



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년08월18일
 (11) 등록번호 10-1649445
 (24) 등록일자 2016년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/04 (2006.01) **A61B 5/00** (2006.01)
 (52) CPC특허분류
A61B 5/04012 (2013.01)
A61B 5/04017 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0036957
 (22) 출원일자 2015년03월17일
 심사청구일자 2015년03월17일
 (56) 선행기술조사문헌
 최민호 외 3명 “모션 센서와 적응 필터를 이용한 비접촉식 심전도 센서에서의 움직임으로 인한 잡음 제거”, 2014년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2014.7 pp.1390~1391(2014.07.)*
 최민호 외 2명 “Motion Noise Reduction Method for a Noncontact Electrocardiogram Sensor in a Chair”, Biomedical Engineering and Sciences (IECBES), 2014 IEEE Conference on, pp.938-941(2014.10.10.)*
 JP09168521 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
포항공과대학교 산학협력단
 경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)
 (72) 발명자
김상우
 경상북도 포항시 남구 지곡로 155, 7동 1003호 (지곡동, 교수아파트)
최민호
 경기도 오산시 성호대로 90 (원동)
정재진
 대구광역시 달성군 다사읍 달구벌대로 812, 203동 604호 (강창하이즈아파트)
 (74) 대리인
특허법인이룸리온, 특허법인리온

전체 청구항 수 : 총 11 항

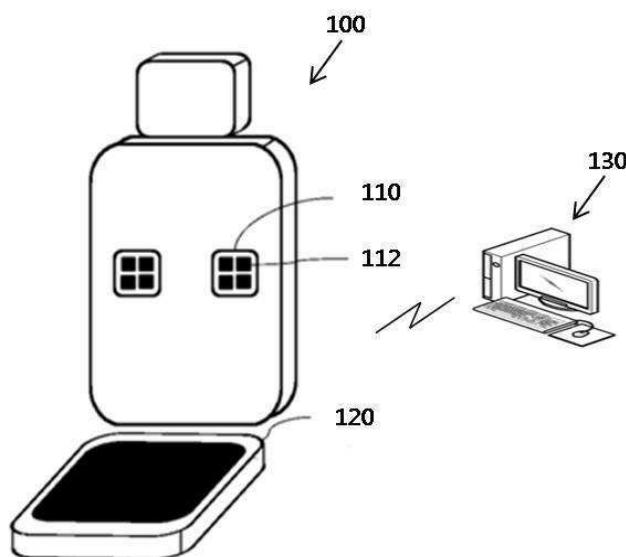
심사관 : 유창용

(54) 발명의 명칭 **비접촉식 심전도 측정 시스템 및 이를 이용한 심전도 측정 방법**

(57) 요약

비접촉 심전도 측정 시스템에 있어서, 각각 복수개의 센서를 포함하는 두 개 이상의 센서부; 및 상기 센서부에서 측정된 신호를 처리하는 신호 처리부;를 포함하되, 상기 센서부의 복수개의 센서에서 각각 측정된 복수개의 신호에 대하여 노이즈가 가장 작은 하나의 신호를 선택하고, 상기 선택된 신호에서 노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 비접촉 심전도 측정 시스템이 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/0456 (2013.01)

A61B 5/6891 (2013.01)

A61B 5/7203 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 ITAH0201140110010001000100100

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 IT명품인재양성사업

연구과제명 포스텍 미래 IT 융합연구원

기 여 율 1/1

주관기관 포항공과대학교 산학협력단

연구기간 2014.01.01 ~ 2015.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

비접촉 심전도 측정 시스템에 있어서,

각각 복수개의 센서를 포함하는 두 개 이상의 센서부; 및

상기 센서부에서 측정된 신호를 처리하는 신호 처리부;

를 포함하되,

상기 센서부의 복수개의 센서에서 각각 측정된 복수개의 신호에 대하여 노이즈가 가장 작은 하나의 신호를 선택하고,

상기 선택된 신호에서 노이즈를 제거하되,

상기 선택된 신호에서 노이즈 제거는 적응 필터의 알고리즘 NLMS 및 LAD를 교차적으로 적용하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 비접촉 심전도 측정 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 신호의 신뢰성을 평가하는 것을 특징으로 하는 비접촉 심전도 측정 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 센서부의 상기 복수개의 센서에서 상기 각각 측정된 복수개의 신호 중에서 노이즈가 가장 작은 하나의 신호 선택은 심전도 신호의 R 값의 개수 및 세기를 이용하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 비접촉 심전도 측정 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 선택된 신호에서 노이즈 제거는 상기 두 센서부의 측정 신호의 차이인 차동 신호를 이용하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 비접촉 심전도 측정 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 신호의 신뢰성 평가는

상기 측정된 신호에서 R파의 위치가 모두 일치하는 채널의 개수를 기 설정된 기준 개수와 비교하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 비접촉 심전도 측정 시스템.

청구항 7

비접촉 심전도 신호 측정 방법에 있어서,

복수개의 센서로부터 신호를 측정하는 단계;

복수개의 측정된 신호 중 노이즈가 가장 작은 하나의 신호를 선택하는 단계;

상기 선택된 신호에서 노이즈를 제거하는 단계; 및

상기 신호의 신뢰성을 평가하는 단계

를 포함하되,

상기 노이즈 제거를 위한 적응 필터로서 NLMS 및 LAD를 교차적으로 적용하는 알고리즘을 이용하는 것을 특징으로 하는 심전도 신호 측정 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 하나의 신호를 선택하는 단계는

상기 측정된 신호 중에서 R파의 개수, 평균 R파의 간격, 상기 R파의 우세 정도를 계산하여, 가장 노이즈가 적다고 판단되는 하나의 심전도 신호를 선택하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 심전도 신호 측정 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 선택된 심전도 신호는

상기 하나의 심전도 신호를 구성하는 센서에서 측정된 상기 심전도 신호의 R 값의 개수 및 세기를 이용하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 심전도 신호 측정 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 신호의 신뢰성을 평가하는 단계는

상기 측정된 신호에서 R파의 위치가 모두 일치하는 채널의 개수를 기 설정된 기준 개수와 비교하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 심전도 신호 측정 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 신뢰할 수 있다고 판단된 상기 심전도 신호를 기반으로 다수개의 매개 변수를 갱신하는 것을 특징으로 하는 심전도 신호 측정 방법.

청구항 13

비접촉 심전도 측정 시스템이 구비된 심전도 측정 의자에 있어서,

사용자의 심전도를 비접촉식으로 측정하는 형태로서, 상기 사용자의 심전도를 측정하도록 등받이에 구비된 센서부; 및

상기 센서부에서 측정된 노이즈를 제거하는 전도성 직물부

를 포함하되,

상기 센서부의 복수개의 센서에서 각각 측정된 복수개의 신호에 대하여 노이즈가 가장 작은 하나의 신호를 선택하고,

상기 선택된 신호에서 노이즈를 제거한 신호를 분석하여 상기 분석 정보를 제공하되,

상기 센서부에서 측정된 노이즈 제거는 적응 필터의 알고리즘 NLMS 및 LAD를 교차적으로 적용하여 이루어지는

것을 특징으로 하는 비접촉 심전도 측정 의자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비접촉식 심전도 측정 시스템 및 신호 측정 방법에 관한 것으로, 특히 비접촉식 심전도 센서를 이용하여 심전도를 측정하고 그에 따른 노이즈를 제거하는 비접촉식 심전도 측정 시스템 및 신호 측정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 심전도는 심장 활동에 의해 발생하는 전압 신호이다. 이러한, 심전도 신호의 파형을 분석하면, 심장의 이상 유무를 알 수 있으며 심전도 신호의 R파 간격을 통하여 환자의 심박동을 계산할 수 있다. 또한, 심박동은 자율 신경계에 의해 조절되는 것이라 피로나 흥분 등의 다양한 상태를 진단하는 것이 가능하다.

[0003] 그런데, 종래의 심전도 검사는 환자가 병원에 내방하여 진행되는 것이어서, 환자가 검사를 진행할 당시 이상이 있는 경우에만 정확한 결과를 판단할 수 있었다.

[0004] 그러나, 심장의 이상 발생은 언제 발생할지 예측할 수 없으므로, 병원에 내방하여 실시하는 검사는 문제가 발생할 때의 원인에 대하여 정확한 결과를 기대하기는 어렵다는 문제점이 있다.

[0005] 그에 따라, 심전도 측정이 병원뿐 아니라 환자가 용이하게 찾을 수 있는 장소에서 용이하게 이루어져야 할 필요가 대두되고 있다.

[0006] 그리고, 종래의 심전도 측정 방법은 은/염화은 등으로 이루어진 금속 전극을 환자의 몸에 직접 부착하여 측정하는 방법이므로, 번거로울 뿐 아니라 환자에게 불쾌감을 야기할 수 있다.

[0007] 최근, 기술의 발전으로 인해 환자의 몸에 직접적인 전극의 부착없이 비 접촉식으로 심전도 신호를 측정하는 것이 가능해졌다.

[0008] 이와 같이, 비접촉식으로 심전도 신호 측정이 가능하게 됨으로써, 의자, 좌석 등에서도 심전도 측정이 가능하게 되어서, 심전도 신호 측정이 용이하게 되었다.

[0009] 하지만, 이러한 비접촉식 심전도 측정 시스템은 센서를 환자의 몸에 직접 부착하지 않기 때문에 접촉식 심전도 측정 방법에 비하여 신호의 감도가 떨어진다. 무엇보다 비접촉식 심전도 센서를 이용하여 심전도 신호를 측정할 때는 움직임 때 생기는 노이즈와 심전도 신호의 주파수 대역이 겹치고 신호의 특성이 불규칙하기 때문에 대역 통과 필터와 같은 일반적인 신호 처리 기법으로는 효과적으로 노이즈를 제거할 수 없다.

[0010] 따라서, 움직임 때 생기는 심전도 신호의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있는 비접촉식 심전도 측정 방법이 요구된다.

[0011] 한편, 노이즈가 효과적으로 제거되지 않은 결과물을 통해 심전도 측정이 이루어지는 경우 환자의 상태에 대한 정확한 평가가 이루어지지 않기 때문에, 신뢰할 수 있는 심전도 측정 결과만을 선별하는 것이 중요하게 된다.

[0012] 그에 따라, 심전도 신호의 신뢰도를 평가하기 위한 평가 방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 움직임 때 생기는 심전도 신호 노이즈를 효과적으로 제거하는 비접촉식 심전도 측정 시스템을 제공하고자 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 심전도 신호에 대한 신뢰성을 평가할 수 있는 비접촉식 심전도 측정 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 비접촉 심전도 측정 시스템에 있어서, 각각 복수개의 센서를 포함하는 두 개 이상의 센서부; 및 상기 센서부에서 측정된 신호를 처리하는 신호 처리부;를 포함하되, 상기 센서부의 복수개의 센서에서 각각 측정된 복수개의 신호에 대하여 노이즈가 가장 작은 하나의 신호를 선택하고, 상기 선택된 신호에서 노이즈를 제거하는 것을 특징으로 하는 비접촉 심전도 측정 시스템이 제공된다.
- [0016] 상기 신호의 신뢰성을 평가하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 상기 센서부의 상기 복수개의 센서에서 상기 각각 측정된 복수개의 신호 중에서 노이즈가 가장 작은 하나의 신호 선택은 심전도 신호의 R 값의 개수 및 세기를 이용하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 상기 선택된 신호에서 노이즈 제거는 상기 두 센서부의 측정 신호의 차이인 차동 신호를 이용하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 상기 선택된 신호에서 노이즈 제거는 적응 필터의 알고리즘 NLMS 및 LAD 중 하나의 선택을 통해 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0020] 상기 신호의 신뢰성 평가는 상기 측정된 신호에서 R파의 위치가 모두 일치하는 채널의 개수를 기 설정된 기준 개수와 비교하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 비접촉 심전도 신호 측정 방법에 있어서, 복수개의 센서로부터 신호를 측정하는 단계; 복수개의 측정된 신호 중 노이즈가 가장 작은 하나의 신호를 선택하는 단계; 상기 선택된 신호에서 노이즈를 제거하는 단계; 및 상기 신호의 신뢰성을 평가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 심전도 신호 측정 방법이 제공된다.
- [0022] 상기 하나의 신호를 선택하는 단계는 상기 측정된 신호 중에서 R파의 개수, 평균 R파의 간격, 상기 R파의 우세 정도를 계산하여, 가장 노이즈가 적다고 판단되는 하나의 심전도 신호를 선택하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0023] 상기 선택된 심전도 신호는 상기 하나의 심전도 신호를 구성하는 센서에서 측정된 상기 심전도 신호의 R 값의 개수 및 세기를 이용하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0024] 상기 노이즈 제거를 위한 적응 필터로서 NLMS 및 LAD를 교차적으로 적용하는 알고리즘을 이용하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0025] 상기 신호의 신뢰성을 평가하는 단계는 상기 측정된 신호에서 R파의 위치가 모두 일치하는 채널의 개수를 기 설정된 기준 개수와 비교하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0026] 상기 신뢰할 수 있다고 판단된 상기 심전도 신호를 기반으로 다수개의 매개 변수를 갱신하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0027] 비접촉 심전도 측정 시스템이 구비된 심전도 측정 의자에 있어서, 사용자의 심전도를 비접촉식으로 측정하는 형태로서, 상기 사용자의 심전도를 측정하도록 등받이에 구비된 센서부; 및 상기 센서부에서 측정된 공통 성분 잡음을 제거하는 전도성 직물부를 포함하되, 상기 센서부의 복수개의 센서에서 각각 측정된 복수개의 신호에 대하여 노이즈가 가장 작은 하나의 신호를 선택하고, 상기 선택된 신호에서 노이즈를 제거한 신호를 분석하여 상기 분석 정보를 제공하는 것을 특징으로 하는 비접촉 심전도 측정 의자가 제공된다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명의 비접촉식 심전도 측정 시스템은 심전도 신호에 포함된 노이즈를 효과적으로 제거하여 더욱 정확한 심전도 신호를 획득할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 비접촉식 심전도 측정 시스템은 노이즈가 제거된 심전도 신호의 신뢰성을 평가하여 신뢰성이 높다고 판단되는 경우에만 심전도 신호를 분석함으로써, 보다 신뢰성이 향상된 심전도 분석 정보를 얻을 수 있다.
- [0030] 또한, 계속적으로 심전도 신호의 신뢰성을 평가함에 따라 피드백 회로를 통해 필터의 매개 변수를 적응적으로 갱신하여 움직임에 의해 생성되는 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 비접촉식 심전도 시스템을 개략적으로 보여준다.
- 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 센서부의 세부 구성을 나타낸다.
- 도 3은 신호 처리부의 구성을 보여주는 블록도이다.
- 도 4는 신호 처리부의 신호 처리 방법을 개략적으로 보여준다.
- 도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 적응 필터에 의한 노이즈 제거 방법을 보여주는 개념도이다.
- 도 6은 본 발명의 한 실시예에 따른 노이즈의 제거 전 후를 나타낸 심전도 신호의 파형을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 발명의 비접촉식 심전도 측정 시스템은 센서부, 전도성 직물부 및 신호 처리부로 구성되어 비접촉 방식으로 사용자의 심전도 신호를 측정하게 된다.
- [0033] 비접촉식 심전도 측정 시스템은 복수개의 센서로 이루어진 센서부로부터 심전도 신호를 측정한다. 그리고, 센서부로부터 측정된 신호에 대하여, 노이즈가 가장 적게 포함된 심전도 신호를 선별하고 노이즈를 제거하여 해당 심전도 신호의 신뢰성을 평가한다.
- [0034] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.
- [0035] 이하에서는 도 1 내지 도 2를 참조하여, 본 발명에 따른 비접촉식 심전도 측정 시스템을 보다 상세히 설명하도록 한다. 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 비접촉식 심전도 시스템을 개략적으로 보여준다.
- [0036] 도 1에 도시된 바와 같이, 비접촉식 심전도 측정 시스템(100)은 센서부(110), 전도성 직물부(120), 및 신호 처리부(130)를 포함하도록 구성된다.
- [0037] 센서부(110), 전도성 직물부(120) 및 신호 처리부(130)는 유선 또는 무선으로 서로 연결될 수 있다.
- [0038] 본 실시예에서, 본 발명의 비접촉식 심전도 측정 시스템(100)은 사용자가 앉을 수 있는 의자에 배치된다. 본 발명의 비접촉식 심전도 측정 시스템(100)은 비접촉 방식으로 사용자의 심전도를 측정할수 있는 것이면 의자에 제한되지는 않으나 편의상 의자를 기준으로 설명하기로 한다.
- [0039] 또한, 본 발명의 비접촉식 심전도 측정 시스템(100)은 자동차 좌석에 배치될 수도 있다. 이 경우 운전자의 심전도 신호를 측정하여 운전자의 졸음 운전 등 이상 상황을 확인하여 운전자에게 경고하도록 이용될 수 있다.
- [0040] 먼저, 센서부(110)는 적어도 한 쌍 이상 구비되는데, 본 실시예와 같이 센서부가 한 쌍으로 구비되는 경우, 등받이 기준으로 좌측 및 우측으로 양측에 배치한다.
- [0041] 그리고, 전도성 직물부(120)는 사용자가 앉는 의자의 방석 부분에 위치하며, 신호의 노이즈 제거를 위한 회로의 전극의 역할을 한다. 노이즈 제거 회로는 좌측 및 우측의 센서부(110)에서 측정되는 심전도 신호의 공통 성분을 반전 증폭하고 그 신호를 전도성 직물부(120)를 통해 사용자의 몸에 유도하여 양측의 센서부(110)에서 측정되는 신호의 공통 성분의 노이즈를 1차적으로 제거한다.
- [0042] 신호 처리부(130)는 센서부(110) 및 전도성 직물부(120)와 유선 또는 무선으로 연결되며, 센서부(110)로부터 측정된 심전도 신호에 대해 처리한다.
- [0043] 본 발명의 신호 처리부(130)는 측정된 신호를 처리할 수 있는 것이면 특별히 제한되지 않으나, 편의상 컴퓨터를 기준으로 설명한다.
- [0044] 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 센서부의 세부 구성을 나타낸다.
- [0045] 한 쌍의 센서부(110)는 심전도 신호를 측정하는 장치로서, 각 센서부에는 적어도 2개 이상의 센서(112)들을 포함한다. 이때, 센서(112)는 비접촉식 센서로서, 사용자의 몸에 부착하지 않아도 심전도 신호를 측정할 수 있는 센서이다.
- [0046] 본 실시예에서, 센서부(110)에 복수개의 센서(112)를 사용하여, 사용자의 심전도 신호를 다채널로 취득하여, 심

전도 신호의 신뢰성을 달성하게 한다.

- [0047] 이하, 도 3을 참조하여 신호 처리부의 구성을 상세히 살펴본다.
- [0048] 도 3은 신호 처리부의 구성을 보여주는 블록도이다.
- [0049] 도 3에 도시된 바와 같이, 신호 처리부(130)의 구성은 센서 신호 검사 모듈(131), 다채널 심전도 구성 모듈(132), 심전도 신호 선택 모듈(133), 노이즈 제거 모듈(134) 및 신뢰성 검사 모듈(135)을 포함할 수 있다.
- [0050] 먼저, 센서 신호 검사 모듈(131)은 센서부(110)로부터 측정된 심전도 신호를 검사한다.
- [0051] 구체적으로, 심전도 측정 시스템(100)의 센서부(110)에서 측정되는 심전도 신호를 검사하여 심전도 센서 신호 중에서 불필요한 신호를 제거한다. 여기서, 불필요한 센서 신호는 센서(112)로부터 사용자의 신체가 심전도 신호 측정 범위 이상으로 멀어지거나 장애물 등의 영향으로 심전도 신호가 정상적으로 측정되지 않을 경우에 발생하는 노이즈를 의미한다.
- [0052] 이와 같이 불필요하게 측정된 신호를 제거하기 위해 각 센서들의 신호 포화 여부 및 5Hz 이상 신호 성분의 분산이 정상 범위에 있는지를 확인한다. 본 실시예에서는 5Hz 이상을 기준 Hz로 이용하였으나 사람의 심박수의 중심으로 이러한 기준 Hz는 달리 적용될 수 있음은 당연하다.
- [0053] 신호의 포화 여부를 확인하기 위하여 센서에서 측정된 신호의 절대 값이 포화 전압을 초과하는지 검사하고, 포화 전압은 센서의 최대 출력 전압에 가까운 값으로 설정한다.
- [0054] 신호의 분산이 정상 범위에 있는지를 판단하기 위해 센서 신호를 고주파 통과 필터에 적용하여 5Hz 이상의 성분만 걸러내어 분산을 계산하고, 기준 분산(var_th)과 비교하여 기 설정된 기준 분산보다 높은지 확인한다.
- [0055] 여기서, 기준 분산(var_th)은 직전에 측정된 해당 심전도 신호를 구성하는 두 센서부 신호의 5Hz 이상 신호 성분에 대한 분산을 계산한 후, 둘 중 큰 값의 5배로 설정된 값이다. 그리고 이 기준 분산은 다음 측정된 신호를 위해 적응적 갱신되어 사용될 수 있다.
- [0056] 따라서, 센서(112)에서 측정된 신호의 크기가 포화 전압을 초과하거나 고주파 성분의 분산이 기준 분산(var_th) 이상일 경우, 불필요한 센서 신호로 간주하여 해당 신호를 노이즈로 제거한다.
- [0057] 그에 따라, 불필요한 센서 신호로 간주된 신호가 측정된 센서는 이후의 신호 처리 과정에서 제외된다.
- [0058] 그리고, 다채널 심전도 구성 모듈(132)은 측정된 신호를 기반으로 다채널의 심전도 신호를 구성한다.
- [0059] 본 실시예에서, 사용자의 심전도는 좌측의 센서부(110) 내 복수개의 센서 중 하나의 센서에서 감지된 신호 및 우측의 센서부 내 복수개의 센서 중 하나의 센서에서 감지된 신호의 차이로서 구성될 수 있다.
- [0060] 즉, 센서 신호 검사 모듈(131)을 통해 좌측 및 우측 센서부(110)의 복수개의 센서(112) 중에서 불필요한 센서의 신호를 제외한 후 남은 센서들의 신호들의 개수가 각각 n_l (좌측 센서부 신호 개수) 및 n_r (우측 센서부 신호 개수)이라고 할 때, 좌측 및 우측 센서부의 센서 신호를 하나씩 선택하고 조합하여 총 $n_l \times n_r$ 개의 심전도 채널을 구성한다.
- [0061] 그리고, 구성된 심전도 채널 신호를 대역 통과 필터에 통과시켜 심전도 주파수 대역 외의 노이즈를 제거한다.
- [0062] 심전도 신호 선택 모듈(133)은 다수개의 채널 중 한 채널의 심전도 신호를 선택한다.
- [0063] 즉, 다채널 심전도 구성 모듈(132)에서 측정된 다채널의 심전도 신호 중에서 노이즈가 가장 적은 하나의 심전도 신호를 선택한다.
- [0064] 이하 노이즈가 적은 심전도 신호 선택 방법을 설명한다.
- [0065] 본 발명에서 심전도 신호 선택은 매개 변수 QI_A 또는 QI_B 를 통해 이루어진다.
- [0066] 먼저, 매개 변수 QI_A 를 심전도 신호의 R파의 개수 및 간격으로 산출한다.
- [0067] 각 채널 심전도 신호의 R파를 검출한 후 해당 신호 구간에서 R파의 개수(num_R) 및 평균 R파의 간격(RR_interval)을 계산한다.
- [0068] 그리고, 기 설정된 노이즈가 적었을 때 심전도 신호가 가지는 특징과 현재 측정된 심전도 신호가 가지는 특징이 유사한지를 비교하여 양호한 심전도 신호의 R파의 개수(good_num_R) 및 평균 R파의 간격(good_RR_interval)을

구할 수 있다.

- [0069] 이때, good_num_R 및 good_RR_interval의 차의 절대 값을 계산한다. 계산된 절대 값이 good_num_R과 good_RR_interval의 기준 배수인 0.2배 보다 작으면 노이즈가 적게 포함되어 있다고 판단하고, 이를 나타내기 위한 매개변수 QI_A는 2로 설정한다.
- [0070] 또는, 위의 조건을 만족하지 않고 RR_interval과 good_RR_interval의 차의 절대 값이 0.2배 보다 작으면 QI_A를 1로 설정하고, 0.2배보다 크면 QI_A를 0으로 설정한다. 본 발명에서 기준 배수로 0.2, 매개변수 QI_A 값으로 2, 1 또는 0을 설정하였으나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0071] 다음으로, 매개변수 QI_B를 R 값의 우세 정보로 산출한다. 여기서, QI_B는 QI_B_1과 QI_B_2의 곱으로 계산된다.
- [0072] 구체적으로, 심전도 신호에서 검출된 R파를 기준으로 앞뒤로 50ms와 200ms의 설정 간격인 윈도우 win_in과 win_out을 지정하면, QI_B_1은 두 윈도우 내 신호의 최대 값과 최소 값 차이의 비인
$$QI_B_1 = \frac{\max(\text{win_in}) - \min(\text{win_in})}{\max(\text{win_out}) - \min(\text{win_out})}$$
와 같이 계산된다.
- [0073] QI_B_2는 두 윈도우 신호의 표준 편차의 비를 나타내는 것으로, win_in 내 신호의 표준 편차를 σ_{in} 으로, win_out 내 신호의 표준 편차를 σ_{out} 이라 하면,
$$QI_B_2 = \frac{\sigma_{in}}{2 \times \sigma_{out}}$$
와 같이 계산된다.
- [0074] 각 채널마다 하나의 값으로 계산되는 QI_A와 달리, QI_B는 각 채널마다 검출된 R파의 개수만큼 값이 존재하게 되며, 최종적으로 각 채널의 노이즈로 인한 영향 정도를 나타내는 변수인 QI는
$$QI = QI_A + \frac{\text{mean}(QI_B) + \min(QI_B)}{2}$$
로 계산된다.
- [0075] 이와 같이, QI가 계산되면, QI 값이 가장 높은 채널의 심전도 신호를 선택함으로써 노이즈의 영향을 가장 적게 받은 심전도 신호를 선택하게 된다.
- [0076] 이때, 심전도 신호는 좌측 및 우측의 센서부(110)에서 측정된 신호를 각각 하나씩 선택하여 그 두 신호의 차로써 구성된다.
- [0077] 다음으로, 노이즈 제거 모듈(134)은 심전도 신호에 포함된 노이즈를 제거한다.
- [0078] 도 5를 참조하여 설명하면, 선택된 심전도 신호 d에는 심전도 신호 s에 노이즈 신호 n이 포함되어 있는데, 노이즈 신호 n만을 선택적으로 제거해야 한다.
- [0079] 이를 위해, 본 발명에서는 기준 신호 n'와 적응 필터를 사용하여 신호 d에서 노이즈 신호 n만을 최대한 제거하여 신호 s에 근사하는 신호 e를 얻는다.
- [0080] 이때, 기준 신호 n'는 신호 s와는 상관관계가 없고, 노이즈 신호 n과는 상관 관계가 높은 신호여야 한다.
- [0081] 기준 신호 n'는 좌측 심전도 신호와 우측 심전도 신호 차이를 이용하여 차동 센서 신호로부터 산출된다.
- [0082] 차동 센서 신호는 왼쪽 및 오른쪽 센서부에서 각각 하나의 심전도 신호가 선택된다. 그러면 왼쪽 및 오른쪽 센서부 각각에 대하여 심전도를 구성하는 센서와 인접한 센서 신호 사이의 차로 차동 센서 신호가 구해진다.
- [0083] 예를 들면, 양쪽의 센서부에서 각각 하나의 심전도 신호가 선택되면, 선택된 심전도 신호를 구성하는 센서 신호가 센서 (112-1)과 (112-5)를 통해 측정되었다고 하면, 차동 센서 신호는 왼쪽 센서부에 대해서는 센서 (112-1)과 센서 (112-2), (112-3), (112-4)와의 차이 및 오른쪽 전극부에 대해서는 센서 (112-5)와 센서 (112-6), (112-7), (112-8)에서 측정된 신호의 차이로 구할 수 있다.
- [0084] 이러한 센서들 값의 신호 차이는 노이즈와 상관관계(Correlation)를 갖게 된다.
- [0085] 이러한 방법으로 좌측 및 우측 센서부의 차동 센서 신호를 구한 후, 좌측 및 우측 센서부의 차동 센서 신호에 대하여 심전도 신호와의 상관 계수를 계산한다. 그리고, 좌측 및 우측 센서부의 각각 상관 계수가 가장 높은 차동 센서 신호 하나씩에 대한 총 두 개의 차동 센서 신호를 선택한다.
- [0086] 이때, 적응 필터의 탭 길이가 2M이라고 할 때, M개 샘플은 좌측 센서부에서 선택된 차동 센서 신호에서, 나머지 M개의 샘플은 우측 센서부에서 선택된 차동 센서 신호에서 취하여 2M개의 샘플을 갖는 기준 신호 n'를 구성한다. 그에 따라 기준 신호 n'는 노이즈 신호 n과는 상관 관계가 높은 신호가 된다.

[0087] 다음으로 기준 신호 n' 를 이용한 적응 필터로 심전도 신호 d 에서 노이즈 신호 n 만을 선택적으로 제거하게 된다.

[0088] 이와 같이, 본 발명에서 노이즈 제거를 위한 필터는 센서부에서 측정된 신호들을 이용하여 노이즈 신호와 상관관계가 높은 기준 신호를 산출하고, 이러한 기준 신호를 이용하여 적응적으로 노이즈를 필터링한다.

[0089] 본 발명에서 적응 필터의 알고리즘은 NLMS(Normalized least mean square)와 LAD(least absolute difference)를 교차적으로 사용한다.

[0090] 비접촉식으로 심전도 신호를 측정할 때 사용자의 큰 움직임 등으로 인하여 신호 e 의 크기가 비정상적으로 커지는 구간이 발생할 수 있으며, 이러한 상황에서는 NLMS를 이용한 필터 성능이 저하되기 때문이다.

[0091] 본 발명에서 NLMS(Normalized least mean square)와 LAD(least absolute difference)의 교차 지점은 기 설정된 매개 변수 e_th 를 이용하여 결정한다. 여기서 매개 변수 e_th 는 노이즈가 제거된 심전도 신호에 절대 값을 취하고 그 중 최고 값에 10배를 취함으로써 사전에 설정된 값이다. 즉, 해당 심전도 신호 e 의 크기가 기 설정된 e_th 보다 크면 LAD를, 그렇지 않은 경우에는 NLMS를 적응 필터의 알고리즘으로 사용한다.

[0092] NLMS 및 LAD 알고리즘은 각각 수학식 1 및 수학식 2와 같다.

[0093] 수학식 1

$$w(t+1) = w(t) + \frac{\mu_1 n'(t)}{((n'(t))^T n'(t) + \epsilon)} e(t) \quad (\eta_1, \epsilon \text{는 상수})$$

[0094]

[0095] 수학식 2

$$w(t+1) = w(t) + \frac{\mu_2 n'(t)}{((n'(t))^T n'(t) + \epsilon)} \text{sign}(e(t)) \quad (\eta_2, \epsilon \text{는 상수})$$

[0096]

[0097] 본 실시예의 심전도 측정 시스템의 신호 처리 방법의 노이즈 제거 효과는 도 6과 같다. 도 6-a는 심전도 신호 선택 모듈(133)에 의해 선택된 심전도 신호의 파형을 나타내며, 도6-b는 단계 노이즈 제거 모듈(134)을 통해 노이즈가 제거된 후의 심전도 파형을 나타낸다.

[0098] 즉, 심전도 측정 시스템의 신호 처리 방법에 의해 불규칙하게 측정된 심전도 신호에서 노이즈가 제거되어 일정한 형태를 가지는 파형을 얻게 된다.

[0099] 이에 따라, 사용자로부터 측정된 심전도 신호에 대한 신뢰성이 향상되고, 신뢰성 높은 심전도 신호를 기반으로 사용자의 상태 등을 용이하게 분석할 수 있다.

[0100] 신뢰성 검사 모듈(135)은 신호의 신뢰성을 검사한다.

[0101] 구체적으로, 노이즈를 제거한 신호의 신뢰성을 검사하고, 신뢰할 수 있다고 판단하면, 신호 처리 과정에서 사용되는 다수개의 매개 변수를 갱신한다.

[0102] 먼저, 다채널 심전도 구성 모듈(132)에서 구성한 다채널의 심전도 신호 중에서 검출된 R파의 위치가 모두 일치하는 채널의 개수가 3개 이상인지 검사한다. 채널의 개수가 3개 이상이면, 측정된 심전도 신호의 신뢰성을 나타내는 매개 변수 `pre_good_flag`를 기 설정된 값 1로 설정한다.

[0103] 하지만, 심전도 신호 선택 모듈(133)에서 선택한 심전도 신호의 R파의 개수가, R파의 위치와 일치하는 3개 채널(기 설정된 개수) 이상의 심전도 신호에서의 R파의 개수와 같지 않거나 또는 `QI_A`가 2보다 작으면 `pre_good_flag`를 기 설정된 값 0으로 설정한다.

[0104] 또한, 노이즈 제거 모듈(134)을 통해 얻은 노이즈가 제거된 심전도 신호의 R파를 검출하고, R파의 개수와 최대, 최소 R파의 간격을 구한다.

[0105] `Pre_good_flag`가 1로 설정되는 경우, 노이즈가 제거된 심전도 신호의 최대, 최소 R파의 간격과 심전도 신호 선택 모듈(133)에서 사용한 `good_RR_interval`과 차의 절대 값이 모두 `good_RR_interval`의 기 설정 배수 0.4배보다 작으면 `good_flag`를 기 설정 값 0에서 1로 변경한다.

[0106] `Pre_good_flag`가 0으로 설정된 경우, 노이즈가 제거된 심전도 신호의 최대, 최소 R파의 간격과

good_rr_interval과 차의 절대 값이 모두 good_rr_interval 의 기 설정 배수 0.3배보다 작고 R파의 개수가 마찬가지로 심전도 신호 선택 모듈(133)에서 사용한 good_num_R의 기 설정 배수 0.1배 보다 작을 경우에 한하여 good_flag의 기본 값을 기 설정 값 0에서 1로 변경한다. 본 실시예에서 기 설정 배수 및 기 설정 값은 다양하게 변경될 수 있으며 본 발명의 보호 범위에 속하는 것은 당연하다.

- [0107] 즉, 노이즈가 제거된 심전도 신호를 검사하여 신호를 신뢰할 수 있다고 판단하면 good_flag가 1로 설정되며, good_flag가 1로 설정된 구간에 한하여 심전도 신호를 사용자의 상태 분석 등에 이용할 수 있다.
- [0108] 또한, 이와 같은 과정을 통해 각각의 매개 변수 good_num_R, good_rr-interval, e_th 및 var_th 값을 갱신한다.
- [0109] 이하, 도 4를 참조하여 심전도 신호 측정 시스템의 심전도 신호의 신호 처리 방법(400)을 보다 자세히 설명하도록 한다.
- [0110] 도 4는 신호 처리부의 신호 처리 방법을 개략적으로 보여준다.
- [0111] 도 4에 도시된 바와 같이, 심전도 신호 시스템의 신호 처리 방법(400)은 먼저, 복수개의 센서로부터 신호를 측정하는 단계(S401), 복수개의 측정된 신호 중 노이즈가 가장 작은 하나의 신호를 선택하는 단계(S402), 선택된 신호에서 노이즈를 제거하는 단계(S403) 및 신호의 신뢰성을 평가하는 단계(S404)를 포함할 수 있다.
- [0112] 먼저, 복수개의 센서로부터 신호를 측정한다(단계 S401).
- [0113] 구체적으로, 좌측 및 우측으로 양측에 배치된 센서부(110)로부터 사용자의 심전도 신호를 측정한다.
- [0114] 그리고, 양측에 센서부(110)로부터 측정되는 신호의 공통 성분을 전도성 직물부(120)를 통해 공통 성분의 노이즈를 1차적으로 제거한다.
- [0115] 다음으로, 복수개의 측정된 신호 중 노이즈가 가장 작은 하나의 신호를 선택한다(단계 S402).
- [0116] 구체적으로, 단계 S401에 의해 측정된 복수개의 심전도 신호에서 R파에 의한 매개 변수 QI를 계산한다. 즉, QI가 계산되면, QI 값이 가장 높은 채널의 심전도 신호를 선택함으로써 노이즈의 영향을 가장 적게 받은 심전도 신호를 선택하게 된다.
- [0117] 다음으로, 선택된 신호에서 노이즈를 제거한다(단계 S403).
- [0118] 구체적으로, 노이즈 제거를 위한 필터는 센서부에서 측정된 신호들을 이용하여 노이즈 신호와 상관 관계가 높은 기준 신호를 산출하고, 이러한 기준 신호를 이용하여 적응적으로 노이즈를 필터링한다.
- [0119] 다음으로, 신호의 신뢰성을 평가한다(단계 S404).
- [0120] 구체적으로, 노이즈를 제거한 신호의 신뢰성을 검사하고, 신뢰할 수 있다고 판단하면, 신호 처리 과정에서 사용되는 다수개의 매개 변수를 갱신한다.
- [0121] 또한, 노이즈가 제거된 심전도 신호를 검사하여 신호를 신뢰할 수 있다고 판단하면 good_flag가 1로 설정되며, good_flag가 1로 설정된 구간에 한하여 심전도 신호를 사용자의 상태 분석 등에 이용할 수 있다.
- [0122] 이상 살펴본 바와 같이, 본 발명의 비접촉식 심전도 측정 시스템은 심전도 신호에 포함된 노이즈를 효과적으로 제거하여 더욱 정확한 심전도 신호를 획득할 수 있다.
- [0123] 또한, 본 발명의 비접촉식 심전도 측정 시스템은 노이즈가 제거된 심전도 신호의 신뢰성을 평가하여 신뢰성이 높다고 판단되는 경우에만 심전도 신호를 분석함으로써, 보다 신뢰성이 향상된 심전도 분석 정보를 얻을 수 있다.
- [0124] 또한, 계속적으로 심전도 신호의 신뢰성을 평가함에 따라 피드백 회로를 통해 필터의 매개 변수를 적응적으로 갱신하여 움직임에 의해 생성되는 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있다.

부호의 설명

- [0125] 100 : 심전도 측정 시스템
- 110 : 센서부
- 112 : 센서
- 120 : 전도성 직물부
- 130 : 신호 처리부
- 131 : 센서 신호 검사 모듈

132 : 다채널 심전도 구성 모듈

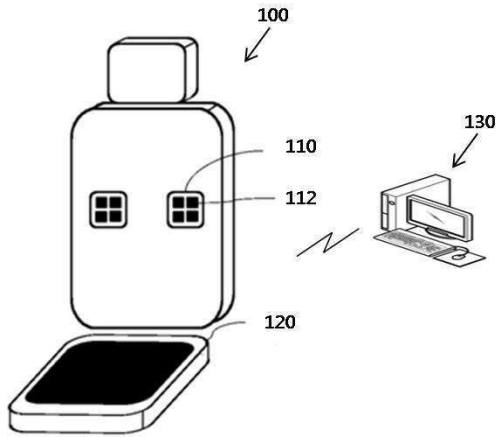
133 : 심전도 신호 선택 모듈

134 : 노이즈 제거 모듈

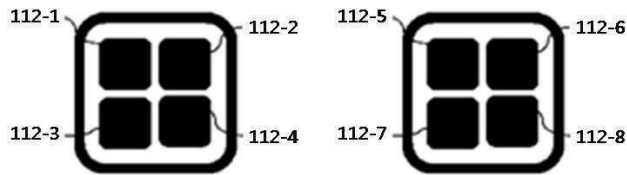
135 : 신뢰성 검사 모듈

도면

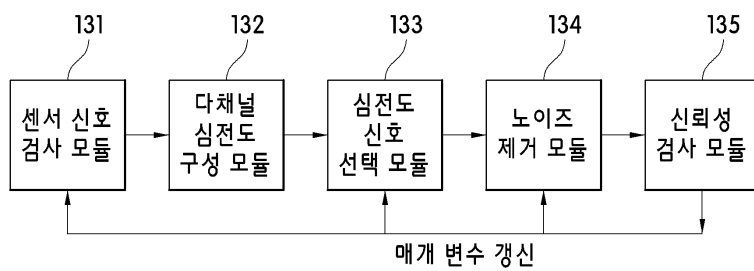
도면1



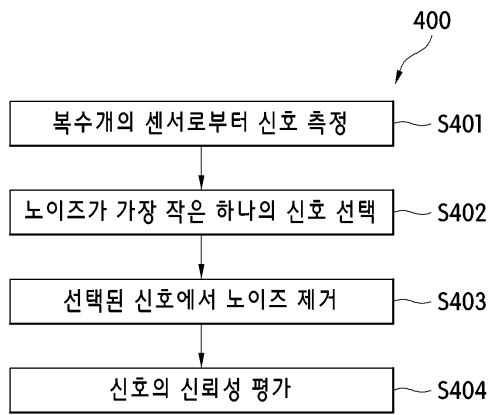
도면2



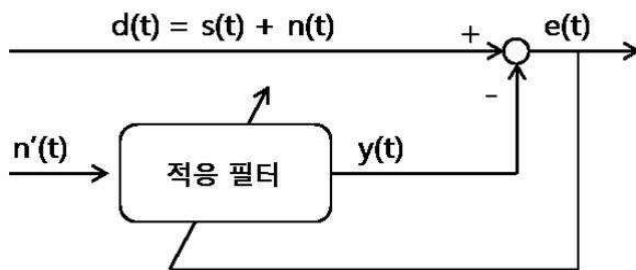
도면3



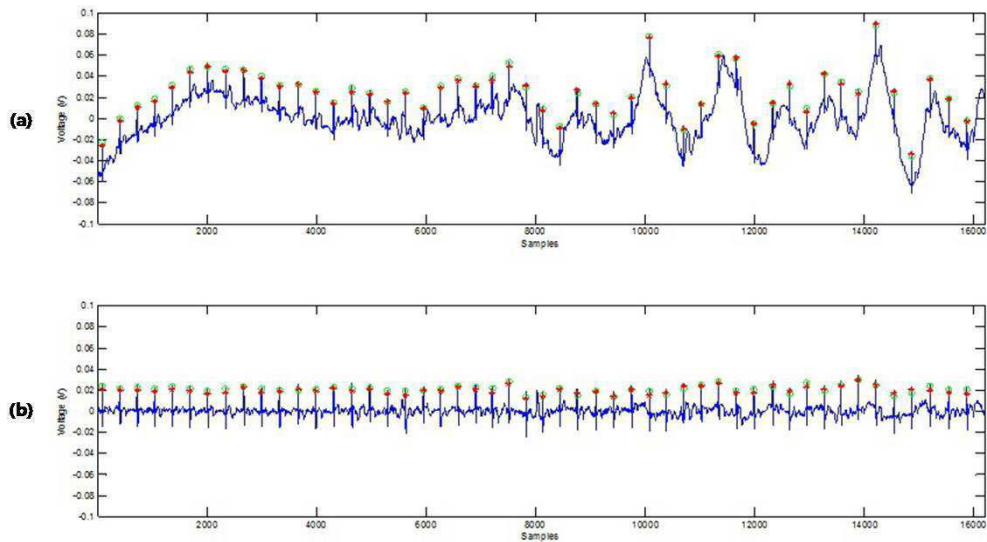
도면4



도면5



도면6



专利名称(译)	非接触式心电图测量系统和使用该系统测量心电图的方法		
公开(公告)号	KR101649445B1	公开(公告)日	2016-08-18
申请号	KR1020150036957	申请日	2015-03-17
[标]申请(专利权)人(译)	浦项工科大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	科学浦项科技大学的学术合作		
当前申请(专利权)人(译)	科学浦项科技大学的学术合作		
[标]发明人	KIM SANG WOO 김상우 CHOI MINHO 최민호 JEONG JAEJIN 정재진		
发明人	김상우 최민호 정재진		
IPC分类号	A61B5/04 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/7203 A61B5/04017 A61B5/0456 A61B5/6891		
代理人(译)	专利法的人		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种非接触式心电图测量系统，包括：至少两个传感器单元，每个传感器单元包括多个传感器；以及用于处理由传感器单元测量的信号的信号处理单元，其中，对于由传感器单元的多个传感器测量的多个信号选择具有最小噪声的信号，并且从所选择的信号中选择噪声。提供了一种非接触式心电图测量系统。

