

블루투스 비콘 센서 노드를 활용한 스마트 안전 계측 시스템 설계

Design of a Smart Safety Measurement System Using Bluetooth Beacon Sensor Nodes

박영수¹ · 박창진² · 조선희¹ · 박경용¹ · 김민선¹ · 서정욱^{3*}

¹생산기술연구원 국가산업융합지원센터

²하이안미래기술(주)

³남서울대학교 정보통신공학과

Young-soo Park¹ · Chang-jin Park² · Sun-hee Cho¹ · Kyoung-yong Park¹ · Min-sun Kim¹ · Jeongwook Seo^{3*}

¹Korea National Industry Convergence Center, Korea Institute of Industrial Technology, Gyeonggi-do 15588, Korea

²Haiyan Technology, Seoul 04100, Korea

³Department of Information and Communication Engineering, Namseoul University, Chungcheongnam-do 31020, Korea

[요 약]

본 논문은 오래된 옹벽과 같은 건축물이나 잠재적 위험을 내재한 건설 및 토목 구조물 등에 부착 가능한 블루투스 비콘 센서 노드를 활용하여 위험감지 및 대피/대처 서비스를 제공해줄 수 있는 스마트 안전 계측 시스템을 설계한다. 제안한 시스템은 블루투스 비콘을 활용하여 비콘이 설치된 지점의 가속도, 자이로, 지자계, 압력/고도, 온도/습도 등의 다양한 센서 데이터를 전송할 수 있으며 이러한 데이터를 활용하여 위험 감지, 예측, 경고 등의 다양한 서비스에 활용할 수 있다. 제안한 시스템의 실효성을 검증하기 위해 필드 테스트를 수행하였으며 옹벽의 변위값이 허용변위 38.5 mm 내에 존재한다는 것을 확인하였다.

[Abstract]

This paper designs a smart safety measurement system with Bluetooth beacon sensor nodes that can provide risk detection and evacuation/countermeasure services. The Bluetooth beacon sensor nodes is easily able to be attached to old building wall or construction or civil structure with potential danger. The proposed smart safety measurement system transmits various sensor data such as acceleration, gyroscope, geomagnetic, pressure, altitude, temperature, humidity at the spot where Bluetooth beacon sensor nodes are installed, and we can use them for risk perception, prediction, and warning services. To verify the effectiveness of the proposed system, we performed filed tests which showed that measured displacement values of precast retaining walls were within the permitted displacement value of 38.5 mm.

Key word : Beacon, Bluetooth, Construction, Measurement, Sensor, Safety.

<https://doi.org/10.12673/jant.2017.21.1.126>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 7 February 2017; Revised 9 February 2017
Accepted (Publication) 27 February 2017 (28 February 2017)

*Corresponding Author; Jeongwook Seo

Tel: +82-41-580-2122

E-mail: jwseo@nsu.ac.kr

I. 서론

고용노동부의 자료에 따르면 산업재해로 인한 경제적 손실은 2007년 16조 2114억원에서 2011년 18조 1270억원으로 증가하였으며, 2011년 국가별 산재 사망률 1만명당 사망자수가 0.96명으로 미국 0.35에 비해 2배 이상으로 나타났다. 실제로 건설과 토목 현장에서는 설계하중초과, 콘크리트 타설전 가설재검사 미실시, 사전 구조검증 부족, 기동 및 슬래브 콘크리트 동시 타설 등에 따른 건설 사고와 인명사고 발생이 되고 있으나 사전 예방 체계가 미흡한 실정이다. 안전교육은 대부분 지적확인(TBM; tool box meeting) 수준으로 운영되고 있어 위험측정 및 상황 전파를 위한 시스템적인 접근방법이 요구되고 있다. 최근 들어 건축이나 토목 구조물의 고층화 및 대형화로 인해 작업현장에서의 안전관리 활동이 더욱 중요시 되고 있다. 대부분의 작업환경에서는 여러 가지 위험 요소로 인한 안전사고가 자주 발생한다. 작업환경의 붕괴 등 안전사고 발생 시 작업자가 관리자에게 응급상황을 전해야 하지만 사고로 인해 응급상황을 전달하는데 문제점이 발생한다. 더욱이 도심에서 떨어져 인적이 드물고 낙후된 농어촌의 경우 오래된 옹벽, 다리 등의 붕괴 사고가 늘 잠재하고 있어 이에 대한 대책도 시급한 실정이다.

이러한 안전문제의 해결 방안으로 여러 방법들이 제안되었다. 기계 및 건설 장비에 의한 사고를 방지하기 위해 작업장에 블루투스 저전력 에너지 비콘 기술을 적용하여 사용자의 스마트폰에 비콘 거리를 설정을 받은 후 일정 거리 이내의 진입이 측정되면 진동, 소리 등의 알람을 통해 작업자에게 경고해주는 안전관리 서비스를 제안하였다[1]. 또한 블루투스 비콘 기술의 광업 및 건설 분야 활용을 위해 기술의 특징과 다양한 활용사례를 조사하고 분석하였는데 건설 분야에서는 블루투스 비콘 기술을 활용하여 현장의 원자재 운반 작업을 개선한 사례를 소개하였다[2]. 또 다른 논문에서는 블루투스로 스마트폰에 응급상황을 전할 수 있는 웨어러블 단말기와 스마트폰의 Wi-Fi나 LTE망을 사용하여 작업자의 상황을 실시간으로 모니터링 할 수 있는 안전 시스템을 설계하였다[3]. 영상 센서를 통해 획득한 건설장비 주변 영상으로부터 효과적으로 작업자를 탐지하기 위해 관심 영역 인식과 관심 영역 내 안전 보호장구 착용 여부 판별로 구성된 탐지 방법도 제안되었다[4]. 최근에는 사물인터넷 비콘을 사용하여 적정 장비 위치 등의 정보와 함께 효율적 현장관리와 사고 재해 대응 네트워크를 수행 할 수 있는 현장관리 시스템들이 연구되고 있다[5]. 이외에도 비콘 기술은 차량 충돌 방지, 도로 안전, 탄광에서 일하는 광부들의 안전, 선박이나 보트의 관리, 위치 결정이나 추적 등의 다양한 분야에 활용되고 있다[6]-[10].

따라서 본 논문에서는 오래된 옹벽과 같은 건축물이나 잠재적 위험을 내재한 건설 및 토목 구조물 등에 부착 가능한 블루투스 비콘 센서 노드를 활용하여 위험감지 및 대피/대처 서비스를 제공할 수 있는 스마트 안전 계측 시스템을 설계한다. 제안한 시스템은 블루투스 비콘을 활용하여 비콘이 설치된 지점의 가속도, 자이로, 지자계, 압력/고도, 온도/습도 등의 다양한 센서 데이터를 필요에

따라 선별적으로 처리할 수 있으며 이를 통해 위험을 감지하고 대피경로 또는 대처요령 등을 전파하는데 활용할 수 있다. 이러한 시스템은 건설 분야뿐만 아니라 토목, 지반(싱크홀), 원자력 발전소 배관, 노후 교량 등에도 활용될 수 있다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 블루투스 비콘 센서 노드를 중심으로 제안한 스마트 안전 계측 시스템에 대해 설명한다. 3장에서는 필드 테스트 환경과 실험측정 결과를 분석하여 제안한 시스템의 실효성을 검증하고 4장에서 결론을 맺도록 한다.

II. 제안한 스마트 안전 계측 시스템

그림 1은 제안한 스마트 안전 계측 시스템의 동작 절차에 대한 예시를 개략적으로 보여주고 있다. 오래된 옹벽과 같은 건축물이나 잠재적 위험을 내재한 건설 현장의 구조물 등의 외부 또는 내부에 위험감지 기능을 포함한 블루투스 비콘 센서 노드를 부착하고, 균열 또는 기울기 등의 이상신호가 감지될 경우 이를 서버로 송신하고 데이터 분석을 통해 심각한 위험이 예상될 경우 종합상황실을 통해 관리자나 근로자, 주변 사람들에게 대피경로 또는 대처요령 등을 전파하는 것을 목적으로 하고 있다.

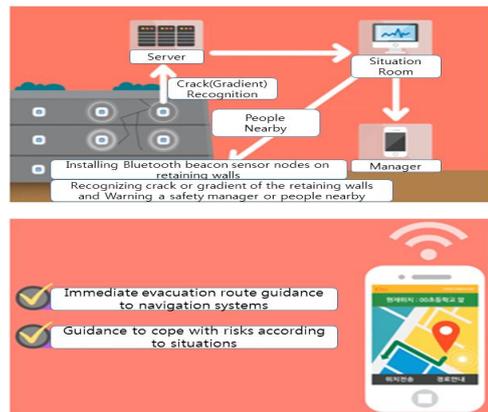


그림 1. 스마트 안전 계측 시스템의 동작 절차
Fig. 1. Operation procedure of the proposed smart safety measurement system.

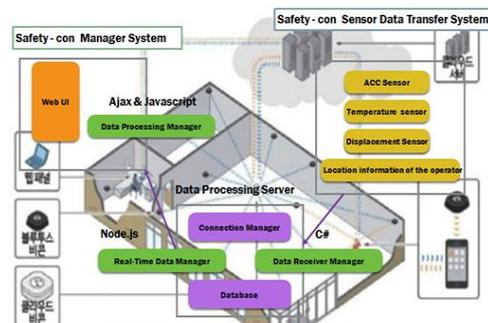


그림 2. 스마트 안전 계측 시스템의 주요 소프트웨어 구성도
Fig. 2. Main software configuration of the smart safety measurement system.

그림 2는 제안한 스마트 안전 계측 시스템의 주요 소프트웨어 구성도를 나타낸다. Safety-con sensor data transfer system은 C#으로 구현되었으며 각종 센서로부터 수집된 데이터를 블루투스 비콘 센서 노드를 통해 data processing server로 전송하게 되는데 이 서버는 C#, Node.js로 구현되었으며 connection manager, database, real-time data manager, data receiver manager 등으로 구성된다. Safety-con manager system은 주로 Ajax & Javascript로 구현되었으며 data processing manager, web UI(user interface) 등으로 구성된다. 이렇게 구성된 소프트웨어는 그림 3과 같은 기능을 수행한다.

블루투스 비콘 센서 노드 등의 설치를 포함한 시스템의 동작 준비를 위해 시스템 메인 제어 소프트웨어는 센서노드 설정, 네트워크 설정, 동작제어, 시스템 제어, DB 관리를 수행한다. 블루투스 비콘 센서 노드가 구동되면 시스템 운영 소프트웨어는 채널스캔, 파일저장, 센서노드 관리 등을 수행한다. 또한 수집된 데이터는 모니터링 소프트웨어를 통해 건설현장, 작업자, 센서 노드 성능 및 배터리 잔량 등의 모니터링을 수행한다.

블루투스 기술은 주로 무선 헤드셋, 무선 키보드 등 간단한 기기의 연결에 이용되었으며, 버전이 업그레이드 될수록 데이터 전송속도가 개선되어 블루투스 3.0버전에서는 최대 24 Mbps까지 증가하였다. 이를 통해 블루투스를 통해 기기 간 무선으로 대용량 파일을 주고받을 수 있게 되었다. BLE(blueooth low energy)라고 불리는 블루투스 4.0버전은 소비 전력이 이전 버전에 비해 최대 90%가량 줄어들었기 때문에 건설이나 토목 구조물에 부착한 후에 장기간 배터리 교체 없이 사용할 수 있다. BLE를 적용한 기기는 크게 블루투스 스마트(blueooth smart)와 블루투스 스마트 레디(blueooth smart ready)로 구분할 수 있다. 블루투스 스마트는 싱글모드로 BLE만을 지원하여 주변 온도 등의 정보를 수집하여 블루투스 스마트 레디 기기로 신호를 전송하는 센서 역할을 담당한다. 블루투스 스마트 레디는 듀얼모드로 블루투스 클래식과 BLE를 모두 지원하여 다수의 블루투스 스마트 기기들로부터 수집된 정보를 가공하여 다른 기기로 전송하는 허브 역할을 주로 담당한다.

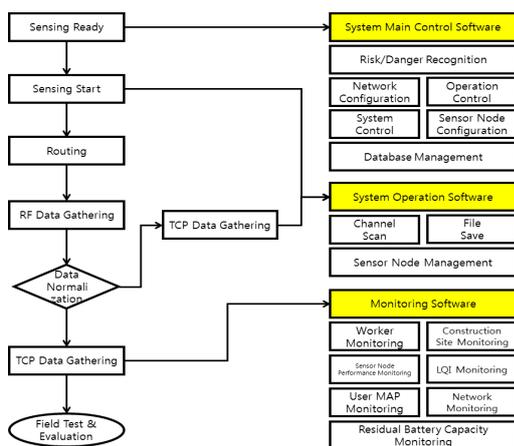


그림 3. 스마트 안전 계측 시스템의 소프트웨어 기능
 Fig. 3. Software functions of the smart safety measurement system.

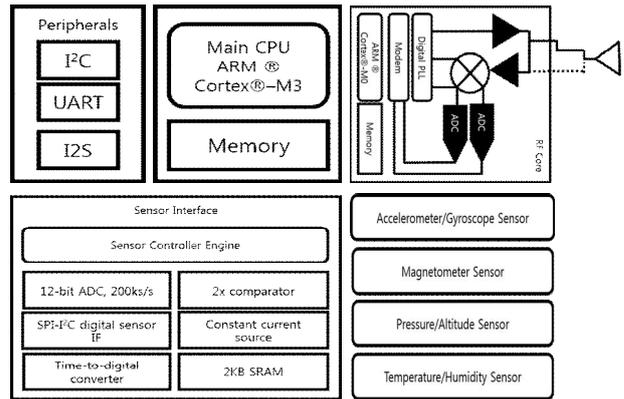


그림 4. 블루투스 비콘 센서 노드 구조
 Fig. 4. Architecture of Bluetooth beacon sensor nodes.

BLE 프로파일에는 브로드캐스터(broadcaster), 옵저버(observer), 페리페럴(peripheral), 센트럴(central)의 네 가지 역할이 정의되어 있다. 브로드캐스터는 전송만을 담당하는 애플리케이션에 최적화된 것으로 소규모 데이터를 처리할 수 있다. 옵저버는 데이터를 수신만 하는 애플리케이션에 최적화된 것으로 앞서 말한 브로드캐스터와 짝을 이루어 사용된다. 다음으로 페리페럴은 하나의 연결을 지원하는 복잡하지 않은 통신 애플리케이션에 최적화되어 있으며 센트럴 역할을 하는 장치와 연결 설정을 통해 데이터 교환이 가능하다. 끝으로 센트럴은 복수 개의 연결을 지원하고 다수의 페리페럴 역할을 하는 장치들을 수용하는 일종의 마스터 역할을 하는데 주로 컴퓨터나 스마트폰과 같은 기기가 그 역할을 수행한다.

본 논문에서 고려하는 블루투스 비콘은 소량의 데이터를 주기적으로 송신하는 페리페럴 또는 브로드캐스터의 역할을 수행하는 대표적인 장치이다. 달리 말해 블루투스 비콘은 위치정보를 포함한 블루투스 신호를 주기적으로 전송하는 BLE 기반의 장치를 말한다. 최근에 이러한 블루투스 비콘 장치들이 실내 위치측위 서비스, 위치기반 알림서비스, 실시간 모니터링 서비스 등에 사용되고 있다. 특히 실시간 모니터링 서비스는 다양한 센서가 탑재되어 있는 블루투스 비콘을 활용하여 비콘이 설치된 지점의 온도, 습도, 가속도 등의 정보를 실시간으로 모니터링하여 주변에 위치한 컴퓨터나 스마트폰으로 데이터를 전송할 수 있다. 또한 전송된 데이터는 클라우드 서버에 저장되고 데이터 분석을 통해 다양한 서비스로 확대될 수 있다. 예를 들어 온습도 센서 기반 블루투스 비콘을 통해 비닐하우스, 식품저장창고 등과 같이 온도나 습도의 변화 파악하거나, 가속도 센서 기반 블루투스 비콘을 통해 행사장이나 박물관에서 전시물의 훼손 및 도난 방지, 항만에서의 물류시스템 개선 등을 위해 활용될 수 있다.

건설이나 토목 구조물 등의 내외부에 부착하여 위험을 감지하기 위해 제안된 블루투스 비콘 센서 노드는 그림 4와 같다. 위험 감지를 위해서 가속도/자이로/지자기 센서, 압력/고도 센서, 온도/습도 센서 등이 필요에 따라 선별적으로 사용될 수 있다. 이러한 센서로부터 감지된 센서 데이터를 블루투스를 통해 전송하고 이를 분석하여 위험을 감지하고 경고 메시지를 전파할 수 있다. 예를 들어

지진으로 인해 옹벽에 균열이 생기고 기울어짐이 발생한 상태임을 가속도, 자이로, 지자기 센서 등을 통해 알아내고 장마로 인해 지속적으로 온도가 낮고 습도가 높다는 것을 온도/습도 센서 등을 통해 알아내 경우, 이 옹벽에 대해 붕괴 위험이 있다고 판단하고 이곳의 위치와 해당 경고 메시지를 관계자나 주변 사람들에게 전송하게 된다. 블루투스 비콘 센서 노드는 TI사의 무선 MCU(micro controller unit) CC2650을 근간으로 구성되었다. ARM Cortex-M3와 ARM Cortex-M0 이중 코어 구조로 되어 있으며 각종 I2C, UART 등의 주변 장치 인터페이스, 특히 센서 인터페이스를 통해 다양한 센서를 수용할 수 있다. 또한 Cortex-M3 48MHz Core를 사용하고 있어 다양한 애플리케이션 설계가 가능하며 BLE를 기준으로 -97 dBm의 수신감도와 102dB의 링크버짓을 제공한다. 블루투스 비콘 센서 노드로부터 수집된 센서 데이터를 모으기 위한 게이트웨이 역할은 데이터 수집장치가 담당하며 RaspberryPI3를 활용하여 구성하였고 중앙 서버를 위해 데이터 베이스와 웹 서버를 구축하였다.

III. 실험 및 측정 결과

본 절에서는 제안한 블루투스 비콘 센서 노드를 활용한 스마트 안전 계측 시스템의 실효성을 검증하기 위해 수행한 필드 테스트 결과를 설명한다. 그림 5와 같이 필드 테스트는 양평~청평 사이의 직벽식 프리캐스트 옹벽과 강릉대기리 풍력발전단지 2부벽식 프리캐스트 옹벽에 블루투스 비콘 센서 노드를 설치하여 측정을 수행하였고 옹벽의 변위값을 측정하기 위해 가속도 센서만을 고려하였다.

그림 6은 2015년 11월 12일에 양평~청평 사이의 직벽식 프리캐스트 옹벽을 측정하고 서버에 수집된 결과 데이터를 도식화한 것이다. 관측 결과를 살펴보면 최대값이 7.512 mm이고 최소값이 -3.756 mm로 나타났으며 평균값은 1.878 mm로 나타났다. 옹벽의 경우 허용변위는 다음의 식 (1) 과 같이 정의될 수 있다.

$$D = (254 \times A) \text{ mm}, \tag{1}$$



그림 5. 스마트 안전 계측 시스템의 필드 테스트 환경: (a) 직벽식 프리캐스트 옹벽, (b) 2부벽식 프리캐스트 옹벽
Fig. 5. Field test environments of the smart safety measurement system: (a) wall-type precast retaining wall, (b) two-buttress precast retaining wall.

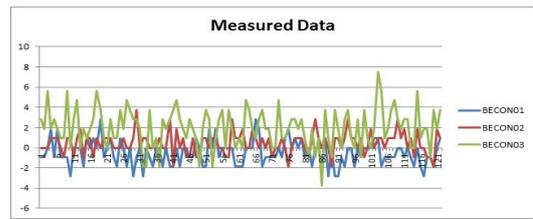


그림 6. 직벽식 프리캐스트 옹벽의 관측된 변위값
Fig. 6. Measured displacement values of wall-type precast retaining wall.

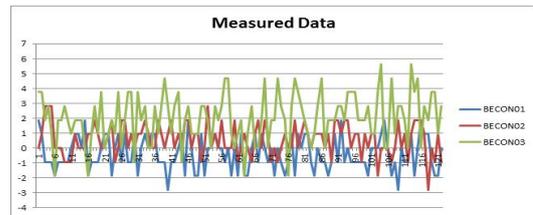


그림 7. 2부벽식 프리캐스트 옹벽의 관측된 변위값
Fig. 7. Measured displacement values of two-buttress precast retaining wall.

여기서 A 는 지반가속도 계수를 나타내면 식(2)와 같이 정의될 수 있다. 식(2)에서 Z 는 지진구역 계수를 나타내며, I 는 위험도 계수를 나타낸다.

$$A = Z \times I \tag{2}$$

예를 들어 경기도의 경우 지진구역 계수가 0.11이고 위험도 계수가 1.4(1000년)라고 하면 지반가속도 계수는 0.154가 되고 옹벽의 허용변위는 38.5 mm가 된다. 또한 일반적인 설계에서는 지진으로 발생 가능한 옹벽의 허용변위를 50~100 mm로 보고 있다. 따라서 관측된 변위를 비교해보았을 때 모두 허용변위 내에 있다는 것을 확인할 수 있다. 그림 7은 2016년 3월 21일에 강릉 대기리 풍력발전 단지의 2부벽식 프리캐스트 옹벽을 측정하고 서버에 수집된 결과 데이터를 도식화한 것이다. 측정 결과를 살펴보면 최대값이 5.634mm 이고 최소값이 -2.817 mm로 나타났으며 평균값은 1.409 mm로 나타났다. 예를 들어 강원도 남부의 경우 지진구역 계수가 0.11이고 위험도 계수가 1.4(1000년)라고 하면 위에서 언급한 예와 같이 지반가속도 계수는 0.154가 되고 옹벽의 허용변위는 38.5 mm가 된다. 또한 관측된 변위가 모두 옹벽의 허용변위 내에 있다는 것을 확인할 수 있다.

앞서 사용한 지진구역 계수와 위험도 계수는 표 1~2에 정리하였으며 이는 국토해양부 산하 한국시설안전공단에서 2011년 7월에 발행한 기본 시설물(터널) 내진성능 평가요령에 제시되어 있다. 필드 테스트 장소를 강원도 북부, 전라남도 남서부, 제주도로 변경할 경우 지진구역이 변경되어 지진구역 계수는 0.07을 사용해야하며, 만약 주기를 1000년에서 500년으로 변경하였다면 1.0을 위험도 계수로 사용하면 된다. 필드 테스트에서 블루투스 비콘 센서 노드를 옹벽에 장착하였지만 도심지 토목/건축 구조물, 발전소, 가정 학교, 사무실, 빌딩 등의 다양한 장소에 설치 가능하다.

표 1. 지진구역 계수

Table 1. Seismic Zone factor.

Seismic Zone	Zone Factor	Administrative Districts	
I	0.11	City	Seoul, Incheon, Daejeon, Busan, Daegu, Ulsan, Gwangju
		Province	Gyeonggi, Gangwon(South), Chungcheong, Gyeongsang, Jeolla(North), Jeolla(North-East)
II	0.07	Province	Gangwon(North), Jeolla(South-West), Jeju

표 2. 지진 위험도 계수

Table 2. Seismic risk factor.

Recurrence Cycle(year)	50	100	200	500	1000	2400
Seismic Risk Factor	0.4	0.57	0.73	1.0	1.4	2.0

IV. 결론

본 논문에서는 오래된 옹벽과 같은 건축물이나 잠재적 위험을 내재한 건설 및 토목 구조물 등에 부착 가능한 블루투스 비콘 센서 노드를 활용하여 위험감지 및 대피/대처 서비스를 제공해줄 수 있는 스마트 안전 계측 시스템을 설계하였다. 경기도와 강원도 남부 지역에 있는 옹벽에 블루투스 비콘 센서 노드를 설치하고 스마트 안전 계측 시스템을 통해 수집된 데이터를 분석함으로써 제안 시스템의 실효성을 검증하였다. 향후 지진 등과 같은 위험상황에 대한 시나리오를 적용하여 위험 감지 및 전파 등의 기능을 테스트 할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 산업융합 공통 정보 개발 및 활용 사업의 연구비로 진행되었음 (Grant No: 10041570)

참고 문헌

[1] J. Y. Ham, D. M. Jang, G. B. Kim, S. J. Lee, J. H. Cho, and J. O. Song, "A study on working space safety management

services using bluetooth lowenergy beacon," in *Proceeding of the Korean Institute of Communication Sciences*, Jungsun: Korea, 2017.

[2] J. Jung, J. Baek, and Y. Choi, "Analysis of features and applications of bluetooth beacon technology for utilization in the mining and construction industries," *Tunnel & Underground Space Technology*, Vol. 26, pp. 143-153, June 2016.

[3] S. H. Lee, H. J. Moon, and J. H. Tak, "Development worker bands for industrial safety," in *Proceeding of the Korean Society of Computer and Information*, Jeju: Korea, 2016.

[4] J. C. Na, S. W. Lee, C. M. Kim, H. J. Son, and C. W. Kim, "Real-time vision-based proximity detection for improved worker safety in construction equipment operation," in *Proceeding of the Architectural Institute of Korea*, Seoul: Korea, pp. 31-32, 2015.

[5] B. W. Jo, J. H. Jo, H. Kim, S. Y. Ji, K. S. Woo, and J. H. Kim, "Development of construction management system for preventing accidents and disasters," in *Proceeding of the Civil Engineering Institute of Korea*, Jeju: Korea, pp. 15-16, 2016.

[6] H. Piao, Y. T. Park, B. J. Kim, and H. G. Kim, "Safety beaconing rate control based on vehicle counting in wave," in *Proceeding of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Seoul: Korea, 2015.

[7] M. Bagher, M. Siekkinen, and J. K. Nurminen, "Cloud-based pedestrian road-safety with situation-adaptive energy-efficient communication," *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, Vol. 8, pp. 45-62, July 2016.

[8] M. A. Reyes, G. W. King, and G. G. Miller, "Intelligent machine guard monitoring: A wireless system to improve miner safety," *IEEE Industry Applications Magazine*, Vol. 20, pp. 69-75, Apr. 2014.

[9] A. V. Alejos, M. G. Sanchez, and I. Cuinas, "Viability of a coastal tracking and distress beacon system based on cellular phone networks," *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, Vol. 5, pp. 1265-1273, Aug. 2011.

[10] V. Zarimpas, B. Honary, and D. Lund, "Location-awareness and real-time tracking using radio beacons," in *Proceeding of the Perspectives in Pervasive Computing*, London: United Kingdom, 2005.



박 영 수 (Young-soo Park)

2012년 2월 : 한양대학교 산업경영공학과 (공학석사)
2011년 11월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 국가산업융합지원센터 팀장
※관심분야 : 산업융합, 데이터분석



박 창 진 (Chang-jin Park)

2013년 7월 : 서울과학기술대학교 철도건설공학과 (박사수료)
2013년 4월 ~ 2016년 3월 : 다드림미래기술(주) 기술연구소 소장
2016년 3월 ~ 현재 : 하이안미래기술(주) 기술연구소 소장
※관심분야 : 구조물 유지관리, 구조 설계, ICT융합기술, 센서 개발 및 제어



조 선 희 (Sun-hee Cho)

2009년 2월 : 경희대학교 멀티미디어창작디자인과 (공학사)
2013년 6월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 국가산업융합지원센터 연구원
※관심분야 : 산업융합, 디지털콘텐츠, 서비스디자인, 비즈니스모델



박 경 용 (Kyoung-yong Park)

2010년 8월 : 성균관대학교 기계공학과 (공학박사)
1997년 7월 ~ 2011년 2월 : 한국산업기술진흥원 책임연구원
2013년 8월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 국가산업융합지원센터 실장
※관심분야 : 산업융합, 계측제어, 데이터분석



김 민 선 (Min-sun Kim)

2000년 8월 : 서울대학교 재료공학부 (공학박사)
2000년 9월 ~ 2001년 6월 : 서울대학교 BK재료연구인력양성사업단, Post Doc.
2001년 7월 ~ 2003년 6월 : Univ. of Connecticut, IMS, Post Doc.
2003년 7월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 국가산업융합지원센터 소장
※관심분야 : 산업융합, 웰니스, 스마트 안전, 제조서비스융합



서 정 욱 (Jeongwook Seo)

2010년 8월 : 연세대학교 전기전자공학과 (공학박사)
2001년 1월 ~ 2014년 2월 : 전자부품연구원 스마트네트워크연구센터 책임연구원
2014년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 정보통신공학과 조교수
※관심분야 : 사물인터넷/사물웹, 기계학습, 통계신호처리 등