(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년06월03일
(11) 등록번호 10-2671859
(24) 등록일자 2024년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60R 21/015 (2006.01) *B60K 28/02* (2006.01)
B60W 40/08 (2006.01) *B60W 50/00* (2006.01)
G01S 13/522 (2006.01) *G01S 13/536* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B60R 21/0153 (2015.01)
B60K 28/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7006138
(22) 출원일자(국제) 2018년08월01일
심사청구일자 2021년07월21일
(85) 번역문제출일자 2020년03월02일
(65) 공개번호 10-2020-0033324
(43) 공개일자 2020년03월27일
(86) 국제출원번호 PCT/IL2018/050856
(87) 국제공개번호 WO 2019/026076
국제공개일자 2019년02월07일
(30) 우선권주장
62/540,083 2017년08월02일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20160200276 A1*
JP2013153782 A
JP2014039666 A
KR1020130064473 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
레드 밴드 리미티드
이스라엘 호드 하샤론 4501307 네브 네에만 인더스트리얼 파크 하나가르 스트리트 5
(72) 발명자
슬로우쉬, 리야
이스라엘 네타니아, 에이피티 3, 하 하시다 6
코틀러, 바딤
이스라엘 네타니아, 아코브 도리 7
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

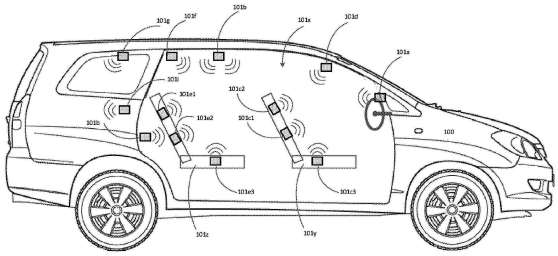
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 박성호

(54) 발명의 명칭 **차량 탑승자의 생체 신호의 무접촉 검출 및 모니터링 시스템**

(57) 요 약

차량, 예를 들어, 차량 객실압의 탑승자의 생체 신호를 감지하기 위한 방법 및 시스템이 개시된다. 신호 유닛은 레이더 신호를 탑승자에게 전송하고, 탑승자로부터 반사된 레이더 신호를 수신한다. 반사된 레이더 신호는 차량의 진동 데이터에 관해 분석되어, 수정된 신호를 생성한다. 수정된 신호는 탑승자의 생체 신호를 결정하기 위해 분석된다.

대 표 도 - 도1b



(52) CPC특허분류
B60W 40/08 (2013.01)
G01S 13/522 (2013.01)
G01S 13/536 (2013.01)
B60W 2040/0872 (2013.01)
B60W 2040/0881 (2013.01)
B60W 2050/0052 (2013.01)
B60W 2420/408 (2024.01)
B60W 2420/60 (2013.01)
B60Y 2400/3044 (2013.01)
(72) 발명자
베레진, 콘스탄틴
이스라엘 네타니아, 티포렌 8
아르샤브스키, 알렉스
이스라엘 네타니아, 솔로몬 14

명 세 서

청구범위

청구항 1

차량 내 탑승자의 생체 신호를 결정하는 방법으로서,

상기 탑승자에게 신호를 전송하고 상기 탑승자로부터 반사된 신호를 수신하는 단계;

상기 차량 내의 적어도 하나의 센서로부터 차량 이동 데이터 및 차량 가속 데이터를 포함하는 진동 데이터를 획득하는 단계;

상기 획득한 진동 데이터를 기반으로 적어도 하나의 필터를 조정함으로써 상기 수신한 반사된 신호를 필터링하여 수정된 신호를 생성하는 단계; 및

상기 수정된 신호를 분석하여 상기 탑승자의 생체 신호를 결정하는 단계를 포함하고,

상기 생체 신호는 호흡율, 심박수 및 심박변이도 중 하나 이상을 포함하고,

상기 심박수는:

상기 수정된 신호를 획득하는 단계;

상기 수정된 신호를 주파수에 각각 대응하는 세그먼트들로 분할하는 단계; 및

상기 세그먼트들의 복수의 피크들을 고조파들에 대해 분석하는 단계를 포함하는,

프로세스에 의해 결정되고,

상기 세그먼트들의 복수의 피크들을 고조파들에 대해 분석하는 단계는, 각각의 피크에 대해,

상기 고조파들 각각에 가중치를 적용하는 단계;

상기 가중치를 곱한 고조파들로부터 에너지를 누적하는 단계; 및

상기 심박수에 대응하는 가장 높은 누적 에너지를 구비한 피크를 결정하는 단계를 포함하고,

상기 심박변이도는:

상기 수정된 신호를 획득하는 단계;

상기 수정된 신호에서 아티팩트(artifact)들을 결정하는 단계;

상기 아티팩트들 사이의 연속 피크들에 대해 상기 수정된 신호를 분석하는 단계;

적어도 미리결정된 수의 연속 피크들을 구비한 상기 수정된 신호의 일부를 결정하는 단계; 및

적어도 미리 결정된 수의 연속 피크들을 구비한 상기 수정된 신호로부터 상기 심박변이도의 파라미터들을 계산하는 단계를 포함하는,

프로세스에 의해 결정되는, 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 신호는 도플러 레이더로부터의 신호인, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 반사된 신호는 아날로그 형태로 획득되고, 디지털 형태로 변환되며, 상기 수정된 신호는 수정된 디지털 신호를 포함하는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 생체 신호는 상기 탑승자의 호흡율을 포함하고, 상기 탑승자로부터 반사된 신호는 호흡율 고조파를 기반으로 하는 신호를 야기하는, 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 수정된 신호를 분석하기 전에, 상기 반사된 신호를 호흡율 주파수들에 대한 제1 경로 및 심박수 주파수들에 대한 제2 경로로 분할하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 9

차량의 탑승자의 생체 신호를 결정하는 시스템으로서,

상기 탑승자에게 신호를 전송하고 상기 탑승자로부터 반사된 신호를 수신하는 레이더 트랜시버;

프로세서에 의해 처리하기 위해, 상기 반사된 신호를 변환된 신호로 변환하는 신호 변환기;

상기 탑승자에 국한된 진동들을 감지하고, 상기 차량의 이동 데이터 및 가속 데이터를 포함하는 상기 국한된 진동들을 나타내는 진동 데이터를 제공하기 위한 진동 감지 유닛; 및

상기 신호 변환기 및 진동 감지 유닛과 전자 통신하는 프로세서로서, a) 상기 변환된 신호를 상기 진동 데이터를 기반으로 적어도 하나의 필터를 조정함으로써 필터링하여, 수정된 신호를 생성하고, b) 상기 수정된 신호를 분석하여 상기 탑승자의 생체 신호를 결정하도록 프로그래밍되는, 상기 프로세서를 포함하고,

상기 생체 신호는 호흡율, 심박수 및 심박변이도 중 하나 이상을 포함하고,

상기 심박수는:

상기 수정된 신호를 획득하는 단계;

상기 수정된 신호를 주파수에 각각 대응하는 세그먼트들로 분할하는 단계; 및

상기 세그먼트들의 복수의 피크들을 고조파들에 대해 분석하는 단계를 포함하는,

프로세스에 의해 결정되고,

상기 세그먼트들의 복수의 피크들을 고조파들에 대해 분석하는 단계는, 각각의 피크에 대해,

상기 고조파들 각각에 가중치를 적용하는 단계;

상기 가중치를 곱한 고조파들로부터 에너지를 누적하는 단계; 및

상기 심박수에 대응하는 가장 높은 누적 에너지를 구비한 피크를 결정하는 단계를 포함하고,

상기 심박변이도는:

상기 수정된 신호를 획득하는 단계;

상기 수정된 신호에서 아티팩트(artifact)들을 결정하는 단계;

상기 아티팩트들 사이의 연속 피크들에 대해 상기 수정된 신호를 분석하는 단계;

적어도 미리결정된 수의 연속 피크들을 구비한 상기 수정된 신호의 일부를 결정하는 단계; 및

적어도 미리 결정된 수의 연속 피크들을 구비한 상기 수정된 신호로부터 상기 심박변이도의 파라미터들을 계산하는 단계를 포함하는,

프로세스에 의해 결정되는, 시스템.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 진동 감지 유닛은 관성 측정 유닛을 포함하고,

상기 신호 변환기는 아날로그-디지털 변환기를 포함하는, 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 레이더 트랜시버 및 상기 신호 변환기와 전자 통신하고, 상기 반사된 신호의 호흡율 주파수들 및 심박수 주파수들을 분리하기 위한 두 개의 통과대역 경로를 포함하는, 필터링 및 증폭 회로

를 추가로 포함하는, 시스템.

청구항 13

차량 객실의 차량 탑승자를 결정하는 방법으로서,

상기 차량 객실에 신호를 전송하고 반사된 신호를 수신하는 단계;

적어도 하나의 센서로부터 차량 이동 데이터 및 차량 가속 데이터를 포함하는 진동 데이터를 획득하는 단계;

상기 획득한 진동 데이터를 기반으로 적어도 하나의 필터를 조정함으로써 상기 수신한 반사된 신호를 필터링하여 수정된 신호를 생성하는 단계; 및

상기 수정된 신호를 분석하여 상기 차량 객실 안의 탑승자의 생체 신호의 존재를 결정하는 단계를 포함하고,

상기 생체 신호가 존재하는 경우, 상기 차량 객실 안에서 탑승자가 감지되는,

상기 생체 신호는 호흡율, 심박수 및 심박변이도 중 하나 이상을 포함하고,

상기 심박수는:

상기 수정된 신호를 획득하는 단계;

상기 수정된 신호를 주파수에 각각 대응하는 세그먼트들로 분할하는 단계; 및

상기 세그먼트들의 복수의 피크들을 고조파들에 대해 분석하는 단계를 포함하는,

프로세스에 의해 결정되고,

상기 세그먼트들의 복수의 피크들을 고조파들에 대해 분석하는 단계는, 각각의 피크에 대해,

상기 고조파들 각각에 가중치를 적용하는 단계;

상기 가중치를 곱한 고조파들로부터 에너지를 누적하는 단계; 및

상기 심박수에 대응하는 가장 높은 누적 에너지를 구비한 피크를 결정하는 단계를 포함하고,

상기 심박변이도는:

상기 수정된 신호를 획득하는 단계;

상기 수정된 신호에서 아티팩트(artifact)들을 결정하는 단계;

상기 아티팩트들 사이의 연속 피크들에 대해 상기 수정된 신호를 분석하는 단계;

적어도 미리결정된 수의 연속 피크들을 구비한 상기 수정된 신호의 일부를 결정하는 단계; 및

적어도 미리 결정된 수의 연속 피크들을 구비한 상기 수정된 신호로부터 상기 심박변이도의 파라미터들을 계산하는 단계를 포함하는,

프로세스에 의해 결정되는, 방법.

청구항 14

차량의 탑승자의 수를 결정하는 방법으로서,

신호를 상기 차량의 객실에 전송하고, 하나 이상의 탑승자로부터 반사된 레이더 신호를 수신하는 단계;

적어도 하나의 센서로부터 차량 이동 데이터 및 차량 가속 데이터를 포함하는 진동 데이터를 획득하는 단계;

수정된 신호를 생성하기 위해, 상기 획득한 진동 데이터를 기반으로, 적어도 하나의 필터를 조정함으로써, 상기 수신한 반사된 레이더 신호를 필터링하는 단계;

상기 수정된 신호를 분석하여 상기 차량의 객실 내의 하나 이상의 탑승자와 연관된 생체 신호를 결정하는 단계; 및

감지된 생체 신호의 수를 기반으로, 상기 차량의 객실 내의 탑승자의 수를 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 차량 탑승자 및 그들의 생체 신호를 모니터링 및 검출하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 중량 또는 압력 감지에 의해, 음향 레이더(점유 센서), 무선 주파수(RF) 레이더, 2D- 및 3D 영상, 및 열 영상을 작동하는 기술은 잔여 좌석 벨트, 아동 감지, 및 차량의 잊혀진/남겨진 아동을 모니터링하는 차량 탑승자 좌석 점유를 감지하는데 사용되어 왔다.

[0003]

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 동적 환경에서, 차량 객실의 탑승자과 같은, 자동차 탑승자의 생체 신호를 감지하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 감지는 예를 들어, 호흡 또는 호흡율(RR), 심박수(heart rate, HR), 심박변이도(hart rate variability, HRV) 및 음성 상태 인식 중 하나의 레이더-기반 감지 및 모니터링를 기반으로 생체 신호를 감지하기 위해 무선 주파수(RF) 레이더를 사용하여 수행된다. 생체 신호의 감지는 차량안의 탑승자 위치와 상관없이 차량안의 탑승자의 존재 및/또는 차량의 탑승자 수를 결정하는데 사용된다. 또한, 본 발명의 시스템은 적소에 있지 않은(out of position, OOP) 차량 탑승자을 감지한다. 이러한 OOP 감지가 이뤄져야 하며, 이는 차량 사고, 또는 탑승제한된(incapacitated) 탑승자를 나타낼 수 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 차량, 예를 들어, 차량 객실 탑승자의 생체 신호를 감지하기 위한 방법 및 시스템을 개시한다.

[0006] 신호 유닛은 탑승자에게 레이더 신호를 전송하고 탑승자로부터 반사된 레이더 신호를 수신한다. 반사된 레이더 신호는 차량의 진동 데이터에 관하여 분석되어, 수정된 신호를 생성한다. 수정된 신호는 탑승자의 생체 신호를

결정하기 위해 분석된다.

[0007] 본 발명은 차량 객실의 좌석으로부터 차량 객실 탑승자의 생체 신호, 예를 들어, 호흡 또는 호흡율(RR), 심박수(heart rate), 심박변이도를 감지하는 것에 관한 것이다.

[0008] 본 발명은 수신된 레이더 신호에 대한 다중 경로를 구비한 신호 유닛에 관한 것이며, 각각의 경로는 구동 상태(차량의 이동과 연관된 진동)를 기반으로 조정되는 자체의 아날로그 증폭 및 필터링(레벨/에지)를 갖는다.

[0009] 본 발명은 구동중에 차량 운전자의 생체 신호를 시스템이 모니터링하는 것이다.

[0010] 본 발명은 탑승자 생체 신호를 감지하고, 운전자 졸음, 잠들기 등과 같은 운전자 상태를 감지한다.

[0011] 본 발명은 센서 유닛이 차량 대시보드 상에 위치하거나 차량 대시보드 안에 통합될 수 있도록 한다. 센서 유닛은 차량의 시스템과 독립적이거나 차량 시스템에 통합될 수 있는 시스템을 규정한다.

[0012] 본 발명의 실시예는 차량의 탑승자의 생체 신호를 결정하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은: 탑승자에게 레이더 신호를 전송하는 단계와 탑승자로부터 반사된 레이더 신호를 수신하는 단계; 반사된 레이더 신호를 차량의 진동 데이터에 관해 분석하여 수정된 신호를 생성하는 단계; 및 수정된 신호를 분석하여 탑승자의 생체 신호를 결정하는 단계를 포함한다.

[0013] 선택적으로, 이 방법은 생체 신호가 호흡율, 심박수 및 심박 변이도 중 하나 이상을 포함하도록 하는 것이다.

[0014] 선택적으로, 이 방법은 레이더 신호가 도플러 레이더로부터 오도록 하는 것이다.

[0015] 선택적으로, 이 방법은 반사된 신호가 아날로그 형태로 획득되고 디지털 형태로 변환되며, 수정된 신호는 수정된 디지털 신호를 포함하도록 하는 것이다.

[0016] 선택적으로, 이 방법은 측정될 생체 신호는 팁승자의 호흡율이고 탑승자로부터 반사된 레이더 신호는 호흡율 고조파를 기반으로 하는 신호가 되도록 하는 것이다.

[0017] 선택적으로, 이 방법은 모니터링되는 생체 신호가 심박수를 포함하도록 하는 것이다.

[0018] 선택적으로, 이 방법에서 심박수는; 수정된 신호를 획득하는 단계; 수정된 신호를 주파수에 대응하는 각각의 세그먼트로 분할하는 단계; 고조파에 대한 세그먼트의 다수의 피크를 분석하는 단계를 포함하는 프로세스, 각각의 피크에 대해; 각각의 고조파에 가중치를 적용하는 단계; 가중치를 곱한 고조파로부터 에너지를 누적하는 단계; 및 가장 높은 누적 에너지를 구비한 피크를 결정하는 단계를 포함하는 프로세스에 의해 결정된다.

[0019] 선택적으로, 이 방법은 가장 높은 누적 에너지를 갖도록 결정된 피크는 심박수에 대응하도록 하는 것이다.

[0020] 선택적으로, 이 방법은 심박변이도를 결정하는 단계는: 수정된 신호를 획득하는 단계; 수정된 신호에서 아티팩트(artifact)를 결정하는 단계; 아티팩트 사이의 연속적인 피크에 대해 수정된 신호를 분석하는 단계; 및 적어도 미리결정된 수의 연속 피크를 구비한 수정된 신호의 일부를 결정하는 단계; 및 적어도 미리 결정된 수의 연속 피크를 구비한 수정된 신호로부터 심박변이도를 계산하는 단계의 프로세스를 포함한다.

[0021] 선택적으로, 이 방법은: 반사된 신호를 분석하기 전에, 반사된 신호를 호흡율 주파수에 대한 제1 경로 및 심박수 주파수에 대한 제2 경로로 분할하는 단계를 추가로 포함한다.

[0022] 본 발명의 실시예는 심박수 기본 주파수를 필터링하고, 신호 고조파 분석에 의해 신호를 결정함으로써, 대상에 대한 심박수 측정시 대상에 의한 움직임의 영향을 감소시키는 방법에 관한 것이다.

[0023] 본 발명의 실시예는 대동맥 영역에 근접하게 배치되는 레이더를 포커싱함으로써 식박수 측정시 대상에 의한 움직임의 영향을 감소시키는 방법에 관한 것이다.

[0024] 본 발명의 실시예는 횡경막 영역에 근접하게 배치되는 레이더를 포커싱함으로써 호흡률 측정시 대상에 의한 움직임의 영향을 감소시키는 방법에 관한 것이다.

[0025] 선택적으로, 호흡률 측정시 대상에 의한 움직임의 영향을 감소시키는 방법은 대동맥 영역이 L1 및 L5 척추 사이에 대동맥에 있도록 하는 것이다.

[0026] 선택적으로, 호흡률 측정시 대상에 의한 움직임의 영향을 감소시키는 방법은 관성 측정 유닛으로부터 진동 데이터가 획득되도록 하는 것이다.

[0027] 본 발명은 대상의 생체 신호를 결정하는 시스템에 관한 것이다. 이 시스템은: 대상에게 신호를 전송하고 대상으

로부터 반사된 신호를 수신하는 레이더 트랜시버; 프로세서에 의해 처리하기 위해, 반사된 신호를 변환 신호로 변환하는 신호 변환기; 대상에 국한된 진동을 감지하고 국소 진동을 나타내는 데이터를 제공하기 위한 진동 감지 유닛; 및 신호 변환기 및 진동 감지 유닛과 전자 통신하는 프로세서로서, a) 변환된 데이터를 진동 데이터에 관해 분석하고, b) 탑승자의 생체 신호를 결정하기 위해 수정된 신호를 분석하도록 프로그래밍되는 프로세서를 포함한다.

[0028] 선택적으로, 이 시스템은 탑승자의 생체 신호를 결정하기 위해 수정된 신호를 분석하도록 프로그래밍되는 프로세서가 호흡율, 심박수, 및 심박변이도 중 하나 이상을 포함하는 생체 신호를 결정하도록 하는 것이다.

[0029] 선택적으로, 이 시스템은 진동 감지 유닛이 관성 측정 유닛(IMU)을 포함하도록 하는 것이다.

[0030] 선택적으로, 이 시스템은 신호 변환기가 아날로그-디지털 변환기(ADC)를 포함하도록 하는 것이다.

[0031] 선택적으로, 이 시스템은 반사된 신호의 호흡율 주파수 및 심박수 주파수를 분리하기 위한 두 개의 통과대역 경로를 포함하는, 레이더 트랜시버 및 신호 변환기와 전자 통신하는 필터링 및 증폭 회로를 추가로 포함하도록 하는 것이다.

[0032] 선택적으로, 이 시스템은 레이더 트랜시버, 신호 변환기, 프로세서 및 진동 감지 유닛이 단일 센서 유닛을 규정하도록 하는 것이다.

[0033] 본 발명의 실시예는 생체 신호를 기반으로 차량 탑승자를 결정하는 것에 관한 것이다. 이 방법은: 차량 객실에 레이더 신호를 전송하고 반사된 신호를 수신하는 단계; 수정된 신호를 생성하기 위해 반사된 신호를 차량의 진동 데이터에 관해 분석하는 단계; 및 차량 객실안의 생체 신호 존재를 결정하기 위해 수정된 신호를 분석하는 단계를 포함하고, 및 생체 신호가 존재하면, 차량 객실안에서 탑승자가 감지되었다.

[0034] 본 발명의 실시예는 필터링 및 중폭 회로의 최소 이득 레벨(gain level)을 결정하기 위한 방법에 관한 것이다. 이 방법은: 고조파 파형을 생성하는 단계; 고조파 파형을 전송하고 반사된 파형을 수신하는 단계; 및 필터링 및 증폭 회로의 증폭기의 이득 레벨을 수정하여, 반사된 파형을 감지하는 단계를 포함한다.

[0035] 선택적으로, 이 방법은 차량 객실 내에서 수행되도록 하는 것이다.

[0036] 선택적으로, 이 방법은 차량 객실에 탑승자가 없도록 하는 것이다.

[0037] 본 발명의 실시예는 차량 탑승자의 수를 결정하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은: 레이더 신호를 차량 객실에 전송하고, 하나 이상의 탑승자로부터 반사된 레이더 신호를 수신하는 단계; 반사된 레이더 신호를 차량의 진동 데이터에 관해 분석하여 수정된 신호를 생성하는 단계; 수정된 신호를 분석하여 탑승자의 생체 신호를 결정하는 단계; 및 감지된 생체 신호의 수를 기반으로, 차량 객실 내의 탑승자의 수를 결정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0038] 본 발명에 따르는 자동차 탑승자의 생체 신호를 감지하기 위한 시스템 및 방법은 차량안의 탑승자의 생체 신호를 감지하여 차량안의 탑승자 위치와 상관없이 차량안의 탑승자의 존재 및/또는 차량의 탑승자 수를 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 본 발명의 일부 실시예는 첨부된 도면을 참고로, 예로서만 개시된다. 도면을 상세히 구체적으로 참조하면, 도시된 세부사항은 본 발명의 실시예의 예시적인 논의를 목적으로 예로서 강조된다. 이에 관해, 도면과 함께 이뤄지는 설명은 본 발명의 실시예가 어떻게 실시될 수 있는지 당업자에게 명백하다. 동일한 참조 번호 또는 문자가 대응하거나 동일한 구성요소를 나타내는 도면에 주목한다.

도1a는 본 발명의 실시예가 동작하는 환경의 도면이다.

도1b는 차량안의 본 발명의 시스템의 도면이다.

도2는 호흡율 또는 심장박동율와 관련된 고조파의 그래프이다.

도3a는 레이더 배치를 위한 근거리 위치를 나타내는 인체의 도면이다.

도3b는 레이더 배치를 위한 요추(lumbar spine)의 영역을 나타낸다.

도4a는 본 발명의 실시예에 따르는 센서 유닛 및 처리 시스템의 도면이다.

도4b는 도4a의 센서 유닛의 일부 도면이다.

도4c는 도4a의 필터링 및 증폭 회로의 도면이다.

도5a는 센서 유닛에 의해 신호를 처리하기 위한 프로세스의 흐름도이다.

도5b는 도5a에 규정된 센서 유닛에 대한 증폭기 동작에 대한 흐름도이다.

도6은 본 발명의 실시예에 따르는 차량 탑승자의 호흡 또는 호흡율을 결정하기 위한 프로세스에 대한 흐름도이다.

도7a는 본 발명의 실시예에 따르는 차량 탑승자의 심박수를 결정하기 위한 프로세스에 대한 흐름도이다.

도7b는 도7a의 흐름도와 함께 사용되는 주파수의 도면이다.

도8은 본 발명의 실시예에 따르는 차량 탑승자의 심박변이도를 결정하기 위한 프로세스에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 본 발명의 적어도 일 실시예를 상세히 설명하기 전에, 본 발명은 이하의 설명 및/또는 예시된 도면에 제시된 부품의 구성 및 배열 및/또는 방법의 상세에 대한 적용에 반드시 제한되는 것이 아니라는 것을 이해해야 한다. 본 발명은 다른 실시예가 가능하거나 다양한 방식으로 실행 또는 수행될 수 있다.

[0041] 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 본 발명의 양태는 시스템, 방법 또는 컴퓨터 프로그램 제품으로 구현될 수 있다. 따라서, 본 발명의 양태는 전체적으로 하드웨어 실시예, 전체적으로 소프트웨어 실시예(펌웨어, 상주 소프트웨어, 마이크로-코드 등을 포함하는) 또는 여기에서 일반적으로 "회로", "모듈" 또는 "시스템"으로 불릴수도 있는 하드웨어 및 소프트웨어 양태를 조합하는 실시예의 형태를 취할 수도 있다. 또한, 본 발명의 양태는 컴퓨터 판독가능한 프로그램 코드가 구현된 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터 판독가능한(저장) 매체(들)에 구현된 컴퓨터 프로그램 제품의 형태를 취할 수도 있다.

[0042] 이 문서 전체에서, 수많은 문자 및 그래픽 참조가 상표에 대해 참조가 이뤄진다. 이 상표는 그 각각의 소유자의 자산이며 여기에서는 설명을 위해서만 참조된다.

[0043] 본 발명은 하나 이상의 안테나를 포함하는, RF 레이더 트랜시버를 포함하고, 전송(TX) 블록 및 수신기(RX) 블록과 연결되는 센서 유닛을 포함하는 시스템을 포함한다. TX 전력, 작동 주파수, 파형 및 RX 이득은 디지털-아날로그 변환기(DAC) 및 전력 공급 전압으로부터 오는 제어 신호에 의해 구성된다. RX 블록(블록들)은 중간 주파수(IF) 출력으로의 다운-변환기(down-converter)를 포함한다. RF 레이더 트랜시버는 증폭 및 필터링 아날로그 회로 또는 블록에 결합된다. 아날로그 블록의 이득 및 IF 통과 밴드는, 전용 DAC로부터 발생하는 대응하는 제어 신호에 의해 구성된다. 아날로그 블록의 출력들(출력)은 중앙 차리 유닛(CPU)와의 디지털 인터페이스를 갖는 아날로그-디지털 변환기(ADC)의 입력에 연결된다.

[0044] 이 시스템은 증폭 레벨 및 필터링에지에 영향을 미칠 가속 및/또는 각도 측정을 위한 관성 측정 유닛(IMU)를 가질 수도 있다. IMU는 동적 환경, 예를 들어 고속도로, 오프로드 트레일, 평면 가로(surface streets), 다양한 도로 포장재(고른 표면 및 고르지 않은 표면), 회전,내부 및 외부 잡음등의 도로 여행으로 인한 차량 진동의 진동 레벨을 모니터링하는데 사용된다.

[0045] CPU는 DAC 및 다른 센서(예를 들어, 차량의 기계적 진동, 온도, 문 및 모터 상태)와도 연결된다. CPU의 기능은, 예를 들어, RF 트랜시버 및 아날로그 블록의 교정(calibration), 교정된 파라미터의 저장, 대상의 움직임, 대상의 말하기 등과 같은 상이한 간섭을 고려하는 각각의 고조파에 대한 가중치 계수를 사용하여, 대응하는 신호의 메인 고조파의 적절한 디지털 필터링에 의해 호흡 및 심박수에 관련된 대상으로부터의 소정의 신호 감지, 상이한 안테나로부터 수신된 신호 사이의 교정 계수 및 관계를 사용하여 탑승자 상태에 관련된 대상으로부터의 신호 파라미터 감지를 포함한다.

[0046] RF 레이더는 예를 들어, 도플러 레이더이고, 예를 들어 연속 파형(CW), FM/PM/AM/펄스 변조를 포함하는 하나 이상의 변조에서 작동한다.

[0047] 시스템 작동 중에, RF 레이더 트랜시버는 레이더 전송 안테나로부터 대상으로 전파되는 전파(radio wave)를 생성한다. 이 신호는 대상으로부터 반사되고 RF 레이더 모듈의 수신기 안테나에 의해 수집된다.

[0048] 디지털화 이후의 수신 신호는 수신된 현재 디지털 신호를 처리하기 위해 알고리즘을 적용하는 CPU에 의해 수신된다. 이 처리는 호흡율, 심박수, 심박 변이도 및 운전자 활동, 또는 차량 객실 탑승자를 결정할 때, 진동과 같은 차량 파라미터도 고려한다.

[0049] 본 발명은 심박수 및 호흡율에 대해 이 시스템에 의해 이뤄진 진동 및/동요 교정에 관해, 인간 또는 동물 신체 진동(vibration)/동요(oscialltion)를 감지하기 위해 RF(Radio Frequency)를 사용하는, 차량 탑승자의 생체 신호의 무접촉 감지 및 모니터링 시스템에 관한 것이다. 도1a는 본 발명의 예시적인 실시예를 나타낸다. 차량(100)내에는, 예를 들어, RF 레이더 트랜시버(404)(도4a)를 포함하는 센서 유닛(101a-101i)(도1b)로 알려진 장치(101)가 있다. 센서 유닛(101a-101i)은 홈 서버(HS)(110), 또는 메인 서버에 링크되도록, 예를 들어, 셀룰러 타워(102), WiFi® 등을 통해, 센서 유닛(101a-101i)과 함께 시스템을 형성하는 네트워크(들)(50)에 링크된다. 네트워크(들)(50)을 통해, 홈 서버(110)는 예를 들어, 경찰, 화재, 구급차, 정부(122) 및 정부 기관 당국 등의 제1 응답기(121), 통계 조직(123) 및 클라우드 저장소와 같은 저장 매체(130)와 연관된 서버와 같은 다수의 다른 서버, 디바이스 등에 링크된다.

[0050] 도1a의 네트워크(50)는 예를 들어, 블루투스®, 지그비, Zwave, LORA, V2X, 및 근거리 통신망(LAN)과 같은 통신 네트워크, 또는 인터넷과 같은 공용 네트워크를 포함하는 광대역 네트워크(WAN)이다. 네트워크(50)는, 단일 네트워크로 도시되어 있지만, 예를 들어, 인터넷 이외에, 하나 이상의 셀룰러 네트워크, 광대역 네트워크 등을 포함하는 네트워크 및/또는 다수의 네트워크의 조합일 수도 있다. 여기서 사용되는 "링크된"은 유선 또는 무선 링크를 포함하고, 직접 또는 간접적으로, 서버, 구성요소 등을 포함하는 컴퓨터를 서로 전자 및/또는 데이터 통신으로 배치하는 것을 포함한다.

[0051] 도1b에 의하면, 차량(100), 예를 들어, 차량(100)의 객실(101x)은 그 안에 센서 유닛(101a-101i)을 포함한다. 센서 유닛(101a-101i)은 예를 들어, 차량 대시보드 상에(101a), 천장 상에(101b, 101f, 101g), 좌석 내에(101c1-101c3, 101e1-101e3), 후방 미러(101d), 좌석 뒤에(101h), 트렁크(101i) 또는 수하물 구획, 등에 장착된다. 센서 유닛(101a-101i)은 차량 객실(101x) 내에 이격되어 전체 차량 객실(101x)의 커버리지(coverage)를 제공한다. 각각의 센서 유닛(101a-101i)은 일반적으로 다양한 탑승자 각각에 대한 특정 적용을 제공하는데 사용된다. 예를 들어, 좌석 장착 센서 유닛(101c1-101c3 및 101e1-101e3)은 각각의 좌석(101y, 101z)의 탑승자의 생체 신호 감지(뿐만 아니라 탑승자의 생체 신호 감지에 의해, 차량 상태, 예를 들어 점유/비점유 감지), 및 좌석(101y, 101z)의 남자, 여자, 아동, 애완동물와 같은 탑승자 분류, 및 각각의 감지된 탑승자의 상태, 예를 들어, 피로, 스트레스, 음주, 졸음 분류, 뿐만 아니라 운전자 말하기 상태 인식, 및 탑승자에 안전 벨트 착용 독촉(좌석이 점유된 것으로 결정된 경우)에 사용된다. 검출된 생체 신호는 예를 들어, 호흡 또는 호흡율(RR), 심박수(HR), 및 심박변이도(HRV), 뿐만 아니라 운전자 말하기 상태 인식을 포함한다.

[0052] 센서 유닛(101a-101i)으로부터의 레이더는 예를 들어, 도플러 레이더이고, 예를 들어, 연속 파형(CW), FM/PM/AM/펄스 변조를 포함하는 하나 이상의 변조시 작동한다. 각각의 센서 유닛(101a-101i)은 신호를 생성 및 수신하고, 예를 들어, 일반적인 차량 객실 탑승자인 인간, 애완동물, 및 다른 생명체에 의해 생성된 고조파 신호를 모니터링 및 감지한다. 각각의 센서 유닛(101a-101i)의 레이더와 연관된 데이터는 처리된 데이터에 의해 센서 유닛(101a-101i)에서(중앙 처리 유닛(CPU, 408)(도4a)을 포함하는 하나 이상의 프로세서에 의해) 일반적으로 처리되는데, 예를 들어, 링크를 거쳐 셀룰러 타워(102)에 전송되어, 네트워크(50)를 통해 홈 서버(110)에 전송된다. 대안적으로, 각각의 센서 유닛(101a-101i)의 레이더와 연관된 데이터의 일부 또는 전부는 셀룰러 타워(102)로의 링크를 통해 홈 서버(110)에 전송되어, 홈 서버(110)의 프로세서에 의해 처리될 수 있다. 예를 들어, 센서 유닛(101a-101i)에 의해 전송된 고조파 신호는 심장, 대동맥 또는 심장과 관련된 정맥 및 다른 혈관의 맥동을 모니터링한다. 각각의 고조파 신호(예를 들어, 심장/심장박동의)는 도2에 도시된 바와 같이, 다수의 고조파를 발생시킨다.

[0053] 도2에 도시된 바와 같이, 심장으로부터 오는 신호는, 예를 들어, 도2의 제1 내지 제8(수직선)의, 8개의 고조파로 도시된 것처럼, 고조파이다. 각각의 센서 유닛(101a-101i)으로부터의 레이더는 예를 들어, 하나 이상의 차량 탑승자의 심박수 및 호흡율을 모니터링하기 위해, 신체의 상이한 영역을 모니터링한다. 센서 유닛(101a-101i)은 48 내지 180회/분(bpm)에 대응하는, 심장 박동 주파수(예를 들어, 0.8 내지 3헤르츠(Hz))을 기반으로 심박수를 필터링함으로써, 심장, 대동맥 및 관련된 혈관의 진동으로부터 차량(100)의 진동을 분리할 수 있다.

[0054] 센서 유닛(101a-101i)은 또한 분석을 위해, 심박수(HR) 신호 및 차량 진동으로부터, 호흡 신호(RR)(일반적으로 심박수(HR) 신호의 주파수보다 낮은 주파수)를 필터링하도록 프로그램된다. 일반적인 인간 성인 호흡율은 분당

6-30회 호흡에 대응하는 약 0.1Hz 내지 0.5Hz이고, 어린이는 분당 최대 55회에 대응하는 약 0.1Hz 내지 0.95Hz이다.

[0055] 예를 들어, 심박수 신호는, 도3a 및 도3b에 도시된 바와 같이, 요추-3(L3) 및 요추-4(L4)에 근접한, 대동맥으로부터 모니터링된다. 대동맥은 예를 들어, 모니터링되는 사람이 차량(100)의 좌석(101y, 101z)에 앉았을 경우 작은 움직임만을 겪기 때문에 L3, L4 위치로부터 분석된다. 호흡율(호흡수)은 횡격막으로부터 모니터링될 수 있다. 센서 유닛(101a-101i), 특히 의자 장착 유닛(101c1-101c3, 101e1-110e3)은 예를 들어, L3, L4 영역에 배치된다(예를 들어, 따라서, 레이더 안테나(들) 위치가 레이더 빔에 대해 근거리에 배치된다).

[0056] 예를 들어, 좌석(101y, 101z)에 장착되거나 내장된 센서 유닛(101c1-101c3, 101e1-101e3)은 일반적으로 생체 신호 모니터링에 사용된다.

[0057] 이 알고리즘은 센서 유닛(101a-101i), 예를 들어 센서 유닛 안의 CPU(408), 또는 홈 서버(110)안에서 수행되거나, 센서 유닛(들)(101a-101i) 및 홈 서버(110) 안에서 수행될 수 있다. 이 알고리즘은 수많은 동작에 대해 수행된다. 예시적인 작동은: 예를 들어 호흡 분리에 의해 차량의 다수의 탑승자를 감지하는 단계, 심박수(HR) 및 호흡율(RR)을 포함하는 생체 신호를 계산하기 위해 감지된 신호의 고조파 특성을 평가하는 단계, 심박수(HR) 및 호흡율(RR)을 계산하는 단계, 및 HRV를 결정하기 위한 시간 영역에서 HR 신호의 연속적인 피크를 호흡율 및 그 대응하는 신호로부터 결정하는 단계를 포함한다. RR 및 HR 신호로부터, 차량 탑승자의 존재 또는 부재, 탑승자의 유형, 남자, 여자, 어린이, 동물 뿐만 아니라 사람 및 동물 탑승자의 생체 신호 가 결정될 수 있다. 차량의 탑승자, 예를 들어 인간 탑승자의 수를 결정하는 것은 다인승 차량(HOV) 도로의 관리에 유용하다. 다른 동작은 차량안의 승객에 대한 각각의 좌석 또는 위치의 점유/비점유 상태, 및 감지된 탑승자 각각의 생체 신호를 감지한다. 생체 신호 감지는 예를 들어, 각각의 감지된 탑승자의 심박수(HR) 및 호흡율(RR), 및 심박변이도(HRV)를 결정하는 것을 포함한다.

[0058] 도4a는 전술된 바와 같이, 작동 유닛으로 제시된, 센서 유닛(101a-101i)으로 나타난, 센서 유닛(101a)을 나타낸다. 각각의 센서 유닛(101a-101i)은 도1b에 도시된 바와 같이 차량 내에 위치하고, 모든 데이터는 각각의 내장된 센서 유닛(101a-101i) 내부에서 추출된다. 센서 유닛(101a-101i)의 처리 작용에 부가하여, 추가적인 처리 작용은 예를 들어, 홈 서버(HS, 110)에 의해, 네트워크(50) 상에서 수행될 수도 있다(이하 상세히 설명됨).

[0059] 센서 유닛(101a)은 예를 들어 차량 축압기(accumulator)로부터 공급되는 전원 공급기(403)를 포함한다. 전원 공급기(403)는 배터리이거나, 차량, 예를 들어 차량 배터리로부터 직접 공급될 수 있다. 센서 유닛(101a)내에서, 전원 공급기(403)는 이하 "RF 레이더 트랜시버(404)"인 RF 레이더 발생기/전송기/수신기(404), 필터링 및 증폭 회로(406), 아날로그-디지털 변환기(ADC, 407), 중앙 처리 유닛(CPU, 408, 신호 처리 유닛으로도 알려져 있으며, 이 용어는 여기에서 상호교환적으로 사용됨), 디지털-아날로그 변환기(DAC, 405), 출력/입력 인터페이스(409, 사용자 인터페이스(410)와 통신하는), 및 내부 측정 유닛(IMU, 411)를 포함하는 모든 시스템 소자에 직접 또는 간접적으로 연결된다.

[0060] 전원 공급기(403), RF 레이더 트랜시버(404), 및 DAC(405)는 RF 모듈 어레이를 형성한다. 필터링 및 증폭 회로(406)는 아날로그-디지털 변환기(ADC, 407)와 함께, IF 신호 처리 유닛을 형성한다. CPU(408)는 인텔, AMD 등으로부터 상업적으로 사용가능한 프로세서와 같은, 하드웨어 프로세서를 포함하는 하나 이상의 프로세서를 포함한다.

[0061] 전원 공급기(403)는 RF 레이더 트랜시버(404), DAC(405), 필터링 및 증폭 회로(406), ADC(407), 및 CPU(408)에 대한 전력을 제공한다. 센서 유닛(101a)은 소자들(403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 및 411)과 같으며, 일반적으로 단일 하우징(H)안에 내장된 소자로서 센서 유닛(101a) 안에 존재한다.

[0062] 사용자 인터페이스(410)는 유선 또는 무선 인터페이스일 수 있다. 이 인터페이스(410)는 또한 스마트폰, 태블릿, 컴퓨터 또는 임의의 다른 내장된 인터페이스뿐만 아니라 차량의 일부로서 통합될 수 있다. 이 사용자 인터페이스(410), 또는 대안적으로, 출력/입력 인터페이스(409)는, 다양한 알고리즘을 실행하여 이 알고리즘에 의해 서버(121, 122, 및 123)로 표시되는 다양한 엔티티에게 출력된 데이터를 발송하는 홈 서버(100)와의 전자식 데이터 통신시 네트워크(들)(50)에 링크된다.

[0063] RF 레이더 트랜시버(404)는 예를 들어, 도플러 레이더이고, 예를 들어 연속 파형(CW), FM/PM/AM/펄스 변조를 포함하는 하나 이상의 변조시 작동한다. RF 레이더 트랜시버(404)는 RF 고주파 신호를 전송하고 대상(예를 들어, 차량 탑승자(들))으로부터 반사된 신호를 수신하는 하나 이상의 안테나(레이더 안테나를 포함하는), 및 반사된 고주파 RF 신호를 중간 주파수(IF) 신호로 변환하기 위한 변환기를 포함한다.

[0064] RF 레이더(RF 트랜시버(404)로부터의)는 출력이 단일 출력, 예를 들어 아날로그 신호일 경우, 또는 두 개의 신호의 이중 출력, 아날로그 신호들일 경우, 첫번째는 구적(quadrature) 데이터를 의미하는 "Q"이고 두번째는 동상(in-phase) 데이터를 의미하는 "I"이다.

[0065] RF 레이더 트랜시버(404)는 예를 들어 하나 또는 복수의 주파수 대역에서 작동한다. 바람직하게는, RF 레이더는 X (8 내지 12GHz), Ku (12 내지 18GHz),K (18 내지 27GHz), K(ISM) (24.05 GHz 내지 24.25 GHZ) 및 W (75 내지 110 GHz)안에서 작동한다.

[0066] 필터링 및 증폭 회로(406)는 예를 들어, RF 레이더(404)로부터 전송된 IF(중간 주파수) 신호를 포함하는 동작을 수행한다. 이 회로(406)에서, 원하는 않는 주파수는 필터링되어, 원하는 주파수가 ADC(407)를 통과하도록 한다. 이 필터링 및 증폭 회로(406)는 예를 들어, 필터 및 증폭기를 포함한다.

[0067] 필터는 예를 들어, 다양한 주파수에 대한 것이고, 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합일 수 있다. 필터는 잡음의 IF 신호를 청소하고 데이터 획득 전에 앨리어싱(aliasing)을 방지한다.

[0068] 증폭기는 IF 신호가 ADC(407)에 들어가기 전에 IF 신호를 증폭시킨다. 증폭기는, 예를 들어, 다양한 주파수에 대한 것이며, 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합일 수도 있다.

[0069] 필터링 및 증폭 회로(406)는 예를 들어, 1) RF 레이더(404)로부터 단일 아날로그 데이터 전송을 증폭시키기 위한 필터링 및 증폭 회로로 형성된 단일 아날로그 출력; 및 2) RF 레이더(404)의 "I" 및 "Q" 출력을 증폭하기 위한 두 개의 필터링 및 증폭 회로로 형성된 "I"(동상) 및 "Q"(구적) 출력으로서, RF 레이더(404)로부터의 출력의 두 가지 변형으로 작동한다.

[0070] ADC(407)는, 필터링 및 증폭 회로(406)로부터 수신된 신호를 아날로그에서 디지털 신호로 변환한다. ADC(407)는 별도의 모듈이거나 CPU(408)안에 내장될 수 있다. ADC(407)가 CPU(408)와 별도인 경우, ADC(407)는 디지털 신호(원시(raw) 데이터)를 CPU(408)에 전송한다. ADC(407)는 필터링 및 증폭 회로(406)으로부터 수신된 필터링된 아날로그 신호는 디지털 신호 데이터로 변환하여 호흡율(RR), 심박수(HR) 및 심박변이도(HRV)를 포함하는 CPU(408)의 처리 알고리즘에 의해 디지털 처리하도록 허용한다. CPU(408)는 ADC(407)가 CPU(408)와 별도인 경우 ADC(407)로부터 원시 데이터(raw data)를 수신한다. 대안적으로, CPU(408)는, 예를 들어, 필터링 및 증폭 회로(406)로부터 아날로그 데이터 상태를 수신한다. 이 경우, CPU(408)는 아날로그 신호를 디지털 신호(원시 데이터)로 변환한다. 필터링 및 증폭 회로(406)로부터의 전술된 아날로그 신호(들)(예를 들어, IF 신호), 및 ADC(407)에 의해 제공된 디지털 신호로부터 CPU(408)에 의해 재생된 대응 신호는 하나 이상의 피크(peak)를 포함한다.

[0071] CPU(408)는 차량 탑승자, 즉, 인간, 애완동물 등에 의해 발생된 다양한 신호의 분석을 기반으로 생체 신호 검지 알고리즘을 통해 데이터를 처리하고, 사람 또는 애완동물의 심박수, 호흡율 및/또는 움직임을 계산한다.

[0072] CPU(408)는 모니터링된 데이터를 출력 인터페이스(409)로 전달한다.

[0073] CPU(408)는, 예를 들어, 생체 신호 모니터링 시스템을 작동하는데 적절한 임의의 내장된 또는 실시간 프로세서를 기반으로 하는 것이다. CPU(408)는 컴퓨터 운영 체계(OS)와 무관하다.

[0074] 이 알고리즘은 CPU(408), 홈 서버(110) 안에서 수행되거나, CPU(408) 및 홈 서버(110) 안에서 부분적으로 수행될 수도 있다. 이 알고리즘은 또한 예를 들어, CPU(408)를 포함하는 차량의 임의의 전자식 제어 유닛(ECU)상에서 실행될 수 있다. 이 알고리즘은 수많은 동작에 대해 수행된다. 예시적인 동작은: 예를 들어, 호흡 분리에 의해, 차량안의 다수의 탑승자를 감지하는 단계; 심박수(HR) 및 호흡율(RR)을 포함하는 생체 신호를 계산하기 위해 감지된 신호의 고조파 특성을 평가하는 단계; 심박수(HR) 및 호흡율(RR)을 계산하는 단계; 심박수 및 그 대응하는 신호로부터, HRV를 결정하기 위해 시간 영역에서 HR 신호의 연속 피크를 결정하는 단계를 포함한다. RR 및 HR 신호로부터, 차량 탑승자의 존재 또는 부재, 탑승자의 유형, 즉, 남자, 여자, 어린이, 동물, 뿐만 아니라 인간 및 동물 탑승자의 생체 신호가 결정될 수 있다. 예를 들어, 차량안의 탑승자, 예를 들어, 인간 탑승자의 수를 결정하는 것은 다인승 차량(HOV) 도로의 관리에 유용하다. 다른 동작은 차량의 승객에 대한 각각의 좌석 또는 장소의 점유/비-점유 상태, 및 감지된 탑승자 각각의 생체 신호를 감지한다. 생체 신호 감지는, 예를 들어, 각각의 감지된 탑승자의 심박수(HR) 및 호흡율(BR), 및 심박변이도(HRV) 결정을 포함한다. 출력/입력 인터페이스(409)는 예를 들어, 유선 또는 무선 인터페이스이다. 인터페이스(409)는 예를 들어, 사용자 인터페이스(410)에 생체 신호 모니터 데이터뿐만 아니라, 필터링 및 증폭 회로(406), ADC(407) 및 IMU(411)로부터의 데이터와 같은 원시 데이터를 전달하여, 이 데이터들이 예를 들어 홈 서버(110) 및 ECU(예를 들어, 외부 ECU)안에서

탑승자의 생체 신호를 감지하기 위해 처리될 수 있도록 작용한다. 출력/입력 인터페이스는 이러한 내부 구성, 트리거링, 사용자 데이터 등과 같은 정보를 수신할 수 있다.

[0075] 선택적으로, 센서 유닛(101a)은 DAC(405)로부터 RF 레이더 트랜시버(404)의 레이더 트랜시버(404) VCO(전압 제어 오실레이터)의 TRX 소자에 아날로그 신호를 적용함으로써 주파수 변화를 변조하기 위한 디지털-아날로그 변환기(DAC, 405)를 사용할 수 있다. 별도의 시스템 부품으로서 도시되어 있지만 DAC(405)는 CPU(408)안에 통합될 수도 있다. CPU(408)가 DAC(405) 및/또는 ADC(407)를 포함할 경우, DAC(405) 및/또는 ADC(407)는 센서 유닛(101a-101i)의 시스템으로부터 바이패스(bypassed) 및/또는 제거된다.

[0076] IMU(411)는 차량의 다양한 움직임 및 진동을 감지하기 위해, 자력계(magnetometer), 자이로미터(gyrometer) 및 가속도계를 포함한다. IMU(411)는 차량의 움직임 및 진동에 관한 데이터를 제공하기 위해 CPU(408)에 링크된다. CPU(408)는 이하 상세히 설명되는 바와 같이, RR, HR 및 HRV를 결정하기 위한 분석에 이 움직임 데이터를 변수로 넣는다.

[0077] 도4b는 두 개의 경로에 대해 구성된, 필터링 및 증폭 회로(406)를 도시하는 개략도이다. 호흡율용 회로(406a)(심박수보다 높은 진폭 신호), 및 심박수용 회로(406b)에 대한 두 개의 경로를 가짐으로써, 획득한 신호(ADC(407)에 의해)위 더 높은 신호대 잡음 비율(SNR)이 달성된다. 호흡율 필터링을 위해 호흡율용 회로(406a)를 경유하는 제1 경로, 및 심박수/심박변이도 필터링을 위해 심박수용 회로(406b)를 경유하는 제2 경로가 존재한다. 예를 들어, 호흡율용 회로(406a)를 경유하는 제1 경로 상에서, 필터링은 초기 조건 또는 시작에 대해 대략 0.3 내지 3Hz로부터이지만, 심박수용 회로(406b)를 경유하는 제2 경로 상에서 필터링은 초기 조건 또는 시작에 대해 대략 0.8 내지 20Hz로부터이다.

[0078] 도 4c는 호흡율용 회로(406a) 및 심박수용(심박변이도용 포함 가능) 회로(406b)를 경유하는 경로들에 대한 필터링 및 증폭 회로(406)의 부품의 개략도이다. 두 경로는 RF 레이더 트랜시버(404)로부터 IF 신호 입력을 수신하고, 각각의 경로를 따라 설정된 주파수 대역내에서 필터링된 아날로그 신호를 아날로그 디지털 변환된 ADC(407)로 출력한다. 이 주파수 대역은 가능한 한 좁아서, 대역 안의 모든 잡음이 제거되어, 판독가능한 신호를 갖도록 한다. 각각의 경로는 고역 통과 필터(HPF, 413a-1, 413b-1), 증폭기(413a-2, 413b-2), 및 저역 통과 필터(LPF, 413a-3, 413b-3)를 포함한다. 고역 통과 필터(413a-1, 413b-1), 증폭기(413a-2, 413b-2), 및 저역 통과 필터(413a-3, 413b-3)는 이하 설명되는 것처럼, 예를 들어 CPU(408)에 의해 제어된다.

[0079] 두 경로를 따라, 고역 통과 필터(HPF, 413a-1, 413b-1)는, 호흡율용회로(406a)를 경유하는 경로에서 호흡율(RR)보다 낮은 주파수인 신호와 심박수용 회로(406b)를 경유하는 경로에서 심박수(HR)보다 낮은 주파수인 신호에 대한 에지(edge)를 설정한다. 증폭기(413a-2, 413b-2)는 신호로부터 분리하기에 적합한 진폭으로 신호를 증폭하기 위해, 이하 설명되는 교정 방법에 따라 이득을 적용한다. 저역 통과 필터(413a-3, 413b-3)는 호흡율용 회로(406a)를 경유하는 경로에서 호흡율(RR)보다 높은 주파수인 신호와 심박수용 회로(406b)를 경유하는 경로에서 심박수(HR)보다 높은 주파수인 신호에 대한 상단 에지(upper edge)를 설정한다.

[0080] 교정 방법

[0081] 아날로그 증폭기(413a-2, 413b-2)에 대한 최소 이득 레벨, 및 최적 필터링 범위를 결정하기 위해 교정 방법이 수행된다. 이 교정 방법은 일반적으로 차량 객실(101x)이 비어 있을 때 수행된다.

[0082] 교정을 위해 다음 단계가 수행된다. RF 레이더 트랜시버(404) 전압 제어 오실레이터(VCO) 레벨은 DAC(407) 또는 CPU(408)로부터 변경된다. 이 변경은 심박수 주파수를 기준으로 하는 VCO 레벨을 기반으로 한다. 이것은 전체 주파수 대역을 다루기 위해, 심박수의 주파수(낮은 주파수에서 사용될 수 있는: 낮은 HR, 중간 HR, 높은 HR)에서 RF 신호(RF 레이더 트랜시버(404)로부터 전송된)를 변조함으로써 이뤄진다.

[0083] RF 레이더 트랜시버(404)가 VCO를 갖지 않은 경우, 전송된(RF) 주파수를 변경하기 위해, RF 레이더 트랜시버(404)의 전압 공급을 변경하는 것이 가능하다. 이것은 전압 레벨을 변경하기 위해, 전원 공급기(403)를 변경함으로써 이뤄진다. 이 전압 레벨의 변경은 RF 레이더 트랜시버(404)로부터 전송된 RF 주파수에 영향을 줄 것이다.

[0084] 전술된 방법에 대해, RF 레이더 트랜시버(404)로부터 변조된 신호는 일반적으로 차량 객실(101x)가 비어 있을 때 이뤄진다. 반사된 신호는, RF 레이더 트랜시버(404)가 수신할 수 있는 최소 전력 레벨에서, RF 레이더 트랜시버(404)로부터 수신된다. 레이더 RF(LNA) 및 IF 신호의 이득 레벨의 교정은 차량(100)이 비어있는 동안 수신되는 특정의 낮은 신호 레벨을 기반으로 해야 한다. 예를 들어, 이득 레벨은 적어도 1dB(데시벨)의 SNR 비율에서 반사된 교정 신호(파형)를 수신할 수 있어야 한다. 다중의 주파수, 예를 들어, 저, 중, 고 주파수에 대한 교

정의 경우, 평균 이득은 CPU(408)에 의해(프로그래밍된 초기 설정에 의해) 선택되어야 한다.

[0085] 도5a는 호흡율(RR), 및 심박수(HR)에 대해 사용가능한 신호를 분리하기 위해, 도4a-4c의 필터링 및 증폭 회로(406)에 의해 수행되는 프로세스에 대한 흐름도이다.

[0086] 이 프로세스는 블록(500)에서 시작된다. 시작 블록(500)에서, 필터 및 증폭기는 초기 조건으로 설정되는데, 예를 들어 호흡율용 회로(406a)를 경유하는 경로을 따르는 필터에 대해 0.3 Hz 내지 3 Hz, 심박수용 회로(406b)를 경유하는 경로를 따르는 필터에 대해 0.8 내지 20 Hz이고, 증폭기 이득은 전술된 교정 방법에 의해 초기에 설정된다. 블록(502)에서, RF 레이더 트랜시버(404)로부터 수신된(레이더의 결과로서 수신된) IF 신호가 발송되고, 호흡율용 회로(406a)를 경유하는 경로 및 심박수용 회로(406b)를 경유하는 경로를 따라 처리된다.

[0087] 호흡율용 회로(406a)를 경유하는 경로를 따라 이동하면, 이 프로세스는 블록(510)으로 이동한다. 블록(510)에서, 조정가능한 고대역 필터(HPF, 413a-1)는 미리결정된 레벨 미만의 원치않는 신호를 필터링하도록 조정된다. 예를 들어, 통과대역(예를 들어, 미리결정된 레벨)은 초기에 적어도 대략 0.1Hz이거나, 적어도 대략 0.1Hz으로부터 시작된다. 블록(511)에서, 아날로그 증폭기(413a-2)는 CPU(408)에 의해 측정된 바와 같이, 입력 신호를 참조한다. 이 조정은 증폭기(413a-2)로부터의 출력 신호가 선형 영역에 유지되도록 이뤄진다. 프로세스는 블록(512)로 이동하며, 여기서 조정가능한 저역 통과 필터(LPF, 413a-3)은 호흡율에 대해 조정되어, 원치않는 고주파수 신호를 필터링한다. 차단(cut off) 주파수는 CPU(408)에 의해 설정되는데(도5b), CPU(408)의 시스템안에는 프로그래밍된 차단 값을 구비하거나, CPU(408)에는 룩업 테이블(LUT)이 제공된다.

[0088] CPU(408)는 신호대 잡음비와, 호흡율 신호가 고조파인지 여부를 분석한다. 호흡율 신호는 사람이 주기적으로 호흡할 때(말하지 않으면서) 고조파로 간주된다. 호흡율을 분석하기 위해, 호흡율 신호를 형성하도록 적어도 8개의 고조파가 평가되어야 한다. 예를 들어, 0.3Hz의 측정된 호흡율 주파수에 대해, 및 신호가 고조파이면, (예를 들어, 10개의 고조파를 만드는 적어도 8개의 고조파, 2개의 추가 고조파를 평가하기 위해) 저역 통과 필타(413a-3)의 차단 주파수는 예를 들어, 3Hz 차단에 대해 0.3Hz,와 곱해지는 수, 예를 들어, "10"에 의해 결정된다. 블록(512)로부터, 출력 신호가 ADC(407)로 발송된다.

[0089] 블록(502)로 다시 돌아가서 심박수용 회로(406b)를 경유하는 경로를 따라 이동하면, 프로세스는 블록(520)으로 이동한다. 블록(520)에서, 조정가능한 고역 통과 필터(413b-1)는 미리결정된 레벨 미만의 원하지 않는 신호를 필터링하도록 조정된다. 예를 들어, 통과대역(예를 들어, 미리결정된 레벨)은 적어도 대략 0.8Hz이다. 블록(521)에서, 아날로그 증폭기(413b-2)는 CPU(408)에 의해 측정된 바와 같이, 입력 신호를 참조한다. 이 조정은 증폭기(413b-2)로부터의 출력 신로가 선형 영역에 유지되도록 이뤄진다. 프로세스는 블록(522)으로 이동하고, 여기서 조정가능한 저역 통과 필터(413b-3)는 원치 않는 고주파수 신호를 필터링하기 위해 HR/HRV에 대해 조정된다. 차단 주파수는 CPU(408)에 의해 설정되는데, CPU(408)의 시스템안에 프로그래밍된 차단 값은 룩업 테이블(LUT)에 제공된다.

[0090] CPU(408)는 이하 설명되는, 신호대 잡음비 및 고조파 가중 계수 알고리즘을 분석한다. HR의 평가는 측정될 고조파 수를 기반으로 한다. 예를 들어, 측정된 1.5Hz의 HR 주파수에 대해, 차단 주파수는 16의 배수일 수 있다(심장 박동은 두 개의 심방 및 두 개의 심실 각각에 대해 4번의 움직임(QRST)이고, 4개의 챔버에 의한 4번의 움직임은 배수, 16이다). HR 주파수, 예를 들어 1.5Hz는 24Hz 차단에 대해, 16의 배수가 곱해진다. 블록(522)로부터, 출력 신호는 ADC(407)로 발송된다.

[0091] 두 경로에 대해, ADC는 각각의 증폭기(413a-2, 413b-2)에 대한 폐쇄 루프를 사용하여, 신호 레벨을 조정하는 CPU(408)로 신호를 발송하고, 도1의 프로세스에 따라, 필터 고역 통과 및 저역 통과 주파수 차단을 조정한다. 심박수 용 회로(406b)를 경유하는 경로에 대해, 블록(520)의 고역 통과 필터 주파수 차단은 심박수를 결정한 후, 심박수 주파수 보다 높게 설정된다. 이것은 차량이 심박수 주파수 범위 내에 있는 착석한 점유자의 움직임으로 이뤄진다. 이 경우, 오직 심박수 고조파만이 CPU(408)에 의해 분석되고, 심박수(HR) 및 심박변이도(HRV)는 이 분석으로부터 추출된다.

[0092] 도5b는 예를 들어, 증폭기(413a-2, 413b-2)에서의 이득을 조정함으로써, 주피수 대역의 신호 레벨에 대해 CPU(408)에 의해 수행된다. 초기에, 이 프로세스는 블록(540)에서 시작되는데, 여기서 이득은 전술된 교정 방법에 의해 초기에 설정된다. 프로세스는 블록(542)으로 이동하여, ADC(470)로 발송된 신호가 기록된다. 프로세스는 블록(544)로 이동하여, 신호 레벨이 증폭기(413a-2, 413b-2)의 공급 전압 미만인지가 결정된다. 그렇지 않을 경우(no), 프로세스는 블록(545)으로 이동하여, 신호상의 아날로그 이득이 각각의 증폭기(413a-2, 413b-2)에 의해 감소된다. 프로세스는 그 후 블록(542)로 이동하여, 여기에서부터 재개된다.

[0093] 블록(544)에서 신호레벨이 증폭기의 공급 전압 미만(yes)인 경우, 프로세스는 블록(546)으로 이동한다. 블록(546)에서, 신호 레벨이 잡음 레벨보다 큰지를 결정한다. 그렇지 않을 경우(no), 프로세스는 블록(547)으로 이동하여, 신호상의 아날로그 이득이 각각의 증폭기(413a-2, 413b-2)에 의해 감소된다. 프로세스는 그 후 블록(542)로 이동하여, 계속 진행된다.

[0094] 블록(546)에서, 신호 레벨이 잡음 레벨보다 큰 경우(yes), 각각의 증폭기(413a-2, 413b-2)에 의한 이득 조정은 없다. 프로세스는 블록(542)로 돌아가서, 여기서부터 재개된다.

[0095] 도6은 예를 들어, 센서 유닛(101a-101i) 모두를 대표하는 센서 유닛(101a)와 같은 센서 유닛에 의해, 차량 탑승자의 호흡 또는 호흡율(RR)을 결정하기 위한 예시적인 프로세스를 상세히 나타내는 흐름도이다. 프로세스는 블록(600)에서 출발하고, 블록(602a 및 602b)으로 이동하여, 동시발생하는, 예를 들어, 동시의, 프로세스가 수행된다.

[0096] 블록(602a)에서, RF 레이더 트랜시버(404)에 의해 캡쳐된, 아날로그 신호로부터 변환된 디지털 신호는 CPU(408) 안에 수신된다. 디지털 신호는 CPU(408)에 의해 재구성되며, 일반적으로 I 및 Q 부분을 포함한다. 블록(602b)에서, 차량과 연관된 진동에 대한 데이터는 CPU(408)에 의해 IMU(411)로부터 획득된다. 블록(602a 및 602b)로부터, 프로세스는 블록(604)으로 이동하여, 규정된 호흡 범위 내에서 차량 진동 데이터가 결정된다. 예를 들어, 이 미리결정된(규정된) 호흡 범위는 고역 통과 필터(413a-1) 및 저역 통과 필터(413a-3)에 의해 0.1 내지 0.5Hz의 초기 시작 으로부터 결정된다. 이 프로세스는 블록(606)으로 이동하여, 호흡 범위 안의 원치않는 주파수, 이 주파수는 호흡 범위 주파수 대역내에서 IMU(411)에 의해 측정됨,는 예를 들어 디지털 필터링에 의해 제거된다.

[0097] 프로세스는 블록(608)으로 이동하여, 예를 들어 호흡 범위 밖의 주파수는 고역 통과 필터(413a-1) 및 저역 통과 필터(413a-3)에 의해 0.1 내지 0.5Hz의 초기 시작으로부터 결정되고 디지털식으로 필터링된다. 블록(610)에서, 디지털 신호에 대한 위상이 계산된다. 이 위상(ϕ)은 다음과 같이 계산된다:

[0098] $\phi = \arctan(Q/I)$

[0099] 프로세스는 블록(612)으로 이동하여, 필터링된 신호의 피크는 시간 영역에서 감지된다. 블록(614)에서, 신호가 분석되는 시간 윈도우의 에지에서의 피크는, 피크가 필터링 자체에 의해 영향을 받았을 수(변경되었을 수) 있으므로, 제거된다. 기존의 피크로부터, 시간 윈도우 내에서, 평균 피크 대 피크 거리가 블록(616)에서 계산된다. 이 평균 피크 대 피크 거리는 호흡 또는 호흡율(RR)이다.

[0100] 도7a는 예를 들어, 센서 유닛(101a-101i) 모두를 대표하는 센서 유닛(101a)와 같은 센서 유닛에 의해, 차량 탑승자의 호흡율(RR)을 결정하기 위한 예시적인 프로세스를 상세히 나타내는 흐름도이다. 프로세스는 블록(700)에서 출발하고, 블록(702a 및 702b)으로 이동하여, 동시발생하는, 예를 들어, 동시의, 프로세스가 수행된다.

[0101] 블록(702a)에서, 탑승자에 대해 RF 레이더 트랜시버(404)에 의해 캡쳐된, 아날로그 신호로부터 변환된 디지털 신호는 CPU(408) 안에 수신된다. 디지털 신호는 CPU(408)에 의해 재구성되며, 일반적으로 I 및 Q 부분을 포함한다. 블록(702b)에서, 차량과 연관된 진동에 대한 데이터는 CPU(408)에 의해 IMU(411)로부터 획득된다. 블록(702a 및 702b)로부터, 프로세스는 블록(704)으로 이동하여, 규정된 심박수 범위 내에서 차량 진동 데이터가 결정된다. 예를 들어, 이 미리결정된 심박수 범위는 고역 통과 필터(413b-1) 및 저역 통과 필터(413b-3)에 의해 0.8 내지 3Hz의 초기 시작 으로부터 결정된다. 이 프로세스는 블록(706)으로 이동하여, 심박수 범위 안의 원치않는 주파수, 이 주파수는 심박수 주파수 대역내에서 IMU(411)에 의해 측정됨,는 예를 들어 디지털 필터링에 의해 제거된다.

[0102] 프로세스는 블록(708)으로 이동하여, 예를 들어 호흡 범위 밖의 주파수는(호흡 범위는 고역 통과 필터(413b-1) 및 저역 통과 필터(413b-3)에 의해 0.8 내지 3Hz의 초기 시작으로부터 결정됨)디지털식으로 필터링된다. 블록(710)에서, 디지털 신호에 대한 위상이 계산된다. 이 위상(ϕ)은 다음과 같이 계산된다:

[0103] $\phi = \arctan(Q/I)$

[0104] 프로세스는 블록(712)으로 이동하여, 신호를 시간 영역으로부터 주파수 영역으로 변환하기 위해, 위상 고속 퓨리에 변환(FFT)가 신호상에 수행된다. 프로세스는 블록(714)으로 이동하여, 신호에 대한 피크 감지가 주파수 영역에서 수행된다.

[0105] 프로세스는 이제 블록(716)으로 이동하여, 가장 가능성있는 심박수(HR)가 결정된다. 이 가장 가능성있는 심박수

(HR)는 예를 들어, 아래와 같이, 도7b를 참고로 하여 결정된다.

[0106] 1. 도7b에 대한 파라미터 규정

[0107] a. F_k는 신호의 중앙 bin 주파수이다(복합 FFT는 예를 들어, I 및 Q 신호가 획득된 경우, 이뤄질 수 있다).

[0108] b. E_k는 k의 bin으로의 에너지 값이다.

[0109] c. k는 bin의 정수이다.

[0110] d. i는 고조파 수이다(도2 참조).

[0111] e. F_{bi}는 기본 주파구 세그먼트 Si 경계 주파수이다.

[0112] f. F_{c_L}은 조정가능한 고역 통과 필터(413b-1)의 차단 주파수이고, 제1 세그먼트(S1)의 시작 주파수 경계를 결정한다.

[0113] g. F_{c_H}는 조정가능한 저역 통과 필터(413b-3)의 차단 주파수이다.

[0114] 2. 신호는 예를 들어, 0.8Hz의 디폴트 값으로 교정한 후 결정된 차단 주파수 F_{c_L}를 구비한, 조정가능한 고역 통과 필터(413b-1)에 의해 필터링된다.

[0115] 3. 신호는 예를 들어, 20Hz의 디폴트 값으로 교정한 후 결정된 차단 주파수 F_{c_H}를 구비한, 조정가능한 저역 통과 필터(413b-3)를 사용하여 필터링된다.

[0116] 4. 누적 과정은 F_k 주파수 내의 각각의 주파수에 대해 수행된다.

[0117] a. 주파수 세그먼트상의 F_{c_L} 및 F_{c_H} 사이의 공유 주파수 대역(서브-대역)은 기본 주파수(F_k) 및 그 고조파($F_{2k}, F_{3k}\cdots$)에 대응한다. 세그먼트 i 및 i+1 사이의 경계 주파수(F_{bi} 내지 $F_{b(i+1)}$)는 규정된 함수, 예를 들어, 기하학적 평균을 사용하여 계산된다.

[0118] $F_{bi} = F_k \times \sqrt{i \times (i+1)}$ 또는 룩업 테이브(LUT)에서 미리 규정됨.

[0119] b. 주파수 주변의 $E_{i\,x\,k}$ 에너지 및 인접 bin 에너지를 포함하는 $F_{i\,x\,k}$ 주파수 주변의 bin의 에너지를 계산한다. 계산은 다음 함수에 의해 이뤄진다:

[0120] $$Ea_{i\times k} = \sum_{m=i\times k-Bins(i\times k)}^{i\times k+Bins(i\times k)} E_m$$,

[0121] 예를 들어, 도7b에서, $Bins(i \times k) = n_i; i = 1,2,3$, n은 정수.

[0122] c. 인접한 bin의 수는 함수 또는 BIN LUT에 의해 규정될 수 있다. 이 수는 심박수 신호(필터링 및 증폭 회로(406)으로부터 수신된 아날로그 신호)때문에 예상되는 편차과 관련이 있다. 예를 들어, 간단한 함수는 : $Bins(k) = 1$일 수 있다.

[0123] d. 각각의 세그먼트E_{si}에 대한 bin의 전체 에너지를 계산한다(세그먼트(S)의 모든 bin의 합을 획득).

[0124] e. 위의 b에서 계산된 에너지를 가중치 계수$W_{i\times k}(R)$, (R)은 b에서 계산된 에너지 $Ea_{i\times k}$와 세그먼트 S 에너지 사이의 비율이다: $R = Ea_{i\,x\,k}/Es_i$, 이 함수는 규정된 함수(예를 들어, $W_{i\,x\,k}(R)$ R^2)에 의해 계산될 수 있거나, 대응하는 LUT로부터 규정될 수 있다.

[0125] f. 고려되는 고조파의 수까지 k 주파수의 곱셈을 누적하고(F_{c_H}까지 한 번 이상), F_k 주파수에 대해 식 AF를 다음과 같이 적용한다:

[0126] $$AF_k = \sum_{i=1}^{num_harmonics} Ea_{i\times k} \times W_{i\times k}$$

[0127] 예를 들어, 중심 bin 주파수 주위의 1 bin 및 3개의 고조파에 대해 $(E_{k-1} + E_k + E_{k+1}) \times W_k + (E_{2k-1} + E_{2k} + E_{2k+1}) \times W_{2k} + (E_{3k-1} + E_{3k} + E_{3k+1}) \times W_{3k}$

[0128] 를 누적한다.

[0129] g. 보호 bins 함수는 주파수 세그먼트 사이의 격차 간격, 고려되지 않는 에너지 bin, 0의 디폴트 값(보호 bins 없음)을 결정하는데 사용될 수 있다.

[0130] 5. 디폴트 값이 48-180HR에 대응하는 0.8Hz 내지 3Hz일 수 있는, F_{k_min} 내지 F_{k_max} 사이의 각각의 F_k 주파수 범위에 대해 누적이 이뤄진다.

[0131] 6. 가장 가능성이 있는 HR은 누적 함수 AF_k(파트 4.f의)의 값이 최대인 F_k 주파수에 대응한다.

[0132] 블록(716)으로부터의 결과적인 신호는 블록(718)에서 추가적인 디지털 필터링이 이뤄진다. 이 추가적인 디지털 필터링은 HR 주파수의 양 단부로부터 미리결정된 양의 위 및 아래의 원치않는 주파수를 제거하기 위해 수행된다. 예를 들어, HR 주파수가 2Hz인 경우, 하단 주파수는 1.6Hz 보다 낮고, 상단 주파수는 2.4Hz보다 높아서, 제거되는 원치 않는 주파수가 ±20% 밖에 있도록 한다.

[0133] 다음으로, 프로세스는 블록(720)으로 이동하여, 시간 영역에서의 피크 감지가 신호에 대해 수행된다. 이 피크 감지는 국소 최대값을 찾기 위한 수학적 프로세스이다.

[0134] 프로세스는 블록(722)으로 이동하여, 시간 영역에서의, 각각의 피크의 다수의 변형(예를 들어, 피크 1 내지 피크 2, 피크 1 내지 피크 3, 피크 2 내지 피크 3)을 포함하는, 각각의 피크 사이의 시간 차가 계산된다.

[0135] 프로세스는 블록(724)으로 이동하여, 이상(outlying) 피크 및 아티팩트(artifact)도 신호로부터 제거된다. 아티팩트는 예를 들어, 불합리한 피크 차이(예를 들어, 계산된 심박수보다 많이 짧거나 많이 큰 피크 거리), 이전의 피크 거리와 비교할 경우 비정상적인 피크 거리, 등을 포함한다. 프로세스는 그 후 블록(726)에서 종료되어, 남아 있는 피크로부터, 평균 피크 대 피크 차이가 계산된다. 블록(726)에서, 심박수(HR)은 다음과 같이 계산된다:

[0136] HR = [1/mean_peak to peak_difference (초)] • 60

[0137] 도8은 예를 들어, 센서 유닛(101a-101i) 모두를 대표하는 센서 유닛(101a)와 같은 센서 유닛에 의해, 차량 탑승자의 심박변이도(HRV)FMF 결정하기 위한 예시적인 프로세스를 상세히 나타내는 흐름도이다. 프로세스는 심박수를 결정하기 위한 702a, 702b, 704, 706, 708 및 710의 프로세스를 이용하고, 디지털 신호에 대한 위상을 블록(710)으로부터 획득하는 블록(810)으로부터 계속된다.

[0138] 프로세스는 블록(812)으로 이동하여, 위상 신호 노이즈제거 필터링이 발생한다. 이것은, 예를 들어, 웨이블릿(wavelet) 및 웨이블릿 분해에 의해 발생한다. 프로세스는 블록(814)으로 이동하여, 이 시간 윈도우에서의 신호에 대한 피크 감지가 시간 영역에서 수행된다.

[0139] 프로세스는 블록(816)으로 이동하여, 이상 피크 및 아티팩트도 신호로부터 제거된다. 아티팩트는 예를 들어, 불합리한 피크 차이(예를 들어, 계산된 심박수보다 많이 짧거나 많이 큰 피크 거리), 이전의 피크 거리와 비교할 경우 비정상적인 피크 거리를 포함한다.

[0140] 프로세스는 블록(818)으로 이동하여, 블록(816)에서 결정된 아티팩트를 기반으로 연속적인 피크가 세어진다(count). 프로세스는 블록(820)으로 이동하여, 적어도 하나의 미리결정된 숫자, 예를 들어 15의 일련의 연속적인 피크가 결정된다.

[0141] 프로세스는 블록(822)으로 이동하여, 연속적인 피크(블록(820)으로부터 수신된 연속적인 피크) 사이의 피크 대 피크 차이를 기반으로, HRV 파라미터를 계산한다. 예를 들어, HRV 파라터는 연속적인 피크의 평균 제곱근 오차

연속 차이(RMSSD) 및/또는 표준 편차 수직(단부) 대 수직(단부)(SDNN)를 포함한다.

[0142] 대상은 도6, 7 및 8의 전술된 프로세스를 기반으로, 차량 객실 안에서 감지될 수도 있다. 이 대상등은 예를 들어, 차량(예를 들어, 자동차, 버스 또는 스쿨 버스)이 정지상태(idling) 또는 시동이 꺼진 상태(동작하지 않는)일 때 차량 객실 내에 남아 있을 수 있는, 성인, 어린이, 유아 및 애완동물을 포함한다. 이 방법은 잘못된 감지를 초래할 수 있는, 분석된 신호에 대한 환경적 영향을 제거하기 위해 IMU(411) 데이터를 조합하는 단계를 포함한다. 이 방법은, 차량에 남겨진 잠재적인 탑승자의 생체 신호를 감지하는 단계를 포함한다. 이 감지 프로세스는: 차량 객실에 레이더 신호를 전송하고 반사된 신호를 수신하는 단계; 수정된 신호를 생성하기 위해 차량의 진동 데이터에 관해 반사된 신호를 분석하는 단계; 및 차량 객실안의 생테 신호 존재를 결정하기 위해 수정된 신호를 분석하는 단계를 포함한다. 생체 신호가 존재해야만, 차량 객실에서 탑승자가 감지된 것이다.

[0143] 이 방법은 우리에 갇힌(또는 갇히지 않은) 애완 동물 및 화물 보관소의 다른 동물에 사용하기 위해, 비행기, 선박 등에 용이하게 적용될 수 있다. 이 방법은 밀쇄된 공간에 대해서도 사용될 수 있다.

[0144] 차량 시스템에서 획득된 데이터에 의해, 예를 들어 홈 서버(110)에서 데이터의 다양한 적용이 수행될 수 있다. 예를 들어, 차량 객실(101x)이 탑승자를 포함한다고 결정되면, 좌석 벨트 착용 독촉이 승객을 위해 차량으로 전송될 수 있다. 승객은 통행료, 택시 요금, 기록유지에 대해, 예를 들어 운송 회사에 계산할 수 있다. 특정 시간에 특정 경로로 여행하는 승객의 수를 알기 때문에, 운송 회사(122)는 그에 따라 차량 군(vehicle fleet)를 할당할 수 있다. 차량안의 승객의 수는 긴급 차량 및 앰블런스와 같은 제1 응답기(121)에 전송될 수 있어, 얼마나 많은 앰블런스가 사고 현장에 보내져야 하는지를 발차담당자(dispatcher)가 알 수 있다.

[0145] 또한, 얼마나 많은 사람이 주어진 시간에 특정 경로로 여행하는지를 알아냄으로써, 교통량 및 교통사고를 모니터링하는데 탑승자의 수가 사용될 수 있다. 이 방식으로, 경찰(121) 및 지방자치 단체(122) 뿐만 아니라 통계 회사(123)는: 교통 체증의 영향을 받는 사람의 수; 및 교통 체증의 규모를 알 수 있다. 교통 체증에 포함된 사람의 수는 본 발명의 시스템에 의해 제공된다. 교통 체증의 영향을 받는 사람의 수는 이동식/차량 애플리케이션에 의해 제공될 수 있다.

[0146] 본 발명은 자동차와 함께 사용되는 것으로 도시되어 있지만, 버스, 상업용 차량, 기차, 보트, 비행기, 우주 차량 등과 같은 다수의 차량에 사용할 수 있다.

[0147] 본 발명은 또한 심박수(HR), 호흡 속도 또는 호흡율(BR), 및 심박변이도(HRV)와 같은 생체 신호를 모니터링한다. 각각의 개인 탑승자의 모니터링된 생체 신호는 추가 사용을 위해 수집 및 저장될 수 있다. 기록된 생체 신호는 생체 신호 데이터의 조합으로서 고유한 개인 패턴을 통해 사람을 식별하는데 사용될 수 있다. 승객 이름을 한번 제공함으로써, 시스템은 그/그녀의 고유한 사람 패턴을 그 사람에게 연관시킬 수 있다.

[0148] 또한, 그 자신의 생체 신호를 통해 사람이 인식되면, 차량은 그 사람을 인식할 수 있고, 차량의 설정은 승객에 대해 자동으로 조정될 수 있다. 일부 설정은: 예를 들어, 좌석 위치, 좌석 벨트 구성, 좌석 등받이 위치, 스티어링 휠 높이 등을 포함한다. 탑승자는 시스템에 의해 남자, 여자, 어린이 등으로 감지된다. 시스템에 의해 발송된 이 정보를 알면, 콘텐츠 제공자로부터의 콘텐츠, 예를 들어, 음악, 비디오 등은 그 탑승자를 기반으로, 차량으로 발송될 수 있다.

[0149] 시스템에 의해 제공된 생체 신호 식별은 피로, 약물 또는 알코올 만취 등과 같은 사람의 상태의 징후일 수 있다.

[0150] 시스템은 화물로서 선적된 것을 포함하는, 차량의 동물의 생체 신호를 인식한다.

[0151] 이 시스템은 질병, 의학적 상태 등을 감지하기 위해, 여행 과정에서 각각의 긍객에 대한 개인 생체 신호를 수집할 수도 있다.

[0152] 본 발명은 차량 내부에 사용하는 것으로 도시되어 있지만, 본 발명은 차량의 외부, 휠체어 및 다른 의자, 침대 및 가구등과 같은 다른 차량에서도 사용될 수 있다. 본 발명이 사용할 수 있는 차량은 또한 트럭, 버스, 비행기(예를 들어, 조종석 및 승객 및 승무원 객실), 보트, 선박, 우주 차량, 군용 차량, 헬리콥터 등을 포함할 수 있다.

[0153] 본 발명의 실시예의 방법 및/또는 시스템의 구현은 수동, 자동 또는 이들의 조합으로 선택된 작업을 수행 또는 완료하는 것을 포함할 수 있다. 더욱이, 본 발명의 방법 및/또는 시스템의 구현의 실제 계기 및 장비에 따르면, 복수의 선택된 작업은 운영 체계를 사용하는 하드웨어, 소프트웨어, 또는 펌웨어, 또는 이들의 조합에 의해 구

현될 수 있다.

[0154] 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따라 선택된 작업을 수행하기 위한 하드웨어는 칩 또는 회로로서 구현될 수 있다. 소프트웨어로서, 본 발명의 실시예에 따라 선택된 작업은 임의의 적절한 운영 체계를 사용하는 컴퓨터에 의해 실행되는 다수의 소프트웨어 명령으로서 구현될 수 있다. 본 발명의 예시적인 실시예에서, 여기에 개시된 방법 및/또는 시스템의 예시적인 실시예에 따르는 하나 이상의 작업은 다수의 명령을 실행하기 위한 전산(computing) 플랫폼과 같은 데이터 프로세서에 의해 수행된다. 선택적으로, 데이터 프로세서는 명령 및/또는 데이터를 저장하기 위한 휘발성 메모리 및/또는 비-휘발성 저장소, 예를 들어, 명령 및/또는 데이터를 저장하기 위한 자기 하드-디스크 및/또는 제거가능한 매체와 같은 비-일시적 저장 매체를 포함한다. 선택적으로, 네트워크 접속도 제공된다. 디스플레이 및/또는 카보드 또는 마우스와 같은 사용자 입력 장치도 선택적으로 제공된다.

[0155] 예를 들어, 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터 판독가능한(저장) 매체(들)의 임의의 조합은 본 발명의 앞서 열거된 실시예에 따라 활용될 수도 있다. 비-일시적 컴퓨터 판독가능한(저장) 매체는 컴퓨터 판독가능한 신호 매체 또는 컴퓨터 판독가능한 저장 매체일 수 있다. 컴퓨터 판독가능한 저장 매체는, 예를 들어, 이에 국한되지는 않지만, 전자, 자기, 광학, 전자기, 적외선, 또는 반도체 시스템, 장비, 또는 장치, 또는 전술한 것들의 임의의 적절한 조합일 수 있다. 컴퓨터 판독가능한 저장 매체의 더욱 구체적인 예(비-제한 목록)은 다음을 포함한다: 하나 이상의 전선을 갖는 전기 접속, 휴대용 컴퓨터 디스켓, 하드 디스크, 랜덤 액세스 메모리(RAM), 읽기 전용 메모리(ROM), 소거가능하고 프로그램가능한 읽기 전용 메모리(EPROM 또는 플래시 메모리), 광섬유, 휴대형 소형 디스크 읽기 전용 메모리(CD-ROM), 광학식 저장 장치, 자기 저장 장치, 또는 전술한 것의 임의의 적절한 조합. 이 문서의 맥락에서, 컴퓨터 판독가능한 저장 매체는 명령 실행 시스템, 장비, 또는 장치와 접속하거나 이들에 의해 사용하기 위한 프로그램을 포함하거나 저장할 수 있는 임의의 유형의(tangible) 매체일 수 있다.

[0156] 컴퓨터 판독가능한 신호 매체는 예를 들어, 기저대역안에 또는 반송파의 일부로서 내장된 컴퓨터 판독가능한 프로그램 코드를 구비한 전파된 데이터 신호를 포함할 수 있다. 이러한 전파된 신호는 전자기, 광학 또는 이들의 적절한 조합을 포함하거나 이에 국한되지는 않는 임의의 다양한 형태를 취할 수 있다. 컴퓨터 판독가능한 신호 매체는, 컴퓨터 판독가능한 저장 매체가 아니고 명령 실행 시스템, 장비, 또는 장치와 접속하거나 이들에 의해 사용하기 위한 프로그램을 통신, 전파, 또는 전달할 수 있는 임의의 컴퓨터 판독가능한 매체일 수 있다.

[0157] 앞서 제공된, 단락 및 참조 도면을 참고로 이해되는 것처럼, 컴퓨터-구현된 방법의 다양한 실시예가 여기에 제공되며, 이 중 일부는 여기에 기재된 장비 치 시스템의 다양한 실시예에 의해 수행될 수 있고, 일부는 여기에 기재된 비-일시적 컴퓨터-판독가능한 저장 매체안에 저장된 명령에 따라 수행될 수 있다. 여전히, 여기에 제공된 컴퓨터-구현된 방법의 일부 실시예는 다른 장비 또는 시스템에 의해 수행되고, 여기에 기재된 것 이외의 컴퓨터-판독가능한 저장 매체안에 저장된 명령에 따라 수행될 수 있으며, 여기에 기재된 실시예를 참고로 당업자에게 명백해질 것이다. 이하의 컴퓨터 구현된 방법에 관한 시스템 및 컴퓨터 판독가능한 저장 매체에 대한 언급은 설명을 목적으로 제공되며, 이러한 시스템 및 이러한 비-일시적 컴퓨터 판독가능한 저장 매체를 전술한 컴퓨터-구현된 방법의 실시예에 관해 제한하기 위한 것이 아니다. 마찬가지로, 시스템 및 컴퓨터 판독가능한 저장 매체에 관한 이하의 컴퓨터-구현된 방법에 대한 언급은 설명을 목적으로 제공되며, 여기에 기재된 이러한 컴퓨터 구현된 방법 중 어느 것을 제한하기 위한 것이 아니다.

[0158] 도면의 흐름도 및 블록도는 본 발명의 다양한 실시예에 따르는 시스템, 방법 및 컴퓨터 프로그램 매체의 가능한 구현의 구성, 기능, 및 동작을 도시한다. 이와 관련하여, 흐름도 또는 블록도 안의 각각의 블록은 지정된 논리적 기능(들)을 구현하기 위한 하나 이상의 실행가능한 명령을 포함하는, 모듈, 세그먼트, 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 일부 대안적인 구현예서, 블록에서 언급된 기능은 도면에서 언급된 순서를 벗어나 발생할 수 있다는 것을 유의해야 한다. 예를 들어, 연속적으로 도시된 두 개의 블록은 실제로, 실질적으로 동시에 실행될 수 있으며, 또는 블록은 포함된 기능에 따라 때로는 역 순서로 실행될 수도 있다. 블록도 및/또는 흐름도 예시의 각각의 블록, 및 블록도 및/또는 흐름도안의 블록의 조합은 특정 기능 또는 작용, 또는 특수 목적의 하드웨어 및 컴퓨터 명령의 조합을 수행하는 특수 목적의 하드웨어-기반 시스템에 의해 구현될 수 있다.

[0159] 본 발명의 다양한 실시예의 설명은 예시를 목적으로 제시되었지만, 개시된 실시예를 완전하게 하거나 제한하기 위한 것은 아니다. 개시된 실시예의 범주 및 사상으로부터 벗어나지 않으면서 많은 수정 및 변형이 당업자에게 명백할 것이다. 여기에 사용된 용어는 실시예의 원리, 시장에서 발견된 기술에 대한 실제 적용 또는 기술적 개선을 가장 잘 설명하거나 여기에 개시된 실시예를 당업자가 이해할 수 있도록 하기 위해 선택되었다.

[0160] 명확성을 위해, 별도의 실시예의 문맥으로 설명된 본 발명의 특정한 특징들은 단일 실시예에서 조합하여 제공될 수도 있다는 것이 이해된다. 반대로, 간결하도록, 단일 실시예의 문맥으로 살명된 본 발명의 다양한 특징은 별

도로 또는 임의의 적절한 부조합 또는 본 발명의 임의의 다른 기재된 실시예에서 적절한 것으로 제공될 수 있다. 다양한 실시예의 문맥으로 기재된 특정한 특징은 실시예들의 그 요소들없이 작동하지 않는 한, 이 실시예들의 필수적인 특징으로 간주되지 않는다.

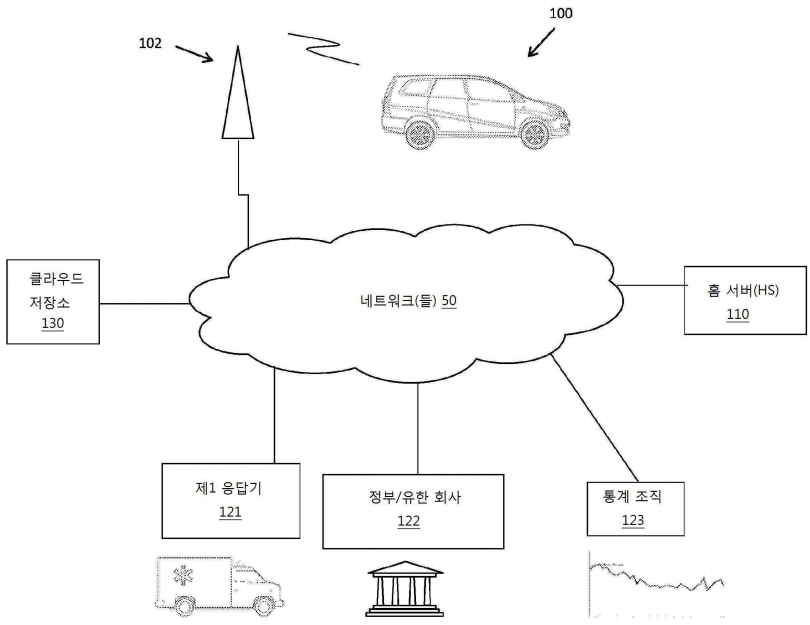
[0161] 부분을 포함하는 전술된 프로세스는 소프트웨어, 하드웨어 및 그 조합에 의해 수행될 수 있다. 이 프로세스 및 그 일부는 컴퓨터, 컴퓨터형 장치, 워크스테이션, 프로세서, 마이크로-프로세서, 다른 전자식 검색 도구 및 메모리 및 이와 관련된 다른 비-일시적 저장형 장치에 의해 수행될 수 있다. 이 프로세스 및 그 일부는 프로그램 가능한 비-일시적 저장 매체, 예를 들어, 기계 등에 의해 판독가능한, 컴팩트 디스크(CD) 또는 자기식 또는 광학식 등을 포함하는 다른 디스크, 또는 자기식, 광학식을 포함하는 다른 컴퓨터 사용가능한 저장 매체, 또는 반도체 저장소, 또는 다른 전자 신호의 소스 안에 내장될 수 있다.

[0162] 프로세스(방법) 및 그 부품을 포함하는 시스템은 여기에서 특정 하드웨어 및 소프트웨어을 예시적으로 참고하여 설명되었다. 프로세스(방법)는 예시로서 설명되어, 특정 단계 및 그들의 순서는 당업자에 의해 생략 및/또는 변경되어 이들 실시예가 과도한 실험없이도 실행되도록 감소될 수 있다. 프로세스(방법) 및 시스템은 당업자가 종래의 기술을 사용하여 과도한 실험없이 실행하도록 임의의 실시예를 감소시키는데 필요할 수 있는 다른 하드웨어 및 소프트웨어를 용이하게 적응시키기에 충분하게 설명되었다.

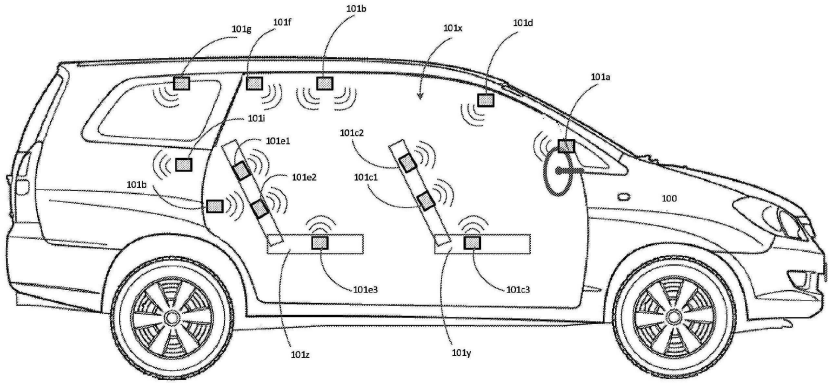
[0163] 본 발명이 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 많은 대안, 수정 및 변형이 당업자에게는 명백할 것이라는 것이 자명하다. 따라서, 첨부된 청구범위의 사상 및 넓은 범주내에 있는 모든 이러한 대안, 수정 및 변형을 포함하고자 한다.

도면

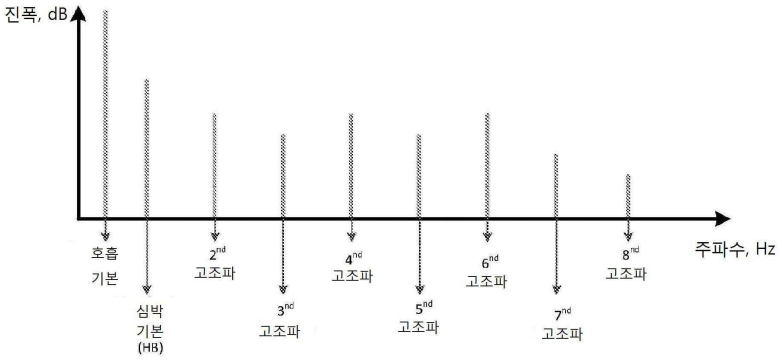
도면1a



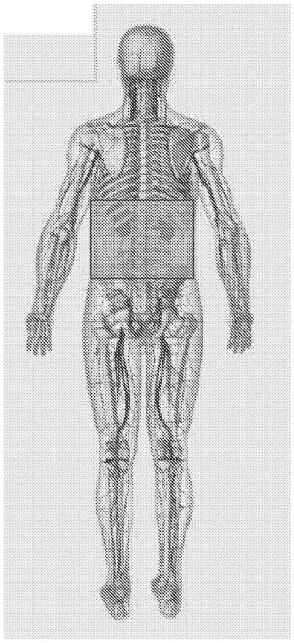
도면1b



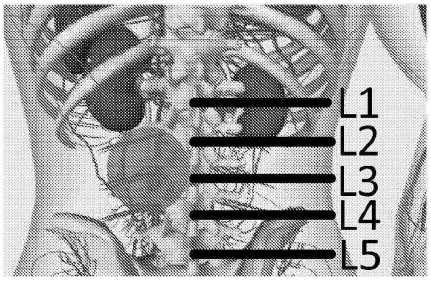
도면2



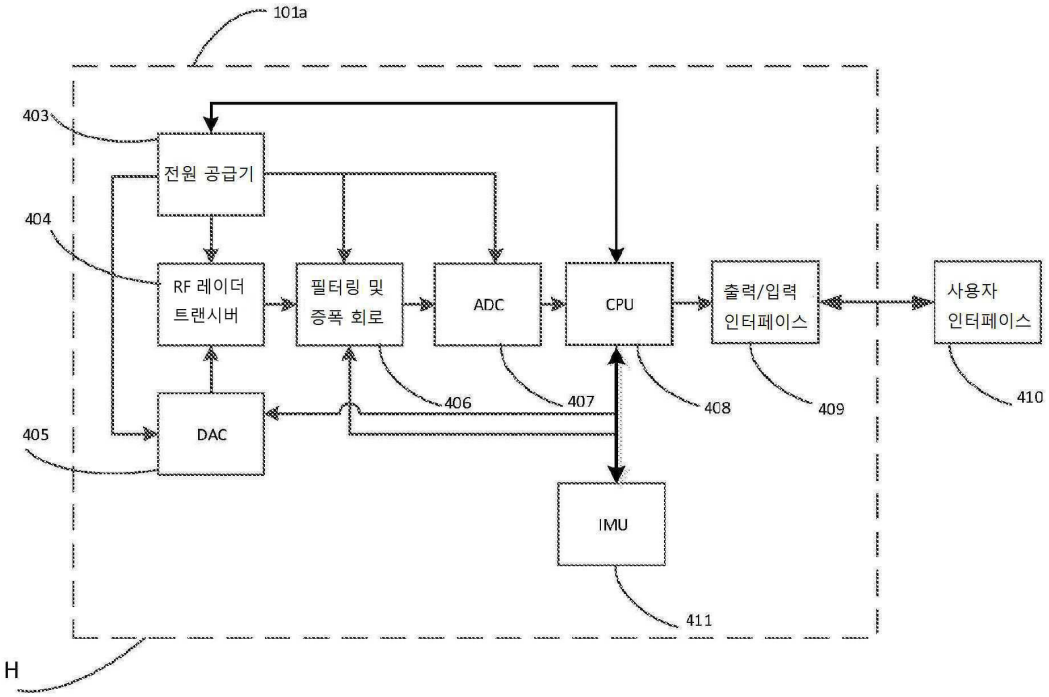
도면3a



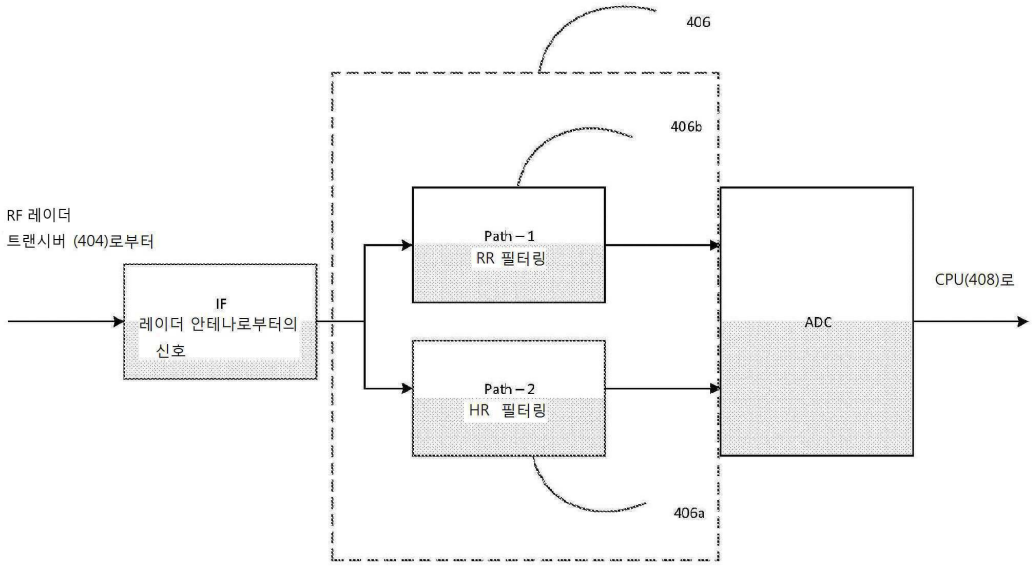
도면3b



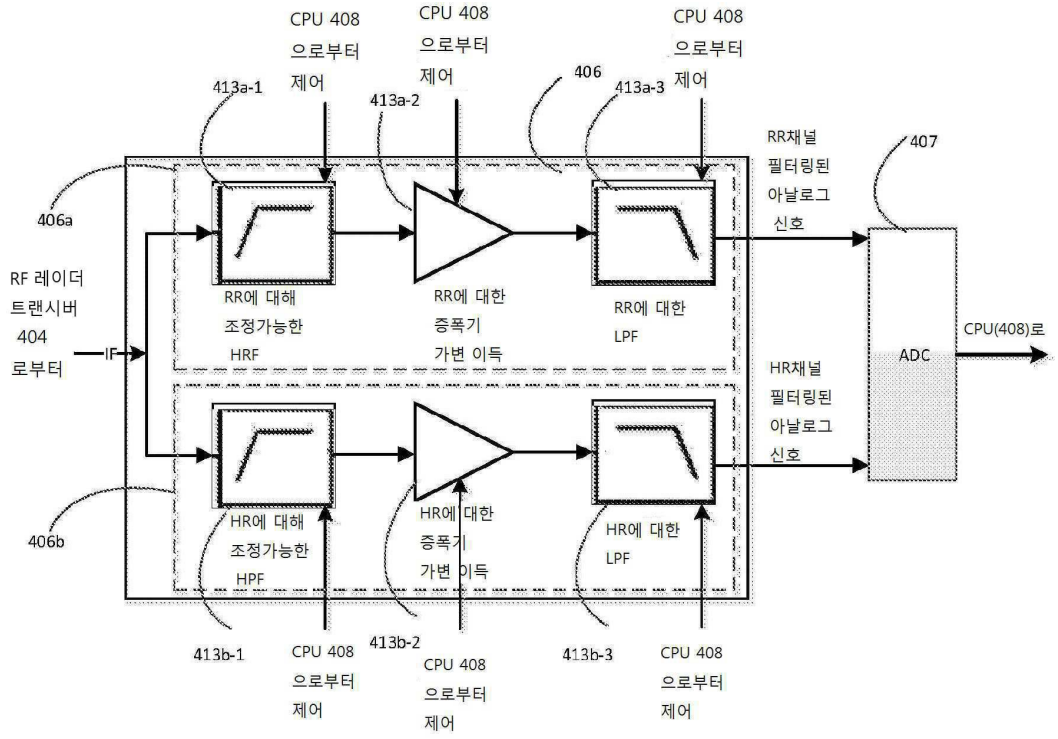
도면4a



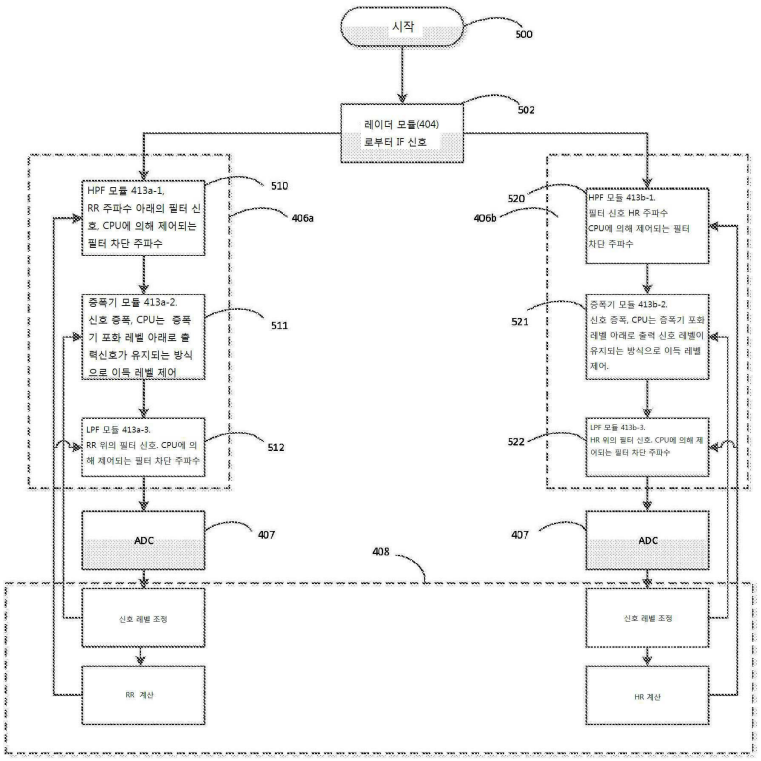
도면4b



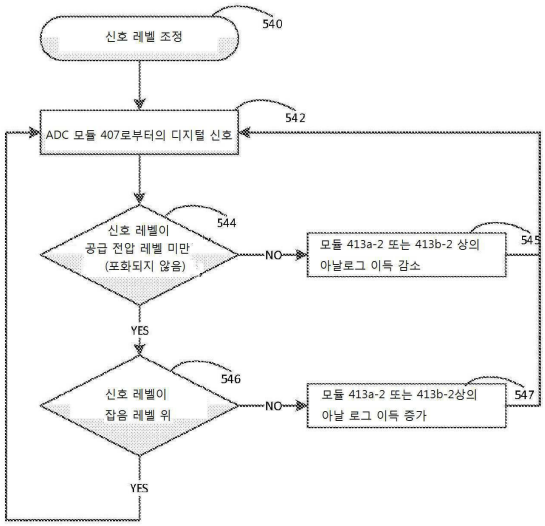
도면4c


CPU 408
으로부터
제어
413a-1
413a-2
406
413a-3
RR채널
필터링된
아날로그
신호
407
406a
RF 레이더
트랜시버
404
로부터
IF
RR에 대해
조정가능한
HRF
RR에 대한
증폭기
가변 이득
RR에 대한
LPF
ADC
CPU(408)로
HR채널
필터링된
아날로그
신호
406b
HR에 대해
조정가능한
HPF
HR에 대한
증폭기
가변 이득
HR에 대한
LPF
413b-1
413b-2
413b-3

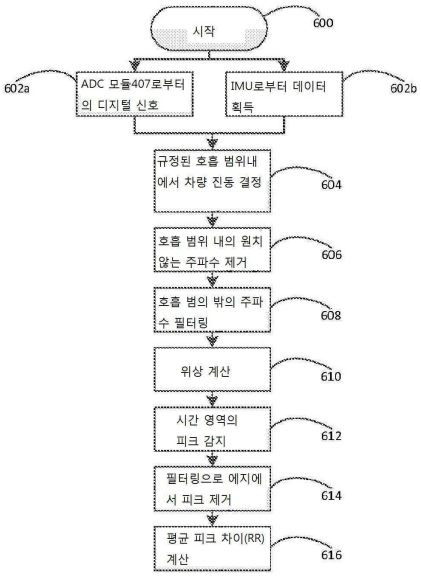
도면5a


시작
500
레이더 모듈(404)
로부터 IF 신호
502
HPF 모듈 413a-1,
RR 주파수 아래의 필터 신호, CPU에 의해 제어되는 필터 차단 주파수
510
406a
증폭기 모듈 413a-2.
신호 증폭, CPU는 증폭기 포화 레벨 아래로 출력신호가 유지되는 방식으로 이득 레벨 제어.
511
LPF 모듈 413a-3.
RR 위의 필터 신호, CPU에 의해 제어되는 필터 차단 주파수
512
ADC
407
408
신호 레벨 조정
RR 계산
520
406b
HPF 모듈 413b-1,
필터 신호 HR 주파수
CPU에 의해 제어되는 필터
차단 주파수
521
증폭기 모듈 413b-2.
신호 증폭, CPU는 증폭기 포화 레벨 아래로 출력 신호 레벨이 유지되는 방식으로 이득 레벨 제어.
522
LPF 모듈 413b-3.
HR 위의 필터 신호, CPU에 의해 제어되는 필터 차단 주파수
ADC
407
신호 레벨 조정
HR 계산

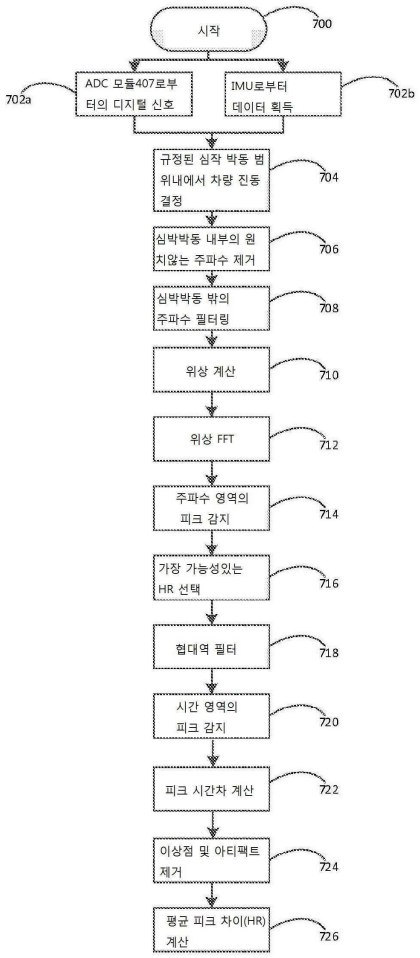
도면5b


신호 레벨 조정
540
ADC 모듈 407로부터의 디지털 신호
542
신호 레벨이 공급 전압 레벨 미만 (포화되지 않음)
544
NO
모듈 413a-2 또는 413b-2 상의 아날로그 이득 감소
545
YES
신호 레벨이 잡음 레벨 위
546
NO
모듈 413a-2 또는 413b-2상의 아날 로그 이득 증가
547
YES

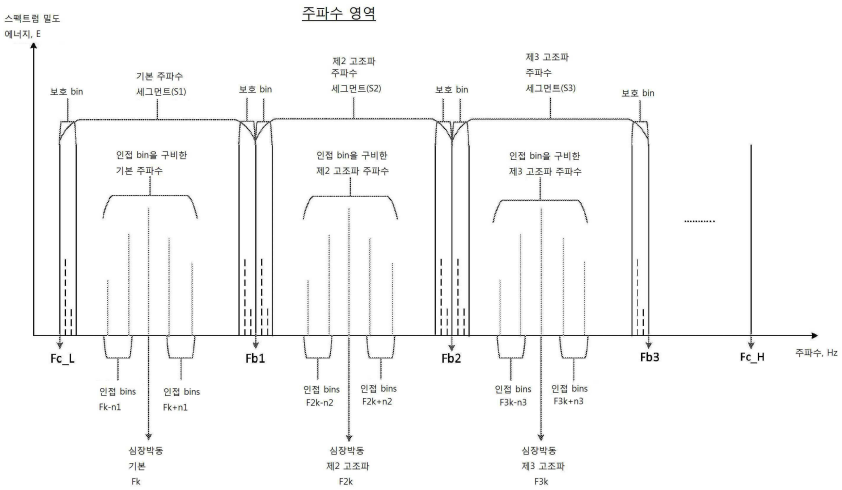
도면6


시작
600
ADC 모듈407로부터의 디지털 신호
602a
IMU로부터 데이터 획득
602b
규정된 호흡 범위내에서 차량 진동 결정
604
호흡 범위 내의 원치 않는 주파수 제거
606
호흡 범의 밖의 주파수 필터링
608
위상 계산
610
시간 영역의 피크 감지
612
필터링으로 에지에서 피크 제거
614
평균 피크 차이(RR) 계산
616

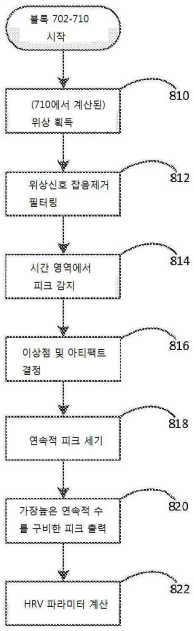
도면7a


시작
700
ADC 모듈407로부터의 디지털 신호
702a
IMU로부터 데이터 획득
702b
규정된 심작 박동 범위내에서 차량 진동 결정
704
심박박동 내부의 원치않는 주파수 제거
706
심박박동 밖의 주파수 필터링
708
위상 계산
710
위상 FFT
712
주파수 영역의 피크 감지
714
가장 가능성있는 HR 선택
716
협대역 필터
718
시간 영역의 피크 감지
720
피크 시간차 계산
722
이상점 및 아티팩트 제거
724
평균 피크 차이(HR) 계산
726

도면7b


주파수 영역
스펙트럼 밀도 에너지, E
보호 bin
기본 주파수 세그먼트(S1)
제2 고조파 주파수 세그먼트(S2)
제3 고조파 주파수 세그먼트(S3)
인접 bin을 구비한 기본 주파수
인접 bin을 구비한 제2 고조파 주파수
인접 bin을 구비한 제3 고조파 주파수
Fc_L
Fb1
Fb2
Fb3
Fc_H
주파수, Hz
인접 bins Fk-n1
인접 bins Fk+n1
인접 bins F2k-n2
인접 bins F2k+n2
인접 bins F3k-n3
인접 bins F3k+n3
심장박동 기본 Fk
심장박동 제2 고조파 F2k
심장박동 제3 고조파 F3k

도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 4

【변경전】

제2항에 있어서,

상기 반사된 신호는 아날로그 형태로 획득되고, 디지털 형태로 변환되며, 상기 수정된 신호는 수정된 디지털 신호를 포함하는, 방법.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 반사된 신호는 아날로그 형태로 획득되고, 디지털 형태로 변환되며, 상기 수정된 신호는 수정된 디지털 신호를 포함하는, 방법.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 14

【변경전】

차량의 탑승자의 수를 결정하는 방법으로서,

신호를 상기 차량 객실에 전송하고, 하나 이상의 탑승자로부터 반사된 레이더 신호를 수신하는 단계;

적어도 하나의 센서로부터 차량 이동 데이터 및 차량 가속 데이터를 포함하는 진동 데이터를 획득하는 단계;

수정된 신호를 생성하기 위해, 상기 획득한 진동 데이터를 기반으로, 적어도 하나의 필터를 조정함으로써, 상기 수신한 반사된 레이더 신호를 필터링하는 단계;

상기 수정된 신호를 분석하여 상기 차량 객실 내의 하나 이상의 탑승자와 연관된 생체 신호를 결정하는 단계; 및

감지된 생체 신호의 수를 기반으로, 상기 차량 객실 내의 탑승자의 수를 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

【변경후】

차량의 탑승자의 수를 결정하는 방법으로서,

신호를 상기 차량의 객실에 전송하고, 하나 이상의 탑승자로부터 반사된 레이더 신호를 수신하는 단계;

적어도 하나의 센서로부터 차량 이동 데이터 및 차량 가속 데이터를 포함하는 진동 데이터를 획득하는 단계;

수정된 신호를 생성하기 위해, 상기 획득한 진동 데이터를 기반으로, 적어도 하나의 필터를 조정함으로써, 상기 수신한 반사된 레이더 신호를 필터링하는 단계;

상기 수정된 신호를 분석하여 상기 차량의 객실 내의 하나 이상의 탑승자와 연관된 생체 신호를 결정하는 단계; 및

감지된 생체 신호의 수를 기반으로, 상기 차량의 객실 내의 탑승자의 수를 결정하는 단계를 포함하는, 방법.