

위치기반(LBS) 쇠퇴지역 재난재해 위험성 예측 시스템 구축

변성준¹, 조용한², 최상근², 조봉래², 이건원³, 민병학^{4*}

¹고려대학교 건축학과, ²(주)비트앤플러스, ³호서대학교 건축토목환경공학부, ⁴주식회사 어반인사이트코리아

Establishment of location-base service(LBS) disaster risk prediction system in deteriorated areas

Sung-Jun Byun¹, Yong Han Cho², Sang Keun Choi², Bong Rae Jo²,
Gun Won Lee³, Byung-Hak Min^{4*}

¹Department of Architecture, Korea University, ²BIT&PLUS,

³Division of Architecture, Civil & Environmental Engineering, Hoseo University,

⁴Urban Insight Korea co., Ltd.

요약 본 논문에서는 비콘과 스마트폰 GPS(Global Positioning System) 수신기를 이용하여 위치기반 쇠퇴지역 재난 재해 위험성 예측 시스템을 구축하였다. 비콘은 주로 실내에 설치되어 실내의 삼각측위를 이용한 이용자 위치 파악에 사용되었으나 실외에 설치되어 위험지역 등록위치 및 온습도 정보 수집에 활용하여 기존 연구들과 차별성이 있다. 또한, 실외에 설치되기 때문에 비콘 자체의 방수, 방습, 방진 기능이 필요하며 온습도 비콘의 경우 센서가 외부에 노출되어야 하기 때문에 별도의 컨테이너로 방수 기능을 보완하였다. 이러한 기능을 바탕으로 쇠퇴·취약 지역을 실시간으로 정보를 파악하고, 온도/습도 정보를 수집한다. 또한, 해당 지역의 날씨 및 미세먼지 정보를 제공하는 시스템을 제안한다. 비콘과 스마트폰 GPS 수신기를 통해 사용자 위치 데이터가 습득되며, 사용자가 쇠퇴·취약 지역을 전송할 시 데이터를 구축하여 위험지역을 확인할 수 있다. 또한, 미시공간의 온도/습도 데이터를 수집하고 이를 활용해 기후변화에 대응할 수 있는 데이터를 구축할 수 있다. 데이터를 활용하여 미시공간에서의 쇠퇴지역을 구체적으로 파악할 수 있으며, 축적되는 데이터를 통하여 다양한 분석이 가능하다.

Abstract This study uses beacons and smartphone Global Positioning System (GPS) receivers to establish a location-based disaster/hazard prediction system. Beacons are usually installed indoors to locate users using triangulation in the room, but this study is differentiated from previous studies because the system is used outdoors to collect information on registration location and temperature and humidity in hazardous areas. In addition, since it is installed outdoors, waterproof, dehumidifying, and dustproof functions in the beacons themselves are required, and in case of heat and humidity, the sensor must be exposed to the outside, so the waterproof function is supplemented with a separate container. Based on these functions, information on declining and vulnerable areas is identified in real time, and temperature/humidity information is collected. We also propose a system that provides weather and fine-dust information for the area concerned. User location data are acquired through beacons and smartphone GPS receivers, and when users transmit from declining or vulnerable areas, they can establish the data to identify dangerous areas. In addition, temperature/humidity data in a microspace can be collected and utilized to build data to cope with climate change. Data can be used to identify specific areas of decline in a microspace, and various analyses can be made through the accumulated data.

Keywords : Beacon, Temperature/humidity, GPS, Application, Location information, Microspace, Declining area

본 연구는 국토교통부 쇠퇴지역 재생역량 강화를 위한 기술개발 사업의 연구비 지원(20TSRD-B151228-02)에 의해 수행되었음.

*Corresponding Author : Byunghak Min(Urban Insight Korea co., Ltd.)

email: bhmin.uik@gmail.com

Received October 19, 2020

Revised November 11, 2020

Accepted November 6, 2020

Published November 30, 2020

1. 서론

본 논문은 위치기반으로 쇠퇴지역 재난재해 위험성 예측 시스템에 관한 것으로, 애플리케이션 사용자를 통해 위치 정보를 수신받는 비콘과, 내부 측정 장치로 온도/습도 정보를 수신받는 비콘으로 구성되어 있다. 추후 수신받은 정보를 기반으로 데이터를 구축하여 서버에 저장한다. 또한, 애플리케이션 사용자는 위험지역 및 쇠퇴지역을 촬영하여 위치 정보와 함께 전송할 수 있으며, 마찬가지로 서버에 저장된다. 서버에 저장된 데이터들은 Open API(Open Application Programming Interface)를 통해 분석 및 활용을 할 수 있는 사용자에게 제공된다.

본 시스템을 구축하기 위해 비콘의 삼각측위 정보와 GPS 정보를 조합하여 정확한 위치를 서버에 전송가능하게 설정하였다. 또한, 온도/습도 센서 비콘에서 전송되는 정보를 통해 세밀한 지역의 온습도 정보를 수집 가능하며 백엔드에 수집된 데이터에 대한 분석을 통해 수집되는 데이터에 대한 실시간 분석의 기반을 제공할 수 있다.

시스템을 통해 구축된 데이터들은 다양한 방안으로 활용될 수 있으며, 특히 미시범위의 쇠퇴하는 도시공간에서 쇠퇴지점 및 재난위험지점을 분석하고 도출하는 데 적합하다.

본 논문 2장에서는 본 시스템의 필요성을 기후환경 변화에 대한 대처와 미시공간 단위에서 쇠퇴지역 예측에 관한 내용 및 관련 기술을 서술하였으며, 3장은 비콘 인식자와 리소스트리 구성 데이터를 서술하여 본 시스템의 데이터 할당 방식을 두가지 서술하였다. 4장은 개발 기능 및 시나리오를 서술하여 본 시스템의 활용 방법과 기능을 설명하였다. 마지막 5장에서 결론 및 향후 연구로 끝을 맺는다.

2. 기술개발 필요성 및 관련 기술

현재 세계적으로 기후변화로 인한 태풍, 강풍, 집중호우와 같은 재해와 폭염에 의한 사망, 열대성 질병의 확산 등 건강상의 위험요소들이 심하게 증가하고 있다. [1] 이러한 기후변화의 문제가 심각하게 인지되면서 국내외 도시계획 분야에서도 기후변화에 대응하기 위한 시도들이 이루어지고 있다. 현재 도시재생 활성화 지역의 경우 대부분 노후화된 공동주택이나 다가구·다세대주택, 상업·업무시설 등이 밀집된 쇠퇴지역이기 때문에 기후변화에 대

한 대응력이 취약하며 재해에 따른 피해가 클 가능성이 크다.[2] 이러한 도시정책 패러다임에 변화에서 쇠퇴해가는 도시의 경제·사회·물리·환경적 특성을 고려한 도시재생에서 기후변화에 대응한 사업추진이 시급한 상황이다. 이를 위해 도시쇠퇴 실태 및 진단을 위한 연구와 분석 기법들이 다양하게 제시되고 있지만, 쇠퇴특성 및 지표 도출 및 평가에 있어 공간이라는 요소를 배제하고 쇠퇴요인의 지표에 집중하는 경향을 보이고 있다.[3]

또한, 쇠퇴지역을 선정하는 기존 지표 및 모델들은 도시쇠퇴 요인들이 공간상에 무작위로 분포한다고 가정하고 있으며, 변수들이 무작위적이고 오류항이 독립적이며 동일한 분포를 한다는 가정하는 방법을 주로 사용한다.[4] 이런 방법들은 공간준거 데이터를 분석할 경우 많은 사회경제현상, 인구현상 및 자연현상이 공간상에서 나타나는 특성인 의존성 및 상호작용을 통제하지 못한다.[5]

이러한 상황에서 비콘 및 앱을 활용하는 시스템은 미시공간 데이터베이스를 구축할 수 있다. 비콘은 저전력 블루투스를 지원하는 기술을 기반으로 특정 값을 전송하는 IoT 디바이스로 기존의 블루투스에 비해 배터리 소모가 적은 것이 최대 특징이며 이용자가 특정한 행위를 하지 않더라도 위치를 자동으로 파악해 서비스를 제공해 줄 수 있다.[6] 또한 비콘은 NFC와 같은 근거리 무선 통신기술 중 하나로서 GPS와 연동한 능동적인 위치 정보 서비스의 제공 및 데이터 수집이 가능하므로 미시공간에서 활용성이 높은 기술이다. [7] 따라서, 비콘과 연계하여 미시적 공간의 데이터를 수집 및 분석하는 플랫폼은 쇠퇴지역 및 재난재해 위험지역을 미리 파악하고 데이터를 구축하여 예방할 수 있는 하나의 시스템으로 판단된다.

3. 비콘 인식자와 리소스트리 구성 데이터

그림 1은 쇠퇴지역 재난재해 위험성 예측 시스템에 대한 아키텍처로 비콘, 애플리케이션, 공공 DB, API 서버로 구성된다. 애플리케이션은 온도/습도 비콘, 위치 비콘을 통해 데이터를 수집해 API 서버에 전송하여 데이터베이스를 구축한다. 또한, 공공 DB에서 날씨 정보 및 대기오염 정보를 수집하여 API 서버에 저장하고, 저장된 데이터들을 필요로 하는 사용자들이 사용할 수 있도록 Open API가 제공된다.

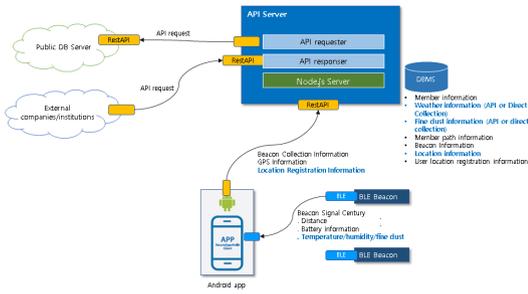


Fig. 1. Application architecture

그림 1에 나타난 위치 비콘과 온도/습도 비콘의 인식에 있어서 데이터를 명확히 구분하기 위해서는 자원 할당 방식이 지원되어야 한다. 본 논문의 3절에서는 비콘 자원의 할당 방식과 리소스트리 구성 데이터 처리 내용을 설명한다.

3.1 비콘 자원의 할당 방식

비콘 인식자를 처리하기 위해서는 그림 2에 제시된 RFC 4122 UUID(Universally Unique Identifier) URN(Uniform Resource Name) 네임스페이스의 노트 정보를 이용하여 정보를 인식하는 방법과 그림 3에 제시된 iBeacon Data Packet중 메이저와 마이너 정보를 이용하여 정보로 인식 할 수 있는 방법이 가장 많이 사용된다.

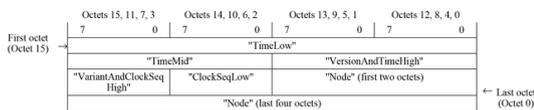


Fig. 2. RFC 4122 UUID URN namespace

iBeacon의 광고 채널 PDU(Packet Data Unit)는 그림 3에서와 같이 헤더와 맥 어드레스 그리고 데이터로 구성되어 있으며, 본 애플리케이션은 데이터 32 바이트 중 메이저는 온도 정보가 마이너는 습도 정보가 들어있다.

대구 대상지에 설치된 60개(온도/습도 10개, 위치 50개)의 비콘이 수집하는 데이터를 애플리케이션에서 수신 시 iBeacon Data Packet을 통해 두 가지 방식 중 어느 한 가지를 선택하여 Unique한 위치 및 온도/습도 지원 비콘 인식자를 할당 처리할 수 있다.

본 논문에서는 위치 정보는 그림 2에 제시된 데이터를 근거로 할당 처리하였으며, 온도/습도 정보는 그림 3에 제시된 데이터를 근거로 할당 처리하였다.

Table 1. Allocation method

Byte	Name	Value	
0	Length	0x02	
1	Type	0x01	
2	Value	0x06	LE General Discoveral Mode BR/EDR not supported
3	Lenght	0x1A	
4	Type	0xFF	
5	Company ID	0x4C	Apple Company ID(beacon) Little-Endian
6		0x00	
7		0x02	
8		0x15	
9		0xCC	
10		0xE9	
11		0x9B	
12		0xED	
13		0xE0	
14		0x80	
15	value	0x04	Big-Endian
16		0xC4	
17		0x1A	
18		0x91	
19		0x1A	
20		0x1A	
21		0x29	
22		0xB6	
23		0x41	
24		0x11	
25	Major	0x02	Big-Endian
26		0x44	
27	Minor	0x85	Big-Endian
28		0x13	
29	Measured Power	0xC5	

3.2 리소스트리 구성 데이터 처리 내용

그림 4에 설계된 리소스 트리는 세부분으로 구분되어 비콘 데이터 수집, 사용자 앱을 통한 데이터 전송, 데이터 저장 및 OPEN API 서버를 통한 서비스 구축으로 구성 된다.

세부분의 데이터 처리 내용은 아래와 같다.

① interacting-Beacon

iBeacon의 비콘 광고 채널 PDU에서 맥 어드레스, iBeacon prefix, UUID, Major, Minor, Tx power 데이터들을 수신 처리하여 게이트웨이를 통해 데이터 수집과 운영 처리될 수 있도록 지원한다.

② User App

Beacon PDU를 온도습도 데이터 인지, 위치 데이터 위치를 판단하여 API서버로 TCP/IP통신 하여 데이터를 전송한다.

③ API Server

수신받은 데이터는 통신 프로토콜에 따라 온도/습도 데이터와 위치 데이터 테이블이 따로 저장한다. 이것을 OPEN API를 통해 사용할 수 있게 제공한다.

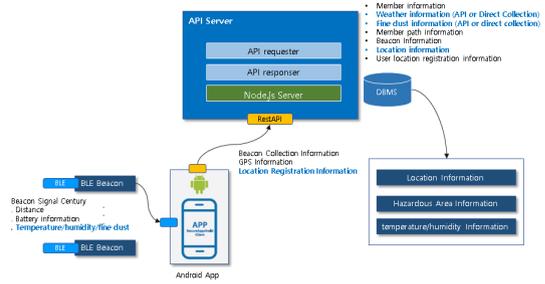


Fig. 4. System composition

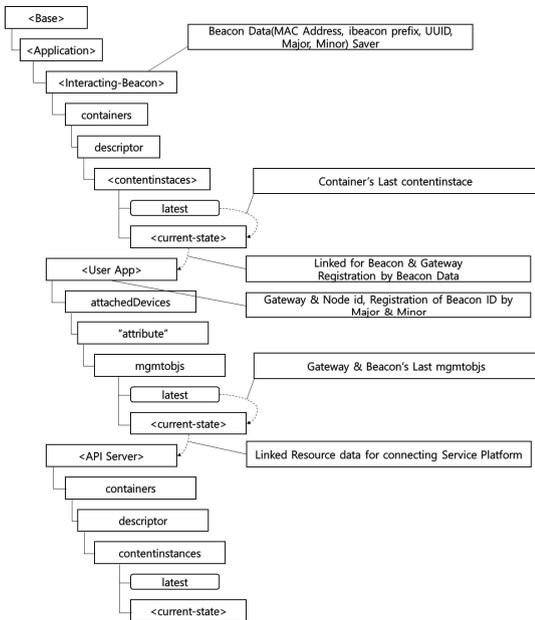


Fig. 3. Resource tree

그림 1에 제시된 외부업체/기관과 연동 서비스 되기 위한 리소스 데이터 정보를 선택적으로 활용 하여, iBeacon에서 받은 비콘 데이터를 외부업체/기관에 전달 처리하기 위해서 contentInstances 메시지(RESTful 프로토콜 메시지를) 이용하여 비콘 데이터 처리를 수행한다.

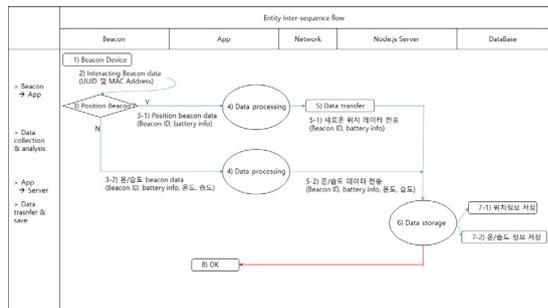


Fig. 5. Scenario

4. 개발 기능 및 시나리오

비콘 및 앱과 서비스 플랫폼 사이에서의 데이터 처리 시나리오와 개발 기능 내용을 제시한다.

4.1 비콘 및 앱의 서비스 플랫폼 사이에서 리소스 트리를 활용한 데이터 처리

그림 5의 디바이스와 사용자 앱 사이에서 Interval Time에 따라 주기적으로 iBeacon 신호를 보낸다. 이때 그림 4의 <Interacting_Beacon> 부분의 데이터 처리는 해당 Beacon ID가 등록되어 있는지 확인 하고, 만일 미등록되어 있으면 처리하지 않는다.

Table 2. Configured information of content (location)

Name	Type	Mandatory	Description
area_code	String	O	Local Information
uuid	String	O	UUID Value of Beacon
major	String	O	Major Value of Beacon
minor	String	O	Minor Value of Beacon
battery	String	O	Battery Information

Table 3. Configured information of content (Temperature/humidity)

Name	Type	Mandatory	Description
area_code	String	O	Information
mac	String		Mac address
Temp	String		Temperature
hum	String		Humidity
battery	String		Battery information

Table 4. Implementation DB

No	Name	Type	N/N	PK	FK
1	beacon_no	INT	Y	Y	
2	area_code	varchar(10)	Y		Y
3	uuid	varchar(50)			
4	major	float			
5	minor	float			
6	serial	varchar(15)	Y		
7	mac	varchar(17)	Y		
8	battery	decimal(5,2)			
9	latitude	decimal(18,15)	Y		
10	longitude	decimal(18,15)	Y		
11	telepole_no	varchar(20)			
12	reg_dt	datetime	Y		
13	mod_dt	datetime	Y		

No	Name	Type	N/N	PK	FK
1	user_id	varchar(50)	Y	Y	
2	reg_dt	datetime	Y	Y	
3	beacon_no	INT	Y		Y
4	latitude	decimal(18,15)	Y		
5	longitude	decimal(18,15)	Y		
6	year	varchar(4)	N		
7	gender	varchar(1)	N		

No	Name	Type	N/N	PK	FK
1	beacon_no	INT	Y	Y	Y
2	reg_dt	datetime	Y	Y	
3	curr_battery	decimal(5,2)	Y		
4	temperature	decimal(5,2)			
5	humidity	decimal(5,2)			

4.2 기능 개발 내용

본 애플리케이션은 미시공간에서의 스마트기술을 활용한 대구 서구 인동촌 지역의 리빙랩 조성을 위해 안드로이드 스마트폰에 설치 가능한 애플리케이션으로, 블루투스 무선통신장비인 비콘을 활용하여 미시공간 범위에서의 이용자 위치, 온도/습도 등의 측정정보를 서버로 송출하는 기능을 주로 하며, 측정정보의 송출과 더불어 이용자들에게 날씨 및 미세먼지 등 도시환경정보를 제공한다. 또한, 축적 및 가공된 정보를 통해 제작된 자연재해 취약지점과 분포맵을 사용자에게 제공하여 생활안전을 제고하며, 이용자들은 취약지점을 직접 촬영하여 관리자에게 제공할 수 있다.

4.2.1 취약지역 등록 기능

사용자는 스스로 자연재해 취약지점으로 판단되는 곳을 스마트폰으로 촬영한 후 촬영한 이미지를 관리 서버로 전송할 수 있다. 전송된 사진에는 위치 정보(경도/위도)와 함께 사용자가 자신의 의견도 함께 포함할 수 있다. 또한,

비콘 장비에서 측정하는 사용자 위치 정보와 비콘 설치 인근 지역의 온도 및 습도 정보를 실시간으로 측정할 수 있어 미시공간 범위에서의 세밀한 측정이 가능하다.

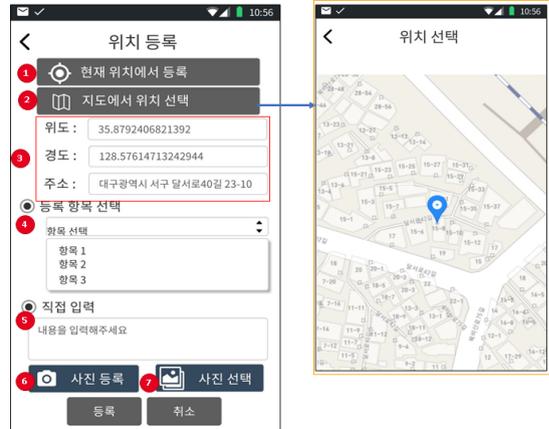


Fig. 6. Register vulnerable location

4.2.2 취약지역 분포 정보 제공

추후 사용자와 비콘이 측정한 취약지점의 정보를 기반으로 가공된 취약분포 및 취약지도가 제작되면 사용자들이 해당 지역의 취약지점 및 분포를 알 수 있도록 이를 애플리케이션에 탑재하여 제공하게 되며, 사용자들은 이러한 정보를 바탕으로 생활 안전을 제고할 수 있게 된다.

4.2.3 날씨 및 미세먼지 정보 제공

날씨와 미세먼지 정보를 알려주는 서비스가 있다. 날씨 서비스의 경우, 비콘 장비를 통해 감지된 사용자의 위치에 기반하여 해당 지역의 날씨, 최저기온, 최고기온, 현재습도, 강수확률, 시간단위 예보 등을 제공한다. 미세먼지 서비스의 경우 대기질 종합수치정보, PM10, PM2.5, 오존, 아황산가스, 일산화탄소, 이산화질소 등 환경부에서 제공하는 실시간 대기 정보를 확인할 수 있다.



Fig. 7. Provide weather information

5. 결론

본 논문에서는 위치기반 쇠퇴지역 및 재난지역 위험성 예측을 위한 시스템의 전반적인 기술 내용 및 필요성을 서술하였다.

비콘과 애플리케이션 간의 블루투스를 이용한 무선통신을 기반으로 하는 본 정보구축 시스템은 다양한 용도로 활용될 수 있으나 본 연구에서는 미시범위의 쇠퇴하는 도시공간에서 쇠퇴지점 및 재난위험지점을 분석하고 도출하기 위한 용도로 활용하는 방안을 중심으로 서술하였다. 본 시스템은 실거주민 및 사용자 의견과 위치정보 기반의 행태정보를 실시간으로 수집하여 이를 통해 재난 취약지점 및 분포현황 등을 파악하고 쇠퇴 및 위험지역을 예측함으로써 미시공간의 도시쇠퇴 수준과 위험지역을 도출하고 해당 지역 실거주자의 생활 안전을 예방함에 기여한다는 점에 일차적인 의의가 있다.

또한, 활용적인 측면에서 본 시스템은 미시공간분석에 필요한 빅데이터를 제공할 수 있는 기반을 마련함으로써 공공데이터로 구축하기 어려운 단지 또는 지구 규모의 공간에서 불특정 다수의 사용자 의견을 상시 수집하거나 사용자의 행태를 실시간 모니터링하기 위한 수단으로 활용이 가능하며, 이는 사용자 중심(user-centered)의 사업추진 플랫폼으로서 최근 도시계획 및 도시설계 분야에서 화두가 되고 있는 '리빙랩(living lab)'을 조성함에 있어 효과적인 모델로 확장할 수 있는 기초모델으로써 의의가 있다.

이는 장기적으로 미시범위의 단위지역에서 디지털트윈 조성에 필수적인 현실-가상 동기화를 위한 공간정보를 구축할 때 기존의 위성사진 분석이나 특정기간에만 이루어지는 현지조사를 통해 구축된 데이터가 지닌 조사지점의 한계와 시간적 제약에 따른 데이터의 정교성과 취약성을 보완할 수 있다. 또한, 구축된 데이터는 해당 지역의 실거주자 및 이용자의 경험으로부터 축적된 질적인 정보를 지니고 있다는 점에서 장기적으로 지속가능하고 체계적인 양질의 빅데이터 구축 기반을 마련함에 기여한다는 점에 의의가 있다.

DOI: <http://dx.doi.org/10.9798/KOSHAM.2015.15.3.33>

- [2] S. C. Yoo, G. H. Yu, "A Study on the Development of Urban Regeneration Indicators and the Selection of Activated Areas in Korea: Based on the Seoul Metropolitan Government case", *Journal of the Korean Urban Management Association*, pp.77-99, 2016.
- [3] M. H. Jang, "Analysis on the Characteristics of Urban Decline Using GIS and Spatial Statistical Method : The Case of Gwangju Metropolitan City", *The Korean Association Of Regional Geographers*, vol. 22, no. 2, pp. 424-438, May. 2016.
- [4] S. Y. Kim, H. J. Chun, "A Study on Exploring the Required Area for Urban Regeneration Districts and Index Using GIS and Factor analysis: Focused on Incheon Metropolitan City", *Journal of the Korea Geographers*, vol. 5, no. 1, pp. 71-83, 2016.
- [5] Doreian, P, "Estimating linear models with spatially distributed data". *Sociological methodology*, 12, 359-388, vol. 12, 359-388, 1981
- [6] H. G. Nam, I. K. Lim, and J. K. Lee, "Location Estimation Method of Positioning System utilizing the iBeacon", *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 4, pp. 925-932, Apr. 2015.
- [7] K. H. Joo, "Development of Convergence Content App using Bluetooth v4.0 based Beaco", *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, pp.1115-1116, Jan. 2017

변 성 준(Sung-Jun Byun)

[준회원]



- 2019년 2월 : 세종대학교 공간정보공학과 (공학사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 공학대학원 건축학과 (석사)

<관심분야>

도시계획, 도시재생, 공간정보

References

- [1] H. S. Ryong, N. R. Kang, C. S Lee, "Disaster risk evaluation for urban areas under composite hazard factors", *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 15.3: 33-43, Jun. 2015.

조 용 한(Yong Han Cho)

[정회원]



- 1993년 ~ 2000년 7월 : 한진정보통신 연구소 과장
- 2000년 8월 ~ 2018년 5월 : 삼성시큐아이 연구소 개발팀장
- 2018년 6월 ~ 현재 : 비트앤플러스 연구소장

<관심분야>
정보경영, 정보통신

이 건 원(Gun Won Lee)

[정회원]



- 2005년 2월 : 고려대학교 문과대학 한국사학과 (문학사)
- 2006년 2월 : 고려대학교 공과대학 건축공학과 (복수전공 수료)
- 2008년 2월 : 고려대학교 건축공학과 건축계획학 (공학석사)
- 2016년 8월 : 고려대학교 건축학과 도시계획및설계학 (공학박사)
- 2014년 3월 ~ 2017년 2월 : 목원대학교 건축학부 조교수
- 2017년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 건축도목환경공학부 조교수

<관심분야>
공간분석, GIS, 녹색도시, 도시기후, 환경설계, 도시재생

최 상 근(Sang Keun Choi)

[정회원]



- 1999년 2월 : 강원대학교 대학원 (전자공학석사)
- 1999년 6월 ~ 2006년 8월 : (주)다음테크 선임연구원
- 2006년 9월 ~ 2015년 6월 : (주)유먼더스 부장
- 2017년 12월 ~ 현재 : 비트앤플러스 수석연구원

<관심분야>
Embedded System, IoT

민 병 학(Byunghak Min)

[정회원]



- 2014년 2월 : 고려대학교 공과대학 건축학과(건축전문학사)
- 2016년 2월 : 고려대학교 건축학과 도시계획및설계학(공학석사)
- 2018년 2월 : 고려대학교 건축학과 도시계획및도시설계학(박사수료)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 건축사회환경공학부 강사
- 2019년 11월 ~ 현재 : 주식회사 어반인사이드코리아 이사

<관심분야>
스마트시티, 리빙랩, 도시공간구조, 도시재생

조 봉 래(Bong Lae JO)

[정회원]



- 1998년 2월 : 동아대학교 원예학과(학사)
- 1999년 4월 ~ 2000년 5월 : (주)케이이웨어 사원
- 2000년 7월 ~ 2001년 6월 : (주)버츄얼웨어 사원
- 2001년 7월 ~ 2004년 4월 : (주)어니언소프트웨어 대리
- 2005년 5월 ~ 2007년 4월 : (주)솔루션어소시에이트 과장
- 2007년 7월 ~ 2018년 6월 : (주)시큐아이 수석연구원
- 2018년 7월 ~ 현재 : 비트앤플러스 연구소장

<관심분야>
정보통신, 정보보호