

블루투스와 스마트워치를 활용한 자동차 안전 및 편의 서비스

Automotive Safety and Convenience Service Using Bluetooth and Smartwatch

박 한 샘*, 임 노 간*, 조 지 연**, 이 중 배**, 이 성 수**★

Han-Saem Park*, Noh-Gan Im*, Ji-Yeon Cho**, Jong-Bae Lee**, and Seongsoo Lee**★

Abstract

In this paper, automotive safety and convenience service is proposed based on bluetooth and smart watch. The proposed service performs accident detection, kidnapping detection, kid-left-alone-in-car detection, parking location recording, and smart key function. Conventional smartphone services often fails to precisely recognize accident and kidnapping situations since smartphone is located on the dashboard or in the bag. On the contrary, smartwatch recognizes accident and kidnapping situations more precisely since it is always worn on the wrist with hearbeat monitoring. The proposed service recognise various situations around drives and passengers using acceleration sensor, GPS sensor, heartbeat sensor and bluetooth link status. It also performs accident notice, sound recording, and other necessary actions. It also performs door opening, door closing, hazard light flickering, and other necessary actions using OBD-II connection to the vehicle.

요 약

본 논문에서는 블루투스와 스마트워치를 사용하여 운전자 및 탑승자의 사고 감지, 납치 감지, 차량 내 아동 방치 감지, 주차 위치 기록, 스마트키 기능을 수행하는 자동차 안전 및 편의 서비스를 제안한다. 스마트폰에 기반한 기존 서비스는 스마트폰을 차량 내에 거치하거나 가방 내에 휴대하는 경우가 많아서 사고 및 납치 상황 등을 정확하게 감지하지 못하는 경우가 많다. 이에 반하여 스마트워치는 사용자가 늘 착용하고 있으며 심박수도 모니터링할 수 있으므로 사고 및 납치 상황 등을 좀 더 정확하게 감지할 수 있다. 제안하는 서비스는 스마트워치의 가속도 센서, GPS 센서, 심박 센서, 블루투스 링크 상태 등의 정보를 통해 운전자 및 탑승자에게 발생하는 다양한 상황을 파악하고 사고 통보, 상황 녹음 등 필요한 동작을 수행한다. 또한 제안하는 서비스는 차량과 OBD-II로 연결되어 도어 개폐, 비상등 점멸 등 필요한 동작을 수행한다.

Key words : Smartwatch, Bluetooth, Smart Key, Parking, Accident, Kidnapping, On-Board Diagnosis II

* Hoyun Inc. (Researcher),

** School of Electronic Engineering, Soongsil University
(Researcher, Professor)

★ Corresponding author

E-mail : sslee@ssu.ac.kr, Tel : +82-2-820-0692

※ Acknowledgment

This work (Grants No. S2666950) was supported by project for Cooperative R&D between Industry, Academy, and Research Institute funded Korea Ministry of SMEs and Startups in 2020.

Manuscript received Oct. 30, 2020; revised Nov. 16, 2020; accepted Nov. 17, 2020.

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.

1. 서론

최근 들어 스마트폰의 다양한 센서를 사용하여 차량 내에서 사고 대응, 스마트 키 등 각종 차량 안전 및 편의 기능을 수행하는 앱이 보급되고 있다. 그러나 스마트폰으로 기반으로 하는 경우 다음과 같은 문제점 때문에 실제 사용 시에 원하는 정확도를 얻지 못하는 경우가 많다. 먼저 스마트폰을 차량 내에 거치하거나 가방 내에 휴대하는 경우가 많아서 사용자의 상황을 정확하게 판단하기 어렵다. 또한 스마트폰이 사용자에 붙어있지 않기 때문에 납치 등의 상황을 감지하기 어려우며, 상황 발생 시에 주위 음성 정보, 위치 정보, 생체 정보 등을

파악하기 어렵다. 또한 사고, 납치 등의 상황을 단순한 물리적 충격만으로 감지하는 경우 실제로 문제가 발생하지 않았음에도 문제 상황으로 인식하는 위양성(false-positive) 문제가 발생할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 상당히 널리 보급된 스마트워치를 사용하는 차량 안전 및 편의 서비스를 제안한다. 이 서비스는 사용자가 몸에 착용하는 스마트워치를 사용하여 사용자의 상황을 정확히 파악 가능하며 주위 음성 정보, 위치 정보, 생체 정보를 쉽게 파악할 수 있다. 또한 스마트폰의 신체 착탈 상황을 통해 사고의 심각도, 고의 납치 가능성 등을 쉽게 판단할 수 있다. 또한 가속도, 위치 등의 물리 정보 이외에 심박수 등의 생체 정보를 함께 확인하여 두 가지 다른 정보가 함께 이상 징후를 보일 때 문제 상황이 발생한 것으로 인식하여 위양성 문제를 해결할 수 있다. 제안하는 서비스는 차량과 OBD-II(On-Board Dignosis-II)[1][2]로 연결되어 도어 개폐, 비상등 점멸 등 차량에서 필요한 동작을 수행할 수 있다.

II. 구조 및 동작

본 논문에서 개발한 차량 안전 및 편의 서비스는 그림 1과 같이 스마트워치, 스마트폰, 차량 내 송수신기로 구성된다. 이 디바이스들은 각각 BT Link1과 BT Link2로 표기된 두 개의 블루투스 링크로 연결되며, 차량 내 송수신기는 OBD-II를 통해 차량의 파워트레인과 연결된다.

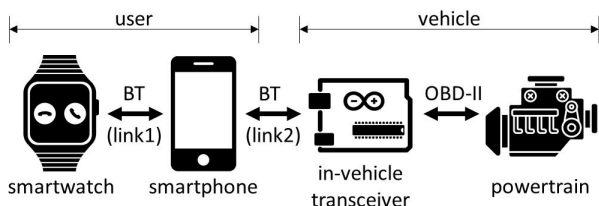


Fig. 1. Framework of the proposed service.

그림 1. 제안하는 서비스의 프레임워크

본 서비스는 3종의 센서 정보(심박 상태, 가속도 상태, GPS 상태), 2종의 블루투스 링크 정보(BT Link1 연결, BT Link2 연결), 1종의 차량 정보(시동 상태)를 사용하여 5종의 서비스(사고 감지, 납치 감지, 차량 내 아동 방치 감지, 주차 위치 기록, 스마트 키 기능)를 수행하며, 각각의 시나리오 및 판단 알고리즘은 그림 2와 같다.

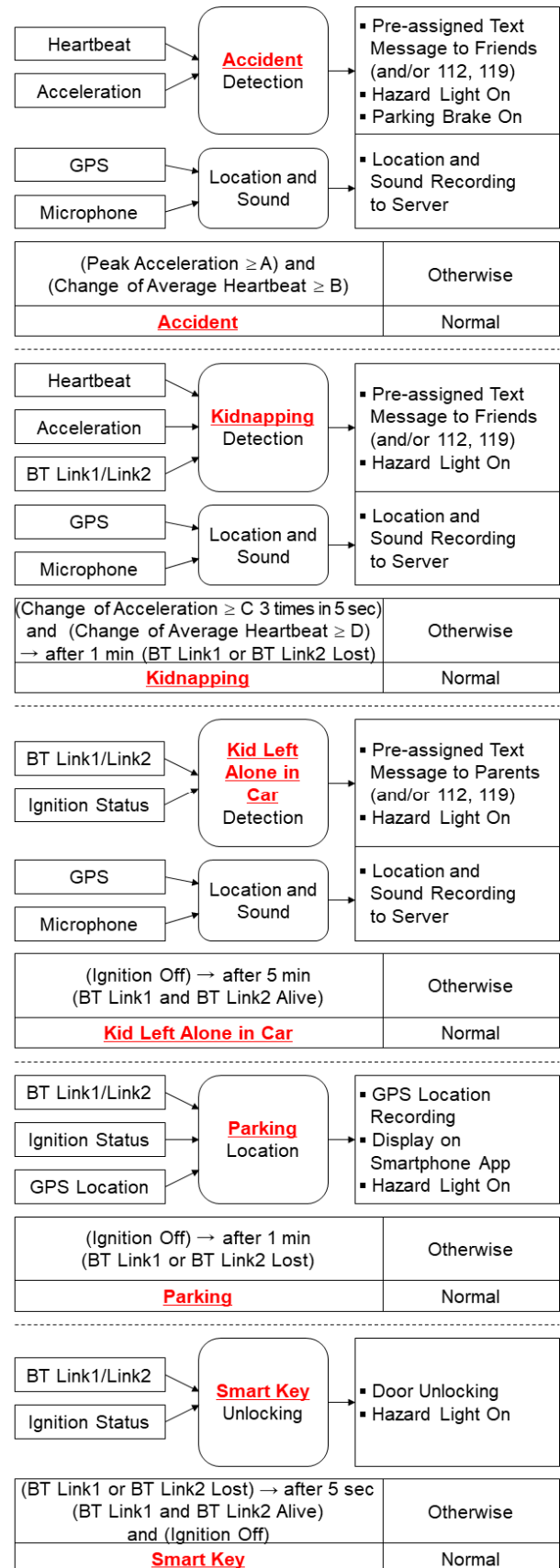


Fig. 2. Scenario and decision algorithm of the proposed service.

그림 2. 제안하는 서비스의 시나리오 및 판단 알고리즘

STX (1 byte)	TYP (1 byte)	CMD (1 byte)	DLE (1 byte)	DAT (variable)	ETX (1 byte)
start code (fixed 0x02)	packet type	packet command	data length	data bytes	end code (fixed 0x03)

Packet Type (TYP)	Value	Description
	0x01	Unicasting from Phone to Vehicle
	0x02	Unicasting from Vehicle to Phone
	0x03	Broadcasting between Phone and Vehicle

Packet Command (CMD)	Value	Description
	0x01	Status Command
	0x02	Doorlock Command
	0x03	Event Command
	0x04	Ignition Command

Packet Data (DAT)				
TYP	CMD	DLE	DAT	Description
0x01	0x01	0x01	0x01	Vehicle Status Request
0x01	0x02	0x01	0x02	Doorlock Status Request
0x01	0x03	0x01	0x10	Event (Normal)
0x01	0x03	0x01	0x20	Event (Accident)
0x01	0x03	0x01	0x30	Event (Kidnapping)
0x01	0x03	variable	variable	Key String Transfer (Unlock)
0x01	0x03	variable	variable	Key String Transfer (Lock)
0x02	0x01	0x01	0x01	Vehicle Status OK
0x02	0x01	0x01	0x02	Vehicle Status Not OK
0x02	0x02	0x01	0x01	Door Status Locked
0x02	0x02	0x01	0x02	Door Status Unlocked
0x02	0x03	0x01	0x01	Vehicle Status OK
0x02	0x03	0x01	0x02	Vehicle Status Not OK
0x02	0x03	0x01	0x03	Door Unlock Success
0x02	0x03	0x01	0x04	Door Unlock Failure
0x02	0x03	0x01	0x05	Door Lock Success
0x02	0x03	0x01	0x06	Door Lock Failure
0x03	0x04	0x01	0x40	Ignition Status Off
0x03	0x04	0x01	0x60	Ignition Status On

Fig. 3. Data packet structure of bluetooth communication.
그림 3. 블루투스 통신의 데이터 패킷 구조



Fig. 5. Parking location recording.
그림 5. 주차 위치 기록

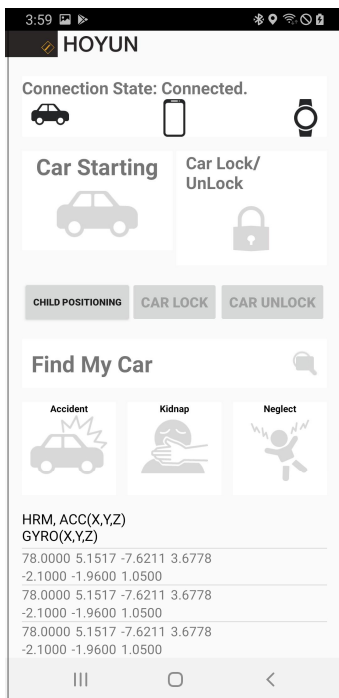


Fig. 4. Operation screenshot of smartphone app.
그림 4. 스마트폰 앱의 동작 스크린샷

스마트워치와 스마트폰 앱 사이에는 BT Link1을 통해 센서 데이터를 전송하는데 이는 스마트워치

제조사마다 API(Application Programming Interface)를 통해 포맷이 지정되어 있다. 스마트폰 앱과 차량 사이에는 BT Link2를 통해 데이터를 주고받는데 이때 사용하는 데이터 패킷은 그림 3과 같다.

OBD-II를 통한 차량 내부의 데이터 송수신은 0x10, 0x20, 0x30, 0x40, 0x50, 0x60, 0x70의 일곱 가지 값을 사용하며 각각 정상 상태, 비상등 점멸, 주차브레이크 작동, 도어 열림, 도어 닫힘, 시동 켜짐, 시동 꺼짐을 의미한다.

III. 구현 및 검증

그림 4는 스마트폰에서 스마트워치와 차량 내 모듈과 블루투스로 통신하고 각종 상황을 판단하는 앱의 동작 모습이다. 이 앱은 그림 2의 시나리오 및 판단 알고리즘에 따라 사고 감지, 납치 감지, 차량 내 아동 방치 감지, 주차 위치 기록, 스마트 키 기능을 수행하며, 상황 발생 시 주위 소리를 녹음하여 서버로 전송한다. 그림 5는 스마트폰에서 실제 주차 위치가 기록되는 것을 보여준다. 이 앱에는 심박수를 측정하고 판단하는 기능이 구현되어 있

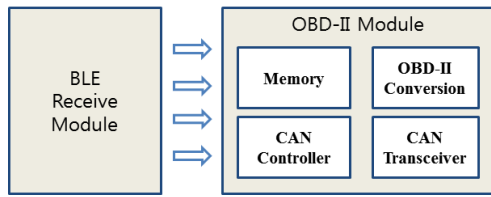


Fig. 6. OBD-II module structure.
그림 6. OBD-II 모듈의 구조

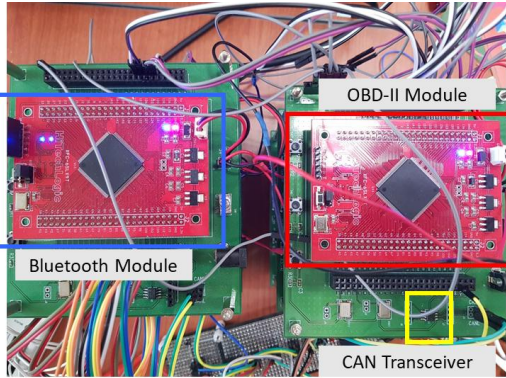


Fig. 7. FPGA implementation of in-vehicle module.
그림 7. 차량 내 모듈의 FPGA 구현

고 정상적으로 수행됨을 확인하였으나, 실제 테스트에서는 인위적으로 사용자의 심박수를 조정할 방법이 없어서 상황 판단을 검증할 때에는 심박수는 판단에 사용하지 못하였다.

차량 내부에 데이터를 전달하기 위한 OBD-II의 경우에는 완성차 업체의 보안상 문제로 인해 프로그래밍이 가능한 OBD-II 칩을 구하기가 어렵다. 이에 따라 본 논문에서는 차량 내부의 OBD-II 연결이 가능한 것을 보이기 위해 FPGA로 블루투스 모듈 OBD-II 모듈을 그림 6, 7과 같이 설계 및 구현하였다. 그림 8은 각 시나리오에 따른 OBD-II 동작을 보여준다. 그림 8 (a)는 0×10을 전송하여 정상 상태임을 알리는 결과이고, 그림 8 (b)는 0×20, 0×40을 전송하여 비상등 점멸, 도어 열림을 알리는 결과이고, 그림 8 (c)는 0×60을 전송하여 시동 켜짐을 알리는 결과이다.

IV. 결론

본 논문에서는 블루투스와 스마트워치를 사용하여 운전자 및 탑승자의 사고 감지, 납치 감지, 차량 내 아동 방치 감지, 주차 위치 기록, 스마트키 기능을 수행하고 이를 OBD-II로 차량에 연결할 수 있는 자동차 안전 및 편의 서비스를 구현하고 검증하였다. 완성차 제조사와의 협업을 거쳐 실차 테스트를 수행하면 더욱 높은 성능을 보일 수 있을 것으로 보인다.

References

[1] ISO 15765-1:2011, 'Diagnostic Communication over Controller Area Network (DOCAN) - Part 1: General Information and Use Case Definition,' 2011.
[2] SAE J1979_201702, "E/E Diagnostic Test Modes," 2017.

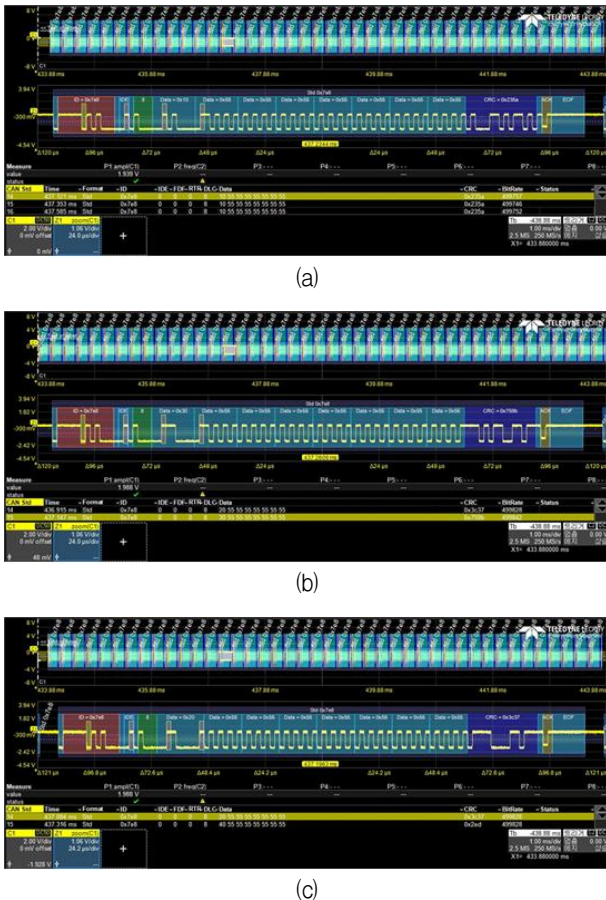


Fig. 8. OBD-II operation with various situations
(a) Normal (b) Accident (c) Dook unlock.
그림 8. 시나리오에 따른 OBD-II 동작 결과 (a) 정상 상태 (b) 사고 감지 (c) 잠금 해제