

# 레이저 센서를 이용한 자동차 타이어 이상마모 체크 시스템 설계

백성현\* · 장종욱\*\*

\*동의대학교

design vehicle tire abnormal wear check system with laser sensor

Sung-hyun Baek\* · Jong-Wook Jang\*\*

\*Dong-Eui University

E-mail : smartma@naver.com, jwjang@deu.ac.kr

## 요 약

자동차의 타이어는 자체의 하중을 지지하고 구동력과 제동력을 노면에 전달 한 뿐만 아니라 노면으로부터 받는 충격을 완화하며 자동차의 진행 반행을 전환, 유지하는 등 자동차에 아주 중요한 역할을 담당하는 부품이다. 하지만 이러한 타이어에 약간의 이상이 발생을 하더라도 운전자 및 동승자의 안전을 영향이 있는 중요한 부품 중의 하나이다.

타이어의 문제는 여러 가지가 있을 수 있지만 일반적으로는 일반 마모와 이상마모로 두가지로 나뉠 것이다. 일반적인 마모는 자동차 주행 중의 마모로 적당한 주행거리에 교체 하면된다 하지만 이상마모는 일반적인 마모와 달리 각 타이어가 따로 마모가 되거나 타이어 일부분이 마모가 되는 것이다. 현재까지 이상마모를 점검하는 방법으로는 정비사가 타이어를 눈과 손으로 점검하여 편마모인지 아닌지를 판단을 하고 있기 때문에, 하지만 편마모인지 아닌지를 점검하는 기준이 다르고 타이어마다 틀려 운전자는 애매모호한 기준에 당황 할 수밖에 없다.

그래서 본 논문에서는 이러한 단점을 보완 하고자 복 수개의 레이저 센서를 이용하여 각 타이어마다 인지 아닌지를 체크 하는 시스템을 설계하여 주관적인 판단을 극복하고 객관적이고 정확한 판단을 내릴 것이다.

## 키워드

편마모, 레이저 센서, 타이어, 자동차

## I. 서 론

타이어는 고무의 고무의 탄력성과 공기의 수축성을 이용하여 자동차의 차중을 지지하고 구동력과 제동력을 노면에 전달할 뿐만 아니라 노면으로부터 받는 충격을 완화하며 자동차의 진행방향을 전환, 유지하는 등 자동차에 아주 중요한 역할을 담당하는 부품이다[1].

이러한 타이어의 수명은 거의 얼마나 많이 마모가 되었는지에 판가름이 난다. 타이어의 마모 수명은 차량의 유지비에 직접적인 관계가 있고 타이어 교체가 잦을 경우 운전자의 많은 불만을 야기한다. 또한 타이어 마모가 지속되면 타이어에 상처가 나고, 갈라지는 현상이 생긴다. 이 상태로 계속 주행할 시 제동거리와 미끄러짐이 길어져 사고의 위험이 커지고, 마모가 심한 타이어는 ‘수막현상’ 이 발생해 쉽게 미끄러질 수 있다. 이렇게 타이어의 마모도에 따라 자동차의 사고의

확률을 커지게 하고 대형사고도 이어 질수 있기 때문에 타이어 마모 점검이 필수로 자리 잡고 있다[2].

타이어의 마모는 타이어는 동그랗게 설계되어 있기 때문에 일반적으로 접지부의 마모상태 균일하게 마모가 되어야 한다. 하지만 실제로는 각종 이상 마모가 발생을 하게 된다. 이것은 타이어 마모 수명의 주요 원인이며 자동차의 이상진동의 원 및 자동차의 사고의 원인이 되기도 한다. 이상 마모의 원인에는 운전상태의 의한 것 외에도 자동차 정비불량 타이어 공기압 부족, 위치 교환등 관리 소홀이 크게 작용한다.

이렇듯 타이어의 마모는 자동차의 사고 및 주행 중에 매우 중요한 요소이다. 일반적으로 타이어의 마모도나 이상 마모를 알아보기 위해서는 운전자나 정비사가 직접 타이어를 육안으로 타이어의 마모도 및 타이어의 이상 여부를 확인한다.

위에서 설명한 방법은 타이어를 확인하는 사람의 주관적인 판단에 의해 결정되기 때문에 각 사람마다 정상 또는 비정상 구분 방법이 틀리기 때문에 운전자는 애매모호한 기준에 당황 할 수 밖에 없다. 본 논문에서는 이러한 단점들을 보완하기 위해서 복수개의 레이저 센서들을 이용하여 자동차의 각 타이어마다 마모도 및 타이어의 이상 여부를 확인 하여 사람의 주관적인 판단이 아니라 센서 및 기계의 정확한 객관적인 판단으로 운전자에게 정확한 알 권리를 제공하는 시스템을 설계 하였다.

## II. 관련 연구

### 2.1 타이어의 마모

타이어의 마모는 관리 방법이나 사용조건등과 밀접한 관계가 있다. 타이어가 노면에 접촉 할 때에는 특정한 기울기를 갖고 접촉하게 된다. 이 기울기에 따라 접지압분포에 불균형이 발생하고 이로 인해 편마모 현상이 발생하는데, 이처럼 편마모 현상이 심한 상태를 특히 이상마모라고 한다. 이상마모가 발생되면, 사용조건에 따라서는 마모 수명을 단축시키거나 형상을 변화시키기도 한다 [그림 1].

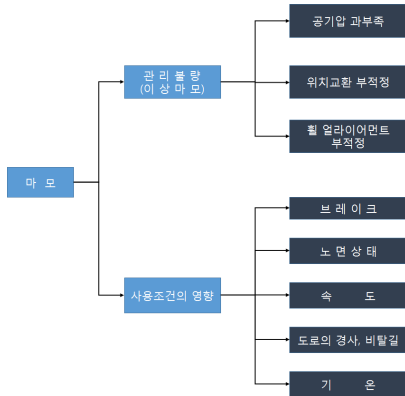


그림 1. 타이어 관리·사용조건과 마모와의 관계

### 2.2 타이어의 이상마모

[그림 1]처럼 타이어의 공기압이 높거나 낮게 되면 타이어의 접지 형상을 부적절하게 하여 이상마모를 발생 시킨다[그림 2]. 또한 타이어는 차량에 장착하는 위치에 따라 얼라이먼트 등의 영향을 받게 되기 때문에 위치 교환을 하지 않은채로 장시간 사용하면 편마모가 되게 된다[3].

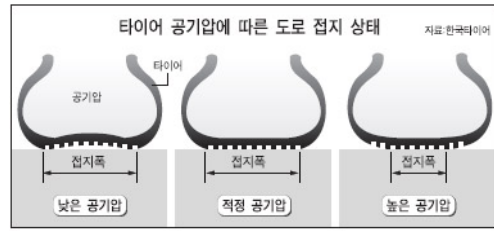


그림 2. 타이어 공기압의 대한 타이어 접지

그 외에도 여러 원인 때문에 타이어의 이상마모가 나타난다[표 1][4].

표 1. 타이어의 이상마모와 그 원인

마모 형태	원인
트레드의 가장자리 부분 마모	공기압 부족 또는 과 하중(Over Load)에 의해 발생
트레드의 중앙부분 마모	공기압 과대에 의해 발생
트레드의 외측이 내측에 비해 과대 마모	경배의 과대 또는 노를압의 변곡에 의해 발생
트레드 내 측이 외 측에 비하여 과대 마모	경배의 과소에 의해 발생
트레드가 외 측에서 내 측으로 향하여 날개 것 상태로 마모	트코의 과대, 너를압의 변곡, 좌우 타이로드의 길이 차이 등에 의해 발생
트레드가 내 측에서 외 측으로 향하여 날개 것 상태로 마모	트-아웃의 과대, 너를압의 변곡 등에 의해 발생
트레드의 파상 마모	휠 밸런스의 불량, 휠 베어링의 이완, 휠 얼라이먼트의 불량 등에 의해 발생
트레드부의 1개소 또는 2-3개소가 접시모양으로 평평하게 마모	휠 얼라이먼트의 불량, 휠 밸런스의 불량, 휠 베어링의 이완, 볼 조인트의 이완, 타이로드 엔드의 이완, 액슬의 변곡 부재이크 드림의 편심 등에 의해 발생
트레드부의 한 쪽이 많이 마모	타이어의 위치교환 불량에 의해 발생
트레드부의 외상	주행 중 노상에 있는 예리한 유리, 금속면 등에 의해 발생
트레드부의 홈이 갈라지는 손상	공기압의 과대에 의해 발생
사이드 월의 고무가 갈라지는 손상	과도한 굴곡 등에 의해 발생

## III. 시스템 설계

타이어 마모를 측정하는 방법은 첫 번째로 타이어의 마모는 트레드 홈 사이에 표시된 마모 한계선까지 달았는지를 통해 알 수 있다. 마모 한계선 게이지는 타이어마다 약간을 틀리지만 보통 모든 타이어의 측면을 보시면 세모표시(▲)가 있는데 그 세모를 따라서 안쪽으로 들어가다 보면 타이어 홈 안쪽에 고무로 볼록 튀어나온 부분을 찾으실 수 있다. 이부분과 튀어나온 부분이 차이가 없다면 그 타이어는 교체해야 한다.[그림 3][5][6].



그림 3. 타이어 마모도 확인을 위한 타이어 표시가 되어 있는 부분

두 번째로, 동전으로 확인하는 방법은 백원짜

리 동전의 이순신 장군 그림을 거꾸로 하고 트레드 홈에 꼽았을 때 모자가 2/3이상 보이게 되면 타이어가 마모되었다는 뜻이므로 바로 교체해야 된다. 세 번째로는 타이어 마모 게이지로 타이어의 홈 깊이를 측정하여 타이어의 수명을 확인할 수 있다. 이러한 방법들은 각 개인마다 마모에 대한 측정이 달라 주관적인 판단이 된다. 이렇게 되면 운전자들은 혼란이 야기 될 수 있다. 본 논문은 이러한 단점을 보완하고자 레이저 센서를 이용하여 정확한 센서 값으로 객관적인 데이터를 측정하여 운전자에게 알려 줄 것이다.

#### IV. 시스템 설계

본 논문에서의 레이저 센서를 이용한 자동차 타이어 편마모 이상마모 체크 시스템 설계는 크게 타이어의 마모도를 측정하기 위한 인식스캐너와 측정하기 운전자에서 보여 주기 위한 알림매체와 데이터 저장을 위한 통합관제서버로 나뉠 수 있다. [그림 4].



그림 4. 설계 시스템 개요

##### 4.1 인식스캐너 설계

인식스캐너부분 자동차의 타이어 정보 수집은 지면에 복수개의 레이저 센서를 부착하여 차가 센서 위를 통과를 하면 레이저 센서는 타이어의 노면 상태의 데이터를 메인 MCU로 I/O 채널을 이용하여 전송한다. 레이저 센서와 메인 MCU는 물리적으로 선으로 연결되어 동작을 한다. 인식스캐너의 구성은 레이저 센서 부분과 레이저 센서에서 전송받은 데이터를 처리하는 부분과 데이터를 통합관제서버로 전송하는 부분으로 구성된다.

자동차의 타이어는 기본적으로 4개의 타이어로 구성되어 있기 때문에, 4개의 타이어에 각각 레이저 센서를 장착하여 처리 한다. 그리고 각 타이어는 제조사마다 홈이 틀리기 때문에 레이저 센서를 4~8개를 장착하여 각 제조사마다 틀린 타이어

의 홈들에 맞게 타이어의 노면 상태를 점검할 것이다[그림 5].

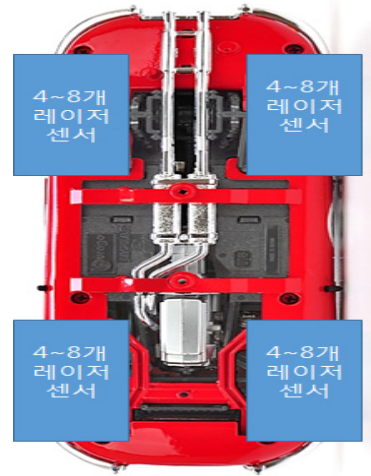


그림 5. 자동차의 레이저 센서 부분

##### 4.2 패널

패널 부분은 크게 2가지로 나뉠 수 있다.

첫 번째는 LCD는 운전자가 주유소나 부두등에 진입 하였을 때 타이어의 정보를 바로 실시간으로 알 수 있게 대형 LCD로 구성한다. 대형 LCD에 표시되는 정보는 정상, 경고, 위험 등을 표시를 하여 운전자가 쉽게 알 수 있도록 한다. 추가로 경고창에는 약 몇 KM주행을 교체하라는 메시지를 출력 하여 운전자가 타이어 교체시기를 쉽게 인식 하도록 한다[그림 6].

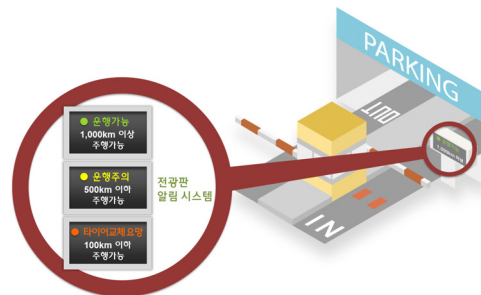


그림 6. 전광판 부분

두 번째는 어플리케이션 부분이다. 운전자에게 제공 될 편마모 어플리케이션은 통합관제서버에서 저장된 자동차 타이어 상태를 어플리케이션을 통해서 사용자가 확인 할 수 있다[그림 7].



그림 7. 어플리케이션 설정 및 메인화면(예제)

4.3 통합관리서버

통합관리서버는 편마모 처리기에서 수신받은 데이터를 저장하고 추후 사용자에게 타이어의 노면 상태를 보여주는 역할을 담당한다. 한 대 이상의 서버로 구성되며 서버는 아래의 그림의 구조를 가진다[그림 8].

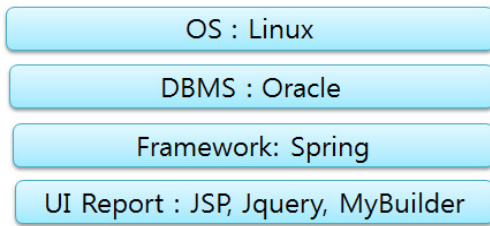


그림 8. 통합관리서버에 사용되는 서버 개념 구성도

통합관리서버는 편마모 처리기에서 수신한 타이어의 정보를 사용자의 스마트폰 어플리케이션으로 제공하는 역할과 타이어의 정보를 저장하는 기능을 제공한다. 통합관리서버는 크게 편마모 판정서버와 웹서비스 서버로 두 가지로 나뉘어 제공한다. 첫 번째 편마모 판정서버는 사용자(회원)의 정보를 보유(차량 번호, 타이어 종류, 타이어 교체시기 등 정보 보유)를 하고 사용자 정보 및 스캐너 컨트롤러가 보내준 데이터를 비교 후 타이어 상태 판정하여 타이어 상태 판정 후 DB에 보관하는 역할을 한다. 두 번째 웹 서비스 서버는 타이어 상태 판정 후 저장된 DB의 정보를 사용자에게 제공하는 서비스 서버를 제공한다. 또한 결과 알림 매체 중 알림 모니터에 즉각 타이어 상태 판정 내용을 인터넷을 통해 정보 전송한다. 또한 PC 및 스마트폰은 인터넷 웹사이트를 통해서 제공한다.

V. 결 론

본 논문에서는 타이어 마모도 및 이상마모를 점검하기 위해 레이저 센서를 이용한 자동차 타이어 편마모 이상마모 체크 시스템 설계하였다.

이러한 시스템은 기존에 존재 했었던 방법과는 다르게 레이저 센서를 이용하여 정확한 객관적인 이상마모를 판단과 현재 타이어의 마모도 점검을 동시에 활용하여 제공하기 때문에 사용자는 기존에 시스템보다 더 정확한 서비스를 제공 받을 수 있다. 추가로 운전자한테 스마트폰 어플리케이션으로 데이터를 제공하기 때문에 운전자는 언제 어디서든지 확인이 되어 타이어 마모에 대한 알 수 있다. 하지만 이러한 시스템을 구현하려면 모든 자동차의 타이어에 관련 데이터를 제공받아 처리해야 하는 문제점이 발생을 한다. 또한 타이어의 트레드 홈의 깊이를 보고 마모를 체크해야 하는데 트레드 깊이를 레이저 센서로 어떻게 체크를 해야 하는지에 대한 부분이 남아 있다.

추후과제로는 본 논문에서 설계한 시스템을 적용을 하고 구현을 하여 자동차에 실 테스트 및 디버깅을 통하여 완벽한 시스템을 구축을 할 것이다. 추가로 모든 자동차의 타이어에 관련 데이터를 조사 하여 더욱 더 완벽한 시스템을 구축 할 것이다. 그리고 자동차 네트워크인 OBD-II 와 연계하여 타이어의 교환 시기를 실시간으로 전송을 하여 자동차의 타이어의 마모에 대한 안전을 최대한 보장할 수 있는 시스템을 만들 것이다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT/SW 창의연구과정의 연구결과로 수행 되었음 (NIPA-2013-(H0502-13-1011))

참고문헌

[1] 정수식, 정원욱, 이상주, 고범진, 최영삼, "휠 얼라이먼트 값과 타이어 편마모 영향도 평가 및 분석", 대한기계학회 2007년도 춘계학술대회 강연 및 논문 초록집, pp318-322, 2007년 5월  
 [2] 박성진, "자동차 타이어 관리, 당신의 자동차는 안전한가요? ", "http://blog.skenergy.com/738"  
 [3] 송영기, "타이어의 이상마모와 그 원인", 대한타이어공업협회, 1991년, pp46-48  
 [4] happydirving, "위험을 가져올 수 있는 타이어의 이상 마모의 원인", driving emotion 한국타이어, http://blog.daum.net/newyoungnam/38  
 [5] 과란연필, "타이어 마모 점검 및 트레드 확인으로 타이어 수명과 교체시기 아는 방법", http://shipbest.tistory.com/500  
 [6] 반디, "타이어 교환 주기 정확하게 알기!!", http://blog.naver.com/nightdrivers/100170206143