스마트 모바일 어플리케이션을 이용한 건설 자재 관리

Construction Material Management Using Smart Mobile Computing

이 광 표* 이 현 수** 박 문 서*** 김 의 준****

Lee, Kwang-Pyo Lee, Hyun-Soo Park, Moonseo Kim, Euijun

요 약

최근 건설 공사가 대형화, 복잡화되어 감에 따라 건설 산업에서는 Information Technology (IT) 기술의 도입을 통한 생산성 향상을 추구하며, 보다 효율적인 건설 관리 방안을 도출하고자 한다. 이러한 배경을 바탕으로 다양한 종류의 건설 관리 시스템 (Project Management System)이 도입되고 있으며, 이와 더불어 Personal Digital Assistant (PDA), Bar Code, Radio Frequency Identification (RFID), Web Camera 등의 다양한 IT 기술이 적용되고 있는 상황이다. 그러나 이와 같은 기술들은 실시간 정보처리 기술의 부족, 건설 현장과 관리 오피스의 이원화 등으로 인하여 정보의 재작업 및 비효율성을 초래하여, 데이터의 저장 및 데이터베이스 (Database) 기능을 제외한 부분에서는 오히려 건설 생산성을 저해시키고 있는 상황이다.

이에 본 연구는 설문조사를 바탕으로 기존 관리상의 문제점을 파악하고, 요구사항 분석을 통하여 기능을 도출함으로써 건설 자재 관리 부문에 있어 건설 현장 내 적용성이 뛰어난 어플리케이션을 개발하고자 한다. 본 연구에서 개발하고자 하는 건설 자재 관리 어플리케이션은 정보의 자동 입력, 자재 정보의 실시간 처리 및 확인, 조달 자재 위치 확인을 가능하게 하여 건설 현장과 관리 오피스 간의 이원화 문제를 해결하도록 한다. 이와 더불어 최신 IT 디바이스 (Device)인 스마트폰의 건설 현장 내 도입 가능성 및 적용성을 확인해 보고자 한다.

키워드 : 스마트 모바일 어플리케이션, 건설 자재 관리, 건설 관리 시스템, GPS, 실시간 네트워킹, QR 코드.

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설 공사가 대형화, 복잡화되어 감에 따라 건설 산업 내에서는 Information Technology (IT) 기술의 도입을 통한 생산성 향상 및 효율적인 건설 관리 방안을 도출하고자 한다 (Ugwu O.O. 2004). 이러한 배경을 바탕으로 다양한 건설 관리 시스템 (Project Management System)을 도입하고 있으며, 이와 더불어 Personal Digital Assistant (PDA), Bar Code, Radio Frequency Identification (RFID), Web Camera 등의 기술을 적용하고 있다(Bowden S. 2005). 그러나 이와 같은 기술들은 실시간 정보처리 기술의 부족, 건설 현장과 관리 오피스 간의 이원화 등으로 인한 재작업을 초래하면서, 건설 데이터의 저장 기능을 제외한 부분에서는 오히려 건설 생산성을 저해시킨다는 의견이 대두되고 있다 (Chen Y. 2008).

한편, 넷북, Tablet PC 등의 미니노트북에 이어 최근 도입된 스마트폰이 다양한 분야에 적용되면서, 누구나 시간과 장소에 제약 없이 손쉽게 업무 범위를 확장하여 처리할 수 있게 되었다 (박정훈 2010). 스마트폰은 기존 핸드폰의 기능인 전화부터 시작하여, Global Positioning System (GPS), Google Map, QR code 및 다양한 센싱 기능을 바탕으로 실시간 커뮤니케이션, 실시간 네트워킹, 실시간 위치추적, 데이터 자동 입력 등을 가능하

* 일반회원, 서울대학교 건축학과 대학원 박사과정, leekp86@hotmail.com

** 종신회원, 서울대학교 건축학과 정교수, 공학박사, hyunslee@snu.ac.kr

*** 종신회원, 서울대학교 건축학과 부교수, 공학박사, mspark@snu.ac.kr

**** 일반회원, 서울대학교 건축학과 대학원 석사과정, ancn206@hotmail.com

게 한다 (애플코리아 2010).

이를 바탕으로 본 연구에서는 설문 조사를 통하여 스마트폰의 건설 현장 적용성이 뛰어날 것으로 예상되는 관리 분야의 어플리케이션(Application)을 개발함으로써 효과적인 관리 방안을 제안한다. 특히 건설 자재 관리 분야는 다양한 데이터 항목이 존재하고 기존의 건설 관리 시스템 (Project Management System)에 있어서 비효율적으로 운영되고 있는 상황이다. 이는 실시간 정보처리 기술의 부족, 건설 현장과 관리 오피스 간의 이원화라는 기존의 문제점과 맞물려 있으며, 이와 같은 문제를 스마트 폰 기반의 건설 자재 관리 어플리케이션 개발을 통하여 해결함으로써 보다 효과적으로 자재 정보를 관리하고자 한다. 이와 더불어 개발한 어플리케이션을 건설 현장 내 적용해 봄으로써 스마트 폰의 건설 현장 적용성을 확인하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 스마트폰 (Smart Phone)을 활용한 건설 관리 방안을 제안하고자 한다. 건설 자재 관리 분야는 복잡한 관리 체계로 인한 다양한 데이터 문제로 효율적인 관리가 이루어지고 있지 못하여 많은 손실을 발생시키고 있다. 이에 스마트폰을 이용하여 건설 자재 정보의 자동화 및 건설 자재 관리의 효율화를 추구하여 이를 극복하고자 한다.

본 연구의 방법 및 프로세스는 다음과 같다.

(1) 선행 연구 분석
- 기존 문헌 고찰
- 스마트 모바일 (Smart Mobile) 기능 분석
- 건설 자재 관리 특성 및 프로세스 (Process) 분석

(2) 요구 사항 분석 및 기능 도출
- 건설 현장 설문 조사를 바탕으로 기존 건설 관리 시스템 (Project Management System)의 문제점 파악
- 건설 현장 내 스마트 폰 적용성 파악
- 문제점을 해결하기 위한 요구 사항 분석

(3) 건설 자재 관리 어플리케이션 개발 및 적용성 평가
- 요구 사항 분석을 바탕으로 한 기능 도출
- 도출된 기능을 바탕으로 건설 자재 관리 어플리케이션 및 User Interface (UI) 구현
- 건설 자재 관리 어플리케이션 기반의 새로운 현장 자재 관리 프로세스 제안
- 건설 현장 특성 및 스마트 폰의 기능 분석을 통한 고려 사항 도출 및 대안 제시.

2. 선행 연구 분석

2.1 기존 문헌 고찰

최근 건설 현장에서는 스마트 모바일 (Smart Moible) 디바이스 (Device)의 적용을 통해 건설 현장과 관리 오피스를 연계함으로써 보다 효율적으로 관리 활동을 추구하고 있다. 이에 국내외적으로 건설 현장 내 스마트 모바일 기기 적용을 위한 연구가 진행되고 있는 상황이다. 스마트폰의 건설 현장 적용을 위한 연구는 크게 방향성 및 적용성을 파악한 연구, 스마트폰의 단순 도입을 제안한 연구, 마지막으로 건설 현장 내 도입을 목적으로 실제적으로 개발 및 적용한 연구로 분류할 수 있다.

표 1. 기존 문헌 고찰

저자		연구 내용
적용성 및 방향성 조사	Verkasalo Hannu 외3인 (2010)	3가지 스마트폰 어플리케이션을 선택하여 실험을 통해 실제적으로 스마트폰을 사용하는 사람과 사용하지 않은 사람을 분석하여 응용프로그램 사용 가능성을 분석.
	Chang yung Fu 외 2인 (2009)	현재 존재하는 다양한 스마트 폰을 비교 분석하고 성향 및 특징을 도출해, 추후 발전된 형태의 스마트폰의 방향성을 도출.
도입 적용	박정훈 외 2인 (2010)	ERP 시스템의 문제점 극복을 위해 국내외 적용 사례와 건설사의 도입현황을 분석하고 시스템 구축하는 과정을 통해 신기술 (스마트 모바일) 기반의 ERP 솔루션 적용방안 제시.
	김의준 외 2인 (2010)	스마트폰과 PMIS의 연동을 통해 기존 문제점을 해결하고, 스마트폰 건설 안전관리 어플리케이션을 제안.
개발 적용	Irizarry J and Gill T (2009)	사용자의 기능, 성능, 신뢰도 등을 분석하여 건설 장비 관리 및 건설 안전 가이드 라인 어플리케이션 개발.

표 1을 살펴보면, 방향성 및 적용성을 파악한 연구로는 3가지 스마트폰 어플리케이션에 대한 실험을 통해 실제 스마트폰 사용자와 사용하지 않은 사람을 분석하여 응용 프로그램 사용 가능성을 분석한 연구 (Verkasalo Hannu 2010)와 현재 존재하는 다양한 스마트폰을 비교 분석하고 성향 및 특징을 도출해 추후 발전된 형태의 스마트폰 방향성을 도출한 연구 (Chang yung Fu 2009)가 있다. 그리고 스마트폰의 단순 도입을 제안한 연구로는 ERP 시스템의 문제점 극복을 위해, 국내외 적용 사례와 건설사의 도입현황을 분석하고 시스템을 구축하는 과정에 스마트폰을 도입한 연구 (박정훈 2010)와, 스마트폰과 PMIS의 연동을 목적으로 스마트폰 기반의 건설 안전관리 어플리케이션을 제안한 연구 (김의준 2010)가 있다. 마지막으로 실제적 개발을 통해 건설 현장 내 도입을 위한 연구로는 사용자의 기능, 성능, 신뢰도 등을 분석하여 건설 장비 관리 및 건설 안전 가이드 라인 어플리케이션을 개발한 연구 (Irizarry J and Gill T 2009)가 존재한다.

기존 연구들을 살펴보면, 적극적 도입에 앞서 기본적인 사항

을 파악하거나, 스마트 모바일 디바이스의 개별 수준을 높이는 것에 집중되어 있다. 그리고 건설 현장의 특성을 충분히 반영하고 있지 못한 관계로 실제적 도입을 위한 어플리케이션 개발 및 적용은 아직 미미한 상황이며, 아직까지는 현장 내 적용이 소극적이다.

이에 본 연구에서는 설문 조사 및 인터뷰를 바탕으로 건설 현장 내 적용성을 확보하며, 요구사항을 도출하도록 한다. 또한 스마트폰의 특성 및 건설 현장의 특성을 명확히 고찰함으로써, 건설 현장에 적합한 어플리케이션을 개발한다. 마지막으로 이를 건설 현장 내 효과적으로 적용할 수 있도록 새로운 프로세스를 제시한다.

2.2 스마트 모바일 (Smart Mobile)

스마트폰이란 종래의 휴대폰에 PC의 기능을 더하고 전화망과 컴퓨터 네트워크를 연결하여 다양한 서비스 사용을 가능하게 한 모바일 단말이라고 정의할 수 있다 (김동민 2010). 이는 PDA폰과 비슷하지만, 명확히 다른 특성을 가지고 있는데, PDA폰은 Microsoft사의 Windows계열 중 PDA용 Windows CE를 탑재하고, Phone Module을 장착하여 통화 및 인터넷 망을 사용할 수 있게 한 것이라면, 스마트폰은 역으로 일반 휴대폰에다가 PC성능을 추가적으로 탑재한 것으로, 많은 응용프로그램(Application)을 활용하기 편하게 UI (User Interface)를 최적화하고, 3G망, 개방형 무선 랜 (Wi-Fi)망을 활용하여 장소에 구애받지 않도록 인터넷 접근성을 극대화한 것이라 할 수 있다 (이완제 2010). 또한 스마트폰은 마이크 (사운드) 센서, 조도 (광) 센서, 접촉 센서, 압력 센서, 온도 센서, 적외선 센서, 가속도 센서, 자이로 센서, 모션 센서, 지자계 센서, 터치 센서, 바이오 센서 등의 다양한 센서들이 구축되어 있다. 이러한 센서들은 데이터를 수집하며, 수집된 데이터들은 터치인식 기술, 음성인식 기술, 시각인식 기술, 증강현실 기술, 운동(모션)인식 기술, 햅틱 기술, 상황인지 기술, 건강관리 기술 등의 요소기술로 구현되어, 첨단 인터페이스 ,즉 어플리케이션이라는 소프트웨어의 구축을 가능하게 한다 (김동민 2010).

여기서 인터페이스란, 두 시스템 간의 정보를 전달하는 물리적 매개체 또는 소프트웨어 프로그램을 일컫는 말로, 사물과 사물, 또는 기계와 인간 사이의 의사소통이 가능하도록 한다 (김동민 2010). 이를 통해 현재 스마트폰은 이메일, 웹브라우징, 팩스, 뱅킹, 게임 등의 기능을 갖추어 다양한 분야에 적용성을 확보하고 있다 (정재성 2009). 또한 휴대성을 바탕으로 기존 도입된 Personal Digital Assistant (PDA) 보다 핸드폰이라는 강력한 휴대성을 바탕으로 일을 위한 도구가 아닌 생활과 관련한 커뮤니케이션 (Communication) 도구로서 한층 발전된 형태를 보여주고 있다.

2.3 건설 자재 관리

현재 건설 현장 내에서 이루어지고 있는 자재 관리 상황을 살펴보면, 그림 1과 같이 관리자는 적절한 자재 공급 시점에 자재를 주문하게 되며, 주문된 자재는 요구시점에 맞추어 건설 현장에 도착한다. 자재가 현장 내 도착하면 우선적으로 요구사항에 적절한 자재가 공급되었는지 확인하기 위해 품질 검사가 실시되고, 불량품이 존재하지 않을 경우 현장 내로 자재를 반입한다. 이 과정에 있어서 관리자는 반입일자, 규격, 수량, 누계, 총 소요량, 단위, 거래 업체 명, 주문일, 규격, 발주량, 도착 예정일, 예정 시간, 상태 등의 자재 정보를 확인하며, 확인한 자재 정보는 서류나 사진 등을 이용하여 관리한다. 이는 다시 데이터베이스 (Database)로 저장하기 위해 관리 오피스 내에서 입력하게 된다. 또한 현장 내 자재를 투입하거나 관리할 경우에는 자재 정보가 요구되는데, 관리자는 다시 관리 오피스로 돌아가 자재 정보를 검색하여 확인하게 된다.

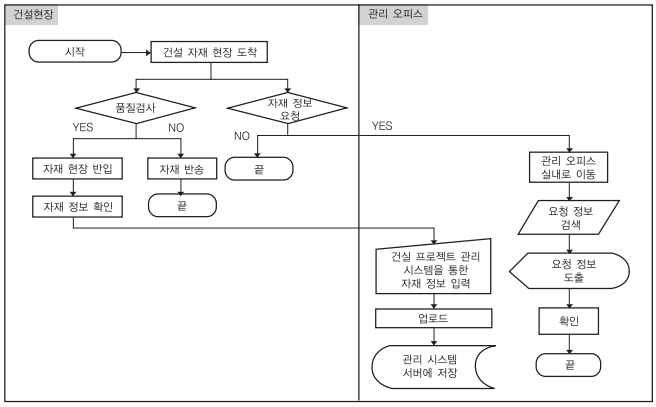

그림 1. 기존 자재 정보 관리 프로세스

이러한 상황은 건설 현장과 관리 오피스 간의 이원화로 인하여 생기는 문제점으로 작업 지연, 자재 손실 등을 초래한다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 스마트폰 (Smart Phone)을 건설 현장 내 도입함으로써 효과적으로 해결하고자 한다.

3. 요구 사항 분석 및 기능 도출

본 연구는 국내 대형 건설업체을 대상으로 설문조사를 실시하여 건설 현장 내 적용되었던 IT 기술 및 디바이스 (Device)의 문제점을 알아보며, 스마트폰의 현장 적용성을 파악하고, 요구사항을 분석하여, 구현 기능을 도출하고자 한다.

3.1 설문조사

국내 대형 건설사인 D건설과 S건설 외 다수의 건설 기업들이 현재 공사를 진행하고 있는 가재울 뉴타운 제 3구역을 방문하여, 시공업체의 각 공구 소장과 공사담당과장, 현장 기사를 대상으로 스마트폰 (Smart Phone)의 현장 적용성에 관한 인터뷰 및 설문 조사를 실시하였다. 총 50부의 설문을 진행하였으며, 42부의 답변을 받았다.

표 2. 현장 설문 조사 개요

설문 건설사	D 건설, S 건설
설문 대상 현장	서울시 서대문구 가재울 뉴타운
설문대상 인원	– 총 42명 (현장 기사 11명, 현장 대리 10명, 공사 담장 과정 13명, 차장6명, 현장 소장 2명) – 평균 연령35.88세 평균 경력 9.62년
설문 기간	2010.11.10 ~ 2010.11.12

설문 항목은 크게 설문 관련 일반 사항, IT 기술의 현장 도입에 대한 배경 및 문제점, 스마트 폰의 현장 적용 시 예상 개선효과, 스마트 폰 어플리케이션 적용 분야 도출 등이다. 그림 2를 보면, 기존 IT 기술의 건설 현장 내 도입 배경 및 이용 실태는 회사의 방침, 업무의 효율성, 관리의 적합성, 개인적인 도움 및 기타 항목 중 업무의 효율성이 가장 높은 항목으로 조사된다. 이는 기본적으로 IT 기술 적용은 관리의 효율성을 목표로 한다는 것을 의미한다.

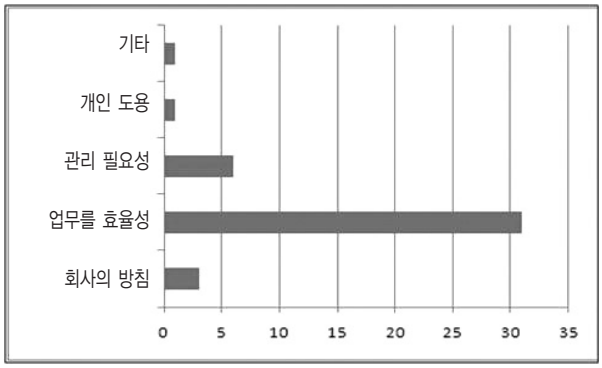

그림 2. 건설 현장 내 IT 기술 도입 배경

그러나 그림 3을 보면, 실제로 사용 후의 문제점을 분석해 본 결과, 효율성을 목표로 적용했던 다양한 IT 기술들은 사용 절차의 복잡성, 양식 조정 및 서식 변경 문제, 기록물 저장 관리의 번거로움, 업무 절차의 복잡성, 문서 및 자료 검색의 어려움, 기존 업무와의 중복성이라는 문제를 고르게 발생시키고 있다. 특히 기존 업무와의 중복성으로 인한 문제가 가장 대두되며, 이는 건설 현장과 관리 오피스 간의 이원화로 생기는 문제로 건설 현장 내 관리 활동에 있어서 비효율성을 초래하고 있는 상황이다.

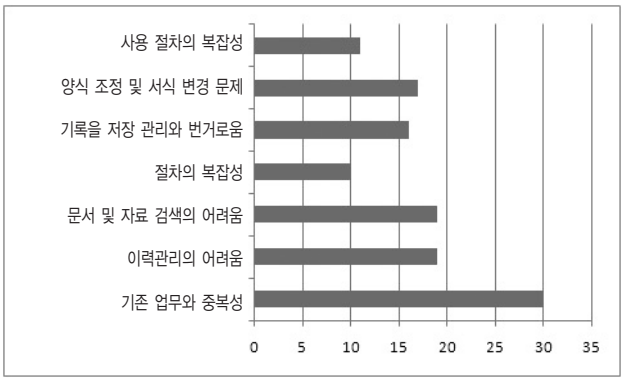

그림 3. IT 기술 적용 상의 문제점

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서 적용하고자 하는 스마트폰의 건설 현장 적용성을 살펴본 결과, 그림 4에서 나타나듯이, 가장 효용성이 높을 것으로 예상되는 분야는 자재관리, 안전 환경 관리, 시공관리 순이다. 이는 관리 활동에 있어 가장 비효율적으로 운용되는 분야로서, 스마트 폰의 실시간 네트워킹 기능 및 자동 데이터 수집 기능을 바탕으로 이를 극복할 수 있을 것으로 예상된다.

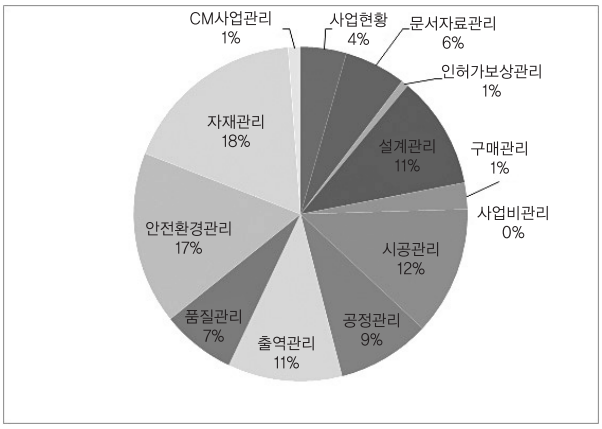

그림 4. 스마트 폰 건설 현장 내 적용성 파악

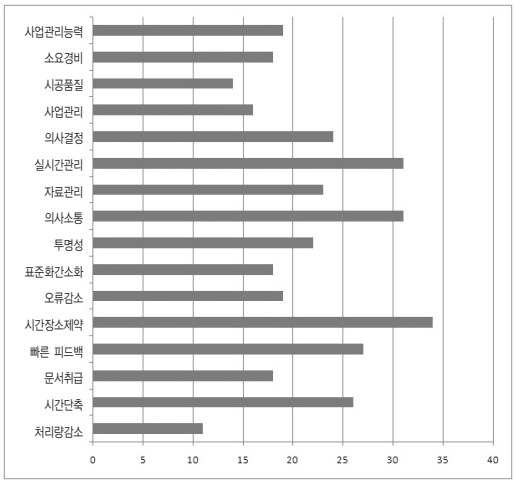

그림 5. 스마트 폰 건설 현장 적용시 개선 효과

마지막으로 그림 5를 보면, 건설 현장 내 스마트 폰을 적용할 경우 예상되는 장점으로는 시간 및 장소의 제약 극복, 효과적인 의사소통, 네트워킹을 통한 실시간 관리, 중복 작업의 감소, 정보 작성의 공유 등이 있다. 본 연구에서는 이러한 배경을 바탕으로 건설 현장 내 효과적으로 적용할 수 있는 건설 자재 관리 어플리케이션을 개발한다.

3.2 요구 사항 분석

건설 자재 관리 부문은 자재를 현장 내 입고하는 시점에 있어 품질 관리, 공정 관리 등의 타 관리 부문과의 연계성이 높아 다수의 입력 정보가 요구된다. 이는 건설 현장과 관리 오피스 간의 이원화 문제와 맞물려, 자재 정보의 재입력 문제를 발생시키게 된다. 또한 대부분의 건설 현장의 경우 실시간 정보 확인 불가로 인한 업무 처리 지연 문제가 발생하고 있는 것으로 조사되었다.

이를 바탕으로 건설 현장 내 스마트폰 기반 건설 자재 관리 어플리케이션을 구현하기 위한 요구사항을 분석해 본 결과, 건설 자재 정보의 자동 입력, 정보의 실시간 확인, 관리 자재에 대한 실시간 위치 확인 기능이 요구된다.

4. 건설 자재 관리 어플리케이션

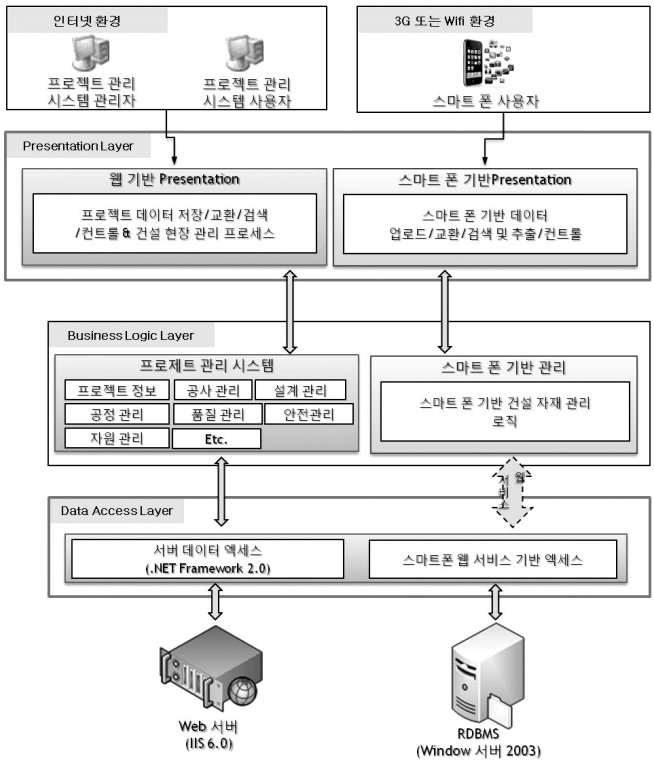

그림 6. 시스템 아키텍쳐

위의 내용을 바탕으로 스마트폰 (Smart Phone) 건설 자재 관리 어플리케이션 (Application)을 개발한다. 우선 요구사항 분석을 통해 기능을 도출하며, 각각의 기능을 구현하여 최종적으로 어플리케이션을 구축한다. 이와 더불어 어플리케이션 기반의 새로운 건설 자재 관리 프로세스를 제시한다. 또한 건설 현장의 특성과 스마트 폰의 특성을 분석하여 보다 효과적인 건설 현장 적용을 위한 고려사항 및 대안을 도출한다. 그림 6은 본 연구에서 개발하고자 하는 건설 현장 자재 관리 어플리케이션의 시스템 아키텍처이다.

4.1 요구 기능 구현

4.1.1 건설 자재 정보 실시간 자동 입력

건설 자재 정보의 실시간 자동 입력 기능은 건설 현장 관리자가 자재를 관리하기 위해 입력하는 정보인 반입일자, 규격, 수량, 누계, 총 소요량, 단위, 거래 업체명, 주문일, 규격, 발주량, 도착 예정일, 예정 시간, 상태 등의 정보를 시간과 장소에 제약 없이 실시간으로 프로젝트 관리 시스템 (Project Management System) 서버 (Server)에 업로드 (Upload)하기 위한 기능이다. 이는 자재의 현장 입고 시, 현장 자재 및 자원 관리자가 현장 내에서 자재 업무 처리 후 다시 관리 오피스로 돌아가 자재 정보를 입력 및 저장해야 하는 비효율적인 업무 처리 과정을 해결함으로써 효율적으로 자재 정보 관리를 가능하게 한다. 이는 스마트 폰 (Smart Phone)에서 제공하는 Automated Data Collection (ADC) 기술의 일종인 QR code와 3G망 또는 개방형 무선 랜 (Wi-Fi)망을 이용한 무선 네트워킹 (Wireless Networking) 기술을 통해 구현한다.

여기서 QR code란 일본의 이동통신 단말용 모바일 코드로서 Quick Response code의 줄임말로, 1994년에 덴소 (Denso)에서 개발한 2차원 바코드이다 (조윤정 2009). QR code는 카메라 폰으로 촬영하는 것만으로 쉽게 정보를 핸드폰에 저장할 수 있으며, 이를 다시 확인할 수 있다는 장점이 있다. 특히 스마트폰

표 3. QR code와 RFID 비교

	QR code	RFID
태그 가격	저렴	130-250원
인식 방법	광학인식	전자인식
인식 속도	약 4초	약 0.01-0.1초
인식 거리	약 57cm	약 27m
인식 개수	개별 인식	다수 태그 동시 인식
인식율	약 95%	약 99.9%
휴대폰 리더 내장	가능	가능
투과 가능성	불가능	가능(금속제외)
복제 가능성	복제 가능	복제 불가
Code 확장성	한정	복제 불가
관리 레벨	Product Level	Item Level

은 핸드폰이라는 특성상 정보의 입력 작업이 번거롭기 때문에 QR code를 적용할 경우 정보를 손쉽게 읽어들일 수 있다.

QR code는 ADC기술의 일종으로 현재 건설 현장 내 적극 이용되고 있는 Radio Frequency Identification (RFID)와 비교하면 〈표 3〉과 같다. RFID는 QR code에 비해 인식 속도가 빠르고 한 번에 여러 태그로부터 정보를 받아들일 수 있으며 태그의 재활용이 가능하다는 점에서 QR code보다 뛰어나지만, 아직까지는 태그의 가격이 비싸고, 부착할 물체의 성질(금속, 액체)에 따라 인식이 불가능하다는 단점이 있다. 또한 리더와 리더, 태그와 태그가 가까이 있을 경우 서로 간의 주파수 간섭에 의한 혼란도 고려해야 하며, 태그가 재활용되지 않아 폐기할 경우 환경오염을 일으키는 단점이 있다 (강은영 2009). 이에 비해 QR code는 경제적인 측면에서 장점을 가지고 있고, 개별적으로 정보를 읽어 들여 데이터의 혼선을 막을 수 있다. 또한 간섭 문제 및 환경 문제에 있어서도 유리하다. 이에 본 연구에서는 위의 성질 및 스마트폰과의 적합성을 고려할 때 QR code를 적용한다.

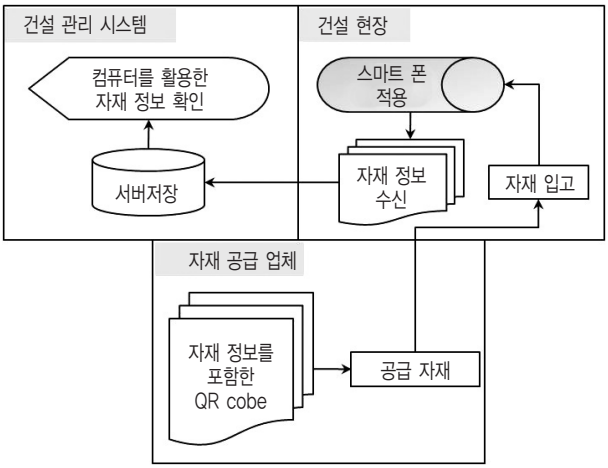

그림 7. 스마트 폰을 이용한 건설 자재 정보 자동 입력

QR코드를 바탕으로 수신한 데이터는 3G망, 개방형 무선 랜(Wi-Fi)망 기반의 실시간 네트워킹 (Real-time Networking) 기술을 통해 프로젝트 관리 서버에 자동으로 저장된다. 그림 7은 QR code와 실시간 네트워킹 기능을 통해 구현한 건설 자재 정보의 실시간 자동 입력 기능의 데이터 흐름을 나타낸다. 우선 자재 공급 업체는 공급 자재에 대한 정보를 QR code에 담아 자재에 부착하여 현장으로 조달하며, 자재가 현장에 도착하면 현장 관리자는 자재에 대한 품질 검사를 마친 후 스마트폰을 이용해 자재 정보를 수신한다. 수신한 자재 정보는 프로젝트 관리 시스템의 서버에 저장되며, 관리 오피스 내에서 확인할 수 있다.

4.1.2 건설 자재 정보의 실시간 확인

자재 정보의 실시간 확인 기능은 건설 현장과 관리 오피스의 이원화로 인한 문제점을 해결하기 위한 기능으로 현장 내 작업 진행 시 자재 정보를 스마트폰을 이용하여 실시간으로 확인할 수 있게 한다.

이를 구현하기 위해서는 현쟁 내에서 우선 요구되는 정보를 추출하여야 하는데, 이는 스마트폰의 User Interface (UI)가 3.3~5inch로 한정되어 있어 모든 자재 관리 정보를 스마트폰을 통해 확인하기에는 한계성이 있기 때문이다. 실제로 현장 내에서 실시간으로 요구되는 자재 관련 정보는 한정되어 있다. 현재 자재 정보 자동 입력 기능을 통해 입력되는 정보는 반입일자, 규격, 수량, 누계, 총 소요량, 단위, 거래 업체 명, 주문일, 규격, 발주량, 도착 예정일, 예정 시간, 상태 등으로 프로젝트 관리 시스템 (Project Managment Syste) 서버 (Server) 내 저장되며, 이와 같은 정보 중 현장 내에서 요구되는 정보만을 서버에서 추출하여 확인한다.

건설 현장 자재 관리자의 인터뷰 결과, 건설 현장 내 자재 작업 시 필요한 정보는 업체명, 규격, 발주량, 예정 도착 시간 이다. 본 연구에서 개발하고자 하는 건설 자재 관리 어플리케이션 (Application)은 위의 정보들을 실시간으로 확인할 수 있게 한다.

4.1.3 자재에 대한 실시간 위치 확인

마지막으로 스마트폰 (Smart phone)에서 제공하는 Global Positioning System (GPS) 기술과 Naver 지도 (네이버 2010)를 통해 자재 조달에 있어 실시간으로 위치를 확인하고자 한다. 자재가 도착 시간보다 지연될 경우, 자재에 대한 손실, 공기 지연 등을 초래하기 때문이다. 특히, 레미콘 및 철골 등의 자재는 보다 적극적인 관리가 필요하며, 이를 목적으로 자재에 대한 실시간 위치 확인 기능을 제공한다.

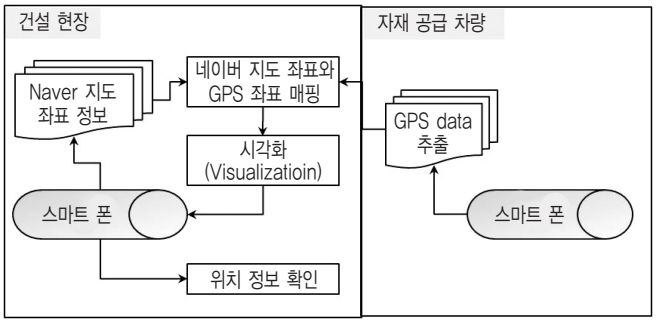

그림 8. 자재 실시간 위치 확인

그림 8은 실시간 위치 확인을 위한 정보의 흐름을 나타낸다. 자재 운반자는 스마트폰을 소지하고, 스마트폰 내 GPS를 통해 자신의 위치를 실시간으로 전송한다. 전송된 자재 운반자의 위치는 Naver 지도 좌표 값과 매핑하여 위치를 표시한다. 관리자는 스마트폰을 이용하여 운반자의 위치를 실시간으로 확인하며, 자재 입고 시점을 추정하고, 자재가 지연될 경우 이에 대비하여 자재 업무를 신속히 처리할 수 있다.

4.2 건설 자재 관리 어플리케이션 구현

위에서 도출한 기능들을 바탕으로 최종적으로 건설 자재 관리 어플리케이션을 구현한다. 그림 9는 어플리케이션을 개발하기 위한 최종적인 기능 구성도이며, 크게 시스템 설정 기능, 검색 기능, 입력 기능, 적용 기능, 확인 기능으로 구성된다. 시스템 설정 기능은 기본적인 환경을 수립하는 기능으로 로그인, 프로젝트 정보 다운로드을 비롯한 자재 정보 목록 등의 환경을 정립한다. 검색 기능은 공종 별, 또는 자재 별 검색을 통하여 특정 자재를 선택하기 위한 기능이다. 다음으로 입력 기능은 QR code를 활용해 자재 정보를 실시간으로 읽어 들여 저장하기 위한 기능이다. 적용 기능은 스마트 폰에서 제공하는 기능을 통해 자재의 위치를 확인하기 위한 것으로 Global Positioning System (GPS) 및 NAVER 지도 (네이버 2010)등이 적용된다. 마지막으로 확인 기능은 입력 기능을 통해 저장한 자재 정보 중 특정 필요 정보를 추출하여 확인하기 위한 기능이다.

본 연구에서 개발하고자 하는 어플리케이션의 User Interface (UI)는 그림 10과 같다. 각각의 화면은 앞서 발전시킨 자재 정보의 자동 입력 기능, 자재 정보의 실시간 확인 기능, 실시간 위치 추적 기능을 보여준다.

그림 10. 건설 자재 관리 User Interface (UI)

4.3 새로운 자재 관리 프로세스

앞서 2.3절에서 기존의 건설 자재 관리 프로세스를 분석해 보았듯이 기존 건설 자재 관리 프로세스는 건설 현장과 관리 오피스의 이원화로 인하여, 자재 정보 입력 부분에서 재작업이 발생하고 있으며, 현장 내 자재 작업 중 정보가 요구될 경우, 다시 오피스로 돌아가 작업을 진행해야 하는 문제점이 존재한다. 또한 이로 인해 정보 처리의 비효율성이 초래되며, 관리 시스템을 효율적으로 사용되지 못하고 있다.

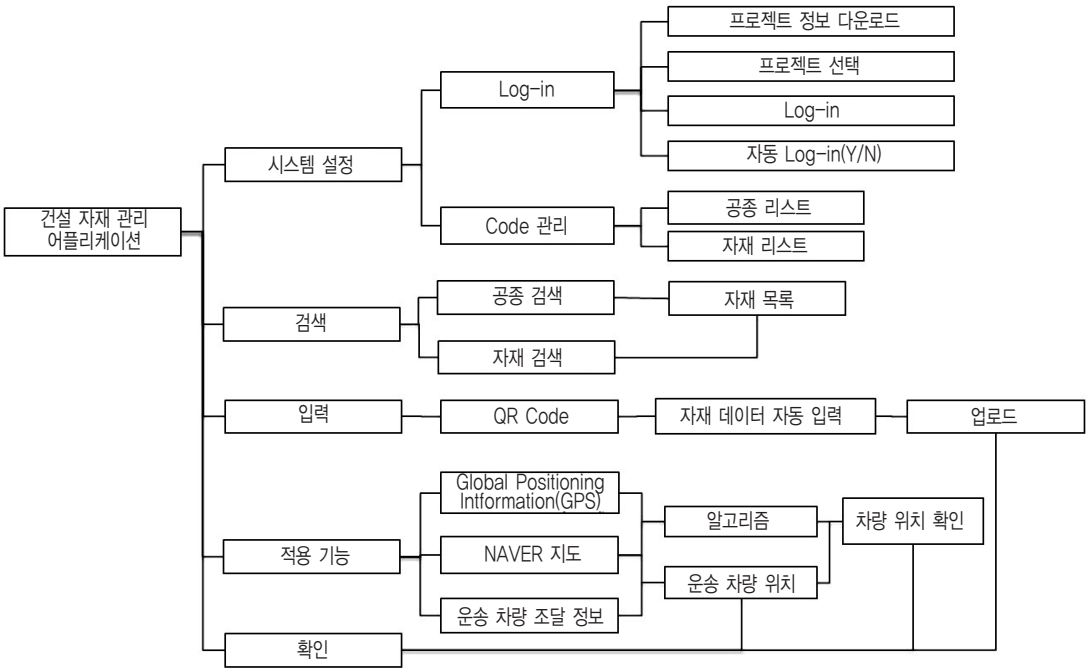

그림 9. 건설 자재 관리 어플리케이션 기능도

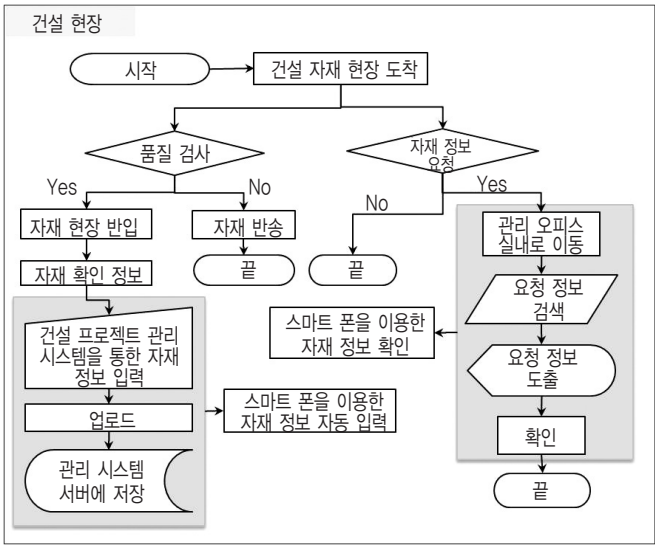

그림 11. 스마트 폰을 이용한 건설 자재 관리 프로세스

한편, 본 연구에서 개발하고자 하는 스마트폰 (Smart Phone) 기반의 건설 자재 관리 어플리케이션 (Application)을 현장에서 활용할 경우, 그림 11와 같은 프로세스가 도출된다.

기존의 문제점인 자재 정보 입력 부분의 재작업 문제는 QR code를 활용한 자재 정보 자동 입력 기능을 통해 건설 현장 내에서 다수의 정보를 자동으로 입력 및 업로드, 저장함으로써 해결한다. 작업 중 정보 확인 시 다시 오피스로 돌아가 작업을 진행해야 하는 문제점은 스마트 폰의 3G 또는 Wi-fi망을 이용하여 프로젝트 관리 시스템 서버에서 정보를 추출해 건설 현장 내에서 직접 확인할 수 있다. 이처럼 본 연구에서 개발하는 건설 자재 관리 어플리케이션은 건설 현장 내 업무를 실시간으로 처리함으로써 업무 시간 단축을 도모하여 효율적인 자재 관리를 가능한다.

5. 건설 현장 특성 분석 및 고려 사항

스마트 폰 (Smart Phone)을 건설 현장에 내에서 효과적으로 적용 및 활용하기 위해서는 건설 현장의 특성 및 스마트 폰의 특성을 고려한 데이터 입력 및 조회 방안이 요구된다. 이를 위해 건설 현장의 작업 환경과 관리자의 작업 패턴을 분석하고 스마트 폰으로 입력 가능한 멀티미디어 및 각종 센서 의 특성을 분석한다. 마지막으로 이를 최적화하여 조합함으로써 간편한 조작법 및 보조 수단을 도출해 효과적으로 필요 정보를 조회 및 활용할 수 있게 한다.

5.1 스마트 폰 특성 분석

스마트폰 (Smart Phone)은 User Interface (UI)의 크기가 3.3~5inch로 한정되어 있어 세부 사항 또는 많은 정보를 한꺼번에 확인하기 에는 어려움이 있다. 그리고 감압식 터치스크린 (Touch-screen)이 아닌 정전식 터치스크린을 기본으로 하고 있어, 신체 피부로 인한 직접적인 터치를 수행하지 않을 경우 동작에 문제가 발생할 수 있다.

표 6. 스마트 폰 특성 분석

고려사항	내 용
화면의 크기	User Interface가 3.3~5인치정도로 한정되어 있으며, 이는 과거 폰들과 비교하여 볼 때 비교적 큰 액정의 크기를 가지고 있지만, 여전히 세부 사항 또는 도면 등을 정확하게 확인하기에는 불편함.
터치스크린	현재 스마트폰 운영체제(OS)는 감압식 터치스크린이 아닌 정전식 터치스크린을 바탕으로 하며, 그 결과 직접 손을 이용하여 터치를 수행하지 않으면 동작에 문제가 발생하게 된다.
배터리의 한계성	스마트 폰은 배터리가 빨리 소모되며 교체가 불가능한 것도 존재한다. 이에 지속적인 충전을 통하여 배터리를 활용하여야 한다.

마지막으로 배터리의 한계성을 들 수 있다. 스마트 폰은 다양한 기술들이 집약되어 있으며, 멀티테스킹 (Multitasking)으로 작업을 진행할 경우 배터리의 소모가 극심하다. 또한 특정 스마트 폰의 경우는 배터리의 교체가 불가능하여 지속적인 배터리 충전을 통해 이용하여야 한다. 건설 현장 내 스마트폰을 효과적으로 적용하기 위해서는 위의 고려사항을 해결하여야 할 것이다. 표 6은 각각의 고려사항에 대한 세부 내용을 나타내고 있다.

5.2 건설 현장 특성 분석

건설 현장의 특성을 분석해 보면, 작업 환경으로 인한 한계점들이 존재한다. 우선 장갑 착용으로 인한 정전식 터치스크린의 오작동 문제, 건설 현장 내 작업 중 소음으로 인한 커뮤니케이션 문제, 실외 환경으로 인한 날씨 요인 문제, 작업 중 스마트 적용 시 안전리스크 증가 문제, 스마트 폰의 가독성 문제 등이 있다.

표 7. 건설 현장 특성 분석

고려사항	내 용
장갑착용	실외에서 작업을 수행하다 스마트 폰 을 적용하고자 할 경우, OS가 정전식 터치스크린인 관계로 장갑을 착용한 채로 작동을 수행할 수 없다.
소음 문제	건설 현장은 다양한 작업 및 장비 등으로 인하여 소음이 발생하게 되므로, 녹음 기능을 사용하거나, 통화를 할 경우, 또는 메시지 및 연락이 도착하였을 경우 이를 확인하는 과정에서 지연될 수 있다.
날씨 요인	건설 현장의 작업은 대부분이 실외 작업 환경이므로, 날씨 요인에 영향을 받게 된다. 그 결과 비나 눈이 올 때 스마트 폰을 적용하게 되면, 오작동을 일으키거나 효과적으로 기존의 기능을 발휘하는데 한계성이 존재할 수 있다.
안전리스크 증가	작업 중 스마트 폰을 조작을 할 경우, 작업자는 무방비 상태에 처하게 되어, 안전사고 리스크가 증가한다. 스마트폰으로 인한 집중력의 분산 및 안전 리스크의 증가 문제는 해결해야 할 한계성이다.
실외환경 요인 으로 인한 가독성 감소	낮 시간 실외 작업 중 스마트폰을 효과적으로 사용하기 위해 터치스크린의 가독성을 증가를 목적으로 밝기를 조절해야 하는데, 이는 한계성이 존재하며, 지나치게 밝기를 증가시킬 경우 배터리의 빠른 방전 등의 문제점이 존재한다.

건설 현장은 작업 중 장갑을 착용하여 스마트폰의 정전식 터치스크린을 효율적으로 이용하는데 문제점이 있다. 또한 다양한 작업 및 장비 등으로 인하여 소음이 발생할 경우, 스마트 폰을 이용한 녹음 기능 사용, 통화, 또는 메시지 및 연락이 도착하였을 경우 이를 확인하는 과정이 지연되어 비효율적인 의사소통을 초래할 수 있다. 이 외에도 건설 현장의 작업은 대부분이 실외 작업 환경이므로, 날씨 요인에 영향을 받게 된다. 그 결과 비나 눈이 올 경우, 스마트폰 사용 시 오작동을 일으킬 가능성이 존재하며, 낮 시간 중 실외 작업 시 가독성 문제가 발생할 수 있다. 마지막으로 작업 중 스마트폰을 조작을 할 경우, 작업자는 무방비 상태에 처하게 되며, 집중력 분산으로 인해 안전사고 리스크가 증가한다. 이와 같은 문제점들은 스마트 폰의 특성과 맞물려 건설 현장 내 스마트폰 적용을 저해하는 요인들로서 이에 대한 효과적인 대안이 필요하다.

5.3 고려사항 도출 및 대안 제시

스마트폰(Smart Phone)의 특성 분석 및 건설 현장의 특성을 분석한 결과 4.4.1절과 4.4.2절과 같은 고려사항들이 도출되었으며, 이에 대한 대안을 도출함으로써 스마트 폰을 효과적으로 건설 현장 내 적용한다.

화면의 크기 및 날씨 요인으로 인한 가독성 문제는 터치 센서를 통한 멀티터치 제스처 인터페이스를 적용함으로써 화면의 확대 및 축소 기능을 통하여 해결한다. 다음으로 건설 현장 내 작업 시 장갑 착용으로 인한 터치스크린(Touch-Screen) 사용의 비효율 문제는 정전식 터치펜을 지급하여 효과적으로 작업을 수행할 수 있다. 이와 더불어 정보 처리 및 데이터 입력 시 터치패드로 인해 불편함이 초래될 경우는 음성 인식 기능 및 녹음 기능을 통하여 데이터를 저장한다. 한편, 날씨 요인으로 인한 오작동 문제 및 안전 리스크의 증가 문제는 입력 데이터를 코드화함으로써 터치 횟수 및 처리 시간을 최소화하여 해결하며, 마지막으로 배터리 부분에 있어서의 한계성은 보조배터리를 통해 극복한다.

표 8. 데이터 입출력 및 조회방안 도출

적용 기능	개선 사항	만족도	비고
터치 센서를 통한 멀티터치 제스처 인터페이스	화면의 크기로 인한 가독성 문제	90%	개발적용
정전식 터치펜 적용	터치스크린	85%	공급적용
	장갑 착용 (협력업체)		
음성 인식 및 녹음 기능 활용	터치스크린	80%	자체기능적용
	장갑 착용 (협력업체)		
코드화를 통한 단순 터치 기능	날씨 요인	95%	개발적용
	안전리스크 증가		
보조 배터리 사용	배터리의 한계성	70%	공급적용
	실외환경 요인 (가독성 감소)		

스마트폰은 최근 도입된 Information Technology (IT) 디바이스 (Device)로서 아직까지는 건설 현장의 특성에 적합하도록 개발 및 적용되고 있지 못한 상황이다. 이에 본 연구에서는 정전식 터치펜, 보조 배터리 지급 및 어플리케이션 기능의 코드화를 통하여 보다 효과적으로 적용할 수 있도록 한다.

6. 결 론

본 연구는 설문조사 및 인터뷰를 바탕으로 최근 도입된 새로운 Information Technology (IT) 디바이스 (Device)인 스마트폰 (Smart Phone)에 대한 현장 적용성을 파악하고 기존 IT 기술의 사용에 있어서 문제점을 도출하였다. 또한 이를 바탕으로 요구 사항을 분석하고, 기능을 도출하여 건설 자재 관리 어플리케이션 (Application)을 개발하였으며, 건설 현장 내 새로운 자재 관리 방안을 제안하였다. 본 연구에서 제안한 건설 자재 관리 어플리케이션은 스마트 폰에서 제공하는 QR code기반의 Automated Data Collection (ADC) 기능, 3G망, 개방형 무선 랜(Wi-Fi)망 기반의 실시간 네트워킹 (Wireless Networking)기능, Global Positioning System (GPS) 기능, 이 외에도 각종 센서, 지도 (Map) 기능 등을 적용하여 구축하였다.

본 연구에서 제안하는 건설 자재 관리 어플리케이션은 건설 현장과 관리 오피스 간의 이원화로 인하여 발생하는, 자재 정보의 재입력으로 인한 재작업 문제 및 현장 내 작업 중 정보 확인 불가로 인한 비효율적인 건설 자재 관리 상황을 해결하기 위한 것으로, 각각 QR code를 통한 건설 자재 정보 자동 입력 기능, 실시간 네트워킹을 바탕으로 한 자재 정보 실시간 확인 기능을 통하여 이를 해결하였다. 이와 더불어, 스마트 폰에서 제공하는 GPS 기능 및 지도 기능을 활용하여 자재에 대한 실시간 위치 확인 기능을 도출하였다. 이는 건설 자재 관리 분야에 있어 자재 입고 시 정보를 실시간으로 입력할 수 있게 하며, 작업 진행 시 자재 정보를 현장 내에서 실시간으로 확인할 수 있다. 또한 자재의 위치를 실시간으로 확인할 수 있게 함으로써, 자재 입고가 지연되는 상황이 발생할 경우 이에 충분히 대비할 수 있도록 하였다. 이와 더불어 스마트폰의 현장 적용성을 파악할 수 있을 것이며, 보다 효과적인 관리 활동을 할 수 있을 것이라 생각된다. 이처럼 본 연구는 스마트폰 기반의 건설 자재 관리 어플리케이션을 제안하였으며, 향후 이에 대한 활용도 및 활용 범위를 증가시키고 적용성을 확보하기 위해서는 몇 가지 향후 연구가 필요하다. 우선 추후 실제적 개발이 진행되어야 할 것이며, 이와 더불어 개발 후 현장 내 실제적 적용을 바탕으로 수정 사항을 파악하고, 효율성, 유용성, 편리성, 활용성 등의 부문에 있어서 검증이 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 정보통신성장기술개발사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA- 2010-(A1350-1002-0086)).

참고문헌

강은영, "2차원 바코드 심볼을 활용한 자동데이터 입력 디자인 다양화 방안 연구", 홍익대학교 일반대학원 석사학위논문, 2009.12

김동민, 이칠우 (2010). "스마트폰 사용자 인터페이스 기술 동향", 정보과학회지 특집원고, pp. 15~26

김의준, 박문서, 이현수 (2010). "PMIS 기반의 스마트폰 안전관리 어플리케이션 제안", 대한건축학회 학술발표대회 논문집, pp. 343~344

네이버 지도, 〈http://map.naver.com〉, (2011. 1. 10)

박정훈, 임정아, 권순욱 (2010). "스마트폰 기반의 모바일 ERP 시스템 FrameWork 구축에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, 26(10), pp. 123~130

애플코리아, 〈http://www.apple.com/kr/iphone/features〉, (2011. 1. 10)

오석표, 최인호, SK텔레콤, 김포대학 (2010). "스마트폰의 OS 및 특장점 비교분석 연구", 2010년도 대한전자공학회 하계학술대회, 33(1), pp.2002~2007

이왕제, 최원우 (2010). "스마트폰 건설산업 적용 사례 : 스마트폰을 활용한 GS건설 EIP+TPMS 운영사례를 중심으로", 한국건설관리학회지, 11(3), pp. 30~-34

정재성, 전근열 (2009). "스마트폰 세상의 Cross Platform과 4 Screen", KT종합기술원 Horizon, pp. 1~4

조윤정, 김선아 (2009), "소셜미디어로서의 지능형가로등에 대한 연구", 대한건축학회 학술발표대회 논문집, pp. 301~304

Bowden S., Dorr A., Thorpe A., Anumba C. J., and Gooding P. (2005), "Making the Case for Mobile IT in Construction", Computing in Civil Engineering, pp. 1~12

Chen Y., and Kamara J. M. (2008). "Using mobile computing for construction site information management), Engineering, Construction and Architectural management, 15(1), pp. 7~20

Chang Y. F., Chen C. S., and Zhou H. (2009). "Smart phone for mobile commerce", Computer Standards & Interfaces, 31, pp. 740~747

Irizarry J. and Gill T. (2009). "Mobile Application for Information Access on Construction Jobsites", Computing in civil Engineering, pp. 176~185

Ugwu O.O., Ng S.T., and Kumaraswamy M.M. (2003). "Key Enablers in IT Implementation - A Hong Kong Construction Industry Perspective", Information Technology, pp. 1~12

Verkasalo H., Lopez-Nicolas C., Molina-Castillo F. J., and Bouwman H. (2010). "Analysis of users and non-users of smartphone applications", Telematics and Information, 27, pp. 242~255

논문제출일: 2011.01.20
논문심사일: 2011.01.28
심사완료일: 2011.03.07

Abstract

Construction works have become larger and more complex, improving productivity by introducing Information Technology (IT) is pursued. In this circumstance, many different kinds of project management system is being introduced, and various IT technologies are applied such as Personal Digital Assistant (PDA), Bar Code, Radio Frequency Identification (RFID), Web Camera, and so on. However, these kinds of technologies might cause re-processing of information and ineffectiveness of project because of lack of real time information processing technology or separation between construction sites and management offices. Therefore, this research aims to develop Application that can be applied efficiently for construction material management, by understanding problems of former management system with questionnaires and extracting functions with analysis of requirements. This will be possible to input information automatically, to process and check material information in real time, and to identify the location of necessary material. Then, the problem of separation between construction sites and management offices are solved, and as a result, more efficient management of materials in construction sites will become possible.

Keywords : *Smart mobile application, Construction material management, Project Management System, Global Positioning System (GPS), Real-time networking, QR code.*