

증강현실기반 원격 공정관리 핵심기술 개발(1/2)

A development of AR based Telemangement
core technology for construction work

2020.12.

증강현실기반 원격 공정관리 핵심기술 개발(1/2)

A development of AR based Telemangement
core technology for construction work

2020.12.

한국건설기술연구원

연구책임자 / 박형진

연구수행자 / 김두식



요약문

I. 연구제목

(20주요-대4-창의시드) 증강현실기반 원격 공정관리 핵심기술 개발

II. 연구목적

건설현장의 체계적이고 효율적인 공정관리 지원을 위한 스마트폰 AR기반 원격 공정관리 기술 개발

III. 연구의 필요성

- 건설현장은 다양한 지역에 산재되고 복잡한 계약 구조를 가지고 있어 발주기관의 직접적인 시공검토 및 관리가 어려움
- 현재 통상적으로 사진과 문서 등을 통한 시공검토 체계를 운영하고 있으나 시공결과에 대한 면밀한 검토가 어려움
- 본 연구는 공정정보가 연계된 BIM 도면을 바탕으로, 원격지 공사현장의 공정현황을 파악하고 노무자들의 기술도입에 대한 부담을 최소화 할 수 있는 방안으로 스마트폰을 활용한 공정관리 방안을 제시함

IV. 연구의 내용 및 범위

- AR기반 원격 공정관리 핵심 기술 개발
 - 스마트폰 센서 기반 건설현장 위치/자세 결정 및 객체인식 기술
 - 스마트폰 AR기반 실-가상 정합기술
 - 스마트폰 AR기반 건설 공정관리 시스템 개발

V. 연구결과

- 스마트폰 센서 기반 건설현장 위치/자세 결정 및 객체인식 기술 개발

- 건설현장 실내 위치결정 기술 개발
- 건설현장 실내에서의 디바이스 자세결정 기술 개발
- 건설현장 실내 객체 인식 기술 개발

- 스마트폰 AR기반 실-가상 정합 기술 개발
 - 디바이스 위치/자세정보 연계기술 개발
 - BIM AR 정합기술 개발
 - 스마트폰 AR기반 원격 시공검토 모듈 개발

- 스마트폰 AR기반 건설 공정관리 시스템 프로토타입 개발
 - 공정관리 시스템 사용자 요구사항 분석
 - 시스템 구축 방향 수립 및 활용 시나리오 개발
 - 시스템 기능도출 및 데이터정의/구축
 - 건설 공정관리 시스템 프로토타입 개발

VI. 결론

- 건설현장에서의 실용화에 포커싱한 연구개발 추진 전략
 - 건설 현장의 기술 도입부담을 낮추는데 초점을 둔 연구개발을 통해, 2차년도 조기 현장테스트 적용 및 보완에 주력할 계획
 - 공동주택을 대상으로 테스트베드 적용 예정이며, 활용 기능은 수요처인 건설사와의 설문/면담조사를 통해 기능 도출

Executive Summary

I. TITLE

(2020 Major 4 -Planning) A development of AR based Telemanagement core technology for construction work

II. OBJECTIVES

Development of smart phone AR-based remote process management technology for systematic and efficient process management support at construction sites.

III. NECESSITY

- Construction sites are scattered in various areas and have a complex contract structure, making it difficult for the ordering agency to directly review and manage the construction.
- Currently, a construction review system is usually operated through photographs and documents, but it is difficult to thoroughly review the construction results.
- This study proposes a process management plan using a smartphone as a way to understand the process status of remote construction sites and minimize the burden of laborers' technology introduction based on the BIM drawings linked with process information.

IV. OUTLINE AND SCOPE

- AR-based remote process management core technology development
 - Smart phone sensor-based construction site location/position determination and object recognition technology
 - Smart phone AR-based real-virtual matching technology
 - Smartphone AR-based construction process management system development

V. RESULT

- Smart phone sensor-based construction site location/position determination and object recognition technology development
 - Development of indoor positioning technology for construction sites
 - Development of device attitude determination technology indoors at the construction site
 - Development of indoor object recognition technology at construction sites
- Smart phone AR-based real-virtual matching technology development
 - Device location/position information linkage technology development
 - BIM AR matching technology development
 - Smart phone AR-based remote construction review module development
- Smartphone AR-based construction process management system prototype development
 - Process management system user requirements analysis
 - Establish system construction direction and develop application scenarios
 - System function derivation and data definition/building
 - Construction process management system prototype development

VI. CONCLUSION

- R&D promotion strategy focused on practical use in construction sites
 - Plan to focus on applying and supplementing early field tests in the second year through research and development focused on lowering the burden of technology introduction at construction sites.
 - Test bed will be applied to apartment houses, and the function to be utilized is derived through questionnaire/interview with a construction company that is a customer.

목 차

제 1 장 서 론	1
1. 필요성	1
1.1 연구배경	1
1.2 기존 기술과의 차별성	2
2. 연구목표	3
2.1 전체 목표	3
2.2 당해연도 연구개발목표	3
3. 개발기술 정의 및 핵심성과물	4
4. 추진체계 및 전략	4
제 2 장 국내·외 기술동향 및 사전조사	8
1. VR/AR 기술 동향	8
1.1 국내동향	8
1.2 국외동향	9
2. 건설분야 VR/AR 적용 현황	11
2.1 국내동향	11
2.1 국외동향	12
제 3 장 스마트폰 센서기반 살-가상 정합 기술 개발	13
1. 실-가상정합 알고리즘	13
2. 프로토타입 개발	16
제 4 장 결 론	23
참고문헌	24
서지자료	25

그림 목차

그림 1.1 제안 기술의 특징과 활용방안 개념도	2
그림 1.2 AR기반 원격 공정관리 핵심 기술 개발	3
그림 1.3 AR기반 원격 시공관리 시나리오	5
그림 1.4 스마트폰 기반 원격 시공관리 장점	5
그림 1.5 AR기반 원격 시공관리 가설	6
그림 2.1 구글의 ARCore 출시	9
그림 2.2 구글 ARCore surface detection SDK	9
그림 2.3 애플의 LiDAR 탑재 스마트폰 출시	10
그림 2.4 애플의 LiDAR 탑재 스마트폰 depth map 구현 예시	10
그림 2.5 대우건설 DSC(좌), 현대중공업 스마트팩토리(우) 컨셉	11
그림 2.6 네이버랩스 AR 실내 내비게이션	11
그림 2.7 Trimble SiteVision	12
그림 3.1 실-가상 카메라 동기화 정보	13
그림 3.2 원점 위치 정보 및 카메라 방향 정보 동기화	14
그림 3.3 카메라 이동정보 동기화 알고리즘	15
그림 3.4 스마트폰 센서 데이터 동기화	15
그림 3.5 BIM 데이터 관리 시스템 화면 1	16
그림 3.6 BIM 데이터 관리 시스템 화면 2	17
그림 3.7 BIM 데이터 리스트 표시 화면	18
그림 3.8 BIM 모델 표시 화면	18
그림 3.9 BIM 모델 속성 비활성화 적용 화면	19
그림 3.10 BIM 모델 속성 투사화 적용 화면	19
그림 3.11 AR BIM 모델 속성 비활성화 화면	20
그림 3.12 AR BIM 속성 투사화 적용 화면	20
그림 3.13 지정된 위치에 마커 설정 화면	21
그림 3.14 BIM 모델 1:1 매칭 표시 화면	21
그림 3.15 BIM 모델 투사 화면	22
그림 3.16 매칭을 위한 카메라 설정 화면	22

제 1 장

서 론

1. 연구의 필요성

1.1 연구배경

건설 및 토목업은 다양한 지역에 공사현장이 산재되어 있고, 시공분야별 하도급 계약체제로 구성되어 본사에서 직접적인 시공관리를 수행하기 어렵다. 따라서 통상적으로 사진과 문서 등으로 시공현황을 파악하고 있다. 공사현장 사진을 통한 시공검토는 현장관리자가 별도의 교육 없이 자료 획득이 가능하나 자료획득 이후 분석을 위한 데이터의 저장 및 관리가 복잡하고, 시간이 오래 걸리며, 오분류의 가능성이 있는 단점이 있다.

기존 대비 효율적인 시공 검토를 위해 스테레오 영상, 레이저스캐너 등을 통해 현장의 3D 모델 구축 후 시공계획(BIM 도면)과 비교/검토하는 사례가 증가하고 있다. 해당 기술들은 높은 정확도의 3D 모델 구축이 가능하나 3D 모델 구축을 위한 전문기술(노이즈 제거, 객체인식 등)이 필요하다. 이러한 전문기술들의 난이도는 매우 높은 편이며, 건설 현장의 정형적이지 않는 상황을 해결하기 위해 높은 정확도가 필요하다.

건설현장 BIM 도입 장벽 해소를 위한 사용자 친화적 기술 필요하며, 최근 건설 생산성 향상을 위해 BIM기반 스마트건설 기술을 도입하고자 하는 움직임이 있으나 운용상 전문기술 습득이 필요한 고가의 장비들을 현장에 도입하기는 어렵다. 특히 관습적이고 보수적인 건설 현장의 근로자의 거부감이 심하고, 새로운 기술이 현장의 생산성에 드라마틱한 개선이 되지 않는 경우, 오히려 현장의 업무 프로세스를 방해한다고 생각하는 경우가 많다.

따라서 시공검토의 효율화를 위한 원격 시공검토 기술은 건설현장 관리자들의 편의성을 위해 최소한의 하드웨어 및 소프트웨어로 구성된 시스템을 설계하는 방향의 접근이 필요하다. 또한 최소한의 교육 및 용이한 활용성으로 현장 근로자의 도입 부담을 낮춰야 한다.

1.2 기존 기술과의 차별성

본 연구는 공정정보가 연계된 BIM 도면을 바탕으로, 원격지 공사현장의 시공오차 및 공정현황을 파악하고, 노무자들의 기술도입에 대한 부담(고가의 전문장비, SW 및 이에 대한 활용 교육 등)을 최소화 할 수 있는 방안으로 스마트폰을 활용한 원격 시공검토 방안을 제시한다. 이를 위해, 시공 중인 구조물의 실내 및 실외에서 스마트폰을 들고 있는 노무자의 위치를 실시간 인식하는 기술과 스마트폰의 카메라 방향을 인식하는 기술이 필요하다. 시공 현장 감독을 위해 영상을 획득하는 동시에 실내위치결정 및 자세결정이 이뤄지고 해당 정보를 BIM 모델과 연계하여 영상과 동일한 시점의 BIM 모델을 사용자가 동시에 볼 수 있도록 동기화 한다. 이를 통해 건설사는 시공검토를 현장의 영상, BIM 시뮬레이션, 도면을 통해 동시에 원격으로 진행할 수 있음



그림 1.1 제안 기술의 특징과 활용방안 개념도

2. 연구 목표

2.1 전체 목표

본 연구에서는 AR기반 원격 공정관리 핵심 기술 개발을 위해 다음과 같은 3가지 주요 기술 개발을 목표로 한다.

- 스마트폰 센서 기반 건설현장 위치/자세 결정 및 객체인식 기술
- 스마트폰 AR기반 실-가상 정합기술
- 스마트폰 AR기반 건설 공정관리 시스템 개발



그림 1.2 AR기반 원격 공정관리 핵심 기술 개발

2.2 당해연도 연구개발목표

1차년도에서는 스마트폰 센서 기반 건설현장 위치/자세 결정 및 객체 인식 기술을 개발한다. 이를 위한 세부 연구목표의 액티비티로는 건설 현장실내 위치결정 기술 개발, 건설현장 실내에서의 디바이스 자세결정 기술 개발, 건설현장 실내 객체 인식 기술 개발 등이다. 두 번째로 스마트폰 AR기반 실-가상 정합 기술 개발이며, 이를 위한 세부 연구목표의 액티비티로는 디바이스 위치/자세정보 연계기술 개발, BIM AR 정합기술 개발, 스마트폰 AR기반 원격 시공검토 모듈 개발 등이다. 세 번째로 스마트폰 AR기반 건설 공정관리 시스템 프로토타입 개발이며, 이를 위한 세부 연구목표로는 공정관리 시스템 사용자 요구사항 분석, 시스템 구축 방향 수립 및 활용 시나리오 개발, 시스템 기능도출 및 데이터정의/구축, 건설 공정관리 시스템 프로토타입 개발 등이다.

목표	세부 연구목표	세부 연구목표별 Activities	성과물
AR기반 시공검토 핵심기술 개발 (1차년도)	스마트폰 센서 기반 건설현장 위치/자세 결정 및 객체인식 기술 개발	- 건설현장 실내 위치결정 기술 개발 - 건설현장 실내에서의 디바이스 자세결정 기술 개발 - 건설현장 실내 객체 인식 기술 개발	특허
	스마트폰 AR기반 실-가상 정합 기술 개발	- 디바이스 위치/자세정보 연계기술 개발 - BIM AR 정합기술 개발 - 스마트폰 AR기반 원격 시공검토 모듈 개발	보고서
	스마트폰 AR기반 건설 공정관리 시스템 프로토타입 개발	- 공정관리 시스템 사용자 요구사항 분석 - 시스템 구축 방향 수립 및 활용 시나리오 개발 - 시스템 기능도출 및 데이터정의/구축 - 건설 공정관리 시스템 프로토타입 개발	보고서

3. 개발기술 정의 및 핵심성과물

본 과제에서는 BIM과 증강현실을 융합한 스마트폰 기반의 건설현장 공정관리 기술을 개발하고자 하며, 이를 위해 스마트폰 센서 기반의 건설현장 위치/자세 결정 및 객체 인식 기술, 스마트폰 AR기반의 실-가상 정합기술, 건설 공정관리 시스템 프로토타입을 개발하고자 한다. 이를 활용하는 예는 다음 그림과 같으며, 시공 관리자는 현장에서 스마트폰을 활용하여 실제 영상과 BIM모델을 매칭한다. 이를 통해 현재 일정에 따른 도면대로 잘 지어지고 있는지, 예정 공기에 지연되는 부분은 없는지, 특정 위치의 후속 공정 또는 선행 공정은 누가 작업했고, 또 언제 어떤 작업이 남아있는지, 각 공정이나 부위별 시공 책임자는 누구인지를 시각적인 화면을 통해 용이하게 파악할 수 있다. 반면 노동자 측면에서는 오늘 해야할 작업 부위에 대한 정확한 인지, 선행 공정 및 후행공정 파악 및 담당자 연락, 눈에 보이지 않는 전기 및 수도 설비 등의 증강현실 기술을 통한 확인 등이 가능하다.

이를 위한 핵심 기술로는 기존 방식(센서 및 이미지 매칭)과 달리 스마트폰의 센서를 활용한 실-가상 정합 기술 구현이다. 현실세계와 가상세계를 바라보는 각각의 카메라가 동일



그림 1.3 AR기반 원격 시공관리 시나리오

한 시야각, 동일한 위치, 동일한 방향 정보를 공유한다고 가정하면, 카메라에 출력되는 영상은 100% 동일해야 한다는 가정에서 시작한다. 모바일 카메라의 카메라(광각, 망원), 줌 카메라, 가감속계, 자이로스코프 등의 센서 데이터를 통해 BIM 뷰어의 카메라를 제어하는 기술을 개발한다. 이러한 스마트폰은 자체연산이 가능한 CPU와 다양한 센서, 기억장치, 통신모듈, 다양한 카메라, 자체 배터리 등을 가지고 있으며, 현장에서 노동자들의 거부요인으로 작용하는, 전문교육이 필요하다거나, 복잡한 활용 프로세스를 가지고 있지 않다. 따라서 현장적용 가능성이 높은 스마트폰을 활용하면, 별도의 장비 구축 비용 및 대규모의 인프라 설치 비용 없이도 효율적으로 원격 시공 관리가 가능할 것으로 판단된다.



그림 1.4스마트폰 기반 원격 시공관리 장점



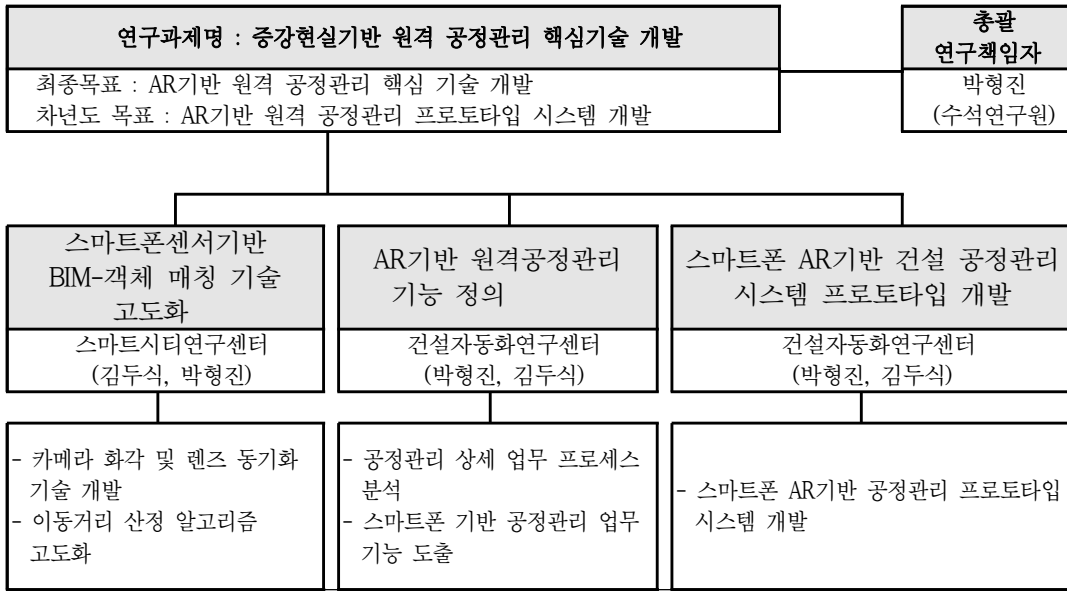
그림 1.5AR기반 원격 시공관리 가설

4. 추진체계 및 전략

본 연구 과제를 달성하기 위해 4가지 주요 추진 전략을 다음과 같이 수립하였다.

- [전략1] '19년 노피어 연구사업 연구 결과를 고도화하여 시스템 구현 추진
- [전략2] 연차별 핵심기술 개발을 통한 통합 시스템 구현
 - 1차년도 : AR 시공검토 기술 구현을 위한 핵심기술 개발
 - 2차년도 : 원천기술 고도화 및 통합 시스템 개발 추진
- [전략3] 시공기업 전문가 면담을 통한 현장 수요 맞춤형 기술 개발
- [전략4] 건설현장 노무자 부담 최소화 지향의 KICT 독자 솔루션 개발로 기술 실용화 추진

건설자동화연구센터와 스마트시티연구센터와 공동 연구 진행하며, 각 세부기술별 연구개발 담당 업무를 지정하였다.



제 2 장

국내·외 기술동향 및 사전조사

1. VR/AR 기술 동향

1.1 국내동향

스마트폰 카메라의 고기능/다기능화 기술이 지속적으로 진행됨에 따라 영상을 3D로 활용하는 기술적 시도들이 2016년부터 상용화되기 시작하였다. LG전자 옵티머스 3D, G5 등이 듀얼 카메라를 활용한 영상 depth 추정기술을 도입한 이후 삼성전자 등 스마트폰에도 depth 카메라가 적용되어 출시되기 시작하였다. 이러한 스마트폰 기기의 변화는 향후 모바일 어플리케이션에서의 3D 센싱이 활성화 될 수 있다는 것을 의미한다.

depth 카메라를 장착한 스마트폰 기기를 위해 애니모지 등 영상인식 기술과 융합된 다양한 어플리케이션이 개발되고 있는데 이는 VR 체험의 핵심인 3차원 영상 및 관련 콘텐츠 제작이 스마트폰을 기반으로 이뤄질 수 있음을 시사한다. 물론 depth 카메라만으로는 스마트폰 단독으로 실내에서 위치결정을 하기는 어려운 상황이나 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기술이 고도화되면 WiFi, UWB, beacon 등 네트워크를 활용한 위치결정이 아닌 스마트폰 내부센서 기반의 위치결정이 가능해질 것으로 전망된다.

스마트폰 depth 카메라 기술은 크게 두 가지 방향으로 전개되고 있다. 첫 번째 방향은 앞서 소개한 멀티 카메라(렌즈)를 사용하는 방법이고, depth 추정을 위해 별도의 센서를 탑재하는 방식이다. 이미 멀티 카메라를 이용한 방법은 양산형 스마트폰 기기에서도 적용될 만큼 보편화되고 있는 추세이다. 현재의 스마트폰 멀티카메라 기술은 인물사진 등 카메라 기능에서의 심도추정과 영상보정, 사진 해상도 향상 등을 위해 적용되고 있으나 향후 AR 어플리케이션에서 depth map을 통해 영상에서 가상의 오브젝트를 매칭 가능한 형태로 진화할 전망이다.

1.2 국외동향

1.2.1 스마트폰 AR 개발환경의 변화

구글의 탱고 프로젝트를 통한 AR 시장 선점 전략은 2017년 2월 애플의 ARKit의 등장으로 방향 전환이 불가피하여 2017년 8월 ARCore 출시로 스마트폰 활용 및 SDK 배포 전략으로 변경되었다. 기존에는 전용 디바이스가 필요했던 탱고에 비해 ARKit는 별도 디바이스 없이 아이폰에서 구동이 가능하며 확산 측면에서 유리한 강점을 보였다. 따라서 구글에서도 AR 분야 개발 전략으로 모든 안드로이드 스마트폰에서 구동이 가능한 ARCore에 집중하고 있는 상황이다. ARKit과 마찬가지로 ARCore는 사물의 표면을 자동으로 인식하는 SDK가 마련되어 다양한 AR 어플리케이션에서의 실감도를 더욱 향상시킬 것으로 전망된다.



그림 2.1 구글의 ARCore 출시

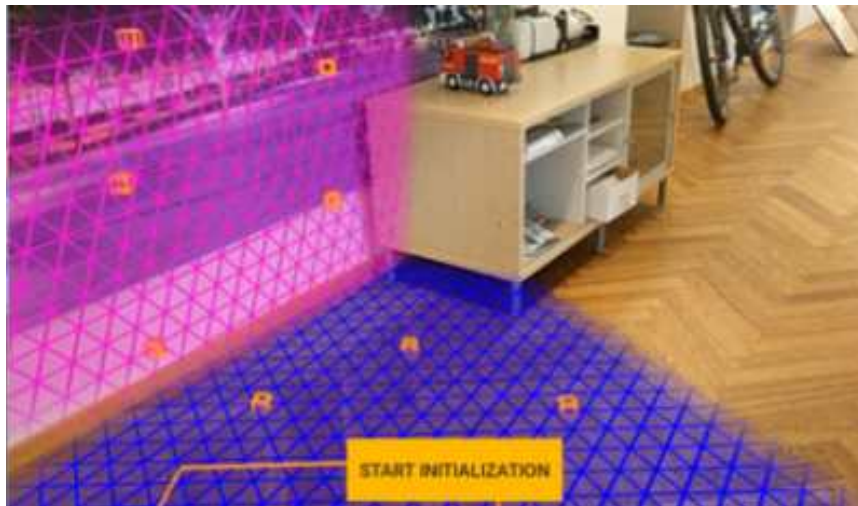


그림 2.2 구글 ARCore surface detection SDK

1.2.2 스마트폰 탑재 센서의 변화

앞서 소개한 ARCore 등 SDK에서는 멀티카메라를 이용한 surface detection 기능이 제공된다. 반면 멀티카메라 기반 depth map 제작 방식은 스테레오 영상에서 특징점을 기반으로 거리를 추출하는 방식으로 특징점 자동 매칭이 어려운 영상(동일한 색상과 텍스처의 표면이 영상의 대부분을 차지하여 알고리즘에서 자동으로 동일 지점을 스테레오영상에서 추출할 수 없는 경우)에서는 depth map 제작이 어렵거나 오차가 발생한다. 2020년 애플은 LiDAR 스캐너를 탑재한 스마트폰 iPhone 12를 출시하였다. 현재 LiDAR 스캐너 탑재에 의한 기술의 특징점은 IKEA 가구배치 시뮬레이션, 증강현실기반 의상 코디네이터 정도로 소개되어 있으나 영상기반의 depth맵이 가진 한계(특징점 기반 거리추출 등)를 LiDAR를 통해 보완할 수 있어 스마트폰 AR 기술의 연속성을 확보할 수 있을 것으로 전망된다.



그림 2.3 애플의 LiDAR 탑재 스마트폰 출시



그림 2.4 애플의 LiDAR 탑재 스마트폰 depth map 구현 예시

2. 건설분야 VR/AR 적용 현황

2.1 국내동향

대우건설은 스마트건설 도입 추진의 한 분야로 3D 모델과 BIM 도면 비교를 통한 시공검토기술 개발을 제시하고 있다. 현대중공업도 사물인식 기술이 적용된 스마트팩토리 구현을 추진하고 있다. 대우건설 등의 스마트건설, 스마트팩토리 컨셉 영상들에서는 미래 건설 제조업의 혁신을 위한 기술들이 소개되어 있으나, 실제로 해당 기술들을 컨셉영상과 같이 적용하기 위해서는 다양한 요소기술들의 개발 및 통합 시스템화가 완성되어야 한다.



그림 2.5 대우건설 DSC(좌), 현대중공업 스마트팩토리(우) 컨셉

2019년 네이버는 인천공항을 대상으로 GPS없이 스마트폰 카메라와 연동되는 실내 내비게이션 서비스를 발표하였다. 인천공항 공식 가이드 앱에서 네이버의 증강현실 내비게이션 서비스를 도입할 예정이다.



그림 2.6 네이버랩스 AR 실내 내비게이션

2.2 국외동향

트림블(Trimble)은 AR 지원 스마트폰을 기반으로 건설현장에서 건설 3D 모델을 접목하여 데이터를 활용할 수 있는 증강현실 시스템인 SiteVision을 출시하였다. 스마트폰과 GNSS, EDM을 연동하여 증강현실 기술을 기반으로 위치를 시각화하고 측정할 수 있다.

실외환경에서는 GNSS 위치정보를 기반으로 어떤 각도에서든 실제 스케일로 2D/3D 데이터를 작업 현장에 정확하게 배치하고 표시할 수 있다. 이는 복잡한 2D 도면을 해석할 필요 없이 새로 설계된 건물, 지하 인프라(수도, 전력, 가스, 통신 등)와 향후 완성될 경관을 사전에 가시화하여 간섭 및 디자인에 대한 검토를 수행할 수 있게 한다. 또한, 건설현장 시공 진행상황의 시각화, 완료된 작업의 검증, 품질관리 및 이슈사항 조기 식별을 통해 비용감소 및 시간단축을 도모한다. 레이어에 대한 온/오프 기능과 객체 투명도 조정 기능이 포함되어 정보를 이해하기 쉽게 시각화 할 수 있으며, 데이터의 실시간 공유 및 조기발견 이슈에 대해 이미지와 함께 즉각적인 커뮤니케이션을 지원할 수 있는 협업도구로 활용 가능하다.

실외환경에서의 정확도는 GNSS RTK 측위정보를 도입하므로 1cm 내외의 정확도가 기대되는 반면, 실내에서의 활용성이 어떻게 유지될 수 있을지에 대한 검토가 필요하다.



그림 2.7 Trimble SiteVision

제 3 장

스마트폰 센서기반 실-가상 정합 기술 개발

1. 실-가상정합 알고리즘

실제의 카메라와 가상의 카메라 동기화 정보를 위해 다음과 같은 정보가 필요하다.

- ① 원점 위치 정보
- ② 카메라 방향 정보
- ③ 카메라 이동 정보
- ④ 카메라 회전 정보



그림 3.1 실-가상 카메라 동기화 정보

먼저 ① 원점 위치정보 동기화를 위해 BIM 모델에 원점을 사전에 지정한 후, 현장에서 해당 위치에 스마트폰으로 원점을 촬영 후 시작한다. 사용자가 손으로 수평 및 수직을 정확하게 맞추기가 어려워, 약간의 오차가 발생 할 수 있다. 향후 2차년도에는 원점이 아닌 직선(바닥-벽 라인)을 기준으로 시작하는 테스트 진행이 필요하다. ② 카메라 방향 정보 동기화를 위해 BIM 모델에서 사전에 방향을 지정한 후, 현장에서 약속된 방향으로 카메라를 세팅하고 시작한다. 이 방식 또한 사용자의 움직임에 따라 정확히 방향이 일치하지 않는 오차가 발생할 수 있다. 향후 2차년도에는 스마트폰의 Magnetic Sensor를 활용하여 방향을 자동 정렬 할 수 있도록 개발이 필요하다.



그림 3.2 원점 위치 정보 및 카메라 방향 정보 동기화

③ 카메라 이동 정보 동기화를 위한 구글 AR Core에서 제공하는 이동거리 계산 기능을 활용하기 위해 구글 AR Core에서는 스마트폰의 카메라(광각렌즈)를 활용하여 바닥면을 인식하고, 바닥면에 랜덤 포인트를 생성한다. 생성된 포인트들의 좌표를 인지하고 있으며, 스마트폰의 이동에 따라 카메라에 촬영된 포인트들이 어떻게 이동하였는지를 계산하여 스마트폰의 이동거리를 실시간으로 산출한다. 포인트들은 특징점(경계선, 색상 등)에 주로 자동 배치되며, 약 2M 이내 거리 내에만 배치된다.

3 카메라 이동 정보

➡ Google AR Core 기반 이동거리 계산 ➡ 서버 전송 ➡ BIM Viewer 카메라 동기화 제어

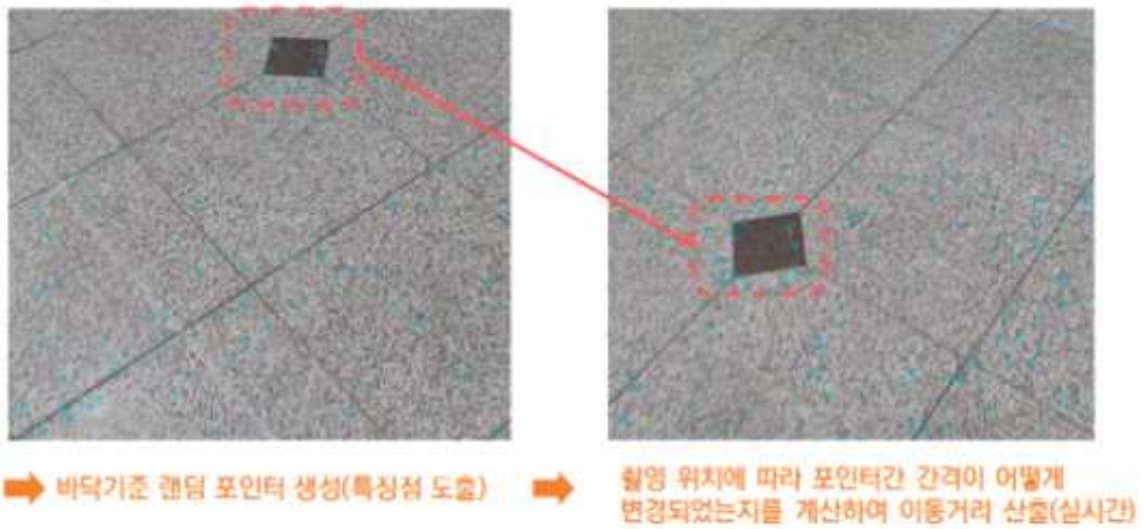


그림 3.3 카메라 이동정보 동기화 알고리즘

④ 카메라 회전 정보 동기화를 위해 스마트폰의 Gyroscope Sensor 계측 데이터를 도출하여 서버 전송 하여 BIM Viewer 카메라와 동기화 한다. 스마트폰 카메라 회전 시 얼마만큼 어느방향으로 회전했는 지를 실시간으로 서버에 전송하고 이 데이터를 기반으로 Viewer 카메라를 제어하여, 별도의 오브젝트 트래킹 기술 없이 실제 영상과 BIM 모델이 매칭 될 수 있도록 한다.

➡ Gyroscope Sensor 계측 데이터 도출 ➡ 서버 전송 ➡ BIM Viewer 카메라 동기화 제어



그림 3.4 스마트폰 센서 데이터 동기화

2. 포토타입 개발

2.1. BIM Data Management System 구축

BIM Data를 Unity 상에서 읽어 들이기 위해선 별도의 관리 및 변환 시스템이 필요하다. 이 시스템은 BIM모델을 실시간으로 Unity 상에서 읽을 수 있는 형태로 변환 처리 하는 기능을 제공하며 동기화 기능도 제공하도록 구현 하였다. 그림 1.1과 같이 Revit 프로그램 상에 Plug in 형태로 제공되게 설계 하였으며, Revit에서 Open된 BIM Model을 Export View를 선택하여 BIM Data Management System에 등록하게 되면 시스템 화면에 List 형태로 추가 된 모습을 확인 할 수 있다. 여기서 최종적으로 Export를 선택하면 서버에 File 정보를 업로드 하는 프로세스가 동작하고, 이때부터 각 BIM Viewer에서 불러 올 수 있는 상태가 된다. 서버는 Local, Network, Cloud를 선택해서 지정 할 수 있으며, 기본적으로 Revit에서 읽을 수 있는 파일 형태이면 등록이 가능 하도록 제작 되었다.

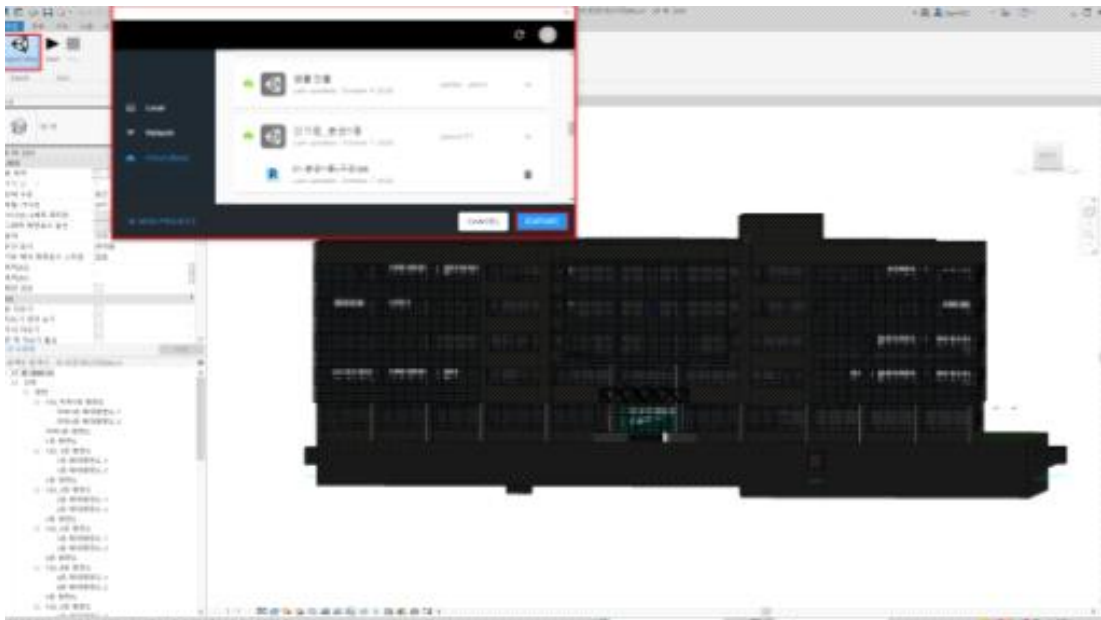


그림 3.5 BIM 데이터 관리 시스템 화면 1

2.2 BIM 데이터 도면에 특정 위치를 마커로 표시

BIM 데이터의 도면상에서 특정 위치를 마커로 설정하여 AR 환경 상에 BIM 모델 위치

를 설정하도록 하였다.

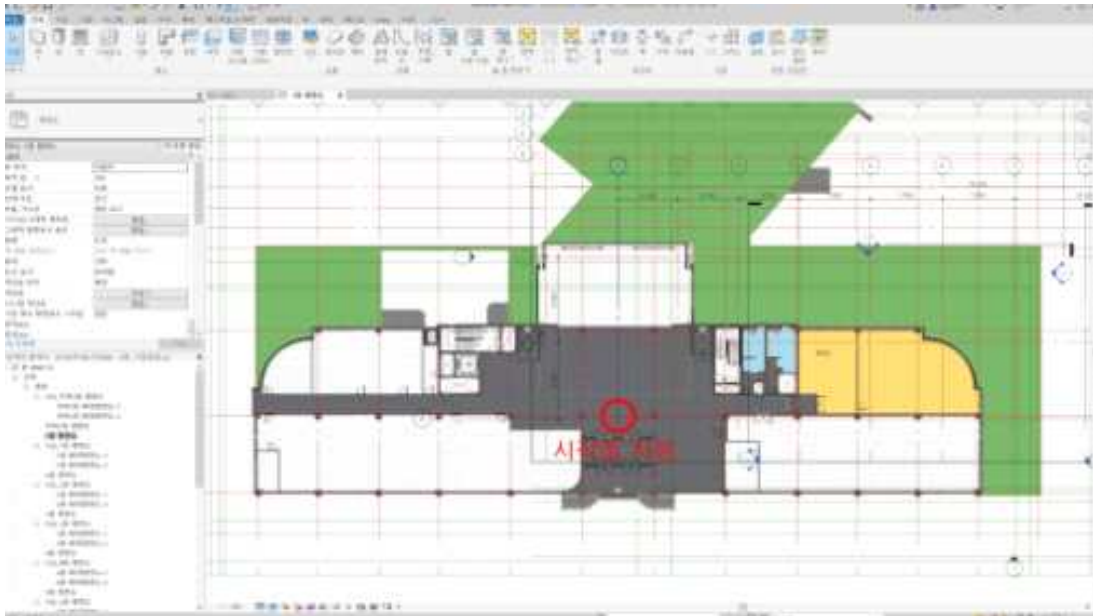


그림 3.6 BIM 데이터 관리 시스템 화면 2

2.3.BIM Viewer

BimViewer는 BIM data System에 등록된 정보를 가져와 실시간으로 표시 해주며, BIM Data의 요소와 속성 등을 컨트롤하는 기능을 제공 하고 있다. 다음은 BIM Viewer의 기능을 설명한다.

①BIM Model 표시 : BIM Data System에 등록된 BIM Data를 리스트 화 한다. 선택을 하면 해당 BIM Model을 표출한다. 기본적으로 이동, 확대, 회전 기능을 제공하여 BIM Model을 다양한 각도로 확인 할 수 있게 기능을 제공 하였다.



그림 3.7 BIM 데이터 리스트 표시 화면



그림 3.8 BIM 모델 표시 화면

②BIM Model 속성 컨트롤 : 설계 시 등록된 BIM Data 요소를 표시하고 컨트롤 하는 기능을 제공 하고 있다. 그림 3.2를 보면 BIM Data에 등록된 요소를 List화 하고 있으며 요소 하나 단위로 활성화, 비활성화 또는 투사화 하는 기능을 확인 할 수 있다.



그림 3.9 BIM 모델 속성 비활성화 적용 화면

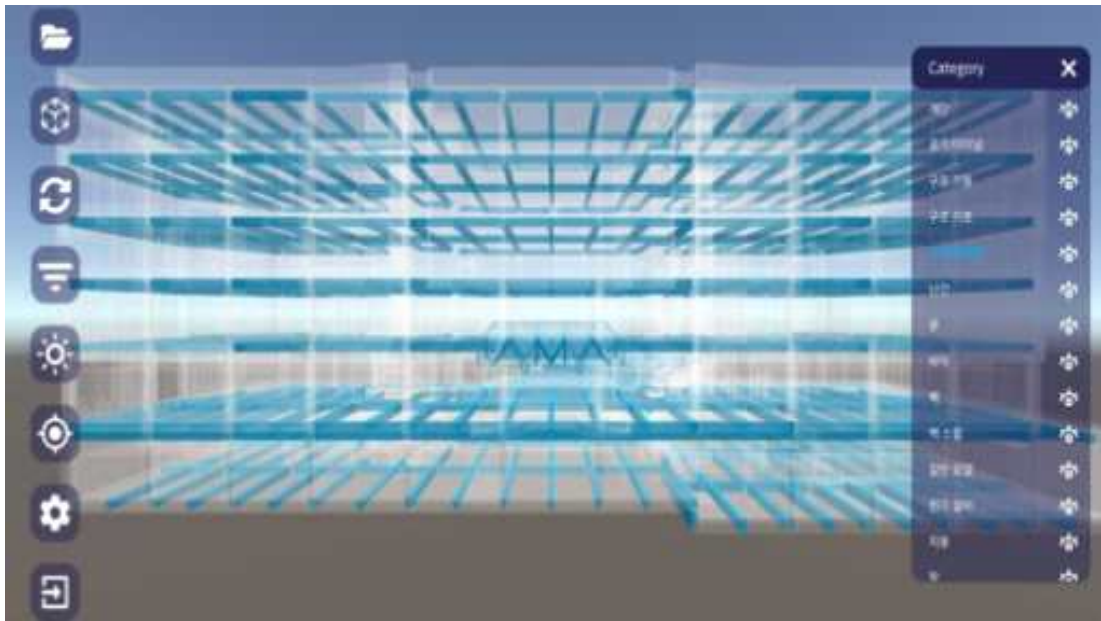


그림 3.10 BIM 모델 속성 투사화 적용 화면

3.4.AR BIM Viewer

① AR BIM Model 표시

AR 환경에서도 동일하게 BIM Viewer가 작동되게 제작 되었다. 그림 3.3에서 확인 할 수 있듯이 일반 모드에서 확인 하였던 BIM Data 요소의 List 모습과 활성화, 비활성화, 투사하는 모습을 확인 할 수 있다.

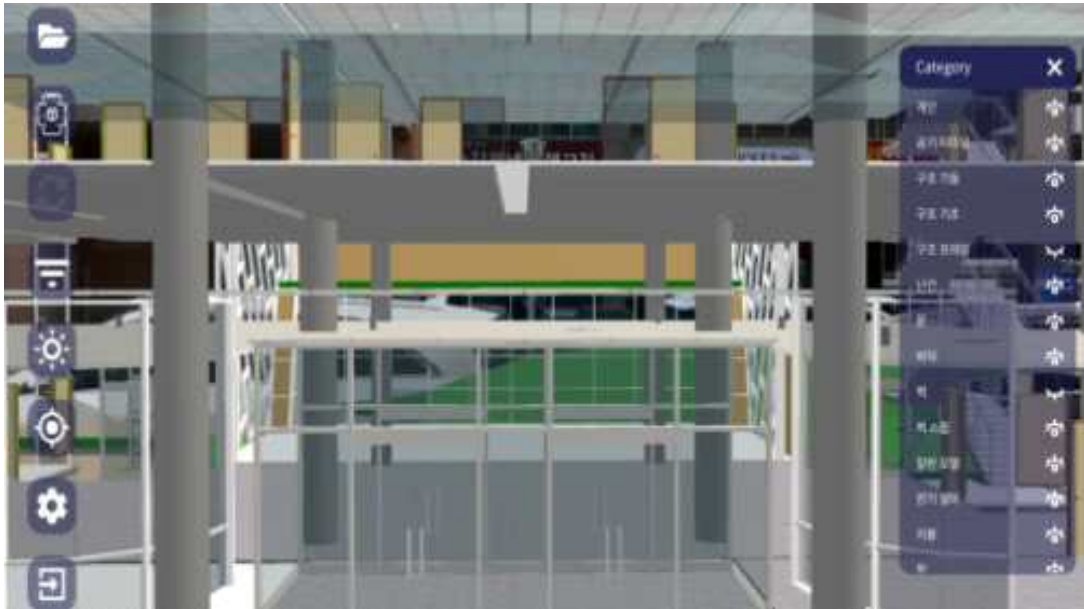


그림 3.11 AR BIM 모델 속성 비활성화 화면

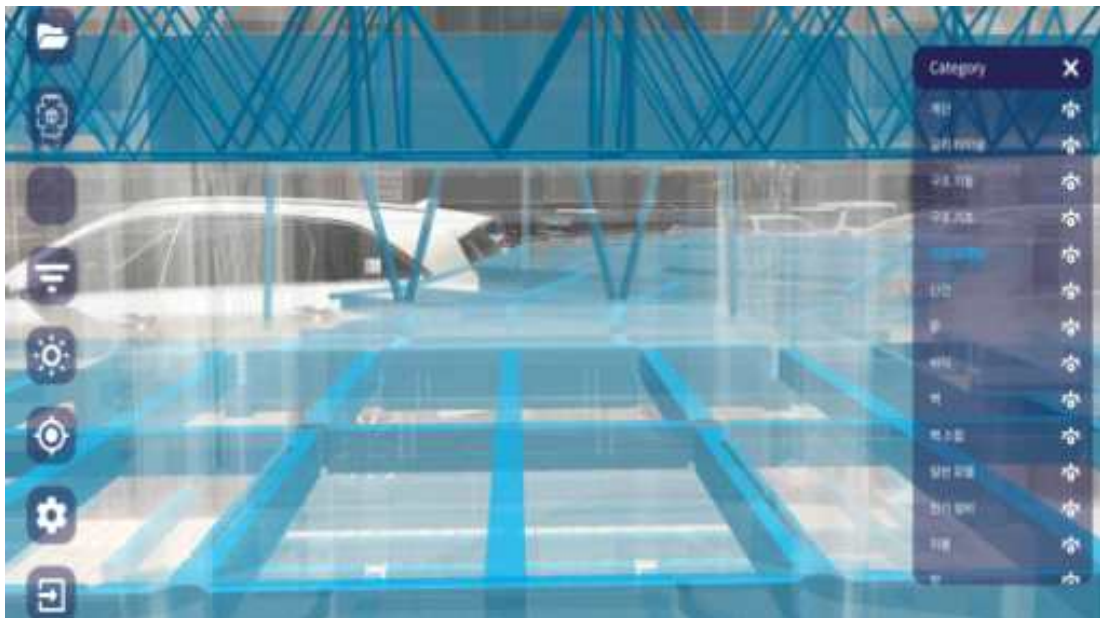


그림 3.12 AR BIM 속성 투사화 적용 화면

② AR상 BIM Model 1:1 표시

이 부분은 BIM Data의 원본 축적 크기가 1:1 상태여야 하며 BIM Data 도면에서 중심점을 AR을 시작할 위치로 조정하는 부분이 필수 조건이다. 그림 4.2은 실제 AR환경과 실제 환경을 1:1로 맞춰 테스트 모습이다.



그림 3.13 지정된 위치에 마커 설정 화면



그림 3.14 BIM 모델 1:1 매칭 표시 화면



그림 3.15 BIM 모델 투사 화면

1:1 로 AR 공간상에 BIM 모델을 표시 했다 해도 사람이 보는 시야 움직임에 맞춰 AR 공간이 따라 움직이지 않는 문제가 있다. 이는 Mobile Camera의 설정 값이 실제 환경에서 보는 값과 다르기 때문에 나타나는 문제인데 여기에 영향을 주는 부분들을 설정 할 수 있게 기능을 제공하였다. 크게 영향을 주는 부분은 카메라 센서의 크기(Sensor Type), 초점 거리(Focal Length), 시야각(Field of View) 속성이다. 이 부분을 조절하여 1:1 대응을 최대한 정확하게 맞출 수 있도록 하였다.



그림 3.16 매칭을 위한 카메라 설정 화면

제 4 장

결 론

본 연구에서는 건설현장에서의 실용화에 포커싱한 연구개발 추진 전략으로 건설 현장의 기술 도입부담을 낮추는데 초점을 둔 연구개발을 통해, 2차년도 조기 현장테스트 적용 및 보완에 주력할 계획이다. 또한 향후 공동주택을 대상으로 테스트베드 적용 예정이며, 활용 기능은 수요처인 건설사와의 설문/면담조사를 통해 기능 도출할 예정이다.

이러한 연구개발을 통해 최종적으로는 건설자동화, 4차산업혁명 핵심기술인 BIM, AR 기술의 활성화에 이바지하고, 건설 현업에서의 실제 적용을 고려한 기술 개발을 통해 가상현실 기술의 실용화 및 관련분야 산업 활성화에 기여할 수 있다. 또한 BIM 기반 기술의 도입으로 건설자동화 기술의 근간이 되는 BIM기반 설계, 시공기술 도입의 기반 마련 및 기술 실용화 촉진하고 스마트폰 기반 시스템 개발을 통한 다양한 분야에서의 기술 적용 활성화에 기여할 수 있다. 사회적으로는 건설 품질 신뢰도/안전도 향상 및 건설산업 혁신을 통해 기존 시공검토 체계의 개선으로 시공결과에 대한 면밀한 검토가 가능하고 체계적인 공정관리 기술 도입을 통해 건설 품질 신뢰도 향상 기여할 수 있다. 공정결과의 문제에 대한 세부 정보를 건설현장 및 발주사가 신속히 인지하여 부실시공 및 시공 보완에 따른 공기지연 예방이 가능하며, 건설 컨소시엄의 업무 효율화를 위한 비즈니스 모델 개발로 건설산업 신시장 창출할 수 있다.

참고문헌

1. 강인석, 문진석, 권중희 (2007), 토목공사 개념설계단계의 가상현실(VR) 기능 구축방안 연구, 대한토목학회 논문집 27(6), p.759~765
2. 권혁진, 김보현, 백재용 (2013), VR 기술을 활용한 서비스 실험실 구축, 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, p.379~402
3. 김기정, 한호성, (2017), 가상현실 기반 콘텐츠의 가능성과 한계 - 테마파크를 중심으로, 한국디지털정책학회 논문집, 15(5), p.373-380
4. 박영호, 김석균, (2016) 가상현실(Virtual Reality) 디스플레이 기술개발동향, KEIT PD Issue report, 16(8)
5. 윤종원, 민준기, 조성배 (2011), 몰입형 가상현실의 착용식 사용자 인터페이스를 위한 Mixture-of_Experts 기반 제스처 인식, 한국HCI학회 논문지 p.1~8
6. 전규엽, 나옥정, 홍원화 (2007), 가상현실 피난시물레이션을 통한 지하공간 피난예측에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회 논문집, 1(1), p.36-42
7. 한종성, 이근호 (2015), HMD를 이용한 VR 관광 콘텐츠, 한국콘텐츠학회논문지 15(3), p.40~47
8. Christie Japan (n.d), Retrieved February 17, 2017 from www.christiedigital.jp/
9. Commuitech Hub (n.d), Retrieved February 17, 2017 from <https://www.communitech.ca/>
10. Jeon, K., Y., Na, W., J., Hong, W., H. (2007), A study on the prediction of evacuation behavior through virtual-reality simulation for an evacuation situation in underground spaces, Korean Insitute of Architectural SustainableEnvironment and Building Systems Vol.1, No.1, pp.36-42, 2007
11. Kobe University (n.d), Retrieved February 17, 2017 from www.kobe-u.ac.jp/en/

서지자료

1. 출판물 고유번호 KICT-2020-178	2. 사업분류 20주요-대4-창의시드	3. 발행일 2020. 12. 31	
4. 제목/부재 증강현실기반 원격 공정관리 핵심기술 개발		5. 연구수행기간 2020. 1. 1 ~ 2020. 12. 31	
6. 연구수행기관 한국건설기술연구원		7. 연구 수행자 박형진, 김두식	
8. 수행기관 주소 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283		9. 연구의뢰기관 및 주소 해당없음	
10. 공동 수행기관 해당없음		11. 계약 또는 인가번호 해당없음	
12. 초 록 본 연구는 건설 현장의 체계적이고 효율적인 공정관리 지원을 위해 스마트폰을 활용한 AR기반 원격 공정관리 핵심기술을 개발하였다. 이를 위해 스마트폰 센서에 기반하여 건설현장 위치/자세 결정 및 객체인식 기술, 실-가상 정합기술, 건설 공정관리 시스템을 개발하였다.			
13. 키워드 증강현실, 원격관리, 공정관리, 모바일, 어플리케이션			
14. 기타사항 해당없음			
15. 비밀구분 Unclassified	16. 총면수	17. 발행부수	18. 가격

Bibliographic Data

1. Report ID KICT-2020-178	2. Project Classification Internal Research Project	3. Report Date December 31, 2020	
4. Title A development of AR based Telemanagement core technology for construction work		5. Research Period Jan. 1, 2020~Dec. 31, 2020	
6. Performing Organization Korea Institute of Civil Engineering and Construction Technology(KICT)		7. Authors Hyoung-Jin Park, Du-Sik Kim	
8. Performing Organization Address 283, GoyangDaero, Ilsan-SeoGu, Goyang, Gyonggi-Di, 411-712, Republic of Korea		9. Sponsoring Agency None	
10. Co-performing Organization None		11. Contact No. None	
12. Abstracts This study developed AR-based remote process management core technology using smartphones to support systematic and efficient process management of construction sites. To this end, based on the smartphone sensor, the location/position determination and object recognition technology of the construction site, real-virtual matching technology, and construction process management system were developed.			
13. Keywords Augmented Reality, Telemanagement, Work Management, Mobile, Application			
14. Supplementary Notes None			
15. Security Class Unclassified	16. No. of Pages	17. Circulation	18. Price

주의사항

1. 본 보고서는 우리 연구원이 기본연구사업으로 수행한 자체 연구성과로서 정부의 정책이나 견해와는 다를 수도 있습니다.
2. 본 보고서의 내용을 인용할 경우 반드시 출처를 밝혀주시기 바랍니다.
3. 무단복제는 절대 금하며, 저작권 관련법에 의해 처벌을 받을 수 있습니다.

구입안내

본 보고서의 구입을 원하시는 분은 아래 연락처로 문의하시기 바랍니다.

- 문의처 : 한국건설기술연구원
TEL : 031-910-0286

KICT-2020-178

SOC 시설물 대상 디지털 트윈 자산관리 핵심기술 개발

- 출판사등록번호/ 제98-10호
 - 발행일/ 2020. 12. 31
 - 발행처/한국건설기술연구원
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283
TEL : (031) 9100-114
www.kict.re.kr
-