

18CTAP-C110489-03

스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델 개발 최종보고서

2019. 1.

주관연구기관 / 성균관대학교
공동연구기관 / Tsinghua University
The Joint Research Center
for ICT in Smart City

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

‘스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델 개발’(연구개발 기간 : 2016.3.31~ 2019.1.30) 과제의 최종보고서 3부를 제출합니다.

2019 . 3 . 6 .

주관연구기관명 :

성균관대학교 산학협력단
(대표자) 추현승 (인)



공동연구기관명 : The Joint Research Center for ICT in Smart City,
Tsinghua University (대표자) Qikun Xue (인)

주관연구기관책임자: 손세형

공동연구기관책임자: Yonglin Xue

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	18CTAP-C110 489-03	해당 단계 연구 기간	2018.01.31. - 2019.01.30	단계구분	총단계
연구사업명	중사업명	국토교통기술촉진연구사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델 개발			
	세부과제명				
연구책임자	손세형	해당단계 참여 연구원 수	총: 11명 내부: 11명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 285,000천 원 상대국 부담금 : 24,448천원 정부 외: 천원 계: 309,448천 원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 34명 내부: 34명 외부: 명	총 연구개발 비	정부: 850,000천원 상대국 부담금 : 319,420천원 정부 외: 천원 계: 1,169,420천 원
연구기관명 및 소속 부서명	성균관대학교 산학협력단			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:중국			상대국 연구기관명: The Joint Research Center for ICT in Smart City	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약				보고서 면수	
질적 기술개발 성과로는 도시시설물 통합운영관리 모델 개발의 통합 테스트, 테스트베드환경 구축을 통한 시범서비스 추진 및 시스템 개선사항 도출, 요소기술인 피사체 위치정보 측정시험, 데이터 정합율 측정 시험을 하였으며 결과보고서를 토대로 전문가 5명에 의해 평가를 수행할 예정임. 양적 기술개발 성과로는 3차년도 양적 연구개발 달성 목표는 논문게재1건, 논문공동게재1건, 논문공동발표건수 2건, S/W공인인증시험 1건, 인력양성 2명, 테스트베드 결과보고서 2건을 수행함.				237면	

〈 국문요약문 〉

연구의 목적 및 내용	○ 연구 목적 도시의 통합적 관점에서 효율적으로 도시시설물을 통합적 운영 관리함으로써 도시문제를 해결하고, 산업간 융합을 통해 신사업 영역을 창출하며, 중국 칭화대와의 공동연구를 통한 중국 및 세계시장 진출을 위하여 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델 개발 ○ 연구 내용 1, 2차년도 스마트도시시설물 운영관리 기술개발을 위한 기반 구축, 시설물 관리를 위한 데이터베이스 구축, 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발, 스마트 도시시설물 관리를 위한 모바일 요소기술 개발의 연구내용을 기반으로 시범서비스 검증을 통한 개발모델 검증. 1) 모바일 애플리케이션 클라우드 서비스 유형의 통합운영관리 모델 개발 - 스마트 도시시설물 통합운영관리 방안 수립 및 환경 구축을 통해 시스템 효율화 검증 - 스마트폰 기술 고도화에 따른 고해상도로 인한 사진정보 최적화 저장 기술 개발 - 공인시험기관의 시험을 통한 모바일 앱 및 웹서버 시스템 기능 검증 2) 시범서비스를 통한 효율화 검증 및 국내·외 보급 확산방안 마련 - 스마트 도시시설물 통합운영관리 시범서비스 및 문제점 분석 : 성균관대학교를 대상으로 시설물관리 부서와 연계하여 현업에서 개발된 스마트 도시시설물 통합운영관리를 활용하여 시설물 관리 시범서비스 추진을 통해 업무 프로세스, 활용의 효율성 등 검증 - 도시민 참여형 시설물 관리방안 수립 : 클라우드 서비스형 통합운영관리 체계로서 다양한 관리주체자가 공통적으로 활용이 용이하도록 도시민 배포용, 유지보수담당자용, 시설물관리부서로 시스템 접근 범위를 구분하여 테스트 베드를 진행 - 홍보 및 보급 현실화 방안을 위한 후속 전략 제시 : 자치단체 홈페이지와 연계 및 애니메이션 제작 등 온라인 홍보 방법과 지역축제 배너, 리플렛 제작 배포, 교육 및 봉사활동과 연계한 동영상 제공 등 홍보방안 제시 - 스마트 도시시설물 관리시스템의 관리 방법 구분을 통한 지자체 개별관리형과 위탁업체를 통한 중앙관리형으로서 관리적인 측면, 유지보수 효율화 측면, 비용 측면을 고려하여 선택적 보급방안 제시
연구개발성과	1. 질적 연구개발 성과 ○ 본 기술개발과제인 모바일 애플리케이션/ 클라우드 서비스유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발의 자체 통합 테스트결과, 시범서비스 적용 현황 및 결과, 시스템 개선사항 반영, 피사체 위치정보 측정시험, 데이터 정합율 시험 등을 수행 완료하였으며, 결과보고서를 토대로 전문가 5인의 자문을 통해 테스트 베드 적용 결과 90.4%의 동의율, 시스템 개선사항 및 반영 설계 88.4%의 동의율을 달성함. 2. 양적 연구개발 성과 ○ 양적 성과목표인 논문게재1건, 논문공동게재1건, 논문공동발표건수 2건, S/W공인인증시험 1건, 인력양성 2명, 테스트베드 결과보고서 2건을 수행하여 93.3% 목표 달성함. ○ 모바일 애플리케이션 및 클라우드 서비스유형의 도시시설물 통합운영관리 웹서버 시스템은 공인시험기관에서 기능시험을 수행하였으며, 그 결과 모든 기능이 정상동작으로 평가받음(공인시험기관: 한국산업기술시험원)

연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 도시시설물 관리를 위해서는 현업의 업무를 고려한 관리시스템의 개발이 이루어져야 함. 때문에 앞서 1·2차년도 연구결과인 도시시설물 유형 및 종류, 특성 연구 등을 통해 기술개발 기반 구축을 토대로 모바일 애플리케이션 및 클라우드 서비스형 통합운영관리 모델 개발 및 생애주기 기법이 적용된 데이터베이스를 구축하였으며, 카메라 센서 활용기술, 피사체 위치 및 지도 정보 연계 가시화 기법을 통해 스마트 도시시설물관리를 효율화 하고자 함 ○ 3차년도 모바일 애플리케이션 및 클라우드 서비스형 통합모델의 전체 테스트와 현업실무 부서를 대상으로 시범서비스 진행 및 문제점 분석을 진행하였음. ○ 따라서 본 연구개발 결과는 향후 지자체, 도시공사, 시설관리공단 등 도시시설물을 관리부서의 시설물별 특성 및 업무프로세스의 고려하여 효율적 시설물관리에 활용될 예정임 ○ 기대효과 - 기술적 측면 : 주요 공공/ 민간시설물과 비시설물에 대한 통합안전관리체계 구축, 시설물관리에 대한 표준화를 통한 안정적인 현장관리 운영, 특허기술을 이용한 위치/ 영상정보 등록기반 운영관리 업무지원 및 신속한 대응체계 구현 가능함 - 경제적 측면 : 기존 수작업으로 시설물 등록과정의 자동화 기반 시간적 비용적 절감, 시설물 유지보수시 위치 및 사진정보를 통해 현장확인 간소화에 따른 비용절감, 모바일 행정업무 기반 운영 및 공간시설 관리 효율화 향상 및 인력활용 극대화, 시설물 통합관리를 통해 이중투자 방지 및 예산절감이 예상됨 - 사회적 측면에서 시설물관리 및 서비스 분야의 유관산업 활성화, 효율적 관리를 통한 대외적 이미지 제고, 다양한 운영구조 및 환경변화에 대한 대응인력 양성, 통계화된 데이터 제공으로 적절한 인원산정 및 투입인력 활성화 - 국가적으로 시설물 분야의 선도적 기술 견인 및 연구 활성화, 국가 및 지자체 예산절감 및 경제성 확보, 사전점검 및 유지관리 예방을 통한 예방체제 구축과 사전보전으로 시설물 Life Cycle이 증대의 효과를 가져올 수 있음
핵심어 (5개 이내)	스마트시티 시설물 관리 모바일 앱 통합운영관리 원스톱 관리체계

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	○Purpose To address urban issues by managing the city efficiently with integrated approaches. To create new business areas via the convergence of industries. To advance into the Chinese and global markets by conducting a joint research with Tsinghua University for the development of an integrated operation management model for the smart city space and facilities. ○Contents In the first and second years, we will construct a foundation for smart city facilities operation management technology development, database construction for facility management, development of integrated operation management model of cloud service type urban facilities, and development of mobile element technology for smart city facility management. Verification of the development model through trial service verification based on. 1) Developing an integrated operational management model of mobile application cloud service type - System efficiency verification through establishment of integrated operation management plan of smart city facility and establishment of environment - Development of optimized image storage technology due to high resolution due to advancement of smartphone technology - Validation of mobile apps and web server system functions through testing by certified testing institutes 2) Verification of efficiency through trial service and proposal of spreading domestic and overseas diffusion - Smart City Facilities Integrated Operation Management Management Pilot Service and Problem Analysis: Through the integrated operation management of smart city facilities developed in the field in connection with the facility management department for Sungkyunkwan University, Verification - Establishment of citizen participation type facility management plan: As a cloud service type integrated management management system, the system access range is divided into urban people distribution, maintenance personnel, and facility management division to facilitate the common use of various management subjects. - Suggesting follow-up strategies for public relations and dissemination: Providing public relations methods such as linking with local government homepages and animation production, and distributing local festival banners, leaflet production, and providing videos linked to education and volunteer activities. - It is a centralized management type through the management method of the local municipal entity through the management method of smart city facility management system, and it provides the selective distribution method in consideration of management aspect, maintenance efficiency aspect, cost aspect.
-----------------------------------	---

Results	1. Qualitative ○Results of self-integration test of development of integrated operation management model of municipal facilities of mobile application / cloud service type, which is the development project of this technology, reflecting the status and results of the pilot service application, reflecting system improvement, testing of object location information, And the evaluation will be carried out by five experts based on the result report. 2. Quantitative ○ The goal of quantitative R & D achievement in the 3rd year was accomplished 71% by carrying out 1 article, 2 joint publications, 1 S / W official certification test, 2 manpower training and 1 testbed result report box ○ The integrated operation management web server system of mobile application and cloud service type performed functional test at the authorized testing institute and all functions were evaluated as normal operation (Qualified test period: Korea Industrial Technology Testing Center)
Expected Contribution	○ In order to manage city facilities, management system should be developed considering the work of the business. For this reason, based on the construction of the technology development base through the type and the type of the urban facilities, research result of the first and second years, and so on, we have built a database on which the integrated operation management model based on mobile application and cloud service is developed, To improve the management of smart city facilities through camera sensor utilization technology, object location and map information visualization technique In the third year, we conducted a pilot service and problem analysis of the mobile application and cloud service-type integrated model in full test and in-service working departments. Therefore, the result of this research and development will be utilized in the management of efficient facilities by taking into account the characteristics of each facility and the business processes of the management department such as municipality, city construction, facility management corporation ○ Expected effect - Technical aspects: Establishment of integrated safety management system for major public / private facilities and non-facilities, stable field management operation through standardization of facility management, support for location and image information registration based on patent information, and quick response system Implementable - Economical aspect: Reduction of time and cost based on automation of facility registration process by existing manual operation, cost reduction by simplifying on-site confirmation through location and photo information when maintenance is performed, improvement of efficiency of management of mobile administration work and improvement of efficiency of space facility, and utilization of manpower Maximization and integrated facility management will prevent double investment and budget cut. - Improvement of external image through the activation of related industries in

	the field of facilities management and service in the social aspect, efficient management, cultivation of response manpower against various operational structures and environmental changes, – It is possible to increase the life cycle of the facility by establishing preventive system and pre-maintenance through preventive measures such as leading-edge technology traction and research of the national government,				
Keywords	Smart City	Facility Management	Mobile Application	Integrated Operation Management	One-Stop Management System

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	10
가. 연구개발의 필요성	10
나. 연구개발 목적	15
다. 연구개발 범위	20
2. 국내외 기술 개발 현황	23
가. 국내 기술 개발 현황	23
나. 해외 기술 개발 현황	28
다. 국내외 시설물 관리 APP/ WEB 사례	33
라. 시사점	43
3. 연구 수행 내용 및 성과	46
가. 핵심 성과별 연구결과 요약	46
나. 스마트 도시시설물 통합운영관리를 위한 표준화 방안 (핵심성과 A)	47
다. 시설물 생애주기관리기법이 적용된 시설물 정보 데이터베이스 구축 (핵심성과 B)	79
라. 도시시설물 관리를 위한 스마트디바이스 센서 활용기술 및 알고리즘 분석 (핵심성과 C)	99
마. 모바일 애플리케이션/ 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발 (핵심성과 D)	147
바. 시범서비스를 통한 효율화 검증 및 국내외 보급, 확산 방안 마련 (핵심성과 E)	160
사. 국제 공동 연구 수행 내용 및 성과	195
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	198
가. 목표 달성도	198
나. 관련 분야 기여도	202
다. 기대효과	206
5. 연구개발성과의 활용 계획	210
가. 연구 성과 활용 목표 및 계획	210
나. 연구성과의 지자체 활용을 위한 전략 방안 제시	215
다. 시연 동영상을 활용한 대시민 및 대지자체 홍보자료 구성 방안 제시	217
6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	221
가. 프로젝트 연구 개발의 주요 기술 성과	221
7. 연구개발성과의 보안 등급	223
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	223
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	223
가. 연구실 안전조치 이행계획	223
나. 나. 유전자변형생물체(LMO) 연구시설 및 수입 신고 현황(해당 시 작성)	223
10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	224
11. 기타 사항	224
12. 참고 문헌	225

< Contents >

1. Outline of research and development task	10
가. Necessity of R & D	10
나. R & D Purpose	15
다. R & D scope	20
2. Status of domestic and overseas technology development	23
가. Domestic Technology Development Status	23
나. Overseas Technology Development Status	28
다. APP / WEB Case Management	33
라. implication	43
3. Research performance and achievements	46
가. Summary of results by key performance	46
나. Standardization plan for Integrated Operation Management of Smart City Facilities	47
다. Establishment of facility information database with facilities life cycle management technique	79
라. Smart Device Sensor Application Technology and Algorithm Analysis for Urban Facility Management	99
마. Developed an integrated operational management model of municipal facilities for mobile application / cloud service type	147
바. Verification of efficiency through trial service and dissemination and diffusion plans at home and abroad	160
사. Contents and results of international joint research	195
4. Achievement of goal and contribution to relevant field	198
가. Goal Achievement	198
나. Contribution of related field	202
다. Benefit	206
5. Plan to utilize R & D achievements	210
가. Goals and plans of Research Achievement	210
나. Suggest strategy for local government utilization of research results	215
다. Presentation of promotional materials using demonstration video	217
6. Overseas science and technology information collected during the research process	221
가. Major technological achievements of project research and development	221
7. Security rating of R & D achievement	223
8. Status of research facilities and equipment registered in the National Science and Technology Information System	223
9. Implementation of safety measures in laboratories based on R & D tasks	223
가. Laboratory Safety Measures Implementation Plan	223
나. Genetically modified organism (LMO) research facilities and import declaration status	223
10. Representative research achievements of R & D tasks	224
11. Others	224
12. Reference	225

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발의 필요성

(1) 기존 도시 시설물 운영관리 체계의 문제점

(가) 도시공간 및 시설물을 통합 운영관리 할 수 있는 스마트 도시 구축 필요

- 대한민국은 2000년대 초반 전국적으로 세계 최고 수준의 정보통신(IT) 인프라를 구축하였고, U-City 사업을 추진하여 IT 인프라를 활용해 도시 문제를 해결하고 건설업과 IT산업을 융·복합해 미래 성장 동력을 마련하고자 함.
- U-City 사업은 스마트시티사업의 전신으로 스마트시티의 확산을 위해 U-City에서 스마트시티로 표기를 변경
- 신도시 중심으로 추진해오던 한국의 스마트시티 사업은 도시 정책 방향이 신도시 위주의 전면 개발에서 도시 재생으로 전환하면서 현재 정체된 상태로, 스마트시티의 새로운 모델 확보가 시급
- U-City를 비롯하여 도시기반 시설물관리 S/W 기술은 국외대비 90% 수준으로 거의 근접한 수준이나, 스마트 도시 서비스에 필요한 핵심 기술인 공간정보와 생애주기를 융합한 기술 개발 기반이 미흡함.
- 교통·환경·주거 등의 다양하고 복잡한 도시문제를 해결하기 위해서는 개별 시스템으로 관리하기 보다는 정보통신을 기반으로 통합적인 지능적인 제어 가능한 스마트시티 관리 체계의 개발이 필요
- 스마트시티를 구축하기 위한 IoT 응용서비스는 IT 융합을 위해 국가 차원에서 확보되어야 할 중요 기술로 유관 산업으로의 확장을 통해 국제 경쟁력을 강화하는데 필요한 핵심 기술이며, 스마트 디바이스 산업의 활성화 및 미래 성장 산업을 견인할 수 있음.

(나) 도시 시설물 운영관리 프로세스 개선 필요

- 현재 도시 시설물의 점검 및 관리는 많은 부분이 수기로 이루어지고 있고, 일부 프로세스만이 정보통신 기술을 활용하고 있음.
- 지자체마다 관리 체계가 다르고, 담당 부서가 달라 관리 프로세스가 복잡하며, 일부 정보통신 기술이 적용되면서 운영관리 플랫폼이 이원화되고 프로세스상의 자원, 인력의 낭비가 이루어지고 있음.
- 시설물 운영관리에 투입되는 자원 및 인력의 최적화를 위해, 민원 신고부터 유지관리에 이르기까지 일원화될 수 있도록 도시 시설물 운영관리 프로세스의 개선이 시급

(다) 도시 시설물 운영관리에 있어 시민참여 제고

- 일부 정보통신 기술을 도시 관리에 도입한 이후 도시는 행정업무의 전산화를 추구하는 e-City에서 IT를 도시에 결합한 U-City를 거쳐 시민의 행복과 안전을 위해 물리적·비물리적 인프라뿐만 아니라 소프트 인프라를 활용하

고 구축하는 스마트 시티로 변화하고 있음.

- 공간정보 활용에 대한 국민들의 관심 고조되고 있으며, 수요자 중심으로 산업구조 개편되고 있음.
- 사용자 참여에 기반한 맞춤형 공간정보 제공 모델을 통해 공공정보가 제공하기 어려운 현시적이고 생생한 공간정보를 제공하고, 공간정보 구축 및 활용 체계를 개선하여 범국가적인 수요확대 및 시장 창출이 가능함.

(2) 스마트시티 국제공동연구의 필요성

(가) 한중 스마트시티 국제공동연구 추진 경과

- 한국과 중국의 국가간 협의에 의해 한·중 스마트시티 공동연구소가 설립되었으며, 그 연구활동의 일환으로 성균관대-칭화대 컨소시엄이 본 과제에 참여

① 배경

- '14.5. 경제부총리 주관 중국과 스마트시티 협력을 경제협력의 주요 사업으로 채택
 - 우리나라에서는 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원(이하 KAIA)이 주관
- '14.11.5 KAIA와 중국 칭화대학교 간의 “스마트시티 분야에서의 과학기술합작에 관한 양해각서” 체결 후 한국 연구기관(대학)과 중국 칭화대학교가 공동 참여하는 ‘한·중 스마트시티 공동연구소’ 설립 추진

② 추진경과

- '15.9.4 한·중 스마트시티 국제공동연구 참여 신청 안내(KAIA→각 대학)
 - ‘U-City 인력양성사업’ 참여대학 및 도시건축/주거환경/공간정보 연구사업 참여 대학 중 연구실적이 우수한 10개 대학
- '15.10.27 한·중 스마트시티 공동연구소 사업의 한국 협력대학으로 성균관대가 최종 선정
- '15.10.27-'15.12.18 한·중 스마트시티 공동연구소 설립을 위한 성균관대와 칭화대 간 협약관련 논의
- '15.12.18 한·중 스마트시티 공동연구소 설립 협약 체결
 - 한·중 스마트시티 공동연구소에 5년간 한화 약 57억원(5,000,000 \$)의 연구비 지급 협약
 - 1차년도 1,000,000\$, 2차년도 1,500,000\$, 3차년도 1,500,000\$, 4차년도 500,000\$, 5차년도 500,000\$
- '16.03.31 협약의 일환으로 중국 칭화대와 한국 성균관대가 국제공동연구로 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델 개발 착수

(나) 한중 스마트시티 국제공동연구의 의의

- 스마트시티는 인류적 과제인 기후변화와 도시화의 문제를 해결하기 위한 새로운 미래도시 모델로 제시되고 있으며, 전 세계적으로 스마트시티를 미래 성장 동력으로 선점하기 위한 경쟁이 심화되고 있음.
- 대한민국은 스마트시티 연구 성과와 요소기술, 정책에 대한 개별적·분야별 우수성을 입증 받고 있으나 도시 분야에서 종합적 관점에서의 통합과 실현, 그리고 산업화 및 상품화 과정에 어려움이 있음.
 - 시설물에 대한 관리방안의 기술에 대해서는 오랜 연구 수행을 통해 핵심 기술을 보유하고 있으나, 최근 그 수요가 급격히 증대되고 있는 도시 기반 시설물에 대한 IoT 기술 및 생애주기 관리 기법에 대한 연구는 미진한 상태임
- 국제공동연구는 스마트시티 R&D를 종합하고 통합하는 기회로 활용할 수 있으며, 국제적 관점에서의 스마트시티의 성공적인 실현과 더불어 시장에서의 선도성을 확보하기 위해서 국가의 강점을 융합
- 특히 스마트 기술의 국제적 경쟁력을 가지기 위해서는 우리 주변의 가장 큰 시장이자 전세계 스마트시티 시장의 30% 규모를 차지하는 중국과의 연계가 매우 중요함.
- 본 연구는 중국 칭화대학과 국제공동연구를 통해 중국의 스마트시티 시장 확대와 관련 정책을 활용 가능
 - 중국은 도시화 계획의 실현을 위한 핵심 정책수단의 하나로 스마트시티를 중요하게 다루고 있으며, 320개의 도시를 스마트시티로 조성하는 것을 목표로 하고 있음.
- 스마트시티에 대한 중국의 수요(needs)파악과 이를 국내의 기술과 융합하는 연구의 기회 창출
- 중국의 도시 수요 및 실태파악을 통해 스마트시티 기술 및 기법과 산업수준(position)을 이해하고 중국의 도시별 여건과 관련 DATA확보의 기회로 활용
- 중국내 Smart-City 참여 연구진과의 교류를 바탕으로 향후 Smart-City 핵심 융·복합 기술을 연구하고, 국내 기반기술의 안정성 확보와 관련분야에 대한 전문적인 기술향상을 통한 Smart-City 시장확대의 기반 정립
 - 칭화대는 중국내 연구기관의 우수 연구인력 네트워크를 지원할 수 있으며, 지속적인 기술 교류를 통해 중국내 Smart-City 활성화 국가 전략에 따라 중국 내의 시범지구가 운용되는 시점에 연구결과를 적용
- 학문적·연구적 협력을 시작으로 국내 기업이 직접 진출하기 힘든 중국의 스마트시티 시장에 우리나라의 기술과 산업이 적용될 수 있는 기반을 마련
- 이를 통해 스마트시티 분야의 학문·연구적 중추성과 기술적 선도성을 확보하여 대한민국의 관련 산업을 견인할 뿐만 아니라 해외 진출 및 시장을 확대하여 국내 경제에 기여
- 칭화대학과의 공동연구성과를 기업에 제공함으로써 기획에서 생산까지의 전 과정을 포괄하는 스마트시티의 전방산업적 효과를 증진하여 시장을 개척하고 산업과 기업을 주도

- 국제공동연구 기반기술을 확립으로 경쟁 가능한 플랫폼 개발과 기술력 확보를 통해 국제협력시장을 개척하고 국가 경쟁력을 강화
- 국제공동협력 기반 핵심 공통 기술 개발을 통해 국가 차원의 중복 기술 개발 방지 및 레퍼런스 사이트 구축으로 세계 기술 시장 주도가 가능

(3) 연구개발 기술의 차별성

(가) 기술적 측면

- IoT 인프라와 스마트폰 센서 기술 연계를 통해 시설물의 정보입력, 현장에서의 정보 모니터링, 유지보수 및 이력관리까지 유지관리 전 과정을 통합 관리할 수 있음
 - 사물인터넷(IoT)은 ICT를 기반으로 다양한 물리적(physical) 및 가상(virtual)의 사물들을 연결하여 언제 어디서나 상황에 맞는 최적의 서비스를 제공하기 위한 글로벌 서비스 인프라 기술
 - IoT 서비스는 물리·가상의 사물 연계, 협업하여 지능형 서비스를 제공하는 IoT 플랫폼, 모든 사물을 인터넷을 통해 상호 연결하여 소통하는 IoT 네트워크, 사물을 지능화시켜 스마트 인터랙션을 제공하는 IoT 디바이스, 프라이버시 보호와 안전한 시스템 운영을 보장하는 IoT 보안 등을 제공
- 본 개발 기술은 기존의 GPS를 탑재한 스마트폰의 위치가 기록되는 방식과는 달리, 스마트폰의 센서와 연구개발과제에서 개발한 알고리즘을 활용하여 원거리에서 시설물의 촬영을 통해 시설물의 위치정보와 시설물의 정보 등록이 가능
- 시설물에 다가가지 않고 시설물의 정보를 알 수 있어 하천, 산림 등 접근하기 어려운 시설뿐만 아니라 위험 시설물까지 안전하게 유지관리 할 수 있음.
- 또한 공간정보에 시설물 정보를 시각화하고 이력관리가 가능 하도록 하기 때문에 전체 시설물 관리현황 파악이 용이함
- 시설물 관리의 IoT 기반 클라우드 서비스 플랫폼을 통해 도로조명, 가로등, 자전거 거치대 등 각 지자체의 해당 부서에서 담당하는 시설물을 통합하여 선택적으로 효율적으로 관리할 수 있음.
- 기존 시설물 관리시스템과 달리 시설물에 별도의 RFID Tag나 NFC 등 센서를 부착하지 않고도 기존의 공간정보 기술과 스마트폰의 센서 기술의 융·복합을 통해 시설물의 등록, 정보 모니터링, 현장지원, 자료 활용, 이력관리 등이 용이하고 시설물 관리에 있어 One-Stop 체계가 이루어질 수 있음.
 - 시설물을 촬영시 시설물의 위치정보와 지도정보가 Mapping되어 지도정보에 기록된 시설물의 고유 관리번호 및 사진을 시각화하여 보여줌으로써 별도의 Sensor가 필요하지 않음

(나) 정책적·경제적 측면

- 스마트시티 시장에서 도시공간기반 시설물관리시스템 융복합 기술 분야는 시장 형성 초기 단계로서, 앞으로 성장 가능성이 높고 응용 분야가 다양하여 산업 파급 효과가 큰 미래적 분야이므로 원천 기술을 자체 확보해야만 선진국의 기술 종속에서 탈피할 수 있음.
- 본 연구의 연구성과는 성공적인 스마트시티 구축 및 운영을 위하여 반드시 필요한 도시기반 시설물관리 시스템구축을 통해 향후 스마트시티 확대전략에 맞추어 필요한 요소기반 플랫폼으로 기반이 예상된다는 강점을 가지고 있음.
- 웹/모바일 중심으로 사회 기반 시설물 자산관리를 위한 S/W 기술은 국외대비 거의 근접한 수준으로 판단되며, 특히 상용화되어 있는 시설물관리 시스템의 설계, 개발 및 현장 적용의 경우 선진국대비 기술격차가 거의 없는 수준임.
- 클라우드 서비스 환경기반의 생애주기 기술을 접목한 도시시설물 관리에 접목할 경우 새로운 건설공정 및 시설물 데이터베이스 관리 관련 시장의 창출이 예상되며, 선진국 대비 동등 혹은 앞선 실용화 기술을 보유할 수 있을 것으로 판단됨.
- 도시를 형성하는 기반 시설물과 공간정보와의 융합을 통해 도시를 관리하는 다양한 정보와 부합될 수 있다면 이를 기반으로 도시계획, 행정업무, 공공서비스, 환경계획, 교통계획, 건설, 제조 등 다양한 도시 정보 기반 서비스를 효과적으로 제공 가능함.
- 국내외 시장 환경에 적용 가능하도록 표준 기반의 플랫폼을 개발하여 Smart - City 사업 관련 다양한 업무 시스템에 도입하여 향후 국내외 스마트시티 관련 시장을 선도

(다) 환경적 측면

- 시설물 및 비시설물의 클라우드 플랫폼 기술개발을 통해 시설물의 관리의 서로 다른 주체자로 인한 시스템 이중개발에 따른 재원의 낭비를 최소화 할 수 있고, 빠른 유지보수를 통한 시설물의 생애연장으로 환경 오염을 최소화 할 수 있음.
- 시설물을 구성하는 부품교체주기, 생애주기를 기반으로 자원 활용을 극대화 할 수 있음.
- 원거리에서 시설물 현황 관리가 가능한 개발기술의 특성상 에너지, 폐기물 등 분야에서 에너지 저감과 탄소 저감 기술로 다양하게 활용될 수 있음.

나. 연구개발 목적

(1) 연구목표의 설명

- 본 기술개발과제는 성균관대와 칭화대의 한·중 스마트시티 공동연구를 통해 스마트 도시공간 및 시설물의 통합적인 운영관리 모델의 핵심기술을 개발하는 과제로서 개발하고자 하는 핵심기술은 다음과 같음.
- 첫째, 스마트시티에 있어 다양한 공간 정보의 효과적인 처리와 관리를 위해 클라우드 환경에서 요구되는 시설물 공간정보의 저장/관리 및 이를 이용한 분석 처리 기술을 개발하고, 3차원 공간정보의 질을 향상시키며 사용자 위주의 활용 및 위치를 고려한 맞춤형 공간정보를 제공 할 수 있는 차세대 모바일 기반의 ‘스마트 도시시설물관리’ 핵심기술을 개발하고자 함.
- 둘째, 공간정보처리 및 관리기술은 스마트시티에서 취득되는 다양한 공간 정보의 효과적인 처리와 관리를 위한 핵심 공통 기술로 다양한 정보의 저장/관리 및 이를 융합하여 분석/처리할 수 있는 기술을 개발하여 스마트시티에서 필요한 대용량 데이터 저장 관리 수요를 충족시키는 기술 개발 추진하고자 함.
- 셋째, 융·복합 기술을 완성하기 위한 세부 기술 중 스마트시티를 위한 차세대 시각화 기술 개발은, 효과적인 도시 공간정보 관리 및 재난에 대한 의사결정 지원을 위한 시각화 시스템으로 현실·가상공간을 통합하여 현장을 디스플레이하는 기술을 개발하고자 함.
- 넷째, 융·복합 기술을 완성하기 위한 세부 기술은 데이터의 효율적인 저장/관리 및 이를 융합하여 분석 처리하기 위한 ①스마트시티 공간정보 데이터 베이스 처리 및 관리 기술을 이용하여 고도화된 공간정보 제공을 위한 ②스마트시티를 위한 차세대 시각화 기술, 분산된 환경 시설물정보를 연계·통합하여 차세대 모바일 환경을 기반으로 사용자 맞춤형 공간정보 서비스를 제공하기 위한 ③스마트 도시시설물 관리 및 운영모델, 운영기술 개발로 구성됨.
- 마지막으로 시범서비스 대상지를 선정하여 본 기술개발을 통해 개발된 스마트 도시공간 및 시설물의 통합적인 운영관리 모델의 시범서비스를 통해 검증을 통해 보급 및 확산을 하고자 함.

(2) 연구개발 최종 목표

- 도시를 통합적 관점에서 효율적으로 운영함으로써 도시문제를 해결하고, 산업간 융합을 통해 신산업 영역을 창출하며, 중국 칭화대와의 공동연구를 통한 중국 및 세계시장 진출을 위하여 스마트 도시 공간 및 시설물의 통합 운영관리 모델 개발

▶ 스마트 도시시설물 운영관리 기술개발을 위한 기반 구축

- 도시시설물 유형 및 종류에 관한 특성분석
- 시설물운영관리체계 및 방안 정립

▶ 스마트 도시 시설물 관리를 위한 데이터베이스 구축

- 스마트 도시 시설물 데이터베이스 구축을 위한 데이터 현황분석
- 위치기반의 시설물 표출 방안 및 기술개발
- 시설물 자산관리를 위한 생애주기 관리운영 기법 분석

▶ 스마트 도시 시설물 관리를 위한 모바일 요소기술 개발

- 데이터 수집을 위한 스마트디바이스 센서 연구 및 기술개발
- 시설물 피사체 위치기반정보와 GIS정보 연계 알고리즘 개발

▶ 클라우드 서비스 환경의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발

- 시설물 유형 및 종류, 관리 주체에 따른 운영 프로세스 및 관리체계정립
- 시설물 통합운영관리를 위한 공통프로세스 정립
- 클라우드형 서비스 기반의 통합운영관리 모델 개발

▶ 시범서비스를 통한 효율화 검증 및 국내·외 보급, 확산방안 마련

- 시범서비스를 통한 스마트 도시시설물 관리의 상호운용성 및 적합성 검증
- 보급 및 확산을 위한 국내외 운영관리 방안 제시
- 도시민 참여형 시설물 관리방안 수립(모바일 App 개발 및 배포)
- 홍보 및 후속 연구 전략 방안 제시

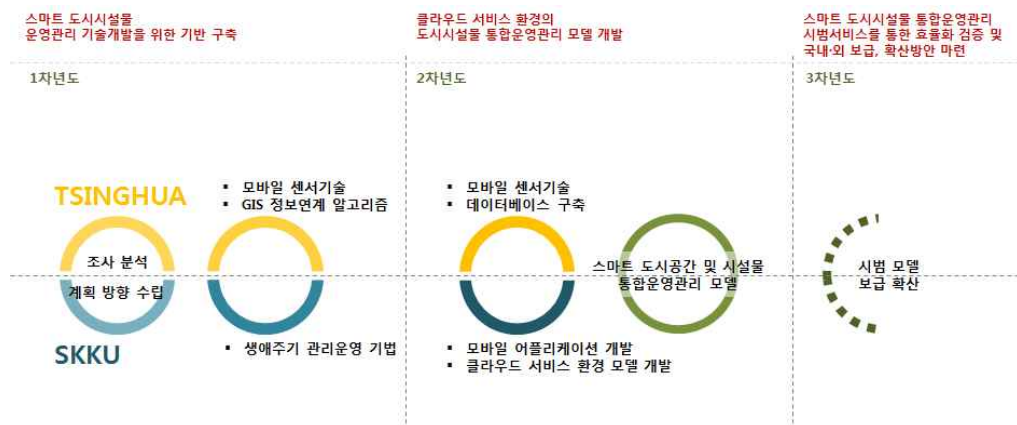


그림 1 연구 흐름도

(3) 연구목표의 설정 근거

(가) 스마트시티 공간 정보 처리 및 관리 기술 개발의 필요성

▶ SWOT 분석

강점	○ 다수의 R&D 연구 경험 및 사업화 경험으로 시설물관리에 대한 기술 확보가 되어 있음 ○ 국내 도시시설물 데이터베이스 관리 기술을 확보하고 있으며, 여러 사업화 경험을 통하여 안정성 확보도 되어 있음 ○ 시설물관리 엔진 및 통합관리시스템 구축 등으로 인한 핵심 S/W 보유	약점	○ 스마트시티 확대전략에 따라 국외 시장의 적용가능성 및 기술적응에 어려움이 예상됨 ○ 공간정보 및 시설물연계관련 기술 개발 실적이 적어 상용화에 따른 시행착오가 예상됨
기회 요인	○ Smart -City 추진 계획에 따라 관련 시장의 활성화가 예상됨 ○ 독립적으로 기술 개발이 추진되던 공간정보와 모바일 기술의 융합으로 인한 시너지 효과 및 타 산업 파급 효과가 클 것으로 전망 ○ 구축 또는 계획 중인 많은 스마트시티 산업에 공통 기반 기술로 활용이 가능하여 정부 차원의 예산 절감 효과가 클 것으로 예상	위험 요인	○ 다양한 스마트시티 사업으로 인하여 표준화 미비에 의한 상호 호환성에 문제 및 중복 투자 우려가 있음 ○ 국제공동연구개발사업의 연속적인 지원사업의 변동성은 안정적인 연구 개발 및 상용화의 위험 요인으로 작용

▶ 대응전략

	O(Opportunities)	T(Threats)
S (Strength)	○ 각 분야의 보유 기술과 각 기관별로 추진하고 있는 스마트시티 사업과의 접목을 통해 기술 개발과 동시에 시장 적용이 가능한 사업화 전략으로 기술 시장 선점이 가능	○ 기술 개발과 동시에 스마트시티의 도시 시설물관리 관련 기술의 적용 가이드라인 안을 제정하여 기술의 호환성 및 활용성의 극대화를 추진
W (Weaknesses)	○ 신기술을 적용한 국내 시설물관리 시스템의 성능 개선을 통해 스마트시티 등 관련 사업의 적용을 통한 시장 점유율 확대 기회 창출	○ 본 과제 결과물의 적용 가능한 유기적인 기술 개발 협조를 구축하여, 기술 개발의 중복성 배제 및 연구 산출물의 적용을 유도

(나) 스마트시티를 위한 차세대 표출기반 기술 개발의 필요성

▶ SWOT 분석

강점	○ 기 구축된 높은 정보통신 인프라 ○ U-City 시설물관리 기술 원천 확보 ○ 시설물의 효율적 관리 및 재난에 대한 의사결정 지원의 요구 및 인식이 충분함 ○ 현실감 있는 공간정보 시각화에 대한 요구 증대 ○ 세계적으로 우위에 있는 IT 기반 기술과 접목하여 시스템 기술로의 확장 및 발전 가능	약점	○ 실외환경에서 공간정보와 생애주기 기법이 실제 적용한 모델이 거의 없음 ○ 관련 시장의 미성숙에 따른 장비 및 응용 소프트웨어가 요구되는 한계성 ○ 생애주기 기반의 자산관리 원천기술에 대한 상용화 실적이 거의 없음
기회요인	○ 기존 U-City 및 공원관리적용 기술의 시너지 예상 ○ 스마트시티 시장은 전세계적으로 시장초기단계로 향후 확대수립 예정임 ○ 현장과 유기적인 업무 연동으로 업무 효율 향상 및 신뢰성 있는 서비스 제공 ○ 국가예산절감 및 민원서비스 대응전략 극대화 ○ 생애주기기반 도시기반 시설물 관리 분야는 세계적으로도 시작하는 단계이므로 조기에 선행연구를 진행하면 세계적 기술과 동등 또는 우위의 입장을 확보하리라 판단됨	위협요인	○ 국제적 인증을 위한 노력 미비 ○ 주요 시설물에 대한 정보의 적용이 부족 ○ 공간정보와 결합된 시설물관리분야는 학문적 검토와 기술개발단계이므로 스마트시티 시장이 형성되지 않았음 ○ 시설물관리시스템 분야의 주요 테마인 생애주기 분야의 경우 모든 경우에 적용 가능한 기법으로 응용 분야에 따라 새로운 R&D가 필요함

▶ 대응 전략

	O(Opportunities)	T(Threats)
S (Strength)	○ 기 적용된 U-City 및 공원관리 시스템 적용을 통해 각 분야의 보유 원천 기술을 활용한 스마트시티 표출 기술 상용화를 통한 초기 시장 점유	○ 컨소시엄 내 연구기관의 전문연구 인력을 활용한 충분한 학문적 검토와 표준화 추진 ○ 면밀한 사업 타당성 조사를 통해 중복 연구 및 중복 사업을 사전에 회피
W (Weaknesses)	○ 기술 확산 및 실용화 기반 마련을 위해 개발 기술의 표준화 추진	○ 최종 목적을 실용화 및 제품화로 선정하고 시범서비스 대상을 선정하여 현장 적용 테스트를 통한 성능 검증

(다) 맞춤형 공간정보 제공 기술 개발의 필요성

▶ SWOT 분석

강점	○ 기 구축된 선도적 정보통신 인프라 환경 및 공간정보 활용에 대한 국민들의 관심 고조 ○ U-City 적용 및 지자체 공원관리시스템 사업 추진 등을 통한 공간정보에 대한 기반 기술 보유 ○ 공급자 위주로부터 수요자 중심으로 산업구조 개편 ○ 다수의 R&D 연구 경험 및 사업화 경험으로 연구 실용화 가능성이 높음	약점	○ 국내의 경우 기존 지도 서비스를 중심으로 시설물관리에 대한 전통적인 관리 기법으로 운영중 ○ 수요자 중심의 민간분야의 공간정보 활용 확대에 관한 제도, 정책 등의 정비가 미흡함 ○ 국내 적용 기술을 바탕으로 국외 시장접근에 대한 구축 경험 및 실적이 부족한 상태
기회요인	○ 앞으로 확대될 국내외 스마트시티관련 시장선도 기회가 부여됨 ○ 공간정보와 타 분야 콘텐츠와의 융합을 통한 다양한 신규 서비스가 창출이 가능함 ○ 공간정보 및 생애주기 기법 적용관련 산업이 IT 산업으로 진입하는 기회	위협요인	○ 최근 IT 관련 대형업체(Google, Microsoft, Yahoo)들 위치기반 정보의 중요성을 재인식하고 막대한 자금과 인력을 위치기반 정보 관련 사업에 투자하며 위협하고 있음 ○ 표준화 제도 미비시 활용저변 확대가 어려움

▶ 대응 전략

	O(Opportunities)	T(Threats)
S (Strength)	○ 사용자 참여에 기반한 맞춤형 공간정보 제공 모델을 구현하고, 공공정보가 제공하기 어려운 공간정보 기반기술 제공 ○ 공간정보 기반의 시설물운영관리 체계를 개선하고 기관, 기업 및 개인의 공간정보 활용의 범국가적인 확산	○ 공간정보와 연계한 각종 콘텐츠와 융합을 통해 IT 산업으로 진입 가속화 ○ 사용자기반 공간정보 콘텐츠 및 위치정보를 결합한 다양한 신규 서비스 창출을 통해 IT 산업에서 공간정보 관련 시장 확대
W (Weaknesses)	○ 국내외 적용 가능하도록 표준 기반의 플랫폼을 개발하여 스마트시티 사업 관련 다양한 업무 시스템에 도입 ○ 기술 확산 및 실용화 기반 마련을 위해 개발 기술의 표준화 추진	○ 국제공동연구개발을 통해 경쟁 가능한 플랫폼 개발과 기술력 확보를 통해 국내외 시장 개척 및 국가 경쟁력 강화 ○ 최종 목적을 실용화 및 제품화로 선정하고 시범서비스 대상을 선정하여 현장 적용 테스트를 통한 성능 검증

다. 연구개발 범위

(1) 전체 연구개발 범위

(가) 스마트 도시시설물 운영관리 기술개발을 위한 기반 구축

- 국내·외 도시시설물 운영관리 현황 및 사례와 도시시설물 유형 및 종류에 관한 특성을 분석하여 시설물의 통합운영관리방안 수립
- 데이터 수집을 위한 모바일 센서기술 분석, 활용방안 제시
- 시설물 피사체 위치기반정보와 GIS 정보연계 알고리즘 분석
- 시설물 가시화 방안 및 생애주기 관리운영 기법 분석

(나) 클라우드 서비스 환경의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발

- 스마트 도시 시설물 관리를 위한 데이터 수집
- 도시시설물 관리 데이터베이스 구축
- 모바일 센서 기술과 데이터베이스 시스템과 연계한 도시시설물 관리 모델 제시
- 스마트 도시 시설물 관리 모바일 어플리케이션 개발
- 클라우드 서비스 환경의 통합운영관리 모델 개발

(다) 스마트 도시시설물 통합운영관리 시범서비스를 통한 효율화 검증 및 국내·외 보급, 확산 방안 마련

- 스마트 도시시설물 통합운영관리 시범서비스 방안 수립 및 환경 구축
- 스마트 도시시설물 통합운영관리 시범서비스 및 문제점 분석
- 도시민 참여형 시설물 관리방안 수립(모바일 App 개발 및 배포)
- 홍보 및 보급 현실화 방안을 위한 후속 전략 제시

(2) 연차별 연구개발 범위

연차	연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)
1차년도	스마트 도시시설물 운영관리 기술개발을 위한 기반 구축	○ 국내·외 도시시설물 운영관리 현황 및 사례와 도시시설물 유형 및 종류에 관한 특성을 분석하여 시설물의 통합운영관리방안 수립
	스마트 도시 시설물 관리를 위한 모바일 요소기술 개발	○ 데이터 수집을 위한 모바일 센서기술 분석, 활용방안 제시
	스마트 도시 시설물관리를 위한 데이터베이스 구축	○ 시설물 피사체 위치기반정보와 GIS 정보연계 알고리즘 분석
2차년도	스마트 도시 시설물관리를 위한 데이터베이스 구축	○ 시설물 가시화 방안 및 생애주기 관리운영 기법 분석
3차년도	스마트 도시 시설물관리를 위한 데이터베이스 구축	○ 스마트 도시 시설물 관리를 위한 데이터 수집
	클라우드 서비스 환경의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발	○ 도시시설물 관리 데이터베이스 구축
		○ 스마트 도시 시설물 관리 모바일 어플리케이션 개발
		○ 클라우드 서비스 환경의 통합운영관리 모델 개발

표 9 연차별 연구목표 및 주요연구내용

(3) 당해 연도(3차년도) 연구개발 범위

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
모바일 애플리케이션 및 클라우드 서비스 유형의 통합운영관리 모델 개발	스마트 도시시설물 통합운영관리 시범서비스 방안 수립 및 환경 구축	○ 1차년도/ 2차년도 연구개발을 개발한 모바일 애플리케이션 및 클라우드 서비스 유형의 통 합운영관리 시스템의 효율화 검증을 위해 테 스트베드 환경 구축
시범서비스를 통한 효율화 검증 및 국내·외 보급 확산방안 마련	스마트 도시시설물 통합운영관리 시범서비스 및 문제점 분석	○ 성균관대학교를 대상으로 시설물관리팀과 연 계하여 실무에서의 시설물관리에 적용함. ○ 스마트폰의 센서를 활용하여 시설물의 위치 및 사진정보 전송기술에 대한 활용 검증 및 웹(Web)시스템과 연계하여 데이터의 무결성, 업무프로세스 등 활용의 효율성에 대한 검증 및 소프트웨어 에러사항을 수정함.
	도시민 참여형 시설물 관리방안 수립	○ 클라우드 서비스형 통합운영관리 체계로서 다양한 관리주체자가 공통적으로 활용이 용 이하도록 학생(시민), 연구팀(1차관리자), 시 설관리팀(유지보수관리자)로 구분하여 테스트 베드를 진행함.
	홍보 및 보급 현실화 방안을 위한 후속 전략 제시	○ 온라인 방법으로써 자치단체의 홈페이지와 연계 및 애니메이션 제작 등의 방법과 오프 라인방법으로 리플렛 제작, 지역 축제 등 홍 보방법, 교육 및 봉사활동과 연계한 동영상 제공을 통한 홍보 제시 ○ 스마트 도시시설물 관리시스템의 관리에 따 른 지자체 개별관리형과 업체 위탁을 통한 중앙관리형으로 구분하여 관리적인측면, 비 용적측면, 유지보수측면 등을 고려하여 선택 적 보급할 수 있도록 함

표 10 3차년도 연구개발 범위

(4) 연구의 방법

(가) 도시시설물 통합운영 관리를 위한 유형 및 적용범위 설정을 통해 통합
운영관리 개발 방향성 확보

- 도시시설물은 지상·지하시설물, 시설·비시설물이 있으며 관리되어지고 있
는 시설물의 종류와 수는 다양하고 서로 다른 특징이 있음.
- 따라서 본 기술개발과제인 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모델
시스템 개발에 있어 적용범위를 설정하여 효율적 시설물 관리가 가능하도록
시스템 개발에 적용 예정임

(나) 국내외 시설물 관리 운영현황 및 사례분석으로 스마트디바이스 기술개발 방향 마련

- 시설물 현황과 이를 관리하기 위한 관리기술 및 활용사례를 조사하여 본 과제인 도시공간 및 시설물 통합운영 관리를 위한 요소기술과 적정기술을 고찰하고자 함.

(다) 도시시설물 관리를 위한 스마트디바이스 센서 활용기술 및 알고리즘 분석을 통해 시설물 정보수집을 위한 차별화 기술 마련

- 도시시설물은 언제 어디서나 현장중심의 정보 수집 및 전송이 가능하여야 하기 때문에 휴대성이 용이하고 적시에 정보가 제공되어 안전문제가 해소되어야 함.
- 또한 관리 범위의 넓은 이동거리에 따른 이동성 및 편리성과 누구나 사용이 용이하도록 제공 되어야 도시시설물 관리의 효율화를 가져올 수 있음.
- 따라서 누구나 소지하고 있는 스마트디바이스의 센서 활용기술을 분석하여 이를 기반으로 시설물, 즉 피사체 위치와 사진정보 수집이 용이하도록 알고리즘을 통해 시스템에 반영 하고자함

(라) 도시시설물 가시화 및 자동 정보전송을 통한 시설물 유지관리 효율화 방안 마련

- 도시시설물의 초기 시설물 설치단계, 고장신고단계, 유지보수단계, 유지보수 완료단계 등 다양한 시설물의 관리 단계에 있어 GIS 정보와 연계 및 가시화를 통해 단계별 진행 및 종료상황 등 관리상태의 모니터링과 통계가 용이하도록 관리의 효율성을 갖고자 함.
- 또한 기존의 시설물 정보에 있어 시설물 위치정보 즉 하나의 위치정보인 좌표와의 매핑이 어려운 점을 고려하여 가상의 좌표 범위를 확대하여 시설물 가까이 접근 또는 촬영시 시설물 위치정보와 매핑이 용이하도록 하여 시설물의 정보를 자동으로 가져올 수 있도록 하고자 함.

(마) 생애주기 관리 운영 기법을 분석 및 적용한 관리운영 방안 마련

- 다양한 유형의 도시시설물과 수많은 관리대상 시설물의 관리에 있어 단순 개별적 시설물의 유지관리에는 어려움이 있음.
- 따라서 도시시설물을 효율적으로 관리하기 위한 시설물별 수명주기 데이터 베이스를 정리하고 시설물에 따른 도입, 설치, 교체 등 다양한 시설물의 유지관리 운영에 있어 시설물 유지관리 시스템과 연계하여 보다 효율적으로 관리하고자 함.

(바) 도시시설물 통합적 유지관리를 위한 표준화 방안 마련

- 도시시설물의 시설·비시설물의 다양한 시설물의 공통적이고 표준화된 프로세스를 통해 시설물의 등록, 고장신고, 유지관리, 이력관리 등 One-Stop 관리체계를 통해 체계적인 관리를 이루고 하나의 도시시설물 관리 시스템을 통해 도로건설과, 공원관리과, 시설과, 민원과 등 각기 다른 관리 부서에서 활용이 용이하도록 하고자 함.

2. 국내외 기술 개발 현황

가. 국내 기술 개발 현황

(1) 국내 연구 동향

- 효율적인 시설물 관리를 위해 다양한 유형의 선행 연구들이 이루어져 왔는데, 이 선행연구를 분야별로 구분하면 ‘시설물의 자료기반체계 구축에 관한 연구’, ‘모바일 단말기를 통한 점검에 관한 연구’, ‘센서를 부착해 USN 환경에서 실시간 모니터링에 관한 연구’, ‘GIS 기반 모바일 기기를 활용한 시설물관리에 관한 연구’, ‘GIS와 USN을 활용한 모니터링 및 관리에 관한 연구’, ‘오픈소스를 활용하여 시스템 구축에 따른 비용절감 및 확장성에 관한 연구’, ‘RFID를 통해 수목원의 정보와 콘텐츠 서비스에 관한 연구’, ‘스마트폰을 통해 주택 하자보수 처리에 관한 연구’, ‘NFC를 부착하여 스마트폰과 연동을 통해 시설물 이력관리에 관한 연구’가 있음
- 97년 토지공사가 새롭게 신도시지역의 도면을 전산화하여 각종 정보를 획득하고 관내도의 지형도를 디지털터치로 수치화 함. 또한 수치화된 지도를 사용하여 설계도를 전산화 하여 영구적으로 사용할 수 있도록 데이터베이스를 구축하도록 연구하였음.
- 기존의 수도 및 전기, 가스 등을 대상으로 점검 및 관리가 수기로 이루어져 있는 것을 모바일 핸디터미널을 사용하여 실시간 데이터의 관리에 있어 인력 낭비를 줄일 수 있게 되었음.
- 수도설비 중 밸브실과 유량계실을 대상으로 압력센서, 진동센서, 온습도센서, RFID 센서를 활용하여 USN을 구성하고 실시간 수도 시설물 정보 및 수처리 측정정보를 수집하여 이를 모니터링 함으로써 깨끗한 수돗물을 공급할 수 있는 모니터링 시스템에 관한 연구가 이루어짐.
- 기존의 GIS를 이용한 시설물관리시스템은 도로, 상하수도 등 지리정보 구축 및 관련이력 정보의 갱신, 지도검색 등과 같이 정적인 데이터의 구축 처리에 유용하게 사용될 수 있도록 개발되었으나, 이동 중 업무처리, 외근현장 업무지원 등과 같이 동적인 환경에서 적합하지 않았음.
- 따라서 이를 모바일 서버 클라이언트 체계를 도시시설물을 대상으로 관리대상별 항목, 유형, 코드 등 데이터 포맷을 정의하고 논리모델수립 및 데이터모델링 과정을 거쳐 도시시설물의 데이터베이스 설계 및 설계된 데이터베이스를 RFID Tag에 입력하여 RFID Reader와 PDA를 이용하여 도시시설물의 기본속성 정보 및 관리정보를 효율적으로 관리할 수 있도록 연구되었음.
- 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 새롭게 만들어

저 상황에 맞게 해석되는 상황정보를 토대로 센서기반 도시시설물 관리를 위한 정보모델을 제시함.

- 지하시설물 유지관리 프로세스에 있어 USN 환경 하에 RFID와 센서를 활용하여 실시간 정보를 획득할 수 있고 실시간 모니터링이 가능하다는 가정 하에 유지관리 업무 프로세스의 개선방향에 관하여 연구가 이루어짐
- 오픈소스 기반의 소프트웨어 개발을 통해 GIS/ USN 기반의 시설물 관리 시스템 구축하고 이를 통해 시스템 구축비용 및 확장성에 관한 연구가 이루어짐
- 최근 RFID를 활용하여 시설물 관리, 수목관리 등 데이터베이스가 구축되어 지나 스마트폰을 이용한 수목원 수목관리 시스템 구축 및 서비스는 수목원의 시설물관리 뿐만 아니라 수목원을 이용하는 이용자에게 수목의 정보와 콘텐츠를 제공하는 연구를 통해 서비스 제공측면 까지도 연구 중임.
- 오프라인 현장에서 언제 어디서나 온라인 정보를 활용하여 실시간 의사소통과 업무처리를 할 수 있는 시스템 요구의 증가에 따라 공동주택과 각종 시설물 하자관리와 유지관리에 적용될 수 있는 안드로이드 기반의 모바일 어플리케이션을 이용한 실시간 시설물 유지관리 시스템 모델에 관한 연구가 이루어짐
- 하천시설물에 고유의ID를 심은 NFC를 부착하고 스마트폰과 연동하여 ID 정보를 읽음으로서 시설물 정보를 전달받게 되고 이를 통해 시설물 점검 리스트를 점검할 수 있게 하였으며, 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 업무과악이 용이하도록 함.

(2) 국내 관련기술 특허 동향

▶ 본 기술개발 과제에 지식재산권은 특허 등록 됨.

- 특허 등록 : 스마트디바이스를 이용한 시설물 정보입력 장치 및 방법과 이를 실행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체(특허 제10-1329564/ 2013.11.12.)

▶ ‘2014년 국제학술대회 논문 발표(2편)

- Su-Sung Roh 外 3명, Study on non-facility management methods via spatial domain decomposition method as found in facilities, International Conference on Convergence Content2014, pp.403-404.
- Su-Sung Roh 外 3명, Study on facility information registration via facility location based on smart device application and mapping based on picture information, International Conference on Convergence Content2014, pp405-406.

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
스마트디바이스를 이용한 시설물 정보입력 장치 및 방법과 이를 실행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체	케이알에코스타(주)	한국/특허제10-1329564호
공간모델을 이용한 시설물 유지관리 시스템 및 시설물 유지관리 방법	(주)티엠이앤씨	한국/1020130042802
지중시설물 관리를 위한 무선 통신 시스템	전자부품연구원	한국/1020090019222
RFID기반기술을 이용한 시설물 이용권 관련 정보 관리 시스템 및 그 방법	(주)케이티프리텔	한국/1020070015617
RFID 어플리케이션 지원을 위한 미들웨어 시스템 및 그의 운영 방법	부산대학교 산학협력단	한국/1020060135509

표 11 국내외 관련지식재산권 현황

(3) 국내 산업 동향

▶ 시설물 노후화 가속화

- 시설물 노후화 진행이 가속화 되고 있는 반면, 시설물 재정투입은 점차 감소할 전망
 - 시설물 26,930개소('16.12월 기준) 중에서 준공연도가 30년 이상 비중이 증가('16' 10.3% ⇒ 10년 후 21.4% ⇒ 20년 후 44.4%)
 - 최근 발표한 국가 재정운용계획('16~' 20) 상 SOC 분야 재정투입은 향후 5년간 평균 6%대 감소 전망('16년 23.7조원 ⇒ ' 20년 18.5조원)
- 국가 주요자산인 시설물 장수명화와 효율적 활용을 유도하여, 점차 노후화되고 있는 시설물의 성능개선에 소요되는 막대한 비용 충당을 위해서는 시설물 안전 및 유지관리 산업을 고도화
- 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법을 2018년 1월부터 시행
 - 시설물의 안전점검과 적정한 유지관리를 통하여 재해와 재난을 예방하고 시설물의 효용을 증진시킴으로써 공중(公衆)의 안전을 확보하고 나아가 국민의 복리진에 기여함을 목적(시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법, 제1장, 제1조)
- 안전하고 오래 사용하는 시설물을 구축하기 위해 종래의 사후적·대응적 관리체계가 아닌 선제적 관리체계 정착
- 국민이 믿을 수 있는 시설물 구축을 위해 공급자(정부, 관리주체) 중심의 시설물 안전·유지관리 업무가 아닌 이용자(국민) 참여 및 상호소통 강화 등의 서비스 제공
 - 스마트폰 등 디지털 기기를 활용하여 공급자(정부, 관리주체 등)와 수요자(국민) 간 쌍방향 의사소통 가능한 스마트 안전·유지관리 기반 조성도 검토

▶ 4차 산업혁명 시설물 관리체계

- 초연결, 초지능화, 무인화·자동화, 수요자 중심 특성을 지닌 4차 산업혁명 기술의 시설물 산업과 안전 및 유지관리 업무 접목요구 증가
- ICT 융합기술 기반의 스마트 도시 건설을 추진하고 있으며 정보통신 인프라를 활용해 도시와 건물의 각종 정보를 통합 관리하는 스마트 도시가 대기업을 중심으로 추진 중임.
- 스마트 도시의 산업은 그 동안의 U-City 기술 및 산업과 유사하게 소개되고 있음.서비스 관련 산업, 건설 관련 사업, 인프라 관련 산업이 스마트 도시에 적용되어 진행되고 있으며 주요 대기업 및 LH 공사는 IT와 건설을 융합한 U-City 산업을 육성
- 특히 KT는 Cisco와 합작하여 '스마트 스페이스' 프로그램을 추진하고 있으며 통신과 IT를 융합한 공간 디자인 기술을 개발하고 있음.
- 이는 빌딩, 공원, 교통 등 도시의 기반시설을 정보통신기술(ICT)설계와 적용하여 제어하는 기술로 해외 각국의 스마트 도시 건설을 계획하고 있는 신흥시장이라고 밝힘(서울신문, 2012.3.28 보도자료)

- 또한, 스마트 도시의 중추적 역할을 하는 지능형 전력망(스마트 그리드)과 BEMS(Building Energy Management System) 기술을 건축시장에 도입함으로써 국내 건설시장에서 사업 규모가 커질 것으로 예상(건설경제, 건설업계 스마트 그리드 준비 어떻게 준비하나, 2012.01.18 보도자료)
 - 포스코 건설의 스마트 그리드, EMS(Energy Management System), 포스텍/RIST는 홈에너지관리시스템(Home Energy Management System) 등의 기술과 KT의 스마트그리드 기술의 실증 단지(제주도)
- 스마트 도시 관련 산업에서는 국내 주요 기업이 IT 기술과 건설이 결합한 스마트 도시 산업을 수출
 - SK : 스마트 환경분야에 4조 2000억원을 투입하고 스마트 도시 사업을 집중 육성 하겠다고 발표
 - 삼성 SDS : 2015년까지 해외 매출 비중을 30% 늘리고 스리랑카의 콜롬보, 쿠웨이트, 코스타리카, 베트남 진출
 - LG CNS : 뉴질랜드 웰링턴시 교통시스템, 중국, 네팔, 인도네시아의 IT시스템 구축
 - SK C&C : 아제르바이잔의 바쿠시 주요 간선도로에 포괄적인 교통관제 시스템 구축

나. 해외 기술 개발 현황

(1) 해외 기술 동향

- 스마트 기술은 2010년 80억불 규모에서 2016년 390억불을 초과하여 성장할 것이며 기술 분야 누적지출은 1160억불에 달할것으로 전망(ABI리스치사의 스마트 시티 연구)
- 스마트 도시의 기술은 스마트 그리드 · 교통 · 빌딩 · 에너지 · 인프라로 구분되어 미래 기술 시장규모를 나타내고 있음.
- 해외 시장은 대부분 2배 이상 향상할 것으로 보이며 그 중 빌딩 기술과 유틸리티 기술이 2~3배 이상 향상할 것으로 예상(World Market 2010~2020_Pike Research)

기술부분	목표연도	기술투자액 및 상승 예상액
스마트그리드	2009~2014	1700억 달러
스마트 교통 기술	2011~2050	700억 달러
스마트 빌딩 기술	향후 50년간	6X(배)
스마트 에너지 기술	2007~2050	각 부분별로 2배 이상 증가
스마트 인프라 기술	2010~2020	108 조 달러

표 12 스마트 기술 분야 동향

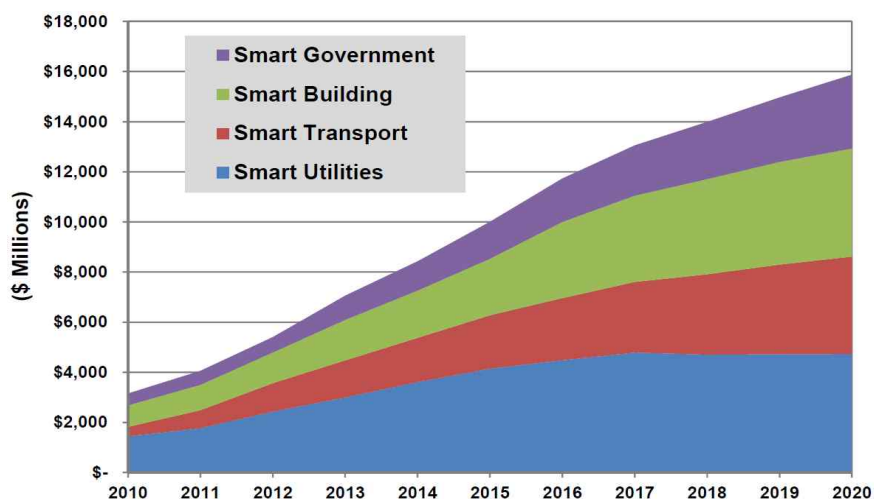


그림 2 스마트 도시 산업기술의 발전 동향
(World Market 2010~2020_Pike Research)

- 스마트 그리드 기술 : 풍력/태양광 생산 전기의 송배전 시설, 분산 전원장치, 전기자동차 충전소, AMI 시스템, 스마트 미터, 모니터링 설비.
- 스마트 교통 기술 : ITS, BMS, Traffic Management, Automatic Fare Collection, EV Charging Infra.
- 스마트 빌딩 기술 : 냉난방 공조, 조명제어, 실외경관 조명제어, 스마트 미터링, 지능형 방법.
- 스마트 에너지 기술 : 지열 및 고효율 펌프, 연료 전지, BIPV, BEMS, 첨단 패시브 에너지 절감 기술.
- 스마트 인프라 기술 : 도심현전기자동차용 스마트 인프라, 무선통신 인프라, 센서 네트워크 기반 인프라.

(2) 해외 산업 동향

▶ 스마트시티

- 선진국은 기존도시에 IT를 결합하여 스마트 도시를 건설하고 있으며 IT 서비스 기업들은 공공안전, 교통, 에너지 저감, 정부행정시스템에 접목해 효율성이 높은 스마트 도시를 구현하고 있음.
- 기술이 중심이 되는 것이 아니라 인간이 중심이 되는 도시로 디지털 모바일 서비스, 첨단 인프라, 다기능적 프로그램 개발과 리빙랩(Living Lab) 개념으로 시민이 원하는 환경을 수용할 수 있는 스마트 도시 구현

▶ 일본

- 특히 일본의 경우 메이저 전자업체들이 스마트 도시 분야에 본격적인 경쟁을 예고 하고 있으며 GE와 경쟁구도 형성
- 2016년을 4차 산업혁명 입국 원년으로 삼아, 첨단기술개발뿐만 아니라 교육, 노동, 금융 등 경제·사회 전반에 걸쳐 4차 산업혁명을 총체적으로 준비하는 전략을 추진 중
- 니케이 클린테크연구소(일본)에 따르면 전세계 스마트 도시 프로젝트 시장 규모는 2015년 160조 엔에서 2030년 230조 엔으로 급증할 전망
- 노후 인프라 유지관리 비용이 향후 급증할 전망으로 국가차원의 ‘인프라 장수명화 기본계획(2014~20년)’을 수립·시행
 - 인프라 장수명화 기본계획은 국토 강인화 기본계획의 행동계획으로 기존지자체 중심의 인프라 관리에서 국가 차원의 계획/관리로 이행
 - 인프라 장수명화 기본계획은 ①안전하고 강인한 인프라 시스템의 구축(노후 인프라 중대사고 Zero화), ②종합적이고 통합된 인프라 매니지먼트의 구현(모든 시설 건전성 확보), ③유지보수산업에 의한 인프라 비즈니스 경쟁력 강화(유지보수 산업발전)를 목표로 함

▶ 유럽

- EU의 스마트 도시 및 공동체 계획안은 도지지역 저탄소 및 에너지 효율 프로젝트를 마련하여 8,000만 유로를 지원하고 20년까지 25~30여개 도시를 선정하여 스마트 도시 시범 프로젝트 시행
- EU의 시범도시들은 국제적 연구개발 도시로 발전을 도모하고 신도시 개발 계획에 스마트 도시 개념을 처음부터 도입함(KOTRA, 유럽을 대표하는 스마트 시티)
- 인프라 건설 운영의 컨트롤 타워 조직을 구성하고, 정부재원의 한계를 극복하기 위해 민간자본도 적극 활용
- 성능평가와 서비스 중심의 자산관리(유지관리) 체계 도입

▶ 미국

- 미국은 4차 산업혁명이라는 용어를 사용하지는 않으나, 최고 수준의 4차 산업혁명의 요소기술을 보유하고 있으며, 민간이 이들 기술 고도화 및 융합을 주도하고, 정부가 강력히 지원하는 형태를 가짐
 - IIC(Industry Internet Consortium)는 미국의 5개 기업(GE, AT&T, 시스코, IBM, 인텔)이 중심이 되어 설립. 현재 160개 이상의 조직이 참여 중이며, 설립 중심에 있는 GE는 IoT 시대의 도래에 대비하여 제품 개발, 제조 프로세스 등 산업분야 전반에 IoT가 활용되는 「산업인터넷(Industrial Internet)」 전략을 발표
 - 네트워킹 및 정보기술 연구개발(NITRD, The Networking and Information Technology Research and Development)은 다부처·다기관이 참여하는 IT 연구개발 프로그램(2015)으로 대통령 과학기술자문회의에서 지원

▶ 중국

- 인터넷, ICT 기술과 경제 사회 각 분야의 융합, 이를 통한 새로운 성장동력 창출, 인터넷경제와 실물경제의 융합 발전 체제 등을 제시

국가	주요 내용	실행 내용
일본	Hitachi ○ 2015년까지 연매출 3,500억엔을 달성하여 2010년 대비 50% 성장을 계획	중국 다현, 일본 가시와 실현 ○ 자립형 산업 부분의 스마트 도시 전담 파트 발족
	Toshiba ○ 2015년 매출을 9,000억 엔으로 설정하여 스마트 그리드, 신재생에너지 등을 접목한 친환경, 에너지 효율의 스마트 도시 구현 계획	○ 쓰나미 피해지역인 센다이 시의 재건 참여 및 이시노마키에 실증 ○ 스마트 도시 전담 사업부 발족 ○ 프랑스 리옹 등 세계 20여개 스마트 도시 프로젝트 참여
유럽	○ EU는 녹색교통, 고효율 빌딩, 물 관리 등 녹색도시 프로젝트 시행 경험을 공유하는 스마트 도시 공동체 이해당사자 참여과정(Stakeholder Platform)을 도입 스페인 ○ 2020년 에너지 소비 20%를 감축을 목표 2009년부터 4년간 총 3100만 유로 규모로 인프라 구축부터 시행	○ 엔데사를 포함하여 총 11개 기업과 14개 연구기관 참여 ○ 말라가시의 Smartcity Malaga, 바로셀로나시의 Live 프로젝트, Santander시의 SmartSantander 프로젝트 ○ 덴마크의 크로스로드 도시는 공장과 항구 지역의 슬럼화를 개선하기 위해 첨단 IT 인프라, 모든 환경이 인텔리전트하게 변화(문화, 미디어, 통신기술을 결합한 리빙랩(Living Lab)개념으로 미래도시 방향 제시)
중국	○ 2011 중국 과학기술부에서 발표한 신정보기술부분에 스마트 도시 관련 기술 발전 및 공업화 언급 ○ 상하이, 닝보, 우신, 선전, 우한, 포산 등에서 스마트 도시 관련 프로젝트 추진	○ 우한시는 디지털도시와 인공지능 도시 개념으로 향후 10년간 165억 위안을 투자하여 계획 ○ 도시개발과 더불어 환경보호 관련 프로젝트로 건설 이외에 환경산업 관련 비즈니스 분야 도입

<표 13> 세계 스마트 도시산업 동향

- 스마트 도시를 구현하기 위해 주요 도시에서는 스마트 그리드, 교통, 홈 분야에서 주요 산업이 나타남.
- 스마트 그리드 산업은 세계적으로 이슈가 되고 있는 저탄소, 녹색성장 정책을 실현하기 위해 에너지 저감, 신재생에너지 사용 등에서 도시 실현 산업 요소가 나타남.
- 또한, 각 기업체의 주력 산업을 확장 및 발전시키거나 새로운 산업에 도전하는 형태로 추진 중임.
- 스마트 도시 기술 인프라의 총액은 2010부터 2020년까지 1,080억 달러 예측, 2020년 말까지 청정기술 시장내 인텔리전스 기업의 연간 지출액은 약 160억 달러 예상(Smart Cities, Pike Research)

구분	주요 내용
ABB	○ 스마트 그리드, 에너지 분야에서 스마트 도시를 실현하고 있으며 2007년 3.3억 달러에서 2050년 6.4억원을 투자할 예정 ○ 노르딕(Nordic) 개발에 참여하고 있으며 2030년까지 10,000 주거지와 30,000 오피스에 실현(그외 아프리카 지역에 참여)
Accenture	○ ‘스마트 모바일 도시’개념으로 스마트 그리드, 교통 컨트롤, 스마트 CTV, 건강 모니터링, 텔레메틱스, 도시활동 정보 데이터 수집 분야 도시 산업 진행
Alcatel-Lucent	○ machine-to-machine (M2M) and machine-to-machine-to-human, (M2M2H) 개념으로 도시실현을 하고 있으며 거버넌스, 건강, 교통, 에너지 부분에서 산업이 나타남.
Cisco	○ ‘스마트 에코 시티’를 실현하기 위해 에너지소비 절감, 광역 도시권 교통문제 완화를 위해 도시서비스, 도시 안전등을 통합관리할 수 있는 ‘스마트 워크센터’를 설립
Ericsson	○ ‘CustomerLab’비전으로 스마트 홈, 자동차 나누어 타기,
France Telecom	○ 스마트도시 시범 프로젝트(카네-쉬르-메르) 도시환경의 특정 측면 제어 센서 배포
IBM	○ "계측, 상호 연관 및 지능-센서 네트워크 및 분석" 프로그램에 의한 기술 조합사용에 초점을 맞춤.(브라질 리우 프로젝트)
Intel	○ 스마트 센싱에서 "Green Sensing"부분에 2500만 달러를 투자.
Oracle	○ 스마트 도시계획 솔루션에 "서비스 제공 플랫폼, 지능형 플랫폼, IT인프라 및 통합 플랫폼"으로 지정.
Living PlanIT	○ 도시 내에서 감지된 다양한 범위의 데이터를 통합된 기술 플랫폼으로 관리하고 이를 기반으로 한 효율적인 인프라 형성으로 시민들에게 서비스를 제공.
Smart City/TECOM Investments	○ TECOM Investments, 사마 두바이에 의해 형성된 조인트 벤처기업 ○ SmartCity가 성공적으로 건설되어 지기 위해서 지식 기반의 기업과 인프라 환경 및 지원 시스템, 건물, 네트워크, 비즈니스 파크를 제공함. (Smart city Malta&Kochi)

<표 14> 세계 스마트시티 분야별 산업 동향

다. 국내외 시설물 관리 APP/ WEB 사례

(1) 국내 시설물 관리 현황

(가) 서울 스마트 불편신고 APP

① 개요

- 개발 : 서울 스마트 불편신고
- 운영 주체 : 서울특별시
- 관리 주체 : 담당공무원(응답소시스템)
- 운영 시점 : 2013년 ~
- 대상 지역 : 서울

② 주요기능

▶ 불편신고 : 교통, 환경, 도로정비, 시설물 등 모든 생활불편사항 신고

- 지도위에 신고위치 표시 기능
- 현장사진, 동영상 첨부 기능
- 신고자명 및 전화번호 저장 기능

▶ 처리결과 조회

- 나의 불편신고 처리결과 조회
- 신고내용 상세보기 및 처리결과 보기 기능

③ 시사점

- 웹 신고 시 아이핀 본인인증 필요
- 시와 협력하여 봉사시간 인증 가능

메뉴	신고하기	처리결과조회	핫이슈 신고안내	나의 정보	공지사항	이용안내
세부 메뉴	생활불편신고	-	신고항목에 대한 구체적인 설명	이름 및 연락처	-	앱 이용안내
	주차장위반 과태료 부과요청	-	-	-	-	FAQ
비고	아이핀 본인인증 필요	-	-	처리현황 문자 안내 및 봉사시간 인정에 필요	-	-



그림 3 서울스마트불편신고APP

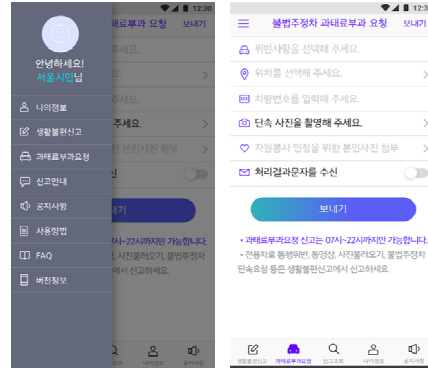


그림 4 메뉴 및 신고 절차 안내

(나) 생활 불편 신고 APP

① 개요

- 개발 : 행정안전부
- 운영 주체 : 행정안전부
- 관리 주체 : 자치단체
- 운영 시점 : 2012년 1월 ~
- 대상 지역 : 전국

② 주요기능

▶ 스마트폰의 지능형 기능(GPS, 사진 등)을 이용하여 불편민원 등록

- 민원유형 선택, 첨부파일 등록, 신고내용 입력 후 민원 등록
- 첨부파일은 사진촬영, 생활불편신고 갤러리, 앨범 첨부 가능

▶ 나의 민원 및 만족도 평가

- 본인이 등록한 민원에 대한 처리상황 조회
- 민원에 대해 ‘접수중’일 경우 삭제 가능, ‘처리중’일 경우 민원취하 가능, ‘완료’시에는 삭제 불가능
- 민원 처리 결과에 대한 만족도 평가 가능

③ 시사점

- 앱을 통한 사진 촬영 시 촬영한 곳의 위치정보가 저장되어 정확한 민원 처리 가능
- 처리상황 조회가 가능하며 처리결과가 완료되기 이전에 자기 민원 삭제 가능
- 민원 처리 결과에 대한 답변 및 만족도 평가 가능

메뉴	홈으로	민원신고	나의 민원	사용안내	환경설정
세부 메뉴	신고	유형 선택	신고한 민원 목록	공지사항	앱버전
	촬영	첨부파일	상세 정보 조회	신고방법 안내	민원인 정보 관리
	갤러리	신고위치, 신고내용	답변 및 만족도 평가	FAQ	SMS수신 설정 사진, 영상 자동 저장
비고	앱 사진촬영 시 GPS기능 필수로 요구	-	-	-	-



그림 5 생활 불편 신고 App 메뉴

(다) 도로 조명 관리 시스템

① 개요

- 개발 : 수원시
- 운영 주체 : 수원시
- 관리 주체 : 수원시 도로교통관리사업소
- 운영 시점 : 2018년 8월 ~
- 대상 지역 : 수원시

② 주요기능

▶ 시설물에 부착된 QR코드 스캔을 통한 고장 신고

- 고장 난 보안등 QR코드 스캔
- QR코드 인식 후 연계된 민원접수 시스템(웹 URL)에 접속
- 고장사항 입력 후 민원접수
- 신고 완료 후 처리 결과 문자 메시지 전송

▶ 민원접수 시스템(웹 URL) 고장 신고

- 웹에서 해당주소 및 표찰 번호 검색
- 신고인 성명, 연락처, 고장상태 등 신고내용 입력
- 신고 내용 입력 후 처리상태 확인 가능

③ 시사점

- 로그인 없이 간단한 정보 입력 후 사용가능
- QR코드와 고유번호를 사용하여 시설물의 정확한 위치 파악 가능
- 스마트폰이 없을 시 표찰에 적혀 있는 전화번호에 전화를 걸어 신고 가능
- 관리시스템 프로그램은 민원인, 관리자, 보수업체로 분류해서 사용

메뉴	고장신고	고장신고 처리현황	이용안내
세부 메뉴	지역선택	처리 중 / 처리완료	도로조명이란
	고장신고	-	고장신고방법
	처리결과 조회	-	이용안내



그림 6 민원접수 절차 및 수원시 가로등 QR코드

(라) 민간 시설관리 APP

① 리마크빌 시설관리 앱

- 리마크빌 단지 관리를 위해 관리자들 사용하는 앱
- 시설 수기검침 및 순찰에 필요한 기능만을 갖춘 앱
- 관리 현황을 그래프로 한눈에 파악하기 쉽게 표기



그림 7 리마크빌 시설관리 앱 사용

② NFC QR 스마트 안전 점검 시스템

- NFC 코드를 통한 시설물, 설비정보, 안전 점검 관리 시스템
- 앱을 통한 사업장의 시설정보, 장비정보, 물질정보를 체계적 관리
- 축적된 데이터베이스를 통해 사고를 미연에 방지하고 안전한 작업환경 제공
- 시설, 장비, 작업에 대한 기술정보, 사고정보, 사고 통계정보를 디바이스로 어디서든 실시간으로 확인 가능
- 권한 관리를 통하여 접속할 수 있는 보안 시스템



그림 8 NFC QR 스마트 안전 점검 시스템 포트폴리오

③ 세이프티코리아 (SMART안전관리 App)

- 건설 현장 안전 관리 어플리케이션으로 점검 및 보고, 스케줄, 지시, 컨펌 등의 기능 제공
- 1. 공지사항 및 공사일정 공유
- 2. TBM, 작업 전/중/후 체크리스트 지원
- 3. 실시간 작업현황 확인
- 4. 응급 상황 발생 시 알람을 통해 사고 발생 위치와 사고자 알림



그림 9 건설 현장 안전을 위한 스마트 안전 관리 앱

④ 대림안전관리시스템

- 현장 내 위험요인 및 상황을 실시간으로 파악하여 지적/조치하는 활동을 실시함으로써, 위험에 대한 노출 시간 최소화
- 작업에 참여하고 있는 근로자가 작업장내 위험요소를 직접 발굴하고 개선사항을 제안하여 해당 위험요소를 제거함으로써 자율 안전 분위기 조성



그림 10 대림 안전관리시스템 장비 위험관리Point 실시간 확인 기능

(2) 해외 시설물 관리 현황

(가) 글래스고 스마트 쓰레기통

① 개요

- 개발 : SNOOK
- 운영 주체 : Glasgow City Council
- 관리 주체 : Glasgow City Council
- 운영 시점 : 2014~
- 대상 지역 : 영국 Glasgow 시 전역

② 주요기능

- NFC 태그, QR 코드 등을 활용하여 시민들에게 쓰레기통에 대한 정보(수거 일 등) 제공
- 파손 등 쓰레기통에 문제가 있는 경우 스마트폰 앱을 통해 사진을 찍고 민원 제기(날짜, 시간, 위치 및 쓰레기통 유형이 자동으로 감지됨)
- 커뮤니티와 보행자들에게 쓰레기 처리 방법에 대한 팁, 쓰레기통 위치 정보 제공(자신의 위치와 관련 정보를 파악해 가장 일치하는 위치 제공)
- 지역 커뮤니티 구성원 간 필요한 물건을 재활용할 수 있는 모바일 어플리케이션 서비스 제공

③ 시사점

- 사용자들은 모바일 어플리케이션을 통해 신고한 문제들이 어떻게 처리되고 있는지를 알려주며 처리되는 예상 시간을 알려줌
- ‘정보’ 메뉴에 들어가면 지자체가 하고 있는 작업들을 지도위에 시각적으로 표현하여 쉽게 볼 수 있도록 함
- 관리자들은 프로젝트 확인란을 통해 신고된 문제에 대한 정보(신고된 정보 내용, 처리현황, 미래 작업 일정)를 한눈에 파악하여 체계적인 업무 진행



그림 11 Smart Bin Information and Reporting 서비스 계획

(나) One Service Singapore

① 개요

- 개발 : Municipal Services Office (MSO), Government Technology Agency (GovTech)
- 운영 주체 : Ministry of National Development (Singapore)
- 관리 주체 : Municipal Services Office
- 운영 시점 : 2015년 1월 ~
- 대상 지역 : 싱가포르 전역

② 주요기능

▶ 다양한 카테고리

- 쓰레기, 도로, 주거환경, 해충, 동물, 식수 등 다양한 방면의 문제를 신고 가능

▶ 사진추가

▶ 위치추정

- 민원신고 위치 추정 가능

▶ 기타기능 및 서비스: 주차 서비스, 커뮤니티 서비스

③ 시사점

- 시민은 관련부처에 관한 구분이 없이 신고 가능

그림 12 One Service Singapore

(다) 해외 시설물 관리 사례

▶ 휴대전화를 통해 긴급 재해 정보 제공(일본 교토시)

- 일본 교토시는 NTT 도코모 주식회사가 제공하는 ‘긴급속보 지역 문자 서비스’를 도입함. 시는 이 서비스를 통해 지진이나 대형화재가 발생할 경우 휴대전화를 통해 시민과 관광객에서 긴급정보를 제공받게 되도록 함(2011.8.10 서비스 시작)(출처 : 세계도시동향 제269호, 2011.8.15.일자)

▶ 재난, 재해 발생시 시민이 직접 피해상황을 작성해 올릴 수 있는 도시정보 시스템 구축(뉴욕)

- 허리케인 ‘아이린’으로 인한 막대한 피해가 발생함에 따라 시민이나 사업자가 주요 피해상황을 직접 도시정보시스템을 통해 알리거나 신고할 수 있도록 함. 시는 수집한 데이터를 활용해 피해상황을 신속하게 파악, 복구를 지원하고 있음.
- (출처 : 세계도시동향 제269호, 2011.9.19.일자).

▶ 영국은 ‘Bristol is Open’ 프로젝트 일환으로, 브리스톨市에 SDN 기반 네트워크를 통한 스마트시티 프로젝트 착수(2015.03.12)

- 고성능 SDN 기반 광섬유, 무선 및 메쉬(mesh) 네트워크 구축을 포괄하는 시(市) 차원의 정보화 계획임
- SDN은 브리스톨 대학의 고성능 컴퓨터에 접속하여 무선 네트워크를 통합,
- 지능형 가로등, 주차 센서, 날씨와 같은 스마트도시 센서에 연결됨
- SDN City OS는 도시로부터 생성되는 데이터를 수집하는 하드웨어를 관리하고, 구체적인 적용을 위해 사물인터넷 플랫폼에 서비스 제공

▶ 중국 베이징의 경우도 실시간 인구정보 시스템과 스마트 미터기, 도시 보안 감시 시스템, 주정차 지불시스템 등 추진

구분		내용
스마트시티 건설 및 거주	도시 건설 및 관리	도시 계획 수립, 디지털 도시 관리 방안, 건설 시장 관리 법률, 부동산 관리, 조경 관리, 역사와 문화 보호 방안, 그린 빌딩, 건물 에너지 효율화 방안
	도시 기능의 향상 방안	상하수도 시스템, 수자원 활용 방안, 가스 시스템, 폐기물분류 및 처리시스템, 조명 및 열처리 시스템, 지하 파이프라인 및 공간 통합관리
스마트 관리 및 서비스	정부 서비스	의사결정 효율화 방안, 정보 공개, 온라인 업무 처리, 행정 서비스 시스템
	공공 서비스	공공 교육, 노동법 서비스, 사회
	특별 지원 서비스	지능형 교통, 에너지 관리, 환경 및 토지 관리, 응급 서비스, 보안, 물류, 사회 보안망, 스마트 홈, 결제 서비스, 지능형 금융

출처: 중국 주택 및 도시농촌건설부, 하나대투증권 재인용(2013.08)

라. 시사점

(1) 요약

- ▶ **스마트 기술을 활용한 시민참여형 응용 서비스 개발을 통해 기술과 서비스, 공공과 산업, 개인이 활용할 수 있는 융합 모델 도출 필요**
 - 2006~2011년 스마트시티 사업에 총 1,175억 원의 예산을 투입하였으나 시민 체감형 스마트시티 서비스 시장은 미성숙
 - 공간정보 활용에 대한 국민들의 관심 고조되고 있으며, 수요자 중심으로 산업구조 개편되고 있음.
 - 표준기반 개방형 사물인터넷, 플랫폼 활용을 통한 시민참여형 IoT 장비/서비스 연동 개발 확산과 시민참여의 응용 서비스 개발을 통하여 다양한 공공/산업/개인 융합 서비스 모델 도출 필요
 - 사용자 참여에 기반한 맞춤형 공간정보 제공 모델을 통해 공공정보가 제공하기 어려운 현시적이고 생생한 공간정보를 제공
 - 공공정보 구축 및 활용 체계를 개선하여 범국가적인 수요확대 및 시장 창출이 가능
- ▶ **시민 누구나 가지고 있는 스마트 디바이스를 활용하여 언제 어디서나 통합적인 도시 시설물 관리에 참여할 수 있는 서비스 모델 도출 필요**
 - 첨단기술의 발달과 스마트폰 기술의 변화에 따라 공공분야에서는 생활불편 신고 서비스를 통해 불법 주정차, 도로파손, 쓰레기 방치, 가로등 및 신호등 고장, 에너지 과소비 등 도시민들이 생활 속에서 불편함을 스마트폰을 활용하여 사진을 촬영하여 위치정보와 함께 신고할 수 있음
 - 기존에 수기로 이루어진 수도 및 전기, 가스 등을 대상으로 점검 및 관리를 모바일 핸디터미널을 사용하여 실시간 데이터의 관리에 있어 인력 낭비를 저감
 - 수도설비 중 밸브실과 유량계실을 대상으로 압력센서, 진동센서, 온습도센서, RFID 센서를 활용하여 USN을 구성하고 실시간 수도 시설물 정보 및 수처리 측정 정보를 수집하여 이를 모니터링 함으로써 깨끗한 수돗물을 공급할 수 있는 모니터링 시스템 구축
 - 하천시설물에 고유의ID를 심은 NFC를 부착하고 스마트폰과 연동하여 ID정보를 읽음으로서 시설물 정보를 전달받게 되고 이를 통해 시설물 점검 리스트를 점검할 수 있게 하였으며, 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 업무파악이 용이

- 이렇듯 생활 속으로의 스마트폰 확산은 정보이용 뿐만 아니라 시민과 공공의 의사소통방식에도 변화를 주고 있는 실정임
- 따라서 시설물을 이용하는 도시민이 스마트폰을 통한 관리주체로서 자발적 참여를 통해 별도의 인프라 투자를 하지 않아도 관리 인원이 확산되는 것과 같은 효과를 가져 올 수 있음
- 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리를 위한 첨단 ICT 기술은 “모두가 가지고 있는 개인 통신수단(Smart Phone)을 활용해야 하고, 시간과 장소에 구애 없이 무선 네트워크에 접속하여 실시간 정보를 획득 및 전송을 통해 통합적인 도시의 시설물 관리가 가능해야 함.

(2) 기존기술 수준

▶ 선행연구 유형

- 효율적인 시설물 관리를 위해 다양한 유형의 선행 연구 검토
 - ‘시설물의 자료기반체계 구축에 관한 연구’
 - ‘모바일 단말기를 통한 점검에 관한 연구’
 - ‘센서를 부착해 USN 환경에서 실시간 모니터링에 관한 연구’
 - ‘GIS 기반 모바일 기기를 활용한 시설물관리에 관한 연구’
 - ‘GIS와 USN을 활용한 모니터링 및 관리에 관한 연구’
 - ‘오픈소스를 활용하여 시스템 구축에 따른 비용절감 및 확장성에 관한연구’
 - ‘RFID를 통해 수목원의 정보와 콘텐츠 서비스에 관한 연구’
 - ‘스마트폰을 통해 주택 하자보수 처리에 관한 연구’
 - ‘NFC를 부착하여 스마트폰과 연동을 통해 시설물 이력관리에 관한 연구’

▶ 센서 부착 시스템

- 기존에 개발된 기술을 활용하여 시설·비시설물을 통합운영관리는 별도의 센서를 붙이거나 시설물의 특징에 따른 개별시설물 관리시스템을 활용되어왔으며, 시설물 현황중심의 시스템임
 - ‘수원시 도로 조명 관리 시스템’은 시설물에 부착된 QR코드 스캔을 통해 고장을 신고
 - 또 대부분의 민간 시설물 관리시스템 같은 경우 NFC 코드를 통해 시설물을 관리

▶ GPS 위치추정 기술 활용

- 기존의 스마트폰 앱(App.)을 활용한 시설물 관리 시스템의 경우 시설물 위치가 아닌 스마트폰의 위치정보로 인하여 위치정보를 재확인해야 하는 번거로움이 있음
 - 전형적으로 많이 사용하는 ‘서울불편신고’ , ‘행정안전부 생활불편신고’ APP 같은 경우는 스마트폰의 GPS기능을 활용하지만 시설물의 위치가 아닌 휴대폰의 위치만 수집가능

(3) 개발기술 수준

▶ 스마트 디바이스 센서활용 시설물(피사체) 위치정보 기준 관리 기술

- 스마트디바이스의 자이로스코프센서, GPS, 지자기센서를 활용하여 스마트디바이스의 GPS 위치 정보 값이 아닌 피사체 위치정보를 수집하여 유지관리 대상의 정확한 위치정보를 확인 가능

▶ 시설물 통합운영관리를 위한 공통프로세스 정립

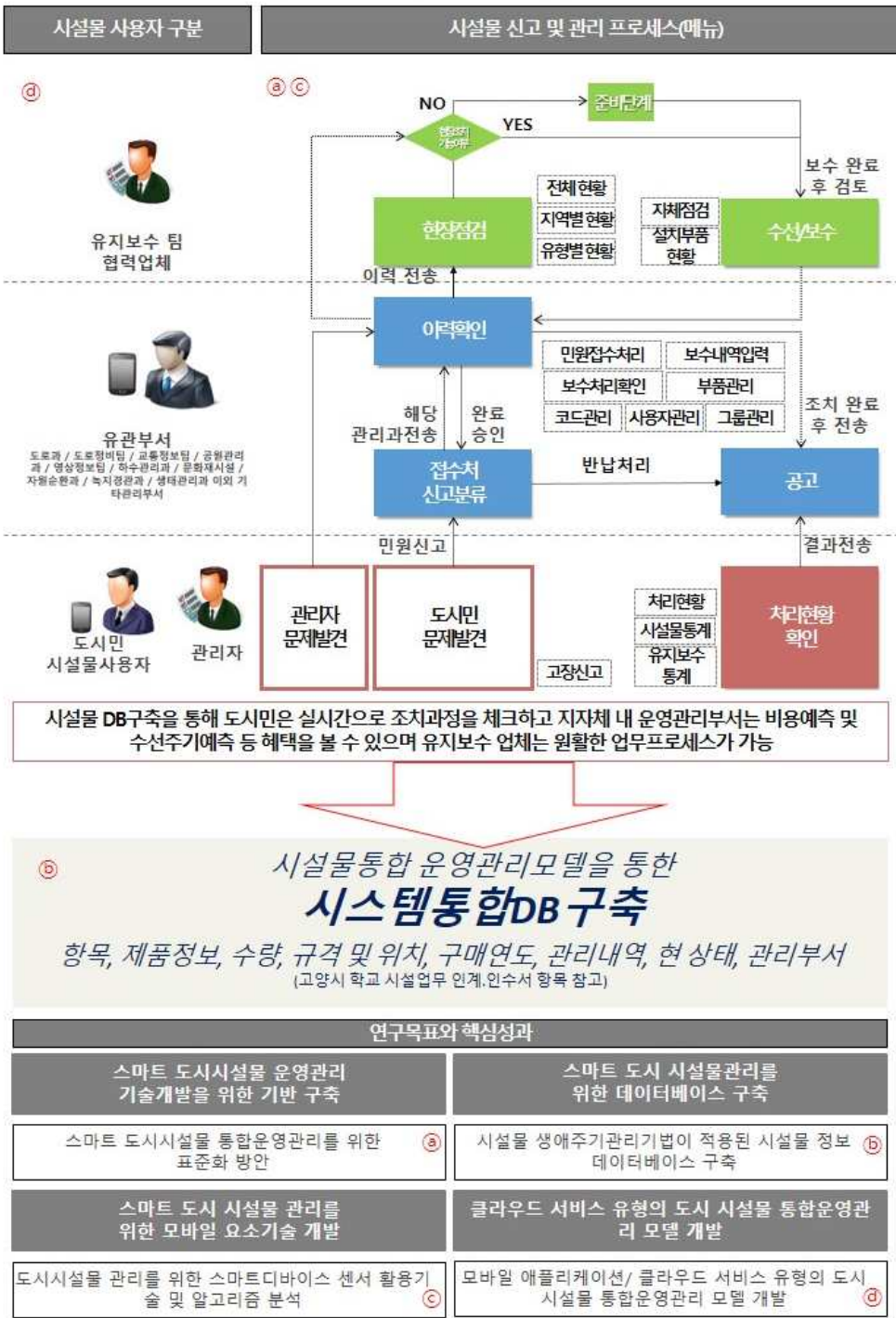
- 시설·비시설물, 시설물의 종류, 시설물의 서로 다른 관리 주체 등에 있어 공통 프로세스를 도출하여 시설물의 효율화관리를 위한 방안 수립
- 도시시설물의 효율적인 관리를 위해서는 시설물의 현황뿐만 아니라 시설물의 등록, 고장신고, 유지관리, 이력관리, 통계관리 등 One-Stop의 관리체계를 마련해 체계적이고 효율적으로 관리
- 또한, 도시시설물의 관리에 있어 시설·비시설물 등 시설물이 다양하고 관리 주체자가 서로 다르기 때문에 클라우드 서비스형 통합운영관리를 통해 지자체별 또는 부서별(도로건설과, 공원관리과, 시설과, 민원과) 각기 다른 관리 부서에서 활용이 용이하도록 하여 시설물 관리의 효율화 및 구축비용 최소화

3. 연구 수행 내용 및 성과

가. 핵심 성과별 연구결과 요약

(1) 스마트 도시공간 및 시설물 통합 모델 구축 방안(안)

스마트 도시공간 및 시설물 통합 운영
관리 모델 통합화 다이어그램



(2) 스마트 도시공간 및 시설물 통합 운영 및 서비스 방안(안)

(가) 통합 운영의 정의

- 스마트 도시공간 및 시설물 통합 운영 및 서비스는 시설물 유형에 따른 담당부서의 구분 없이 민원 접수 후 각 해당 담당부서에 민원이 자동으로 전달되는 구조로 정의할 수 있음.
- 본 통합 운영 및 서비스를 통하여 시민 및 운영·관리 팀의 옥외시설물 관련 민원과 후속 조치뿐만 아니라 실내 및 지하의 운영·관리 팀의 소통 및 유지관리 관련 처리가 가능함.
- 또한 스마트폰 애플리케이션을 통해 시설물 데이터의 구축부터 운영관리, 사후관리까지 모든 데이터를 데이터베이스에 통합화하여 관리가 가능하며, 기존의 시설물 관리 절차(전체 11단계)를 간소화·통합화(전체 4단계) 할 수 있음.

(나) 계층 구조

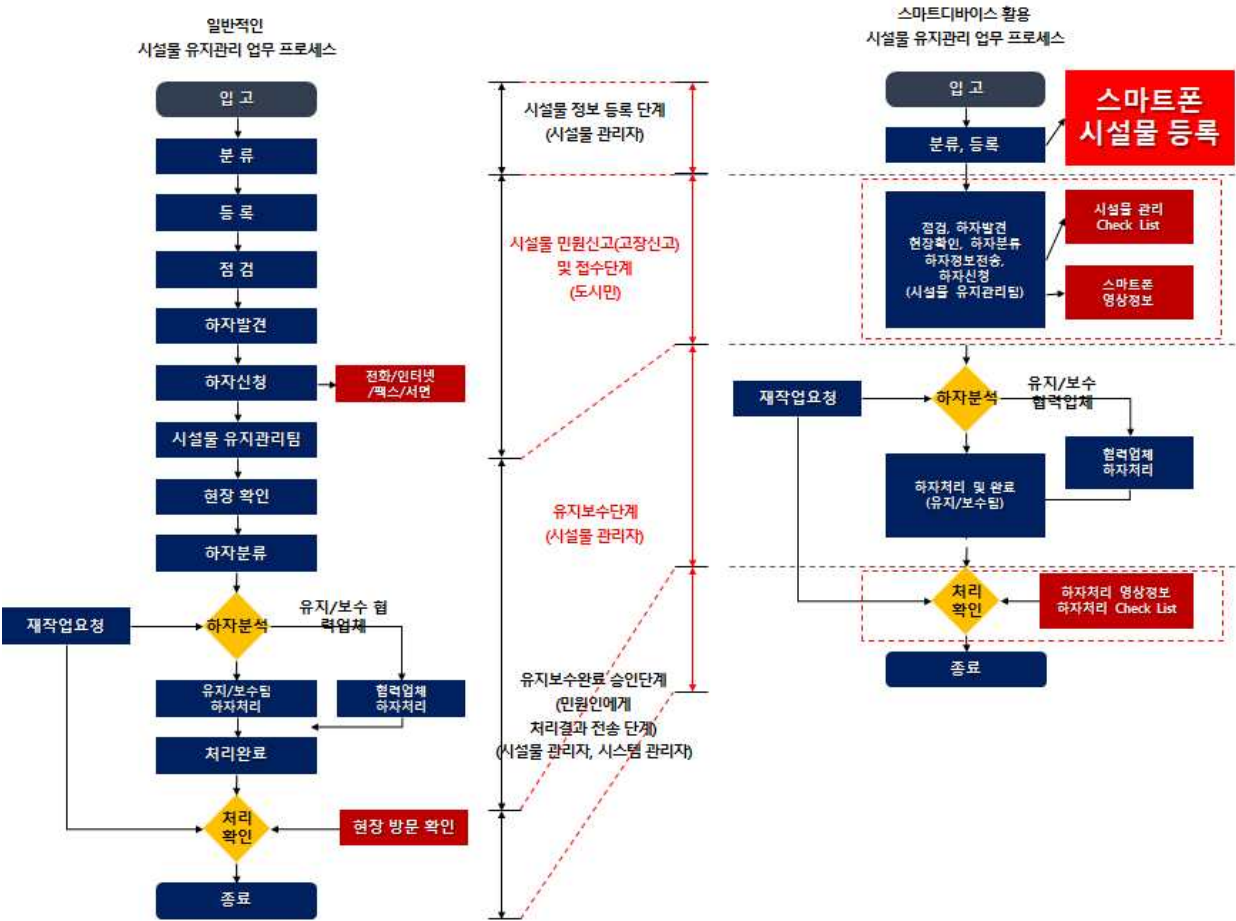


그림 14 스마트 디바이스를 활용한 시설물 유지관리 업무 프로세스 간소화

(다) 서비스 방안

① 대시민 서비스

▶ 시민에게 빠른 민원과 신속한 조치 및 대응을 제공하고, 도시민 삶의 질을 고양

- 스마트 폰 어플리케이션을 통해 빠르고 간결한 민원 접수가 가능함.
- 시설물 민원조치 및 운영관리의 단순화, 통합화로 조치 과정이 명확하고 투명해지며, 시민에게 실시간으로 안내 및 대응이 가능함.

② 시설물 관리 업무 효율 증대

▶ 담당 부서의 행정 절차 간소화 및 데이터베이스를 통한 스마트화로 업무 효율 증대

- 부서에 상관없이 전산알림 시스템을 통한 신속한 접수가 가능하고, 추가 확인 절차 없이 접수된 시설물의 정확한 위치 파악이 가능함.
- 지자체 내에서 내부 보고 절차 간소화를 통한 시간 단축이 가능하며, 통합화된 데이터베이스를 통해 기록 절차가 간소화되고, 효율적인 관리가 용이함.
- 데이터베이스를 기반으로 모든 운영관리 절차가 스마트화 되고, 시설물 위치 및 상태정보의 정확도 또한 향상될 수 있음.

(라) 옥외·실내 시설물 관리 통합화 방안

① 이론적 입증

- 스마트폰(태블릿)과 디바이스를 연결하여 문제점 신고하는 방안을 청화대 연구진의 실험을 통한 검증 완료.

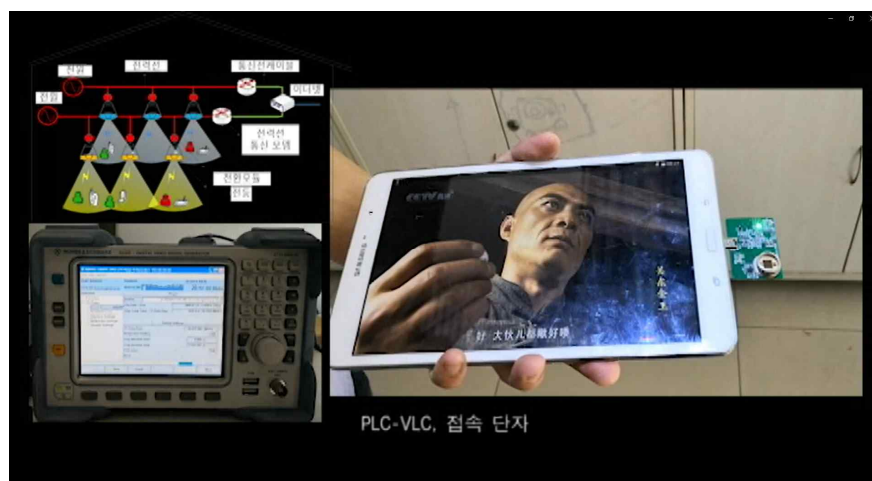


그림 15 태블릿과 디바이스를 통한 실내 시설물 문제 점검

② 앱에 시설물 등록은 현재 개발된 기술로 충분히 구현 가능

▶ 옥외시설물, 실내/지하시설물은 각 특성상 최초 발견자, 점검사유,

통신망 상황 등이 다르므로 운영 관리 process가 다소 상이함. 이에 옥외, 실내/지하 별로 위치 파악 방법과 정보전달 체계가 다를 수 밖에 없음.

- ▶ 그에 따라 옥외는 WIFI등 통신, 실내/지하는 LED 전력망 정보전달 체계를 활용하는 방안이 구축되었고, 이는 개발된 앱을 통해 운영 관리가 통합적으로 이루어 질 수 있음.

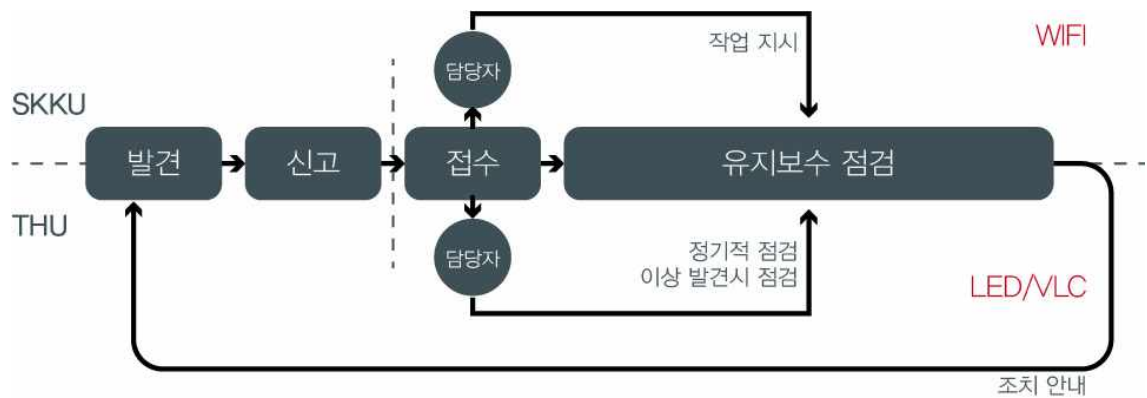


그림 16 성균관대/청화대 통합 운영 모델

나. 스마트 도시시설물 통합운영관리를 위한 표준화 방안 (핵심성과 A)

(1) 연구결과 요약

(가) 도시시설물 유형 및 종류 현황과 특징과악 및 국내외 운영사례 분석 (단위성과 A-1)

① 도시시설물 유형 및 범위 설정 원칙

▶ 스마트시티 도시시설물 플랫폼으로서의 방향

- 스마트시티의 다양한 도시문제를 물리적 시설 확장이 아닌 신기술을 통한 효율성의 극대화를 통해 해결하는 것
- 스마트시티 플랫폼 요소를 고려할 때 부합성
- 수요자와 도시민이 함께 관리함으로써 별도의 인프라 구축 없이 관리가 가능하여 경제적인 가치 창출 가능

▶ 기존 ICT 인프라를 활용한 도시시설물 통합운영 관리 기술방향

- 도시민 누구나 활용하고 있는 스마트디바이스 활용
- 시설물 위치정보, GIS정보, 사진정보를 통해 별도의 센서를 미부착하여 관리
- GIS 정보와 연계를 통한 가시화 관리

▶ 다양한 도시시설물 유형에 따른 설정 방향

- 도시민의 직접적 활용에 있어 안전하고 편리하게 생활하는데 우선적 설정
- 통합운영플랫폼과 연계한 기술의 제한을 고려하여 지상시설물에 한정

② 도시시설물 유형 및 범위 설정

▶ 도시민의 일상생활에 있어 직·간접적인 서비스 제공을 통해 안전하고 편리한 도시생활을 가능케 하는 시설 및 비시설물을 대상

- 가로등 및 보안등, 옥외 문화재시설, 청소보관함 등 폐기물 관리시설, 하천, 공원내 시설물 및 조경, 수목 및 생태, CCTV, 신호등 및 버스정보제공기기, 도로파손 및 싱크홀, 자전거 및 불법현수막 등 기타 도로 시설물 등



[그림 6] 도시시설물 유형 및 범위설정

(나) 클라우드 서비스형 플랫폼 활용 모델 제시 (단위성과 A-2)

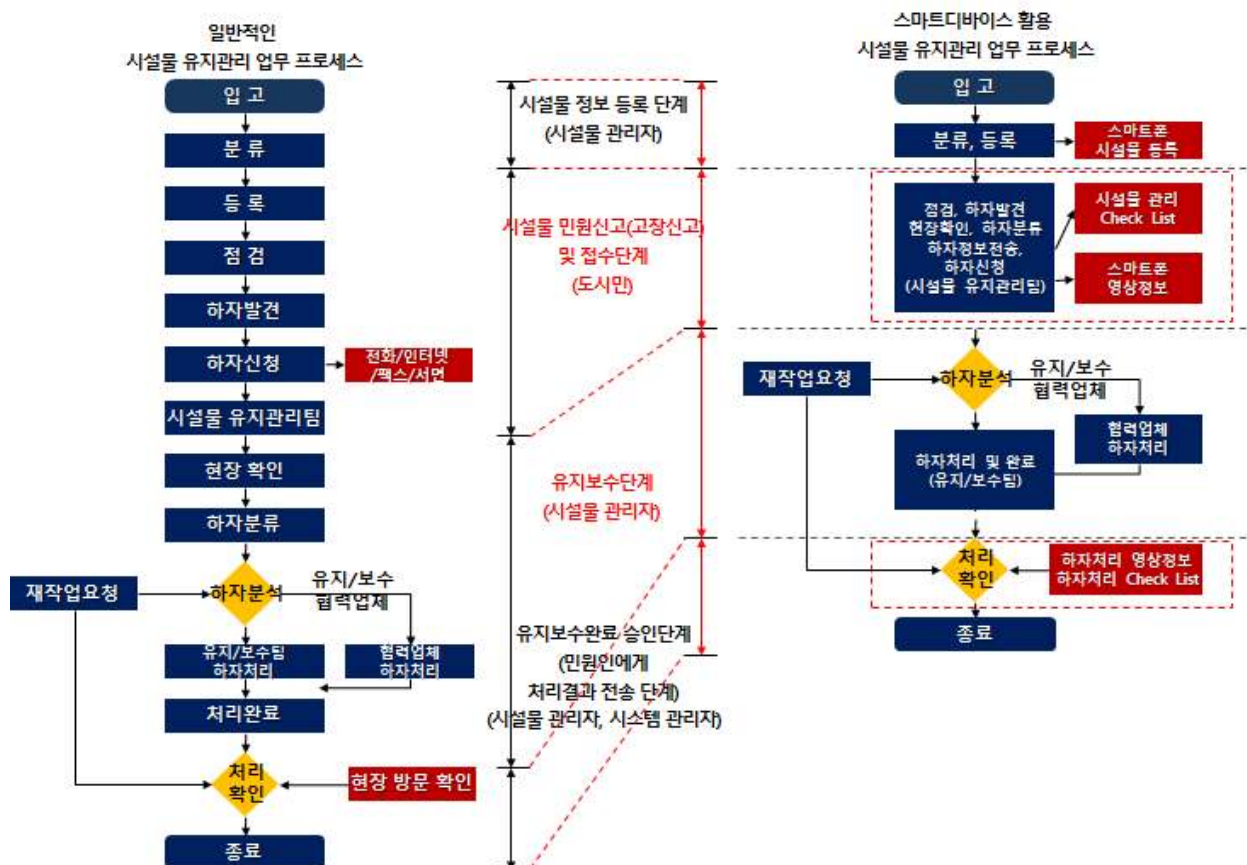
① 클라우드 서비스형 플랫폼 활용 모델 제시

▶ 시설물 통합운영관리를 위한 공통프로세스 정립

- 시설물 유형 및 종류, 관리 주체에 따른 운영 프로세스 및 관리체계정립
- 시설·비시설물의 현황, 등록, 고장신고, 유지관리, 이력·통계관리 등 One-Stop의 관리체계를 마련해 체계적이고 효율적 관리
- 클라우드 서비스형 통합운영관리를 통해 지자체별 또는 부서별(도로건설과, 공원관리과, 시설과, 민원과) 시설물 관리의 효율화 및 구축비용 최소화

▶ 시설물 통합운영관리를 위한 시민 참여형 One-Stop 통합운영관리

- 스마트시티는 다양한 도시문제를 물리적 시설확장이 아니라 신기술을 통한 효율성의 극대화를 통해 해결
- 스마트시티는 기존 도시에 스마트 플랫폼을 활용하여 신기술로 도시의 효율성을 제고하고 데이터를 활용하여 새로운 가치를 창출
- 스마트디바이스와 통합운영관리 플랫폼을 활용한 도시시설물 유지관리시스템 구성



(2) 연구 내용

(가) 연구의 목적

▶ 도시시설물 유형 및 종류에 관한 특성 분석

- 시설물 유형 및 종류에 관한 특성의 분석을 기반으로 데이터베이스 구축, 요소기술개발, 시스템 개발을 통해 관리운영 서비스 적용방안 수립

▶ 시설물 관리 운영체계 및 방안 정립

- 시설물 관리 사례 검토 및 분석으로 다양한 시설물에 대한 시스템 개발 후 운영관리 서비스 운영체계 정립절차 수립

(나) 연구수행 방법

- 시설물 종류와 유형, 관리특징과 각 지자체별 관리운영 사례 분석을 통해 스마트 도시 시설물 통합운영관리 방안을 제시 하고자 함.
- 도시시설물 현황과 유형을 살펴보고 지자체의 시설물 관리부서 및 유형을 분석하며 스마트시티 통합운영관리 플랫폼에 적용할 첨단 ICT 기술의 특징을 살펴보고 적용방안 도출
- 도시시설물 통합운영관리 플랫폼을 통해 효율적으로 통합관리 할 도시시설물 유형의 범위를 설정

단계(연차)		주요 연구활동	세부 연구내용
1단계	1차년도 (’16.04 ~ ’17.03)	○ 도시시설물의 유형 및 종류의 현황과 특징을 파악하여 국내·외 운영 사례를 분석을 통해 시설물의 통합 운영관리방안 수립	○ 도시 시설물 유형과 현황을 분석하여 관리효율화를 위한 공통 특징을 도출 ○ 국내외 시설물 관리 운영 현황 및 사례를 분석하고 표준화 관리운영체계 및 방안을 제시
	2차년도 (’17.04 ~ ’18.03)	○ 시설물 표준화 운영체계를 도시시설물 관리 모델에 적용	○ 시설물 데이터베이스 시스템, 모바일 애플리케이션, 클라우드 서비스 플랫폼에 활용할 수 있도록 모델 제시
3단계	3차년도 (’18.04 ~ ’19.01)	○ 시범서비스를 통한 표준화 관리운영체계 검증	○ 표준화 관리 운영체계가 적용된 스마트 도시 시설물 관리모델의 시범서비스를 통해 프로세스 및 관리 효율화 검증

표 17

(3) 도시시설물 유형 및 종류 현황과 특징 파악 및 국내외 운영사례 분석 (단위성과 A-1)

- 도시시설물의 시설·비시설물의 종류와 관리운영 현황의 실태를 파악함.
 - 가로등, 보안등, 도로, 벤치, 버스안내판 등 도시의 시설·비시설물에 따른 유형 및 종류에 관한 특성을 파악
- 도시시설물 관리를 위한 적용기술과 활용사례를 조사
- 정부 및 지자체의 도시시설물 관리시스템 구축운영사례를 분석
- 향후 본 기술개발과제를 통해 개발될 시스템에서 관리할 시설물의 유형과 범위를 설정

(가) 도시시설물 유형 및 종류 현황과 특징 조사 분석(단위성과 A-1-①)

① 도시시설물 유형 및 현황

㉞ 도시시설물의 정의

- 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따르면 광역도시계획, 도시기본계획, 도시관리계획, 지구단위계획 수립의 근거가 되는 ‘국토의 계획 및 이용에 관한 법률’에서는 도시시설물에 대하여 ‘기반시설’, ‘광역시설’, ‘공공시설’로 나누어 다음과 같이 정리하고 있음.

- 기반시설

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제2조제6호 각 목 외의 부분에서 "대통령령으로 정하는 시설"이란 다음 각 호의 시설(당해 시설 그 자체의 기능발휘와 이용을 위하여 필요한 부대시설 및 편익시설을 포함한다)을 말함.
 - 교통시설 : 도로·철도·항만·공항·주차장·자동차정류장·궤도·운하, 자동차 및 건설기계
 - 검사시설, 자동차 및 건설기계운전학원
 - 공간시설 : 광장·공원·녹지·유원지·공공공지
 - 유통·공급시설 : 유통업무설비, 수도·전기·가스·열공급설비, 방송·통신시설, 공동구·시장, 유류저장 및 송유설비
 - 공공·문화체육시설 : 학교·운동장·공공청사·문화시설·공공필요성이 인정되는 체육시설·연구
 - 시설·사회복지시설·공공직업훈련시설·청소년수련시설
 - 방재시설 : 하천·유수지·저수지·방화설비·방풍설비·방수설비·사방설비·방조설비
 - 보건위생시설 : 화장시설·공동묘지·봉안시설·자연장지·장례식장·도축장·종합의료시설
 - 환경기초시설 : 하수도·폐기물처리시설·수질오염방지시설·폐차장
 - 제1항에 따른 기반시설중 도로·자동차정류장 및 광장은 다음 각 호와 같이 세분

할 수 있다. <개정 2008.1.8, 2010.4.29, 2016.5.17.>

- 도로. 일반도로. 자동차전용도로. 보행자전용도로. 보행자우선도로. 자전거전용도로. 고가도로. 지하도로
- 자동차정류장. 여객자동차터미널. 화물터미널. 공영차고지. 공동차고지. 화물자동차 휴게소. 복합환승센터
- 광장. 교통광장. 일반광장. 경관광장. 지하광장. 건축물부설광장
- 제1항 및 제2항의 규정에 의한 기반시설의 추가적인 세분 및 구체적인 범위는 국토교통부령으로 정함. <개정 2008.2.29, 2013.3.23>
- 광역시설
- 2조제8호 각 목외의 부분에서 “대통령령으로 정하는 시설”이란 다음과 같은 시설을 말함.
- 2 이상의 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도·시 또는 군(광역시의 관할구역 안에 있는 군을 제외한다. 이하 같다. 다만, 제110조·제112조 및 제128조에서는 광역시의 관할구역 안에 있는 군을 포함한다)의 관할구역에 걸치는 시설 : 도로·철도·운하·광장·녹지, 수도·전기·가스·열공급설비, 방송·통신시설, 공동구, 유류저장 및 송유설비, 하천·하수도(하수종말처리시설을 제외한다)
- 2 이상의 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도·시 또는 군이 공동으로 이용하는 시설 : 항만·공항·자동차정류장·공원·유원지·유통업무설비·운동장·문화시설·공공필요성이 인정되는 체육시설·사회복지시설·공공직업훈련시설·청소년수련시설·유수지·화장장·공동
- 묘지·봉안시설·도축장·하수도(하수종말처리시설에 한한다)·폐기물처리시설·수질오염방지시설·폐차장

- 공공시설

- 법 제2조제13호에서 “대통령령으로 정하는 공공용시설”이란 다음 각 호의 시설을 말함. <개정 2009.8.5, 2011.3.9.>
 - 항만·공항·운하·광장·녹지·공공공지·공동구·하천·유수지·방화설비·방풍설비·방수설비·사방설비·방조설비·하수도·구거
 - 행정청이 설치하는 차장·운동장·저수지·화장장·공동묘지·봉안시설
 - 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 제2조 제3호 에 따른 시설

- U-City 기반시설

- “U-City 기반시설”이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 시설을 말함.
 - 「국토의 계획 이용에 관한 법률」 제2조제6호에 따른 기반시설 또는 같은 조 제13호에 따른 공공시설에 건설·정보통신 융합기술을 적용하여 지능화된 시설
 - 「정보화촉진기본법」 제2조제5호의 초고속정보통신망, 같은 조 제5호의 2의 광대역통합정보통신망, 그 밖에 대통령령이 정하는 정보통신망
 - U-City 서비스의 제공 등을 위한 U-City 통합운영센터 등 U-City의 관리·운영에 관한 시설로서 대통령령이 정하는 시설

구 분	내 용	비 고
기반시설	○ 도로, 철도, 항만, 공항, 주차장 등 교통시설 ○ 광장, 공원, 녹지 등 공간시설 ○ 유통업무시설, 수도·전기·가스공급설비, 방송·통신시설 등 유통·공급시설 ○ 학교·운동장·공공청사·문화시설·체육시설 등 공공·문화체육시설 ○ 하천·유수지·방화설비 등 방재시설 ○ 화장장·공동묘지·납골시설 등 보건위생 시설 ○ 하수도·폐기물 처리시설 등 환경 기초시설 ○ 그 밖에 대통령령이 정하는 공공용시설	「국토의 계획 및 이용에 관한법률」 제2조 6호, 13호
2단계 2차년도 (’17.04 ~’18.03)	○ 「정보화촉진기본법」 제2조제5호의 초고속정보통신망, 같은 조 제5호의 2의 광대역통합정보통신망, 그 밖에 대통령령이 정하는 정보통신망	「국토의 계획 및 이용에 관한법률」 제2조 3호
	○ “초고속정보통신기반”이라 함은 실시간으로 동영상정보를 주고받을 수 있는 고속·대용량의 정보통신망(이하“초고속정보통신망”이라 한다)과 이에 접속되어 이용되는 각종 정보통신기기·소프트웨어 및 데이터베이스 등을 말한다.	정보화촉진법기본법 제2조5호
	○ 제3조(U-City 기반시설 중 정보통신망) 법 제2조제3호 나목에서 “그 밖에 대통령령으로 정하는 정보통신망”이란 법 제2조 제3호가목의 지능화된 시설로부터 수집된 정보와 U-City의 관리·운영에 관한 시설이 제공하는 서비스를 전달하는 유비쿼터스센서망을 말한다.	정보화촉진법에서 “대통령령이 정하는 정보통신망”
3단계 3차년도 (’18.04 ~’19.01)	○ U-City 서비스의 제공 등을 위한 U-City 통합운영센터 등 U-City 관리·운영에 관한 시설로서 대통령령이 정하는 시설	「국토의 계획 및 이용에 관한법률」 제2조 3호다목
	○ (U-City의 관리·운영에 관한 시설)법 제2조제3호다목에서 “대통령령으로 정하는 시설”이란 제2조제1항의 U-City서비스를 제공하기 위한 분야별 정보시스템을 연계·통합하여 운영하는 U-City통합운영센터와 그 밖에 이와 비슷한 시설로서 국토교통부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 시설을 말한다.	「국토의 계획 및 이용에 관한법률」 시행령 제4조

표 18 U-City 기반시설

② 국내 도시시설물 운영관리 사례 분석

- 우리나라는 도시 시설물을 편리하고 효율적 관리하기 위하여 첨단 ICT 기술을 활용하여 시설물관리시스템을 구축하고 있음.
- 이는 기존의 수작업으로 관리하던 시설물을 보다 효율적 관리기 위해서임.
- 시설물 현황과 이를 관리하기 위한 관리기술 및 활용사례를 조사하여 본 과제인 도시공간 및 시설물 통합운영 관리를 위한 요소기술과 적정기술을 고찰하고자 함.

▶ 사례 선정의 기준

- 최근 다양한 첨단 기술을 활용하여 공공의 도시시설물 구축사례 중 본 연구와 관련된 GIS 기술을 기반으로 구축한 시설물 관리 시스템 사례로서 범위를 설정하였으며, 서울시 영등포구 시설물 통합 관리 시스템, 전라남도 영암군 도로조명 정보 시스템, 국토 해양부 항만 지하시설물 웹 정보시스템 등 총 3개의 사례를 분석하였음.

▶ 분석 방법

- 사례를 분석하기 위해서 우선 사례연구에서는 각 사례별로 4가지 분석 기준을 가지고 분석하고, 각 사례별로 시사점을 도출함.
- 이론적 고찰에서 시설물 관리 시스템 연구의 한계와 문제점으로 지적되었던 부분을 근거로 4가지 조사 기준을 마련함.
- 첫째, 개발배경을 통해 시스템 구축의 필요성을 살펴보고자 하였고 둘째, 개발목표를 통해 구축 방향과 활용성을 살펴보고자 하였고, 셋째, 기능성 분석을 통해 시설물 관리 시스템 구성 요건에 부합하는지 살펴보고자 하였으며 마지막으로 활용성을 통해 시스템의 장·단점을 살펴보고자 하였음.

분류	개발배경	개발목표	기능성					활용성
분석내용	시설물관리시스템 도입 전·후	시설물관리시스템 지향점 분석	시설물 등록	모니터링	현장 지원	자료기반체계	이력 관리	지속 활용 가능성

표 19 분석의 틀

㉔ 화성시 공원 시설물 관리 시스템

- 현재 화성시의 경우 공원 및 녹지관리 시스템이 구축되어 있음에도 불구하고 시설물 유지관리 시스템이라기보다는 시설물의 설치에 따른 현황관리를 위한 시스템이라 할 수 있음
- 화성시 공원관리에 있어 공원 248개소(31,118,958m²)를 수기로 관리하고 있음.

㉔ 서울시 영등포구 시설물통합관리 시스템

- 시스템 개요

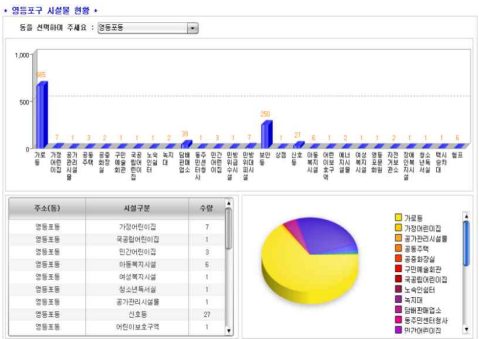
- 영등포구 시설물 위치정보 서비스는 시설물 위치 검색, 시설물 현황, 시설물 불편 신고, 시설물 예약, 공지사항 등 5개의 메뉴가 있으며, 영등포구 홈페이지와 서울시 GIS 등 주요 사이트를 쉽게 찾아갈 수 있음



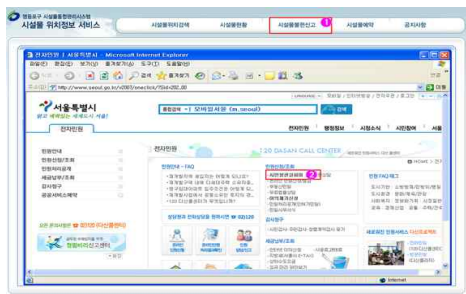
[그림 34] 시설물 종합관리 시스템 메인 화면 (영등포구 시설물종합관리시스템)



[그림 35] 시설물 정보 및 위치정보 서비스



[그림 36] 시설물 통계 현황 서비스



[그림 37] 시민불편예약신고 서비스



[그림 38] 공공시설물 예약 서비스

- 시스템 개발배경

- 영등포구청 시설물 통합 관리 시스템은 시설물 위치정보를 기반으로 시설물을 관리하는 시설물 관리 시스템이며, 기존의 수작업으로 관리하면서 생기는 문제점들인 관리인원과 비용이 크게 들고 수많은 시설물이 노후화 되어 방치되거나, 재난발생시 신속하게 대응하지 못하는 점들을 해소하기 위해 위치 기반 통합관리 시스템을 구축하였음.

- 시스템 개발목표

- 시설물 통합 관리 시스템은 그동안 각 부서에서 수기대장으로 개별 관리하던 복지시설 문화체육시설 지역시설 녹지시설 도로 교통시설 등 10만 여종의 각종 시설물을 모바일, RFID 등을 이용, 대장관리 유지보수 점검사항 등 생성부터 폐기까지 전 과정을 체계적이고 종합적으로 관리하게 되었음.
- 또 공사와 유지보수 등 시설물에 투자된 비용을 분석, 예산 수립을 위한 정책 자료로 활용되며 시설물 위치 조회를 위한 지도, 고장과 불편 신고, 예약 등 대민서비스를 제공하고 앞으로도 위험시설물 통합관제시스템과 환경오염원 감시시스템을 추가 구축, 공원안전감시 폐기물관리 하천범람을 통합관제하고 하수 오염 공장폐수 자동차 매연 등을 감시, 정보화를 선도하는 u-영등포구가 되도록 더욱 발전시킬 계획임.

- 시스템의 기능성

- 시설물데이터베이스는 서울행정(행안부), 세움터(국토교통부), 서울시SDW(공간데이터웨어하우스) 등에 이미 구축된 DB를 연계하는 방식으로 하였으며, 골목길 보안등에 RFID를 부착해 개인휴대단말기(PDA)로 바로 관리하는 등 구내 시설물 10여종을 디지털 관리하도록 하였음.
- 시설물 등록은 기존 시설도면을 보고 좌표 설정을 하여 시설물의 위치를 입력하여 시스템에 등록시키며 시설물의 전체 현황을 그래프와 표로 확인할 수 있음.
- 현장 불편신고는 서울시의 전자민원의 민원신청을 통해 할 수 있으며 이를 통해 위탁업체에 의해 유지보수를 진행하게 되었으며, 시스템의 내부적으로 전체 시설물은 알 수 있으나 자료의 도면 등은 시스템과 연동되지 않아 별도로 자료를 확인해야 하는 번거로움이 있음.
- 또한 이력관리도 시설물 위치 및 현황 불편 신고 접수 및 처리 등을 시스템 관리자에서 확인할 수 있음.
- 공공시설물에는 가로등 보안등 뿐 만아니라 국공립어린이집, 여성복지시설이 있으며 캠핑장, 체육시설 등을 포함하고 있으며, 예약기능은 서울시와 연계하여 공공시설을 예약하여 활용할 수 있도록 하였음.

㉔ 영암군 - 도로조명 정보시스템

- 시스템의 개요

- 도로조명(가로등/보안등)의 고장 신고, 민원 접수/처리, 보수 관리, 자재 관리 등의 모든 보안등 관리업무를 인터넷으로 통합 관리 할 수 있도록 구현한 시스템임.¹⁾

- 시스템 개발배경

- 지금까지 가로등, 보안등 고장신고 시에는 시설물이 관내 곳곳에 설치되어 있어 위치 설명에 불편함이 있었으며, 보수 시에도 정확한 위치파악 곤란으로 신속한 보수처리에 애로가 있어, 이러한 불편 사항을 해소하기 위해 시에서는 도로조명에 표찰을 부착하여 관리번호로 위치확인이 가능한 도로조명 정보시스템을 구축하고 보안등 고장신고 인터넷 서비스를 제공하였음.

- 시스템 개발목표

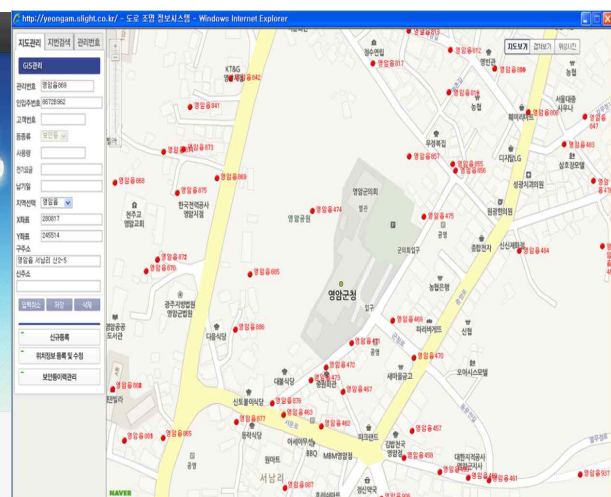
- 영암군은 시스템 개발에 있어 주민들에게는 고장신고 방법의 다양성 및 편리성 제공하고 유지보수업체는 정확한 위치파악에 따른 신속한 보수 처리가 가능하도록 하였으며 수작업 업무의 전산화로 체계적 관리 및 시설물 고장 이력관리를 통한 효율적인 유지관리가 가능함.

- 시스템의 기능성

- 도로조명 정보시스템의 기능에는 고장신고접수를 간편하게 처리할 수 있도록 하였으며 민원처리상황 조회 및 처리결과회신을 통한 민원업무의 투명성을 갖도록 하였음. 보안등, 가로등, 분전함 등의 관리기능을 통해 체계적인 관리가 이루어지도록 하였으며 시설물 보수이력관리기능을 통해 보수이력 및 통계 데이터 관리가 가능하며, GIS 관리를 통해서는 시설물의 정확한 위치파악에 따른 신속한 보수 처리할 수 있도록 하였음.



[그림 39] 영암군 도로조명 정보시스템 - 메인 화면



[그림 40] GIS 정보기반 시설물 정보 제공 화면

1) 연암군 도로조명 정보시스템, 2013

㉔ 항만 지하 시설물 GIS DB 구축

- 시스템 개요

- 항만 구역 내 지하시설물(상수도, 하수도, 전기, 가스, 통신, 송유관)을 안전하고 효율적으로 관리하기 위한 통합관리체계 구축



[그림 41] 항만지하시설물 웹정보시스템 메인 화면
(항만지하시설물 GIS DB 구축사업, <http://www.portgis.go.kr>)

- 시스템 개발배경

- 항만지하시설물 GIS DB구축사업은 국가지리정보체계의 구축 및 활동 등에 대한 법률과 제2차 국가지리정보체계 기본계획, 해양 GIS기본계획에 근거하여 추진되었음.

- 시스템 개발목표

- 전국 28개 무역항의 항만지하시설물에 대한 GIS DB통합관리체계를 구축하여 운영 및 관리효율성을 증대시키고자 하였음.
- 항만내 재해예방 및 유지보수시간단축, 서비스 향상, 정책 자료에 활용을 목표로 하였음.
- 이를 위해 약 1,370km 에 달하는 전국 무역항의 조사/탐사, 지하시설물도 제작, DB구축을 위해 지하시설물 GIS DB 구축을 진행하였으며 웹 정보시스템 개발 운영과 도면 편집시스템 개발에 반영하였음.

- 시스템의 기능성

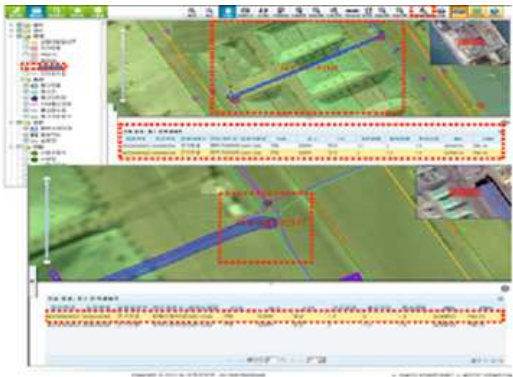
- 항만 지하시설물 GIS DB 구축 시스템은 기능적으로 거리 및 면적 측정을 위한 것으로 사용자가 선택한 지점의 거리 및 면적을 계산하여 화면에 표시할 수 있으며, 사용자가 지정한 지점에 대한 시설물의 횡단, 종단면도 표시할 수 있도록 하였음.
- 접속점 검색이 가능하도록 하여 선택한 관로 시설물의 조회를 통해 서로 연결된 상호 연관관계를 파악할 수 있도록 하였으며, 3차원 조회할 수 있는 기능

을 두어 입체적으로 확인 및 현장에 직접 확인 및 관리할 수 있도록 하였음.

- 시설물관리를 위한 기능으로는 항만 시설물 점검대장의 작성 및 조회 기능과 시설물 점검 및 이력관리 대장 조회가 가능하도록 하였으며, 시설물 점검대장 이력 조회를 두어 유지보수 이력관리가 용이하도록 하였으며, 시설물 속성 조회 및 출력기능을 두어 시설물정보를 모니터링 할 수 있게 하였음.
- 또한 시설물 현황 통계를 알기 쉽게 각 지방청 전체, 부두별, 영역 선택 등으로 시설물 현황 조회할 수 있음.



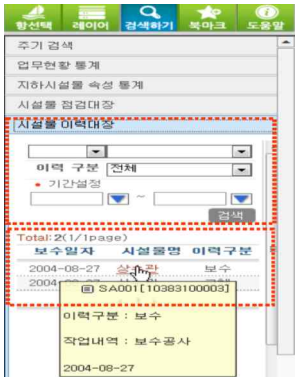
[그림 42] 거리 및 면적 측정



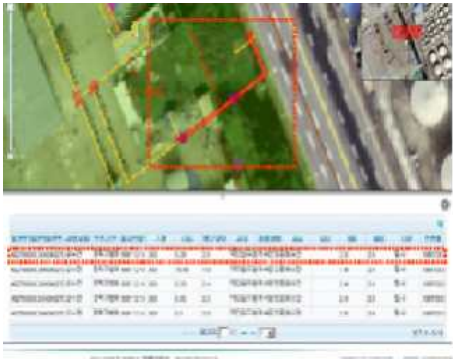
[그림 43] 3차원 조회



[그림 44] 시설물 점검대장 이력조회

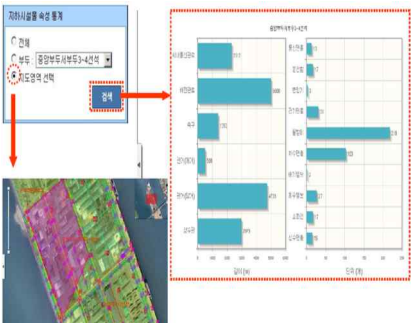


[그림 45] 시설물 유지보수 이력 조회



[그림 46] 시설물 속성 조회

(항만지하시설물 웹정보시스템 주요 기능)



[그림 47] 시설물 현황 통계 조회

㉮ 국내 도시시설물 운영관리 사례 분석 종합

- 현재 우리나라는 도시의 다양한 도시기반시설관리에 있어 그 종류와 수가 많아 각 지자체에서는 자체적으로 관리하기에 어려움이 있어 위탁 관리하거나 일부는 자체 운영하고 있는 실정임.
- 그러나 관리대상인 도시시설물 수에 비해 관리인의 부족과 점검 이동거리가 멀어 효율적으로 관리하기에는 한계가 있음.
- 이로 인하여 도시시설 점검에 있어 도시민들이 자주 찾는 생활권에 위치한 시설물을 중점으로 시설물관리를 하여 안전을 가장 우선시 하고 있음.
- 그러나 이러한 시설물관리에 있어 시설물 현황관리를 위한 관리시스템은 일부 지자체에서 활용하고 있으나 시설물 유지관리를 위한 체계는 미흡한 실정임.

구 분	점검 내용
도시 시설물 유지관리 실태	○ 놀이시설의 균열, 파손, 부식, 탈색 등 적정관리 여부 ○ 부실시공, 바닥침하, 공사자재 방치 등 이용자 불편이나 위해 요소
고장이나 시설훼손 등으로 오장동/ 미작동 여부	○ CCTV, 비상벨 등 작동여부 ○ 조명등, 보안등의 고장 및 파손여부
불편요소 및 위험시설 존치 여부	○ 담장, 펜스 등 구조물의 안전에 따른 어린이를 위협하는 시설물 방치 여부
시민불편사항/ 청소/ 위생/ 환경	○ 화장실, 음수대, 벤치 등 고장이나 청소상태 ○ 공사주변 공사자재 적치 및 불법 주정차 여부 등

[표 21] 공원 관리 주요 점검사항

- 도시의 시설물은 시설뿐만 아니라 녹지를 조성하는 조경수와 산책로, 보행로, 놀이터 등 공간적 개념의 다양한 비 시설물이 있음.
- 시설물의 경우 고장이 발생 시 부품 또는 시설물 자체를 교체하여 빠른 유지관리가 가능하나 공원의 조경수를 둘러싼 범면이나 비 시설물인 조경수의 경우 관리가 제대로 되지 않은 상태로 방치되어 토사유실을 방지하기 위해 쌓아놓은 방수포와 고사한 조경수가 방치되고 있는 실정임.

③ 중국 내 스마트도시(Distinctive City, 특색 있는 도시)²⁾ 사례 조사

㉓ 허베이성 스마트도시 개괄

- 허베이성(省) 스마트도시 건설을 위한 전문정보시스템 및 인프라에 대한 투자는 최근 몇 년 동안 특정 발전기반을 바탕으로 지속적으로 증가.
- 이러한 투자 수요가 발생함에 따라, 추후 자원을 통합하여 공공 정보서비스 플랫폼 및 데이터베이스를 구축하고 나아가 이를 기반으로 인프라 및 정보를 공유할 수 있는 창이 마련될 것이며, 이렇게 될 경우, 한정된 자원을 시급성에 따라 적소에 사용하여 사람들의 삶의 질을 제고시키는 문제가 중요하게 부상할 것.
- 칭황다오 시(市)가 스마트 관광을 진흥시켜 관광객들의 이목을 끌고 안전한 도시 및 지능형 교통에 대한 영상 자원을 나누며 스마트폰을 통한 관광정보 문의 및 티켓 예약을 가능케 한 것을 보면 알 수 있듯, 제대로 된 자원 활용 및 삶의 질 제고에 따르는 효과는 분명함.
- 스마트 수자원 네트워크, 스마트 그리드, 스마트 관리감독 시스템, 스마트 재난방제 시스템을 활용하여 사람들의 삶과 긴밀하게 연관된 수자원 공급, 전기, 천연가스, 난방 및 교통 등의 사안을 지능형으로 업그레이드 하는 등, 모든 도시는 첨단 및 신기술로 인한 혜택을 입을 수 있으며 이 과정에서 점진적으로 스마트도시 건설을 진행해 나갈 수 있음.
- 스마트도시 건설이란 복잡한 프로젝트로, 허베이성은 정보자원공유 메커니즘 구축 등의 탄탄한 지원 시스템을 마련하여 각종 시설 및 정보자원의 개발 및 공유를 촉진하고, 보다 유연한 인력 트레이닝 체계를 마련하고, 필요한 메커니즘을 도입하며, 스마트도시 건설 관련 인적자원을 모두 아우르는 산학연 통합을 통해 지능형 지원을 제공하고, 지능형 산업발전 우선순위 메커니즘을 구축하여 새롭게 떠오르는 기술 및 신산업이 경제성장의 새로운 원천이 될 수 있도록 해야 함.

㉔ 허베이성 내 특색 있는 도시 건설

- 현재 중국은 스마트도시화의 새로운 단계라 할 수 있는 “신형도시화”에 접어들고 있음. “국가신형도시화계획(2014-2020)”의 요건에 따라, 중국은 정보 광대역 네트워크, 계획 및 관리의 정보화, 지능형 인프라, 공공 서비스 편리성 증진, 산업발전의 현대화 및 사회 거버넌스 정비 측면에서 대폭적인 진전을 모색하고자 함.
- 신형도시화 건설이라는 새로운 단계에 접어들며 현재 중국 전역에서는 각 지역, 문화, 산업 등의 특성에 맞춘 특색 있는 도시(distinctive town)가 건설되고 있음. 그 가운데에서도 저장성 및 구이저우성이 특색 있는 도시 건설의 선두에 있음.

2) Distinctive town (특색 있는 도시)

대외경제정책연구원(KIEP) 북경사무소에 따르면 distinctive town을 “특색 있는 현(縣)으로 표현하고 있으나, 본문에서 행정구역상의 town(중국어 행정구역의 진(鎮)) 개념과 혼동될 우려가 있으므로 특색있는 도시로 칭함. 대외경제정책연구원(KIEP), 2016.8, “16-12_13.5 규획기간 중국의 지역발전전략 방향 및 평가” 보고서

- 2016년, 총 2000억 위안을 투자하여 특색 있는 도시 100군데를 조성하겠다는 결정을 내린 바 있는 허베이성의 경우 특색 있는 도시 건설에 있어 여러 가지의 이점을 지니고 있음.

- 교통상의 이점

- 허베이성은 수도 베이징 및 톈진시와 지리적으로 인접해 있을 뿐 아니라 중국 북동부, 북부 및 동부의 교통 허브에 위치하고 있어 교통상의 이점을 누리고 있으며 항공, 철도, 고속도로, 해운 할 것 없이 전국으로 통하는 교통의 요지라 할 수 있음.
- 따라서 허베이성은 다양한 교통상의 이점을 십분 활용하여 다양한 종류의 특색 있는 도시를 건설할 수 있음.
 - 전통적 농경지대로서 허베이성이 갖추고 있는 오래된 농경문화 또한 독특한 이점을 여럿 제공함.
 - 허베이성에서 가난한 지역 가운데 하나로 꼽히는 관타오현(縣)의 경우 산이나 강이 없고 녹지도 적으며 민족적 풍습이나 특기할 만한 장소가 없는 곳이었으나, 그럼에도 불구하고 특색 있는 도시 건설 및 평야지대에서의 신 농촌 도시화라는 혁신을 만듦.
 - 관타오현에 만들어진 특색 있는 도시들은 저장성 소재 특색 있는 도시들과도 비견될 성공을 일구어 냈으나 그 접근 방법은 달랐음. 특징적인 대표 산업 및 문화적 요소에 집중했다는 것은 공통점이나, 관타오현의 경우 역동성 및 촌(村) 단위에 더욱 초점을 맞추었다는 것이 차이점. 각 마을은 각기 다른 독특한 이야기를 가지고 있기 마련이기 때문임.

- 특산품 및 문화적 이점

- 허베이성의 다양한 지역 특산품을 바탕으로 특색 있는 도시를 몇 군데 더 건설할 수도 있을 것이며, 세계적으로 유명한 스자좡시 경춘(村)의 민담문화를 보면 알 수 있듯 허베이의 농경문화자원 또한 매우 풍부하며, 이를 활용해 민속문화산업체인을 계속 발전시키고 문화와 관광의 특징이 살아있는 특색 있는 도시를 건설하는 것도 가능함.
 - 청더현의 산사나무, 탕산현의 밤나무, 바오딩시의 돌, 한단시의 호두, 스자좡시의 배와 대추, 형수이시의 내화비연호(內畫鼻煙壺) 및 세화 등이 그 예시.
 - 일례로, 스자좡시 징싱현의 석두촌(石頭村)에는 명나라 및 청나라 시대의 돌집이 다수 보존되어 있음. 독특한 돌집과 돌담 등을 보면 중국 북부 산악지대 마을의 특이한 건축문화를 잘 살펴볼 수 있음. 이러한 주거문화 관광의 발전 가치는 엄청남. 또한, 바오딩 라이수이현은 중국 내 마허타오(麻核桃, 마핵도) 재배, 가공 및 마케팅의 최대 거점으로 알려져 있음. 중국의 마허타오는 국가적으로 보호하고 있는 품종으로, 이를 활용하여 농업생태관광을 발전시킬 가능성 또한 있음.

- 베이징-톈진-허베이 통합에 따른 이점

- 베이징의 비(非)수도 기능 분산을 핵심으로 한 징진지(京津冀, 베이징-톈진-

허베이) 협동발전이 지역발전전략의 중요한 요건이 되면서, 베이징-톈진-허베이의 교통 통합, 생태 환경 보호, 산업 이전 및 기타 주요 분야에서 커다란 진전이 있을 것으로 보임.

- 징진지 국가발전전략이 점진적으로 진전되는 과정에서 허베이성 특색 있는 도시 건설은 큰 발전 기회였음.
 - 허베이는 개발, 산업이전 및 산업 선진화 측면에 있어서 징진지 협동발전의 중요한 역할을 담당하는 지역이 되었으며, 앞으로 베이징 및 톈진 지역에서 허베이 지역으로 이전하는 산업의 수는 더 많아질 것으로 예측됨 허베이 지역에 건설하는 특색 있는 도시는 선발주자들을 능히 따라잡을 수 있을 것.
- 허베이성의 “특색 있는 도시 건설지침”은 베이징에서 이동거리 기준 반경 1-2 시간 내에 있는 지역에 특색 있는 도시 수백 개를 건설할 계획을 내놓고 있음.
 - 수백 개의 특색 있는 도시는 교통이 편리하고 산업과 인구의 집적에 유리하며 도심 및 농촌의 기성 시가지와 떨어져있는 농촌과 도시 사이 경계지역에 건설하는 것을 원칙으로 함.

㉔ 허베이성 특색 있는 도시 건설의 개념

- 특색 있는 도시의 건설은 현지 상황에 맞추어 조정되고, 각 지역의 특징을 강조하며, 기업을 주되게 생각하며, 정부의 지침에 따르고 개발과 생태계라는 기본 가치를 준수해야 함.
- 각 지역의 특성, 투자의 효과성 및 혁신성과 선도성에 주목하는 것도 중요하며, 더불어 건설을 통해 여러 요소의 통합, 산업의 융합 및 상품과 인본주의의 결합을 가속화하고, 건설된 특색 있는 도시가 새로운 경제성장의 장, 산업 선진화의 새로운 촉매 및 도-농 통합의 새 플랫폼이 될 수 있도록 하여 경제적으로 탄탄할 뿐 아니라 아름다운 허베이성의 발전을 뒷받침 할 수 있도록 해야 함.
 - 3-5년동안 이에 매진한다면 뚜렷한 산업적 특징, 강렬한 문화적 색채, 아름다운 생태적 환경 및 다양하고 유연한 기능과 매커니즘을 각기 갖춘 특색 있는 도시 100개가 건설될 것.

- 허베이성 특색 있는 도시 건설 계획

- 특색 있는 도시(distinctive town)란 행정구역상의 “진(鎭, town)”도, 산업단지나 관광지 등의 장소도 아님.
 - 일반적으로 특색 있는 도시는 산업 및 인구의 집적에 유리한 도시, 명승지, 고속철도역 근처나 및 교통의 요지에 위치하며 특색 있는 도시는 입지선정 시 도농개발계획 및 토지사용계획의 요건을 충족하고, 도심지역이나 농촌의 기성 시가지와는 분리되어야 하고, 농촌과 도시 사이 경계지역에 중심적으로 건설하는 것을 원칙으로 함.
- 특색 있는 도시 건설 계획은 각 지역의 산업, 문화, 건축 및 생태적 특징 등을 강조하여 각각의 특색 있는 도시가 각기 다른 모습을 지닐 수 있도록 해야 함.
- 더불어 특색 있는 도시는 상품, 마을, 인간, 문화의 결합 및 산업, 주민의 삶 및 생태계의 통합을 의미하는 기능적 통합을 이루어 낼 뿐 아니라 건설 계

획 시 수용 가능한 인구, 자원, 환경을 합리적으로 설정하여 경제적으로 밀도 있는 활용이 가능하도록 해야 함.

- 각 특색 있는 도시의 경계 또한 분명히 하여야 함.
 - 일반적으로 계획구역은 3km²이며(관광산업을 발전시키고자 하는 지역의 경우 요건이 완화됨), 건설구역은 1km², 거주민의 수는 10,000~30,000명으로 함.
- 뿐만 아니라 특색 있는 도시의 건설 계획은 해당 지역의 중요한 역사적 유적 및 민속 문화를 보호하고 문화적 유산을 발굴하며 관광 자원을 발전시킬 수 있도록 역사 및 문화적 유산 측면 또한 강조하여야 함.
 - 모든 특색 있는 도시는 3A급 관광지 기준에 맞추어 건설됨 단, 관광산업을 발전시키는 특색 있는 도시의 경우 4A급 관광지 기준을 따르며, 관광지 관리와 행정 구역 관리를 결합한 관리 시스템을 운영하여야 함.

- 특색 있는 도시 내 산업의 조성

- 특색 있는 도시는 가죽, 마호가니 가구, 석공예, 전지 공예 및 약기 등, 해당 지역의 기존 산업을 고려하여 문화 관광, 헬스케어 등의 특징적인 산업 클러스터 및 현대적 서비스 산업 구축에 힘써야 함.
- 각 특색 있는 도시에서는 자원과 지리적 위치에 따라 가장 유리하고 유망한 산업을 찾아 숨은 의미를 찾고 자신만의 방법으로 일류 산업으로 발전시켜 나가야 함.
- 특색 있는 도시 하나당 세분화된 산업 하나만을 대상으로 계획하는 것을 원칙으로 하나, 관광산업을 발전시키는 경우는 제외.
- 주요 산업 신규 프로젝트는 동종의 특색 있는 도시로 분배되어 특색 산업(distinctive industry)이 집적할 수 있도록 하고 동종 경쟁을 피할 수 있도록 함.

- 고밀도 인풋과 고효율 아웃풋

- 매 특색 있는 도시는 건설 프로젝트 계획을 세워야 함. 원칙적으로 3년 내 20억 위안 이상의 고정자산투자가 이루어져야 하며, 특색 산업(distinctive industry)에 대한 투자는 첫 번째 해 투자량의 70% 이상, 전체 투자량의 20% 이상이어야 함.
 - 하지만 자금조달, 과학 및 기술혁신, 관광, 문화 및 토속성, 기존산업 등에 대한 투자는 완화될 수 있으며 만약 설정한 과제를 이행하지 못할 경우 특색 있는 도시는 해체됨

- 높은 수준의 건설 내용

- 정책은 산업 조성에 따라 결정됨 특색 있는 도시에는 혁신 및 스타트업을 위한 플랫폼을 구축하여 기업 중역, 기술 기업인 및 유학생 등의 혁신 인재를 유치할 수 있도록 함.
- 또한 신기술 도입 및 신상품 개발을 통해 특색 산업을 보다 성장시킬 수 있도록 하며, 공공서비스 앱을 활용하여 벤처 서비스, 비즈니스 상업, 문화적 요소 및 기타 통합적 기능을 제공할 수 있도록 함.
- 현대 정보전달기술, 네트워크 기술 및 정보통합기술을 활용하여 공용 와이파이

이 사용 및 디지털 관리가 특색 있는 도시 전역에서 가능하도록 하고, 이를 통해 현대적이고 개방된 특색 있는 도시를 건설할 수 있도록 할 것.

- 특색 있는 도시의 운영

- 특색 있는 도시는 건설 시 기업을 중심에 놓고 정부의 지침을 따르며 시장 중심적 운영을 통해 사회적 자본에 기반한 투자를 진작시켜야 함.
 - 각 특색 있는 도시에서는 투자와 건설의 구심점을 마련하고 선도기업 유치에 힘쓰며 기업주도형 프로젝트 건설을 이끌어낼 뿐 아니라 기업이 통합 계획, 통합 투자 및 통합 건설의 발전 모델을 채택할 수 있도록 해야 함.
 - 정부에서는 특색 있는 도시 관련 계획과 건설에 있어서 지침 및 서비스 강화와 인프라 지원을 하는데 주력하고, 자원요소를 보장하며, 문화적 요소 및 생태적 환경 보호 등에 집중하여 우호적인 정책환경을 만들고 시장에 기반한 투자를 이끌어 내어 특색 있는 도시가 원활히 건설할 수 있도록 해야 함.

㉠ 허베이성 소도시 건설 현황

- 허베이성은 968개 도시로 구성되어 있으며, 대부분의 도시는 해안지역, 중앙성도지역, 남부 및 중부 지역에 분포하고 있으며. 그 가운데 13%가 현금 및 현금 인민정부가 위치한 소도시(small town)로, 총인구 1530만 명 전체 시가지 면적 1397km²로서 허베이성 도심 기성 시가지 55%를 차지하고 있음.
- 소도시의 건설은 허베이성 도시화 과정에서 중요한 역할을 지니며, 현재 소도시 건설에 있어서의 주요 문제점은 아래와 같음.
 - 토지의 도시화가 인구의 도시화에 선행하여 나타나고 있음. 도심 시가지가 매우 빠르게 성장하는데 반해 관련 시설의 건설이 제대로 뒷받침되지 않아 도시화의 질이 떨어지는 결과가 나타나고 있음.
 - 여러 지역이 해당 지역의 지리적 이점, 자원 배분, 인구 상황 등의 요소를 고려하지 않은 채 도시 건설만을 목적으로 삼고 서로와 경쟁하고 있음. 소도시 건설 계획이 미래에 대한 충분한 고려 및 안정성 확보 없이 이루어지고 있으며, 이 때문에 특화의 수준이 만족스럽지 못하고 심각한 동형화의 문제가 나타나게 됨
 - 성숙한 소도시의 수 및 정상운영능력을 제대로 갖춘 소도시의 수가 적다
 - 인프라 건설이 제대로 이루어지지 않고 있음. 산업 발전에 있어 지역 특색을 활용해야 한다는 개념이 깊게 자리잡지 않은 상태이며, 대부분의 소도시가 그저 명목상에 그칠 뿐 농촌의 잉여노동력을 흡수하지 못하고 있음. 이는 자원의 이성적인 활용 및 개발에 중대한 악영향을 미치고 있음.
 - 도시문화 및 사회 건설이 제대로 이루어지지 않음. 대부분의 소도시는 도시경제 및 부동산 외부 개발에만 의존하여 유지보수를 하고 있으며, “도시화발전”의 함의에 대해 깊게 고려하지 않고 있음. 소도시 발전에 따르는 문제를 해결하고 진전을 이루어내기 위해서는 인간적 도시화, 지역적 도시화 및 산업적 도시화를 아우르는 새로운 형태의 도시화를 만들어 내야 함. 도시화의 기본적 특성은 도시와 농촌의 통합, 산업과 도시간의 상호작용, 환경보존, 생태학적 여건, 조화로운 발전, 규모와 공간의 확장이 아닌 문화적 건설에 역점을 둔 발전, 공공 서비스, 사회 건설, 생태학적 문명 등을 포함함.

㉮ 허베이성 특색 있는 도시의 발전방향

- 각 지역의 핵심 경쟁력은 지역적 이점 및 산업적 특징에 따라 설정되며, 설정된 경쟁력을 시작점으로 하여 산업의 특징, 관광 등을 포함한 특색 있는 도시의 미래 발전 방향을 모색해 볼 수 있고 이를 통해 궁극적으로 각각의 이점이 뚜렷한 특색 있는 도시를 다수 설립할 수 있음.

- 특징적인 산업: 산업 도시 - 바오딩 시 바이고우

- 베이징, 톈진, 바오딩 시의 삼각 배후지에 위치한 바오딩 시 현금 도시인 바이고우는 가오베이톈, 쑹현, 룡청 및 덩싱의 교차점에 위치하여 편리한 교통 조건을 가지고 있음.
- 온천으로 유명한 바이양톈, 예산포 및 다른 관광지에 인접하여 지리적인 이점이 있을 뿐만 아니라 가죽 산업이 오랫동안 이어져 온 곳이기도 함.
- 바이고우는 자신만의 산업 및 자원 측면의 이점을 활용하여 건전한 경제발전에 힘쓰고 있음.
 - 지역의 선도 사업을 탄탄하게 하고, 또한 산업 구조 및 레이아웃을 최적화하여 산업단지의 개발을 꾀하고 있음. 뿐만 아니라 노동력 유인, 자금 축적, 산업 경쟁력 제고, 관리 모델 혁신 등을 꾀하여 자체 발전의 수준을 향상시키고자 함.
 - 공방에서 시작한 바이고우의 발전은 해당 지역을 역내 전문 시장(professional market)으로, 뒤이어 중국 북부 내 최대 물자교역의 허브로 발돋움시켰음.
 - 현재는 중국 특색의 전문 시장을 상당히 잘 갖춘 편으로. 징진지 통합이 추진되며, 바이고우 신도시 건설 및 베이징 다홍먼 거래시장의 설립으로 바이고우는 보다 큰 발전의 기회를 갖게 되었음.
 - 이제 바이고우는 고유의 산업구조를 바탕으로 이곳 저곳에 산재한 산업을 하나로 통합시키고, 산업 기술 수준을 증진시키며, 전문 노동분업을 수행하고, 생산과 판매의 선순환을 만들며, 또 브랜드 인지도를 높일 필요가 있음. 뿐만 아니라 온라인 쇼핑 및 현대화된 물류를 통해 보다 편리한 교통 조건을 만들어 바이고우 산업을 위한 새로운 시장을 만들어야 함.

- 특징적인 관광: 관광 도시 - 바오딩시 예산포

- 라이수이현에 위치한 바오딩시 예산포는 국가급풍경명승구이며, 온난한 대륙 기후로 사계절이 뚜렷하며 농작물 재배에 적합한 기후를 가지고 있음.
- 예산포에서는 풍부한 천연자원과 다양하고 편리한 교통수단을 활용하여 관광 투어 프로젝트를 끊임없이 발전시키고 있음.
 - 다양한 명승고적을 잇는 네트워크 시스템이 형성되어있을 뿐 아니라, 지역의 뜰, 과수원, 밭, 산, 강 등의 자연을 활용하여 농장 프로젝트를 적극적으로 시행하여 도시로부터 관광객을 대거 유치하고 있음.
 - 또한 문화유산, 역사적 유적지 등의 자원을 잘 활용하여 문화적 특성을 갖춘 여러 가지 관광 상품을 개발한 바 있고 네트워크 플랫폼을 활용하여 홍보 노력에 힘을 실어 역내 경제 번영 및 발전에 기여하기도 했으며 징진지 통합의 속도가 최근 몇 년간 빨라짐에 따라, 특색 있는 도시의 건설이 새로운 발전의 계기가 되어 글로벌 관광의 새 모델을 열어주고 있음.

- 2016년 9월, 바오딩의 라이-이-라이(라이수이, 이시안, 라이위안 현) 관광산업 운집지역에서 “새로운 명승지, 새로운 포맷, 새로운 미래(new scenic spots, new formats, new future)”라는 주제 하에 허베이성 관광산업 발전대회가 열렸음.
- 이 지역은 라이수이, 이시안 및 라이위안 현 등을 포함하고 있으며 베이징과 인접함. 유구한 역사와 문화를 가지고 있으며 예산포, 칭시 왕릉, 바이산, 랑야산 및 이수이호수 등의 관광자원 또한 풍부함.
 - 이 지역은 허베이성이 주목하고 있는 관광산업운집지 중의 하나이며 환수도유람권 및 타이항산맥 관광벨트의 중요한 부분을 담당하고 있음.
 - 허베이성은 텐진-바오딩 고속철로 건설 및 징진지 통합을 기틀로 삼아 베이징-텐진 지역과 관광 분야에서의 협력을 심화시켜 나갈 예정.
 - 뿐만 아니라 관광산업발전도모, 빈곤 감축, 레저형 농업, 아름다운 농촌지역과 산악지대를 활용하여 “글로벌 관광, 전산업 관광, 사계절 관광(global tourism, whole industry tourism, tourism throughout year)”의 모델을 만들고 새로운 관광 발전의 플랫폼을 설립할 것.
 - 일례로 바오딩에서는 라이-이-라이 “베이징 사우스웨스트 배리 갤러리(Beijing Southwest Barry Gallery)”를 만들고, 헬스 베이(health Bay), 백리협 아트타운(Baili Gorge Art Town), 쥐마허 국제 수변경관(Juma River International Waterfront landscape), 문화 및 레저 소도시 등의 신규 프로젝트를 활용하여 허베이성 녹색산업의 새로운 명승지를 구축하고자 하며 이렇게 될 경우 라이-이-라이지역은 허베이 관광 발전의 새로운 축이 될 뿐만 아니라 베이징-텐진 지역의 발전에 새로운 추동력을 부여하고 관광 발전을 견인해 나갈 것으로 보임.

㉡ 특색 있는 도시 건설의 중요성

- 소도시는 지역경제발전의 중요한 한 부분일 뿐 아니라 농촌경제와 도시경제 간의 중요한 연결점임.
- 특색 있는 도시 산업은 농촌 경제의 촉진제가 되어 큰 기여를 할 수 있음. 하지만, 전통적으로 소도시 산업은 그 규모가 작고 관리 또한 느슨하게 이루어진 것이 사실이며, 이러한 환경에서는 지역경제발전을 도모하기 어려움.
 - 베이징, 텐진, 허베이의 소도시는 대도시에 자원과 서비스를 제공하는 역할을 하고 있고, 그러므로 소도시의 발전 정도에 따라 대도시의 발전 정도가 달라질 수 있음.
 - 따라서 베이징, 텐진, 허베이 지역에 소도시를 보다 빠르게 건설할 경우 유희 노동력, 사회적 자원 및 향급 산업 자원이 중요한 역할을 할 수 있게 하여 자원의 합리적인 분배를 이끌어 낼 수 있음.
 - 베이징, 텐진, 허베이 지역에 특색 있는 도시 개발을 촉진할 경우 농촌 경제의 회복 및 효과적인 도시 경제 운용을 가능케 하여 도시 및 농촌 경제의 새로운 성장 원동력을 양성할 수 있음.
- 베이징, 텐진, 허베이성 대도시 및 중등도시의 경우 노동력의 포화가 어느 정도 이루어져 잉여노동력의 흡수가 어려운 경우가 많으며 따라서 소도시의 건설을 보다 빠르게 하여 인프라 수준을 개선하고, 산업 구조를 새롭게 조정하여 역내 노동력을 위한 보다 넓은 고용의 플랫폼을 제공하고, 이를 통해 농촌

잉여노동력의 이전을 도모하여 농촌인구를 도시인구로 전환시킬 필요가 있음.

- 허베이성 소도시의 발전은 지역경제건설 촉진에 달려있으나, 새로운 형식의 소도시를 만드는 기본 목적은 특색 있는 도시를 만들어 그 지역 고유의 문화 건설을 촉진함에 있음. 문화 건설에 측면에서는 과학적 이론, 현대 민주 의식 및 법적인 개념을 사용하여 소도시 거주민들의 삶의 질을 제고하고 미래 도시화에 새로운 피를 수혈할 수 있음.
- 허베이성 소도시 개발에는 자원과 환경의 부조화, 과도한 경제발전 패턴 등 여러 가지 문제가 있음. 특색 있는 도시 건설은 전반적인 생태계 환경, 산업 구조, 지역사회 건설 및 소비 형태를 최적화시킬 뿐 아니라 편리하고 조화로우며 살기 좋은 저탄소 에코도시를 건설하여 녹색환경, 녹색경제, 녹색사회, 녹색소비를 실현하고 건강하고 지속 가능한 발전 방식을 도모할 수 있음.
- 허베이성은 경제발전의 특징을 이해하고 정진지 지역의 경제발전 동향과 현재 상태 등을 이해해야 함.
- 정부에서는 베이징-톈진-허베이 지역이 가지고 있는 차이점과 각각의 특성에 주목하고 허베이성의 발전 수준에 대하여 숙고한 후 자원의 배분, 산업 최적화, 물류 재구축, 환경 보호에 주목하여 베이징-톈진-허베이의 조화로운 발전을 도모해야 하고 또한 정부에서는 산업구조를 조정하여 해당 지역의 고유한 이점을 활용한 지역 혁신을 이행해야 함.
- 뿐만 아니라 산업의 일부분을 적절히 이전하여 베이징의 비(非) 수도 기능을 질서 있게 완화시키고, 지역 산업을 통합하며, 인프라, 문화 건설, 공공 서비스, 사회 건설 및 생태 문명에 주목하여 다수의 특색 있는 도시를 새로이 건설할 필요가 있음.

④ 지자체 조직 및 도시시설물 유지관리 현황 분석 결과

㉞ 지자체 도시시설물 유지관리 체계 사례 조사

- 우리나라의 지자체 조직은 각기 규모, 지역, 인구의 특징에 따라 효율적 운영을 위해 서로 다른 형태의 조직으로서 운영되고 있으나 도시민을 위한 일반적인 조직형태는 유사한 실정임.
- 수원시를 대상으로 조직 및 업무를 분석한 결과 도시민이 이용하고 있는 시설물과 직접적으로 관련된 부서는 [그림 32] 시설물 관리와 관련된 지자체 부서 현황과 같이 크게 안전교통국, 문화체육교육국, 환경국, 공원녹지사업소, 시설공사팀, 도시안전통합센터와 각 구청의 종합민원센터가 해당됨.
- 수원시의 시설물 관리부서에 따른 현황을 정리해보면 [표 23] 지자체 부서별 시설물 관리 현황과 같이 11개의 부서에서 도시민이 이용하는 시설물을 관리하고 있는 실정임.
 - 안전교통국의 도로과에서는 도로관리로서 도로의 파손, 싱크홀, 부대시설 등을 관리하고 문화체육교육국의 문화시설팀은 문화재시설관리를 함
 - 또한 환경국의 자원순환과는 청소관리, 하수관리과에서는 하수의 관거시설과 하

구 분		내 용	비 고
안전교통국	도로과	도로시설관리	
문화체육 교육국	문화재시설팀	문화재시설관리	
환경국	자원순환과	청소관리	
	하수관리과	하수관거관리	
공원녹지 사업소	공원관리과	공원시설관리	
	녹지경관과	공원녹지관리	
	생태관리과	생태관리	
화성사업소	시설공사팀	문화재 시설관리	
도시안전 통합센터	영상정보팀	CCTV 관리	
	교통정보팀	교통신호등, 버스정보시스템 시설 관리	
각 구청	도로정비팀	가로등, 보안등, 배수펌프 전기시설관리	

[표 22] 지자체 부서별 시설물 관리 현황

⑤ 도시시설물 통합운영 관리를 위한 유형 및 적용범위 설정

㉞ 도시시설물 유형 및 범위

- 도시시설물 유형 근거 설정

▶ 스마트시티 도시시설물 플랫폼 방향으로서의 근거 설정 방향

- “스마트시티는 다양한 도시문제를 물리적 시설 확장이 아니라 신기술을 통한 효율성의 극대화를 통해 해결” 하는 것으로, 본 연구에서는 스마트시티 도시시설물은 누구나 소지하고 있는 스마트폰을 활용하고 시설물에 별도의 센서 부착 없이 시설물을 관리 할 수 있어야 함.
- 스마트시티를 구성하는 플랫폼의 4대 요소인 혁신조직, Data플랫폼, 공간지리정보, ICT인프라에 있어 기존 ICT인프라인 통신수단 스마트폰을 활용하고 시설물정보를 공간지리정보와 연계하여 시설물의 Data 정보의 수집, 가공, 관리가 용이하도록 하며, 이를 통해 공공 및 민간 시설물관리 업무를 효율화 하고자 함.
- 도시시설물 통합운영관리 플랫폼을 통해 시설물의 데이터수집, 분석, 활용을 통해 다양한 서비스를 제공하고 이를 통해 효율적 시설물의 관리가 되어야 함. 도시시설물 통합운영관리 플랫폼의 개발을 통해 수요자인 도시민과 함께 관리함으로써 별도의 인프라 구축 없이 도시시설물의 관리가 가능하도록 경

제적인 가치창출이 가능해야 함.

▶ 기존 ICT 인프라를 활용한 도시시설물 통합운영관리 기술 방향으로서의 근거 설정 방향

- 도시민 누구나 활용하고 있는 스마트디바이스 활용을 통한 시설물 통합운영 관리는 시설물의 위치정보, GIS정보, 사진정보를 통해 언제 어디서나 유지보수 대상의 시설물을 스마트폰을 활용하여 촬영시 시설물의 사진정보, 위치정보가 전송되어 빠른 유지보수가 가능하여야 함.
- 시설물의 위치정보와 사진정보를 활용하기 때문에 시설물에 별도의 센서를 부착하지 않고 관리할 수 있으며, 시설물의 정보를 GIS정보와의 연계하고 가시화 하여 시설물의 고장접수단계, 유지보수처리단계, 유지보수완료단계 등 단계별 시설물의 진행상태의 모니터링을 용이하게 할 수 있어야 함.
- 스마트폰의 GPS 정보를 활용하기 때문에 지상시설물을 주 관리 대상으로 해야 하며, 시설물 즉, 피사체 위치정보를 기반으로 하기 때문에 위험지역에 있어 시설물에 직접적으로 접근하지 않고 사진 촬영만으로 시설물의 위치 및 사진정보가 전송되어 시설물의 상태를 파악할 수 있음.

- 도시시설물 유형에 따른 근거 설정

- 본 연구에서는 도시시설물의 직접적인 활용에 있어 도시민이 안전하게 편리하게 생활할 수 있는 도시시설물을 관리하고자 함. 또한 본 통합운영플랫폼과 연계한 도시시설물 통합운영관리 기술의 제한에 따라 지상시설물에 한정하여 관리하고자 함.(단, 직접적인 시설물의 상태가 아닌 시설물의 정보만을 가져와 사용할 경우 지하시설물의 설치된 위치정보를 기반으로 시설물의 정보를 확인하는데 활용할 수 있음. ex. 하수관/ 가스관 설치위치정보)

- 도시민의 직접적 서비스 제공과 관련된 시설물 유형에 따른 근거 설정

- 도시민의 일상생활에 있어 직·간접적으로 서비스 제공을 통해 안전하고 편리한 도시생활이 이루어 질 수 있는 시설·비 시설물을 대상으로 함.

㉡ 도시시설물 유형 및 범위설정

- 본 연구에서는 도시시설물 유형에 따른 관리범위 설정방향에 따라 시설물의 유지관리 대상을 설정하였음.



[그림 6] 도시시설물 유형 및 범위설정

○ 문화, 안전, 편의, 환경, 공익과 관련되고 지자체의 시설물관리 분야와 매핑 결과 [표11]과 같이 22개의 시설물과 11개의 비시설물을 설정함. 그러나 보다 상세히 살펴본다면 즉, 예를 들면 공원의 경우 야외무대시설, 음수전 및 세족장, 파고라 등 더 많은 시설이 관리대상이 포함됨.

구분	시설	비시설
도로시설	가로등, 보안등, 도로명판	도로훼손, 싱크홀
문화재시설	옥외 문화재	
환경시설	청소보관함, 현수막부착대	쓰레기 방치
하수관리시설	하천관리시설	하천오염
공원시설	가로등, 보안등, 벤치, 조경시설, 정자, 분수시설	공원놀이터, 운동장, 공원, 수목관리, 보행자도로,
녹지경관시설	수목	조성된 녹지의 훼손
생태시설	생태탐방시설	조성된 생태 공간 훼손
영상정보시설	CCTV,	
교통정보시설	신호등, 버스정보시스템, 버스쉘터	
편의시설	자전거시설, 현수막부착대	
기타시설관리	위험시설	

[표 23] 상세 유지관리 대상 도시 시설·비시설물

(나) 도시시설물 통합운영 프로세스 방안 마련 (단위성과 A-1-②)

- 도시시설물의 시설·비시설물의 다양한 시설물의 공통적이고 표준화된 프로세스를 통해 시설물의 등록, 고장신고, 유지관리, 이력관리 등 일련의 시설물 통합관리를 위한 One-Stop 관리체계를 마련해 체계적인 관리를 이루고자 함.
- 하나의 도시시설물 관리 시스템을 활용해 도로건설과, 공원관리과, 시설과, 민원과 등 각기 다른 관리 부서에서 활용이 용이하도록 하고자 함.

① 도시시설물 통합적 유지관리를 위한 효율화 방향

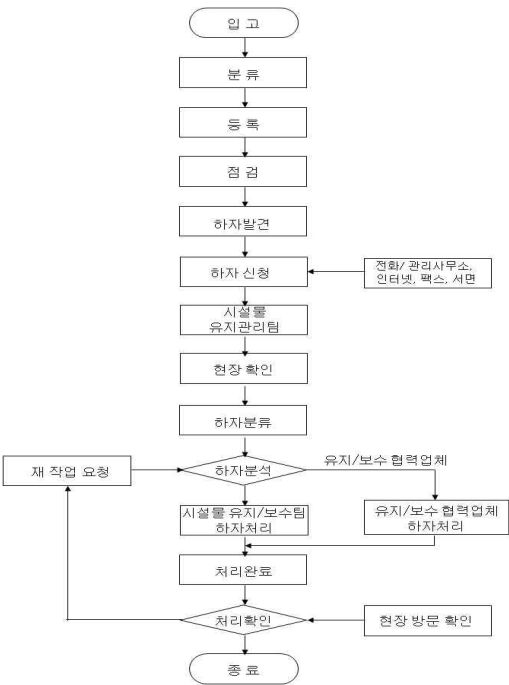
- 도시시설물 관리에 있어 정부와 지자체의 노력에도 불구하고 관리대상의 시설물 수와 종류가 많은 반면 관리인의 부족과 적정관리시스템의 부재로 인하여 도시민들이 많은 불편을 겪고 있음.
- 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 첨단 기술과 인프라를 활용하여 계획적, 체계적 관리가 가능한 도시시설물관리 시스템이 필요함.
- 도시시설물 관리시스템은 시설물의 유형과 수, 이동거리, 현장업무대응 등을 고려하여 휴대성, 이동성이 용이해야 함.
- 또한 관리의 효율화를 위해 누구나 휴대하고 활용 가능 하도록 개인화가 제공되어 도시시설물관리 주최자 뿐 만 아니라 도시민 누구나 상호 정보를 연계하여 무선 인터넷의 장점을 최대한 활용할 수 있는 서비스가 제공 되어야 함.
- 이를 위해서는 첫째, 스마트폰을 활용하여 시설물의 사진과 위치정보를 수집 및 전송하기 때문에 시설물의 정보관리, 유지보수관리, 이력관리 등 윈스톱으로 유지관리 업무가 가능하여야 함.
- 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 전송되어 효율적이어야 함.
- 셋째, 시설물의 정보 및 각종 자료와 도면을 데이터베이스로 관리하기 때문에 이력관리 및 데이터의 활용이 용이해야 함.
- 넷째, 스마트폰의 앱을 통해 도시민 누구나 쉽게 활용이 가능하기 때문에 별도의 인프라 투자 없이 시설물관리자 기능으로서 확대가 가능해야 함.
- 마지막으로 위치 정보 기반으로 도로, 수목, 산책로 등 비 시설물의 관리할 수 있어야 함.

② 도시시설물 유지관리 업무 프로세스

- 도시시설물 관리에 있어 일반적 유지관리 업무 프로세스는 [그림 75]과 같이 일련의 업무프로세스에 의해 이루어짐.
- 초기 시설물이 입고되면 입고된 시설물을 A지역, B지역, ……, N지역 등 ‘어느 지역에 설치할 시설물인가?’, ‘어떤 종류의 시설물인가?’ 등의 기준을 통

해 시설물을 분류하고 시설물관리 대장에 등록하며, 시설물 관리자는 점검대장을 가지고 시설물별 점검 체크리스트에 현장의 시설물을 정기·비정기적으로 점검을 하게 되며 점검 중 하자가 발견되면 전화 또는 팩스 등으로 시설물 관리사무소에 하자신청서를 제출하여 유지보수 신청을 함.

- 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 종료함.
- 하자분석 단계에서 자체적으로 유지보수가 어렵거나 전문적 시설, 장비가 필요할 경우 등록된 유지보수 협력업체를 통해 하자처리가 진행되었음.
- 하자처리가 완료되면 서면으로 완료보고서를 제출하고 시설관리팀에서 하자가 발생한 시설물을 다시 현장 방문하여 확인 후 일련의 업무를 종료하였음.



[그림 75] 기존 도시시설물 유지관리 업무 프로세스

- 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 비효율적임.
- 특히 시설물 점검 및 하자의 유지보수 완료까지는 하자 분석을 위한 현장 확인, 현장 확인 후 다시 하자 보수를 위해 장비 및 시설을 갖추어 하자보수를 하고 있음.
- 또한 하자보수 완료 후 서면으로 완료보고서 제출 및 완료에 따라 시설물 유지관리담당자가 현장 확인을 해야 하는 번거로움이 있음.

(4) 클라우드 서비스형 플랫폼 활용 모델 제시 (단위성과 A-2)

(가) 클라우드 서비스형 플랫폼 활용 모델 제시 (단위성과 A-2-①)

▶ 시설물 유형 및 종류, 관리 주체에 따른 운영 프로세스 및 관리체계 정립

- 도시시설물 유형 및 종류 특성에 대한 분석과 이를 다양한 관리 주체와 연계를 통해 통합적 시설물 관리가 가능하도록 관리 체계에 관한 연구

▶ 시설물 통합운영관리를 위한 공통프로세스 정립

- 시설·비시설물, 시설물의 종류, 시설물의 서로 다른 관리 주체 등에 있어 공통 프로세스를 도출하여 시설물의 효율화관리를 위한 방안 연구
- 도시시설물의 효율적인 관리를 위해서는 시설물의 현황뿐만 아니라 시설물의 등록, 고장신고, 유지관리, 이력관리, 통계관리 등 One-Stop의 관리체계를 마련해 체계적이고 효율적 관리가 될 수 있도록 함
- 또한, 도시시설물의 관리에 있어 시설·비시설물 등 시설물이 다양하고 관리 주체자가 서로 다르기 때문에 클라우드 서비스형 통합운영관리를 통해 지자체별 또는 부서별(도로건설과, 공원관리과, 시설과, 민원과) 각기 다른 관리 부서에서 활용이 용이하도록 하여 시설물 관리의 효율화 및 구축비용 최소화를 하고자 함

① 시설물 통합운영관리를 위한 시민 참여형 One-Stop 통합운영관리 서비스 개요

- 본 연구인 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리를 위한 첨단 ICT 기술은 “모두가 가지고 있는 개인 통신수단(Smart Phone)을 활용하고 시간과 장소에 구애 없이 무선 네트워크에 접속하여 실시간 정보를 획득 및 전송을 통해 통합적인 도시의 시설물 관리가 가능해야 함.

㉔ 스마트시티 플랫폼의 종류와 4대 구성 요소

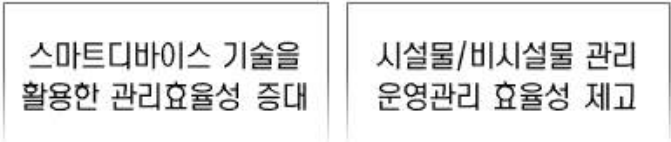
- 스마트시티는 기존 도시에 스마트플랫폼을 활용하여 신기술로서 도시의 효율성을 제고하고 데이터를 활용하여 새로운 가치를 창출함. 플랫폼의 4대 유형 및 구성요소를 살펴보면 아래의 표³⁾과 같음.

3) 해외 Smart City 열풍과 시사점, IT & Future Strategy 제11호, 한국정보화진흥원 2013.12

관계 참여	Responsive	Interactive	Smart City PLATFORM	
	Open system	Closed system		
	공공 서비스 (교통, 폐기물 관리)	도시 관리 (재난안전 관리)		
		지능형 관리 (IoT, Smart Grid)		
혁신 조직 (Smart City Lab)			Data 플랫폼 (에너지, 교통, 수자원 등)	
			공간지리정보 (지도, LBS, 센서, 시민 등)	
			ICT 인프라	
〈스마트시티 플랫폼의 종류〉			〈스마트시티의 4대 구성요소〉	

[표 24] 스마트시티 플랫폼의 4대 유형 및 구성요소

- ▶ 스마트시티는 다양한 도시문제를 물리적 시설확장이 아니라 신기술을 통한 효율성의 극대화를 통해 해결
(As-Is->도로확충, To-Be->우회로, 공공교통 확충)
- ▶ 스마트시티는 기존 도시에 스마트 플랫폼을 활용하여 신기술로 도시의 효율성을 제고하고 데이터를 활용하여 새로운 가치를 창출



[그림 2] 스마트 One-Stop 도시시설물 통합운영 효율화 방향

- ㉠ 스마트디바이스와 통합운영관리 플랫폼을 활용한 도시시설물 유지관리시스템 구성 방향
- ▶ 시설물 관리 현장업무에 최적화된 스마트 모바일 시스템 구현
 - 최신 센서기술을 선도적으로 시설물 관리에 적용
 - 데스크탑과 모바일의 일원화 체계 지향

▶ IoT 기반 기술을 활용하여 시설물 위치 및 사진정보와 GIS 정보 연계를 통한 시설물 유지관리 기능 구현

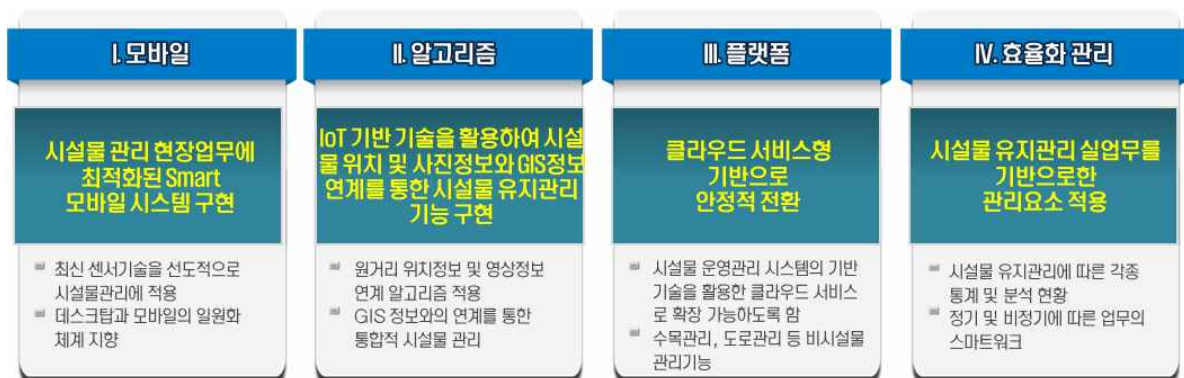
- 원거리 위치정보 및 영상정보 연계 알고리즘 적용
- GIS 정보와의 연계를 통한 통합적 시설물 관리

▶ 클라우드 기반형 서비스 도입

- 시설물 운영관리 시스템의 기반기술을 활용하여 클라우드 서비스로 확장 가능하도록 함.
- 수목관리, 도로관리 등 비시설물의 관리 가능

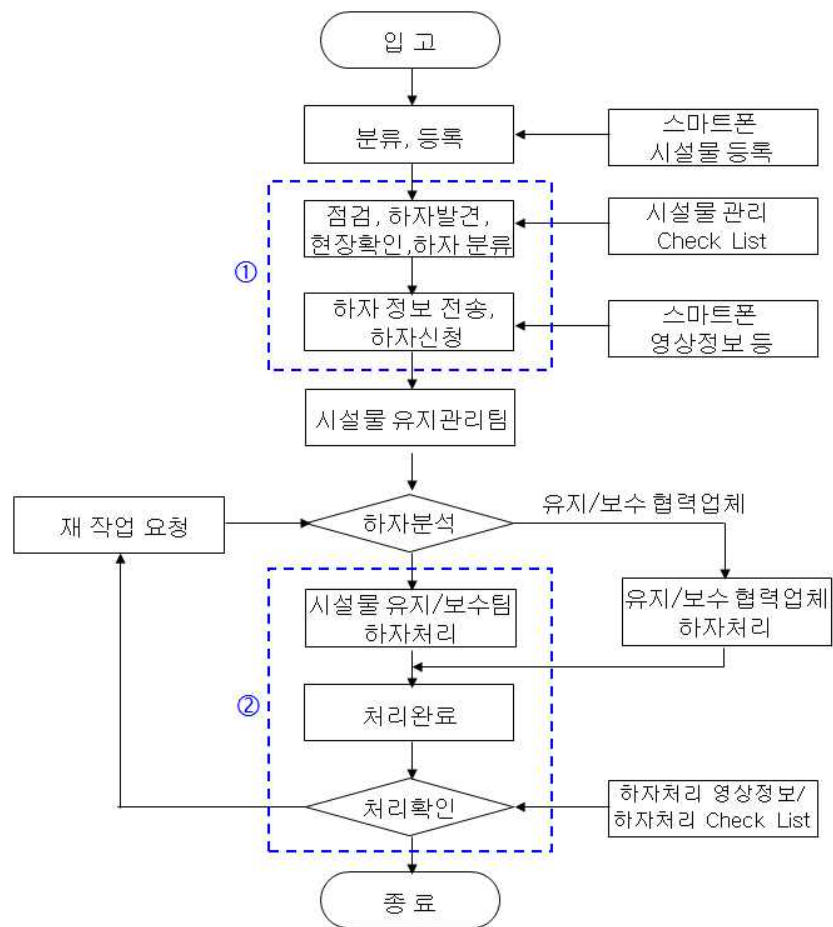
▶ 시설물 유지관리 실업무를 기반으로 한 관리요소 적용

- 시설물 유지관리에 따른 각종 통계 및 분석 적용
- 정기 및 비정기적 업무 특성을 반영한 스마트 도시 운영관리 시스템 도입



[그림 3] 스마트디바이스와 통합운영관리 플랫폼이 적용된 시설물 관리시스템 구성

- 기존 시설물 관리 프로세서는 시설물이 입고된 후 분류 및 등록, 점검, 하자 발견, 현장확인, 하자분류, 하자신청, 하자분석, 하자처리, 처리완료, 처리확인 등 각 단계별 업무가 이루어 졌음.
- 그러나 [그림 76]에서 보여주듯이 스마트디바이스를 활용하면 시설물의 분류와 등록이 동시에 이루어지며, ①번의 시설물의 점검, 하자발견, 현장확인, 하자분류, 하자정보전송, 하자신청 단계의 업무가 현장에서 곧바로 이루어질 수 있음.
- 또한 ②번에서의 유지보수 처리 완료 및 확인도 동시에 이루어 질 수 있어 실제적으로 스마트폰을 활용한 시설물 유지관리는 기존 프로세스 13단계에서 6단계로 업무 프로세스가 간소화됨을 보여주고 있음.



[그림 76] 스마트폰을 활용한 도시시설물 유지관리 업무 프로세스

○

다. 시설물 생애주기관리기법이 적용된 시설물 정보 데이터베이스 구축 (핵심성과 B)

(1) 연구결과 요약

(가) 시설물 가시화방안 및 생애주기 관리기법 조사 분석(B-1)

① 시설물 위치기반 가시화 방안 현황 분석 및 방안 마련

▶ 도시시설물 가시화 및 자동 정보전송을 통한 효율적 유지관리 방안

- 시설물 관리 단계(설치단계, 신고단계, 유지보수단계, 처리완료단계 등)를 모니터링하고 통계하여 관리의 효율성 증가
- 시설물 정보(유형, 종류, 지역, 금액 등)에 따라 분류하고 GIS정보와 연계하여 지도상에 가시화 가능한 방안을 도출
- 시설물 위치 정보 확인에 있어, 가상의 좌표 사용을 통해 범위를 확대하여 시설물 위치정보 매핑이 용이하고 자동으로 정보를 가져올 수 있도록 함

▶ 시설물 가시화 방안

- 시설물 관리 단계(설치단계, 신고단계, 유지보수단계, 처리완료단계 등) 별로 지도에 서로 다른 색상으로 매핑하여 우선순위와 분포를 확인할 수 있어 효율성 제고



[그림 55] 시설물 유지보수 신고 접수

[그림 56] 시설물 유지보수 처리 중



[그림 57] 시설물 유지보수 완료

[그림 58] 시설물 최종 유지보수 처리승인 완료

② 시설물 사전관리를 위한 생애주기 관리운영 기법에 관한 연구

▶ 생애주기 관리 운영 기법 분석 및 적용 개선 방안

- 시설물의 핵심 부품 또는 전체 시스템의 수명연한 등을 데이터베이스화하여 부품의 교체시기에 따라 시설물의 부품별 유지보수
- 시설물의 정보를 활용하고 공간정보인 지도정보와 연계한 데이터베이스 자료를 통해 시설물의 정보의 가시화 방법과 시스템 적용안을 수립
- 시설물의 수명주기와 데이터베이스 시스템과 연계를 통해 시설물의 감가상각비와 주요 부품연한연수의 수명주기를 연계하여 사전 시설물의 예방이 가능하도록 함

(나) 생애주기 관리기법 적용 데이터베이스 구축(B-2)

① 현황 분석을 통한 문제점 개선사항 반영

▶ 현황 분석 및 개선방향 도출

- 현행 유지관리 업무 프로세스에 관한 조사 분석을 통해 향후 데이터베이스 구축의 방향과 유지관리 알고리즘에 고려되어야 할 사항을 도출
- 획일적 현장점검의 행정·인력 낭비 개선을 위한 시설물 수명주기 데이터베이스 활용
- 비용절감 유지관리를 위한 데이터베이스 기반의 동일한 장애의 지속적인 관리

▶ 개선사항을 고려한 관리체계 개념도

- 현행되는 시설물 유지관리 현황분석을 통해 유지관리 차별화, 효율화 개선방향 도출
- 유지관리 자료의 통합구축 및 활용을 통해 기존 유지관리와의 차별성 가지며 지속적인 유지관리가 가능
- 수명주기 데이터베이스 구축과 도시민 수요를 반영한 유지관리 체계를 통해 도시의 공익적 가치를 반영하고 유지관리의 효율성 제고

② 시설물 수명주기 개념의 반영

▶ 시설물 수명주기 개념의 반영

- '시설물 수명주기의 개념', '수명주기 비용의 개념'적 연구와 '시설물 부품 비용 분류구조'에 대한 조사를 바탕으로 '수명주기에 근거한 자료 구축의 원칙'을 설정
- 코드·구성부품·부품세부·내구연구·비용 등으로 구분하여 자료 구축 방향을 설정

③ 우선순위를 반영한 도시시설물 유지관리 알고리즘 방향

▶ 도시 공익성 개념의 반영

- 도시환경 조성의 기본적·우선적 요소인 공익의 개념을 반영하여 시설물 유지관리 시 우선적 관리 대상 선정

▶ 최종적 우선순위 도출 방향

- 4가지 공익의 개념에 중요도별 가중치와 거주자 설문을 실시한 시설물에 대한 중요도 평가를 점수로 산정하여 최종적으로 시설물의 유지관리 우선순위를 도출

④ 시설물 유지관리 개선방안

- 수명주기를 고려한 시설물 유지관리는 예방적 관리이므로 우선순위 선별과 실시간 데이터베이스의 갱신이 필요
- 시설물의 위치, 사진정보, 유지보수, 고장, 민원접수, 이력 및 통계관리 등 다양한 정보를 데이터베이스 시스템으로 구축하여 효율적으로 관리
- 생애주기 관리 기법이 적용된 데이터베이스를 구축하여 부품별 교체시기에 따라 시설물의 부품유지보수 또는 전체교체 등 현황파악

(2) 연구 내용

(가) 연구의 목적

▶ 시설물 가시화 방안을 통한 효율적 관리

- 시설물 데이터를 활용한 시설물의 유형 및 종류별, 지역별, 금액별 등 다양한 가시화 방안 제시

▶ 시설물 생애주기(LCC, Life Cycle Cost)관리기법을 통한 예방적 관리

- 시설물의 생애주기 관리 기법 적용을 통해 사전 교체주기를 알 수 있도록 하여 시설물 노후화에 따른 예방적 관리

(나) 연구 수행 방법

- 시설물의 유형, 종류별, 지역별, 금액별 등 다양한 시설물의 정보에 따른 효율적 가시화 관리 방안을 수립하기 위한 방안 연구
- 시설물의 생애주기 관리기법 연구를 통해 효율적인 관리운영에 관한 연구를 수행

단계(연차)		주요 연구활동	세부 연구내용
1단계	1차년도 (’16.04 ~ ’17.03)	○ 생애주기 관리기법 적용 시설물 관리방안 연구 ○ 시설물 정보 가시화를 통한 효율화 관리방안 연구	○ 시설물별 생애주기(LCC) 관리 적용방안 제시 ○ 시설물 정보 가시화 방법 및 시스템 적용방안 수립
2단계	2차년도 (’17.04 ~ ’18.03)	○ 시설물 생애주기와 가시화 기법이 적용된 데이터베이스 시스템 구축	○ 생애주기 관리기법을 데이터베이스 시스템에 적용하여 관리할 수 있도록 함 ○ 시설물이 현황 관리가 용이하도록 가시화 방안 적용 데이터베이스 시스템 설계 및 개발
3단계	3차년도 (’18.04 ~ ’19.01)	○ 시범서비스를 통한 구축된 데이터베이스 시스템 검증	○ 개발된 데이터베이스 시스템이 시설물 관리 기능에 있어 충분한 정보관리가 가능한지 데이터의 무결성 시험 및 검증

(3) 시설물 가시화방안 및 생애주기 관리기법 조사 분석

(가) 데이터를 활용한 시설물 가시화 방안 (단위성과 B-1-① : 시설물 위치 기반 가시화 방안 현황 분석 및 방안 마련)

- 시설물의 정보를 활용하고 공간정보인 지도정보와 연계한 데이터베이스 자료를 통해 시설물의 정보의 가시화 방법과 시스템 적용안을 수립

▶ 도시시설물 가시화 및 자동 정보전송을 통한 효율적 유지관리 방안

- 도시시설물의 초기 시설물 설치단계, 고장신고단계, 유지보수단계, 유지보수 완료단계 등 다양한 시설물의 관리 단계에 있어 GIS 정보와 연계 및 가시화를 통해 단계별 진행 및 종료상황 등 관리상태의 모니터링과 통계가 용이하도록 관리의 효율성을 갖고자 함.
- 시설물의 정보를 시설물 유형별, 종류별, 지역별, 금액별 등 GIS정보와 연계하여 지도상에 가시화 될 수 있도록 하였으며, 시설물의 고장신고단계, 유지보수단계, 유지보수완료단계 등 다양하게 관리할 수 있는 방안을 도출함
- 또한 기존의 시설물 정보에 있어 시설물 위치정보 즉 하나의 위치정보인 좌표와의 매핑이 어려운 점을 고려하여 가상의 좌표 범위를 확대하여 시설물 가까이 접근 또는 촬영 시 시설물 위치정보와 매핑이 용이하도록 하여 시설물의 정보를 자동으로 가져올 수 있도록 하고자 함.

▶ 시설물 가시화 방안

- [그림 55-59]는 시설물 유지보수에 따른 각각의 진행 상태를 나타내고 있음. 최초 유지보수 대상 시설물이 접수되면 접수된 시설물은 하늘색으로 표시되도록 하였으며, 유지보수 처리중인 시설물은 연두색, 유지보수 처리 완료는 파랑색, 최종 유지보수가 완료되어 승인완료 된 것은 주황색으로 표시되도록 가시화 하게됨.
- 이렇게 시설물의 유지보수 처리 상태에 대한 진행 상태를 색상으로 표시되도록 하면 유지보수 담당자는 도시민들의 안전을 위해 긴급 처리해야 할 것 뿐 만 아니라 유지보수 대상 시설물의 분포도를 확인 할 수 있어 지역별, 유지보수 대상 기기별 등 다양한 유형과 원인파악이 보다 용이하여 효율적으로 시설물 유지관리 업무를 할 수 있음.
- 또한 [그림61]와 같이 전체 시설물 상태 현황을 파악할 수 있어 상태 모니터링이 용이함.



[그림 55] 시설물 유지보수 신고 접수



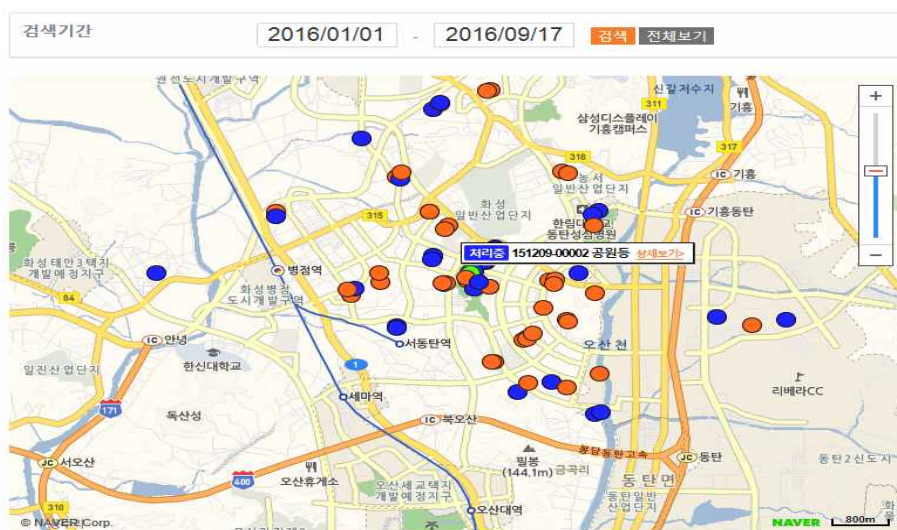
[그림 56] 시설물 유지보수 처리 중



[그림 57] 시설물 유지보수 완료



[그림 58] 시설물 최종 유지보수 처리승인 완료



[그림 59] 전체 시설물 상태 현황

(나) 시설물 사전관리를 위한 생애주기 관리운영 기법에 관한 연구 (단위성과 B-1-②: 개별 시설물 관리유형 조사 분석)

- 시설물의 핵심 부품 또는 전체 시스템의 수명연한 등을 데이터베이스화하고 이를 개별 시설물의 데이터베이스와 연계 적용하여 시설물 통합운영 관리를 위한 관리기법 연구
- 시설물의 정보를 활용하고 공간정보인 지도정보와 연계한 데이터베이스 자료를 통해 시설물의 정보의 가시화 방법과 시스템 적용안을 수립
- 시설물의 수명주기와 데이터베이스 시스템과 연계를 통해 시설물의 감가상각비와 주요 부품연한연수의 수명주기를 연계하여 사전 시설물의 예방이 가능하도록 함
- 시설물의 핵심부품 및 수명정보를 데이터베이스로 구축하여 각기 서로 다른 부품으로 이루어진 시설물에 있어 부품의 교체시기에 따라 시설물의 부품별 유지보수를 통해 전체 시설물의 수명 연장 또는 전체 교체시기의 관리가 용이하도록 개발

▶ 생애주기 관리 운영 기법 분석 및 적용 개선 방안

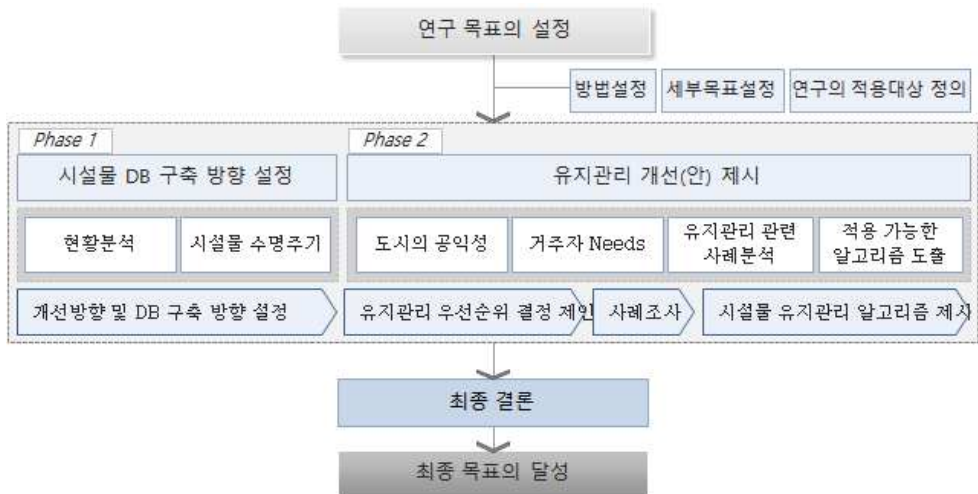
- 다양한 유형의 도시시설물과 수많은 관리대상 시설물의 관리에 있어 단순 개별적 시설물의 유지관리에는 어려움이 있음.
- 따라서 도시시설물을 효율적으로 관리하기 위한 시설물별 수명주기 데이터베이스를 정리하고 시설물에 따른 도입, 설치, 교체 등 다양한 시설물의 유지관리 운영에 있어 시설물 유지관리 시스템과 연계하여 보다 효율적으로 관리하고자 함.

▶ 연구의 목적

- 본 연구는 도시시설물 유지관리에 있어 생애주기관리기법을 적용하여 시설물 유지관리 체계의 관리운영 방안 제안과 이를 활용한 도시시설물 효율화를 위한 것임.
- 다양한 유형의 도시시설물과 수많은 관리대상 시설물의 관리에 있어 단순 개별적 시설물의 유지관리에는 어려움이 있음.
- 따라서 도시시설물을 효율적으로 관리하기 위한 시설물별 데이터베이스를 정리하고 시설물에 따른 도입, 설치, 교체 등 다양한 시설물의 유지관리 운영에 있어 시설물 유지관리 시스템과 연계하여 보다 효율적으로 관리하고자 함.

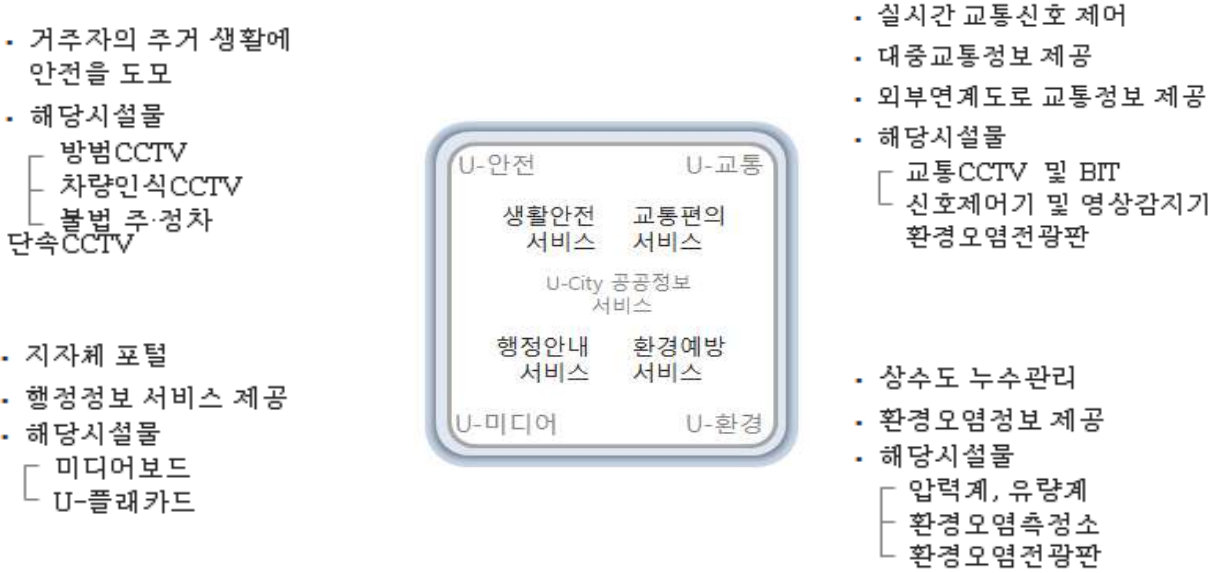
▶ 연구의 범위 및 방법

- 본 연구의 목표를 달성하기 위한 연구 추진 방법으로, 각 세부 목표를 단계별 수행하여 성과를 도출하고 최종적으로 각각의 달성성과를 종합한 시설물 유지관리 개선(안)을 제시하고자 함.
- 첫 단계인 시설물 유지관리 개선 알고리즘에 적용 가능한 데이터베이스 구축의 방향을 설정하기 위하여 현황분석을 통해 현행되고 있는 시설물 유지관리 체계의 문제점을 도출 및 문제점을 포함하여 개선되어야 할 사항을 도출하고,
- 시설물 수명주기에 대한 중요성을 인식하고 이를 반영하기 위한 이론적 기반을 확립하고자하며, 두 번째 단계에서는 도시의 공익적 개념과 거주자 의견을 반영하여, 시설물별 중요도를 고려한 시설물 유지관리의 우선순위 결정을 통해 우선적 관리되어야 할 대상 시설물을 제안하여,
- 본 연구의 최종 목표 달성 시 이를 반영할 수 있도록 하고자 함.
- 또한, 시설물 유지관리 개선(안)의 수립 방향을 모색하기 위하여, 유지관리와 관련된 기존의 사례를 조사하고, 이를 분석하여 본 연구에서 최종적으로 달성하고자 하는 시설물 유지관리 알고리즘을 도출하고자 함.



[그림 61] 연구의 수행 절차 및 방법

○ 본 연구에서 설정한 도시시설물 유형 및 관리범위에 있어 비시설물인 놀이터, 운동장 등 공간적인 비시설물을 제외한 가로등, 보안등, 버스정보시스템, CCTV 등 물리적 시설물의 유지관리 개선을 위한 물리적 범위에 해당됨.



[그림 62] 도시시설물 분류와 연구의 적용 범위(예시도)

○ 본 연구에서는 위의 범위와 같이 물리적 시설물에 대하여 수명주기 도출이 가능한 데이터를 기반으로 도시시설물의 효율적 유지관리를 위한 방향을 제시하고자 함

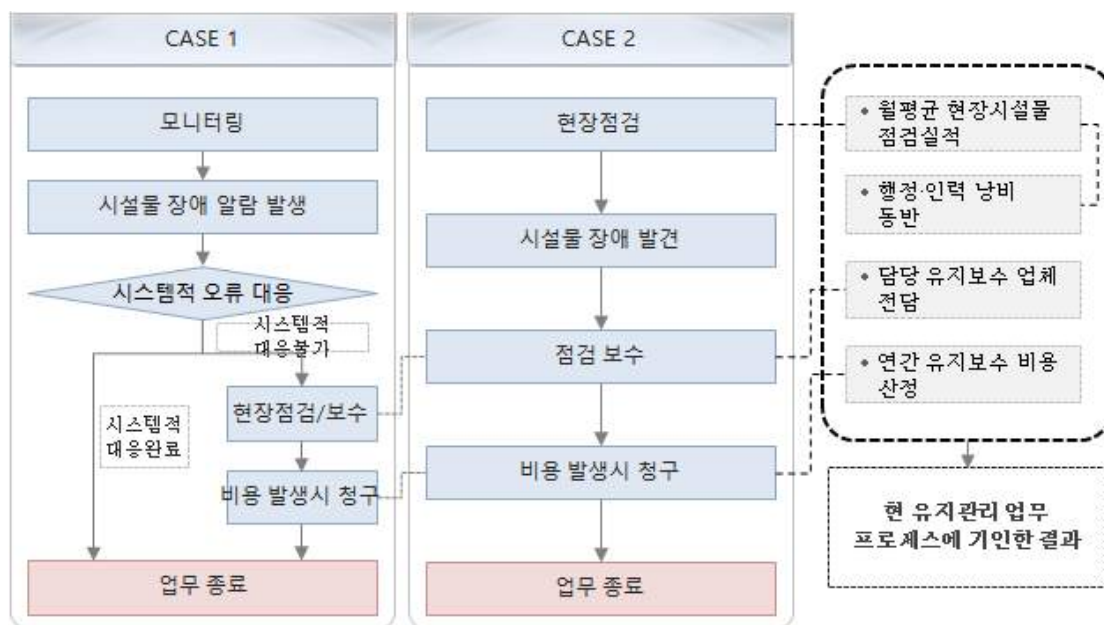
(4) 생애주기 관리기법 적용 데이터베이스 구축 (단위성과 B-2)

(가) 현황 분석을 통한 문제점 개선사항 반영

① 일반현황

㉠ 현행 시설물 유지관리 프로세스

- 현재 시설물 유지관리는 시설물의 특성과약 없이 관례적인 점검이 이루어지고 있음.
- 정기 및 비정기 시설물의 현장 점검이 이루어지고 있음에도 불구하고 관리 대상 시설물의 수를 고려하면, 이에 따른 행정, 인력 낭비가 동반되고 있는 실정이며, 1회성 유지관리 업무의 반복과 지속적 도시민의 요청 및 점검시 발견한 시설물에 대한 장애로 인하여 시설물 특징에 따른 시설물별 운영관리와 대안이 미흡한 실정임.
- 유지관리의 기본개념은 관리대상에 대한 지속적인 관심을 요구하는 것이나, 현재의 관리체계는 획일적인 업무의 반복으로 인해 시설물 장애 상황시 총체적 관점의 문제해결 능력이 부족한 상황임.



[그림 63] 현 시설물 유지관리 절차

- 장애의 당면한 원인에 대한 수궁으로서 진단 → 처방에서 유지관리 업무가 종료됨
- 장애원인이나 유형, 빈도 등에 관한 후속조치가 없음
- 동일한 장애가 지속적으로 반복되어도 일시적인 조치로 더 이상의 원인 제공에 대한 고민이 없음

㉠ 현황분석을 통한 문제점 및 개선사항

- 시설물 유지관리 개선을 하기 위하여 일반현황에 대한 조사와, 현행 유지관리 업무 프로세스에 관한 조사 분석을 통해 앞으로 도출될 데이터베이스 구축의 방향과 유지관리 알고리즘에 고려되어야 할 사항을 도출하였음.
- 현황분석은 업무프로세스와 시설물 관리 실태로 구분하여 이에 관한 현황 및 문제점을 도출하였으며 각 업무영역에서 개선되어야 할 사항을 제시함.

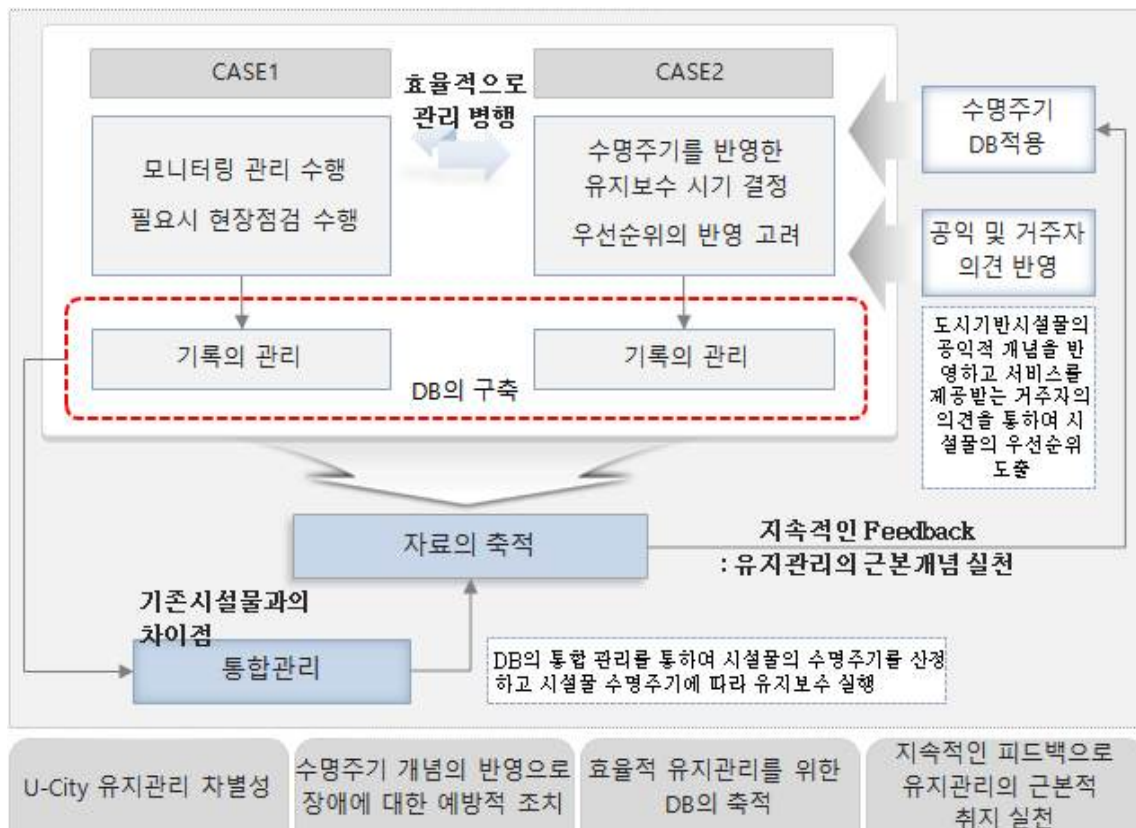


[그림 64] 현황분석을 통한 문제점 및 개선사항

- ▶ 도시기반시설물의 존재 가치와 유지관리에 대한 실천 개념을 반영한 유지관리 체계
- ▶ 시스템에 절대적으로 의존할 수는 없으므로 현장점검을 시행은 하되, 수명주기를 예측한 점검이 이루어 지도록 개선하여 U-City 시설물 유지관리 체계의 차별성을 갖고 운영
- ▶ 시설물 수명주기를 고려한 데이터베이스를 기반으로 비용절감의 유지관리 효과

② 개선사항을 고려한 관리체계 개념도

- 현행되는 시설물 유지관리 현황분석을 통하여 기존시설물 유지관리의 차별성, 수명주기 개념의 반영, 효율적 유지관리를 위한 자료의 축적, 유지관리의 근본적 취지실천의 유지관리 개선 방향을 도출하였음.
- 또한, 시설물 유지관리 자료의 통합 구축 및 관리에 대한 활용을 극대화 하여 도시 시설물의 유지관리 차별성을 갖도록 하며, 아울러 이를 이용한 지속적인 Feedback을 통하여 지속적 관리라는 유지관리 근본 개념을 실천할 수 있도록 반영함.
- 시설물 데이터베이스의 구축으로 수명주기를 산정할 수 있도록 하며, 이와 함께 도시에서의 도시민을 위한 우선적 Needs를 반영한 유지관리 체계로 개선될 수 있도록 하여, 서비스를 제공받는 도시민의 도시의 공익적 가치가 반영되면서 유지관리의 효율성을 동시에 추구 가능함.



[그림 65] 시설물 유지관리 개선을 위한 개념도

(나) 시설물 수명주기 개념의 반영

① 시설물의 수명주기

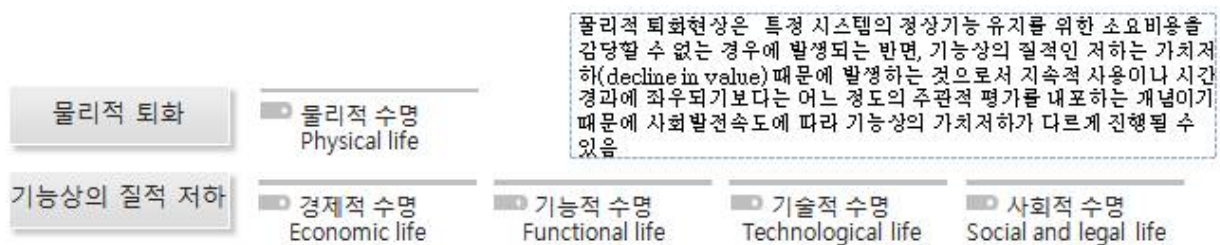
㉠ 시설수명주기

- ‘물리적 퇴화(deterioration)’와 ‘기능상의 질적 저하(obsolescence)’에 의해서 결정된 물리적 퇴화와 기능상 질적 저하의 개념에 근거한 시설물의 수명주기 결정인자는 ‘물리적 수명’, ‘경제적 수명’, ‘기능적 수명’, ‘기술적 수명’, ‘사회적 수명’의 5가지로 구분됨.

㉡ 수명주기

- 미래상황을 예측하여 결정되는 것이기 때문에 불확실성의 영향을 받으며, 수명주기 의사결정자는 계량화 불가능한 인자들에 대한 주관적 관점까지도 체계적으로 고려해야 하고, 결정결과를 확신할 수 없다면 그 결과에 이르는 과정의 합리성 여부를 철저히 검증하여야 함.

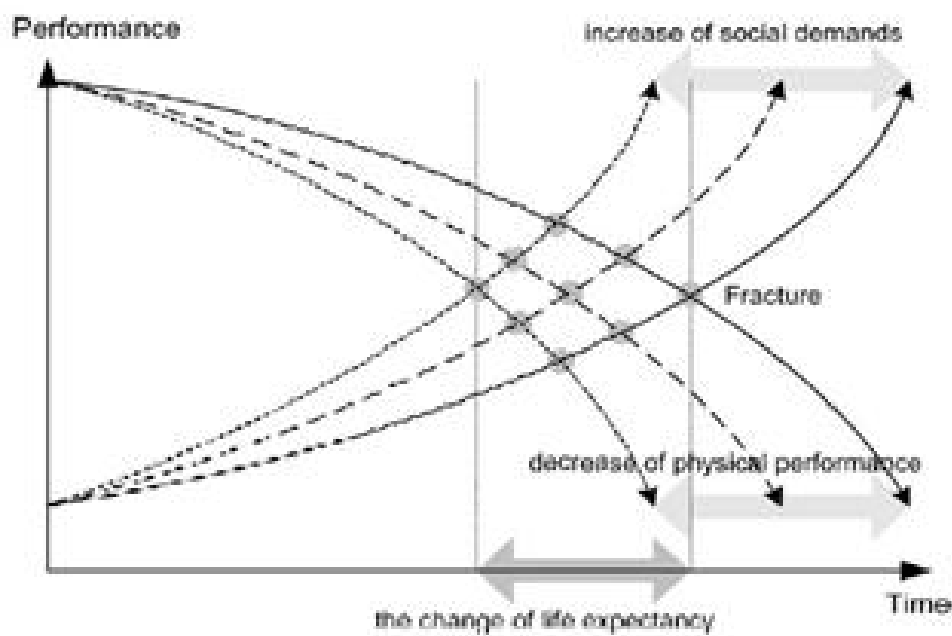
㉢ 수명주기 결정인자



[그림 66] 수명주기 결정인자

㉣ 물리적 수명과 기능적 수명 관계

- 물리적 수명과 기능적 요소에 의해 평가된 수명이 어느 정도 동일한 시기에 한계에 이르는 것이 이상적이거나, 사회적 요구와 급변하는 시대에 시설물의 조기 가치 퇴화 또는 환경부하에 기인한 물리적 성능의 저하 문제를 복합적으로 고려한다면 수명의 결정은 상당히 어려운 문제임.



[그림 67] 사회적 요구 상승과 물리적 성능 저하를 고려한 시설물의 수명결정 개념도

㉞ 수명주기 의사결정의 개념적 틀



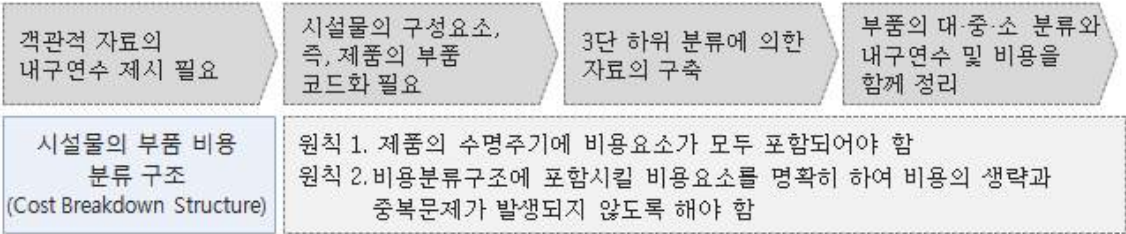
[그림 68] 수명주기 의사결정의 개념적 틀

② 시설물의 수명주기 비용

- Haviland(1977)는 시설 또는 구성요소의 예상수명 판단을 위한 객관적 자료로 내구연수를 제시하여 구성요소의 수명이 종료되는 시점에 교체비나 수선비를 파악함으로써 수명주기비용 산출을 제시하였음.
- 수명주기비용자료는 기존시설의 실적자료, 제품공급자 등의 전문가로부터 획득된 자료를 통해 얻을 수 있으며, 제조업자, 제품공급자 등으로부터 얻어지는 전문가 자료는 대상의 성능과 비용평가를 위해 유용한 정보가 될 수 있음.
- 시설물의 내구연수 동안 소요되는 유지관리비는 일반적으로 초기공사비를 초과하기 때문에 시설물을 계획하는 단계부터 유지관리비를 고려하여 총사업비를 결정하여야 함.

- 특히 공공시설물은 한정된 예산으로 시설물을 공급하여 국민들에게 최대의 편익을 제공하여야 하기 때문에 시설물에 대한 적절한 유지관리가 이루어져야 국민들의 부담을 최소화하면서 편익을 증진시킬 수 있음

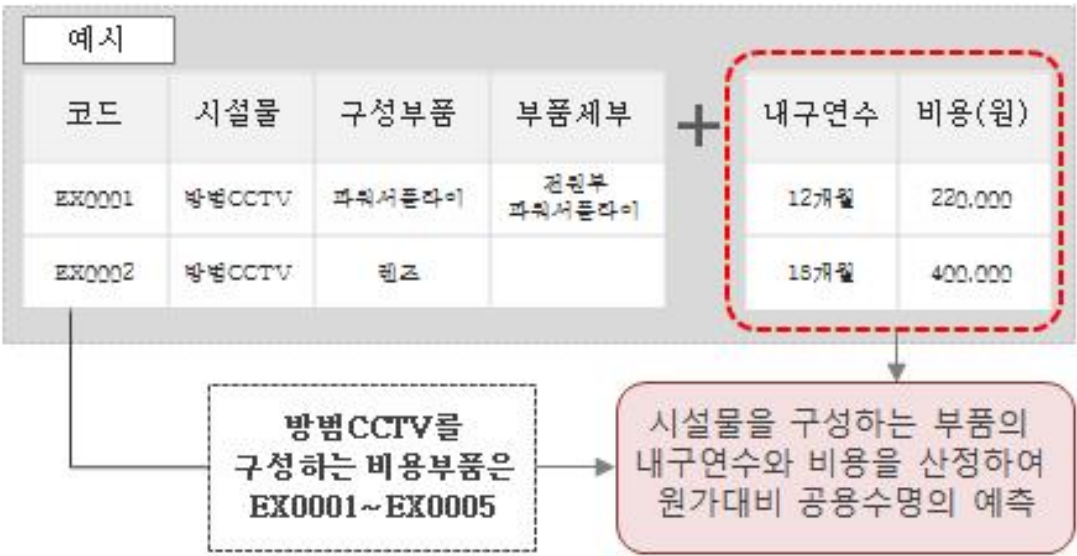
③ 수명주기에 근거한 자료 구축의 원칙 설정



[그림 69] 수명주기에 근거한 자료 구축 원칙

④ 시설물의 부품 비용 분류 구조

- 시설물의 공용수명 예측을 하기 위해 개별 시설물을 구성하는 부품을 분류함. 부품별 세부분류와 각각의 내구연수 및 비용은 지난 실적 자료 또는 제품의 공급자로부터 획득 가능하며, 수명주기의 고려를 위한 부품비용분류에서는 수명주기 결정요소 중 물리적 수명이 해당되며, 기능적 수명을 적용하기에는 한계가 있고 기능적 수명은 우선순위 결정을 통해 반영 가능함.



[그림 70] 시설물의 부품 비용 분류 구조

⑤ 자료의 구축 방향

구 분	코 드	구성부품	부품세부	• • •	내구연구	비용																																		
교통CCTV	EX001	카메라	본체		5년	300,000																																		
	EX002	카메라	렌즈		3년	500,000																																		
	EX003	비디오서버	하드디스크		3년	50,000																																		
<table><tr><th>시설물</th><th>부품코드</th><th>최종 교체일자</th><th>수명예측 교체일자</th></tr><tr><td rowspan="6">교통CCTV CODE001</td><td>EX0001</td><td>2011.01.01</td><td>2011.06.30</td></tr><tr><td>EX0002</td><td>2011.01.01</td><td>2012.01.01</td></tr><tr><td>EX0003</td><td>2010.01.01</td><td>2011.01.01</td></tr><tr><td>EX0004</td><td>2010.01.01</td><td>2011.06.30</td></tr><tr><td>EX0005</td><td>2010.01.01</td><td>2011.06.30</td></tr><tr><td>EX0006</td><td>2010.06.30</td><td>2011.04.30</td></tr><tr><td rowspan="2">교통CCTV CODE002</td><td>EX0001</td><td>2010.10.31</td><td>2011.04.01</td></tr><tr><td>EX0002</td><td>2010.06.30</td><td>2011.06.30</td></tr><tr><td colspan="4">⋮</td></tr></table> 교통CCTV를 구성하는 부품은 EX0001~EX0006 이며 각각의 시설물을 구성하는 부품의 다음 교체일자가 DB화 됨 교통CCTV-CODE001의 다음 보수 일정이 2011.06.30 부품 EX001의 교체일 경우, CODE002의 부품 EX002도 교체 기간이 도래 하였으므로 동시에 현장작업 수행							시설물	부품코드	최종 교체일자	수명예측 교체일자	교통CCTV CODE001	EX0001	2011.01.01	2011.06.30	EX0002	2011.01.01	2012.01.01	EX0003	2010.01.01	2011.01.01	EX0004	2010.01.01	2011.06.30	EX0005	2010.01.01	2011.06.30	EX0006	2010.06.30	2011.04.30	교통CCTV CODE002	EX0001	2010.10.31	2011.04.01	EX0002	2010.06.30	2011.06.30	⋮			
시설물	부품코드	최종 교체일자	수명예측 교체일자																																					
교통CCTV CODE001	EX0001	2011.01.01	2011.06.30																																					
	EX0002	2011.01.01	2012.01.01																																					
	EX0003	2010.01.01	2011.01.01																																					
	EX0004	2010.01.01	2011.06.30																																					
	EX0005	2010.01.01	2011.06.30																																					
	EX0006	2010.06.30	2011.04.30																																					
교통CCTV CODE002	EX0001	2010.10.31	2011.04.01																																					
	EX0002	2010.06.30	2011.06.30																																					
⋮																																								
• • •																																								
가로등	EX0051	조명	LED 조명		5년	800,000																																		
	EX0052	합체	컨트롤러		2년	70,000																																		

[표 8] 자료 구축 방향

(다) 우선순위를 반영한 도시시설물 유지관리 알고리즘 방향

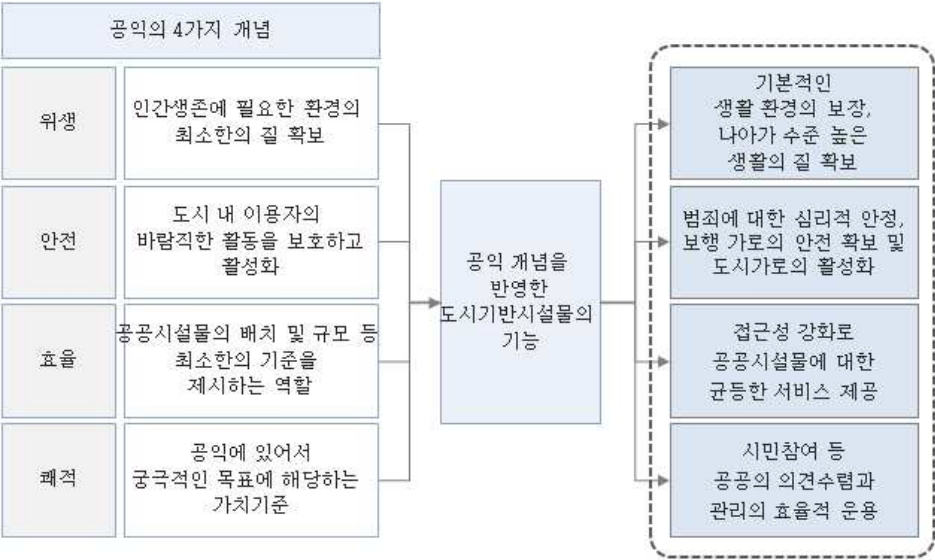
① 도시 공익성 개념의 반영

㉞ 공공의 대상

- 공공의 대상이란 산업혁명 이전인 왕정시대에는 사회 지도층을 의미하였으나 산업혁명 이후 대중으로 전환하게 되었으며, 이러한 공공대상의 변화는 각 대상과 시대적 상황에 따라 요구하는 도시환경의 질에 대한 목적에서 차이가 있으므로 ‘공익’이라는 개념이 담아야 할 내용은 변화하게 되었음. 사회적 요구에 의하여 새로운 공익적 개념이 발생하는 경우 기존 공익개념은 소멸하는 것이 아니라 보편적인 기준으로 새롭게 도시환경에 적용되며 이러한 대상 별 상황에 따른 공익 개념을 건축과 도시계획의 목적을 근거로 살펴보면 크게 위생, 안전, 효율, 쾌적의 4가지로 구분되고 있음.

㉞ 공익의 개념

- 도시에서의 공익의 개념은 도시환경 조성의 기본적·우선적 요소를 설정하는데 있어 중요한 개념이며, 본 장에서는 도시의 공익 개념을 기반으로 시설물 유지관리 시 우선적 관리 대상의 선정에 반영할 수 있도록 하여야 함.

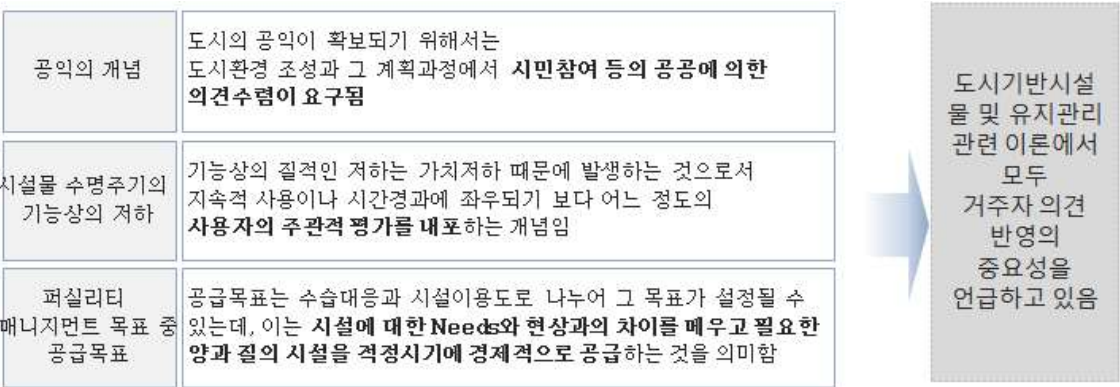


[그림 71] 공익의 4가지 개념과 우선 선정을 고려한 기능

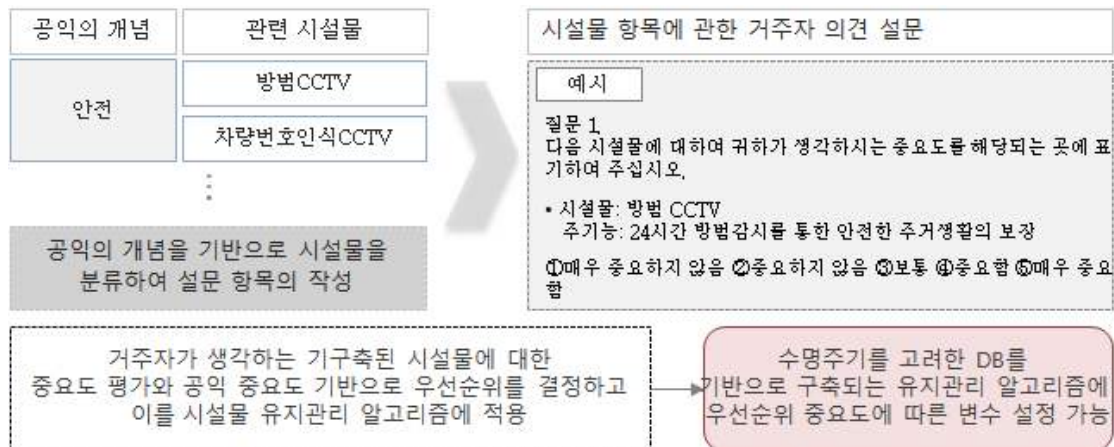
- 위생 · 안전 · 효율 · 쾌적의 개념이 반영된 시설물 유형별 특성을 고려하여 시설물의 우선적 관리 대상 선정에 반영

㉞ 도시민 Needs 반영

- 거주자가 생각하는 시설물의 중요도를 판단하기 위해서 도시민을 대상으로 시설물에 대한 중요도 설문을 실시하여 실 거주자의 도시생활환경 Needs를 반영할 수 있도록 하며, 설문을 위한 작업으로 기구축된 시설물에 대해 공익의 개념으로 분류하고 조사를 위한 설문지를 작성하여 시설물 항목별 중요도 결과로 거주자가 생각하는 중요도가 높은 공익의 개념도 함께 파악 할 수 있음.



[그림 72] 거주자 의견 반영의 중요성



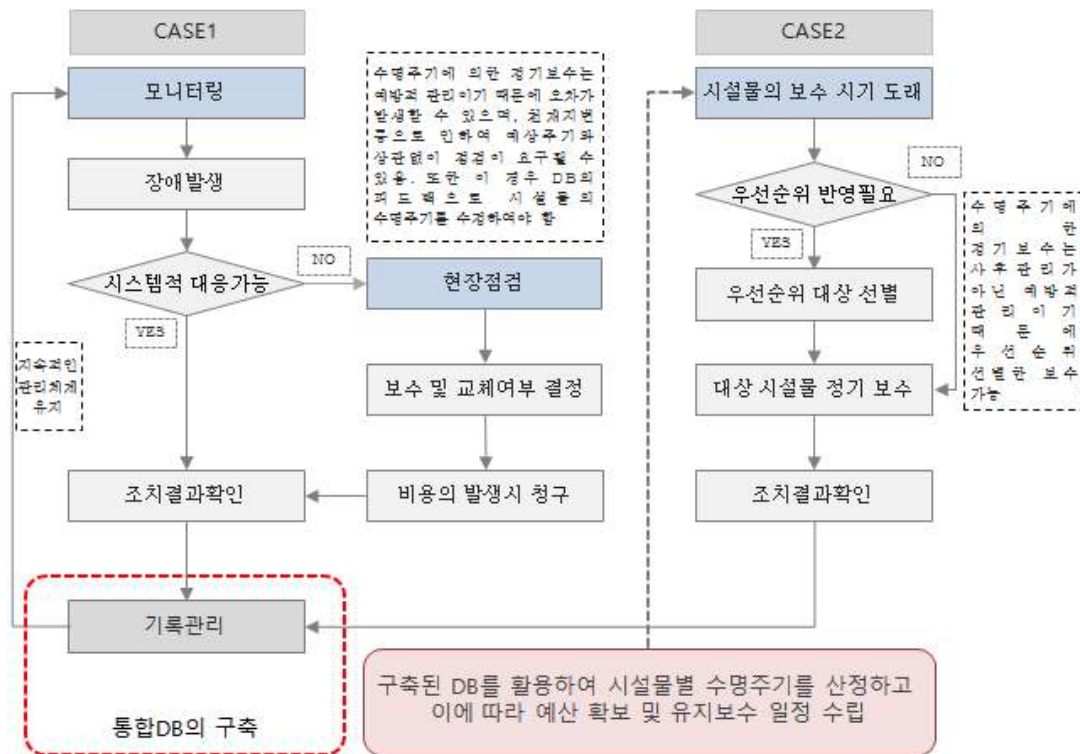
[그림 73] 거주자 의견 반영의 방법

② 최종적 우선순위 도출 방향

- 시설물 유지관리의 우선순위 결정을 함에 있어서, 도시 시설물의 공익성과 거주자의 의견이 동시에 반영 될 수 있도록 함.
- 첫 번째 단계로 위생·안전·효율·쾌적의 개념이 반영된 시설물 유형별 특성을 고려하여 기존 시설물을 분류하고, 두 번째 단계로 4가지 공익의 개념에 중요도별 가중치를 부여하도록 함.
- 세 번째 단계에서는 거주자 설문을 실시하여 시설물에 대한 중요도 평가를 하고, 네 번째 단계에서 공익의 가중치와 설문 결과를 반영한 중요도 점수를 산정하여 최종적으로 시설물의 유지관리 우선순위를 도출하도록 함.

(라) 시설물 유지관리 개선방안 (생애주기 관리기법 적용 데이터베이스 시스템, 단위성과 B-2-①)

- 수명주기를 고려한 시설물 유지관리의 성패는 시설물 데이터베이스의 통합 구축 및 이를 효율적으로 운영 관리함에 있음.
- 수명주기에 의한 유지보수는 사후관리가 아닌 예방적 관리이기 때문에 우선순위를 고려해야 할 상황이 있을 수 있으며, 이 경우에는 시설물 중요도에 따른 우선순위를 적용하여 유지보수 대상을 선별하여 관리하여야 함.
- 또한, 사고로 인한 시설물 파손, 천재지변으로 인한 장애 등 사회적·환경적 요인으로 인하여 예측된 유지보수 주기와 상관없이 보수가 이루어질 수도 있으며, 이 경우 데이터베이스의 갱신으로 예측수명이 달라져야 함.



[그림 74] 시설물 유지관리 체계 개선방안 개념도

- ▶ 기존의 CASE1과 CASE2의 기본 체제는 동일하나 수명주기와 우선순위를 반영한 현장 보수점검의 수행
- ▶ CASE1의 현장점검의 보수이력이 DB에 업데이트되면, CASE2의 일정수립에 반영하여 점검 주기의 변경하여 점검을 중복하지 않고 효율적 유지관리를 수행
- ▶ DB의 통합관리 및 지속적인 모니터링 관리는 기존의 시설물 관리에서 갖는 차별성이라고 할 수 있음

- 도시의 다양한 유형 및 수많은 관리대상의 시설물에 있어 시설물의 정보, 위치정보, 사진정보, 고장민원접수 및 유지보수정보, 이력 및 통계관리를 위한 정보를 데이터베이스 시스템으로 구축하여 전체 현황 뿐 만 아니라 이력관리를 통해 효율적으로 관리하고자 함
- 또한, 시설물별 수명주기를 데이터베이스에 적용하여 시설물의 도입, 설치, 교체 등에 있어 개별 시설물의 수명연장 뿐만 아니라 전체 시스템 교체 등에 따른 예측이 가능하도록 하여 보다 효율적으로 관리하고자 함.
- 효율적 시설물 관리를 위해 생애주기 관리 기법이 적용된 데이터베이스를 구축하여 부품별 교체시기에 따라 시설물의 부품유지보수 또는 전체교체 등 현황과악이 용이하도록 함
- 시설물의 부품별 교체시기에 따라 시설물의 부품유지보수 또는 전체교체 등 현황과악이 용이하도록 생애주기 관리 기법이 적용된 데이터베이스를 개발함

구 분	코 드	구성부품	부품세부	...	내구연구	비용
교통CCTV	EX001	카메라	본체		5년	300,000
	EX002	카메라	렌즈		3년	500,000
	EX003	비디오서버	하드디스크		3년	50,000

시설물	부품코드	최종 교체일자	수명예측 교체일자
교통CCTV CODE001	EX0001	2011.01.01	2011.06.30
	EX0002	2011.01.01	2012.01.01
	EX0003	2010.01.01	2011.01.01
	EX0004	2010.01.01	2011.06.30
	EX0005	2010.01.01	2011.06.30
	EX0006	2010.06.30	2011.04.30
교통CCTV CODE002	EX0001	2010.10.31	2011.04.01
	EX0002	2010.06.30	2011.06.30
⋮			

교통CCTV를 구성하는 부품은 EX0001~EX0006이며 각각의 시설물을 구성하는 부품의 다음 교체일자가 DB화 됨

교통CCTV-CODE001의 다음 보수 일정이 2011.06.30 부품 EX001의 교체일 경우, CODE002의 부품 EX002도 교체 기간이 도래하였으므로 동시에 현장작업 수행

...						
가로등	EX0051	조명	LED 조명		5년	800,000
	EX0052	함체	컨트롤러		2년	70,000

[표 8] 데이터베이스 구축 방향(예시)

(마) 생애주기 적용 활용 사례

- 본 과제를 통해 도시 공간 및 시설물 통합운영관리를 위한 생애주기 관리 기법은 그림과 같이 각 시설물별 부품 및 핵심 부품의 모듈화에 대한 사용 연수를 데이터베이스화 함
- 각각의 시설물은 제조사에서 보증하는 사용 연수를 데이터베이스화 하였으며, 이를 지도정보와 연계하여 각각의 부품의 사용연수가 지남에 따라 지도 정보에 1년 이상, 1년 미만, 6개월 미만, 3년 미만의 각기 다른 색으로 지도 정보에 표시되도록 함
- 이를 통해 시설물의 전체현황을 파악하여 핵심부품의 교체인지, 일부 부품의 교체인지, 전체 시설물을 교체할 것인지를 시설물 관리자는 판단할 수 있어 사전 예측을 통해 노후 시설물에 대한 교체 여부를 파악 할 수 있음
- 또한, 데이터베이스 데이터를 통해 교체 주기 목록을 활용하여 유지보수에 대한 예산 확보에 활용할 수 있음

① 상수도 시설물 내용연수 설정연구 (환경부 상하수도국 수도정책과)

연구 내용 (2008)	시설별 노후상태 원인과 영향인자 조사	○ 상수도 시설 관리 현황 조사 ○ 시설/운영특성, 환경조건에 따른 경년변화 현장조사 ○ 시설별 노후상태 원인과 영향인자 규명
	시설별 잔존수명 평가 방안	○ 시설별 잔존수명 평가 항목 도출, 영향력 정량화 ○ 시설별 잔존수명 예측 모델 개발 ○ 시설별 경제적 교체시기 결정 방안 도출 ○ 기존 내용연수에 대한 적정성 평가
	잔존수명에 의한 개량계획 수립 가이드라인 개발	○ 잔존수명 평가에 의한 내용연수 적용방안 ○ 수명평가에 의한 시설물 개량시기 결정 계획 수립 가이드라인 제시

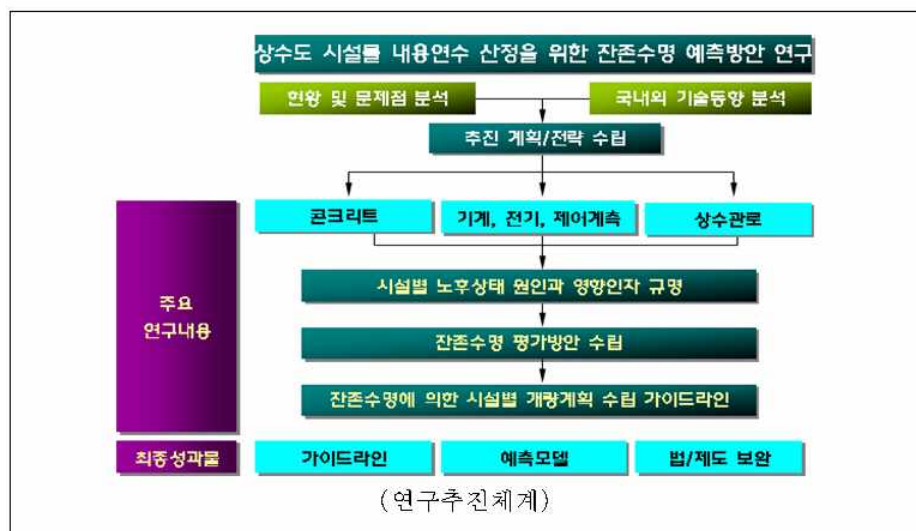


그림 64 상수도 시설물 내용연수 설정연구 (환경부 상하수도국 수도정책과)

② 생애주기비용(LCC) 분석 프로세스(안양시설관리공단)

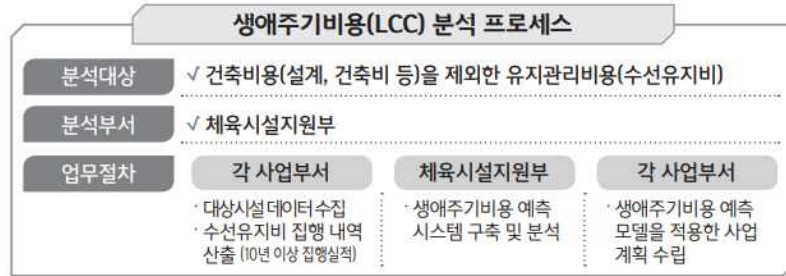


그림 65 안양시설관리공단 생애주기비용(LCC) 분석 프로세스

③ 생애주기 적용법을 활용한 예시 : 성균관대학교 시설물 통합관리시스템

검색조건 검색 전체보기

그룹	NO	시설물종류	수명주기	관리
시설과	2	블럭포장	블럭 10 일	정보수정 삭제
도로과	1	안내판	거치대 100 일	정보수정 삭제
도로과	3	인공폭포	벽돌 10 일	정보수정 삭제
시설과	5	테니스장	그물망 10 일	정보수정 삭제
시설과	4	화장실	전등 10 일	정보수정 삭제

그림 66 성균관대학교 시설물 통합관리시스템 웹페이지의 수명주기 표기



그림 67 시설물 생애주기 적용을 활용한 사례

라. 도시시설물 관리를 위한 스마트디바이스 센서 활용기술 및 알고리즘 분석 (핵심성과 C)

(1) 연구결과 요약

(가) 데이터 수집을 위한 센서기술 및 활용방안 조사 분석 (단위성과 C-1)

① 데이터 수집을 위한 센서기술 현황 조사 분석

- 스마트디바이스의 다양한 센서를 조사하고 도시시설물 관리 효율화를 위한 요소기술을 도출 및 적용방안을 수립
- 스마트 도시 시설물 관리를 위한 스마트디바이스 활용 요소 기술의 정의 및 개념 확립으로 시스템 적용 요소기술 개발 및 구축방안 수립

▶ GIS (Geographic Information System)

- 정의: 지형 및 공간상의 각 지형지물에 대하여 도형정보(그래픽데이터)와 속성정보(시설물 또는 건물의 정보 등)를 구축하여 정보를 효과적으로 수집, 저장, 갱신, 분석, 표현할 수 있도록 설계된 통합정보 시스템
- 활용분야: 토지 관련분야, 시설물 관리 분야, 교통 분야, 환경 분야, 재난재해 분야 등 다양한 분야에서 활용
- 활용사례: 성남시 지리정보시스템

▶ USN (Ubiquitous Sensor Network)

- 정의: 사물에 RFID, Sensor 등을 부착해 감지한 정보를 무선으로 인터넷과 연결하여 인식, 모니터링 또는 수집, 관리하는 네트워크
- 활용분야: USN은 각종환경감시, 보안관리 및 모니터링, 화재감시 모니터링 시스템 등에 적용 가능
- 활용사례: 불국사 문화재 보호 관리 시스템

▶ RFID (Radio-Frequency IDentification)

- 정의: 전파를 이용해 먼 거리에서 정보를 인식하는 기술
- 활용분야: RFID의 물류관리, 주차관리, 도서관리, 동물식별, 교통카드, 출입통제용 카드, 하이패스용 카드 등 다양한 분야에서 응용
- 활용사례: 음식물쓰레기 관리시스템, 아시아나 IDT 타이어 이력정보 관리

▶ **QR Code (Quick Response)**

- 정의: 사각형의 가로세로 결자무늬에 다양한 정보를 담고 있는 2차원 형식의 코드
- 활용분야: OA, 행정 분야, 서비스업계, 의료분야, 유통업계, 물류분야, 제조업, 교육서비스 등 광범위하게 여러 분야에서 활용
- 활용사례: 청계산 등산로, 삼성 서울병원

(나) 시설물 피사체 위치기반 정보와 GIS 정보연계방안 조사 분석 (단위성과 C-2)

- 스마트디바이스의 센서를 통해 피사체의 위치기반 정보와 GIS 정보를 연계하여 효율화 관리방안 연구

① 시설물 피사체 위치기반 정보 (단위성과 C-2-①)

▶ **스마트 디바이스 센서 활용기술 및 알고리즘 분석**

- 시설물 정보 수집 프로세스는 정보수집과 정보판독 모듈을 통해 영상수집-위치인식-정보전송-GIS정보-매핑 총 4단계로 구성

▶ **스마트 디바이스 센서활용 시설물(피사체) 위치정보 기준 관리 기술**

- 스마트디바이스의 자이로스코프센서, GPS, 지자기센서를 활용하여 스마트디바이스의 GPS 위치 정보 값이 아닌 피사체 위치정보를 수집하여 유지관리 대상의 정확한 위치정보를 확인 가능

▶ **시설물 정보와 GIS정보 매핑을 통한 시설물 현황 가시화**

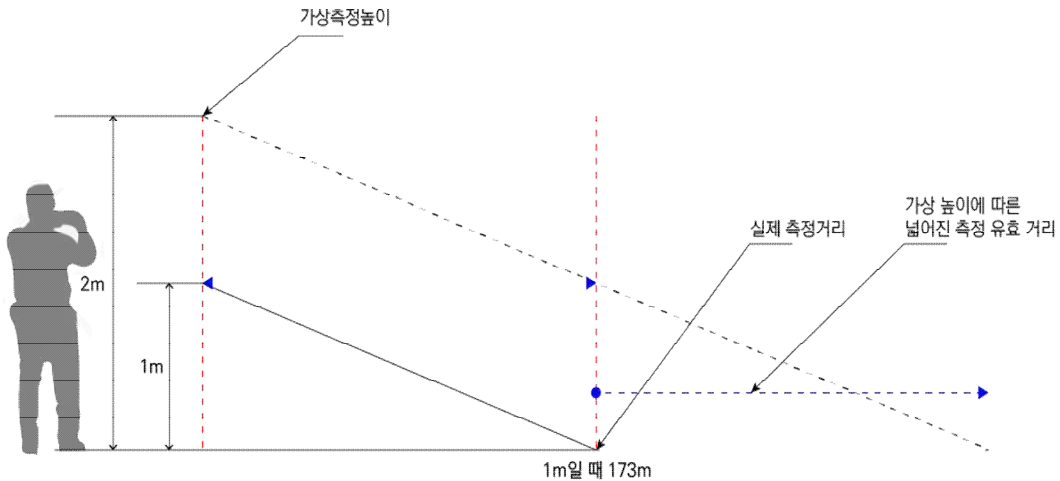
- 시설물의 다양한 정보들을 데이터베이스화를 통해 지도에 매핑하여 시설물의 현황과 위치 및 범위까지 체계적인 관리가능

② 스마트폰 센서를 활용한 원거리 피사체 위치정보 수집 한계에 따른 해결 방안

▶ 스마트폰을 활용한 원거리 피사체 위치정보 수집의 한계 요소

- 삼각법 알고리즘을 활용하여 피사체의 위치를 획득하는 방법에 있어 제한적인 사람의 키 높이를 가상으로 높여주어 거리의 범위를 확대

▶ 가상높이 설정을 통한 원거리 피사체 측정 개념



[그림 54] 스마트폰의 가상높이 설정을 통한 원거리 피사체 위치정보 측정 개념도

▶ 가상 높이를 통한 원거리 피사체 위치정보의 활용성

- 피사체 거리측정의 장점을 활용하여 고속도로와 같은 달리는 차안, 접근이 어려운 하천시설물, 산불 등 재난 발생시 재난 발생 위치 전송 등 상황에 활용이 가능

③ PVC. VLC 통합 가시광선을 활용한 위치 확인 기술

㉓ 삼색광 고속통신 프로토타입 시스템

▶ 삼색광 프로토타입 통신 시스템 실현 및 개선

- 삼색광 프로토타입 통신 시스템 실현을 위한 물리적 환경 구축
- 광발사기와 광수신기는 모두 4U 높이 19인치 케이스 사용
- 각 케이스에는 8개의 카트를 삽입하고, 각 탭 카드에는 별도의 전면 패널 보유
- 백(Back) 패널은 박스에 가운데 있고, 백 패널 뒤에는 전원이 장착되어 있으며, 후면 패널에는 방열 팬과 전원 콘센트 장착



그림 69 삼색광 발사기 실물 사진



그림 70 삼색광 수신기 실물 사진

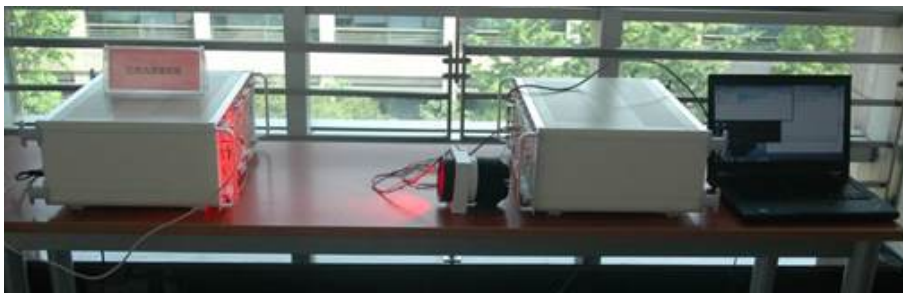


그림 71 삼색광 통신 시스템 실물 사진

▶ 문제 검출로 인한 물리적 장비개선

○ 전등 개선



그림 72 첫 번째 전등



그림 73 두 번째 전구



그림 74 세 번째 전구

○ 전등 개선에 따른 스펙트럼의 변화

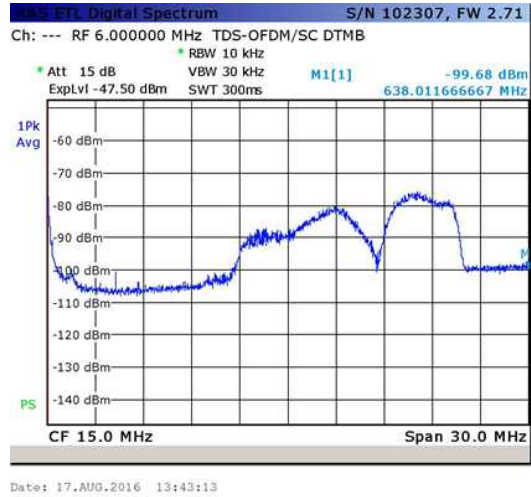


그림 75 차폐선 적용하지 않은 혼선 신호의 주파수 스펙트럼

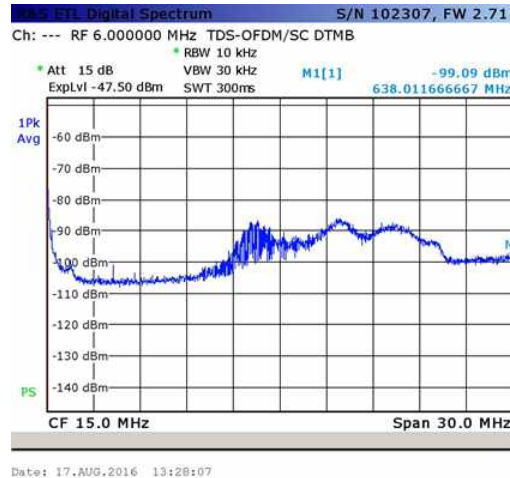


그림 76 차폐선을 적용한 혼선 신호 주파수 스펙트럼

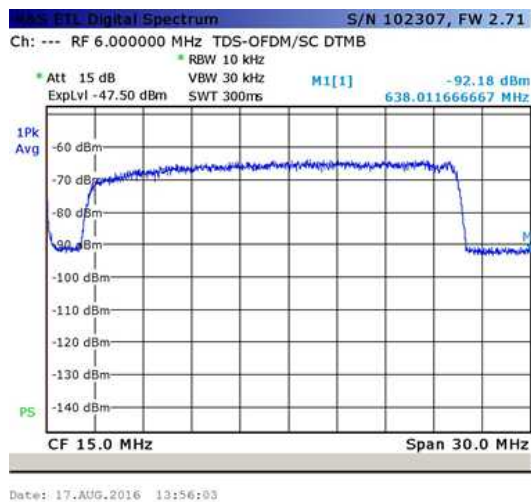


그림 77 전등 4개의 주파수 스펙트럼

▶ 프로토타입 시스템 검증

○ 시연시스템

- 프로그램을 재생하는 세 대의 컴퓨터
- 광 발사기
- LED 전구
- 광 수신기
- 3개의 4K 암호 해독 케이스
- 3개의 4K TV

○ 검증 방법

- 컴퓨터에서 4K 동영상 재생
- 인터넷 케이블을 통해 UDP방식으로 광 발사기에 전송
- 광 발사기는 3가지 전류를 수출하여 RGB 삼색 전구를 점등
- 광 수신기의 광 탐지기에서 빛을 접속하여 4K 암호 해독 케이스에 UDP 신호를 출력
- 암호 해석 후 HDMI 케이블을 통해 영상 및 음성 신호를 3개의 4K TV에 출력

○ 컴퓨터는 일반 컴퓨터로 진행하며, 내부에 지정된 동영상 플레이어를 다운

○ 4K 암호 해독 케이스는 맞춤 제작하여, 전용 칩 하드코드를 사용



그림 78 시연 시스템 실제 사진

▶ 삼색광 PLC-VLC 프로토타입 통신 시스템 및 기술지표

○ 본 연구의 PLC-VLC 삼색 통신 시스템을 실현하기 위하여 아래의 지표를 충족시켜야 함

- 광원(光源)파장: 630nm(적), 520nm(녹), 450nm(남)
- 유효 대역폭: 22.68MHz
- 변조 방식: TDS-OFDM
- 별자리 매핑(星座映射): 256APSK
- 물리층 속도: 500Mbps

○ 시스템은 삼색광 발사기와 삼색광 접수기 두가지 부분으로 구성

- 4U 19인치 높이의 기계 케이스로 플러그 형태에 백(Back)패널 구조

- 각 케이스에는 8개의 카드가 삽입가능 (UDP-ASI 발사패널, 광 발사 수자패널, 광 발사 시뮬레이터 패널, 주 컨트롤 패널, 광 접속 수자패널, 광 접속 시뮬레이터 패널, ASI-UDP 접속 패널 등 7가지)

- 스펙트럼 기울기를 개선하기 위해 디지털 예실진 기술을 적용
- 시연 시스템을 만들어 4K TV 프로그램을 실시간으로 전송하는 방식으로 시스템의 전송 효과를 시연
- 삼색광 사이에 혼선이 있기 때문에 실제 통신 효과는 개선필요

㉔ PLC-VLC 융합 네트워크 접속 메커니즘 보완 및 검증

▶ 상행, 하행 양방향 전송 메커니즘을 갖춘 가시광-전력선 융합 시스템

- PLC-VLC 무선랜에서 간선 통신은 PLC 네트워크로 구성
- 각각의 LED 전등은 하나의 통신 접점으로 사용자와 LED 램프 사이에 양방향 통신
- LED 전등에서 사용자를 향한 통신을 하향 통신이라고 하며, 사용자로부터 LED 전등을 향한 통신은 상향 통신VLC 방식과 전통적인 무선 전파 접속 방식에 대한 차이점
 - 여러 개의 VLC 방식의 접속점
 - 사용자의 접속점은 사용자의 공간 위치와 관련
 - 일반적으로 각 LED의 접속점은 LED 광원과 동일한 위치에 존재

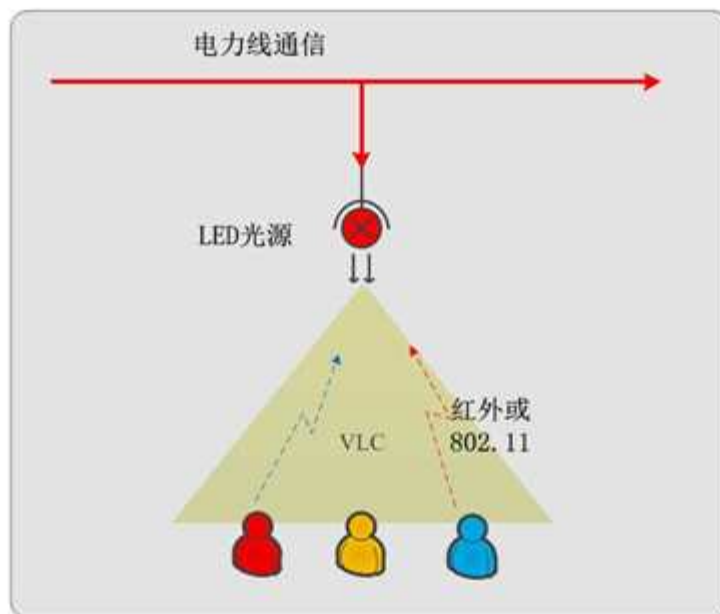


그림 79 가시광선 양방향 전송 다이어그램

- VLC는 전통적인 무선주파수 통신과는 달리 여러 개의 접속점이 존재
- 단말이 여러 개의 LED 전등에 접속 요청 신호를 송신할 수 있도록 단말의 광신호의 송신 광각이 스스로 적응할 수 있는 변조를 지원
 - 접속 요청 신호를 송신할 때는, 단말이 가능한 한 많은 광원과 접속을 세울 수

- 있도록 광각을 확대하는 것이 필요
- 단말기가 이미 접속되어 있을 때 송신되는 광각은 적절히 줄여 다른 광원의 다른 사용자와 통신하는 데 방해가 되지 않도록 설정
- 시스템 자원을 가능한 한 이용하기 위해서는 가능한 한 각 광원에 접속되는 사용자 수를 평균
- 여러 광원이 동일한 사용자로부터 동시 접속 요청을 받으면, 현재 접속 사용자 수가 적은 광원이 해당 사용자와 연결
 - 여러 사용자가 동일한 광원에 동시에 요청 신호를 보낼 때 이 광원은 대외에 충돌 방송 공지
- 단말의 원활한 접속을 위해서는 하행에서 일정한 자원을 따로 할당하여 공공으로 사용
- 방송에 충돌이 있는지 여부 확인
 - 단말과 연계 구성
 - 사용자에게 하행 링크 전송 시 해당 사용자 정보의 위치를 공지
- 사용자가 광원과 연결을 맺을 때 광원은 그 정보의 위치를 알려주고 단말은 다시 알려진 정보 위치에 따라 수신 신호를 실시

▶ 상행, 하행 체제를 채택한 PLC-VLC 융합 통신 시스템 구조

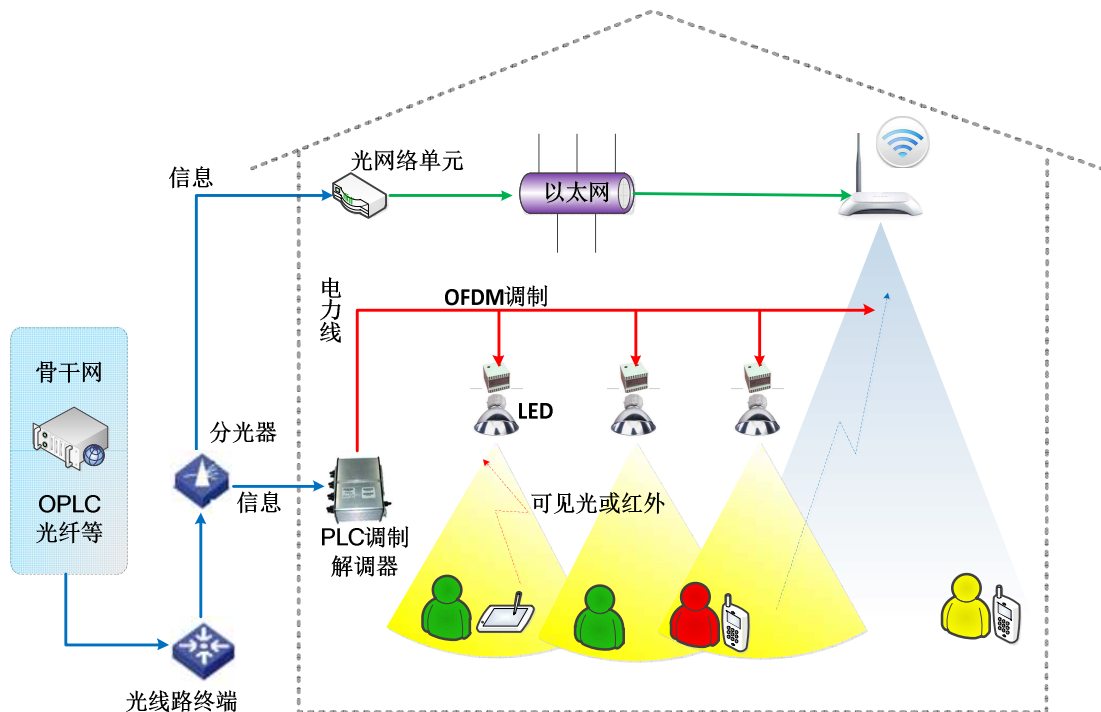


그림 80 PLC-VLC 융합 통신 시스템 구조

(다) 시설물 피사체 위치기반 정보와 GIS 정보연계방안 조사 분석 (단위성과 C-2)

① 시설물 피사체 위치기반 정보와 GIS 정보 연계방안 조사 분석 (단위성과 C-2-①)

▶ 영상정보매핑 정보수집

- 촬영 장치를 활용하여 영상정보 수집; 좌표측정 장치를 활용하여 좌표 값을 수집; 방위센서에 자이로센서와 가속도센서를 더해 사방위와 상하 기울기 값을 수집; 정보판독모듈을 활용하여 수집 된 정보를 현장에서 수동으로 조정 가능

▶ 스마트디바이스와 시설물간 거리 및 위치정보 수집방법

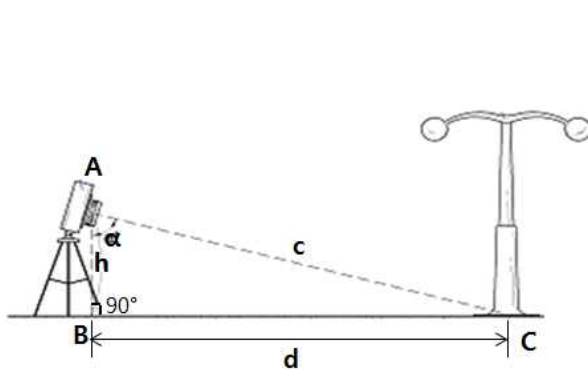
- 측정하고자 하는 시설물의 하부를 측정한 후, 방위센서를 이용하여 측정기기와의 기울기값(a)을 측정; 지면에서 정보수집모듈까지의 높이값(h)을 측정; 측정된 기울기값(a)과 높이값(h)을 통해 삼각함수의 원리에 의해 거리값(d) 도출

▶ 시설물 정보의 데이터베이스화 및 지도매핑

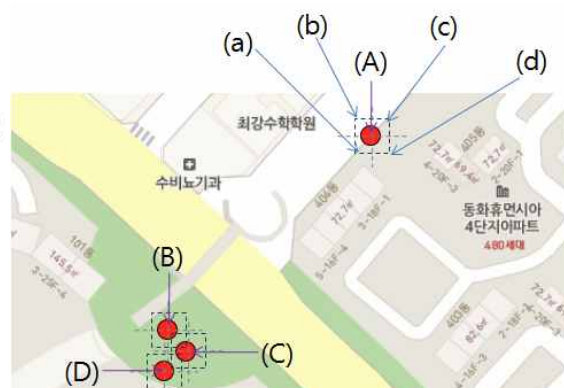
- 스마트디바이스의 카메라를 통해 시설물을 촬영한 후 촬영된 시설물의 위치 정보와 사진정보를 지도정보에 매핑

▶ 시설물 위치정보와 GIS 정보 매핑을 통한 시설물 정보 자동 전송 방안

- 시설물 정보는 위도 및 경도 정보를 토대로 위치정보가 데이터베이스에 저장되고 GIS정보에 매핑되어 지도에 시설물의 위치를 표시
- 위도 및 경도 데이터는 하나의 점으로 GIS정보와 정확히 매핑되어 정보를 수집하기 어려움으로 해당 시설물 위치지점을 1M 정도로 범위를 넓혀주어 자동으로 쉽게 스마트폰에 전송 가능하게 설정



[그림 51] 시설물과의 거리측정 도식도



[그림 52] 시설물 위치정보와 GIS 정보 매핑을 통한 시설물 정보 자동 전송 방안

(2) 연구내용

(가) 연구의 목적

▶ 데이터 수집을 위한 스마트디바이스 센서 연구 및 기술개발

- 스마트 도시 시설물 관리를 위한 스마트디바이스 활용 요소 기술의 정의 및 개념 확립으로 시스템 적용 요소기술 개발 및 구축방안 수립

▶ 시설물 피사체 위치기반정보와 GIS정보 연계 알고리즘 분석

- 스마트디바이스로 관리하고자 하는 시설물의 피사체 위치정보와 GIS정보와의 연계할 수 있는 알고리즘이 도출로 스마트시티 도시시설물 운영관리의 적용방안 수립

(나) 연구수행 방법

- 스마트폰의 센서기술을 조사 분석하고 이를 활용하여 시설물의 정보수집이 용이하도록 알고리즘과 연계하여 제시

단계(연차)		주요 연구활동	세부 연구내용
1단계	1차년도 (’16.04 ~ ’17.03)	○ 도시 시설물 데이터 수집방안 연구	○ 도시 시설물의 다양한 정보 수집이 용이하도록 방안 제시
		○ 수집된 데이터 활용이 용이하도록 가시화 방안 정립	○ 전체시설물, 지역별, 시설물별 등 도시시설물을 가시화 하여 통계, 예산 등에 활용이 용이하도록 가시화 방안과 시스템 적용방안 정립
2단계	2차년도 (’17.04 ~ ’18.03)	○ 데이터베이스 시스템 구축에 적용 방안 제시	○ 모바일 센서 기술과 데이터베이스 시스템과 연계한 도시시설물 관리 모델 제시
3단계	3차년도 (’18.04 ~ ’19.01)	○ 시범서비스를 통해 데이터베이스 시스템 검증	○ 시범서비스를 통해 모바일 센서 기술 적정성 및 정확성 테스트 및 검증

(3) 데이터 수집을 위한 센서기술 및 활용방안 조사 분석 (단위성과 C-1)

(가) 데이터 수집을 위한 센서기술 현황 조사 분석 (단위성과 C-1-①)

- 스마트 도시 시설물 관리를 위한 스마트디바이스 활용 요소 기술의 정의 및 개념 확립으로 시스템 적용 요소기술 개발 및 구축방안을 립하도록 함.
- 스마트디바이스로 관리하고자 하는 시설물의 피사체 위치정보와 GIS정보와의 연계할 수 있는 알고리즘 도출, 스마트시티 도시시설물 운영관리의 적용 방안을 수립하고자 함.
- 도시시설물은 언제어디서나 현장중심의 정보 수집 및 전송이 가능하여야 하기 때문에 휴대성이 용이하고 적시에 정보가 제공되어 안전문제가 해소되어야 함.
- 또한 관리 범위의 넓은 이동거리에 따른 이동성 및 편리성과 누구나 사용이 용이하도록 제공 되어야 도시시설물 관리의 효율화를 가져올 수 있음.
- 따라서 누구나 소지하고 있는 스마트디바이스의 센서 활용기술을 분석하여 이를 기반으로 시설물, 즉 피사체 위치와 사진정보 수집이 용이하도록 알고리즘을 통해 시스템에 반영 하고자 함.
- 스마트폰의 센서기술의 특징을 조사 분석하고 이를 본 기술개발과제와 연계하여 시설물의 정보 수집이 용이하도록 피사체 위치 및 사진정보를 수집할 수 있도록 알고리즘을 제시함
- 피사체 시설물 정보 수집에 있어 사람의 키높이에 따른 삼각법 알고리즘의 한계인 높이와 연계된 원거리 측정 한계에 있어 가상의 높이 설정을 통해 이를 해결할 수 있도록 함

① GIS

㉠ GIS 정의

- GIS(Geographic Information System)은 지형 및 공간상의 각 지형지물에 대하여 대상물별(토지, 건물, 지적선 등)로 도형정보(그래픽데이터)와 속성정보(시설물 또는 건물의 정보 등)를 구축하여 정보를 효과적으로 수집, 저장, 갱신, 분석, 표현할 수 있도록 설계된 통합정보 시스템임. 우리나라는 지리공간 정보(Spatial Data)를 디지털화 하여 수치지도(Digital Map)로 작성하고 다양한 정보통신기술을 통해 재해환경시설물 관리와 행정서비스에 활용하고 있음.



[그림 12] GIS 서비스 개념도

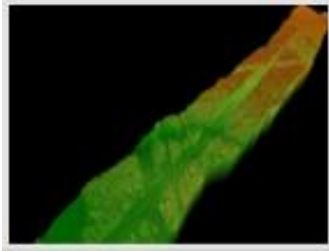
㉡ GIS 활용분야

- GIS 활용분야는 토지 관련분야, 시설물 관리 분야, 도시계획 및 관리 분야, 환경, 농업, 재해재난 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 토지관련 분야에는 토지에 대한 이용현황 및 지가, 개발, 이용제한 등 각종 정보를 데이터베이스화함으로써 공공기관의 토지관련 정책수립에 필요한 정보제공 및 토지 계획 수립에 활용될 수 있으며, 민원인에게 종합적인 토지정보를 제공할 수 있음.

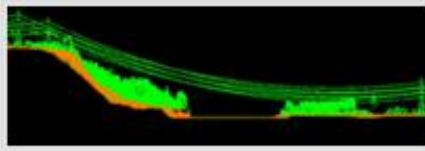


[그림 13] 지적현황 정보제공

- 시설물 관리 분야로는 지상과 지하에 있는 각종 시설물에 대한 위치정보와 시설물의 정보를 연계하여 시설물관리에 소요되는 비용과 인력을 절감하고 관리 부실에 따른 재난을 사전에 방지할 수 있음.



[그림 14] Pipeline

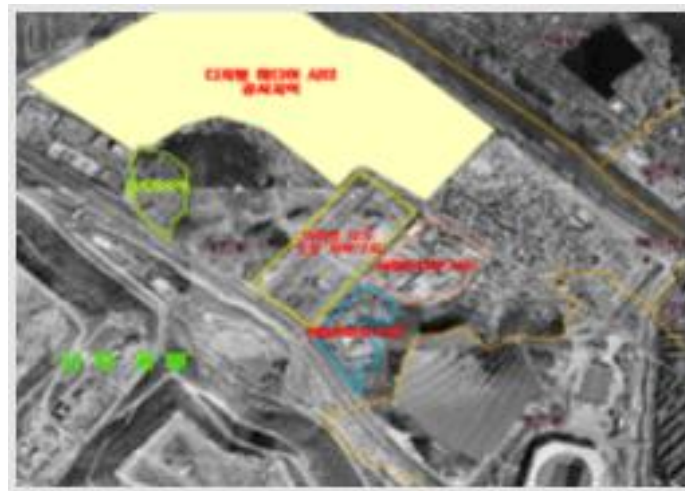


[그림 15] 전력선(LiDar자료)



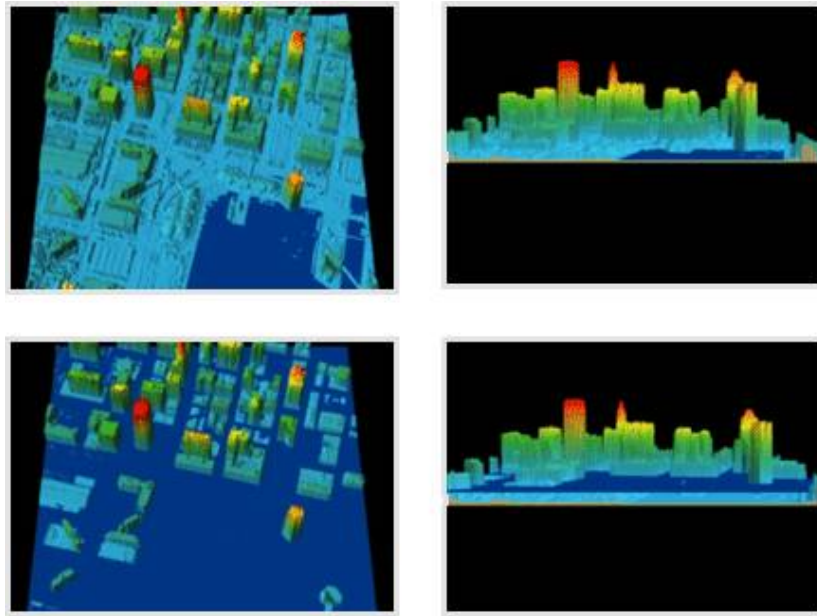
[그림 16] 전력선(LiDar자료)

- 교통 분야에는 교통개선계획, 도로유지보수, 교통시설물관리 등 종합적인 도로관리 및 운영시스템을 비롯하여 지능형 교통시스템(Intelligent Transportation System : ITS)의 가장 중요한 부분인 교통정보 제공 분야에 활용하고 있으며, 도시 계획 및 관리 분야에는 도시화 현상에 의해 발생하는 인구, 교통, 건물, 환경 등에 관한 정보를 구축하여 도시현황 파악, 도시계획 수립, 도시정비 및 도시기반시설물 관리에 활용되고 있음.



[그림 17] 서울특별시 상암구 개발계획

- 환경 분야는 수질정보, 지질정보, 대기정보 등을 데이터베이스화 하여 각종 환경변화 예측 등에 활용되고 있으며 농업분야는 지표경사, 토양, 지질 및 재배기술에 관한 정보를 데이터베이스화 하여 토양특성에 적합한 작목을 추천하고 작물 재배 시 수확량 예측에 이용하는 등 과학적 영농 지원에 활용하고 있음.
- 재해 재난 분야는 하천정보, 강우정보 등을 통한 홍수도달시간 예측, 지질정보 지진발생 사례정보 등을 통한 지진예측 등에 활용하여 재난을 미연에 방지할 수 있음.



[그림 18] 홍수 시뮬레이션(LiDAR 데이터 활용)

㉔ GIS 활용 사례 (성남시)

- GIS(Geographic information system) 행정망을 통해 성남시 전역의 토지정보, 건축물 정보를 신속 정확하게 통합 조회할 수 있고, 민원인의 요구사항을 현장에 출동하지 않고도 빠른 시간에 해결할 수 있게 되었음. 또한 시민들은 성남시 홈페이지를 통해 성남사랑상품권가맹점, 도시정비 예정구역 등 특화된 지리정보를 제공받을 수 있고, 지역 내 각종 공사, 단수 시간 등을 안내받아 생활 편의를 도모할 수 있게 되었음.



[그림 19] 성남시 지리정보시스템
(성남시 지리정보시스템 GIS 구축완료, 아시아투데이, 2010)

- [그림20]의 '방재정보 공유시스템'은 방재연구 결과보고서나 실시간 수문·기상 자료의 업로드 및 다운로드가 가능하며 재해위험도, 침수흔적도 등 각종 디지털 재해 주제도를 업로드/다운로드 할 수 있는 기능을 포함하고 있음.
- 또한 이 시스템은 방재와 관련된 모든 정보나 자료를 방재정책 입안자나 결정자 그리고 방재연구자들로 하여금 상호 공유함으로써 업무수행의 효율성을 향상시키기는 것이 주목적임.
- 또한, '재해 상황 모니터링 시스템'은 실시간 강우량, 적설량 등의 기상상황을 모니터링하고 주요 하천의 수위나 댐 운영현황을 모니터링 하는 시스템으로 전국의 주요 저수지의 담수 현황을 모니터링 할 수 있는 기능도 포함하고 있음.



[그림 20] 방재정보 공유시스템

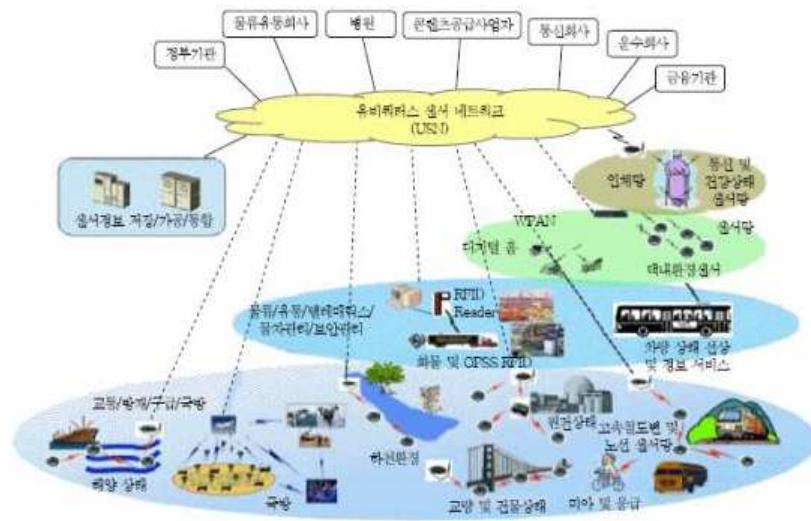
② USN

㉞ USN 정의

- USN(Ubiquitous Sensor Network)은 [그림21]과 같이 사물에 RFID, Sensor 등을 부착해 감지한 정보를 무선으로 인터넷과 연결하여 인식, 모니터링 또는 수집, 관리하는 네트워크를 말하며, 이는 저용량의 데이터를 최소한의 전력을 사용하여 자가적으로 동적인 네트워크를 구축 하면서 효율적 데이터를 수집할 수 있음.⁵⁾

4) 방재정보분석시스템 구축과 재난예방 강화 기사, 공감 코리아 칼럼, 2010

5) IITA(2005), RFID/USN 기술개발 마스터 플랜(안)

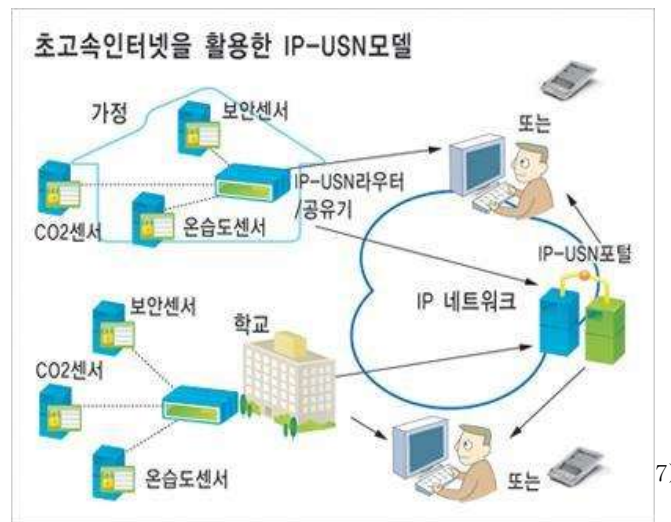


[그림 21] RFID/ USN 개념도

㉠ USN 활용분야

- USN은 각종환경감시, 보안관리 및 모니터링, 화재감시 모니터링 시스템 등에 적용 가능함. 환경감시의 예를 든다면 CO2 센서 등을 부착해 환경 모니터링 시스템에 적용 가능하며, 보안센서를 통해 보안 시스템 관리 및 모니터링이 가능함.
- 또한 온습도 센서를 활용하여 화재감시 모니터링에도 응용되고 있음.
- IP-USN(Internet Protocol-Ubiquitous Sensor Network)은 기존 초고속인터넷의 IP 인프라에 USN의 센서노드와 게이트웨이, 싱크노드 등을 통합한 것으로, 그동안 재해예방이나 기상, 건물관제 등에 산발적으로 사용되던 폐쇄적인 USN에 인터넷을 결합한 것임.
- 인터넷과 직접 접속되는 USN으로 기존 인터넷 인프라를 효율적으로 활용하는 길이 열리게 된다는 점에서 잠재효과가 크며, 현재 공공이나 보안, 개인 맞춤형서비스 등 다양한 모델이 구상되고 있으며, IP-USN을 인터넷포털과 연계해 개발하는 모델도 가능하며 재해예방에서부터 군사, 홈 네트워크, U시티 등에 광범위하게 활용될 전망이다.
- 기상청의 기상정보수집망이나 도로공사의 도로결빙 정보처럼 센서에서 수집된 정보를 인터넷을 통해 해당 기관 서버로 올려 다시 정보수요자에게 공급하는 것이 가능하며 소방서의 경우 화재발생시 센서를 통해 감지할 수 있고 운송화물의 경우 위치정보를 국가단위의 물류유통관리시스템이 추적하는데도 이 같은 IP-USN 기술을 활용 할 수 있음.⁶⁾

6) 디지털타임스(2007), 알아봅시다 IP-USN
http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2007122802012031686002



[그림 22] 초고속인터넷을 활용한 IP-USN모델

㉠ USN 활용 사례

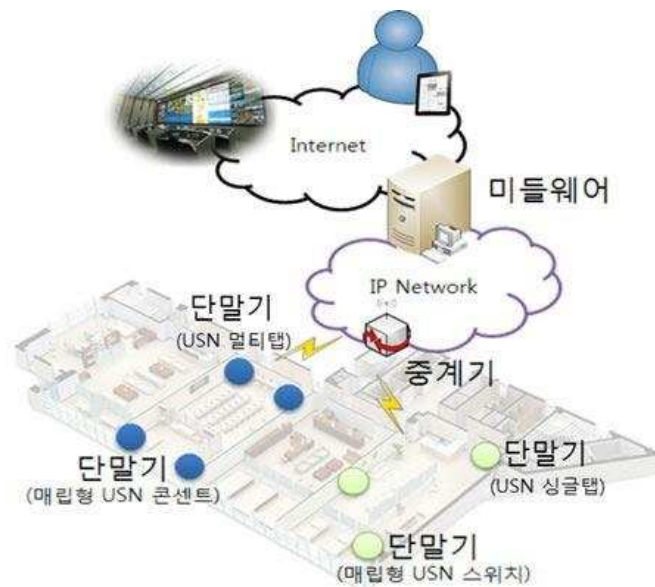
- 최근 국토해양부의 U-Eco City R&D를 수행하고 있는 LH U-Eco City 연구단에서는 [그림23]과 같이 가정과 소규모 단위 USN 기반 전력절감형 제품인 USN(Ubiquitous Sensor Network) 스마트 멀티 탭을 개발하였음.
- 스마트 멀티 탭은 전원인가와 대기전력 차단, 전력모니터링 및 제어 기능을 수행해 전력을 아낄 수 있는 USN 기반 제품으로서 컴퓨터나 주방가전 등 개인이 사용하는 전력 소비기기의 전력 사용량을 측정해 단위시간별 누적 기록을 통해 전력 소비량을 알 수 있으며 전력 모니터링 및 제어 시스템을 통한 분석으로 전력 사용 패턴을 확인할 수 있으며, 모니터링과 소비전력을 확인할 수 있는 것 하나만으로도 절전을 유도할 수도 있음.⁸⁾

7) 디지털타임스(2007), 알아봅시다 IP-USN

(http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2007122802012031686002)

8) 쿠키뉴스(2013), 에너지 관리 가능한 USN무선인프라 구축 기술 개발

(<http://news.kukinews.com/article/view.asp?page=1&gCode=eco&arcid=0006812934&cp=nv>)



[그림 23] USN기반 전력절감형 USN스마트멀티탭 개념도

- 불국사 문화재 보호 관리 시스템은 USN 기술을 기반으로 불국사 및 국보급 문화재 보호에 필요한 정보를 실시간으로 분석함으로써 화재, 부식, 균열 등의 손상 유무를 사전에 파악하고 예방하는 시스템이며, 센싱되는 정보는 화재방지 및 문화재 손상요인 분석을 목적으로 문화재 건물의 온도, 습도, 기압, 조도, 손상상태 등을 센서와 카메라를 통해 수집 하고 수집된 데이터를 토대로 안정관리 데이터 표준을 만들며 새로운 문화재 관리 모델을 제공함.⁹⁾



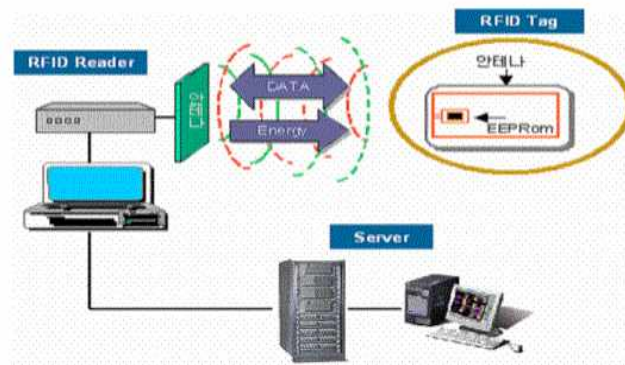
[그림 24] 불국사 문화재 보호 관리 시스템

9) RFID/USN 사업결과 시연 및 설명회 배포자료, 2006

③ RFID

㉞ RFID 정의

- RFID(Radio-Frequency IDentification)는 전파를 이용해 먼 거리에서 정보를 인식하는 기술을 말함. 여기에는 RFID 태그와 RFID 태그에서 정보를 읽어 오는 RF Reader기가 필요함.
- 기존의 바코드와 같은 기능과 역할을 하고 있으나 바코드가 빛을 이용해 정보를 판독하는 것과는 달리 RFID는 전파를 이용하여 판독이 가능하므로 먼 거리에서도 정보를 읽어올 수 있음.



[그림 25] RFID 개념도

㉞ RFID 활용분야

- RFID의 물류관리, 주차관리, 도서관리, 동물식별, 교통카드, 출입통제용 카드, 하이패스용 카드 등 다양한 분야에서 응용되고 있음.¹⁰⁾



[그림 26] RFID 응용분야

10) <http://dmlab.pusan.ac.kr>

㉡ RFID 활용 사례

- RFID 기반 음식물쓰레기 관리시스템'은 음식물쓰레기를 버릴 때 수거용기에 카드를 대면 가구별 배출량이 자동으로 등록돼 정확히 산출되는 방식으로, 전기·수도요금처럼 가정에서 음식물쓰레기를 배출한 만큼 요금을 내면됨.¹¹⁾



[그림 27] 실생활 RFID의 사례

- 또한 '아시아나 IDT'는 부착용 RFID 기반 타이어 생산이력관리시스템 시범 적용을 완료하였다고 함. 이는 타이어에 RFID를 부착, 제품별로 고유 ID를 부여, 데이터베이스(DB)화한 후 생산관리시스템(MES)과 연계하는 방식으로 타이어의 품질·성능 정보는 물론이고 생산 공정부터 유통·판매 이력 정보도 관리가 가능함.



12)

[그림 28] 타이어에 부착한 RFID를 통한 이력정보 확인

11) Global News Network 'AVING' (2011.11.27), RFID/ USN 2011 전시회

12) 아시아나 IDT, 부착용 타이어 RFID 개발 금호타이어 적용, ETN뉴스, 2013

④ QR Code

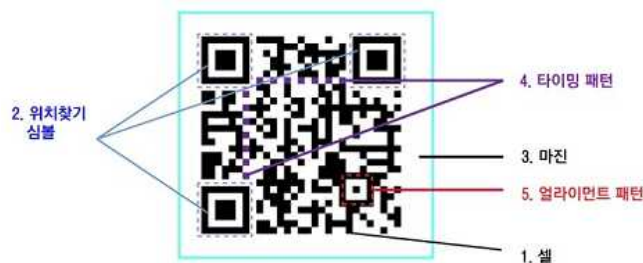
㉞ QR Code 정의

- QR Code는 Quick Response의 머리글자로 사각형의 가로세로 결자무늬에 다양한 정보를 담고 있는 2차원 형식의 코드임.
- 바코드를 응용한 기술로서 바코드보다 훨씬 많은 정보를 담을 수 있는 장점을 가지고 있으며 스마트폰으로 QR 코드를 스캔하면 각종 정보를 제공 받을 수 있음.
- QR 코드는 일본 (주)덴소웨이브(Denso Wave)가 만든 2차원 구조의 기호이며, QR 코드는 기존 바코드의 단점을 보완하여 다수의 숫자 및 문자, 언어를 저장할 수 있고 인식력 및 복원력이 뛰어나다는 특성이 있으며, 이러한 이점을 살려 큰 시설물을 추가로 설치하지 않고 상세한 정보를 제공할 수 있음.¹³⁾



[그림 29] 3차원 QR Code

- 기존의 유통업계에서 쓰는 방식은 바코드는 1차원적인 가로로 나열 하거나 세로로 나열 결함하여 2차원코드 읽을 때만 정보가 있는 반면에 QR코드는 여기에 여러 가지 심볼들을 가로방향 뿐 만 아니라 세로방향 등 코드 전체에 정보표현이 가능하여 기존 바코드의 한계를 뛰어넘어 보다 많은 정보를 담을 수 있는 장점이 있음.



[그림 30] QR Code의 구조 (한국덴소)

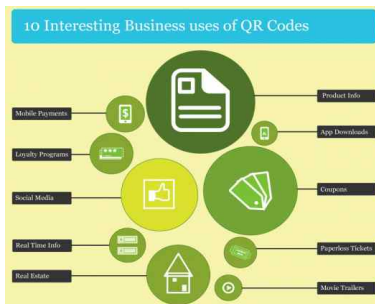
13) http://textbook.sinsago.co.kr/openPds/exaDesc.aspx?bbs_seq=56908&bbs_ord=18&

㉞ QR Code 활용분야

- QR Code¹⁴⁾는 초고속으로 자료를 읽을 수 있으며 상하좌우 전 방향으로 자료를 읽을 수 있음. 또한 대용량 데이터의 표시도 가능하고 코드가 손상되었을 때 오류정정 및 복원을 할 수 있으며, 소면적에 표기를 할 수 있는 기능을 가진 QR Code 는 OA, 행정 분야, 서비스업계, 의료분야, 유통업계, 물류분야, 제조업, 교육서비스 등 광범위하게 여러 분야에서 활용하고 개발하고 있음.
- 또한 QR Code는 핸드폰 결제, 소셜 미디어, 실시간 정보, 제품 정보, 앱 다운, 티켓팅 등 바코드에 비해 많은 데이터를 저장 할 수 있는 장점을 활용해 다양한 방면에서 활용될 수 있음.¹⁵⁾

㉞ QR Code 활용 사례

- 홍천국유림관리소는 날로 증가되고 있는 스마트폰 사용에 맞추어 현장에서는 알기 힘든 자세한 정보 제공을 위해 토목 및 문화 분야 등 관내 산림사업 시설물에 QR 코드를 삽입하였음.
- 임도 및 사방 시설에는 기존 시설물만으로 알 수 없는 지형, 위치도 등을 QR 코드에 수록하였으며, 사방탐에는 설치 배경을 추가로 포함하여 일반인들도 시설에 대한 이해도를 높일 수 있도록 하였음.
- 청계산 치유의 숲과 공작산 등산로에 설치된 QR코드는 수목에 관한 상식과 직관적인 등산로의 이미지를 직접 제공하여 등산객에 흥미를 유발하고 노선 이탈로 인한 사고도 줄일 수 있을 거라 전망하고 있음.¹⁶⁾



[그림 31] QR Code의 응용분야



[그림 32] QR Code 활용 등산로 안내

14) QR Code를 이용한 u-learning 학습보조시스템 설계 및 구현 / 원광대학교 교육대학원 정원희 p25

15) Queaar에서 발표한 QR코드 인포그래픽 일부, Queaar.com

16) 북부지방산림청(2012), 나무이름표 등에 QR코드서비스 제공

(4) 시설물 피사체 위치기반 정보와 GIS 정보연계방안 조사 분석 (단위 성과 C-2)

- 스마트디바이스의 센서를 통해 피사체, 즉 촬영된 시설물의 위치기반 정보와 GIS 정보를 연계하여 시설물 위치정보 기반 효율화 관리방안 연구
- 기존 시설물의 정보에 있어 GIS 정보와 연계하여 효율적으로 자동 매핑되어 시설물 정보를 가져올 수 있도록 시설물 위치정보를 가상으로 확장하여 매핑 될 수 있는 방안을 제시함
- 시설물 위치정보와 GIS정보 연계가 가능한 알고리즘을 제시함.

(가) 시설물 피사체 위치기반 정보와 GIS 정보 연계방안 조사 분석 (단위 성과 C-2-①)

① 스마트 디바이스 센서 활용기술 및 알고리즘 분석

- 스마트폰은 휴대전화에 인터넷 통신과 정보검색 등 컴퓨터 지원기능을 추가한 지능형 단말기로서 사용자가 원하는 애플리케이션을 설치할 수 있다는 특징을 가지며, 기능적인 면에서 휴대전화와 컴퓨터가 결합된 형태임.
- 최근에는 개인정보보호, 온·습도 정보제공 등 다양한 서비스를 위해 지문인식센서, 온습도센서, 근접센서, 가속도 센서, 자이로 센서 등을 내장해 스마트폰의 기능과 서비스를 확장해 가고 있음.
- 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 있음.
- 스마트폰을 활용한 시설물 위치정보 기반 도시시설물 유지관리 시스템은 도시의 안전하고 편리한 생활을 위해 설치된 가로등, 보안등, 버스쉘터 등 각종 도시기반시설 뿐 만 아니라 도로, 수목, 싱크홀 등 비시설물도 관리할 수 있으며 시설물의 등록부터 유지관리, 이력관리 등 통합적으로 관리할 수 있음.

㉞ 스마트 센서

- 스마트센서는 자체적인 처리 기능을 포함하고 있는 센서들을 의미함.
- 네트워크 통신을 통해 정보를 주고받는 ‘똑똑한’센서로 지능형 센서라 불리기도 하는 스마트 센서는 마이크로프로세서(중앙처리장치)를 포함하고 있다는 점을 가장 큰 특징으로 함.
- 마이크로프로세서는 센서의 출력 신호를 유지하며, 신호를 통해 낮은 수준의 (Low-level) 처리를 수행함. 또한 대부분 통신 인터페이스를 가지고 있어 디지털화된 신호를 제어 네트워크로 전송할 수 있음.

㉠ 스마트 디바이스 센서의 종류



[그림 48] 스마트폰의 적용된 스마트 센서

구분	센서명	기 능
1	근접센서	물체가 센서와 일정거리까지 오면 동작을 함
2	조도센서	빛의 양을 측정하는 센서로서 화면의 밝기를 자동으로 조절해 줌.
3	가속센서	스마트폰의 이동현황을 알려주는 것으로 주로 만보계 기능에 활용됨
4	자이로센서	스마트폰의 위치변화를 감지하는 센서로서 보통 기울기를 감지할 때 사용하는 것으로 화면의 가로모드, 세로모드 등에 활용 됨
5	RGB 센서	빛의 농도를 검출할 때 사용하는 것으로 주변부 빛을 감지해 화면색을 바꾸는 기능등에 활용됨.
6	홀(Hole) 센서	지자기의 변화를 감지하는 센서로서 플립커버 케이스의 열리고 닫히는 것을 감지할 때 사용함.
7	심장박동센서	심장 박동을 측정하는 센서임.
8	지문인식센서	사람의 지문을 인식하여 지문을 스캔할 때 사용하는 것으로 주로 보안을 위해 사용되는 센서임.

[표 7] 스마트 센서 종류 및 기능

② 스마트 디바이스 센서활용 시설물(피사체) 위치정보 기준 관리 기술

- 스마트디바이스의 자이로스코프센서, GPS, 지자기센서를 활용하여 스마트디바이스의 GPS 위치 정보값이 아닌 시설물 즉, 피사체 위치정보를 활용하여 유지관리 대상의 정확한 위치정보를 알 수 있음.
- 시설물의 위치정보를 기준으로 관리하면 기존의 RFID, QRCode 등과 같은 센서를 시설물에 부착하지 않고 관리할 수 있으며, 또한 시설물에 접근 시 위험한 장소의 경우 직접적으로 접근하지 않아 안전한 유지관리가 가능함.

㉠ 영상정보매핑 정보수집

- 정의 및 개요

- 영상정보매핑 정보 수집은 스마트 도시서비스 제공에 필요한 다양한 도시정보를 측정하고 전송하는 기술로서 본 연구에서는 스마트디바이스의 카메라를 통해 수집되는 센서정보와 지도정보와의 매핑을 통해 시설물관리에 있어 효율적 활용이 가능함.
- 시설물의 정보를 관리 시스템에 등록하기 위해서는 시설물의 정보를 입력해야 하며, 이때 스마트디바이스의 카메라를 활용하여 시설물을 촬영하면 촬영과 동시에 스마트디바이스의 센서에 의해 촬영된 시설물의 위치와 방위정보가 관리시스템의 데이터베이스로 저장되며 저장된 데이터 값은 지도정보와 매핑되어 지도정보와 함께 시설물 정보를 가시화 하여 보여 주도록 함.

- 시설물 정보 수집 프로세스

- 스마트 디바이스를 통해 시설물의 정보를 수집하는 프로세스는 [그림]과 같이 기본적으로 정보수집모듈과 정보관독 모듈을 통해 영상수집단계, 위치인식단계, 정보전송단계, GIS정보와 매핑단계로서 4단계로 이루어짐.

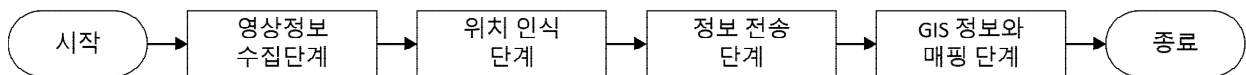


그림 105 시설물 정보수집 프로세스

- 영상수집단계는 시설물의 위치 및 사진정보를 수집하는 단계이며, 위치인식 단계는 등록시키고자 하는 시설물을 촬영하는 순간 위치와 방위값을 수집하는 단계임.
- 또한 정보전송단계는 촬영된 시설물의 사진과 위치 및 입력정보를 웹서버에 전송 및 저장하는 단계이며 GIS정보와 매핑 단계는 전송된 위치정보와 지도 정보가 매핑되어 지도정보에 표시하도록 하는 단계에 해당함.

- 시설물 정보 수집 모듈의 구성

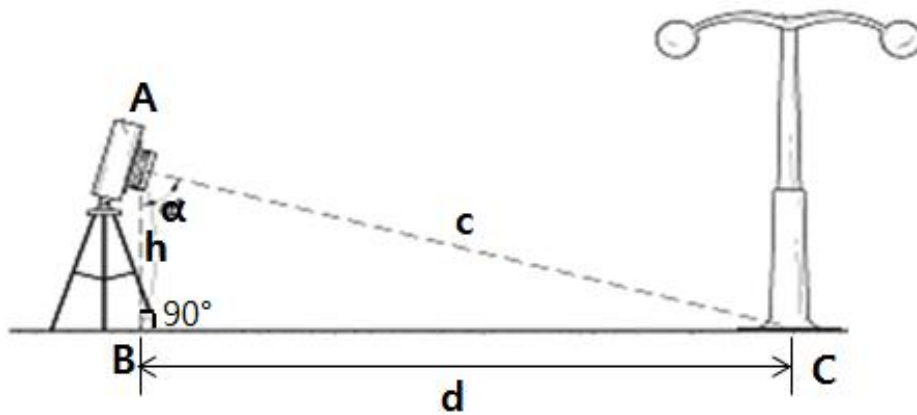
- [그림53]과 같이 시설물 정보 등록 모듈에 있어 정보수집모듈은 현장에 설치된 시설물의 종류 및 설치 위치에 관한 정보를 도출하기 위한 기초정보를 수집하는 장치로서 촬영장치, 좌표 측정 장치, 방위 센서를 포함함.
- 촬영 장치는 시설물을 촬영하여 영상정보를 수집하는 장치로서 이를 통해 시설물의 이미지가 입력되며, 좌표 측정 장치는 시설물의 좌표 값을 구하는 장치로서 GPS를 사용하여 측정됨.
- 방위 센서는 촬영장치가 촬영하는 방향이 어느 쪽인지 측정되며, 이때 동·서·남·북과 같은 사방위 뿐 만 아니라 위쪽과 아래쪽 같은 기울기 값도 포함함.
- 이를 위해서는 자이로센서, 가속도센서와 같은 장치를 활용 할 수 있음. 또
- 한 정보판독모듈은 정보수집모듈에서 수집한 정보를 이용하여 현장에 설치된 시설물의 설치 위치를 수동으로 설정할 수 있도록 함.



[그림 50] 시설물 등록 모듈

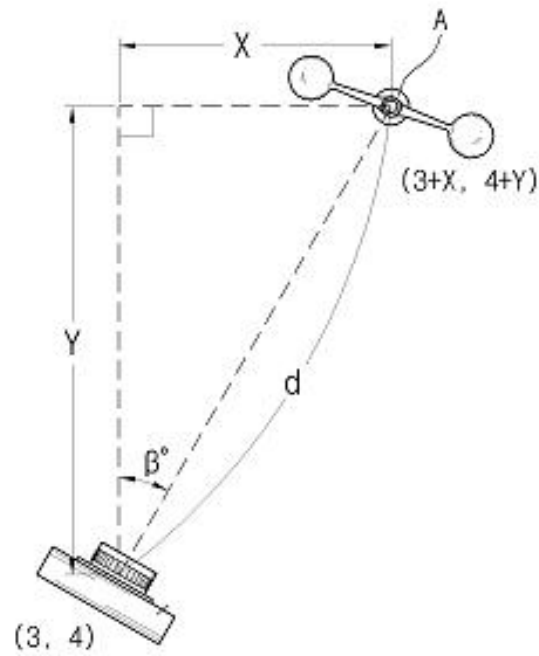
㉠ 스마트디바이스와 시설물간 거리 및 위치정보 수집방법

- 정보수집모듈에서 원거리에 있는 시설물과의 거리값을 구하기 위하여 삼각함수를 이용함.
- 측정하고자 하는 시설물의 하부를 측정한 후 측정기기와의 기울기값(a)을 방위센서를 이용하여 측정하고 지면에서 정보수집모듈까지의 높이값(h)을 측정하도록 하며, 측정된 기울기값(a)과 높이값(h)을 통해 삼각함수의 원리에 의해 거리값(d)이 도출됨.

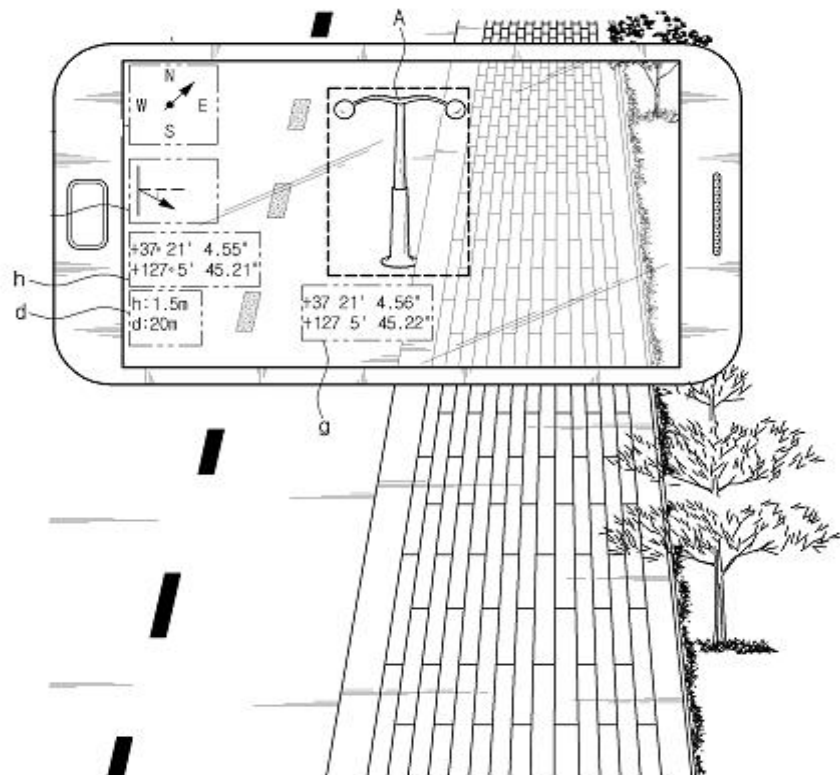


[그림 51] 시설물과의 거리측정 도식도

- 카메라로부터 가로등 까지 거리(d)값을 구한다면 삼각법에 의해 한쪽 각이 90도, 높이(h)=60cm, 카메라의 기울임 각(a)=42도 일 때 카메라로부터 가로등까지의 거리(d)값을 구한다고 가정할 때 구하고자 하는 쪽의 각은 $b=48$ 이 되어 삼각함수 식에 의거하여 $\sin 48 : \cos 48 = 60 : X$ 이 되어 $0.743=40.14$ 으로 구하고자 하는 거리(d)값=54.02cm가 되며, 빔변의 길이는 피타고라스정리에 의해 $a^2 + b^2 = c^2$ 식에 대입하여 계산하면 $60^2 + 54^2 = 6516$ 이 되어 빔변의 길이 $C^2=80.72$ 가 됨.
- 시설물의 좌표는 방위 센서를 이용하여 측정한 정보수집모듈과 시설물(A) 사이의 방위 값(B)과 거리측정값(d)을 통해 삼각함수를 이용하여 X 좌표와 Y 좌표 값을 구하며, 좌표 측정 장치에 의해 측정된 기준좌표에 X좌표와 Y 좌표 값을 더해 시설물 A의 좌표 값을 얻을 수 있음.
- 시설물A의 좌표를 구하기 위하여 정보수집모듈을 통해 시설물을 촬영하면 좌표측정장치를 이용하여 정보수집모듈은 좌표값, 방위 센서를 이용하여 방위값 및 기울기값을 구하게 되며, 지표면에서 정보수집모듈까지의 높이값이 정보판독모듈로 입력되도록 함.
- 입력된 값을 통해 정보판독모듈은 정보수집모듈과 시설물사이의 거리값이 도출되고 방위값 및 좌표값을 이용하여 시설물의 좌표값을 도출하게 됨으로서 원거리에서도 시설물의 좌표값이 측정하게 됨.



[그림 52] 시설물과의 좌표 값 측정 도식도



[그림 53] 시설물의 거리측정과 좌표측정 후 측정 결과 값의 도식도

③ 시설물 정보와 GIS정보 매핑을 통한 시설물 현황 가시화

- 시설물을 관리함에 있어 시설물의 다양한 정보들을 데이터베이스화 하고 이를 체계적으로 관리하는 것은 시설물관리의 효율화 측면에서 매우 중요함.
- 특히 축적된 시설물 정보를 토대로 GIS정보와의 매핑을 통해 가시화 하여 시설물의 현황 및 유지관리 업무의 단계별 진행 상황에 따른 현황은 수량, 위치, 지역 등 다양한 상황 파악이 용이하여 시설물 유지관리 업무와 더불어 이를 통해 도시민의 안전에 매우 중요한 사안임.

㉠ 시설물 정보의 데이터베이스화 및 지도매핑

- 스마트디바이스의 카메라를 통해 시설물을 촬영한 후 촬영된 시설물의 위치 정보와 사진정보를 지도정보에 매핑 하도록 함.
- 영상데이터(A)를 촬영 시 좌표가 달라지지 않도록 삼각대를 고정하도록 하며 영상 촬영이 시작되면 각각의 데이터 값들이 영상데이터(B) 그림과 같이 영상 좌표에 나타나도록 하고 각각의 영상데이터에 나타난 시설물의 데이터 정보를 서버에 전송하여 데이터베이스에 저장하도록 하도록 함.



그림 110 시설물 정보와 GIS정보 매핑 시설물 현황 가시화

㉡ 시설물 위치정보와 GIS 정보 매핑을 통한 시설물 정보 자동 전송 방안

- 시설물 정보는 위도 및 경도 정보를 토대로 위치정보가 데이터베이스에 저장되고 GIS정보에 매핑되어 지도에 시설물의 위치를 표시하게 됨.
- 그러나 데이터베이스화 된 위도 및 경도 정보는 하나의 점에 해당하는 정보로서 지도의 GIS 정보와 시설물 위치정보가 정확히 매핑되어 시설물 정보를 가져오기는 현실적으로 어려운 상황임.
- 따라서 [그림 60]과 같이 시설물 위치지점인 (A) 지점을 기준으로 (a), (b), (c),

(d)와 같이 각각 1M 정도로서 위치정보 좌표값의 범위를 넓혀주면 해당 지도의 GIS 정보와 데이터베이스화된 시설물의 위치정보의 매핑이 용이하기 때문에 시설물 정보가 자동으로 쉽게 스마트폰에 정보전송이 가능할 것임.



[그림 60] GIS 정보와 시설물 위치정보와의 매핑을 통한 시설물 자동 정보 인식

(나) 스마트폰 센서를 활용한 원거리 피사체 위치정보 수집 한계에 따른 해결 방안

① 스마트폰을 활용한 원거리 피사체 위치정보 수집의 한계 요소

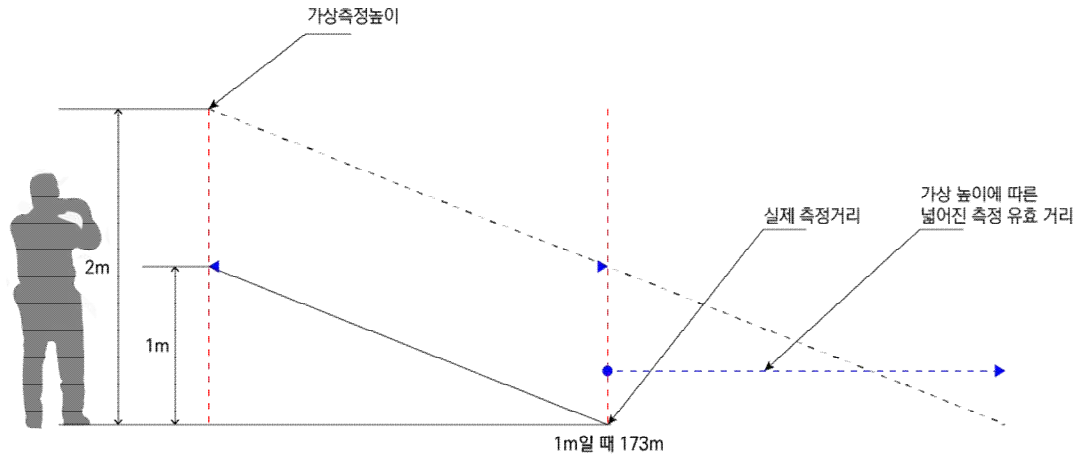
- 스마트폰의 GPS 센서, 자이로센서를 활용하여 삼각법의 알고리즘을 활용하여 피사체의 위치를 획득 하는 방법에 있어 두각을 알게 되고 한 변의 길이 (높이)를 알게 되면 다른 한 거리를 알게 되는 삼각법 알고리즘을 통해 피사체의 위치정보를 알 수 있음.
- 그러나 사람에 의해 시설물을 촬영하기 때문에 실제 높이는 제한적임.
- 즉 삼각법의 알고리즘을 활용시 그 근본적인 높이에 따른 측정거리의 한계에 부딪히게 됨.
- 때문에 피사체를 측정하는 높이를 가상으로 높여주어 측정되는 거리의 범위를 넓혀주어 이를 해결할 수 있음.

② 가상높이 설정을 통한 원거리 피사체 측정 개념

- [그림 56]은 스마트폰의 1M높이에서의 밑면의 각과 기울기 값인 두각의 값을 그대로 두고 단지 높이 설정만을 가상으로 1M에서 2M로 변경하여 원거리 피사체 측정의 개념도임.
- 실제로 1M높이 위치에서 1M일때의 거리 173값일 때 2M로 높이 올렸을 때 그림과 같이 가상높이에 따라 측정 유효거리는 2배로 높아지며, 이때 1M의 측정되었던 값은 346으로 2배로 증가됨.
- 따라서 증가된 1M 값만큼 빼주면 실제 측정거리가 되는 반면 측정 유효거리는 2배로 넓게되어 원거리의 피사체의 위치정보를 가져올 수 있음.

③ 가상 높이를 통한 원거리 피사체 위치정보의 활용성

- 본 연구에서와 같이 스마트폰의 센서와 삼각법 알고리즘을 활용하면 스마트폰의 위치가 아닌 시설물의 위치를 기반으로 시설물을 효율적으로 관리할 수 있음.
- 또한 사진정보와 결합하여 좀 더 정확하게 관리되는 부분에 있어서는 스마트폰의 카메라를 통한 사진정보 인식에 따른 한계에 있어 피사체의 거리는 30M정도가 적정하다고 할 수 있음.
- 그러나 피사체 거리측정의 장점을 활용하면 고속도로와 같은 달리는 차안에서 내리지 않고 외부의 시설물의 정보수집이 가능하고, 접근이 어려운 하천 시설물의 관리가 용이할 것이며, 산불발생시 산불의 발생 위치를 빨리 전송하여 재난에도 활용이 가능할 것임.



[그림 54] 스마트폰의 가상높이 설정을 통한 원거리 피사체 위치정보 측정 개념도

(다) 연구개발 결과의 차별화 방안

- 기존의 시설물 유지관리에 있어 지도정보에 시설물 정보는 단순 어느 위치에 시설물이 설치되어 있는가에 대한 현황관리 중심으로 이루어 졌음.
- 본 연구에서는 시설물 유지관리에 있어 각 단계별 구분이 용이하도록 시각화 하여 현황 뿐 만 아니라 유지관리 업무 진행상황이 용이하게 하였음.
- 또한 지도정보에 표시된 시설물의 표시 아이콘이나 시설물명을 클릭하였던 것을 스마트폰을 가지고 시설물 위치 부근에 가면 자동으로 시설물 정보를 가져올 수 있도록 하였음.
- 이는 향후 시설물에 센서를 부착하지 않고 지도정보와 시설물 위치정보만으로 효율적인 도시시설물 유지관리 업무가 이루어 질 수 있을 것임.
- 향후 지하에 설치된 하수구관리, 가스관 등 지하시설물 관리 분야에도 활용이 용이하도록 지속적인 연구가 이루어져야 할 것임.

(라) PVC. VLC 통합 가시광선을 활용한 위치 확인 기술

① 삼색광 고속통신 프로토타입 시스템

㉔ 삼색광 프로토타입 통신 시스템 실현 및 개선

- 광발사기와 광수신기는 모두 4U 높이 19인치 케이스 사용
- 각 케이스에는 8개의 카트를 삽입하고, 각 탭 카드에는 별도의 전면 패널 보유
- 백(Back) 패널은 박스에 가운데 있고, 백 패널 뒤에는 전원이 장착되어 있으며, 후면 패널에는 방열 팬과 전원 콘센트 장착
- 그림 1은 광발사기 실물 사진, 그림 2는 광수신기 실물 사진, 그림 3은 시스템 전체의 실물 사진



그림 113 삼색광 발사기 실물 사진



그림 114 삼색광 수신기 실물 사진

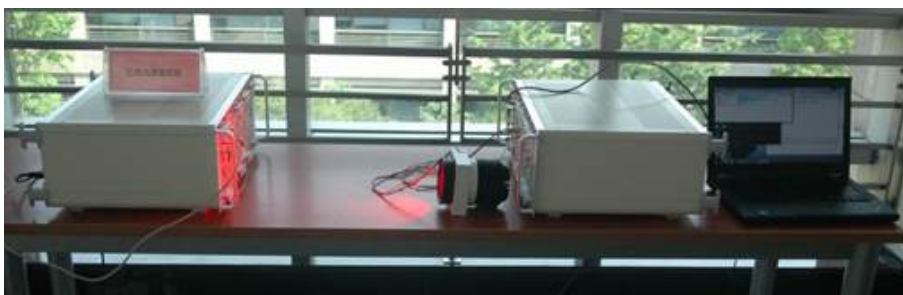


그림 115 삼색광 통신 시스템 실물 사진

- 500Mb/s의 전송 속도를 보장하기 위해, 256APSK의 높은 레벨 변조를 적용
- 상업용 LED는 본 시스템에 사용되는 대역폭 내에 20dB 정도의 주파수 기울

기가 존재

- 충분히 높은 신호 잡음 비율을 보장하기 위해, '디지털 예실진 기술'을 사용하여, 작업 빈도가 높은 고주파단 팁을 18dB로 제시
- 그림 4는 디지털 예실진 전후 주파수 스펙트럼 개선의 효과, 청색은 예실진 이전의 주파수 스펙트럼, 황녹색은 예실진 이후의 주파수 스펙트럼으로 주파수 스펙트럼 기울기가 크게 개선되었음을 확인 가능



그림 116 디지털 예실진 전후 스펙트럼 개선 효과

- 세가지 LED 전등을 사용
- 첫째는, 그림 5와 같이, 가운데 RGBW 4색 전등이 있는 것을 사용
 - 흰색은 사용하지 않으며, RGB는 3색으로 음극을 만들어 공공의 음극과 RGB의 세 양극선을 이끌어 내고, 램프는 반사 컵으로 빛을 수집
- 통신효과는 단색광만 점등할 때는 정상적으로 통신가능하고, 두 색의 빛을 점등하거나 삼색광이 동시에 점등할 때는 정상적으로 통신할 수 없으며 서로 혼선 발생
 - 혼선은 신호의 신호 대 잡음비(信噪比)가 하락하게 되며, 삼색이 동시에 점등시, 적색광과 남색광은 64APSK 통신효과를 가지며, 녹색광은 16APSK 통신 효과만 도달하여 통신 속도가 360Mb/s 까지만 만족
 - 500Mb/s를 도달하려면 삼색광의 조제계수가 256APSK를 만족해야 가능
- 필라멘트 필터의 효과가 좋지 않은 것으로 의심되었지만, 동일한 파장의 필터 두 개로 연결한 후에도 통신이 제대로 되지 않아 혼선이 광로에서 온 것이 아님을 확인
- 각 램프 내부에는 4색 LED가 포함된 반면, 각 LED에는 변조 신호 주파수가 같아 램프 내부에서 혼선이 발생가능



그림 117 첫 번째 전등

- 혼선 발생을 저감하기 위하여 전등의 설계를 개변(그림 6)
 - 4개의 RGBW 4개의 전구를 9개의 단색 전등으로 개변(RGB각 세 개)
 - RGB 각 색은 3개의 전구로 직렬연결
 - 다음 음극과 양극선을 따로 끌어내어 공음 처리하지 않음
- 테스트 결과 첫 번째 전등과 큰 차이를 보이지 않았고 이것은 변경된 램프 설계가 작용하지 않음을 설명하며, 혼선은 램프 내부로부터 온 것이 아님
- 혼선의 크기를 정량적으로 측정하기 위해, 3색 광이 동시에 점등될 때, 빛 검출기 중 하나를 가리었고, 그것의 출력 주파수 스펙트럼은 그림 7과 같음
- 이때 빛의 광로에는 신호 입력이 없으며, 출력되는 신호는 완전히 회로 혼선을 통해 발생하며, 대비로서 빛 검출기를 가리지 않을 때 정상 신호의 주파수 스펙트럼은 그림 8과 같음
- 두 그림의 대비를 보면, 혼선 신호의 출력이 매우 크고 특히 고주파의 경우 신호의 신호 대 잡음비를 크게 저감 가능
- 광 발사 시뮬레이터의 전면 패널에서 전등까지의 연선은 두 개의 일반 도체를 사용하므로 차폐 작용이 없어 안테나 하나에 해당하며, 외부에 방사성 신호를 출력
- 이를 약화시키기 위해 도체를 동축케이블로 교체하고 차폐층은 접지하며 동시에 최대한 케이블 길이를 축소
- 이렇게 처리한 후, 삼색광을 동시에 점등하고, 그 중 하나의 광 검출기를 가리고(출력 주파수 스펙트럼 그림 9), 그림 7과 비교하여 혼선이 많이 약화되었음 확인
- 이렇게 처리한 후, 삼색광을 동시에 점등하여, 하나의 광 검출기를 비추면 해당 신호 로드는 256APSK 변조 레벨에서 정상적으로 복조
- 하지만 다른 두 개의 광 검출기는 정상적으로 복조할 수 없고, 이는 전등의 반사면의 집광 설계로 인해 광반의 조도가 고르지 않은 것이며, 중심은 밝고 주변은 어두움으로 인한 것

- 거리를 멀리하여 3개의 광 검출기의 조도를 고르게 하면 조도가 요구에 부합하지 않아 세 개의 신호 로드가 모두 정상적으로 복조 불
- 그림에서 알 수 있듯이, 가운데 광 수신 숫자판이 놓여 있어 두 개의 광 검출기 사이의 간격이 약 10cm이며, 세 광 검출기의 조도가 일치하려면 램프 설계를 다시 수정 필요



그림 118 두 번째 전구



그림 119 차폐선 적용하지 않은 혼선 신호의 주파수 스펙트럼

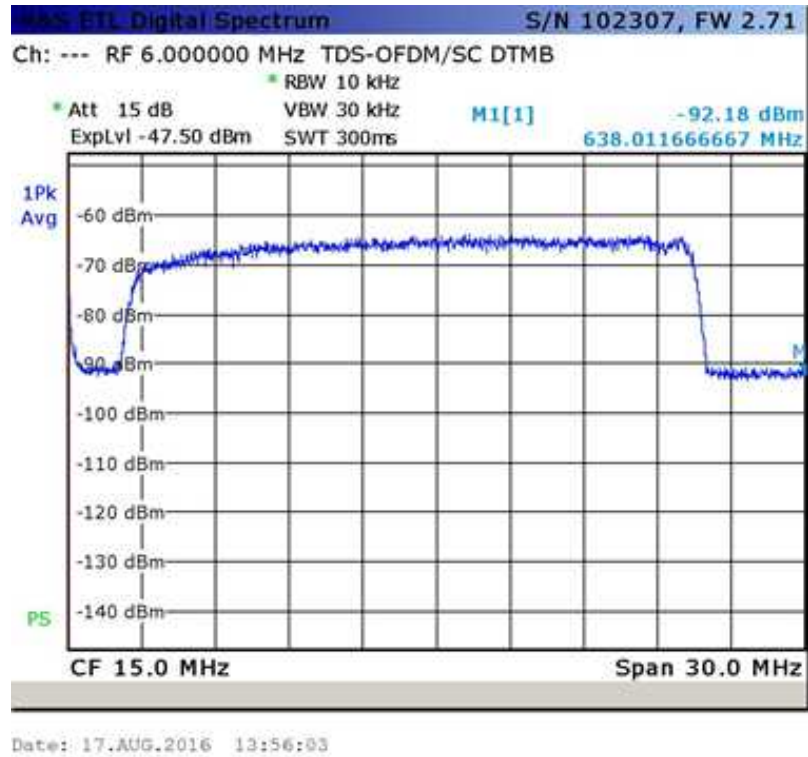


그림 120 정상적으로 신호 접속한 주파수 스펙트럼

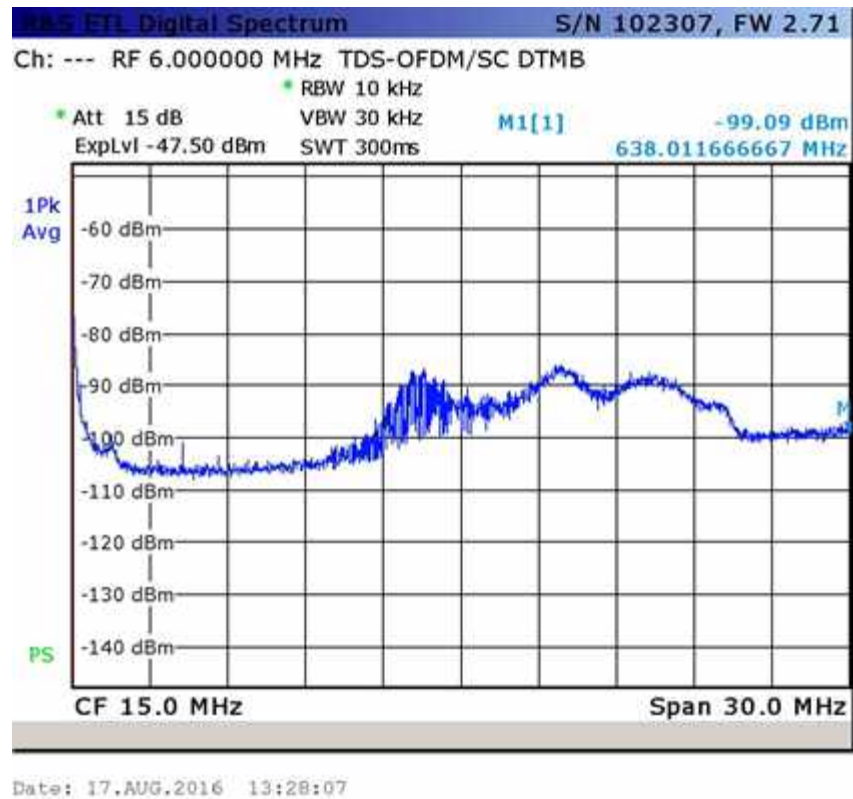


그림 121 차폐선을 적용한 혼선 신호 주파수 스펙트럼

- 세 개의 광 검출기가 균일하게 조도되도록 세 번째 램프를 시도(그림 10)
 - 세 개의 발사구로 이루어졌고, 각 발사구는 RGB광을 발사 가능
 - 각 발사구는 5개의 단색 전구로 이루어졌고, 각 전구의 외부에는 작은 렌즈가 있어 집광 가능
- 시험 후 RGB 세 개의 신호가 256APSK의 변조 레벨에서 모두 복조가능
- 그러나 램프에서 광 검출기 사이의 거리와 각 램프의 조사 각도를 주의 깊게 조정해야 함으로 신호 대 잡음비가 임계 상태에 도달됨을 알 수 있음
- 광 드라이브의 출력이 제한되어 있고, 직렬연결 된 전등 수량이 많은 것으로 판단하여, 각 전등의 변조 전류를 작게 조정하여 신호 대 잡음비를 낮게 조정
- 각 발사구의 전등 하나를 합선하여 5개의 전구에서 4개의 전구로 개변시킨 후, 통신효과가 개선되었고, 통신거리도 5개 전구일 때 20cm에서 50cm로 변화
- 통신 거리를 50cm로 설정하고, 광 검출기 출력의 주파수 스펙트럼을 테스트
 - 그림 11은 전등 5개의 주파수 스펙트럼
 - 그림 12는 전등 4개의 주파수 스펙트럼
- 그림을 통해 보다시피, 신호 대 잡음비는 개선되었고, 전등 4개의 주파수 스펙트럼 신호출력이 더 높음
- 3개 단색의 광 발사구로 이루어졌기에 빛은 적, 녹, 남색 구역으로 명확히 구분되어 있어 불편하며 조명효과가 좋지 않음



그림 122 세 번째 전구

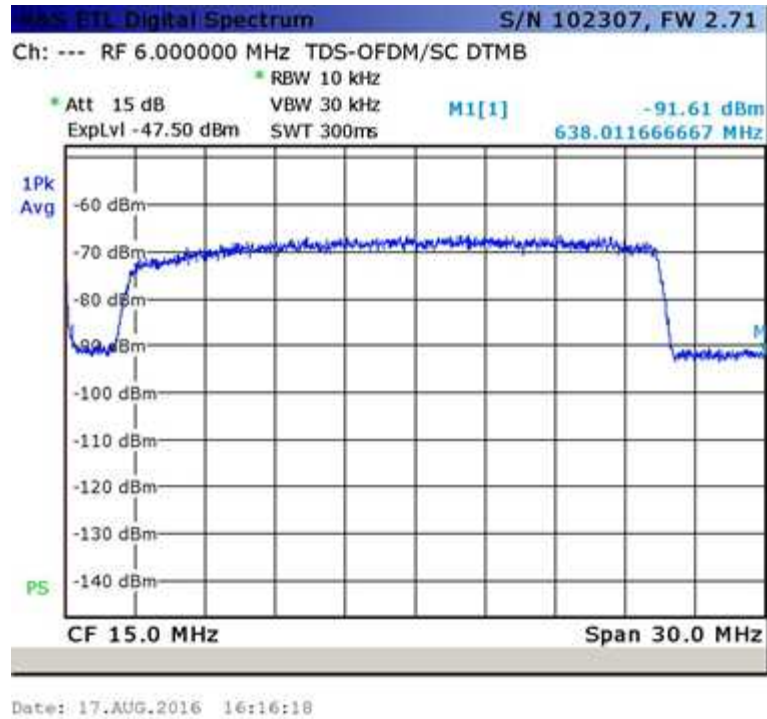


그림 123 전등 5개의 주파수 스펙트럼

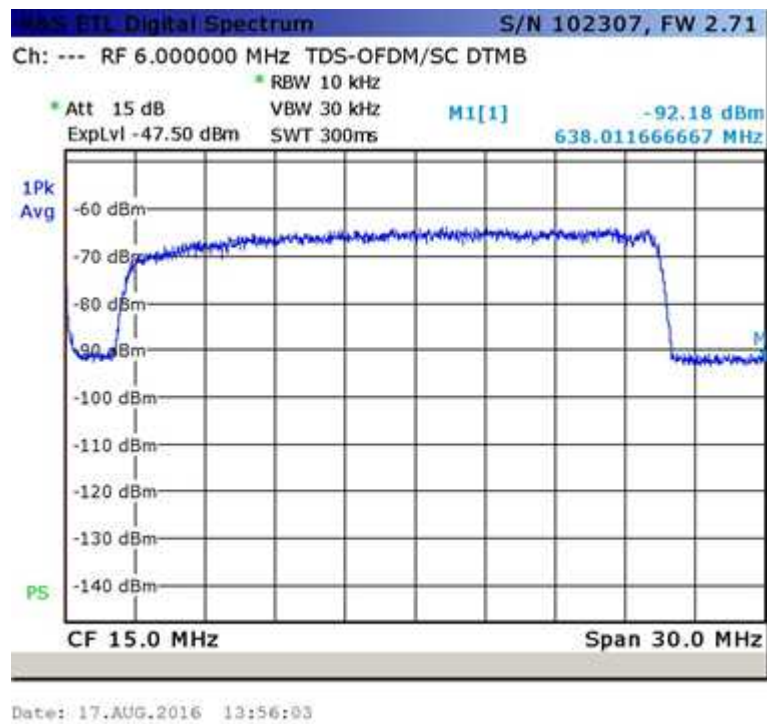


그림 124 전등 4개의 주파수 스펙트럼

- 위의 실험에서 알 수 있듯이, 광 드라이브의 기능의 한계에 따라, 전구의 수량이 많을수록 각 전구의 전류는 적어지고, 신호 대 잡음비가 적어짐
- 최적의 효과로는 단색의 전구를 사용하는 것이고, 렌즈를 통해 단색의 전구

가 양호한 통신거리에 도달하며, 렌즈를 통해 모이는 빛의 구역이 작아야 함

- 줌(Zoom) 변화가 가능하고 빛의 강도가 높은 손전등으로 개조 가능
 - 내부의 백색전구를 RGBW 4색 전구로 교체하고 RGB 삼색 전구만 점등하여 백색광 발산
 - 그 중 하나의 전구에만 LED를 변조하고 나머지 두 개는 직류광을 사용
 - 손전등의 전구가 35mm로 매우 작아 광 발사 시뮬레이터의 전면 패널에 고정 가능
- 이렇게 되면 전면 패널에서 전구까지의 연계된 선이 필요하지 않게 되고, 외부로 향한 방사가 최소화되며, 혼선이 최소화 가능
- 전구의 줌 변화로 인하여 비추어지는 빛 구역의 크기를 조정가능
 - 통신거리가 멀어지면 빛 구역을 줄여 조도를 확보
- 전구의 제작은 실제 환경에서 검증이 필요

㉡ 프로토타입 시스템 검증

- 시연시스템
 - 프로그램을 재생하는 세 대의 컴퓨터
 - 광 발사기
 - LED 전구
 - 광 수신기
 - 3개의 4K 암호 해독 케이스
 - 3개의 4K TV
- 검증 방법
 - 컴퓨터에서 4K 동영상 재생
 - 인터넷 케이블을 통해 UDP방식으로 광 발사기에 전송
 - 광 발사기는 3가지 전류를 수출하여 RGB 삼색 전구를 점등
 - 광 수신기의 광 탐지기에서 빛을 접속하여 4K 암호 해독 케이스에 UDP 신호를 출력
 - 암호 해석 후 HDMI 케이블을 통해 영상 및 음성 신호를 3개의 4K TV에 출력
- 컴퓨터는 일반 컴퓨터로 진행하며, 내부에 지정된 동영상 플레이어를 다운
- 4K 암호 해독 케이스는 맞춤 제작하여, 전용 칩 하드코드를 사용



그림 125 시연 시스템 실제 사진

㉔ 삼색광 PLC-VLC 프로토타입 통신 시스템 및 기술지표

- 본 연구의 PLC-VLC 삼색 통신 시스템을 실현하기 위하여 아래의 지표를 충족시켜야 함
 - 광원(光源)파장: 630nm(적), 520nm(녹), 450nm(남)
 - 유효 대역폭: 22.68MHz
 - 변조 방식: TDS-OFDM
 - 별자리 매핑(星座映射): 256APSK
 - 물리층 속도: 500Mbps
- 시스템은 삼색광 발사기와 삼색광 집수기 두가지 부분으로 조성
 - 4U 19인치 높이의 기계 케이스로 플러그 형태에 백(Back)패널 구조
 - 각 케이스에는 8개의 카드가 삽입가능 (UDP-ASI 발사패널, 광 발사 수자패널, 광 발사 시뮬레이터 패널, 주 컨트롤 패널, 광 접속 수자패널, 광 접속 시뮬레이터 패널, ASI-UDP 접속 패널 등 7가지)
- 스펙트럼 기울기를 개선하기 위해 디지털 예실진 기술을 적용
- 시연 시스템을 만들어 4K TV 프로그램을 실시간으로 전송하는 방식으로 시스템의 전송 효과를 시연
- 삼색광 사이에 혼선이 있기 때문에 실제 통신 효과는 개선필요

㉕ PLC-VLC 융합 네트워크 접속 메커니즘 보완 및 검증

- PLC-VLC 무선랜에서 간선 통신은 PLC 네트워크로 구성
- 각각의 LED 전등은 하나의 통신 접점으로 사용자와 LED 램프 사이에 양방향 통신
- LED 전등에서 사용자를 향한 통신을 하향 통신이라고 하며, 사용자로부터 LED 전등을 향한 통신은 상향 통신
- 상행, 하행 트래픽 용량은 대칭적일 수도 있고 비대칭적일 수도 있으며, 하행 용량이 상행 용량보다 큼
- 상행, 하행 양방향 전송 메커니즘을 갖춘 가시광-전력선 융합 시스템(그림 14)
- VLC 방식과 전통적인 무선 전파 접속 방식에 대한 차이점
 - 여러 개의 VLC 방식의 접속점
 - 사용자의 접속점은 사용자의 공간 위치와 관련
 - 일반적으로 각 LED의 접속점은 LED 광원과 동일한 위치에 존재

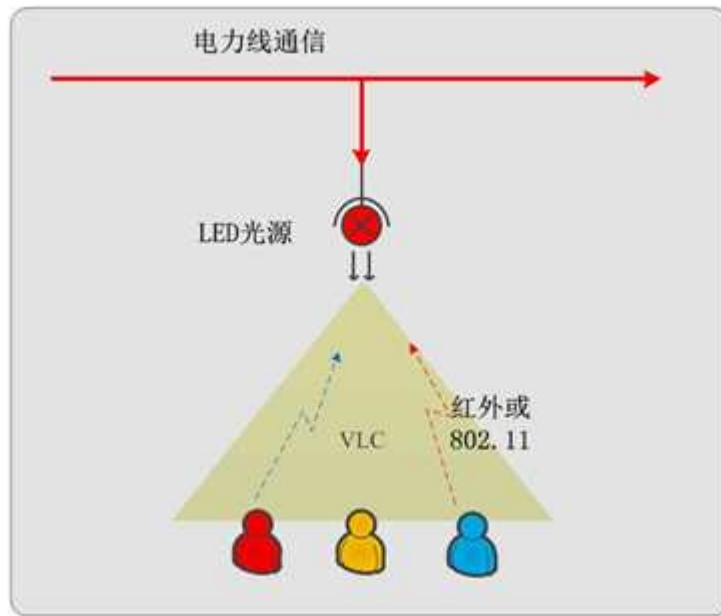


그림 126 가시광선 양방향 전송 다이어그램

- VLC는 전통적인 무선주파수 통신과는 달리 여러 개의 접속점이 존재
- 단말이 여러 개의 LED 전등에 접속 요청 신호를 송신할 수 있도록 단말의 광신호의 송신 광각이 스스로 적응할 수 있는 변조를 지원
 - 접속 요청 신호를 송신할 때는, 단말이 가능한 한 많은 광원과 접속을 세울 수 있도록 광각을 확대하는 것이 필요
 - 단말기가 이미 접속되어 있을 때 송신되는 광각은 적절히 줄여 다른 광원의 다른 사용자와 통신하는 데 방해가 되지 않도록 설정
- 시스템 자원을 가능한 한 이용하기 위해서는 가능한 한 각 광원에 접속되는 사용자 수를 평균
 - 여러 광원이 동일한 사용자로부터 동시 접속 요청을 받으면, 현재 접속 사용자 수가 적은 광원이 해당 사용자와 연결
 - 여러 사용자가 동일한 광원에 동시에 요청 신호를 보낼 때 이 광원은 대외에 충돌 방송 공지
- 단말의 원활한 접속을 위해서는 하행에서 일정한 자원을 따로 할당하여 공공으로 사용
 - 방송에 충돌이 있는지 여부 확인
 - 단말과 연계 구성
 - 사용자에게 하행 링크 전송 시 해당 사용자 정보의 위치를 공지
- 사용자가 광원과 연결을 맺을 때 광원은 그 정보의 위치를 알려주고 단말은 다시 알려진 정보 위치에 따라 수신 신호를 실시
- 위의 상행, 하행 체제를 채택한 PLC-VLC 융합 통신 시스템 구조(그림 15)
 - PLC는 전용 PLC 모델을 통해 핵심 이더넷 연결
 - PLC 모델은 이더넷상의 정보로 변조를 거친 후 전력선에 커플링

- VLC 전송 모듈은 PLC로부터 변조 신호를 수신한 후 이를 해제하거나 증폭하여 LED 하행으로 전송
- 사용자의 상향 링크는 가시광, 적외선 또는 WiFi와 같은 서로 다른 전송 메커니즘을 사용

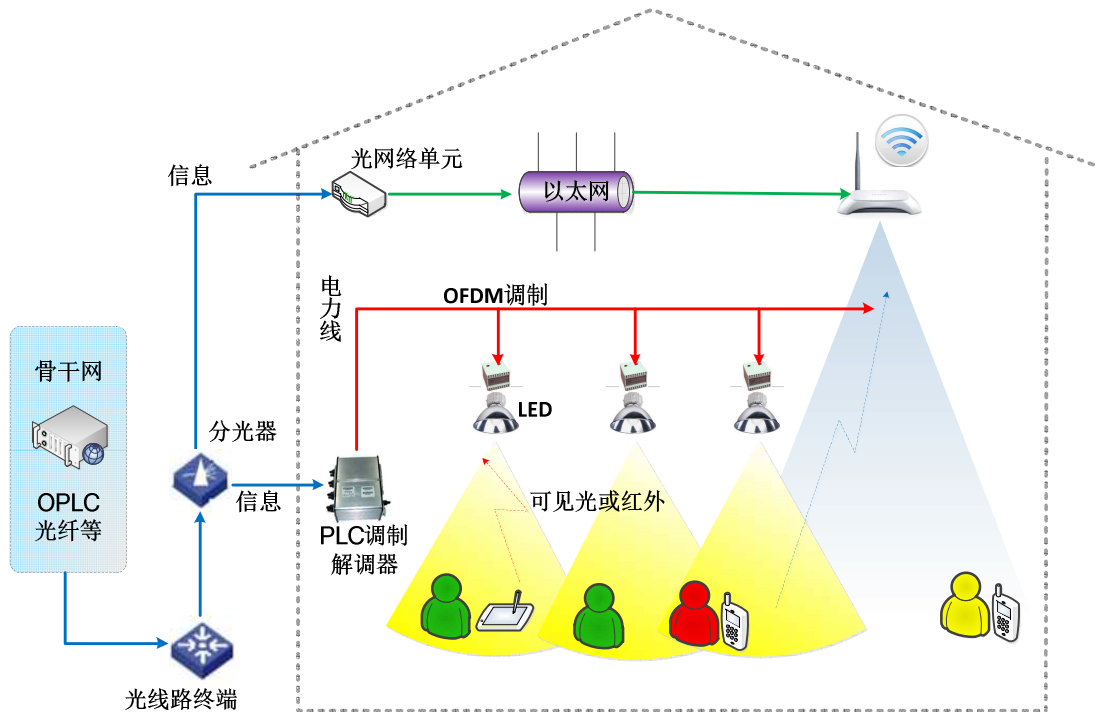


그림 127 PLC-VLC 융합 통신 시스템 구조

▶ 연구 성과 검증을 위한 시나리오

- 본 과제에서 가시적 광통신 연구 성과를 충분히 검증하기 위해, 과제는 그리드 업무에서 대표적인 시나리오, 즉 스마트 변전소 순검 및 정보 서비스를 선택하여, 본 과제에서 제시한 상하행 네트워크 구조에 대해 상세히 기술

▶ 안전에 대한 수요

- 현재, 순검자의 "착수 검사"에 대해서는, 순검자가 순검 과정에서 각 응찰 위치에 확실히 도달할 수 있도록 점검을 실시하는 것이 중요한 사항
- 한편, 실내·외의 순검에서의 실시간 위치 파악에 대해서도, 순검자가 항상 안전하고 정상적으로 작업하고 있는 것을 확실히 하기 위한 강한 수요가 있으나 아직 실현이 어려운 상황
- 변전소 순검 과정에서는 순검자와 그 조작된 기기의 위치를 실시간으로 모니터링하고 순검자 및 조작 장비와 다른 구역 내 시설 사이의 안전 거리를 확보 필요
- 이는 여러 가지 이유로 인해 순찰 인원이 충전부에 접촉하여 중대한 사고를 발생하는 것을 방지

▶ 인터넷 접속에 대한 수요

- 동시에, 변전소 순검에서는 인터넷 접속 정보 서비스에 대해서도 강한 수요
- 이것은 순검자들에게 순찰하면서 역사 자료 조회, 문제반영, 원격 지도, 메시지 기록 및 아카이브와 같은 기능을 제공
- 한편, 순검자들의 이동, 무선 네트워크 통신요구를 만족하여 업무 중에 종종 사무실 관리자와의 안전 통신이 필요하며, 이는 문제가 발견되면 반드시 사무실로 돌아와 내부 전화를 하고 다시 현장 순시를 하는 불필요한 인력소모를 감소
- 그러나 안전요소와 변전소 내 전자기 간섭 등의 영향으로 재래식 전파에 기초한 통신수단은 여기에 적용하기 어려움

▶ 광통신 기술을 통한 변전소 순검의 문제점 해결

- 변전소내의 LED등을 이용해 통신하면, 무선파가 생기지 않고, 변전소내의 설비에 간섭을 일으키지 않음
- 실외에서도, 주간에 육안으로 감지되지 않는 LED등을 사용해 가시광통신을 할 수 있도록 메커니즘을 채용
- LED를 스테이션 내 통신 절점으로 하여, 순검자들은 순차 점검 시 항상 백그라운드 작업 시스템과 네트워크 연결을 유지하여 정보 서비스를 제공받고 통신 가능
- 아울러, 순찰 인원과 그 조작된 장비, 차량의 정밀한 위치를 확인할 수 있어 인원 안전 및 그리드 안전에도 극대화
- 가시광 통신기술의 변전소 설비순찰시스템은 VLC 양방향 통신기술을 이용하여 순검자와 실시간 정보 소통을 통해 현장 도착 확인 및 예정된 노선순찰 가능
- 휴대단말기를 통해 언제 어디서나 정보의 입수, 현장 데이터의 보고, 검출수치의 업로딩 등의 업무를 수행할 수 있고, 순검자에게 안전하고 편리한 무선 정보 서비스를 제공
- VLC의 위치 측정 기술에 의해 실시간으로 순검자와 그 조작된 장비가 공간에서의 정확한 위치를 확인하고, 순검자의 잘못된 조작에 대해 적시에 경고하며, 순검 전 구간에서 순검자의 생명을 보장

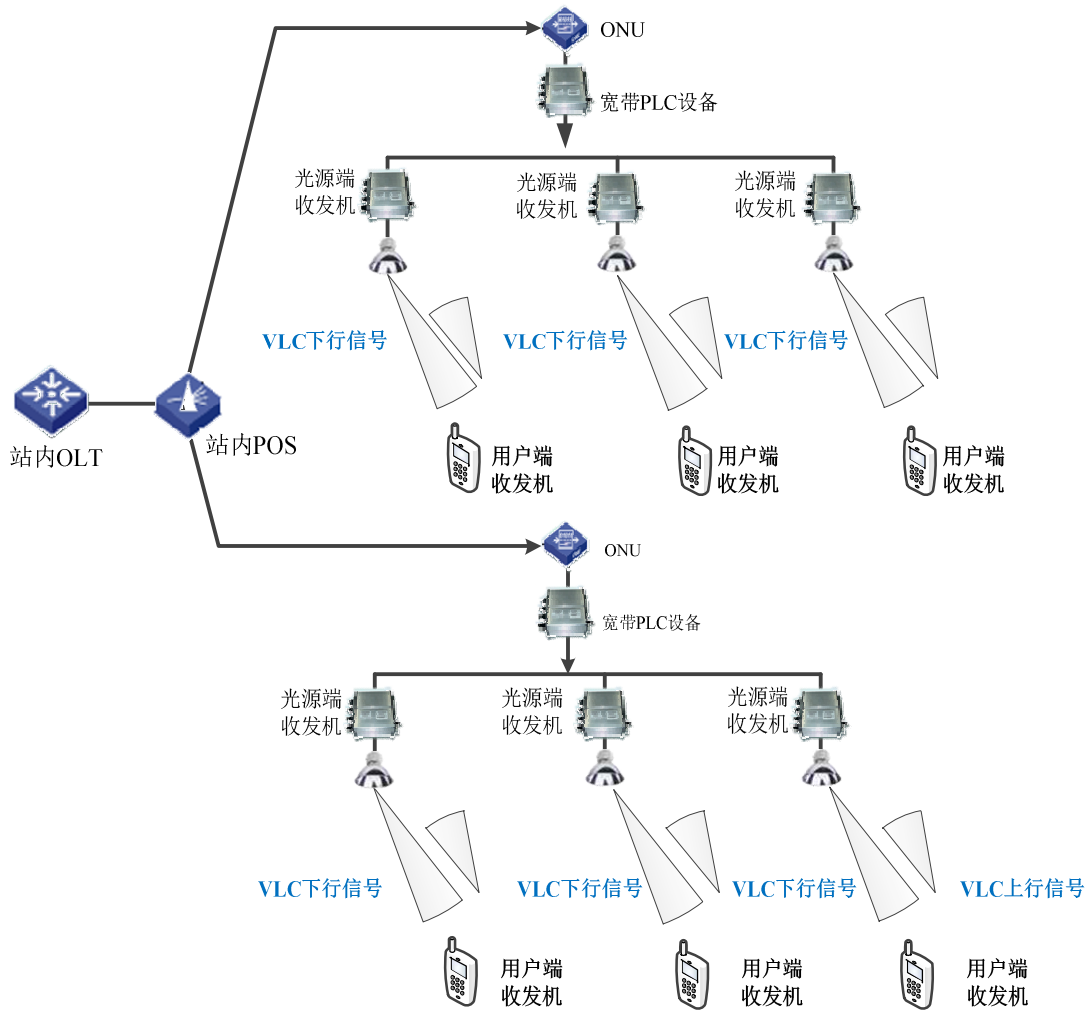


그림 128 변전소 스마트 순검 네트워크 아키텍처

- 변전소 내 조별 조명등의 큰 출력 설비에 ONU 설비와 광대역 PLC 설비를 설치
- 각각의 LED 전등 근처에 본 과제에서 고안된 광원 송수신기를 설치하여 PLC 신호에서 VLC 신호로 변환
- 사용자에게 본 과제를 위해 고안된 사용자단 송수신 설비를 갖추어 LED 가로등과의 통신을 실현
- 이용자 단말의 상향 전송 메커니즘은 가시광의 전송 방식을 채택

③ PLC-VLC 네트워크 애플리케이션

▶ 본 프로젝트 무선광 통신 네트워크의 수요 및 기능의 조사연구

- 응용 시나리오에 대한 이용자의 수요를 조사·검토하고, 기술 방안의 정책을 지도하고, 무선 광통신 네트워크의 전체적인 실현 프레임워크를 검토
- 본 프로젝트의 연구 성과는 전형적인 실내 응용 환경에서 응용

- 가정, 박물관, 슈퍼마켓 등

- 이 단계의 연구에서는, 확정된 이익 관계자를 지원하는 데 필요한 서비스와 제품을 확정하고, 시나리오마다 무선 광통신 기술이 배치될 건물과 그 건물에 있는 사람들의 활동을 분석
- 각각의 시나리오는 그 건물의 기존 조명 시스템과 시설, 건물의 평면도, 그리고 불빛 및 다른 건축시설의 위치를 조사 분석하고
- 각각의 대안에 대하여 무선 광통신 네트워크의 중요한 성능 특징을 검증하고 사용방안별 적응성을 결정

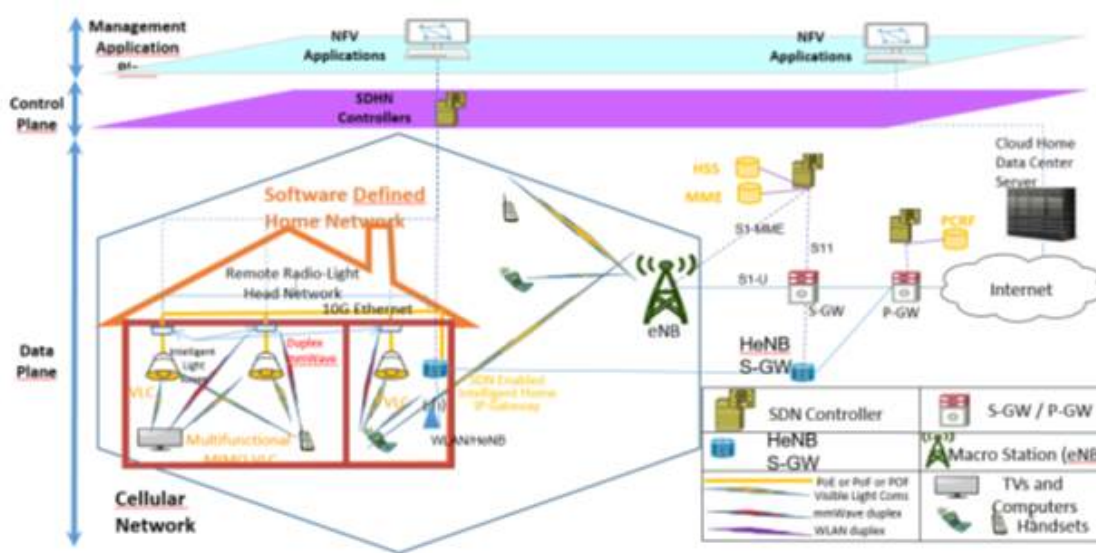


그림 129 무선 광통신 인터넷 사용 방안

- 프로젝트는 SDN 기반의 새로운 홈 네트워크 체계 구조를 제안
 - 데이터 평면, 제어 평면을 분리, 네트워크 레이어 분리, 남북향 인터페이스를 포함한 소프트웨어
 - 신형 모바일 네트워크의 전체 체계 구조를 정의하고 애플리케이션별 장면 수요에 따라 무선 광융합 통신 인터넷 중고광 효과 스마트 전등 설계
- 사용자가 건물의 실내 정보와 광원 분포를 미리 알고 있는 경우, LED 조명 뿐 아니라 자신의 위치도 및 ID도 VLC를 통해 전송
- 수신 단말은 화상통신 방식으로 광신호를 수신하고, 각 영상에서 수신된 광신호를 해제하고 분석하며, 기하광학 이론 계산을 통해 자신의 위치 정보 획득
- 슈퍼마켓에 무선광 통신 위치 측정 기술을 사용하여 마트 내 고객 및 인원수에 대한 정확한 위치 서비스와 상품 정보를 구현하는 등 시범적 초안을 연구 및 설계

④ 프로토타입 시스템의 검사 평가

- 이용자에게 애플리케이션을 보급하기 위해, 프로토타입 시스템은 국가의 검출 자질을 갖춘 제3자 기관의 상세 검출 평가를 통과하였다.

▶ 삼색 광통신 시스템 전송 데이터율

조도가 50%일 때의 하행 피크 통신 속도율				
번호	통로	신호 대역폭 (MHz)	요구 (Mbps)	측량결과 (Mbps)
1	적색광	22.4	-	179.2
2	녹색광	22.4	-	179.2
3	남색광	22.0	-	176.0
4	결과	-	≥500	534.4

표 31 삼색광통신검사결과

▶ 가시광선 실내 위치 측정

- 정적 위치 오차: $\pm 0.09\text{cm}$
- 1m/s 보다 적지 않은 속도로 운동 시 위치 오차 범위: 0.41cm~0.63cm

번호	이동속도(m/s)	측정오차(cm)
1	1.38	0.41
2	1.22	0.63
3	1.06	0.42
4	1.20	0.44
5	1.80	0.41
6	1.21	0.57

표 32 삼색광통신검사결과

마. 모바일 애플리케이션/ 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발 (핵심성과 D)

(1) 연구결과 요약

(가) 클라우드서비스형 통합운영관리 모델 개발 (단위성과 D-1)

① 클라우드서비스형 통합운영관리 모델 개발 (단위성과 D-1-①)

- ▶ 시설물 유형 및 종류, 관리 주체에 따른 운영 프로세스 및 관리체계정립
 - 도시시설물 유형 및 종류 특성에 대한 분석과 이를 다양한 관리 주체와 연계를 통해 통합적 시설물 관리가 가능하도록 관리 체계에 관한 연구

- ▶ 시설물 통합운영관리를 위한 공통프로세스 정립
 - 시설·비시설물, 시설물의 종류, 시설물의 서로 다른 관리 주체 등에 있어 공통 프로세스를 도출하여 시설물의 효율화관리를 위한 방안 연구
 - 스마트폰의 카메라, GPS, 방위센서를 활용하여 도시의 다양한 시설물을 유지관리하기 위한 사진과 위치정보를 수집하고 이를 데이터베이스에 저장 및 웹서버 시스템과 연계하여 효율적인 시설물의 통합운영관리가 될 수 있도록 모델을 수립

- ▶ 시설물의 체계적인 관리뿐만 아니라 다양한 관리 주체자가 공용으로 활용될 수 있는 클라우드 서비스형 통합 운영관리 시스템 개발
 - 시설물의 정보등록, 고장신고, 유지관리, 이력관리 등 일련의 시설물 통합운영관리와 다양한 관리 주체자(1개이상의 지자체, 부서 또는 팀)가 공용으로 활용될 수 있도록 클라우드 서비스형 통합운영관리 시스템 개발



(나) 모바일 애플리케이션 개발 (단위성과 D-2)

① 모바일 애플리케이션 개발 (단위성과 D-2-①)

▶ 모바일 애플리케이션을 활용하고 웹(Web)서버와 연계하여 현장에서 One-Stop 체계의 시설물 유지관리가 될 수 있도록 개발

- 시설물의 정보등록, 고장신고, 유지관리, 이력관리 등 일련의 시설물 통합운영관리와 다양한 관리주체자(1개 이상의 지자체, 부서 또는 팀)가 공용으로 활용될 수 있도록 클라우드 서비스형 통합운영관리 시스템 개발



그림 131 스마트디바이스 활용 시설물관리 유지관리 업무 프로세스

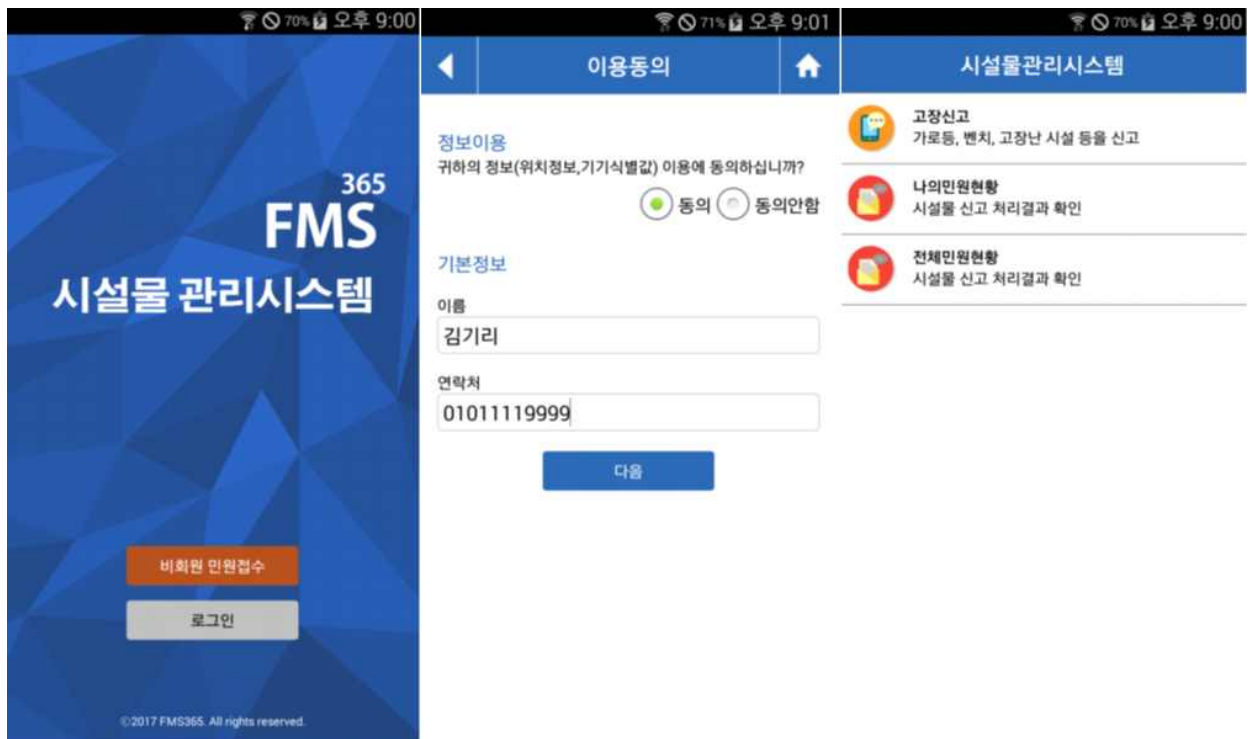


그림 132 비회원 로그인 및 시설물 통합운영관리 앱(APP) 화면

(다) 모바일애플리케이션과 클라우드 서비스 형 통합운영 모델 (단위성과 D-3)

- 스마트폰의 애플리케이션과 시설물 통합운영관리 웹(Web)서버 시스템과 연계하여 언제 어디서나 고장신고가 가능하고 접수된 정보를 해당 관할 지자체(또는 부서/팀)으로 전송가능 한 통합운영관리

① 스마트디바이스를 활용한 도시시설물 유지관리 업무 프로세스 개선

- 기존 시설물 관리 프로세서는 시설물 입고, 분류 및 등록, 점검, 하자발견, 현장확인, 하자분류, 하자신청, 하자분석, 하자처리, 처리완료, 처리확인 등 13개 단계
- 스마트디바이스를 활용하여 분류와 등록이 동시에 이루어지게 하고, 점검, 하자발견, 현장확인, 하자분류, 하자정보전송, 하자신청 단계의 업무가 현장에서 곧바로 이루어지게 하며 유지보수 처리 완료 및 확인도 동시에 이루어 지도록 하여 13개 단계를 6개 단계로 간소화

② 스마트디바이스와 센서를 활용한 도시시설물 관리 프레임워크

- 시설물의 정보 즉, 시설물의 고장이나 상태를 알 수 있는 정보, 위치 및 사진 정보 등을 스마트디바이스에 부착된 센서를 활용하여 메타데이터 정보를 수집
- 또한 수집된 정보는 유비쿼터스 기반시설인 정보통신 인프라를 통해 전달되며, 도시시설물관리시스템에 의해 시설물관리자, 도시민, 유지보수업체에게 유용한 정보로서 전달되어야만 효율적 관리가 가능

③ 시스템 구성안

- 하드웨어적으로는 서버기능을 하는 Web서버, Was서버, 데이터베이스서버가 있으며, 외부 통신망을 통해 시설물관리자가 보유하고 있는 스마트디바이스와 연결, 또한 서버는 내부 인트라넷을 통해 도시시설물관리 사무실의 퍼스널 컴퓨터와 연결

④ 도시시설물 유지관리 서비스

- 시설, 비시설물의 통합적인 유지관리를 위해서는 첫째, 도시시설물의 유형에 따른 등록이 용이해야 함.
- 둘째, 정보를 송수신 하는 통신망을 활용하여 실시간 정보를 확인할 수 있어야 함.
- 셋째, 현장지원이 용이하도록 정보 수집 및 제공이 가능하여야 함.
- 넷째, 시설물의 점검, 유지보수 등에 있어 시설물의 도면, 위치 등 자료의 활용이 용이하도록 하여 이력관리 기능이 제공 되어야 함.

⑤ 도시시설물 통합적 유지관리 표준화 방안에 따른 활용 방안 (모바일애플리케이션과 클라우드 서비스 형 통합운영 모델, 단위성과 D-3-①)

- 도시시설물의 통합적 유지관리 표준화 방안 체계를 통해 시설물의 다양한 관리 부서 연계, 가시화기법을 통한 현황 시각화, 시설물 생애주기 관리를 통한 수명주기 증대 등 시설물을 효율적으로 관리

(2) 연구내용

(가) 연구의 목적

- ▶ 시설물 유형 및 종류, 관리 주체에 따른 운영 프로세스 및 관리체계 정립
 - 모바일 애플리케이션과 클라우드서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리모델을 통해 시설물별, 관리주체별 도시시설물을 통합운영관리
- ▶ 클라우드형 서비스가 가능한 모델 개발
 - 시설물 관리에 있어 언제 어디서나 모바일 애플리케이션을 통해 실시간 관리 운영이 가능하도록 함. 또한 시설물의 관리 주체별 자원의 활용이 용이하도록 클라우드 서비스 유형의 모델 개발이 가능함

(나) 연구의 방법

- 시설물 관리 및 운영프로세스와 관리체계 정립을 통해 시스템과 연계한 클라우드 서비스 유형의 시스템을 구축
- 시설물의 유형과 특징 및 관리주체에 따른 공통프로세스 정의를 통해 시설물 통합운영관리에 적용
- 클라우드형 서비스가 가능한 모델로 기술개발을 통해 다양한 시설물 및 관리주체에 따른 통합적 시설물 관리

단계(연차)		주요 연구활동	세부 연구내용
1단계	1차년도 (’16.04 ~ ’17.03)	○ 도시시설물 관리를 위한 최신 소프트웨어 기술 현황 조사	○ 도시시설물 통합관리를 위한 적정 소프트웨어 기술 조사 ○ 클라우드 서비스 플랫폼 기술 조사 및 개발 적용기술 제시
2단계	2차년도 (’17.04 ~ ’18.03)	○ 모바일 애플리케이션 기술개발 ○ 클라우드 서비스 기반의 플랫폼 기술개발	○ 스마트디바이스 센서기술과 알고리즘이 적용된 모바일 애플리케이션 User Interface 기획 및 Programming ○ 시설물 통합관리 및 관리주체별 사용이 용이하도록 클라우드서비스 플랫폼 기술개발
3단계	3차년도 (’18.04 ~ ’19.01)	○ 시범서비스를 통한 모바일애플리케이션 및 클라우드 서비스 플랫폼 검증	○ 모바일 애플리케이션의 도시시설물 관리 운영 적용 프로세스, User Interface 의 문제점 분석 및 보완 ○ 모바일 애플리케이션 적용 센서기술의 정확성 측정 및 보정

(3) 클라우드서비스형 통합운영관리 모델 개발 (단위성과 D-1)

(가) 클라우드서비스형 통합운영관리 모델 개발 (단위성과 D-1-①)

① 연구 방향

㉠ 시설물 유형 및 종류, 관리 주체에 따른 운영 프로세스 및 관리체계정립

- 도시시설물 유형 및 종류 특성에 대한 분석과 이를 다양한 관리 주체와 연계를 통해 통합적 시설물 관리가 가능하도록 관리 체계에 관한 연구

㉡ 시설물 통합운영관리를 위한 공통프로세스 정립

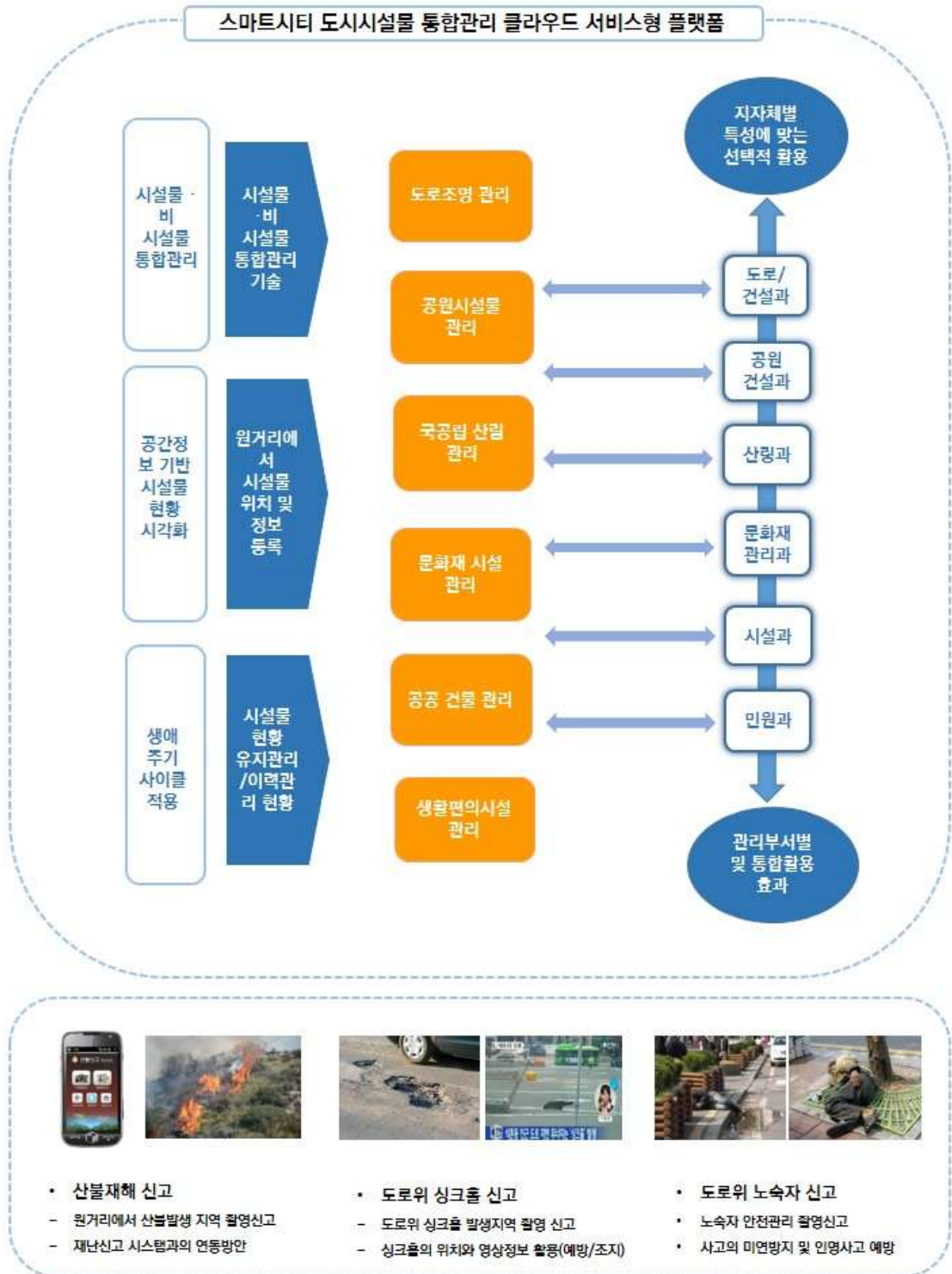
- 시설·비시설물, 시설물의 종류, 시설물의 서로 다른 관리 주체 등에 있어 공통 프로세스를 도출하여 시설물의 효율화관리를 위한 방안 연구
- 스마트폰의 카메라, GPS, 방위센서를 활용하여 도시의 다양한 시설물을 유지관리하기 위한 사진과 위치정보를 수집하고 이를 데이터베이스에 저장 및 웹서버 시스템과 연계하여 효율적인 시설물의 통합운영관리가 될 수 있도록 모델을 수립
- 시설물 통합운영관리 시스템을 통해 여러 지자체(또는 부서/팀)에서 시설물의 고장신고, 이력관리, 통계관리, 사용자 관리 등 통합운영관리가 가능하도록 클라우드 서비스형 통합운영관리 웹(Web)서버 시스템 개발
- 도시시설물의 관리에 있어 시설·비시설물 등 현장에서 즉시 정보수집(민원접수)이 가능하며, 접수된 정보를 기반으로 시설물의 유지보수 및 이력관리, 통계관리 등 One-Stop 체계의 통합운영관리가 가능하도록 함
- 도시시설물 관리에 있어 스마트폰의 애플리케이션과 웹(Web)서버 시스템과 연계하여 One-Stop으로 시설물의 관리와 다양한 관리 주체자가 공용으로 활용할 수 있는 시설물 통합운영관리 모델 수립함

㉢ 시설물의 체계적인 관리뿐만 아니라 다양한 관리 주체자가 공용으로 활용될 수 있는 클라우드 서비스형 통합 운영관리 시스템 개발

- 시설물의 정보등록, 고장신고, 유지관리, 이력관리 등 일련의 시설물 통합운영관리와 다양한 관리 주체자(1개 이상의 지자체, 부서 또는 팀)가 공용으로 활용될 수 있도록 클라우드 서비스형 통합운영관리 시스템 개발

㉣ 모바일 애플리케이션을 활용하고 웹(Web)서버와 연계하여 현장에서 One-Stop 체계의 시설물 유지관리가 될 수 있도록 개발

- 시설물의 정보등록, 고장신고, 유지관리, 이력관리 등 일련의 시설물 통합운영관리와 다양한 관리주체자(1개 이상의 지자체, 부서 또는 팀)가 공용으로 활용될 수 있도록 클라우드 서비스형 통합운영관리 시스템 개발



(4) 모바일 애플리케이션 개발 (단위성과 D-2)

(가) 모바일 애플리케이션 개발 (단위성과 D-2-①)

- 도시시설물은 언제어디서나 현장중심의 정보 수집 및 전송이 가능하여야 하고 휴대성이 용이하며 적시에 정보가 제공되어야 하기 때문에 첨단ICT 기술이 접목된 스마트폰을 활용하여 시설물의 정보수집뿐만 아니라 시설물의 등록, 고장신고, 유지보수를 One-Stop으로 효율적으로 관리가 가능함
- 스마트폰의 센서기술의 활용을 통해 시설물 정보수집 뿐만 아니라 시설물 통합운영관리 웹서버와 연계하여 시설물의 고장신고, 유지관리, 이력관리, 통계관리, 사용자 관리 등 시설물을 One-Stop으로 통합운영관리할 수 있도록 모바일 앱(App) 개발
- 스마트폰의 애플리케이션을 활용하여 현장에서 시설물의 정보수집 및 등록, 고장신고, 유지보수관리 등 웹서버에 대한 One-Stop 관리가 가능하도록 개발함



그림 134 시설물 통합운영관리 웹(Web) 시스템 메인 메뉴



그림 135 시설물 통합운영관리 웹(Web) 시스템 메인 화면

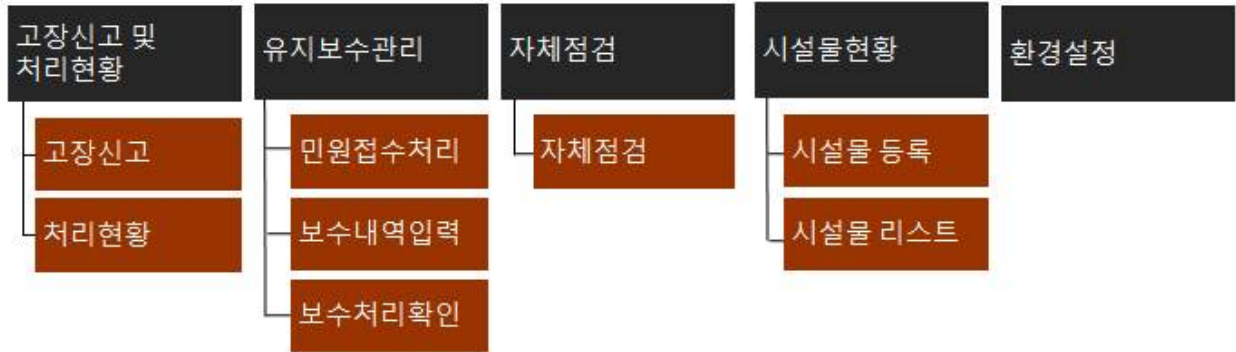


그림 136 스마트디바이스 활용 시설물관리 유지관리 업무 프로세스

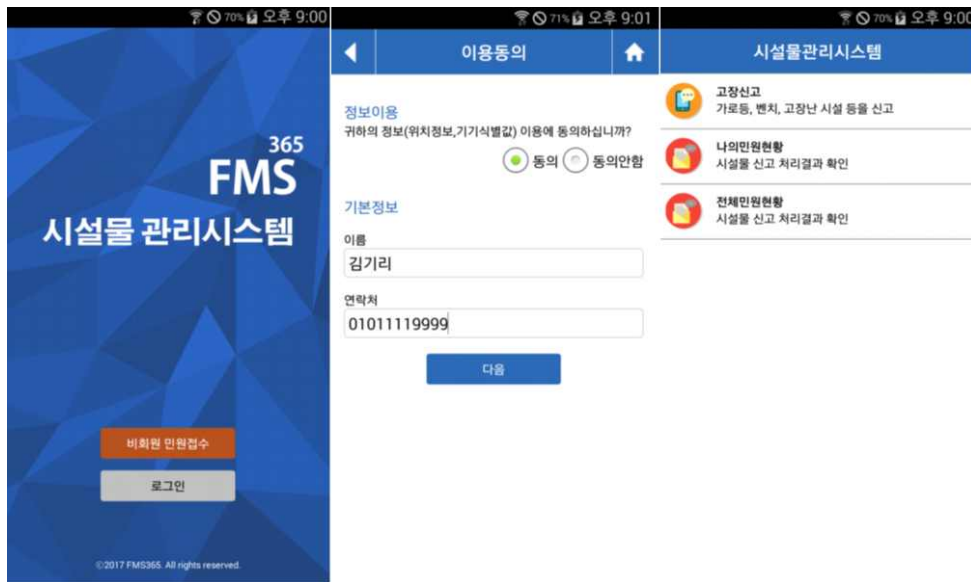


그림 137 비회원 로그인 및 시설물 통합운영관리 앱(APP) 화면

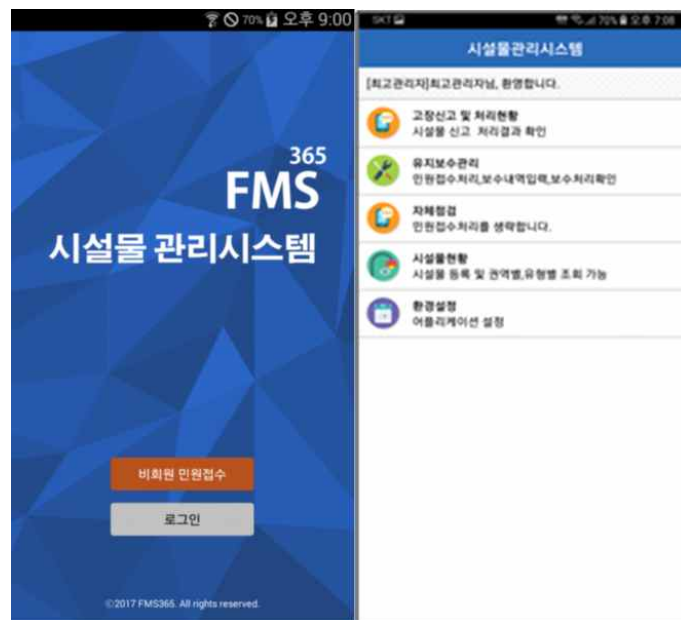


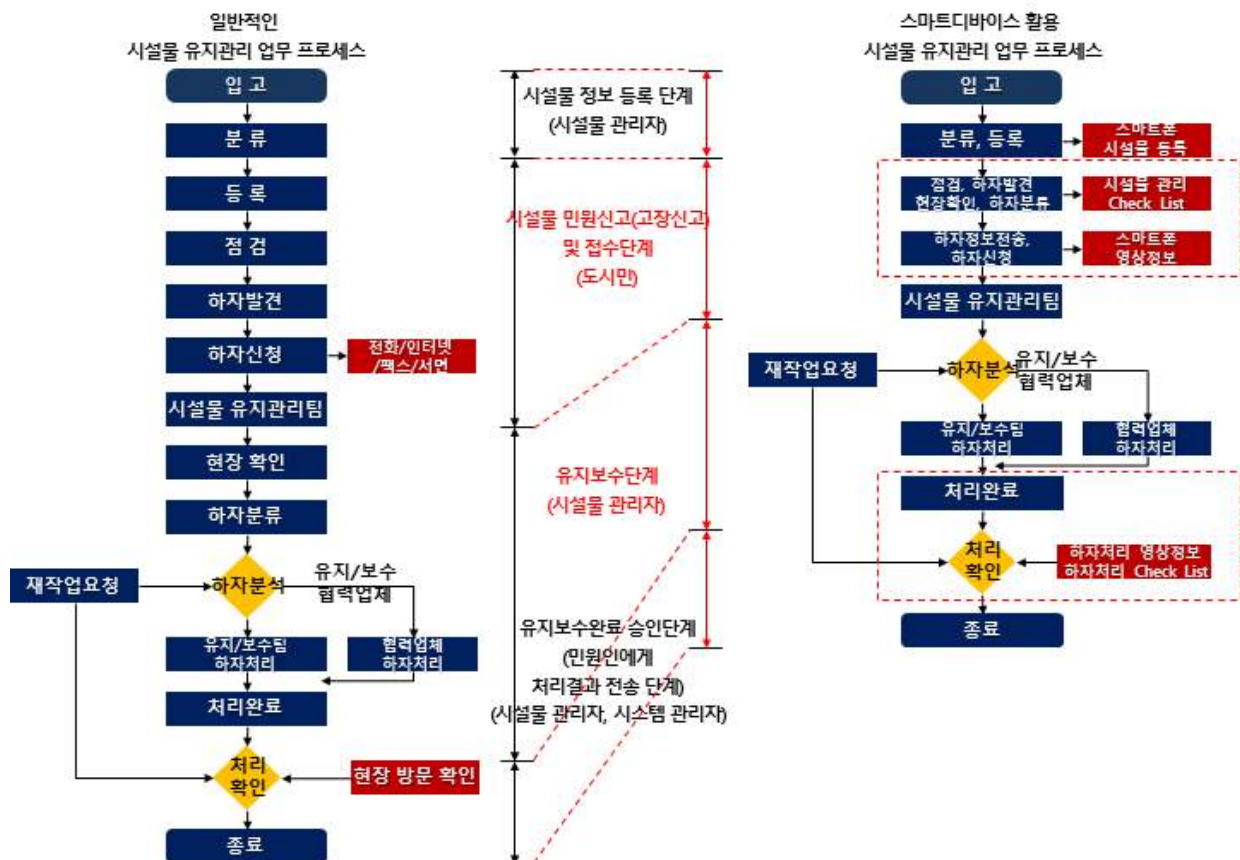
그림 138 회원 로그인 및 시설물 통합운영관리 앱(App) 화면

(5) 모바일애플리케이션과 클라우드 서비스형 통합운영 모델 (단위성과 D-3)

- 정보수집이 용이하도록 모바일 센서기술을 활용한 스마트폰의 애플리케이션과 시설물 통합운영관리 웹(Web)서버 시스템과 연계하여 언제 어디서나 고장신고가 가능하고 접수된 정보를 해당 관할 지자체(또는 부서/팀)으로 전송하도록 하여 통합운영관리가 될 수 있도록 함

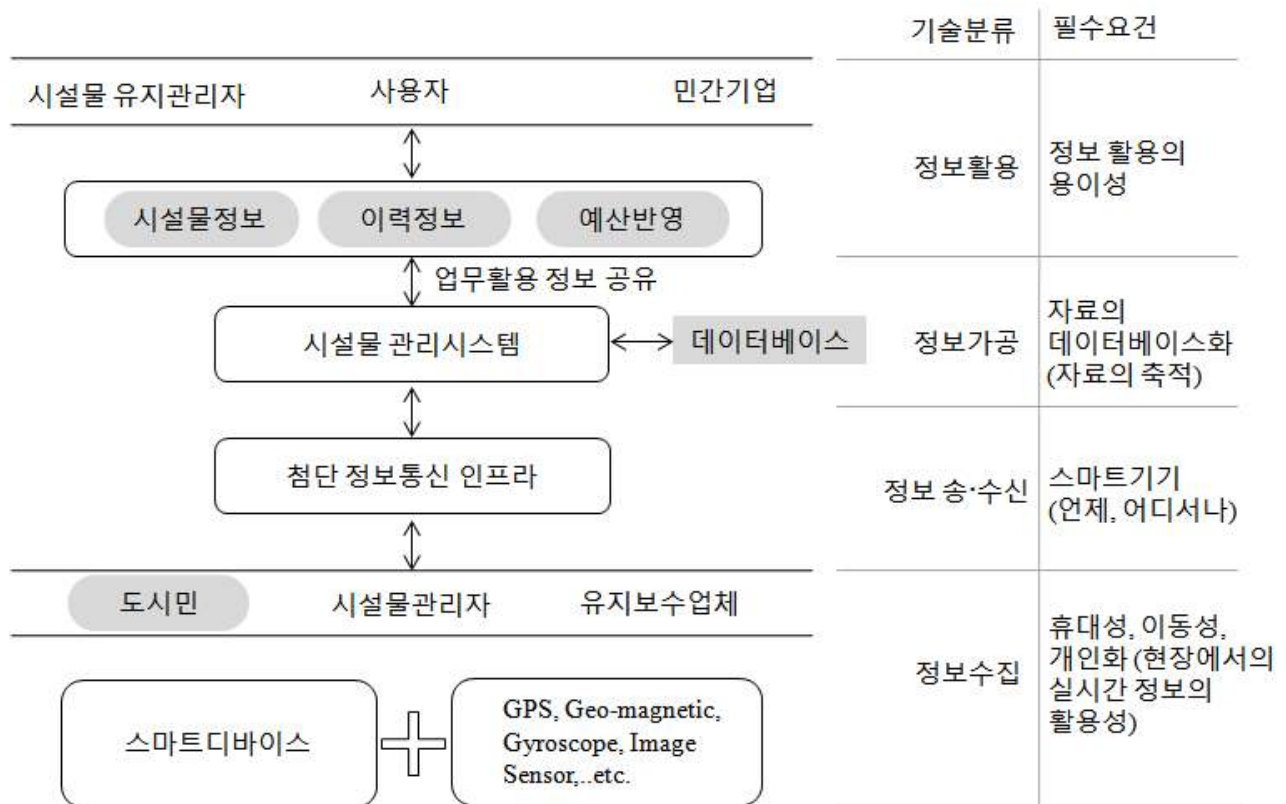
(가) 스마트디바이스를 활용한 도시시설물 유지관리 업무 프로세스 개선

- 기존 시설물 관리 프로세서는 시설물이 입고된 후 분류 및 등록, 점검, 하자 발견, 현장확인, 하자분류, 하자신청, 하자분석, 하자처리, 처리완료, 처리확인 등 각 단계별 업무가 이루어 졌음.
- 그러나 스마트디바이스를 활용하면 시설물의 분류와 등록이 동시에 이루어지며, 시설물의 점검, 하자발견, 현장확인, 하자분류, 하자정보전송, 하자신청 단계의 업무가 현장에서 곧바로 이루어 질 수 있음.
- 또한 유지보수 처리 완료 및 확인도 동시에 이루어 질 수 있어 실제적으로 스마트폰을 활용한 시설물 유지관리는 기존 프로세스 13단계에서 6단계로 업무 프로세스가 간소화됨.



(나) 스마트디바이스와 센서를 활용한 도시시설물 관리 프레임워크

- 본 연구에서 제시하는 유비쿼터스 도시기반시설을 활용한 도시시설물 시설물 유지관리 프레임워크는 다음과 같음.
- 시설물의 정보 즉, 시설물의 고장이나 상태를 알 수 있는 정보, 위치 및 사진정보 등을 스마트디바이스에 부착된 센서를 활용하여 메타데이터 정보를 수집 할 수 있어야 함.
- 또한 수집된 정보는 유비쿼터스 기반시설인 정보통신 인프라를 통해 전달되며, 도시시설물관리시스템에 의해 시설물관리자, 도시민, 유지보수업체에게 유용한 정보로서 전달되어야만 효율적 관리가 가능 할 것임.



[그림 77] 첨단 ICT 인프라를 활용한 도시시설물 유지관리를 프레임워크

(다) 시스템 구성안

- 아래 [그림 78]은 전체 도시시설물 관리 시스템 전체 구성도임. 하드웨어적으로는 서버기능을 하는 Web서버, Was서버, 데이터베이스서버가 있으며, 외부 통신망을 통해 시설물관리자가 보유하고 있는 스마트디바이스와 연결됨.
- 또한 서버는 내부 인트라넷을 통해 도시시설물관리 사무실의 퍼스널 컴퓨터와 연결되도록 하였음.



[그림 78] 도시시설물 유지관리시스템 전체 시스템 구성도

(라) 도시시설물 유지관리 서비스

- 지금까지의 시설물관리는 시설물에 RFID, QRCode, NFC 등을 직접적으로 부착하고, 이를 단말기기를 통해 시설물의 정보를 수집하거나 모니터링이 가능하도록 하였음.
- 그러나 이렇게 직접적으로 시설물에 센서를 부착하는 것은 비용이 소요되어 경제적, 시간적으로 많은 손실을 초래하게 됨.
- 따라서 시설물의 위치정보 활용을 통해 별도의 센서를 부착하지 않고 [그림 79]과 같이 One-Stop 체계를 이루어 효율적 관리가 되어야 하며, 물리적 시설물이 아닌 수목, 산책로, 놀이터와 같은 비 시설물도 관리 될 수 있어야 함.
- 이를 위해서는 다음과 같은 5가지 요건이 충족되어야 함.
- 첫째, 도시시설물의 유형에 따른 등록이 용이해야 함.
- 둘째, 정보를 송수신 하는 통신망을 활용하여 실시간 정보를 확인할 수 있어야 함.
- 셋째, 현장지원이 용이하도록 정보 수집 및 제공이 가능하여야 함.
- 넷째, 시설물의 점검, 유지보수 등에 있어 시설물의 도면, 위치 등 자료의 활용이 용이하도록 하여 이력관리 기능이 제공 되어야 함.



[그림 79] 도시시설물 유지관리 서비스 개념도

(마) 도시시설물 통합적 유지관리 표준화 방안에 따른 활용 방안

(모바일애플리케이션과 클라우드 서비스 형 통합운영 모델, 단위성과 D-3-①)

- 도시시설물의 통합적 유지관리 표준화 방안 체계에 따른 클라우드 서비스형 플랫폼을 활용하면 시설물의 다양한 관리부서에서 시설·비시설물을 효율화 관리할 수 있으며, 공간정보인 지도정보와 연계하여 가시화기법을 통한 시설물 현황을 시각화 하여 단계별 효율적으로 관리할 수 있음.
- 또한 시설물의 생애주기 관리를 통해 사전 보전으로 수명주기를 증대시킬 수 있으며, 이를 통해 보다 시설물의 유지관리를 효율적으로 관리할 수 있음.

바. 시범서비스를 통한 효율화 검증 및 국내외 보급, 확산 방안 마련(핵심성과 E)

(1) 연구결과 요약

(가) 테스트 베드 적용을 통한 시범운영 (단위성과 E-1)

① 테스트베드 운영 계획 수립

- 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 시범서비스는 계획수립, 시범서비스 추진 및 모니터링을 진행한 후, 문제점에 대해 분석하고 개선 방향을 도출하여 시스템에 적용함으로써 실무 중심의 효율적인 시설물 통합운영관리 모델을 운영하는 것을 목적으로 함.

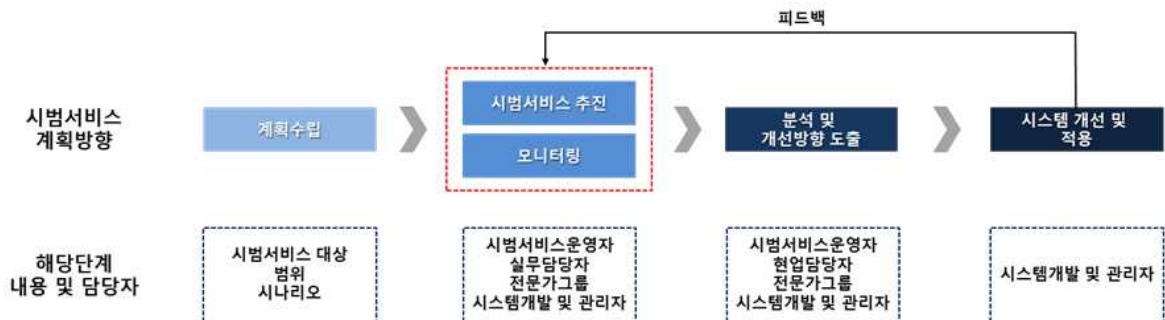


그림 143 시범서비스 계획방향

▶ 운영 계획상 대상 추진 주체

- 대학교의 다양한 특성을 활용하여 주관연구기관(성균관대학교)의 시설물관리 부서와 협의를 통해 학교 내 시설물관리를 대상으로 시범서비스를 수행함
- 학생(시민), 연구팀(1차 관리팀), 시설관리팀(2차 유지보수팀)으로 구분하여 시설물 관리 부서 현업 업무 프로세스와 시스템 프로세스를 반영하여 시범서비스를 진행

▶ 운영 계획상 하드웨어 구성

- 하드웨어적으로는 서버기능을 하는 Web서버, Was서버, 데이터베이스서버가 있으며, 외부 통신망을 통해 시설물관리자가 보유하고 있는 스마트디바이스와 연결됨.
- 또한 서버는 내부 인트라넷을 통해 도시시설물관리 사무실의 퍼스널 컴퓨터와 연결되도록 하였음.

▶ 운영 계획상 환경 구축

- 시범서비스 운영을 위한 시간 및 비용 최적화를 위해 웹서버 호스팅을 활용하여 시범서비스를 추진

- 청화대에 시설물통합운영관리 웹(Web)서버 및 스마트폰 앱(App.) 배포를 통해 테스트베드를 구축하여 테스트를 진행하도록 함.

② 테스트베드 적용 결과 (단위성과 E-1-①)

▶ 시범서비스 진행 결과

- 모바일 앱 시설물 고장신고 이용 현황

(단위 : 건)

구분	블럭포장	농구장 (운동장)	안내판	가로등	화장실	비고
민원등록	9	75	2	1	2	
자체점검	1		1		1	
소계	10	75	3	1	3	
계	92					

용어설명 : (민원등록) 민원인용 모바일 앱을 통해 고장신고 등록
(자체점검) 관리자용 모바일 앱을 통해 자체 점검 등록

▶ 시범서비스 진행에 따른 문제점

- 테스트베드 진행 시 발견 된 문제점은 기술적인 부분과 운영관리 부분으로 분류 가능
- 기술적인 문제점: 소프트웨어 개발 및 개선에 관한 문제점
- 운영관리상의 문제점: 테스트베드 구축 운영 과정에 발견 된 문제점

구분	내용
시범서비스 운영상 문제점	○ 시범서비스 진행시 일부 시설물을 대상으로 분류하여 데이터베이스 설정으로 인해 운동장 또는 운동장 주변에서 발생한 내용에 대한 고장신고가 농구장으로 신고됨 ○ 스마트폰 앱을 활용하여 고장신고를 하고 이를 지도정보와 연계 표시되어 고장신고가 되었음에도 불구하고 위치정보 신뢰성에 대한 선입견으로 인하여 위치정보를 재차 확인하는 경우 다수 발생함 ○ 시설물의 특성상 예산 반영 등으로 인하여 유지보수가 늦어지는 경우 발생 ○ 유지보수 담당자의 유지보수 완료 후 관리자가 현장 확인은 이루어 졌으나, 시스템 상의 완료 처리 프로세스를 거치지 않는 경우가 많아 시스템상에서 계속 보수처리 상태로 남아있는 경우 발생
기술적 문제점	○ 스마트폰 카메라의 고해상도에 따른 고용량으로 인하여 사진 데이터 전송시 속도 저하 발생 및 고용량의 데이터베이스 저장공간 필요
대책 방안	○ 시범서비스 진행시 한정된 시설물 데이터베이스는 향후 현업부서의 모든 종류의 데이터베이스 입력 또는 시설물 유형으로 구분하여 데이터 베이스 구축 ○ 스마트폰의 앱 위치정보 신뢰성과 유지보수 처리 완료 프로세스는 교육을 통해 충분히 인지하도록 함 ○ 스마트폰의 카메라 고해상도에 따른 문제점은 스마트폰의 앱을 수정하여 저해상도로 저장하도록 보완(보완 적용 반영 완료함)

③ 시스템 개선 사항 및 반영 설계도 (단위성과 E-1-②)

▶ 전문가 검토 의견 - 서울연구원 임희지 선임연구위원

- 시스템의 효율화를 위해서는 사용자들의 의견을 파악하여 진행 필요
- 프로세스 상 간편하게 작동되도록 설계되었으나, 앱의 디자인에 따라 인식이나 작동이 어려울 수 있으므로 이에 대한 고려 필요
- 필요할 경우 신고자와 유지보수자가 서로 소통할 수 있는 창구 마련이 필요

▶ 전문가 검토 의견 - (주)포스트미디어 홍승모 대표

- 서비스 시스템의 경우 일반적인 기능별 단위 테스트와 별도로 사용자를 대상으로 한 통합테스트가 필요
- 특히 많은 사용자들을 대상으로 하는 모바일 앱의 경우 사용자들이 쉽게 UI 및 서비스를 이해하고 앱 사용성이 높아야 하는 만큼 일반 사용자들을 대상으로 하는 사용자 테스트 항목이 향후 현장 적용의 사용화 단계 이전에 진행되는 것이 필요
- 거리 측정의 경우 5m와 15m에 비해 10m 거리에서 오차가 현저하게 적은 것으로 발견, 향후 시스템 개선방안에서 이에 대한 원인 분석을 통해 개선점 발견이 필요

▶ 전문가 검토 의견 - (주)정도유아이티 박찬호 연구소장

- 시설물 통합운영관리 시스템 항목별 테스트는 추가적으로 카메라 위치에 따른 시험방법 추가 되면 시범서비스의 효율이 높아질 것으로 판단
- 시험 항목의 세부기능에 대하여 다양한 시설물의 통합운영관리를 위한 적용 사례가 포함되면 이해가 용이

▶ 전문가 검토 의견 - 아주대학교 김지엽 교수

- 시스템 개선을 위한 운영상 문제점으로 도출된 내용 중 시설물 특성상 예산 문제 등으로 인하여 유지보수가 늦어지는 경우 등은 본 시스템과 별개의 문제로 분류 필요
- 즉, 행정적 문제와 기술적 문제를 구분하여 문제점과 대응방안 도출

▶ 전문가 검토 의견 - 위플 손준영 대표

- 시스템 항목별 시행된 기능 테스트는 정확하게 가져왔지만, 실내에 설치된 시설물에 정보를 어떻게 처리할 것인지에 대한 개선이 필요
- 등록된 시설물에 대한 민원과 비 시설물에 대한 민원을 구분한 테스트가 필요

④ 피사체 위치정보 측정 결과 (단위성과 E-1-③)

▶ 피사체 위치정보 측정 목적

- 본 연구는 도시시설물 관리를 위해 스마트디바이스 센서 기술을 활용하고 시설물, 즉 피사체 위치정보를 중심으로 언제 어디서나 현장 중심의 정보 수집 및 전송을 통해 시설물을 효율적 관리를 하고자 함
- 이로 인하여 관리 범위의 넓은 이동거리에 따른 이동성 및 편리성과 누구나 사용이 용이 하도록 하여 도시시설물 관리의 효율화를 가져 올 수 있음
- 따라서 시설물, 즉 피사체의 위치와 사진정보의 수집이 용이하도록 본 도시 공간 및 시설물 통합운영관리 모델의 시스템에 반영하고자 함

▶ 시험 방법

구분	시험방법	비고
거리측정 정확도	스마트폰을 삼각대에 고정 후 고장 신고인(키170cm)의 눈높이를 150cm라 가정에서 5M, 10M, 15M 거리를 촬영하여 거리의 정확도 확인	
방위측정	동, 서, 남, 북 방향으로 촬영 후 데이터가 정확하게 스마트폰앱 지도와 매핑 되었는지 확인	

▶ 시험 환경

- 스마트디바이스 앱을 활용한 피사체 위치정보(거리측정, 방위각 정합성 측정)는 스마트디바이스의 흔들림(손떨림)으로 인한 측정오류 방지를 위해 고정삼각대와 갤럭시 S8을 활용하여 시험을 진행함

▶ 시험 결과

- 스마트폰 갤럭시 S8을 활용하여 피사체 위치 측정 결과 5M에서는 평균 5.67, 10M에서는 평균9.95M, 15M에서는 평균 15.77M의 측정결과를 가져왔음.
- 각각의 오차범위는 5M=13.4%, 10M=0.5%, 15M=5.13% 로서 5M일 경우 10%를 벗어나지만, 통상 GPS 수신 오차범위(+, - 2M)를 감안하면 측정결과는 양호하게 측정됨
- 방위각 측정결과도 방위정합성 측정결과의 그림에서 보듯이 일정하게 각각의 측정 방위각 결과표와 같이 양호하게 측정됨을 알 수 있음

⑤ 데이터 정합율 (단위성과 E-1-④)

- 본 연구의 시설물 통합운영관리 시스템은 스마트폰을 활용하여 사진을 촬영하고 스마트폰의 GPS센서와 피사체 위치정보(거리측정) 알고리즘을 통해 수집된 위치정보와 지도정보와 매핑으로 시설물을 가시화 하여 관리의 효율적으로 관리하고자 하도록 함
- 시설물의 관리를 위한 스마트도시시설물 웹서버 어플리케이션과 모바일 어플리케이션 각각의 기능 테스트와 연계 테스트를 수행하였음
- 또한, 모바일 어플리케이션의 피사체 거리측정 및 방위각 정합도 측정을 통해 시설물 촬영에 따른 위치정보의 오류 및 정확성을 측정하였으며, 거리측정은 오차범위 10% 이내의 범위값을 가졌으며, 방위각은 이상 없는 것으로 측정 결과를 가져옴

▶ 데이터 정합율 테스트 목적

- 본 데이터 정합율 시험은 스마트폰을 활용하고 시설물 통합운영관리 웹 시스템과 연계한 데이터 송/수신 정합율 시험으로써 시설물 관리시스템으로써 데이터의 회손 및 시스템 오작동에 따른 결함을 사전에 예방하고자 함.

▶ 시험 방법

- 스마트폰/ 업무용 PC를 통해 각각의 테스트 항목당 20회씩 데이터 전송(업로드), 수신(다운로드)확인을 통한 정합율 확인

▶ 시험 환경

- 시험환경으로서는 시험용 PC, 사용자 모바일기기, 웹서버시스템을 활용하여 시험을 진행함. 시험용 PC와 사용자 모바일기기는 시설물 관리 시스템의 정보 입력 및 수신을 위한 기기에 해당하며, 웹서버 시스템은 각 시설물관리시스템의 어플리케이션과 데이터베이스, 보안서버의 기능을 하도록 함

▶ 시험 결과

- 본 데이터 정합율 시험은 2차년도 개발시 1차 테스트를 각각 30회 진행하였으며, 시범서비스 환경에 맞추어 2차 각각 20회 테스트를 진행함
- 테스트 결과 1) 스마트폰 앱을 통해 웹서버 시스템에 데이터를 전송/수신 2) 사용자 PC를 통해 웹서버 시스템과 연계한 데이터 전송/수신 3) 웹서버 시스템의 데이터베이스 데이터 저장 등에 따른 각각의 데이터 에러, 손실, 왜곡 등 테스트 결과로서 자체 테스트 결과 정합율 100% 결과를 가져옴.

(2) 연구내용

(가) 연구의 목적

▶ 시범서비스를 통한 효율화 검증 및 국내외 보급 확산 마련

- 본 연구개발의 실용화에 대비하여 성균관대학교에 스마트도시시설물 통합운영관리 시범서비스 진행
 - 학생(시민과) 연구팀(1차 관리팀), 시설관리팀(2차 유지보수팀)으로 구분하여 시설물 통합운영관리 시스템의 업무 프로세스 등 활용에 따른 문제점 분석 및 개선
- 시범서비스 시행 중 도출한 문제점을 분석 및 개선 방안 제시
- 홍보 및 보급 활성화 방안 위한 후속전략 제시

(나) 연구의 방법

- 현장중심의 스마트 도시시설물 통합운영관리 체계의 테스트베드 환경 구축
- 클라우드 서비스형 시설물 통합운영관리모델로서 활용 체계로 운영
- 시범서비스를 통한 스마트 도시 시설물 관리의 상호운용성 및 적합성 검증
- 스마트 도시시설물 통합운영관리 시범서비스 방안 수립 및 환경 구축, 도시민 참여형 시설물 관리 방안 수립(모바일 App 개발 및 배포)

단계(연차)		주요 연구활동	세부 연구내용
3 단 계	3차년도 (’18.04 ~’19.01)	○ 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 시범서비스 계획수립, 추진 및 모니터링	○ 시범서비스 대상 및 추진주체 설정 ○ 시설물 관리모델을 적용한 시설물 통합운영관리 하드웨어 구성 ○ 시범서비스 하드웨어 환경 구축
		○ 시범서비스 시행 중 도출한 문제점에 대해 분석하고 개선 방향을 도출하여 시스템에 적용	○ 테스트베드 진행 시 발견된 문제점을 기술적인 부분과 운영관리 부분으로 분류 및 대책방안 수립
		○ 스마트 모바일 앱 배포를 통한 도시민 참여형 시설물 관리방안 수립	○ 시범서비스 진행시 학교 담당자와 시민 역할을 하는 학생에 대해 서로 다른 교육방식으로 진행
		○ 홍보 및 보급활성화 방안 위한 후속전략 제시	○ 스마트 시설물 통합운영관리 모바일 앱은 온라인, 오프라인, 기타 교육 등 방법을 활용하여 홍보 가능하도록 제시

(3) 테스트베드 적용을 통한 시범운영 (단위성과 E-1)

(가) 테스트베드 운영 계획 수립

- 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 시범서비스는 계획수립, 시범서비스 추진 및 모니터링을 진행한 후, 문제점에 대해 분석하고 개선 방향을 도출하여 시스템에 적용함으로써 실무 중심의 효율적인 시설물 통합운영관리 모델을 운영하는 것을 목적으로 함.

▶ 대상 추진 주체

- 대학교의 다양한 특성을 활용하여 주관연구기관(성균관대학교)의 시설물관리 부서와 협의를 통해 학교 내 시설물관리를 대상으로 시범서비스를 수행함
- 캠퍼스 운영관리에 직접적으로 참여하는 실무진과 연구진이 가까운 환경에서 피드백을 주고 받음으로서 문제점 보완이 용이함.
- 교내 시설물의 빠른 교체주기와 시설물 종류가 다양한 특성을 활용가능 함.

▶ 시범서비스 개요

- 시범서비스 기간 : 2018. 04. - 2018. 09(5개월)

▶ 성균관대학교 자연과학캠퍼스의 기초자료

- 대지면적: 492,312.5m²(건축물대장)
- 건축면적: 90,257.99m²(건축물대장)
- 연면적: 376,189.69m²(건축물대장)
- 인구: 37,090명 (교수:2,904명; 직원:418명; 학생:33,768명)
- 건물: 49동
- 시설물 관리 유형(시설물 공사업무 일지)
도로포장, 부착물, 유리, 집기, 창문, 가로등, 시계탑, 동상, 전자계시판, 출입문, 체육시설물, 주차장, 옹벽, 담장, 펜스



그림 144 교내시설물 분류

- 학생(시민), 연구팀(1차 관리팀), 시설관리팀(2차 유지보수팀)으로 구분하여 시설물 관리 부서의 실무 프로세스와 시스템 프로세스를 반영하여 시범서비스를 진행



그림 145 시범서비스 추진주체

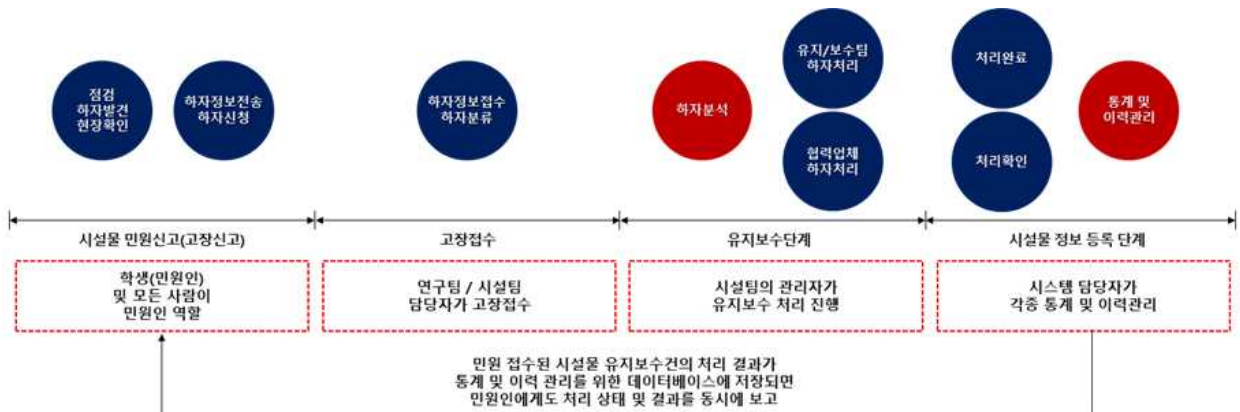


그림 146 추진주체 별 역할

▶ 하드웨어 구성

- 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 모바일 앱(App.) & 웹 서버(Web Server)를 활용한 시설물 통합운영관리 하드웨어 구성도는 다음과 같음
 - 하드웨어적으로는 서버기능을 하는 Web서버, Was서버, 데이터베이스서버가 있으며, 외부 통신망을 통해 시설물관리자가 보유하고 있는 스마트디바이스와 연결됨.
 - 또한 서버는 내부 인트라넷을 통해 도시시설물관리 사무실의 퍼스널 컴퓨터와 연결되도록 하였음.

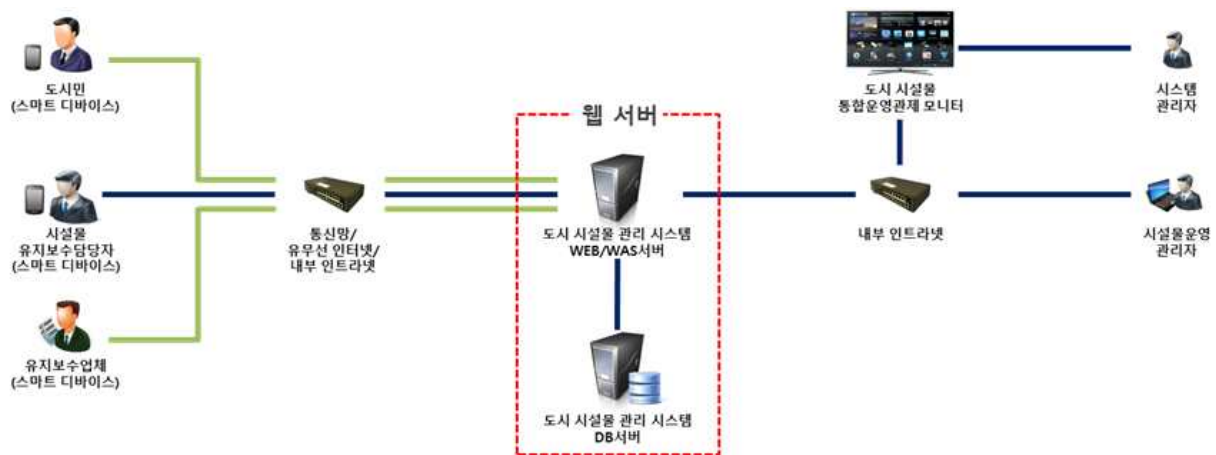


그림 147 스마트 도시공간 및 시설물 통합운영관리 하드웨어 구성도

▶ 환경 구축

- 스마트폰을 활용하여 현장에서 즉각적으로 시설물 등록, 고장신고, 유지보수 관리가 가능하도록 환경 구축 및 테스트를 진행
- 스마트폰의 센서를 활용하여 시설물의 위치 및 사진정보 전송기술에 대한 활용 검증 및 웹(Web)시스템과 연계하여 데이터의 무결성, 업무프로세스 등 활용의 효율성에 대하여 검증하도록 함.

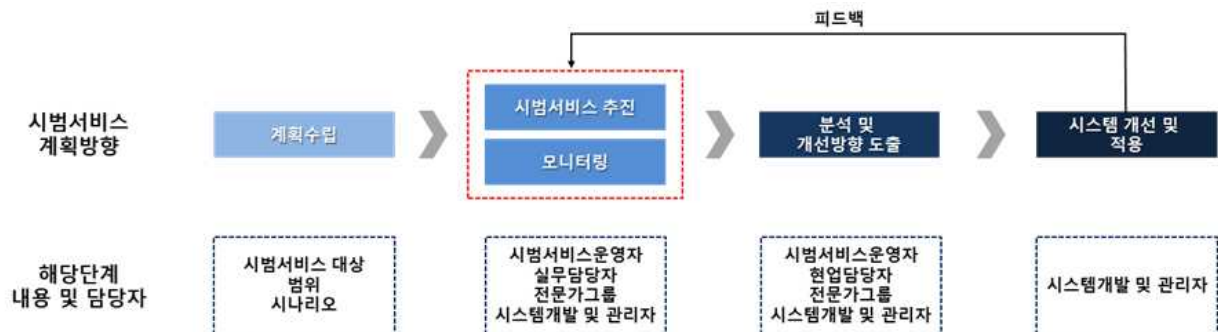


그림 148 시범서비스 계획방향

- 시범서비스 운영을 위한 시간 및 비용 최적화를 위해 웹서버 호스팅을 활용하여 시범서비스를 추진
- 청화대에 시설물통합운영관리 웹(Web)서버 및 스마트폰 앱(App.) 배포를 통해 테스트베드를 구축하여 테스트를 진행하도록 함.
- 시험 시행 시 청화대학교 시설물관리시스템은 해외 서버로 인하여 등록이 어려워 공동테스트베드 구축이 원활이 이루어지지 않음

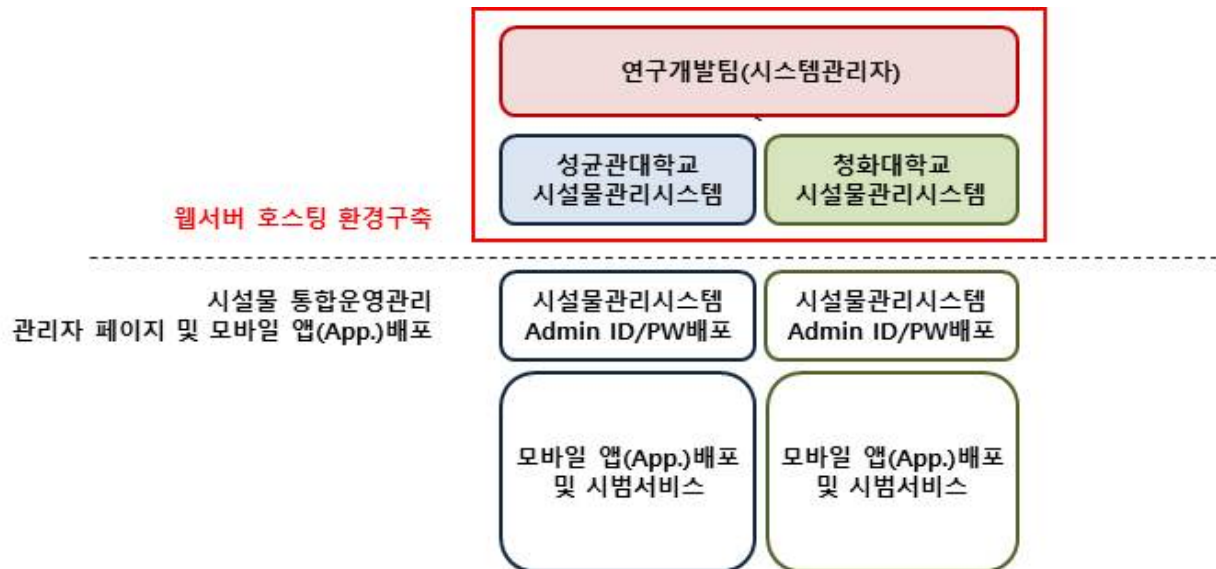


그림 149 시범서비스에 따른 웹서버 구축 및 모바일 앱(App.) 배포 방안

(나) 테스트베드 적용 결과 (단위성과 E-1-①)

① 시범서비스 진행 결과

○ 모바일 앱 시설물 고장신고 이용 현황

(단위 : 건)

구분	블럭포장	농구장 (운동장)	안내판	가로등	화장실	비고
민원등록	9	75	2	1	2	
자체점검	1		1		1	
소계	10	75	3	1	3	
계	92					

용어설명 : (민원등록) 민원인용 모바일 앱을 통해 고장신고 등록
 (자체점검) 관리자용 모바일 앱을 통해 자체 점검 등록

② 시범서비스 진행에 따른 문제점

- 테스트베드 진행 시 발견 된 문제점은 기술적인 부분과 운영관리 부분으로 분류 가능
 - 기술적인 문제점: 소프트웨어 개발 및 개선에 관한 문제점
 - 운영관리상의 문제점: 테스트베드 구축 운영 과정에 발견 된 문제점

구분	내용
시범서비스 운영상 문제점	○ 시범서비스 진행시 일부 시설물을 대상으로 분류하여 데이터베이스 설정으로 인해 운동장 또는 운동장 주변에서 발생한 내용에 대한 고장신고가 농구장으로 신고됨 ○ 스마트폰 앱을 활용하여 고장신고를 하고 이를 지도정보와 연계 표시되어 고장신고가 되었음에도 불구하고 위치정보 신뢰성에 대한 선입견으로 인하여 위치정보를 재차 확인하는 경우 다수 발생함 ○ 시설물의 특성상 예산 반영 등으로 인하여 유지보수가 늦어지는 경우 발생 ○ 유지보수 담당자의 유지보수 완료 후 관리자가 현장 확인은 이루어 졌으나, 시스템 상의 완료 처리 프로세스를 거치지 않는 경우가 많아 시스템상에서 계속 보수처리 상태로 남아있는 경우 발생
기술적 문제점	○ 스마트폰 카메라의 고해상도에 따른 고용량으로 인하여 사진 데이터 전송시 속도 저하 발생 및 고용량의 데이터베이스 저장공간 필요
대책 방안	○ 시범서비스 진행시 한정된 시설물 데이터베이스는 향후 현업부서의 모든 종류의 데이터베이스 입력 또는 시설물 유형으로 구분하여 데이터 베이스 구축 ○ 스마트폰의 앱 위치정보 신뢰성과 유지보수 처리 완료 프로세스는 교육을 통해 충분히 인지하도록 함 ○ 스마트폰의 카메라 고해상도에 따른 문제점은 스마트폰의 앱을 수정하여 저해상도로 저장하도록 보완(보완 적용 반영 완료함)

- 기술적인 문제점으로 스마트폰 카메라의 고해상도에 따른 고용량으로 인하여 사진 데이터 전송시 속도 저하 발생 및 고용량의 데이터베이스 저장공간 필요
- 이에 따른 대책방안으로 촬영 사진 용량 다운사이징 기술개발
 - 대용량 이미지 전송에 따른 업로드, 다운로드로 인한 시간지연 발생 문제를 해결
 - 웹서버의 대용량 데이터베이스 저장 공간 구축 필요문제 해결



원본사진
(용량 : 2.3MB)



이미지처리 후 사진
(용량 : 176KB)

그림 150 스마트폰 애플리케이션을 통한 원본 사진 및 최적화 사진 비교



그림 151 스마트폰 애플리케이션을 통한 원본 사진 및 최적화 사진 용량 비교(속성파일)

- 테스트베드 구축 운영 과정에 발견 된 운영상 문제점은 다음과 같이 분석됨.
- 안전공유 어려움: 사물실과 현장 간 안전 공유 또는 분야 간(건축/전기/기계 등) 안전 공유가 어려움
- 안전분류 어려움: 처리 소요 시간이 다른 안전끼리 분류와 중복 및 불필요한 안전을 한눈에 구분이 어려움
- 위치 시스템의 신뢰성으로 인한 정확한 위치 확인 어려움: 위치확인이 어렵고 사진상으로 유지보수가 필요한 부분이 명확히 드러나지 않음
- 조작 방법의 미숙으로 인한 실시간 서비스 확인 어려움: 안전 처리 현황을 실시간으로 확인하기 어려움.
- 알림 서비스 수요 등 방면으로 나뉨: 안전 완료후 민원자에게 알림 서비스 기능이 필요 / 관리자 입장에서 민원 접수시 알림 서비스 필요

문제점 유형	문제점 세부사항	해결방안
안전 공유	○ 사물실과 현장간 안전 공유 또는 분야간 (건축/전기/기계 등) 안전 공유가 어려움	○ 문자메시지 등 형태로 실시간 공유 가능하도록 설정
안전 분류	○ 앱 메뉴 명칭을 일반인과 관리인을 대상으로 구분 / 처리 소요 시간이 다른 안전끼리 분류 / 중복 및 불필요한 안전을 한눈에 구분이 어려움	○ 시설물 유형으로 구분하여 데이터 베이스 구축
정확한 위치 확인	○ 위치확인이 어려워 2차적으로 확인할 수 있는 방법이 필요 / 사진상으로 유지보수가 필요한 부분이 명확히 드러나지 않음	○ 스마트폰의 앱 위치정보 신뢰성과 유지보수 처리 완료 프로세스는 교육을 통해 충분히 인지하도록 함
실시간 확인	○ 안전 처리 현황을 실시간으로 확인하기 어려움 (한 안전의 처리현황을 검토하기 위해서는 메뉴를 오가면서 확인해야 함.)	○ 실시간 알림서비스 제공
알림서비스	○ 안전 완료후 민원자에게 알림 서비스 기능이 필요 / 관리자 입장에서 민원 접수시 알림 서비스 필요	○ 실시간 알림서비스 제공

(다) 시스템 개선 사항 및 반영 설계도 (단위성과 E-1-②)

▶ 전문가 검토 의견 - 서울연구원 임희지 선임연구위원

- 고장신고에서부터 유지보수 관리까지 항목별 세부 프로세스를 통해 서비스의 기능과 작동성에 대해서 잘 측정된 것으로 판단
- 시스템의 효율화를 위해서는 사용자들의 의견을 파악하여 진행 필요
- 프로세스 상 간편하게 작동되도록 설계되었으나, 앱의 디자인에 따라 인식이 나 작동이 어려울 수 있으므로 이에 대한 고려 필요
- 필요할 경우 신고자와 유지보수자가 서로 소통할 수 있는 창구 마련이 필요

▶ 전문가 검토 의견 - (주)포스트미디어 홍승모 대표

- 서비스 시스템의 경우 일반적인 기능별 단위 테스트와 별도로 사용자를 대상으로 한 통합 테스트가 필요
- 특히 많은 사용자들을 대상으로 하는 모바일 앱의 경우 사용자들이 쉽게 UI 및 서비스를 이해하고 앱 사용성이 높아야 하는 만큼 일반 사용자들을 대상으로 하는 사용자 테스트 항목이 향후 현장 적용의 사용화 단계 이전에 진행되는 것이 필요
- 거리 측정의 경우 5m와 15m에 비해 10m 거리에서 오차가 현저하게 적은 것으로 발견
- 이는 일반적인 오차율이 거리에 비해 높아짐과는 다른 현상으로 현 서비스 효율화 검증에서는 큰 변수가 아니지만, 향후 시스템 개선방안에서 이에 대한 원인 분석을 통해 개선점 발견이 필요

▶ 전문가 검토 의견 - (주)정도유아이티 박찬호 연구소장

- 시설물 통합운영관리 시스템 항목별 테스트는 추가적으로 카메라 위치에 따른 시험방법 추가 되면 시범서비스의 효율이 높아질 것으로 판단
- 시험 항목의 세부기능에 대하여 다양한 시설물의 통합운영관리를 위한 적용 사례가 포함되면 이해가 용이

▶ 전문가 검토 의견 - 아주대학교 김지엽 교수

- 시스템 개선을 위한 운영상 문제점으로 도출된 내용 중 시설물 특성상 예산 문제 등으로 인하여 유지보수가 늦어지는 경우 등은 본 시스템과 별개의 문제로 분류 필요
- 즉, 행정적 문제와 기술적 문제를 구분하여 문제점과 대응방안 도출

▶ 전문가 검토 의견 - 위플 손준영 대표

- 시스템 항목별 시행된 기능 테스트는 정확하게 가져왔지만, 실내에 설치된 시설물에 정보를 어떻게 처리할 것인지에 대한 개선이 필요
- 등록된 시설물에 대한 민원과 비 시설물에 대한 민원을 구분한 테스트가 필요
- 관리부서에서 접수된 민원을 승인하는 과정에서 별도의 시설물을 선택하지 않을 경우 모두 비 시설물로 인식하여 등록된 시설물에 대한 유지보수 통계와 수명주기를 위한 데이터 수집이 어려움

▶ 전문가 검토 의견 - 디자인투이 이미현 실장

- 향후 시스템이 확대 서비스 되는 상황을 고려하여 다양한 스마트 기기로 확대되어 테스트 필요

▶ 전문가 검토 의견 - (주)마크에이트 이태현 대표

- 시설물 통합운영관리 시스템의 항목별 테스트는 시설물 통합운영 관리시스템으로서 활용이 용이하도록 하고자 함을 목적으로 하고 있어 테스트의 목적과 테스트 시험방법에 있어 타당함

(라) 피사체 위치정보 측정 결과 (단위성과 E-1-③)

① 피사체 위치정보 측정 목적

- 본 연구는 도시시설물 관리를 위해 스마트디바이스 센서 기술을 활용하고 시설물, 즉 피사체 위치정보를 중심으로 언제 어디서나 현장 중심의 정보 수집 및 전송을 통해 시설물을 효율적 관리를 하고자 함
- 이로 인하여 관리 범위의 넓은 이동거리에 따른 이동성 및 편리성과 누구나 사용이 용이 하도록 하여 도시시설물 관리의 효율화를 가져 올 수 있음
- 따라서 시설물, 즉 피사체의 위치와 사진정보의 수집이 용이하도록 본 도시 공간 및 시설물 통합운영관리 모델의 시스템에 반영하고자 함

② 시험 방법

구분	시험방법	비고
거리측정 정확도	스마트폰을 삼각대에 고정 후 고장 신고인(키170cm)의 눈높이를 150cm라 가정에서 5M, 10M, 15M 거리를 촬영하여 거리의 정확도 확인	
방위측정	동, 서, 남, 북 방향으로 촬영 후 데이터가 정확하게 스마트폰앱 지도와 매핑 되었는지 확인	

③ 시험 환경

- 스마트디바이스 앱을 활용한 피사체 위치정보(거리측정, 방위각 정합성 측정)는 스마트디바이스의 흔들림(손떨림)으로 인한 측정오류 방지를 위해 고정삼각대와 갤럭시 S8을 활용하여 시험을 진행함

④ 시험 결과

- 스마트폰 갤럭시 S8을 활용하여 피사체 위치 측정 결과 5M에서는 평균 5.67, 10M에서는 평균9.95M, 15M에서는 평균 15.77M의 측정결과를 가져왔음.
- 각각의 오차범위는 5M=13.4%, 10M=0.5%, 15M=5.13% 로서 5M일 경우 10%를 벗어나지만, 통상 GPS 수신 오차범위(+, - 2M)를 감안하면 측정결과는 양호하게 측정됨
- 방위각 측정결과도 방위정합성 측정결과의 그림에서 보듯이 일정하게 각각의 측정 방위각 결과표와 같이 양호하게 측정됨을 알 수 있음

(마) 데이터 정합율 (단위성과 E-1-④)

- 본 연구의 시설물 통합운영관리 시스템은 스마트폰을 활용하여 사진을 촬영하고 스마트폰의 GPS센서와 피사체 위치정보(거리측정) 알고리즘을 통해 수집된 위치정보와 지도정보와 매핑으로 시설물을 가시화 하여 관리의 효율적으로 관리하고자 하도록 함
- 시설물의 관리를 위한 스마트도시시설물 웹서버 어플리케이션과 모바일 어플리케이션 각각의 기능 테스트와 연계 테스트를 수행하였음
- 또한, 모바일 어플리케이션의 피사체 거리측정 및 방위각 정합도 측정을 통해 시설물 촬영에 따른 위치정보의 오류 및 정확성을 측정하였으며, 거리측정은 오차범위 10% 이내의 범위값을 가졌으며, 방위각은 이상 없는 것으로 측정 결과를 가져옴

① 데이터 정합율 테스트 목적

- 본 데이터 정합율 시험은 스마트폰을 활용하고 시설물 통합운영관리 웹 시스템과 연계한 데이터 송/수신 정합율 시험으로써 시설물 관리시스템으로써 데이터의 회손 및 시스템 오작동에 따른 결함을 사전에 예방하고자 함.

② 시험 방법

- 스마트폰/ 업무용 PC를 통해 각각의 테스트 항목당 20회씩 데이터 전송(업로드), 수신(다운로드)확인을 통한 정합율 확인

③ 시험 환경

- 시험환경으로서는 시험용 PC, 사용자 모바일기기, 웹서버시스템을 활용하여 시험을 진행함. 시험용 PC와 사용자 모바일기기는 시설물 관리 시스템의 정보 입력 및 수신을 위한 기기에 해당하며, 웹서버 시스템은 각 시설물관리시스템의 어플리케이션과 데이터베이스, 보안서버의 기능을 하도록 함

④ 시험 결과

- 본 데이터 정합율 시험은 2차년도 개발시 1차 테스트를 각각 30회 진행하였으며, 시범서비스 환경에 맞추어 2차 각각 20회 테스트를 진행함
- 테스트 결과 1) 스마트폰 앱을 통해 웹서버 시스템에 데이터를 전송/수신 2) 사용자 PC를 통해 웹서버 시스템과 연계한 데이터 전송/수신 3) 웹서버 시스템의 데이터베이스 데이터 저장 등에 따른 각각의 데이터 에러, 손실, 왜곡 등 테스트 결과로서 자체 테스트 결과 정합율 100% 결과를 가져옴.

㉠ 별첨 1. 시설물 통합운영관리 웹서버 시스템 자체 체크 리스트

○ Web Version 시험 항목

구분	분류
1. 고장신고 및 처리현황	1-1. 민원접수
	1-2. 처리현황
2. 시설물현황	2-1. 지역별 현황
	2-2. 유형별 현황
	2-3. 전체 현황
	2-4. 설치부품 현황
3. 유지보수관리	3-1. 민원 접수 관리
	3-2. 보수 내역 입력
	3-3. 보수 처리 확인
	3-4. 전체 처리 현황
4. 기본정보관리	4-1. 그룹관리
	4-2. 사용자관리
	4-3. 코드관리
	4-4. 부품관리
	4-5. 유지보수통계
	4-6. 시설물통계

○ 세부 시험 방법
- 신고 및 처리현황

구분	분류	프로세스
신고 및 처리현황	민원접수	Step1. '민원접수'를 클릭한다. Step2. 사용자는 해당 지역을 선택한다.(로그인 후 사용가능) - 동부/1,2동/서부/3,4,5동 Step3. 해당 시설물 종류를 선택한다. (로그인 후 사용가능) -조경/운동/편익/휴양/블럭포장/인 공폭포/조경,식재 Step4. 고장상태에 대한 내용을 입력한다. Step5. 신고인 이름을 입력한다. Step6. 신고인 연락처를 입력한다. Step7. '파일선택' 버튼을 클릭하여 데스크탑에 저장된 이미지 첨부한다. - 최대 3개 이미지 첨부가능 Step8. 하단의 지도에서 위치가 정확한지 확인한 후 '확인' 버튼을 눌러 신고를 한다.
	처리현황	Step1. '처리현황'을 클릭한다. Step2. '검색조건' 필터를 통해 원하는 민원을 빠르게 조회할 수 있다. -접수번호/관리번호/신고인 (접수번호/관리번호/시설물종류/고장상태/신고 인/등록일/처리일/처리상황/관리에 대해 조회가 가능하다.) Step3. '상세보기'를 통해 민원접수/처리내역에 대한 상세내용(시설물사진)을 파악한다.

- Web Version - 시설물 현황

구분	분류	프로세스
시설물현황	지역별 현황	Step1. '검색필터-지역선택' 후 검색 버튼을 클릭하여 해당 시설물을 조회할 수 있다. Step2. '검색조건'에 관리번호 입력을 통해 해당 현황을 조회할 수 있다. Step3. 각 항목별로 '상세보기' 클릭하면 해당 민원에 기본정보, 이미지, 위치지도를 확인할 수 있다. Step4. '수정'를 클릭하면 해당 시설물에 대해 수정이 가능하다. Step5. '삭제'를 클릭하면 해당 시설물을 삭제할 수 있다.
	유형별 현황	Step1. '검색필터-유형선택' 후 검색 버튼을 클릭하여 해당 시설물을 조회할 수 있다. - 운동시설(농구장, 테니스장) - 조경시설(블럭포장, 인공폭포, 조경 /식재) Step2. '검색조건'에 관리번호 입력을 통해 해당 현황을 조회할 수 있다. Step3. 각 항목별로 '상세보기' 클릭하면 해당 민원에 기본정보, 이미지, 위치지도를 확인할 수 있다. Step4. '수정'를 클릭하면 해당 시설물에 대해 수정이 가능하다. Step5. '삭제'를 클릭하면 해당 시설물을 삭제할 수 있다.
	전체 현황	Step1. '검색필터-지역선택' 후 검색 버튼을 클릭하여 해당 시설물을 조회할 수 있다. Step2. '검색필터-유형선택' 후 검색 버튼을 클릭하여 해당 시설물을 조회할 수 있다. Step3. '검색조건'에 관리번호 입력을 통해 해당 현황을 조회할 수 있다. Step4. 각 항목별로 '상세보기' 클릭하면 해당 민원에 기본정보, 이미지, 위치지도를 확인할 수 있다. Step5. '수정'를 클릭하면 해당 시설물에 대해 수정이 가능하다. Step6. 삭제'를 클릭하면 해당 시설물을 삭제할 수 있다.

	설치부품 현황	Step1. '검색필터-지역선택'을 통해 조회할 수 있다. Step2. '검색필터-유형선택' 후 검색 버튼을 클릭하여 해당 시설물을 조회할 수 있다. Step3. '검색조건'에 관리번호 입력을 통해 해당 현황을 조회할 수 있다. - 운동시설(농구장, 테니스장) - 조경시설(블럭포장, 인공폭포, /식재) Step4. 각 민원별로 '교체하기' 클릭하면 해당 시설물에 부품 교체예정일을 초기화할 수 있다. Step5. '시설물보기'를 클릭하면 해당 시설물에 기본정보와 부품리스트 및 사진을 조회할 수 있다. Step6. '삭제'를 클릭하면 해당 민원을 삭제할 수 있다.
	시설물등록	Step1. 지역별현황/유형별현황/전체 현황에서 시설물등록 버튼을 클릭한다. Step2. 사용자는 해당 지역을 선택한다. - 동부/1,2동/서부/3,4,5동 Step3. 해당 시설물 종류를 선택한다. -조경/운동/편익/휴양/블럭포장/인공폭포/조경,식재 Step4. 규격에 대한 내용을 입력한다. Step5. 가격에 대한 내용을 입력한다. Step6. 비고에 대한 내용을 입력한다. Step7. '파일선택' 버튼을 클릭하여 데스크탑에 저장된 이미지 첨부한다. - 최대 3개 이미지 첨부가능 Step8. 하단의 지도에서 위치가 정확한지 확인한 후 '확인' 버튼을 눌러 신고를 한다.

- Web Version - 유지보수관리

구분	분류	프로세스
유지보수관리	민원 접수 관리	Step1. '검색조건'을 통해 관리번호, 접수번호, 신고인, 내용을 가지고 현황을 조회해볼 수 있다. Step2. 각 민원별로 '상세보기'를 클릭하면 해당 민원에 기본정보, 지도, 사진을 조회할 수 있으며, '내용입력'에서 시설물종류와 접수처리(승인/반려), 접수내용을 기입할 수 있다. Step3. 각 민원별로 '정보수정'을 클릭하면 기본정보와 이미지, 위치를 수정할 수 있다.
	보수 내역 입력	Step1. '검색조건'을 통해 관리번호, 접수번호, 신고인, 내용을 가지고 현황을 조회해볼 수 있다. Step2. 각 민원별로 '상세보기'를 클릭하면 해당 민원에 기본정보, 지도, 사진을 조회할 수 있으며, '내용입력'에서 보수 처리된 이미지첨부와 함께 내용을 입력한다. Step3. 각 민원별로 '정보수정'을 클릭하면 기본정보와 이미지, 위치를 수정할 수 있다.
	보수 처리 확인	Step1. '검색조건'을 통해 관리번호, 접수번호, 신고인, 내용을 가지고 현황을 조회해볼 수 있다. Step2. 각 민원별로 '상세보기'를 클릭하면 해당 민원에 기본정보, 지도, 처리내역, 사진을 조회할 수 있으며, '내용입력'에서 최종적으로 보수 처리된 민원을 승인/반려를 내용 입력과 함께 기입할 수 있다.
	전체 처리 확인	Step1. '검색조건'을 통해 관리번호, 접수번호, 신고인, 내용을 가지고 현황을 조회해볼 수 있다. Step2. 각 민원별로 '상세보기'를 클릭하면 해당 민원에 기본정보, 지도, 사진을 조회할 수 있으며, '내용입력'에서 보수 처리된 이미지첨부와 함께 내용을 입력한다. Step3. 각 민원별로 '정보수정'을 클릭하면 기본정보와 이미지, 위치를 수정할 수 있다. Step4. 지도를 통해 접수된 모든 민원들의 시설물 위치를 파악할 수 있다.

- Web Version - 기본정보관리

구분	분류	프로세스
기본정보관리	그룹관리	Step1. '등록'을 클릭하면 그룹명/그룹설명을 기입할 수 있다. Step2. '검색조건'을 통해 그룹명을 검색하여 조회해볼 수 있다. Step3. 각 그룹별로 '수정'을 클릭하면 그룹명과 그룹설명을 수정할 수 있다. Step4. 각 그룹별로 '삭제'를 클릭하면 그룹을 삭제할 수 있다.
	사용자관리	Step1. '사용자등록'을 클릭하면 관리자는 사용자계정을 생성해줄 수 있다. - 아이디, 그룹, 비밀번호, 이름, 부서 /직책, 이메일, 연락처, 관리코드, 기타정보 Step2. 각 계정별로 '수정'을 클릭하면 사용자계정을 수정할 수 있다. Step3. 각 계정별로 '삭제'를 클릭하면 사용자 계정을 삭제할 수 있다.
	코드관리	Step1. '검색조건'을 통해 코드명을 가지고 조회해볼 수 있다. Step2. '코드등록'을 클릭하면 관리자는 시설물을 등록할 수 있다. - 그룹, 상위 카테고리, 코드명 Step3. 각 코드별로 '수정'을 클릭하면 코드를 수정할 수 있다. Step4. 각 코드별로 '삭제'를 클릭하면 코드를 삭제할 수 있다.
	부품관리	Step1. '등록'을 클릭하면 관리자는 부품을 등록할 수 있다. - 그룹, 시설물종류, 부품명, 유효기간 Step2. '검색조건'을 통해 부품명을 가지고 조회해볼 수 있다. Step3. 각 부품별로 '수정'을 클릭하면 코드를 수정할 수 있다. Step4. 각 코드별로 '삭제'를 클릭하면 부품을 삭제할 수 있다.
	유지보수통계	Step1. '검색기간'을 통해 기간으로 시설물을 유형별로 검색해볼 수 있다. Step2. '엑셀다운'을 통해 시설물유형별 통계를 엑셀파일로 내보낼 수 있다. Step3. '엑셀다운'을 통해 담당자별 통계를 엑셀파일로 내보낼 수 있다.
	시설물통계	Step1. '검색기간'을 통해 기간으로 시설물을

		유형별로 검색해볼 수 있다. Step2. '엑셀다운'을 통해 시설물에 대한 정보(설치갯수, 금액)에 대한 통계를 엑셀파일로 내보낼 수 있다. Step3. '엑셀다운'을 통해 지역별 시설물에 대한 정보(설치갯수, 금액)에 대한 통계를 엑셀파일로 내보낼 수 있다.
--	--	--

㉠ 별첨 2. 스마트폰 앱 자체 체크 리스트

○ Mobile App Version 시험항목

구분	분류
1. 고장신고 및 처리현황	1-1. 민원접수
	1-2. 처리현황
2. 유지보수관리	2-1. 민원접수처리
	2-2. 보수내역입력
	2-3. 보수처리확인
3. 자체점검	3-1. 자체점검
4. 시설물현황	4-1. 시설물등록
	4-2. 시설물리스트
5. 환경설정	5-1. 환경설정

○ 세부 시험 방법

- Mobile App Version-고장신고 및 처리현황

구분	분류	프로세스
고장신고 및 처리현황	민원접수	Step1. 사용자는 '고장신고 및 처리현황'을 클릭한다.

		Step2. 사용자는 ‘고장신고’를 클릭한다. Step3. ‘+’ 버튼을 눌러 이미지를 업로드하고 신고내용을 기입한다. Step4. ‘다음’을 클릭하여 신고내용과 시설물위치를 확인한다. Step5. ‘다음’을 클릭하면 민원접수가 완료된다.
	처리현황	Step1. 사용자는 ‘고장신고 및 처리현황’을 클릭한다. Step2. 사용자는 ‘처리현황’을 클릭한다. Step3. 접수된 민원에 대해 처리현황을 조회할 수 있다. Step5. 각 민원을 클릭하여 시설물 이미지와 시설물 위치, 시설물 정보를 조회할 수 있다.

- Mobile App Version-유지보수관리

구분	분류	프로세스
유지보수관리	민원접수처리	Step1. 담당자는 ‘민원접수처리’를 클릭한다. Step2. 담당자는 각 민원에 대한 접수승인 혹은 접수반려 처리를 할 수 있다. Step3. 민원 접수 처리를 위해 먼저 시설물 이미지와 위치 정보들을 확인한다. Step4. 처리승인 시 ‘접수승인’ 버튼을 눌러 접수내용과 함께 ‘전송’ 버튼을 누른다. Step5. 처리반려 시 ‘접수반려’ 버튼을 눌러 접수내용과 함께 ‘전송’ 버튼을 누른다.
	보수내역입력	Step1. 담당자는 ‘보수내역입력’을 클릭한다.

		Step2. 담당자는 접수승인 된 민원에 대해 보수를 진행하고 보수 후 이미지와 처리내용을 기입한다. Step3. 보수내역입력을 위해 시설물이미지와 위치 정보들을 확인한다. Step4. 보수 후 이미지를 ‘+’ 버튼을 눌러 업로드를 보수내용과 함께 기입한 후 ‘완료’ 버튼을 누른다.
	보수처리 확인	Step1. 담당자는 ‘보수처리확인’을 클릭한다. Step2. 담당자는 보수처리 된 민원을 최종 확인한다. Step3. 보수 전 이미지와 보수 후 이미지를 확인한다. Step4. 시설물위치와 정보를 확인한다. Step5. 승인 시 ‘보수승인’ 버튼을 눌러 승인내용과 함께 ‘전송’ 버튼을 누른다. Step6. 반려 시 ‘보수반려’ 버튼을 눌러 반려내용과 함께 ‘전송’ 버튼을 누른다.

- Mobile App Version-자체점검

구분	프로세스
자체점검	Step1. ‘자체점검’ 버튼을 누르면 민원접수처리를 생략하여 사용자가 자체적으로 점검 할 수 있다. Step2. ‘+’ 버튼을 눌러 자체점검 할 이미지를 신고내용과 함께 업로드한다. Step3. ‘다음’ 버튼을 누른다. Step4. 업로드 된 시설물 이미지와 위치, 내용을 확인한다. Step5. ‘다음’ 버튼을 눌러 정보를 저장한다.

- Mobile App Version-시설물현황

구분	분류	프로세스
시설물현황	시설물등록	Step1. ‘시설물등록’ 버튼을 누른다. Step2. 시설물이 위치할 지역을 선택한다.(공원과-동/서부, 도로과-동/서부) Step3. ‘+’ 버튼을 눌러 등록할 시설물이미지를 업로드 한다. Step4. 시설물의 종류를 선택한다.(공원과-운동/조경시설,

		도로과-편익/휴양시설) Step5. 규격을 기입한다. Step6. 설치일을 '선택' 창을 눌러 해당하는 날짜를 선택한다. Step7. 설치가격을 기입한다. Step8. 기타내용을 기입한다. Step9. '다음' 버튼을 누른다. Step10. 업로드 된 시설물 이미지와 위치, 내용을 확인한다. Step11. '다음' 버튼을 눌러 정보를 저장한다.
	시설물리스트	Step1. '시설물리스트' 버튼을 누른다. Step2. '검색'을 통해 지역, 시설물에 대한 필터검색을 할 수 있다. Step3. 해당하는 시설물을 누르면 해당 이미지와 위치, 정보를 조회할 수 있다.

- Mobile App Version-환경설정

구분	프로세스
환경설정	Step1. '환경설정'을 누른다. Step2. 'Push' 체크를 활성화/비활성화하여 알림설정을 할 수 있다. Step3. 현재 App 버전을 확인할 수 있다. Step4. '로그아웃' 버튼을 누르면 메인 Home 화면으로 돌아가며 로그아웃이 된다.

㊤ 별첨 3. 스마트폰 앱 활용 피사체 거리측정 및 방위각 측정 시험

○ 거리측정 시험결과 데이터

- 거리측정은 1.5M 높이에서 5M, 10M, 15M를 측정하였으며 측정결과는 다음과 같음.

No.	높이(m)	1.5m					
	거리(m)	5m		10m		15m	
	각도/거리	각도	거리	각도	거리	각도	거리
1		67.7297	5.7	75.56857	9.8	78.34827	15.7
2		67.95148	5.7	75.68654	9.9	78.28095	15.5
3		67.88997	5.7	75.78053	10.0	78.30353	15.7
4		67.74922	5.6	75.80723	10.0	78.35035	15.8
5		67.99117	5.7	75.23745	9.6	78.19554	15.4
6		67.67586	5.7	75.67464	9.9	78.27019	15.6
7		67.82016	5.5	75.99394	10.1	78.33476	15.5
8		67.89099	5.5	75.61716	10.0	78.4004	15.8
9		67.5179	5.7	75.50069	9.8	78.42222	15.6
10		68.02977	5.8	75.86025	10.1	78.41116	16.2
11		67.84995	5.8	75.78159	10.0	78.29258	15.8
12		67.54942	5.6	75.64577	9.9	78.43199	15.9
13		67.53998	5.6	75.7273	9.9	78.234	15.7
14		67.73731	5.6	75.69985	10.1	78.5289	15.9
15		67.59674	5.7	75.61916	9.9	78.21478	16.1
16		67.54423	5.7	75.71261	9.9	78.27179	15.7
17		67.55644	5.6	75.60954	9.7	78.34632	15.9
18		67.53737	5.6	75.75404	10.0	78.29215	15.7
19		67.72397	5.7	75.76814	10.1	78.22875	15.7
20		67.87782	5.7	75.98116	10.1	78.30375	15.8
21		67.4484	5.7	75.88644	10.1	78.36655	16.0
22		67.54478	5.7	75.82066	10.0	78.34591	15.8
23		67.94926	5.8	75.75404	9.9	78.34678	15.8
24		67.45874	5.7	75.92864	9.9	78.34632	15.8
25		67.54821	5.7	75.68654	10.0	78.68118	15.6
26		67.4063	5.7	75.72617	10.0	78.39137	15.8
27		67.69036	5.8	75.87355	10.0	78.28056	15.8
28		67.30595	5.6	75.91428	10.1	78.30311	15.9
29		67.4768	5.7	75.66045	9.9	78.26022	15.8
30		67.53827	5.7	75.90032	9.9	78.45432	16.0

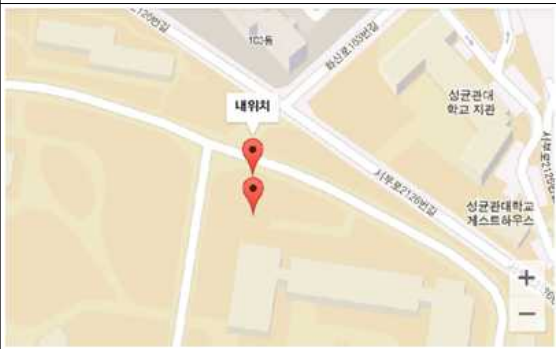
[표] 거리 측정 테스트 결과표

㉠ 별첨 4. 스마트폰 앱 활용 방위각 정합성 시험

○ 방위각 정합성 측정 데이터

- 방위 정합성 측정 테스트는 동(E)→남동(SE)→남(S)→남서(SW)→서(W)→북서(NW)→북(N)→북동(NE) 순으로(측정거리 20M를 기준) 시설물의 위치를 쉽게 알아볼 수 있도록 시계 방향 순으로 테스트를 진행하였으며 시험 결과는 다음과 같음.

동(E)	남동(SE)
	
위도 37.295882 경도 126.97630 측정각도 80.18177 측정거리 20.0	위도 37.295929 경도 126.97633 측정각도 80.208435 측정거리 20.1

남(S)	남서(SW)
	
위도 37.296007 경도 126.97639 측정각도 79.49094 측정거리 20.1	위도 37.295813 경도 126.97647 측정각도 79.77986 측정거리 19.2

서(W)	북서(NW)
	
위도 37.295960 경도 126.97638 측정각도 80.45679 측정거리 20.6	위도 37.295859 경도 126.97632 측정각도 80.16345 측정거리 20.0
북(N)	북동(NE)
	
위도 37.295799 경도 126.97628 측정각도 80.03705 측정거리 19.7	위도 37.295823 경도 126.97642 측정각도 79.87972 측정거리 19.4

[표] 방위 정합성 측정 결과표

㉠ 별첨 5. 데이터 정합율 테스트 시험결과표

○ 사용자 PC를 활용한 웹서버 시스템으로 데이터베이스 전송 및 저장.

구 분	고장신고	민원접수	유지보수 내역입력	유지보수 처리승인	시설물 사진 입력
전송회수(회)	20	20	20	20	20
에러회수(회)	0	0	0	0	0
전송률(%)	100	100	100	100	100

[표] 사용자 PC에서 웹 서버 시스템으로 데이터 전송(업로드) 시험결과

○ 사용자 PC에서 웹서버 시스템에 저장된 정보(수신) 확인

구 분	민원접수	유지보수 내역입력	보수처리 확인	신고 및 처리현황	시설물 사진 확인
수신회수(회)	20	20	20	20	20
에러회수(회)	0	0	0	0	0
전송률(%)	100	100	100	100	100

[표] 웹 시스템에서 사용자 PC로 데이터 수신(다운로드) 시험결과

○ 웹 서버 시스템의 저장 데이터 정합성 시험(확인) 결과

구 분	고장신고	민원접수	유지보수 내역입력	유지보수 확인	신고 및 처리 현황	시설물 사진 확인
측정회수(회)	20	20	20	20	20	20
에러회수(회)	0	0	0	0	0	0
정합률(%)	100	100	100	100	100	100

[표] 웹 시스템의 저장 데이터 정합성 시험(확인) 결과

○ 스마트폰 앱과 웹서버 시스템과의 연동 시험

구분	고장 신고	신고 현황 조회	민원 접수	유지보수 내역입력	유지 보수 확인	시설물 등록	시설물 현황 조회	비고
측정회수(회)	20	20	20	20	20	20	20	
에러회수(회)	0	0	0	0	0	0	0	
정합률(%)	100	100	100	100	100	100	100	

[표] 스마트폰 앱-웹 데이터베이스 연동 시험 결과

○ 스마트폰 앱을 통한 웹서버 시스템에 사진 전송(업로드) 시험

구분	고장신고	유지보수 내역입력	유지보수 확인	시설물등록	비고
측정회수(회)	20	20	20	20	
에러회수(회)	0	0	0	0	
전송률(%)	100	100	100	100	

[표] 스마트디바이스 앱 사진촬영 전송(업로드) 시험 결과

○ 스마트폰 앱을 통한 웹서버 시스템에 사진 전송(다운로드) 시험

구분	신고현황조회	민원접수	유지보수 확인	시설물 현황조회	비고
측정회수(회)	20	20	20	20	
에러회수(회)	0	0	0	0	
수신율(%)	100	100	100	100	

[표] 스마트디바이스 앱 사진 수신(다운로드) 시험 결과

(바) PLC-VLC 시스템 시범응용

① 터널 내 가시광위치확인 및 통신응용 시범

- 도시시설에서 전기를 공급하고 물을 공급하는 등 시설이 관정터널 안에서 정비
비가 필요한 경우에는 가시광통신+전력선통신으로 터널 내 실시간 음성통신과
위치추적을 하여 현재 갱도 내 통신망점지역과 인원위치 확정의 난제를 해결
- 국가 전력망 활용 장소 : 허난성 정저우시 경허 케이블 터널

▶ 현장 사진



그림 160 프로젝트에서 고안된 통신을 일체화한 LED 전등



그림 161 현장 설치 테스트



그림 162 현장 설치 테스트

▶ 현장 테스트 결과

테스트 내용	테스트 기록
데이터 전송 간선 피크 속도율	2.2Mbps
전등에서 속도	250kbps
단말기 접속시간	1s 보다 적음
하나의 시스템에서 지원 가능한 단말 개수	4개

표 68 삼색광통신검사결과

② 실내 가시광통신 및 내비게이션 응용 시범

- 가시광 통신 기술을 활용하여 실내 위치 측정 및 전시 가능한 초안을 설계
- 실제 슈퍼마켓과 같은 장소에서 가시광선 위치측정 기술 활용 방안에 대하여 적극적으로 정동그룹, 우메이그룹, 월마트 그룹, 화문그룹, 베이징슈퍼마켓그룹 등 다양한 소매업체와 소통하여
- 대형 슈퍼마켓에서 고객 및 사용자에게 정확한 위치 서비스를 제공하고, 빅데이터 수집의 요구를 충족시켜 나아가 비즈니스 가치가 있는 정확한 비즈니스 인텔리전스 수송 서비스 플랫폼을 구현하도록 설계
- 현재 정동그룹, 우메이그룹과 협력하여 시범서비스의 방안연구와 설계까지

완료하였고, 시장 수요에 따라 현 모델을 업그레이드 중이며, 가시광선 위치 측정 시스템 테스트 및 산업응용성을 검증하는 단계



그림 163 슈퍼마켓 시범서비스

- 초보적인 시범단계로서, 400제곱미터의 소형 마트에 시험 중
- 90개의 VLC 위치 측정, 통신 LED 설치
- 외부 업체와 협력하여 실내 위치 측정 및 내비게이션 APP 개발
- 상품 전시, 상품위치 확정, 내비게이션 안내, 혜택 정보 및 모바일 지불 등의 기능 제공
- 마트의 일부 카트에 VLC 위치 확정 단말 장착

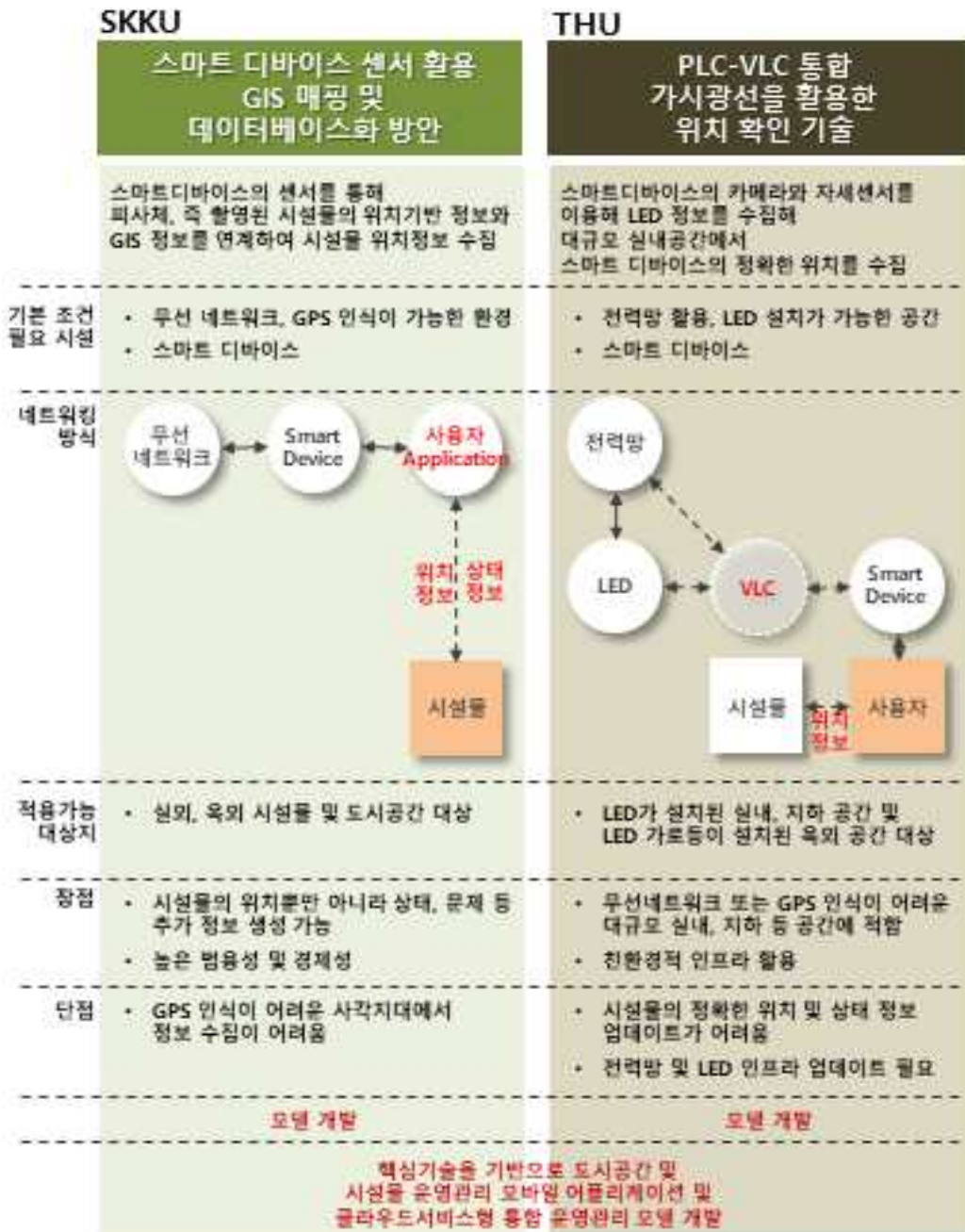


그림 164 슈퍼마켓 시범서비스

사. 국제 공동 연구 수행 내용 및 성과

(1) 스마트 도시공간 및 시설물 통합 운영관리 모델 종합

- 국제 공동연구를 통한 통합·융합적 스마트 도시공간 및 시설물 운영관리 모델 도출
- 시설물 위치정보 생산을 위한 최적기술 선정



(2) 공동 연구 수행 성과

(가) 공동 연구 전략 및 수행 경과

- 주관연구기관인 성균관대학교는 도시계획 및 설계, 첨단건축요소에 전문성을 가진 연구진으로 구성되어 과제 전반의 기획과 연구의 기반을 마련하고 스마트 운영관리를 위한 통합플랫폼의 전략적 계획 방향을 제시
 - 2014년부터 도시 시설물을 대상으로 생애주기관리기법, 시설 및 비시설물 관리방안, 공원 시설물 운영관리 효율화 방안 등 다양한 연구를 수행하고 학술지 및 국제학술대회 발표와 관리운영 소프트웨어 개발 경험을 보유
- 국제 공동 연구기관인 칭화대 한중스마트시티 공동연구소는 ICT 기술 분야에 전문성을 가진 연구진으로 구성되어 스마트 도시의 데이터 수집과 정보제공 서비스에 대한 통합적 핵심 기술을 개발
- 각각의 연구기관은 기관별 역할을 수행함과 동시에 긴밀한 연계체계를 통해 연구진행단계에서 확보한 연구결과로 서로의 연구과정을 보완하여 전체 연구를 통합적으로 추진하여 과제의 목표를 효과적으로 수행

구분		성균관대	칭화대
1차년도 기반구축	역할	○ 시설물 피사체 위치기반 정보와 GIS정보연계 알고리즘 분석 ○ 도시시설물 유형 및 종류 현황과 특징파악 및 국내외 운영사례 분석 ○ 시설물 가시화 방안 및 생애주기 관리운영 기법 분석	○ 중국내 현황파악 ○ 법제도 파악 ○ 데이터 수집을 위한 모바일 센서기술 분석 및 활용방안 제시 ○ 시설물 피사체 위치기반 정보와 GIS정보연계 알고리즘 분석
	최종 결과물	도시시설물 통합운영관리방안 수립	모바일 센서기술 분석 및 시설물 운영관리 활용방안 수립
2차년도 모델개발	역할	○ 도시시설물 통합관리 모델 개발 ○ 도시시설물 관리를 위한 모바일 어플리케이션 개발	○ 스마트 도시시설물 관리를 위한 데이터 수집
	최종 결과물	도시시설물 통합운영관리 모델 개발(소프트웨어)	
3차년도 확산	역할	○ 스마트 도시시설물 통합운영관리 시범서비스 및 문제점 분석 ○ 도시민 참여형 시설물 관리방안 수립(모바일 App 개발) ○ 스마트 도시시설물 시범서비스 방안 수립, 환경 구축 ○ 홍보 및 보급 현실화 방안을 위한 후속 전략 방안 제시	○ 도시시설물 통합 운영관리 시범서비스 및 문제점 분석 ○ 도시민 참여형 시설물 관리방안 수립(모바일 App 배포) ○ 홍보 및 보급 현실화 방안을 위한 후속 전략 방안 제시
	최종 결과물	시범서비스 방안 수립 및 시범서비스 검증, 보급 현실화 방안 및 전략방안 수립	

<표 69> 연구기관 별 역할 및 연구내용

(나) 연구기관 별 연구개발 핵심성과

연번	세부	핵심성과물	성과유형※	해당과제
1	1세부 (SKKU)	(핵심성과 1) - 도시시설물의 유형 및 종류의 현황과 특징을 파악하여 국내·외 운영사례를 분석을 통해 시설물의 통합운영관리방안 수립	정책·제도	○ 스마트 도시시설물 관리를 위한 기반 구축
		(핵심성과 3) - 시설물 가시화 방안 및 생애주기 관리운영 기법 분석 적용 데이터베이스 구축	정책·제도 소프트웨어	○ 스마트 도시 시설물 관리를 위한 데이터베이스 구축
		(핵심성과 4) - 스마트 도시 시설물 관리 모바일 어플리케이션 개발 - 클라우드 서비스 유형의 통합운영관리 모델 개발	소프트웨어	○ 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발
2	2세부 (TSU)	(핵심성과 2) - 데이터 수집을 위한 모바일 센서기술 분석, 활용방안 제시 - 시설물 피사체 위치기반정보와 GIS 정보연계 알고리즘 연구	정책·제도	○ 스마트 도시시설물 관리를 위한 모바일 요소기술 개발
		(핵심성과 3) - 스마트 도시 시설물 관리를 위한 데이터 수집	정책·제도	○ 스마트 도시 시설물 관리를 위한 데이터베이스 구축

<표 70> 세부 별 핵심성과

4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표 달성도

(1) 1차년도 성과점검 기준표

구분		주관/공동						계
핵심성과 (CTE)		A		B		C		
		스마트 도시시설물 통합운영관리를 위한 표준화 방안		시설물 생애주기 관리기법이 적용된 데이터베이스 구축		도시시설물 관리를 위한 스마트디바이스 센서 활용기술 및 알고리즘 분석		
단위성과		A-1		B-1		C-1	C-2	
		도시시설물 유형 및 종류 현황과 특징파악 및 국내외 운영사례 분석		시설물 가시화방안 및 생애주기 관리기법 조사 분석		데이터 수집을 위한 센서기술 및 활용방안 조사 분석	시설물 피사체 위치기반 정보와 GIS 정보연계방안 조사 분석	
성과점 검기준	질적 성과지표	①	②	①	②	①	①	100
		도시시설물 유형 및 종류 현황과 특징 조사 분석 (조사여부 확인)	도시시설물 통합운영 프로세스 방안 마련 (조사여부 확인)	시설물 위치기반 가시화 방안 현황 분석 및 방안 마련 (조사여부 확인)	개별 시설물 관리유형 조사 분석 (조사여부 확인)	데이터 수집을 위한 센서기술 현황 조사 분석 (조사여부 확인)	시설물 피사체 위치기반 정보와 GIS 정보 연계방안 분석 (조사여부 확인)	
	목표치	1건	1건	1건	1건	1건	1건	
	측정방법	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	
	검증방법	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	
	가중치	15	25	15	10	10	25	
양적 성과 목표 건수		인력 양성(석사) :1건	논문(국내게재) : 1건	논문(발표) : 1건		논문(발표) : 1건	특허 출원 : 1 건	논문(국내게재) : 1건 논문(발표) : 2건 특허 출원 : 1건 인력 양성(석사) :1건
양적 성과 달성 건수		인력 양성(석사) :1건	논문(국내게재) : 1건	논문(발표) : 1건		논문(발표) : 1건	특허 출원 : 1 건	논문(국내게재) : 1건 논문(발표) : 2건 특허 출원 : 1건 인력 양성(석사) :1건
성과증빙 페이지		2차년도 연차실적계획서 p.11-12 1차년도 성과증빙 자료집	2차년도 연차실적계획서 p.11-12 1차년도 성과증빙 자료집	2차년도 연차실적계획 서 p.11-12 1차년도 성과증빙 자료집		2차년도 연차실적계획 서 p.11-12 1차년도 성과증빙 자료집	2차년도 연차실적계획 서 p.11-12 1차년도 성과증빙 자료집	

(2) 2차년도 성과점검 기준표

구분		주관/공동				계
핵심성과 (CTE)		A	B	D		
		스마트 도시시설물 통합운영관리를 위한 표준화 방안	시설물 생애주기 관리기법이 적용된 시설물 정보 데이터베이스 구축	모바일 애플리케이션/ 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발		
단위성과		A-2	B-2	D-1	D-2	
		클라우드 서비스형 플랫폼 활용 모델 제시	생애주기 관리기법 적용 데이터베이스 구축	클라우드서비스형 통합운영관리 모델 개발	모바일 애플리케이션 개발	
성과 점검 기준	질적 성과지표	①	①	①	①	
		클라우드 서비스형 플랫폼 활용모델 제시 (개발여부)	생애주기 관리기법 적용 데이터베이스 시스템 (시스템 개발 여부)	클라우드서비스형 통합운영관리 모델 개발 (시스템 개발여부)	모바일 애플리케이션 개발 (어플리케이션 개발 여부)	
	목표치	1건	1건	1건	1건	
	측정방법	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	프로그램 등록	
	검증방법	전문가 검증	전문가 검증	전문가 검증	프로그램 등록	
	가중치	15	20	40	25	100
양적 성과 목표 건수			논문(국내게재) : 1건	논문(공동게재) : 1건 논문(발표) : 1건 논문(공동발표) : 1건	논문(발표) : 1건 한국 소프트웨어 저작권협회 프로그램 등록 :1건	논문(국내게재) : 1건 논문(공동게재) : 1건 논문(발표) : 2건 논문(공동발표) : 1건 한국 소프트웨어 저작권협회 프로그램 등록 :1건
양적 성과 달성 건수				논문(발표) : 7건	논문(발표) : 1건 한국 소프트웨어 저작권협회 프로그램 등록 :2건	논문(발표) : 8건 한국 소프트웨어 저작권협회 프로그램 등록 :2건
성과증빙 페이지				3차년도 연차실적계획서 p.12-13 2차년도 성과증빙 자료집	3차년도 연차실적계획서 p.12-13 2차년도 성과증빙 자료집	

(3) 3차년도 성과점검 기준표

구분		주관/공동							계
핵심성과 (CTE)		B	D		E				
		시설물 생애주기 관리기법이 적용된 시설물 정보 데이터베이 스 구축	모바일 애플리케이션/ 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발		시범서비스를 통한 효율화 검증				
단위성과		B-2	D-1	D-3	E-1				
		생애주기 관리기법 적용 데이터베이 스 구축	클라우드서비 스형 통합운영관리 모델 개발	모바일애플리케이 션과 클라우드 서비스 형 통합운영 모델	테스트 베드 적용을 통한 시범운영				
성과 점검 기준	질적 성과 지표	①	①	②	①		①		
		생애주기 관리기법 적용 데이터베이 스 시스템 (시스템 개발 여부)	클라우드서비 스형 통합운영관리 모델 개발 (시스템 개발여부)	모바일애플리케이 션과 클라우드서비스형 통합운영 모델	테스트베드 적용 결과 (전체결과보 고서)	시스템 개선 사항 및 반영 설계도	피사체 위치정보 측정 결과 (위치측정 시험결과)	데이터 정합율 (정합율 시험결과)	
	목표 치	1건	1건	1건	1건	1건	1건	1건	
	측정 방법			Good Soft 인증	테스트 결과 보고서/ 전문가 검증	시스템 설계도/ 전문가 검증	정확도 90%이상	정합율 95%이상	
	검증 방법			Good Soft 인증	테스트 결과 보고서/ 전문가 검증	시스템 설계도/ 전문가 검증	정확도 90%이상	정합율 95%이상	
	가중치	10	10	25	25	10	10	10	100
양적 성과 목표 건수		논문(국내게 재) : 1건	논문(공동게재) : 1건 논문(공동발표) : 1건	인력 양성(석사) : 3건 한국정보통신기술 협회 Good Soft 인증 : 1건	테스트 결과 보고서 : 1건				논문(국내게재) : 1건 논문(공동게재) : 1건 논문(공동발표) : 1건 인력 양성(석사) : 3건 한국정보통신기술 협회 Good Soft 인증 : 1건 테스트 결과 보고서 : 1건
양적 성과 달성 건수			논문(공동게재) : 1건 논문(공동발표) : 2건	인력 양성(석사) : 2건 KTL(한국산업기술 시험원): 1건	테스트 결과 보고서 : 1건				논문(국내게재) : 1건 논문(발표) : 2건 특허 출원 : 1건 인력 양성(석사) : 2건
성과증빙 페이지			3차년도 테스트베드 적용 결과보고서 3차년도 성과증빙자료집	3차년도 테스트베드 적용 결과보고서 3차년도 성과증빙자료집	3차년도 테스트베드 적용 결과보고서				

(4) 3차년도 성과점검기준표 대비 목표 달성도

(가) 질적 연구개발 성과목표 및 평가방법

연차별 성과목표	성과목표에 따른 단위연구성과	성과지표	측정방법	목 표 치	가중치
모바일 애플리케이션/ 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발	모바일애플리케이션과 클라우드 통합운영 모델	테스트 결과 보고서	테스트 결과 보고서	1건	15%
시범서비스를 통한 효율화 검증	테스트베드 적용결과 (전체결과보고서)	전문가 정성평가	전문가 5인 이상 자문시의 동의를 평가	1건	35%
	시스템 개선 사항 및 반영 설계도	전문가 정성평가	전문가 5인 이상 자문시의 동의를 평가	1건	20%
	피사체 위치정보 측정 결과 (위치측정 시험결과)	정확도 90% 이상	피사체 위치정보 측정 자체 시험 결과	1건	15%
	데이터 정합율 (정합율 시험결과)	정합율 95% 이상	데이터 정합율 자체 시험 결과	1건	15%
총 계					100%

(나) 양적 연구개발 성과목표 및 평가방법

연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치
시설물 생애주기 관리기법이 적용된 시설물 정보 데이터베이스 구축	생애주기 관리기법 적용 데이터베이스 구축	논문 게재 건수	1건	10%
모바일 어플리케이션/ 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발	클라우드 서비스형 운영관리 모델 개발	논문 공동 게재 건수	1건	10%
	모바일애플리케이션과 클라우드서비스형 통합운영 모델	논문 공동 발표 건수	1건	10%
		Good Soft인증 (웹서버SW 및 모바일 앱 S/W)	1건	25%
		인력양성	3건	20%
시범서비스를 통한 효율화 검증	현장적용	테스트베드 적용 결과 (전체결과보고서)	2건	25%
총 계				100%

(5) 성과 목표에 대한 자체 평가

성과 목표	자체 평가
○ 질적 성과목표 ○ 연차별 목표인 ① 시범서비스 효율화 검증 테스트베드 적용결과② 시스템 개선사항 반영 설계에 대한 전문가 5인 이상 자문사의 동의율 평가 70% 이상을 목표로 함 ○ 양적 성과목표 ○ 양적성과목표는 국내 학술지 게재 논문건수 1건, 공동 논문 게재건수 1건, 공동 논문 발표건수 1건, Good SoftWare 인증 1건, 대학원생 배출 3명, 테스트베드 적용 결과 2건을 목표로 함	○ 질적 성과목표 달성도 ○ 본 기술개발과제인 모바일 애플리케이션/ 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발의 자체 통합 테스트결과, 시범서비스 적용 현황 및 결과, 시스템 개선사항 반영, 피사체 위치정보 측정시험, 데이터 정합을 시험 등을 수행 완료하였으며, 결과보고서를 토대로 전문가 5인의 자문을 통해 테스트베드 적용 결과 90.4%의 동의율, 시스템 개선사항 및 반영 설계 88.4%의 동의율을 달성함. ○ 양적 성과목표 달성도 ○ 양적 성과목표인 논문게재1건, 논문공동게재1건, 논문공동발표건수 2건, S/W공인인증시험 1건, 인력양성 2명, 테스트베드 결과보고서 2건을 수행하여 93.3% 목표달성함. (Good SoftWare 인증은 인증 시험 가이드라인 변경에 따라 KTL(한국산업기술시험원)의 시험성적서를 제출)

나. 관련 분야 기여도

(1) 학문적 기여도

▶ 기술 개발의 관련분야 기여도

- 스마트 도시시설물 관리, 관제 및 운영을 통한 시설물의 수명 연장, 구축비용 절감 효과 및 효율적 유지관리와 비용 최소화
- 스마트 운영관리에 대한 단편적인 기술의 개발이 아닌 관련 기술과 산업을 패키지화하는 포괄적 상품으로서 우리나라 기술과 산업의 상용화, 산업화 가능성을 증진, 기업 연계 기술이전 가능
- 세계 스마트 도시 시설물 관리 분야와의 경쟁기초를 마련하고, 국제적 스마트 도시 공간 및 시설물 통합운영관리 표준모델로 활용

▶ 스마트 도시 운영관리 기술의 선진시장 선점을 위한 기반 제공

- 전 세계적으로 스마트 도시 산업을 위한 움직임이 활발하게 일어나고 있으며 1) 국내 산업의 입지 확보, 2) 미래도시 환경에 대한 변화 및 수요 예측, 3) 스마트 도시의 글로벌화를 제시함으로써 스마트 도시의 운영관리 기술의 국제 경제력 확보를 할 수 있는 기반 마련.
- 중국에서의 성공적인 스마트시티 모델 실현은 스마트시티 조성에 있어서의 대한민국의 역량과 국제적 위상을 증대시켜 향후 새로운 시장 확보에 있어서 경쟁 우위를 확보할 수 있음.
- 중국/칭화대학교와의 공동연구를 통하여 통합관리 및 운영·유지기술을 표준

화한다면 중국 내 신도시에 기술이전이 더욱 수월할 것으로 예상되며, 글로벌 표준으로서 우리 기업과 기술진들이 리더 그룹으로 도약할 수 있는 시기를 앞당길 것으로 기대

- 예: 1) 2013년 국토해양부와 중국 주택도농건설부는 ‘지속가능한 도시발전 분야에서

의 협력에 관한 양해각서(MOU)’ 체결

2) 2020년까지 도시화율 60% 달성 및 도시화 건설에 7,200조원 투자계획 발표

3) 한화건설 이라크 신도시 건설 9조원대 수주(문화일보, 2012. 5. 24)

4) 한화건설 이라크 비스마야 신도시 2조 3,400억원 추가 수주

(매일경제, 2015. 8. 27)

- 도시환경에 대한 스마트 기기(스마트 모바일 기기 등), 스마트 환경(센서, 컨트롤러, 컴퓨터 등), 스마트 상호작용(네트워크 통신 등)간의 지속적이며 상호 유기적인 관계에 따른 제어기술 확장으로 새로운 시장 창출
- 스마트 도시의 통합 관리 모델은 도시를 구성하는 건설·토목 산업 분야에 폭넓게 적용가능하며 시공, 설비, 구조 등의 제조업체나 센서 산업, 전기전자 산업 등 도시 시장과 연계한 수익 극대화
- 운영관리기술을 시작으로 향후 스마트 시티 계획부터 관리까지의 기술 패키지화가 가능하며 스마트 도시 수출을 위한 하나의 새로운 산업으로 나아갈 수 있는 방향 제시

▶ 국내 스마트시티의 인류적 기여와 학문적 중주성 확보

- 현재 국가경쟁력 확보를 위한 방안으로 각광받고 있는 스마트 도시 산업은 개인공간이 아닌, 도시공간으로 그 개념을 확장하면서 도시적, 국가적 비전 제시 필요
- 스마트 도시의 모델에 대한 논의는 초기단계이므로 전세계적으로 다양한 지역에서 다양한 형태의 스마트 도시가 등장할 것임.
- 또한 스마트 도시는 건설뿐만 아니라 기획, 사업관리(Project Management), 엔지니어링, 계획 및 설계 등을 포괄하는 지식산업의 패키지임. 또한 기술과 산업표준(Standards)을 포괄하는 전방산업으로 첨단기술과 산업의 수요처이자 시장으로서 고부가가치를 창출할 수 있음.
- 본 연구는 도시 공간 및 시설물에 대한 연구를 바탕으로 향후 급변하고 있는 미래도시에 대한 문화적, 사회적, 환경적 변화에 대한 수요를 예측할 수 있는 기반을 마련하는데 기여
- 도시공간에 대한 편의성, 쾌적성, 안전성 등을 제고할 수 있고 지속가능한 도시를 유지할 수 있는 방안 마련
- 스마트시티 통합 운영관리 모델의 개발을 통한 표준 선점으로 우리나라 스마트시티의 학문적 중주성 확보와 연관산업을 견인하여 시장선점 경쟁에서 국내산업의 우위 확보

- 스마트 도시에 적용 가능한 새로운 분야 도입과 이들 분야의 최신 기술 도입으로 스마트 도시의 포괄적 범위 확대와 이를 통한 새로운 시장 경쟁력 확보 가능
- 이를 활용하여 전 세계가 미래도시의 모델로 생각하는 스마트시티의 담론을 주도하여 학문적 중추성 확보
- 스마트시티를 주제로 관련 연구를 융합하고 세계수준의 잠재력을 통합하여 스마트시티 관련 연구 역량을 강화하고 새로운 가치를 형성함으로써 대한민국 연구의 위상 확립

(2) 사회적 기여도

- 도시 공간 및 시설물에 대한 연구를 바탕으로 향후 급변하고 있는 미래도시에 대한 문화적, 사회적, 환경적 변화에 대한 수요를 예측할 수 있는 기반을 마련하고, 미래도시 환경에 대한 변화에 대응이 가능한 기술로서 새로운 글로벌 시장 개척
- 스마트시티 분야의 학문·연구적 중추성과 기술적 선도성을 확보하여 대한민국의 관련 산업을 견인할 뿐만 아니라 해외 진출 및 시장을 확대하여 국내 경제에 기여
- 스마트시티를 주제로 관련 연구를 융합하고 세계수준의 잠재력을 통합하여 스마트시티 관련 연구 역량을 강화하고 새로운 가치를 형성함으로써 대한민국 연구의 위상 확립
- 분야별 고용창출효과 뿐만 아니라 도시민의 안전하고 편리한 생활에 기여하며, 급속하게 진행되는 도시화를 건전하게 운영관리할 수 있는 방안을 제시

(3) 경제적 기여도

- 본 연구결과는 스마트 도시 운영관리 및 관련 산업의 발전을 통해 중소기업과 대기업의 동반성장 유도 및 일자리 창출에 기여
- 또한 시설물의 수명주기를 연장하여 비용 절감 및 Safe & Clean 스마트시티에 기여
 - 우리나라의 경우 도시시설물 통합관리로 S/W개발비 3천만원 * 240개 지자체 = 73억2천만원, 시스템 유지관리비 7천600만원 절감효과를 가져옴.
(행정안전부 민원포털서비스, 2010. 1. 31.)
 - 모바일앱 사용자는 2012년 2월 1만3천명-2012년 12월 20만 명으로 증가(소방방재청, 2012)
- 시설물의 유지 보수시 위치 및 사진정보를 통해 현장간소화에 따른 비용절감과 기존 수작업으로 시설물 등록과정의 자동화 기반 시간적 비용적 절감이 가능함.
- 모바일 행정업무 기반 운영 및 공간시설 관리 효율성 향상 및 인력활용을

극대화 할 수 있으며 시설물 통합운영관리 클라우드 서비스형 플랫폼을 통해 이중투자 방지 및 예산을 절감할 수 있음.

- 사전점검 등 유지관리 예방을 통한 환경오염방지 및 에너지 절감효과와 시설물 상태 모니터링을 통한 예방체제 구축이 가능하고 사전 보전으로 시설물의 수명 주기를 증대시킬 수 있음.

(4) 국제 공동연구로서 관련분야 기여도

- 공동연구를 통해 스마트시티에 대한 중국의 수요(needs)파악과 이를 국내의 기술과 융합
- 한중 스마트시티 공동연구에 대한 학문적·산업 선도적 모범 사례로서 국내외 벤치마킹 사례로 활용
- 칭화대학과의 공동연구성과를 기업에 연계함으로써 기획에서 생산까지의 전 과정을 포괄하는 스마트시티의 전방위산업적 효과를 증진하여 시장을 개척하고 세계 학문과 산업을 주도
- 운영관리기술을 시작으로 향후 스마트 시티 계획부터 관리까지의 기술 패키지화가 가능하며 스마트 도시 수출을 위한 하나의 새로운 산업으로 나아갈 수 있는 기반으로 활용
- 국내 뿐 아니라 중국에도 적용되어 국내 기업의 수익성 향상에 기여
- 현재 스마트시티 관련 사업이 대규모 또는 정책적으로 추진되고 있는 중국 시장 여건을 고려할 때, 스마트시티 운영관리 관련 영역에서 다양한 수요가 있을 것으로 예상됨.
- 중국의 스마트시티 시장 확대와 스마트시티 조성은 추후 중국의 도시 관제 및 관리에 대한 수요와 연계될 수 밖에 없으므로 스마트시티 운영관리 기술의 수요처는 지속적으로 증가할 것임.
- 중국의 경우, 스마트시티를 추진함에 있어 관련 기술(마스터플랜을 포함) 확보 및 실현을 위한 제반 체계(정책적 추진 과정 등)가 미흡하므로 이러한 국제협력을 통해 관련 기술을 자기 기술화하고 체계적인 사업 추진의 기틀을 마련함으로써 국가 재원을 효율적으로 사용 가능함.
 - 중국지역의 시설물 관리 공통 플랫폼 및 통합관리 모델 구축을 위한 기술실시계약을 확보함으로써 시장 창출 및 확대 가능
 - 중국정부의 다양한 도시시설물 통합관리를 통한 자원낭비 최소화 가능

다. 기대효과

(1) 기술의 활용 방안

- 새로운 도시모델인 스마트시티는 다양한 기술과 산업이 적용되는 포괄적 상품으로서 스마트시티 운영관리에 대한 계획 및 실현 모델의 발굴은 우리나라의 기술과 산업이 적용할 수 있는 가능성을 증진함.
- 단편 기술의 판매가 아닌 다양한 기술과 산업을 패키지화로 포괄적 관련 산업의 성장을 견인할 수 있음.
 - 공간, 위치 정보 기술을 이용한 화재, 재해 방지에 활용
 - 기술 상용화에 따른 분야별 고용창출 효과
 - 스마트폰을 활용한 다양한 기술의 발전 기대
- 특히 본 연구과제는 원거리에 있는 사물의 위치 측정 기술의 활용으로 위험 시설물 또는 재해지역 혹은 접근이 어려운 산업현장에서 안전하고 효율적인 관리기술 적용이 가능함.
- 도시의 계획단계뿐만 아니라 기존 도시의 운영관리에서도 활용 가능하며, 전 세계적으로 급속하게 진행되는 도시화에 올바른 방향을 제시하고 건전한 운영관리방향을 제시할 수 있음.

▶ 연구개발의 창의성 · 혁신성

- 본 개발 기술은 스마트의 센서를 활용하여 원거리의 시설물의 촬영을 통해 시설물의 위치정보와 시설물의 정보 등록이 가능하여 하천의 시설물이나 위험 시설물 관리가 용이함.(기존에는 GPS가 부착된 스마트폰의 위치가 공간 정보에 등록됨)
- 시설물의 정보를 시각화 하여 시설물의 정보, 유지보수 현황, 이력관리 등이 용이함
- 각 지자체의 다양한 시설물 관리부서 업무에 있어 하나의 시설물 관리 솔루션을 통해 통합적으로 시설물의 관리 및 운영할 수 있어 운영의 효율성 뿐만 아니라 예산낭비 최소화 및 관리인력 활용이 높아질 것임
- 시설물을 촬영시 시설물의 위치정보와 지도정보가 매핑되어 지도정보에 기록된 시설물의 고유 관리번호 및 사진이 시각화 되어 보여줌으로써 별도의 Sensor 부착이 필요하지 않음
- 시설물 위치기반 기반 시설물 관리 시스템은 기존 시설물 관리시스템과 달리 시설물에 별도의 RFID Tag나 NFC 등 센서를 부착하지 않고도 시설물의 등록, 정보 모니터링, 현장지원, 자료 활용, 이력관리 등이 용이하고 시설물 관리에 있어 One-Stop 체계가 이루어질 것임.
- 시설물을 구성하는 부품교체주기 즉 수명주기 알려 줌으로써 수명연장 활용 및 활용을 극대화 할 수 있음

- 또한 도시의 특성에 따른 놀이터, 산책로 등 비 시설물을 시설물화 관리가 가능하여 기존의 시설물 관리 시스템과 진보성이 비교될 예정임.

(2) 시민 대상 기대효과

- 편리한 신고절차 및 빠른 민원처리로 인한 만족도 증가와 시민의식 증대
- 민원처리 만족도는 평균보다 낮은 76% 수준이나 one-stop 통합관리 솔루션 도입으로 10%이상 상승할 것으로 기대
- 스마트폰 앱(App) 배포 등을 통해 교통·환경·주거 등 도시문제에 대한 시민들의 관심과 수요 창출을 유도하여 스마트 행정업무에 활용
- 스마트폰을 활용하여 공공 및 도시민이 함께 참여하는 대표적인 선도적 사례 및 시설물 관리 분야의 유관산업 활성화와 다양한 운영구조 및 환경변화에 유연한 대응인력을 양성할 수 있음.

(3) 지자체 및 공공기관 대상 기대효과

- 특허기술을 이용한 위치/ 영상정보 등록기반 운영관리 업무지원 및 신속한 대응체계 구현이 가능하고 주요 공공/ 민간 시설물과 비시설물에 대한 통합 안전관리체계 구축이 가능함.
- 클라우드 서비스형 플랫폼을 통해 작업업무표준화 및 안정적인 현장관리운영을 할 수 있음
- 통계화 된 데이터 제공으로 적정인원 산정 및 투입인력을 활성화 할 수 있음.

▶ 이동성, 편리성, 관리의 효율성

- 본 연구과제에서 개발된 모바일 애플리케이션/ 클라우드 서비스형 시설물 통합운영관리는 스마트폰을 활용하고 시설물의 위치와 지도정보 매핑을 통해 도시의 다양한 지상·지하시설물, 시설·비시설물이 등을 관리함에 있어 언제 어디서나 현장중심의 정보 수집 및 전송이 가능하고 휴대성이 용이하기 때문에 이동성, 편리성, 관리의 효율성을 가져올 수 있음
- 통합시설물 관리시스템의 시설물 데이터는 설치단계, 고장신고단계, 유지보수완료단계 등 각 단계별로 지도정보와 매핑을 통해 가시화 되어 관리되기 때문에 모니터링과 통계를 통해 우선순위 및 사전예방에 기여할 수 있음
- 생애주기관리운영 기법 적용을 통해 개별 부품 교체 또는 전체 시설물의 교체 등 시설물의 도입, 설치, 교체 등에 따른 예산 반영 등을 고려한 계획적 관리가 용이함
- 시설물의 위치, 지도정보, 시설물 정보가 지도화(Mapping)되어 관리번호체계 자동검색 및 관리가 가능함
- 시설물뿐만 아니라 도로의 파손, 물고임, 불법주차 등 비 시설물도 통합적 관리가 가능함.

- 기술적으로는 스마트폰을 활용하여 위험한 시설물에 접근하지 않고도 시설물(피사체) 위치정보를 정확하게 시스템에 연계하여 관리할 수 있도록 하여 시설물 관리에 따른 안전을 사전에 예방할 수 있음
- 시설물의 고장신고, 민원접수, 유지보수관리, 기본정보 관리 등 시설물관리에 따른 중요 프로세스로 구축되어 향후 다양한 통계관리, 자산관리 등의 시스템과 연계 확장할 수 있음

▶ 행정업무의 혁신 기대

- 현재의 시설물관리 시스템의 기술개발 및 상용화는 실제 업무 이외의 필요 이상의 현황관리 중심으로 진행되고 있는 실정임
- 또한 시설물 관리 고유 기능 이외에 타 시스템과의 연계로 담당 관리자 업무 효율성이 저하되고 있음
- 시설물 관리분야는 해당 시장분야의 폭이 넓어 인프라 조성에 많은 예산, 투자가 필요한 실정이며 실제 현업서비스를 위한 예산은 부족한 실정임
- 시설물 및 비 시설물의 유지관리 업무 효율화를 통해 생애의 연장과 비용의 최소화가 가능함
- 지자체 시설물 관리분야의 고도화 및 선진화를 통한 행정 업무의 효율화가 가능함
- 지역 내의 시설물 인프라를 설치함에 따라 서비스 관련 기업이 창출되며, 이에 따른 일자리 창출과 관련기업이 매출증대로 이어져, 지역 경제 발전 및 국가 경제 발전에 기여함

(4) 추가연구 방향

- 첨단기술을 접목한 기반시설을 스마트시티 인프라로 활용
- 스마트 홈/스마트 가전에 스마트폰 등 디바이스와의 연계 또는 도시전체에 연계하여 활용 (예: 도시민의 건강과 질병상태를 모니터링 및 재난 및 안전 등을 예방)
- 제도와 지적재산권을 활용하여 스마트시티 마스터플랜에 지정된 전문가의 참여 자격 조건 등을 제시하여 지식상품화 추진

(5) 국제공동연구 기대효과

- 공동연구결과를 활용하여 중국 도시에 적합한 새로운 S/W를 적용하고 개발된 기술요소들을 융·복합함으로써 현재의 스마트시티가 갖고 있는 통합 패키지적 특성이 실현되어 새로운 영역의 신산업 창출
- 국제적인 세미나 등을 통해 공동연구 결과를 발표하여 스마트시티의 필요성과 중요성 인식을 도모하고 연구개발을 기술이전하며, 연구결과의 지식재산

등은 선택적으로 제공하거나 이전(전문가의 제한적 참여 등을 제시하는 마스터플랜 영역에서는 지식재산권 활용이 매우 중요)

- 본 연구를 통해 개발된 기술은 국내기업에도 기술이전 될 수 있으므로 이를 통해 국내기업의 국제적인 경쟁력을 확보하는데 기여할 수 있음.
- 스마트폰을 활용한 도시시설물 공통 플랫폼 및 통합관리 모델 구축의 노하우 및 기술 등 적정 스마트기술을 제공
- 중국 칭화대학교와 본교 연구진의 공동 연구를 통하여 중국 내 스마트시티 기술을 표준화할 경우, 14억 인구의 중국시장 진출을 위한 교두보가 마련될 수 있음.
- 단순 생산에만 머물지 않고 신산업 창출이 가능한 스마트 운영·유지관리 기술도 통합 패키지로 기술이전

5. 연구개발성과의 활용 계획

가. 연구 성과 활용 목표 및 계획

(1) 시설물 생애주기 관리 기법

(가) 연구개발성과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단 계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☐ 준비	☐ 준비	☐ 준비	☐ 준비	☐ 준비
	☐ 진행중	☐ 진행중	☐ 진행중	☐ 진행중	☐ 진행중
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비	☐ 준비	☐ 준비	☐ 준비	☐ 준비
	☒ 진행중	☐ 진행중	☐ 진행중	☐ 진행중	☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☒ 초기발생	☐ 초기발생	☐ 초기발생	☐ 초기발생	☐ 초기발생
	☐ 지속발생	☒ 지속발생	☒ 지속발생	☒ 지속발생	☒ 지속발생

(나) 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단 계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계	-	-	-	-
II	기술 검증·보완 단계	-	-	-	-
III	실용화 추진 단계	지자체	사업화·제품화/1개	~종료후 1년	지자체 시설물관리 업무에 활용
IV	시장 수용 단계	지자체	-	~종료후 3년	지자체 시설물관리 업무에 활용

(다) 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
시설물관리운영방안	개선	시설물관리시스템을 통한 체계적 관리와 예방적 체계를 구축하여 부품 및 시설물의 수명주기를 관리 필요

(2) 시설물 생애주기 관리기법 적용 데이터베이스 시스템 구축 방안

(가) 연구개발성과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단 계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☒ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☒ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생

(나) 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단 계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계	-	-	-	-
II	기술 검증·보완 단계	-	-	-	-
III	실용화 추진 단계	지자체	사업화·제품화/1개	~종료후 1년	지자체 시설물관리 업무에 활용
IV	시장 수용 단계	지자체	-	~종료후 3년	지자체 시설물관리 업무에 활용

(다) 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
시설물관리운영방안	개선	시설물 관리시스템 구축을 통한 체계적 관리 및 데이터베이스 구축을 통한 시설물정보 및 유지보수 정보 등 통계를 통한 효율화 관리 필요

(3) 데이터 수집을 위한 피사체 위치정보 전송 방안

(가) 연구개발성과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단 계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☒ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☒ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생

(나) 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단 계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계	-	-	-	-
II	기술 검증·보완 단계	-	-	-	-
III	실용화 추진 단계	지자체	사업화·제품화/1개	~종료후 1년	지자체 시설물관리 업무에 활용
IV	시장 수용 단계	지자체	-	~종료후 3년	지자체 시설물관리 업무에 활용

(다) 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
시설물관리운영방안	개선	시설물 위치정보 기반 시설물관리체계를 도입하여 빠른 유지보수의 대응으로 도시민의 안전강화 필요

(4) 피사체 위치정보와 지도정보 매핑 방안

(가) 연구개발성과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단 계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계
	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☒ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☒ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생

(나) 활용계획의 주요 활동내용(예정/계획)

단 계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계	-	-	-	-
II	기술 검증.보완 단계	-	-	-	-
III	실용화 추진 단계	지자체	사업화·제품화/1개	~종료후 1년	지자체 시설물관리 업무에 활용
IV	시장 수용 단계	지자체	-	~종료후 3년	지자체 시설물관리 업무에 활용

(다) 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
시설물관리운영방안	개선	시설물관리시스템을 도입하여 시설물 위치 및 유지보수 현황 등 가시화 하여 체계적 통합적 현황관리 필요

(5) 모바일 애플리케이션과 클라우드 서비스형 통합운영관리 모델

(가) 연구개발성과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

단 계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계	기술 검증.보완 단계
	☐ 준비	☐ 준비	☐ 준비	☐ 준비	☐ 준비
	☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 진행중 ☐ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☒ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☒ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생	☐ 초기발생 ☒ 지속발생

(나) 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

단 계	단계명	주요 활동내용			
		주체 *	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계	-	-	-	-
II	기술 검증.보완 단계	-	-	-	-
III	실용화 추진 단계	지자체	사업화·제품화/1개	~종료후 1년	지자체 시설물관리 업무에 활용
IV	시장 수용 단계	지자체	-	~종료후 3년	지자체 시설물관리 업무에 활용

(다) 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
시설물관리운영방안	개선	시설물관리시스템을 구축하여 체계적 관리와 모바일 앱과 연계한 실시간 현황관리체계 유지 필요

나. 연구성과의 지자체 활용을 위한 전략 방안 제시

- 지자체가 운영 중인 시설물 관리 시스템의 프로세스, 운영상의 문제점 등에 대한 분석 결과와 본 과제를 통해 개선하고자 하는 방안이 지자체 운영 시스템에 적용될 수 있도록 추후 활용계획(활용방안) 구체적으로 제시 필요
- 시설물 운영관리 실무를 담당하는 지자체 담당자와의 세미나를 통해 추후 활용계획과 보급 및 확산을 위한 전략 방안 제시

(1) 지자체(수원시) 시설물 관리 현황

- 수원시에서는 자체 민원관련 앱이 없이 행정안전부의 시설물 관리 앱을 활용하여 운영 중

(2) 지자체(수원시) 홍보 및 활용에 대한 의견

(가) 연구개발결과의 발전방향에 대한 의견

- 시민들이 앱을 설치해야만 활용가능 한 방면과 시설물 관리 앱에 생애주기 시스템이 도입 된 측면을 고려했을 때 시민 활용보다 시설물 관리에 이점이 더 크다는 의견 제시
- 따라서 기존 지자체에 가지고 있는 앱과 데이터베이스를 업그레이드 할 때 기술을 도입해서 활용할 수 있는 방향을 제시

(나) 지자체에 활용시 개선 필요한 제언

- 데이터베이스 기반 운영관리 및 생애주기 기법 적용은 차별화 방안이 될 수 있으나 기존에 구축되어 있는 데이터베이스와 중복될 수 있는 우려

(다) 지자체에 확산 및 활용계획에 대한 제언

▶ 앱 홍보의 한계

- 실질적으로 현장에서 민원 위치 파악하는데 어려움이 있긴 하지만, 현재까지 앱을 기반으로 한 신고보다 유선 신고가 많은 실정
- 특히 시민 대다수의 의견은 시설물 민원 신고를 위해 앱을 새로 설치하는 것에 대해 거부감, 불편함이 있음.
- 따라서 앱을 설치해야만 가능할 경우 대규모의 홍보활동이 필요

▶ 기존 앱에 융합

- 수원시의 경우 현재 유선, 인터넷, 중앙정부, 도정부 등 다양한 루트를 통해 민원을 접수
- 따라서 기존에 설치되어 있는 국민신문고와 같은 앱과 융합하여 홍보활동,

시민입장에서 이용의 불편함을 해결 가능하고 통합되는 과정에서 현재 개발된 앱도 사용 가능



[그림 166] 2018.12.07 수원시 도시관리과, 도시계획과 세미나

다. 시연 동영상을 활용한 대시민 및 대지자체 홍보자료 구성 방안 제시

(1) 스마트 시설물 통합운영관리 모바일 앱은 온라인, 오프라인, 기타 교육 등을 활용하여 홍보

- 온라인 홍보 방안 : 자치단체 홈페이지 메인화면 배너를 통해 홍보, 유관기관(도시공사, 시설관리공단)의 홈페이지에 팝업 지속적 노출
- 오프라인 홍보 방안 : 자치단체 축제 시 스마트폰을 통한 시설물 고장신고 포스터 안내, 리플릿을 통한 홍보 추진, 지역소식지, 반상회보, 마을지, 관리비 고지서 등에 게재, 자치단체별 행정정책에 따른 홍보물 제작 지원
- 기타 홍보 방안 : 교육용 이미지 및 동영상 제작, 봉사활동과 연계한 학교 홍보 등

▶ 시설물 홍보 방안 (예)



성균관대학교 ONE-Stop 시설물관리시스템

시설관리팀 확인

고장 시설물 제보

현장작업

처리완료 후 피드백

ONE-Stop 시설물관리시스템 이용 방법

- 1 성균관대학교 ONE-Stop 시설물관리시스템 접속
http://skku.fms365.co.kr/ 입력 혹은 안드로이드 어플을 통해 접속
- 2 민원접수 탭 클릭
페이지 하단의 민원접수 탭 클릭
- 3 기본정보 입력 후 확인
→ 고장상태 입력
→ 고장상태 이미지 등록
→ 시설물 위치 지정(PC버전)
→ 신고인 이름과 연락처 기입 후 확인버튼 클릭
- 4 신고 및 처리현황 탭 → 처리상황 확인
신고 등록이 잘 되었는지 확인 (처리상황-접수일료)

ONE-Stop 시설물관리시스템 처리완료사례

시설물 위치: 대한민국 수원시 천원동 성균관대학교 농구장

고장상태: 농구장 골대 파손

등록일: 2018-07-25 16:20

처리일: 2018-08-20 15:18

보수전



보수후



ONE-Stop 시설물관리시스템의 주요기능

- 사용자 이름과 전화번호를 이용 동맹인으로 가입없이 사용 가능한 모델
→ 로그인 없이도 모바일 앱은 로그인 없이도 사용 가능하며, 사용자 이름과 전화번호 이용 동맹인을 체크하도록 하여 가입에 따른 불편을 최소화
- 처리 과정을 통한 진행률에 따른 빠른 민원처리
→ 기존 민원 처리 단계인 10개 단계를 8개 단계로 통합하여 빠른 민원 처리 가능
- 사진 이미지 대문사이징 기술을 통한 저용량 사진 전송 시스템
→ 단말기 이미지 전송에 따른 용량, 대문사이징으로 인한 시간 지연 발생 문제를 해결
→ 실시간 사진 전송 대문사이징 기술 도입 가능
- 웹 서버를 통한 안전한 DB관리 시스템
→ 민원 및 시설물 정보를 안전하게 관리하여 민원관리 시스템
- 스마트디바이스와 센서 및 감지법 알고리즘에 따른 원격 모니터링 위치 추적 시스템
→ 스마트 폰으로 원격 모니터링을 통해 시설물 위치 뿐 아니라 위치 추적도 가능



그림 167 시설물 홍보 방안 예시

▶ 성균관대학교 시설물 통합운영관리 모델 시연 영상



그림 168 민원신고

그림 169 신고접수

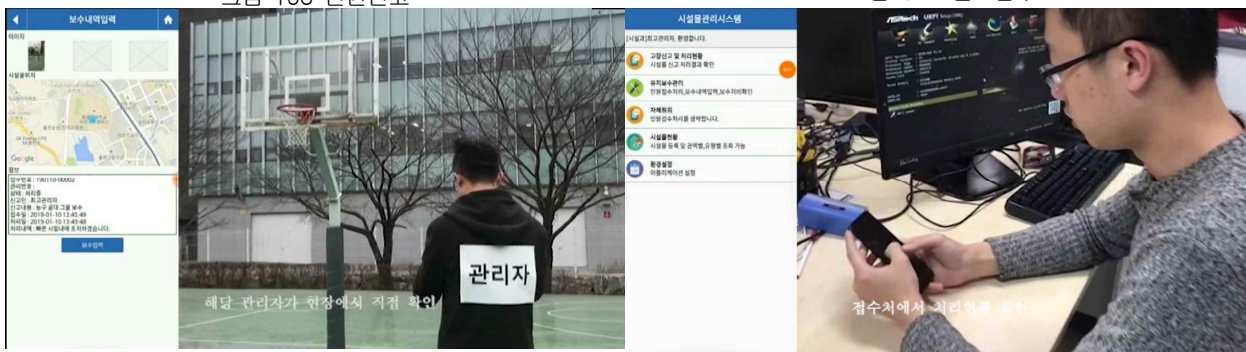


그림 170 보수확인

그림 171 보수승인

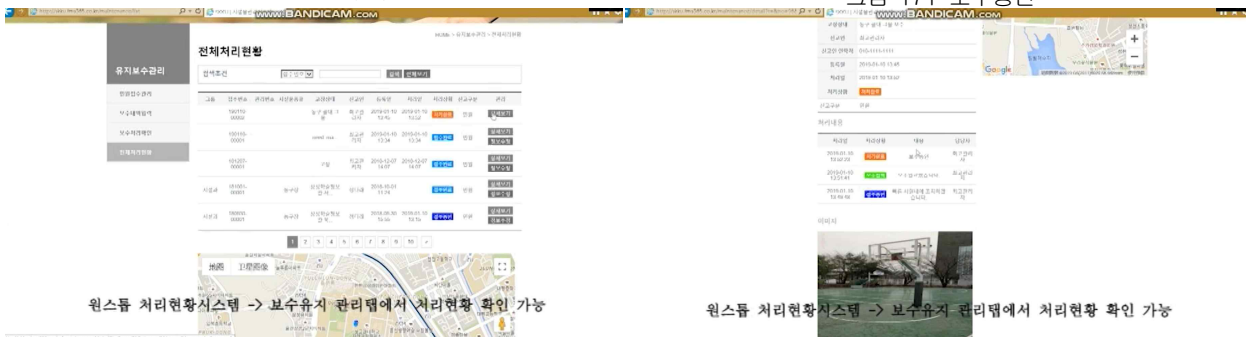


그림 172 처리확인

그림 173 완료공지

▶ 청화대학교 시설물 통합운영관리 모델 시연 영상



그림 174 삼색광 통신시스템 송신

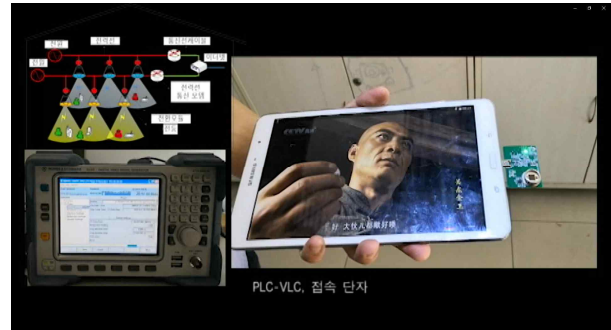


그림 175 삼색광 통신시스템 수신

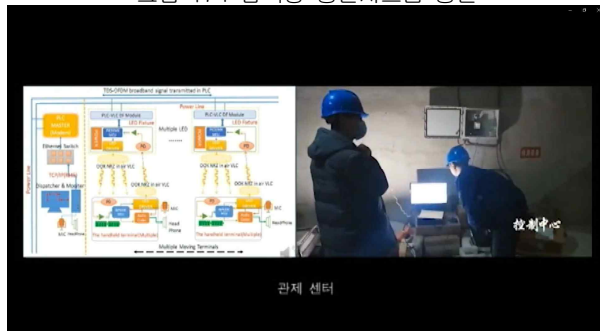


그림 176 가시광선 위치시스템 관제센터

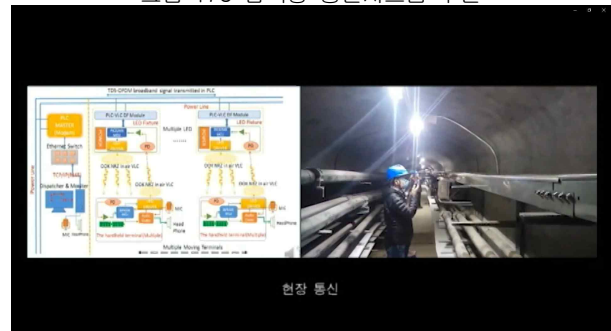


그림 177 가시광선 위치시스템 현장통신

(2) 웹서버 시스템을 개별 관리형 및 중앙 관리형으로 구분하여 지자체의 관리 및 비용 편익 제공

구분	개별 관리형	중앙 관리형
모바일 앱 및 웹서버 시스템 관리자	지자체에서 전문 관리인원으로 관리	관리업체를 별도로 두어 여러 지자체의 모바일 앱 및 웹서버시스템 관리
보안 측면	Window 버전에 따라 관리자가 자체적으로 지속 업데이트	관리업체에서 일괄 모니터링 및 업데이트
기능 확장 측면	처음 설치 또는 필요 요청에 따라 지자체 특성에 맞도록 필요기능 확장	지자체에서 필요한 기능을 확장하여 선택적 활용할 수 있도록 함
유지보수 측면	유지보수 자체 관리 또는 개발업체에 의뢰	관리업체에서 유지보수
비용 소요 측면	- 개별 웹서버 구입으로 인하여 H/W, S/W 비용 증가 - 단독 기능 확장에 따른 비용 증가 - 자체 관리인원의 인건비 소요	- 웹서버 공용화를 통해 H/W, S/W 비용 절감 - 여러 지자체의 공통 기능 확장에 따른 비용 절감 - 여러 지자체것을 한곳에서 관리하기 때문에 비용 절감

라. 스마트 시설물 관리 부문 후속연구 추진을 위한 제언

스마트 시설물 관리 관련 후속 연구 추진 시 본 과제와의 중복성 및 차별성을 판단하기 용이하도록 연구 개발 내용 및 수행 결과에 대한 분석 결과를 다음과 같이 제시함.

(1) 연구 범위

(가) 연구 목적

- 도시의 통합적 관점에서 효율적으로 도시시설물을 통합적 운영 관리함으로써 도시문제를 해결하고, 산업간 융합을 통해 신사업 영역을 창출하며, 중국 칭화대와의 공동연구를 통한 중국 및 세계시장 진출을 위하여 스마트 도시 공간 및 시설물 통합운영관리 모델 개발

(나) 연구 내용

- 스마트도시시설물 운영관리 기술개발을 위한 기반 구축, 시설물 관리를 위한 데이터베이스 구축, 클라우드 서비스 유형의 도시시설물 통합운영관리 모델 개발, 스마트 도시시설물 관리를 위한 모바일 요소기술 개발의 연구 내용을 기반으로 시범서비스 검증을 통한 개발모델 검증.

㉔ 모바일 애플리케이션 클라우드 서비스 유형의 통합운영관리 모델 개발

- 도시시설물 통합운영관리 방안수립 및 환경 구축을 통해 시스템 효율화 검증
- 스마트폰 기술 고도화에 따른 고해상도로 인한 사진정보 최적화 저장 기술 개발
- 공인시험기관의 시험을 통한 모바일 앱 및 웹서버 시스템 기능 검증

㉕ 시범서비스를 통한 효율화 검증 및 국내·외 보급 확산방안 마련

- 스마트 도시시설물 통합운영관리 시범서비스 및 문제점 분석 : 성균관대학교를 대상으로 시설물관리 부서와 연계하여 현업에서 개발된 스마트 도시시설물 통합운영관리를 활용하여 시설물 관리 시범서비스 추진을 통해 업무 프로세스, 활용의 효율성 등 검증
- 도시민 참여형 시설물 관리방안 수립 : 클라우드 서비스형 통합운영관리 체계로서 다양한 관리주체자가 공통적으로 활용이 용이하도록 도시민 배포용, 유지보수 담당자용, 시설물관리부서로 시스템 접근 범위를 구분하여 테스트 베드를 진행
- 홍보 및 보급 현실화 방안을 위한 후속 전략 제시 : 자치단체 홈페이지와 연계 및 애니메이션 제작 등 온라인 홍보 방법과 지역축제 배너, 리플렛 제작 배포, 교육 및 봉사활동과 연계한 동영상 제공 등 홍보방안 제시
- 스마트 도시시설물 관리시스템의 관리 방법 구분을 통한 지자체 개별관리형과 위탁업체를 통한 중앙관리형으로서 관리적인측면, 유지보수 효율화 측면, 비용 측면을 고려하여 선택적 보급방안 제시

(다) 도시 시설물 운영관리 프로세스 수립

- 현재 도시 시설물의 점검 및 관리는 많은 부분이 수기로 이루어지고 있고, 일부 프로세스만이 정보통신 기술을 활용하고 있음.

- 지자체마다 관리 체계가 다르고, 담당 부서가 달라 관리 프로세스가 복잡하며, 일부 정보통신 기술이 적용되면서 운영관리 플랫폼이 이원화되고 프로세스상의 자원, 인력의 낭비가 이루어지고 있음.
- 시설물 운영관리에 투입되는 자원 및 인력의 최적화를 위해, 민원 신고부터 유지관리에 이르기까지 일원화될 수 있도록 도시 시설물 운영관리 프로세스의 개선이 시급
- ▶ **일원화된 데이터베이스 구축, 클라우드 시스템을 통한 서버 통합화 모델 구축, 생애주기 관리 시스템을 통한 효율적인 관리시스템 제시**

(라) 도시 시설물 운영관리에 있어 시민참여 제고를 위한 기술 제안

- 공간정보 활용에 대한 국민들의 관심 고조되고 있으며, 수요자 중심으로 산업구조 개편되고 있음.
- 사용자 참여에 기반한 맞춤형 공간정보 제공 모델을 통해 공공정보가 제공하기 어려운 현시적이고 생생한 공간정보를 제공하고, 공간정보 구축 및 활용 체계를 개선하여 범국가적인 수요확대 및 시장 창출이 가능함.
- ▶ **위치파악 및 전송 기술, 애플리케이션 개발, 시각화 기술**

(마) 연구 대상 시설물의 범위

- 본 연구에서 제안한 시설물 통합운영관리 모델의 범위는 도심 내에 설치되어 있는 물리적 시설물에 한정함.
- 본 연구에 해당하는 서비스의 내용은 시민·관리·보수 담당자가 하나의 통합된 플랫폼 구축을 통해 효율적인 민원 접수 및 보수·관리를 하는 것으로 정의함.
- 연구 기관별 대상 시설물의 환경(위치) 설정, 기본 조건 필요시설 확인
 - 옥외 시설물(성균관대) : 시민을 대상. 무선 네트워크, GPS인식이 가능한 환경 내에서 스마트 디바이스 활용
 - 실내 / 지하 시설물(칭화대) : 유지·보수관리 전문가 대상. 전력망 활용, LED 설치가 가능한 공간 내의 스마트 디바이스 활용

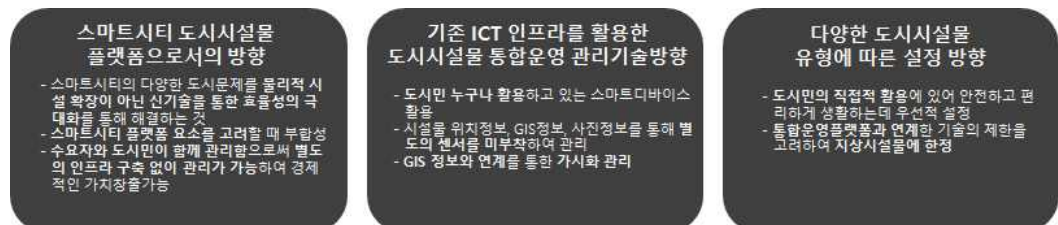


그림 178 도시 시설물 범위 설정 원칙

- 도시민의 일상생활에 있어 직·간접적인 서비스 제공을 통해 안전하고 편리한 도시생활을 가능케 하는 시설물, 비시설물을 대상
- 대상 시설물은 안전·위생·환경·교통 등 도시민 삶에 있어 기본적인 요소를

기준으로 분류



그림 179 도시시설물 유형 및 종류에 관한 특성 분석 및 범위설정

(2) 연구의 한계

- 각 지자체에서 운영되는 시설물 관리 시스템이 다루는 시설물 대상의 범위, 시스템 구축 방식, 프로세스 등이 상이함에 따라 모든 지자체에 통용될 수 있는 통합 모델 제시에는 어려움이 있음.
- 연구 성과의 지자체 활용을 위한 협의 과정에서 저작권, 관리 문제 등 공동 시스템 구축에 어려운 점이 도출되어 이에 대한 추가적인 연구 및 협의가 필요함.
- 본 연구에서 제안한 운영관리모델 적용을 위해서는 사전 모든 시설물에 대한 Database가 구축이 되어야함.
- 스마트폰 등 스마트 디바이스의 사용이 어려운 노약자 등 일부 계층으로의 확대를 위한 방안이 마련되어야 함.
- 시민 뿐 아니라 유지보수 관리자, 전문가 등 관련자 모두 교육 및 홍보가 철저히 이루어져야 함.
- 생애주기를 달성한 전반적인 각 시설물의 점검시기를 포함한 운영관리 방안 제시 필요.
- 모든 시설물의 운영관리를 위한 데이터베이스 구축을 위해서 통합적인 데이터 종류와 데이터의 운영 방식에 대한 구체적이고 실질적인 연구가 필요.

(3) 후속 조치 사항

- 각 지자체에서 운영되는 시설물 관리 시스템이 다루는 시설물 대상의 범위, 시스템 구축 방식, 프로세스 등이 상이하기에 각 지자체의 특성을 반영한 실질적인 적용방안에 대해서는 추가적인 연구가 진행되어야 함.
- 본격적인 클라우드 시스템의 구현을 위해 단순 통합적인 서버 구축 뿐 아닌 5G 등 개발이 진행되고 있는 각종 통신 기술을 활용한 시스템 연구 필요.
- 현재 본 기술은 스마트폰을 활용한 위치과악 등 민원 접수를 위해 한 장소에 정지하여 데이터를 전송하는 방식이나 추후에는 자동차, 열차, 자전거, 모터바이크 등 이동수단을 활용 시에도 시설물에 대한 문제 발견과 민원/신고

가 가능한 체계 구축이 필요할 것으로 보임.

- 연구에서 개발된 기술을 통한 위치 파악 수준은 6.3%의 거리 오차로 높은 편에 속하지만 위치에 대한 접수자의 불신을 최소화하기 위해 각 시설물 별 센서 부착 등의 추가 기술을 통해 신뢰성을 제고하는 방안에 대한 연구 필요.
- 쉽고 편리한 민원/신고 방법으로 인해 다수의 중복 민원/신고 발생할 수 있음. 애플리케이션과 웹 기술의 고도화를 통해 통합화된 민원을 접수할 수 있는 시스템에 대한 연구 필요.

6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

가. 프로젝트 연구 개발의 주요 기술 성과

(1) 도시 시설 스마트 DB

(가) 연구내용

- 시설 특징에 기반한 DB 구축 (예: 옥외조명, MAC주소 등)
- 다중 센서를 융합한 빅데이터 분석법, 물리적 변수 선별, 네트워크 대량 데이터 필터링
- 스마트 조명 시스템 배치 연구, 스마트시티 빅데이터 컴퓨팅 플랫폼 구축

(나) 연구성과

- 스마트 조명 네트워크 시스템 빅데이터 플랫폼 (제3자와 협력하여 개발)

(2) 데이터 수집 시스템의 프로토타입 개발

(가) 연구내용

- 고속 PLC-VLC 융합 시스템 개발, 전송률이 500M-1000Mbps에 달함
- 전송기술 알고리즘과 프로토콜 성능을 평가할 수 있는 채널모델을 개발함
- 노이즈와 간섭을 억제하는 신호처리 알고리즘, 개선된 채널 추정 및 동기화 연구개발
- VLC에 기반한 고정밀 실내 측위기술 개발, 센티미터급 정밀도
- 최적화된 네트워크 구조와 라우팅, 그리고 인터럽트 연구, PLC를 VLC 액세스노드의 고속 기간망으로 채용함
- 하드웨어 프로토타입을 개발하여 통합시스템의 실제 성능 평가에 사용

(나) 연구성과

- IoL(Internet of Light) 중다중 광원 협업 네트워크 모델
- 채널 잡음 추정과 신호복원에 대한 압축센싱 알고리즘
- 삼색LED의 고속 VLC시스템, 데이터 전송률이 500Mbps~1Gbps에 달함
- 삼색 VLC의 프로토타입 개발, 송신기와 수신기도 포함
- VLC 실내 고정밀도 측위, 조명의 조사 범위 내 측위 평균 오차 0.47cm
- 소형 로봇에 기반한 VLC 실내 모바일 측위

(3) 특허출원

- 중국 발명 특허 출원 제2017105573304호, VLC 중 MIMO-OFDM (다중 액세스 OFDM에 기반한 상향 다중 액세스 방법 및 장치, 楊昉,孫雅琪,高俊男,

潘長勇(이름)

- 중국 발명 특허 출원 제201710037865.9호, 무선광통신시스템,張宇飛,張洪明,宋健(이름)
- 중국특허출원호 201810847191.3 광의혼합 가시광 조법 및 장치, 宋健、黃璇、楊昉、郭文秀、伍守豪 2018.07.27.
- 중국특허신청호 201810860712.9 광의공간 변조에 기초한 가시광통신 혼합조광방법 및 장치, 楊昉、王騰蛟、宋健、郭文秀、伍守豪, 2018.03.15.
- 중국특허출원호 201811063148.4 혼합조성에 기초한 가시광조망 방법 및 장치, 楊昉、黃璇、宋健、郭文秀、伍守豪, 2018.09.12.

(4) 게재논문

- Yaqi Sun, Fang Yang and Junnan Gao, “Novel Dimmable Visible Light Communication Approach Based on Hybrid LACO-OFDM”, JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, VOL. 36, NO. 20, OCTOBER 15, 2018, pp. 4942-4951
- An Overview of OFDM-Based Visible Light Communication Systems from the Perspective of Energy Efficiency versus Spectral Efficiency Sun, Yaqi*,Yang, Fang,Cheng, Ling, IEEE Access, vol.6,pp.60824-60833, 2018.

(5) 발표논문

- Meng Yuan, Yonglin Xue and Sohn, Sae Hyung, “Fast CU Size and PU Partition Decision for AVS2 Intra Coding”, IEEE BMSB2018, June 6th - 8th, 2018, Valencia, Spain
- Xuan Wu , Chao Zhang and Saehyung Sohn, “ Ranging and Positioning Algorithm Based on DTMB System”, IEEE BMSB2018, June 6th - 8th, 2018, Valencia, Spain
- Novel Compressive Sensing Based Channel Estimation for Wideband Underwater Visible Light Communication "Xu Ma*, Fang Yang, Sicong Liu and Jian Song, IEEE ICC 2018, May 20-24, 2018.Kansas City, MO, United states

7. 연구개발성과의 보안 등급

보안등급 분류	보안	일반
		0
결정 사유		

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호
성균관 대학교 산학협 력단	리눅스 단독 웹서버 호스팅 임대 서비스	리눅스 웹서버	1	20180201	14,256	010-3756- 2652		
성균관 대학교 산학협 력단	시설물 통합운영관 리 모바일 앱(App.) 카메라 사진촬영 이미지 다운사이징 기술 개발	앱 최적화 기술개발	1	20180220	9,350	031-8086- 0612		

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

가. 연구실 안전조치 이행계획

○ 기술적 위험 요소 분석, 안전 관리 대책

나. 나. 유전자변형생물체(LMO) 연구시설 및 수입 신고 현황(해당 시 작성)

시설 번호	제LML○○ - ○○호	안전 관리 등급	○등급
수입 신고(최근 1년간)		제LMI○○-○○	

10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번 호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재 지/ 특허 국가	영 향 력 등 록 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사자 여부 (단독 사자 또는 중복 사자)	특기 사항 (SCI 여부/ 인용 횟수 등)
1	특허	가상 높이를 이용한 피사체 위치 정보 획득 방법	성균관 대학교 산학협 력단		대한민국		2017.03.28	단독 사자	
2	저작권	스마트 시설물 통합운영관리시 스템(웹서버프로 그램)	성균관 대학교 산학협 력단		대한민국		2017.12.11		
3	저작권	스마트 시설물 통합운영관리시 스템(모바일프로 그램)	성균관 대학교 산학협 력단		대한민국		2017.12.11		
4	논문	스마트폰을 활용한 도시시설물 유지관리 효율화 방안	성균관 대학교		한국산학기 술학회논문 지 (제18권 제1호)		2017.01.31	단독 사자	
5	논문	창업자들의 창업공간 구성과 선호에 관한 연구 - 창업전문가 인터뷰 및 창업자 설문 조사를 중심으로	성균관 대학교		한국도시설 계학회지 제18권 제6호(통권 제84호)		2017.12	단독 사자	
6	논문	Novel Dimmable Visible Light Communication Approach Based on Hybrid LACO-OFDM	칭화대 학교		IEEE VOL. 36, NO. 20		2018.10.15	중복사자	
7	논문	해외 사례를 통한 스마트시티 시설물의 구축 방식에 관한 연구	성균관 대학교/ 칭화대 학교		한국문화공 간건축학회 논문집(통 권 64호)		2018.11.22	단독사자	

8	논문	Ranging and Positioning Algorithm Based on DTMB System	성균관대학교/칭화대학교		2018 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting		2018.8.16	단독사사	
9	논문	Fast CU Size and PU Partition Decision for AVS2 Intra Coding	성균관대학교/칭화대학교		2018 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting		2018.8.16	단독사사	

11. 기타 사항

12. 참고 문헌

- 녹색성장위원회, 녹색도시 해외수출 방안, 2011
- 삼우종합건축사사무소, 공적자금을 활용한 해외도시개발사업 참여방안 및 실현전략 수립연구, 2011
- POSCO ICT, 첨단기술의 수요 창출과 연계한 미래도시개발사업 기획 연구, 2010
- 삼우종합건축사사무소, 미래도시건설 산업과 첨단기술을 연계한 도시개발 사례연구, 2010
- 건원종합건축사사무소, KBS media city 조성을 위한 계획 방향 수립 1단계 연구용역, 2010
- 서울특별시, DMS첨단문화 장소만들기(Place Making)구상, 2009
- DA그룹, 유비쿼터스 주거단지 계획에 관한 연구, 2008
- 아키텍트종합건축사사무소, 유비쿼터스 도시를 위한 도시설계지침연구용역, 2007
- 한국토지공사, U-City 건설을 위한 도시정책 방향 설정 연구, 2007
- 서울특별시, DMC 물리적 환경분석 및 계획방안 연구, 2005
- 정보통신부, IT Complex 조성사업 실행 계획, 2003
- 서울특별시, Digital Media Street 도시설계, 2002
- SH공사, 상암 디지털미디어시티(DMC) 실행전략 수립, 2001
- GeSI, SMART2020:Enabling the low carbon economy in the information age, 2008.
- ERICSSON, Smart city technologies, 2009.
- Partrizia Lombardi, The Triple Helix of the Smart Cities visions, 2011
- 지식경제부, 2012년 업무보고 자료, 2011
- C40, Large Cities Climate Summit SEOUL, 2009
- Alcatel-lucent, smart cities market opportunity, 2011
- CISCO, Smart Mobile Cities:Opportunities for Mobile Operators to Deliver Intelligent Cities, 2011
- ERICSSON, Smart Cities Fieldwork part, 2011.
- CIP, D2.2.21 New Trends for Smart Cities, 2011.
- IBM, Government 2020 and the perpetual collaboration mandate, 2008.
- Margit Noll, Research Strategies for Cities of the Future, 2011.
- 권선국, Smart+Connected Communities, 2009.
- PikeResearch, Smart Cities, 2011.
- steria, Smart Cities will be enabled by Smart IT, 2011.
- IBM, SmarterCities New York October, 2009.
- Net!Works, Smart Cities Applications and Requirements, 2011.
- 대외경제정책연구원, 개도국의 기후변화 대응을 위한 국제 사회의 지원, 2010.
- KT경제경영연구소, 혁신과 생산성 시대에, Smart-Government 구축방향, 2010.
- 김성태, 스마트 시티를 통해 본 미래도시, 2010.
- Oracle, Oracle's Solutions for Smart Cities:Delivering 21st Century Services, 2011.
- 임정택, Building a New Global Partnership for Effective Development Cooperation, 2011.
- 국토해양부, 제1차 유비쿼터스도시종합계획, 2009.
- 대한민국정부, 제4차 국토종합계획 수정계획, 2011.
- KIAT, 미국 스마트 그리드 산업의 value chain 및 정책 동향, 2011.
- COHEN&STEERS, The Elements of investing in Real Assets, 2012.
- 이재규, 김현우, 박종한, 맑고 푸른 나라 설계, 머니플러스

- IBM, Smarter lessons from our smarter cities, 2011.
- 시티인덱스, Smart cities-Ranking of European medium-sized cities, 2007.
- IBM, How Smart is your city?, 2009
- HSBC, The world in 2050, 2011
- NIPA, 첨단그린도시 시장동향, 2012.

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술촉진연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.