

# IoT 기술을 활용한 스쿨존 안전시스템 연구

남강현\* · 장민석\*\*

Study on School Zone Safety System using IT Technology

Kang-Hyun Nam\* · Min-Seok Jang\*\*

## 요 약

본 연구는 디바이스 와 앱 처리, 게이트웨이 기능 처리, 그리고 애플리케이션 과 서비스 기능이 협력되어 처리되는 플랫폼 부분의 스쿨존 안전 시스템 연구다. 디바이스 부분은 스쿨존에서 학생이 이동할 때 지원되는 비콘들 이다. 그리고 앱 부분은 스마트폰에 적용되는 통학 알림이 서비스다. 마지막으로 어린이 보호 구역 표지판은 게이트웨이에 등록된 학생들의 숫자가 표시된다. 게이트웨이는 두 가지 형태로 운영된다. 첫 번째 형태는 초등학교 학생들의 이동 상황을 파악하기 위해서 설치된 게이트웨이이다. 그리고 두 번째 형태는 학교 정문을 통과한 학생을 확인하기 위한 게이트웨이 이다. IoT 플랫폼은 다양한 서비스 기능 과 어린이 보호구역 판넬 지원 그리고 학생 카운터 처리 기능들을 처리 한다.

## ABSTRACT

This study is a study of the school zone safety system of the platform part in which processing between device and the application, gateway function processing, and application and service function are cooperatively processed. The device part is the beacons that are supported when the student moves in the school zone. And the section of application is a service announcement that applies to smartphones. Finally, the children's protection area sign shows the number of students registered at the gateway. Gateways operate in two types. The first type is a gateway installed to identify the movement of elementary school students. The second type is a gateway to identify students who have passed through the front door of the school. The IoT platform handles various service functions, child protection area panel support and student counter processing functions.

## 키워드

Beacon, Gateway, M2M(: Machine to Machine) or IoT(: Internet of Thing), Resource tree, School Safety Zone 비콘, 게이트웨이, 사물 지능 통신, 리소스 트리, 학교 안전 지역

## 1. 서 론

스쿨존 내에서 빈번하게 일어나는 인명사고를 줄이기 위해 신호기, 안전표지 등 도로 부속물을 설치하

고 보호 구역 가시성을 높이기 위한 바닥 도색, ‘학교 앞 천천히’ 글자 명확화, 차량 속도를 줄이기 위한 힘프 설치, 보행자 보호를 위한 가드레일 설치 등 다양한 안전장치를 설치했지만 매년 어린이 교통사고 발

\* 군산대학교 컴퓨터정보통신학부(khnam@kunsan.ac.kr) · Received : July. 16, 2018, Revised : Aug. 30, 2018, Accepted : Oct. 15, 2018

\*\* 교신저자 : 군산대학교 컴퓨터정보통신학부

· Corresponding author : Min-Seok Jang

· 접수 일 : 2018. 07. 16

· 수정완료일 : 2018. 08. 30

· 게재확정일 : 2018. 10. 15

School of Computer Information & Communication Engineering, Kunsan National University

Email : msjang@kunsan.ac.kr

생건수 및 부상자수는 크게 줄지 않는 실정이다. 가족 중심의 자유여행 증가로 사용자 유형에 맞고 상호 소통이 가능한 지능적인 서비스와 방문목적과 의도에 맞는 차별화된 스토리와 능동적 콘텐츠가 제시될 필요성이 고, 특히 스쿨존 내 어린이 교통사고는 초등학교 저학년에 해당하는 7세와 8세에서 가장 많이 발생한다.

현 시점에서 보다 적극적인 감속 유도방안을 고려할 필요가 있으며 스쿨존 내 어린이 교통사고를 방지할 수 있도록 운전자의 경각심을 고취할 시설확충의 필요성이 있고, 이에 비콘의 위치 인식 기술 및 자동체크인 기술을 이용하여, 현행 어린이 보호구역의 문제점을 인지하고 스쿨존 내부에 존재하는 어린이의 숫자를 파악하여 운전자에게 알리는 스쿨존 어린이 보호 시스템을 연구 한다.

스쿨존 어린이 보호 시스템이란 언제, 어디서, 어떤 방식으로 나올지 모르는 어린이에 대해서 운전자가 미리 그 존재를 파악하여 사고 발생률을 줄일 수 있는 시스템을 말하며, 어린이들이 비콘 송신기를 소지하고 스쿨존 입장/퇴장 시 스쿨존 곳곳에 설치되어 있는 비콘 수신기와와의 통신을 통해 어린이 보호구역 표지판에 어린이 수가 표시되고, 스쿨존 내 어린이 위치를 IoT( Internet of Thing) 게이트웨이를 통해 학부모에게 어플리케이션 형태로 제공하며 학부모가 스쿨존 입장 시간 및 퇴장시간을 확인할 수 있으며 좀 어린이를 안전하고 체계적으로 보호 할 수 있는 차별화되고 능동적인 서비스 모델 도입을 목표로 한다.

본 논문은 2장에서 서비스 구성 망을, 3장은 리소 스트리 및 게이트웨이 하드웨어를, 4장은 서비스 기능을, 마지막 5장에서 결론으로 끝을 맺는다.

## II. 서비스 구성 망

서비스 구성망은 그림 1에 제시된 바와 같이 통학 지원 비콘과 스쿨존 어린이보호 표지판 시스템 그리고 통학 알림 앱으로 구성된 디바이스와 앱 부분과 게이트웨이 부분, 그리고 스쿨존 IoT 플랫폼 부분으로 구성된다[1-5].

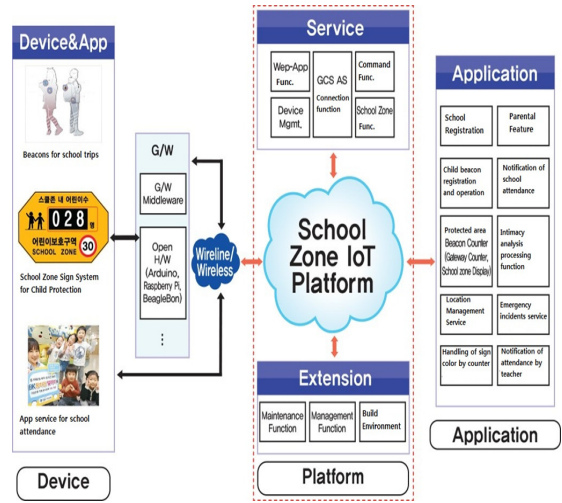


그림 1. 서비스 구성 망  
Fig. 1 Service networking architecture

### 2.1 어린이 통학용 비콘 데이터 구성

통학지원 비콘에 적용되는 UUID( Universally Unique Identifier) 정보는 그림 2에 제시된 RFC 4122 Namespace를 가지고 있고, 브랜드를 식별하기 위한 node 정보를 이용하여 Unique한 학생 통학지원 Beacon ID를 표 1과 같이 할당 한다.

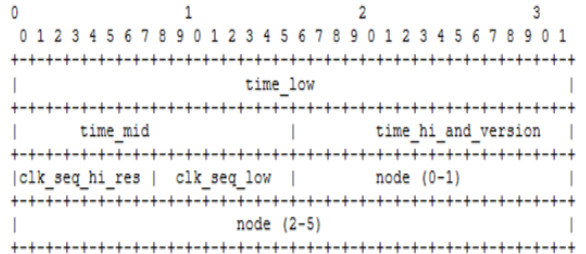


그림 2. UUID URN 네임스페이스  
Fig. 2 RFC 4122 UUID URN namespace

표 1. UUID를 활용한 Beacon ID 할당  
Table 1. Assigning Beacon ID By UUID

node(0-5) Information	Contents
node(0)	National Area Indicator (char)
node(1-2)	School Area Indicator(short)
node(3)	Grade recognizer (char)
node(4)	Class recognizer(char)
node(5)	Student Number Identifier (char)

### 2.2 여러 학교를 적용한 데이터 설계

IoT 플랫폼에서는 여러 학교의 통학자원을 위해서 통합된 데이터 설계를 구축해야 하고, 이를 위해 3개의 테이블을 운영 한다.

그림 3에 제시된 내용과 같이 첫 번째 테이블인 “R\_Site\_Table”은 초등학교 마다 하나의 Tuple로 존재하는 Key 값으로 게이트웨이, PS-LTE( Public Safety Long Term Evolution) 센서 장치, 비콘 프로파일, 빅데이터의 Index Domain을 관장 처리하고, 두 번째 테이블인 “R\_Beacon\_IndexRange”는 해당되는 초등학교에 4명의 학생들에게 적용되는 비콘 프로파일이고, 세 번째 테이블인 “R\_Gateway\_IndexRange”는 게이트웨이 형태가 교문 출입구 장치인지 아니면 도로상에 장치인지에 구분되며, 그림 3에 제시된 내용은 교문 출입구는 1개 이고, 도로상에 적용된 장치는 3개 로 적용되어 있다.

R\_Site\_Table를 통해서 초등학교 관련 고유 Id 부여 및 Beacon Profile Index 및 Gateway Index Range 가 처리될 수 있도록 정의하였고, R\_Beacon\_IndexRange를 통해서 소유한 Beacon의 Data base를 구성 하였고, 아래의 Table을 통해 3학년 1반 김기호(Kim kh) 학생은 BitMap의 정보로 4개의 GateWay를 활용할 수 있음을 정의 하였고, 부모 휴대폰 번호와 Gateway와 거리 정보 그리고 표시판 정보에 들어간 시간 및 나온 시간, 교문 통과한 시간 및 교문을 나온 시간 등의 정보 처리가 등록하였고, R\_Gateway\_IndexRange를 통해서 김기호 학생의 담임 선생님은 김하나(Kim hn) 선생님이고, 현재 1번 Gateway에 존재하고 있다는 것을 알 수 있고, 오미정(Oh mj) 학생은 2번 Gateway에 있고, 정근수(Jung ks) 학생은 Gateway 3번에, 그리고 이미란(Lee mr) 학생은 학교에 오늘 안 나오고 있음을 알 수 있다.

그리고 정근수 학생의 경우는 학교 교문을 통하여 학교에 들어와 있음을 알 수 있고, 부모의 휴대폰으로 학교에 출석 알림을 알려 주었다는 정보 알 수 있고, 오미정 김기호 학생은 출석 알림이 안 된 상태고, 어떤 Gateway에 존재 하고 있음을 알 수 있다.

D_Site_Name	D_Site_Id	D_Gateway_Index	D_PSLTE_Index	D_Sensor_Device_Index	D_Beacon_Profile_Index	D_BigData_Index
A Primary School	100	100	100	100	100	100
B Primary School	200	200	200	200	200	200
C Primary School	300	300	300	300	300	300
D Primary School	400	400	400	400	400	400

D_Beacon_IndexRange	D_SSID	D_Distance	D_DisplayPanel_In	D_DisplayPanel_Out	D_Enterance_InTime	D_Enterance_OutTime	D_ParentPhoneNumber	D_Attendance_BitMap	D_Name	D_Beacon_IndexRange
100001	030110	3	Time	Time	Time	Time	01027891234	1111	Kim kh	001
100002	040311	8	Time	Time	Time	Time	01036727777	1111	Oh mj	002
100003	050715	10	Time	Time	Time	Time	01034569999	1111	Jung ks	003
100004	060407	5	Time	Time	Time	Time	01027543487	1111	Lee mr	004

D_Gateway_IndexRange	D_Gateway_Type	D_Gateway_Ver	D_Gateway_Index	D_Enterance_flag	D_Teacher_flag	D_DisplayPanelCounter_flag	D_ParentNotifi_flag	D_Teacher_Name	D_Gateway_IndexRange
100001	01	010100	01	False	True	True	False	Kim hn	001
100002	01	010100	02	False	True	True	False	Seo mik	002
100003	01	010100	04	True	True	False	True	Ju sh	004
100004	02	010200	Null	01	True	False	False	Choi kh	000

그림 3. 여러 학교를 적용한 설계 데이터베이스  
Fig. 3 Design database with multiple schools

### 2.3 저 전력 어린이보호 표지 제작

그림 1에 제시된 어린이 보호구역 표지판을 제작할 때, 그림 4와 같이 지주 상단에 태양광 패널 부착하여 표지판 전력 공급 시스템 및 태양광 에너지 공급 및 저장을 위한 컨트롤러 BOX를 적용 한다.

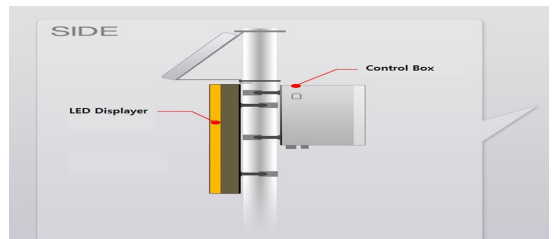


그림 4. 태양광 패널을 부착한 표지판  
Fig. 4 Signboard with solar panel

### 2.4 스쿨존 IoT 플랫폼 구성 기능

IoT 플랫폼에서는 크게 3가지 처리 분야가 있으며, 그중 첫 번째는 서비스를 연계 처리하는 웹-앱 연동기능, 장치 관리기능, 그리고 PS-LTE 연동 지령 처리 기능이고, 두 번째로는 Extension 서비스 부분으로 유지보수, 통계 그리고 패키지에 대한 적용을 수행하며, 세 번째로 그림 1에 제시된 Application 처리 기능을 한다[6-10].

### III. 리소스트리 및 게이트웨이 하드웨어

스쿨존 리소스는 “<selBase>”를 근거로 “applications”에 “<Interacting\_Beacon>”을 처리한 비콘 데이터와 “<Interacting\_device\_schoolzone>”을 처리한 스쿨존 카운터 데이터들은 “<current\_state>”를 통하여 상위 네트워크 및 어플리케이션과 공통 연계 관계를 가질 수 있고, “<networking\_Beaconschoolzone\_device>”를 통해서 게이트웨이 장치등록 및 운영 처리되고, “<platform\_Support\_application>”을 통해서 서비스 상태 관리, 비콘운영, 게이트웨이 운영 그리고 소프트웨어 버전 및 운영 관리 하며, 서비스 기능의 데이터 처리를 위해 리소스트리가 관여 된다.

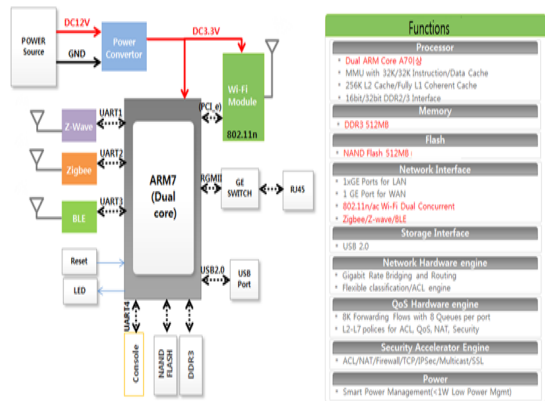


그림 6. Gateway 하드웨어  
Fig. 6 Gateway H/W

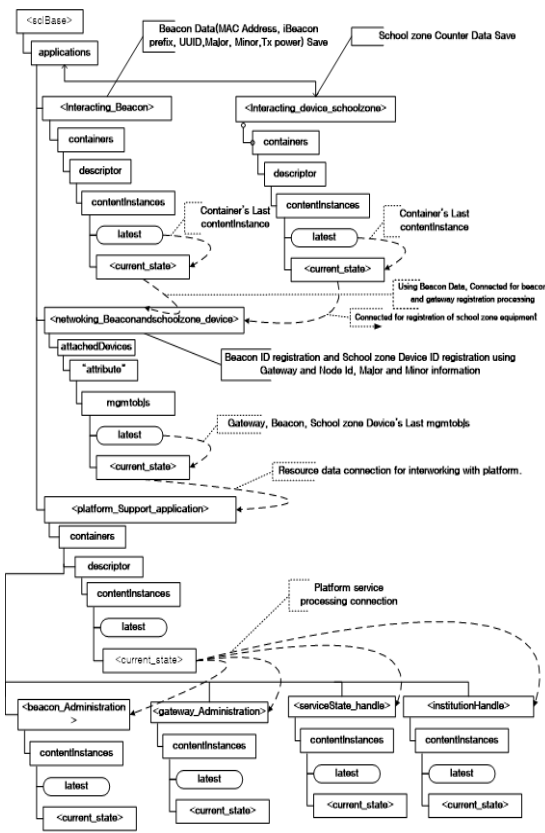


그림 5. 스쿨존 리소스 구조  
Fig. 5 School zone resource structure

어린이 통학용 Gateway H/W 설계 및 기능 내용은 그림 6의 내용과 같다.

### IV. 서비스 기능

통학자원 비콘은 Interval Time에 따라 주기적으로 비콘 신호를 보내며, 그림 5의 “<Interacting\_Beacon>” 부분의 처리는 그림 7의 “1. 2)”의 시퀀스로 진행되고 여기 에서 “contentInstances” 정보는 “표 2”과 같이 구성된다.

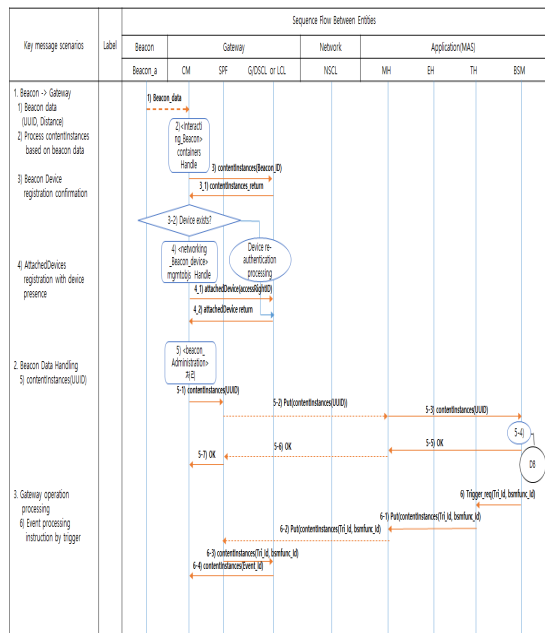


그림 7. 비콘 데이터 처리  
Fig. 7 Beacon data handling

표 2. contentInstances 구성정보  
Table 2. contentInstances configuration information

Attribute	Data type	Description
contentType	M	Beacon ID Registration(01), Beacon Data Transfer(02), Beacon device Delete(03), Beacon Device Registration(04), Gateway Device Registration(05), Beacon ID Registration Confirm(06)
contentSize	M	Number of data bytes stored in content
creationTime	O	Date Created
lastModifiedTime	O	Last modified date
content	M	MAC Address, iBeacon prefix, UUID, Major, Minor, Tx power, Institution
counterFlag	M	true : Countered in the child protection area display panel false : No counters on the child protection area display panel.
discounterFlag	O	true : Countered in the child protection area display panel false : No counters on the child protection area display panel.
latest	O	flag(true, false)
<current_state>	O	Gateway ID , Beacon ID

그림 7의 “1. 3)”과 같이 “contentInstances”를 요청하여 해당 Beacon ID가 등록되어 있는지 확인하고, 만일 미등록되어 있으면 재등록 절차를 수행하여야 하고 만일 등록 되어 있으면 그림 7의 “1. 4)”와 같이 해당 Beacon ID가 해당 Gateway에서 서비스 된다는 정보를 처리 하여야 하고, 아래의 “표 3”와 같이 구성 된다.

표 3. attachedDevices 구성정보  
Table 3. attachedDevices configuration information

Attribute	Data type	Description
mgmtObjsReference	M	Reference to sub-resource mgmtObjsReference
accessRightID	M	accessRights Resource URI
creationTime	M	Date Created
lastModifiedTime	M	Last modified date
expirationTime	O	Validity
model	M	Model Information
hardwareVersion	M	H/W Version
softwareVersion	M	Software Version
firmwareVersion	M	F/W Version
reportPeriod	M	Reporting cycle (in minutes)
responseTimeout	M	Response time timeout (in seconds)
timeOffset	M	Response time timeout (in seconds)
hbPeriod	O	Heartbeat Cycle (in minutes)
latest	O	flag(true, false)
<current_state>	O	Gateway ID , Beacon ID

Platform과 연동 서비스되기 위한 Resource data 연결 정보를 선택적으로 활용 하여, 그림 7의 “2. 5)”와 같이 Beacon에서 받은 Beacon Data를 Platform에 전달 처리하기 위해서 “contentInstances”를 이용한다.

그림 8은 보호구역내 최초의 Gateway에 학생 Beacon이 어린이 보호구역 Display 표지판에 Counting 되는 프로세스 설명이다.

우선적으로 그림 8의 “어린이 보호구역 Display 표지판”은 Counter 초기화를 위해서 매일 오전 5시 기준으로 IoT 플랫폼으로 부터 Update(Trigger\_req(Tid)) 메시지를 받아서, Time Event를 수행하여 어린이 보호구역 Display 표지판의 Counter를 “000”으로 Setting 하고 정상적으로 결과 처리하였음을 IoT 플랫폼으로 보내고 Trigger 종료 처리한다.

이후, 그림 8의 프로세스가 표 4와 같이 진행된다.

그림 9는 어린이 보호구역 Display 표지판의 카운트되는 부분과 여러 Gateway에서의 인입된 학생간의 숫자 오류 발생이 안 되기 위한 시나리오이다.

표 4. 카운터처리 프로세스  
Table 4. Counter treatment process

Number	Contents
1	<p><b>Counter command according to increase of child protection area students</b></p> <p>If a particular student sends the first beacon signal from a particular gateway in a child care zone as “1)” in Figure 7, it discovers the UUID information in the Resource Tree and checks the counterFlag in Table 2. At this time, if countFlag is True, the counter_update_req message is not sent to the Child Protection Area Display Signage in Figure 8. However, if counterFlag is false, it proceeds from “5-2 ’)” to “5-12’)” in Figure 9. At this time, all counterFlag is temporarily true on the gateway which is initially registered, and it is confirmed that the information is stored in True after the update request to the display area of the child protection zone.</p>
2	<p><b>Command delivery</b></p> <p>The “Gateway Beacon signal processing client” in Fig. 8 transfers the command to Gateway G/DSCL.</p>
3	<p><b>Command acceptance</b></p> <p>The “Gateway” in Figure 8 runs the Discovery function and checks the counterFlag based on the UUID.</p>
4	<p><b>Command analysis and command execution</b></p> <p>The “Gateway” in Figure 8 creates an update message based on the corresponding UUID if the counterFlag is False.</p>
5	<p><b>Command delivery</b></p> <p>The “Gateway” in Figure 8 transfers the update message to the “Child Protection Zone Display Panel”.</p>
6	<p><b>Command acceptance</b></p> <p>The display panel of “Child Protection Zone” in Figure 8 confirms the received message.</p>
7	<p><b>Command processing</b></p>

	"Child Protection Area Display Panel" in Figure 8 increases the counter.
8	<b>Delivery of processed results</b> The "Child Protection Area Display Panel" informs that the counter has been increased normally.
9	<b>Receipt of processing result</b>
10	Transmits the processing result to the gateway beacon signal processing client
11	<b>After receiving the processing result, the UUID that is processed as True next time should not be updated.</b>
12	<b>Notification of processing result</b> Whenever beacon data arrives, always make counterFlag true so that it can be passed to the platform.

V. 결론

본 논문을 통하여 beacon은 위치알림, 실내추위, 도난/미아방지, IoT 부가 서비스 등 다양한 서비스 시나리오를 구현할 수 있는 응용기술로써 부가가치 창출이 매우 높으며 위치 알림 서비스를 통해 광범위한 응용분야를 창출하기 유리하며 그 가치와 파급효과는 매우 커질 것으로 전망 한다.

비콘의 수신기능을 이용하여 스쿨존 내부 인원의 증감을 파악해서 스쿨존의 각 구역별 어린이 위치 파악도 가능하며 이를 응용해 요양원이나 어린이집 등의 시설에서 환자나 어린아이가 시설을 이탈했을 시 알람을 전송하여 무단이탈로 인한 사고를 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 스쿨존 어린이 보호 시스템을 이용한 구역 내 어린이가 숫자 파악으로 인하여 어린이 사고율을 줄임은 물론 학부모의 공공기관에 대한 신뢰도를 높일 수 있고, 국내 스쿨존의 경우 사고 상황 및 안전대책에 대하여 미흡하기 때문에 스쿨존 어린이 보호 시스템을 운영하는 교육청 및 관공서에 시간대별 어린이 입·퇴장 통계를 제공함으로써 업무 효율성을 증대시킬 것이다.

비교적 관심도가 미비한 어린이 보호 분야에 IoT(Internet of Things)를 접목한다면 새로운 산업분야가 창출될 것으로 기대 한다.

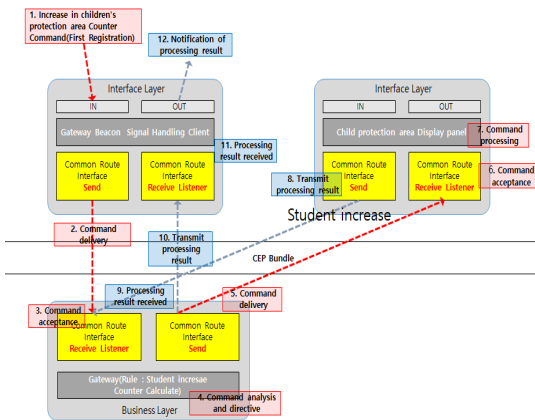


그림 8. 어린이보호구역 Counter 처리 프로세스  
Fig. 8 Counter treatment process in child protection area

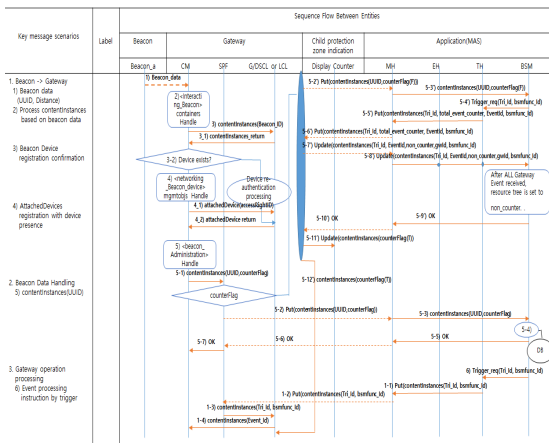


그림 9. 어린이보호구역 장치 연계 처리  
Fig. 9 Device interface handling in child protection area

References

- [1] K. Nam, "A Study on the Office management Service Platform based on M2M/IoT," *J. of the Korea Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 12, no. 09, Dec. 2014, pp. 1405-1413.
- [2] K. Nam, "A Study on Yeong-san River Ecological Environment Monitoring based on IoT," *J. of Korean Society for Internet Information*, vol. 10, no. 2, Feb. 2015, pp. 203-209.
- [3] J. Kim, "A Smart Home Prototype Implementation using Raspberry Pi," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 10, Oct. 2015, pp.

1139-1144.

- [4] K. Nam, "A development of the maintenance function for the solar power plant based on IoT," *J. of Korean Society for Internet Information*, vol. 10, no. 10, Oct. 2015, pp. 1157-1162.
- [5] K. Nam, "A Study on the Establishment of the Safe Kindergarten Connecting a Home and Disaster Preparedness(Life Safety) for Infants," *J. of Korean Society for Internet Information*, vol. 11, no. 3, Mar. 2016, pp. 245-252.
- [6] K. Nam, "A Study on Context-aware Beacon Service Connecting Smart TV," *J. of Korean Society for Internet Information*, vol. 11, no. 5, May 2016, pp. 499-504.
- [7] K. Nam, "A Study on the Rice growing water-management System based on IoT," *J. of Korean Society for Internet Information*, vol. 11, no. 10, Oct. 2016, pp. 989-994.
- [8] K. Nam, "Study on Smart Office Functionality Utilizing KEPCO Gateway," *J. of Korean Society for Internet Information*, vol. 11, no. 11, Nov. 2016, pp. 1107-1112.
- [9] K. Nam, "A Study on Intelligent Bus Management System using Beacon-based BIS," *J. of Korean Society for Internet Information*, vol. 12, no. 1, Feb. 2017, pp. 47-52.
- [10] W. Oh, K. Nam, and S. Pak, "IoT Platform Service to Support Characters," *J. of Korean Society for Internet Information*, vol. 13, no. 3, Jun. 2018, pp. 643-650.

저자 소개



**남강현(Kang-Hyun Nam)**

2003년 용인대학교 경영정보학과 졸업(이학사)  
 2006년 경희대학교 대학원 정보통신학과 졸업(공학석사)

현재 군산대학교 산학협력 중점 교수  
 1986년~2006년 삼성전자 Core망 개발팀 근무  
 2006년~2013년 제주디지털콘텐츠연구소 연구센터 근무  
 2013년~2017년 광주대학교 조교수 근무  
 2013년 ~ 현재 산업통상자원부 이동통신분야 산업기술평가단 위원  
 2014년 ~ 현재 사물인터넷포럼 기술분과위원회 위원  
 2014년 ~ 현재 사물인터넷포럼 표준분과위원회 위원  
 ※ 관심분야 : 사물지능통신, 빅데이터 플랫폼, SDN



**장민석(Min-Seok Jang)**

1989년 연세대학교 전자공학과  
 1991년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1997년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1997년~현재 군산대학교 정보공학과 교수  
 ※ 관심분야 : IoT, USN 응용, 딥러닝, 모바일앱개발

