

# A Study on Advanced Location Awareness Component using Smart Phone GPS in BIS

Hwajeong Lee\*, Jingwang Koh\*, Gyugeun Lim\*\*, Seookcheol Lee\*\*\*

## Abstract

A BIS(Bus Information System) collects, processes and analyzes information such as real-time location and operation status during bus operation. And It is a system that provides valid information to citizens, drivers, traffic centers and bus companies. Transport information system sent by an each bus is collected through GPS(Global Positioning System), DSRC(Dedicated Short Range Communications), Beacon and passed to transport information center. BIS data by collected is handled and analyzed. Next, it is transmitted to citizen, drivers and bus companies in real time. The result of 5 times simulation satisfied the test criteria(error range  $\pm 10m$ ) with an average error range of 3.306m, and the reliability is increased. In this paper, we propose a improved location transfer component that can provide users to quicker and more accurate location information than existing BIS using GPS of smart phone. It can be seen that reliability is improved by securing improved bus position data.

▶ Keyword: BIS, GPS, Location Awareness.

## I. Introduction

BIS는 버스 운행 중 실시간 위치 및 운행상태 등의 정보를 수집, 가공, 분석하여 시민과 운전자, 교통 센터, 버스회사에게 유효한 정보를 제공하는 시스템이다. 일반적으로 승객들은 정류장에 설치된 전광판의 버스도착 예정시간으로 승차시간을 예측한다. 대중교통의 위치추적방식으로는 정류장에 설치된 비콘, 노변기지국과 차량탑재장치가 송수신하는 DSRC, 그리고 GPS를 활용한 위치추적 방법 등이 있다. GPS를 이용한 BIS 위치정보 수집방법은 정류장 도착과 출발, 교차로 통과 시 이벤트 방식만 적용하고 있기 때문에 버스의 지체 시간과 신호대기 시간을 좀 더 정밀하게 예측하고 계산하기 어려운 문제가 있다.[7] 그리고 스마트기기의 사용량 증가와 사용자의 요구가 확대됨에 따라 기존의 시스템을 개선한 사용자 선택형 버스정보시스템이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 버스정보시스템에서 핵심인 정확한 사용자의 위치값 표시 오차범위를 최소화하기 위한 위치 전송 컴포넌트를 제안한다. 아울러 본 논문에서 제안하는 위치정보 컴포넌트로 구현한 어플리케이션을 통해 GPS 위치정확도를 시험한 방법과 환경, 그리고 실험 결과에 대해 기술한다.

## II. Preliminaries

### 1. LBS

LBS란 Location Based Service(위치 기반 서비스)의 약자로 이동통신망이나 GPS 등을 통해 얻은 위치정보를 무선 인터

- First Author: Hwajeong Lee, Corresponding Author: Jingwang Koh
- \*Hwajeong Lee (ghkwjd9045@naver.com), Dept. of Computer Engineering, Suncheon National University
- \*Jingwang Koh (kjg@snu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Suncheon National University
- \*\*Gyugeun Lim (ds4dtg@nate.com), Dept. of Electrical and Electronic Engineering, SongWon University
- \*\*\*Seookcheol Lee (ceo@ltskorea.co.kr), CEO in the LTS Korea co., Ltd.
- Received: 2019. 04. 04, Revised: 2019. 05. 07, Accepted: 2019. 05. 07.
- This work was supported by Suncheon National University Research Fund in 2017.

넷 사용자에게 변경되는 위치에 따르는 여러 가지 서비스를 제공하는 기본적인 공간 서비스들을 가리킨다.[1]

이 서비스는 사용자의 현 위치 정보를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 지리, 의료, 광고, 게임, 교통 등의 생활 전 방면에서 널리 활용되고 있다.

모바일 플랫폼에서 LBS를 사용할 때 GPS를 이용한 인공위성 신호방식과 4G, WiFi등을 이용한 네트워크 신호방식이 있다. 인공위성 신호 방식은 네트워크 신호 방식에 비해 오차 범위가 작지만 배터리 소모가 크고 건물 내 사용이 어렵다는 단점이 있다.[2]

[Table 1.]을 참고하여 안드로이드의 Location API가 제공하는 Location Manager에서 인공위성신호 방식을 이용할 것인지 네트워크 신호방식을 취할 것인지 대한 프로바이더를 결정한다. 그리고 LBS 데이터 갱신을 주기적으로 받을지, 아니면 최초에 한번만 받을 것인지에 대한 설정을 [Table 2.]를 참고하여 완료한다. 이렇게 프로바이더 갱신주기의 설정이 완료되면 그 다음 단계로 실제 LBS 정보를 받는 Location Listener 객체를 선언하고 [Table 3.]에 제시된 메소드 4개를 준비한다. 사용자의 위치가 업데이트될 때 [Table 3.]에서 호출되는 onLocationChanged()에서 [Table 4.]에서 메소드 중 getLongitude(), getLatitude()를 이용해 현재 사용자가 위치한 장소의 위도경도 데이터를 GPS 드라이버나 네트워크 드라이버를 통해 가져와서 double형 변수에 저장하여 사용할 수 있게 된다.[9]

Table 1. LBS Provider Type of Location Manager

Satellite Signal (GPS)	Location Manager. GPS_PROVIDER
Network Signal (4G etc.)	Location Manager. NETWORK_PROVIDER

Table 2. LBS Data Update Cycle Method of Location Manager

requestLocationUpdates()	Register to receive location data updates periodically
requestSingleUpdate()	Register to receive location information only once

Table 3. Method of Location Listener

onLocationChanged()	Called whenever location changed
onProviderDisabled()	Called when provider is unavailable
onProviderEnabled()	Called when provider is available
onStatusChanged()	Called when the provider state changes

Table 4. Method of Location API

getAccuracy()	Estimated value of current position (m)
getTime()	Current Time
getLongitude()	Longitude Value
getLatitude()	Latitude value

위에 제시된 메소드와 다음의 [Fig. 1.]의 LBS 데이터 흐름도를 통해 사용자가 현재 위치한 장소의 위도·경도 데이터를 수신할 수 있으며, 이때 얻은 정보로 지리, 의료, 광고, 게임, 교통 등과 관련된 어플리케이션에서 활용할 수 있다.

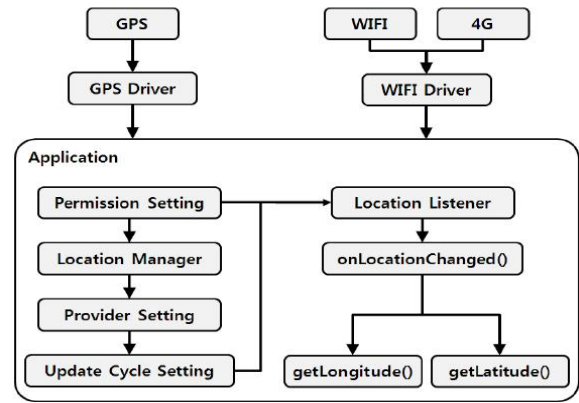


Fig. 1. Location Based Service Data Flow[2]

## 2. Geo Code

Geo Code는 구글맵을 기반으로 주소에서 지리정보(위치와 경도의 좌표값)를 얻거나 지리정보에서 주소를 추출할 수 있는 코드이다. 모바일 플랫폼에서 [Fig. 2.]와 같이 AndroidManifest.xml 파일에서 Http를 설정 한 후 HttpGet 메소드를 이용하여 Geo Code에 접근한다.

```
public void Destination_i=Information_First() {
    HttpGet httpGet = new HttpGet("http://maps.google.com/maps/api/geocode/json?address="+destination+"&sensor=false"); }
```

Fig. 2. Code of Geo Code Access through Http Get

사용자는 [Fig. 2.]의 코드 중 'destination' 변수 안에 원하는 목적지의 명칭을 넣어서 Geo Code에 접근하면 웹 형식 [Fig. 3.]으로 되어 있는 위도·경도에 대한 지리 정보를 탐색할 수 있다.

```
{ "results": [ { "address_components": [ { "long_name": "서울역", "short_name": "서울역", "types": "train_station", "....." }, { "geometry": { "location": { "lat": 37.554531, "lng": 126.970663 }, ".....tation", "establishment" } } ], "status": "OK" }
```

Fig. 3. Example of Geography Information through Geo Code

다음으로는 [Fig. 4.]와 같이 read() 메소드를 이용하여 Geo Code의 지리정보를 추출한 후에 JSON을 이용하여 파서하면 원하는 장소의 위도·경도 데이터를 double형 변수에 저장 할 수 있다.[2]

```
while ((geoInfo = stream.read() != -1) {stringBuilder.append((char)
geoInfo); }
jsonObject = new JSONObject(stringBuilder.toString());
double desLongitude = ((JSONArray)
jsonObj.get("results")).getJSONObject(0).getJSONObject("geometry").
getJSONObject("location").getDouble("lng");
double desLatitude = ((JSONArray)
jsonObj.get("results")).getJSONObject(0).getJSONObject("geometry").
getJSONObject("location").getDouble("lat");
```

Fig. 4. Code of Geo Code Reception through read() and JSON

이러한 데이터 흐름을 통해 사용자는 [Fig. 5.]와 같이 Geo Code를 이용하여 원하는 목적지의 위도·경도 데이터를 얻을 수 있고, 결과적으로 이 데이터를 실생활 다방면에 적용하여 응용할 수 있다.

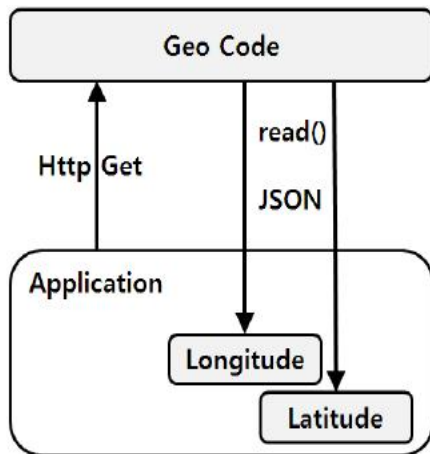


Fig. 5. Geo Code Data Flow[2]

### 3. Dynamic location-aware code using GPS LBS

모바일 환경에서 사용자가 GPS LBS를 사용하기 위해서 첫 번째로 AndroidManifest.xml 파일에서 [Fig. 6.]과 같이 Permission을 설정하여야 한다.[8]

```
<uses-permission android:name =
"android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
<uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_
LOCATION" />
```

Fig. 6. Permission Code for GPS LBS Use at AndroidManifest.xml

그 다음은 [Fig. 7.]과 같이 Location Manager로 LBS로 사용한다고 설정한 뒤, 그 LBS를 requestSingleUpdate 메소드를 통하여 GPS를 이용하기 위한 프로바이더를 설정한다. 그 후 Location Listener의 onLocationChanged라는 메소드와 getLongitude, getLatitude라는 메소드를 통해 현재 위치의 경도·위도 데이터를 double형 변수에 받아들일 수 있다.

```
public void User_Location_Information() {
    LocationManager locationManager =
(LocationManager)context.getSystemService(Context.LOCATION_
SERVICE);
    locationManager.requestSingleUpdate
(LocationManager.GPS_PROVIDER, locationManager, null);
    locationManager = new LocationListener() {
        public void onLocationChanged (Location location) {
            double userLon = location.getLongitude();
            double userLat = location.getLatitude(); } } }
```

Fig. 7. Code for User Longitude Data and Latitude Data Reception

이렇게 사용자의 현재 위도·경도 데이터를 얻은 다음에는 [Fig. 8.]과 같이 Geo Code를 이용하여 원하는 목적지의 명칭을 'destination' 변수에 넣어서 Http Get 방식으로 목적지의 정보를 탐색할 수 있다.

```
public void Destination_i=Information_First() {
    HttpGet httpGet = new HttpGet("http://maps.google.com/
maps/api/geocode/json?address="+destination+"&ka&sensor=
false"); }
```

Fig. 8. Code of Destination Data Access through Http Get

그리고 [Fig. 9.]와 같이 read()메소드를 통하여 정보를 받아온 후에 경도·위도 데이터를 JSON으로 파싱하면 double형 변수에 넣어 활용할 수 있게 된다.[2]

```
public void Destination_Location_Information_Second() {
    while((geoInfo = stream.rea()) != -1) {
        stringBuilder.append((char) geoInfo);}
    jsonObject = new JSONObject(stringBuilder.toString());
    double desLon = ((JSONArray) jsonObj.get("result"))
getJSONObject(0).getJSONObject("geometry").
getJSONObject("location").getDouble("ing");
    double desLat = ((JSONArray) jsonObj.get("results")).
getJSONObject(0).getJSONObject("geometry").
getJSONObject("location").getDouble("lat"); }
```

Fig. 9. Code of Destination Data Access through Http Get

### 4. Use GPS on Smart phone

GPS는 미국방성에서 개발한 위치 추적 시스템으로 위성을 통하여 위치, 속도, 시간 측정 서비스를 제공하는 시스템이다. GPS는 현재 3차원의 위치, 고도 및 시간을 정확하게 측정할 수 있고, 연중 계속 서비스를 제공할 수 있으며, 기상 환경, 간섭이나 방해에 강하며, 전 세계적인 공통 좌표계를 적용한다는 특징이 있다. 지금까지 개발 중에 있는 GPS는 지구의 주위를 선회하는 인공위성 24개와 감시국 5개소, 그리고 제어국으로 구성된다.

현재 GPS는 위성부분, 지상관제 부분, 사용자 부분으로 구성되어 있다. 위성은 사용자가 최소 4개의 위성에서 신호를 받도록 배치되며, 각각 위성은 2개의 밴드 주파수, L1 과 L2를 송신한다.[3]

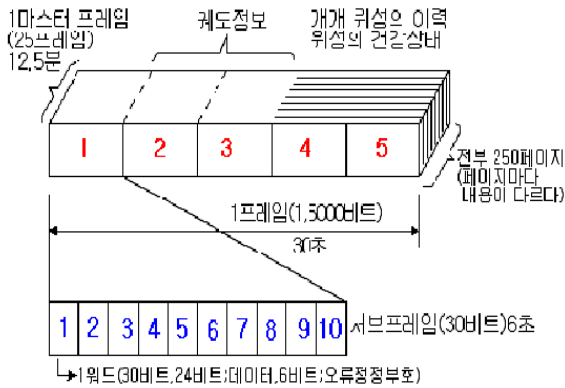


Fig. 10. Composition of GPS navigation message[4]

[Fig. 10.]과 같은 GPS항법 메시지를 통해서 GPS모듈 위치를 추정하고 위성 4개 이상의 시간, 궤도 정보 등을 통해서 현재의 스마트폰의 위치를 추정한다. 본 연구에서 스마트폰의 위치 정보를 추정하는 방법은 인공위성을 통한 방법과 WiFi AP의 위치와 통신사의 기지국 정보를 통해서 [Fig. 11.]과 같은 스마트폰의 위치를 추정할 수 있다.



Fig. 11. Positioning via Smart phone GPS[4]

### III. BIS Internal Management System & Location Transfer Component

#### 1. Composition of BIS

BIS에서 서버와 각 클라이언트 애플리케이션 간 통신은 JSON과 XML형태의 DOM구조로 통신하며 요청한 정보에 따라 각각 적절한 정보를 전달하게 된다.[4] 기본적으로 요청된 질의가 발생될 때 해당 버스의 현재 위치, 사용자와 선택한 정류장과의 거리 및 선택한 정류장까지 버스 도착 예정시간 등을 제공하기 위해 BIS 내부관리시스템에서 기능을 가동한다.

사용자에게 제공할 수 있는 다양한 기능을 가공된 데이터로 응용할 수 있지만 본 연구에서는 [Fig. 12.]와 같이 BIS 내부관리시스템, 위치전송 컴포넌트의 두 가지 기본적인 버스정보시스템만 다룬다.

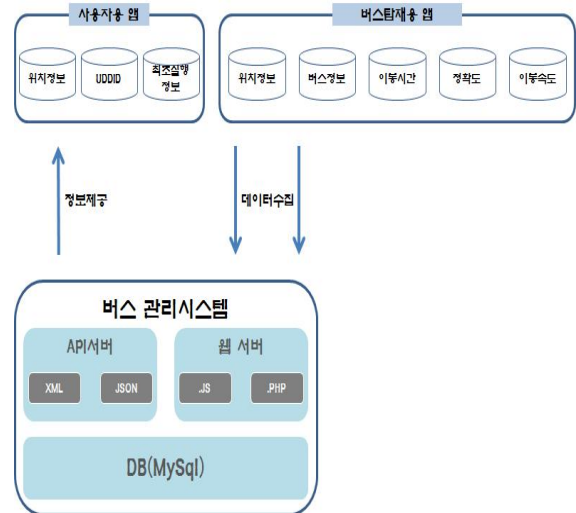


Fig. 12. Diagram of Bus Information System[4]

#### 2. Internal Management System & Location Transfer Component

사용자가 버스용 애플리케이션에 초기에 설정된 값과 자동으로 GPS에서 가져온 값을 전송받아 내부관리시스템에서 데이터를 가공한다. 업데이트된 정보는 사용자의 스마트폰으로 GPS를 활용한 개선된 버스정보시스템을 사용할 수 있다. 버스용 애플리케이션에서 처리하는 버스의 번호, 차량정보, 기사 정보 등 입력 정보를 내부관리시스템으로 MD5의 암호화를 거쳐 전송한다. 이 데이터를 처리하기 위한 내부관리시스템의 데이터베이스 스키마는 [Fig. 13.]과 같다.

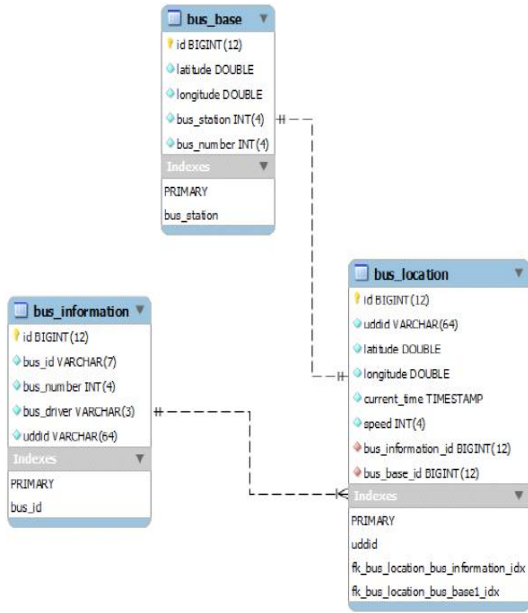


Fig. 13. Database Schema[4]

## IV Simulation Method & Environment

### 1. HW&SW Environment for Component Implementation

전자정부프레임워크 기반의 버스정보관리시스템의 HW/SW 환경은 [Table 5.]와 같으며, 버스 단말기에 설치된 어플리케이션으로부터 받아오는 GPS 좌표가 이 서버시스템으로 넘어오게 된다.

Table 5. HW&SW Environment for Component implementation

Product Component	Implementation Requirements	
Internal Management System	CPU	Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz
	RAM	2GB
	HDD	47GB
	NIC	Ethernet 1000 Mbps * 1 Port
	OS	CentOS Linux release 7.3.1611
	Web Server	Apache/2.4.25
	DBMS	Oracle Database 10g Enterprise Edition Release 10.2.0.1.0 (32bit)

### 2. Simulation Environment on Mobile

실험에 사용된 모바일 단말기 3개의 HW/SW 환경은 [Table 6.]과 같다.

Table 6. HW&SW Environment for Component implementation on Mobile

Mobile Device	HW & SW Specifications	
V20	Model Number	LGF800S
	Manufacturer	LG
	OS	Android 7.0
	Kernel	3.18.31
G5	Model Number	LGF700S
	Manufacturer	LG
	OS	Android 7.0
	Kernel	3.18.31
iPhone7	Model Number	MN962KH/A
	Manufacturer	APPLE
	OS	IOS 11.0

### 3. Internal Management System & Location Transfer Implementation

내부관리시스템 위치전송 컴포넌트 구현한 후 GPS 좌표의 위치 정확도를 측정하기 위하여 구글 위치표시 좌표계와 실제 디바이스에서 표현되는 위치 표시값을 기준으로 비교한다. 스마트 단말기에 설치한 어플리케이션에는 포털사이트 '다음'에서 제공하는 API를 이용하였으며 아래와 같은 조건과 기준으로 테스트하였다.

- 시험조건: 시험 대상 단말기로 각 5회씩 시험하여 위치 정확도 측정
- 시험기준: 오차범위 ±10M 이내로 측정, 전체 성공률이 95% 초과인 경우 적합

### 4. Simulation Results

실험은 [Fig. 13.]과 같이 전라남도 순천시 소재의 순천대학교 창업보육센터와 향림사 등 5곳에서 진행하였으며, 시험 단말기 3개에 표시되는 GPS 좌표(위도·경도)와 구글 맵의 GPS 좌표(위도·경도)를 비교하였다. GPS위치정확도 실험 결과는 [Table 7.]과 같이 각 단말기 별로 평균 오차범위가 3.306m, 2.351m, 5.945m으로 측정되었으며, 전체 성공률 또한 100%로 시험 기준을 만족하였다.

Table 7. Mean Error Range Result of Test Device

Test Device	Mean Error Range(m)
V20	3.306
G5	2.351
iPhone7	5.943



Fig. 14. Google's coordinate system of Location Display & Coordinate Values on Test Device(V20)

### V. Conclusions

기존 시스템에서는 정확한 사용자의 위치값 표시 오차범위를 최소화하기 위한 문제점들을 개선한 버스정보시스템이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 보다 정확한 사용자의 위치값 표시 오차범위를 최소화하기 위한 위치 전송 컴포넌트를 제안하였다. 아울러 스마트폰으로 GPS를 활용한 개선된 버스정보시스템에 적용하였고 시뮬레이션 결과 제안된 위치전송컴포넌트의 GPS 위치 정확도는 [Table 7.]과 같이 각 단말기 별로 평균 3.306m, 2.351m, 5.943m로 세계 최고수준 GPS 위치정확도 보유 기관인 구글이 ±10M 오차범위 기록과 비교했을 때 GPS 위치정확도 오차범위를 상당히 줄였음을 보였다. 기존에 문제였던 교차로를 통과할 때마다 발생한 이벤트로 위치 및 도착에

정시간을 예측하였던 기존 BIS에 비해 개선된 버스 위치데이터를 확보함으로써 [Fig. 14.]와 같이 보다 정확하고 신뢰도가 향상됨을 보였다.

## REFERENCES

- [1] <http://100.daum.net/encyclopedia/view/188XX75602531>
- [2] Chang-Hun Jung and Chul Jin Kim, "A Dynamic Location Recognition Technique for Location-based Service," JKAIS, Vol.15, No.7, pp. 4562-4572, 2014.
- [3] <http://ktechno.co.kr/techgisa/gps9908/>, GPS positioning principle and application system.
- [4] Jae Heung Park, "Advanced Bus Information System Using Smart Phone GPS," master's thesis, Gyeongsang National University, 2014.
- [5] Seung-Cheon Kim, "Bus Information System based on Smart-Phone Apps using GPS Information," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.11, No.3, pp. 169-174, 2011.
- [6] Seungil Kim, Youngchan Kim and Chungwon Lee, "Systematic Error Term Analysis on Bus Arrival Time Estimation," Journal of Korean Society of 11Transportation, Vol.24, No.4, pp. 117-127, 2006.
- [7] Soon Ho Kwon, "A Study on Improvement of the Bus Information System Performance Applying A New Event Information Algorithm," master's thesis, Yonsei University, 2006.
- [8] <https://developers.google.com/maps/documentation/-java-script/geocoding?hl=ko>, Geocoding Service.
- [9] <http://mainia.tistory.com/1153>, Android GPS (2016).
- [10] G. Jarjees and C. R. Drane, Prediction of Vehicle Travel Times Using Ancillary Information Sources, 8th World Congress on Intelligent Transport system, 2001.
- [11] Sang Hyuk Lee, Hong Chul Lee, Jae Seok Kim, "Analysis for Delay factors of City Bus using GPS Received Data," Conference of Korean Society of Civil Engineers, Vol.2002, No.11, pp. 143-146, 2002.

## Authors



Hwajeong Lee received the B.A. degree in Spanish from Chosun University, Korea in 2015. She is currently studying for a master's degree in the Department of Computer Engineering at Suncheon National University, Suncheon, Korea.

She is interested in IoT and Database.



Jingwang Koh received the B.S., M.S. and Ph.D. degree in Computer Engineering from Hongik University, Korea, in 1982, 1984 and 1997 respectively. He is currently a professor in the Department of Computer Engineering at Suncheon National

University, Suncheon, Korea. He is interested in IoT, Wireless Sensor Networks and Database.



Gyugeun Lim received his B.S., M.S. and Ph.D degree in the Department of Electronic Engineering from Chosun University in 1982 and Inha University in 1986, and Electrical Engineering, Chosun University in 2015, respectively. Currently,

he is the Faculty of Electrical and Electronic Engineering Department, SongWon University, Korea. His research interests Mobile Ad-hoc Networks, Wireless Sensor Networks and Vehicular Ad-hoc Networks.



Seookcheol Lee received the associate degree in Computer Science Suncheon Jeil College, Korea in 2013. He is currently a CEO in the LTS Korea co., Ltd., Korea. The "LTS Korea" is a leading company in database technology and CMS(Contents

Management System) solution. He is interested in database with IoT.