

교통약자를 위한 사물인터넷 기반 버스 알림 서비스 시스템 개발

Development of Bus Notification Systems Based on IoT for Vulnerable Pedestrians

장원창 · 박지상 · 이명희

한국기술교육대학교 전기전자통신공학부

Chang-one Jang · Ji-Sang Park · Myung-Eui Lee

Department of Electrical, Electronics and Communication Engineering, Korea University of Technology and Education, Chungcheongnam-do 31253, Korea

[요 약]

고령화 사회가 다가옴에 따라 교통약자가 증가하는 추세이며, 이에 따라 대중교통에 대한 문제점은 다발적으로 발생하고 있다. 발생하는 대부분의 문제점은 버스 운전기사가 탑승할 승객을 인지 못하고 정류장을 지나치는 것이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 IoT기반의 버스 알림 서비스 시스템을 개발하였다. 개발한 시스템은 공공데이터를 이용하여 버스 노선을 확보한 뒤 GPS정보를 이용하여 사용자에게 정류장 위치를 알려주고 버스 운전기사에 탑승해야 하는 승객의 정보를 전달하는 시스템이다. Application을 만들어 각 지역별로 실외에서 실제 움직이는 차량의 위치를 GPS로 수신한 후 데이터를 전송하는 방법을 통해 연구를 진행하였다. 실험 결과 사람이 많은 경기지역에서도 승객의 위치를 제대로 판별하는 것을 확인할 수 있었으며, 평균오차거리는 31m 이며, 오류로 처리해야 할 데이터를 제외할 경우 19m 로 높은 신뢰성을 제공한다.

[Abstract]

As more populations are getting older, the number of vulnerable pedestrians is increasing, thereby social problems related to transportations also frequently occur in different areas and situations. Many of such problems come from bus drivers who may pass bus stops not recognizing passengers about to board. In this paper, we propose a new IoT bus notification system developed to avoid these situations. Our implementation aims to gain bus service routes using publicly opened data, notify passengers about bus stop locations using GPS information and finally deliver the positions of those passengers to the bus drivers so that they can hardly miss passengers who are willing to board on the right stop. By creating an application, it was conducted by means of a GPS to communicate the location of the vehicle by means of GPS and transfer data to the location of the vehicle. Experimental results show that it is possible to accurately determine the position of passengers even in a crowded race area. The average error distance is 31m, and if the data to be processed as error is excluded, it provides a high reliability as 19m.

Key word : Internet of things, Public data, Vulnerable pedestrians, Bus notification systems, Android application.

<https://doi.org/10.12673/jant.2016.20.6.588>



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 19 October 2016 Revised 25 November 2016

Accepted (Publication) 28 December 2016 (30 December 2016)

*Corresponding Author; Myung-Eui Lee

Tel: +82-041-560-1186

E-mail: melee@koreatech.ac.kr

1. 서론

대중교통서비스는 기초 생활 인프라로서 대중들의 보편적인 일상생활을 위한 타 시설 타 지역으로의 이동권을 보장해주는 공공서비스이다. 특히 노약자 등 이동에 취약한 계층에게는 꼭 필요한 시설로의 접근이 가능토록 하는 이동수단이기 때문에 정부와 자치단체가 대중교통 서비스를 위한 투자에도 불구하고 이들을 위한 이동환경의 불편과 접근성이 보장되지 않은 경우가 발생하고 있다.

그림 1은 10년 1월부터 13년 4월까지 국민신문고에 접수된 전국의 버스 무정차 관련 민원의 평균을 나타낸다. 시간대별로 오전은 대체적으로 5.3 ~ 6으로 낮게 발생하지만 저녁에 매우 높게 발생되고, 특히 퇴근시간에는 8.8로 대중교통을 이용하지 못하는 시민이 다수 발생되는 것을 확인할 수 있다.

우리나라의 교통약자는 2013년말 기준 1,278만 명으로 전체 인구의 25 %를 차지하고 있다. 교통약자의 절반(48.9 %)은 고령자(65세 이상)이고, 어린이, 영유아동반자, 장애인, 임산부 순으로 조사되었다[1]-[3].

통계청 자료에 따르면 2015년 기준 대한민국의 65세 이상 고령인구가 13.1 %를 기록하였다. 2017년이면 UN(United Nations)의 ‘고령사회’ 기준인 14.0 %를 넘어설 것으로 예측된다[4]. 따라서 교통약자들의 기본적인 이동권 보장을 위해 교통약자의 이동권 증진을 위한 대중교통서비스 시스템 도입이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 한국 지능 교통정보 시스템 학회에서 교통 약자 차량 서비스에 대한 연구와 서울 도시 연구원에서 교통 약자 유형별 이동행태분석 및 맞춤형 대중교통정보 제공 방안에 대한 연구 등 많은 연구가 진행되고 있으나, 실제 사용하기에는 버스의 위치정보 부재와 사용자에게 서비스를 제공할 수단이 없는 문제가 존재한다[6]-[8].

IoT(Internet of Things)는 생활 속 사물을 유무선 네트워크로 연결해 정보를 공유하는 환경을 뜻한다. 이 기술을 이용할 경우 사용자는 자신의 요청 정보나, 필요 정보를 서로 공유함으로써 다양한 서비스를 제공할 수 있다[5].

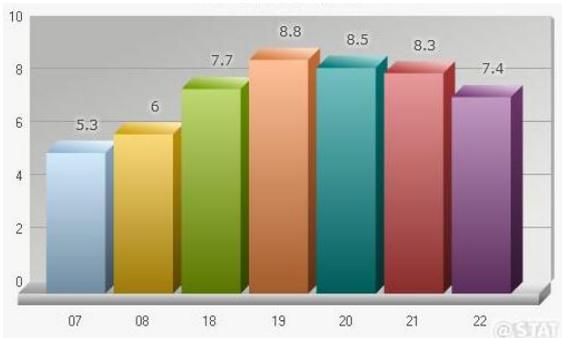


그림 1. 시간대별 버스무정차 발생 현황

Fig. 1. Hourly bus non-stop occurrence status.

표 1. 국토교통부의 2013년 교통약자 현황

Table 1. Vulnerable pedestrians status in 2013 of Ministry of land, infrastructure and transport.

Division	2013(Person)	Rate(%)	Population(%)
Disabled	1,468,556	115.5 %	2.9 %
Elderly Person	6,250,986	48.9 %	12.2 %
Pregnant Woman	436,455	3.4 %	0.9 %
Children	2,322,614	18.2 %	4.5 %
Child Companion	2,301,320	18.0 %	4.5 %

본 논문에서는 버스 정류장에서 교통약자들이 효율적으로 버스를 탑승할 수 있도록 도와주는 버스 알림 서비스 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 사용자가 탑승정보 및 하차정보를 입력하면 위치정보를 바탕으로 주변 정류소의 정보를 제공하고 정류소에 정차하는 버스를 선택하면 데이터 서버에 사용자의 정보가 전달되고, 데이터 서버에 저장된 정보를 버스에 전송하여 버스 운전기사가 정류소의 승객 수, 하차승객 수, 교통약자의 유무 등 승객 정보를 보며 버스를 운행할 수 있도록 도와주는 시스템이다. 이를 이용할 경우 버스가 인지하지 못하는 교통약자를 인지할 수 있도록 도와주며 교통약자에게 탑승해야 하는 버스를 알려줄 수 있기 때문에 버스가 대기승객을 지나치는 것을 방지하여 대중교통의 만족도를 향상시키고, 교통약자의 이동권을 보장시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 2장에서 제안 시스템의 동작기능 및 흐름, 사용자 App.과 운전자 App.의 구성 및 동작에 대해 설계하였으며, 3장에서는 설계한 시스템을 구현 및 실험을 통해 결과를 도출하였으며, 마지막 4장에서 결론을 맺는다.

II. IoT 기반 버스 알림 서비스 시스템 설계

2-1 IoT 기반 버스 알림 서비스 동작 흐름

본 논문에서 제안한 교통약자를 위한 IoT 기반 버스 알림 서비스 시스템은 그림 2와 같은 흐름을 통해 동작을 한다. 사용자의 휴대폰에서 운전기사의 태블릿 PC 혹은 모니터 시스템으로 데이터를 직접적으로 전달할 수 없으므로 사용자의 휴대폰으로부터 서버로 승객의 탑승정보(정류장 이름, 상태)를 전송하고 버스는 정류장 도착시점과 정류장을 출발 하는 시점으로부터 정류장 탑승 승객의 정보를 수신하게 된다.

교통약자를 위한 서비스 시스템이기 때문에 사용자 앱은 간단한 방식으로 정보를 입력하게 된다. 사용자 어플리케이션은 구동할 때 GPS(Global Positioning System)로부터 자신의 위치를 표시하고 인근의 정류소 목록을 보여준다.

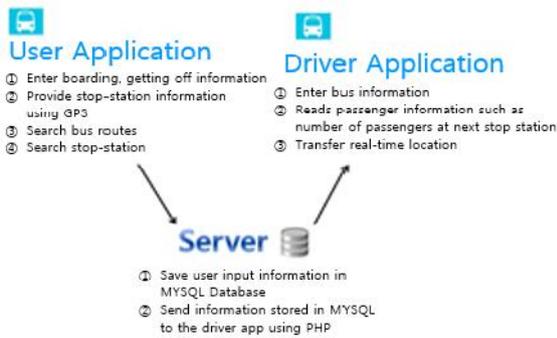


그림 2. 교통약자를 위한 버스 알림 서비스 시스템 동작 흐름도
 Fig. 2. The operational flow diagram of bus notification systems for vulnerable pedestrians.

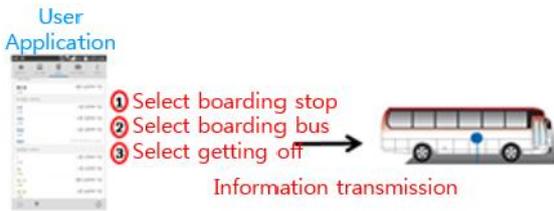


그림 3. 사용자 App의 동작 흐름도
 Fig. 3. The operational flow diagram of the user App.

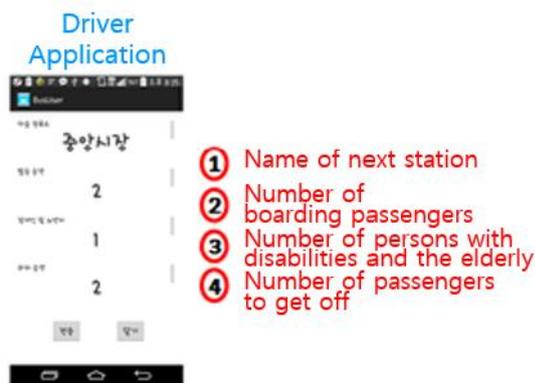


그림 4. 운전자 App의 동작 흐름도
 Fig. 4. The operational flow diagram of driver App.

그 후 사용자는 보이는 정보를 토대로 탑승 정류소를 선택하고 목적지에 따라 버스 노선을 선택한 후 하차 정류소를 선택한다. 여기서 목적지에 따라 버스 노선을 선택하는 것은 사용자의 편의를 생각한 것으로 버스에서 친구를 만나거나, 꼭 경유해야 하는 중간 목적지가 존재할 수 있으므로 이와 같은 내용이 설계되지 않을 경우 사용자가 불편을 겪을 수 있기 때문이다.

버스에는 스마트폰, 태블릿 PC, 모니터 시스템 중 하나의 시스템이 장착되며 GPS정보로 입력된 위치에 도착하거나, GPS 위치 인근에 도착할 경우 서버로부터 정보를 자동으로 수신한다. 버스에 탑재되는 프로그램은 버스 운전기사가 운전하며 따로 정보를 입력할 수 없기 때문에 정보를 제공하는 서비스만 가능하다.

2-2 IoT 기반 버스 알림 서비스 시스템의 사용자 앱 구성

사용자 앱은 총 4가지의 메뉴로 구성되어 있다. 첫째로 서비스 메뉴는 본 논문에서 제안하는 IoT 기반 버스 알림 서비스의 핵심 기능으로 주변정류소를 검색하고, 검색한 정류소를 바탕으로 사용자가 탑승할 정류소를 선택하는 기능이다. 여기에 추가적으로 버스 운전기사가 교통약자 여부를 확인하기 위해 별도의 체크 박스를 삽입하여 체크할 경우 버스 운전기사가 탑승 승객 중 교통약자가 있는 것을 확인할 수 있다.

두 번째 메뉴는 노선번호이다. 이 기능은 버스번호를 검색할 수 있는 것으로 검색하고 싶은 버스를 입력하면 각 번호가 포함된 모든 버스를 검색하는 것으로 교통약자를 포함해서 다수의 사람들은 자신이 탑승해야 하는 노선의 버스번호가 갑자기 기억이 안 나는 설단 현상을 겪을 수 있다. 이 때 간단한 번호를 입력함으로써 기억을 되살리는 기능으로 이 메뉴를 통해 사용자가 좀 더 편리하게 노선을 검색하고 버스를 선택할 수 있다. 또한 기존 시스템의 편의성을 본 시스템에도 적용하기 위해 버스 노선 정보는 해당 버스가 출발하는 정류소부터 마지막 정류소까지 정보를 출력하며, 각 버스의 첫차 시간, 막차 시간, 버스 간격 시간 등의 정보로 제공한다.

이 기능은 앞서 제시한 첫 번째 메뉴와 연결되어 정류소에 접근중인 버스번호 및 도착예정시간, 정류소의 위치도 확인이 가능하다.

세 번째 메뉴는 정류소로 사용자가 알고 싶은 정류소를 검색할 수 있는 기능이다. 검색하고 싶은 정류소의 이름을 일부 입력하면 유사검색 기능을 통해 입력한 단어로 시작하는 정류소가 필터링 되어 출력된다. 이 또한 첫 번째 기능과 연결되어 서비스를 제공하는 역할을 수행한다.

마지막 네 번째 메뉴는 설정이다. 이 설정은 앱의 버전 정보 및 관리자에게 문의할 수 있는 기능이 포함된 것으로 앱의 버전은 휴대폰에 설치된 앱이 업데이트 될 경우 현재 앱의 정보를 수신 받아 업데이트 알림을 보여주기 위해 사용된다.

2-3 IoT 기반 버스 알림 서비스 시스템의 운전자 앱 구성

운전자 앱은 사용자 앱과 달리 모니터 기능이 중심으로 두 가지 기능이 탑재되어 있다. 첫 번째 기능은 버스는 운전기사가 교체되거나, 노선이 바뀔 경우가 존재하기 때문에 사용자 정보를 입력하는 기능이 필요하다. 따라서 사용자 정보 기능은 버스기사의 정보를 입력하는 탭으로 구성되어 있으며, 버스기사의 이름과 버스번호를 입력하는 공간이 존재한다. 버스 운전기사는 운행을 위해 버스에 탑승한 후 앱을 통해 자신이 운행할 버스의 노선과 자신의 이름을 입력한다. 입력받은 정보는 서버로 전송이 되며, 서버로부터 운행 노선에 대한 정보를 수신 받아 운행 정보를 표시하게 된다.

두 번째 기능은 정류소 정보기능으로 사용자 정보로부터 수신 받은 노선 정보를 토대로 서버로부터 탑승객 정보를 수신 받

을 수 있는 기능이다. 이 기능은 정류소의 이름, 탑승 승객의 수, 장애인 및 노약자의 수, 하차 승객의 수와 같은 정보를 버스 운전기사에게 전달한다.

III. 시스템 구현 및 평가

제안한 시스템을 구현 및 평가하기 위해 사용자 및 버스 운전기사에 대한 프로그램을 안드로이드 SDK(Software Development Kit)를 이용하여 구현하였으며, 버스정류소 정보는 공공데이터 API(Application Programming Interface) 정보를 통해 대전의 버스 정류소 정보를 이용하였으며, 서버의 데이터 베이스는 공공 정보 파일인 XML(Extensible Markup Language)로 제공되기 때문에 SQLite를 이용하였다.



그림 5. 사용자 App의 초기 화면
Fig. 5. The initial screen of user App.

그림 5는 개발된 사용자 앱의 초기 구동화면이다. 2-2에서 설계한 사용자 앱 구성으로 4개의 서비스가 한눈에 보일 수 있도록 개발하였다. 구글에서 제공하는 구글 API를 통해 MAP API Key를 받아서 구글 지도에 정보를 표시할 수 있도록 표시하였으며, 스마트폰의 GPS에서 수신된 위도와 경도 값과 주변 정류소의 위도, 경도 값을 서로 파싱하여 지도에 이미지로 표시하였다.

그림 6은 사용자가 정류소를 선택했을 때의 화면으로 도착 예정 버스의 노선과 도착 시간을 보여준다.

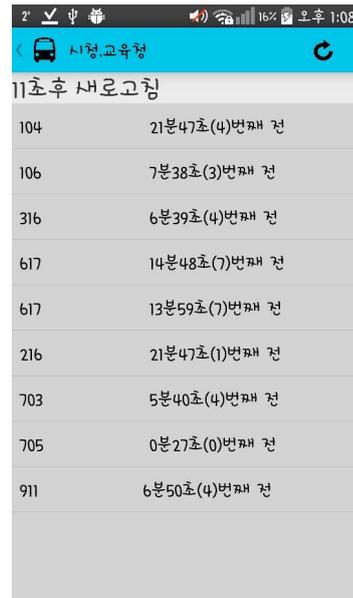


그림 6. 정류소 선택 화면
Fig. 6. Bus stop selection screen of user App.

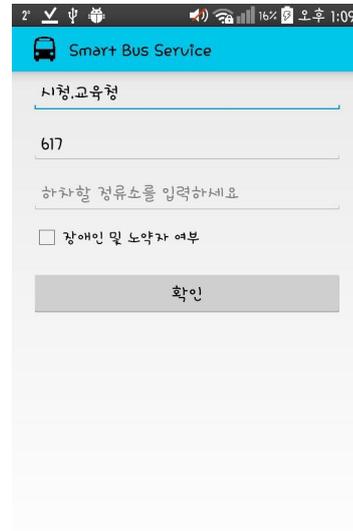


그림 7. 입력정보 확인 및 하차 정보 입력
Fig. 7. Boarding information check and enter of get off information.

그림 7은 버스를 선택했을 때 입력한 정보를 확인하고 하차할 정보를 입력하는 곳으로 탑승객의 정보를 같이 입력할 수 있다. 입력한 정보는 그림 8과 같이 데이터베이스에 저장된다. 저장 될 때 사용자의 중복을 피하기 위해 입력한 휴대폰의 고유 MAC 번호를 이용하였으며, 'station' 필드의 정보를 이용하여 정류장에서 탑승해야하는 인원을 버스 운전기사에게 전송할 수 있도록 하였다. 그림 9는 버스 운전기사가 최초 앱을 구동하는 화면으로 자신의 이름과 버스정보를 입력하는 화면이다. 버스 운전기사가 자신의 이름과 버스의 정보를 입력하면 그림 10

의 데이터베이스를 이용하여 그림 11에서 보이는 것처럼 노선 정보를 불러와 화면에 표시하게 된다. 표시된 정보를 확인 후 정류소 정보를 누르면 그림 12와 같이 정류소 인근에 도착하거나, 정류소를 출발할 때 탑승 승객 수와 장애인 및 노약자의 수, 하차할 승객의 수를 표시해준다.



그림 8. 입력정보 확인 및 하차 정보 입력
 Fig. 8. Boarding information check and enter of get off information.

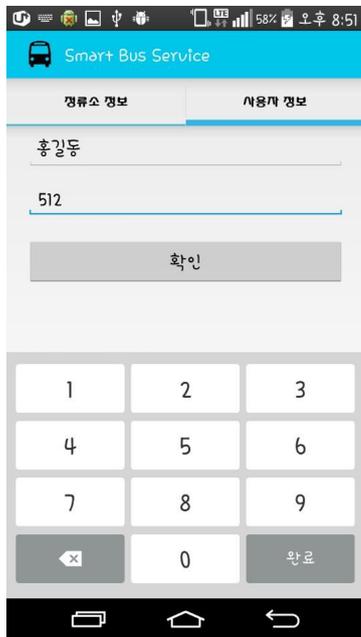


그림 9. 운전자 App의 초기 화면
 Fig. 9. The initial screen of the driver App.

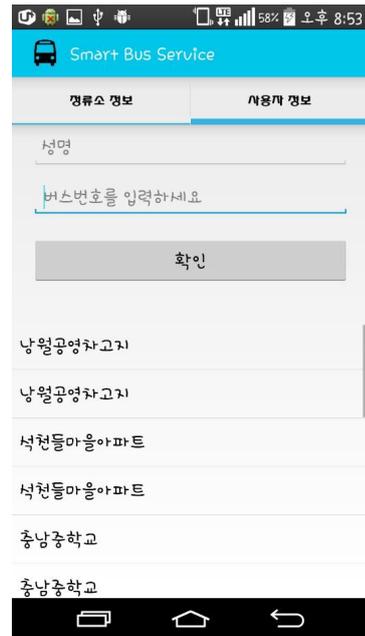


그림 10. 운행 노선 표시
 Fig. 10. Driving route display.

구현된 시스템이 실제 환경에서 사용가능한지에 대한 여부를 판단하기 위해 경기도 버스 공공데이터를 이용하여 데이터베이스를 재구축하였으며, 실제 외부에 차를 운행하며 위치 정보를 수집하고 거리오차를 판단하여 서비스 적합 여부를 측정하였다. 실험 방법은 자동차에 운전자 앱을 실행시킨 후 다른 차를 이용하여 선 도착한 실험자들이 앱을 통해 탑승 정보를 입력하면 자동차의 운전자가 실험자들이 입력한 정보가 제대로 들어오는 것과 인식되는 위치 차이가 얼마인지에 대해 측정하였다. 표 2는 실험한 지역의 정류소들이며, 그림 12는 각 위치에 접근했을 때의 위치오차이다.

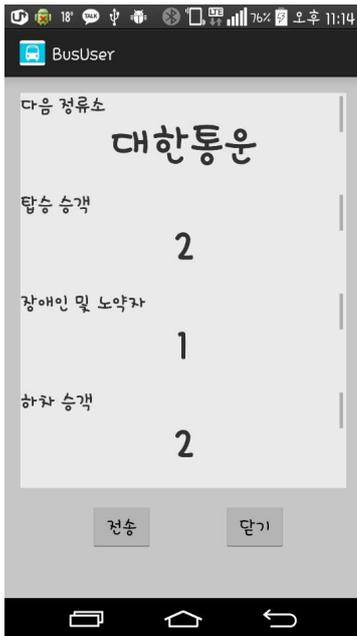


그림 11. 운행 중 운전자의 모니터 화면
 Fig. 11. The monitor screen of driver on driving.

표 2. 정보를 수집한 경기지역의 버스 정류장 목록
 Table 2. Experimental bus stop list of Gyeonggi province.

Number	Name of station
1	Subway line 4 Injeok Station
2	KT Donganyang Station
3	Gwiin Elementary School Station
4	Kkummaeul Hansin Apartment Station
5	Anyang Agricultural sale market Station
6	Anyang Haitai Shopping Mall Station
7	Burma-dong Community Center Station
8	Buan Middle School Station
9	Pyeongan-dong Community Center Station
10	Pyeongchon Hallym University Hospital

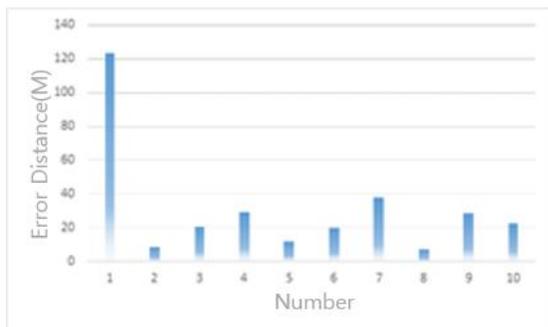


그림 12. 실험 지역별 거리 오차
 Fig. 12. Distance error at tested regions.

지역 1의 지하철 4호선 인덕원역에서는 거리오차가 커서 도착시점에도 탑승인원이 0명이었으나, 지역 2에서부터 10까지의 모든 지역에서는 인근에 도착할 때 탑승 승객이 실험인원과 같은 인원으로 뜨는 것을 확인할 수 있었다.

실험 결과 정류소 1의 경우 거리 오차가 100m 이상이 발생하였으며, 정류소 7의 경우 거리 오차가 30 ~ 40m, 20 ~ 30m인 경우도 3개의 정류소에서 발생하였다. 이는 GPS에서 고 궤도 위성으로부터 Ehpemeris 데이터를 수신하여 GPS 위성의 위치를 찾은 후 자신의 위치를 측위할 때 가지 오차 범위가 존재하기 때문에 발생한 문제와 GPS의 특성상 건물에 둘러싸인 지역에서 신호의 왜곡에 의해 발생하는 문제들이다. 이를 해결하기 위해 향후 실험에서는 A-GPS를 이용하여 거리오차를 줄이는 실험과, GPS 연결을 끊지 않은 상태에서 버스의 정보를 n시간마다 추적하여 벗어난 거리만큼 보정해주는 시스템을 추가적으로 연구 및 개발 할 것이다.

IV. 결 론

고령화 사회가 다가옴에 따라 교통약자가 증가하는 추세이나 대중교통에 대한 문제점들은 지속적으로 발생하고 있다. 발생하는 대부분의 문제점은 복잡한 버스 정류장 혹은 사각이 존재하는 버스 정류장에서 버스 운전기사가 탑승할 승객을 인지 못하고 무정차로 정류장을 지나치는 것이다. 이러한 문제점은 일반 시민 및 교통약자들의 기초 생활권 중 하나인 이동권을 침해하는 것으로 이에 대한 문제 해결이 시급하다. 본 논문에서는 교통약자들의 기초 생활권 보장을 위해 공공데이터를 이용하여 교통 정보 데이터베이스를 구축 후 안드로이드 기반의 휴대용 기기에서 탑승할 정류소를 지정하면 통신 네트워크를 통해 자동으로 버스 운전기사에게 탑승할 승객의 정보를 전달하는 IoT 기반의 버스 알림 서비스 시스템을 개발하였다. 비록 한군데의 장소에서 오차가 100 m 이상 발생하였으나 정류장과 정류장 사이의 거리는 대부분 100 m 이상의 간격이 있기 때문에 프로그램 상에서 해결이 가능하여 실제 생활에서 오류 없이 서비스를 제공할 수 있는 시스템을 개발 할 수 있었다. 또한 인구 밀집 지역인 경기도 지방에서 수행한 실시간 실험결과, 위치를 정확하게 수신하여 버스 운전기사에게 전달하는 것을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

[1] K. H. Kim, Study on mobility handicap's travel convenience promoting measures, MS. dissertation, Korea University, Seoul, Korea, 2010.
 [2] K. Yoo, A study on the improvements of public transportation system for the transportation vulnerable: focused on land traffic of the Busan district, MS. dissertation, Chonbuk National University, Chonbuk, Korea, 2016.
 [3] J. N. Pack, A supporting plan of the Public Transit for the Transportation Handicapped, MS. dissertation, Hansung

University, Soule, Korea, 2013.

- [4] Ministry of land, infrastructure, and transport. 2014 vulnerable road users move convenience Survey research [Internet]. Available : http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95077157
- [5] K. M. Lee, and W. B. Bum, "Smart-phone application for alarming a bus destination arrival," *The Journal of Sangji University Telecommunications Research Institute*, Vol. 7, No. 2, pp. 61-65, June, 2011.
- [6] W. H. Kim, S. H. Lee, and S. H. Kim, "A Study on Travel Behavior of the Mobility Handicapped and Custom-made Transit Information System," *The Journal of The Seoul Institute*, Vol. 9, No. 2, pp. 105-119, June. 2008.
- [7] W. H. Kim, "An advanced transportation service strategy for guaranteeing the right of transportation," *The Journal of KRIHS*, No. 354, pp. 33-42, April, 2011.
- [8] T. H. Kim, B. J. Park, and W. E. Kang, "A Study for Solving Multi-Depot Dial-a-Ride Problem Considering Soft Time Window," *The Journal of Korea Intelligent Transport System*, Vol. 11, No. 5, pp. 70-77, Oct, 2012.



장 원 창 (Won-Chang Jang)

2012년 3월 ~ 현재 한국기술교육대학교 전기전자통신공학과 (공학사)
※ 관심분야 : Embedded System



박 지 상 (Ji-Sang Park)

2011년 2월 : 극동대학교 게임디지털컨텐츠학과 (공학사)
2014년 2월 : 한국기술교육대학교 전기전자공학과 (공학석사)
※ 관심분야 : 상황인지, 사물지능통신, 차량상황제어



이 명의 (Myung-Eui Lee)

1985년 2월 : 인하대학교 전기공학 (공학사)
1987년 2월 : 인하대학원 기기 및 제어 (공학석사)
1991년 8월 : 인하대학원 기기 및 제어 (공학박사)
1995년 8월 : 현대전자 선임연구원
2004년 1월 ~ 2005년 1월 : U.C.Berkeley 객원교수
1995년 9월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 교수
※ 관심분야 : 제어계측 시스템, 시스템 소프트웨어, 위성통신시스템