



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0115372  
(43) 공개일자 2022년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/50 (2018.01) A61B 5/053 (2021.01)  
A61B 5/103 (2006.01) G16H 10/60 (2018.01)  
G16H 50/20 (2018.01) G16H 50/30 (2018.01)  
G16H 50/70 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/50 (2018.01)  
A61B 5/0537 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2021-0019305

(22) 출원일자 2021년02월10일

심사청구일자 2021년02월10일

(71) 출원인

계명대학교 산학협력단

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교  
산학협력관 201호(신당동)

(72) 발명자

김인철

대구광역시 남구 효성중앙길 81 래미안웰리스트  
2단지아파트, 202동 1303호

(74) 대리인

김건우

전체 청구항 수 : 총 16 항

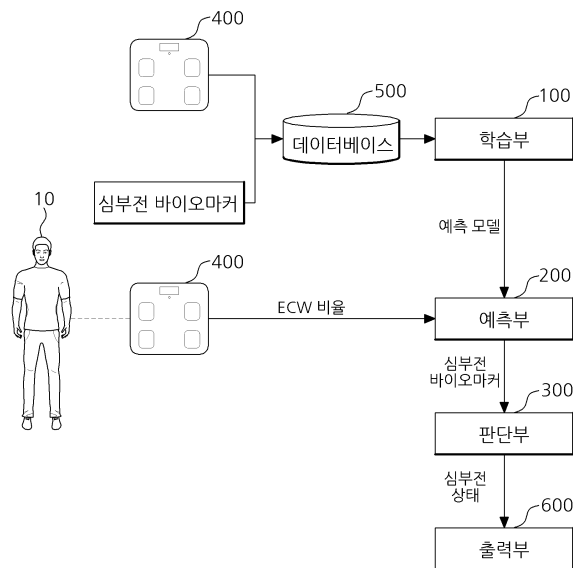
(54) 발명의 명칭 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 심부전 상태 예측 시스템으로서, 신체의 임피던스를 분석해 ECW 비율(세포 외 수분 비율)을 측정하는 체성분 분석 장치; 인공지능을 이용해 ECW 비율과 심부전 바이오마커 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



는 학습부; 체성분 분석 장치에서 측정된 측정 대상자의 ECW 비율을 상기 예측 모델에 입력하여, 상기 측정 대상자의 심부전 바이오마커를 추정하는 예측부; 및 상기 추정된 심부전 바이오마커로부터 상기 측정 대상자의 심부전 상태를 판단하는 판단부를 포함하며, 상기 학습부는, 데이터베이스에 저장된 ECW 비율 및 심부전 바이오마커 정보를 학습 데이터로 구성하는 데이터 처리 모듈; 및 상기 구성한 학습 데이터를 이용해 인공지능 학습을 수행하여, 상기 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성하는 모델 생성 모듈을 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 컴퓨터에 의해 각 단계가 수행되는 심부전 상태 예측 방법으로서, (1) 인공지능을 이용해 ECW 비율(세포 외 수분 비율)과 심부전 바이오마커 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하는 단계; 및 (2) 체성분 분석 장치에서 측정된 측정 대상자의 ECW 비율을 상기 예측 모델에 입력하여, 상기 측정 대상자의 심부전 바이오마커를 추정하는 단계; 및 (3) 상기 추정된 심부전 바이오마커로부터 상기 측정 대상자의 심부전 상태를 판단하는 단계를 포함하며, 상기 단계 (1)은, (1-1) 데이터베이스에 저장된 ECW 비율 및 심부전 바이오마커를 학습 데이터로 구성하는 단계; 및 (1-2) 상기 구성한 학습 데이터를 이용해 인공지능 학습을 수행하여, 상기 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템 및 방법에 따르면, 체성분 분석 장치에서 비침습적 방법으로 측정한 ECW 비율과 심부전 바이오마커인 NT-proBNP 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하고, 예측 모델로 측정 대상자의 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정함으로써, 비침습적, 경제적으로 병원이 아닌 곳에서도 신속하게 심부전 상태를 판단하고 그 예측성을 높일 수 있다.

(52) CPC특허분류

**A61B 5/103** (2013.01)

**A61B 5/4869** (2013.01)

**G16H 10/60** (2021.08)

**G16H 50/20** (2018.01)

**G16H 50/30** (2018.01)

**G16H 50/70** (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                              |
|-------------|----------------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1465030564                                   |
| 과제번호        | HI18C0575010020                              |
| 부처명         | 보건복지부                                        |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국보건산업진흥원                                    |
| 연구사업명       | 의료기술 심화연구                                    |
| 연구과제명       | 심부전의 중증도 실시간 모니터링을 위한 센서 요소기술연구 및 임상적용에 대한 시 |
| 스텝 개발       |                                              |
| 기 여 율       | 1/1                                          |
| 과제수행기관명     | 계명대학교 동산의료원                                  |
| 연구기간        | 2020.01.01 ~ 2020.12.31                      |

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

심부전 상태 예측 시스템으로서,

신체의 임피던스를 분석해 ECW 비율(세포 외 수분 비율)을 측정하는 체성분 분석 장치(400);

인공지능을 이용해 ECW 비율과 심부전 바이오마커 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하는 학습부(100);

체성분 분석 장치(400)에서 측정된 측정 대상자(10)의 ECW 비율을 상기 예측 모델에 입력하여, 상기 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커를 추정하는 예측부(200); 및

상기 추정한 심부전 바이오마커로부터 상기 측정 대상자(10)의 심부전 상태를 판단하는 판단부(300)를 포함하며,

상기 학습부(100)는,

데이터베이스(500)에 저장된 ECW 비율 및 심부전 바이오마커 정보를 학습 데이터로 구성하는 데이터 처리 모듈(120); 및

상기 구성한 학습 데이터를 이용해 인공지능 학습을 수행하여, 상기 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성하는 모델 생성 모듈(130)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 심부전 바이오마커는,

NT-proBNP 값인 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 모델 생성 모듈(130)에서는,

ECW 비율이 높을수록 NT-proBNP 값도 커지는 특징을 이용해 상기 예측 모델을 생성하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 예측 모델은,

NT-proBNP 값을 미리 정해진 개수의 클래스로 분류하되, 상기 측정 대상자(10)의 ECW 비율을 입력으로 하고 상기 측정 대상자(10)의 NT-proBNP 값이 속하는 클래스를 출력으로 하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템.

#### 청구항 5

제2항에 있어서, 상기 학습부(100)는,

체성분 분석 장치(400)에서 측정된 사람의 ECW 비율과 상기 사람의 NT-proBNP 값을 수집해 데이터베이스(500)에 저장하는 데이터 수집 모듈(110)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용

한 심부전 상태 예측 시스템.

#### 청구항 6

제2항에 있어서, 상기 예측부(200)에서는,

상기 측정 대상자(10)의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 신체 정보를 더 이용해, 상기 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커를 추정하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템.

#### 청구항 7

제2항에 있어서, 상기 판단부(300)에서는,

미리 설정된 심부전 바이오마커의 참고 수치를 이용해 심부전 중증도 및 예후 평가를 하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 참고 수치는, 신체 정보에 따라 미리 설정되며,

상기 판단부(300)에서는,

상기 측정 대상자(10)의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 신체 정보를 이용해, 상기 측정 대상자(10)의 심부전 상태를 평가하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템.

#### 청구항 9

컴퓨터에 의해 각 단계가 수행되는 심부전 상태 예측 방법으로서,

(1) 인공지능을 이용해 ECW 비율(세포 외 수분 비율)과 심부전 바이오마커 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하는 단계;

(2) 체성분 분석 장치(400)에서 측정된 측정 대상자(10)의 ECW 비율을 상기 예측 모델에 입력하여, 상기 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커를 추정하는 단계; 및

(3) 상기 추정된 심부전 바이오마커로부터 상기 측정 대상자(10)의 심부전 상태를 판단하는 단계를 포함하며, 상기 단계 (1)은,

(1-1) 데이터베이스(500)에 저장된 ECW 비율 및 심부전 바이오마커를 학습 데이터로 구성하는 단계; 및

(1-2) 상기 구성한 학습 데이터를 이용해 인공지능 학습을 수행하여, 상기 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 심부전 바이오마커는,

NT-proBNP 값인 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 단계 (1-2)에서는,

ECW 비율이 높을수록 NT-proBNP 값도 커지는 특징을 이용해 상기 예측 모델을 생성하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법.

#### 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 예측 모델은,

NT-proBNP 값을 미리 정해진 개수의 클래스로 분류하되, 상기 측정 대상자(10)의 ECW 비율을 입력으로 하고 상기 측정 대상자(10)의 NT-proBNP 값이 속하는 클래스를 출력으로 하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법.

#### 청구항 13

제10항에 있어서, 상기 단계 (1-1) 이전에는,

(1-0) 체성분 분석 장치(400)에서 측정된 사람의 ECW 비율과 상기 사람의 NT-proBNP 값을 수집해 데이터베이스(500)에 저장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법.

#### 청구항 14

제10항에 있어서, 상기 단계 (2)에서는,

상기 측정 대상자(10)의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 신체 정보를 더 이용해, 상기 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커를 추정하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법.

#### 청구항 15

제10항에 있어서, 상기 단계 (3)에서는,

미리 설정된 심부전 바이오마커의 참고 수치를 이용해 심부전 중증도 및 예후 평가를 하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 참고 수치는, 신체 정보에 따라 미리 설정되며,

상기 단계 (3)에서는,

상기 측정 대상자(10)의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 신체 정보를 이용해, 상기 측정 대상자(10)의 심부전 상태를 평가하는 것을 특징으로 하는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 심부전 상태 예측 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템 및 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 심부전은 심장에서 전신으로 적당량의 혈액 공급을 할 수 없는 경우를 의미한다. 이는 직접적으로 심장 수축 기능의 감소를 의미하지만, 넓게는 심장 이완 기능의 감소를 포함할 수 있다. 수축 기능의 감소로는 심근세포의 괴사 및 감소로 인하여 심근세포의 수축 부전으로 활동 시에 필요한 혈액 공급을 못 하는 상황에 해당하며, 이완 기능의 감소는 전신 순환 후에 혈액이 심장 쪽으로 충분한 양이 공급되지 않는 상황에 해당한다.

[0004] 심부전은 급속한 고령화 및 생활 습관성 만성질환(고혈압, 당뇨, 고지혈증)의 증가에 따라 지속해서 증가하여, 우리나라 사망의 주요 원인으로 대두되고 있으며, 인구의 고령화와 허혈성 심질환의 증가로 인해 심부전은 현재 전 세계적으로 가장 빠른 증가 추세이다.

[0006] 이는 관상동맥질환 및 고혈압, 판막질환, 심근증 등의 최종 합병증으로 나타나고, 신장 등 다른 장기의 기능 부전이 빈발함에 따라, 고령의 환자에서 입원 기간 및 재입원율의 증가로 인해 의료비 부담이 높고 집중 관리가 필요한 중증 만성질환에 해당한다.

[0008] 나이가 증가함에 따라 유병률이 급속히 증가하여 60~70대 남자 9.3%, 여자 4.8%, 80대 이상 남자 13.8%, 여자 12.2%를 차지하고 있으며, 미국의 경우 65세 이상 노인 인구에서 가장 빈번히 입원하는 진단으로 알려져 있다. 유럽 등 노인 인구가 많은 나라에서는 노인 10명 가운데 1명 이상이 심부전을 앓는 것으로 보고되고 있다. 세계적으로 약 2600만 명이 심부전으로 고통받고 있으며, 심부전 환자 수는 계속 증가하고 있다. 우리나라도 2030년에는 노인 인구가 전체의 25%를 차지할 것으로 예상하는 등 고령화가 빨라 앞으로 심부전이 사회적 문제로 부상할 것으로 분석하고 있다.

[0010] 전술한 바와 같은 심부전의 초기에서의 주된 치료방법은 약물치료이다. 심근 수축 기능 감소로 인해서 전신부종과 호흡곤란이 생기기 때문에 이뇨제를 중심으로 심근보호 약제를 추가하게 되며, 이러한 약제에 반응이 없는 경우에는 체내 이식형 동기화 기계를 삽입하게 되고 결국에는 심장 이식술을 받게 된다.

[0012] 이러한 심부전이 심각한 질환인 이유는 사망률이 높은 것과 함께 치료비가 많이 드는 점이 꼽힌다. 상기한 심부전 치료로 환자 1명이 1년 동안 지출하는 총 의료비는 평균 약 697만 원이며, 이 중 입원비용은 약 666만 원으로 전체 비용의 약 95%에 달했다. 1회 입원당 평균 입원 기간은 약 10일이고, 평균 입원비는 약 500만 원으로 심부전 환자들의 입원으로 인한 경제적 부담이 큰 것으로 조사됐다. 이는 치료비가 가장 높은 암 가운데 하나인 폐암의 평균 입원비용인 216만 원보다 훨씬 많다. 게다가 심부전 환자 10명 가운데 3~4명꼴(37.4%)로 1년 안에 재입원한다.

[0014] 선진국에서는 65세 이상 인구의 주요한 입원 원인으로, 전 세계적으로 2천만 명이 심부전을 겪고 있는 것으로 알려져 있다. 또한, 일상생활 활동의 제약으로 관절염 및 만성 폐 질환 등의 다른 만성질환보다 환자들의 삶의 질에 더 큰 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.

[0016] 심부전은 고령화와 함께 급속히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 국내 심부전 환자 수와 의료비도 해마다 증가해 최근 5년간(2010~2014년) 국내 심부전 환자 수는 약 9만9천여 명에서 11만 9000여 명으로 약 20%, 전체 의료

비 부담은 585억여 원에서 804억여 원으로 약 38% 증가했다.

- [0018] 상기한 심부전의 진단에 있어서 가장 중요한 것은 환자 측면의 증상이다. 심부전의 주된 증상은 호흡곤란으로, 활동 시에 필요한 적당한 혈액이 공급되지 않음으로써 자각적인 증상인 호흡곤란이 생긴다. 질병이 더욱 가속화 및 만성화되면 활동하지 않는 휴식기에도 호흡곤란이 생기게 된다.
- [0020] 호흡곤란에 더불어 객관적인 의학적 소견이 나타나게 되는데, 가장 흔한 것은 폐부종이다. 수축 기능의 감소에 따른 적절치 못한 혈액 공급으로 인하여 폐정맥 압력이 상승하여 폐부종이 생기게 되며, 심하면 우심부전의 소견이 동반되며 주로 사지 부종이 생긴다.
- [0022] 이러한 증상 및 소견과 더불어 중요한 검사 소견으로는 심초음파의 역할이 중요하다. 심초음파에서 수축 기능의 감소와 이완 기능의 감소를 확인할 수 있으며, 혈액학적 검사로는 NT-proBNP (N-terminal pro B-type Natriuretic Peptide) 등이 있다.
- [0024] NT-proBNP는 심근표지자 중 하나로서 체내 적정량이 유지되어야 하는데, 특정 원인에 의해 그 농도가 증가했다면 심부전 및 심장과 순환계에 영향을 주는 질환을 의심할 수 있다. 예를 들어, 정상인은 NT-proBNP 값이 매우 낮은 수치를 보이며, 심장 기능에 문제가 있으면 혈중 수치가 상승할 수 있다. 특히, 만성 심부전, 고혈압, MI, 심근 비대, 심실 부하, 심근허혈, 괴사 등에 의해 분비 자극을 받아, 이러한 질환이 있는 사람에게서 NT-proBNP가 증가한다.
- [0026] 이러한 특징을 이용해 NT-proBNP를 심부전 진단 및 중증도 평가에 사용할 수 있다. 즉, 심부전의 증상이 부종, 호흡곤란, 피로함 등으로는 심부전을 진단하고 중증도를 평가할 수 없으므로, NT-proBNP 값을 이용할 수 있다.
- [0028] 도 1은 종래의 심부전 바이오마커 측정 방법을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, NT-proBNP는 병원에서 채혈하여 혈액을 분석해 측정하는 것으로서, 침습적이고 비용이 비싸며, 시간이 오래 걸리고 병원에서만 할 수 있다. 따라서 심부전 상태 평가를 위해 자주 측정할 수는 없고, 제한적으로만 활용할 수 있다.
- [0030] 따라서 비침습적이고 저렴하며 좀 더 편하게 심부전 발생을 예측하고, 환자의 심부전 상태를 판단하는 방법의 개발이 필요하다.
- [0032] 한편, 본 발명과 관련된 선행기술로서, 공개특허 제10-2018-0110100호(발명의 명칭: 심부전을 평가하기 위한 장치 및 방법, 공개 일자: 2018년 10월 08일) 등이 개시된 바 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0033] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 체성분 분석 장치에서 비침습적 방법으로 측정한 ECW 비율과 심부전 바이오마커인 NT-proBNP 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하고, 예측 모델로 측정 대상자의 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정함으로써, 비침습적, 경제적으로 병원이 아닌 곳에서도 신속하게 심부전 상태를 판단하고 그 예측성을 높일 수 있는, 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템 및 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0034] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템은,
- [0035] 심부전 상태 예측 시스템으로서,
- [0036] 신체의 임피던스를 분석해 ECW 비율(세포 외 수분 비율)을 측정하는 체성분 분석 장치;
- [0037] 인공지능을 이용해 ECW 비율과 심부전 바이오마커 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하는 학습부;
- [0038] 체성분 분석 장치에서 측정된 측정 대상자의 ECW 비율을 상기 예측 모델에 입력하여, 상기 측정 대상자의 심부전 바이오마커를 추정하는 예측부; 및
- [0039] 상기 추정한 심부전 바이오마커로부터 상기 측정 대상자의 심부전 상태를 판단하는 판단부를 포함하며,
- [0040] 상기 학습부는,
- [0041] 데이터베이스에 저장된 ECW 비율 및 심부전 바이오마커 정보를 학습 데이터로 구성하는 데이터 처리 모듈; 및
- [0042] 상기 구성한 학습 데이터를 이용해 인공지능 학습을 수행하여, 상기 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성하는 모델 생성 모듈을 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.
- [0044] 바람직하게는, 상기 심부전 바이오마커는, NT-proBNP 값일 수 있다.
- [0046] 더욱 바람직하게는, 상기 모델 생성 모듈에서는,
- [0047] ECW 비율이 높을수록 NT-proBNP 값도 커지는 특징을 이용해 상기 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0049] 더욱 바람직하게는, 상기 예측 모델은,
- [0050] NT-proBNP 값을 미리 정해진 개수의 클래스로 분류하되, 상기 측정 대상자의 ECW 비율을 입력으로 하고 상기 측정 대상자의 NT-proBNP 값이 속하는 클래스를 출력으로 할 수 있다.
- [0052] 더욱 바람직하게는, 상기 학습부는,
- [0053] 체성분 분석 장치에서 측정된 사람의 ECW 비율과 상기 사람의 NT-proBNP 값을 수집해 데이터베이스에 저장하는 데이터 수집 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0055] 더욱 바람직하게는, 상기 예측부에서는,
- [0056] 상기 측정 대상자의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 신체 정보를 더 이용해, 상기 측정 대상자의 심부전 바이오마커를 추정할 수 있다.
- [0058] 더욱 바람직하게는, 상기 판단부에서는,
- [0059] 미리 설정된 심부전 바이오마커의 참고 수치를 이용해 심부전 중증도 및 예후 평가를 할 수 있다.
- [0061] 더더욱 바람직하게는,
- [0062] 상기 참고 수치는, 신체 정보에 따라 미리 설정되며,
- [0063] 상기 판단부에서는,
- [0064] 상기 측정 대상자의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 신체 정보를 이용해, 상기 측정 대상자의 심부전 상태를 평가할 수 있다.

- [0066] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법은,
- [0067] 컴퓨터에 의해 각 단계가 수행되는 심부전 상태 예측 방법으로서,
- [0068] (1) 인공지능을 이용해 ECW 비율(세포 외 수분 비율)과 심부전 바이오마커 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하는 단계;
- [0069] (2) 체성분 분석 장치에서 측정된 측정 대상자의 ECW 비율을 상기 예측 모델에 입력하여, 상기 측정 대상자의 심부전 바이오마커를 추정하는 단계; 및
- [0070] (3) 상기 추정된 심부전 바이오마커로부터 상기 측정 대상자의 심부전 상태를 판단하는 단계를 포함하며,
- [0071] 상기 단계 (1)은,
- [0072] (1-1) 데이터베이스에 저장된 ECW 비율 및 심부전 바이오마커를 학습 데이터로 구성하는 단계; 및
- [0073] (1-2) 상기 구성한 학습 데이터를 이용해 인공지능 학습을 수행하여, 상기 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.
- [0075] 바람직하게는, 상기 심부전 바이오마커는, NT-proBNP 값일 수 있다.
- [0077] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (1-2)에서는,
- [0078] ECW 비율이 높을수록 NT-proBNP 값도 커지는 특징을 이용해 상기 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0080] 더욱 바람직하게는, 상기 예측 모델은,
- [0081] NT-proBNP 값을 미리 정해진 개수의 클래스로 분류하되, 상기 측정 대상자의 ECW 비율을 입력으로 하고 상기 측정 대상자의 NT-proBNP 값이 속하는 클래스를 출력으로 할 수 있다.
- [0083] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (1-1) 이전에는,
- [0084] (1-0) 체성분 분석 장치에서 측정된 사람의 ECW 비율과 상기 사람의 NT-proBNP 값을 수집해 데이터베이스에 저장하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0086] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (2)에서는,
- [0087] 상기 측정 대상자의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 신체 정보를 더 이용해, 상기 측정 대상자의 심부전 바이오마커를 추정할 수 있다.
- [0089] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (3)에서는,
- [0090] 미리 설정된 심부전 바이오마커의 참고 수치를 이용해 심부전 중증도 및 예후 평가를 할 수 있다.
- [0092] 더더욱 바람직하게는,
- [0093] 상기 참고 수치는, 신체 정보에 따라 미리 설정되며,
- [0094] 상기 단계 (3)에서는,
- [0095] 상기 측정 대상자의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 신체 정보를 이용

해, 상기 측정 대상자의 심부전 상태를 평가할 수 있다.

### 발명의 효과

[0096] 본 발명에서 제안하고 있는 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템 및 방법에 따르면, 체성분 분석 장치에서 비침습적 방법으로 측정한 ECW 비율과 심부전 바이오마커인 NT-proBNP 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하고, 예측 모델로 측정 대상자의 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정함으로써, 비침습적, 경제적으로 병원이 아닌 곳에서도 신속하게 심부전 상태를 판단하고 그 예측성을 높일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0097] 도 1은 종래의 심부전 바이오마커 측정 방법을 개략적으로 도시한 도면.  
 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템의 구성을 도시한 도면.  
 도 3은 체성분 분석 방법을 개략적으로 도시한 도면.  
 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템을 설명하기 위해 도시한 도면.  
 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템의 특징을 설명하기 위해 도시한 도면.  
 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템에서, 학습부의 세부적인 구성을 도시한 도면.  
 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법의 흐름을 도시한 도면.  
 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법에서, 단계 S100의 세부적인 흐름을 도시한 도면.  
 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법에서, 단계 S120 이전에 단계 S110을 더 수행하는 과정의 흐름을 도시한 도면.  
 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템 및 방법의 효과를 설명하기 위해 도시한 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0098] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.

[0100] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 ‘연결’되어 있다고 할 때, 이는 ‘직접적으로 연결’되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 ‘간접적으로 연결’되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 ‘포함’한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0102] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템의 구성을 도시한 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템은, 학습부(100), 예측부(200) 및 판단부(300)를 포함하여 구성될 수 있으며, 체성분 분석 장치(400)에서 측정된 ECW 비율 등의 데이터를 데이터베이스(500)에 저장하고, 학습부(100)가

데이터베이스(500)에 저장된 데이터를 학습하여 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성하며, 예측부(200)가 체성분 분석 장치(400)에서 측정된 측정 대상자(10)의 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커 특히, NT-proBNP 값을 추정하여 판단부(300)에서 심부전 상태를 판단 및 예측할 수 있다. 판단 결과인 심부전 상태는 출력부(600)를 통해 출력될 수 있다.

[0104] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템은, 체성분 분석 장치(400)에서 비침습적 방법으로 신체의 임피던스를 분석해 측정된 ECW 비율을 학습하여 예측 모델을 생성하고, 예측 모델로 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커를 추정함으로써, 비침습적 방식으로 심부전 상태의 예측성을 높일 수 있다.

[0106] 도 3은 체성분 분석 방법을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 체성분 분석은 신체의 임피던스를 분석해 ECW 비율(세포 외 수분 비율)을 측정하는 체성분 분석 장치(400)를 이용해 비침습적(non-invasive)으로, 저렴하고 빠르게 측정할 수 있다. 특히, 최근에는 체성분 분석이 가능한 체중계가 가정용으로도 출시되어 있으므로, 이러한 체성분 분석 장치(400)가 있는 곳이라면 의료기관에 방문하지 않고도, 가정, 운동 센터, 거점 지역에서 쉽고 간편하게 측정할 수 있다.

[0108] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템은, 체성분 분석(Body impedance analysis, BIA) 결과 특히, ECW 비율과 심부전 바이오마커(Heart Failure Biomarker) 특히, NT-proBNP 값을 인공지능 알고리즘에 적용한 것으로서, 측정 대상자(10)의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 신체 정보 등의 선행 요인(Predisposing Factors)을 고려하여, 심부전 상태를 정확하게 예측할 수 있다.

[0110] 여기서, 심부전 바이오마커는 NT-proBNP 값일 수 있다. NT-proBNP는 심근표지자 중 하나로서 체내 적정량이 유지되어야 하는데, 특정 원인에 의해 그 농도가 증가했다면 심부전 및 심장과 순환계에 영향을 주는 질환을 의심할 수 있다. 예를 들어, 정상인은 NT-proBNP 값이 매우 낮은 수치를 보이며, 심장 기능에 문제가 있으면 혈중 수치가 상승할 수 있다. 특히, 만성 심부전, 고혈압, MI, 심근 비대, 심실 부하, 심근허혈, 괴사 등에 의해 분비 자극을 받아, 이러한 질환이 있는 사람에게서 NT-proBNP가 증가한다.

[0112] 따라서 NT-proBNP는 심부전 진단을 돕고 심부전의 중증도를 평가하는데 이용될 수 있다. 즉, 전술한 바와 같은 NT-proBNP 값의 특징을 이용해, 판단부(300)는 측정 대상자(10)의 심부전 중증도, 예후 등의 상태를 판단할 수 있다.

[0114] 한편, ECW 비율이 높을수록 NT-proBNP 값도 커지는 특징이 있는데, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템에서는, ECW 비율과 NT-proBNP 사이의 상관관계를 이해하도록 인공지능 알고리즘을 학습시켜 예측 모델을 생성할 수 있다.

[0116] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템의 특징을 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템은, 체성분 분석과 인공지능을 결합하여 심부전 상태 예측의 편의성과 정확성을 높일 수 있다.

[0118] 즉, 체성분 분석을 이용함으로써, 체중계 등의 체성분 분석 장치(400)를 이용하기 때문에, 비용과 시간이 절약되고 비침습적이며, 어디서든 간단히 사용할 수 있다. 또한, 인공지능 알고리즘을 사용함으로써, 심부전 상태

에 대한 높은 정확도를 확보할 수 있고, 알고리즘을 개인화할 수 있으며, 대량의 데이터를 확보하여 데이터 확보에 따라 예측 정확도를 향상시킬 수 있다.

- [0120] 이하에서는, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템의 각 구성요소에 대해 상세히 설명하도록 한다.
- [0122] 학습부(100)는, 인공지능을 이용해 ECW 비율과 심부전 바이오마커 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성할 수 있다. 학습부(100)의 세부적인 구성에 대해서는 도 6을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0124] 예측부(200)는, 체성분 분석 장치(400)에서 측정된 측정 대상자(10)의 ECW 비율을 예측 모델에 입력하여, 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커를 추정할 수 있다. 즉, 예측부(200)는 학습부(100)의 학습 결과를 사용해 실제 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커(NT-proBNP 값)를 추정하는 구성으로서, 도 2에 도시된 바와 같이 측정 대상자(10)의 ECW 비율을 예측 모델에 입력해 NT-proBNP 값을 출력할 수 있다.
- [0126] 한편, 예측부(200)에서는, 측정 대상자(10)의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 신체 정보를 더 이용해, 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커를 추정할 수 있다. 예를 들어, 학습부(100)가 다양한 신체 정보에 따른 맞춤형 예측 모델을 생성하고, 예측부(200)는 측정 대상자(10)의 신체 정보를 이용해 선정한 맞춤형 예측 모델에 ECW 비율을 입력해 심부전 바이오마커를 추정할 수 있다.
- [0128] 판단부(300)는, 추정된 심부전 바이오마커로부터 측정 대상자(10)의 심부전 상태를 판단할 수 있다. 보다 구체적으로, 판단부(300)에서는, 미리 설정된 심부전 바이오마커의 참고 수치를 이용해 심부전 중증도 및 예후 평가를 할 수 있다. 예를 들어, NT-proBNP 값(pg/mL)을 참고 수치와 비교하여 그 대소관계에 따라 심부전 상태를 평가할 수 있다.
- [0130] 여기서, 참고 수치는, 신체 정보에 따라 미리 설정되며, 판단부(300)에서는, 측정 대상자(10)의 성별, 나이, 키 및 몸무게를 포함하는 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 신체 정보를 이용해, 측정 대상자(10)의 심부전 상태를 평가할 수 있다. 예를 들어, 참고 수치는, 남성의 경우 50세 미만이면 84 pg/mL, 50세 이상이면 194 pg/mL 등일 수 있고, 여성의 경우 50세 미만이면 155 pg/mL, 50세 이상이면 222 pg/mL 등일 수 있다.
- [0132] 체성분 분석 장치(400)는, 신체의 임피던스를 분석해 ECW 비율(세포 외 수분 비율)을 측정할 수 있다. 체성분 분석 장치(400)는, 인체에 무해한 미세 전류를 흘려보내 임피던스를 측정 및 분석해 다양한 체성분 분석 정보를 추출하는 장치이며, 전문가의 도움 없이도 비침습적으로 간단히 전극에 신체를 접촉하여 측정할 수 있다. 체성분 분석 장치(400)는 인바디 측정기, 스마트 체중계 등으로 구현될 수 있다.
- [0134] ECW 비율은, 세포 밖의 수분과 세포 내 수분의 비율을 말하는 것으로, 몸의 부종 정도를 측정할 때 필요한 지표이며 다양한 질병의 예후를 추측할 수 있다고 알려져 있다. 체성분 분석 장치(400)는, 체성분 분석을 통해 사람의 ECW 비율을 측정하고, 네트워크를 통해 유무선으로 데이터베이스(500)에 저장할 수 있다.
- [0136] 여기서, 네트워크는 근거리 통신망(Local Area Network; LAN), 광역 통신망(Wide Area Network; WAN) 또는 부가가치 통신망(Value Added Network; VAN) 등과 같은 유선 네트워크나 이동 통신망(mobile radio communication network), 위성 통신망, 블루투스(Bluetooth), Wibro(Wireless Broadband Internet), HSDPA(High Speed Downlink Packet Access), LTE(Long Term Evolution), 5G(5th Generation Mobile Telecommunication) 등과 같은 모든 종류의 무선 네트워크로 구현될 수 있다.

- [0138] 데이터베이스(500)는, 체성분 분석 장치(400)에서 측정된 ECW 비율을 저장하되, 인공지능 학습이 가능하도록 전 처리하여 저장할 수 있으며, ECW 비율과 심부전 바이오마커 정보를 매칭해 저장할 수 있다. 데이터베이스(500)는, 저장한 데이터를 학습부(100)에 제공해 인공지능 알고리즘의 학습이 수행되도록 할 수 있다. 또한, 데이터베이스(500)는, 예측부(200)에서 추정된 심부전 바이오마커와 예측 시 사용한 측정 대상자(10)의 ECW 비율을 저장할 수 있고, 판단부(300)의 판단 결과를 함께 저장할 수도 있다.
- [0140] 한편, 다양한 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커를 정확하게 예측할 수 있도록, 데이터베이스(500)는 다양한 질병, 나이, 키, 몸무게 등 여러 가지 신체 정보를 갖는 사람들의 ECW 비율과 심부전 바이오마커를 수집해 저장할 수 있다.
- [0142] 출력부(600)는, 판단부(300)의 판단 결과를 측정 대상자(10), 의료진 등의 사용자에게 제공하는 구성으로서, 사용자가 사용하는 전자 장치로 구현될 수 있다. 이때, 출력부(600)는, 판단부(300)에서 판단한 측정 대상자(10)의 심부전 상태, 예측부(200)에서 추정한 심부전 바이오마커, 학습부(100)의 학습 과정과 결과 등을 텍스트, 그래프, 이미지 등을 통해 다양한 방식으로 출력할 수 있다.
- [0144] 여기서, 전자 장치는 스마트폰, 태블릿(tablet) PC(personal computer), 이동 전화기, 영상 전화기, 전자책 리더기, 데스크탑(desktop) PC, 랩탑(laptop) PC, 넷북(netbook) 컴퓨터, 워크스테이션(workstation), 서버(server), PDA(personal digital assistant), 미디어 박스, 게임 콘솔, 전자사전 또는 웨어러블 장치(wearable device) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 웨어러블 장치는 액세서리형(예: 시계, 반지, 팔찌, 발찌, 목걸이, 안경, 콘택트렌즈, 또는 머리착용형 장치(HMD, head-mounted-device), 직물 또는 의류 일체형(예: 전자 의복), 신체 부착형(예: 스킨 패드(skin pad) 또는 문신), 또는 생체 이식형 회로(implantable circuit) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 전자 장치는 전술한 기기들에 한정되지는 않으며, 전술한 다양한 장치 중 둘 이상의 조합일 수 있다.
- [0146] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템에서, 학습부(100)의 세부적인 구성을 도시한 도면이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템의 학습부(100)는, 데이터 처리 모듈(120) 및 모델 생성 모듈(130)을 포함하여 구성될 수 있으며, 데이터 수집 모듈(110)을 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [0148] 데이터 수집 모듈(110)은, 체성분 분석 장치(400)에서 측정된 사람의 ECW 비율과 사람의 NT-proBNP 값을 수집해 데이터베이스(500)에 저장할 수 있다. 즉, 데이터 수집 모듈(110)은 데이터베이스(500)와 연동해, 사람의 ECW 비율과 NT-proBNP 값을 매칭해 저장함으로써, 두 데이터 사이의 상관관계 학습이 가능하도록 할 수 있다.
- [0150] 데이터 처리 모듈(120)은, 데이터베이스(500)에 저장된 ECW 비율 및 심부전 바이오마커 정보를 학습 데이터로 구성할 수 있다. 즉, 데이터 처리 모듈(120)은, 노이즈 제거, 정규화, 샘플링 등을 통해 데이터를 처리하여 학습 데이터를 구성할 수 있다. 실시예에 따라서, 데이터 처리 모듈(120)은 인공지능 모델 생성을 위해 여러 세트의 학습 데이터셋 및 테스트셋을 구성할 수 있다.
- [0152] 모델 생성 모듈(130)은, 구성한 학습 데이터를 이용해 인공지능 학습을 수행하여, ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성할 수 있다. 보다 구체적으로, 모델 생성 모듈(130)에서는, ECW 비율이 높을수록 NT-proBNP 값도 커지는 특징을 이용해 예측 모델을 생성할 수 있다.

- [0154] 여기서, 예측 모델은, NT-proBNP 값을 미리 정해진 개수의 클래스로 분류하되, 측정 대상자(10)의 ECW 비율을 입력으로 하고 측정 대상자(10)의 NT-proBNP 값이 속하는 클래스를 출력으로 할 수 있다. 즉, 출력은 NT-proBNP의 구체적인 값으로 할 수 있으나, 분류된 클래스를 출력하여 판단부(300)가 심부전 상태를 좀 더 쉽게 판단하도록 할 수도 있다.
- [0156] 한편, 예측 모델 생성을 위해 사용되는 인공지능 알고리즘은, CNN(Convolutional neural network) 또는 RNN(Recurrent Neural Network)일 수 있으며, 실시예에 따라서는 CNN(Convolutional neural network)과 LSTM(Long short-term memory) RNN을 결합한 인공신경망 모델일 수도 있다. 실시예에 따라서는, 랜덤 포레스트(Random Forest), 가중 랜덤 포레스트 분류기(WRFR)나 캐스케이드 회귀 포레스트(Cascade Regression Forest)가 사용될 수도 있다.
- [0158] 한편, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템의 학습부(100)에서는, 강화 학습(Reinforcement learning)을 사용할 수도 있다. 강화 학습은, 강화형 기계 학습이라고도 하며, 기계 학습 중 컴퓨터가 주어진 상태(state)에 대해 최적의 행동(action)을 선택하는 학습 방법이다. 강화형 기계 학습은 지도형/비지도형 기계 학습에 이용되는 훈련 데이터 대신, 주어진 상태에 맞춘 행동의 결과에 대한 보상(reward)을 준다. 컴퓨터는 보상을 이용하여 성능을 향상시킨다.
- [0160] 본 발명에서는, 이와 같은 강화 학습을 이용해, 예측 모델의 결과를 이용해 심부전 상태를 판단하고, 판단한 심부전 상태를 예측 모델에 피드백하여 줌으로써 보상을 입력할 수 있다. 예를 들어, 예측 모델의 출력인 심부전 바이오마커로부터 판단부(300)가 심부전 상태를 평가하고, 의료진 등으로부터 측정 대상자(10)의 심부전 상태에 대한 진단 정보를 받아 서로 일치하면 양의 피드백을, 서로 일치하지 않으면 음의 피드백을 줌으로써, 예측 모델의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0162] 한편, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템의 학습부(100)에서는, 전이 학습(Transfer learning)을 사용할 수 있다. 전이 학습은 새로운 문제에 대해 사전 훈련된 모델을 재사용하는 것이다. 이미 훈련된 모델을 사용하므로, 상대적으로 적은 데이터로 깊은 신경망을 훈련시킬 수 있는 장점이 있다. 또한, 대부분의 실제 문제들은 일반적으로 복잡한 모델을 훈련시키기 위해 수백만 개의 라벨이 붙은 데이터를 가지고 있지 않기 때문에 유용하게 사용될 수 있다.
- [0164] 본 발명에서는, 이와 같은 전이 학습을 이용해, 대량의 데이터로 사전 훈련된 모델로부터, 개별 측정 대상자(10)에 최적화된 예측 모델을 생성하거나, 성별, 연령대 등으로 그룹화된 측정 대상자(10)를 위해, 각 그룹별 예측 모델을 생성함으로써, 보다 세밀하게 심부전 바이오마커를 추정하고 심부전 상태를 평가할 수 있다.
- [0166] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법의 흐름을 도시한 도면이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법은, 컴퓨터에 의해 각 단계가 수행되는 심부전 상태 예측 방법으로서, 인공지능을 이용해 ECW 비율과 심부전 바이오마커 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하는 단계(S100), 체성분 분석 장치(400)에서 측정된 측정 대상자(10)의 ECW 비율을 예측 모델에 입력하여 측정 대상자(10)의 심부전 바이오마커를 추정하는 단계(S200) 및 추정한 심부전 바이오마커로부터 측정 대상자(10)의 심부전 상태를 판단하는 단계(S300)를 포함하여 구현될 수 있다.
- [0168] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법에서, 단계 S100의 세부적인 흐름을 도시한 도면이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법의 단계 S100은, 데이터베이스(500)에 저장된 ECW 비율 및 심부전 바이오마커를 학습 데이터로 구성하는 단계(S120) 및 구성한 학습 데이터를 이용해 인공지능 학습

을 수행하여, ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성하는 단계(S130)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0170] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법에서, 단계 S120 이전에 단계 S110을 더 수행하는 과정의 흐름을 도시한 도면이다. 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 방법의 단계 S100은 단계 S120 이전에, 체성분 분석 장치(400)에서 측정된 사람의 ECW 비율과 사람의 NT-proBNP 값을 수집해 데이터베이스(500)에 저장하는 단계(S110)를 더 포함하여 구현될 수 있다.

[0172] 각각의 단계들과 관련된 상세한 내용들은, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템과 관련하여 충분히 설명되었으므로, 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0174] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템 및 방법의 효과를 설명하기 위해 도시한 도면이다. 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템 및 방법은, 종합 의료센터에 방문하지 않고도 가정이나 거점 지역에서 비침습적으로 간편하게 체성분 분석을 하여 심부전 상태 평가를 할 수 있다. 또한, 판단 결과를 이용해 심부전 위험도나 중증도에 따라 측정 대상자(10)를 선별적으로 모니터링 및 치료할 수 있으므로, 의료 시스템의 효율성을 증대하고 사회적 비용을 줄일 수 있다. 또한, 인공지능 알고리즘을 통해 각각의 측정 대상자(10)에 최적화된 결과를 제공할 수 있고, 데이터가 축적됨에 따라 심부전 바이오마커의 예측 정확도를 높일 수 있다.

[0176] 전술한 바와 같이, 본 발명에서 제안하고 있는 인공지능 기반의 체성분 분석 결과를 이용한 심부전 상태 예측 시스템 및 방법에 따르면, 체성분 분석 장치(400)에서 비침습적 방법으로 측정한 ECW 비율과 심부전 바이오마커인 NT-proBNP 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하고, 예측 모델로 측정 대상자(10)의 ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정함으로써, 비침습적, 경제적으로 병원이 아닌 곳에서도 신속하게 심부전 상태를 판단하고 그 예측성을 높일 수 있다.

[0178] 한편, 본 발명은 다양한 통신 단말기로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터에서 판독 가능한 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터에서 판독 가능한 매체는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media) 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함할 수 있다.

[0180] 이와 같은 컴퓨터에서 판독 가능한 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 이때, 컴퓨터에서 판독 가능한 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 구현하기 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 예를 들어, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.

[0182] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

### 부호의 설명

[0183] 10: 측정 대상자

100: 학습부

110: 데이터 수집 모듈

120: 데이터 처리 모듈

130: 모델 생성 모듈

200: 예측부

300: 판단부

400: 체성분 분석 장치

500: 데이터베이스

600: 출력부

S100: 인공지능을 이용해 ECW 비율과 심부전 바이오마커 사이의 관계를 학습하여 예측 모델을 생성하는 단계

S110: 체성분 분석 장치에서 측정된 사람의 ECW 비율과 사람의 NT-proBNP 값을 수집해 데이터베이스에 저장하는 단계

S120: 데이터베이스에 저장된 ECW 비율 및 심부전 바이오마커를 학습 데이터로 구성하는 단계

S130: 구성된 학습 데이터를 이용해 인공지능 학습을 수행하여, ECW 비율로부터 심부전 바이오마커를 추정하는 예측 모델을 생성하는 단계

S200: 체성분 분석 장치에서 측정된 측정 대상자의 ECW 비율을 예측 모델에 입력하여 측정 대상자의 심부전 바이오마커를 추정하는 단계

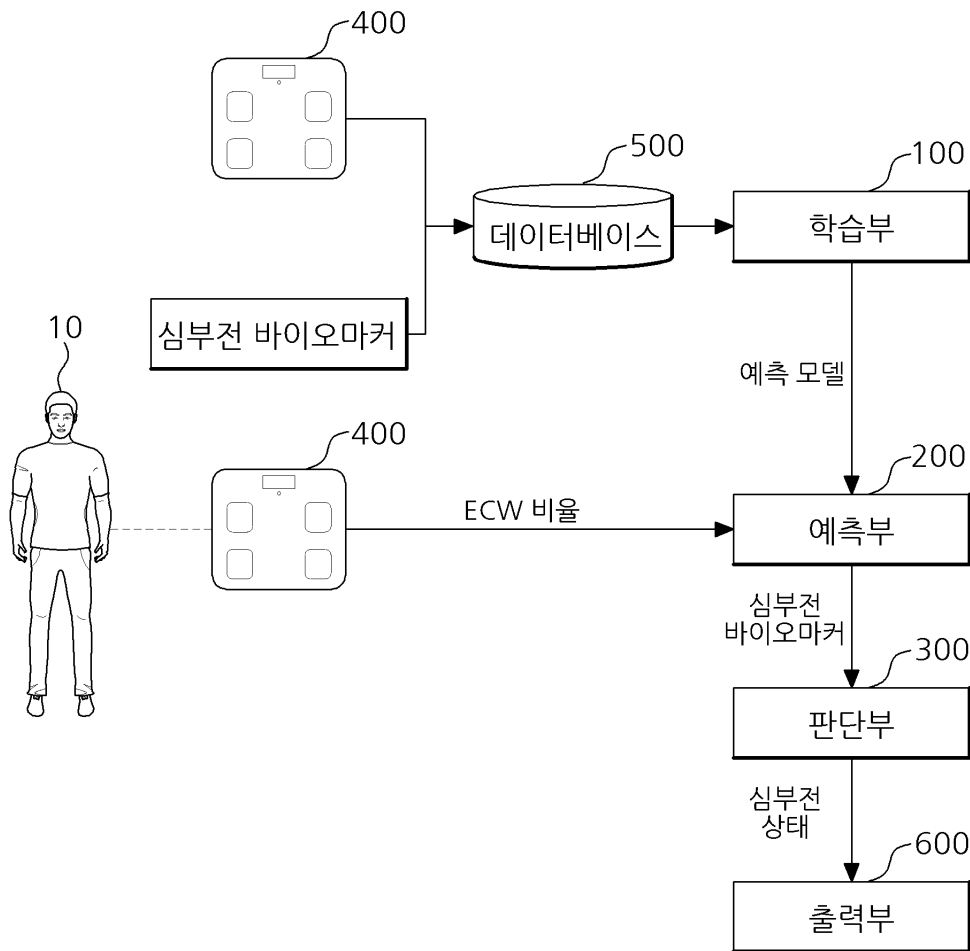
S300: 추정된 심부전 바이오마커로부터 측정 대상자의 심부전 상태를 판단하는 단계

## 도면

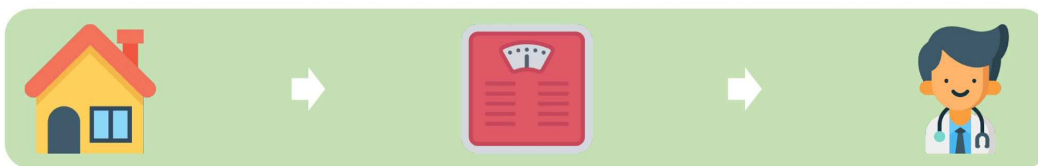
### 도면1



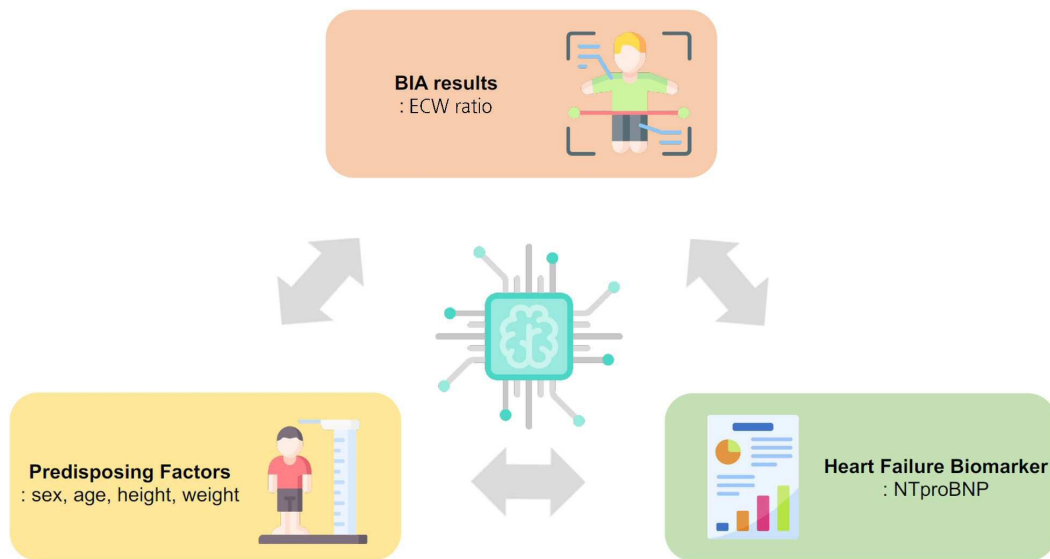
도면2



도면3



도면4

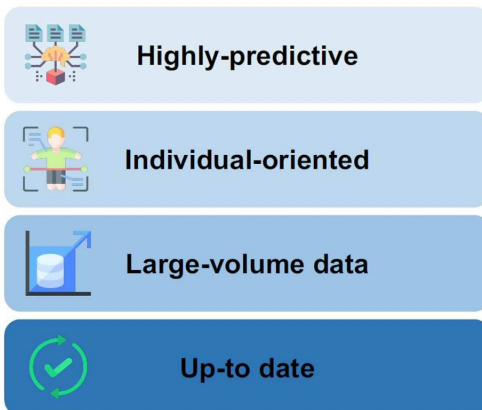


도면5

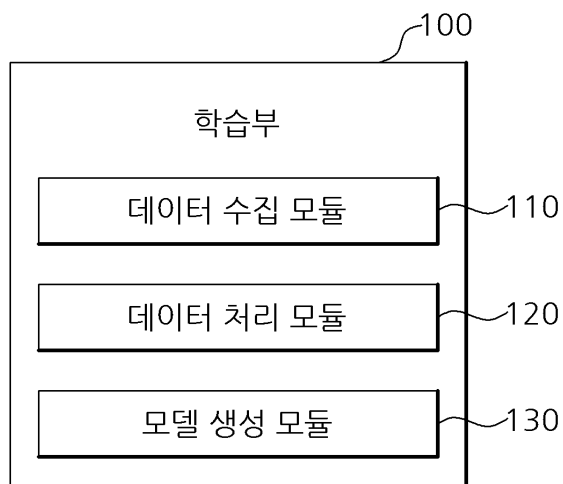
#### Advantages of BIA



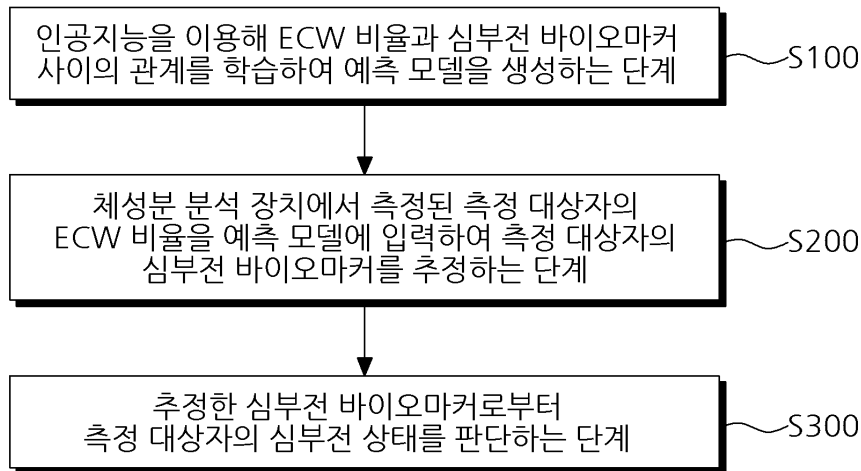
#### Advantages of AI



도면6

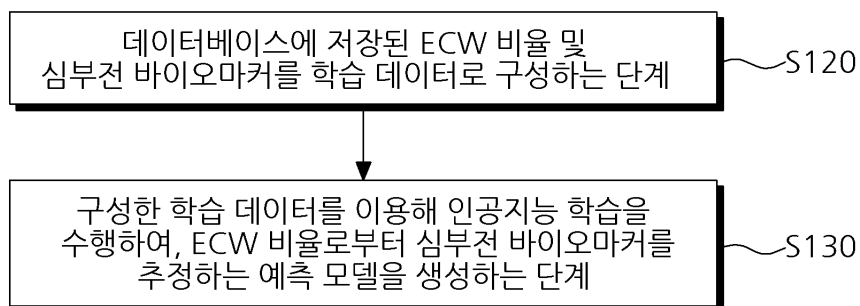


도면7

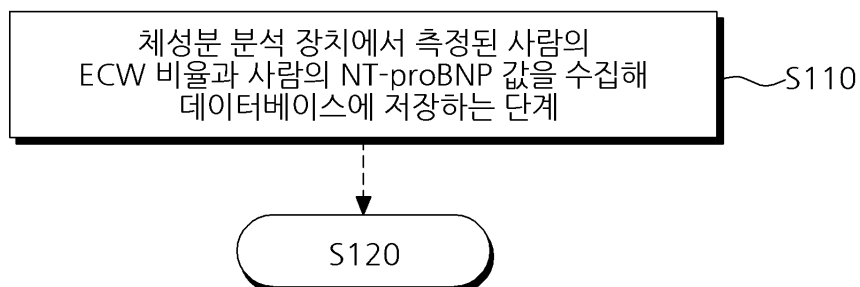


도면8

S100



도면9



도면10



3차 종합 의료센터에 방문하지 않고도 가정 혹은 거점 지역에서  
비침습적이고 간편한 BIA를 통해 심부전 선별검사 및 예후 평가 가능



심부전에 대해 선별적인 시스템이 작동함에 따라 단계적인  
의료시스템이 활성화 되어 사회적 비용이 감소하고 효율성 증대



인공지능 강화학습 알고리즘으로 더 많은 변수를 고려할 수 있어  
더욱 정교화된 환자-맞춤형 진료에 가능성 제시



추후 데이터의 축적에 따라 소프트웨어의 업데이트를 통해  
더욱 정교한 알고리즘을 활용할 수 있음