

# 고령운전자 위급 상황 대응을 위한 생체신호 기반 안전장치 평가 방안

박명철, 조봉균\*

지능형자동차부품진흥원

mcpark@kiapi.or.kr, \*jbggg1@kiapi.or.kr

## A Assessment Protocol on the Safety Driving Device for Emergency State of Elderly Drivers

Myungchul Park, Bonggyun Jo\*

Korea Intelligent Automotive Parts Promotion Institute (KIAPI)

### 요 약

본 논문은 고령운전자 위급 상황을 대응하기 위한 생체정보 기반 안전장치 평가 방안을 제안한다. 기존 운전자 모니터링 시스템은 병이나 외부충격으로 인한 운전자의 무반응 상태를 판단하기 위하여 카메라 기반의 눈감음과 경고 이 후 응시방향을 기준으로 상태를 정의한다. 그러나 운전전환요구와는 달리 운전자우선모드에서 시스템우선모드로 전환 시 위급상황 이 후 안전 전한 제동을 위한 이동거리를 감소시키기 위해서는 생체정보를 기반으로 판단 시간을 줄이는 것이 필요하다. 본 논문에서는 일시적 의식 소실을 일으키는 다양한 원인 중 심장 신경성 실신의 혼합형과 심장 억제형 타입을 심박을 바탕으로 판단하는 생체정보 기반 안전장치의 평가 방안을 제안하였다.

### I. 서 론

고령화 사회로 접어들게 되면서 고령 운전자에 의한 교통사고 건수가 증가하고 있다. 교통사고의 원인으로는 주시태만 및 상황에 대한 반응이 큰 비율을 차지한다. 그러나 저혈압 및 심장성 질환으로 발생하는 일시적 의식 소실로 인하여 운전 불가 상태에 대한 통계는 개인정보 보호법의 영향으로 운전자 상태를 확인할 수 있는 영상과 생체정보 활용이 어렵고, 현 시스템으로는 운전자의 응답으로만 판단할 수 있어 통계를 수집하기에는 한계를 가진다. 이로 인하여 대형사고를 일으키는 원인 중 하나인 질환으로 인한 실신에 대응하기 위한 제도가 필요하다 [1].

운전자 상태를 감지하는 운전자 모니터링 시스템은 부분자율주행 시스템의 운전전환요구를 위하여 장착이 의무화된다[2][3]. 질환으로 인한 운전자의 무반응 상태는 경고 후 응시방향이나 눈감음의 지속 시간을 기준으로 정의된다[4][5]. 그러나, 이러한 기준은 시스템우선모드에서 운전자 우선모드로의 운전전환요구 상황을 기반으로 하기 때문에, 일시적 의식 소실이 일어난 고령운전자 위급상황에 적용 시 판단 시간 동안 이동한 거리가 증가하여 교통사고 발생 위험도가 증가한다. 그러므로 후속 대응을 위한 판단시간을 감소시키기 위하여 일시적 의식 소실을 판단하기 위한 생체정보 기반 운전자 모니터링 시스템이 필요하다.

생체정보 기반 운전자의 상태를 판단하기 위한 연구는 심전도, 심박, 호흡, 맥박, 뇌파 등 다양한 생체정보를 획득하기 위한 장치를 개발하는 방향으로 진행되었다. 그러나 일시적 의식 소실을 일으키는 원인을 파악하기 위한 생체정보의 특성은 개인별 및 질환에 따라 다양하기 때문에 절대적 수치를 기준으로 판단하는 것은 한계를 가진다.

본 논문에서는 일시적 의식 소실 중 60% 이상을 차지하는 혈관미주신경성 실신을 판단하기 위한 생체정보 특성에 대하여 조사하였다. 그리고 혈관미주신경성 실신 중 혼합형과 심장억제형으로 일어나는 실신을 판단하기 위한 연구 동향을 조사하였다. 그리고, 이를 기반으로 위급상황의 후속

대응을 위한 심박 기반 고령운전자 안전장치 평가 방안을 제안한다.

### II. 기립성 검사 기반 혈관미주신경성 실신을 판단하는 연구 동향

유럽심장학회에서는 실신의 진단과 관리에 대한 가이드라인을 제시하여 일시적 의식 소실 일으키는 실신성 질환에 대하여 정의하였다[6]. 65세 이상 고령자 실신의 원인이 반사성 실신이 62%, 기립성 저혈압이 8%, 심장기원성이 11%, 불분명 14%으로 반사성 실신이 가장 큰 비중을 차지하였다. 그림 1은 일시적 의식 소실을 일으키는 다양한 원인들에 대하여 실신성과 비 실신성 원인들에 대한 개념도를 나타낸다. 반사성 실신은 혈관미주신경성, 상황성, 경동맥동 팽대 증후군에 의하여 나타나며, 이 중 혈관미주신경성은 혈압저하형, 심박수억제형, 혈압저하와 심박수억제가 같이 나타나는 혼합형으로 크게 분류된다.

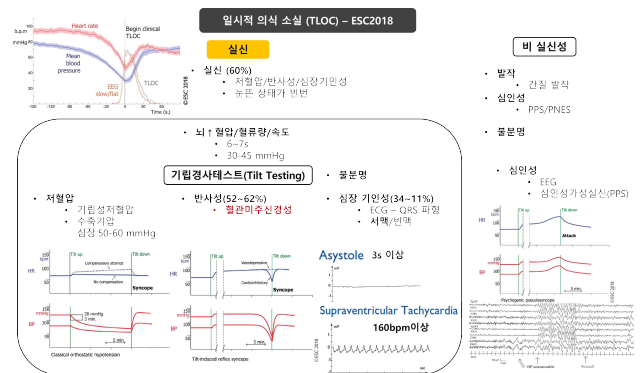


그림 1. 일시적 의식 소실이 일어나는 다양한 원인

휴대성 및 신뢰성이 높은 심박 및 맥박 측정기기를 기반으로 실신을 판단하기에 적합한 실신 질환은 혈관미주신경성 중 심장억제형과 혼합형이

다. 심장억제형과 혼합형은 실신을 기점으로 1에서 2분 전 혈압과 심박이 감소하는 특징을 보이기 때문에 심박수가 하강하지 않는 혈관저하형과 심박수가 상승하거나 변화가 없는 예외적인 형태와는 다르게 심박으로 판별이 가능하다[7].

미국 실신 예상 연구에서는 기립경 검사를 통한 혈관미주신경성 실신을 예상하는 기법을 통해 140명 환자를 대상으로 민감도 97.6%와 특이도 88.2% 성능으로 평균 1분 25초로 실신을 예상하였다[8]. 또한, 스위스에서 진행된 연구에서는 1,155명 환자를 대상으로 심전도의 RR 간격과 심박변이도, 수축기 혈압을 조합하여 민감도 95%와 특이도 93% 성능으로 실신을 기점으로 평균 59초 전에 예상하는 연구 결과를 보였다[9].

환자 군집군에 따른 시스템 변수에 따라 성능 결과가 다르기 때문에, 기준을 정립하는 방안이 필요하다. J. Gerk는 기립경 검사를 통해 혈관미주신경성 환자들 163명을 대상으로 심박과 혈압의 특성을 분석하였다[10]. 이를 기반으로 10분 전 심박을 기준으로 실신 전 심박이 감소하기 시작하는 시간의 분포도와 감소 지표에 대한 기준을 정립할 수 있다.

### III. 제안하는 심박 기반 고령운전자 안전장치 평가 방안

생체정보 기반 고령운전자 안전장치를 평가하기 위해서는 위급상황에 대한 정의와 이를 재현하기 위한 방안이 필요하다. 본 논문에서는 고령운전자 위급상황을 혈관미주신경성 실신 중 심박이 감소하는 심장억제형과 혼합형만 고려하였다. 심박의 절대적 수치를 기반으로 판단하는 것은 동기능 부전 증후군과 같은 개인별 특수한 상황이 존재하기 때문에 한계가 있다. 그리고 심박 상승은 개인의 기분에 따라 심박 상승 정도 차이가 존재하여 오검출율이 커지는 문제가 있어 심박이 감소하는 상황에 대해서만 정의한다.

기존 운전자 모니터링 시스템에서는 평가 방안으로 눈감음 횟수, 머리방향, 응시, 눈감음 빈도, 눈감음 정도 등 영상을 기반으로 판별하기 때문에 평가를 위한 테스트 운전자의 재현이 가능하다. 그러나 실신으로 인한 위급 상황은 영상뿐만 아니라 생체정보를 함께 재현해야 하는 것이 필요하다. 의학계에서는 기립경 검사로 이소프레날린, 니트로글리세린을 통하여 실신을 재현하고 수집된 생체정보를 기반으로 실신의 원인을 진단한다. 이를 기반으로 그림 2에서 나타난 것과 같이 실신 환자들을 대상으로 차량 내에서 앉은 자세로 약물 주입과 상체 경사에 따른 실신 재현을 하게 된다면, 생체신호와 영상이 재현될 수 있지만, 이를 위해서는 환자의 개인 동의 및 의학계와의 협력이 필요하여 현실적으로 한계를 가진다.

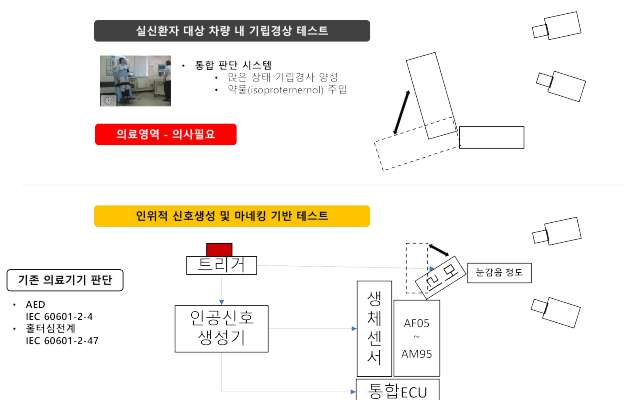


그림. 2. 제안하는 심박 기반 고령운전자 안전장치 평가 방안 개념도

의료기기 중 저출력 심장충격기(IEC 60601-2-4)와 홀터 심전계(IEC 60601-2-47)와 같이 심전도 파형을 분석하는 성능을 평가하는 방법으로

기존 생체정보 데이터베이스를 기반으로 아날로그 신호로 재현하여 평가한다. 이를 기반으로 현재 운전자의 심박을 기반으로 감소하는 형태의 신호를 재현하는 신호 생성기와 심박 데이터베이스를 기반으로 신호를 재현하는 장치를 통해 안전장치 통합 ECU에 신호를 입력하고 마네킹이나 운전자의 실신 시 머리 방향을 재현하는 장치와 연계하는 평가 방안을 그림 2와 같이 제안한다. 이를 통하여 인공 신호 생성기를 사용하지 않을 때는 기존 심박 측정기를 기반으로 생체 기반 안전장치의 신호 정확성을 평가한다. 또한 인공 신호 재현을 통하여 위급상황 판단 성능을 민감도와 특이도에 대해서도 평가가 가능하다.

### IV. 결론

본 논문에서는 혼합형과 심장억제형 형태의 심장 신경성 실신을 판단하기 위하여 기립경 검사에서 실신 전 심박과 혈압의 변화 특성을 조사하였다. 이를 기반으로 고령운전자 위급상황을 후속 대응하기 위한 심박 기반 고령운전자 안전장치 평가 방안을 제안하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by a grant(2022-MOIS41-002) of Citizen-customized Life Safety Technology Development Program funded by Ministry of Interior and Safety(MOIS 1315001847, Korea).

### 참 고 문 헌

- [1] Sorajja D, Nesbitt GC, Hodge DO, Low PA, Hammill SC, Gersh BJ, Shen WK. "Syncope while driving: clinical characteristics, causes, and prognosis," *Circulation*. 15:120(11):928-34, Sep. 2009.
- [2] 국토교통부고시 제 2021-258, 자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정.
- [3] 국토교통부령 제1155호, 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙.
- [4] 국토교통부령 제1155호, 제111조의 3 관련, 별표 27, 부분 자율주행시스템의 안전기준.
- [5] EURO NCAP, Assessment Protocol, Safety Assist Safe Driving v1 0.1.1, Nov. 2022.
- [6] M.Brignole, et al., "2018 ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope," *European Heart Journal*, vol. 39, issue 21, p. 1883 - 1948. June 2018.
- [7] 이경석, "기립경사 검사 방법과 결과 판독," *International Journal of Arrhythmia*, 10(3): 23-25, 2009.
- [8] Virag, Nathalie et al., "Predicting vasovagal syncope from heart rate and blood pressure: A prospective study in 140 subjects," *Heart Rhythm*, vol. 15, issue 9, 1404 - 1410, 2018.
- [9] Virag N, Sutton R, Vetter R, Markowitz T, Erickson M., "Prediction of vasovagal syncope from heart rate and blood pressure trend and variability: experience in 1,155 patients," *Heart Rhythm*, 4(11): 1375-82, Nov. 2007.
- [10] van Dijk JG, Ghariq M, Kerkhof FI, et al., "Novel Methods for Quantification of Vasodepression and Cardioinhibition During Tilt-Induced Vasovagal Syncope," *Circulation Research*, 127(5):e126-e138, Aug. 2020.