

스마트시티에 적합한 주민참여형 공공주택 모델에 관한 연구

허학수¹, 류갑상^{2*}

¹동신대학교 컴퓨터공학과 박사과정, ²동신대학교 컴퓨터공학과 교수

A Study on the Public Housing Model for Residents' Participation suitable for Smart City

Hak-Soo Heo¹, Gab-Sang Ryu^{2*}

¹Doctoral Student, Dept. of Computer Engineering, Dongshin University

²Professor, Dept. of Computer Engineering, Dongshin University

요 약 최근 세계적인 급속한 산업발달과 경제성장으로 한정된 공간에 많은 사람들이 모여 살면서 급속한 도시화가 진행되고 있으며 2050년 세계적 도시 인구비율은 70% 이상으로 추정되고 있다. 급격한 도시화로 인해 재난안전, 대기 오염, 수질오염, 에너지 부족, 질병, 범죄, 교통 등 다양한 도시문제 해결을 위해 정부주도의 스마트시티 모델들이 개발 및 도입되고 있다. 하지만 사회간접자본 형태의 사업으로 진행되고 있기 때문에 공공주택의 ICT 기술은 민간시장의 스마트 가전 위주로 개발되어 공공주택 주민을 위한 공공안전, 생활환경, 생활복지, 에너지관리 등의 서비스가 개발되어 주민이 체감할 수 있는 마이크로 스마트 시티 사업이 필요하다. 본 논문에서는 4차 산업혁명시대 스마트 시티를 위한 공공주택의 스마트 플랫폼 화 모델을 설계하고 실증방안을 제시하므로써 국내 스마트시티 분야에 활용할 수 있도록 하였다.

주제어 : 스마트 시티, 사물인터넷, 공공안전, 생활복지, 에너지관리, 정보통신기술

Abstract In recent years, many people are living in a space limited by rapid global industrial development and economic growth, and rapid urbanization is underway, with the global urban population estimated to be more than 70 percent in 2050. Due to rapid urbanization, government-led smart city models are being developed and introduced to solve various urban problems such as disaster safety, air pollution, water pollution, energy shortage, disease, crime and transportation. However, since ICT technology of public housing is being developed as a type of social overhead capital project, it is necessary to develop micro-smart city projects that residents can feel by developing services such as public safety, living environment, living welfare, and energy management for public housing residents. Therefore, in this paper, the smart platform model of public housing for smart city in the era of the Fourth Industrial Revolution is planned and presented.

Key Words : Smart City, IoT, Public Safety, Living Welfare, Energy Management, Information and Communication Technologies

본 논문은 동신대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

*교신저자 : 류갑상(gsryu@dshu.ac.kr)

접수일 2021년 4월 23일 수정일 2021년 5월 11일 심사완료일 2021년 5월 16일



1. 서론

최근 세계적인 급속한 산업발달과 경제성장으로 한정된 공간에 많은 사람들이 모여 살면서 급속한 도시화가 진행되고 있으며 2019년 대한민국 82%, 일본 92%, 사우디아라비아 84% 등 아시아 주요 19개 나라들은 75% 이상의 도시화율을 보이고 있으며 2050년 세계적 도시 인구비율은 70% 이상으로 추정되고 있다[1]. 도시화로 인해 재난안전, 대기오염, 수질오염 등의 환경문제뿐만 아니라 에너지 부족, 질병, 범죄, 교통 등의 사회적 문제들이 야기되는 등 다양한 도시문제가 대두되고 있다 [2,3]. 이를 해결하기 위해 기존의 신규 인프라 공급 등의 물리적인 방식의 문제 해결방안이 한계에 도달하면서 지속 가능한 도시문제 해결을 위한 스마트 시티 구현에 세계 이목이 집중되고 있으며 ICT(Information and Communication Technologies) 기술을 기반으로 교통혼잡, 범죄, 재난, 환경, 에너지 등의 도시문제를 해결하고 시민들의 삶의 질 향상을 위하여 연구개발이 진행되고 있다[4,5]. 스마트 시티의 완성을 위해서는 정부주도의 기술 및 SoC 사업과 함께 철저히 사람이 주축이 되어 상상력과 창의력을 결합함으로써 시민들의 편익, 행복, 삶의 질을 극대화하는 방향으로 구축되어야 한다. 따라서 시민들이 주도하고 참여하는 스마트시티를 구축하기 위해서는 근본적으로 시민위주의 접근방식으로 스마트시티 구축 방향과 스마트시티 서비스에 대한 고려가 필요하다. 본 연구에서는 시민이 거주하는 공공주택을 대상으로 재난에 안전하고, 쾌적한 환경을 보장하며, 토탈케어를 제공하고, 에너지 절약 및 재활용 쓰레기 활용한 에코 마일리지시스템 등을 적용할 수 있는 스마트시티 공공주택 모델을 설계하고 실증 방안을 제시한다.

2. 시민 참여형 스마트시티 기술

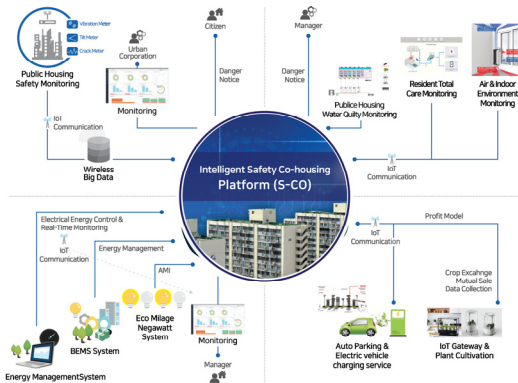
2.1 국내외 스마트 시티 서비스 분석

국내의 「스마트도시법」에서 “도시의 경쟁력과 삶의 질 향상을 위하여 건설, 정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하는 지속 가능한 도시”로 스마트시티를 정의하고 있으며 최근 도시서비스 제공을 위해 4차 산업 핵심기술 적용을 시도되고 있다. 2018년 대통령 직속 4차 산업혁명위원회에서는 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 서비스로 교통, 생활복지, 공공안전, 환경,

에너지 분야의 선제적 기술개발 필요성을 제시하였다[6]. 스마트시티를 통해 해결해야 할 주요 사회문제로는 건강, 환경, 생활안전, 재난재해, 에너지, 주거교통, 가족, 교육, 문화여가, 사회통합 등이 제시되고 있다. 스마트시티를 구성하는 요소로는 스마트에너지, 스마트빌딩, 스마트모빌리티, 스마트ICT기술, 스마트헬스케어, 스마트기반시설, 스마트정부, 스마트보안, 스마트시민 등으로 이루어져 있다. 스마트시티 분야별로는 스마트 정부 및 교육의 점유율이 가장 높고, 연평균 증가율은 스마트에너지 분야가 가장 높은 것으로 나타났으며, Frost & Sullivan의 2020년 스마트시티 분야별 시장전망 분석 결과에 따르면 스마트정부 및 교육 분야가 가장 높은 점유율(24.6%)을 차지하는 것으로 예측되었고, 그다음으로 스마트에너지(15.8%), 스마트건강관리(14.6%), 스마트보안(13.5%), 스마트인프라(13.1%), 스마트빌딩(9.7%), 스마트교통(8.7%) 순으로 나타났다[7,8]. 대표적인 해외의 스마트시티를 살펴보면 네델란드의 암스테르담 스마트시티 프로젝트는 CO₂와 에너지 소비량 절감을 위해 스마트 미터 설치 및 그리드 최적화 프로젝트 진행중이며 덴마크는 DOLL 리빙랩 프로젝트로 스마트 가로등을 품질랩, 가사랩, 리빙랩에 도입하여 에너지 효율이 높은 조명 솔루션 개발을 하고 있다. 스페인 바로셀로나의 Smarter City는 매년 바로셀로나에서 스마트시티 엑스포를 개최하여 스마트 파킹 등 다양한 프로젝트를 추진하며 미국은 Smart City Initiative를 통하여 IoT 기술 적용을 위한 테스트베드 추진 및 협력모델이 개발되고 있다. 중국의 텐진 에코시티는 스마트 홈, 교통, 종합 안전방재 시스템을 구축하고, 쓰레기 집하 및 음식물 자원화 시설을 구축하였으며 싱가포르의 범국가적 스마트시티화를 위해 스마트네이션 건설을 국가비전으로 제시하고 IoT 센서 네트워크 구축 및 데이터 수집, 서비스를 제공하고 버추얼 싱가포르 프로젝트를 통해 도시전체를 복제해 가상의 디지털 트윈을 구축하고 도시계획은 물론 교통, 환경 등 다양한 분야에 도시문제 해결에 활용하고 있다. 국내의 대표적 스마트시티 시범도시 2곳은 세종 5-1 생활권과 부산 에코델타시티가 있다. 먼저 세종은 생활체감형 서비스로 스마트팜, 스마트 교육시스템, 미세먼지 모니터링, 스마트 모빌리티 등을 구축하고 있으며, 부산은 에코델타시티를 위해 스마트 특화거리, 키오스크 집적단지, 에너지 크레디트존, 분산형 스마트 정수시스템, 수열에너지 공급체계 구축, 가뭄, 홍수, 지진에 안전한 통합 재해관리시스템을 구축하여 시민에게 서비스를 제공한다[9].

2.2 스마트 시티 공공주택에 필요한 요소기술

4차 산업혁명의 기술 발전은 스마트시티의 완성을 이룰 수 있으며 플랫폼에 필요한 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드, 블록체인 기술들의 성숙도를 조사하여 산업에 연계하는 타당성 연구가 진행되고 있다[10]. 스마트시티 서비스들을 수행할 수 있는 IoT네트워크 기술로는 5G의 mMTC(massive MTC)기술과 기존의 LPWA(Low Power Wide Area) 네트워크 기술 등을 고려할 수 있으며 특히 LPWA 기술은 전기, 수도, 가스 등의 검침정보 등 맥내에서 운영하여 생활환경 및 안전에 대해 적용할 수 있다[11]. 공동주택은 급수, 급탕, 난방, 가스 등 다양한 유틸리티를 통해 에너지를 소비하므로 AMI 기기를 이용한 빅데이터를 확보하고 에너지 사용량 분석으로 적정에너지를 공급할 수 있는 실증이 이루어져[12] 앞으로 빅데이터 분석을 이용한 예코마일리지, 에너지 네가와트 등의 시스템 도입이 활성화 될 것이다. 사회 구성원의 핵가족화 현상으로 1인 가구 및 독거노인 비율이 지속되는 가운데 공공주택 입주자의 정신건강상의 문제와 돌봄은 우리사회가 함께 해결해야 할 문제로 첨단 ICT 기술 및 비접촉 생체신호 모니터링 기술을 개발하여 적용할 필요가 있다[13,14]. 입주민의 생활환경 개선을 위해서는 장기 모니터링이 가능한 형광검출기 기반의 광학식 수질센서들이 적용될 수 있으며[15], 대기환경 및 실내환경 모니터링을 위해 센서들을 IoT화 하고 시스템과 연계하여 환경청정이 가능한 기술이 적용될 수 있다. 국토교통부의 건축 통계집을 살펴보면 전국의 노후 건축물(30년 이상) 266만동 중 공동주택 등의 주거용 비율이 79.9%를 차지하고 있어서 광학방식의 광섬유 센서 및 신호분석기를 이용하여 공동주택을 모니터링하여 재난관리플랫폼에 적용도 가능하여 시민의 안전을 도모할 수 있다.



[Fig. 1] Intelligent S-Co(Safety Co-Housing) platform element technologies Diagram

3. 주민 참여형 공공주택 모델 설계

본 논문에서 제시하는 주민 참여형 공공주택 모델(Fig 1)은 공공안전, 생활복지 그리고 수익모델을 동시에 충족시킬 수 있도록 설계 하였다. 공공안전모듈은 노후건물 안전모니터링, 사고 및 범죄예방 모니터링, 생활환경을 위한 저수조 수질관리, 대기환경 및 실내환경 모니터링 기능을 제공한다. 생활복지모듈은 독거노인 및 1인가구 토탈케어 기능을 제공하고, 수익 모듈을 위해서는 에너지관리 및 모니터링, 인공지능(AI) 기반의 데이터 수집 및 분석, 예측을 통해 수익 창출 서비스를 제공한다.

3.1 공공주택에 대한 공공안전 기술모델

최근에 국내 주거용 건물 및 공공 건축물의 노후화가 급속도로 진행되고 있어서 노후건물의 안전 모니터링을 위해서 균열, 경사, 진동 등으로 핵심지표를 설정할 수 있다. 건물의 균열, 경사, 진동의 변화를 실시간 원격으로 모니터링하기 위해서는 광섬유기반의 현장적용형 센서 시스템을 적용한다. 실시간 균열 모니터링 시스템용 FBG 광섬유 센서를 사용하여 0-50mm 범위의 미세균열 변화를 측정하고 3축 방향의 건물 경사 변화를 모니터링 한다. 또한 FBG 센서 기반 진동센서는 0.1Hz ~ 10Hz 범위의 건물 진동을 모니터링한다. 광섬유센서로 측정된 균열, 경사, 진동 등의 모니터링데이터는 신호분석기를 통해 분석되고 결정된다. 모니터링된 데이터는 공공주택 플랫폼에서 수집, 저장, 분석되어 건물관리자 및 관련기관에 제공된다.

3.2 공공주택에 대한 생활환경 기술모델

생활환경에 대한 기술은 공공주택 수질모니터링, 대기 및 실내 환경 모니터링으로 구성된다. 먼저 상수도 수질은 공공기관에서 관리하고 있지만 공공주택의 수질은 자체적으로 관리하기 때문에 저수조에 저장된 수질의 상태를 체크하기 위해서 잔류염소, 탁도, 전기전도도, pH, 수온 등의 모니터링을 통해 옥내 급수시설을 관리한다. 광학 센서 기반의 대기오염 및 실내 환경 센서 모듈(이산화탄소, 미세먼지, 유해가스 등)을 구축하여 공기 질을 모니터링하고 지능형 실시간 액티브 액션 환기청정기를 통해 안전한 생활환경을 제공한다.

3.3 공공주택에 대한 생활복지 기술모델

주민참여형 생활복지를 위해서는 입주민 토탈케어, 에

코마일리지 시스템, 에너지 네가와트 시스템 도입을 통해 참여에 대한 복지와 보상이 이루어 질 수 있도록 한다. 입주민 토탈케어에 위해서는 기존의 IoT 의로기기 외에 도플러 효과를 이용한 레이더 센서(UWB)를 실내에 설치하고 비접촉 방식의 재실유무 및 생체신호(호흡수, 심박수, 움직임, 위치추정, 수면도모니터링 등)를 측정하여 위험상황에 대한 예측 서비스를 제공한다. 재활용 쓰레기 분리배출 및 자원순환을 위해 에코마일리지 시스템을 도입하여 가정이나 건물자체의 전기, 수도, 도시가스 등의 에너지 사용을 줄이면 인센티브를 제공하는 에코마일리지 및 초미세먼지를 줄이기 위한 승용차 마일리지, 생활에서 배출되는 재활용 쓰레기 분야에 마일리지 제도를 플랫폼에 구축하고 운영한다. 에코마일리지 시스템의 효율적인 운영을 위하여 블록체인 기술을 도입하여 가입자의 개인정보 및 실적 등 에코마일리지 시스템을 안전하고 효율적으로 관리한다. 2017년 제로에너지빌딩 구현을 위한 BEMS 제도에 부합하도록 설비(조명, 냉난방설비, 환기설비, 콘센트 등)에 센서와 AMI기기를 설치하여 에너지원별, 용도별 등으로 실시간 모니터링하여 에너지 네가와트 시스템 도입에 대한 수요를 결정하고 시민의 자발적, 능동적 참여로 네가와트 거래가 안정화 될 수 있도록 한다.

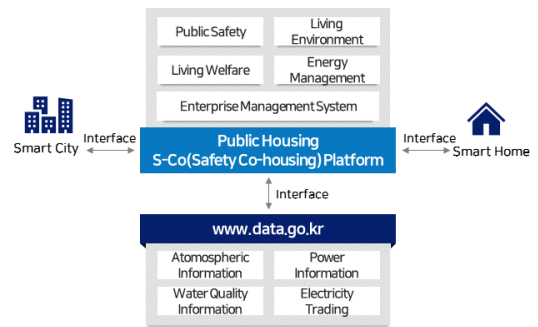
3.4 공공주택에 대한 수익모델 기술

입주민이 체감할 수 있는 공공주택의 수익모델로는 무인주차시스템, 전기자동차 충전 시스템, 맥내의 스마트 게이트웨이 역할을 하면서 수익을 창출할 수 있는 IoT 식물재배기 등의 기술을 도입한다. 무인주차시스템의 무인주차 게이트는 차량번호, 입차시간, 출차시간, 차량영상 등의 정보를 서버 시스템 연동하여 요금부과와 결재를 가능하게 한다. 전기자동차 충전 시스템은 글로벌 표준(OCPP)기반으로 설계되어야하며 웹과 앱을 통해 사용자가 이용할 수 있도록 한다. 센서를 통해 맥내에서 측정되고 수집되는 데이터들은 스마트 게이트웨이를 통해 서버로 전송되어 공간과 인테리어의 측면에서는 부족하다. 따라서 맥내에서 운영할 수 있는 식물재배기를 연동하여 인테리어 및 수확물에 대한 수익을 창출할 수 있는 기술을 적용한다.

3.5 공공주택에 대한 통합관계 플랫폼 기술모델

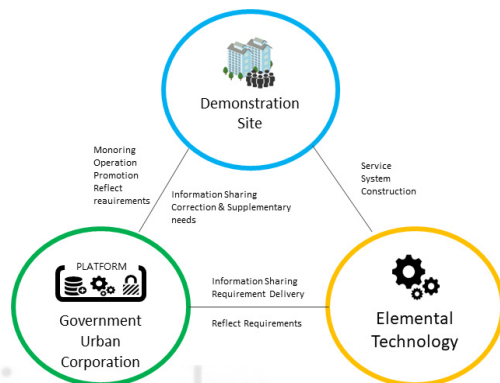
통합관계 플랫폼은 데이터 수집, 저장, 분석 및 가시화 등의 기능을 갖추고 주민이 참여하고 주민에게 서비스 할 수 있는 플랫폼이어야 한다. 데이터를 수집하고 지

장하기 위해서는 정형, 비정형, 반정형 형태의 모듈이 필요하며 실시간 스트림과 배치 형태로 수집할 수 있어야 한다. 또한 데이터 처리 모듈을 통해 신뢰성을 확보하고 하둡기반의 RDBMS, SQL, NoSQL 등의 빅데이터로 저장한다. 데이터 분석은 상관분석, 회귀분석, 시계열분석, 판별분석, 군집분석 등을 수행할 수 있는 통계, 머신러닝, 딥러닝 알고리즘들이 탑재되어 AI 서비스를 수행할 수 있게 한다. 분석되고 가시화된 데이터는 주민에게 웹/앱의 형태로 제공되며 양방향 소통이 가능해야하며 API, EAI/ESB 모듈 등을 통해 외부(민간/정부)망과 연계를 할 수 있다.



[Fig. 2] Intelligent S-Co platform

특히 119긴급출동, 긴급재난상황, 사회적 약자, 112 긴급출동, 112종합상황실, 전력거래, 전자상거래, 마일리지 시스템 등의 연계 모듈들이 탑재되어 스마트시티 통합 플랫폼에 연동된다. 스마트시티를 위한 주민참여형 공공주택이 되기 위해서는 정부주도의 스마트 시티(안전, 에너지, 복지, 재난 등)와 민간주도의 스마트홈 서비스를 [Fig 2] 에서처럼 가교역할을 수행하여 도시가 초연결되는 통합관계 플랫폼이 되어야 한다.



[Fig. 3] Intelligent S-Co platform structure

4. 스마트시티 공공주택 실증방안

제안된 주민참여형 공공주택 모델은 요소기술개발 완료 후 현장실증을 통해 모델을 보완하고 업그레이드하여 전국으로 확산할 수 있는 방향으로 전개한다. 주민참여형 플랫폼 구축, 서비스 시스템 구축, 실증기간 등의 운영계획을 수립하고 운영한다. 실증을 위해서는 [Fig 3]과 같이 정부나 지자체들의 도시공사에서 실증 운영사이트 공공주택 모델에 적용되는 기술들은 대부분이 첨단기술로 명확한 사용자 및 관리자 서비스 제공 범위를 정의하여 ICT 규제샌드박스를 통해 규제특례가 이루어져 실증이 이루어져야 한다. 특히 본 논문에서 제안된 주민 참여형 공공주택 모델은 노후도시의 도시재생사업과 연계하여 공공과 민간이 협력하여 [Fig 4]와 같이 공공주택에 첨단산업을 접목함으로써 공공안전, 생활복지, 생활환경, 에너지 및 수익 모델을 통해 시민의 삶의 질을 도모할 수 있다.



[Fig. 4] Intelligent S-Co platform demonstration

5. 결론

본 연구는 인공지능 기반의 재난안전에 특화된 공동생활 주택 플랫폼으로 공공안전, 생활환경, 생활복지, 에너지 관리 등을 제공하며, 공동생활 주택을 이용한 수익모델 개발을 통해 공동생활 주택 거주자를 위한 시민 체감형 모델을 제시하였다. 또한, 모든 산업분야의 기술이 통합되고 융합된 결과물로서 센서, 모듈, 네트워크, 시스템 및 모니터링 분야의 기술을 공공주택에 적용할 수 있는 사례 모델을 설계하였다. 특히 시민의 재난안전과 관련한 노후건물 모니터링, 긴급구조 시스템, 환경 및 수질 모니터링 기술 등을 결합하여 주민 안전을 확보할 수 있

으며, 시민의 헬스케어 서비스 기술을 제공하여 건강한 생활 영위가 가능하도록 모델을 설계하였다. 본 연구를 통해 4차 산업혁명의 수단인 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 센서 기술 등이 결합되어 실생활을 윤택하고 안전하며 편리하게 해주는 인간중심의 사회가 스마트시티를 통해 구현될 수 있다는 것을 보여주는 모델로서 의미가 있으며 추후 스마트시티에 적용되어 국내 환경에 최적화된 모델로 활용 될 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] UN. "World Urbanization Prospects : The 2018 Revision, New York : United Nations". <https://www.un.org/en/>, 2020.
- [2] J.S.Kim and J.H.Hyun. " Introduction for the base technologies in a smart city and and the promotion cases". Review of Korea Contents Association, Vol.18, No.2, pp.12-17, 2020.
- [3] K.J.Lee. "A Strategy of Smart City Growth through Social and Living Lab", Journal of the Society of Disaster Information, Vol.16, No.2, pp.291-298, 2020.
- [4] R.Apanaviciene., A.Vanagas, and P.A.Fokaides. "Smart Building Integration into a Smart City: Development of a New Evaluation Framework". Vol.13, pp.1-19, 2020.
- [5] K.B.Kim. "Status and Prospect of Smart City in the Fourth Industrial Revolution Era". Journal of the Korea Convergence Society, Vol.9, No.9, pp.191-197, 2018.
- [6] B.G.Jang. Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution. <https://www.4th-ir.go.kr/>
- [7] K.W.Hwang, Technology Trend Brief: Smart city, KISTEP, 2018.
- [8] H.Y.Jang. "A Study on Priority Analysis for Activating the Convergence Smart City Service", The Journal of the Korea Contents Association, Vol.17, No.8, pp.152-161, 2017.
- [9] H.J.Cho., and K.M.Jeong. "A Study on the Connective Validity of Technology Maturity and Industry for Core Technologies based on 4th Industrial Revolution". Journal of the Korea Convergence Society, Vol.10, No.3, pp.49-57, 2018.
- [10] T.J.Park, "Ultra-sized IoT network technology trend for smart city application", Journal of the Korean Electromagnetic Engineering Society, Vol.30, No.3, pp.10-15, 2019.
- [11] G.H.Choi. "Analysing Optimum Load Capacity of Facilities Utilizing Big Data from Automatic Meter Reading System in Apartment", Master's thesis. Sejong University, Seoul, 2019.

- [12] H.H.Lee and J.S.Park. "A Convergence Study on the Depression Factors of Permenement Rental Apartment Residents : Focusing on K-Metropolitan City". Journal of the Korea Convergence Society, Vol.11, No.6, pp.319-329, 2020.
- [13] K.W.Choi, C.S.Kim, C.S.Yang and J.G.Lee. "A Study on a target-tracking and noncontact type biosignal measurement system Using IR-Radar and Pan-Tilt system". J.KIICE, Vol.18, No.9, pp.2237-2242, 2014.
- [14] H.M.Kwak, "Development and Characterization of Optical Dissolved Oxygen Sensor based on the Fluorescence Detection". J .the Korea Academia-Industrial, Vol.15, No.1, pp.569-574, 2014.
- [15] K.R.Choi. "A Case Study on Urban Regeneration Projects for Declined Industrial Districts in Downtown Area". Journal of the Korea Convergence Society, Vol.10, No.10, pp.129-142, 2019.

허 학 수(Hak-Soo Heo)

[정회원]



- 1991년 1월 ~ 1996년 12월 : 삼성그룹 홍보실
- 2001년 ~ 2003년 : 프리비전 프로젝트
- 2003년 ~ 현재 : ㈜대영빛결 대표이사
- 2011년 3월 ~ 2013년 : 고려대학교 대학원 전산학 이학석사
- 2020년 3월~현재 : 동신대학교 정보통신학과 박사과정

<관심분야>

인공지능, AR/VR, 플랫폼

류 갑 상(Gab-Sang Ryu)

[종신회원]



- 1985년 3월 ~ 1996년 2월 : 한 국기계연구원, 선임연구원
- 1996년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 컴퓨터학과 교수
- 2020년 1월 ~ 2021년 1월 : 한 국소프트웨어품질안전포럼, 의장

<관심분야>

블록체인, SW품질, 정보보호