

철도시설공사의 원격 현장관리를 위한 Telepresence 연동체계 구축연구

Method for Linking Telepresence System with Remote Functions for Site Management in Railway Project

강인석* 김현승** 배철원** 김민지** 지상복***
Kang, Leen-Seok Kim Hyeon-Seung Bea Cheol-Won Kim Min-Ji Ji, Sang-Bok

요약

최근 건설 사업에서는 다양한 형태의 전산화 도구들을 현장에 적용하기 위한 노력이 진행 되고 있다. 그러나 철도시설과 같은 광역지역을 효율적으로 관리하기 위해서는 VR (Virtual Reality, 가상현실) 기술을 활용한 원격기반의 정보화 기법이 도입될 필요가 있다. 이를 위해 본 연구에서는 VR과 Telepresence 기술을 통합한 실시간 현장 원격관리체계 구축 및 AR (Augmented Reality, 증강현실) 연동 방법론을 제안하며, 제시된 방법론의 실무 적용 성을 검토하고 있다. 이러한 가상건설지원 체계는 건설실무자와 시스템간의 실시간 상호작용을 가능하게 하며, 통합된 현장 진도 상황정보를 효율적으로 파악 할 수 있는 도구가 될 수 있을 것으로 기대된다.

키워드: Telepresence, 가상현실, 증강현실, IDEF0

1. 서 론

최근 건설 사업에서는 건설공사의 대형화 및 전문화됨에 따라 기존의 2D도면과 같은 2차원적인 그래픽, 표 등의 표현방식에서 벗어나 보다 사실적이고 입체적인 3D 모델 표현을 추구하는 VR기술과 현장감을 더욱 부과시키는 AR기술을 적용한 전산화 도구에 대한 연구사례들이 증가 하고 있다. 강인석(2007)은 설계단계의 VR시뮬레이션 시스템의 기능 및 구축 모델을 제안하였고 박소영(2005)은 가상의 물체를 실제 환경에 중첩시켜 현장감을 증대 시키는 증강현실(Augmented Reality)을 이용한 건물 관리 시스템 ‘AR building Manage’ 를 제시하였다. 그러나 이러한 전산화 시스템의 발전에도 불구하고 여전히 건설 구성원 간의 원활하지 않은 의사소통에 따른 부실공사가 빈번이 발생하여 그로 인한 보수공사에 막대한 비용을 소비됨에 따라 전산화 시스템과 더불어 건설실무자들 간의 의사소통을 연계 시켜 주는 원격기반의 정보화 기법에 관한 연구가 요구 되고 있으나 아직 미흡한 실정이다. 이를 위해 본 연구에서는 VR과 Telepresence 기술을 통합한 실시간 현장 원격관리체계로써 VR Telepresence의 방법론과 보다 현실적이고 객관적인 정보 제공을 위해서 AR기술 연동 방법론을 제시 한다. 본 연구는 VR과 Telepresence를 통하여 원격리에 있는 건설실무자에게 실시간으로 정확한 공사 현장 정보를 제공하여 효율적인 진도관리를 할 수 있는 체계를 구축하는데 목적이 있다.

* 정회원, 경상대학교 토목공학과, 교수, E-mail : Lskang@gnu.kr, TEL : (055)753-1713

** 경상대학교 토목공학과 석사과정

*** (주)지오엔티 대표이사

2. Telepresence

(1) Telepresence 정의

1980년대 초반에 소개된 이후 Telepresence의 개념은 여러 분야에서 그 중요성을 인정받아 연구됨으로써 다양한 개념적 정의가 제시되고 있다. 김태용(2000)의 연구에서는 Telepresence를 꿈, 최면, 몽상과 같이 개인이 육체와 그것이 존재하는 현실의 세계를 떠나 다른 공간에 머무르는 상태라고 정의하고, 그 공간은 육체가 직접 도달할 수 없는 먼 곳일 수도 있고, 자신이 혹은 타인이 인위적으로 창조해 낸 가공의 장소일 수도 있다고 하였다. 즉, Telepresence란 물리적으로 멀리 떨어져 있어도 그 곳에 있는 것처럼 느끼는 지각적 착각이라고 할 수 있다.

(2) Telepresence 현황 분석

그림 1과 같이 최근 교육, 의료, 비즈니스 등의 다양한 분야에서 Telepresence를 도입한 적용사례들이



그림 2 양방향 원격 교육(상), 화상회의(하)

증가하고 있다. 양방향 원격교육 시스템은 자료공유, 음성통화, 문자 및 화상채팅 등의 기능들이 실시간으로 제공되어 사용자가 교육자와의 직접적인 대면 없이 효율적인 학습이 가능하다. 안산중앙병원에서 실시하고 있는 원격진료는 원거리의 큰 병원을 직접 찾아가야 하는 고객의 불편함을 덜어줄 뿐만 아니라 지속적이고 정기적인 진료를 제공할 수 있게 됨으로써 진료 참여율 및 의료의 질을 극대화시켰다. 화상회의의 대표적인 시스템인 'Cisco Telepresence System'은 번번이 이루어지는 기업의 본사와 지사간의 업무회의를 구성원들의 이동 없이 진행됨에 따라 이동에 소비되는 경비와 시간, 업무공백을 최소화하였다.

(3) Telepresence 건설 적용 현황

철도공사와 같은 대형 건설공사의 문제점으로 대두 되어온 공사 현장과 본사와의 의사소통의 해소방안으로 Telepresence을 건설공사에 도입한다. 그림 2와 같이 공사 관리자는 현장에 가지 않고 본사의 컴퓨터 모니터를 통해서 공사현장의 실시간 영상과 계획일정에 따른 VR시스템 구현화면을 동시에 보게 됨으로써 시각적으로 공사 진행사항을 파악 할 수 있게 된다. 그림 3은 건설 분야에 이미 적용한 사례로써 VTT에서 실제건물의 완성상태 변화와 4D CAD에 의한 가상 공사를 시각적으로 비교 할 수 있게 함으로써 실시간으로 공사의 진도 파악이 가능하도록 하였다. 그러나 이와 같은 기존의 Telepresence의 적용사례는 건축시설물의 단순 현장 시공 상태를 상호비교 하거나 개략적인 공정진도에 따른 진도 상태의 시각화 표현에 중점을 두고 있을 뿐 철도 시설물과 같은 방대한 토목공사의 시설물을 대상으로 한 Telepresence 적용 사례는 아직 미흡하다.

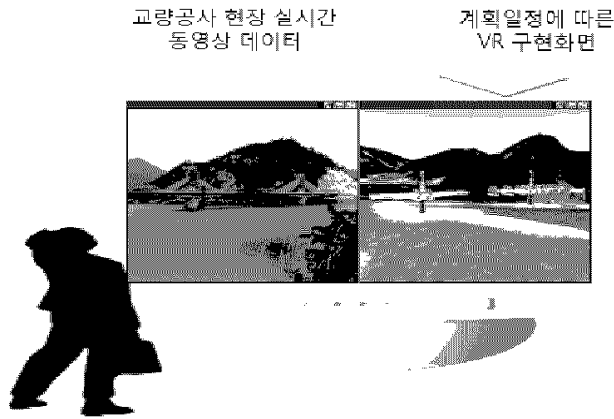


그림 2. Telepresence 건설 적용

3. VR Telepresence 구성 방법론

(1) 실시간 진도 관리 시각화

실시간 현장 관리 및 시공 진행 상황을 시각적으로 확인이 가능한 실시간 원격기반 체계로서 그림 4와 같이 IDEF방법론을 제시 하였다.

(가) 웹 카메라 설치

실시간 진도 관리 시각화를 위해서 먼저 웹 카메라를 공사 현장에 설치하여야 한다. 이때 방대한 건설 현장에서 주요시설물의 영상을 얻기 위해서는 웹 카메라의 설치 위치를 공사 지형 정보 등을 통한 신중한 검토가 필요 하다. 또한 대부분 대형 공사 현장에서는 네트워크 라인 설치가 어려움으로 무선송수신기등과 같은 추가적인 장비설치가 필요하다.

(나) 계획 일정에 따른 VR 시뮬레이션

계획 일정에 따른 VR 시뮬레이션은 CPLM, 웹 하드 서버로부터 계획 일정 정보, 설계 부위별 3D모델 등의 각종 DB를 제공 받아 구현 할 수 있다.

(다) 실제 영상과 가상현실 영상의 상호 연동성

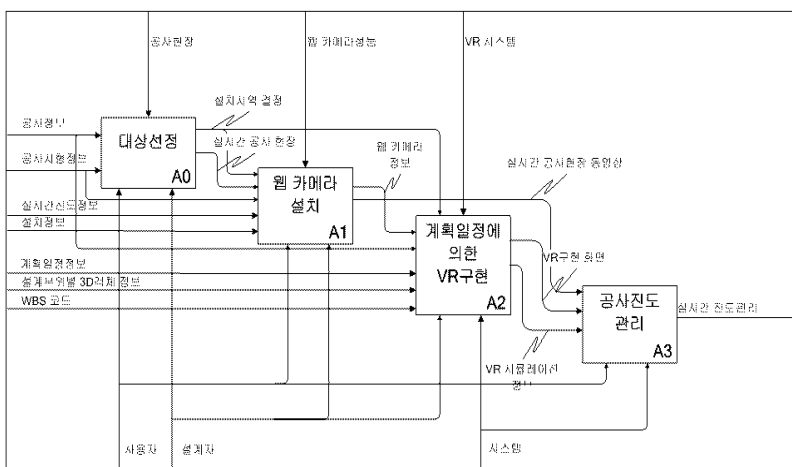


그림 5 VR Telepresence 방법론

타낼 수 있다. 또한 VR시스템의 조작정보과 웹 카메라의 조작정보를 일치 시켜 단일 화면의 조작만으로 상호 시점의 이동이 가능하다.

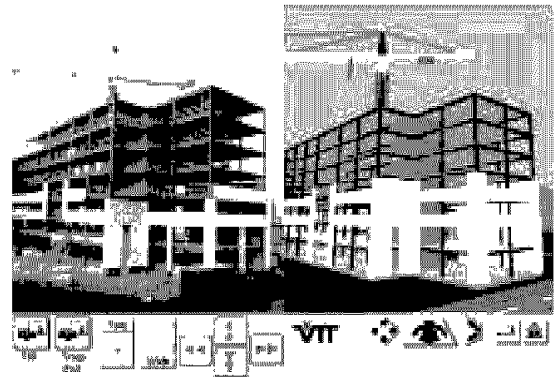


그림 4. Telepresence 및 4D CAD에 의한 실제 공사와 가상공사 비교 (www.vtt.fi)

단일 화면상에서 계획일정에 따른 VR구현 영상과 함께 해당 VR영상에 일치하는 공사 현장 영상을 동시에 보기 위해서는 웹 카메라의 GPS기능을 이용한다. VR 시뮬레이션은 실제 공사 현장 정보를 사용하기 때문에 구현되는 좌표 값이 실제 현장의 좌표 값과 일치한다. 그러므로 VR 시뮬레이션의 중심 좌표 정보를 웹 카메라에 제공하게 되면 GPS에 의해 현장 좌표 위치를 찾아 웹 카메라의 초점을 맞추어 촬영 하게 됨으로써 VR구현 영상과 일치하는 공사 현장 영상을 동시에 나

(2) AR 기반의 진도 분석 관리

VR 시뮬레이션은 3D 모델을 기반으로 하였기 때문에 실제 건설 현장과 상당한 괴리감을 가지게 되어 직접적으로 현장에 적용하는데 어려움이 있다. AR 기반의 진도관리는 이를 해소하기 위한 실시간 진도 관리의 추가적인 방법으로써 실시간 현장 영상에 3D모델을 겹치게(Overlapping)하는 증강현실의 기능을 도입하여 현실적이고 객관적인 통합진도관리가 가능하도록 한다.

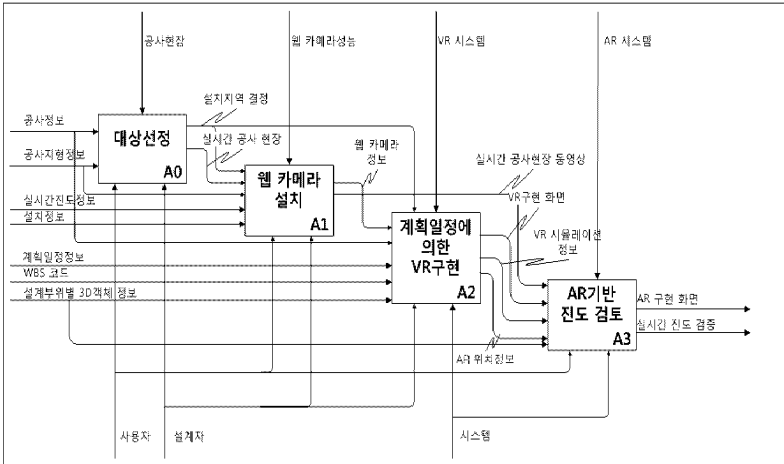


그림 6 AR 기반 Telepresence 방법론

(가)VR Telepresence 시스템과 연동

AR구현을 위한 AR 솔루션은 실시간으로 카메라의 영상으로부터 3D 객체 구현 위치를 찾는 트래킹(Tracking) 절차를 걸쳐 계산된 위치에 3D객체를 정합하여 보여주는 방식이므로 VR Telepresence 시스템과의 연동 방법은 AR 솔루션에 필요한 정보를 기존의 웹 카메라로 촬영한 영상과 VR 시뮬레이션 정보들로 대처함으로써 가능하다.

(나) 3D모델 생성과 트래킹(Tracking)VR

시뮬레이션은 설계부위별 3D 객체 정보와 현장정보를 받아 구현하기 때문에 AR 구현을 위한 3D 객체 정보와 AR 구현을 위한 위치를 위한 트래킹 정보를 VR 시뮬레이션 상에서 제공 받을 수 있다. 사용자로 하여금 생성된 3D객체와 위치 정보를 AR 솔루션으로 제공하게 되면 AR 솔루션의 트래킹 절차를 통해서 실시간 공사 현장의 영상에 3D객체가 정합하여 보이게 된다.

4. VR Telepresence 기능 활용

(1) 실시간 진도 체크 관리 구현 시나리오

공사현장에서 실시간으로 보내지는 공정정보 수치를 기존 VR상의 계획일정에 의한 공정정보와 비교/분석 통하여 각각의 차이 값을 구한다. 각 차이 값의 크기에 따라 계획일정에 대비한 현장공사의 초과, 지연, 정상 등의 작업 진행 상태 정보를 도출한다. 도출된 값에 작업 진행 상태에 따라 설정한 색상 정보를 부과한다. 이렇게 제공된 색상 정보와 함께 VR시스템 화면에 구현하게 되면 그림 6과 같이 사용자가 색상별로 진도 체크된 영상을 보게 된다.

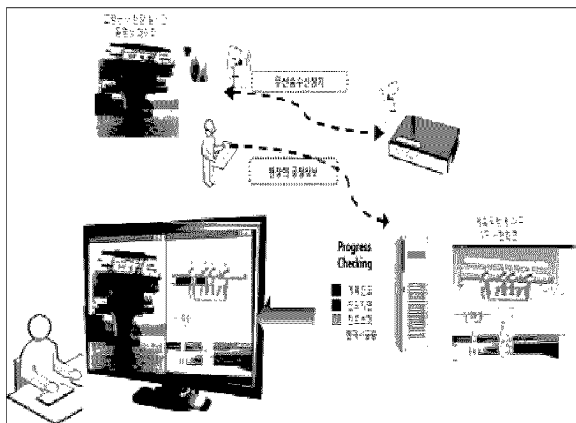


그림 7 AR기반의 Telepresence연동 구현

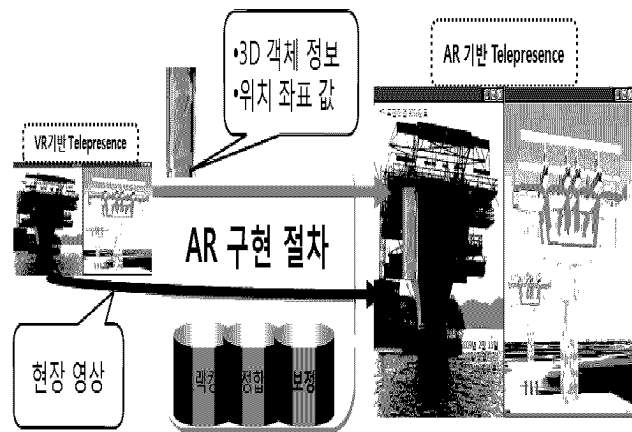


그림 8 AR 기반의 Telepresence 구현 화면

이러한 VR Telepresence의 진도 체크 기능은 실제적인 공사의 진도와 VR로 구현된 계획 공사의 진도를 직접 사용자가 검토하는 것이 아니라 VR시스템 화면상에 공정정보 및 진도상황을 색상별로 구현되어 시각적으로 보여주게 됨으로써 방대한 토목현장의 전체적인 공정에 대한 신속하고 정확한 진도 검토를 가능하게 한다.

(2) AR 기반의 Telepresence 연동 구현 시나리오

VR Telepresence에 AR기반 3D모델을 그림 7과 같이 실제 현장의 영상에 직접 반영하여 구현하게 된다. 사용자가 AR기능을 활성화 하면 VR기반 실제 영상이 제공된 AR솔루션 화면이 생성된다. 생성된 AR솔루션을 통해 사용자는 해당 구조물의 3D객체 정보를 이용하여 실제 현장 영상에 적용한다. 이와 같은 AR기반 구현 방식을 통해 실제 현장의 조건을 반영하기 어려운 기존의 가상적 공간에서의 3D모델 구현방식의 한계점을 극복할 수 있다. 또한 추가적인 구조물을 3D모델화 하여 현장 영상에 적용함으로써 사전 모의 예측이 가능하다.

5. 결론

본 연구에서는 Telepresence를 통해 건설 현장의 실시간 진도관리체계를 제안하고 있다. 이를 위해서 실시간 공사 현장 영상 정보와 VR의 가상현실의 계획된 공사 영상 정보를 통합한 실시간 원격 진도관리체계 VR Telepresence의 구현 방법론 및 활용 체계를 제안하고 있다. 또한 AR기반의 Telepresence 연동 방법론을 제시함으로써 현실적인 진도관리 효과를 제시 하고 있다. 이러한 실시간 원격진도관리 체계는 실시간으로 공사 현장 상황을 시각적으로 파악 할 수 있어 비상상태에 대한 즉각적인 조치가 가능하게 된다. 또한 장소와 시간 제약이 없는 자유로운 의사소통 환경을 제공함으로써 효율적인 의사결정이 가능하게 된다.

감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술 평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업(과제 번호 : 06첨단융합E01)의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케 한 건설교통부 및 한국건설교통 평가원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 강인석 외4 (2007) Visualization function for simulation of design phase of VR-based civil engineering project, The 4th Civil Engineering Conference in the Asian Region, Taiwan, pp. 240.
2. 강인석 (2004), "CM 정보화를 위한 기술 정보 내용(7)", 대한토목학회지, 5월호
3. 김태용 (2000), "Exploring the Concepts of presence and Telepresence", 커뮤니케이션 연, vol.15 No
4. C. J. Anumba (2000), "Telepresence in concurrent lifecycle design and construction", Artificial Intelligence in Engineering, Volume 14, Issue 3