

건설현장 XR협업 업무지원시스템 가이드라인에 관한 연구

박상진¹ · 황인구¹ · 류리² · 김용성^{3*}

¹국민대학교 테크노디자인전문대학원 건축디자인학과 석사과정

²국민대학교 테크노디자인전문대학원 건축디자인학과 박사

³국민대학교 테크노디자인전문대학원 건축디자인학과 교수

A research on the Work Support System Guidelines for XR Cooperation in Construction Sites

Sang-Jin Park¹ · In-Gu Hwang¹ · Ri-Ryu² · Yong-Seong Kim^{3*}

¹Master's Course, Graduate School of Techno Design, Kookmin University, Seoul 36-702, Korea

²Doctor's Course, Graduate School of Techno Design, Kookmin University, Seoul 36-702, Korea

^{3*}Professor, Graduate School of Techno Design, Kookmin University, Seoul 36-702, Korea

[요 약]

4차 산업혁명 이후 많은 분야에서 ICT(Information & Communication Technology) 기술이 적용됨에 건설현장 또한 ICT 기술을 도입한 건설 단계에서의 업무지원 시스템에 관한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 하지만, 건설 현장의 제한된 IT(information technology) 인프라 단순 업무지원으로 공사 현장에서의 실무자간의 활용이 어렵다. 이에 본 연구는 건설 현장의 업무 기능 고찰 및 기능 요소 분석을 통해 설계자, 시공자, 감리자 등이 활용할 수 있는 업무지원 시스템을 제안한다. 또한, 제안된 시스템을 기반으로 건설 업무의 기술 적용에 따른 업무지원 시나리오를 도출하였으며, 건설 업무 및 현장 적용 시 공기 단축, 효율적인 업무 협의 등의 효과가 예상된다.

[Abstract]

After the Fourth Industrial Revolution, ICT(Information & Communication Technology) technology has been applied in many fields, and various researches on construction support systems at the construction stage. However, the limited IT(information technology) infrastructure on the construction site and the simple work support make it difficult to use among construction site practitioners. This study proposes a work support system that can be utilized by designers, builders, and supervisors by examining the work functions of construction sites and analyzing functional elements. Also, work support scenario was derived on the proposed system according to the technical application and air purification are expected in the construction work.

색인어 : 건설현장업무지원시스템, XR, 3D스캐닝, 검측관리시스템, XR현장 업무지원 시스템

Key word : Construction site operation support system, XR, 3D Scanning, Inspection and Management system

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.1.131>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 13 November 2019; **Revised** 01 December 2019

Accepted 23 January 2020

***Corresponding Author; Yong-seong Kim**

Tel: [REDACTED]

E-mail: piy5767@gmail.com

I. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

4차 산업혁명 시대에 복잡화와 대형화되는 산업들의 업무를 지원하고자 다양한 기술들과 시스템들이 개발되고 있다. 4차 산업 혁명의 핵심 기술인 AR(augmented reality) 및 MR(mixed reality) 시장이 급성장 중이며 건설 관련 산업 및 다양한 산업 분야로 확산 중이다. 국내·외에서 가상현실 산업 분야에 적용하며 건축 분야에서는 효율적으로 업무를 지원하기 위한 연구 및 개발이 이루어지고 있다.

국내의 경우 설계 및 건설 현장에서 XR(extended reality) 기술들이 적용되고 있으며 시공단계에서 유지 관리, 간섭 체크 중심의 CM(construction management) 업무 및 협업 업무에서 다양한 시도들이 이루어지고 있으나 XR 기술을 통한 건설 현장 및 설계 단계의 종합적 관리 방안이 미흡한 상황이다. 이에 본 연구는 건설 현장에서 제한된 IT 인프라와 시스템 활성화 방안의 문제점 분석을 통해 건설 현장에서의 업무 지원을 위한 3D(Three Dimensions) 스캐닝 및 BIM(building information modeling)기술 기반의 XR 업무 지원시스템 구성방안 및 활용을 위한 가이드라인 연구를 목적으로 한다[1].

1.2 연구의 방법

본 연구에서는 건설 현장 업무 지원 시스템에 대한 정의 및 현황들을 조사하였다. 업무 분야별 적용 기술 분류 및 건설 현장 적용 시나리오를 작성하였으며 그에 따른 건설 현장에서의 효과를 예상하였다. 연구의 방법은 다음과 같다.

첫째, 현장에서 사용되고 있는 시스템을 중심으로 문헌조사를 통해 건설현장업무지원 시스템에 대해 정의한다.

둘째, 실제 활용 되어지는 시스템 기술인 BIM과 3D스캐닝의 동향을 고찰하여 진행 중인 새로운 기술들과 장비들의 세부적인 역할에 대해 분석을 통해 현장업무 지원시스템에 호환과 적용될 수 있는지에 대하여 고찰한다. 또한 앞서 고찰을 통해 시공현장에서의 업무 편리를 위한 모바일 작업화 방안을 제시한다.

셋째, 선행 연구를 통해 분석된 자료를 기반으로 하여 사용자에게 필요한 현장업무지원 시스템 구성에 대한 가이드라인을 제시하고 호환될 기술들과 장비를 선정한다.

넷째, 현장업무지원 시스템 구성과 기술 및 장비가 접목된 XR기반 현장업무지원 시스템 시나리오를 작성한다.[2]

II. 건설 현장 업무 지원시스템 고찰

2.1 건설 현장업무 지원시스템

표 1. 국내 연구 현황

Table 1. domestic research case

AUTHOR	RESEARCH TOPIC AND CONTENT	구분
Hwang Sung Mok et al. 1	“Mobile Computing and Augmented Reality apply to Construction Confirmation of Public Housing Construction” 2013	APP, CM
Lee Kwang-pyo et al. 3	“Study on the Construction material management using smart phone mobile application” 2011	APP, CM
Ju young do	“Facility maintenance system using mobile application” 2012	APP, CM
Bae Mun Seo et al. 4	“Real-Time safety management framework based on Smart Mobile”, 2013	APP, CM
Kim Kyun Tae et al. 3	“Development of construction information management module using vector photography” 2013	APP, CM
Kim Soo Gil et al. 3	“Proposal of domestic application through case analysis of domestic and foreign mobile PMIS and BIM” 2012	APP, BIM
Hwang Ji Eun et al. 3	“Study on the Development of Participant Centered VR Modler Supporting Collaborative Design in the Early Stage of Architectural Design” 2002	WEB, VR
Lee Myung-sik	“New changes in digital architecture : Augmented Reality Application and Tectonic Expansion” 2012	APP, AR
Ryu Jae ho	“Application of Augmented Reality Technology in architectural field with the Advent of Smart Devices and Mobile Computing Environments” 2012	APP, AR

건설 산업에서 현장 지원 업무시스템은 설계관리, 자재관리, 공사관리, 공정관리, 회계관리, 업무관리, 문서관리, 안전관리 등 다양한 영역의 업무들의 특성을 고려하여 구성되며, 건설 관계자들이 간의 자료 공유와 의사소통이 수월하게 수행될 수 있도록 이루어져야 된다고 정의했다.

건설사 내의 지원 시스템은 공정을 기반으로 연계되어 시스템 체계가 이루어진다. 더 나아가 대형화와 복잡화되는 건설 산업 시장에서 효과적인 현장 관리를 위해 다양한 XR 기술 및 장비를 도입하여 새로운 시스템 개발 연구를 진행하고 있다. 표1은 XR 기술들을 활용한 국내 연구 현황이다.

2000년도에는 웹기반 기술을 중심으로 연구 되었으며 2010년도에는 스마트 기기 보급의 영향으로 모바일 앱 활용에 관한 연구가 주로 진행되었다. 최근에 이러한 기술들은 다양한 기능을 체계화 시키는 것에 중점을 두고 개발되고 있으며, 편리화와 기능성을 위해 XR 기술과 3D스캐닝 등 다양한 기술들을 접목시키는 연구가 진행되고 있다[3].

2.2 건설 현장업무 지원시스템 현황 및 개발 동향

건설현장의 복잡화와 대형화 문제를 해결 해결하기 위하여 건설회사별 현장 지원 업무시스템 개발과 시제품을 시장에

출시하였다.

H건설사에서 개발된 모바일앱은 건설현장에서 수작업으로 진행하던 검측과 확인 작업을 시스템화하여 실시간 공유하는 전자결재 시스템이다. 모든 작업 내용이 동기화되어 외부 조건에 구애받지 않고 모바일과 PC에 연동된다는 점이 가장 큰 장점이다. 이 시스템은 2017년 말부터 H건설사의 단지 조성공사, 주상복합공사 현장 등에서 활용되었으며 현장 품질개선 및 시공 효율성의 효과를 내고 있다. 시스템을 이루는 구성은 첫 번째, 클라우드 시스템으로 최종 자료 작성본이 동기화되어 수정 후에도 누구나 동일한 내용으로 자료를 공유할 수 있다. 두 번째, 검측 데이터의 DB(database)화 및 자동 통계 기능으로, 기존에는 문서를 서류 자료로 정리했을 때 여러 문서 중 필요한 문서를 찾아야 했으나 DB화로 인해 저장된 자료를 빠르게 검색하여 찾을 수 있고, 통계 기능과 빅데이터를 활용해 자동 통계 결과를 얻을 수 있다[4].

S건설사는 모바일 앱을 통해 스마트폰, 태블릿 PC 등의 모바일 기기를 통해 디지털 건설 현장을 구축하고 있다. 현장 관리자는 모바일 앱을 이용해 시간과 장소 제약 없이 기술 자료 열람, 작업 일보 작성, 현장검측, 선행 공정 체크 등 업무를 실시간 처리한다. PDF/CAD 도면을 통합적으로 관리하며, 협력사와 건설 관계자 모두 모바일 앱을 활용하여 양방향으로 소통할 수 있는 환경을 구축하였다.

L건설사는 3차원 레이저 스캐너 도입한다고 발표하였다. 3D스캐너로 건축물을 스캔하여 3차원 형상 정보로 디지털화해 데이터를 추출하는 기술을 말한다. 이 데이터는 현장에서 육안으로 확인할 수 있도록 영상을 구현하며 이를 분석해 건설 현장에서 활용하는 시스템을 구축한다. 3D스캐너 데이터는 BIM데이터와 연계된다. 이러한 건축물 설계 및 시공 정보의 3차원 정보화를 통해 기존 2D 방식의 설계로 힘들었던 정보 통합 관리가 가능해진다. 또한 L건설사는 시공품질 및 공사 효율, 현장 안전을 강화할 다양한 기술을 도입하고 이를 위한 연구를 지속 진행 중이며, 스캐너 외에 드론, 자동화 장비 등의 다양한 기술들의 현장 적용을 시도하고 있다.

2.3 시스템 기술들의 세부사항

2.3.1 건설 현장업무 지원시스템의 BIM 기술 사용

건설현장 업무 지원 시스템에는 많은 기술들이 사용되고 있으며 그중 3D 스캐닝, BIM 데이터, XR(VR, AR, MR)과 같은 기술들이 중점적으로 사용되고 있다. BIM 기술은 에너지 분석, 물량 산출, 견적서 산출 등의 속성 정보를 포함할 수 있기 때문에 설계 오류, 기록 관리, 간섭 체크 등의 업무에서 이용되고 있다. 건설현장에서 BIM 활용한 업무분야는 표2와 같다[5].

표 2. 업무별 BIM 적용 분야

Table 2. BIM application field

Work Field	BIM Application Field
Quality Management	1. Review of constructability and construction method 2. Determine the process of quality examination
Construction Management	1. Establishment process planning 2. make progress schedule and 3. Alternative Review Simulation 4. Create and manage field work documents
Safety Management	1. Safety facility and equipment management work 2. Safety training plan and implementation work
Official Management	1. Quantity output management 2. Process control reporting and simulation
Design Management	1. Design change management and review 2. Review of completed document and construction details

품질관리, 공사관리, 안전관리, 공무관리, 설계관리 등 많은 분야에서 BIM이 사용되고 있으며, BIM은 건설현장에서 중요한 시스템으로 적용되고 있다. 조달청(정부기관)과 LH공사(공공기관)에서는 BIM 가이드라인 개발을 통해 시공 현장에서의 BIM 기술 적용을 장려하고 있다. 현재는 XR 기술, 모바일, 3D 스캐닝 등 다양한 기술들과 결합을 통해 건설 현장 적용 범위를 넓혀가고 있다[6].

2.3.2 건설 현장업무 지원시스템의 3D스캐닝 기술 및 XR 기술의 사용

확장현실(XR) 기술은 건축물을 시공 전 가상건축물로 표현할 수 있는 기술로 모바일 디바이스의 등장으로 적용 범위가 넓어지고 있다. 다양한 융합을 통해 초기 설계 단계부터 시공 관리, 유지 관리 등 건축 분야의 전반에서 활용이 시도되고 있다.

3D 스캐닝 기술은 포인트 클라우드 데이터를 활용하여 도면 및 3D 모델링에 사용되고 있다. 3D 스캐닝의 특징은 건물 및 지형의 역설계를 통해 3D 데이터 변환 기능이 가능하며 이를 통해 다양한 분야에서 사용될 수 있다[7].

표3과 같이 3D 스캐닝은 BIM 데이터 혹은 3D 모델링과 결합되어 사용된다. BIM 데이터와 3D 스캐닝 데이터의 결합을 통해 실제 현장 시공을 5% 오차 범위 내에서 보여주며 간섭 체크, 안전 진단 등의 시공 프로세스에서 사용된다[8].

실질적으로 XR 기술은 기술 자체만으로 건축 현장에서의 활용이 미비한 편이다. 기본적으로 확장현실을 구현하기 위해서는 주변 모델링 정보 및 실제 현장 데이터가 필요하기 때문에 GPS(global positioning system)기술, BIM 기술, 3D 스캐닝 기술 등 다른 기술들과의 연계를 통해 활용도가 높아지고 있다. 확장현실 구현을 통한 실무자들의 원격 회의 및 안전 체크 등의 업무들을 수행할 수 있다.

표 3. 3D스캐닝 기술의 활용

Table 3. The Application of 3D Scanning Technology

Utilize 3D Scanning Technology	
Construction Management	1. Frame Construction Error Analysis 2. Review constructability structure
Safety Management	1. Safety diagnosis of the structure 2. Create 3D Model
Quality Management	1..Quality control through 3D scanning data and modeling 2. Confirm the exact location of construction based on the approach point
Maintenance Management	1. Maintenance through 3D imagery modeling 2. Reverse Engineering to Aging Building

2.4 건설 현장 XR 협업 업무 지원시스템의 필요성

현재 업무 지원시스템은 건설 프로세스를 부분적으로 지원하고 있다. 건설 현장에서의 업무 지원시스템은 공기 단축, 안전 관리, 시공성 향상 등과 같은 업무 실적 상향으로 이어지기 때문에 통합적인 업무 지원시스템의 개발이 필요한 상황이다.

많은 건설사들은 모바일 앱을 통해 전체 시공 프로세스를 지원하는 플랫폼을 개발하고 있다. 하지만 모바일 앱을 통한 지원 시스템은 이용할 수 있는 기술들이 한정되어 있다. 건설 프로세스에 적용될 수 있는 3D 스캐닝 및 BIM 기술들의 기능들을 도출하여 모바일 앱 뿐만 아니라 XR 환경에서의 업무 지원시스템 플랫폼 및 시나리오를 제시하고자 한다.

III. 건설현장 시스템 프로세스 제시방향

3.1 건설 현장 업무지원 시스템 방향

앞서 기존 업무 지원 시스템 및 기술 분석을 통해 서비스 기능들을 분류하였다. 시스템의 분류는 크게 업무 조회 기능, 현장 관리 기능, 공유 업무 관리 기능으로 시스템 구성도는 그림 1과 같다.

조회 기능에서는 현장 관련 보고서, 시설물 현황 및 주변 현황, 4D 시공 현장 시뮬레이션 등 각종 도면, 모델링, 업무 자료들을 조회할 수 있도록 구성하였다. 모델링 정보는 3D 스캐닝 데이터와 BIM 데이터가 결합되어 나타나며 시공 전, 시공 중, 시공 후의 데이터들이 업데이트되어 간섭 체크, 시공 오류 등의 업무를 수행한다.

공유 업무 관리 기능은 감리자, 설계자, 시공자 간의 업무 공유를 위한 기능으로 설계 단계부터 시공 완료까지 분야별 업무자들은 다양한 업무들을 공유한다. 하지만 업무 공유가 이루어지지 않았기 때문에 정보가 누락되는 경우가 발생한다. 그렇기 때문에 간섭 오류 체크, 설계 변경, 감리 보고서 작성

등의 실시간 업무 지원 기능을 구성하였다.

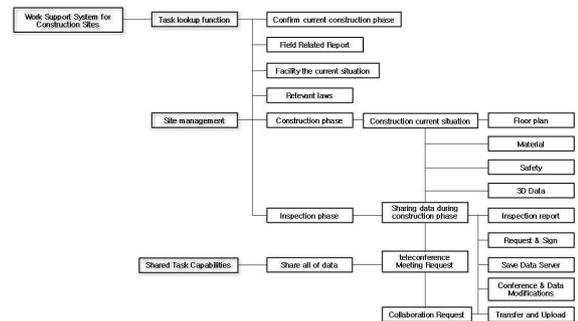


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1. System Configuration Diagram

현장 관리 기능으로는 시공 단계에서의 업무 기능을 지원하는 시스템이다. 이는 현재 건설 현장에서의 업무자들은 노트, 자, 필기 도구, 보고서 등 다양한 작업 도구들을 소지하거나 이러한 도구들의 소지는 비효율적이기 때문에 모바일 앱을 통해 날씨 기능 조회, 현장 사진 및 노트 기능, 길이 측정, 현장 관련 문서 조회 등의 기능을 구성한다. 모바일 앱을 통한 업무는 데이터는 건설사 내의 시스템으로 업로드된다.

3.2 XR 건설 현장 업무 지원시스템

앞서 선행 지원시스템들을 분석한 결과 각 회사별 구체적이고 체계화된 시스템들이 구축되어 있지만 다양한 기술들의 적용 부족과 부분적인 업무 지원 기능으로 인해 보급화가 이루어지지 않고 있다. 이리함에 본 연구에서는 XR 기술, BIM 기술, 3D 스캐닝 기술을 활용한 통합 업무 지원 시스템을 그림 2와 같이 제안하였다.

업무 지원 플랫폼은 BIM 4D 건설 프로젝트 관리 기능 및 사진 측량 3D 스캐닝 기능, 건설 모델 데이터 서버 기능, 데이터 관리 서버 기능 등 확장 현실 지능형 관리지원 시스템 플랫폼을 제안하였다.

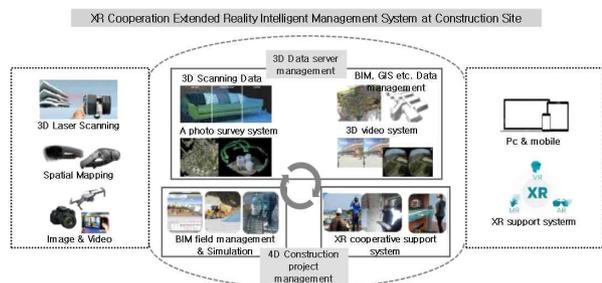


그림 2. 건설 현장 XR업무 지원 시스템 플랫폼
Fig. 2. XR Work Support System Platform at Construction Site

지원 시스템은 사진측량 3D 스캐닝 모듈, AI(artificial intelligence) 및 XR 스케일 보정 스마트폰 기능 모듈인 Android OS(operating system) & IOS(internetwork operating system)와 XR 환경 지원을 위한 BIM 데이터 변환 모듈, XR 지원 건설 3D 데이터 관리 서버 애플리케이션, DB서버 호환 모듈 등의 기술들로 구성된다. 건설 현장에서는 이런 기술들을 통해 스캐닝 자료, BIM 자료, XR 시뮬레이션 자료 등을 추출하며 자료들은 다양한 업무에 적용되어 시공 단계의 오류를 줄이고 업무의 효율성을 높여주며, 작성된 자료들은 DB서버에 업로드되어 문서들을 실시간으로 작성하는데 이용된다. 또한 작성된 자료들은 감리자, 설계자, 시공자에게 공유되어 업무자들의 원격 회의에 사용된다.

3.3 검측 관리 시스템 지원

건설 현장에서 시공 오류가 많이 발견되는 단계는 검측관리이다. 감리자는 문제 발생 시 검측 보고서 및 오류 수정에 많은 시간을 소요하며 시공 오류에 관한 책임에 적지 않은 비중을 차지하고 있다. 표 4는 감리자의 책임에 대해 보여 줄 수 있는 국토교통부에서 변경된 감리자 처벌 관련 변경된 법률이다. 감리자는 건물이 완성된 후에도 시공상 오류가 있는 경우 그 문제가 감리상 주의 의무를 위반한 과실 때문에 생긴 것이라고 인정되면 건축주 및 제 3자에 대한 채무불이행 책임 또는 불법 행위 책임을 질 수 있다.

공사 현장에서의 감리자의 역할 및 책임은 크지만 건설 현장에서 설계자, 감리자, 시공자의 소통 부재, 비상주 감리로 인한 실시간 현장 확인의 어려움 등의 이유로 모든 검측업무를 이행하기는 어렵다.

그렇기 때문에 감리자의 업무를 진행하기 위한 검측관리 기능을 제안하였다. 검측 관리 기능은 업무지원 시스템의 현장관리기능으로 지원된다. 검측관리는 앱의 현장작업일지를 통해 수행되며, 앱 현장작업일지는 기본 공사 정보, 작업자 현황, 검측 관리 보고서, 업무 관리자 호출 등의 기능으로 구성된다. 그림3은 앱에서 지원하는 작업일지 양식을 보여준다.

표 4. 감리자 관련 변경 법률

Table 4. Construction supervisor law changes

Construction supervisor law changes
1. Expansion of detailed standards for supervision of housing detection works
2. Increasing Supervisor-related Penalties
3. Mandatory submission of supervision plan to all mayors
4. Supervisor replacement in case of law violation
5. Abolish supervisor business performance evaluation system of construction company
6. Forms such as work log of inspector, material quality test and inspection register, concrete construction control register, and list of participants will be newly established.

※Ministry of Land, Infrastructure and Transport

그림 3. 앱 작업일지
Fig. 3. App Workbook

공사 정보 기능에는 3D 스캐닝 자료들과 BIM 데이터가 제공되어 현장에서의 간접 체크, 설계 오류 등의 업무에 이용된다. 작업자 현황 기능은 공사 실명부를 제공하며, 검측 관리 보고서 기능은 검측 관리 요청서, 통보서, 검측 위치별 3D 스캐닝 데이터 등이 제공된다. 검측 관리 보고서는 실시간으로 현장에서 작성 및 결과가 가능하며 작성된 문서는 데이터 관리 서버에 등록되어 관리된다.

문제 발생 시 감리자는 BIM 및 3D 스캐닝 데이터를 통해 현장 상황에서의 문제점을 확인하며 업무 관리자 호출을 통해 문제점에 관한 회의를 진행한다. 회의 내용은 음성 메모 기능을 통해 자동으로 입력되며 입력된 데이터들은 DB 서버에 등록되며 관련 업무자들에게 공유된다.

IV. 건설현장 업무처리 지원 시스템 시나리오

4.1 건설 현장 업무지원 시스템 시나리오

시공 착수 전에는 실측 데이터와 BIM 모델링 데이터를 통해 현장 상황에 대한 3D 데이터가 완성된다. 3D 데이터는 XR 데이터로 변환되며 일정 관리, 2D 도면과 함께 DB 서버에 등록된다. 시공 전 XR 환경에서 원격 회의를 통해 사전 오류 체크를 진행한다. 이를 통해 설계자는 도면 수정, 시공자는 기술 수정, 감리자는 일정 수정의 업무를 수행한다.

공사가 진행되면 날씨, 음성 기록 관리와 같은 기능들이 지원된다. 공사 당일마다 날씨가 예측되며 이를 통해 공사 일정 수정이 가능하다. 또한 현장에서의 회의는 음성 기록 관리를 통해 서버에 자동으로 업로드된다. 현장에서 오류가 발생하면 감리자, 설계자, 시공자는 VR 환경에서 시공 상태의 현장을 체크하며 이를 통해 오류에 대한 해결책을 마련한다. 이후

회의 내용 및 오류 해결방안은 보고서로 서버에 등록된다.

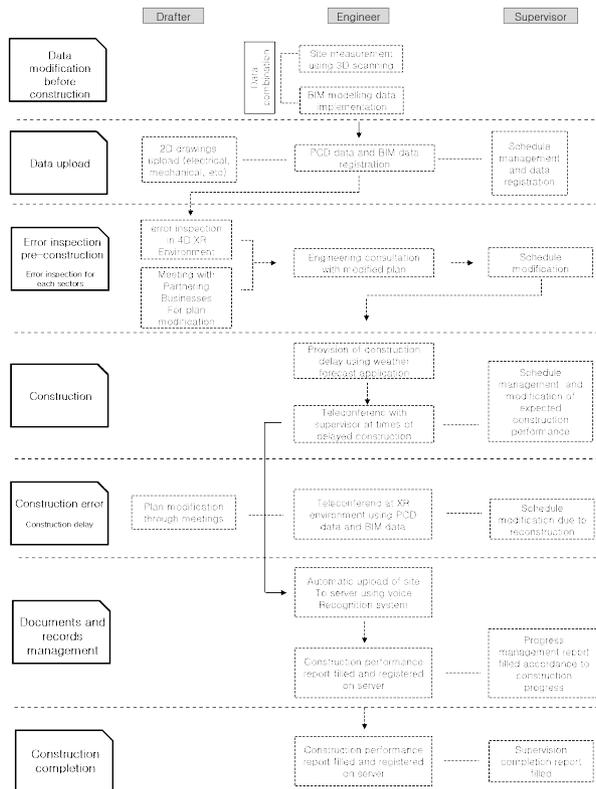


그림 4. 시스템 적용 후 시나리오
Fig. 4. System Applied Scenario

시공 완료 후 공사 실적 보고서 및 감리 보고서들은 시공 단계에서 서버에 등록하였던 자료를 공유 받아 참고할 수 있다. 검측 단계에서의 검측 사진 및 도면자료를 첨부하여 관련 내용들을 포함한 검측 관련 서류들을 작성한다. 작성된 서류들은 DB 서버에 업로드되며 결재 신청 및 승인을 실행할 수 있으며, 추후에 필요에 따라 열람이 가능하다.

그림 4는 시스템 적용 후 시나리오이며 3D 스캐닝 기술 기반의 건설 현장 XR 협업 지원시스템을 공정단계에서 시공 착수 전 데이터 수집부터 시공 오류 발생 시 이루어지는 단계, 시공 완료단계까지의 과정을 보여준다. 그중 시공 오류 발견 시 시공자, 설계자, 감리자의 필요한 기능들이 작성되고, 서로 간의 협업단계의 세부 과정은 아래 내용과 같다[9].

(1) 상황 발생

시공자는 시공 상황을 확인하고 시공 상황이 오류를 확인한다.

(2) 서버접속 후 시공 오류 체크 및 업로드

서버에 접속한 시공자는 스마트 기기의 3D 스캐닝 사진 기능으로 공간을 스캔하여 DB 서버로 전송한다.

(3) 데이터 변환 및 추출

전송된 3D 스캐닝 자료는 환경 정보 인식 후 DB서버와 연동된 후 필요환경 정보 제공을 한다. 기존 BIM의 3D 데이터 자료와 시공현장 3D 스캐닝 자료가 비교되어 데이터를 추출한다.

(4) 원격 협의

시공자는 비교된 자료를 서버에 업로드하며 실시간으로 설계자와 해결방안을 모색한다.

(5) 시공 수정 후 DB서버 자료 저장 및 공유

해결방안을 찾은 시공자와 설계자는 오류들을 수정 후 서버에 재전송한다.

(6) 검측 요청 및 결재

앞선 시공현장의 자료를 공유 받아 검측단계에서 사용하며, 검측 결과 보고서 및 요청서를 작성 후 결재받을 수 있도록 서버에 등록한다. 알림을 받은 관계자는 결재자료 검토 후 승인한다.

(7) DB 서버에서의 완료 데이터 업로드

업무 지원 시스템에서의 모든 자료들은 서버에 업로드된다. 공정단계의 자료들은 추후 프로젝트에 반영되어 건설 현장에서 유용하게 사용된다.

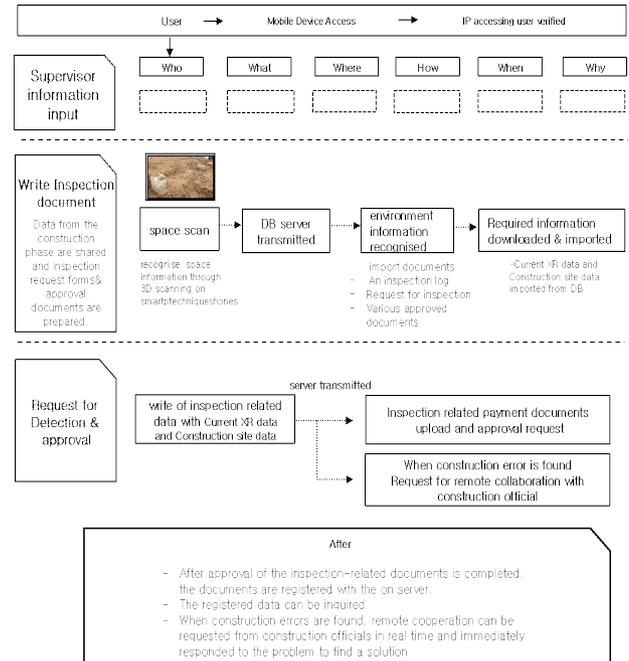


그림 5. 시스템 적용 후 시나리오
Fig. 5. System Applied Scenario

공정이 완료되면 검측 업무를 실시한다. 검측 업무를 통해 시공 오류 및 공사 실적을 점검한다. 시공 오류 발생 시 감리자, 설계자와의 협업을 통해 오류를 수정한다. 그림 5는 검측 관리 지원시스템 적용 시나리오이다.

감리자는 모바일 앱을 이용하여 시공이 완료된 공간을 스캔한다. 스캔 자료는 DB서버에 전송되며 정보 인식이 된다. 이 단계에서 검측 관련 서류 양식을 불러올 수 있으며, 시공 단계에서의 XR자료를 첨부하여 작성할 수 있다. 완료된 서류들은 건설 관계자에게 전송되며, 실시간으로 승인 및 결재가 가능하다. 검측이 완료된 후에 모든 자료는 DB서버에 저장되며 필요시에 열람이 가능하다.

이처럼 검측 관리 지원시스템은 감리자들의 업무를 체계화 시키며, 실시간 서류작성 및 결재승인과 같은 기능들을 통해 시간 단축 및 업무 효율성 증가가 예상된다.

4.2 소결론

국내의 건설 분야 3차원 정보 모델인 BIM 활용이 확산되는 추세이며 이를 기반으로 XR (VR,MR,AR) 기술 및 첨단 센서 장비 등이 결합될 경우 건설 분야 활용 가능성은 무궁무진할 것으로 예상된다. XR 혼합현실 기술은 기획단계, 설계 단계, 시공단계, 유지관리단계 등 건설 전 분야에 사용 가능하며, 건설 현장 및 장비에 대한 접근이 쉽지 않으므로 이 문제를 해결하기 위해 스마트폰을 이용한 현장지원 업무 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템의 현장 상황에 대한 시나리오를 제안하였고, 실제 건설 현장에서 유용하게 사용 가능에 대한 입증이 필요하다.

V. 결 론

본 연구에서는 통합적인 건설 현장업무 지원 시스템을 개발하며 4차 산업 기술을 통해 건설 현장의 정보화를 이루고자 하였다. 설계 단계에서의 간섭 체크, 설계 변경 등의 업무부터 시공 단계의 시공현장 확인, 현장 보고서 등 건설 업무의 전반적인 업무를 지원하고자 하였다. 이 시스템을 통해 현장 공사 효율성 증대, 업무자들의 효율적인 의사소통, 공기 단축 등의 현장 이익이 예상된다.

향후 연구에서는 시스템이 상용화될 수 있도록 사용자의 편리를 고려한 디자인으로 변경 후 실제 현장관계자들에게 사용자평가를 받아 효율성을 검증하는 연구가 필요하다. 또한 XR건설 현장업무 지원시스템을 고려한 스케일 보정을 위해서는 추가적인 하드웨어가 필요하고, 특수한 모바일 디바이스, 스케일 보정을 위한 특별한 매트 출력물 등의 보정 지원 장치가 필요한 실정이다. 이를 극복하기 위한 방안으로 카메라 추적 알고리즘을 개발 및 적용하여 스케일 보정에 대한 실험을 진행해야 할 것이며, 모바일 앱에서 3D 스캐닝 자료와 2D 도면 자료들의 호환, BIM관련 자료와의 호환 문제, 각종 자료들의 호환이 가능 할 수 있도록 연구가 진행되어야 할

것이다.

제안된 시스템은 테스트베드(TestBed)를 이용하여 실험 될 것이다. 실험에서 발생된 오류들을 체크하여 수정하며, 수정 완료된 후에는 실제 시공 관계자들에게 배포하여 설문조사를 통해 보완점을 찾아 기능 개선을 목표로 한다.

감사의 글

이 연구는 과학기술정보통신부에서 시행한 ICT 혁신 기업 기술 개발 지원 사업에서의 “건설분야 현장지원 및 원격협업을 위한 확장현실(XR) 기반 지능형 (AI)관리지원 시스템 개발(과제번호 : 2019-0-01738)”의 지원을 받은 연구입니다.

참고문헌

- [1] S. H. Lee, “Construction Management System using Mobile Augmented Reality” *Journal of Digital Contents Society*, Vol.18, No.5, pp.977 – 982, August 2017.
- [2] S. H. Park, “A study on the Information for the Schedule Management of the Construction based BIM” *Journal of Digital Contents Society*, Vol.16, No.4, pp.555 – 564, August 2015.
- [3] H. S. Lee, J. K. LEE, “A Study on the BIM (Building Information Modeling)-compatible Applications based on the Analysis of Web and App as an Architectural Design Tool in Mobile Environment” *Korea Design Knowledge Society*, pp. 146-147, march 2015.
- [4] Hanwha Engineering&Construction News [Internet]. Available: <http://blog.hwenc.co.kr/563>
- [5] J. S. LEE, N. H. HAM, J. J. KIM, “A Study about BIM Execution Plan for Specialty Contractors at Construction Phase -focused on Specialty Contractors in Reinforced Concrete Works-”, *Journal of Korean Institute of Building Information Modelling*, Vol.5, No.3, pp.19-32, September 2015.
- [6] Y. S. YU, J. S. JEONG, I. S. JUNG, H. B. YOON, C. S. LEE, “Development of BIM-based Work Process Model in Construction Phase”, *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.4, No.1, pp.133~143, January 2013.
- [7] Report on 3D laser scanning Technology [Internet]. Available: <https://www.slideshare.net/intratech/3d-28586754>
- [8] S. H. JEON, S. Y. JEON, J. S. LEE, S. J. PARK, “Application of Smart Precise Construction Management Method by 3D Laser Scanning Technology”, *Korean Society Of Civil Engineers*, Vol.66, No.10, pp.98-100, October 2018.
- [9] S. J. KIM, T. H. KIM, H. OK, “A Study on Developing the

System for Supporting Mobile-based Work Process in Construction Site”, *Smart Media Journal*, Vol.6, No.4, pp. 50-57, December 2017.



박상진(Sang-jin Park)

2019년 : 군산대학교 (공학사)

2019년~현 재: 국민대학교 테크노전문디자인대학원 건축디자인학과 석사과정
※관심분야: 건축학, XR, ICT



황인구(In-Gu Hwang)

2019년 : 국민대학교 (문학사)

2019년~현 재: 국민대학교 테크노전문디자인대학원 건축디자인학과 석사과정
※관심분야: 건축학, XR, ICT



류리(Ri-Ryu)

2011년 : 한밭대학교 (건축공학 학사)
2013년 : 국민대학교 테크노디자인전문대학원 (건축디자인학 석사)
2016년 : 국민대학교 테크노디자인전문대학원 (건축디자인학 박사 수료)

2015년~2017년: 국민대학교 시간강사
2018년~현재 : 국민대학교 전임연구 교수
※관심분야: 건축학, XR, ICT



김용성(Yong-seong Kim)

1982년 : 홍익대학교 (건축공학 학사)
1984년 : 연세대학교 대학원 (건축 석사)
1986년 : 미네소타대학교 대학원 (건축 박사)
1990년 : 텍사스A&M대학교 대학원 (건축 박사)

2006년~2013년 : 교육과학기술부 BK21 유비쿼터스 스마트스페이스 디자인사업팀 팀장
2004년~현재 : 지식경제부 지정 지능형 홈 산업화 지원센터 센터장
1991년~현재 : 국민대학교 테크노디자인전문대학원 주임교수
1991년~현재 : 국민대학교 건축학과 주임교수
※관심분야: 건축학, XR, ICT