

# 상용차용 전자페달 작동감 평가를 위한 근전도 생리신호 분석 Physiological Electromyography Analysis for the Assessments of Working Sense of Commercial Vehicles Electronic Pedal

\*김 경<sup>1</sup>, 김재준<sup>4</sup>, 강승륙<sup>3</sup>, 신선혜<sup>4</sup>, 송용주<sup>4</sup>, 오승용<sup>5</sup>, # 권대규<sup>2,6</sup>

\*K. Kim<sup>1</sup>, J. J. Kim<sup>4</sup>, S. R. Kang<sup>3</sup>, S. H. Sin<sup>4</sup>, Y. J. Song<sup>4</sup>, S. Y. Oh<sup>5</sup>, #T.K. Kwon<sup>2,6</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 대학원 의용생체공학과, <sup>2</sup>전북대학교 바이오메디컬공학부, <sup>3</sup>전북대학교 대학원 헬스케어공학과, <sup>4</sup>전북대학교 생체정보공학부, <sup>5</sup>(주)동서컨트롤, <sup>6</sup>전북대학교 고령친화복지기기연구센터

Key words : Electronic pedal, Electromyography, Assessment of working sense

## 1. 서론

현재 고유가 시대를 살고 있는 지금, 보다 더 효율적인 방법으로 자동차의 연료를 절약시키고자 하는 많은 연구를 진행되고 있고, 운전자들도 차량을 선택함에 있어 자동차의 연비에 대하여 많은 관심을 보이고 있다. 일반적으로 운전자의 습관에 따라 액셀 페달을 급히 깊게 밟는 급출발과 급가속의 경우가 많이 발생하는데, 급출발 또는 급가속은 실제 차의 가속력으로 변환되지 못함으로써 연비도 저하될 뿐만 아니라, 순간적인 농후한 연료 공급과 공기량의 혼합비가 달라져 연료도 100% 연소되지 못해 매연이 발생하게 되는 문제점을 갖고 있다. 따라서 운전자의 잘못된 습관에 의해 밟아지는 페달량과 별도로 ECU 입력신호를 강제 지연시킴으로써 과도한 연료 분사량을 줄이면 이에 따른 배기저감 효과가 있을 수 있다. 그러나 현재 상용차량용 전자식 액셀 페달은 연비를 증가시켜 주는 등의 별도의 기능은 적용되지 않고 있다. 또한 각종 자동차 관련 기술방향은 점점 인체공학적으로 진보하고 있으나, 운전량이 많은 상용차량 운전자에 대한 액셀 페달의 위치나 페달 답력 선정에 있어 운전자들의 편의성, 피로도, 조작 용이성 등에 대한 인체공학적인 접근 설계가 이루어지지 않아 상용차의 운전자들의 불편함을 야기 시키고 있다.[1~4] 따라서 장시간 운행하는 상용차에 대한 운전자의 피로도를 고려한 친 인간형 액셀 페달 적용이 절실하게 요구되고 있다.

본 연구에서는 상용차용 전자페달 작동감 평가를 위한 근전도 생리신호 분석을 수행하였다. 또한, 운전자의 편의성, 피로도 감소 및 조작 용이성을 분석하고 여러 가지 페달의 타입별로 비교 분석하였다.

## 2. 시스템 구성

상용차 운전자의 운전 시 근육 사용량 및 피로도에 관한 정량적인 분석을 수행하고자 Fig. 1과 같은 상용차용 가상 운전 시스템을 구축하였다.



Fig. 1 Virtual driving system

실제 운행 상황을 재현하기 위해 가상의 상용차 운전석 목업을

제작하였으며, 실제 운전하고 있는 시각적인 상황을 부여하기 위하여 운전석 정면에 대형 모니터를 설치하여 주행화면을 디스플레이 함으로써, 시각 및 청각적 자극을 제공하였다. 디스플레이 화면은 실제 버스에 차량용 CCTV 카메라를 장착하여, 일정 구간의 운전 동안 운전자의 시각과 일치하는 화면을 녹화함으로써 제공되었다.



Fig. 2 Analysis of CCTV

버스 운전 시 도로의 불규칙적인 표면 조건을 인가하기 위하여, 제작된 운전석 목업을 6-자유도 모션베이스 위에 장착하였다. 모션베이스와 실제 영상을 보여줌으로 인하여, 시각과 청각 자극 및 도로의 진동 조건을 나타내는 체성 감각 자극까지 제공함으로써, 실제 운전과 똑같은 상황을 부여하였다. 운전석 목업 제작 시, 강성 스프링을 이용하여 클러치의 밟는 압력과 같은 조건을 제공하였고, 회전형 MR 댐퍼를 이용하여 운전자가 실제 버스의 스티어링 휠 구동할 때 느끼는 힘과 똑같은 힘을 제공하였다.

## 3. 실험방법

본 연구에서 상용차 운전자의 전자페달 사용 시 작동감을 평가하기 위하여 운전자의 하지부분의 근전도 신호를 측정하여 분석하고, 이를 이용하여 운전 시 누적되는 피로의 양을 최소화할 수 있는 방법을 고찰하였다. 본 실험에 앞서 CCTV를 통한 운전 상황에 따른 운전자 페달 동작을 분석과 기초 실험을 통하여 오른발 페달 조작방식을 구분하여 실제 실험에서 V방식을 사용하였다.

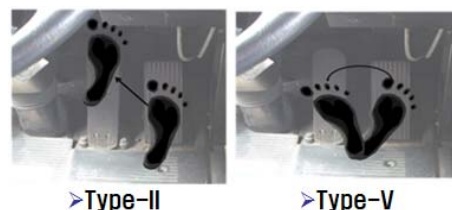


Fig. 3 Operation way of accelerator-brake

본 실험의 피험자는 버스운전기사 6명 (168.6±2.7cm

/67.2±3.2kg) 과 일반운전자 9명 (175.2±2.8cm /72.5±5.1kg) 을 대상으로 진행이 되었으며, 10분 동안 V방식으로 3가지 타입별 액셀 페달 반복 수행 시 근전도 신호 분석하였다.



Fig. 4 Pedal of each type

EMG 신호는 근육의 수축과 이완에 의하여 일어나는 이온의 이동으로 인하여 발생하는 전위이다. EMG 측정용 MP100(BIOPAC Systems, Inc.)을 이용하였으며, 초당 1024개의 데이터를 검출하였다. EMG 대퇴직근(Rectus Femoris, RF), 대퇴이두근(Biceps Femoris, BF), 전경골근(Tibialis Anterior, TA), 비복근(Gastrocnemius, Gn)을 측정하였다. 측정된 근전도 신호는 주파수 스펙트럼 분석을 이용하여 근력의 쓰인 정도를 알아보았다. 근력의 크기는 FFT(fast fourier transform) 방법을 통하여 얻어지는 파워 스펙트럼의 면적으로 분석하였다.

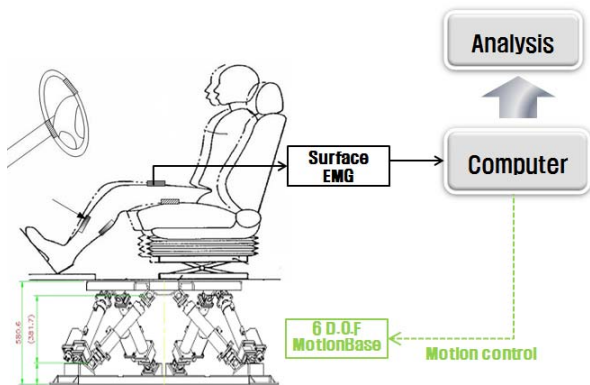


Fig. 5 Block diagram of the experiment

4. 결과 및 고찰

Fig. 6 은 상용차 운전자가 가상현실 시뮬레이터 상에서 운전 시 각 페달 타입별 일반인과 운전기사의 근전도 신호를 분석하였다. 여기서 전경골근은 종아리 앞쪽으로 대체적으로 페달을 밟을 때 주로 사용하는 근육이고 비복근은 종아리 뒤쪽 근육으로 발목의 족저굴곡 운동, 즉 밟는 동작에 관여하는 근육을 나타내고 있다.

Type-1에서 보면 전경골근의 활성도가 Type-2보다는 낮고 Type-3보다는 크게 나타나는 경향을 보이고 있다. 하지만 비복근의 활성도를 보게 되면 Type-1의 근육 활성도가 다른 두 Type의 페달보다 낮게 있음을 확인할 수 있었다. 이는 Type-1이 다른 두 Type의 페달보다 운전 시 운전자의 하지 근육에 피로도가 적게 발생할 경향이 있음을 알 수 있다. Type-2는 밟는 지점이 가장 위에 위치해 있기 때문에 페달을 밟기 위해 들어 올리는 동작에서 사용되는 전경골근이 가장 많이 사용되었다. Type-3은 다른 2가지 Type과 비교하여 밟는 지점이 낮고 또한 밟는 지점의 기울기가 깊게 형성되어 있어서 페달 조작 시 발꿈치가 밀리는 경향이 발생한다. 이로 인하여 다른 페달과 비교하여 더욱 깊게 밟으려는 경향이 발생하여 비복근이 가장 많이 발생하였다. 대체적으로 전경골근과 비복근에서 활성도가 높음을 알 수 있었다. 또한 페달을 밟는 동작이 주로 무릎 밑에서 발생되기

때문에 무릎 위쪽 근육인 대퇴직근과 대퇴이두근에서는 경향이 뚜렷하게 나타나지 않았다.

운전기사는 일반인에 비하여 대체적으로 Integrated EMG 값이 높음을 알 수 있다. 이는 상용차 운전 전에 대하여 운전기사보다 운전 전에 익숙하지 못한 일반인 운전자가 집단이 페달의 작동 범위까지 페달을 밟지 못하여 낮게 나타남을 고찰할 수 있다.

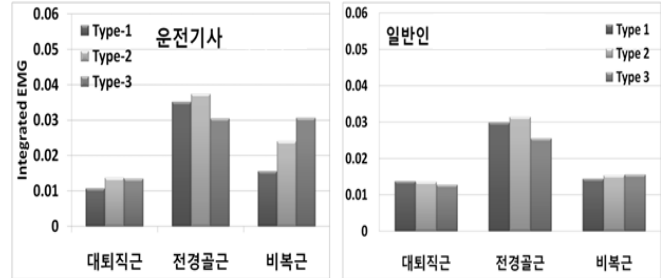


Fig. 6 Comparison of the Electromyography on the each type pedal

5. 결론

본 연구에서는 전자 페달의 기초 특성 및 운전 시, 운전자의 근전도 생리신호를 측정, 비교 분석하는 임상 실험을 통하여, 상용차의 연비와 운전자의 운전특성을 고려한 인체공학적인 페달 개발을 위한 기초데이터를 구축하였다. 상용차의 연비와 운전자를 고려한 인체공학적인 페달 개발을 위한 여러 가지 타입별 페달의 기초 특성 및 운전 시, 운전자의 생리신호를 측정하고 비교 분석하는 임상 실험을 통하여, 운전자의 편의성, 피로도 감소 및 조작 용이성을 분석하고 여러 가지 페달의 타입별로 비교 분석하고 고찰한 결과 3가지 Type의 페달 중에서 다른 2가지 Type과는 다른 Floor Type의 Type-1을 사용할 때 근육의 활성도가 낮게 나타남을 확인할 수 있었다.

본 연구를 기반으로 추후에는 인체공학적인 전자페달을 개발하여 장시간 주행을 요구하는 상용차의 고연비 실현과 인체공학적인 페달 개발로 하여금 상용차 운전자에게 조작의 편리성을 제공하고자 한다.

후기

이 논문은 지식경제부의 지원을 받아 연구가 수행되었으며 이에 감사드립니다.(지역연계기술개발사업)

참고문헌

1. 김정룡, 서경배, 박형진, "인체공학적인 자동차 페달의 평가를 위한 근육피로도 및 족압 측정", pp. 173 ~ 177. 2002.
2. Per Hoiness, Thomas Glott, Frank Ingjer, "High-intensity training with a bi-directional bicycle pedal improves performance in mechanically unstable ankles-a prospective randomized study of 19 subjects", pp. 266-271. 2003.
3. Tohru Kiryu, IEEE, Kohsei Takahashi, and Katsunori Ogawa "Multivariate Analysis of Muscular Fatigue", pp. 665-672, 1997.
4. David A. Abbink "Neuromuscular Analysis of Haptic Gas Pedal Feedback during Car Following", pp. 1-143, 2006.