
환경영향평가를 위한 VR기법으로 현실감을 고려한 도로설계

최 현*

The Environmental Impact Assessment of at Road Design in the Light of the Sense for the Real from the Virtual Reality

Choi, Hyun*

이 논문은 2006년도 경남대학교 학술장려금을 지원받았음

요 약

본 연구에서는 환경영향평가를 위한 도로설계단계에서부터 가상현실기법으로 현실감을 고려한 도로설계기법에 관한 연구로 3차원 모델의 구축과 시뮬레이션을 통한 가시화 방법을 제시하였다. 제작된 3차원 모델은 도로공사 후의 모습을 시각적으로 극대화 시켜서 효율적으로 보여주는 수단이 될 것이다. 수치지도와 항공사진으로 생성된 다면체 모델을 구성하는 중요 구조물을 실제질감을 매핑하여 작업하였으므로 사실감을 더욱 높일 수 있었다. 본 연구를 기반으로 도로 노선으로 인한 장기간의 소모적인 협의기간을 단축하고 현행 환경영향평가에서는 사후적인 측면에서 구체적이고 다양한 저감대책을 심도 있게 다루어 보다 현실적으로 발전한 경관을 고려한 도로가 건설될 수 있도록 해야 할 것이다.

ABSTRACT

This paper is the environmental impact assessment of at road design in the light of the sense for the real from the virtual reality. For In this papers, This study developed 3D-model and virtual reality contents by suggesting the environmental impact assessment based on GIS in the road design. And, through this process, it's possible to visualize the environmental impact assessment by constructing the 3D-model and simulation. The 3D-model can be a method to show the road effectively by maximizing the road's shape visually after the construction. The main construction which composes polyhedron model that is generated from digital map and aerial photo is built by mapping the real texture, so the Sense for the Real was more heightened. Through this study, it must be made to shorten a long time exhausting period of conference and construct more real road after due scene consideration by specific and various low-cost strategy in the environmental impact assessment afterwards.

키워드

Environmental Impact Assessment, Road Design, Virtual Reality, GIS

I. 서 론

환경영향평가란 도로의 건설, 공업단지의 개발, 매립 등 대규모적인 개발사업을 시행할 경우 환경에 미치는 영향을 예측하여 평가하는 것을 말한다. 환경영향평가에서 최근까지 문제시되어 왔던 대부분의 사업은 대규모의 수자원개발사업, 공단조성사업 및 관광지개발사업 등이며 공통점은 사업의 규모가 커 대규모의 자연환경 파괴가 예상되는 사업, 국민들이 인지하고 있는 오염물질을 다량 배출하는 사업, 특정업자에게 혜택이 돌아가는 민간사업, 다수의 주민에게 피해가 예상되는 사업 등이다.

도로시설은 물자나 사람을 수송하는데 없어서는 안 될 가장 기본적인 공공시설이며 향후 지속적인 발전을 해나가야 할 부분이다. 그럼에도 불구하고 도로사업의 경우 사업의 특성상 선형으로 이루어져 있으며 구간별로 나누어 공사를 시행하므로 특정지역에 미치는 영향이 상대적으로 작으며 배출되는 오염물질의 경우도 피해반경이 적거나 대중들의 피해의식이 상대적으로 적은 대기 및 소음·진동에 국한되는 경우가 많고 공공사업이라는 특성 때문에 최근까지는 특별히 사회문제로 부각되지는 않았다.

장기간의 협의기간이 소요되는 도로사업의 가장 큰 문제점은 계획노선의 선정이다. 이는 가능한 자연환경(지형·지질, 생태계 등)의 훼손을 최소화하고자 하는 협의권자의 입장과 도로의 기능과 안전성, 경제성을 중요시하는 사업자와의 근본적인 견해 차이에서 기인하고 있다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 3차원 GIS기법의 VR시스템으로 도로설계를 실시하여 가상으로 주행시물레이션을 구현한다면 견해 차이를 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 우리나라에서 3차원 지형분석 S/W의 개발을 필두로 도로설계의 안정성을 분석하기 위해 연구되었다 [1, 2]. 그리고 3차원 GIS 기법으로 환경영향을 고려한 곡선부서거의 안정성 분석에 대한 연구가 수행되었으나 [3] 자연환경을 고려하지 않고 시거만 고려하였기 때문에 종합적인 환경영향평가를 위한 분석은 거의 이루어지지 못했다.

따라서 본 연구에서는 자연환경의 훼손을 최소화하고 생활환경의 질을 쾌적하게 유지시킬 수 있는 노선을 선택할 수 있는 방법으로 VR 기법으로 도로설계의 전 과정을 시물레이션 화하여 노선선정 단계에서부터 경관과 환경을 고려한 도로설계가능성을 검토하였다.

II. 본 론

2.1. 3차원 GIS

최근 컴퓨터의 급격한 발달로 GIS분야는 Desktop GIS와 Enterprise GIS, Web GIS를 거쳐서 실제공간을 디지털 공간에 옮겨놓은 3D GIS의 활용이 급격히 증가하고 있다. 현재까지 많은 연구들이 진행되어 왔고 [4,5] 가상현실 등과 같은 3차원 모델링에 대한 활용분야가 증가되고 있다. Xinhao(2005)는 2차원상의 분석내용을 3D-max와같은 모델링도구를 이용하여 3차원으로 모델링하고 이를 이용하여 시물레이션을 실시하였다 [6].

국내에서는 3차원 공간정보의 사용자의 요구 증대로 인하여 사회간접자본으로서 건설교통부에서 3차원 GIS 사업을 '04년부터 시범적으로 추진하고 있으며 기초지방자치단체 이상에 대한 일부도시를 선정하여 도시건물 및 제반시설물에 대하여 현재의 2차원 기반의 도형정보를 3차원으로 표현하여 각종 업무에 활용하는 분석 시스템을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 이에 국토연구원에서는 건설교통부로부터 3차원 GIS사업을 지원하기 위하여 「'04년 다차원공간정보구축 시범사업」에서 취득된 고정밀 DEM 및 디지털 영상을 제공하였으며 이에 대한 연구는 앞으로 더욱 발전될 것으로 보인다.

2.2. 환경영향평가

환경영향평가는 도로의 건설, 공업단지의 개발, 매립 등 대규모적인 개발사업을 시행할 경우 개발사업이 주변 환경에 미치는 영향을 예측하여 평가하는 것을 말한다. 일반적으로 대기, 수질, 소음, 자연환경, 생태계 및 경관 등의 항목에 관하여 환경에 대한 영향을 예측 및 평가하게 된다. 환경영향평가법 제2조제1호에는 제4조의 규정에 의한 환경영향평가대상사업의 사업계획을 수립함에 있어서 당해 사업의 시행으로 인하여 환경에 미치는 해로운 영향(환경영향이라 함)을 미리 예측·분석하여 환경영향을 줄일 수 있는 방안(환경영향저감방안이라 함)을 강구하는 것이라 하고, 동법 제4조제1항에는 환경영향평가대상사업의 종류를 ①도시의 개발 ②산업단지 및 산업단지의 조성 ③에너지개발 ④항만건설 ⑤도로건설 ⑥수자원개발 ⑦도시철도를 포함한 철도의 건설 ⑧공항의 건설 ⑨하천의 이용 및 개발 ⑩매립 및 개간사업 ⑪관광단지의 개발 ⑫체육시설의 설치 ⑬산지의 개발 ⑭특정지역의 개발 ⑮폐기물처리시설 및 분뇨처리시설의 설치와 동법 시행령

제2조 제1항 제1호에 국방·군사시설의 설치사업 토석·모래·자갈·광물 등의 채취사업 등을 규정하고 있다.

III. 자료 구축

3.1. 연구대상지역의 선정

환경영향평가를 위한 VR기법으로 현실감을 고려한 도로설계를 위한 연구대상지역으로는 수치지도, 항공사진의 입수가 가능한 공사가 진행되고 있는 지역으로 전라남도 OO지역으로 공사구간은 약 11km 정도로 나타났다.

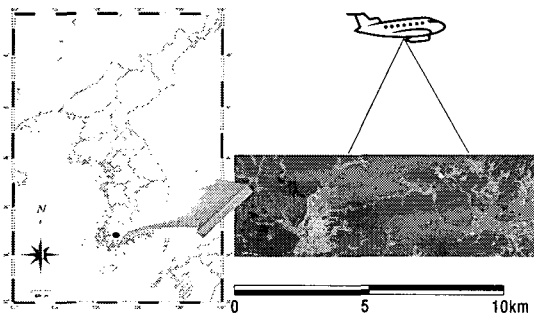


그림 1. 연구대상지역과 항공사진
Fig. 1. Study Area with Aerial Photo

3.2. 연구 방법

연구대상지역의 3차원 모델형성과 환경영향평가를 위한 주행시뮬레이션을 구현하기 위한 과정은 그림 2와 같이 8단계로 나누어진다.

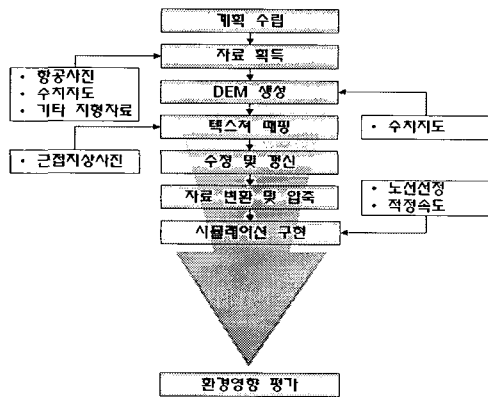


그림 2. 연구 방법
Fig. 2. How to Study

① 계획 수립

연구목적, 대상, 용도 및 환경과 사용될 자료와 요구사항을 파악하며 시뮬레이션의 구성에 대한 개요와 정의를 수립한 후 작업 우선순위를 설정한다.

② 자료 획득

모델구현에 필요한 원시자료를 취득하는 단계로 지표면과 도로에 인접된 건물의 외형모델을 추출하기 위해 항공사진, 건물의 질감을 얻기 위한 근접지상사진, 제작모델을 육안검수하기 위한 대상지역을 답사한다.

③ 3차원 지형정보구현을 위한 DEM 생성

3차원지형을 구현하기 위해 수치지도로부터 불규칙삼각망을 생성한 다음 적정크기의 DEM을 생성하고 각 구조물을 3차원 모델링한다(그림 3).

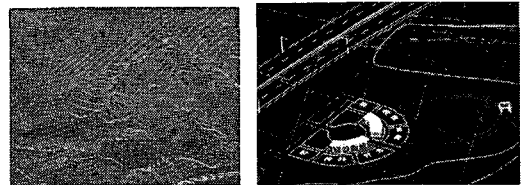


그림 3. 수치지표고모형 과 구조물
Fig. 3. Digital Elevation Model and Structure

④ 텍스처 매핑

수치지도와 항공사진으로 생성된 다면체 모델을 구성하는 모든 면체 근접지상사진으로부터 획득된 질감을 매핑하는 작업을 수행한다.

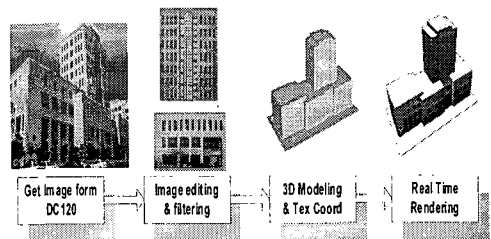


그림 4. 텍스처 매핑 작업
Fig. 4. Processing of the Texture mapping

⑤ 실물 비교 및 수정

모델링 및 매핑작업이 끝난 개별모델을 대상지역에서

근접하여 취득한 사진 및 동영상과 비교하여 잘못된 부분을 수정하여 최대한 실물에 가까운 모델을 생성한다.

⑥ 모델 변환, 압축 및 통합

최종적으로 수정되어 완성된 개별 모델을 3DMAX 파일로 변환하고 환경영향평가를 도로 주행을 시뮬레이션 하기 위해 불필요한 폴리곤을 삭제 및 단순화 작업을 수행하여 자료를 통합하고 압축하여 모델링의 형태를 유지한 채로 성능을 최대로 한다.

⑦ 시뮬레이션 구현

시뮬레이션의 구현에 필요한 노선을 선정하고 적정속도를 설정한다.

⑧ 환경영향평가

가상현실기법으로 환경영향평가를 수행하기 위한 도로주행 시뮬레이션을 실시하여 경관분석을 실시한다.

환경영향평가를 위한 VR기법으로 현실감을 고려한 도로설계를 위해서 본 연구에서는 수치지도에서 등고선을 추출한 다음 불규칙 삼각망을 형성하여 지형상황에 맞게 재현한 다음 30m 간격의 격자를 가지는 수치표고모형을 생성하였다(그림 6). 이러한 수치표고모형은 자료 자체로 지형의 경사분석, 향분석을 비롯한 다양한 지형분석이 가능하다.

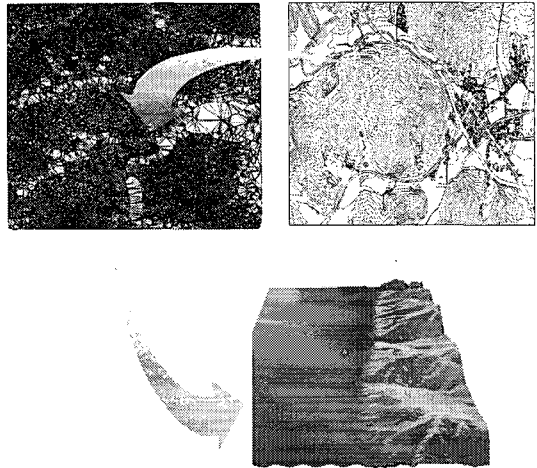


그림 6. 수치표고모형 생성과정
Fig.6. Processing of the Digital Elevation Model

IV. 분석 및 고찰

4.1. 자료 구축

연구대상지역에 대한 도로주행 시뮬레이션을 위해 우선적으로 해야 할 연구과제는 지형에 대한 정확한 기록을 표현하기 위한 수치표고모형의 생성이다. 그림 5는 일반적인 수치표고모형 생성방법을 나타내는 그림이다.



그림 5. 수치표고모형 취득 방법
Fig. 5. How to acquiring Digital Elevation Model

그림 7은 도로주행 시뮬레이션에 현실감을 고려하기 위해 수치표고모형에 질감을 매핑한 모습으로 질감 매핑은 2D 이미지를 3D 오브젝트 위에 투사하기 위한 기술이다. 텍스처 매핑은 폴리곤 수의 증가를 수반하지 않고도 시각적인 정밀도를 실질적으로 향상시켜준다. 이 때 얻어진 사실감은 대단히 적은 연산능력만으로도 얻어지기 때문에, 텍스처 매핑은 3D 오브젝트를 표현하기 위한 가장 일반적인 기술 중의 하나로 텍스처 매핑이 된 픽셀을 렌더링하기 위해서, 해당 픽셀을 위한 텍스처 데이터가 필요하며, 이것을 그래픽 프로세서가 분석하는 과정을 거친다.



그림 7. 질감이 부여된 수치표고모형
Fig.7. DEM after Texture Mapping

4.2. 도로설계 환경영향평가

도로설계에서 GIS 기반의 환경영향평가기법을 수행하기 위해서는 3차원 모델과 가상현실콘텐츠를 개발하고 이를 기반으로 3차원 모델의 구축과 시물레이션을 통한 가시화 방법을 제시하여야 한다. 제작된 3차원 모델은 도로공사후의 모습을 시각적으로 극대화 시켜서 효율적으로 보여주는 수단이 된다.



그림 8. 3차원 모델링된 휴게소
Fig.8. A resting place designed by 3D modeling

환경영향평가기법을 위해서는 도로를 주행하는 시물레이션도 중요하지만 휴게소도 중요한 평가요인이 될 수 있다. 그림 8은 연구대상지역에 포함되는 각 휴게소를 3차원 시물레이션을 구축하여 차량이 진입하거나 나올 때 경관을 볼 수 있게 구성한 화면이다.

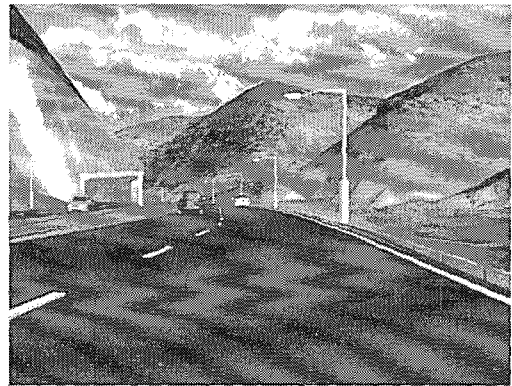
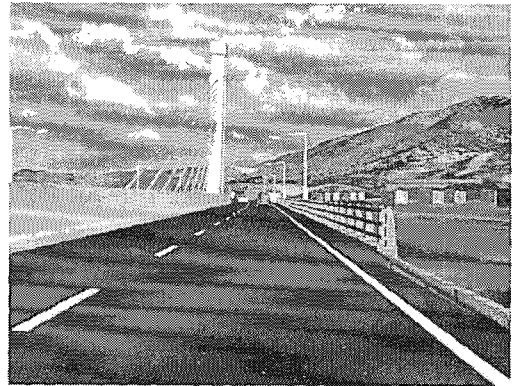


그림 9. 환경영향평가를 위한 현실감이 고려된 주행 시물레이션

Fig.9. Road simulation for the real for the environmental impact assessment considered the sense

그림 9는 환경영향평가를 위한 현실감을 고려한 주행 시물레이션 화면을 캡처 한 것이다. 기존의 평면 도로설계에서는 계획 단계에서의 평면적인 설계도면으로는 완공 후 상태에 대한 예측의 어려움이 있었으며, 물량 산정 및 공사비 추정에 많은 시간 소요 될 뿐만 아니라 다양한 도로노선 대안 검토에 현실적으로 많은 제약이 따랐으나 3D GIS기법의 도입으로 3차원 도로주행 및 경관분석으로 입체적인 환경영향 평가가 가능할 것으로 보인다. 또한 환경영향평가의 결과에 따른 다양한 도로노선을 종합적으로 평가가 가능하기 때문에 최적의 노선을 선정이 가능할 것이다. 또한 설계단계에서는 가상주행 시물레이션을 통하여 설계협의 시 노선의 현실성에 대한 공감대가 형성될 것으로 보이며 이를 통하여 경관 분석, 음지분석 및 3차원 주행 시물레이션 등을 통하여 합리적인 설계변경에 대한 수행이 가능할 것으로 보인다.

V. 결 론

참고문헌

본 연구에서는 도로설계에서 GIS 기반의 환경영향평가 기법을 제안하여 3차원 모델과 가상현실콘텐츠를 개발하고 이를 기반으로 3차원 모델의 구축과 시뮬레이션을 통한 가시화 방법을 제시하였다. 제작된 3차원 모델은 도로공사후의 모습을 시각적으로 극대화 시켜서 효율적으로 보여주는 수단이 될 것이다. 수치지도와 항공사진으로 생성된 다면체 모델을 구성하는 중요 구조물을 실제질감을 질감을 매핑하여 작업하였으므로 사실감을 더욱 높일 수 있었다.

기존의 도로공사에서 환경영향평가를 해결하기 위해서는 몇 가지 문제가 있었는데 먼저 환경영향평가의 협의 시기를 도로사업의 기본계획수립 단계로 앞당기기 위해서는 현실감을 고려한 도로 시뮬레이션을 생각할 수 있으며, 이는 구체적인 자료를 요구하는 현행 환경영향평가서 작성규정과 이를 바탕으로 수행되는 검토, 협의 및 협의 내용관리에 이르는 환경영향평가제도의 전반적인 검토가 가능할 것이다.

그리고 현재 일반적으로 시행되는 환경성검토와 같이 도로의 노선을 선정하는 기본계획 단계에서 환경성검토를 시행이 가능하기 때문에 실효성 있는 환경성검토를 시행하기 위한 전제조건으로 도로사업의 특성과 경관을 고려한 최적의 노선선정을 위한 평가기법을 제안하였다.

따라서 노선선정 시 도로의 기능을 최대한 보장하면서 자연환경의 훼손을 최소화하고 생활환경의 질을 쾌적하게 유지시킬 수 있는 노선을 선택할 수 있는 최소한의 근거자료를 제시 할 수 있을 것으로 판단되며 이를 근거로 작성된 환경영향평가를 노선 선정을 위한 한 분야로 포함시켜 노선선정 단계에서 각 분야별로 조화를 이루는 최적의 노선이 선택될 수 있도록 해야 할 것으로 판단된다.

본 연구를 기반으로 도로 노선으로 인한 장기간의 소모적인 협의기간을 단축하고 현행 환경영향평가에서는 사후적인 측면에서 구체적이고 다양한 저감대책을 심도 있게 다루어 보다 현실적으로 발전한 도로가 건설될 수 있도록 해야 할 것이다.

[1] 최현, 강인준, 이병걸, “3차원 지형공간정보체계를 이용한 도로설계시뮬레이션”, 대한토목학회논문집, 제 21권 제2D호, pp. 201-207, 2001.
 [2] 안충현, “자료처리 및 3차원 지형분석 S/W개발”, 과학기술부.
 [3] 최현, “3차원 GIS기법으로 환경영향을 고려한 곡선부시거안정성 분석”, 한국해양정보통신학논문집, 제 10권 4호, pp.700-705, 2006.
 [4] 최현, 한병철, 손경숙, 강인준, “구조물설치에 따른 일조권 영향분석”, 한국측량학회지, 제 22권 제 2호, pp.95-103, 2004.
 [5] 박인혜, 김혜영, 전철민, 박호남, “2DGIS와 3D모델의 연동에 관한 연구”, 2006' 한국측량학회 춘계 학술대회, pp.333-337.
 [6] Xinhao Wang, "Integrating GIS, Simulation models and visualization in traffic impact analysis computers", Environment and Urban System, Vol.29, pp.471-496, 2005.

저자소개



최 현(Hyun Choi)

1998년 부경대학교 토목공학과 (공학사)
 2000년 부산대학교 대학원 토목공학과(공학석사)
 2004년 부산대학교 대학원 토목공학과(공학박사)
 2005년 한국전산원 ITA팀
 2006년 ~ 현재 경남대학교 토목공학과 전임강사
 ※관심분야: 원격탐사, 사진측정학, GIS, 3D-GIS, Virtual Reality, ITS, GPS.