



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0101896
(43) 공개일자 2021년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/024 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/443 (2013.01)
A61B 5/0059 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0016421
(22) 출원일자 2020년02월11일
심사청구일자 2020년02월11일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
정원영
부산광역시 수영구 광안해변로 418, 107동 2002호
누엔 마이 홍 룡
부산광역시 남구 용소로 45, 세종1관 B동 406호
홍기환
서울특별시 서대문구 수색로 100, 210동 1502호
(74) 대리인
오위환, 나성곤, 정기택

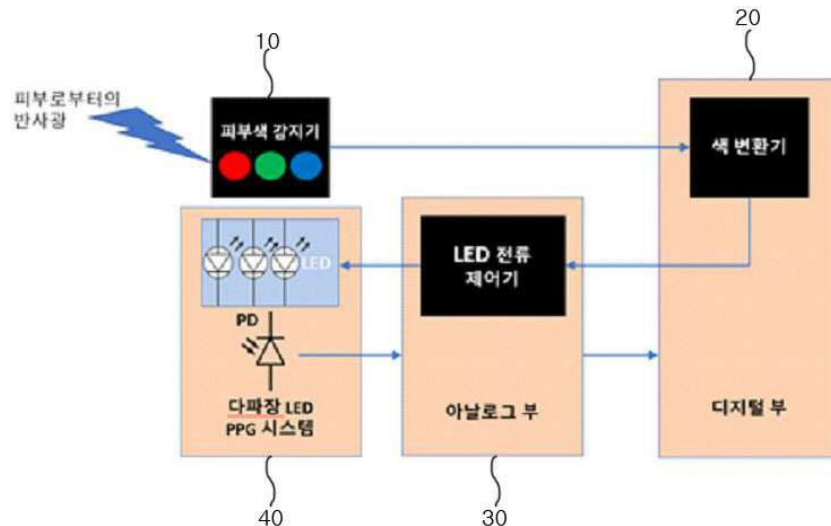
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 PPG 신호 측정 시스템에서 인체 피부색을 감지하고 이를 바탕으로 LED의 세기를 조정하여 인종 및 피부색에 따른 오차를 줄여서 혈관에서 측정하는 PPG(photoplethysmography)의 맥동주기신호의 정확성을 개선할 수 있도록 한 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법에 관한 것으로, PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하여 피부 반사광을 측정하는 피부색 감지기; 피부색 감지기에서 측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 색변환기를 갖는 디지털부; 디지털부에서 결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 전류 제어기를 갖는 아날로그부; 아날로그부에서 설정된 인가 전류를 공급받아 PPG 신호를 측정하는 다파장 LED PPG 시스템;을 포함하는 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 5/02416 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하여 피부 반사광을 측정하는 피부색 감지기;

피부색 감지기에서 측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 색변환기를 갖는 디지털부;

디지털부에서 결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 전류 제어기를 갖는 아날로그부;

아날로그부에서 설정된 인가 전류를 공급받아 PPG 신호를 측정하는 다파장 LED PPG 시스템;을 포함하는 것을 특징으로 하는 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 피부색 감지기에서 RED, GREEN, BLUE 포토다이오드를 이용하여 피부색을 측정하고,

가시광선 대역의 파장을 갖는 반사광의 파장별 세기를 측정해서 색 변환기에서 RGB 색 코드를 이용하여 인체 피부색을 판단하는 것을 특징으로 하는 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 다파장 LED PPG 시스템에서의 출력되는 PPG 신호의 상태에 따라 포화되면 LED 인가 전류를 줄이고, SNR이 높아지면 LED 인가 전류를 키우는 적응적 제어부(Adaptive Control)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치.

청구항 4

PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하는 백색 LED 구동부;

측정 대상자의 피부에 조사되어 반사되는 피부 반사광을 측정하는 피부 반사광 감지부;

측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 피부색 추정부;

결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 구동 전류 설정부;

설정된 인가 전류를 공급받아 PPG 신호를 측정하는 PPG 신호 측정부;

PPG 신호 측정부에서 측정된 PPG 신호에서 맥동 성분 및 비맥동 성분을 분리하는 맥동 성분 분리부;

맥동 성분 분리부에서 분리된 성분의 최고점 및 최저점을 추출하는 피크 검출부;

피크 검출부에서 검출된 결과에 앙상블 평균 적용하는 앙상블 평균 적용부;

앙상블 평균 적용이 이루어진 데이터의 특징점 추출을 하는 특징점 추출부;

특징점이 추출된 자료를 회귀분석 알고리즘을 적용하여 분석하는 기계 학습 적용부; 및 기계 학습 적용부의 분석 결과를 이용하여 혈당 농도값을 산출하는 혈당 농도값 추정부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 피부 반사광 감지부는 각각 RED, GREEN, BLUE에 해당하는 파장의 빛을 감지하는 포토다이오드를 이용하여 각각의 빛의 세기를 감지하고,

피부색 추정부는 R-G-B의 세가지 색깔이 각각 측정된 세기를 조합하여 피부색을 추정하는 것을 특징으로 하는

혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서, PPG 신호 측정부는,

PPG를 측정하기 위한 LED에서 가시광 영역 및 적외선 영역을 포함한 영역의 파장으로 빛을 조사하는 것을 특징으로 하는 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치.

청구항 7

제 4 항에 있어서, 피부 반사광 감지부의 센서 부분과 PPG 신호 측정부의 센서 부분은 최대한 가까운 위치에서 측정하고, 그 대상 위치로는 Interosseous Artery 또는 Radial Artery 또는 Ulnar Artery을 포함하는 손목의 동맥혈관 부위인 것을 특징으로 하는 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치.

청구항 8

PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하는 백색 LED 구동 단계;

측정 대상자의 피부에 조사되어 반사되는 피부 반사광을 측정하는 피부 반사광 감지 단계;

측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 피부색 추정 단계;

결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 구동 전류 설정 단계;

설정된 인가 전류를 공급받아 PPG 신호를 측정하는 PPG 신호 측정 단계;

PPG 신호 측정 단계에서 측정된 PPG 신호에서 맥동 성분 및 비맥동 성분을 분리하는 맥동 성분 분리 단계;

맥동 성분 분리 단계에서 분리된 성분의 최고점 및 최저점을 추출하고 검출된 결과에 앙상블 평균 적용하는 앙상블 평균 적용 단계;

앙상블 평균 적용이 이루어진 데이터의 특징점 추출을 하는 특징점 추출 단계;

특징점이 추출된 자료를 회귀분석 알고리즘을 적용하여 분석하는 기계 학습 적용 단계;

기계 학습 적용 단계의 분석 결과를 이용하여 혈당 농도값을 산출하는 혈당 농도값 추정 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, PPG 신호 측정 단계에서,

조직내로 들어가는 최대투과깊이가 피하층(subcutaneous layer)에 도달하지 못하고, 피부(dermis)층에서 수광소자로 입사되는 제 1 파장 대역의 LED와,

조직내로 들어가는 최대투과깊이가 피부(dermis)층 지나 피하층(subcutaneous layer)까지 도달하여 수광소자로 입사되는 제 2 파장 대역의 LED에서 조사되는 광을 이용하는 것을 특징으로 하는 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 PPG 신호 측정 시스템에 관한 것으로, 구체적으로 인체 피부색을 감지하고 이를 바탕으로 LED의 세기를 조정하여 인종 및 피부색에 따른 오차를 줄여서 혈관에서 측정하는 PPG(photoplethysmography)의 맥동주기신호의 정확성을 개선할 수 있도록 한 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 PPG는 광을 이용하여 손끝 등 동맥이 지나는 신체 부위에서 심박수나 산소포화도 등을 측정하는 기술이다. PPG 기술을 이용하여 심박수나 산소포화도와 같은 다양한 심혈관계 관련 건강 정보를 연산한다.
- [0003] PPG(photo plethysmography)는 심장에서 피를 펌프질함에 따라 신체 각 혈관에서의 혈류량도 맥박에 동기되어 세졌다가 약해졌다 하게 되고, 그 결과 시간의 흐름에 따라 혈류량이 변화함에 따라 혈관이 넓어졌다가 가늘어지는 현상을 빛의 흡수도 및 투과도 등의 성질을 이용해 측정하는 것이다.
- [0004] 근래에는 휴대 단말기가 PPG 측정 기능을 제공하도록 하여, 사용자가 편리하게 자신의 건강 정보를 획득할 수 있도록 하는 기술이 개발되고 있다.
- [0005] 전자 장치를 이용한 PPG 측정 시 다양한 요인이 PPG 신호 생성에 영향을 줄 수 있다.
- [0006] 예를 들어, 사용자의 움직임에 의한 동잡음이나, 주변 온도, 피부색, 주변 빛 등이 PPG 신호 생성에 영향을 미칠 수 있다. 또한, 사람 개개인 마다 가지고 있는 특성에 의하여 다양한 범위로 PPG 신호가 검출될 수 있다.
- [0007] 그리고 PPG 신호를 이용하여 얻고자 하는 정보의 종류, 즉 PPG 목적에 따라서 측정에 영향을 끼치는 요인을 고려할 수 있을 것이다.
- [0008] 또한, 혈액 내 Glucose에 의한 빛의 흡수는 광감지기에서 측정되는 PPG 신호의 세기에 영향주는 원리를 이용하여 혈당의 농도를 추정할 수 있다.
- [0009] 도 1은 피부색에 따른 자외선 민감도 특성을 나타낸 테이블이다.
- [0010] 도 1의 테이블은 피부색에 따라 자외선에 대한 민감도, 즉 자외선에 손상을 쉽게 당하는 정도 및 피부암에 걸리기 쉬운 경향을 나타낸 것이다.
- [0011] 피부색에 따라 자외선에 민감한 정도가 다르듯이, 빛이 피부를 투과하는 정도도 다르다.
- [0012] 도 1에서와 같이, 피부색이 밝을수록 빛이 피부속으로 들어가는 정도가 커서 자외선도 피부속으로 많이 들어가기 때문에 자외선에 민감하고, 피부색이 짙을수록 빛이 피부속으로 들어가는 정도가 적기 때문에 상대적으로 자외선에도 덜 민감하다.
- [0013] 피부색에 따라 같은 LED로 빛을 조사해도 피부 속으로 들어가는 빛의 양은 차이가 있다. 피부색이 밝을수록 LED의 빛이 피부속으로 많이 들어가고, 어두울수록 적게 들어간다.
- [0014] 그러므로 같은 LED를 이용하여 빛을 조사해도 피부색에 따라 빛이 너무 많이 들어가서 포화되기도 하고, 너무 적게 들어가 SNR이 떨어지기도 한다.
- [0015] 따라서, 정확한 PPG 신호 측정시에 측정 오차를 줄여서 혈관에서 측정하는 PPG(photoplethysmography)의 맥동주기신호의 정확성을 개선하는 기술의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0016] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2017-0104419호
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제10-2015-0016903호
(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 제10-2017-0027468호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명은 종래 기술의 PPG 신호 측정 시스템의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 인체 피부색을 감지하고 이를 바탕으로 LED의 세기를 조정하여 인종 및 피부색에 따른 오차를 줄여서 혈관에서 측정하는 PPG(photoplethysmography)의 맥동주기신호의 정확성을 개선할 수 있도록 한 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

- [0018] 본 발명은 PPG 신호 측정 개시 이전에 측정 대상자의 피부색을 측정하여 LED 빛의 조사량을 조절하여 피부색에 무관하게 안정된 SNR을 유지하고, 그 결과 좋은 PPG 신호를 얻을 수 있도록 한 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0019] 본 발명은 가시광선 영역에서 피부색에 따른 영향을 줄여 PPG 신호를 향상시키고, 혈압, 심박, 혈당 등을 모니터링하기 위해 가시광 및 적외선광 파장대역을 이용해서 맥동파형을 측정하는 웨어러블 기기에서 발생하는 피부색 문제를 해결할 수 있도록 한 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0020] 본 발명의 다른 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0021] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치는 PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하여 피부 반사광을 측정하는 피부색 감지기; 피부색 감지기에서 측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 색변환기를 갖는 디지털부; 디지털부에서 결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 전류 제어기를 갖는 아날로그부; 아날로그부에서 설정된 인가 전류를 공급받아 PPG 신호를 측정하는 다파장 LED PPG 시스템;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 여기서, 피부색 감지기에서 RED, GREEN, BLUE 포토다이오드를 이용하여 피부색을 측정하고, 가시광선 대역의 파장을 갖는 반사광의 파장별 세기를 측정해서 색 변환기에서 RGB 색 코드를 이용하여 인체 피부색을 판단하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 그리고 다파장 LED PPG 시스템에서의 출력되는 PPG 신호의 상태에 따라 포화되면 LED 인가 전류를 줄이고, SNR이 높아지면 LED 인가 전류를 키우는 적응적 제어부(Adaptive Control)를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치는 PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하는 백색 LED 구동부; 측정 대상자의 피부에 조사되어 반사되는 피부 반사광을 측정하는 피부 반사광 감지부; 측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 피부색 추정부; 결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 구동 전류 설정부; 설정된 인가 전류를 공급받아 PPG 신호를 측정하는 PPG 신호 측정부; PPG 신호 측정부에서 측정된 PPG 신호에서 맥동 성분 및 비맥동 성분을 분리하는 맥동 성분 분리부; 맥동 성분 분리부에서 분리된 성분의 최고점 및 최저점을 추출하는 피크 검출부; 피크 검출부에서 검출된 결과에 앙상블 평균 적용하는 앙상블 평균 적용부; 앙상블 평균 적용이 이루어진 데이터의 특징점 추출을 하는 특징점 추출부; 특징점이 추출된 자료를 회귀분석 알고리즘을 적용하여 분석하는 기계 학습 적용부; 및 기계 학습 적용부의 분석 결과를 이용하여 혈당 농도값을 산출하는 혈당 농도값 추정부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 여기서, 피부 반사광 감지부는 각각 RED, GREEN, BLUE에 해당하는 파장의 빛을 감지하는 포토다이오드를 이용하여 각각의 빛의 세기를 감지하고, 피부색 추정부는 R-G-B의 세가지 색깔이 각각 측정된 세기를 조합하여 피부색을 추정하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 그리고 PPG 신호 측정부는, PPG를 측정하기 위한 LED에서 가시광 영역 및 적외선 영역을 포함한 영역의 파장으로 빛을 조사하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 그리고 피부 반사광 감지부의 센서 부분과 PPG 신호 측정부의 센서 부분은 최대한 가까운 위치에서 측정하고, 그 대상 위치로는 Interosseous Artery 또는 Radial Artery 또는 Ulnar Artery을 포함하는 손목의 동맥혈관 부위인 것을 특징으로 한다.
- [0028] 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 방법은 PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하는 백색 LED 구동 단계; 측정 대상자의 피부에 조사되어 반사되는 피부 반사광을 측정하는 피부 반사광 감지 단계; 측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 피부색 추정 단계; 결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 구동 전류 설정 단계; 설정된 인가 전류를 공급받아 PPG 신호를 측정하는 PPG 신호 측정 단계; PPG 신호 측정 단계에서 측정된 PPG 신호에서 맥동 성분 및 비맥동

성분을 분리하는 맥동 성분 분리 단계;맥동 성분 분리 단계에서 분리된 성분의 최고점 및 최저점을 추출하고 검출된 결과에 앙상블 평균 적용하는 앙상블 평균 적용 단계;앙상블 평균 적용이 이루어진 데이터의 특징점 추출을 하는 특징점 추출 단계;특징점이 추출된 자료를 회귀분석 알고리즘을 적용하여 분석하는 기계 학습 적용 단계;기계 학습 적용 단계의 분석 결과를 이용하여 혈당 농도값을 산출하는 혈당 농도값 추정 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 그리고 PPG 신호 측정 단계에서, 조직내로 들어가는 최대투과깊이가 피하층(subcutaneous layer)에 도달하지 못하고, 피부(dermis)층에서 수광소자로 입사되는 제 1 파장 대역의 LED와,조직내로 들어가는 최대투과깊이가 피부(dermis)층 지나 피하층(subcutaneous layer)까지 도달하여 수광소자로 입사되는 제 2 파장 대역의 LED에서 조사되는 광을 이용하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0030] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0031] 첫째, 인체 피부색을 감지하고 이를 바탕으로 LED의 세기를 조정하여 인종 및 피부색에 따른 오차를 줄여서 혈관에서 측정하는 PPG(photoplethysmography)의 맥동주기신호의 정확성을 개선할 수 있도록 한다.

[0032] 둘째, PPG 신호 측정 개시 이전에 측정 대상자의 피부색을 측정하여 LED 빛의 조사량을 조절하여 피부색에 무관하게 안정된 SNR을 유지하고, 그 결과 좋은 PPG 신호를 얻을 수 있도록 한다.

[0033] 셋째, 가시광선 영역에서 피부색에 따른 영향을 줄여 PPG 신호를 향상시키고, 혈압, 심박, 혈당 등을 모니터링 하기 위해 가시광 및 적외선광 파장대역을 이용해서 맥동파형을 측정하는 웨어러블 기기에서 발생하는 피부색 문제를 해결할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 피부색에 따른 자외선 민감도 특성을 나타낸 테이블
 도 2는 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치의 전체 구성도
 도 3은 본 발명에 따른 색 변환기에서 진행되는 피부색 추정 구성도
 도 4는 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치의 상세 구성도
 도 5는 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 방법을 나타낸 플로우 차트

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하, 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법의 바람직한 실시 예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0036] 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시 예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.

[0037] 도 2는 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치의 전체 구성도이고, 도 3은 본 발명에 따른 색 변환기에서 진행되는 피부색 추정 구성도이다.

[0038] 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법은 인체 피부색을 감지하고 이를 바탕으로 LED의 세기를 조정하여 인종 및 피부색에 따른 오차를 줄여서 혈관에서 측정하는 PPG(photoplethysmography)의 맥동주기신호의 정확성을 개선한 것으로, 피부색에 무관하게 안정된 SNR을 유지하고, 그 결과 좋은 PPG 신호를 얻을 수 있도록 한 것이다.

[0039] 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치는 피부에 빛을 쏘여주는 장치, 빛을 쏘여줄 때 반사되는 빛을 파장별로 측정하기 위한 피부색 감지기, 감지된 반사광의 R-G-B 값을 기준으로 피부의 색깔을 계산하는 색 변환기, 계산된 피부의 색을 바탕으로 LED에 인가하는 전류의 세기를

조절하는 LED 전류 제어기, LED에서 나오는 빛을 이용하여 PPG를 측정할 수 있는 시스템(Photo Diode, 아날로그 필터부, ADC(Analog-to-Digital Converter), 디지털 필터부, 기계학습 등을 진행할 연산부, 구동을 위한 전원부 등 기타 필요한 모듈)로 구성된다.

- [0040] 멜라닌 색소가 가시광선을 흡수하는 성질에 의해, 어두운 피부색에서는 빛이 피부를 투과하기 어렵기 때문에 PPG를 측정하기 힘들다. PPG 측정을 위한 LED에 흐르는 전류를 세게 하면 가시광선과 근적외선(NIR)이 피부를 더욱 잘 투과할 수 있어 PPG 신호의 신호대잡음비(SNR)를 향상시킬 수 있다.
- [0041] 본 발명은 LED에서 먼저 피부를 비추고 피부 반사광을 측정하여 피부색 감지기에서 색깔 코드로 전환하는 구성을 포함할 수 있다.
- [0042] 본 발명은 색 변환기에서 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하고 LED에 인가되는 전류의 세기를 아날로그부에 위치한 LED 전류 제어기에서 설정하는 구성을 포함할 수 있다.
- [0043] 설정된 인가 전류는 다파장 PPG 시스템에서 최고의 SNR을 얻을 수 있도록 하고 고전류에서도 출력 신호가 포화되지 않고 저전력에서도 SNR이 떨어지지 않아야 한다는 조건을 만족시킨다.
- [0044] 본 발명은 이를 만족하기 위해 PPG의 출력부 신호의 상태에 따라 포화되면 LED 인가 전류를 줄이고 SNR이 높아지면 LED 인가 전류를 키우는 적응적 제어부(Adaptive Control)를 더 포함할 수 있다.
- [0045] 본 발명은 혈액 내 Glucose에 의한 빛의 흡수는 광감지기에서 측정되는 신호의 세기에 영향주는 원리를 이용하여 혈액의 농도를 추정하는 구성을 포함할 수 있다.
- [0046] 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치는 도 2에서와 같이, PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하여 피부 반사광을 측정하는 피부색 감지기(10)와, 피부색 감지기(10)에서 측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 색변환기를 갖는 디지털부(20)와, 디지털부(20)에서 결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 전류 제어기를 갖는 아날로그부(30)와, 아날로그부(30)에서 설정된 인가 전류를 공급받아 PPG 신호를 측정하는 다파장 LED PPG 시스템(40)을 포함한다.
- [0047] 여기서, 다파장 LED PPG 시스템(40)은 다파장의 복수 LED를 구비하고, 조직내로 들어가는 최대투과깊이가 피하층(subcutaneous layer)에 도달하지 못하고, 피부(dermis)층에서 수광소자로 입사되는 제 1 파장 대역의 LED와, 조직내로 들어가는 최대투과깊이가 피부(dermis)층 지나 피하층(subcutaneous layer)까지 도달하여 수광소자로 입사되는 제 2 파장 대역의 LED를 포함할 수 있다.
- [0048] 구체적으로, 제 1 파장 대역의 LED는 530nm 파장의 빛 및 660nm 파장의 빛을 조사하는 LED이고, 제 2 파장 대역의 LED는 850nm 파장의 빛 및 950nm 파장의 빛을 조사하는 LED일 수 있고, 이로 제한되지 않는다.
- [0049] 그리고 피부색 감지기(10)에서 RED, GREEN, BLUE 포토다이오드를 이용하여 빛의 색깔을 측정한다.
- [0050] 도 3은 피부색 감지기(10)에서 R-G-B 세가지 파장의 빛의 세기를 받아 색 변환기에서 적절한 피부색을 추정하는 예시를 나타낸 것이다.
- [0051] 본 발명은 가시광선 대역의 파장을 갖는 반사광의 파장별 세기를 측정해서 색 변환기에서 RGB 색 코드를 이용하여 인체 피부색을 판단한다.
- [0052] 그리고 요구되는 SNR의 PPG 신호를 얻기 위해 아날로그부(30)의 LED 전류 제어기가 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 크기를 100mA 이하의 범위로 조절할 수 있다.
- [0053] 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치의 상세 구성을 설명하면 다음과 같다.
- [0054] 도 4는 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치의 상세 구성도이다.
- [0055] 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치는 도 4에서와 같이, PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하는 백색 LED 구동부(41)와, 측정 대상자의 피부에 조사되어 반사되는 피부 반사광을 측정하는 피부 반사광 감지부(42)와, 측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 피부색 추정부(43)와, 결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 구동 전류 설정부(44)와, 설정된 인가 전류를

공급받아 PPG 신호를 측정하는 PPG 신호 측정부(45)와, PPG 신호 측정부(45)에서 측정된 PPG 신호에서 맥동 성분 및 비맥동 성분을 분리하는 맥동 성분 분리부(46)와, 맥동 성분 분리부(46)에서 분리된 성분의 최고점 및 최저점을 추출하는 피크 검출부(47)와, 피크 검출부(47)에서 검출된 결과에 앙상블 평균 적용하는 앙상블 평균 적용부(48)와, 앙상블 평균 적용이 이루어진 데이터의 특징점 추출을 하는 특징점 추출부(49)와, 특징점이 추출된 자료를 회귀분석 알고리즘을 적용하여 분석하는 기계 학습 적용부(50)와, 기계 학습 적용부(50)의 분석 결과를 이용하여 혈당 농도값을 산출하는 혈당 농도값 추정부(51)를 포함한다.

- [0056] 여기서, 백색 LED 구동부(41)에서 피부에 조사되는 빛은 백색광이거나 이에 유사한 빛으로, 색의 삼원색인 R-G-B 색깔이 모두 포함된 빛을 사용한다.
- [0057] 그리고 피부 반사광 감지부(42)는 각각 RED, GREEN, BLUE에 해당하는 파장의 빛을 감지하는 포토다이오드를 이용하여 각각의 빛의 세기를 감지한다.
- [0058] 피부색 추정부(43)는 R-G-B의 세가지 색깔이 각각 측정된 세기를 조합하여 피부색을 추정하고, 추정된 피부색을 바탕으로 PPG를 측정하기 위해 조사하는 LED의 세기를 결정하고, 그에 맞는 전류량으로 LED를 구동하여 PPG를 측정하는 것이다.
- [0059] 여기서, PPG를 측정하기 위한 LED에서는 가시광 영역 및 적외선 영역을 포함한 영역의 파장으로 빛을 조사하는 것이 바람직하다.
- [0060] 그리고 피부색을 측정하는 센서 부분과 PPG를 측정하기 위한 센서는 서로서로 최대한 가까운 위치에서 측정하고, 그 대상 위치로는 손목의 동맥혈관(예를 들어, Interosseous Artery, Radial Artery, Ulnar Artery 등)에 가까운 부분에 더하여 손가락 끝 및 기타 다른 부분을 포함할 수 있다.
- [0061] 또한, 혈당 농도값 추정부(51)에서의 정확도를 높이기 위하여 PPG를 이용한 혈당추정시에 물의 광흡수도와 혈당의 광흡수도가 많이 겹치는 문제를 해결하기 위하여, 물의 광흡수도와 혈당의 광흡수도 사이의 비율이 다른 파장 대역의 LED를 사용하는 구성을 포함할 수 있다.
- [0062] 이와 같은 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치에서 피부 색깔에 따라 조사 입력의 빛의 강도를 조절하는 구성은 LED 등의 광원을 사용하여 피부에 조사하는 모든 광학기에 적용할 수 있음은 당연하다.
- [0063] 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 방법을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0064] 도 5는 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 방법을 나타낸 플로우 차트이다.
- [0065] 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 방법은 도 5에서와 같이, PPG 측정 이전에 백색광 LED를 작동시켜 측정 대상자의 피부에 조사하는 백색 LED 구동 단계(S501)와, 측정 대상자의 피부에 조사되어 반사되는 피부 반사광을 측정하는 피부 반사광 감지 단계(S502)와, 측정된 피부 반사광을 색깔 코드로 변환하고 색깔 코드를 바탕으로 피부색 유형을 결정하는 피부색 추정 단계(S503)와, 결정된 피부색 유형에 따라 PPG 측정을 위한 LED에 인가되는 전류의 세기를 설정하는 LED 구동 전류 설정 단계(S504)와, 설정된 인가 전류를 공급받아 PPG 신호를 측정하는 PPG 신호 측정 단계(S505)와, PPG 신호 측정 단계에서 측정된 PPG 신호에서 맥동 성분 및 비맥동 성분을 분리하는 맥동 성분 분리 단계(S506)와, 맥동 성분 분리 단계에서 분리된 성분의 최고점 및 최저점을 추출하고 검출된 결과에 앙상블 평균 적용하는 앙상블 평균 적용 단계(S507)와, 앙상블 평균 적용이 이루어진 데이터의 특징점 추출을 하는 특징점 추출 단계(S508)와, 특징점이 추출된 자료를 회귀분석 알고리즘을 적용하여 분석하는 기계 학습 적용 단계(S509)와, 기계 학습 적용 단계의 분석 결과를 이용하여 혈당 농도값을 산출하는 혈당 농도값 추정 단계(S510)를 포함한다.
- [0066] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 본 발명에 따른 혈당계에서 피부색 감지기를 이용한 PPG 맥동주기신호 품질 향상을 위한 장치 및 방법은 인체 피부색을 감지하고 이를 바탕으로 LED의 세기를 조정하여 인종 및 피부색에 따른 오차를 줄여서 혈관에서 측정하는 PPG(photoplethysmography)의 맥동주기신호의 정확성을 개선한 것으로, 피부색에 무관하게 안정된 SNR을 유지하고, 그 결과 좋은 PPG 신호를 얻을 수 있도록 한 것이다.
- [0067] 이상에서의 설명에서와 같이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명이 구현되어 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0068] 그러므로 명시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구 범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0069]
- 10. 피부색 감지기
 - 20. 디지털부
 - 30. 아날로그부
 - 40. 다파장 LED PPG 시스템

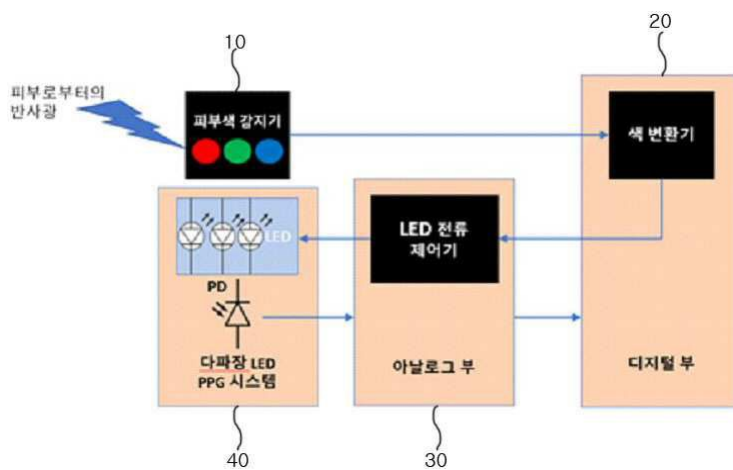
도면

도면1

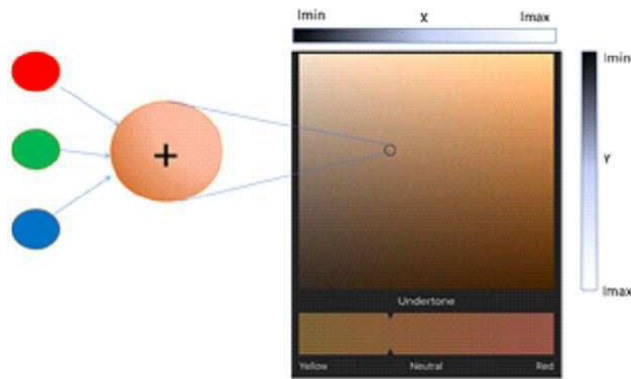
Natural Skin Color	Very fair, pale white, often freckled	Fair, white skin	Light brown	Moderate brown	Dark brown	Deeply pigmented dark brown to black
						
UV Sensitivity	Highly sensitive	Very sensitive	Sensitive	Less sensitive	Minimal sensitivity	Minimal sensitivity
Tendency to Burn	Always burns, never tans	Burns easily, tans minimally	Burns moderately, usually tans	Burns minimally, tans well	Rarely burns	Never burns
Skin Cancer Risk	Greatest risk of skin cancer	High risk of skin cancer	High risk of skin cancer	At risk of skin cancer	Skin cancers are relatively rare	Skin cancers are relatively rare

Source: SunSmart

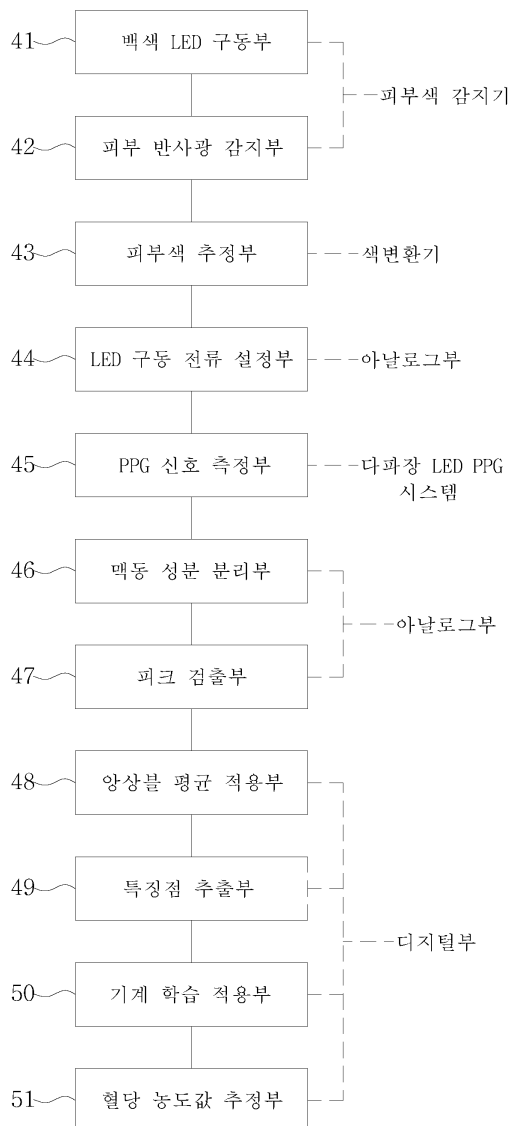
도면2



도면3



도면4



도면5

