

# 가상건설기법을 활용한 철도시설물의 시공시물레이션 기능 개발

## Development of Construction Simulation Function for Railway Project by Virtual Construction Technology

강인석\*    문진석\*\*    김슬기\*\*    권중희\*\*    지상복\*\*\*  
Kang, Leen-Seok    Moon, Jin-Seok    Kim, Seol-Gi    Kwon, Jung-Hui    Ji, Sang-Bok

### ABSTRACT

This study suggests a virtual construction technology for railway project using virtual reality and attempts to develop a virtual construction system. For the study, the final system include the layout review function that can rearrange designed element for optimal placement and the earthwork simulation function that can visualize filling and cutting work using central line of earthwork section. Those functions can improve applicability of 3D and 4D object in the design and construction phases of railway project.

### 1. 서론

국내 건설 산업에서는 설계를 위한 2D CAD시스템이 적용된지 25년 이상이 지났지만, 3D CAD 시스템의 활용현황은 저조한 상태이다. 3D CAD를 ACE(Architecture, Construction and Engineering)산업에 적용함으로써 해당 산업의 생산성 향상 및 비용 절감에 큰 효과가 있다는 연구와 적용 사례가 발표되고 있다. 3차원 공간 및 설계정보를 기반으로 한 가상건설 기술은 기존의 3D CAD보다 진보한 기술이라 할 수 있으며, 이를 통해 건설 산업의 생산성 및 품질 향상, 공기단축, 원가절감 등의 실현이 가능하다. 가상현실 시스템은 설계, 시공, 유지 및 보수에 이르기까지 건설공사의 전 공정의 시각화 구현이 가능하다. 탁월한 3D 모델의 표현 효과를 위주로 하여 3D모델의 수정을 용이하게 하고, 방대한 양의 2D 도면에서 벗어나 하나의 파일로 구현되는 시각적 효과를 극대화한 3D 도면을 제시한다. 본 논문에서는 가상현실의 장점을 철도 시설물에 적용하여 설계 성과물을 가상공간에서 표현하며, 공사 프로젝트 참여자가 이용 가능한 레이아웃 리뷰 기능 및 토공 시물레이션 기능의 방법론을 제시하고 이를 바탕으로 구현화면을 제시한다.

### 2. 가상현실 시스템 적용사례

#### (1) 가상현실에서 아바타를 사용한 시스템<sup>1)</sup>



그림 1. 아바타를 활용한 가상현실<sup>1)</sup>

실제 환경을 컴퓨터를 통하여 가상현실로 표현하는 것 이상의 효과를 나타내기 위하여 사용자 임의대로 조정할 수 있는 가상현실속의 자아인 아바타(Avatar)를 활용하여 한 단계 진화된 가상현실을 표현한다. 아바타를 통하여 느낄 수 있는 중력과 충돌체크 기능은 실제로 3D 모델 안에 들어가 있는 것과 같은 몰입감을 제공

\* 정회원, 경상대학교 토목공학과, 공학연구원, 교수

E-mail : Lskang@gnu.kr

TEL : (055)753-1713 FAX : (055)753-1713

\*\* 경상대학교 토목공학과 석사과정

\*\*\* (주)지오엔티 대표이사

한다. 가상현실속에서 아바타를 사용하여 사람의 눈에서 바라보듯이 걷고 뛰고 수영하는 등의 실제와 같은 이동 형태를 지원한다. 아바타가 벽이나 장애물에 부딪힐 경우 충돌 탐지(collision detection) 기능을 사용하여 시스템 내에서 아바타 이동시 실제와 같은 효과를 표현한다.

(2) 플랜트공사를 위한 가상현실 시스템<sup>2)</sup>

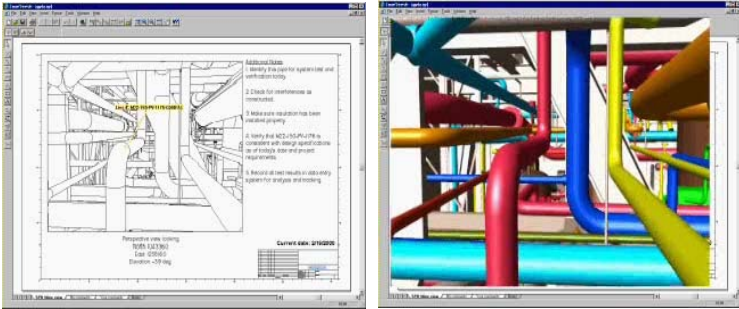


그림 2.플랜트를 위한 가상현실 시스템<sup>2)</sup>

플랜트의 기기 배치 작업에 있어 기존 사용된 설계 시스템보다 효율적인 검토가 가능하다. 또한 시각화 자료를 대화식 화면으로 제공함으로써 정보 전달이 명확하고 용이하여 전문가뿐만 아니라 플랜트에 대한 기술적인 지식이 없는 비전문가에 대한 발표 자료로서의 활용도가 높다.

이와 같이 기존의 가상현실 시스템은 해당 공사의 정보를 효과적으로 전달하기 위하여 실제와 같은 효과를 극대화하였으며, 일정 산업에 특화된 시스템을 개발하고 있다. 본 논문에서는 이러한 가상현실 시스템을 반영하여 사용자가 공사 프로젝트에 참여 가능하도록 가상현실 기술을 이용하여 공사 정보를 가공 및 표현가능하도록 하였다.

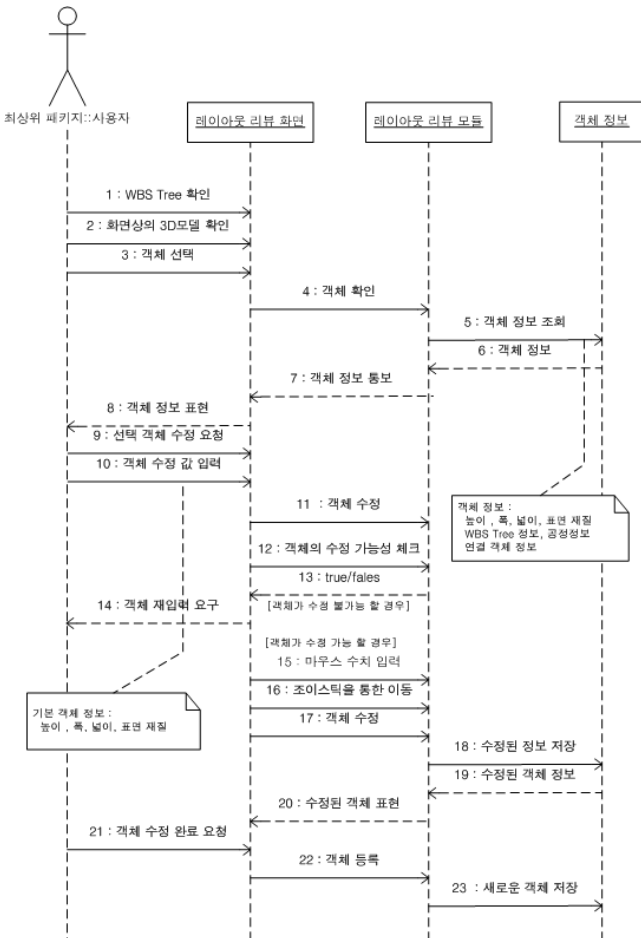


그림 3. 시퀀스 다이어그램을 통한 레이아웃 리뷰 기능 검증 구현 절차

가상현실 시스템은 발전/화공 플랜트와 같이 복잡하면서도 규모가 큰 플랜트의 3D 모델에 대한 검토와 분석에 유용하게 사용된다. 엔지니어링 단계에서부터 설계, 건설, 유지/보수에 이르기까지 플랜트의 전 공정에서 가상현실 시스템을 통해 모든 시각화 기능이 구현 가능하다. 설계단계에서는 사용자가 원하는 어떠한 시각에서든지 가상공간의 시각화된 화면을 제공함으로써

3. 시공시물레이션 구성 방법론

(1) 레이아웃 리뷰 방법론

레이아웃 리뷰 기능은 철도 시설물의 각 부재들을 레이어별로 시물레이션 하는 기능이다. 레이아웃 리뷰 기능은 가상공간에서 설계된 구조물의 크기, 높이, 폭 등의 매개변수를 사용자가 수정 가능하게 한다. 이를 통해 새롭게 구성된 구조물을 기존의 3D 모델화된 철도 시설물과 주변 환경과의 조화를 검토함으로써 가상공간에서 최적의 시설물 형태와 배치를 사전에 구현한다. 사용자는 가상공간에서 객체에 대한 매개변수를 조절하고 구조물을 배치함으로써 공사에 대한 이해도 향상이 가능하며 시설물의 설계목적, 주변 환경과의 연계성 파악이 가능하다.

가상건설기법을 활용하여 레이아웃 리뷰 기능을 개발하기 위하여 그림3과 같은 다이어그램을 제시하였다. 본 기능을 활용하는 사용자는 시스템 상의 레이아웃 리뷰 화면에서 정보를 파악하고 모듈과 객체 정보 사이의 관계를 통하여 기능이 정의되는 과정을 표현하였다.

사용자는 시스템 화면에서 제공하는 WBS와 화면상에 나타나는 3D모델로부터 수정하고자하는 객

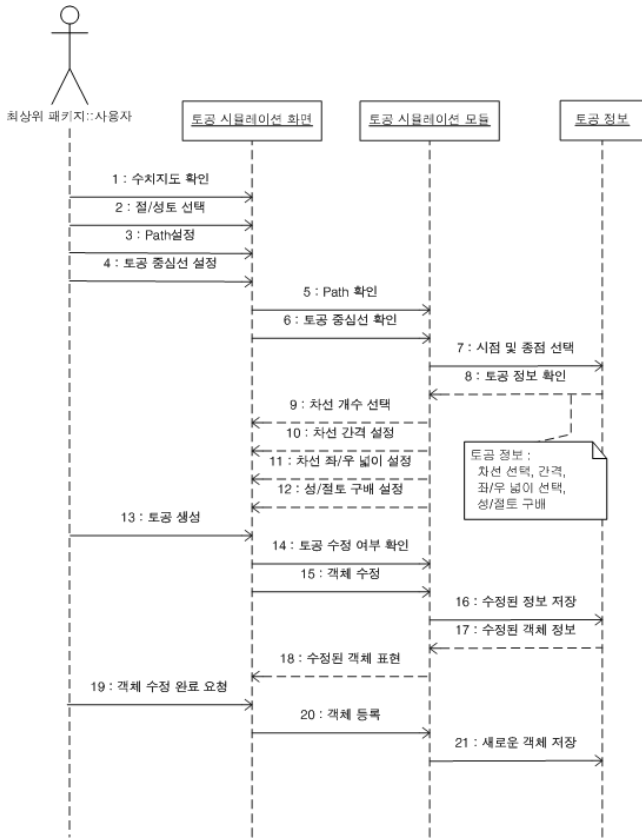


그림 4. 시퀀스 다이어그램을 통한 토공 시물레이션 기능 검증 구현 절차

에 나타난 수치지도도를 파악하고 토공 편집기를 통해 질/성토를 선택 및 중심선을 설정한다. 시스템은 선택된 토공 공정의 기본 정보를 파악하여 사용자에게 통보한다. 사용자는 선택한 토공 정보인 차선의 개수, 차선 간격, 차선의 좌/우 넓이, 성/절토의 구배 등을 설정한다. 사용자가 임의로 설정한 수치에 따라 토공 시물레이션이 진행된다.

#### 4. 시공시물레이션 기능 구현

##### (1) 레이아웃 리뷰 구현

그림 5는 데이터베이스로 구축된 구조물 레이어를 선택하여 지도상에 거치시키는 모습을 표현한 구성

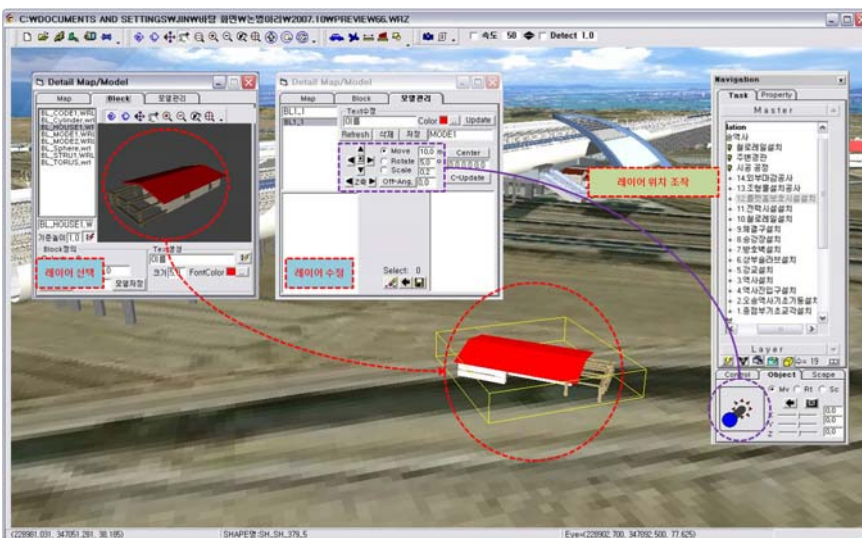


그림 5. 레이아웃 리뷰 기능 구현화면

체를 선택한다. 레이아웃 리뷰 모듈은 객체를 확인하고 객체 정보 데이터베이스로부터 객체 정보를 파악하여 사용자에게 제공한다. 객체 정보는 높이, 폭, 넓이 등의 수치정보와 표면의 재질, 선택 객체의 공정정보, WBS 정보, 연결 객체의 시각화 정보 등으로 표현된다. 사용자는 선택된 객체의 수정을 요청하며 객체의 정보에 대한 수정값을 입력함으로써 새로운 객체가 생성 저장 된다.

##### (2) 토공 시물레이션 기능 방법론

본 연구에서 제시하는 토공 시물레이션 기능은 원지형을 바탕으로 성/절토의 토공 공정을 수행하는 기능이다. 사용자가 임의로 차선 간격, 좌/우 넓이 구배 등의 파라메타를 조절하여 자유롭게 구현 가능하다. 또한 해당공사에서 설계된 예정도로가 아닌 임의의 도로 중심선을 추가하여 토공작업을 가상공간에서 진행할 수 있다.

본 연구에서는 토공 시물레이션 기능의 방법론을 그림4와 같이 구성하였다. 토공 시물레이션 화면, 토공시물레이션 모듈 및 토공정보 체계에서 사용자가 본 기능을 활용하기 위한 메시지 전달 과정을 표현한다. 첫 단계로서 토공 시물레이션 화면

에 나타난 수치지도도를 파악하고 토공 편집기를 통해 질/성토를 선택 및 중심선을 설정한다. 시스템은 선택된 토공 공정의 기본 정보를 파악하여 사용자에게 통보한다. 사용자는 선택한 토공 정보인 차선의 개수, 차선 간격, 차선의 좌/우 넓이, 성/절토의 구배 등을 설정한다. 사용자가 임의로 설정한 수치에 따라 토공 시물레이션이 진행된다.

본 연구에서는 토공 시물레이션 기능의 방법론을 그림4와 같이 구성하였다. 토공 시물레이션 화면, 토공시물레이션 모듈 및 토공정보 체계에서 사용자가 본 기능을 활용하기 위한 메시지 전달 과정을 표현한다. 첫 단계로서 토공 시물레이션 화면에 나타난 수치지도도를 파악하고 토공 편집기를 통해 질/성토를 선택 및 중심선을 설정한다. 시스템은 선택된 토공 공정의 기본 정보를 파악하여 사용자에게 통보한다. 사용자는 선택한 토공 정보인 차선의 개수, 차선 간격, 차선의 좌/우 넓이, 성/절토의 구배 등을 설정한다. 사용자가 임의로 설정한 수치에 따라 토공 시물레이션이 진행된다.

본 연구에서는 토공 시물레이션 기능의 방법론을 그림4와 같이 구성하였다. 토공 시물레이션 화면, 토공시물레이션 모듈 및 토공정보 체계에서 사용자가 본 기능을 활용하기 위한 메시지 전달 과정을 표현한다. 첫 단계로서 토공 시물레이션 화면에 나타난 수치지도도를 파악하고 토공 편집기를 통해 질/성토를 선택 및 중심선을 설정한다. 시스템은 선택된 토공 공정의 기본 정보를 파악하여 사용자에게 통보한다. 사용자는 선택한 토공 정보인 차선의 개수, 차선 간격, 차선의 좌/우 넓이, 성/절토의 구배 등을 설정한다. 사용자가 임의로 설정한 수치에 따라 토공 시물레이션이 진행된다.

본 연구에서는 토공 시물레이션 기능의 방법론을 그림4와 같이 구성하였다. 토공 시물레이션 화면, 토공시물레이션 모듈 및 토공정보 체계에서 사용자가 본 기능을 활용하기 위한 메시지 전달 과정을 표현한다. 첫 단계로서 토공 시물레이션 화면에 나타난 수치지도도를 파악하고 토공 편집기를 통해 질/성토를 선택 및 중심선을 설정한다. 시스템은 선택된 토공 공정의 기본 정보를 파악하여 사용자에게 통보한다. 사용자는 선택한 토공 정보인 차선의 개수, 차선 간격, 차선의 좌/우 넓이, 성/절토의 구배 등을 설정한다. 사용자가 임의로 설정한 수치에 따라 토공 시물레이션이 진행된다.



off-angle기능을 통해 사용자가 객체의 이동경로를 지정한 방향으로 객체를 수정 가능하게 하여 기능의 활용성을 증대시켰다.

## (2) 토공 시물레이션 구현

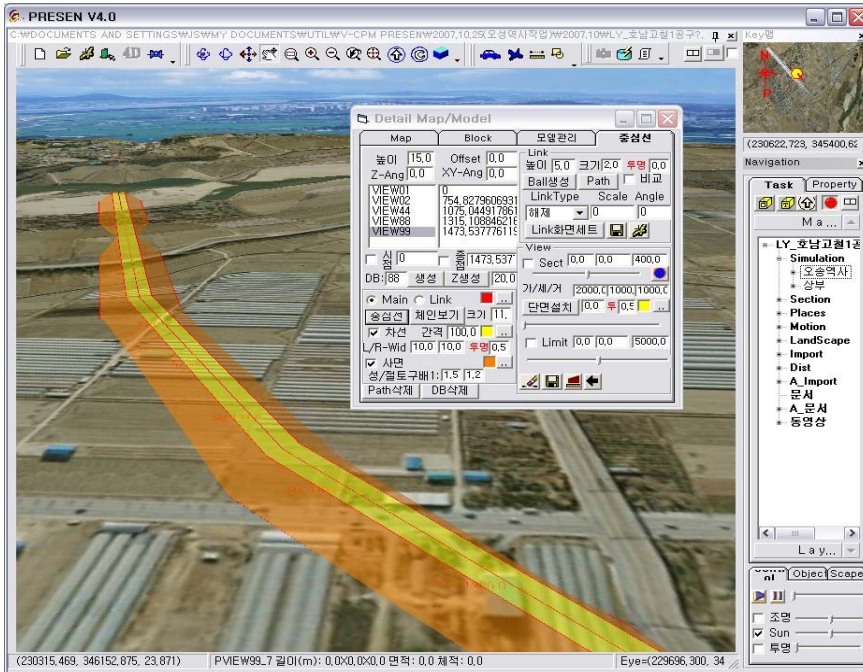


그림 6. 토공 시물레이션 구현화면

선을 표현할 뿐만 아니라 새로운 노선을 생성하여 비교 가능하도록 하였다.

그림 6은 원지형상에 새로운 도로 중심선을 설정하고 철로를 설치하기 위해 성토를 한 구현화면이다. 성토를 하기 위하여 중심선을 설정하였으며, 중심선은 사용자가 임의로 설정이 가능하다. 구현화면에서는 VIEW99로 저장된 중심선을 사용하고, 성토의 높이를 15m로 설정하였다. 또한 양쪽 차선의 간격을 10m로 설정하였으며 노란색으로 표현된다. 주황색으로 표현된 구역은 성토가 이루어지는 부분이며 구배를 설정하여 표현이 가능하다. 본 기능을 통하여 원지반 상태에서 철로 설치를 위한 계획고에 따른 절/성토 형태를 표현하였으며, 기존의 노

## 5. 결론

본 연구에서는 공사 프로젝트 참여자가 이용 가능한 레이아웃 리뷰 기능 및 토공 시물레이션 기능의 방법론을 제시하고 이를 바탕으로 구현화면을 제시하였다. 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 철도 시설물의 3D 모델을 바탕으로, 가상공간에서 사용자는 객체에 대한 매개변수를 조절하고 구조물을 배치함으로써 공사에 대한 이해도 향상이 가능하며 시설물의 설계 목적, 주변 환경과의 연계성 파악이 가능하도록 하였다.
2. 공사의 기본 토공 정보로부터 사용자는 임의로 차선의 개수, 차선 간격, 차선의 좌/우 넓이, 성/절토의 구배 등을 설정하여 토공이 이루어지는 형태를 시물레이션 가능하도록 하였다.
3. 본 논문에서는 사용자가 철도공사 프로젝트의 정보를 수정하여 표현함으로써, 프로젝트 관련 인원의 공사 참여를 유도하고 프로젝트 정보에 대한 이해도를 향상시켰다.

## 감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술 평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업(과제번호 : 06첨단융합E01)의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케한 건설교통부 및 한국건설교통평가원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Intergraph (2008년), <http://www.intergraph.com/>
2. NavisWorks (2008년), <http://www.navisworks.com/>
3. 강인석 (2007년), “토목공사 개념설계단계의 가상현실(VR) 기능 구축방안 연구”, 대한토목학회 논문집, 제27권 6D호, pp.759~765