

키넥트 센서를 이용한 자동차 타이어 편마모 체크 시스템

김미진 · 유윤식 · 장종욱*

동의대학교 부산IT융합부품연구소 · 동의대학교*

Design vehicle tire uneven wear check system using Kinect sensor

Mi-Jin Kim · Yun-Sik Yu · Jong-Wook Jang

Convergence of IT Devices Institute Busan, Dong-Eui University, *Dong-Eui University

E-mail : agicap@deu.ac.kr, ysyu@deu.ac.kr, jwjang@deu.ac.kr*

요 약

자동차의 하중을 지탱하고 자동차의 방향 전환·유지와 노면 충격을 흡수·완화하며, 엔진의 구동력과 브레이크 작동 시 제동력을 노면에 전달하는 등의 기능을 수행하는 타이어의 상태는 안전과 직결되어 있다고 볼 수 있다. 주행 중 타이어의 불량으로 인한 사고는 무시할 수 없는 부분을 차지한다.

타이어의 편마모는 주행 안전성을 위한 타이어의 문제 중 하나로 운전자의 운전습관과 휠얼라이먼트의 이상 등으로 타이어의 특정 부위가 마모되는 증상을 말하는데, 객관적으로 정확하게 검증할 수 있는 측정방법이 없는 것이 현실이다.

본 논문에서는 현실의 주관적인 검증기준의 단점을 보완하고 키넥트 센서를 이용하여 각 타이어의 마모 정도를 체크하여 편마모를 객관적으로 검증할 수 있는 시스템을 설계하고자 한다.

키워드

키넥트, 센서, 자동차, 타이어, 편마모

I. 서 론

자동차 타이어에도 세탁기나 냉장고와 같은 전자제품의 에너지 효율성을 표시하는 에너지라벨을 유럽연합(EU)은 2012년 11월부터 도입했다[1]. 전 세계적으로 환경규제가 강화되면서 자동차 운행 중에 발생하는 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 얼라이먼트의 이상 등으로 타이어의 특정 부위가 마모되는 증상을 일컫는다. 마모는 차량을 오랜 시간 동안 주행하고 나면 탄성체로 구성되어 있는 타이어가 지면과의 마찰로 인해 발생하는 것을 말한다.

이러한 타이어의 수명은 얼마나 많이 마모되었는지에 대해 판가를 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 키넥트 센서를 사용하여 타이어의 트레드 깊이 데이터를 측정함으로써 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 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.

2.2 타이어의 편마모

트레드의 좌우 솔더부의 어느쪽인가가 빨리 마모하는 상태를 말한다. 이상마모 가운데 가장 많은 형태의 하나이다. 일반적으로 주행안정성을 유지하

기 위해서 차량기구상 전문에 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 사용조건에 영향(브레이크, 노면, 속도, 도로경사, 기온, 하중, 운전자 운전습관)에 따라 발생할 수 있다[5].

2.3 키넥트를 이용한 깊이 정보 획득

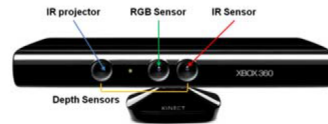


그림 4. Microsoft 키넥트

Microsoft사의 키넥트는 적외선 패턴 인식을 통해 깊이 값을 인지하여 사용자의 동작 인식에 활용되도록 고안되어진 장치이다[6]. 키넥트의 구성은 [그림 4]와 같이 RGB 센서, 깊이 정보를 획득하는 적외선 카메라, 그리고 적외선 프로젝터로 이루어져 있다. RGB 센서에서는 칼라 영상을 획득하고 적외선 센서에서는 프로젝터를 통해 송출된 적외선 특정 패턴을 이용하여 깊이 정보를 획득한다. 키넥트를 통해 얻어진 RGB 정보는 32비트로 전송되고, 깊이 정보는 16비트로 전송된다. 또한, 키넥트를 통해 얻어진 RGB 정보와 깊이 정보는 640 × 480 해상도를 가지며 초당 30 프레임을 출력한다.

[그림 5]는 키넥트의 깊이 정보 추출 원리를 보여준다. 적외선 카메라의 중심점을 원점으로 하여 객체를 3차원으로 표시한다. Z축은 영상영역에 수직이고, X축은 Z축에 대하여 수직이며, 적외선 카메라에서 레이저 프로젝터로 향하는 방향이다. Y축은 Z축과 X축에 대하여 수직이다. 키넥트의 적외선 프로젝터는 스캐터(scatter) 필름을 통해 투영된다. 참조영역에서의 투영된 적외선 패턴은 키넥트 메모리에 사전 기록되어져 있다. 객체에 투영을 하였을 때 깊이 정보가 달라지는 구간인 객체영역에서 패턴과 시차 비교를 통해 깊이 정보를 계산한다[7].

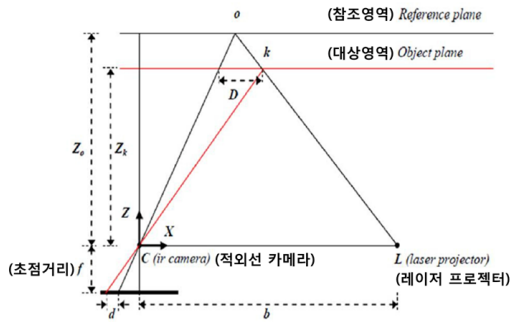


그림 5. 키넥트 깊이 정보 획득 원리

깊이 정보는 삼각 함수에 의거하여 계산되며 식(1)과 식(2)로 표현된다.

$$\frac{D}{b} = \frac{Z_0 - Z_k}{Z_0} \quad (1)$$

$$\frac{d}{f} = \frac{D}{Z_k} \quad (2)$$

여기서 Z_k 는 포인트 k 에서의 카메라와의 거리, Z_0 는 참조영역에서의 깊이 값, 레이저 송출부와 적외선 카메라 사이의 거리, d 는 적외선 카메라 센서에 기록되는 시차, D 는 객체영역에서의 포인트 k 의 이동된 시차이다. 식(2)에서 D 값을 식(1)에 넣으면 결국 객체의 거리 값 Z_k 는 아래의 식(3)과 같이 표현되며, 깊이 정보로 출력된다.

$$Z_k = \frac{Z_0}{1 + \frac{Z_0}{f \cdot b} d} \quad (3)$$

2.4 도메인 변환(DT)

경계 보존 필터링을 수행하기 위하여 본 논문에서는 DT[8]를 이용한다. DT는 n 차원의 신호를 geodesic 거리가 보존되도록 l ($l < n$) 차원으로 변환하여 실시간 경계 보존 필터링을 수행하는 방법이다. 1차원 DT는 다음과 같이 주어진다.

$$ct(u) = \int_0^u 1 + \sum_{k=1}^c |I'_k(x)| dx \quad (4)$$

식(4)에서 I_k 는 신호의 k 번째 채널, c 는 신호 채널의 수, I'_k 는 k 번째 채널 신호의 기울기 값을 각각 나타낸다. 이로부터 변환된 신호는 기울기 값이 큰 정보들은 서로 멀리 위치하게 되고, 기울기 값이 작은 정보들은 서로 가까운 곳에 위치하게 된다. 이 신호를 고정된 너비의 l 차원 가우시안 필터링을 한 후 원래의 n 차원 도메인으로 변환하면 기울기가 큰 영역이 보존되는 경계보존

필터링을 수행할 수 있다. 영상의 빠른 가우시안 필터링을 수행하기 위해 RF(Recursive Filtering)를 이용한다.

III. 시스템 설계

본 논문에서의 키넥트 센서를 사용하여 타이어의 트레드 깊이 데이터를 측정함으로써 각 타이어의 마모 정도를 체크하여 편마모를 객관적으로 점검할 수 있는 시스템을 구축하고자 한다. 하지만 키넥트로부터 얻어지는 깊이 정보는 크게 3가지의 한계점을 지니고 있는데, 첫째 적외선을 이용하기 때문에 물체의 표면에 매우 민감하다. 둘째 스테레오 정합 방식이기 때문에 부정확한 경계와 깊이 정보 팽창현상이 발생한다. 셋째 깊이 영상은 컬러영상에 비해 낮은 해상도를 가지고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 깊이 영상 신뢰도를 이용한 도메인 변환(DT) 기반 해상도 상향 알고리즘을 제안하고자 한다[그림 6,7].

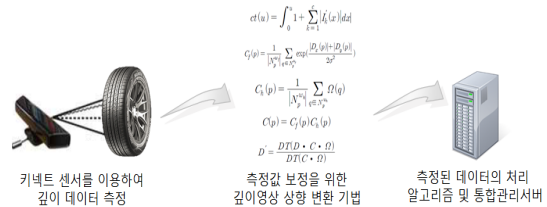


그림 6. 시스템 설계 구성도

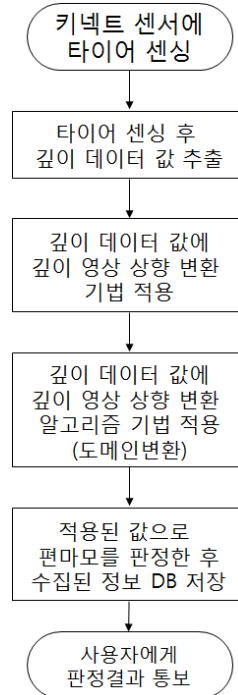


그림 7. 알고리즘

IV. 결 론

본 논문에서는 타이어 이상마모 중 편마모를 점검하기 위해 키넥트 센서를 사용하여 타이어의 편마모를 체크하는 시스템 설계하였다.

이 시스템은 기존에 존재 했었던 방법과는 다르게 키넥트 센서를 이용하여 타이어의 트레드의 정도를 정확히 측정하고, 측정된 데이터의 영상 신뢰도를 높이기 위해 DT기반 해상도 상향 알고리즘을 제안한다. 정확한 수치를 토대로 객관적인 편마모의 판단을 분석하여 결과를 통보하는 시스템으로 사용자는 기존에 육안으로 판단하는 것보다 더 정확한 서비스를 제공 받을 수 있다.

또한 키넥트 센서를 이용하여 측정하고 DT기반 해상도 상향 알고리즘의 상용화가 구현되면 각 정비소나 업체들을 통한 타이어 측정 도구로 산업적 관점에서의 기대효과도 있을 수 있다.

그러나 이러한 시스템을 구현하려면 모든 자동차의 타이어에 관련 데이터를 제공받아 처리해야 하는 문제점이 발생 한다. 각 타이어 회사별로 많은 타이어들이 있으며 그 타이어들마다 샘플데이터들이 필요하다. 이에 본 논문에서는 한 가지 타이어를 샘플로 하여 연구 분석할 것이다.

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

감사의 글

이 논문은 2014년도 Brain Busan 21 사업에 의하여 지원되었음

참고문헌

- [1] 김병현, 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] 파란연필, "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] 타이어 기술가이드(383), 한국타이어 공식 블로그, 2013년 3월 21일, http://blog.naver.com/happydriving/60187157790
- [6] S. C. Kwon, S. J. Lee, K. C. Son, Y. H. Jeong, and S. H. Lee, "High resolution 3D

object generation with a DSLR and depth information by Kinect," J. Korean Soc. Computer Game, vol. 26, no. 1, pp. 221-227, Mar. 2013.

- [7] K. Khoshelham and S. O. Elberink, "Accuracy and resolution of kinect depth data for indoor mapping applications," Sensor, vol. 12, no. 2, pp. 1437-1454, Feb. 2012.
- [8] E. Gastal, M. Oliveira, "Domain transform for edge-aware image and video processing," CM Trans. Graph., vol. 30, no. 4, pp. 1-11, 2011.