

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2017.17.3.175>

IIBC 2017-3-21

라즈베리파이를 이용한 차량용 HUD 내비게이션 시스템 개발

Development of Car HUD Navigation Using a Raspberry Pi

주한울*, 최성문*, 최원석*, 주복규**

Han-Wul Joo*, Sung-Moon Choi*, Won-Seok Choi*, Bokgyu Joo**

요약 스마트 폰의 대중화에 따라 전방주시태만으로 인한 교통사고가 급증하고 있다. 요즘 대부분의 운전자들이 사용하는 내비게이션 시스템은 도로 정보를 확인하는 과정에서 운전자의 시선을 분산 시킨다. 이에 우리는 전투기 조종사를 위해 개발된 기술인 HUD(Head-Up-Display)를 차량용 내비게이션에 적용하는 연구를 수행 하였으며 이 논문에서는 HUD를 적용한 자동차 내비게이션의 개념과 구조 및 개발방법을 기술하였다. 이러한 내비게이션은 운전가의 시선을 차량 전면으로 유지시켜주어 시선분산을 최소화하고 시야확보를 도와준다. 따라서 우리가 제안하는 HUD 내비게이션이 대중화 되면 전방주시태만으로 인한 교통사고가 획기적으로 줄어들 것이다.

Abstract In this paper, we describe a design and development of car HUD(Head-Up-Display) navigation system using a Raspberry Pi. Car drivers can't concentrate on driving due to the use of various electronic devices, especially the car navigation systems installed in the cars. Therefore, car accident caused by not concentrating on the driving views is one of the most common accident types. In order to prevent the problems, HUD technology is used to help the driver to secure front views, thereby to minimize the traffic accidents caused by neglecting forward views. In this research, we propose the design and development techniques of a HUD navigation system using Raspberry Pi, and we believe that the commercial use of HUD navigation will greatly reduce the risk of many car accidents.

Key Words : HUD, Raspberry Pi, Car Navigation System

1. 서 론

요즘 스마트 폰과 차량용 내비게이션 등 차량에서 사용가능한 전자기기 사용이 보편화됨에 따라, 운전자들이 운행하는 도중에 다양한 차량용 주변기기를 사용하는 것이 현실이다. 이에 따라 안전운전 불이행이 원인으로 지목되는 교통사고가 최근 급증하고 있으며, 특히 그 중

에서 전방주시태만으로 이로 인한 교통사고는 대형 참사의 주요 원인으로 지적 되고 있다. 최근의 교통안전공사에서 발표한 교통사고 통계를 보면 2015년 안전운전 불이행으로 인한 교통사고가 130,551건이 발생했고 이에 따라 3,165명의 사망자가 발생했다.^[1]

요즘 거의 대부분의 운전자들이 내비게이션에 의존하고 있어서, 운전 중에 운전자는 주기적으로 시선을 내

*준회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

**중신회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수

접수일자: 2017년 2월 16일, 수정완료: 2017년 4월 17일

게재확정일자: 2017년 6월 9일

Received: 16 February, 2017 / Revised: 17 April, 2017 /

Accepted: 9 June, 2017

**Corresponding Author: bkjoo@hongik.ac.kr

Dept. of Computer & Information Communications Engineering,
Hongik University, Korea

비게이션의 화면으로 이동하게 되고, 이는 집중력을 저하시키고 전방주시태만으로 인한 사고 가능성을 높이고 있다. 운전자들은 눈으로 사물과 교통정보를 인식하는데 조금만 시선을 분산시켜도 정확한 인지가 어려워 사고발생위험을 높이는 원인이 된다. 2초간 운전자가 계기판이나 내비게이션 화면 등을 보기 위해 전방을 주시하지 않는다고 가정했을 때, 운전자가 시속 50km로 운전 중이었다면 약 28m의 거리를 앞을 보지 않고 운전을 하게 된다. 차량의 속도가 증가하면 이 거리는 비례해서 늘어나고, 사고 위험성은 더욱 더 높아지게 된다.

그림 1은 스마트폰이 본격적으로 도입하는 시기부터 2013년까지 전방주시태만 교통사고 증가를 보여주는 그래프다.^[1]

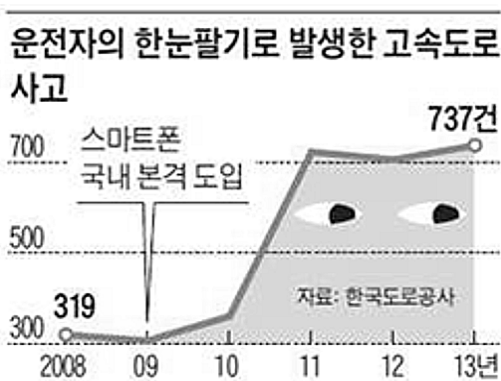


그림 1. 전방주시태만 교통사고 발생 추이
Fig. 1. Traffic accidents caused by neglecting front views

최근에는 이러한 사고원인을 줄이기 위해 운전자가 전방주시상태를 유지시키고 동시에 계기판과 내비게이션 등의 시각 정보를 알 수 있는 차량용 HUD (Head-Up-Display)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. HUD는 기존 자동차 패널에 비하여 돌발상황에 대한 반응 속도가 빠르고 속도 조절이 안정적인 것으로 나타났다. 또한 HUD 사용 시 교통정보와 도로상황에 대한 인지도가 더 높았다.^[2] 이러한 연구 결과에 따라 HUD가 기존 자동차 패널에 비하여 안전주행에 더 도움이 되는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 기존에 사용하던 차량용 내비게이션을 HUD를 이용하여 정보를 볼 수 있게 함으로써 수평선 아래로 내려다보지 않고 운전자의 시선을 전방으로 유지시켜 사고의 위험을 줄이는 것을 목표로 연구를 진행했다.

기존에 개발된 HUD 내비게이션의 경우 차량의 속도, 길안내 등의 기본적인 정보만을 알려주었는데, 우리가 제안하는 HUD 내비게이션은 라즈베리파이를 기반으로 설계해서 카메라 모듈을 장착하여 위험상황을 감지해 경고를 해주는 기능이나 블랙박스와 같은 기능 등 운전자가 필요로 하는 기능을 추가할 수 있도록 한다.^[3]

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 HUD 내비게이션 설계에 필요한 관련 기술을 소개하고 III장에서는 제안한 시스템의 구조와 설계 그리고 개발 방법을 기술하였으며, IV장에서는 본 논문의 결론을 제시하였다.

II. 관련기술

이 장에서는 HUD 내비게이션에 관련된 HUD와 라즈베리 파이 관련 기술을 설명한다.

1. HUD(head-up display)

HUD(head-up display)는 군용 항공기술로 개발되어 비행기에 설치하여 조종사의 시야에 직접 정보를 비추는 수단이다. HUD는 비행기 조종사가 전방주시에 용이하도록 필요한 정보를 시야 전면에 배치하여, 시선의 이동을 최소화 시켜준다. 이 기술은 최근에는 군용 항공기술 뿐만 아니라 민간 분야에서도 다양하게 응용되고 있다.^[3]

차량용 HUD 제품으로는 2003년 독일 BMW에 이어 아우디, 도요타가 HUD 적용 자동차를 선보였고 한국에서는 2012년 기아자동차가 K9에 처음으로 HUD를 도입했다. 차량용 HUD는 차량 현재 속도, 연료 잔량, 내비게이션 길안내 정보 등을 운전자 바로 앞 유리창 부분에 그래픽 이미지로 투영해주도록 고안되었다. 그림 2는 기아자동차의 K9에서의 HUD 사용 사진이다.^[4]



그림 2. 기아 K9 HUD
Fig. 2. KIA K9 HUD

HUD 디스플레이 구현 방식으로는, 프로젝터용 레이저를 통해 허상지점에 이미지를 구현하는 방식과 하단에 이미지 패널을 배치하여 광원반사를 통해 구현하는 방식이 대표적이다. 그림 3은 광원반사원리를 이용하는 두 가지 방식을 보여주는 그림이다.^[5]

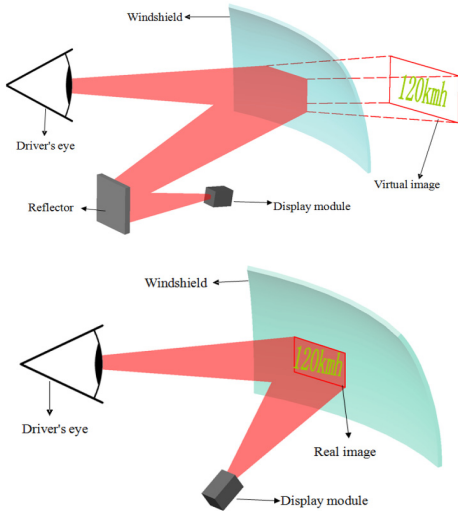


그림 3. 광원반사원리를 이용한 두 가지 HUD 구현기술
 Fig. 3. Two HUD technology using light reflection

그림의 위 부분은 소형 디스플레이 위에 대형 렌즈를 놓고 그 광선을 굴절시킨 화면을 반사판을 이용해 투명판에 반사시키는 원리를 보이며, 아래쪽 그림은 소형 디스플레이를 굴절시킨 화면을 직접 투명판에 비추어주는 원리를 보여준다.

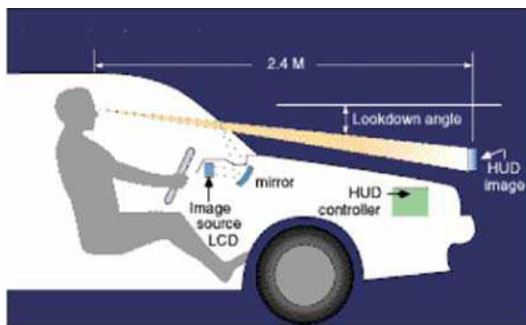


그림 4. 광원반사원리를 이용한 자동차 운전자용 HUD
 Fig. 4. HUD for car drivers using light reflection technology

또한 그림 4는 그림 3에서 설명한 광원반사 기술을 차량에 적용했을 때 운전자가 볼 수 있는 모습을 보여주는 그림이다. 최근에는 디스플레이 기술의 발달로, 투명 디스플레이에 직접 이미지를 표시하는 방식이 개발 중이다.^{[3][5][6]}

2. 라즈베리 파이(Raspberry Pi)

라즈베리 파이(Raspberry Pi)는 영국의 라즈베리파이 재단(<https://www.raspberrypi.org/>)이 학교에서 기초 컴퓨터 과학 교육을 증진시키기 위해 만든 싱글 보드 컴퓨터이다. 손바닥만한 크기의 PCB 보드위에 CPU, GPU, 이더넷, HDMI 커넥터, 범용 입출력(GPIO) 핀 등을 포함하고 있고 모니터와 키보드를 연결해 사용한다.

그림 5는 라즈베리파이에 사용되는 포트를 설명하는 그림이다. 라즈베리파이는 기초 컴퓨터 교육을 위해 개발된 만큼 비교적 저렴하고 그래픽 성능이 뛰어난 특징이 있다.^[7-9]

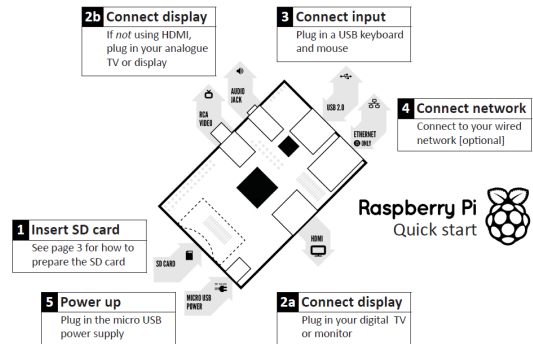


그림 5. 라즈베리파이에 사용되는 포트
 Fig. 5. Ports used in the Raspberry Pi

라즈베리파이는 C, C++, 자바, 펄, 루비, 스크 스톨토크 등의 다양한 언어가 사용 가능하다. 본 연구에서는 프로그래밍 언어로 파이썬(Phython)을 사용하였다. 라즈베리파이는 리눅스 기반의 운영체제를 사용하며 Raspbian이라는 라즈베리파이에 최적화된 데비안 계열의 자유 운영 체제가 현재로서는 가장 권장되는 시스템이다. (<http://www.debian.org/>) 표 1은 현재 많이 사용되는 라즈베리 파이 2가지 모델의 사양을 정리한 것이다.

표 1. 라즈베리 파이 사양

Table 1. Raspberry Pi specification.

구분	모델 B+	모델 2
가격	US 35\$	
CPU	700 MHz 싱글코어	900MHz Cortex-A7 쿼드코어
GPU	브로드컴 VideoCore IV 듀얼 코어	
메모리	512MB	1GB
이더넷	10/100Mbps(RJ45)	
비디오출력	HDMI, DSI 포트	
오디오출력	3.5mm 잭, HDMI	
기타	CSI, GPIO, LAN 포트, USB 포트 외장기억장치 : 마이크로 SD 전원 : 5V 전력 : 모델 B+ - 600mA(3W), 모델 2 - 800mA(4W) 크기 : 85.60×56.5mm (тол출 부분 제외) 무게 : 45g	

교육 목적 이외에도 많은 사용자들은 라즈베리파이를 이용하여 창의적이고 다양한 작품들을 만들고 있다.^[10-13] 그림 6은 라즈베리파이를 이용하여 만든 많은 창의적인 작품들 중에서 소형 PC와 쥬크 박스를 보여준다.

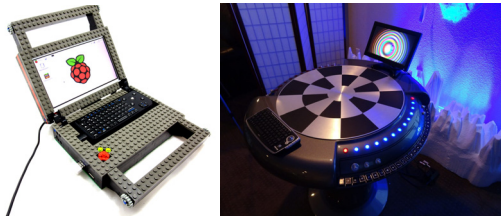


그림 6. 라즈베리 파이 작품들
Fig. 6. Raspberry Pi works.

III. HUD 시스템 개발

이 장에서는 차량용 HUD 내비게이션 시스템의 개념 정의와 그 개발에 필요한 라즈베리파이 설정, 그리고 내비게이션 애플리케이션의 개발과 시스템 구현에 대하여 기술한다.

1. HUD 내비게이션 시스템 개념

우리가 제안하는 차량용 HUD 내비게이션 시스템은 스마트폰의 내비게이션 애플리케이션과 라즈베리파이와 LCD로 제작한 HUD 모듈의 상호작용으로 동작한다. 그림 7은 본 연구에서 제안하는 시스템의 개념도이다.

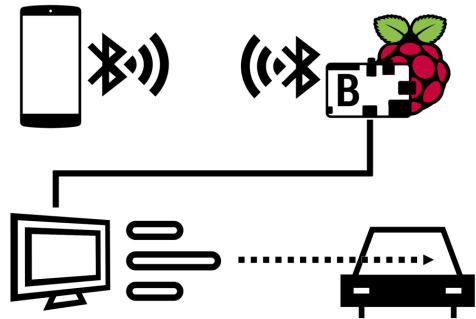


그림 7. 제안된 HUD 내비게이션 시스템 개념도
Fig. 7. Concept diagram of the HUD navigation system

내비게이션 애플리케이션에서 사용자가 출발지와 목적지를 입력하면 일정지점을 지날 때 마다 이동경로를 파악하여 블루투스 통신을 이용하여 라즈베리파이로 전송을 하면 라즈베리파이는 디스플레이를 통해 차량 전면 유리창에 빛을 비추어준다. 운전자는 유리창에 시현된 정보를 확인하면서 주행을 할 수 있다.

2. Raspberry Pi 설정

라즈베리파이에는 다양한 운영체제를 사용할 수 있는데 본 연구에서는 우분투 메이트(Ubuntu Mate)를 사용한다.

라즈베리파이 모델 B와 모델 2는 블루투스 기능을 자체적으로 지원하지 않는다. 때문에 서로 다른 기기를 연결하기 위해 사용되는 인터페이스 변환 장치인 동글을 별도로 장착해야 한다. 우분투 메이트에서 블루투스를 사용하기 위해서는 프로그램의 설치가 필요하다. 리눅스 기반의 오픈소스 프로그램인 bluez 패키지를 설치한다. 그림 8은 bluez 패키지를 설치하는 화면의 일부를 보여주는 그림이다.

```
bluez-5.23/unit/test-mgmt.c
bluez-5.23/unit/test-gobex-apparam.c
bluez-5.23/unit/test-eir.c
bluez-5.23/unit/util.c
bluez-5.23/unit/test-ringbuf.c
bluez-5.23/unit/test-sdp.c
bluez-5.23/unit/test-avctp.c
bluez-5.23/unit/test-lib.c
bluez-5.23/README
bluez-5.23/config.sub
bluez-5.23/test/
```

그림 8. bluez 패키지 설치화면
Fig. 8. Installation screen package bluez

블루투스 설치유무를 확인하기 위해서 다음과 같은 명령어를 입력해준다.

```
$ hciconfig
(블루투스 동글의 연결 유무 확인)
$ sudo hciconfig hci0 up
(USB 동글을 활성화)
$ hcitool dev
(장치 확인)
$ sudo hcitool lescan
(주변 블루투스 장치를 스캔)
위의 명령어로 패키지의 설치 확인한다.
```

라즈베리파이에는 자체적으로 화면을 갖고 있지 않기 때문에 별도의 디스플레이 모듈을 필요로 한다. 본 논문에서는 HDMI를 통한 별도의 디스플레이를 활용하는 방법이 아닌 기존의 HDMI를 활용한 디스플레이보다 가격이 저렴한 라즈베리파이의 GPIO를 활용한 디스플레이를 사용한다.

라즈베리파이는 단순히 디스플레이 장치를 부착한다고 하여 제대로 작동하지는 않기 때문에 디스플레이 부품을 제조한 제조사의 사이트에서 제공하는 드라이버를 별도로 설치하는 작업이 필요하다.

사용할 디스플레이에 맞는 드라이버를 다운받아 라즈베리파이에 넣고 다음의 명령어를 입력한다.

```
$ tar xvf LCD-show-150602.tar.gz
$ cd LCD-show
$ sudo ./LCD32-show #
```

모두 입력하면 자동 reboot가 이루어지고 reboot 후 화면이 출력되게 된다.

이와는 별개로 기존의 HDMI 선을 이용한 디스플레이로 출력하려면 다음 명령어를 입력해야 한다.

```
$ cd LCD-show
$ sudo ./LCD-hdmi
```

위의 명령어를 입력 후 디스플레이를 사용 할 수 있다.

3. 내비게이션 애플리케이션

내비게이션 애플리케이션은 다양한 API가 존재하지만 SK Planet에서 제공하는 TMap의 경우 무료로 API를 제공하기 때문에 본 논문에서는 TMap의 API를 사용하

였다.^[13]

내비게이션 애플리케이션의 흐름을 살펴보면 메인 스레드와 서브 스레드 간의 통신을 위해 Handler를 사용하게 되는데 Handler는 메시지큐를 사용한 메시지 전달 방법을 사용한다. Handler에 Message가 들어오면 순서대로 쌓여서 FIFO(First in First Out) 형태로 메시지를 처리하게 된다. 그 후 msg.what으로 ID를 참조하여 경로 찾기, 상세 경로 저장, 상세 경로 보여주거나 현재 위치를 지오코딩을 통해 경로를 요청한다. 경로 찾기는 API중 TMapPolyLine 클래스 중 findPathData를 사용하여 경로를 탐색한 후 자동차 경로 찾기를 한다. API의 버전 정보, 출발지, 경유지, 목적지 좌표계의 유형을 지정하고 출발지와 목적지의 경도와 위도의 정보를 해쉬맵에 저장한 후 SK Planet의 특정 주소(<https://apis.skplanetx.com/tmap/routes>)에 정보를 요청한다.

상세 경로 저장의 경우는 위에서 요청해서 찾은 경로를 DB에 저장하기 위해 이동 경로 관리함에 저장한다. 이 때, 이동 경로 관리함은 ArrayList의 형태로 저장된다. 그 다음 상세 경로를 보여주기를 통해 ArrayList에 저장된 정보들을 보여준다.

다음으로 실시간 이동 경로 상세에 대하여 설명한다. 우선 먼저 TMap을 초기화 시킨 후 경로탐색 및 표시를 한 뒤 인텐트 필터(Intent filter)를 추가한다. 인텐트 필터란 인텐트 객체의 정보와 각 컴포넌트의 정보를 비교하게 되며, 이를 위해 각 컴포넌트는 자신이 받을 수 있는 인텐트의 종류이다. 인텐트 필터를 추가한 다음 경로가 저장되어있던 이동 경로 관리함을 호출해 현재 위치의 경도, 위도와 비교를 하면서 경로함에 저장되어 있던 부분과 일치하는 정보들을 표시한다. 그림 9는 TMap OPEN API 가이드북에 있는 코드 설명들 중에 TMapPolyLine findPathData를 설명하는 부분이다.

4.9.5. TMapPolyLine findPathData (TMapPoint startpoint, TMapPoint endpoint)

출발, 목적지 값으로 경로탐색을 요청합니다.

- Parameters
 - startpoint: 출발지 좌표
 - endpoint: 목적지 좌표
- Example

```
TMapPoint startpoint = new TMapPoint(37.5248, 126.93);
TMapPoint endpoint = new TMapPoint(37.4601, 128.0428);
TMapPolyLine polyline = tmapdata.findPathData(startpoint, endpoint);
```

그림 9. TMapPolyLine findPathData
Fig. 9. TMapPolyLine findPathData

내비게이션 애플리케이션에서는

```
try{
    TMapPolyLine polyline =
    tmapdata.findPathData(startpoint, endpoint);
    mTmapview.addTmapPolyLine("TestID",
    polyline);
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
```

와와 같은 형식으로 사용한다.^[14]

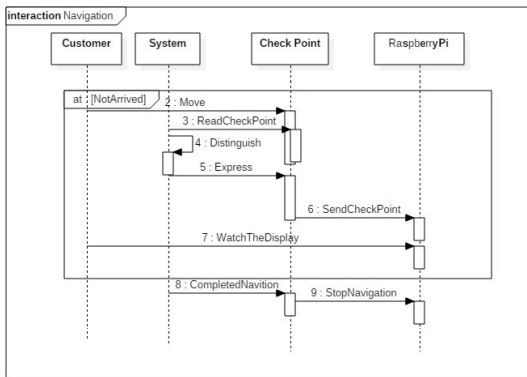


그림 10. 내비게이션 시퀀스 다이어그램
Fig. 10. Navigation Sequence Diagram

그림 10은 내비게이션 애플리케이션 중에서 길안내 기능에 관한 시퀀스 다이어그램을 보여주는 그림이다. 운전자가 목적지를 지정하고 목적 경로에 있는 경유지를 확인한다. 그리고 경유지에서 경유지까지의 정보를 확인해서 운전자에게 진행할 방향을 보여준다. 목적지에 도착할 때까지 같은 동작을 반복한다. 목적지에 도착하면 완료표시를 보여주고 동작을 마친다.

4. 시스템 구현

내비게이션의 정보가 차량의 앞 유리에 시현될 때 너무 많은 정보가 노출이 되면 운전자의 시야를 방해하게 된다. 따라서 운전자가 필요로 하는 방향 전환 지시, 방향 전환까지 남은 거리, 속도위반표시, 현재 속력을 표시한다. 그림 11은 이 HUD 내비게이션 표시장치가 표시하는 정보를 나타내는 그림이다.

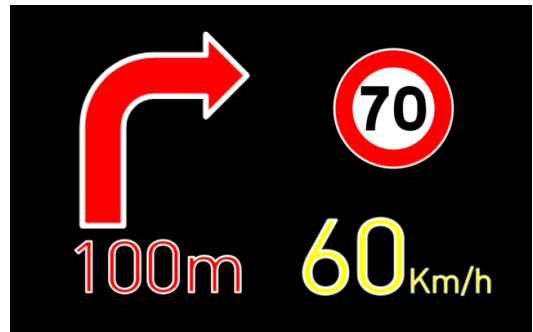


그림 11. 내비게이션 화면
Fig. 11. Display of HUD navigation

내비게이션 애플리케이션에서 화면에서 보여줄 정보를 블루투스 통신을 통해 라즈베리파이로 전달한다. 받은 정보들을 라즈베리파이의 미리 저장된 이미지 파일을 불러오는 방식으로 구현한다.

HUD 내비게이션 개발은 현재 내비게이션 애플리케이션에서 길 안내도중 가끔씩 실행이 중지되는 오류가 발생하여 수정하는 단계에 있다. 우리가 제안한 시스템 개발 완료되어 상품화 된다면 많은 운전자들에게 편의를 제공함과 동시에 전방주시태만으로 인한 사고의 예방에 크게 기여할 것이다.

IV. 결 론

교통사고의 가장 큰 원인 중 하나인 전방주시태만으로 인한 교통사고의 증가에 주목하고 이러한 사회적 문제를 해결할 수 있는 효과적인 방법으로 우리는 HUD 내비게이션을 개발하기로 했다. 하드웨어는 내비게이션 기능뿐만 아니라 많은 개발자들이 자유롭게 참여해 다양한 기능들을 모듈화해서 사용할 수 있도록 라즈베리파이를 사용했고, 내비게이션 기능을 위해서는 SK의 TMap OPEN API를 이용하여 애플리케이션을 개발하였다.

HUD 내비게이션 시스템을 이용하여 운전자가 주행 중에 차량의 속도, 길안내 등의 운전에 필요한 요소들을 전방을 주시하면서 확인할 수 있기 때문에, 운전자의 시선분산을 최소화시켜줄 수 있도록 한다. 그 결과 안전한 불이행 교통사고의 원인 중 하나인 전방주시태만으로 인한 교통사고를 크게 감소할 수 있을 것이다.

References

- [1] JunYong An, 'Dangerous striding with eyes and ears blocked, Chosun Ilbo, October 23. 2014. <http://m.chosun.com/svc/article.html?sname=news&contid=2014102300227>
- [2] BoRam Yun, DaEun Park, B Kyung Kim, Ju Yung Cho, YungKyung Park, "Evaluation for the cognition and usability of HUD while driving", Korean Journal of Science of Emotion & Sensibility, Vol .17 No. 3, pp. 117-128, November 2014.
- [3] HUD, <https://ko.wikipedia.org/wiki/>
- [4] KIA K9, <http://www.egmcartech.com>
- [5] JiHyoung Ryu, SungWon Choi, Chang Lee, "The Method of 3D Information Display for Automobile HUD" Journal of Institute of Control Robotics and Systems, Vol. 17 No. 1, pp. 12-16, January 2011.
- [6] What are the Two Classification Methods of HUD System for Automobiles?, <http://blog.daum.net/heejae0508/175>
- [7] Raspberry Pi Quick Start Guide, quick-start-guide, <https://www.raspberrypi.org/>
- [8] Hyung-Ro Lee, Chi-Ho Lin, "Design and Implementation of Smart Home Security Monitoring System based on Raspberry Pi2," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(IIBC), Vol. 16, No. 5, pp. 131-136, Oct. 31, 2016. DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2016.16.5.131>
- [9] Jae-Ho Hyeong, et. al, "Smart LED Push Notification System based on Android," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(IIBC), Vol. 16, No. 1, pp. 97-102, Feb. 29, 2016. DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2016.16.5.131>
- [10] The Magpi Magazine, <https://www.raspberrypi.org/magpi/>
- [11] YoungSun Park, SangJin An, YoungJun Lee, "A Study on the Programming Education Using Raspberry Pi", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol .22, No. 1, pp.

451-453, January 2014.

[12] Raspberry Pi, <https://ko.wikipedia.org/wiki/>

[13] Raspberry Pi, <https://www.raspberrypi.org/>

[14] TmapOpenAPI Developer's Guide, Develop_Guide_android_1.0.43, <http://www.skplanet.com/>

저자 소개

주 한 울(준회원)



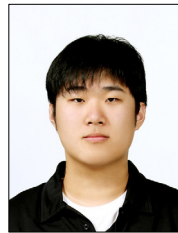
• 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 재학 (BS)

최 성 문(준회원)



• 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 재학 (BS)

최 원 석(준회원)



• 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 재학 (BS)

주 복 규(중신회원)



• Univ of Maryland 공학박사
• 1990년 ~ 1998년 : 삼성전자 중앙연구소 수석연구원
• 1998년 ~ 2000년 : (주)동양시스템즈 연구소장
• 2001년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수

<주관심분야 : 소프트웨어 개발방법론, 네트워크 보안>

※ 이 논문은 2014학년도 홍익대학교 학술연구진흥비에 의하여 지원되었음