



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0088680
(43) 공개일자 2019년07월29일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>A61B 5/00</i> (2006.01) <i>A61B 5/021</i> (2006.01)
 <i>A61B 5/0456</i> (2006.01) <i>A61B 5/08</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>A61B 5/7264</i> (2013.01)
 <i>A61B 5/021</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2018-0007067
 (22) 출원일자 2018년01월19일
 심사청구일자 2018년01월19일</p> | <p>(71) 출원인
 울산대학교 산학협력단
 울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
 재단법인 아산사회복지재단
 서울특별시 송파구 올림픽로43길 88 (풍납동)</p> <p>(72) 발명자
 주세경
 서울 송파구 토성로 38-6(풍납동,
 한강극동아파트)</p> <p>(74) 대리인
 제일특허법인(유)</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 14 항

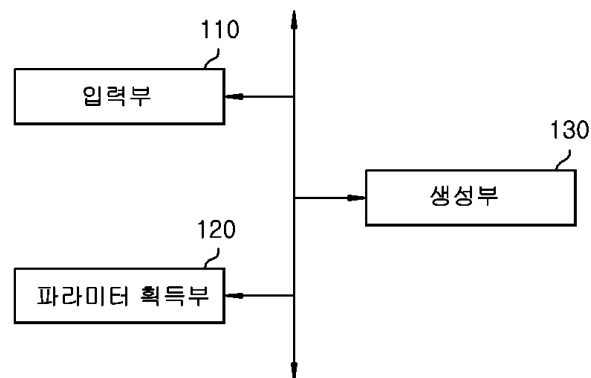
(54) 발명의 명칭 **인공 신경망 생성 장치 및 심실 부정맥 예측 장치**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치는 환자에 대해 기 설정된 시간 동안 소정의 시간 간격마다 N 회 측정된 혈압 신호를 입력 받는 입력부, 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득하는 파라미터 획득부 및 혈압 파라미터와 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로 혈압 파라미터와 환자의 심실 부정맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성하는 생성부를 포함하고, 혈압 파라미터는 측정된 혈압 신호가 바로 이전에 측정된 혈압 신호에 대하여 변한 정도를 나타내는 혈압 변화도에 대한 정보를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

A61B 5/0456 (2013.01)

A61B 5/08 (2013.01)

A61B 5/7275 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

환자에 대해 기 설정된 시간 동안 소정의 시간 간격마다 N회 측정된 혈압 신호를 입력 받는 입력부;

상기 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득하는 파라미터 획득부; 및

상기 혈압 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로 상기 혈압 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성하는 생성부를 포함하고,

상기 혈압 파라미터는 측정된 혈압 신호가 바로 이전에 측정된 혈압 신호에 대하여 변한 정도를 나타내는 혈압 변화도에 대한 정보를 포함하는

인공 신경망 생성 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 혈압 변화도에 대한 정보는,

기 설정된 시간 동안 상기 혈압 신호를 기초로 도출된 복수의 혈압 변화도에 대한 평균, 상기 복수의 혈압 변화도에 대한 표준 편차, 상기 복수의 혈압 변화도 중 최대값 및 상기 복수의 혈압 변화도 중 최소값을 포함하는

인공 신경망 생성 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 혈압 파라미터는,

기 설정된 시간 동안 측정된 상기 혈압 신호의 평균 및 기 설정된 시간 동안 측정된 상기 혈압 신호의 표준 편차를 더 포함하는

인공 신경망 생성 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 혈압 파라미터는,

상기 혈압 신호가 수축기인 경우 및 이완기인 경우 각각에 대하여 획득된

인공 신경망 생성 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 입력부는,

상기 환자의 심전도 신호 및 호흡 신호를 더 입력 받고,
 상기 파라미터 획득부는,
 상기 환자의 심전도 신호 및 호흡 신호를 기초로 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 더 획득하는
 인공 신경망 생성 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,
 상기 심전도 파라미터는,
 상기 심전도 신호를 기초로 도출된 NN 간격 평균(Mean Normal-Normal interval), NN 간격 표준편차(SDNN), 인접한 NN 간격의 차이에 대한 제곱의 합을 평균한 값에 대한 제곱근(RMSSD), 연속적인 NN 간격의 차이가 50 ms를 초과하는 NN 간격 수의 비율(pNN50), 0~0.04 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도(VLF), 0.04~0.15 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도(LF), 0.15~0.40 Hz 사이의 고주파 영역의 신호의 강도(HF), LF와 HF의 비율(LF/HF), 단기 심박 변이율(SD1), 장기 심박 변이율(SD2) 및 단기 심박 변이율과 장기 심박 변이율의 비율(SD1/SD2)을 포함하는
 인공 신경망 생성 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 파라미터 획득부는,
 상기 심전도 신호에서 R피크를 검출하여 NN 간격 데이터를 생성하고, 상기 NN 간격 데이터에서 이소성 박동을 제거하며, 상기 이소성 박동이 제거된 NN 간격 데이터를 기초로 상기 심전도 파라미터를 획득하는
 인공 신경망 생성 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 파라미터 획득부는,
 상기 NN 간격의 크기가 임계 값보다 큰 경우, 해당되는 NN 간격 구간을 삭제하여 상기 NN 간격 데이터에서 이소성 박동을 제거하는
 인공 신경망 생성 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,
 상기 호흡 파라미터는,
 상기 호흡 신호를 기초로 도출된 호흡 주기의 평균(RPdM), 호흡 주기의 표준편차(RPdSD) 및 호흡 주기의 평균과 호흡 주기의 표준편차간의 비율(RPdV)을 포함하는
 인공 신경망 생성 장치.

청구항 10

환자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호를 입력 받는 입력부;

상기 환자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 각각 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득하는 파라미터 획득부; 및

상기 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로 상기 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성하는 생성부를 포함하는

인공 신경망 생성 장치.

청구항 11

사용자의 혈압 신호를 입력 받는 입력부;

상기 사용자의 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득하는 파라미터 획득부;

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 장치가 생성한 상기 인공 신경망에 상기 사용자의 혈압 파라미터를 입력하여 상기 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측하는 예측부; 및

상기 사용자에 대한 상기 가능성을 출력하는 출력부를 포함하는

심실 부정맥 예측 장치.

청구항 12

사용자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호를 입력 받는 입력부;

상기 사용자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득하는 파라미터 획득부;

제10항의 장치가 생성한 상기 인공 신경망에 상기 사용자의 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 입력하여 상기 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측하는 예측부; 및

상기 사용자에 대한 상기 가능성을 출력하는 출력부를 포함하는

심실 부정맥 예측 장치.

청구항 13

심실 부정맥 예측 장치 의해 수행되는 심실 부정맥 예측 방법에 있어서,

사용자의 혈압 신호를 입력 받는 단계;

상기 사용자의 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득하는 단계;

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 장치가 생성한 상기 인공 신경망에 상기 사용자의 혈압 파라미터를 입력하여 상기 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측하는 단계; 및

상기 사용자에 대한 상기 가능성을 출력하는 단계를 포함하는

심실 부정맥 예측 방법.

청구항 14

사용자의 혈압 신호를 입력 받는 단계;

상기 사용자의 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득하는 단계;

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 장치가 생성한 상기 인공 신경망에 상기 사용자의 혈압 파라미터를 입력하여 상기 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측하는 단계; 및

상기 사용자에 대한 상기 가능성을 출력하는 단계를

프로세서가 수행하도록 하는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인공 신경망 생성 장치 및 심실 부정맥 예측 장치에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 환자의 생체 신호를 이용하여 심실 부정맥을 예측하는 인공 신경망 생성 장치 및 심실 부정맥 예측 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 심장은 좌우 두 개의 심방과 심실로 구성이 되며 심장 근육의 전기적 자극에 의해 수축과 이완을 한다. 이때 정상 전도가 아닌 심실 조직에서 전기적 신호가 발생하거나 전달에 이상이 발생하는 증상을 심실 부정맥이라고 한다.

[0004] 심실 부정맥이 발생하면 혈액을 박출하는 심장의 능력이 저하되어 뿔어져 나오는 혈액량이 감소하고, 이로 인해 호흡곤란, 현기증, 실신 등이 나타날 수 있다. 또한 심실 무수축, 심실빈맥, 심실세동과 같은 악성 부정맥이 발생하면 순간적으로 심장 기능이 완전히 마비되어 곧바로 심장마비로 사망할 수 있다. 따라서 심실 부정맥이 발생하면 나타나면 즉시 응급치료를 받아야 하며, 발생 원인을 정확하게 찾아내어 원인 질환을 치료해야 한다.

[0005] 하지만 심실 부정맥은 환자에게 예고 없이 급작스럽게 발생하는 경우가 대부분이고, 병원에서 치료를 받기 전에 이미 사망에 이르는 경우도 많으므로, 심실 부정맥을 조기에 예측하지 못하는 한 응급 치료를 받기 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제 10-0910591호: 피 측정자의 움직임 정도를 측정하여 부정맥을 판단할 수 있는 혈압 측정 방법

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 실시예에서 해결하고자 하는 과제는 환자의 생체 신호로부터 도출할 수 있는 다양한 파라미터를 이용하여 심실 부정맥이 발생하기 전 근시간 내에 환자에게 심실 부정맥이 발생할 가능성을 예측하는 기술을 제공하는 것이다.

[0009] 다만, 본 발명의 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 기술적 과제가 도출될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치는 환자에 대해 기 설정된 시간 동안 소정의 시간 간격마다 N회 측정된 혈압 신호를 입력 받는 입력부, 상기 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득하는 파라미터 획득부 및 상기 혈압 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로 상기 파라미터와 상기 환자의 심실 부정

맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성하는 생성부를 포함하고, 이때 상기 혈압 파라미터는 측정된 혈압 신호가 바로 이전에 측정된 혈압 신호에 대해 변한 정도를 나타내는 혈압 변화도에 대한 정보를 포함한다.

- [0012] 또한, 상기 혈압 변화도에 대한 정보는 기 설정된 시간 동안 상기 혈압 신호를 기초로 도출된 복수의 혈압 변화도에 대한 평균, 상기 복수의 혈압 변화도에 대한 표준 편차, 상기 복수의 혈압 변화도 중 최대값 및 상기 복수의 혈압 변화도 중 최소값을 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 혈압 파라미터는 기 설정된 시간 동안 입력된 상기 혈압 신호의 평균 및 상기 혈압 신호의 표준 편차를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 혈압 파라미터는 상기 혈압 신호가 수축기인 경우 및 이완기인 경우 각각에 대하여 획득될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 입력부는 상기 환자의 심전도 신호 및 호흡 신호를 더 입력 받고, 상기 파라미터 획득부는 상기 환자의 심전도 신호 및 호흡 신호를 기초로 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 더 획득할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 심전도 파라미터는 상기 심전도 신호를 기초로 도출된 NN 간격 평균(Mean Normal-Normal interval), NN 간격 표준편차(SDNN), 인접한 NN 간격의 차이에 대한 제곱의 합을 평균한 값에 대한 제곱근(RMSSD), 연속적인 NN 간격의 차이가 50 ms를 초과하는 NN 간격 수의 비율(pNN50), 0~0.04 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도(VLF), 0.04~0.15 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도(LF), 0.15~0.40 Hz 사이의 고주파 영역의 신호의 강도(HF), LF와 HF의 비율(LF/HF), 단기 심박 변이율(SD1), 장기 심박 변이율(SD2) 및 단기 심박 변이율과 장기 심박 변이율의 비율(SD1/SD2)을 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 파라미터 획득부는 상기 심전도 신호에서 R피크를 검출하여 NN 간격 데이터를 생성하고, 상기 NN 간격 데이터에서 이소성 박동을 제거하며, 상기 이소성 박동이 제거된 NN 간격 데이터를 기초로 상기 심전도 파라미터를 획득할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 파라미터 획득부는 상기 NN 간격의 크기가 임계 값보다 큰 경우, 해당되는 NN 간격 구간을 삭제하여 상기 NN 간격 데이터에서 이소성 박동을 제거할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 호흡 파라미터는 상기 호흡 신호를 기초로 도출된 호흡 주기의 평균(RPdM), 호흡 주기의 표준편차(RPdSD) 및 호흡 주기의 평균과 호흡 주기의 표준편차간의 비율(RPdV)을 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치는 환자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호를 입력 받는 입력부, 상기 환자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 각각 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득하는 파라미터 획득부 및 상기 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로 상기 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성하는 생성부를 포함한다.
- [0021] 또한, 상기 혈압 신호는 상기 환자에 대해 기 설정된 시간 동안 소정의 시간 간격마다 N회 측정된 것이고, 상기 혈압 파라미터는 측정된 혈압 신호가 바로 이전에 측정된 혈압 신호에 대해 변한 정도를 나타내는 복수의 혈압 변화도에 대한 평균, 상기 복수의 혈압 변화도에 대한 표준 편차, 상기 복수의 혈압 변화도 중 최대값 및 상기 복수의 혈압 변화도 중 최소값, 기 설정된 시간 동안 입력된 상기 혈압 신호의 평균 및 상기 혈압 신호의 표준 편차를 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 혈압 파라미터는 상기 혈압 신호가 수축기인 경우 및 이완기인 경우 각각에 대하여 획득될 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 심전도 파라미터는 상기 심전도 신호를 기초로 도출된 NN 간격 평균(Mean Normal-Normal interval), NN 간격 표준편차(SDNN), 인접한 NN 간격의 차이에 대한 제곱의 합을 평균한 값에 대한 제곱근(RMSSD), 연속적인 NN 간격의 차이가 50 ms를 초과하는 NN 간격 수의 비율(pNN50), 0~0.04 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도(VLF), 0.04~0.15 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도(LF), 0.15~0.40 Hz 사이의 고주파 영역의 신호의 강도(HF), LF와 HF의 비율(LF/HF), 단기 심박 변이율(SD1), 장기 심박 변이율(SD2) 및 단기 심박 변이율과 장기 심박 변이율의 비율(SD1/SD2)을 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 파라미터 획득부는 상기 심전도 신호에서 R피크를 검출하여 NN 간격 데이터를 생성하고, 상기 NN 간격 데이터에서 이소성 박동을 제거하며, 상기 이소성 박동이 제거된 NN 간격 데이터를 기초로 상기 심전도 파라미터를 획득할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 파라미터 획득부는 상기 NN 간격의 크기가 임계 값보다 큰 경우, 해당되는 NN 간격 구간을 삭제하여

상기 NN 간격 데이터에서 이소성 박동을 제거할 수 있다.

- [0026] 또한, 상기 호흡 파라미터는 상기 호흡 신호를 기초로 도출된 호흡 주기의 평균(RPdM), 호흡 주기의 표준편차(RPdSD) 및 호흡 주기의 평균과 호흡 주기의 표준편차간의 비율(RPdV)을 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 심실 부정맥 예측 장치는 사용자의 혈압 신호를 입력 받는 입력부, 상기 사용자의 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득하는 파라미터 획득부, 인공 신경망 생성 장치가 생성한 상기 인공 신경망에 상기 사용자의 혈압 파라미터를 입력하여 상기 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측하는 예측부 및 상기 사용자에게 대한 상기 가능성을 출력하는 출력부를 포함한다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 심실 부정맥 예측 장치는 사용자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호를 입력 받는 입력부, 상기 사용자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득하는 파라미터 획득부, 인공 신경망 생성 장치가 생성한 상기 인공 신경망에 상기 사용자의 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 입력하여 상기 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측하는 예측부 및 상기 사용자에게 대한 상기 가능성을 출력하는 출력부를 포함한다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 방법은 환자에 대해 기 설정된 시간 동안 소정의 시간 간격마다 N회 측정된 혈압 신호를 입력 받는 단계, 상기 환자의 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득하는 단계 및 상기 혈압 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로 상기 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성하는 단계를 포함하고, 이때 상기 혈압 파라미터는 측정된 혈압 신호가 바로 이전에 측정된 혈압 신호에 대해 변한 정도를 나타내는 혈압 변화도에 대한 정보를 포함한다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 방법은 환자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호를 입력 받는 단계, 상기 환자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 각각 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득하는 단계 및 상기 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로 상기 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터와 상기 환자의 심실 부정맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 심실 부정맥 예측 방법은 사용자의 혈압 신호를 입력 받는 단계, 상기 사용자의 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득하는 단계, 인공 신경망 생성 장치가 생성한 상기 인공 신경망에 상기 사용자의 혈압 파라미터를 입력하여 상기 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측하는 단계 및 상기 사용자에게 대한 상기 가능성을 출력하는 단계를 포함한다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 심실 부정맥 예측 방법은 사용자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호를 입력 받는 단계, 상기 사용자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득하는 단계, 인공 신경망 생성 장치가 생성한 상기 인공 신경망에 상기 사용자의 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 입력하여 상기 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측하는 단계 및 상기 사용자에게 대한 상기 가능성을 출력하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명의 실시예에 따르면, 환자의 생체 신호, 이를 테면 혈압, 호흡, 심전도로부터 도출한 다양한 파라미터를 인공 신경망의 학습에 사용하여 심실 부정맥이 발생하기 이전에 높은 확률로 발병을 미리 예측할 수 있게 하며, 이에 따라 환자가 심실 부정맥의 발생에 대처하기 위한 충분한 시간을 확보할 수 있게 한다.
- [0035] 또한, 병원 내에 구비된 환자 감시 장치와 연동하여 서비스를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 휴대용 혈압 측정기, 휴대용 심전도 측정기 또는 휴대용 호흡 측정기와 같은 스마트 헬스 장비와 연동하여 서비스를 제공할 수 있으므로, 환자가 일상 생활 중에도 심실 부정맥의 발생에 빠르게 대처할 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치의 기능 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치가 학습에 사용하는 파라미터를 나타낸 예시도이다.

도 3는 본 발명의 실시예에 따른 NN간격 데이터를 나타낸 그래프이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 NN간격 데이터에서 이소성 박동을 제거한 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 이소성 박동을 제거한 데이터에서 디트렌딩을 수행한 그래프이다.

도 6는 본 발명의 실시예에 따른 파워 스펙트럼 밀도를 나타낸 그래프이다.

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치가 생성한 인공 신경망의 성능을 나타낸 실험 결과이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 심실 부정맥 예측 장치의 기능 블록도이다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 방법의 프로세스를 도시한 흐름도이다.

도 11 및 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 심실 부정맥 예측 방법의 프로세스를 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 범주는 청구항에 의해 정의될 뿐이다.
- [0039] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 실제로 필요한 경우 외에는 생략될 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0040] 도면에 표시되고 아래에 설명되는 기능 블록들은 가능한 구현의 예들일 뿐이다. 다른 구현들에서는 상세한 설명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다른 기능 블록들이 사용될 수 있다. 또한 본 발명의 하나 이상의 기능 블록이 개별 블록들로 표시되지만, 본 발명의 기능 블록들 중 하나 이상은 동일 기능을 실행하는 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 구성들의 조합일 수 있다.
- [0041] 또한 어떤 구성 요소들을 포함한다는 표현은 개방형의 표현으로서 해당 구성 요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성 요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.
- [0042] 나아가 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 연결되어 있다거나 접속되어 있다고 언급될 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 한다.
- [0043] 또한 '제1, 제2' 등과 같은 표현은 복수의 구성들을 구분하기 위한 용도로만 사용된 표현으로써, 구성들 사이의 순서나 기타 특징들을 한정하지 않는다.
- [0044] 이하에서는 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 설명하도록 한다.
- [0045] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치(100)의 기능 블록도이다.
- [0046] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치(100)는 입력부(110), 파라미터 획득부(120) 및 생성부(130)를 포함한다.
- [0047] 입력부(110)는 환자의 생체 신호를 입력 받는다. 이때 환자는 심실 부정맥 환자일 수 있으며, 생체 신호는 혈압 신호(blood pressure signal), 심전도 신호(electrocardiography signal) 및 호흡 신호(respiratory signal) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한 환자의 생체 신호는 심실 부정맥 환자가 정상 상태인 경우의 생체 신호, 심실 부정맥 발생 직전인 경우의 생체 신호 및 심실 부정맥 발생한 후의 생체 신호를 포함할 수 있다.
- [0048] 한편, 입력부(110)는 환자에 대해 기 설정된 시간 동안 소정의 시간 간격마다 N회(N은 자연수) 측정된 혈압 신호를 입력 받을 수 있다. 예를 들면, 5분 동안 1분 간격으로 5회 측정된 혈압 신호를 입력 받을 수 있으며, 이때 혈압 신호에는 환자의 수축기 혈압과 이완기 혈압이 포함될 수 있다. 예를 들어, 정상인의 경우 수축기 혈압은 120mmHg, 이완기 혈압은 80mmHg로 알려져 있다.

[0049] 여기서, 혈압 신호란 환자의 혈압을 연속적으로 측정된 정보 또는 특정 시점(수축기 또는 이완기)에서의 환자의 혈압에 대한 정보를 포함할 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예에 적용될 수 있는 혈압 신호는 이러한 예시에 한정되지 않고 후술할 혈압 파라미터를 도출할 수 있는 다양한 정보를 포함할 수 있다.

[0050] 파라미터 획득부(120)는 입력부(110)가 입력 받은 생체 신호로부터 인공 신경망 학습에 사용할 파라미터를 획득한다. 예를 들면, 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 각각 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터 중 적어도 하나의 파라미터를 획득할 수 있다.

[0051] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치(100)가 학습에 사용하는 파라미터를 나타낸 예시이다.

[0052] 도 2를 참조하면, 파라미터 획득부(120)는 혈압 신호로부터 인공 신경망의 학습에 사용될 혈압 파라미터를 획득할 수 있다. 이때 파라미터 획득부(120)는 특정 시점에 측정된 혈압 신호가 바로 이전에 측정된 혈압 신호에 대하여 변화된 정도를 나타내는 혈압 변화도에 대한 정보를 획득할 수 있다.

[0053] 일 예로, 입력부(110)가 5분 동안 1분 간격으로 5회 측정된 혈압 신호(BP_1 , BP_2 , BP_3 , BP_4 , BP_5)를 입력 받은 경우, 파라미터 획득부(120)가 도출하는 혈압 변화도는 아래 수학적 식 1과 같이 특정 시점에 측정된 혈압 신호가 바로 이전에 측정된 혈압 신호에 대하여 변화된 정도를 나타낸다.

수학적 식 1

[0054] $|BP_{n-1} - BP_n|$

[0055] 이때 혈압 변화도는 혈압 신호가 수축기인 경우 및 이완기인 경우 각각에 대하여 도출될 수 있으며, 파라미터 획득부(120)는 각각의 경우 도출된 혈압 변화도를 이용하여 아래와 같은 8가지 혈압 변화도 관련 인자를 획득할 수 있다.

[0056] 예를 들어, 파라미터 획득부(120)는 혈압 변화도에 대한 정보로부터, 기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압 변화도의 평균, 기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압 변화도의 표준편차, 기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압 변화도 중 최대값, 기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압 변화도 중 최소값, 기 설정된 시간 동안의 이완기 혈압 변화도의 평균, 기 설정된 시간 동안의 이완기 혈압 변화도의 표준편차, 기 설정된 시간 동안의 이완기 혈압 변화도 중 최대값 및 기 설정된 시간 동안의 이완기 혈압 변화도 중 최소값을 획득할 수 있다.

[0057] 가령, 입력부(110)가 5분 동안 1분 간격으로 혈압 신호(BP_1 , BP_2 , BP_3 , BP_4 , BP_5)를 입력 받았다면, 파라미터 획득부(120)는 5분 동안의 혈압 변화도의 평균을 아래 수학적 식 2에 $N=5$ 를 대입하여 구할 수 있다.

수학적 식 2

[0058] $(\sum_{n=2}^N |BP_{n-1} - BP_n|) / (N - 1)$

[0059] 아울러, 파라미터 획득부(120)는 인공 신경망을 학습하기 위한 혈압 파라미터로서, 입력부(110)를 통해 기 설정된 시간 동안 입력된 수축기 혈압 신호의 평균 및 기 설정된 시간 동안 입력된 수축기 혈압 신호의 표준 편차, 기 설정된 시간 동안 입력된 이완기 혈압 신호의 평균 및 기 설정된 시간 동안 입력된 이완기 혈압 신호의 표준 편차를 더 사용할 수 있다.

[0060] 또한, 도 2를 다시 참조하면, 파라미터 획득부(120)는 측정된 심전도 신호로부터 인공 신경망의 학습에 사용될 심전도 파라미터를 획득할 수 있다.

[0061] 예를 들어, 파라미터 획득부(120)는 측정된 심전도 신호로부터 Mean NN (NN interval, Normal-Normal interval), SDNN(standard deviation of NN intervals), RMSSD (Square root of the mean squared differences of successive NN intervals), pNN50 (proportion of interval differences of successive NN intervals greater than 50ms), VLF (very low frequency), LF (low frequency), HF (high frequency), LF/HF, SD1 (standard deviation 1), SD2 (standard deviation 2) 및 SD1/SD2 를 획득할 수 있다.

- [0062] 여기서, Mean NN, SDNN, RMSSD 및 pNN50의 파라미터 값은 시간 영역 분석을 통해 획득된다. 구체적으로, Mean NN은 NN 간격(NN interval, Normal-Normal interval)의 평균을 의미하고, SDNN은 NN 간격의 표준편차를 의미하고, RMSSD는 인접한 NN 간격의 차이에 대한 제곱의 합을 평균한 값에 대한 제곱근을 의미하며, pNN50은 연속적인 NN 간격의 차이가 50ms를 초과하는 NN 간격 수의 비율을 의미한다.
- [0063] 또한, VLF, LF, HF 및 LF/HF의 파라미터 값은 주파수 영역 분석을 통해 획득된다. 구체적으로, VLF는 0~0.04 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도를 의미하고, LF는 0.04~0.15 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도를 의미하고, HF는 0.15~0.40 Hz 사이의 고주파 영역의 신호의 강도를 의미하며, LF/HF는 LF와 HF의 비율을 의미한다.
- [0064] 더하여, SD1, SD2 및 SD1/SD2의 파라미터 값은 비선형 분석을 통해 획득된다. 구체적으로, SD1은 단기 심박 변이율을 의미하고, SD2는 장기 심박 변이율을 의미하며, SD1/SD2는 단기 심박 변이율과 장기 심박 변이율의 비율을 의미한다.
- [0065] 도 3는 본 발명의 실시예에 따른 NN 간격 데이터를 나타낸 그래프이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 NN 간격 데이터에서 이소성 박동을 제거한 그래프이며, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 이소성 박동을 제거한 데이터에서 디트렌딩을 수행한 그래프이고, 도 6는 본 발명의 실시예에 따른 파워 스펙트럼 밀도를 나타낸 그래프이다. 여기서, NN 간격이란 심장 박동의 R-피크(R-peak)간 간격을 의미한다.
- [0066] 도 3 내지 도 6을 참조하면, 파라미터 획득부(120)는 심전도 신호에서 R 피크를 검출하여 NN 간격 데이터를 생성하고, NN 간격 데이터에서 이소성 박동을 제거하며, 이소성 박동이 제거된 NN 간격 데이터를 기초로 심전도 파라미터를 획득할 수 있다.
- [0067] 보다 자세하게, 파라미터 획득부(120)는 입력 받은 심전도 신호에서 R 피크를 검출하여 NN 간격 데이터를 생성할 수 있다. 이때 도 3에서는 NN 간격 데이터에 대해 시간을 x축으로 하고 NN 간격을 y축으로 하는 데이터로 표현하였다.
- [0068] 이어서, NN 간격 데이터가 생성된 후, 파라미터 획득부(120)는 NN 간격 데이터에서 이소성 박동(ectopic beat)을 제거할 수 있다. 이때 이소성 박동이란 정상적인 심장 박동 이후에 불규칙하게 한 번씩 나타나는 심장 박동을 의미하며, 도 3에서 보는 바와 같이, NN 간격이 불규칙적으로 크게 발생하는 지점이 이소성 박동이 발생한 지점이다.
- [0069] 이소성 박동의 제거는 NN 간격의 크기가 임계값보다 큰 경우 해당되는 NN 간격 구간을 삭제하는 방법으로 진행된다. 예를 들어 임계치가 0.1이라고 가정할 때, NN 간격이 0.2인 경우 해당 구간은 삭제되며, 0.05인 경우 삭제되지 않는다. 파라미터 획득부(120)는 도 3과 같은 NN간격 데이터에서 이소성 박동 구간을 제거하여 도 4와 같은 형태의 데이터를 획득할 수 있다.
- [0070] 이후, 파라미터 획득부(120)는 이소성 박동이 제거된 NN 간격 데이터로부터 시간 영역 분석을 통하여 Mean NN, SDNN, RMSSD, pNN50에 대한 파라미터 값을 획득하고, 비선형 분석을 통하여 SD1, SD2, SD1/SD2에 대한 파라미터 값을 획득할 수 있다.
- [0071] 더하여, 파라미터 획득부(120)는 이소성 박동이 제거된 데이터를 디트렌딩(detrending), 리샘플링(resampling), 큐빅 스플라인 보간(cubic spline interpolation) 및 파워 스펙트럼 밀도(power spectral density) 계산을 통해 주파수 영역 분석을 위한 데이터를 생성할 수 있다.
- [0072] 구체적으로, 파라미터 획득부(120)는 시변 유한 임펄스 응답 고역 통과 필터(time-varying finite impulse response high-pass filter)를 이용하여 이소성 박동이 제거된 데이터를 디트렌딩할 수 있다. 이때, 디트렌딩(detrending)이란 이소성 박동이 제거된 데이터의 장기적 트렌드를 제거하고 단기적 변화를 강조하는 데이터 조작을 의미한다.
- [0073] 이어서, 파라미터 획득부(120)는 디트렌드(detrend)된 데이터를 7Hz로 리샘플링하고, 큐빅 스플라인 보간을 수행하여 주파수 영역 분석을 위한 데이터를 생성할 수 있다. 여기서, 큐빅 스플라인 보간(cubic spline interpolation)이란 주어진 모든 점을 지나는 3차의 다항식을 작성하여 두 점 사이를 부드러운 곡선으로 연결하는 보간 방법을 의미한다. 위의 과정을 통해 생성된 데이터는 도 5와 같은 형태의 그래프로 표현될 수 있다.
- [0074] 또한 디트렌딩, 리샘플링 및 큐빅 스플라인 보간을 마친 후, 파라미터 획득부(120)는 파워 스펙트럼 밀도(PSD, power spectral density)를 계산하며, 파워 스펙트럼 밀도는 도 6과 같은 형태의 그래프로 표현될 수 있다.
- [0075] 아울러, 다시 도 2를 참조하면, 파라미터 획득부(120)는 측정된 호흡 신호로부터 인공 신경망의 학습에 사용될

호흡 파라미터를 획득할 수 있다.

- [0076] 예를 들어, 파라미터 획득부(120)는 측정된 호흡 신호로부터 RPDV(respiration period mean), RPDSD(respiration period standard deviation) 및 RPDV(respiration period variability)를 획득할 수 있다. 여기서, RPDV는 호흡 주기의 평균을 의미하고, RPDSD는 호흡 주기의 표준편차를 의미하며, RPDV는 RPDSD와 RPDV의 비율을 의미한다.
- [0077] 한편, 파라미터 획득부(120)는 도 2에 도시된 모든 종류의 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득하는 것에 한정되는 것이 아니며, 각각의 생체 신호로부터 도출되는 다양한 종류의 파라미터 중 일부 파라미터를 선택적으로 획득할 수 있다.
- [0078] 생성부(130)는 환자의 생체 신호로부터 획득한 생체 파라미터와 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로, 생체 파라미터와 환자의 심실 부정맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성한다. 이때 생체 파라미터는 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이때 생성부(130)는 도 2에 도시된 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 도출되는 다양한 종류의 파라미터 중 일부 파라미터를 선택적으로 사용하여 인공 신경망의 학습에 사용할 수 있다.
- [0079] 여기서, 인공 신경 회로망이란 생물학의 신경망(동물의 중추신경계, 특히 뇌)에서 영감을 얻은 통계학적 학습 알고리즘으로 시냅스의 결합으로 네트워크를 형성한 인공 뉴런이 학습을 통해 시냅스의 결합 세기를 변화시켜 문제 해결 능력을 가지는 모델 전반을 가리키며, 본 발명의 실시예에서 심실 부정맥 예측 알고리즘은 인공 신경 회로망을 기반으로 생성된다. 예를 들어 생성부(130)는 서포트 벡터 머신(SVM, support vector machine)과 같은 기계 학습 알고리즘(machine learning algorithm)을 통해 인공 신경망을 생성할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0080] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치(100)가 생성한 인공 신경망의 성능을 나타낸 실험 결과이다. 보다 자세하게, 도 7a는 다양한 파라미터를 통해 학습시킨 각 인공 신경망의 성능을 복수의 지표를 통해 측정된 결과를 나타내고, 도 7b는 다양한 파라미터를 통해 학습시킨 인공 신경망에 대한 ROC 커브(Receiver Operation Characteristic curve)를 나타낸다.
- [0081] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 혈압 파라미터만을 단독으로 사용하여 인공 신경망을 생성한 경우, 심전도 파라미터 또는 호흡 파라미터를 사용하여 학습한 인공 신경망과 민감도(Sensitivity), 특이도(Specificity), 정확도(Accuracy), PPV(Positive Predictive Value), NPV(Negative Predictive Value), AUC(Receiver Operation Characteristic) 지표가 거의 유사하거나 보다 향상된 것을 확인할 수 있다. 이때 혈압 신호는 심전도 신호나 호흡 신호에 비해 손쉽게 측정할 수 있다는 이점이 있기 때문에 환자의 심실 부정맥 발생 가능성을 간편하게 예측할 수 있다는 장점이 있다.
- [0082] 더하여, 혈압, 심전도 및 호흡 파라미터를 모두 사용하여 인공 신경망을 생성한 경우 민감도, 정확도, PPV, NPV, AUC의 지표에서 최상의 성능을 나타냄을 확인할 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 실시예를 통해 도출한 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 모두 인공 신경망의 학습에 사용한다면 심실 부정맥이 발생하기 이전에 매우 높은 확률로 발병을 미리 예측할 수 있으므로, 환자가 심실 부정맥의 발생에 대처하기 위한 충분한 시간을 확보할 수 있다.
- [0083] 한편 상술한 실시예가 포함하는 입력부(110), 파라미터 획득부(120) 및 생성부(130)는 이들의 기능을 수행하도록 프로그램된 명령어를 포함하는 메모리, 및 이들 명령어를 수행하는 마이크로프로세서를 포함하는 연산 장치에 의해 구현될 수 있다.
- [0084] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 심실 부정맥 예측 장치(200)의 기능 블록도이다.
- [0085] 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심실 부정맥 예측 장치(200)는 입력부(210), 파라미터 획득부(220), 예측부(230) 및 출력부(240)를 포함한다.
- [0086] 입력부(210)는 사용자의 생체 신호를 입력받는다. 이때 사용자는 심실 부정맥 발생 가능성을 예측하기 위해 심실 부정맥 예측 장치(200)를 사용하는 사람을 의미한다. 이때 사용자의 생체 신호는 환자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0087] 파라미터 획득부(220)는 입력부(210)가 입력 받은 생체 신호로부터 인공 신경망 생성 장치(100)가 생성한 인공 신경망에 입력할 파라미터를 획득한다. 예를 들면, 파라미터 획득부(220)는 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호

호로부터 각각 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득할 수 있다.

- [0088] 예측부(230)는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 장치(100)가 생성한 인공 신경망에 사용자의 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터 중 적어도 하나를 입력하여 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측한다.
- [0089] 출력부(240)는 인공 신경망이 사용자에게 대해 예측한 심실 부정맥 발생 가능성을 출력한다.
- [0090] 한편 상술한 실시예가 포함하는 입력부(210), 파라미터 획득부(220) 및 예측부(230) 및 출력부(240)는 이들의 기능을 수행하도록 프로그램된 명령어를 포함하는 메모리, 및 이들 명령어를 수행하는 마이크로프로세서를 포함하는 연산 장치에 의해 구현될 수 있다.
- [0091] 도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망 생성 방법의 프로세스를 도시한 흐름도이다. 도 9 및 도 10에 따른 인공 신경망 생성 방법의 각 단계는 도 1을 통해 설명된 인공 신경망 생성 장치(100)에 의해 수행될 수 있으며, 각 단계를 설명하면 다음과 같다.
- [0092] 도 9의 인공 신경망 생성 방법에 따르면, 입력부(110)는 환자에 대해 기 설정된 시간 동안 소정의 시간 간격마다 N회 측정된 혈압 신호를 입력받는다(S910). 이후, 파라미터 획득부(120)는 측정된 혈압 신호가 바로 이전에 측정된 혈압 신호에 대해 변한 정도를 나타내는 혈압 변화도에 대한 정보를 포함하는 혈압 파라미터를 획득한다(S920). 다음으로, 생성부(130)는 파라미터와 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로 혈압 파라미터와 환자의 심실 부정맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성한다(S930).
- [0093] 도 10의 인공 신경망 생성 방법에 따르면, 입력부(110)는 환자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호를 입력받는다(S1010). 이후, 파라미터 획득부(120)는 환자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 각각 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득한다(S1020). 다음으로, 생성부(130)는 파라미터와 환자의 심실 부정맥 발생 여부를 기초로 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터와 환자의 심실 부정맥 발생 여부와의 상관 관계를 학습시킨 인공 신경망을 생성한다(S1030).
- [0094] 한편, 도 9와 도 10의 각 단계의 주체인 구성 요소들이 해당 단계를 실시하기 위한 과정은 도 1과 함께 설명하였으므로 중복된 설명은 생략한다.
- [0095] 도 11 및 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 심실 부정맥 예측 방법의 프로세스를 도시한 흐름도이다. 도 11 및 도 12에 따른 심실 부정맥 예측 방법의 각 단계는 도 8을 통해 설명된 심실 부정맥 예측 장치(200)에 의해 수행될 수 있으며, 각 단계를 설명하면 다음과 같다.
- [0096] 도 11의 심실 부정맥 예측 방법에 따르면, 입력부(210)는 사용자의 혈압 신호를 입력 받는다(S1110). 이후, 파라미터 획득부(220)는 사용자의 혈압 신호로부터 혈압 파라미터를 획득한다(S1120). 다음으로, 예측부(230)는 인공 신경망 생성 장치(100)가 생성한 인공 신경망에 사용자의 혈압 파라미터를 입력하여 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측한다(S1130). 이에 따라, 출력부(240)는 사용자에게 대한 심실 부정맥 발생 가능성을 출력한다(S1140).
- [0097] 도 12의 심실 부정맥 예측 방법에 따르면, 입력부(210)는 사용자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호를 입력 받는다(S1210). 이후, 파라미터 획득부(220)는 사용자의 혈압 신호, 심전도 신호 및 호흡 신호로부터 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 획득한다(S1220). 다음으로, 예측부(230)는 인공 신경망 생성 장치(100)가 생성한 인공 신경망에 사용자의 혈압 파라미터, 심전도 파라미터 및 호흡 파라미터를 입력하여 사용자의 심실 부정맥 발생 가능성을 예측한다(S1230). 이에 따라, 출력부(240)는 사용자에게 대한 심실 부정맥 발생 가능성을 출력한다(S1240).
- [0098] 한편, 도 11과 도 12의 각 단계의 주체인 구성 요소들이 해당 단계를 실시하기 위한 과정은 도 8과 함께 설명하였으므로 중복된 설명은 생략한다.
- [0099] 상술한 실시예에 따르면, 환자의 생체 신호, 이를 떼면 혈압, 호흡, 심전도로부터 도출한 다양한 파라미터를 인공 신경망의 학습에 사용하여 심실 부정맥이 발생하기 이전에 높은 확률로 발병을 미리 예측할 수 있게 하며, 이에 따라 환자가 심실 부정맥의 발생에 대처하기 위한 충분한 시간을 확보할 수 있게 한다.
- [0100] 또한, 병원 내에 구비된 환자 감시 장치와 연동하여 서비스를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 휴대용 혈압 측정기, 휴대용 심전도 측정기 또는 휴대용 호흡 측정기와 같은 스마트 헬스 장비와 연동하여 서비스를 제공할 수 있으므로, 환자가 일상 생활 중에도 심실 부정맥의 발생에 빠르게 대처할 수 있게 한다.

- [0101] 상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0102] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 응용 주문형 집적회로(ASICs, Application Specific Integrated Circuits), 디지털 신호 처리기(DSPs, Digital Signal Processors), 디지털 신호 처리 소자(DSPDs, Digital Signal Processing Devices), 프로그램가능 논리 소자(PLDs, Programmable Logic Devices), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(FPGAs, Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0103] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드 등이 기록된 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 판독 가능 기록 매체 또는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 메모리 유닛은 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0104] 또한 본 발명에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 인코딩 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 인코딩 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방법으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.
- [0105] 더불어 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또한 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.
- [0106] 이와 같이, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

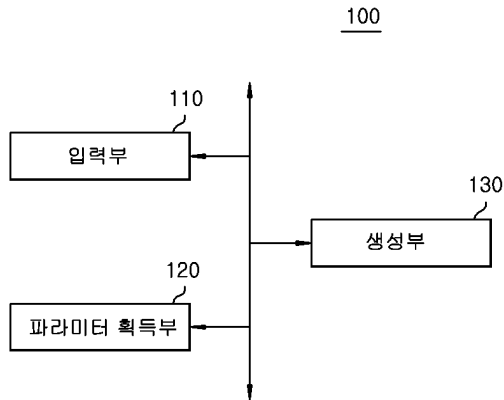
- [0108] 100: 인공 신경망 생성 장치
- 110: 입력부
- 120: 파라미터 획득부
- 130: 생성부
- 200: 심실 부정맥 예측 장치
- 210: 입력부
- 220: 파라미터 획득부

230: 예측부

240: 출력부

도면

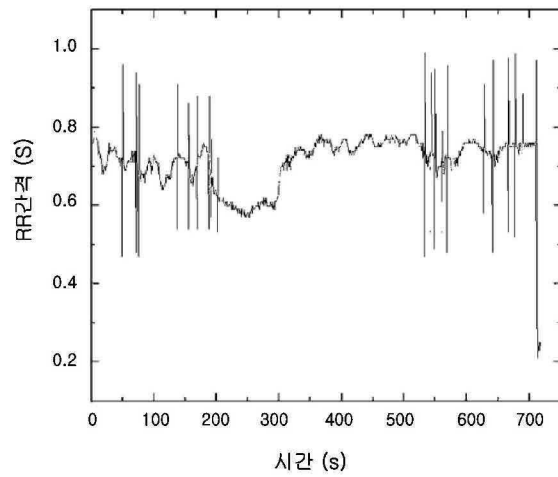
도면1



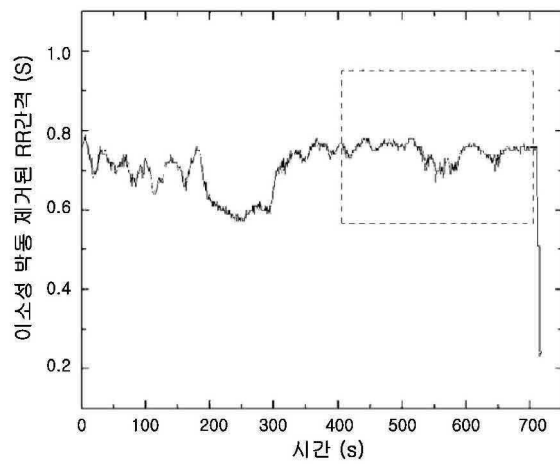
도면2

생체 신호	파라미터	내용
혈압	수축기 혈압 평균	기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압의 평균
	수축기 혈압 표준편차	기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압의 표준편차
	수축기 혈압 변화도 평균	기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압 변화도 평균
	수축기 혈압 변화도 표준편차	기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압 변화도 표준편차
	수축기 혈압 변화도 최대값	기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압 변화도 최대값
	수축기 혈압 변화도 최소값	기 설정된 시간 동안의 수축기 혈압 변화도 최소값
	이완기 혈압 평균	기 설정된 시간 동안의 이완기 혈압의 평균
	이완기 혈압 표준편차	기 설정된 시간 동안의 이완기 혈압의 표준편차
	이완기 혈압 변화도 평균	기 설정된 시간 동안의 이완기 혈압 변화도 평균
	이완기 혈압 변화도 표준편차	기 설정된 시간 동안의 이완기 혈압 변화도 표준편차
심전도	Mean NN	NN 간격 평균
	SDNN	NN 간격 표준편차
	RMSSD	인접한 NN 간격의 차이에 대한 제곱의 합을 평균한 값에 대한 제곱근
	pNN50	연속적인 NN 간격의 차이가 50 ms를 초과하는 NN 간격 수의 비율
	VLF	0~0.04 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도
	LF	0.04~0.15 Hz 사이의 저주파 영역의 신호의 강도
	HF	0.15~0.40 Hz 사이의 고주파 영역의 신호의 강도
	LF/HF	LF와 HF의 비율
	SD1	단기 심박 변이율
	SD2	장기 심박 변이율
호흡	SD1/SD2	단기 심박 변이율과 장기 심박 변이율의 비율
	RpdM	호흡 주기의 평균
	RPdSD	호흡 주기의 표준편차
	RPdV	호흡 주기의 평균과 호흡 주기의 표준편차간의 비율

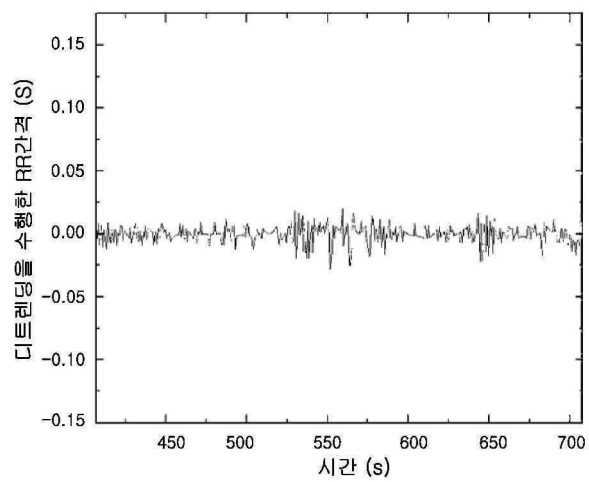
도면3



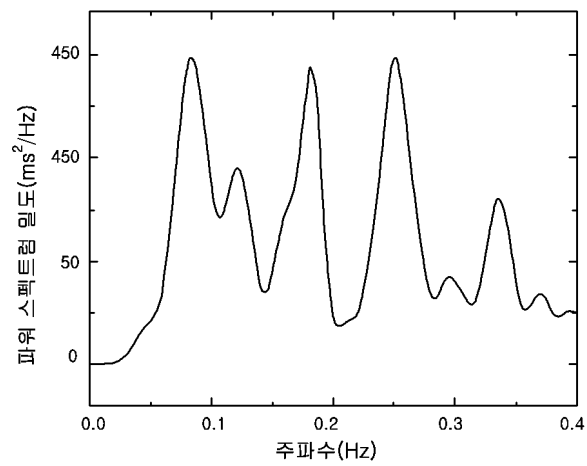
도면4



도면5



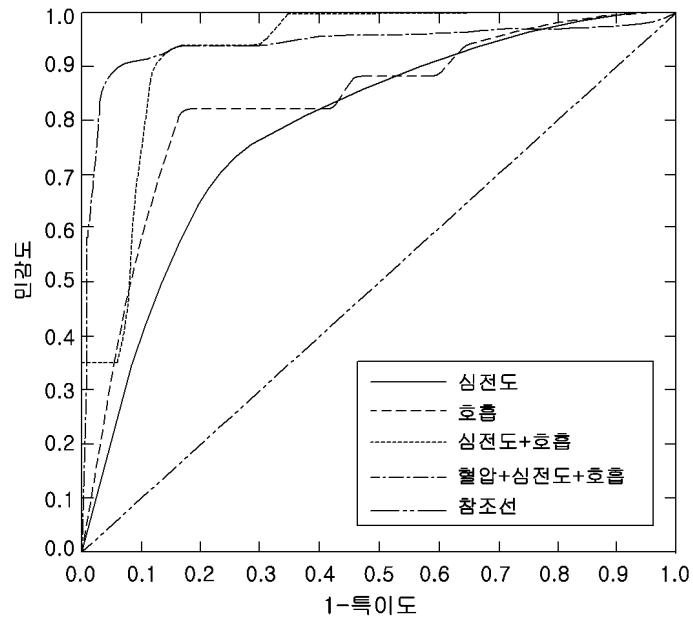
도면6



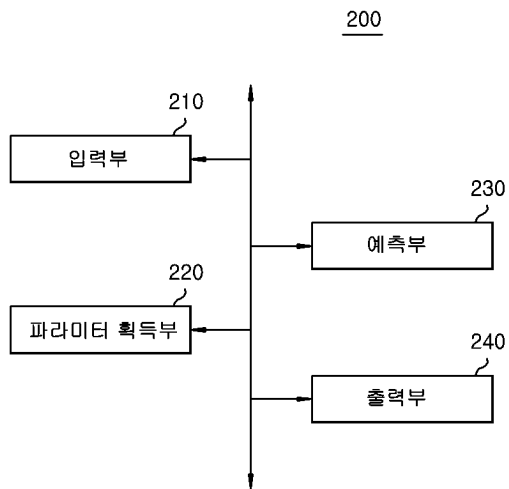
도면7a

생체 신호	입력 파라미터 개수	민감도(%)	특이도(%)	정확도(%)	PPV (%)	NPV (%)	AUC
혈압	14	80.5(29/36)	83.3(30/36)	81.9(59/72)	82.9(29/35)	81.1(30/37)	0.822
심전도	11	70.6(12/17)	76.5(13/17)	73.5(25/34)	75.0(12/16)	72.2(13/18)	0.75
호흡	3	82.4(14/17)	82.4(14/17)	82.4(28/34)	82.4(14/17)	82.4(14/17)	0.83
심전도+호흡	14	88.2(15/17)	82.4(14/17)	85.3(29/34)	83.3(15/18)	87.5(14/16)	0.93
혈압+심전도 +호흡	28	94.1(16/17)	82.4(14/17)	88.2(30/34)	84.2(16/19)	93.3(14/15)	0.94

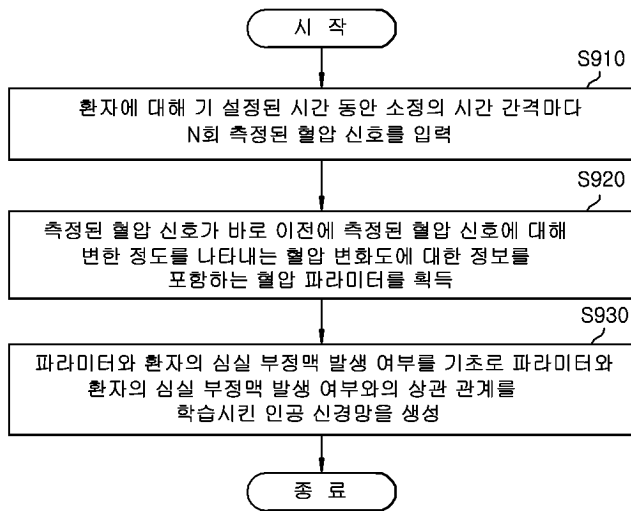
도면7b



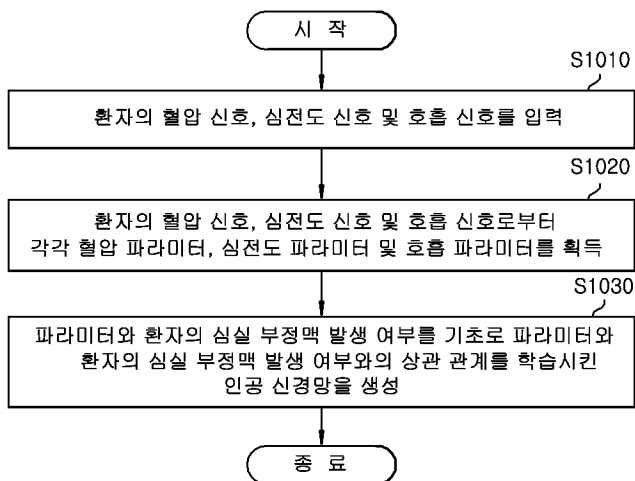
도면8



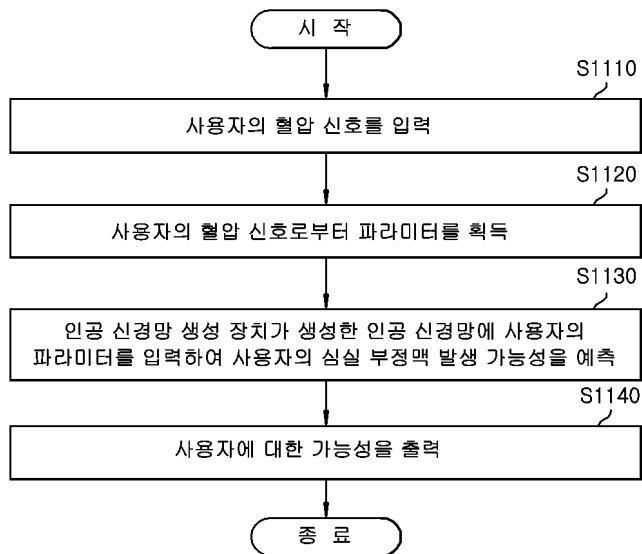
도면9



도면10



도면11



도면12

