



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월13일
 (11) 등록번호 10-1878567
 (24) 등록일자 2018년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 A61B 5/0456 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
 B60K 28/02 (2006.01) B60K 28/10 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 A61B 5/0456 (2013.01)
 A61B 5/7235 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0151705
 (22) 출원일자 2016년11월15일
 심사청구일자 2016년11월15일
 (65) 공개번호 10-2018-0054137
 (43) 공개일자 2018년05월24일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2015226696 A
 KR1020160024600 A

(73) 특허권자
가톨릭대학교 산학협력단
 서울특별시 서초구 반포대로 222, 가톨릭대학교
 성의교정내 (반포동)
 (72) 발명자
강행봉
 서울시 용산구 이촌로87길 14, 101-1108 (이촌동,
 강촌아파트)
고동우
 서울특별시 서초구 잠원로12길 4 잠원현대아파트
 101동 1502호
 (74) 대리인
특허법인남춘

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 최석규

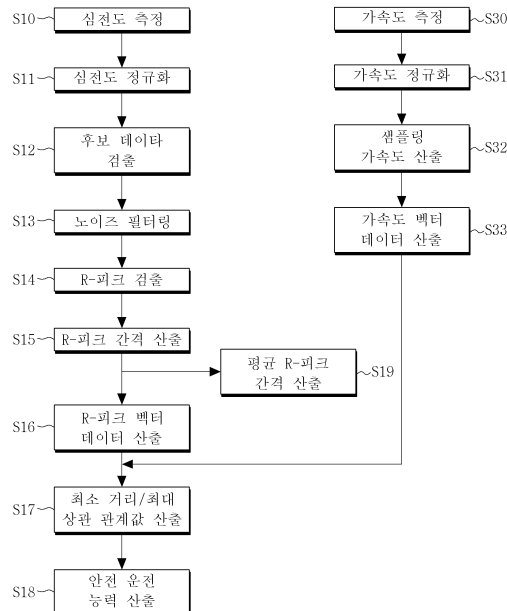
(54) 발명의 명칭 **심전도 기반의 운전 능력 평가 방법**

(57) 요약

본 발명은 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법에 관한 것으로, (a) 운전자의 심전도가 측정되는 단계와; (b) 차량의 가속도가 측정되는 단계와; (c) 상기 심전도의 R-피크 간격이 산출되는 단계와; (d) 상기 가속도가 상기 R-피크 간격에 기초하여 샘플링되어 샘플링 가속도가 산출되는 단계와; (e) 상기 R-피크 간격 중 기 설정된 긴장

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



지표를 만족하는 횟수가 기 설정된 기준 시간 단위로 카운트되어 R-피크 벡터 데이터가 산출되는 단계와; (f) 상기 샘플링 가속도 중 기 설정된 강한 운전 지표를 만족하는 횟수가 상기 기준 시간 단위로 카운트되어 가속도 벡터 데이터가 산출되는 단계와; (g) 상기 R-피크 벡터 데이터와 상기 가속도 벡터 데이터가 유클리디안 거리 (Euclidean distance) 기법에 적용되어 최소 거리가 산출되는 단계와; (h) 상기 R-피크 벡터 데이터와 상기 가속도 벡터 데이터가 피어슨 상관관계(Pearson's correlation) 기법에 적용되어 최대 상관관계값이 산출되는 단계와; (i) 상기 최소 거리 및 상기 최대 상관관계값에 기초하여 안전 운전 능력이 산출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 불안정한 차량 시스템에 강인하고 운전자의 감정 상태를 정확하게 나타낼 수 있는 심전도와 차량의 가속도를 혼합하여 보다 강인하고 정확한 운전 능력을 평가할 수 있다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/7271 (2013.01)

B60K 28/02 (2013.01)

B60K 28/10 (2013.01)

B60Y 2400/304 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016-A-0006-010117

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국 연구재단

연구사업명 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업

연구과제명 카메라 이미지와 생체 신호 데이터를 통한 운전 집중도 분석 알고리즘 개발

기여율 1/1

주관기관 가톨릭대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

심전도 기반의 운전 능력 평가 방법에 있어서,

- (a) 운전자의 심전도가 측정되는 단계와;
- (b) 차량의 가속도가 측정되는 단계와;
- (c) 상기 심전도의 R-피크 간격이 산출되는 단계와;
- (d) 상기 가속도가 상기 R-피크 간격에 기초하여 샘플링되어 샘플링 가속도가 산출되는 단계와;
- (e) 상기 R-피크 간격 중 기 설정된 긴장 지표를 만족하는 횟수가 기 설정된 기준 시간 단위로 카운트되어 R-피크 벡터 데이터가 산출되는 단계와;
- (f) 상기 샘플링 가속도 중 기 설정된 강한 운전 지표를 만족하는 횟수가 상기 기준 시간 단위로 카운트되어 가속도 벡터 데이터가 산출되는 단계와;
- (g) 상기 R-피크 벡터 데이터와 상기 가속도 벡터 데이터가 유클리디안 거리(Euclidean distance) 기법에 적용되어 최소 거리가 산출되는 단계와;
- (h) 상기 R-피크 벡터 데이터와 상기 가속도 벡터 데이터가 피어슨 상관관계(Pearson's correlation) 기법에 적용되어 최대 상관관계값이 산출되는 단계와;
- (i) 상기 최소 거리 및 상기 최대 상관관계값에 기초하여 안전 운전 능력이 산출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계는

- (c1) 상기 (a) 단계에서 측정된 심전도를 정규화하는 단계와;
- (c2) 상기 정규화된 심전도에서 기준값 이하의 값이 필터링되어 후보 데이터가 검출되는 단계와;
- (c3) 운전자의 나이에 따라 기 등록된 사이즈의 타임 윈도우 내에서 상기 후보 데이터 중 최대값이 해당 타임 윈도우의 R-피크로 검출되는 단계와;
- (c4) 인접한 상기 R-피크 간의 거리가 상기 R-피크 간격으로 산출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 타임 윈도우의 사이즈는 수학적식

$$WS = 60000 / (220 - \text{Age}) \times 0.8$$

(WS는 상기 타임 윈도우의 사이즈로 단위는 ms이고, Age는 운전자의 나이이다)에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 (c) 단계는

상기 (c3) 단계에서 하나의 상기 R-피크가 검출된 후 기 등록된 노이즈 필터링 타임 내에서 검출되는 상기 후보 데이터가 제거되는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 노이즈 필터링 타임은 수학식

$$NFT = 60000 / (220 - \text{Age})$$

(NFT은 상기 노이즈 필터링 타임으로 단위는 ms이고, Age는 운전자의 나이이다)에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 (c2) 단계에서의 기준값은 상기 정규화된 심전도의 평균에서 상기 정규화된 심전도의 표준편차를 뺀 값으로 설정되는 것을 특징으로 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 (d) 단계는

(d1) 상기 (b) 단계에서 측정된 가속도를 정규화하는 단계와;

(d2) 상기 (c) 단계에서 산출된 상기 R-피크 간격의 평균값이 산출되는 단계와

(d3) 상기 R-피크 간격의 평균값의 시간 단위로 최대 크기의 가속도가 상기 샘플링 가속도로 산출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 (e) 단계에서 상기 R-피크 간격의 평균에서 표준편차를 뺀 값보다 해당 R-피크 간격이 작은 경우 상기 긴장 지표의 만족하는 것으로 판단되고;

상기 (f) 단계에서 상기 샘플링 가속도의 평균과 표준편차를 더한 값보다 해당 샘플링 가속도가 큰 경우 상기 강한 운전 지표를 만족하는 것으로 판단되는 것을 특징으로 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 심전도와 차량의 가속도를 이용하여 운전자의 나이, 특히 노인 운전자의 안전 운전 능력을 수치화하여 평가할 수 있는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 노인 인구는 전 세계적으로 해마다 증가하고 있다. 특히, 독거 노인의 증가로, 노인의 사회 활동이나 이동에 필요한 차량 주행의 안정성 문제가 부각되고 있다. 고령의 운전자는 다른 연령층보다 상대적으로 적은 비율로 운전하고 있으나, 고령의 운전자의 사고는 사망이나 큰 부상을 초래할 가능성이 다른 연령층에 비해 높다. 일 예로, 미국의 시카고에서는 81세 운전자의 난폭 운전으로 인해 3명이 사망하고, 20여명이 부상당하는 사고가 있었다.

[0003] 또한, 다양한 신체적 노화, 예를 들어 반응 시간, 청각, 심장 질환 등으로 인해 고령의 운전자는 안전 운전에서 치명적인 문제점을 안고 있다. 예를 들어, 2016년 8월 25일, 한국의 대전에서는 63세의 택시 운전자가 운전 중

갑작스런 심장 마비가 발생하여 사망했는데, 그의 차는 다른 차량과 충돌한 후에야 멈출수 있었다. 이와 같은 사고는 고령자가 운전에 취약하며, 특히 신체의 상태 변화를 무시한 과도한 운전은 운전자의 사망이나 중대한 교통 사고를 초래하는 경향이 있음을 보여준다.

[0004] 그리고, 고령 운전자의 운전 문제와 관련하여, 나이가 들면서 작은 문제에도 민감해지는 경향이 있어, 이는 운전 중 감정 악화의 변화, 공격성이 높아지는 결과를 얻을 수 있다. 도로에서 공격적인 감정에 의한 운전은 교통 사고로 연결될 수 있어 위험하다.

[0005] 고령의 운전자의 주요 문제점은 시각, 정신 운동, 인지, 신체 등 4가지 범주로 분류 되어있다. 이러한 문제점은 개인의 특성에 따라 매우 상대적이다. 따라서, 이러한 요소들이 정확한 정량적인 수치로 분류 및 측정될 수 있다면, 안전 운전을 위한 다양한 첨단 운전 지원 시스템(ADAS : Advanced Driver Assistance System)에 적용될 수 있을 것이다.

[0006] 기존의 일부 연구 중 H.-B. Kang의 논문 "Various approaches for driver and driving behavior monitoring: a review(Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops, 2013, pp. 616-623.)"에서는 운전자의 얼굴에서 위험한 상황을 감지하는 방법을 제안하였다. 그러나, 이러한 시도는 반대로 마스크나 안경의 착용, 조명 상태, 무표정한 얼굴 등 많은 제한 요인으로 인해 실용적이지 못한 단점이 있다.

[0007] 안전 운전을 위한 운전 능력 평가와 관련하여 대부분의 기존 연구들은 운전 중 스트레스, 피로, 공격성에 중점을 두고 운전 중의 위험을 측정하는 방법을 개발하는데 중점을 두고 있었다. 예를 들어, 운전 중 스트레스와 관련하여 N. Munla, M. Khalil, A. Shahin, 및 A. Mourad는 논문 "Driver stress level detection using hrv analysis(2015 International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME). IEEE, 2015, pp. 61-64.)"을 제안하였고, 피로와 관련하여 B. P. Nayak, S. Kar, A. Routray, 및 A. K. Padhi는 논문 "A biomedical approach to retrieve information on driver's fatigue by integrating eeg, ecg and blood biomarkers during simulated driving session(Intelligent Human Computer Interaction (IHCI), 2012 4th International Conference on. IEEE, 2012, pp. 1-6.)"를 제안하였고, 공격성과 관련하여 A. B. R. Gonzalez, M. R. Wilby, J. J. V. Diaz, 및 C. S. Avila는 논문 "Modeling and detecting aggressiveness from driving signals(IEEE Transactions on intelligent transportation systems, vol. 15, no. 4, pp. 1419-1428, 2014.)"를 제안하였다.

[0008] 그러나, 몇몇 연구는 차량의 이동 파라미터와 운전자의 감정과 신체적 상태를 나타내는 물리적인 특성을 고려하여 노인의 운전 능력을 평가하기 위해 전념했다. 노인 운전자는 신체적 능력이 쇠퇴하고, 일반적으로 스트레스에 민감하다. 따라서, 운전 중 안전을 보장하기 위해, 노인 운전자의 정신 및 신체 상태의 변화를 모니터링하는 것이 매우 중요하다.

[0009] 일상 생활의 모든 측면에 영향을 미치는 정신생리학적 경험을 나타내는 감정은 운전 중 취하는 태도에 중요한 역할을 한다. 특히, 공격적인 감정은 치명적인 사고의 위험을 증가시키는데 관련이 있다. 불행하게도 감정을 확인하고 수치화하기 위한 보편적으로 인정되는 연구는 아직 없다.

[0010] 운전자의 감정을 확인하기 위해 음성 인식에 기초한 연구가 F. Al Machot 등의 논문 "A novel real-time emotion detection system from audio streams based on bayesian quadratic discriminate classifier for adas(Proceedings of the Joint INDS'11. IEEE, 2011, pp. 1-5.)"을 통해 제안되었다. 그러나, 음성 인식은 시끄러운 환경을 갖는 차량에 적용하기에는 적합하지 않다. 이외에도, 운전자의 감정의 감정을 검출하기 위한 방법으로 ECG 파라미터, 피부 온도, 피부 전도도의 변화 등을 감지하는 기술이 제안되었으나, 차량의 주행 상황과 무관하게 단지 생체 파라미터만으로 운전 능력을 평가하는 것은 그 정확성을 보장하기 어려운 단점에 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 불안정한 차량 시스템에 강인하고 운전자의 감정 상태를 정확하게 나타낼 수 있는 심전도와 차량의 가속도를 혼합하여 보다 강인하고 정확한 운전 능력을 평가할 수 있는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0012] 또한, 운전 능력을 평가하는데 있어 운전자의 나이를 반영하여 노인 운전자의 안전 운전 능력을 평가하는데 보다 정확한 평가가 가능하게 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 목적은 본 발명에 따라, 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법에 있어서, (a) 운전자의 심전도가 측정되는 단계와; (b) 차량의 가속도가 측정되는 단계와; (c) 상기 심전도의 R-피크 간격이 산출되는 단계와; (d) 상기 가속도가 상기 R-피크 간격에 기초하여 샘플링되어 샘플링 가속도가 산출되는 단계와; (e) 상기 R-피크 간격 중 기 설정된 긴장 지표를 만족하는 횟수가 기 설정된 기준 시간 단위로 카운트되어 R-피크 벡터 데이터가 산출되는 단계와; (f) 상기 샘플링 가속도 중 기 설정된 강한 운전 지표를 만족하는 횟수가 상기 기준 시간 단위로 카운트되어 가속도 벡터 데이터가 산출되는 단계와; (g) 상기 R-피크 벡터 데이터와 상기 가속도 벡터 데이터가 유클리디안 거리(Euclidean distance) 기법에 적용되어 최소 거리가 산출되는 단계와; (h) 상기 R-피크 벡터 데이터와 상기 가속도 벡터 데이터가 피어슨 상관관계(Pearson's correlation) 기법에 적용되어 최대 상관관계값이 산출되는 단계와; (i) 상기 최소 거리 및 상기 최대 상관관계값에 기초하여 안전 운전 능력이 산출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법에 의해서 달성된다.
- [0014] 여기서, 상기 (c) 단계는 (c1) 상기 (a) 단계에서 측정된 심전도를 정규화하는 단계와; (c2) 상기 정규화된 심전도에서 기준값 이하의 값이 필터링되어 후보 데이터가 검출되는 단계와; (c3) 운전자의 나이에 따라 기 등록된 사이즈의 타임 윈도우 내에서 상기 후보 데이터 중 최대값이 해당 타임 윈도우의 R-피크로 검출되는 단계와; (c4) 인접한 상기 R-피크 간의 거리가 상기 R-피크 간격으로 산출되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 그리고, 상기 타임 윈도우의 사이즈는 수학적 식 $WS = 60000 / (220 - Age) \times 0.8$ (WS는 상기 타임 윈도우의 사이즈로 단위는 ms이고, Age는 운전자의 나이이다)에 의해 산출될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 (c) 단계는 상기 (c3) 단계에서 하나의 상기 R-피크가 검출된 후 기 등록된 노이즈 필터링 타임 내에서 검출되는 상기 후보 데이터가 제거되는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 그리고, 상기 노이즈 필터링 타임은 수학적 식 $NFT = 60000 / (220 - Age)$ (NFT은 상기 노이즈 필터링 타임으로 단위는 ms이고, Age는 운전자의 나이이다)에 의해 산출될 수 있다.
- [0018] 그리고, 상기 (c2) 단계에서의 기준값은 상기 정규화된 심전도의 평균에서 상기 정규화된 심전도의 표준편차를 뺀 값으로 설정될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 (d) 단계는 (d1) 상기 (b) 단계에서 측정된 가속도를 정규화하는 단계와; (d2) 상기 (c) 단계에서 산출된 상기 R-피크 간격의 평균값이 산출되는 단계와; (d3) 상기 R-피크 간격의 평균값의 시간 단위로 최대 크기의 가속도가 상기 샘플링 가속도로 산출되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 그리고, 상기 (e) 단계에서 상기 R-피크 간격의 평균에서 표준편차를 뺀 값보다 해당 R-피크 간격이 작은 경우 상기 긴장 지표의 만족하는 것으로 판단되고; 상기 (f) 단계에서 상기 샘플링 가속도의 평균과 표준편차를 더한 값보다 해당 샘플링 가속도가 큰 경우 상기 강한 운전 지표를 만족하는 것으로 판단될 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 상기와 같은 구성에 따라 본 발명에 따르면, 불안정한 차량 시스템에 강인하고 운전자의 감정 상태를 정확하게 나타낼 수 있는 심전도와 차량의 가속도를 혼합하여 보다 강인하고 정확한 운전 능력을 평가할 수 있는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법이 제공된다.
- [0022] 또한, 운전 능력을 평가하는데 있어 운전자의 나이를 반영하여 노인 운전자의 안전 운전 능력을 평가하는데 보다 정확한 평가가 가능하게 하는 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명에 따른 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법을 설명하기 위한 도면이고,
 도 2 내지 도 4는 본 발명에 따른 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법을 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명에 따른 심전도 기반의 운전 능력 평가 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0026] 도 1을 참조하여 설명하면, 운전자의 운전 중에 운전자의 심박도와 차량의 가속도가 각각 측정된다(S10, S30).

도 2는 측정된 심박도(ECG LA-RA)와 가속도(Accelerometer X)의 예를 나타낸 도면이다. 여기서, 심박도는 심박도 센서에 의해 측정되는 신호, 즉 ECG 신호 중 QRS 신호가 사용되는 것을 예로 하며, 이는 QRS 신호의 최대값이 R-피크를 반영하기 때문이다. 그리고, 차량의 가속도는 가속도 신호 중 X축 방향, 즉 차량의 주행 방향으로의 가속도 신호가 사용되는 것을 예로 한다.

[0027] 심전도에 대해 먼저 설명하면, 주행 중 측정된 심전도 신호를 이용하여 R-피크 간격이 산출된다(S15). 도 1을 참조하여 보다 구체적으로 설명하면, 먼저, 측정된 심전도를 정규화(Normalization)한다(S11). 도 3의 (a)는 정규화 전의 심전도를 나타낸 도면이고, 도 3의 (b)는 정규화된 심전도를 나타낸 도면이다.

[0028] 일반적으로 ECG 신호는 심전도 과형 외 mV의 전압 레벨이 사용자에게 따라 급격히 변하기 때문에 적절한 시간 프레임 단위로 정규화하는 것이 바람직하다. 본 발명에서는 500ms 단위로 정규화가 이루어지는 것을 예로 하며, 정규화는 (측정값-평균)/표준편차에 의해 수행되는 것을 예로 한다.

[0029] 상기와 같이 심전도의 정규화가 완료되면, 심전도에서 R-피크로 검출되기 위한 후보 데이터가 검출된다(S12). 본 발명에서는 후보 데이터의 검출을 위해 정규화된 심전도에서 기준값 이하의 값이 필터링되어 후보 데이터가 검출되는 것을 예로 한다.

[0030] 이 때, 기준값은 정규화된 심전도의 평균에서 정규화된 심전도의 표준편차를 뺀 값으로 설정된다. 즉, 평균-표준편차가 기준값이 되며, 기준값보다 작은 값은 필터링되고 나머지가 후보 데이터가 검출된다(S12).

[0031] 후보 데이터의 검출이 완료되면, 운전자의 나이에 따라 기 등록된 사이즈의 타임 윈도우 내에서 후보 데이터 중 최대값이 해당 타임 윈도우의 R-피크로 검출된다(S14). 여기서, 타임 윈도우의 사이즈는 [수학식 1]에 의해 산출되는 것을 예로 한다.

[0032] [수학식 1]

[0033]
$$WS = 60000 / (220 - \text{Age}) \times 0.8$$

[0034] 여기서, WS는 타임 윈도우의 사이즈로 단위는 ms이고, Age는 운전자의 나이이다.

[0035] [수학식 1]의 타임 윈도우의 사이즈는 운전자의 나이에서 적정 운동 심박수의 1회 간격을 고려하여 결정된 것으로, 운전 중 적정 운동 심박수가 발생하지 않음을 전제로 한다. 따라서, 하나의 타임 윈도우 내에서는 2회 이상의 심박이 발생하지 않음을 전제로 하게 된다.

[0036] 한편, 본 발명에서는 후보 데이터 중 R-피크로 예상되는 비정상적인 신호, 즉 노이즈를 필터링하기 위해, 하나의 R-피크가 검출된 후 기 등록된 노이즈 필터링 타임 내에서 검출되는 후보 데이터가 제거된다(S13). 여기서, 노이즈 필터링 타임은 [수학식 2]를 통해 산출된다.

[0037] [수학식 2]

[0038]
$$NFT = 60000 / (220 - \text{Age})$$

[0039] 여기서, NFT는 노이즈 필터링 타임으로 단위는 ms이고, Age는 운전자의 나이이다.

[0040] [수학식 2]의 노이즈 필터링 타임은 나이에 따른 최대 심박수를 고려한 것으로, 운전 중에는 절대로 발생하지 않기 때문에 보다 확실한 필터링 값이 될 수 있다. 즉, R-피크가 검출되면 검출 이후로부터 노이즈 필터링 타임 내의 후보 데이터는 노이즈로 간주되어 제거된다.

[0041] 도 4는 R-피크가 검출되는 과정을 설명하기 위한 그래프이다. 측정된 심박도가 정규화되면, '0' 값을 기준으로 정규화되고, S12 단계의 결과로서 후보 데이터들이 검출되고, S13 및 S14 단계를 통해 R-피크가 검출된다.

[0042] 상기와 같은 과정을 통해 R-피크의 검출이 완료되면, 인접한 R-피크 간의 거리가 R-피크 간격으로 산출된다(S15).

[0043] 그런 다음, R-피크 간격 중 기 설정된 긴장 지표를 만족하는 횟수가 기 설정된 기준 시간 단위로 카운트되어, R-피크 벡터 데이터가 산출된다(S16). 본 발명에서는 R-피크 간격의 평균에서 표준편차를 뺀 값보다 해당 R-피크 간격이 작은 경우 긴장 지표를 만족하는 것으로 판단하는 것을 예로 한다.

[0044] 이와 같은 방법으로 일정 시간 단위, 예를 들어 30초 단위로 카운트하여 전체 주행 시간에 따른 R-피크 벡터 데이터를 산출하게 된다. 일 예로, 9분 30초 간의 주행시 19개의 카운트 데이터가 R-피크 벡터 데이터를 구성하게 된다.

[0045] 다시, 도 1을 참조하여 설명하면, 가속도 센서에 의해 측정된 가속도는 정규화 과정을 거치게 된다(S31). 이때, 가속도의 정규화는 주행 전을 기준으로 정규화가 가능한데, 이는 주행 전의 가속도가 0에 해당하므로, 0을 기준으로 정규화가 가능하게 된다.

[0046] 그런 다음, 정규화된 가속도를 다운 샘플링하여 샘플링 가속도를 산출한다(S32). 보다 구체적으로 설명하면, 가속도 센서에 의해 측정된 가속도는 심박도의 R-피크처럼 간헐적으로 발생하기 않기 때문에, R-피크와 이기종의 신호인 가속도의 샘플링을 통해 샘플링 가속도를 산출하게 된다.

[0047] 본 발명에서는 S15 단계에서 산출된 R-피크 간격을 이용하여 샘플링 가속도가 산출되는 것을 예로 한다. 보다 구체적으로 설명하면, S15 단계에서 산출된 R-피크 간격의 평균값을 산출한다(S19). 그런 다음, R-피크 간격의 평균값이 샘플링을 위한 시간 단위로 적용되어 해당 시간 단위 내에서 최대 크기의 가속도가 샘플링 가속도로 산출된다(S32).

[0048] 그런 다음, 샘플링 가속도의 평균과 표준편차를 더한 값보다 해당 샘플링 가속도가 큰 경우를 강한 운전 지표를 만족하는 것을 판단하여, 기준 시간 단위로 강한 운전 지표를 만족하는 샘플링 가속도의 횟수를 카운트하여 가속도 벡터 데이터를 산출하게 된다(S33).

[0049] 상기와 같은 과정을 통해, R-피크 벡터 데이터와 가속도 벡터 데이터가 산출되면, 유클리디안 거리(Euclidean distance) 기법과 피어슨 상관관계(Pearson's correlation) 기법을 통해 최소 거리와 최대 상관관계값을 산출한다(S17).

[0050] 먼저, 유클리디안 거리는 [수학식 3]을 통해 산출된다.

[0051] [수학식 3]

$$d_{X_s, Y} = \sum_{r=1}^n |X_{r,s} - Y_r|$$

[0052]

[0053] 여기서, $d_{X_s, Y}$ 는 최소 거리(L1 Norm)이고, X는 가속도 벡터 데이터이고, Y는 R-피크 벡터 데이터이고, S={1.0, 1.1, ..., 6.5}는 문턱치(Threshold)이고, n은 차수이다.

[0054] 피어슨 상관관계의 최대 상관관계값($\rho_{X_s, Y}$)은 [수학식 4]를 통해 산출된다.

[0055] [수학식 4]

$$\rho_{X_s, Y} = \frac{\text{cov}(X_s, Y)}{\sigma_{X_s} \sigma_Y}$$

[0056]

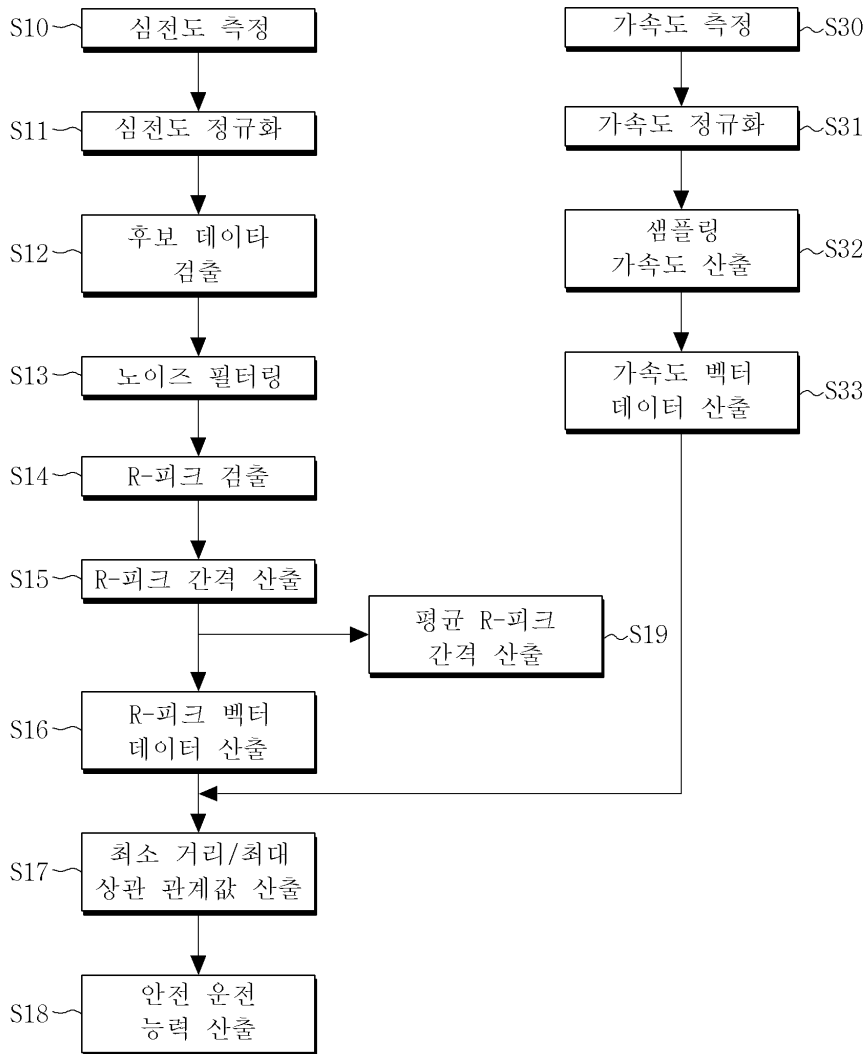
[0057] 상기와 같이 최소 거리와 최대 상관관계값(최대 상관계수)이 산출되면, 이를 이용하여 안전 운전 능력을 산출한다(S18). 본 발명에서는 안전 운전 능력을 최소 거리와 최대 상관관계값이 평균에 의해 산출하는 것을 예로 한다.

[0058] 이와 같이, 안전 운전 능력의 평가에 심전도와 가속도 간의 최소 거리와 최대 상관관계값이 모두 반영됨으로써, 보다 정확한 평가가 가능하게 된다. 즉, 최소 거리의 경우 두 벡터 데이터 간의 변화율, 추세, 상관관계가 고려되지 않고, 피어슨 상관관계의 경우 가속도가 딜레이없이 바로 심전도에 반영되지 못하기 때문에, 두가지 기법이 모두 반영되어 보다 정확한 평가가 가능하게 된다.

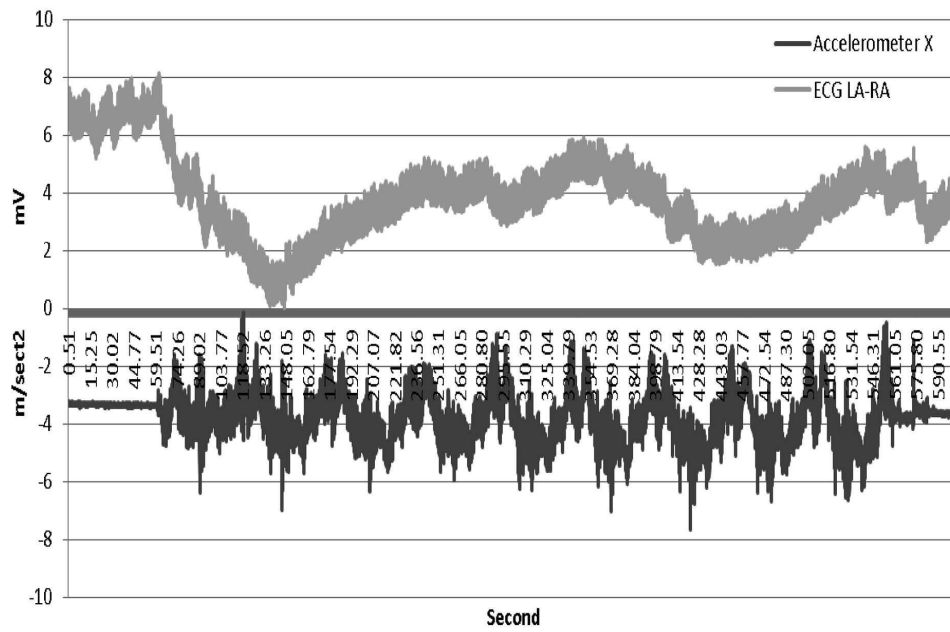
[0059] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

도면

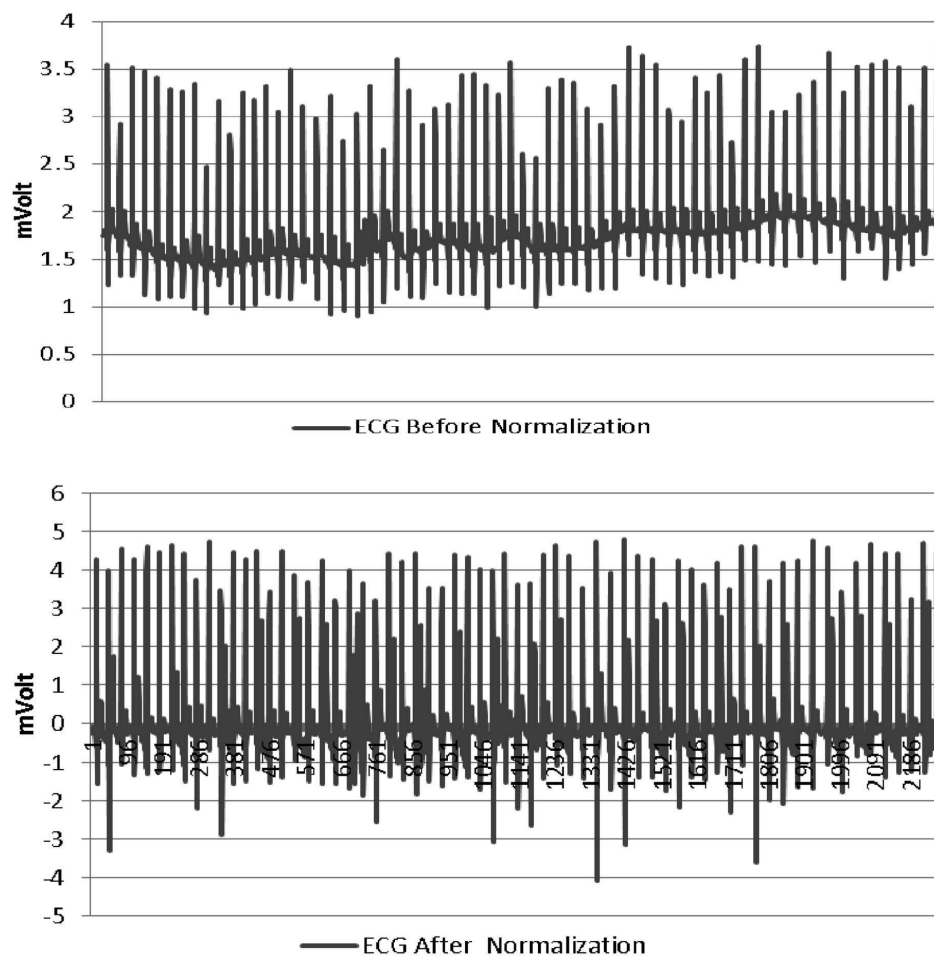
도면1



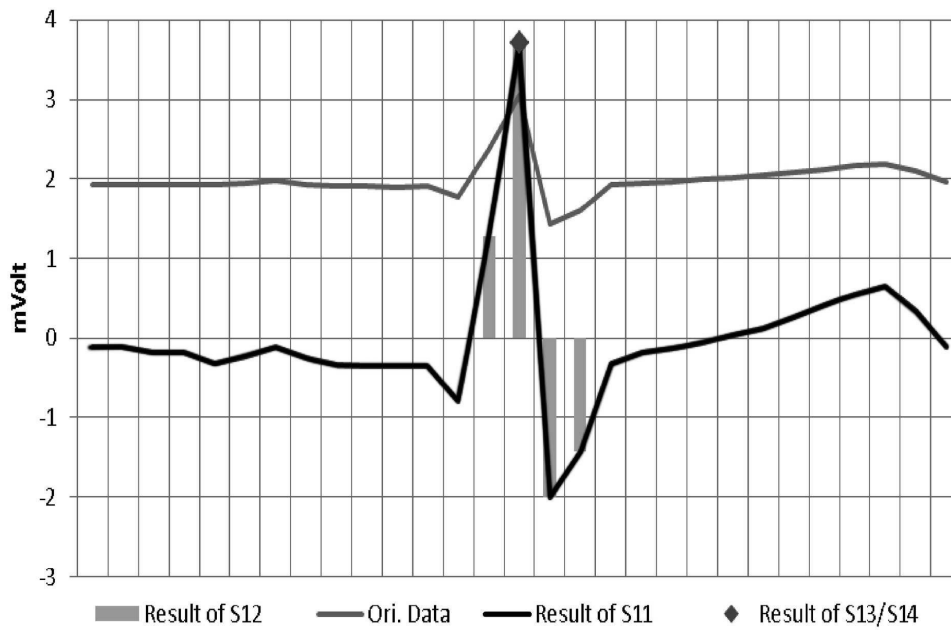
도면2



도면3



도면4



专利名称(译)	基于ECG的驾驶能力评估方法		
公开(公告)号	KR101878567B1	公开(公告)日	2018-07-13
申请号	KR1020160151705	申请日	2016-11-15
[标]申请(专利权)人(译)	韩国IND学术合作天主教UNIV FOUND		
申请(专利权)人(译)	天主教大学学术合作		
当前申请(专利权)人(译)	天主教大学学术合作		
[标]发明人	KANG HANG BONG 강행봉 KOH DONG WOO 고동우		
发明人	강행봉 고동우		
IPC分类号	A61B5/0456 A61B5/00 B60K28/02 B60K28/10		
CPC分类号	A61B5/0456 A61B5/7235 A61B5/7271 B60K28/02 B60K28/10 B60Y2400/304		
其他公开文献	KR1020180054137A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种评估基于ECG的驾驶能力的方法，该方法包括以下步骤：(a) 测量驾驶员的心电图；(b) 测量车辆的加速度；(c) 计算心电图的R峰值间隔；(d) 基于R峰值间隔对加速度进行采样以计算采样加速度；(e) R峰值间隔的预定张力。以预定的参考时间单位对索引满足的次数进行计数，以计算R-峰值矢量数据；(f) 以参考时间为单位对采样加速度中的预定强驱动指数进行计数以计算加速度矢量数据的次数；(g) 通过将R峰值矢量数据和加速度矢量数据应用于欧几里德距离技术来计算最小距离；(h) 通过将R峰值矢量数据和加速度矢量数据应用于Pearson相关技术来计算最大相关值；(i) 基于最小距离和最大相关值计算安全驾驶能力。因此，能够评价比强和加速度的混合物，可以准确地表示在不稳定的车辆ECG系统与所述车辆的驾驶员的情绪状态的健壮和准确的操作能力。

