

도로설계를 위한 3차원모델링과 GIS

Implementing Visualization and GIS Techniques in Highway Projects

강인준¹⁾, In-Joon Kang · 이준석²⁾, Jun-Seok Lee · 김희규³⁾, Hee-Gyu Kim · 이유희⁴⁾, Yong-Hee Lee

¹⁾ 부산대학교 공과대학 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil, Pusan National Univ.

²⁾ 부산대학교 공과대학 토목공학과 연구원, Researcher, Dept. of Civil, Pusan National Univ.

³⁾ 경남정보대학 조형건설학부 교수, Professor, Dept. of Civil, Kyungnam College of Information and Technology

⁴⁾ 양산대학 건설교통정보과 교수, Dept. of Construction and Transportation intelligence, Yongsan College

SYNOPSIS : In this study a framework for cost effective visualization application is presented. Visualizations of a complex street rehabilitation and a highway interchange project are performed. The visualized products were presented to political and community groups, which significantly expedited the consensus building and project approval process.

Key words : visualization, 3D, highway, CAD, GIS

1. 서 론

고속도로 투자의 결과는 사용자의 편의와 경제적인 성장을 가져오게 한다. 최근의 연구⁽¹⁾는 Maryland 고속도로는 매년 17%를 주 경제에 이익을 안겨주는 것으로 조사되었다. 고속도로 개발은 비록 비용이 많이 들고 오래 걸리는 작업이지만 5개의 중요한 단계로 이루어져 있다.⁽²⁾ (가)계획, (나)초기설계, (다)실시설계, (라)지가배상과 (마)시공으로 모두 많은 시간이 드는 작업이다.

고속도로 프로젝트는 확보된 공사비가 필요하며 이는 가장 중요한 요소이다. 최근 이러한 지원을 얻어 내는 것은 매우 어려운 상황이다. 고속도로 발주자는 공청회를 열어서 여러 가지 대안들이 나오고 이것들의 장단점이 논의되는 가운데 가장 바람직한 대안이 선정되도록 한다. 어떠한 제안들이 있고 어떠한 어려운 점이 있는지에 관하여 그림이 있으면 결정을 하는데 도움을 줄 수 있다.

컴퓨터 가시화는 미래의 교통흐름을 실사 사진과 애니메이션으로 보여줄 수 있는 새로운 기술분야이다. 다양한 가시화 기술이 여러 사람에게 중요한 정보를 제공하기 위하여 공학적인 데이터와 사진을 이용하여 만들어 진다⁽³⁻⁶⁾. 고속도로 설계에서 컴퓨터가시화의 장점은 미래의 개선사항에 대한 더 좋은 묘사를 하여 공공의 수용을 이끌어 내거나 잘못된 설계나 위치와 관련된 정보를 빨리 파악할 수 있다.

GIS는 지도와 관련된 속성을 가지고 지리정보를 보여주는 매우 유용한 수단이다. GIS에서 속성은 교량의 종류, 하천의 크기, 지질 등과 같은 특성들의 집합체이다. GIS는 속성 데이터베이스와 호환되며 지도는 CAD 소프트웨어와 통합되어 가시화가 될 수 있다.

본 연구에서는 일반도로와 고속도로 모두에 적용될 수 있는 비용절감적인 가시화 기술이 제안되었다. 이러한 가시화기술은 다양한 시점의 변화, 대안, 시간대 별 변화를 표현할 수 있다. CAD에서 사용된 데이터와 GIS는 교환가능하고 이것은 매우 유용하다. GIS에 기반한 속성 지도는 Arcview⁽⁷⁾에서 얻어졌으며 가시화 도구에 통합되었다.

이것은 개발로 말미암아 받는 피해를 쉽게 파악할 수 있게 하며 도로 발주 시에 이러한 것의 측정과 도로의 재배치에 필요한 정보를 얻게 할 수 있다. GIS는 넓은 지역을 처리하고 속성에 관련된 해석을 할 수 있지만 CAD와 가시화는 더욱 세밀한 설계와 지형파악에 사용될 수 있다.

2. 컴퓨터 가시화

새로운 도로와 인터체인지가 포함된 많은 도로 설계가 있지만 현대의 많은 도로 프로젝트는 기존도로의 확충과 개선에 주안을 두고 있다. 이것은 경관, 인터체인지 확충, 보도추가, 운전경관 등이 포함된다. 차선의 증가와 새로운 고속도로에 길어깨의 추가는 현재의 도로능력에 대한 세밀한 평가가 필요하다. 교통의 유지와 현재의 지가, 교통 접속점과 환경적 영향과 허용은 중요한 고려 요소이다. 이 모든 문제들과 해법들은 무엇보다도 먼저 해결해야 한다.⁽⁸⁾

계획과 설계 해석 방법은 몇 개의 경제적인 요소만 가지고 해석하는 것은 전체를 파악하는데 적합하지 않다. 환경과 지형에 한정된 문제는 범규와 회의, 규정에 의해서 다루어져야 한다. 이것은 유적지, 환경적으로 중요한 지역, 변화가, 큰 규모의 프로젝트 등에는 특히 중요하다. 의사 결정자와 투자자들에게 가시적인 형식으로 보여줌으로써 분쟁의 여지는 일찍 해결될 수 있고 적합하지 않는 대안들은 비용이 들기 전에 미리 제거할 수 있다. 이러한 의사 결정 수단을 통하여 일반인과 전문가 사이에 고속도로 개선에 공통 의견을 가질 수 있다. 잘못 인식하고 있는 의견충돌은 보다 쉽게 해결될 수 있다. 2차원 중첩은 공학적인 해석과 표현의 중요한 요소이다. 정사투영 항공사진에 공학적 데이터를 중첩하는 것은 공학적 해석과 일반인들에게 정보제공에 매우 효과적이다. 2차원 기술의 장점은 공학자가 만든 지도와 자연 그대로의 사진 사이에 구분이 쉬운 것이다. 3차원 모델링 또는 와이어프레임은 3차원 캐드파일에서 뼈대의 가시화이다. 이것은 벡터데이터와 복잡한 3차원 가시화 기술을 포함하고 있다. 이러한 3D/4D 가시화 기술은 다음 그림1과 같다.

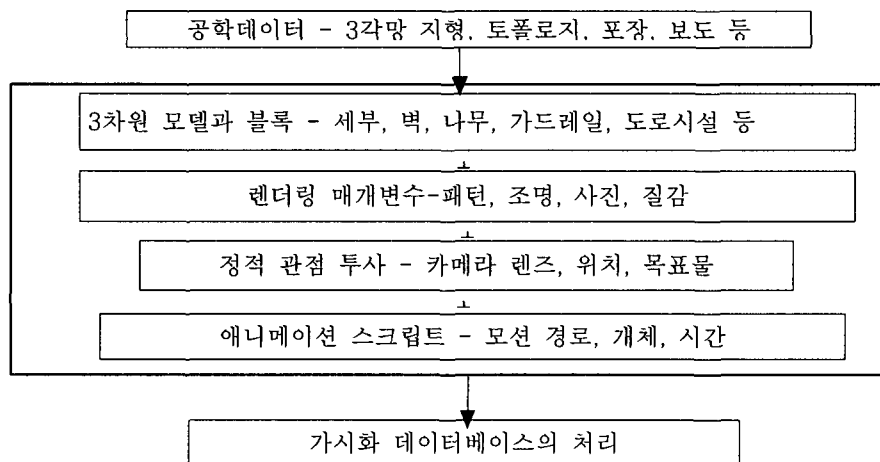


그림 1. 3D/4D 데이터의 처리

자동 가시화를 위한 방법은 다양한 가시화 기술을 이행하는 과정에서 비용절감적인 방법을 위하여 만들어졌다. 소요시간은 시점의 수와 렌더링의 질의 옵션에 따라 달라진다. 제일 좋은 시점이 선정되기 전에 몇 개의 시점이 시뮬레이션 된다. 최종 가시화 시간은 다음과 같은 공식으로 표현 할 수 있다.

$$T = \sum_{i=1}^n [X_i [T_{ai} + T_{ni}] + V_i (T_{li} + T_{pi})] + V_i T_{ci} \quad (1)$$

여기서: T = 가시화를 위해 필요한 총 소요 시간

T_{ai} = i 번째 시점에서 3차원 모델을 만드는데 드는 시간

자동화는 재사용 가능한 컴포넌트나 자동화를 위한 Block을 사용함으로써 프로시저안에서 반복되는 작업의 파악과 이러한 불필요한 수작업을 줄임으로 가능하다. 단점은 표준화된 컴포넌트를 사용하면 디자

인의 유연성과 가시성을 줄이게 된다. 이미 나와 있는 캐드 시스템에서 지원하는 자동 지형 생성을 하기보다는 다중 시점 프로세싱을 자동화 하였으며 사진 시뮬레이션을 이용하여 한 곳의 여러 시점과 시나리오에 대해 만들게 하였다. 이러한 자동화는 계산 시간을 많이 줄일 수 있으며 이러한 이유로 '3차원 경관 선택 프로그램'이 Autocad Lisp를 통하여 만들어 졌다. 이러한 알고리즘은 한번의 작업으로 여러 설계 시나리오를 저장할 수 있다. '3차원 경관 선택 프로그램'은 사진 시뮬레이션의 관점에서 만들어 졌다. 이것은 비교대안과 시점을 한꺼번에 비교할 때 필요한 기능이다. 이 기능은 한꺼번에 4개의 시점과 3개의 옵션 시나리오를 저장하게 하며 이 것을 3차원 렌더링으로 처리하면 12번의 렌더링 시간이 걸릴 것이다. 사용자가 하나의 옵션을 선택하는데 3분의 시간이 걸리고 30분의 계산 시간이 걸린다면 3차원 시점 선택 기능은 표1에 나와 있는 대로 36분의 시간이 절약될 것이다.

표 1. '3차원 경관 선택 프로그램'을 이용한 시간 절약

1분에 12장면일 때	장면 당 시간	12 장면일 때
계산시간	30	360
수작업 시간	6	72
전체 시간	36	432

3차원 경관 선택 프로그램의 다른 장점은 모든 프로세싱이 하나의 클릭만으로 이루어지며 불필요한 사람의 노력을 줄일 수 있고 결국 효율적인 가시화를 위하여 완전 자동화를 이룰 수 있다. 시점과 대안, 변화의 요구가 늘어날수록 이 기능을 사용함으로써 얻는 시간이 크게 늘어날 것이다. 시점이 단순하게 바뀌기만 해도 얻게 되는 시간의 이익은 클 것이다. 시점이 바뀌게 되면 모든 관점의 3차원 모델과 렌더링 재질이 새로 계산되어야 한다. 하지만 이 시스템은 이 모든 변화를 시점과 연관된 그룹화 된 설정으로 이미 렌더링 된 이미지로 자동화하였고 사용하기 쉽게 하였다.

3. 적용 예

2가지의 예가 가시화 도구를 보여주는 데 사용되었다. 첫째는 실존 도로인 부산시 동래구 도로의 경관 개선에 관한 것이고 두 번째는 부산 신항 배후도로의 죽림교차로의 인터체인지 설계에 관한 것이다.

3.1 도로에서 바라본 관점의 사진 시뮬레이션

도로의 양 단에 가로수 식재와 가로등을 교체한 모습이다. 도로에 차량의 증가도 모델링 하였다.



그림 2. 도로의 경관 수정이후의 화면

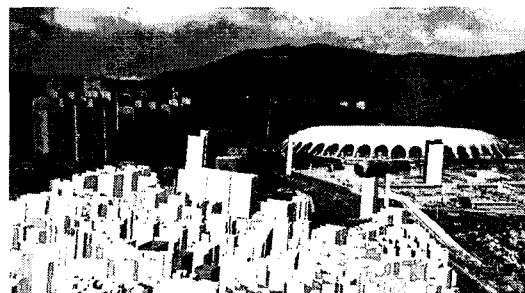


그림 3. 사진과 3차원 모델과의 합성

3차원 모델링 화면과 2차원LISP언어와의 비교를 하기 위하여 3차원 모델링 작업을 부산 아시아드 도로에 하였다. 그림2는 2차원 모델을 사진에 합성한 화면이고 그림3은 실제 지형 사진위에 3차원 건물모델링을 올린 것이다. 사진 시뮬레이션에 의한 개념 모델링에서는 사실적인 묘사가 사진의 투시도와 같은 정도의 디테일로 묘사가 되었는지 살펴보면 된다.

이러한 다른 대안들의 시각화에서 문제점은 이러한 대안들의 토의가 최후 몇 분전 까지 계속된다는 것

이다. 이러한 가시화 단계에서 가능한 공학적인 데이터와 연결할 수 있으며 이러한 결정을 내리는 데 도움을 줄 수 있다. 사진 시뮬레이션 기술이 이러한 문제점을 해결할 수 있다.

3.2 도로 프로젝트의 시각화

여기서 알 수 있는 것은 이 프로젝트가 현존 건물에는 많은 영향을 미치지 않지만 많은 추가 공간을 없애버림을 알 수 있다. 이러한 프로세스는 발주자가 영향을 미치는 토지 소유주에게 통보가 가능하게 하며 이 것은 각 이해 당사자간의 의견일치를 이끌어 내는데 도움을 준다. GIS에 기반한 하천 지도는 그림4,5와 같이 CAD에 통합 될 수 있다.

하천의 영향은 어두운 색으로 표시되었다. 여기서는 홍수 범람에 관한 영향은 이 프로젝트에는 없는 것으로 나타났다. 유사하게 습지의 데이터 처리에서도 영향이 없는 것으로 나타났다. 이러한 프로세스는 발주자가 빠르게 환경적 요인의 제한사항을 파악하는 데 도움을 준다.



그림 4. 3D 인터체인지 합성 모델



그림 5. 3D 인터체인지 합성 모델

4. 결론

고속도로의 개발은 복잡한 과정이며 다양한 이해당사자 간의 효율적인 의사교환이 요구되는 시간이 많이 소요되는 작업이다. 컴퓨터 가시화와 GIS는 이러한 고속도로와 관련된 결정을 해야 할 때 중요한 역할을 수행할 수 있었다. 본 연구에서는 고속도로와 관련된 몇 가지 가시화 기법들이 개발되었고 이 것은 실제 프로젝트에서 성공적으로 수행되었다. 이 가시화 결과들은 발주자와 지역 공동체 멤버들에게 제공되었으며 이 것으로 의견의 일치와 프로젝트 승인에 많은 도움을 얻었다. 속성과 환경요소들에 관한 GIS 레이어는 이런 가시화 결과들과 중첩되어 보여줄 때 소유지의 재배치와 하천의 영향 같은 많은 복잡한 교통문제에 관한 도움을 줄 수 있다. 앞으로 이러한 도로설계 가시화 기법들이 도로 설계에 많이 쓰이게 될 것으로 판단된다.

참고문헌

1. RESI. The Economic Impact of Maryland Highway Investment. Regional Economic Studies Institute, Towson University, Towson, MD, 1998.
2. FHWA. Flexibility in Highway Design, FHWA-PD-97-062, FHWA, U.S. Department of Transportation, 1997.
3. Landphair, H.C. and T.R. Larsen. Applications of 3D and 4-D Visualization Technology in Transportation. NCHRP Synthesis of Highway Practice 229, 1996.
4. Carley, R. Practical Uses of Visualization Technology, 1995 Compendium of Technical Papers, Institute of Transportation Engineers, 65th Annual Meeting, 1995.
5. Larsen, T.R. Visualization Technology: Application and Purpose in the Public Forum, 1995 Transportation Association of Canada (TAC) Annual Conference Proceedings. Vol. 5-Transportation Technology, Urban Transportation and Intelligent Transportation Systems (ITS) Sessions, 1995.