

디지털 영상처리를 이용한 자동차 타이어 편마모 체크 시스템

김미진* · 장종욱**

*동의대학교

Design vehicle tire uneven wear check system using digital image processing

Mi-Jin Kim* · Jong-Wook Jang**

*Dong-Eui University

E-mail : agicap@nate.com , jwjang@deu.ac.kr

요 약

차량이 도로를 달리는데 있어서 절대적으로 꼭 필요한 타이어의 기능으로는 자동차의 하중을 지탱하고 자동차의 방향 전환·유지와, 노면 충격을 흡수·완화하며, 엔진의 구동력과 브레이킹 시 제동력을 노면에 전달하는 등의 기능이 있다. 이런 기능을 수행함에 있어 타이어의 상태는 안전과 직결된다고 볼 수 있다. 주행 중 운전자가 아무리 운전을 잘한다고 하더라도 타이어의 불량으로 인한 사고를 방지할 수는 없다.

자동차의 주행 안정성을 위한 타이어의 문제 중 타이어의 편마모는 운전자의 운전습관과 휠 얼라인먼트의 이상 등으로 타이어의 특정 부위가 마모되는 증상을 일컫는데, 현재까지 점검 방법으로는 정비사가 타이어를 눈과 손으로 점검하여 판단하고 있어서 점검하는 기준이 주관적이며, 정확하게 검증할 수 없는 것이 현실이다.

이에 본 논문에서는 현실의 애매모호한 주관적인 검증기준의 단점을 보완하고자 타이어의 실제 이미지를 디지털 영상처리 기법을 사용하여 각 타이어의 마모 정도를 체크하여 편마모를 객관적으로 점검할 수 있는 시스템을 설계하고자 한다.

키워드

영상처리, Canny Edge, 자동차, 타이어, 편마모

I. 서 론

유럽연합(EU)은 2012년 11월부터 자동차 타이어에도 세탁기나 냉장고와 같은 전자제품의 에너지 효율성을 표시하는 에너지라벨을 도입했다[1]. 전 세계적으로 환경규제가 강화되면서 자동차 운행 중에 발행되는 유해 배출가스와 미세먼지 그리고 타이어 마모에 의한 미세먼지에 대한 관심도 높아지고 있다.

타이어는 차량이 도로를 달리는데 있어서 절대적으로 꼭 필요한 부품이며, 기능으로는 자동차의 하중을 지탱하고 자동차의 방향 전환·유지와 노면 충격을 흡수·완화하며, 엔진의 구동력과 브레이킹 시 제동력을 노면에 전달하는 등의 기능이 있다.

자동차의 주행 안정성을 위한 타이어의 문제 중 타이어의 편마모는 운전자의 운전습관과 휠 얼라인먼트의 이상 등으로 타이어의 특정 부위가 마모되는 증상을 일컫는다. 마모는 차량을 오랜 시간 동안 주행하고 나면 탄성체로 구성되어 있는 타이

어가 지면과의 마찰로 인해 발생하는 것을 말한다.

이러한 타이어의 수명은 얼마나 많이 마모 되었는지에 대해 판가름 난다. 타이어의 마모 수명은 차량의 유지비에 직접적인 관계가 있고 타이어 교체가 잦을 경우 운전자의 많은 불만을 야기할 수도 있다. 또한 타이어 마모가 지속되면 타이어에 상처가 나고 갈라지는 현상이 생기며, 이 상태로 계속 주행할 시 제동거리와 미끄러짐이 길어져 사고의 위험이 커지고, 마모가 심한 타이어는 ‘수막현상’이 발생해 쉽게 미끄러질 수 있다. 이처럼 타이어의 마모 정도에 따라 자동차 사고의 확률이 커질 수 있고, 대형사고로도 이어 질수 있으므로 타이어 마모 점검이 중요한 부분으로 자리 잡고 있다[2].

그리고 타이어의 마모는 일반적으로 접지부의 마모상태가 균일하게 되어야 하는데 실제로는 각종 이상 마모가 발생을 하게 되며, 이것은 타이어 마모 수명의 주요 원인이 되며 자동차의 이상진동의 원인 및 자동차 사고의 원인이 되기도 한다. 이상 마모의 원인에는 운전상태의 의한 것 외에도

자동차 정비 불량 타이어 공기압 부족, 위치 교환 등 관리 소홀이 크게 작용한다.

일반적으로 타이어의 마모나 편마모를 알아보기 위해서는 운전자나 정비사가 타이어를 눈과 손으로 점검하여 판단하고 있어서 점검하는 기준이 주관적이며, 정확하게 검증할 수 없는 것이 현실이다.

이에 본 논문에서는 현실의 애매모호한 주관적인 검증기준의 단점을 보완하고자 타이어의 실제 이미지를 디지털 영상처리 기법을 사용하여 각 타이어의 마모 정도를 체크하여 편마모를 객관적으로 점검할 수 있는 시스템을 설계 하고자 한다.

II. 관련 연구

2.1 타이어의 마모

타이어의 마모에 영향을 미치는 요인은 외적 및 내적요인 등 다양할 뿐만 아니라 여러 가지 복합적인 영향을 받는다.[그림 1]

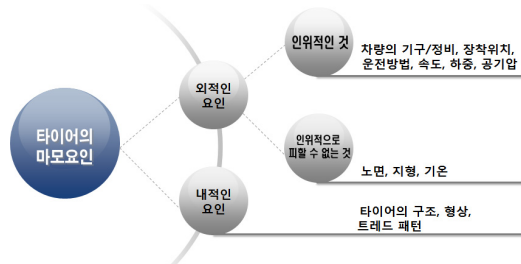


그림 1. 타이어의 마모요인

타이어 마모를 측정하는 방법은 첫 번째로 타이어의 트레드 홈 사이에 표시된 마모 한계선까지 달았는지를 통해 알 수 있다. 마모 한계선 게이지는 타이어마다 약간을 다르지만 보통 모든 타이어의 측면을 보시면 세모표시(▲)가 있는데 그 세모들에 따라서 안쪽으로 들어가다 보면 타이어 홈 안쪽에 고무로 볼록 튀어나온 부분을 찾으실 수 있다. 이 부분과 튀어나온 부분이 차이가 없다면 그 타이어는 교체해야 한다.[그림 2] [3][4].



그림 2. 타이어 마모도 확인을 위한 표시 부분

두 번째로, 동전으로 확인하는 방법은 백 원짜리 동전의 이순전 장군 그림을 거꾸로 하고 트레드 홈에 꼽았을 때 모자가 2/3이상 보이게 되면 타

이어가 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.

2.2 타이어의 이상마모

타이어는 일반적으로 거의 진원(眞圓) 또는 좌우 대칭이 되게끔 설계 되어 있다. 따라서 수직상태에서 일정한 하중을 받아 평탄한 노면을 접지압분포가 고른 상태로 전동하면 타이어는 동일한 상태로 접지하기 때문에 이론적으로는 어느 접지부분에서도 접지형상은 일정하게 되며, 마모도 고르게 될 것이다. 타이어는 자동차의 주행 장치로서 사용되기 때문에 휠에 끼워 차량에 장착하여 차량의 한 부품으로서 기능을 발휘하는데, 자동차는 주행안정성을 충족시키기 위하여 바퀴에 휠 얼라인먼트(캠버, 토인, 캐스터, 킹핀 경사각)가 정해져 있기 때문에 타이어가 노면과 접촉할 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[5].

2.3 편마모

트레드의 좌우 솔더부의 어느쪽인가가 빨리 마모하는 상태를 말한다. 이상마모 가운데 가장 많은 형태의 하나이다. 일반적으로 주행안정성을 유지하기 위해서 차량기구상 전륜에 얼라인먼트가 되어 있기 때문에 타이어는 약간 기울어진 채 접지하게 때문에 바깥쪽 부분의 마모가 촉진되는 경향이 있다. 토인, 캠버에 이상이 생긴 경우에 발생하기 쉬우며 커브주행이 많을 경우 발생할 수 있다.[그림 3]



그림 3. 타이어의 편마모 상태

타이어 편마모 요인은 크게 3가지로 요약될 수 있다. 첫 번째로는 관리문제로 공기압 과·부족 및 주기적인 위치교환 불 이행시 발생하며, 두 번째로는 정렬(휠 얼라인먼트)불량에 의해 발생하고, 세 번째로는 사용조건의 영향(브레이크, 노면, 속도, 도로경사, 기온, 하중, 운전자 운전습관)에 따라 발생할 수 있다[6].

2.4 Canny Edge Detection

Canny Edge Detection은 1986년, John F. Canny 에 의해 제안된 윤곽선 추출 알고리즘으로 대표적인 윤곽선 검출 알고리즘이다. 장점으로는 낮은 에러율과 에지 점들의 위치가 정확히 측정되며 단일 에지 점에 대한 응답이 있고, 단점은 구현이 복잡하고 실행 시간이 훨씬 길다는 것이다.

알고리즘의 단계는 5단계로 진행된다. 첫 번째는 Smoothing 단계로 노이즈 제거를 위한 스무딩(blur) 작업이다. 본 논문에서는 가우시안 필터를 이용하게 될 것이다. 두 번째는 Finding Gradients 단계로 경사(미분)값을 통하여 Edge를 찾는 단계이다. 세 번째는 Non-Maximum Suppression 단계로 Local maxima를 선택하는 단계이며 매우 중요하다. 네 번째는 Double Thresholding 단계로 앞 단계를 거친 이미지에 나타나는 에지들 중에서 실제 Edge와 약간의 노이즈 등 즉 잡음에 의해 검출된 것들이 존재하는데 이를 구별해 내는 단계이다. 마지막 다섯 번째는 Edge Tracking by Hysteresis 단계로 강한 Edge를 설정하여 최종 Edge 영상에 추가 시키는 단계이다.[7] [그림 4]는 Canny Edge 알고리즘의 처리를 보여주는 그림이다.

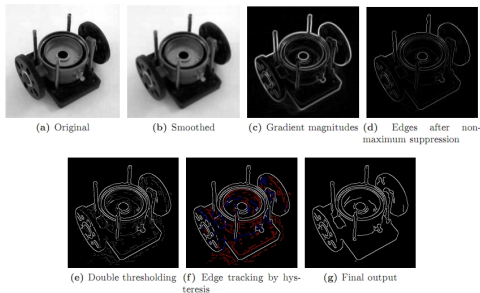


그림 4. Canny Edge Detection의 과정[5]

III. 시스템 설계

본 논문에서의 타이어의 실제 이미지를 디지털 영상처리 기법을 사용한 편마모 체크 시스템의 설계는 크게 타이어의 마모도를 측정하기 위한 영상처리 알고리즘 및 데이터 저장을 위한 통합관리서버 그리고 운전자에게 보여줄 수 있는 알람 매체로 나눌 수 있다. [그림 5]

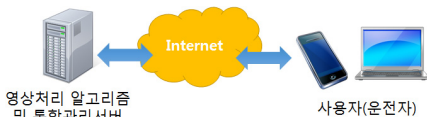


그림 5. 시스템 설계 구성도

전체적인 시스템 구성은 운전자가 컴퓨터 or 핸드폰을 통해 카메라로 찍은 타이어 4바퀴의 이

미지를 서버로 전송하게 되면 전송받은 이미지를 디지털 영상처리 기법을 사용하여 각각의 이미지들을 처리하고 이 데이터들을 비교 분석하여 편마모도의 측정값을 판별하여 다시 운전자에게 전송해 주는 단계로 구성된다.

3.1 디지털 영상처리 알고리즘

본 논문에서 사용된 디지털 영상처리 알고리즘은 타이어의 편마모의 정도를 정확하게 체크하기 위한 알고리즘으로서 앞서 언급한 Canny Edge Detection 알고리즘을 사용한다.[8] 본 설계에서는 기본적인 Canny Edge 알고리즘에 이미지의 선명하게 하는 회선기법을 추가시켜 결과 이미지를 분석한다. 운전자가 전송한 타이어 4바퀴의 이미지를 Input Image로 하여 각 단계인 Smoothing → Finding Gradients → Non-Maximum Suppression → Double Thresholding → Hysteresis 순으로 윤곽선을 검출하여 Output Image를 검출하는 과정이다. [그림 6]은 Canny Edge Detection의 과정을 거친 이미지의 예이다.

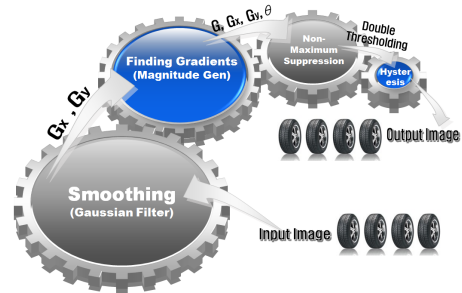


그림 6. Canny Edge Detection 알고리즘

3.2 편마모 체크 시스템 구성

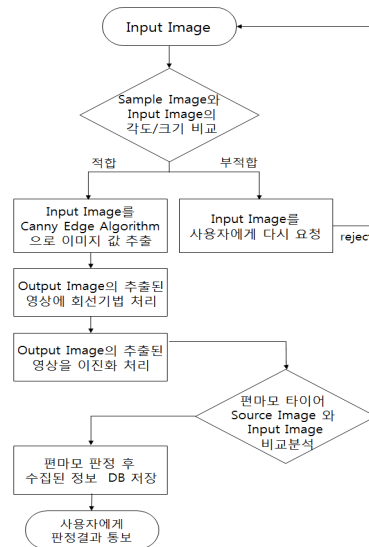


그림 7. 편마모 체크 시스템 순서도

편마모 체크 시스템 구성은 사용자에게 Input Image를 받은 후 이 Image들을 각각 sample 이미지와 각도 및 크기를 비교하여 측정 가능한 Image 인지를 판별한 후 적합 할 경우에는 Input Image를 Canny Edge Algorithm으로 이미지 값을 추출하고, 부적합할 경우에는 사용자에게 알려고 타이어 이미지를 다시 요청한다. Canny Edge 추출의 Output Image가 추출되면 이 영상에 회선기법을 처리하여 더 선명한 영상을 추출한다. 이 영상을 이진화 처리하여 나온 추출 값으로 각 타이어 이미지 추출 값들을 비교분석한다. 또한 편마모 정도를 판정하기 위해 편마모 Source Image와 각각 비교분석하여 편마모 판정 후 수집된 정보는 DB에 저장하고 판정결과를 사용자에게 통보한다.

[그림 7]은 편마모 체크 시스템 구성의 순서도를 나타낸 것이다.

IV. 결 론

본 논문에서는 타이어 이상마모 중 편마모를 점검하기 위해 디지털 영상처리 기법을 이용하여 자동차 타이어 편마모 이상마모 체크 시스템 설계하였다.

이 시스템은 기존에 존재 했었던 방법과는 다르게 타이어 이미지를 이용하여 정확한 수치를 토대로 객관적인 편마모의 판단을 분석하여 결과를 통보하는 시스템으로 사용자는 기존에 육안으로 판단하는 것 보다 더 정확한 서비스를 제공 받을 수 있다. 통합 관리 서버를 통해 운전자는 항상 소지하고 있는 스마트폰 카메라를 이용하여 이미지를 홈페이지 상으로 전송할 수 있게 하는 시스템이어서 복잡하지 않게 사용할 수 있으며, 추후에 스마트폰 어플리케이션으로 데이터를 제공할 수 있게 프로그램을 구현 할 것이므로 운전자는 언제 어디서든지 확인이 되어 타이어 마모에 대한 정보를 바로 알 수 있다.

그러나 이러한 시스템을 구현하려면 모든 자동차의 타이어에 관련 데이터를 제공받아 처리해야 하는 문제점이 발생 한다. 이에 본 논문에서는 한 가지 타이어를 샘플로 하여 연구 분석할 것이다. 또한 타이어의 트레드 홈의 깊이를 디지털 영상처리의 추출 값으로 편마모를 체크해야 하는데 편마모 정도에 따른 이미지를 3가지 정도 Source Image로 먼저 값을 분석하여 비교분석 할 것이다.

추후과제로는 본 논문에서 설계한 시스템을 적용 하여 모든 자동차의 타이어에 관련 데이터를 조사 하여 더욱 더 완벽한 시스템을 구축 할 것이 남아있다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음

참고문헌

- [1] 김병헌, 모터매거진(blog.naver.com/motormag_kr), “자동차 타이어 시장의 ‘GREEN’바람”, 2013년 2월호
- [2] 박성진, “자동차 타이어 관리, 당신의 자동차는 안전한가요?”, “http://blog.skenergy.com/738”
- [3] 과란연필, “타이어 마모 점검 및 트레드 확인으로 타이어 수명과 교체시기 아는 방법”, http://shipbest.tistory.com/500
- [4] 반디, “타이어 교환 주기 정확하게 알기!!”, http://blog.naver.com/nightdrivers/100170206143
- [5] 대한타이어공업협회, 기술부, “타이어=The tire/ v.38 no.2=no219”, 2004년, pp.34-44
- [6] 타이어 기술가이드(383), 한국타이어 공식 블로그, 2013년 3월 21일, http://blog.naver.com/happydriving/60187157790
- [7] "A Computational Approach to Edge Detection", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 8, no. 6, 1986, pp. 679-698.
- [8] http://www.cvmt.dk/education/teaching/f09/VGIS/AIP/canny_09gr820.pdf. “Canny Edge Detection”, Aalborg University, CVMT Lab, 2009.