

블루투스 통신 기술을 이용한 개별 차량에 대한 교통 신호 정보 전달 및 관리 시스템 개발



정희라*, 강대성**

Development of Traffic Signal Information Delivery and Management System for Individual Vehicles Using Bluetooth Network

Hee-Ra Jeong*, Dae-Seong Kang**

이 논문은 2017 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2017R1D1A1B04030870)

요 약

현대 사회에서 차량의 증가로 인해 교통사고 횟수가 증가하였다. 특히 가벼운 접촉 사고가 많이 일어나는데 그 중 하나의 원인은 교통 신호를 정확히 인지하지 못하여서이다. 인지하지 못하는 이유는 운전자의 부주의, 앞 차량으로 인한 시야 확보 불능, 신호등이 너무 앞에 있어 앞 차량 시야에 포함 되지 못하는 경우 등이다. 이러한 이유로 인해 직접적이든 간접적이든 교통사고를 야기하는 것이 현실이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 인지적 문제에 대해 무선 통신 기술을 통해 해결하고자 한다. 교통 신호등에서 발생하는 신호 정보를 차량 내부에서 시각 또는 청각적으로 운전자에게 인식하게 하여 인식 사각을 없애 사고 발생 확률을 감소시키는 데에 본 논문의 목적이 있다. 신호 정보에 이동 방향에 대한 정보를 함께 송신하고 GPS와 가속도 센서를 혼합하여 차량의 이동 방향을 계산해 차량의 이동방향에 맞는 신호정보를 운전자에게 제공한다. 또한, 제안 기술을 바탕으로 신호등 유지 관리를 적은 비용으로 효율적으로 할 수 있는 방안에 대해 기술한다.

Abstract

In these days, the number of traffic accidents has increased due to the increase in vehicles. In particular, there are many minor accidents, and one of the reasons is that the traffic signals are not recognized correctly. Unrecognized reasons include the driver's carelessness, the inability of the vehicle ahead to get visibility, and the presence of a traffic light so forward that it is not in front of it. Therefore, in this paper, these cognitive problems are resolved through the use of wireless communication technologies. The purpose of this paper is to reduce the probability of an accident by having the signal information generated by traffic lights recognised to the driver visually or audibly inside the vehicle. Transmission of information about direction of travel together with the signal information and the combination of GPS and acceleration sensors to calculate the direction of travel of the vehicle and provide the driver with signal information appropriate to the direction of travel of the vehicle. In addition, the proposed technologies are used to describe measures for efficient operation of signal lamp maintenance at low cost.

Keywords

traffic accident, safety, signal recognize, wireless system

* 동아대학교 전자공학과
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1477-6606>
** 동아대학교 전자공학과 교수(교신저자)
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0186-2430>

· Received: Aug. 18, 2017, Revised: Mar. 16, 2018, Accepted: Mar. 19, 2018
· Corresponding Author: Dae-Seong Kang
Dept. of Electronic Engineering, Dong-A University, Busan, Korea.
Tel.: +82-51-200-6968, Email: ds kang@dau.ac.kr

1. 서 론

도로교통공사에서 제시한 2016년판 교통사고 통계 요약에 따르면 2015년 등록된 자동차의 등록대수는 약 2천4백만 대에 이르며, 이는 국민 인구 2명당 1명의 비율로 자동차를 소유하고 있다는 결론이다. 이런 자동차 소유량의 증가로 인해 필연적으로 교통 사고량이 증가하게 된다. 표 1은 가해운전자 범규위반별 교통사고 현황을 나타낸다. 2015년도 기준으로 연 23만 건에 이르며 1일에 약 600건의 사고가 발생한다. 발생하는 교통사고 중 직접적인 신호위반의 건수가 연간 약 2만 6천 건이며, 이는 전체 사고 중 10%를 초과한다. 이런 직접적인 통계 외에도, 교통 신호를 제대로 인지 못하였을 경우, 안전거리 미확보나 안전운전 의무 불이행, 교차로 통행방법 위반 등의 사고도 간접적인 요인으로서 작용 할 수 있다. 따라서 교통사고 발생원인 중 교통 신호를 제대로 인식하지 못하는 것이 큰 비율을 차지하는 것을 알 수 있다[1].

이런 교통 신호 인식 부재로 인해 발생 되는 교통사고를 방지하기 위해서는 기존의 시스템과는 별도로 운전자에게 교통 신호를 상기 시켜줄 수 있는 대안이 필요하다. 이러한 대안을 본 논문에서는 무선 통신 기술을 이용하여 해결 방안을 제시한다.

표 1. 2015년 교통사고 현황[1]

Table 1. The current state of traffic accidents, 2015[1]

Driver violation type	Occur	Dead	Injury	Mortality rate
Total	232.035	4.621	350.400	2.0
Speeding	593	166	1.068	28.0
Centerline violation	11.998	412	20.561	3.4
Signal violation	26.511	382	44.198	1.4
Unsafe safety distance	21.708	86	38.562	0.4
Failure to operate safely	130.551	3.165	187.562	2.4
Violations on Cross Road	14.671	62	23.062	0.4
Violations of pedestrian protection duty	7.852	171	7.974	2.3
ETC	18.421	177	27.419	1.0

본 논문에서는 대안을 위해 무선 통신 기술로써 블루투스 비콘을 사용한다. 이 비콘 장비를 교통 신호 표시 장치에 장착하여 교통 신호 정보를 무선 통신으로 송신하고, 이를 스마트폰으로 수신하여 기능을 제공한다. 스마트폰을 이용함으로써, 개별 차량에 대해 추가적인 장비를 장착하지 않도록 할 수 있다.

본 논문의 구성은 1장의 서론에서 연구 목적에 대해 기술하였으며, 2장에서는 본 논문에서 소개하는 기술을 개발하는데 필요한 자료에 대한 내용을 정리하였다. 3장에서는 기술의 동작 구성 및 방법에 대해 기술을 서술하였고 4장에서는 개발 결과와 기대 효과를 기술하였으며 5장은 결론 및 향후 과제를 제시하며 마친다.

II. 관련정보

2.1 블루투스 4.0

블루투스 4.0 부터는 비콘 기능을 제공하며, 비콘은 공적 정보인 교통 신호 정보를 제공하기에 가장 적합하고 편리한 방식이다. 또한, 블루투스를 이용한 비콘 통신은 스마트폰에서도 수신이 가능하기에 운전자들에게 정보를 제공하기 매우 용이하다. 대부분의 운전자들은 스마트폰을 휴대하고 있기에, 별다른 추가 장비 없이 정보를 다양한 형태로 수신 가능하다. 비콘의 경우 소비되는 전력에 따라 송/수신 거리에 차이가 나게 되는데, Bluetooth SIG(Special Interest Group)에서 지정하는 Class1 등급의 스펙을 이용함으로써 무선 통신을 한다면, 가능 범위가 약 반경 100m 정도에 이른다. 즉 필드에서 적용하기에 매우 적절하다[2].

2.2 가속도 센서와 GPS 센서

본 논문에서 제시하는 기술은 차량에게 정보는 전달하는 것이기 때문에 방향성에 따라 정보를 제공하여야 한다. 즉 상/하행 차량에 따라 독립적인 정보를 제공하여야 하지만, 방사형의 블루투스 방식으로 인해, 무선 통신만으로는 정보를 구별하여 전송 할 수 없다. 따라서 운행 방향성에 따라 정보를

제공하기 위해 가속도 센서와 GPS 센서를 고려하였다. 이 두 가지 센서 모두 차량 운행 시 방향을 센싱할 수 있지만, GPS는 주변 환경에 따라 오차가 발생할 가능성이 높다. 반면 가속도 센서의 경우, 방향성에 대한 정보는 신뢰도가 높지만 위치 정보에 대한 정보가 제공되지 않는다. 그리하여 이 두 가지 센서를 혼합하여 사용한다. 마침 안드로이드 2.3 이후 버전부터 이 두 가지 센서 기능은 모두 제공하고 있기에 대부분의 스마트폰에서 적용 가능하다는 장점도 있다.

III. 본 문

3.1 블루투스 장비를 설치한 신호 제어기

본 논문에서 제시하는 블루투스 4.0 장비는 저 전력 모델이긴 하지만 통신거리를 늘리기 위해 Class1을 사용하여 100mW의 전력을 사용하는 대신 100m의 통신 거리를 확보한다. 블루투스 외의 다른 무선통신, 지그비나 적외선 통신은 스마트폰과의 연계되지 않아 적합하지 않다. 이 블루투스 장비를 신호 제어기에 장착하여 신호등 제어부에서 나오는 정보를 바탕으로 비콘 신호로 알려준다. 만일 신호등 제어부에서 제어하는 신호등의 개수가 복수 일 경우 블루투스 장비 역시 그와 같은 수의 신호를 발생하여야 한다. 블루투스 장비는 신호등 제어장치의 전원을 이용하여 동작한다[3][4]. 그림 1은 블루투스 장비를 포함한 교통신호 제어기의 구조이다.

많은 무선통신 방법 중 블루투스를 이용하는 까닭은 첫째로 유지비용이 발생하지 않는다는 점이

가장 큰 이유이며, 두 번째로는 모든 스마트폰에 블루투스 신호를 수신할 수 있는 모듈이 있다는 점이다. 이러한 점은 범용성이 뛰어나 쉽게 배포 가능하며, 설치비용이 발생하지 않는다.

3.2 신호 정보 인식을 위한 보정

교차로나 신호등 밀집지역에서 블루투스 장비를 설치하여 서비스를 제공할 시 몇 가지의 문제점이 발생한다. 블루투스는 방사형 전파를 송/수신하기 때문에 상/하행선 도로를 각기 구별하여 전송하기가 불가능에 가깝다. 그래서 비콘 신호 안에 해당 신호정보와 함께 이동방향도 같이 송신한다. 이동방향은 상/하행을 구분하기 위한 지표이며, 신호등에 블루투스 장비를 설치하기 전에 미리 설정을 한다. 그리하여 운행 중인 차량은 스마트폰에 내장된 가속도 센서에서 자신의 운행방향을 획득하여, 신호등에서 발신 되는 이동 방향 값과 비교하여, 수많은 비콘 신호 중 일치하는 신호를 선택하여 정보를 수신한다. 그리고 가속도 센서 외에도 GPS 신호에서도 nmea0183 프로토콜에 포함된 주행방향에 대한 정보를 이용하여 신뢰성을 높인다[5][6].

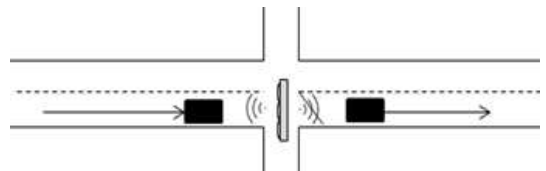


그림 2. 스마트폰에서 인식하는 신호 인식
Fig. 2. Signal recognition on smartphone

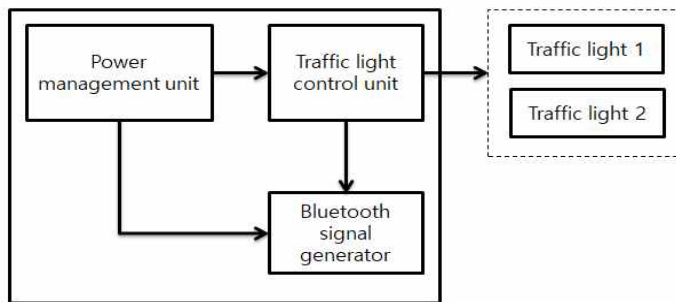


그림 1. 블루투스 교통신호 제어기
Fig. 1. Controller of traffic signal using bluetooth

그림 2는 주행 방향에 따른 신호 정보 보정을 나타낸다. 주행방향 뿐만 아니라 신호등을 통과 하였을 때도, 방사형 전파의 특성에 의해 문제점이 발생한다.

차량이 신호등을 통과 하였는지 아닌지는 블루투스 신호 하나로만은 판별이 불가능하다. 그리하여 역시 주행방향 정보를 설정할 때, 신호등 위치의 경도, 위도 정보를 함께 설정하여, 주행방향과 위치 정보를 기반으로 스마트폰의 현재 위치와 비교하여 특정 방향으로 일정거리 이상 차이가 날 때, 신호등 통과로 판정하여 다음 교통정보 신호를 수신 대기한다.

3.3 신호등 유지 관리를 위한 솔루션

본 논문에서 제시하는 기술을 이용하면 신호등 유지 관리를 위한 매우 경제적인 방법을 고려할 수 있다. 기존의 신호등 유지 관리를 위한 방법으로는 유선 인터넷 망을 설치하여 관리자에게 상태를 보고 하거나, 또는 무선 인터넷 망 또는 3GPP 기반의 무선 네트워크를 이용하여 관리 하였다.

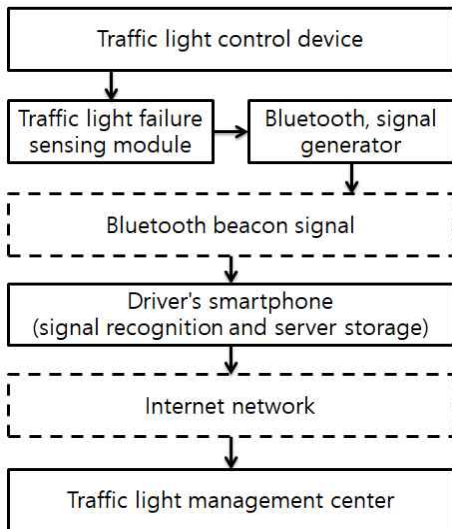


그림 3. 블루투스와 스마트폰을 이용한 신호등 유지 관리 기법에 대한 개념도

Fig. 3. Conceptual diagram of traffic light maintenance using bluetooth and smartphone

유선 인터넷 망을 사용하게 된다면 인터넷 망을 사용하기 위한 설치비가 발생하며, 사용료가 부가된다. 무선 네트워크를 사용한다 하더라도 초기 설치비 및 유지비용이 발생한다. 이러한 경제적 문제를 해결하기 위해 본 논문에서 하나의 방법을 제안한다. 바로 블루투스와 스마트폰을 이용한 방법이다 [7][8].

그림 3은 블루투스와 스마트 폰을 이용한 신호등 유지 관리 기법에 대한 개념도를 나타낸다. 본 기술을 통해 신호등 제어기에 설치된 블루투스 장비에 신호등 제어기의 상태를 진단하는 모듈을 추가하여 신호등 상태를 판단하여, 고장 발생 시 비콘 신호에 고장 신호를 추가하여 발신한다. 그러면 통행하는 운전자의 스마트폰을 이용하여 관리 센터에 보고 하는 방법이다. 이러한 운전자의 스마트폰을 이용하기 위해서는 몇 가지 동의사항에 대한 정보를 제공 하여야 한다[9][10].

IV. 구현 결과 및 기대효과

실제 필드에서 적용이 불가능하기 때문에 약식으로 개방형 공간에서 블루투스 신호만을 가지고 테스트를 진행하였다. 건물 안의 복도에서 진행하였다. 복도에서 비콘 신호를 발생하는 장비를 2개를 약 20미터의 간격으로 설치를 하고 스마트폰에서 비콘 신호를 감지하는 어플리케이션을 작성하여 비콘 장비에서 설정한 운행 방향대로 통과하였다. 20 회 실험 시 모두 스마트폰에서 비콘 장비에서 발생하는 신호 정보를 출력하였다. 아직 실제 필드에서 테스트하지 못해 실질적인 성능을 확인하지 못하였지만, 실험단계에서는 매우 우수한 결과를 보였다.



그림 4. 비콘 신호 발생장치
Fig. 4. Beacon signal generator

표 2. 방향성 테스트
Table 2. Directional test

	Beacon1	Beacon2
Traffic signal perception	20	20
Traffic signal non perception	0	0

만일 이 실험 결과가 실제 필드에서도 유사한 성공률로 표현된다면, 운전자는 차량의 구조나 외부 차폐물로 인해 신호를 시각적으로 인지하지 못하는 상황에 처하더라도, 자신의 스마트폰을 통해 신호를 인지할 수 있게 된다. 교통 신호를 인지하는 방법은 시각뿐만 아니라 청각적으로도 가능하며, 색맹인 사람이라 하여도 차량을 운행할 수 있게 하여준다. 그리고 의도적으로 신호를 무시하는 운전자에게도 경각심을 일깨우게 할 수 있다.

V. 결론 및 향후 과제

4장에서 언급했듯이 아직 도로교통법상 교통신호 제어기를 민간인이 조작할 수 없기에 필드 테스트가 불가능하다. 따라서 아직 성능에 대한 명확한 결론이 불가능하다. 하지만 실험단계에서는 매우 우수한 성능을 보였으며, 전기적 특성 문제가 유달리 문제되지 않는다면, 필드에서도 유사한 성공률이 나올 것이라 판단한다. 운전자는 어떠한 추가 장비 없이 스마트폰만으로 이 시스템을 이용 할 수 있기 때문에, 시스템이 적용되기만 한다면 보급률을 매우 빠를 것이며, 기대효과 역시 빠르게 확인할 수 있다.

아직 이 시스템은 지역 내에서 근거리 통신만을 사용하여 제공 되는 시스템이기에 모니터링 할 수 있는 방법이나, 원격에서 장비를 제어하는 기능이 없다. 이러한 기능이 제공되기 위해서는 인터넷 연결이 되어야 하지만, 실제 신호등 마다 케이블을 설치하기에는 경제적 비용이 크다. 따라서 아직은 현실적으로 원격으로 제어하기에는 힘이 든다. IoT 이동 통신망이 보급되어 만일 저렴한 가격으로도 인터넷 서비스를 제공 받을 수 있다면 이러한 문제는 해결되어 좀 더 원활한 시스템 운영이 가능할 것이다.

References

- [1] Korea Expressway Corporation, "Traffic accident statistics summary for 2016", Aug. 2016.
- [2] Bluetooth Special Interest Group, Bluetooth specifications, 2016.
- [3] Ju-Hyeong Lee and Moon-Seog Han, "Signal Sensing System Design for Pedestrian Safety using Beacon Service", KIISE Transactions on Computing Practices, Vol. 22, No. 11, pp. 576-582, Nov. 2016.
- [4] Chung-Won Song, Kwang-Woo Nam, and Chang-Woo Lee, "Recognition of Car Driving Patterns using a 3-Axis Accelerometer and Orientation Sensor", Korea Computer Information Association. Vol. 20, No. 1, pp. 7-10, Jan. 2012.
- [5] Jee-Hyong Lee, Keon-Myung Lee, and Hyung-Kwang Lee, "A Study on Controlling Traffic Intersection Group based on Fuzzy Logic", Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 22, No. 2, pp. 343-346, Oct. 1995.
- [6] Won-Kee Hong and Woo-Seok Shim, "Traffic Signal Control Scheme for Traffic Detection System based on Wireless Sensor Network", Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, Vol. 18, No. 8, pp. 719-724, Aug. 2012.
- [7] Yang-Sun Lee, "A Study on the Prior Forecast System of Crossroads Traffic Information based on Vehicle-IT for Decision Assistant", Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 19, No. 9, pp. 2107-2113, Sep. 2015.
- [8] Sang-Hoon Chai, Hyun-Sik Park, and Jwa-Yeon Kim, "A Study on the Wireless Roadside Traffic-Signal System", The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences, Vol. 28, No. 4, pp. 216-223, Mar. 2003.
- [9] Am-Suk Oh, "Transmission Control Method of Beacon Signal Based on Bluetooth of Lower Electric Power", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 1136-1141, Jun. 2016.

- [10] So-Hyun Lee and Ah-Ra Mo, "A Study on the Experience of College Students Using Smartphones During Class : Focused on students of Child Care Departments in colleges", Journal of DCS, Vol. 18, No. 2, pp. 303-309, Apr. 2017.

저자소개

정 희 라 (Hee-Ra Jeong)



2006년 2월 : 동아대학교
컴퓨터공학과(공학사)
2016년 ~ 현재 : 동아대학교
전자공학과 석사과정
관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전

강 대 성 (Dae-Seong Kang)



1994년 5월 : Texas A&M 대학교
전자공학과(공학박사)
1995년 ~ 현재 : 동아대학교
전자공학과 교수
관심분야 : 영상처리, 비디오 색인
및 검색, 영상압축