(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0151450
(43) 공개일자 2024년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/00 (2024.01) *G06T 7/62* (2017.01)
(52) CPC특허분류
A61B 6/5217 (2020.08)
A61B 6/507 (2024.01)
(21) 출원번호 10-2023-0047474
(22) 출원일자 2023년04월11일
심사청구일자 2023년04월11일

(71) 출원인
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
이윤재
서울시 강동구 천중로5길 28, 드림하우스 502호
강구현
서울특별시 강남구 언주로 107, 개포현대2차 212동 104호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인본

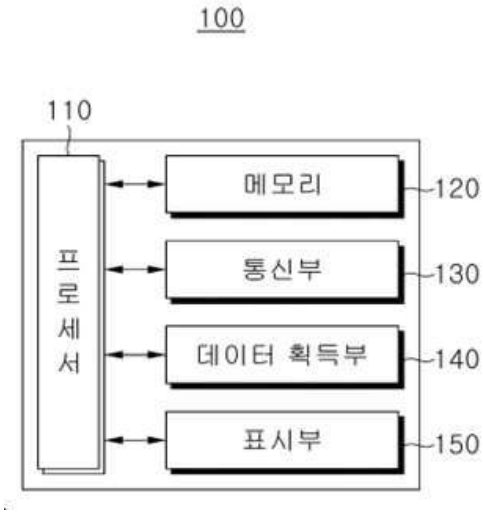
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **흉부 엑스레이 이미지를 이용한 심박출량 예측 장치**

(57) 요 약

본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 장치는 심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델 및 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델을 포함하는 메모리, 대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득부 및 상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하고, 상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 프로세서를 포함하여 구성될 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
G06T 7/62 (2017.01)
G06T 2207/10116 (2013.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
G06T 2207/30048 (2013.01)
(72) 발명자
장용수
서울특별시 서초구 신반포로 270 반포자이아파트 142-302
김원희
경기도 성남시 분당구 양현로 254, 509동 1705호
최현영
경기도 하남시 미사강변한강로 60, 105동 2204호
김재국
서울특별시 영등포구 신풍로 77, 래미안에스티움 110동 1602호
김유섭
서울특별시 영등포구 신풍로 77 래미안에스티움 110동 1602호
이가영
서울특별시 동작구 동작대로 29길 115, 사당 우성 3단지 302동 907호

명 세 서

청구범위

청구항 1

전자 장치에 있어서,

심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델, 및 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델을 포함하는 메모리;

대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득부;

상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하고, 상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 프로세서;를 포함하는, 심박출량 예측 장치.

청구항 2

제1항에 있어서

상기 프로세서는

상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 경계를 식별하고, 상기 식별된 심장의 경계 내부의 면적을 측정하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하는, 심박출량 예측 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 생체 신호는

상기 대상자의 호흡수, 맥박수, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥압 중 적어도 하나를 포함하는, 심박출량 예측 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

제2 인공지능 모델은

심장의 크기 관련 데이터, 호흡수, 맥박수, 혈압 및 맥압을 입력용 훈련 데이터로 설정하고,

심초음파 데이터를 출력용 훈련 데이터로 설정하여 지도 학습이 이루어진 모델인, 심박출량 예측 장치.

청구항 5

제4에 있어서,

상기 프로세서는

대상자의 엑스레이 이미지로부터 산출된 이미지 판독값 및 상기 대상자의 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 연산한 결과로 심초음파 데이터를 추출하고, 상기 심초음파 데이터에 기반하여 심박출량 수치를 판단하는, 심박출량 예측 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 심초음파 데이터는

박출계수(Ejection fraction), 1회 박출량 및 대동맥 흐름 속도(Aortic flow velocity) 중 적어도 하나를 포함

하는, 심박출량 예측 장치.

청구항 7

심박출량 예측 시스템에 있어서,

심박출량 예측 장치; 및

상기 심박출량 예측 장치에 대상자의 엑스레이 이미지를 제공하는 엑스레이 촬영 장치;를 포함하고,

상기 심박출량 예측 장치는

심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델, 및 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델을 포함하는 메모리;

상기 대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득부;

상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하고, 상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 프로세서;를 포함하는, 심박출량 예측 시스템.

청구항 8

대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득 단계;

상기 엑스레이 이미지를 심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하는 단계; 및

상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 단계;를 포함하고,

상기 제2 인공지능 모델은

심장의 크기 관련 데이터, 호흡수, 맥박수, 혈압 및 맥압을 입력용 훈련 데이터로 설정하고,

심초음파 데이터를 출력용 훈련 데이터로 설정하여 지도 학습이 이루어진 모델인, 심박출량 예측 방법.

청구항 9

대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득 단계;

상기 엑스레이 이미지를 심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하는 단계; 및

상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 단계;를 포함하는, 심박출량 예측 방법.

청구항 10

컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램에 있어서,

전자 장치의 프로세서에 의해 실행되어, 상기 전자 장치로 하여금, 제9항의 예측 방법을 수행하도록 하는, 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 흉부 엑스레이 이미지를 이용한 심박출량 예측 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 심박출량(Cardiac output, CO)는 심장 박동을 통해 전신으로 나가는 분당 혈액의 양을 의미한다. 심박출량은 심

박수(Heart rate, HR)와 1회당 박출량(Stroke volume, SV)의 곱으로 정의되며, 이러한 심박출량은 심장 기능뿐 아니라 전체 순환계의 상태를 반영하는 지표가 될 수 있다.

[0003] 그러나 심박출량을 측정하기 위해서는 침습적인 모니터링이나 심초음파 검사 등의 고가의 장비 및 숙련된 술기를 갖고 있는 의료진이 필요하며, 그에 따라 이러한 장비 및 의료진을 갖추지 못한 환경에서는 심박출량 데이터를 이용하여 환자를 평가하고 치료하는 데 어려움이 따른다.

[0004] 따라서, 이러한 기존 방법의 한계점을 극복하기 위해서는 인공지능 기술을 활용한 자동화된 방법을 이용하는 것이 필요하다. 인공지능 기술은 이미지 판독 분야에서 뛰어난 성능을 보여주고 있으며, 이러한 기술을 이용하여 심박출량 판단에 적용할 경우 정확도와 효율성이 제고된 심박출량 판독이 가능해질 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 10-2405314호(인공지능 기반 실시간 자동 엑스레이 영상 판독 방법 및 시스템)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 침습적인 모니터링, 심초음파 검사 등 고가의 장비를 활용하지 않더라도 엑스레이 이미지를 분석하는 비교적 간단한 방법으로 심박출량을 예측하기 위해 고안되었다.

[0008] 본 개시의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 개시의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 개시의 실시 예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 개시의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 장치는 심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델, 및 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델을 포함하는 메모리, 대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득부 및 상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하고, 상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[0010] 이 때, 상기 프로세서는 상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 경계를 식별하고, 상기 식별된 심장의 경계 내부의 면적을 측정하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출할 수 있다.

[0011] 이 때, 상기 생체 신호는 상기 대상자의 호흡수, 맥박수, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥압 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 실시 예에 따른 상기 제2 인공지능 모델은 심장의 크기 관련 데이터, 호흡수, 맥박수, 혈압 및 맥압을 입력용 훈련 데이터로 설정하고, 심초음파 데이터를 출력용 훈련 데이터로 설정하여 지도 학습이 이루어진 모델일 수 있다.

[0013] 그리고 상기 프로세서는 대상자의 엑스레이 이미지로부터 산출된 이미지 판독값 및 상기 대상자의 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 연산한 결과로 심초음파 데이터를 추출하고, 상기 심초음파 데이터에 기반하여 심박출량 수치를 판단할 수 있다.

[0014] 이 때, 상기 심초음파 데이터는 박출계수(Ejection fraction), 1회 박출량 및 대동맥 흐름 속도(Aortic flow velocity) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 시스템은 심박출량 예측 장치 및 상기 심박출량 예측 장치에 대상자의

엑스레이 이미지를 제공하는 엑스레이 촬영 장치를 포함하여 구성될 수 있다. 그리고 이 때 상기 심박출량 예측 장치는 심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델, 및 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델을 포함하는 메모리, 상기 대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득부 및 상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하고, 상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 프로세서를 포함하여 구성될 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 방법은 대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득 단계, 상기 엑스레이 이미지를 심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하는 단계 및 상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시 예에 따른 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램은 전자 장치의 프로세서에 의해 실행되어, 상기 전자 장치로 하여금, 상기 심박출량 예측 방법을 수행하도록 설계될 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명은 환자의 엑스레이 이미지만으로 심박출량을 예측할 수 있도록 하므로, 침습적인 방법이나 고가의 장비를 이용할 수 없는 상황에서도 환자의 심박출량 데이터를 활용하여 진단 및 치료를 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 장치를 포함하는 엑스레이 판독 시스템에 관한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 장치의 구성을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 프로세서의 구성을 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 연산 수행부의 구성을 도시한 도면이다.

도 5 내지 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 방법의 과정을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 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 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0021] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0022] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0023] 명세서에서 사용되는 "부" 또는 “모듈”이라는 용어는 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, "부" 또는 “모듈”은 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 "부" 또는 “모듈”은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. "부" 또는 “모듈”은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수

도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 "부" 또는 “모듈”은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 "부" 또는 “모듈”들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 "부" 또는 “모듈”들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 "부" 또는 “모듈”들로 더 분리될 수 있다.

[0024] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 구성요소와 다른 구성요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 구성요소들의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들어, 도면에 도시되어 있는 구성요소를 뒤집을 경우, 다른 구성요소의 "아래(below)"또는 "아래(beneath)"로 기술된 구성요소는 다른 구성요소의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 구성요소는 다른 방향으로도 배향될 수 있으며, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.

[0026] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시 예를 설명하기로 한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 장치를 포함하는 엑스레이 판독 시스템에 관한 도면이다.

[0028] 도 1에서 도시되는 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 장치(100)(이하, 예측 장치)는 엑스레이 촬영 장치(200)와 연동되어 동작할 수 있다. 상기 예측 장치(100)는 상기 엑스레이 촬영 장치(200)에서 촬영된 엑스레이 이미지를 수신할 수 있다.

[0029] 또한, 도면에 도시되지 않았지만, 상기 예측 장치(100)는 엑스레이 촬영 장치(200) 뿐 아니라, 다양한 종류의 의료 기기로부터 다양한 종류의 데이터를 수신할 수 있다. 예를 들어, 상기 판독 장치(100)는 심초음파 기기, 혈압 측정기 등과 연동되어 이로부터 각종 모니터링 데이터(예, 혈압, 맥박, 맥압 등)를 획득할 수 있다.

[0030] 이러한 상기 예측 장치(100)의 구성에 관한 설명은 도 2 내지 도 4를 참조하여 보다 구체적으로 기술하기로 한다.

[0031] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 장치의 구성을 도시한 도면이다. 도 2에서 도시되는 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 심박출량 예측 장치(이하, 예측 장치)는 프로세서(110), 메모리(120), 통신부(130), 데이터 획득부(140) 및 표시부(150)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0032] 그리고 상기 프로세서(110)는 데이터 가공부(111), 모델 학습부(112) 및 연산 수행부(113)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0033] 상기 프로세서(110)의 각 구성 및 그의 동작에 관하여는 도 3을 참조하여 후술하기로 한다.

[0034] 먼저, 프로세서(110)를 제외한 상기 예측 장치의 나머지 구성들에 대하여 설명하기로 한다.

[0035] 상기 메모리(120)는 상기 프로세서(110)의 동작에 요구되는 각종 프로그램 및 데이터를 저장할 수 있다.

[0036] 본 발명의 실시 예에 따른 상기 메모리(120)는 미리 학습된 인공지능 모델 및 인공지능 모델에 입력할 데이터들을 저장할 수 있다.

[0037] 상기 통신부(130)는 상기 예측 장치(100)가 분석할 대상 데이터를 상기 예측 장치(100)로 제공하는 다양한 외부 장치(예, 엑스레이 촬영 장치)들과의 유무선 통신 기능을 수행할 수 있다.

[0038] 상기 데이터 획득부(140)는 대상자의 엑스레이 이미지를 엑스레이 촬영 장치(200)로부터 획득하고 이를 관리할 수 있다. 또한 상기 데이터 획득부(140)는 심초음파 데이터를 비롯한 각종 생체 신호를 주변 의료 측정 장치로부터 획득하고 이를 관리할 수 있다.

[0039] 또한, 상기 데이터 획득부(140)는 학습용 데이터와, 테스트용 데이터를 분류하여 관리할 수 있다. 학습용 데이터의 경우 동일인의 엑스레이 이미지와 그의 생체 신호(심초음파 측정기로 획득된 심초음파 데이터, 혈압, 호흡수, 맥박 등)을 1:1로 연계하여 관리할 수 있다. 그에 따라 인공지능 모델 학습 시 입력용 학습 데이터와 출력용 학습 데이터는 동일인의 지표로 학습될 수 있도록 한다. 그에 따라 일 대상자의 엑스레이 이미지로부터 해당

인물의 생체 신호가 산출되도록 인공지능 모델이 학습될 수 있다.

[0040] 상기 표시부(150)는 본 발명의 실시 예에 따라 인공지능 모델에 입력될 데이터(엑스레이 이미지)와 인공지능 모델의 연산 결과로 산출된 출력 데이터(심초음파 데이터, 예컨대 심박출량 수치)를 화면에 표시할 수 있다. 그 밖에 상기 표시부(150)는 인공지능 모델을 활용한 이미지 변환 과정에서 안내되는 다양한 정보(예, 출력 데이터의 신뢰도 등)를 표시할 수 있다.

[0041] 이하에서는 도 3를 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 프로세서의 구성에 대하여 상세히 기술하기로 한다.

[0042] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 프로세서의 구성을 도시한 도면이다.

[0043] 도 3에서 도시되는 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 프로세서(110)는 데이터 가공부(111), 모델 학습부(112) 및 연산 수행부(113)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0044] 상기 데이터 가공부(111)는 획득된 데이터의 정규화 동작 등 인공지능 모델에 입력하기에 알맞은 형태가 되도록 가공하는 동작을 수행할 수 있다. 상기 데이터 가공부(111)를 통해 가공된 형태의 데이터는 인공지능 모델의 학습 과정에 활용될 수 있을 뿐 아니라, 학습이 완료된 인공지능 모델을 통해 심박출량 관련 데이터를 출력하고자 하는 경우에도 활용될 수 있다.

[0045] 나아가 상기 데이터 가공부(111)는 획득된 엑스레이 이미지에서 인공지능 모델에 입력될 관심 영역을 특정하는 동작을 수행할 수 있다. 본 발명의 실시 예에 따른 엑스레이 이미지는 흉부 엑스레이 이미지일 수 있으며, 호흡 및 심박출량 분석에 요구되는 이미지는 심장 부위에 해당된다. 그에 따라 흉부 엑스레이 이미지 전체에서 분석 대상이 될 주요 관심 영역(예, 심장 및 폐 인접 영역)을 특정하고 상대적으로 중요도가 떨어지는 영역(예, 목, 어깨 등)을 대상 이미지에서 제외하는 등의 전처리 동작을 수행할 수 있다.

[0046] 일 실시 예에 따라, 상기 모델 학습부(112)는 대상자의 엑스레이 이미지와 대상자의 생체 신호를 기반으로 심박출량 관련 정보를 산출하는 인공지능 모델이 학습되도록 동작할 수 있다.

[0047] 구체적으로, 상기 모델 학습부(112)는 복수의 흉부 엑스레이 이미지와, 생체 신호를 기반으로 인공지능 모델의 학습을 수행할 수 있다.

[0048] 이 때, 인공지능 모델의 학습에 활용되는 생체 신호에는 다음의 데이터가 포함될 수 있다. 먼저, 입력용 학습 데이터(독립변수)는 인간의 흉부 엑스레이 이미지, 호흡수, 맥박수, 혈압(수축기 혈압, 이완기 혈압), 맥압(수축기 혈압과 이완기 혈압의 차이)가 포함될 수 있다. 이 때 상기 혈압은 혈압계에 의해 측정될 수 있다.

[0049] 그리고 상기 인공지능 모델의 학습에 활용되는 출력용 학습 데이터(종속변수)는 심초음파 검사 지표 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있다. 그리고 상기 심초음파 검사 지표는 박출계수(Ejection fraction), 1회 박출량 및 대동맥 흐름 속도(Aortic flow velocity) 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있다.

[0050] 그리고 본 발명의 실시 예에 따른 인공지능 모델은 제1 인공지능 모델 및 제2 인공지능 모델을 포함하여 구성될 수 있다.

[0051] 상기 제1 인공지능 모델은 상기 엑스레이 이미지로부터 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하도록 학습된 모델이며, 엑스레이 이미지에 대한 CNN 등의 이미지 처리 알고리즘을 통해 심장의 경계를 등을 식별하도록 학습될 수 있다. 그에 따라 상기 제1 인공지능 모델은 식별된 심장의 경계를 기반으로 심장의 크기 관련 데이터(예, 이미지 상에서의 심장 면적, 심장의 용적)을 산출할 수 있다.

[0052] 한편, 제2 인공지능 모델은 제1 인공지능 모델을 통해 산출된 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 입력하여 상기 대상자의 심박출량과 관련된 데이터를 산출하도록 학습될 수 있다. 나아가 산출된 심박출량 관련 데이터는 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 프로세서를 포함할 수 있다. 상기 심박출량과 관련된 데이터는 심초음파 데이터를 의미할 수 있다. 상기 심초음파 데이터는 박출계수(Ejection fraction), 1회 박출량 및 대동맥 흐름 속도(Aortic flow velocity) 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있다.

[0053] 상기 연산 수행부(113)는 상기 모델 학습부(112)에 의해 학습된 인공지능 모델을 활용하여 인공지능 연산을 수행할 수 있다. 상기 연산 수행부(113)는 대상자의 흉부 엑스레이 이미지 및 대상자의 생체 신호를 미리 학습된 인공지능 모델에 입력하여 연산을 수행하며, 그 결과로 대상자의 심박출량에 대한 데이터를 산출할 수 있다.

[0054] 이 때, 상기 연산 수행부(113)는 대상자의 흉부 엑스레이 이미지를 제1 인공지능 모델에 입력하도록 하여, 제1 인공지능 모델의 연산을 통해 상기 엑스레이 이미지에 대한 이미지 판독값을 산출할 수 있다.

[0055] 참고로, 심박출량은 심장에서 일정 시간 동안 밀어내는 혈액의 양을 의미하므로, 심실이 수축할 때 발생하는 심장 출력량(1회 박출량)과 심박수를 곱하여 구할 수 있다. 그리고 심장 출력량은 심장의 크기와 수축력에 따라 결정되기 때문에, 흉부 엑스레이 데이터로부터 심실의 크기와, 수축력을 추정하는 과정이 요구된다.

[0056] 이러한 이유로, 상기 이미지 판독값은 엑스레이 이미지를 통해 판단된 대상자의 심장의 크기와 관련된 지표에 해당될 수 있다. 예를 들어 상기 이미지 판독값은 엑스레이 이미지 상에서의 심장의 면적, 심장의 반경 및 심장의 용적 등의 데이터로 산출될 수 있다.

[0057] 그리고 상기 연산 수행부(113)는 제1 인공지능 모델을 통해 산출된 이미지 판독값과 함께, 대상자의 생체 신호를 제2 인공지능 모델에 입력하여 대상자의 심박출량 관련 데이터를 산출하기 위한 연산 동작을 수행할 수 있다.

[0058] 이 때 상기 생체 신호는 예를 들어 상기 대상자의 호흡수, 맥박수, 수축기 혈압, 이완기 혈압 및 맥압 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0059] 그리고 상기 연산 수행부(113)가 산출하는 대상자의 심박출량에 대한 데이터는 예를 들어, 대상자의 심박출량의 수준이 정상인지 여부에 해당될 수 있다. 또는 상기 연산 수행부(113)가 산출하는 대상자의 심박출량에 대한 데이터는 예를 들어, 대상자의 심박출량의 수치(예, 5L), 또는 심박출량의 단계 정보(예, 적당, 조금 많음, 매우 많음 등) 등의 형태로 산출될 수 있다.

[0060] 보다 구체적인 설명을 위해, 상기 연산 수행부(113)의 세부 구성을 도시한 도 4를 참조하기로 한다.

[0061] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 연산 수행부의 구성을 도시한 도면이다.

[0062] 도 4에서 도시되는 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 연산 수행부(113)는 제1 연산부(113a) 및 제2 연산부(113b)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0063] 먼저 상기 제1 연산부(113a)는 제1 인공지능 모델로의 대상자의 엑스레이 이미지에 해당하는 데이터 입력을 수행하고, 그에 대응하여 이미지 판독값을 산출할 수 있다. 이 때 제1 인공지능 모델로 입력되는 대상자의 엑스레이 이미지는 상기 데이터 가공부(111)에 의해 전처리가 수행된 상태의 데이터를 의미할 수 있다.

[0064] 상기 제1 연산부(113a)는 입력된 흉부 엑스레이 이미지에서 CNN(Convolutional Neural Network)와 같은 딥러닝 모델을 사용하여 특징(feature)를 추출하고 추출된 특징을 이용하여 심장의 크기와 관련된 데이터를 이미지 판독값으로 산출할 수 있다. 실시 예에 따라, 상기 제1 연산부(113a)는 입력된 상기 엑스레이 이미지에서 심장의 경계를 식별하고, 식별된 심장의 경계를 기반으로 심장의 크기를 예측할 수 있다.

[0065] 이 때 상기 심장의 크기와 관련된 데이터는 예를 들어 대상자를 정면에서 촬영한 흉부 엑스레이 이미지에서 표시되는 심장의 단면적, 심장의 반경과 상기 심실의 반경을 기반으로 계산되는 심장의 용적 등의 형태를 포함할 수 있다.

[0066] 참고로, 상기 제1 연산부(113a)는 이미지 판독값으로 심장의 용적을 산출하고자 할 때 흉부 엑스레이 이미지로부터 심장의 반경을 먼저 산출하고, 산출된 심장의 반경에 기설정된 산출식을 적용하여 심장의 용적을 판단할 수 있다. 이 때 상기 제1 연산부(113a)는 통상적인 심장의 형태를 고려한 심장의 반경과 심장의 용적 간의 상관관계에 근거한 산출식을 적용하여, 심장의 반경으로부터 심장의 용적을 판단할 수 있다.

[0067] 또는 다양한 실시 예에 따라 상기 제1 인공지능 모델은 동일 대상자의 흉부 엑스레이 이미지와 CT 이미지를 대상으로 학습되어 흉부 엑스레이 이미지에서 확인되는 심장의 단면과 CT 이미지에서 확인된 심장의 3차원 데이터의 연관성을 계산할 수도 있다. 그에 따라 상기 제1 연산부(113a)는 대상자의 엑스레이 이미지를 제1 인공지능 모델에 입력하는 것만으로, 대상자의 심장에 대한 3차원 데이터를 산출하고 심장의 용적을 구할 수 있다.

[0068] 아울러, 상기 제1 연산부(113a)는 제1 인공지능 모델의 연산의 결과로 대상자의 좌심실 비대 여부를 판단할 수 있다. 그리고 대상자가 좌심실 비대증으로 판단되면, 이에 대한 데이터를 추가로 산출할 수 있다. 예컨대, 상기 제1 연산부(113a)는 임의 대상자에 대한 엑스레이 이미지를 제1 인공지능 모델로 분석한 결과로 심장의 용적, 좌심실 비대 소견(유/무)를 산출할 수 있다. 또는 상기 제1 연산부(113a)는 제1 인공지능 모델의 연산을 통해 확보된 심장 및 흉곽의 길이 데이터를 기반으로 기저장된 산출식을 통해 좌심실 비대증 여부를 판단할 수 있다.

[0069] 통상적으로 좌심실 비대증은 CTR(Cardiothoracic ratio, 심흉비)를 측정하여 판단한다. 이 때, 상기 CTR(심흉비)는 심장의 최대 횡경을 흉곽의 최대 횡경으로 나눈 값으로 구할 수 있으며, 상기 CTR이 0.5 이하인

경우 좌심실 비대증에 대한 정상 소견을 갖는다.

[0070] 일반적으로 좌심실이 비대해지면 더 많은 혈액을 보유할 수 있으므로 심박출량이 증가하게 된다. 그에 따라 좌심실 비대증은 심박출량을 증가시키고, 몸은 더 많은 혈액을 순환시켜야 하므로 심장의 부담이 더해져 심장 질환의 발생 위험이 증가한다. 이러한 이유로 심장의 크기가 정상 범위 내에서 큰 값을 갖는 것과, 정상 범위를 벗어나 큰 값을 갖는 경우는 구분될 필요가 있다. 그에 따라 상기 제1 연산부(113a)는 좌심실 비대증의 여부를 추가로 판단할 수 있다.

[0071] 이와 같이 제1 연산부(113a)가 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값(예, 심장의 용적)을 산출하면, 제2 연산부(113b)에서 상기 산출된 이미지 판독값과 생체 신호를 제2 인공지능 모델에 입력하여 심박출량 관련 데이터(예, 심박출량의 정상 여부, 심박출량의 예상 수치, 심박출량의 단계 등)를 산출할 수 있다.

[0072] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 방법의 과정을 도시한 도면이다.

[0073] 도 5에서 도시되는 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 예측 장치(100)는 엑스레이 이미지 및 생체 신호를 획득하는 510단계를 수행할 수 있다.

[0074] 이후 상기 예측 장치(100)는 획득된 대상자의 엑스레이 이미지를 제1 인공지능 모델에 입력하는 520단계를 수행할 수 있다. 이는 도 6의 엑스레이 이미지(605)가 제1 인공지능 모델(610)에 입력되는 도면을 참조하여 이해될 수 있다.

[0075] 이후 상기 예측 장치(100)는 제1 인공지능 모델의 연산 결과로 이미지 판독값(도 6의 615)을 산출하는 530단계를 수행할 수 있다.

[0076] 이후 상기 예측 장치(100)는 상기 산출된 이미지 판독값(도 6의 615)와 상기 생체신호(도 6의 620)를 제2 인공지능 모델(625)에 입력하는 540단계를 수행할 수 있다.

[0077] 그리고 그에 따라 상기 예측 장치(100)는 제2 인공지능 모델(625)의 연산 결과로 심박출량 관련 데이터(630)를 산출하게 되고 이를 기반으로 심박출량 정상 여부를 판단하는 550단계를 수행할 수 있다.

[0079] 요컨대, 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 장치는 심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델, 및 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델을 포함하는 메모리, 대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득부 및 상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하고, 상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[0080] 이 때, 상기 프로세서는 상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 경계를 식별하고, 상기 식별된 심장의 경계 내부의 면적을 측정하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출할 수 있다.

[0081] 이 때, 상기 생체 신호는 상기 대상자의 호흡수, 맥박수, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥압 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0082] 본 발명의 실시 예에 따른 상기 제2 인공지능 모델은 심장의 크기 관련 데이터, 호흡수, 맥박수, 혈압 및 맥압을 입력용 훈련 데이터로 설정하고, 심초음파 데이터를 출력용 훈련 데이터로 설정하여 지도 학습이 이루어진 모델일 수 있다.

[0083] 그리고 상기 프로세서는 대상자의 엑스레이 이미지로부터 산출된 이미지 판독값 및 상기 대상자의 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 연산한 결과로 심초음파 데이터를 추출하고, 상기 심초음파 데이터에 기반하여 심박출량 수치를 판단할 수 있다.

[0084] 이 때, 상기 심초음파 데이터는 박출계수(Ejection fraction), 1회 박출량 및 대동맥 흐름 속도(Aortic flow velocity) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0085] 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 시스템은 심박출량 예측 장치 및 상기 심박출량 예측 장치에 대상자의 엑스레이 이미지를 제공하는 엑스레이 촬영 장치를 포함하여 구성될 수 있다. 그리고 이 때 상기 심박출량 예측 장치는 심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델, 및 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델을 포함하는 메모리, 상기 대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득부 및 상기 엑스레이 이미지를 상기 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하고, 상기

이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 상기 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 프로세서를 포함하여 구성될 수 있다.

[0086] 본 발명의 실시 예에 따른 심박출량 예측 방법은 대상자의 엑스레이 이미지 및 상기 대상자의 생체 신호를 수집하는 데이터 획득 단계, 상기 엑스레이 이미지를 심장의 크기를 판독하기 위한 제1 인공지능 모델에 입력하여 심장의 크기와 관련된 이미지 판독값을 산출하는 단계 및 상기 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를 심박출량을 진단하기 위한 제2 인공지능 모델에 입력하여 상기 대상자의 심박출량이 정상인지 여부를 판단하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0087] 본 발명의 실시 예에 따른 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램은 전자 장치의 프로세서에 의해 실행되어, 상기 전자 장치로 하여금, 상기 심박출량 예측 방법을 수행하도록 설계될 수 있다.

[0089] 본 발명의 실시 예에 따른 시스템은 심박출량 예측 장치(100)를 포함할 수 있다. 그리고 상기 심박출량 예측 장치(100)는 프로세서(110), 메모리(120), 통신부(130) 등을 포함할 수 있다.

[0090] 메모리는 전자 장치의 동작에 필요한 각종 프로그램 및 데이터를 저장할 수 있다. 메모리는 비휘발성 메모리, 휘발성 메모리, 플래시메모리(flash-memory), 하드디스크 드라이브(HDD) 또는 솔리드 스테이트 드라이브(SSD) 등으로 구현될 수 있다.

[0091] 통신부는 외부 장치와 통신을 수행할 수 있다. 특히, 통신부는 와이파이 칩, 블루투스 칩, 무선 통신 칩, NFC칩, 저전력 블루투스 침(BLE 칩) 등과 같은 다양한 통신 칩을 포함할 수 있다. 이때, 와이파이 칩, 블루투스 칩, NFC 칩은 각각 LAN 방식, WiFi 방식, 블루투스 방식, NFC 방식으로 통신을 수행한다. 와이파이 칩이나 블루투스칩을 이용하는 경우에는 SSID 및 세션 키 등과 같은 각종 연결 정보를 먼저 송수신 하여, 이를 이용하여 통신 연결한 후 각종 정보들을 송수신할 수 있다. 무선 통신칩은 IEEE, 지그비, 3G(3rd Generation), 3GPP(3rd Generation Partnership Project), LTE(Long Term Evolution) 등과 같은 다양한 통신 규격에 따라 통신을 수행하는 칩을 의미한다.

[0092] 프로세서는 메모리에 저장된 각종 프로그램을 이용하여 사용자 기기의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 프로세서는 RAM, ROM, 그래픽 처리부, 메인 CPU, 제1 내지 n 인터페이스 및 버스로 구성될 수 있다. 이때, RAM, ROM, 그래픽 처리부, 메인 CPU, 제1 내지 n 인터페이스 등은 버스를 통해 서로 연결될 수 있다.

[0093] RAM은 O/S 및 어플리케이션 프로그램을 저장한다. 구체적으로, 전자 장치가 부팅되면 O/S가 RAM에 저장되고, 사용자가 선택한 각종 어플리케이션 데이터가 RAM에 저장될 수 있다.

[0094] ROM에는 시스템 부팅을 위한 명령어 세트 등이 저장된다. 턴 온 명령이 입력되어 전원이 공급되면, 메인 CPU는 ROM에 저장된 명령어에 따라 메모리(200)에 저장된 O/S를 RAM에 복사하고, O/S를 실행시켜 시스템을 부팅시킨다. 부팅이 완료되면, 메인 CPU는 메모리에 저장된 각종 어플리케이션 프로그램을 RAM에 복사하고, RAM에 복사된 어플리케이션 프로그램을 실행시켜 각종 동작을 수행한다.

[0095] 메인 CPU는 메모리에 액세스하여, 메모리에 저장된 OS를 이용하여 부팅 및 실행을 포함한 동작들을 수행한다. 그리고, 메인 CPU는 메모리에 저장된 각종 프로그램, 컨텐츠, 데이터 등을 이용하여 다양한 동작을 수행한다.

[0096] 제1 내지 n 인터페이스는 상술한 각종 구성요소들과 연결된다. 제1 내지 n 인터페이스 중 하나는 네트워크를 통해 외부 장치와 연결되는 네트워크 인터페이스가 될 수도 있다.

[0097] 한편, 나아가, 프로세서는 인공지능 모델을 제어할 수 있다. 이 경우, 제어부는 인공지능 모델을 제어하기 위한 그래픽 전용 프로세서(예: GPU)를 포함할 수 있음은 물론이다.

[0098] 프로세서는 하나 이상의 코어(core, 미도시) 및 그래픽 처리부(미도시) 및/또는 다른 구성 요소와 신호를 송수신하는 연결 통로(예를 들어, 버스(bus) 등)를 포함할 수 있다.

[0099] 일 실시예에 따른 프로세서는 메모리에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 본 발명과 관련하여 설명된 방법을 수행한다.

[0100] 한편, 프로세서는 프로세서 내부에서 처리되는 신호(또는, 데이터)를 일시적 및/또는 영구적으로 저장하는 램(RAM: Random Access Memory, 미도시) 및 롬(ROM: Read-Only Memory, 미도시)을 더 포함할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 그래픽 처리부, 램 및 롬 중 적어도 하나를 포함하는 시스템온칩(SoC: system on chip) 형태로

구현될 수 있다.

[0101] 메모리에는 프로세서의 처리 및 제어를 위한 프로그램들(하나 이상의 인스트럭션들)을 저장할 수 있다. 저장부에 저장된 프로그램들은 기능에 따라 복수 개의 모듈들로 구분될 수 있다.

[0102] 본 발명의 실시예와 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현되거나, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리(Flash Memory), 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터 판독가능 기록매체에 상주할 수도 있다.

[0103] 본 발명의 구성 요소들은 하드웨어인 컴퓨터와 결합되어 실행되기 위해 프로그램(또는 애플리케이션)으로 구현되어 매체에 저장될 수 있다. 본 발명의 구성 요소들은 소프트웨어 프로그래밍 또는 소프트웨어 요소들로 실행될 수 있으며, 이와 유사하게, 실시 예는 데이터 구조, 프로세스들, 루틴들 또는 다른 프로그래밍 구성들의 조합으로 구현되는 다양한 알고리즘을 포함하여, C, C++, 자바(Java), 어셈블러(assembler) 등과 같은 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능적인 측면들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다.

[0104] 상술한 예를 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하였지만, 당업자라면 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서도 본 예들에 대한 개조, 변경 및 변형을 가할 수 있다. 요컨대 본 발명이 의도하는 효과를 달성하기 위해 도면에 도시된 모든 기능 블록을 별도로 포함하거나 도면에 도시된 모든 순서를 도시된 순서 그대로 따라야만 하는 것은 아니며, 그렇지 않더라도 얼마든지 청구항에 기재된 본 발명의 기술적 범위에 속할 수 있음에 주의한다.

부호의 설명

[0105] 100 : 심박출량 예측 장치

110 : 프로세서

111 : 데이터 가공부

112 : 모델 학습부

113 : 연산 수행부

120 : 메모리

130 : 통신부

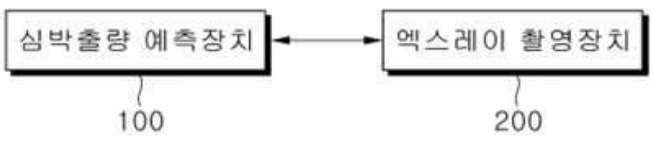
140 : 데이터 획득부

150 : 표시부

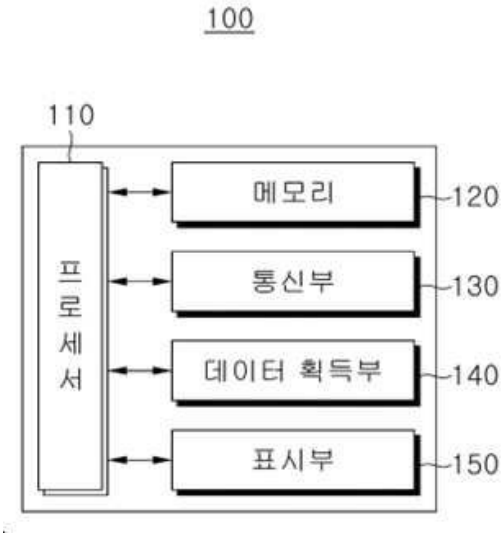
200 : 엑스레이 촬영 장치

도면

도면1



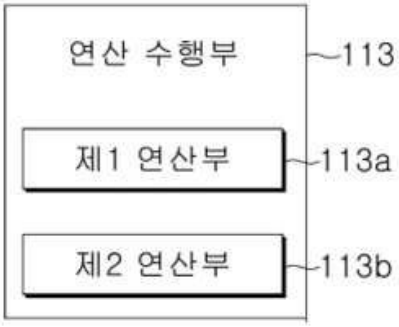
도면2


100
110
프로세서
메모리
120
통신부
130
데이터 획득부
140
표시부
150

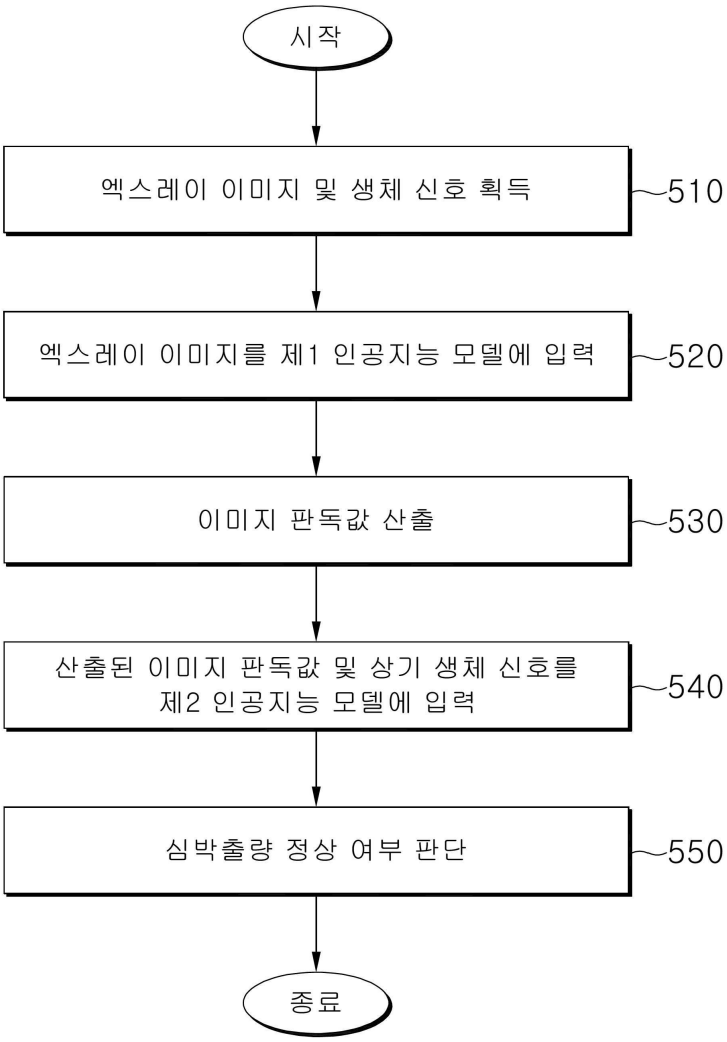
도면3


프로세서
110
데이터 가공부
111
모델 학습부
112
연산 수행부
113

도면4


연산 수행부
113
제1 연산부
113a
제2 연산부
113b

도면5


시작
엑스레이 이미지 및 생체 신호 획득
510
엑스레이 이미지를 제1 인공지능 모델에 입력
520
이미지 판독값 산출
530
산출된 이미지 판독값 및 상기 생체 신호를
제2 인공지능 모델에 입력
540
심박출량 정상 여부 판단
550
종료

도면6

