



## 스마트폰을 활용한 도시시설물 유지관리 효율화 방안

Effective Maintenance of Urban Facilities via Smart Phones

---

|                    |                                                                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 저자<br>(Authors)    | 노수성, 손세형, 김도년<br>Su-Sung Roh, Sae-Hyung Sohn, Do-Nyun Kim                                             |
| 출처<br>(Source)     | <a href="#">한국산학기술학회 논문지 18(1)</a> , 2017.01, 513-522 (10 pages)                                      |
| 발행처<br>(Publisher) | <a href="#">한국산학기술학회</a><br>Korea Academy Industrial Cooperation Society                              |
| URL                | <a href="http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07200053">http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07200053</a> |
| APA Style          | 노수성, 손세형, 김도년 (2017). 스마트폰을 활용한 도시시설물 유지관리 효율화 방안. 한국산학기술학회 논문지, 18(1), 513-522.                      |
| 이용정보<br>(Accessed) | 성균관대학교 자연과학캠퍼스<br>115.***.154.17<br>2018/04/24 10:39 (KST)                                            |

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

## 스마트폰을 활용한 도시시설물 유지관리 효율화 방안

노수성<sup>1</sup>, 손세형<sup>2</sup>, 김도년<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>케이알에코스타(주), <sup>2</sup>성균관대학교 건축학과

## Effective Maintenance of Urban Facilities via Smart Phones

Su-Sung Roh<sup>1</sup>, Sae-Hyung Sohn<sup>2</sup>, Do-Nyun Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>KRECOSTAR Co.,Ltd

<sup>2</sup>Department of Architecture, SungKyunKwan University

**요약** 오늘날 세계는 빠르게 도시화가 되어가고 있으며 급속한 도시화에 따른 인구밀집현상은 교통 혼잡, 생태환경악화 등 도시의 전형적인 문제들을 초래하였으며, 폐기물 처리 및 공공위생, 치안 문제 등 도시 관리의 어려움은 점점 증대하고 있다. 특히 도시시설물 관리에 있어 정부와 지자체의 노력에도 불구하고 관리대상의 시설물 수와 종류가 많은 반면 관리인의 부족과 적정관리시스템의 부재로 인하여 도시민들이 많은 불편을 겪고 있다.

본 연구의 목적은 도시시설물의 유지관리 효율화를 위해 스마트폰을 활용한 관리방법을 제시하는 것이다. 연구결과 첫째, 스마트폰을 활용하여 시설물의 사진과 위치정보를 수집 및 전송하기 때문에 시설물의 정보관리, 유지보수관리, 이력관리 등 원스톱으로 유지관리 업무가 가능하다. 둘째, 유지보수관리는 스마트폰의 위치가 아닌 시설물, 즉, 피사체의 위치 및 사진정보를 기반으로 하기 때문에 시설물의 상태파악 및 빠른 조치가 용이하며, 스마트폰의 앱을 통해 유지보수 관리자에게 접수와 동시에 정보가 전송되기 때문에 효율적이다. 셋째, 시설물의 정보 및 각종 자료와 도면을 데이터베이스로 관리하기 때문에 이력관리 및 데이터의 활용이 용이하다. 넷째, 스마트폰의 앱을 통해 도시민 누구나 쉽게 활용이 가능하기 때문에 별도의 인프라 투자 없이 시설물관리자 기능으로서 확대가 용이하다. 마지막으로 위치 정보 기반으로 도로, 수목, 산책로 등 비 시설물의 관리가 가능하다.

**Abstract** Rapid urbanization is being portrayed around the world causing difficulty to manage public hygiene and maintain public order. Common problems often detected in urban areas including traffic congestion and the deterioration of the ecological environment are also being exacerbated. Despite all the effort being made by the government and local governments to manage urban facilities, urban residents are subjected to various levels of difficulty, due to the number of facilities to be managed exceeding the number of management personnel and the lack of an adequate management system.

The aim of this study is to propose a management method using smart phones to improve the maintenance efficiency of urban facilities. First, the one-stop maintenance of urban facilities, including facilities information management, maintenance management and history management, is made possible by using smart phones to collect and transfer pictures and the locations of the urban facilities. Second, maintenance management is based on the location and picture information of the subject, not the location of the smart phones, which enables a prompt understanding of and actions to be taken for the facility. This method is especially effective as the smart phone application sends the facility status information directly to the maintenance personnel. Third, all of the information and figures relating to the facilities is managed using a database, resulting in the easy utilization of the history management and data. Fourth, all of the urban residents have access to this information via smart phone applications and, therefore, expanding the role of the facility maintenance personnel is made possible without any additional investment in infrastructure. Lastly, the location-based information enables the management of roads, trees and trails.

**Keywords** : Smart Phone; Facilities Maintenance; Facilities Management System; GPS; GIS

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구개발사업의 연구비지원(16TAP-C110489-01)에 의해 수행되었음.

\*Corresponding Author : Do-Nyun Kim(SungKyunKwan Univ.)

Tel: +82-31-290-7575 email: dnkim@skku.ac.kr

Received November 18, 2016

Revised (1st December 21, 2016, 2nd January 4, 2017)

Accepted January 6, 2017

Published January 31, 2017

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

오늘날 세계는 빠르게 도시화 되어 가고 있으며 우리나라는 2014년 도시화 비율 82.4%를 시작으로 2033년 85%를 넘어 2050년에는 87.6%에 도달할 것으로 전망되고 있다. 이러한 급속한 도시화에 따른 인구밀집현상은 교통 혼잡, 생태환경악화 등 도시의 전형적인 문제들을 초래하였으며, 폐기물 처리 및 공공위생, 치안 문제 등 도시 관리의 어려움은 점점 증대하고 있다. 이에 따라 도시민의 건강, 휴양, 정서생활과 같은 삶의 질 향상에 관한 관심은 날로 높아지고 있으며 정부와 지자체는 삶의 질 향상을 위해 도심에 녹지와 공원조성, U-City 사업 추진 등 많은 예산과 인력을 투입하고 있다.

그러나 이러한 관심과 노력에도 불구하고 도시의 시설(가로등, 보안등, 도로, 벤치, 안내판, 버스쉘터 등)과 비시설물(놀이터, 운동장, 산책로, 공원녹지 등)의 관리에 있어 인력의 부족과 적정시스템의 부재로 인해 비효율적으로 관리되고 있으며 많은 불편을 야기하고 있다.

따라서 본 연구에서는 도시의 다양한 문제점을 해결하기 위한 방안 중 하나로서, 스마트폰을 활용하여 도시 시설물의 유지관리 효율을 높이기 위한 방법을 제안하고자 한다. 스마트폰은 도시민 누구나 소지하고 있어 활용이 용이하며, 관리 주체로서 도시민들의 참여를 통해 체계적이며 효율적인 도시시설물 유지관리를 가능하게 한다. 또한 이는 미래 변화에 유연하게 대응할 수 있는 기반이 된다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 도시시설물 관리에 있어 첨단 ICT 기술과 인프라, 스마트폰을 활용하여 도시시설물의 유지관리 효율을 높이기 위한 방법을 제안하기 위한 것이다. 최근 확산된 스마트폰은 시설물 관리자의 관리뿐만 아니라 도시민의 신고를 통해 시민이 관리 주체자로 역할을 하여, 별도의 인프라 투자 없이 도시민의 참여를 통해 관리의 효율화를 가져올 수 있다.

이를 위해 첫째, 도시시설물의 유형과 관리현황을 알아본다. 둘째, 스마트폰의 센서 기능과 기술의 분석을 통해 도시시설물 유지관리의 활용성에 관하여 고찰한다. 셋째, 스마트폰의 센서를 활용하여 도시시설물 유지관리 시스템과의 연계를 통해 도시시설물 유지관리 시스템으

로서 유연하게 대응할 수 있도록 방향과 근거를 제시하고자 한다.

### 1.3 선행연구 검토

시설물 유지관리에 있어 기술의 발전과 더불어 다양한 연구가 이루어져 왔다. 선행연구들을 살펴보면, 김은형(2009)은 센서기반 도시시설물 관리를 위한 정보모델은 지상·지하 시설물을 중심으로 GIS서비스 확대를 위해 센서정보와 기존 지자체 GIS의 정보화로 구축된 시설물의 속성정보 즉, 시설물 관리대장과 같은 속성정보와 의사결정을 위한 현장에서 정의된 공간정보, 센서정보와 기반정보를 바탕으로 센서기반 도시시설물 관리를 위한 정보모델을 제시하였다.[1] 또한 김정훈과 임시형(2009)은 기존 지하시설물 유지관리 프로세스에 있어 USN 환경 하에서는 RFID와 센서를 활용하여 실시간 정보를 획득할 수 있고 실시간 모니터링이 가능하다는 가정 하에, 유지관리 업무 프로세스의 개선방향에 관하여 연구하였다.[2] 남상관, 오윤석, 김태훈, 강진아, 김장욱(2009)은 오픈소스 기반의 소프트웨어 개발을 통해 GIS/USN 기반의 시설물 관리 시스템 구축하고 이를 통해 시스템 구축비용 및 확장성에 관한 연구가 이루어졌다.[3] 이명구(2011)는 최근 RFID를 활용하여 시설물 관리, 수목관리 등 데이터베이스 구축으로서 스마트폰을 이용한 시설물관리 뿐 만 아니라 수목관리 시스템을 통해 수목관리와 수목원을 이용하는 이용자에게 수목의 정보와 콘텐츠 서비스 제공 측면 까지도 연구 중이다.[4] 주영도(2012)는 오프라인 현장에서는 언제 어디서나 온라인 정보를 활용하여 실시간 의사소통과 업무처리를 할 수 있는 시스템 요구의 증가에 따라 모바일 어플리케이션을 이용한 실시간 시설물 유지관리 시스템 모델을 연구하였다. 이때 공동주택과 각종 시설물 하자관리와 유지관리에 적용될 수 있는 안드로이드 기반의 모바일 어플리케이션을 이용하고자 하였다.[5] 박혜경, 이민수, 김성준(2013)은 하천시설물에 고유ID를 심은 NFC를 부착하고 스마트폰과 연동하여 ID정보를 읽음으로써 시설물 정보를 전달받아 시설물 점검 리스트를 점검할 수 있게 하였다. 기존의 RFID는 RFID 태그 리더기로 PDA를 활용하였으나 NFC는 스마트폰으로 인식이 가능하기 때문에 별도로 리더기를 구매하지 않는 장점이 있으며 시설물 점검 이력을 체계화하여 누적시킴으로 담당자가 바뀌거나 새로운 인력 투입 시 업무과목이 용이하도록 하

였다.[6]

앞선 연구들을 살펴보면 기술의 발전과 더불어 다양한 기술을 이용하여 기존 시설물의 수작업으로 인하여 비효율적이고 고비용적인 관리를 줄이고자 하였다. 주로 RFID나 QRCode 등을 활용하여 실시간 정보지원을 통해 현장 대응 및 체계적인 관리를 하고자 하였다.[7]

본 연구는 기존 시설물에 RFID, QRCode, 센서 등을 부착하여 시설물의 정보를 수집 및 관리한 방식과 달리 스마트폰의 센서와 지도정보를 활용한다. 또한 시설물에 별도의 부착물 없이 위치와 사진정보를 기반으로 시설물의 등록부터 유지관리, 이력관리까지 원스톱 시설물 유지관리 체계가 가능하도록 하고자 하며, 이를 통해 별도의 인프라 설치비용 없이 효율적인 시설물의 유지관리를 하고자 한다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 도시시설물 개요

「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에서는 시설에 대하여 ‘기반시설’, ‘광역시설’, ‘도시계획시설’, ‘공공시설’ 등으로 구분하고 있다. 기반시설은 교통시설, 공간시설, 유통·공급시설, 공공·문화체육시설, 방재시설, 보건위생시설, 환경기초시설이 해당되며, 광역시설은 대통령령이 정하는 시설로서 2이상의 관할구역이 걸치는 시설로서 도로, 철도, 운하, 광장 등에 해당하고 2이상의 관할 구역에서 공동으로 이용하는 항만, 공항, 공원, 유원지 등의 시설류가 해당된다. 도시계획 시설은 도시·군 계획 시설로서 기반시설 중 도시·군 관리계획으로 결정된 시설을 말하며, 공공시설은 대통령령이 정하는 공공용시설로서 항만, 공항, 운하 광장등과 행정청이 설치하는 주차장, 운동장, 저수지 등의 시설이다.

정보통신기술의 발전과 더불어 새롭게 제정된 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」에서는 U-City 기반시설에 대하여 정의하고 있다. U-City 기반시설은 기반시설 또는 공공시설에 건설·정보통신 융합기술을 적용하여 지능화된 시설과 초고속정보통신망, 광대역 통신망과 같은 정보통신망이 있으며 U-City 서비스 제공을 위한 U-City 통합운영센터가 해당된다. 이러한 다양한 도시시설물의 범주와 종류는 구분되어 있으나 사실상 넓은 범주로 정의되어 있으며, 세부적으로 살펴보면 그 수와

종류가 너무 많고 시설물 뿐 만 아니라 비 시설물도 시설물의 범주 안에 있다. 또한 관리 주체자와 관리 대상 항목이 상이하여 관리하기에 매우 어려움이 있는 실정으로서 첨단 기술을 활용한 효율적 시설물 유지관리가 필요한 실정이다.

### 2.2 시설물 유지관리

시설물 유지관리는 「시설물 안전관리관리에 관한 특별법」에서 규정한 유지관리시설 설계기준을 적용한 것으로 구조물의 기능 유지를 말한다. 유지관리에 용이한 구조로 접근 및 점검이 유리한 시설 설계를 통한 유지관리 비용 최소화로서 사후관리 형식이 아닌 예방관리, 공용기간 중 일관성 있는 유지관리 적용으로 유지관리 효율화를 극대화 하는 것이 기본 방침이다. 또한 유지관리 계획의 목적으로서 안전점검은 시설물 유지관리업무의 일환으로서 시설물에 내재되어 있는 위험 요인을 조사 및 파악하는 행위로 합리적인 유지관리 자료를 확보하는 것을 목적으로 한다.

### 2.3 시설물 유지관리를 위한 적용 기술

첨단 기술이 발전하면서 시설물 유지관리에 있어 다양한 기술이 활용되고 있으며, 대표적 기술로서 GIS, RFID, QRCode, USN 등이 있다.

GIS(Geographic Information System)는 지형 및 공간상의 각 지형지물에 대하여 대상물에 따른 토지, 건물, 지적선 등을 그래픽 데이터와 같은 도형정보와 건물 정보인 속성정보 등으로 구축한다. 토지관련분야에는 토지에 대한 이용현황 및 지가, 개발, 이용제한 등 각종 정보를 데이터베이스화함으로써 공공기관의 토지관련 정책 수립에 필요한 정보제공 및 토지계획수립 분야에 활용될 수 있으며, 민원인에게 종합적인 토지정보를 제공할 수 있다. 또한 시설물관리 분야로는 지상과 지하에 있는 각종 시설물에 대한 위치정보와 시설물의 정보와 연계하여 시설물관리에 소요되는 비용과 인력을 절감하고 관리 부실에 따른 재난을 사전에 방지할 수 있다.

RFID(Radio-Frequency IDentification)는 전파를 이용하여 먼 거리에서 정보를 인식하는 기술이다. RFID 태그와 RFID 태그에서 정보를 읽어오는 Reader기기를 활용하여 시설물에 붙인 RFID 태그를 통해 시설물에 따른 개별 정보를 활용하여 시설물을 관리한다.[8] QRCode(Quick Response)는 사각형의 가로세로 격자

무늬에 다양한 형식을 담고 있는 2차원코드로서 바코드보다 훨씬 많은 정보를 담을 수 있는 장점이 있다. RFID와 마찬가지로 시설물에 QRCode를 붙이고 스마트폰으로 스캔하면 시설물의 정보를 제공받아 관리하는 방식이나, 오랜 시간이 지나면 지워지거나 훼손되어 자주 교체해야 하는 번거로움이 있다. USN(Ubiquitous Sensor Network)은 RFID나 Sensor 등을 부착하여 감지한 정보를 무선으로 인터넷과 연결하여 인식, 모니터링, 수집, 관리하는 네트워크를 말한다. USN은 각종환경감시, 보안관리 및 모니터링, 화재감시 모니터링 시스템에 적용이 가능하고 온습도 센서를 활용하여 화재감시 모니터링에도 응용되고 있다.[9]

### 3. 도시시설물 유지관리 현황 및 문제점

#### 3.1 도시시설물 유지관리 현황

[Fig 1]의 영등포구 시설물 위치정보서비스를 활용한 시설물 통합관리는 시설물 위치검색, 시설물 현황, 시설물 불편신고, 시설물 예약 및 공지사항 등 5개의 메뉴로 구성된다.

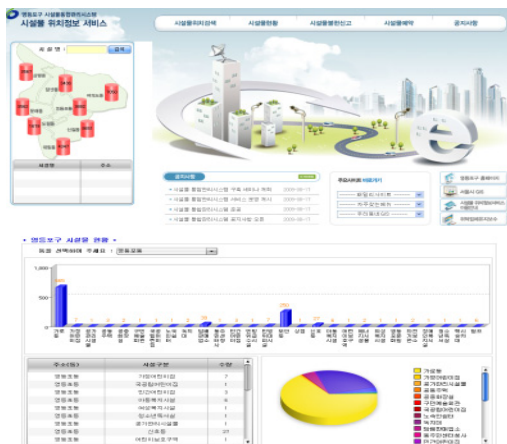


Fig. 1. Main Screen and Statistics Service Status of Yongdunpo-gu Facility Total Management System

기존의 수작업으로 발생하는 문제점들과 관리인원의 증가에 따라 크게 발생하는 비용 및 수많은 시설물이 노후화 되거나 재난 발생시 신속하게 대응하지 못하는 점

들을 해소하기 위해 위치기반 통합관리 시스템을 구축하여 활용하고 있다. 모바일과 RFID 등을 이용하고 대장관리, 유지보수 점검사항 등 시설물의 생생부터 폐기되기까지의 전 과정을 체계적이고 종합적으로 관리한다. 또한 공사와 유지보수 등 시설물에 투자된 비용 분석 및 예산 수립을 위한 정책 자료에도 활용하고 있다.

영암군은 [Fig 2]와 같이 도로조명 정보 시스템을 활용하여 도로조명(가로등/보안등)의 고장 신고, 민원 접수/처리, 보수 관리, 자재 관리 등 모든 보안등 관리업무를 첨단시스템을 구현하여 인터넷으로 통합 관리하고 있다.

지금까지 가로등, 보안등 등 도로조명의 고장 신고시 시설물이 관내 곳곳에 설치되어 있어 위치 설명에 불편함이 있었으며, 보수 시에도 정확한 위치파악이 어려워 신속한 보수처리에 따른 불편함이 있었다. 이러한 불편사항을 해소하기 위해 영암군에서는 도로조명에 표찰을 부착하고 관리번호로 위치확인이 가능한 도로조명 정보 시스템을 구축하여 인터넷을 통해 고장신고 시설물 위치정보서비스를 제공하고 있다. 또한 고장신고접수를 간편하게 처리할 수 있도록 하였으며 민원처리상황 조회 및 처리결과회신을 통해 투명한 민원업무와 체계적인 관리가 이루어지도록 하였다.



Fig. 2. Yongam District Office Road Lighting Information System

#### 3.2 기존 도시시설물 유지관리 문제점

도시시설물 관리에 있어 일반적 유지관리 업무 프로세스는 [Fig 3]과 같이 일련의 업무프로세스에 의해 이루어진다.

초기 시설물이 입고되면 입고된 시설물을 A지역, B지역, ……, N지역 등 ‘어느 지역에 설치할 시설물인가?’, ‘어떤 종류의 시설물인가?’ 등의 기준을 통해 시설물을 분류하고 시설물관리 대장에 등록을 한다. 시설물

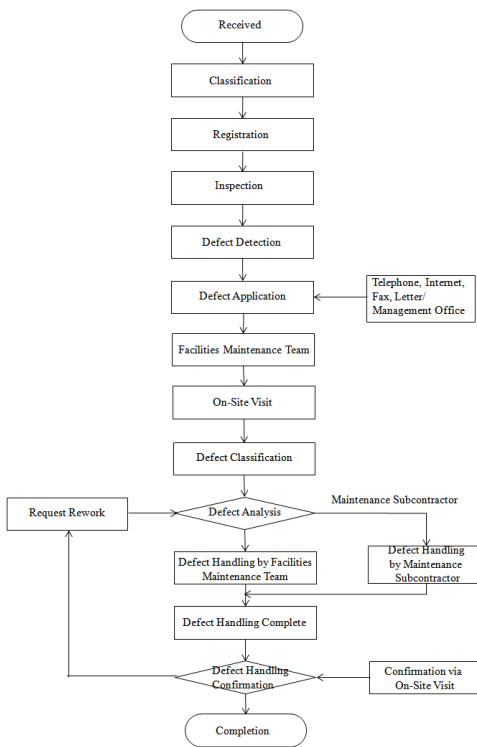


Fig. 3. Existing Facilities Maintenance Management Process

트에 현장의 시설물을 정기·비정기적으로 점검을 하게 되며 점검 중 하자가 발견되면 전화 또는 팩스 등으로 시설물 관리사무소에 하자신청서를 제출하여 유지보수 신청을 한다.

시설물 유지관리팀은 하자신청서를 토대로 현장에 방문하여 확인을 하고 하자분류 및 하자분석을 하며, 분석 내용을 토대로 자체적으로 시설물 하자처리가 가능하면 자체처리 완료 후 처리 완료보고서를 작성하여 하자처리 프로세스를 종료한다. 하자분석 단계에서 자체적으로 유지보수가 어렵거나 전문적 시설, 장비가 필요할 경우 등록된 유지보수 협력업체를 통해 하자처리가 진행 되었다. 하자처리가 완료되면 서면으로 완료보고서를 제출하고 시설관리팀에서 하자가 발생한 시설물을 다시 현장 방문하여 확인 후 일련의 업무를 종료하였다.

이처럼 여러 단계를 거쳐 시설물 관리가 이루어지고 있으며, 시설물관리대장, 시설물점검체크리스트, 시설물 하자 신청서, 시설물 하자처리 요청서, 시설물 완료 보고서 등 시설물 유지관리에 따른 여러 단계에서 발생하는

문서와 결재로 인하여 시설물 하자 점검 및 고장접수부터 유지보수 완료까지의 업무처리가 즉각적으로 이루어지기에는 어려움이 따르고 많은 시간이 소요되어 비효율적이다. 특히 시설물 점검 및 하자의 유지보수 완료까지는 하자 분석을 위한 현장 확인, 현장 확인 후 다시 하자보수를 위해 장비 및 시설을 갖추어 하자보수를 하고 있다. 또한 하자보수 완료 후 서면으로 완료보고서 제출 및 완료에 따라 시설물 유지관리담당자가 현장 확인을 해야 하는 번거로움이 있다.

## 4. 스마트폰을 활용한 시설물 위치정보 기반 유지관리

### 4.1 스마트폰 및 스마트디바이스 개요

스마트폰은 휴대전화에 인터넷 통신과 정보검색 등 컴퓨터 지원기능을 추가한 지능형 단말기로서, 사용자가 원하는 애플리케이션을 설치할 수 있다는 특징을 가지며 기능적인 면에서 휴대전화와 컴퓨터가 결합된 형태이다. 최근에는 개인정보보호, 온·습도 정보제공 등 다양한 서비스를 위해 지문인식센서, 온습도센서, 근접센서, 가속도 센서, 자이로 센서 등을 내장해 스마트폰의 기능과 서비스를 확장해 가고 있다. 또한 스마트디바이스란 개념에 있어서는 1세대가 PC, 노트북, 전화기라면 2세대는 스마트폰, 태블릿 PC 등의 단말기를 말하며, 최근에는 IoT 환경에서의 정보통신서비스를 이용자 간, 사물 간 전달하는 지능화된 단말을 포괄적으로 지칭하고 있다. 스마트폰을 활용한 시설물 위치정보 기반 도시시설물 유지관리 시스템은 도시의 안전하고 편리한 생활을 위해 설치된 가로등, 보안등, 버스쉘터 등 각종 도시기반시설 뿐만 아니라 도로, 수목, 싱크홀 등 비시설물도 관리할 수 있으며 시설물의 등록부터 유지관리, 이력관리 등 통합적으로 관리할 수 있다.

### 4.2 스마트폰을 활용한 피사체 위치정보 수집 방안

#### 4.2.1 스마트폰과 시설물간 거리 측정

스마트폰은 내장된 GPS 센서를 통한 위치정보와 GIS 정보를 통한 지도정보 위에서 현재의 위치를 알 수 있다. 그러나 스마트폰의 위치가 아닌 시설물 즉, 피사체 위치 정보를 얻기 위해서는[Fig 4]와 같이 스마트폰의 위치정

보에서 스마트폰의 높이와 자이로센서를 통해 한 각의 기울기 값을 얻어 거리를 측정하는 삼각법의 알고리즘을 활용하여 알 수 있으며, 이를 통해 내장된 방위센서 정보와 삼각법의 알고리즘을 통해 획득한 정보로서 스마트폰의 카메라로 촬영한 피사체의 위치를 알 수 있다.[14]

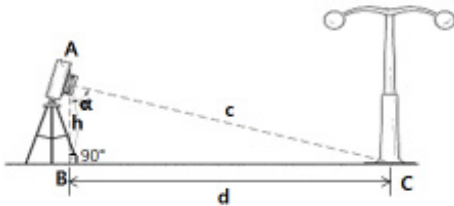


Fig. 4. Distance Measurement Schematization between Smart Phones and Facilities

또한, 스마트폰을 통한 시설물의 좌표값을 얻는 방법은 [Fig 5]의 예시와 같이 기본적으로 스마트폰의 방위센서를 이용하여 수집된 X 좌표와 Y 좌표 값을 구한다. 스마트폰의 자이로센서와 삼각함수를 이용하여 측정된 시설물과의 거리만큼 X좌표와 Y 좌표 값을 더해 시설물 A의 좌표 값을 얻을 수 있다.

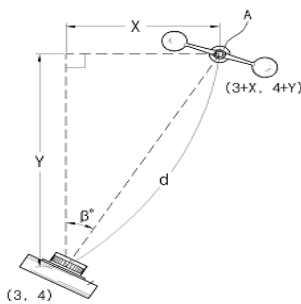


Fig. 5. Location Measurement Information Schematization of Long Distance Facilities via Smart Phones

#### 4.2.2 기존 시설물 등록 정보와 매핑 및 관리번호 연계성을 통한 시설물 식별 방안

시설물 위치정보를 기준으로 시설물을 관리함에 있어 위도 및 경도 정보를 기반으로 위치정보가 데이터베이스에 저장되고 GIS정보와 매핑되어 시설물의 위치를 표시하게 된다. 때문에 이러한 시설물 정보는 하나의 점에 해당하는 정보로서 기존 등록된 위치 정보와 일치되어 시설물의 정보를 자동으로 인식하여 가져오기는 현실적으로 어려운 상황이다.

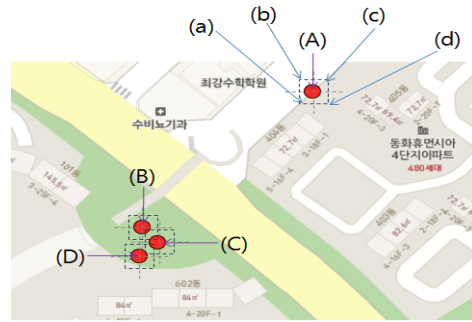


Fig. 6. Automatic information recognition of facilities through mapping between GIS and facility location

[Fig 6]에서와 같이, 시설물의 위치지점인 (A) 지점을 기준으로 (a), (b), (c), (d)와 같이 일정범위인 1.5M 만큼 가상으로 넓혀주고 (B), (C), (D)의 시설물과 같이 가장 근접한 위치정보에 해당하는 시설물의 정보가 표출 되도록 하면 기존 등록된 시설물 정보와의 매핑이 용이하게 된다. 이때 위치지점으로부터 가상으로 일정범위는 도심 지역별 특성에 따라 GPS 오차범위를 시뮬레이션 후 결과값에 따라 넓이를 반영하면 더욱 더 위치정보가 정확하게 되어 기존시설물과의 매핑이 용이하게 될 수 있다.

시설물의 동일 시설물에 대한 고장신고도 가상의 위치정보가 시설물 관리번호와 연계되어 Push 기능을 통해 반복적 신고 상태를 알 수 있다.

#### 4.2.3 시설물 위치정보와 GIS 정보와의 매핑을 통한 가시화 관리 방안

[Fig 7]은 스마트폰으로부터 시설물을 촬영하여 위치정보를 수집하고 수집된 위치정보를 지도정보에 가시화하는 도식도이다. 시설물의 위치정보와 GIS정보와의 매핑은 스마트폰으로부터 시설물과의 거리측정과 측정된 시설물 피사체의 위치정보를 네이버 또는 구글에서 제공하는 API와의 연동을 통해 시설물을 촬영하여 저장하는 즉시 지도정보에 나타나게 하도록 한다.

시설물을 지도정보에 가시화하여 관리하면 시설물의 위치와 고장 상태를 알 수 있는 사진정보를 지도에서 바로 확인할 수 있다.[9]또한 접수대기, 접수완료, 유지보수 중, 유지보수완료 등 각 단계별 현황을 지도상에서 구분할 수 있고 전체적인 모니터링이 가능하여 우선순위를 두며 유지보수 할 수 있어 더욱더 효율적이다.



Fig. 7. Facilities Location Information and GIS Information Mapping

### 4.3 스마트폰을 활용한 도시시설물 유지관리 시스템

#### 4.3.1 스마트폰과 센서를 활용한 도시시설물 관리 프레임워크

본 연구에서 제시하는 스마트폰을 활용한 도시시설물 관리 프레임워크는 [Fig 8]과 같다. 시설물의 정보 즉, 시설물의 고장이나 상태를 알 수 있는 정보, 위치 및 사진정보 등을 스마트폰에 부착된 센서를 활용하여 메타데이터 정보를 수집하게 되며, 수집된 정보는 정보통신 유무선 인프라를 통해 시설물 관리시스템의 웹서버로 전달된다. 도시시설물관리시스템 웹서버에 저장된 정보는 스마트폰의 앱을 통해 시설물관리자, 유지보수업체담당자에게 곧바로 전달되어 빠른 유지보수를 통해 도시민의 불편을 최소화 할 수 있다.[10]

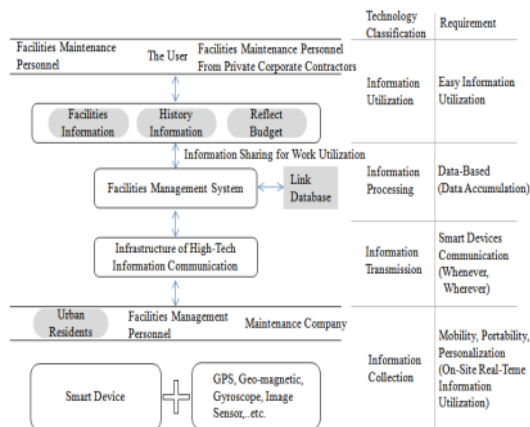


Fig. 8. Urban Facilities Management Framework via Smart Phones

#### 4.3.2 웹서버/ 스마트폰 앱(App) 사용자 인터페이스

도시시설물 관리 시스템은 웹서버와 클라이언트로 구성된다. [Fig 9]는 웹서버의 메인 사용자 인터페이스로 고장신고, 신고 및 처리현황, 시설물 현황, 유지보수 관리, 기본정보관리 5가지로 되어있다. 고장신고는 지도 및 관리번호 검색기능을 두고 사진을 첨부하여 신고하도록 하였으며, 신고 및 처리현황은 유지보수 신고에 대한 처리 결과만을 조회하도록 하였다. 시설물 현황은 시설물의 지역별, 유형별, 전체 현황 조회가 가능하다. 또한 유지보수관리는 민원접수부터 유지보수 처리완료 및 승인에 관한 업무를 처리하도록 하였다. 지역에 대한 코드나 유지보수업체 및 통계 등 모든 새로운 신규 관리자, 지역추가 등은 기본정보관리 메뉴를 통해 이루어지도록 하였다. 또한 향후 데이터베이스 구성이 용이하도록 하여 시설물의 사용연한, 비용, 등에 따른 수명주기체계를 통해 기능의 확장을 고려하였다.[11][15]



Fig. 9. User Interface of Web Server Applications

클라이언트인 스마트폰의 앱은 [Fig 10]과 같이 로그인, 메인화면으로 구성되었으며 기본적으로 스마트폰의 앱을 통해 고장신고, 민원접수, 유지보수 처리, 시설물 등록 등 모든 유지관리 업무와 시설물 현황 및 일일점검표를 넣어 휴대성, 이동성의 특성에 따른 업무 효율화를 가져오도록 하였다.[12]



Fig. 10. User Interface of Mobile Applications

### 4.3.3 시스템 구성

아래 [Fig 11]은 전체 스마트디바이스 앱 기반 공원시설물 관리 시스템 전체 구성도이다. 하드웨어적으로는 서버기능을 하는 Web서버, Was서버, 데이터베이스서버가 있으며, 외부 통신망을 통해 시설물관리자가 보유하고 있는 스마트디바이스와 연결된다. 또한 서버는 내부 인트라넷을 통해 시설물관리 사무실의 퍼스널 컴퓨터와 연결되도록 하였다.[13]

시설물 관리 시스템의 운영환경은 스마트폰 운영환경인 iOS와 안드로이드 중 Application에 대한 별도의 승인 과정을 거치지 않고 사용 가능한 안드로이드 기반의 모바일 어플리케이션 버전을 기반으로 웹기반의 서버에 연동하도록 하였다.

휴대성과 이동이 편리한 모바일어플리케이션을 웹 시스템과 정보를 주고받을 수 있도록 하여 언제 어디서나 시설물 관련 정보를 입력할 수 있으며 입력된 정보는 WiFi와 3G망을 통해 서버로 전송하도록 하였다.



Fig. 11. Total System Diagram of Urban Facilities Management

### 4.3.3 전체시스템 구조도

[Fig 12]은 공원 시설물 관리 시스템의 전체 시스템 구조를 도식화한 것이다. 웹 시스템 구동을 위한 Web Middle

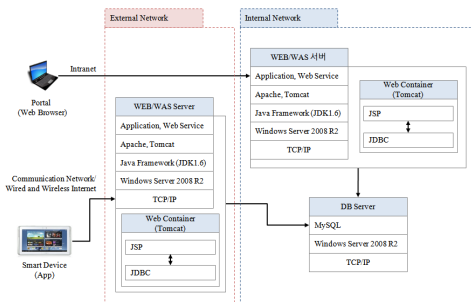


Fig. 12. Diagram of Urban Facilities Management Web/ Mobile System

ware 서버로 구분되고, 웹 시스템의 데이터베이스는 WAS(Web Application Server) 서버와 Web 서버간의 통신을 통해 사용자에게 전달 및 저장되며 모바일 시스템의 데이터는 Middleware가 직접 DB 서버와 통신하여 단말기에 전송 및 저장되도록 하였다.[11]

## 4.4 스마트폰을 활용한 도시시설물 유지관리 업무 개선

기존 시설물 관리 프로세서는 시설물이 입고된 후 분류 및 등록, 점검, 하자발견, 현장확인, 하자분류, 하자신청, 하자분석, 하자처리, 처리완료, 처리확인 등 각 단계별 업무가 이루어 졌다. 그러나 [Fig 13]에서 보여주듯이 스마트디바이스를 활용하면 시설물의 분류와 등록이 동시에 이루어지며, ①번의 시설물의 점검, 하자발견, 현장확인, 하자분류, 하자정보전송, 하자신청 단계의 업무가 현장에서 곧바로 이루어 질 수 있다. 또한 ②번에서의 유지보수 처리 완료 및 확인도 동시에 이루어 질 수 있어 실제로 스마트폰을 활용한 시설물 유지관리는 기존 프로세스 13단계에서 6단계로 업무 프로세스가 간소화됨을 보여주고 있다.

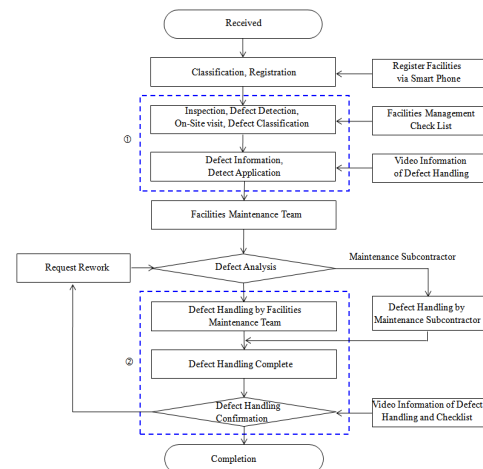


Fig. 13. Facilities Maintenance Management Work Flow via Smart Phones

## 5. 결론

본 연구는 시설물 유지관리에 있어 관리인원의 부족과 적정시스템 부재에 따른 어려움을 스마트폰의 첨단

ICT 기술을 활용하여 효율적으로 관리할 수 있는 방법을 제시하고자 하였다.

스마트폰을 활용한 도시시설물 유지관리 방법 및 기대효과로서 첫째, 기존의 시설물 유지관리업무에 스마트폰을 활용하여 시설물의 사진과 위치정보를 수집 및 전송하는 시스템을 구축함으로써 시설물의 정보관리, 유지보수관리, 이력관리 등 원스톱 처리가 가능하다. 둘째, 스마트폰의 위치가 아닌 시설물, 즉 피사체의 위치 및 사진정보를 기반으로 하기 때문에 시설물의 점검 및 빠른 조치가 용이하다. 셋째, 유지보수 관리는 현장방문 확인 없이 스마트폰의 앱을 통해 유지보수 담당자 및 담당기관에 고장상태 정보가 전송되기 때문에 효율적이다. 넷째, 이력관리는 시설물의 정보 및 각종 자료와 도면을 데이터베이스로 관리하기 때문에 데이터의 활용이 용이하다. 다섯째, 스마트폰의 앱을 활용하여 도시민 누구나 쉽게 접근이 가능하기 때문에 별도의 인프라 투자 없이 시설물관리자 기능으로서 확대가 용이하다. 마지막으로 도로, 수목, 산책로, 놀이터의 물고임 등 비 시설물도 관리가 가능하다. 이를 통해 향후 시설물 관리 뿐 만 아니라 업무의 예측 및 안전성 확보로서 시설물관리의 선진화가 이루어질 것으로 판단되며 도시시설물 유지관리 방향 수립을 위한 기초 자료로 활용 될 수 있을 것이다.

## References

- [1] Eun Hyung, Kim, "The conceptual information model for sensor-based urban facilities management", The journal of GIS Association of Korea, vol. 17, no. 1, pp. 79-87, 2009.
- [2] Jung-hoon, Kim, Si-Yeong Lim, "Improvement in Underground Facilities Management Process ; Focused on the District Heating Facility", The journal of GIS Association of Korea, vol. 17, no. 3, pp. 319-328, 2009.
- [3] sang kwan, Nam, Yoon Seuk, Oh, Tae Hoon, Kim, Jin a, Kang, Jang Wook, Kim, "Developing an Urban Ground Facilities Management System based on u-GIS using an OpenSource GIS Software", Journal of the Korean Society for Geospatial Information Science, vol. 17, no. 4, pp. 67-64, 2009.
- [4] Myung-Gu Lee, "A study on establishment of tree management system and service for the Arboretum using GPS/Rfid convergence and smart phone technology", Proceeding of Korean Society for Geospatial Information Science, vol. 2011, no. 10, pp. 115-119, 2011.
- [5] Young-Do, Joo, "Implementation of Facility Maintenance Management System using Smart Phones", The journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, v.13 no. 1, pp. 191-197, 2013.
- DOI: <http://doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.1.191>
- [6] Hae-Kyung, Bak, Min-Su, Lee, Seong-Jun, Kim, "Development of River Facility Maintenance Technology on Smartphone using NFC", Journal of Korean Society of Civil Engineers, vol. 61, no. 1, pp. 52-56, 2013.
- [7] Byoung-Gi, Choil, Sung-Man, Han, Kwang-Won, Lee, "A Study on the Development of Urban Facility Management System using RFID", The Journal of Korea Society of Surveying, Photogrammetry and cartography, pp. 479-482, 2007.
- [8] Minsu kim, Myungsu Cha, Minhan Shon, Hyunseung Choo, "A Design of Facility Management System using Smartphone and RFID", The Proceedings of Korean Society for Internet Information, vol. 12, no. 1, pp. 87-89, 2011.
- [9] Sung Min, Lee, Teach Sun, Kang, Duk Jae, Sohn, Hwan Hee, Yoo, "Application of Mobile GIS For Facility Maintenance & Management Expert System" Proceedings of The Korean Society of Civil Engineers, pp. 2949-2952, 2002.
- [10] Moonseo, Park, Euijun, Kim, Hyun-Soo, Lee, Kwangpyo, Lee, Sang-wook, Suh, "Real Time Safety Management Framework at Construction Site based on Smart Mobile", The journal of Korea construction engineering and management, vol. 14, no. 4, pp. 3-14, 2013.  
DOI: <http://doi.org/10.6106/KJCEM.2013.14.4.003>
- [11] Yoo-Jung, Jo, Chan-Hyun, Park, Do-Nyun, Kim, "A Study on Preventive Maintenance of u-City Infrastructure", The Journal of Urban Design Institute of Korea, vol. 15, no. 4, pp. 91-100, 2014.
- [12] Sunwung, Jong, jinil, Kim, "Implementation of Mobile Server/Client System for Facility Management", The Proceedings of the 30th KISS Fall Conferences, vol. 30, no. 2, pp. 454-456, 2003.
- [13] Byoung-Gi, Choil, Cheol Joon, Lee, "Developing Management System for Urban Facilities Based on Ubiquitous", The Journal of Korean Society for Geospatial Information Science, vol. 15, no. 1, pp. 61-66, 2007.
- [14] krecostar co.,Ltd, "Facility Data Input Apparatus using a Smart Device A Facility Data Input Method and a Record Medium Recording a Program for Executing The Facility Program for Executing The Facility Data Input Apparatus And the facility data input Method", patent 10-1329564, 2013.
- [15] Yoojung Jo, Hyoungsuk Lee and Donyun Kim, System for Preventive Maintenance of U-City Infrastructure, 8th Conference of the International Forum on Urbanism, 2015.  
<https://sciforum.net/conference/ifou/paper/2731/download/pdf>

---

**노 수 성(Su-Sung Roh)**

[정회원]



- 2008년 8월 : 성균관대학교 컴퓨터 공학과(석사)
- 2015년 2월 : 성균관대학교 U-City 공학과(박사)
- 1997년 6월 ~ 2000년 7월 : 삼성전자(주) 연구원
- 2007년 5월 ~ 2009년 9월 : (주) 포스코ICT 신사업기획

• 2011년 5월 ~ 현재 : 케이알에코스타(주) 대표이사

<관심분야>

스마트시티, 빅데이터, 산학융합기술, 미래도시융복합기술, 웨어러블 투명디스플레이, 사물인터넷

---

**손 세 형(Sae-Hyung Sohn)**

[정회원]



- 2000년 7월 : 영국 AA School 도시/건축디자인 (석사)
- 2007년 9월 : 영국 Kingsdon 대학교 건축경영 (석사)
- 2008년 5월 ~ 2010년 12월 : 건원 건축 상무
- 2011년 3월 ~ 현재 : 성균관대학교 건축학과 부교수

<관심분야>

스마트시티, 건축계획, 단지계획, 커뮤니티디자인

---

**김 도 년(Do-Nyun Kim)**

[정회원]



- 1989년 2월 : 미국 Pratt Institute 도시설계학과 (석사)
- 1994년 2월 : 서울대학교 건축학과 (박사)
- 2016년 2월 ~ 현재 : 대통령 소속 국가건축정책위원회 위원
- 2002년 3월 ~ 현재 : 성균관대학교 미래도시융합공학과/건축학과 교수

<관심분야>

스마트시티, 도시설계, 빅데이터, 산학융합기술, 미래도시융복합기술, 안전도시