양 국제 GIS 학술포럼논문집 : 85-91.
8. 송상훈, 조명희, 2007, GIS와 X3D를 활용한 가상도시 구현, 한국콘텐츠학회 춘계학술대회논문집 5(1) : 11-15.
9. 연상호, 2000, 위성영상을 이용한 춘천지역의 3차원 입체영상지도 생성에 관한 연구, 한국지리정보학회지 3(4) : 1-10.
10. 유병현, 한순홍, 2004, 지리정보를 이용한 비행 시뮬레이터의 가상환경 구축, 한국 CAD/CAM학회 논문집 9(2) : 148-157.
11. 유병현, 한순홍, 2005, 항공사진과 수치지도를 이용한 도시 건물의 이미지 기반 모델링, 한국지리정보학회지, 8(1) : 49-62.
12. 유복모, 진경혁, 유환희, 2005, 항공사진을 이용한 3차원 도시 모형 생성, 한국측량학회지, 23(3) : 233-238.
13. 이도원, 2001, 경관생태학: 환경계획과 설계, 관리를 위한 공간 생리, 서울대학교 출판부.
14. 이영진, 석진창, 이준혁, 2006, 항공사진영상에 의한 3차원 경관모델링 연구, 한국지리학회지 22(1) : 155-163.
15. 울산공과대학 건축학과, 1983, 전통취락 실측조사연구, 울산공과대학 건축학과 : 58-59, 73
16. 최병길, 2002, 수치사진 및 GIS에 의한 도시경관 시뮬레이션, 한국측량학회지 20(3) : 323-329.
17. 황재홍, 김상호, 류근호, 2001, 위성영상을 사용한 3D Visualization 과 3D애니메이션 구축, 한국지리정보학회 춘계학술대회논문집: 1-7
18. Batty M., Chapman D., Evans S., Haklay M., Koppers S., Shiode N., Smith A. and Torrens P.M., 2001, Visualizing the city:communicating urban design to planners and decision-makers, Planning Support System : 405 -443.
19. C. Baillard and H. Maitre, 1999, 3D Reconstruction of Urban scenes from Aerial Stereo Imagery: A Focusing Strategy, Computer Vision and Image Understanding, 76(3) : 244-258.
20. C. Lin and R. Nevatia, 1998, Building detection and Description from a Single Intensity Image, Proc. Computer Vision and Image Understanding, 72(2) : 101-121.
21. H. Vanden and A.Frank, 1998, 3D Reconstruction from a Single Image Using Geometric Constraints, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 53(6) : 354-368.
22. Narushige Shiode, 2001, 3D Urban models: Recent developments in the digital modelling of urban environments in three-dimensions, GeoJournal 52 : 263-269.
23. S. Noronha and R. Nevatia, 2001, Detection and Modeling of Buildings from Multiple Aerial Images, IEEE Trans, Pattern Analysis and Machine Intelligence, 23(5) : 501-508.
24. W. Forstner, 1999, 3D-City models: Automatic and Semiautomatic Acquisition Methods, Proc. Photogrammetric Week, Univ. of Stuttgart, Inst. for Photogrammetry, 291-303;
<http://www.ifp.uni-stuttgart.de/publications/phowo99/foerstner.pdf>

* 접수일 : 2007년 11월 5일

■ 3인 익명 심사필