



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0054803  
(43) 공개일자 2019년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06K 9/00 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)  
A61B 5/024 (2006.01) G06T 7/11 (2017.01)  
(52) CPC특허분류  
G06K 9/00845 (2013.01)  
A61B 5/024 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0151789  
(22) 출원일자 2017년11월14일  
심사청구일자 2017년11월14일

(71) 출원인  
현대오트론 주식회사  
서울특별시 강남구 테헤란로113길 12(삼성동)  
고려대학교 산학협력단  
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)  
(72) 발명자  
이준목  
경기도 성남시 분당구 산운로 98, 803동 1402호 (운중동, 산운마을8단지아파트)  
금병직  
서울특별시 동대문구 이문로12길 3-10, 101동 1101호 (이문동, 래미안이문2차아파트)  
(74) 대리인  
특허법인우인

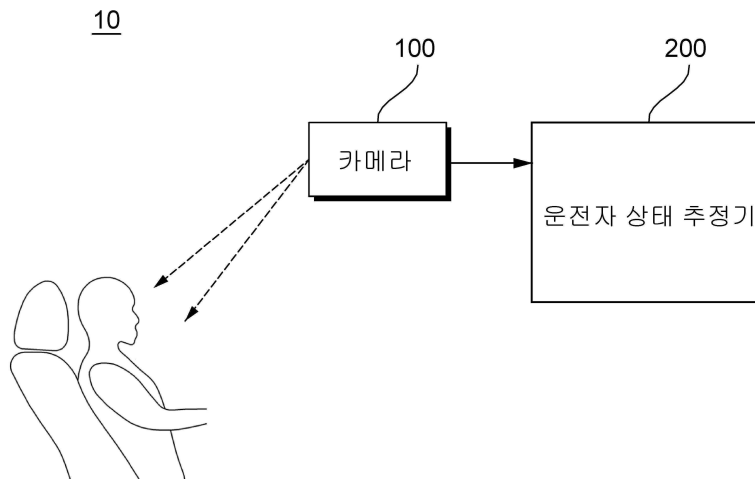
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 운전자 상태 추정 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 차량 내의 운전자 상태를 추정하는 방법은, 카메라를 통해 운전자의 안면을 감지하는 단계, 혈압에 따른 상기 감지된 안면의 색조 변화를 감지하는 단계, 상기 색조 변화에 대응하는 심박수를 추정하는 단계, 및 상기 추정된 심박수에 의거하여 상기 운전자의 상태를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*A61B 5/7275* (2013.01)

*G06K 9/00221* (2013.01)

*G06T 7/11* (2017.01)

*G06K 2009/00939* (2013.01)

*G06T 2207/30201* (2013.01)

(72) 발명자

**김호준**

서울특별시 서초구 서초중앙로 188, B동 809호 (서초동, 아크로비스타)

**양지혁**

경기도 안양시 동안구 관평로69번길 7-49, 102호 (평촌동)

**하창우**

서울특별시 중랑구 면목로55길 6, B동 601호 (면목동, 양지쉐르빌)

**박두복**

서울특별시 송파구 송파대로43길 5, 402호 (석촌동, PALLES Vi11)

**이강휴**

경기도 성남시 분당구 불정로 119, 803동 1501호 (정자동, 정든마을한진8단지아파트)

**배정민**

서울특별시 성북구 삼선교로23길 23, 104동 801호 (삼선동4가, 코오롱 아파트)

**고한석**

서울특별시 용산구 이촌로88길 30, 101동 1402호 (이촌동, 삼성리버스위트아파트)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

차량 내의 운전자 상태를 추정하는 방법에 있어서:

카메라를 통해 운전자의 안면을 감지하는 단계;

혈압에 따른 상기 감지된 안면의 색조 변화를 감지하는 단계;

상기 색조 변화에 대응하는 심박수를 추정하는 단계; 및

상기 추정된 심박수에 의거하여 상기 운전자의 상태를 추정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 안면을 감지하는 단계는,

상기 안면의 랜드마크를 추출하는 단계;

상기 추출된 안면의 랜드마크에서 관심 영역을 크로핑 및 트래킹하는 단계; 및

상기 관심 영역에 대응하는 상기 운전자의 피부를 검출하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 관심 영역은 상기 운전자의 코와 볼 영역을 포함하는 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 색조 변화를 감지하는 단계는,

상기 관심 영역의 데이터에 대하여 임시 필터링하는 단계; 및

급변하는 심박수를 정렬하기 위하여 상기 필터링된 데이터에 대하여 임시 선택 물을 수행하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 임시 필터링하는 단계는,

과장에 따른 반사율을 이용하여 상기 관심 영역의 데이터에서 기준값 이상의 변이를 제거하는 단계;

상기 변이가 제거된 데이터에 대하여 비추세화 및 정규화를 수행하는 단계;

배경 주파수 영역을 제거하기 위하여 상기 정규화된 데이터에 대하여 대역 필터링을 수행하는 단계;

빛의 색에 무관한 순수한 피부색을 검출하기 위하여 상기 대역 필터링된 데이터에서  $X_{smin} \alpha Y_s$  특징을 추출하는 단계; 및

상기 추출된 데이터에 대하여 PSD(power spectral density) 변환을 수행하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,  
 상기 기준값 이상의 변이를 제거하는 단계는,  
 구간별 표준 편차를 통해 급격한 신호 변동 구간을 제거하는 단계를 더 포함하는 방법.

**청구항 7**

제 5 항에 있어서,  
 상기 비추세화 및 정규화를 수행하는 단계는,  
 심박수 추정을 위한 신호를 모델링하는 단계; 및  
 정규화된 최소 제곱 솔루션을 이용하여 상기 모델링된 신호를 정규화시키는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 8**

제 5 항에 있어서,  
 상기 대역 필터링하는 단계는,  
 n 차 해밍 윈도우를 이용하여 대역 필터링하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 9**

제 5 항에 있어서,  
 상기 임시 필터링을 수행하는 단계는,  
 잔존하는 임시 잡음을 제거하기 위하여 무빙 평균 필터링(moving average filtering)을 수행하는 단계를 더 포함하는 방법.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,  
 상기 심박수를 추정하는 단계는,  
 최대 주파수 값을 통해 bpm(beats per minutes)을 추정하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 11**

제 4 항에 있어서,  
 임시 선택 률을 수행하는 단계는,  
 이전 3 프레임 결과값에 대응하는 심박수 결과값과 비교를 통해 심박수를 탐지하는 단계; 및  
 상기 탐지된 심박수의 경우 상기 이전 3 프레임 결과값의 평균값을 통해 보간하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서,  
 상기 추정된 운전자의 상태와 관련된 경보를 음성 혹은 영상으로 상기 운전자에게 통지하거나 상기 차량의 주행에 이용하는 단계를 더 포함하는 방법.

**청구항 13**

차량 내에 설치되는 운전자 상태 추정 장치에 있어서:  
 운전자의 안면을 감지하는 카메라; 및  
 상기 카메라로부터 감지된 안면의 색조 변화를 감지하고, 상기 감지된 색조 변화에 따른 상기 운전자의 심박수를 추정하는 운전자 상태 추정기를 포함하는 운전자 상태 추정 장치.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 운전자 상태 추정기는,

상기 안면의 특징점을 통해 관심 영역을 선정 및 추적을 수행하고, 상기 선정된 관심 영역에서 급격한 화소 변화 신호를 제거하고, 주파수 스펙트럼 변환을 통해 최대 주파수에 대응하는 심박수를 추정하는 운전자 상태 추정 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 운전자 상태 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로, 운전자 감시장치는 카메라를 이용하여 주행 중인 운전자를 촬영하고 촬영한 운전자의 얼굴 영상을 통하여 운전자의 운전 상태(겉눈질, 졸음 운전 여부, 주시점 등)를 판정한다. 또한, 운전자 감시장치는 주행 중인 차량의 조타각 신호, 차속 신호 및 주행 위치 등을 이용하여 차량의 주행 상태를 판단한다. 그리고, 운전자 감시장치는 운전자 상태 및 주행 상태를 이용하여 운전자가 불안정 주행 상태이면 운전자에게 이를 경고함으로써 안전 운전할 수 있게 한다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0003] (특허문헌 0001) 일본공개특허: 특개2015-194884, 공개일: 2015년 11월 05일, 제목: 운전자 감시 시스템.  
 (특허문헌 0002) 국제출원번호: W02015/030219, 공개일: 2015년 11월 19일, 제목: DRIVER HEALTH AND FATIGUE MONITORING SYSTEM AND METHOD.  
 (특허문헌 0003) 한국등록특허: 10-1619651, 등록일: 2016년 05월 02일, 제목: 운전자 감시장치 및 그의 조명 제어 방법.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명의 목적은 간단하게 운전자의 상태를 추정하는 운전자 상태 추정 장치 및 그것의 방법을 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 본 발명의 실시 예에 따른 차량 내의 운전자 상태를 추정하는 방법은: 카메라를 통해 운전자의 안면을 감지하는 단계; 혈압에 따른 상기 감지된 안면의 색조 변화를 감지하는 단계; 상기 색조 변화에 대응하는 심박수를 추정하는 단계; 및 상기 추정된 심박수에 의거하여 상기 운전자의 상태를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 실시 예에 있어서, 상기 안면을 감지하는 단계는, 상기 안면의 랜드마크를 추출하는 단계; 상기 추출된 안면의 랜드마크에서 관심 영역을 크로핑 및 트래킹하는 단계; 및 상기 관심 영역에 대응하는 상기 운전자의 피부를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 실시 예에 있어서, 상기 관심 영역은 상기 운전자의 코와 볼 영역을 포함할 수 있다.

[0008] 실시 예에 있어서, 상기 색조 변화를 감지하는 단계는, 상기 관심 영역의 데이터에 대하여 임시 필터링하는 단계; 및 급변하는 심박수를 정렬하기 위하여 상기 필터링된 데이터에 대하여 임시 선택 룰을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0009] 실시 예에 있어서, 상기 임시 필터링하는 단계는, 파장에 따른 반사율을 이용하여 상기 관심 영역의 데이터에서 기준값 이상의 변이를 제거하는 단계; 상기 변이가 제거된 데이터에 대하여 비추세화 및 정규화를 수행하는 단계; 배경 주파수 영역을 제거하기 위하여 상기 정규화된 데이터에 대하여 대역 필터링을 수행하는 단계; 빛의 색에 무관한 순수한 피부색을 검출하기 위하여 상기 대역 필터링된 데이터에서  $X_{smin}$   $Y_s$  특징을 추출하는 단계; 및 상기 추출된 데이터에 대하여 PSD(power spectral density) 변환을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 실시 예에 있어서, 상기 기준값 이상의 변이를 제거하는 단계는, 구간별 표준 편차를 통해 급격한 신호 변동 구간을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 실시 예에 있어서, 상기 비추세화 및 정규화를 수행하는 단계는, 심박수 추정을 위한 신호를 모델링하는 단계; 및 정규화된 최소 제곱 솔루션을 이용하여 상기 모델링된 신호를 정규화시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 실시 예에 있어서, 상기 대역 필터링하는 단계는,  $n$  차 해밍 윈도우를 이용하여 대역 필터링하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 실시 예에 있어서, 상기 임시 필터링을 수행하는 단계는, 잔존하는 임시 잡음을 제거하기 위하여 무빙 평균 필터링(moving average filtering)을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 실시 예에 있어서, 상기 심박수를 추정하는 단계는, 최대 주파수 값을 통해 bpm(beats per minutes)을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 실시 예에 있어서, 임시 선택 룰을 수행하는 단계는, 이전 3 프레임 결과값에 대응하는 심박수 결과값과 비교를 통해 심박수를 탐지하는 단계; 및 상기 탐지된 심박수의 경우 상기 이전 3 프레임 결과값의 평균값을 통해 보간하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 실시 예에 있어서, 상기 추정된 운전자의 상태와 관련된 경보를 음성 혹은 영상으로 상기 운전자에게 통지하거나 상기 차량의 주행에 이용하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시 예에 따른 차량 내에 설치되는 운전자 상태 추정 장치는, 운전자의 안면을 감지하는 카메라; 및 상기 카메라로부터 감지된 안면의 색조 변화를 감지하고, 상기 감지된 색조 변화에 따른 상기 운전자의 심박수를 추정하는 운전자 상태 추정기를 포함할 수 있다.
- [0018] 실시 예에 있어서, 상기 운전자 상태 추정기는, 상기 안면의 특징점을 통해 관심 영역을 선정 및 추적을 수행하고, 상기 선정된 관심 영역에서 급격한 화소 변화 신호를 제거하고, 주파수 스펙트럼 변환을 통해 최대 주파수에 대응하는 심박수를 추정할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명의 실시 예에 따른 운전자 상태 추정 장치 및 그것의 동작 방법은 운전자의 안면의 색조 변화를 통해 심박수를 추정함으로써, 심박수에 따른 운전자의 상태를 간단하게 추정할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 이하에 첨부되는 도면들은 본 실시 예에 관한 이해를 돕기 위한 것으로, 상세한 설명과 함께 실시 예들을 제공한다. 다만, 본 실시예의 기술적 특징이 특정 도면에 한정되는 것은 아니며, 각 도면에서 개시하는 특징들은 서로 조합되어 새로운 실시 예로 구성될 수 있다.

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 운전자 상태 추정이 가능한 차량(10)을 예시적으로 보여주는 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 차량(10)의 사고 방지 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도이다.

도 3은 도 2에 도시된 운전자 얼굴 추출하는 단계(S110)를 좀 더 자세하게 보여주는 흐름도이다.

도 4는 도 3에 도시된 운전자의 얼굴 랜드마크를 추출하는 단계(S111)를 자세하게 보여주는 도면이다.

도 5는 도 2에 도시된 운전자 심박수 추정 단계(S120)를 좀 더 자세하게 보여주는 흐름도이다.

도 6 및 도 7은 도 5에 도시된 임시 필터링하는 단계(S121)를 좀 더 자세하게 보여주는 도면들이다.

도 8 및 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 급격한 변이를 제거하는 방법을 설명하는 도면들이다.

도 10은  $n$ 차 해밍 윈도우를 이용한 대역 필터링을 보여주는 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 임시 선택 률 과정을 설명하는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 아래에서는 도면들을 이용하여 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있을 정도로 본 발명의 내용을 명확하고 상세하게 기재할 것이다.
- [0022] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다.
- [0023] 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 혹은 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0024] 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 혹은 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0025] 본 출원에서, "포함하다" 혹은 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 혹은 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 혹은 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 혹은 이들을 조합한 것들의 존재 혹은 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 운전자 심박 추정이 가능한 차량(10)을 예시적으로 보여주는 도면이다. 도 1을 참조하면, 차량(10)은 카메라(100) 및 운전자 상태 추정기(200)를 포함할 수 있다.
- [0027] 카메라(100)는 운전자의 얼굴을 인식하도록 구현될 수 있다. 실시 예에 있어서, 카메라(100)는 운전자의 얼굴 중에서 사전에 결정된 영역을 중심으로 사전에 결정된 영역만큼의 이미지를 촬상 하도록 구현될 수 있다. 실시 예에 있어서, 카메라(100)는 차량(10) 내부에 부착될 수 있다. 실시 예에 있어서, 카메라(100)는 이미지를 캡처하기 위한 센서의 방향을 자유롭게 움직일 수 있도록 부착될 수 있다. 즉, 카메라(100)의 틸팅각(tilting angle)은 임의로 조정 가능할 수 있다.
- [0028] 실시 예에 있어서, 카메라(100)는 CCD(charge coupled device) 영상센서(image sensor), MOS(metal oxide semi-conductor) 영상센서, CPD(charge priming device) 영상센서 및 CID(charge injection device) 영상센서 등과 같은 영상센서들 중 어느 하나의 영상센서로 구현될 수 있다.
- [0029] 운전자 상태 추정기(200)는 카메라(100)로부터 전송된 얼굴 이미지를 분석 및 처리함으로써 운전자의 심박수(heart rate; HR)를 추정하도록 구현될 수 있다. 실시 예에 있어서, 운전자 상태 추정기(200)는 ECU(electronic control unit)으로 구현될 수 있다. 실시 예에 있어서, 운전자 상태 추정기(200)는 운전자 심박 추정 알고리즘에 의거하여 동작될 수 있다. 여기서 운전자 심박 추정 알고리즘은 혈압에 따른 안면 색조 변화를 감지하고, 안면 색조 변화에 대응하는 심박수를 추정할 수 있다.
- [0030] 또한, 운전자 상태 추정기(200)는 입력 영상 내 얼굴 검출 및 관심 영역을 추출하고, 관심 영역을 추적하고, 특징 신호를 추출하고, 심박수를 추정할 수 있다. 실시 예에 있어서, 특징 신호를 추출하기 위하여 관심 영역 신호 특징을 변환시킬 수 있다. 실시 예에 있어서, 심박수 추정을 위하여 주파수 변환을 이용할 수 있다. 실시 예

에 있어서, 운전자 상태 추정기(200)는 이미지 센서 프로세서(image sensor processor; ISP) 칩으로 구현될 수 있다. 한편, 도시되지 않았지만, 차량(10)은 운전자 상태 추정기(200)에서 처리된 정보를 디스플레이 하는 디스플레이 장치(예를 들어, 네비게이션 등)를 더 포함할 수 있다.

- [0031] 본 발명의 실시 예에 따른 차량(10)은 차량용 카메라(100)을 통해 습득된 운전자 영상을 이용하여 혈압에 의한 안면 색조 변화를 감지함으로써, 운전자의 건강 및 심리 상태를 추정할 수 있다. 특히, 본 발명의 실시 예에 따른 차량(10)은 실외 환경에서 발생하는 빛 변화, 블러링(blurring) 현상 보정을 위한 왜곡 신호 필터링을 통해 차량 운전자의 심박수를 보다 정밀하게 추정할 수 있다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 차량(10)의 사고 방지 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 차량(10)의 사고 방지 방법은 다음과 같이 진행될 수 있다.
- [0033] 주행시 카메라(100)는 실시간으로 운전자를 촬영하고, 운전자의 얼굴에 대한 특정 영역을 추출할 수 있다(S110). 주행시 카메라(100)의 온/오프는 운전자의 선택에 의해 옵션적으로 결정될 수 있다. 실시 예에 있어서, 입력 영상의 얼굴 검출 및 특징점이 추출될 수 있다. 실시 예에 있어서, 코 끝을 기준으로 양쪽 볼 관심 영역 좌표가 검출될 수 있다.
- [0034] 운전자 상태 추정기(200)는 카메라(100)로부터 촬영된 영상 정보를 수신 받고, 혈압에 따른 운전자의 안면 색조 변화를 감지할 수 있다(S120). 실시 예에 있어서, 운전자의 안면 색조 변화는 학습에 의해 감지될 수 있다. 다른 실시 예에 있어서, 운전자의 안면 색조 변화는 평상시 운전자에 저장된 정보와 비교함으로써 감지될 수도 있다. 실시 예에 있어서, 빛 변화에 강인한 심박수 추정을 위해서, R, G, B 채널의 조합을 통해 신호 변환이 수행될 수 있다. 실시 예에 있어서, 특정 신호가 필터링 될 수 있다. 이러한 필터링은, 변환된 특징 신호를 일정한 간격으로 중첩되게 분할하고, 분할 영역의 동적 영역 및 변동량을 분석하고, 왜곡 신호를 분리하고, 디트렌딩(detrending) 및 대역 필터링(bandpass filtering)을 하고, XminY 특징 신호 변환을 수행하는 것을 포함할 수 있다.
- [0035] 운전자 상태 추정기(200)는 안면 색조 변화에 대응하는 심박수를 추정할 수 있다(S130). 운전자 상태 추정기(200)는 ROI(range of interest; 관심 영역) 추적 기술과 주파수 분석을 이용함으로써 rPPG(remote photoplethysmography)의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 실시 예에 있어서, 특징 신호의 주파수 변환이 수행되고, PSD(power spectrum density)가 가장 높은 주파수가 값을 통해 심박수가 추정될 수 있다.
- [0036] 운전자 상태 추정기(200)는 추정된 심박수를 근거로 하여 운전자의 상태(졸음, 화남, 아픔, 등)를 추정할 수 있다(S140).
- [0037] 이후, 추정된 운전자의 상태에 대응하는 경고가 음성 혹은 영상으로 운전자에게 알려지거나(네비게이션 기반 심박수 결과 출력), 차량 안전 관련 상위 시스템(파워트레인 등)에 전송될 수 있다. 이로써, 운전 사고가 방지될 수 있다(S150).
- [0038] 본 발명의 실시 예에 따른 운전자 심박수 추정 방법은, 실외 혹은 차량 영상에서 관심 영역을 추출하고, 관심 영역을 추적하고, 실외 환경에 따른 왜곡 신호 필터링을 수행하고, 특징 신호 변환을 수행하고, 주파수 분석 기반으로 심박수를 추정할 수 있다. 본 발명의 운전자 심박수 추정 방법은, 실외 환경에서 발생하는 빛 변화, blur 현상 보정을 위한 왜곡 신호 필터링을 수행함으로써 차량 운전자의 심박수를 보다 정밀하게 수행할 수 있다.
- [0039] 본 발명에 따른 단계들 및/또는 동작들은 기술분야의 통상의 기술자에 의해 이해될 수 있는 것과 같이, 다른 순서로, 또는 병렬적으로, 또는 다른 에포크(epoch) 등을 위해 다른 실시 예들에서 동시에 일어날 수 있다.
- [0040] 실시 예에 따라서는, 단계들 및/또는 동작들의 일부 또는 전부는 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체에 저장된 명령, 프로그램, 상호작용 데이터 구조(interactive data structure), 클라이언트 및/또는 서버를 구동하는 하나 이상의 프로세서들을 사용하여 적어도 일부가 구현되거나 또는 수행될 수 있다. 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체는 예시적으로 소프트웨어, 펌웨어, 하드웨어, 및/또는 그것들의 어떠한 조합일 수 있다. 또한, 본 명세서에서 논의된 "모듈"의 기능은 소프트웨어, 펌웨어, 하드웨어, 및/또는 그것들의 어떠한 조합으로 구현될 수 있다.
- [0041] 본 발명의 실시 예들의 하나 이상의 동작들/단계들/모듈들을 구현/수행하기 위한 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체 및/또는 수단들은 ASICs(application-specific integrated circuits), 표준 집적 회로들, 마이크로 컨트롤러를 포함하는, 적절한 명령들을 수행하는 컨트롤러, 및/또는 임베디드 컨트롤러, FPGAs(field-

programmable gate arrays), CPLDs(complex programmable logic devices), 및 그와 같은 것들을 포함할 수 있지만, 여기에 한정되지는 않는다.

[0042] 도 3은 도 2에 도시된 운전자 얼굴 추출하는 단계(S110)를 좀 더 자세하게 보여주는 흐름도이다. 도 1 내지 도 3을 참조하면, 운전자 얼굴 추출하는 단계(S110)는, 운전자의 얼굴 랜드마크(face landmark)를 추출하는 단계(S111), ROI(관심영역) 크로핑(cropping) 및 트래킹(tracking) 단계(S112) 및 피부 검출하는 단계(S113)을 포함할 수 있다.

[0043] 도 4는 도 3에 도시된 운전자의 얼굴 랜드마크를 추출하는 단계(S111)를 자세하게 보여주는 도면이다. 도 4를 참조하면, 얼굴 랜드마크를 추출하는 단계(S111)는 표정 변화와 같은 non-rigid motion의 간섭을 줄이기 위해 66개의 얼굴 랜드마크를 통해 정교하게 ROI(관심 영역)을 추출할 수 있다.

[0044] 실시 예에 있어서, 혈색 신호가 가장 명확히 반영되는 코와 볼 영역이 ROI 로 선택될 수 있다.

[0045] 실시 예에 있어서, 주행시 진동 및 조명변화에 대응하기 위하여 검출된 영역에 트래킹이 적용될 수 있다.

[0046] 도 5는 도 2에 도시된 운전자 심박수 추정 단계(S120)를 좀 더 자세하게 보여주는 흐름도이다. 도 5를 참조하면, 운전자 심박수 추정 단계(S120)는, ROI 영역을 임시 필터링(temporal filtering) 하는 단계(S121), 및 임시 선택 룰(temporal selection rule) 단계(S122)를 포함할 수 있다.

[0047] 도 6 및 도 7은 도 5에 도시된 임시 필터링하는 단계(S121)를 좀 더 자세하게 보여주는 도면들이다. 도 6 및 도 7을 참조하면, 임시 필터링하는 단계(S121)는, 급격한 변이(기준값 이상의 변이)를 제거하는 단계(S121-1), 비추세화(detrending with smoothed prior) 및 정규화(normalizing) 시키는 단계(S121-2), 해밍 윈도우(hamming window)로 대역 필터링(bandpass filtering) 하는 단계(S121-3),  $X_{\min} \alpha Y_s$  특징 추출 단계(S121-4), 및 웰치(welch) PSD(power spectrum density) 변환 단계(S121-5)를 포함할 수 있다.

[0048] 아래에서는 급격한 변이를 제거하는 단계(S121-1)를 좀 더 자세하게 설명하겠다. 도 8 및 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 급격한 변이를 제거하는 방법을 설명하는 도면이다. 도 8를 참조하면, 혈색소의 경우 G(green) 채널에서 반사율이 가장 높은 반면에, R(red) 채널에서 반사율이 가장 낮다. 얼굴 내, 빛 변화에 따른 왜곡 신호 추정을 위해 아래의 수식이 이용될 수 있다.

$$S(x) = \frac{G(x)}{R(x)}$$

[0049]

한편, 주행시 발생하는 급격한 조도 변화는 심박수의 추정에 효과적이지 않다. 도 9에 도시된 바와 같이, 구간 별 표준 편차(std)를 통해 급격한 신호 변동 구간이 제거될 수 있다.

[0051] 또한, 아래에서는 비추세화(detrending with smoothed prior) 및 정규화(normalizing) 시키는 단계(S121-2)를 좀 더 자세하게 설명하겠다. 심박수 추정을 위한 신호의 경우 주기성을 갖게 되면 stationary 한 특성을 가진다. Stationary 신호를 비주기성 신호로부터 분리하기 위해 detrending(비추세화) 기술이 적용될 수 있다. 여기서 입력 신호는 다음의 수식으로 모델링 될 수 있다.

$$Z = Z_{stat} + Z_{trend}, \quad Z_{trend} = H\theta + v$$

[0052]

[0053] 또한, 정규화된 최소 제곱 공식은 아래의 수식을 만족할 수 있다.

$$\theta_{\lambda} = \arg \min_{\theta} \left\{ \|H\theta - z\|^2 + \lambda^2 \|D_d(H\theta)\|^2 \right\}$$

$$\hat{z}_{trend} = H\theta_{\lambda}, \quad \theta_{\lambda} = (H^T H + \lambda^2 H^T D_d^T D_d H)^{-1} H^T z$$

[0054]

[0056] 여기서  $z_{stat}$ : stationary signal,  $z_{trend}$ : aperiodic signal,  $H$ : observation matrix,  $\Theta$ : regression parameter,  $v$ : error,  $D_d$ : d-th derivative operator 이다.

[0057] 이때, 최종적인 정규화된 신호는 아래의 수식을 만족할 수 있다.

$$y(t) = \frac{z_{stat}(t) - \bar{z}_{stat}}{std(z_{stat})}$$

[0058]

[0059] 또한, 아래에서는 해밍 윈도우(hamming window)로 대역 필터링(bandpass filtering) 하는 단계(S121-3)를 자세하게 설명하겠다. 심박수 구간이 아닌 주파수 성분의 경우, 심박 추정에 있어서 오차 발생 가능성이 있다. 이에 배경 주파수 영역 제거를 위해 대역 필터링이 수행될 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, n차 해밍 윈도우는 아래의 수식을 만족할 수 있다.

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)$$

[0060]

[0061] 또한, 아래에서는  $X_s$  and  $Y_s$  특징 추출 방법을 설명하는 도면이다. 빛의 색에 무관한 피부색 추출 위해 표준화된  $X$ ,  $Y$  아래의 수식으로 추출될 수 있다.

$$X_s = 3R_n - 2G_n$$

$$Y_s = 1.5R_n + G_n - 1.5B_n$$

[0063]

[0064] 한편, 피부의 표준화 이후 보정을 위해 대역 필터링된  $X$ ,  $Y$  신호가 이용될 수 있다. 신호의 변이 보정을 통해 빛 변화 대응은 아래의 수식과 같이 가능하다.

$$S = X_f - \alpha Y_f$$

$$\alpha = \frac{\sigma(X_f)}{\sigma(Y_f)}$$

[0065]

[0066] 한편, 잔존하는 임시 잡음 제거를 위해 이동 평균 필터링(moving average filtering)이 적용될 수 있다. M-포인트 이동 평균 필터링은 아래의 수식을 만족할 수 있다.

$$r(n) = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} y(n+j)$$

[0067]

[0068] 한편, 아래에서는 웰치(welch) PSD 변환 단계(S121-5)를 자세하게 설명하겠다. 주요한 주파수 성분 추정을 위해 PSD(power spectrum density) 변환이 수행될 수 있다. 실시 예에 있어서, 잡음에 강인한 웰치 방식(Welch's method)의 PSD 변환이 수행될 수 있다. PSD 변환은 아래의 수식을 만족할 수 있다.

$$S_{ixx}(\omega) = \frac{1}{U} \left| \sum_{n=0}^{U-1} w(n)r_i(n)e^{-j\omega n} \right|^2, \quad r_i = r[(i-1)Q+1:(i-1)Q+U]$$

[0069]

여기서,  $Q$ : segment length,  $w$ : gaussian weight 이다.

[0070]

한편, 심박수 추정은 최대 주파수 값을 통해 bpm(beat per minute)를 아래의 수식으로 계산할 수 있다.

[0071]

$$HR_{est.} = 60 \times f_{peak}$$

[0072]

도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 임시 선택 룰 과정을 설명하는 도면이다. 도 11을 참조하면, 3 프레임 이전 결과값과 심박수 결과 값 비교를 통하여 급변하는 심박수가 탐지될 수 있다. 실시 예에 있어서, 탐지된 심박수의 경우 이전 3 프레임 결과값의 평균값을 통해 아래의 수식과 같이 보간 될 수 있다.

[0073]

$$HR(t) = \begin{cases} \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 HR(t-i), & \|HR(t) - HR(t-3)\| > thr \\ HR(t), & otherwise \end{cases}$$

[0074]

실시 예에 있어서, 변동량의 문턱값(thr)은 5로 고정될 수 있다. 하지만, 변동량의 문턱값(thr)이 여기에 제한되지 않는다고 이해되어야 할 것이다.

[0075]

본 발명의 실시 예에 따른 운전자 심박 추정 알고리즘은, DRMF를 통해 얼굴의 특징점을 통해 ROI 선정 및 KCF를 통해 추적 수행할 수 있다.

[0076]

본 발명의 실시 예에 따른 운전자 심박 추정 알고리즘은, 일정 구간 내, GoverR화소값 변화를 통해 급격한 화소값 변화 신호 제외할 수 있다.

[0077]

본 발명의 실시 예에 따른 운전자 심박 추정 알고리즘은, XminY신호 변환을 수행하고, PSD의 최대 주파수를 통해 심박수 추정할 수 있다.

[0078]

본 발명의 실시 예에 따른 운전자 심박 추정 알고리즘은, 임시 선택 룰을 통해 급변하는 심박수 값 정렬 수행할 수 있다.

[0079]

본 발명의 실시 예에 따른 운전자 심박 추정 알고리즘은, 정차DB 10개의 경우 오차율 10%이내 만족할 수 있다.

[0080]

본 발명의 실시 예에 따른 운전자 심박 추정 알고리즘은, 주행DB 10개의 경우 일부 구간 10%초반 오차 발생할 수 있다.

[0081]

본 발명의 실시 예에 따른 운전자 심박 추정 알고리즘은, 주행 및 고개 돌림 DB의 경우 강한 빛 변화로 인한 10%이상 오차 발생할 수 있다.

[0082]

한편, 상술된 본 발명의 내용은 발명을 실시하기 위한 구체적인 실시 예들에 불과하다. 본 발명은 구체적이고 실제로 이용할 수 있는 수단 자체뿐 아니라, 장치 기술로 활용할 수 있는 추상적이고 개념적인 아이디어인 기술적 사상을 포함할 것이다.

[0083]

### 부호의 설명

[0084]

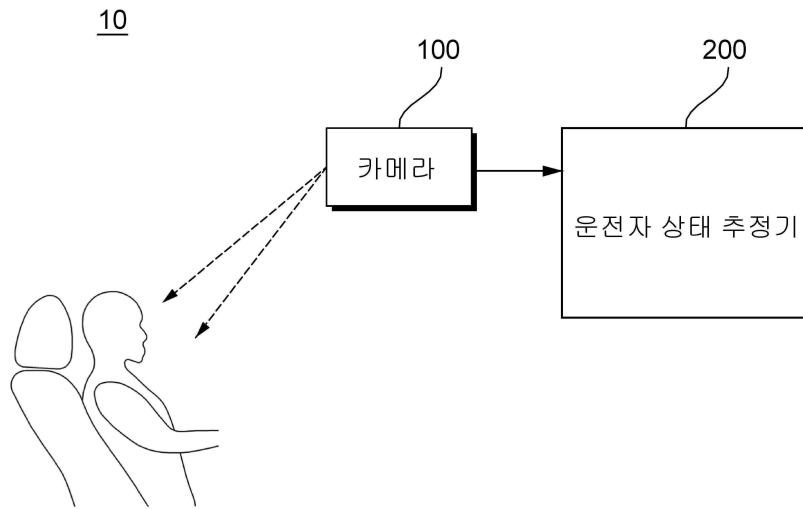
10: 차량

100: 카메라

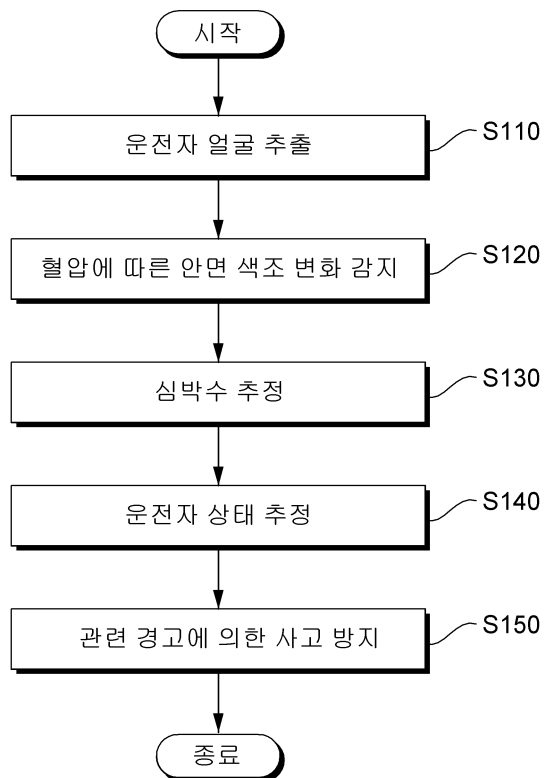
200: 운전자 상태 추정기

도면

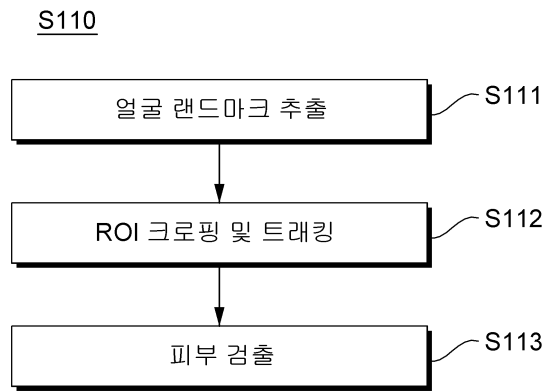
도면1



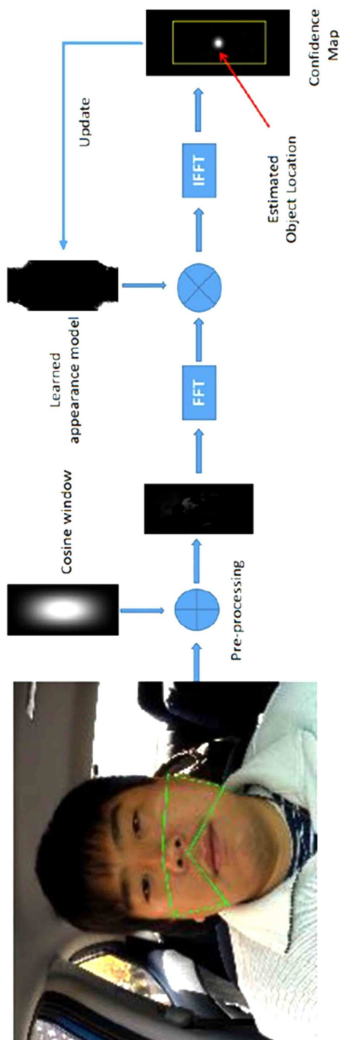
도면2



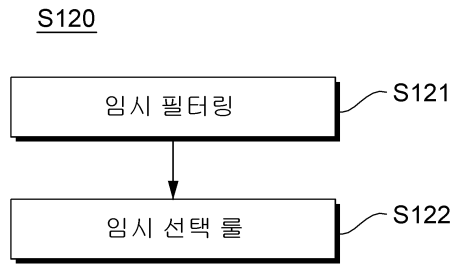
도면3



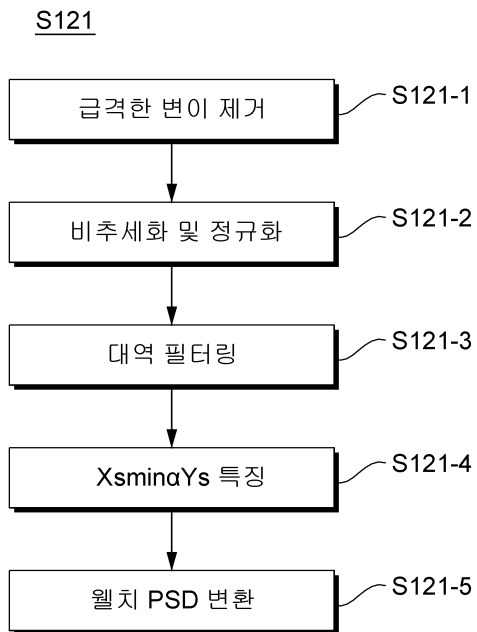
도면4



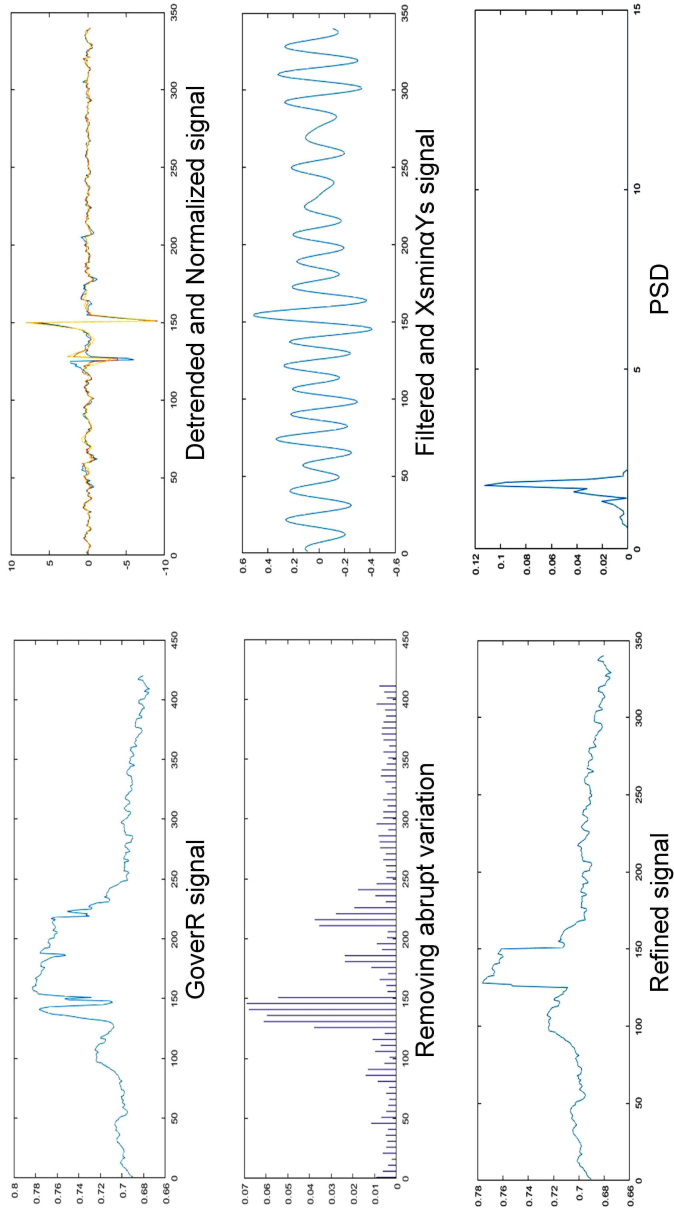
도면5



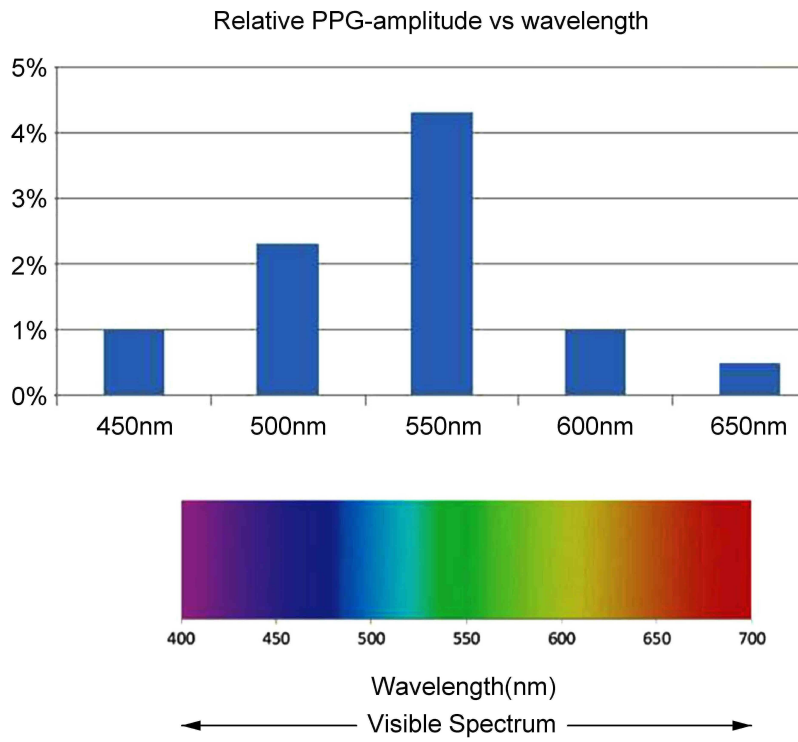
도면6



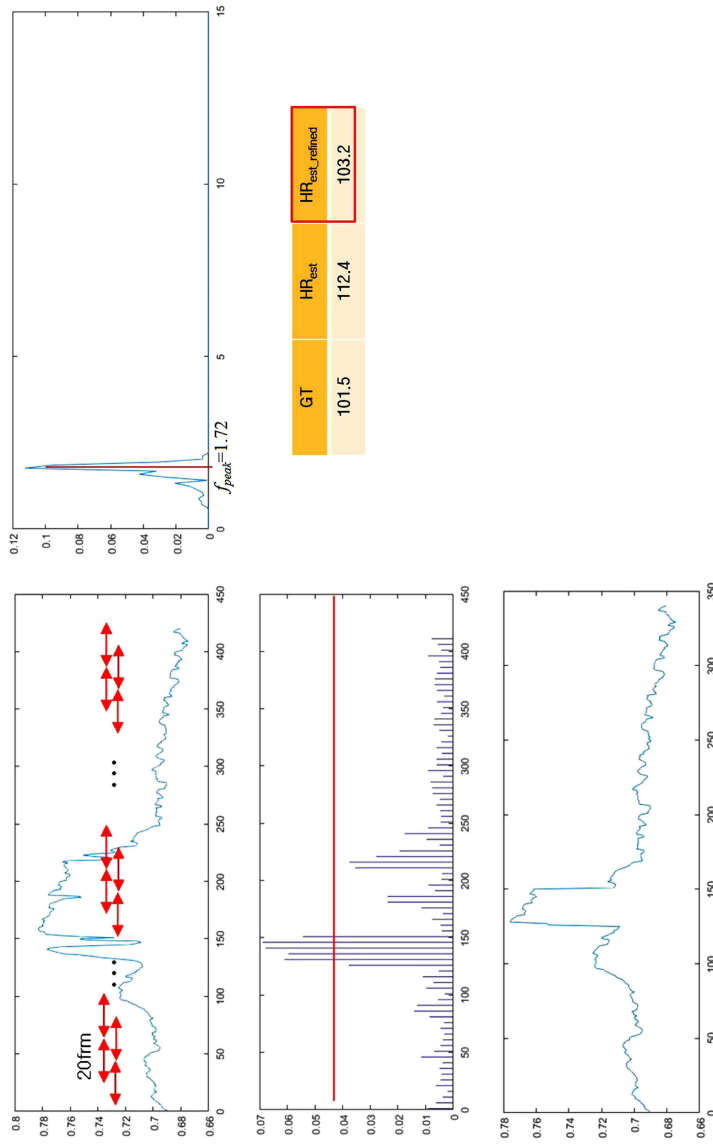
도면7



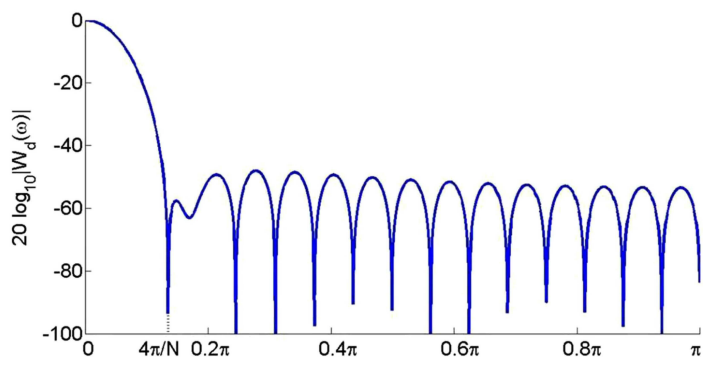
도면8



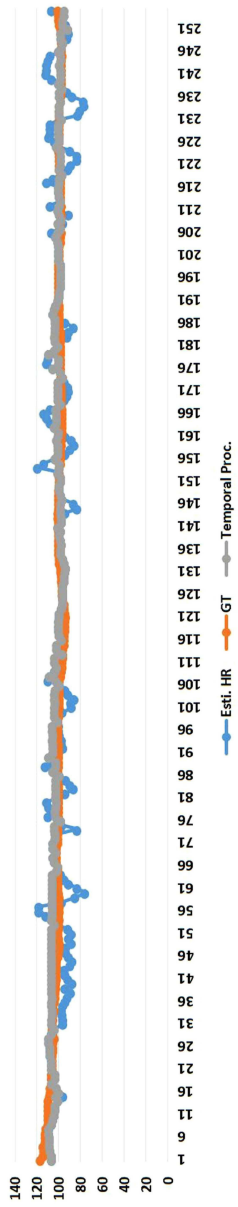
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	如何估算驾驶员状况		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020190054803A</a>	公开(公告)日	2019-05-22
申请号	KR1020170151789	申请日	2017-11-14
[标]申请(专利权)人(译)	现代奥特劳恩株式会社 高丽大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	现代5特隆公司 高丽大学产学合作基金会		
[标]发明人	이준록 금병직 김호준 양지혁 하창우 박두복 배정민 고한석		
发明人	이준록 금병직 김호준 양지혁 하창우 박두복 이강휴 배정민 고한석		
IPC分类号	G06K9/00 A61B5/00 A61B5/024 G06T7/11		
CPC分类号	G06K9/00845 A61B5/024 A61B5/7275 G06K9/00221 G06T7/11 G06K2009/00939 G06T2207/30201		
其他公开文献	KR101988581B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

根据本发明的估计驾驶员在车辆中的状况的方法包括：通过照相机检测驾驶员的面部；根据血压检测所检测到的面部的色调的变化；以及估计与该色调的变化相对应的心率。然后根据估算的心率估算驾驶员的状况。

