

압력센서와 레이저 센서를 이용한 타이어 안전 인지 애플리케이션 개발

모원기* · 안정우* · 유승재* · 임지원* · 이봉주**

The Development of Tire Safety Recognition Application with Pressure and Laser Sensors

Won-Ki Mo* · Jung-Woo An* · Seung-Jea Yoo* · Ji-Won Lim* · Boong-Joo Lee**

요 약

타이어 사고를 방지하기 위해 앱 인벤터와 블루투스 통신을 이용한 타이어 안전을 확인할 수 있는 애플리케이션을 개발하였다. 온도 센서로 외부 온도를 측정하여 계절의 변화를 알고 압력센서로 타이어의 공기압을 측정하여 외부 온도에 맞는 공기압을 알려주며 레이저 센서의 거리를 50mm이상과 각도를 45°로 해야 최적화된 타이어의 마모도를 측정할 수 있었다. 마모도 측정된 수치에 따라 타이어의 상태를 판단하여 앱 인벤터를 사용하여 블루투스 모듈을 통해 연동한 후 사용자의 핸드폰으로 타이어의 상태와 예상교체를 알 수 안전을 확인할 수 있는 애플리케이션을 개발하였다.

ABSTRACT

To prevent tire accidents, we developed an application that can check tire safety using the app-inventor and the bluetooth communication. The temperature sensor measures ambient temperature, the pressure sensor measures tire pressure, the laser sensor has a distance of more than 50mm, and an angle of 45° to measure for the optimal tire. We have developed an application that determines tire condition based on measured wear and tear levels, works through the Bluetooth module via App Inventor, and identifies tire condition and expected replacement condition on the user's mobile phone.

키워드

Laser Sensor, Pressure Sensor, Tire Air Pressure, Tire Wear Volume, Application
레이저 센서, 압력 센서, 타이어 공기압, 타이어 마모도, 애플리케이션

1. 서 론

타이어는 자동차 주행에 있어 중요한 요소 중 하나이다. 하지만 타이어의 공기압이나 마모도와 같은 타이어

불량 문제를 인식하지 못하는 사람이 많아 타이어 불량 사고는 여전히 높은 상태이다.

도로교통공단 통계분석연구원에 따르면 2007년 타이어 불량으로 인한 교통사고는 총 174건이 발생하여 34명

* 남서울대학교 전자공학과 (wonki9589@naver.com, dkswjddn095@naver.com, cyzhqk1234@naver.com, limjw0807@naver.com)

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

• 접수일 : 2021. 06. 29

• 수정완료일 : 2021. 07. 24

• 게재확정일 : 2021. 08. 17

• Received : Jun. 29, 2021, Revised : Jul. 24, 2021, Accepted : Aug. 17, 2021

• Corresponding Author : Boong-Joo Lee

Dept. of Electronic Engineering, Namseoul University,

Email : bjlee@nsu.ac.kr

이 사망했다. 타이어 불량으로 인한 교통사고의 치사율은 19.5명으로 교통사고에 의한 치사율 보다 약 6.5배 높아 위험률이 매우 높음을 알 수 있다[1]. 2010년 대한타이어 협회에 적정 공기압 캠페인에 따르면 지난해 10월 국내 차량의 44.2%가 적정 공기압보다 낮은 상태로 운전 중이며, 적정 공기압보다 10% 낮은 상태로 운전하는 때도 14%를 넘은 것으로 조사되었다. 타이어 문제 발생으로 인해 공기압 관련 안전사고를 경험한 비율은 79%에 달할 정도로 타이어 공기압은 안전 문제와 직결되어 있다[2].

법 개정을 통하여 2015년 1월 1일부터 출고되는 모든 차량에 타이어 공기압 경고장치(TPMS : Tire Pressure Monitoring System)를 의무 장착하여 타이어 정비 불량으로 인한 교통사고를 방지하고 있다[3-5]. 현재 자동차에 표시된 타이어 공기압 데이터는 냉각 시 타이어를 기준으로 한다. 냉각 시 타이어는 주행으로 인해 열을 받지 않은 상태, 즉 충분한 시간 동안 굴러다니지 않은 상태의 타이어를 뜻한다.

타이어의 공기압이 적정하지 않을 때 트레드 부분이 노면에 확고하게 밀착되지 못하므로 적절한 접지력을 기대할 수 없고 심한 경우 노면에 전혀 접촉되지 못하기도 한다. 특히, 젖은 노면에서는 물을 분산시키는 기능을 하지 못하여 접지력의 손실은 더욱 심화 된다. 이러한 상황에 있어서 마찰력이나 제동, 핸들링은 자연적으로 악화될 수밖에 없으며 부적절한 공기압으로 인해 입게 된다[6]. 차량마다 마모도의 모양과 사람마다 마모도 기준점이 달라 육안으로 확인하기가 어렵고 정비소를 방문하지 하지 않는 이상 정확한 마모도를 확인할 수 없다는 번거로움과 경제적인 부담이 있다.

타이어의 마모성능은 타이어 수명과 직접적인 관계가 있을 뿐만 아니라, 마모된 타이어는 조향 성능 및 제동력 상실을 유발하여 타이어와 관련된 교통사고의 주요인이 된다[7]. 타이어의 트레드 최저깊이는 1.6mm이지만 마모도 최저깊이를 무시하고 빗길에서 운전할 경우 마모도가 닳지 않은 타이어보다 수막현상으로 인한 제동거리가 50% 증가하여 타이어 마모도에 대한 낮은 인식률로 인한 사고의 원인이 된다[8].

본 연구에서는 이러한 단점들을 보완하여 압력 트랜스듀서 타이어의 공기압을 측정하고 온도 센서로 계절에 따라 외부 온도가 달라지는 공기압 변화를 측정하고 레이저 센서를 슬라이스 레일에 부착하여 타이어 마모도를 측정하여 현재 상태를 알려준다. 공기압과 마모도 측정값

을 이용하여 마모한계선을 기준으로 사용자 정보를 입력하여 타이어 교체 시기를 예상하여 알려준다. 그리고 이 모든 정보를 블루투스 모듈을 이용해 애플리케이션과 연동하여 누구나 쉽게 주행 전에 자동차 타이어 정보를 알 수 있고 그로 인해 마모도와 공기압의 인식률과 편의성 및 안전성을 높여 타이어 사고에 대해 예방하는 것을 목표로 한다[9].

II. 시스템 구성

2.1 시스템 구성도

타이어 안전성 판별 애플리케이션을 만들기 위해 레이저 센서와 압력센서, 블루투스 모듈, 아두이노, 앱 인벤터를 사용하였다. 레이저 센서와 압력센서를 이용하여 타이어의 마모도와 공기압을 측정하여 값을 받고 앱 인벤터 프로그램을 사용하여 애플리케이션을 만든 후 블루투스 모듈을 이용하여 핸드폰과 연결하여 센서값을 나타낸다.

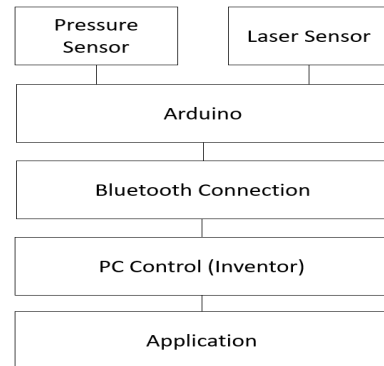


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1 System configuration chart

타이어 안전 애플리케이션은 먼저 외부의 온도를 측정하고 타이어 마모도와 공기압을 측정하여 데이터를 블루투스를 통해 전달받아 수치에 따른 안전, 주의 경고를 애플리케이션에 나타내줌으로써 타이어 안전을 사용자의 핸드폰에서 애플리케이션을 통해 확인할 수 있도록 해준다.

2.2 레이저 센서

타이어의 마모도를 비접촉식으로 측정하기 위해서 레이저 센서(TOF10120)를 이용하였다. 센서는 발광부에서

나온 빛이 돌아오는데 걸리는 시간을 통해서 입사각의 영향을 적게 받고 거리를 1mm 단위로 거리를 측정 가능해 이 센서를 사용하였다.

직선 실린더 슬라이스 레일을 구매하여 레이저 센서를 부착하고 직선의 움직임을 통해 일정한 거리를 유지 시켜 줌으로써 미세한 움직임을 최대한 줄여 측정하였다.

2.3 압력센서

타이어의 공기압을 측정하기 위해 압력센서(트랜스듀서)를 이용하였다. 압력 트랜스듀서는 기계적인 힘을 전기 신호로 변환하는 트랜스듀서로 압력이 적용되는 스트레인 게이지 센서 신호를 전달 받아 타이어의 변형을 측정한다[10]. 아트만 에어척을 이용하여 압력 트랜스듀서와 타이어를 연결하여 압력을 측정하였다.

2.4 타이어

승용차의 경우 신품 타이어의 트레드 깊이는 8.0mm이며 최저 트레드 깊이는 1.6mm이다[11].

실험에 사용한 타이어는 그림 2에 나타내었다. 타이어는 기아 자동차의 옵티마 리갈 타이어로 타이어 적정 공기압은 35psi이며 디지털 마모도 측정기로 측정한 결과 현재 타이어의 트레드 깊이는 6mm로 측정되었고 트레드 웨어는 780이었다. 실험을 측정할 위한 마모도 기준은 왼쪽에서부터 순서대로 1부터 9까지 트레드와 평면을 번갈아가며 그림과 같이 기준을 정하였다. 실험 측정 시 표기는 마모도 순서인 'Point'라고 작성하여 표기하였다.

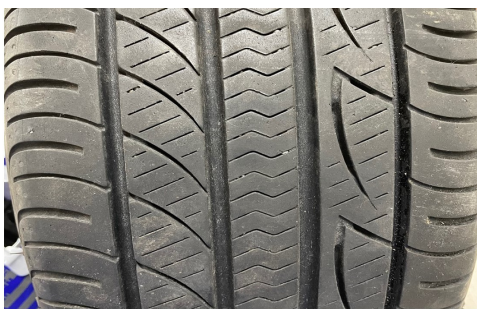


그림 2. 사용 되어진 타이어(표기번호)
Fig. 2 Used tire (with indication number)

III. 실험 및 고찰

본 연구에서는 압력 센서(압력 트랜스듀서)와 레이저 센서(TOF10120)로 정차한 자동차 타이어의 압력과 마모도를 측정하여 타이어 안전 인지 애플리케이션을 개발하기 위해 제작하였다. 정차한 자동차 상태에서 전동 슬라이드 레일 통해 마모를 확인하고 온도 센서와 압력센서를 아두이노에 연결하여 블루투스 모듈을 통해 측정된 데이터를 받아 애플리케이션으로 타이어 안전을 확인하는 방식으로 제작하였다.

3.1 센서값 오차값 줄이기

```
#define num 20
float sensorValues[num] ;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  for(int i = 0 ; i < num - 1; i++){
    sensorValues[i] = sensorValues[i + 1];
  }
  sensorValues[num - 1] = analogRead(A0);
  float filteredValue ;
  for(int i = 0 ; i < num; i++){
    filteredValue += sensorValues[i] ;
  }
  filteredValue /= num;
  delay(10);
  Serial.print(sensorValues[num - 1]);
  Serial.print(" ");
  Serial.println(filteredValue);
}
```

그림 3. 센서의 오차값을 줄이기 위한 코드
Fig. 3 Code to reduce sensor error value

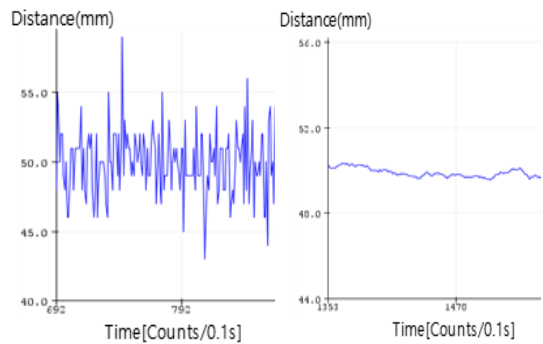


그림 4. 오차값 수정 전과 오차값 수정 후
Fig. 4 Value before and after correcting the error.

타이어에 센서를 부착하여 측정하면 센서와의 오차값이 크게 발생하여 오차값을 줄이기 위한 함수 코드를 사용하였다. 함수 코드는 그림 3과 같다. 그 결과 기존 레이저 센서의 소스코드를 할 때에는 센서의 오차값이 평균 4mm였지만 마모를 측정하기엔 오차값이 크기 때문에 노이즈필터 함수 코드를 사용하여 평균 오차값을 평균 0.5mm로 줄였다. 그림 4와 같이 세로축을 보면 노이즈 상태의 오차값의 범위가 왼쪽과 오른쪽 그림이 확연하게 변화된 모습을 볼 수 있다.

3.2 평면에서의 레이저 센서 측정

표 1은 레이저 센서와 평면 사이의 거리를 변화시키면서 오차 범위를 최소화시키는 실험을 하였다.

그 결과 실험을 통해 50mm 이상 거리를 두고 측정해야 오차 값이 0으로 최소화되는 것을 확인하였다.

표 1. 거리에 따른 오차범위
Table 1. Range of error with distance

	Actual Distance	Measurement Distance	Error
1	10mm	0mm	x
2	20mm	9mm	11mm
3	30mm	23mm	7mm
4	40mm	38mm	2mm
5	50mm	50mm	0mm
6	60mm	60mm	0mm
7	70mm	70mm	0mm
8	100mm	100mm	0mm
9	150mm	150mm	0mm

3.3 레이저 센서 각도에 따른 마모도 측정

레이저 센서의 거리마다 각도를 변화시켜 타이어의 실제 거리와 제일 오차율이 없는 실험을 하였다. 레이저 센서와 타이어의 거리는 80mm, 50mm, 100mm에서 측정하였고 타이어 공기압은 35psi로 측정하였다.

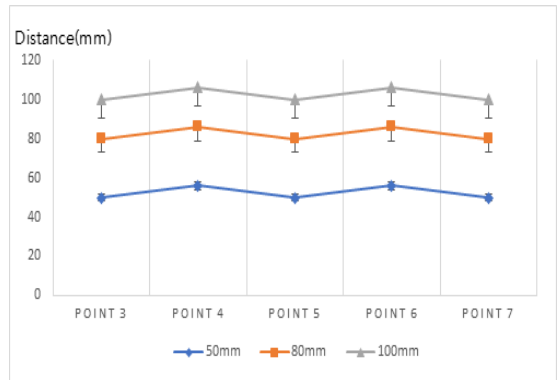


그림 5. 50mm, 80mm, 100mm일 때 각도에 따른 마모도 측정 평균치 오차율

Fig. 5 the average error and tear measurement rate depending on the angle at 50mm, 80mm, 100mm,

그림 5는 그림 2에서 표현한 Point 위치별 각도에 대한 마모도 오차값을 평균값으로 표현한 것으로 거리에 대한 오차율을 나타내었다.

먼저 50mm일 때 0°에서는 오차 평균이 2mm, 30°에서는 2.4mm, 45°에서는 0mm, 60°에서는 측정값이 지정 거리보다 벗어나 측정되었다. 80mm일 때 0°에서는 오차 평균이 9.6mm, 30°에서는 8.4mm, 45°에서는 3.2mm, 60°에서는 2.6mm로 측정되었다. 100mm일 때의 0°에서는 오차 평균이 15.4mm, 30°에서는 9.4mm, 45°에서는 7.2mm, 60°에서는 측정값이 지정 거리보다 벗어나 측정되었다.

실험을 통해 100mm에서는 측정이 잘되지 않는 것을 볼 수 있고 50mm와 80mm를 비교해 보았을 때 50mm가 오차값이 더 적은 것을 볼 수 있었다. 50mm에서의 각도에 따른 오차를 비교하여 보았을 때 45°에서 오차값이 최소화된 것으로 보아 거리 50mm에서 45°로 측정하기로 판단하였다.

3.4 레이저 센서 위치에 따른 마모도 측정

레이저 센서의 각도에 따라 마모도를 측정하여 실제 마모도와 비슷한 각도를 찾는 실험을 하였다. 이 실험의 목적은 그림 5를 보면 레이저 센서가 45°일 때 즉, 타이어와의 수직 방향에서 측정한 값이 최적이라고 판단하였기에 레이저 센서는 매우 세밀한 센서기 때문에 각도를 45°는 맞추지 않고 직각으로 고정시켜 타이어와 레이저 센서를 수직상태로 만들어 실험을 해보았다.

타이어의 지름을 측정해 보았을 때 63cm로 센서의 높이를 31.5cm 높여서 측정하였고 레이저 센서와 타이어의 거리는 표 1을 보면 50mm이하부터 오차가 있기 때문에 50mm, 80mm, 100mm에서 측정하였고 타이어 공기압은 35psi상태로 측정하였다.

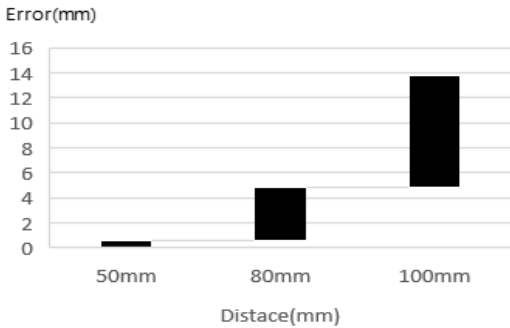


그림 6. 길이에 따른 마모도 측정 오차 그래프
Fig. 6 Error measuring wear by length Graph

그림 6을 보면 50mm일 때 오차 평균은 0.6mm가 나왔고 80mm일 때 오차 평균은 4.2mm, 100mm일 때 오차 평균은 9mm가 나온 것으로 보아 50mm일 때 오차가 가장 적은 것으로 판단하였다. 즉, 레이저 센서의 최소 측정 거리인 50mm가 최적의 조건임을 알았다.

3.5 마모도에 이물질이 있을 때

이물질에 대한 마모도 오차를 비교하기 위해서 타이어 마모도 부분에 돌을 끼운 후 실험하였다. 돌 4개를 선정하여 높이와 가로를 측정하였고 타이어에 끼우는 방향을 기준으로 높이는 타이어와의 수직 방향, 가로는 타이어와의 평행한 방향을 측정하였다.

표 2. 돌 규격
Table 2. Stone Size

Stone	Height	Horizontal
1	4mm	4mm
2	8mm	9mm
3	6mm	6mm
4	3mm	5mm
5	9mm	5mm

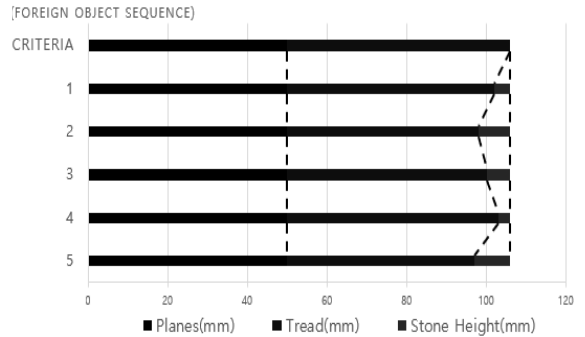


그림 7. 마모도에 이물질이 있을 때
Fig. 7 When foreign substances are present in the abrasion degree

표 2는 높이에 따라 그림 7의 결과처럼 타이어 마모도 사이에 돌을 넣어 깊이를 측정하였을 때 첫 번째 그래프가 평평한 면을 기준으로 한다면 트레드 깊이에 이물질을 넣어 높이 따라 달라지는 측정값이 나온 것으로 보아 타이어 마모도를 측정할 때 못과 같은 이물질이 있는 경우 기존 마모도와 다른 측정값을 얻어 타이어의 이물질 끼임 판별을 할 수 있도록 하였다.

3.6 밝기에 따른 마모도 측정

밤과 낮을 구별하기 위하여 밝기 따른 마모도 변화를 알기 위하여 외부 밝기를 변화하여 측정하였다. 타이어 트레드 깊이는 56mm이다.

표 3. TPMS와 압력센서 공기압 측정
Table 3. TPMS and pressure sensor air pressure measurement

Brightness	First	Twice	Third	Error
0Lux	56mm	56mm	56mm	0
200Lux	56mm	56mm	56mm	0
400Lux	56mm	56mm	56mm	0
600Lux	56mm	56mm	56mm	0
800Lux	56mm	56mm	56mm	0
1000Lux	56mm	56mm	56mm	0

표 3은 실험결과 레이저 센서는 밝기에 영향을 받지 않고 일정한 측정값을 나타내는 것을 확인하였고 밝기에 따른 변화되는 장소에 상관없이 정확한 측정값을 확인하여 있다.

IV. 애플리케이션

3.7 압력센서와 TPMS에 따른 공기압 측정

타이어에 공기압 센서를 연결하여 공기압 수치가 TPMS로 확인한 수치와 같은지 확인하는 실험을 하였다. 타이어에 공기펌프를 이용하여 공기를 주입하였고 타이어에 TPMS와 압력센서를 연결하여 비교하였다.

표 4. TPMS와 압력센서 공기압 측정
Table 4. TPMS and pressure sensor air pressure measurement

Air pressure	TPMS	Pressure Sensor	Error
28psi	28psi	28psi	0psi
30psi	30psi	30psi	0psi
32psi	32psi	32psi	0psi
34psi	34psi	34psi	0psi

표 4는 결과 공기압 변화에도 각 공기압 수치에 따른 TPMS와 압력센서의 값이 오차가 없는 것을 확인할 수 있다.

3.8 공기압에 따른 마모도 변화

본 실험은 50mm의 거리에서 공기압에 변화에 따른 트레드 깊이의 변화를 알기 위하여 공기압 수치에 따른 트레드 차이를 비교해 보았다. 실험 위치는 타이어의 위치는 중간과 양끝을 선정하여 실험을 해보았다.

표 5. 공기압 수치에 따른 마모도
Table 5. Wear according to the air pressure value

Air pressure	Point 1	Point 5	Point 9
24psi	49mm	51mm	49mm
27psi	49mm	51mm	49mm
30psi	51mm	50mm	51mm
32psi	51mm	50mm	51mm
34psi	51mm	50mm	51mm
36psi	51mm	50mm	51mm
38psi	52mm	50mm	52mm
40psi	53mm	50mm	53mm

실험결과 표 5를 보았을 때 타이어 공기압이 많을 때는 타이어 가운데의 마모가 빨리 진행되고 공기압이 적을 때 타이어 양쪽의 마모가 빨리 진행된다는 것을 알 수 있다.

4.1 애플리케이션 구상도

애플리케이션은 운전자가 차량을 주행하기 전 타이어의 정보를 쉽게 알 수 있도록 개발하였다. 스마트폰과 연동시켜 아두이노에서 나오는 센서의 값에 따라 텍스트를 출력하도록 설계하였다[12]. 그림 8은 애플리케이션 화면이며 이를 통해 사용자 설정을 하여 타이어의 현재상태를 측정하여 예상 교체시기를 알려주어 이상이 있을 시 근처 정비소를 알려주는 애플리케이션을 개발하였다.

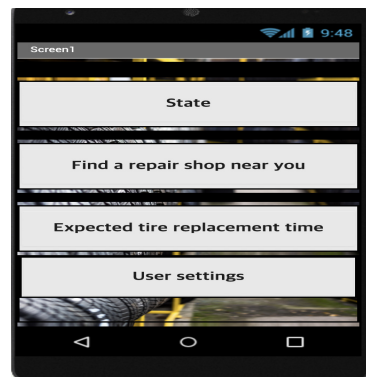


그림 8. 애플리케이션 화면 1
Fig. 8. Application screen 1

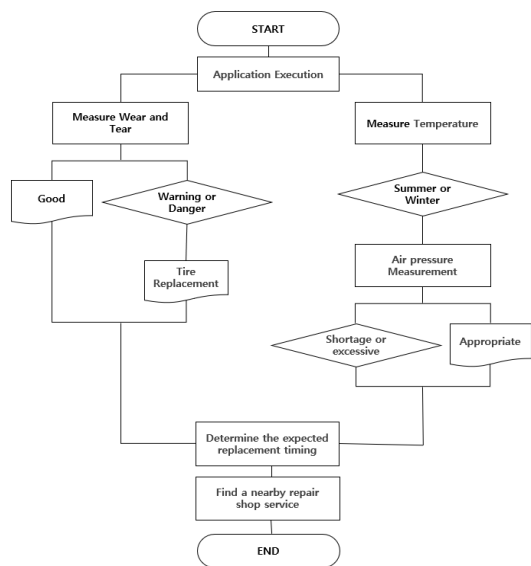
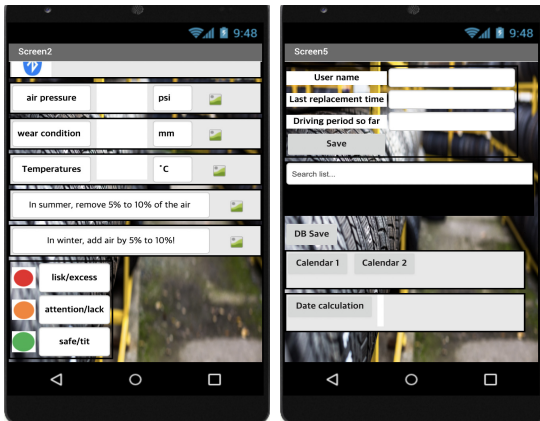


그림 9. 시스템 알고리즘
Fig. 9. System algorithm

시스템 알고리즘으로 온도센서와 공기압 센서를 활용하여 공기압 상태를 확인할 수 있고 레이저 센서의 값을 통해 타이어의 마모상태를 알 수 있다. 그림 9는 개발한 시스템에 대한 전체 동작 개념도는 표현한 것이다. 그림에서와 같이 초기자료 입력과 각각의 측정결과를 통해 사용자에게 타이어에 대한 안전성과 예상교체시기를 미리 인지시킬 수 있게 할 수 있다.

4.2 상태화면 및 사용자 설정 애플리케이션

그림 10-(a)는 상태화면에서는 고정된 상태로 타이어에 연결된 센서가 외부 온도, 타이어 공기압, 마모도에 대한 정보가 뜬다. 측정 상태는 안전(초록), 주의(주황), 위험(빨강)으로 표시되고 공기압 측정방법은 그림 9와 같이 온도 센서와 공기압 센서를 동시에 사용하여 외부 온도를 측정하여 22° 이상일 때 여름, 10° 이하에 겨울을 인지하여 계절에 맞는 공기압을 알려준다. 타이어 트레드 경우 깊이가 80mm 이상이면 마모도 안전, 79mm에서 21mm 마모도 주의, 20mm 이하에서 타이어 위험 표시를 준다.



(a) 상태화면 (b) 사용자 설정

그림 10. 애플리케이션 화면 2
Fig. 10 application screen 2

그림 10-(b)는 사용자 설정 페이지는 운전자 이름, 마지막 교체 시기를 사용자가 직접 입력하면 날짜 계산기를 통해 지금까지의 주행 기간을 알려준다. 사용자 설정 저장은 최대 2명까지 가능하다.

4.4 외부 온도에 대한 공기압 애플리케이션 인식률

본 논문에서는 온도 센서를 아두이노와 연결하여 블루

투스 모듈을 이용하여 앱 인벤터를 통해 외부 온도에 따른 공기압을 나타내주도록 하였다. 외부 온도를 측정하여 온도가 30℃ 이상일 때 여름, 9℃에서 29℃일 때 봄·가을, 10℃ 이하를 겨울이라 기준을 정하고 공기압이 30psi, 35psi 40psi일 때의 애플리케이션 인식률을 실험하였다.

표 6. 공기압 수치에 따른 애플리케이션 인식률
Table 6. Application recognition rate according to air pressure value

Air pressure	Summer	Spring	Winter
30psi	Appropriate	shortage	shortage
35psi	Excessive	Appropriate	shortage
40psi	Excessive	Excessive	Appropriate

계절에 따라 공기압 변화를 주었더니 표 6과 같이 봄, 가을 날씨 35psi기준으로 적정 공기압 수치를 얻었고 계절이 추울 때는 공기압이 높을수록, 계절이 더울 때는 낮을수록 적정 공기압 수치를 얻었다.

4.5 타이어 예상교체 시기

그림11과 그림12는 사용자 편의를 위한 기능설계를 위한 교체 알고리즘과 어플리케이션 제작화면이다.

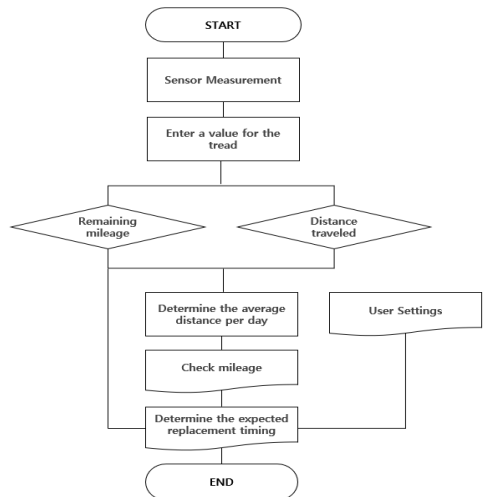


그림 11. 예상 교체시기 알고리즘
Fig. 11 Estimated replacement timing algorithm

그림에서와 같이 사용자 설정을 통해 본인의 타이어의

정보를 입력한 후 측정된 센서값을 받아 자동차의 현재 주행거리와 남은 주행거리를 측정한 후 타이어의 교체 시기를 예상하고 수식으로 표현하였다.

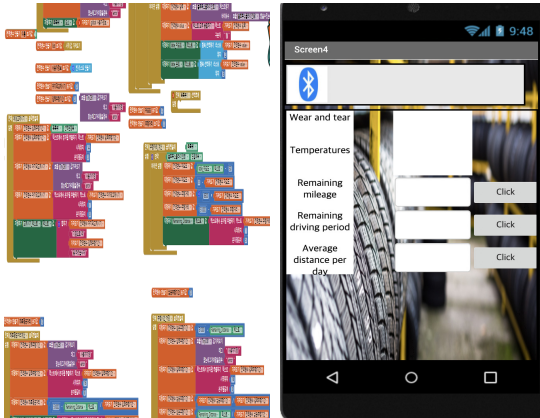


그림 12. 앱 인벤터 블록도와 애플리케이션 화면 3
Fig. 12 App Inventor block diagram and application screen 3

타이어의 트레드 최저깊이는 1.6mm이다. 하지만 미세한 오차로 인해 안정도를 높이기 위해 소수점을 반올림하여 트레드 최저깊이를 2mm로 예상 교체시기를 수식으로 계산하였다.

R: 트레드 웨어, S: 센서 측정값, A: 최대 주행거리,
C: 남은 주행거리, K: 주행거리 T: 주행시간,
M: 하루평균 주행거리, N: 남은 주행시간
I: 선택된 목록 뷰 첫 번째 데이터
(입력주행시간)
J: 선택된 목록 뷰 두 번째 데이터
(마지막교체시기)
K: 예상교체시기

$$\begin{aligned} (R \times 220) - 15000 &= A \\ A \times (S - 2[mm]) &= C \end{aligned} \quad (1)$$

(1)은 타이어마다 표기되어 있는 트레드 웨어를 활용하여 현재 타이어의 최대주행거리(A)를 구하였고 구한 값으로 센서로 측정된 값을 활용하여 남은 주행거리(C)를 구하였다.

$$\frac{(A - C)}{T} = M, \quad \frac{C}{M} = N \quad (2)$$

식(2)은 최대주행거리(A)에서 남은주행(C)를 빼주고 사용자 설정에 저장된 주행된 시간(T)을 통해 하루 평균 거리를 구하였으며 하루평균 주행거리(M)를 구한 값을 통해 남은 주행거리(C)를 나누어 남은 주행시간(N)을 구하였다.

$$K = J + (N + I) \quad (3)$$

식(3)은 마지막으로 예상 교체시기(K)를 알기 위해 남은 주행시간(N)과 사용자 설정에 있는 입력 주행 시간(I)을 먼저 계산해주고 마지막 교체 시 길(J)을 더 하여 "00일 이후 교체하라"라는 날짜 문구가 생성되어 타이어의 교체시기를 예상할 수 있다.

그림 12와 같이 트레드 깊이의 측정된 값을 받아 알고리즘이 하루평균거리 확인하고 하루평균거리 계산된 값을 통해 주행거리를 확인하여 사용자의 저장된 데이터 기반으로 예상 교체 시기 예상교체 날짜를 알려준다.

V. 결론

본 논문에서는 타이어의 마모도와 공기압에 대한 상관관계와 낮은 인식률로 인한 자동차 타이어 사고를 방지하기 위해 앱 인벤터와 블루투스 통신을 이용한 타이어 안전을 확인할 수 있는 애플리케이션을 개발하였으며, 온도 센서로 외부 온도를 측정하여 계절의 변화를 알고 압력센서로 타이어의 공기압을 측정하여 외부 온도에 맞는 공기압을 알려주며 레이저 센서로 타이어의 마모도를 측정하여 마모도 수치에 따라 타이어의 마모도 상태를 판단하여 타이어 예상교체 시기를 알려주도록 개발하였다.

실험결과 레이저 센서는 평면에서 50mm 이상에서는 측정이 되지만 타이어에서는 100mm에서는 마모도를 측정하지 못하여 50mm와 80mm 중 오차값이 적은 50mm로 측정하였다. 각도 실험을 통해 레이저 센서의 위치를 정하는 실험을 통해 45°에서 가장 오차값이 적다는 판단을 하여 타이어와 수직에서 측정하여야 가장 최적의 환경에서 측정할 수 있다고 판단하였다. 타이어의 지름을 측정하여 중간인 31.5cm로 정하였다. 레이저 센서의 위치

를 바꾼 후 마모도를 측정된 결과 역시 100mm에서는 마모도를 측정하지 못하고 50mm에서의 오차가 1mm로 가장 적었다. 공기압 수치를 변화시켜 마모도의 모양을 확인하였을 때 35psi가 적정 공기압일 때 27psi 이하에서는 타이어의 양옆의 마모도가 빨리 닳고 38psi 이상에서는 타이어 중앙의 마모가 빠르다고 예측하였다.

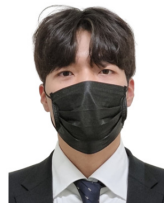
이 실험을 통해 타이어의 마모도와 공기압을 간편하게 알 수 있고 사람들에게 마모도와 공기압에 대한 인식을 높여준다. 타이어의 수명을 예측하여 알려주어 사용자가 타이어 교체 시기를 인지하고 타이어 사고에 대해 미리 예방할 수 있도록 하였다.

※ 위 논문은 “2021년 봄철 학술대회 우수논문”입니다.

References

- [1] S. Baek, "Design and implementation of diagnostic system in tire uneven wear using laser sensors," *Graduate School of Dongui University*, 2016
- [2] S. Shin, "Energy Management Corporation : Fuel efficiency due to tire pressure inspection Traffic accident," *Electric Power*, vol. 4, no. 6, 2010, p. 61
- [3] K. Kim, "Implementation of an Image Based Tire wear Diagnosis System," *Master's Thesis, Graduate School of Kyungpook National University*, 2018.
- [4] M. Byeon, "TPMS System RF Performance Verification Tester Law," *Korea Automotive Engineering Association*, vol. 29, no. 2, Apr, 2007, pp. 99-104.
- [5] S. Kim and S. Hwang "Low-Power TPMS Duplex Communication Technique Considering Data Reliability" *Master's Thesis, Chosun University*, 2012.
- [6] C. Woo, "The study on the low pressure decision logic about the external pressure change factor of tire pressure monitoring system," *Master's Thesis, Korea University Graduate School of Engineering*, 2012
- [7] K. Lee, "A Study on the Prediction and Characteristics Analysis of Tire Uneven Wear," *Master's Thesis, Sungkyunkwan University*, 2020..
- [8] Y. Oh, "The Risk of Motor Vehicle Speeding on Rainy Roads," *Auto Journal*, vol. 41, no. 1, 2019, pp. 26-32..
- [9] H. Ban, k. Yung, H. Son, and Y. Rhee "Application Experiment of Intelligent Head-Up Display for Vehicle," *Academic Presentation Paper Collection*, 2010.
- [10] S. Park, S. Kwak, J. Yang "Implementation of Wireless Measurement System for Tire Deformation" *Journal of the Korean Telecommunications Association*, vol. 15, no.4, 2020, pp. 671-678.
- [11] Korea Tire Industry Association. *With a tirewear limit of 1.6mm*, Technical report, Vol.148, June. 1990, pp. 44-45.
- [12] S. Park, H. Park, S. PARK, M. Jeon, B. LEE "Safety accident prevention system for school vehicles using image and human body detection sensors" *Journal of the Korea Electronics and Telecommunications Society*, Vol. 13, No. 1, 2019, pp. 193-198.

저자 소개



모원기(Won-Ki Mo)

2016년 남서울대학교 전자공학과
4학년 재학 중(공학사)
※ 관심분야 : 웹 개발



안정우(Jung-Woo An)

2016년 남서울대학교 전자공학과
4학년 재학 중(공학사)
※ 관심분야 : 애플리케이션 개발



유승재(Seung-Jea Yoo)

2016년 남서울대학교 전자공학과
4학년 재학 중(공학사)
※ 관심분야 : 디지털회로 설계



임지원(Ji-Won Lim)

2016년 남서울대학교 전자공학과
4학년 재학 중(공학사)
※ 관심분야 : 애플리케이션 개발



이봉주(Boong-Joo Lee)

1996년 인하대학교 전기공학과 졸업(공학사)
1998년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)

2003년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)
전) LG전자 디지털디스플레이 연구소 선임연구원
전) 남서울대학교 전자공학과 학과장
전) University of Utah(USA), 방문교수
현) 남서울대학교 전자공학과 교수(07.9~현재)
※ 관심분야: 유기/무기 전자소자, 차세대 디스플레이