



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월28일

(11) 등록번호 10-2257830

(24) 등록일자 2021년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/20 (2018.01) G16H 10/20 (2018.01)

G16H 10/60 (2018.01) G16H 50/30 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/20 (2018.01)

G16H 10/20 (2018.01)

(21) 출원번호 10-2018-0164200

(22) 출원일자 2018년12월18일

심사청구일자 2018년12월18일

(65) 공개번호 10-2020-0075477

(43) 공개일자 2020년06월26일

(56) 선행기술조사문헌

JP2017021727 A\*

US20140136225 A1\*

송은숙 등, 글로벌 건강과 간호, 제8권, 제2호, 70-81면 (2018.07) 1부.\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

주식회사 셀바스에이아이

서울특별시 금천구 가산디지털1로 19, 20층(가산동, 대륭테크노타운18차)

(72) 발명자

박진영

서울특별시 양천구 목동동로 189, 씨-2303호(신정동, 삼성쉐르빌1)

오주영

서울특별시 영등포구 영중로 145, 107동 801호(영등포동8가, 영등포삼환아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 19 항

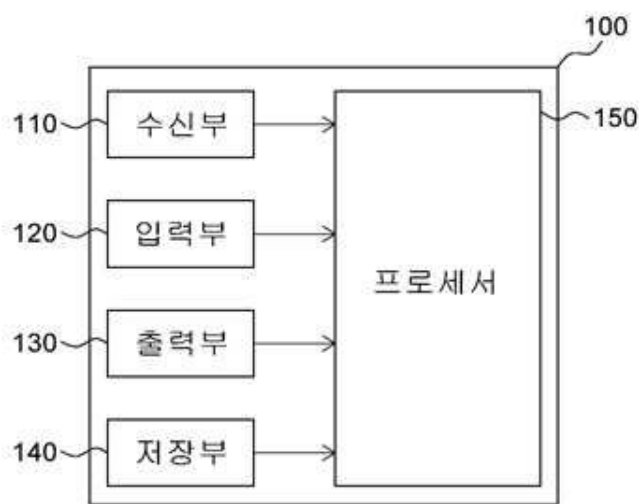
심사관 : 최수형

(54) 발명의 명칭 사망 위험도의 예측 방법 및 이를 이용한 디바이스

## (57) 요약

본 명세서에서는, 개체에 대한 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터 중 적어도 하나의 데이터를 수신하고, 적어도 하나의 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 구성된 사망 위험도 예측 모델을 이용하여, 개체에 대한 사망 위험도를 예측하고, 개체에 대하여 예측된 사망 위험도를 제공하고, 적어도 하나의 데이터가 개체에 대하여 단일회 평가되거나 단일회 측정된 초기 데이터로 정의되는, 사망 위험도의 예측 방법 및 이를 이용한 사망 위험도 예측용 디바이스가 제공된다.

대표도 - 도1b



(52) CPC특허분류

**G16H 10/60** (2018.01)

**G16H 50/30** (2018.01)

(72) 발명자

**김재진**

경기도 성남시 분당구 탄천로 59, 515동 1802호(이매동, 아름마을풍림아파트)

**이병수**

경기도 고양시 덕양구 충경로 149, 105동 201호(행신동, 소만마을1단지아파트)

**양학식**

서울특별시 강동구 천호대로164길 13(성내동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 HI16C0132

부처명 보건복지부

과제관리(전문)기관명 한국보건산업진흥원

연구사업명 질환극복기술개발-중개연구

연구과제명 신경학적 병인 규명을 통한 섬망의 조기진단기술 및 예방 모델 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2016.04.01 ~ 2019.03.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

프로세서에 의해 구현되는 사망 위험도 예측 방법에 있어서,

개체에 대한 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터 및 생체 신호 데이터 중 적어도 하나의 데이터, 및 의료적 처치 데이터를 수신하는 단계;

상기 적어도 하나의 데이터, 및 의료적 처치 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 구성된 사망 위험도 예측 모델을 이용하여, 상기 개체에 대한 사망 위험도를 예측하는 단계, 및

상기 개체에 대하여 예측된 상기 사망 위험도를 제공하는 단계를 포함하고,

상기 적어도 하나의 데이터, 및 의료적 처치 데이터는,

상기 개체에 대하여 단일회 평가되거나 단일회 측정된 초기 데이터로 정의되고,

상기 의료적 처치 데이터는,

카테터 (Catheter), 폴리 (Foley), 리스트레인트 (Restraint) 및 배액 기기 (Drainage) 의 의료 기기 사용 여부 데이터, 및 영양 섭취 데이터 중 적어도 하나의 데이터를 포함하고,

상기 수신하는 단계는,

섬망 평가 데이터를 수신하는 단계를 더 포함하고,

상기 사망 위험도 예측 모델은,

상기 적어도 하나의 데이터, 상기 의료적 처치 데이터 및 상기 섬망 평가 데이터가 입력되는 입력 레이어 및 입력된 데이터에 기초하여 사망 또는 생존을 출력하는 출력 레이어를 포함하고,

상기 섬망 평가 데이터는,

개체에 대하여 단일회 평가되거나 단일회 측정된 초기 데이터로서, 섬망 발생 여부, KDRS (Korean version of the Delirium Rating Scale) 진단 점수, KDRS 심각도 점수, DMSS (Delirium Motor Subtype Scale) hyper 점수, DMSS mixed 점수, 및 DMSS hypo 점수 중 적어도 하나를 포함하는, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 데이터는,

상기 심리 상태 평가 데이터를 포함하고,

상기 심리 상태 평가 데이터는,

RASS (Richmond Agitation and Sedation Scale) 또는 STAI (State-Trait Anxiety Inventory) 점수인, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 데이터는,

상기 혈액 데이터를 포함하고,

상기 혈액 데이터는,

BUN (blood urea nitrogen), pH, HCO<sub>3</sub>, Alb (albumin), Hb (hemoglobin), Hct (hematocrit), BILI

(Bilirubin), Na 및 NLR (Neutrophil to Lymphocyte Ratio) 중 적어도 하나의 수치를 포함하는, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 데이터는,

상기 중증도 평가 데이터를 포함하고,

상기 중증도 평가 데이터는,

APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) 점수를 포함하는, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 데이터는,

상기 생체 신호 데이터를 포함하고,

상기 생체 신호 데이터는,

맥박, 호흡, 체온, 수축기 혈압 (systolic blood pressure;SBP) 및 확장기 혈압 (diastolic blood pressure;DBP) 중 적어도 하나를 포함하는, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

개체 특징 데이터를 수신하는 단계를 더 포함하고,

상기 사망 위험도 예측 모델은,

상기 개체 특징 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 더 구성되고,

상기 개체 특징 데이터는,

상기 개체의 성별, 상기 개체의 나이, 상기 개체의 체질량 지수, 운동 여부, 질환 발병 여부, 흡연 여부 및 음주 여부 중 적어도 하나를 포함하는, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 초기 데이터는,

상기 개체에 대하여, 입원 기간 동안 미리 결정된 시간 단위로 처음 평가되거나 처음 측정된 초기 데이터로 정의되고,

상기 사망 위험도는,

미리 결정된 시간 후 사망 발생의 위험도로 정의되는, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 사망 위험도를 제공하는 단계는,

상기 사망 위험도 예측 모델에 의해 개체에 대한 사망 발생 위험도가 예측될 경우,

상기 개체에 대한 사망 위험 알림을 제공하는 단계를 포함하는, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 사망 위험도 예측 모델은,

사망 표본 개체 및 생존 표본 개체에 대한 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 섬망 평가 데이터 및 표본 개체 특징 데이터 중 적어도 하나의 데이터로 구성된 학습용 데이터를 수신하는 단계, 및

상기 학습용 데이터를 기초로, 사망 또는 생존을 예측하는 단계를 통해 학습된 모델인, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 학습용 데이터를 수신하는 단계 이후에 수행되는,

상기 학습용 데이터를 평가하는 단계를 더 포함하고,

상기 학습용 데이터를 평가하는 단계는,

상기 학습용 데이터에 대하여 사망과의 연관도 (relevance) 점수를 산출하는 단계, 및

상기 사망과의 연관도 점수를 기초로, 미리 결정된 순위 내에 있는 사망 연관 학습용 데이터를 결정하는 단계를 포함하는, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 학습용 데이터를 평가하는 단계는,

LRP (Layer-wise Relevance Propagation) 알고리즘을 이용하여,

상기 학습용 데이터에 대하여 상기 사망과의 연관도 점수를 산출하는 단계, 및

상기 사망과의 관련도 점수를 기초로, 미리 결정된 순위 내에 있는 사망 연관 학습용 데이터를 결정하는 단계를 포함하는, 사망 위험도의 예측 방법.

#### 청구항 13

프로세서에 의해 구현되는 사망 위험도 예측용 디바이스에 있어서,

개체에 대한 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터 및 생체 신호 데이터 중 적어도 하나의 데이터, 및 의료적 처치 데이터를 수신하도록 구성된, 수신부 및

상기 수신부와 통신하도록 구성된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 적어도 하나의 데이터, 및 의료적 처치 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 구성된 사망 위험도 예측 모델을 이용하여, 상기 개체에 대한 사망 위험도를 예측하고, 상기 개체에 대하여 예측된 상기 사망 위험도를 제공하도록 구성되고,

상기 적어도 하나의 데이터, 및 의료적 처치 데이터는,

상기 개체에 대하여 단일회 평가되거나 단일회 측정된 초기 데이터로 정의되고,

상기 의료적 처치 데이터는,

카테터, 폴리, 리스트레인트 및 배액 기기의 의료 기기 사용 여부 데이터, 및 영양 섭취 데이터 중 적어도 하나

의 데이터를 포함하고,

상기 수신부는,

섬망 평가 데이터를 수신하도록 더 구성되고,

상기 사망 위험도 예측 모델은,

상기 적어도 하나의 데이터, 상기 의료적 처치 데이터 및 상기 섬망 평가 데이터가 입력되는 입력 레이어 및 입력된 데이터에 기초하여 사망 또는 생존을 출력하는 출력 레이어를 포함하고,

상기 섬망 평가 데이터는,

개체에 대하여 단일회 평가되거나 단일회 측정된 초기 데이터로서, 섬망 발생 여부, KDRS (Korean version of the Delirium Rating Scale) 진단 점수, KDRS 심각도 점수, DMSS (Delirium Motor Subtype Scale) hyper 점수, DMSS mixed 점수, 및 DMSS hypo 점수 중 적어도 하나를 포함하는, 사망 위험도의 예측용 디바이스.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 적어도 하나의 데이터는,

상기 심리 상태 평가 데이터를 포함하고,

상기 심리 상태 평가 데이터는,

RASS 점수 또는 STAI 점수인, 사망 위험도의 예측용 디바이스.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 적어도 하나의 데이터는,

상기 혈액 데이터를 포함하고,

상기 혈액 데이터는,

BUN, pH, HCO<sub>3</sub>, Alb, Hb, Hct, BILI, Na 및 NLR 중 적어도 하나의 수치를 포함하는, 사망 위험도의 예측용 디바이스.

#### 청구항 16

제13항에 있어서,

상기 적어도 하나의 데이터는,

상기 중증도 평가 데이터를 포함하고,

상기 중증도 평가 데이터는,

APACHE II 점수를 포함하는 사망 위험도의 예측용 디바이스.

#### 청구항 17

제13항에 있어서,

상기 적어도 하나의 데이터는,

상기 생체 신호 데이터를 포함하고,

상기 생체 신호 데이터는,

맥박, 호흡, 체온, 수축기 혈압 및 확장기 혈압 중 적어도 하나를 포함하는, 사망 위험도의 예측용 디바이스.

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

제13항에 있어서,

상기 수신부는,

개체 특징 데이터를 수신하도록 더 구성되고,

상기 사망 위험도 예측 모델은,

상기 개체 특징 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 더 구성되고,

상기 개체 특징 데이터는,

상기 개체의 성별, 상기 개체의 나이, 상기 개체의 체질량 지수, 운동 여부, 질환 발병 여부, 흡연 여부 및 음주 여부 중 적어도 하나를 포함하는, 사망 위험도의 예측용 디바이스.

#### 청구항 20

제13항에 있어서,

상기 초기 데이터는,

상기 개체에 대하여, 입원 기간 동안 미리 결정된 시간 단위로 처음 평가되거나 처음 측정된 초기 데이터로 정의되고,

상기 사망 위험도는,

미리 결정된 시간 후 사망 발생의 위험도로 정의되는, 사망 위험도의 예측용 디바이스.

#### 청구항 21

제13항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 사망 위험도 예측 모델에 의해 개체에 대한 사망 발생 위험도가 예측될 경우,

상기 개체에 대한 사망 위험 알림을 제공하도록 더 구성된, 사망 위험도의 예측용 디바이스.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 사망 위험도의 예측 방법 및 디바이스에 관한 것으로, 보다 구체적으로 개체로부터 획득한 다양한 임상적 데이터를 기초로 사망 발생의 위험도를 예측하고 제공하도록 구성된 방법 및 이를 이용한 디바이스에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 의료 서비스를 이용하는 많은 환자들은 치명적인 질환에 쉽게 노출되기 쉽고 경우에 따라 지속적인 건강상태의 체크와 이에 따른 조치를 필요로 한다. 특히, 병원의 중환자실에 수용된 중환자와 같은 요주의 환자들은 환자의 상태에 대한 지속적인 관찰이 보다 중요할 수 있다.

[0003] 중환자에 대하여 맥박수나 혈압 또는 호흡, 등 병의 진행이나 생명유지와 관련된 환자의 상태를 체크하기 위해, 다양한 예측 장비가 구비될 수 있다. 이러한 예측 장비는 환자의 상태를 측정하고 그 결과를 의료진이 확인할 수 있도록 디스플레이 한다. 그러나, 종래의 예측 장비는 환자 상태에 대하여 예측된 정보를 디스플레이적으로 제공함에 따라, 의료진이 지속적으로 예측 장비를 모니터링 해야 한다는 한계를 갖는다. 즉, 종래의 예측 장비에 기초한 위험도 예측 시스템은, 지속적인 모니터링이 불가능할 경우 예측 정보에 따른 적절한 예비 조치를 제공할 수 없다는 문제점을 갖는다.

[0004] 특히, 비 특이적인 증상과 다양한 병명으로 중환자실에 입실해 있는 환자의 경우, 입실 이후에도 급격한 상태

변화를 보이는 경향이 있어 종래의 예측 장비를 이용하여 그 예후를 예측하기 더 어려울 수 있다.

[0005] 따라서, 의료 서비스를 제공받은 환자, 사망과 같은 응급 상황을 미리 예측하고, 응급 상황과 연관된 정보를 빠르게 제공할 수 있는 새로운 사망 위험도 예측 시스템에 대한 개발이 지속적으로 요구되고 있는 실정이다.

[0006] 발명의 배경이 되는 기술은 본 발명에 대한 이해를 보다 용이하게 하기 위해 작성되었다. 발명의 배경이 되는 기술에 기재된 사항들이 선행기술로 존재한다고 인정하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 한편, 본 발명의 발명자들은, 임상적으로 사망과 같은 응급 상황이 발생하기 이전에 미리 인체의 생리학적 대응 반응의 일환으로 생체 신호들의 변화가 선행 할 것이라는 점에 주목하였다.

[0008] 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은 시간마다 상태가 변하는 중환 상태의 환자에 대하여, 중환자실에서 획득할 수 있는 다양한 임상적 데이터의 변화가 사망과 같은 잠재적 중환 상태와 연관성을 가질 수 있음에 주목하였다.

[0009] 결과적으로, 본 발명의 발명자들은, 생체 신호 데이터와 함께 의료적 처치 데이터, 혈액 데이터, 나아가 심리 상태 평가 및 중증도 평가 데이터의 임상적 데이터들이 환자, 특히 중환자에 대한 사망 위험도를 예측하는 것에 이용될 수 있음을 인지할 수 있었다.

[0010] 이때, 본 발명의 발명자들은, 환자에게 대하여 중환자실 (또는, 일반 병동) 입실 후 처음 평가되거나 처음 측정된 상기 임상적 데이터들의 초기 값에 주목하였다. 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은 미리 결정된 시간 단위로 첫 회 측정되거나 평가된 초기 데이터값을 기초로 환자와 같은 개체에 대한 사망 위험도를 예측하고자 하였다.

[0011] 한편, 본 발명의 발명자들은, 사망 위험도의 예측과 관련하여, 개체의 사망 발생 여부, 나아가 개체의 성별 나이 등의 인자들이 사망 위험도와 연관이 있음에 더욱 주목하였다.

[0012] 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은, 섬망 발생 여부, KDRS (Korean version of the Delirium Rating Scale) 점수, DMSS (Delirium Motor Subtype Scale) 점수와 같은, 개체로부터 평가된 섬망 평가 데이터들이 사망 위험도와 연관이 있음에 주목하였다.

[0013] 또한, 본 발명의 발명자들은, 개체의 성별, 나이, 체질량 지수, 운동 여부, 질환 발병 여부, 흡연 여부 및 음주 여부와 같은 개체의 특징 데이터들이 사망 위험도와 연관이 있음에 주목하였다.

[0014] 결과적으로, 본 발명의 발명자들은 이들 섬망 평가 데이터들과 개체의 특징 데이터들을 사망 위험도의 예측에 더욱 고려하고자 하였다.

[0015] 그 결과, 본 발명의 발명자들은 개체로부터 획득한 초기의 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 혈액 데이터, 심리 상태 평가 및 중증도 평가 데이터, 나아가 섬망 평가 데이터 및 개체의 특징 데이터의 임상적 데이터에 기초한 사망 위험도 예측 시스템을 개발하기에 이르렀다.

[0016] 한편, 본 발명의 발명자들은, 새로운 사망 위험도 예측 시스템에 대하여, 초기의 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 혈액 데이터, 심리 상태 평가 및 중증도 평가 데이터, 나아가 섬망 평가 데이터 및 개체 특징 데이터의 임상적 데이터를 기초로 사망 위험도를 예측하도록 학습된 예측 모델을 적용할 수 있었다.

[0017] 특히, 본 발명의 발명자들은, 다양한 임상적 데이터 중 사망 위험도를 예측하는 것에 연관도가 큰 임상적 데이터 또는, 생존을 예측하는 것에 연관도가 큰 임상적 데이터를 결정하도록 평가를 수행하였고, 이를 예측 모델의 학습에 적용하고자 하였다. 이를 통해, 본 발명의 발명자들은 예측 모델의 사망 위험도의 예측의 진단 능력 향상을 기대할 수 있었다.

[0018] 결과적으로, 사망 위험도 예측 모델에 기초한 새로운 사망 위험도 예측 시스템은, 개체에 대하여 정확도 및 신뢰도 높은 예측 정보를 조기에 제공할 수 있었다.

[0019] 본 발명의 발명자들은 이러한 사망 위험도 예측 시스템 개발을 통해, 환자의 상태에 대하여 빠르게 감지하고 사망과 같은 응급 상황을 미리 인지하여, 환자에 대한 처치 시점을 앞당겨 치료 성과를 높일 수 있음을 기대할 수 있었다. 나아가, 본 발명의 발명자들은 사망 위험도의 예측 시스템의 개발이 환자의 생존률 증가 및 치료 비용



의 감소 효과를 제공할 수 있다는 것을 더욱 기대할 수 있었다.

- [0020] 또한, 본 발명의 발명자들은, 보호자 또는 의료진이 중환자와 같은 지속적인 모니터링이 요구되는 개체에 대하여 보다 용이하게 고위험군을 인지할 수 있도록, 개체에 대하여 예측 모델에 의해 사망 위험도가 높은 것으로 예측될 경우, 알람을 제공하여 사망 발생 위험도를 알리도록 구성하였다.
- [0021] 이에, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 수신된 개체에 대한 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터 중 적어도 하나의 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 학습된 사망 위험도 예측 모델을 이용하여, 개체에 대한 사망 위험도를 예측하는, 사망 위험도 예측 방법을 제공하는 것이다.
- [0022] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 섭망 평가 데이터 및 개체의 특징 데이터를 더 수신하고, 이들 데이터를 기초로, 사망 위험도 예측 모델을 이용하여, 개체에 대한 사망 위험도를 더 예측하도록 구성된, 사망 위험도 예측 방법을 제공하는 것이다.
- [0023] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0024] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측 방법이 제공된다. 이때, 본 발명의 사망 위험도의 예측 방법은, 개체에 대한 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터 중 적어도 하나의 데이터를 수신하는 단계, 적어도 하나의 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 구성된 사망 위험도 예측 모델을 이용하여, 개체에 대한 사망 위험도를 예측하는 단계, 및 개체에 대하여 예측된 사망 위험도를 제공하는 단계를 포함한다. 이때, 적어도 하나의 데이터는 개체에 대하여 단일회 평가되거나 단일회 측정된 초기 데이터로 정의된다.
- [0025] 본 발명의 특징에 따르면, 적어도 하나의 데이터는, 심리 상태 평가 데이터를 포함하고, 심리 상태 평가 데이터는, RASS (Richmond Agitation and Sedation Scale) 또는 STAI (State-Trait Anxiety Inventory) 점수일 수 있다.
- [0026] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 적어도 하나의 데이터는, 혈액 데이터를 포함하고, 혈액 데이터는, BUN (blood urea nitrogen), pH, HCO<sub>3</sub>, Alb (albumin), Hb (hemoglobin), Hct (hematocrit), BILI (Bilirubin), Na 및 NLR (Neutrophil to Lymphocyte Ratio) 중 적어도 하나의 수치를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 적어도 하나의 데이터는, 중증도 평가 데이터를 포함하고, 중증도 평가 데이터는, APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) 점수를 포함할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 적어도 하나의 데이터는, 생체 신호 데이터를 포함하고, 생체 신호 데이터는, 맥박, 호흡, 체온, SBP (systolic blood pressure) 및 DBP (diastolic blood pressure) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 의료적 처치 데이터는, 카테터 (Catheter), 폴리 (Foley), 리스트레인트 (Restraint) 및 배액 기기 (Drainage) 의 의료 기기 사용 여부 데이터 및 영양 섭취 여부 데이터 중 적어도 하나의 의료적 처치 데이터를 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 섭망 평가 데이터 또는 개체 특징 데이터를 수신하는 단계가 더 수행될 수 있다. 나아가, 사망 위험도 예측 모델은, 섭망 평가 데이터 또는 개체 특징 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 더 구성될 수 있다. 이때, 섭망 평가 데이터는, 섭망 발생 여부, KDRS (Korean version of the Delirium Rating Scale) 진단 점수, KDRS 심각도 점수, DMSS (Delirium Motor Subtype Scale) hyper 점수, DMSS mixed 점수, 및 DMSS hypo 점수 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 나아가, 개체 특징 데이터는, 개체의 성별, 개체의 나이, 개체의 체질량 지수, 운동 여부, 질환 발생 여부, 흡연 여부 및 음주 여부 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 초기 데이터는, 개체에 대하여, 입원 기간 동안 미리 결정된 시간 단위로 처음 평가되거나 처음 측정된 초기 데이터로 정의되고, 사망 위험도는 미리 결정된 시간 후 사망 발생의 위험도로 정의될 수 있다.

- [0032] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 사망 위험도를 제공하는 단계는, 사망 위험도 예측 모델에 의해 개체에 대한 사망 발생 위험도가 예측될 경우, 개체에 대한 사망 위험 알림을 제공하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 사망 위험도 예측 모델은, 사망 표본 개체 및 생존 표본 개체에 대한 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 섭망 평가 데이터 및 표본 개체 특징 데이터 중 적어도 하나의 데이터로 구성된 학습용 데이터를 수신하는 단계, 및 학습용 데이터를 기초로, 사망 또는 생존을 예측하는 단계를 통해 학습된 모델일 수 있다.
- [0034] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 방법은, 학습용 데이터를 수신하는 단계 이후에 수행되는, 학습용 데이터를 평가하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이때, 학습용 데이터를 평가하는 단계는, 학습용 데이터에 대하여 사망과의 연관도 (relevance) 점수를 산출하는 단계, 및 사망과의 연관도 점수를 기초로, 미리 결정된 순위 내에 있는 사망 연관 학습용 데이터를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 학습용 데이터를 평가하는 단계는, LRP (Layer-wise Relevance Propagation) 알고리즘을 이용하여, 학습용 데이터에 대하여 사망과의 연관도 점수를 산출하는 단계, 및 사망과의 연관도 점수를 기초로, 미리 결정된 순위 내에 있는 사망 연관 학습용 데이터를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0036] 진술한 바와 같은 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측용 디바이스가 제공된다. 이때, 본 발명의 사망 위험도의 예측용 디바이스는, 개체에 대한 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터 중 적어도 하나의 데이터를 수신하도록 구성된 수신부, 및 수신부와 통신하도록 구성된 프로세서를 포함한다. 이때, 프로세서는, 적어도 하나의 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 구성된 사망 위험도 예측 모델을 이용하여, 개체에 대한 사망 위험도를 예측하고, 개체에 대하여 예측된 사망 위험도를 제공하도록 구성된다. 이때, 적어도 하나의 데이터는 개체에 대하여 단일회 평가되거나 단일회 측정된 초기 데이터로 정의된다.
- [0037] 본 발명의 특징에 따르면, 적어도 하나의 데이터는, 심리 상태 평가 데이터를 포함하고, 심리 상태 평가 데이터는, RASS 점수 또는 STAI 점수일 수 있다.
- [0038] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 적어도 하나의 데이터는, 혈액 데이터를 포함하고, 혈액 데이터는, BUN, pH, HCO<sub>3</sub>, Alb, Hb, Hct, BILI, Na 및 NLR 중 적어도 하나의 수치를 포함할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 적어도 하나의 데이터는, 중증도 평가 데이터를 포함하고, 중증도 평가 데이터는, APACHE II 점수를 포함할 수 있다.
- [0040] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 적어도 하나의 데이터는, 생체 신호 데이터를 포함하고, 생체 신호 데이터는, 맥박, 호흡, 체온, SBP 및 DBP 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 의료적 처치 데이터는, 카테터, 폴리, 리스트레인트 및 배액 기기의 의료 기기 사용 여부 데이터 및 영양 섭취 여부 데이터 중 적어도 하나의 의료적 처치 데이터를 포함할 수 있다.
- [0042] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 수신부는 섭망 평가 데이터 또는 개체 특징 데이터를 수신하도록 더 구성될 수 있다. 나아가, 사망 위험도 예측 모델은, 섭망 평가 데이터 또는 개체 특징 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 더 구성될 수 있다. 이때, 섭망 평가 데이터는, 섭망 발생 여부, 진단 점수, KDRS 심각도 점수, DMSS hyper 점수, DMSS mixed 점수, 및 DMSS hypo 점수 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 나아가, 개체 특징 데이터는, 개체의 성별, 개체의 나이, 개체의 체질량 지수, 운동 여부, 질환 발병 여부, 흡연 여부 및 음주 여부 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0043] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 초기 데이터는, 개체에 대하여, 입원 기간 동안 미리 결정된 시간 단위로 처음 평가되거나 처음 측정된 초기 데이터로 정의되고, 사망 위험도는 미리 결정된 시간 후 사망 발생의 위험도로 정의될 수 있다.
- [0044] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 사망 위험도 예측 모델에 의해 개체에 대한 사망 발생 위험도가 예측될 경우, 개체에 대한 사망 위험 알림을 제공하도록 더 구성될 수 있다.
- [0045] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다. 다만, 이들 실시예는 본 발명을 예시적으로 설명하기 위한 것에 불과하므로 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

## 발명의 효과

- [0046] 본 발명은 개체에 대하여 다양한 임상적 데이터를 수신하고, 수신된 데이터 기반의 사망 위험도 예측 시스템을 제공함으로써, 개체의 사망 위험도에 대하여 빠르게 감지하고, 이와 연관된 정보를 제공함으로써 응급 상황을 빠르게 예측하는 것에 기여할 수 있다.
- [0047] 특히, 본 발명은 개체로부터 획득한 초기의 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 혈액 데이터, 나아가 심리 상태 평가 및 중증도 평가 데이터와 함께 개체의 심장 평가 데이터 및 개체 특징 데이터의 임상적 데이터에 기초한 사망 위험도 예측 시스템을 제공함으로써, 개체의 사망 위험도와 연관된 정보를 제공할 수 있다. 예를 들어, 본 발명은, 개체에 대하여 높은 정밀도 및 정확도로 예측된, 미리 결정된 시간 후의 사망 위험도를 제공할 수 있다.
- [0048] 이에, 본 발명은, 사망 발생이 예측되는 고위험군에 대하여 의료적 처치 시점을 앞당겨 좋은 예후를 제공할 수 있다.
- [0049] 따라서, 본 발명은 의료 서비스 개선뿐만 아니라, 생존률 증가, 합병증 예방, 및 치료 비용 감소에 기인할 수 있는 효과가 있다.
- [0050] 또한, 본 발명은, 개체에 대하여 예측 모델에 의해 사망 발생 위험도가 예측될 경우, 알람을 제공하여 사망 위험을 알리도록 구성됨에 따라, 보호자 또는 의료진은 중환자와 같은 지속적인 모니터링이 요구되는 개체에 대하여 보다 용이하게 고위험군을 인지할 수 있다.
- [0051] 즉, 본 발명은, 지속적인 모니터링이 불가능할 경우 예측 정보에 따른 적절한 예비 조치를 제공할 수 없는 디스플레이 기반의 종래의 위험도 예측 시스템이 갖는 한계를 극복할 수 있는 효과가 있다.
- [0052] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0053] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측 방법 및 디바이스에 기초한 사망 위험도 예측 시스템을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측용 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측 방법의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 3a는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 사망 위험도 예측 모델의 학습 데이터를 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 3b는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 사망 위험도 예측 모델의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 4a 및 4b는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 사망 위험도 예측 모델에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0054] 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 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0055] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우, '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0056] 구성요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

- [0057] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.
- [0058] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.
- [0059] 본 명세서에서 사용되는 용어, "개체"는 사망 발생의 위험도를 예측하고자 하는 대상을 의미할 수 있다. 한편, 본원 명세서 내에서 개체는 '환자' 또는 '중환자'일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며 사망 발생의 위험도를 예측하고자 하는 모든 대상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 개체는 심장 발병 개체일 수도 있다.
- [0060] 본 명세서에서 사용되는 용어, "혈액 데이터"는 개체로부터 분리된 혈액의 생물학적 시료에 대한 임상적 데이터를 의미할 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 본원 명세서 내에 개시된 혈액 데이터는, 개체로부터 분리된 혈액으로부터 측정된 BUN (blood urea nitrogen), pH, HCO<sub>3</sub>, Alb (albumin), Hb (hemoglobin), Hct (hematocrit), BILI (Bilirubin), Na 및 NLR (Neutrophil to Lymphocyte Ratio) 중 적어도 하나의 수치일 수 있다.
- [0062] 바람직하게 혈액 데이터는, 개체로부터 최초로 측정된 초기의 데이터일 수 있다. 예를 들어, 상기 개체가 중환자에 입실했을 경우, 혈액 데이터는 입실 후 처음 측정된 초기의 혈액 데이터를 의미할 수 있다. 나아가, 미리 결정된 시간 단위 (예를 들어, 24 시간 단위) 로 개체에 대하여 복수회 (예를 들어, 3 회/일) 혈액 데이터가 측정될 경우, 혈액 데이터는 미리 결정된 시간 단위마다 첫 회에 획득한 복수의 혈액 데이터를 포함할 수도 있다. 그러나, 혈액 데이터는 이에 제한되는 것이 아니다.
- [0063] 본 명세서에서 사용되는 용어, "중증도 평가 데이터"는 개체에 대하여 중증도 상태를 평가하기 위한 척도의 값을 의미할 수 있다.
- [0064] 예를 들어, 본원 명세서 내에 개시된 중증도 평가 데이터는, APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) 점수일 수 있다.
- [0065] 이때, 개체의 중증도 상태를 나타내는 중증도 평가 데이터는, 개체의 사망 발생 여부와 연관이 있을 수 있다.
- [0066] 한편, 중증도 평가 데이터는 개체로부터 최초로 평가된 초기의 데이터일 수 있다. 예를 들어, 상기 개체가 중환자에 입실했을 경우, 중증도 평가 데이터는 입실 후 처음 평가된 초기의 중증도 평가 데이터를 의미할 수 있다. 나아가, 미리 결정된 시간 단위 (예를 들어, 24 시간 단위) 로 개체에 대하여 복수회 (예를 들어, 3 회/일) 의 중증도 평가가 수행될 경우, 중증도 평가 데이터는 미리 결정된 시간 단위마다 첫 회에 획득한 초기의 데이터들을 의미할 수도 있다.
- [0067] 본 명세서에서 사용되는 용어, "심리 상태 평가 데이터"는 개체의 불안도, 우울감 등의 심리 상태를 평가하기 위한 척도의 값을 의미할 수 있다.
- [0068] 예를 들어, 본원 명세서 내에 개시된 심리 상태 평가 데이터는, RASS (Richmond Agitation and Sedation Scale) 또는 STAI (State-Trait Anxiety Inventory) 점수일 수 있다. 한편, 이들 심리 상태 평가 데이터는, 사망뿐만 아니라 섬망의 발병과 연관이 있을 수 있다.
- [0069] 이때, 심리 상태 평가 데이터는 개체로부터 최초로 평가된 초기의 데이터일 수 있다. 예를 들어, 상기 개체가 중환자에 입실했을 경우, 심리 상태 평가 데이터는 입실 후 처음 평가된 초기의 심리 상태 평가 데이터를 의미할 수 있다. 나아가, 미리 결정된 시간 단위 (예를 들어, 24 시간 단위) 로 개체에 대하여 복수회 (예를 들어, 3 회/일) 의 심리 상태 평가가 수행될 경우, 심리 상태 평가 데이터는 미리 결정된 시간 단위마다 첫 회에 획득한 초기의 데이터들을 의미할 수도 있다. 그러나, 심리 상태 평가 데이터는 이에 제한되는 것이 아니다.
- [0070] 본 명세서에서 사용되는 용어, "생체 신호 데이터"는 활력 징후, 생명 징후로, 개체의 상태와 연관된 데이터를 의미할 수 있다. 이러한 생체 신호 데이터는, 개체의 사망 위험도와 연관될 수 있다.
- [0071] 이때, 생체 신호 데이터는 생체 신호 측정 장비로부터 측정된 개체에 대한 체온, 맥박, 산소 포화도, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 평균 혈압 및 호흡수일 수 있다. 그러나, 이에 제한되지 않고 생체 신호 데이터는, 개체의 건강 상태와 연관된 다양한 측정 데이터를 포함할 수 있다.
- [0072] 바람직하게 생체 신호 데이터는, 개체로부터 최초로 측정된 초기의 데이터일 수 있다. 예를 들어, 상기 개체가 중환자에 입실했을 경우, 생체 신호 데이터는, 입실 후 처음 측정된 초기의 데이터를 의미할 수 있다. 나아가,



미리 결정된 시간 단위 (예를 들어, 24 시간 단위) 로 개체에 대하여 복수회 (예를 들어, 3 회/일) 생체 신호 데이터가 수신될 경우, 생체 신호 데이터는 미리 결정된 시간 단위마다 첫 회에 획득한 데이터들을 의미할 수도 있다.

[0073] 본 명세서에서 사용되는 용어, "의료적 처치 데이터"는 개체에 대하여 이용된 의료적 처치 여부에 관한 데이터를 의미할 수 있다.

[0074] 예를 들어, 의료적 처치 데이터는, 카테터 (Catheter), 폴리 (Foley), 리스트레인트 (Restraint) 및 배액 기기 (Drainage) 의 의료 기기 사용 여부 데이터 및 영양 섭취 데이터 중 적어도 하나의 데이터일 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0075] 한편, 의료적 처치 데이터는, 개체로부터 최초로 측정된 초기의 의료적 처치 데이터일 수 있다. 예를 들어, 상기 개체가 중환자에 입실했을 경우, 의료적 처치 데이터는, 입실 후 처음 획득된 초기의 의료적 처치 데이터를 의미할 수 있다. 즉, 의료적 처치 데이터는 임의의 시점으로 정의된 초기에 획득한 모든 의료적 처치 데이터를 의미할 수도 있다. 나아가, 의료적 처치 데이터는 개체에 대하여 처음으로 사용된 의료적 처치에 대한 데이터일 수도 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0076] 예를 들어, 미리 결정된 시간 단위 (예를 들어, 24 시간 단위) 로 개체에 대하여 복수회 (예를 들어, 3 회/일) 의 의료적 처치 데이터가 획득될 수 있는 경우, 의료적 처치 데이터는 미리 결정된 시간 단위마다 첫 회에 획득한 데이터들을 의미할 수도 있다.

[0077] 본 명세서에서 사용되는 용어, "섬망 평가 데이터"는 개체로부터 평가된 섬망 발생 여부에 대한 데이터를 의미할 수 있다.

[0078] 예를 들어, 섬망 평가 데이터는 KDRS 진단 점수, KDRS 심각도 점수, DMSS hyper 점수, DMSS mixed 점수, 및 DMSS hypo 점수 중 적어도 하나의 데이터일 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것이 아니다.

[0079] 이때, KDRS 진단 점수는, 섬망 증상과 연관된, 흥망 (fluctuation), 급성 시작 (acute onset), 신체 질환의 중증도 여부등을 확인하는 3 가지 항목으로 구성될 수 있다. KDRS 심각도 점수는, 섬망의 심각도를 판단하도록, 환청, 망상 여부, 집중력, 기억력 여부 등 13가지 항목으로 구성될 수 있다. 보다 구체적으로, 상대적으로 높은 KDRS 진단 점수는, 섬망 진단에 적합성을 의미할 수 있고, 상대적으로 높은 KDRS 심각도 점수는 심각한 섬망 상태를 의미할 수 있다.

[0080] 이때, 섬망 평가 데이터는 개체로부터 최초로 평가된 초기의 데이터일 수 있다. 예를 들어, 상기 개체가 중환자에 입실했을 경우, 섬망 평가 데이터는 입실 후 처음 평가된 초기의 데이터를 의미할 수 있다. 나아가, 미리 결정된 시간 단위 (예를 들어, 24 시간 단위) 로 개체에 대하여 복수회 (예를 들어, 3 회/일) 의 평가가 수행될 경우, 섬망 평가 데이터는 미리 결정된 시간 단위마다 첫 회에 획득한 초기의 데이터들을 의미할 수도 있다. 그러나, 섬망 평가 데이터는 이에 제한되는 것이 아니다.

[0081] 본 명세서에서 사용되는 용어, "개체 특징 데이터"는 개체에 대한 사망과 연관될 수 있는 인자에 대한 데이터일 수 있다.

[0082] 예를 들어, 개체 특징 데이터는, 개체의 성별, 개체의 나이, 개체의 체질량 지수, 운동 여부, 질환 발병 여부, 흡연 여부 및 음주 여부 중 적어도 하나일 수 있다. 그러나, 개체 특징 데이터는 이에 제한되지 않고, 개체의 사망과 연관된 인자에 대한 다양한 데이터를 더 포함할 수 있다.

[0083] 본 명세서에서 사용되는 용어, "초기 데이터"는 개체에 대하여 최초로 평가되거나 최초로 측정된 임상적 데이터를 의미할 수 있다. 나아가, 초기 데이터는, 임의의 시점에서 단일회 획득된 모든 임상적 데이터를 의미할 수도 있다. 예를 들어, 본원 명세서에 개시된 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터의 임상적 데이터, 나아가 섬망 평가 데이터는, 중환자실에 입실한 개체에 대하여 입실 후 하루에 1 번씩 획득된 초기의 데이터를 의미할 수 있다.

[0084] 나아가, 상기 임상적 데이터는, 하루에 복수회의 데이터가 획득될 경우, 가장 처음 획득된 데이터를 의미할 수 있다.

[0085] 본 명세서에서 사용되는 용어, "사망 위험도 예측 모델"은 초기의 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터의 임상적 데이터와 섬망 평가 데이터 및 개체 특징 데이터를 기초로 사망 발생의 위험도를 예측하도록 학습된 모델일 수 있다.

- [0086] 예를 들어, 사망 표본 개체 또는 생존 표본 개체로부터, 미리 결정된 시간마다 획득한 초기의 임상적 데이터를 기초로 사망 발생의 위험도를 예측하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0087] 이때, 사망 위험도 예측 모델은, 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터, 나아가 섬망 평가 데이터 및 개체 특징 데이터의 모든 임상적 데이터를 기초로 사망 위험도를 예측하도록 학습된 모델일 수 있다. 그러나, 학습에 이용되는 데이터는, 이에 제한되지 않으며 보다 다양한 임상적 데이터들의 조합이 상기 예측 모델의 학습에 이용될 수 있다.
- [0088] 한편, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델의 학습에 있어서, 사망 발생 또는 생존과 연관도가 큰 임상적 데이터들이 결정되는 평가가 수행될 수 있다. 이때, 연관도 평가는 LRP (Layer-wise Relevance Propagation) 알고리즘에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0089] 예를 들어, LRP 알고리즘에 의해 초기의 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터의 임상적 데이터, 나아가 섬망 평가 데이터 및 개체 특징 데이터의 다양한 임상적 데이터 중 사망 발생 또는 생존을 예측하는 것에 연관도가 큰 임상적 데이터 또는, 생존을 예측하는 것에 연관도가 큰 임상적 데이터가 결정될 수 있다.
- [0090] 이러한 연관도가 큰 임상적 데이터들이 상기 예측 모델의 학습에 입력 데이터로서 적용될 수 있음에 따라, 예측 모델은 다른 모델들보다 사망 위험도의 예측 능력이 향상된 모델일 수 있다.
- [0091] 한편, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델은, 순환 신경망인 LSTM (Long short-term memory) 알고리즘에 기초한 예측 모델일 수 있다.
- [0092] 예를 들어, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델은, 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터, 나아가 섬망 평가 데이터 및 개체 특징 데이터가 입력되는 입력 레이어 및 사망 또는 생존을 예측하는 출력 레이어와 이들 레이어 사이에 1 개의 히든 레이어가 존재하는 다층 레이어 구조의 예측 모델일 수 있다.
- [0093] 보다 구체적으로, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델은, 64 개의 노드로 구성된 1 개의 히든 레이어를 포함하도록 구성될 수 있다. 나아가, 상기 예측 모델은, 사망 위험도의 예측 학습에 있어서 예측의 오차를 최소화하는 가중치를 찾기 위한 파라미터일 수 있는 학습 비율 (learning rate) 값이 0.0009로 설정될 수 있다. 또한, 예측의 오차를 최소화하며 학습 속도를 증가시키기 위한 파라미터 값인 모멘텀 (momentum) 값이 0.9로 설정될 수 있다. 또한, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델은, 학습에 있어서 매개 변수를 갱신하는 최적화 함수로서 'rmsprop'를 이용하도록 구성될 수 있고, 다양한 임상적 데이터들의 입력 값이 출력값에 전달되는 강도를 결정하는 함수로서 'relu' 함수를 이용하도록 구성될 수 있다.
- [0094] 그러나, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델의 종류는 이에 제한되는 것이 아니다. 예를 들어, 상기 예측 모델은, DNN (Deep Neural Network), CNN Convolutional Neural Network), RNN (Recurrent Neural Network), DCNN (Deep Convolutional Neural Network), RBM (Restricted Boltzmann Machine), DBN (Deep Belief Network), SSD (Single Shot Detector), MLP (Multilayer Processing) 모델 또는 U-net을 기반으로 하는 예측 모델일 수도 있다.
- [0095] 이하에서는 도 1a 및 1b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측용 디바이스 및 이를 이용한 사망 위험도 예측 시스템에 관하여 구체적으로 설명한다.
- [0096] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측 방법 및 디바이스에 기초한 사망 위험도 예측 시스템을 예시적으로 도시한 것이다. 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측용 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- [0097] 도 1a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도 예측 시스템 (1000) 은, 사망 위험도 예측용 디바이스 (100), 개체 (200) 에 대하여 획득된, 의료적 처치 데이터 (310), 생체 신호 데이터 (320), 심리 상태 평가 데이터 (330), 혈액 데이터 (340), 중증도 평가 데이터 (350) 및 섬망 평가 데이터 (360) 를 포함하는 임상적 데이터 (300), 의료 기기 (400), 외부로부터 수신할 수 있는 개체 특징 데이터 (500) 및 의료진 디바이스 (600) 로 구성되어 있다.
- [0098] 이때, 임상적 데이터 (300) 는 개체 (200) 로부터, 임의의 시점에서 측정되거나 평가된 첫 데이터일 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0099] 보다 구체적으로, 사망 위험도 예측 시스템 (1000) 에서 사망 위험도 예측용 디바이스 (100) 는, 개체 (200) 에 대하여 초기에 측정되거나 평가된 다양한 임상적 데이터 (300) 와 함께, 개체 특징 데이터 (500) 를 수신하고, 이를 기초로 사망 위험도를 예측하도록 구성될 수 있다.
- [0100] 이때, 의료 기기 (400) 는 개체 (200) 에 온도, 맥박, 산소 포화도, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 평균 혈압 및 호흡수로 이루어진 그룹 중 적어도 하나의 생체 신호 데이터 (320) 를 제공할 수 있는 생체 신호 계측 디바이스 일 수 있다. 나아가, 의료 기기 (400) 는, 의료적 처치 데이터 (310) 를 제공할 수 있는 카테터, 폴리, 리스 트레인트 및 배액 기기의 의료 기기일수도 있다.
- [0101] 한편, 사망 위험도 예측 시스템 (1000) 에서 의료적 처치 데이터 (310), 생체 신호 데이터 (320), 심리 상태 평가 데이터 (330), 나아가 혈액 데이터 (340), 중증도 평가 데이터 (350) 및 섬망 평가 데이터 (360) 의 임상적 데이터 (300), 나아가 개체 특징 데이터 (500) 는 EMR (Electronic Medical Record) 시스템과 같은 외부 시스템으로부터 획득될 수도 있다.
- [0102] 보다 구체적으로, 도 1b를 참조하면, 사망 위험도 예측용 디바이스 (100) 는 수신부 (110), 입력부 (120), 출력부 (130), 저장부 (140) 및 프로세서 (150) 를 포함한다.
- [0103] 구체적으로 수신부 (110) 는 개체 (200) 에 대한 의료적 처치 데이터 (310), 생체 신호 데이터 (320), 심리 상태 평가 데이터 (330), 혈액 데이터 (340), 중증도 평가 데이터 (350) 및 섬망 평가 데이터 (360) 를 포함하는 임상적 데이터 (300) 및 나아가 개체 특징 데이터 (500) 를 수신하도록 구성될 수 있다.
- [0104] 본 발명의 특징에 따르면, 수신부 (110) 는 의료진 디바이스 (600) 에 대하여, 후술될 프로세서 (150) 에 의해 결정된 개체 (200) 에 대하여 예측된 결과를, 송신하도록 더 구성될 수 있다.
- [0105] 입력부 (120) 는 키보드, 마우스, 터치 스크린 패널 등 제한되지 않는다. 입력부 (120) 는 사망 위험도 예측용 디바이스 (100) 를 설정하고, 사망 위험도 예측용 디바이스 (100) 의 동작을 지시할 수 있다.
- [0106] 한편, 출력부 (130) 는 수신부 (110) 에 의해 수신된 다양한 임상적 데이터 (300), 나아가 개체 특징 데이터 (500) 를 표시할 수 있다.
- [0107] 또한, 출력부 (130) 는 프로세서 (150) 에 의해 예측된 사망 위험도와 연관된 정보를 디스플레이적으로 표시할 수 있다. 나아가, 출력부 (130) 는 프로세서 (150) 에 의해 개체 (200) 의 사망 위험도가 높은 것으로 결정될 경우, 알람 소리를 출력하도록 더 구성될 수 있다.
- [0108] 저장부 (140) 는 수신부 (110) 를 통해 수신한 개체 (200) 에 대한 다양한 임상적 데이터 (300) 및 개체 특징 데이터 (500) 를 저장하고, 입력부 (120) 를 통해 설정된 사망 위험도 예측용 디바이스 (100) 의 지시를 저장하도록 구성될 수 있다. 나아가, 저장부 (140) 는 후술될 프로세서 (150) 에 의해 생성된 개체 (200) 에 사망 위험도의 예측 정보를 저장하도록 구성된다. 그러나, 전술한 것에 제한되지 않고 저장부 (140) 는 사망 위험도 예측을 위해 프로세서 (150) 에 의해 결정된 다양한 정보들을 저장할 수 있다.
- [0109] 프로세서 (150) 는 사망 위험도 예측용 디바이스 (110) 의 정확한 예측 결과를 제공하기 위한 구성 요소일 수 있다. 이때, 정확한 사망 위험도 예측을 위해 프로세서 (150) 는 다양한 임상적 데이터 (300) 및 개체 특징 데이터 (500) 를 기초로 사망 위험도를 예측하도록 구성된 예측 모델에 기초할 수 있다.
- [0110] 한편, 프로세서 (150) 는, 개체 (200) 가 사망 위험도 예측 모델에 의해 사망 발생 고위험군으로 예측된 경우 의료진 디바이스 (600) 에 알람을 제공하도록 구성될 수 있다. 이에, 의료진은 개체 (200) 에 대한 빠른 조치를 취할 수 있다.
- [0111] 이와 같이 본 발명의 사망 위험도 예측 시스템 (1000) 은, 개체 (200) 에 대하여 사망 발생의 조기 예측 및 이에 따른 처치를 제공할 수 있음에 따라, 다양한 의료 시스템에 적용될 수 있다.
- [0112] 이하에서는 도 2를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측 방법을 구체적으로 설명한다. 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측 방법의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0113] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도의 예측 방법은, 먼저 개체로부터 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터 중 적어도 하나의 데이터를 수신하고 (S210), 적어도 하나의 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 구성된 사망 위험도 예측 모델을 이용하여, 개체에 대한 사망 위험도를 예측한다 (S220). 최종적으로 개체에 대하여 예측된 사망 위험도를 제공

한다 (S230).

- [0114] 보다 구체적으로, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서는, 개체에 대하여 초기 측정되거나 획득된 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터 중 적어도 하나의 데이터가 수신될 수 있다.
- [0115] 본 발명의 특징에 따르면, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 수신된 혈액 데이터는, 개체로부터 분리된 혈액 으로부터 측정된 BUN (blood urea nitrogen), pH, HCO<sub>3</sub>, Alb (albumin), Hb (hemoglobin), Hct (hematocrit), BILI (Bilirubin), Na 및 NLR (Neutrophil to Lymphocyte Ratio) 중 적어도 하나의 수치일 수 있다.
- [0116] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 수신된 중증도 평가 데이터는, APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) 점수일 수 있다.
- [0117] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 수신된 심리 상태 평가 데이터는, RASS (Richmond Agitation and Sedation Scale) 또는 STAI (State-Trait Anxiety Inventory) 점수일 수 있다.
- [0118] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 수신된 생체 신호 데이터는, 생체 신호 계측 디바이스로부터 측정된 개체에 대한 체온, 맥박, 산소 포화도, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 평균 혈압 및 호흡수일 수 있다. 그러나, 이에 제한되지 않고 생체 신호 데이터는, 개체의 건강 상태와 연관된 다양한 측정 데이터를 포함할 수 있다.
- [0119] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 수신된 의료적 처치 데이터는, 의료적 처치 데이터는, 카테터 (Catheter), 폴리 (Foley), 리스트레인트 (Restraint) 및 배액 기기 (Drainage) 의 의료 기기 사용 여부 데이터 및 영양 섭취 여부 데이터 중 적어도 하나의 데이터일 수 있다.
- [0120] 한편, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 섬망 평가 데이터 또는 개체 특징 데이터가 더 수신될 수 있다.
- [0121] 예를 들어, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 섬망 발생 여부, KDRS (Korean version of the Delirium Rating Scale) 진단 점수, KDRS 심각도 점수, DMSS (Delirium Motor Subtype Scale) hyper 점수, DMSS mixed 점수, 및 DMSS hypo 점수 중 적어도 하나를 포함하는 섬망 평가 데이터가 수신될 수 있다.
- [0122] 나아가, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 개체의 성별, 개체의 나이, 개체의 체질량 지수, 운동 여부, 질환 발병 여부, 흡연 여부 및 음주 여부 중 적어도 하나의 개체 특징 데이터가 수신될 수 있다.
- [0123] 다음으로, 사망 위험도를 예측하는 단계 (S220)에서, 사망 위험도를 예측하도록 구성된 사망 위험도 예측 모델에 의해 개체의 사망 위험도가 결정될 수 있다.
- [0124] 본 발명의 특징에 따르면, 사망 위험도를 예측하는 단계 (S220)에서, 사망 발생 위험도 예측 모델은, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 수신된 초기의 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터, 나아가, 섬망 상태 데이터 또는 개체 특징 데이터를 기초하여, 사망 위험도를 예측할 수 있다.
- [0125] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 사망 위험도를 예측하는 단계 (S220)에서, 사망 위험도 예측 모델에 의해 개체에 대한 미리 결정된 시간 후 사망 발생의 위험도가 예측될 수 있다.
- [0126] 이때, 개체에 대한 미리 결정된 시간 후 사망 발생의 위험도는, 생존 또는 사망으로 예측될 수 도 있으나, 이에 제한되는 것이 아니다. 예를 들어, 사망 위험도를 예측하는 단계 (S220)에서, 개체에 대한 미리 결정된 시간 후 사망 발생의 위험도는 상기 예측 모델에 의해 확률적으로 예측될 수도 있다.
- [0127] 한편, 사망 위험도 예측 모델은, 데이터를 수신하는 단계 (S210)에서 수신된, 초기의 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터, 나아가 섬망 평가 데이터 및 개체 특징 데이터의 임상적 데이터를 기초로 사망 발생의 위험도를 예측하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0128] 예를 들어, 사망 위험도 예측 모델은 사망 표본 개체 및 생존 표본 개체에 대하여 초기 측정되거나 평가된, 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 섬망 평가 데이터 및 개체 특징 데이터 중 적어도 하나의 데이터로 구성된 학습용 데이터를 수신하고, 학습용 데이터를 기초로, 사망 또는 생존을 예측하는 단계를 통해 학습된 모델일 수 있다.
- [0129] 나아가, 사망 위험도 예측 모델은, 학습용 데이터에 대하여 사망과의 연관도 (relevance) 점수를 산출하고, 사망과의 연관도 점수를 기초로, 미리 결정된 순위 내에 있는 사망 연관 학습용 데이터를 결정하는 단계를 통해



결정된 사망 연관 학습용 데이터를 기초로, 사망 위험도를 예측하도록 구성된 모델일 수 있다.

- [0130] 마지막으로, 사망 위험도를 제공하는 단계 (S230) 에서, 전술한 사망 위험도를 예측하는 단계 (S220) 에서 예측된 사망 위험도에 관한 정보가 제공될 수 있다.
- [0131] 본 발명의 특징에 따르면, 사망 위험도를 제공하는 단계 (S230) 에서, 사망 위험도 예측 모델에 의해 확률적으로 예측된, 개체에 대한 미리 결정된 시간 후 사망 발생의 위험도가 제공될 수 있다.
- [0132] 예를 들어, 사망 위험도를 제공하는 단계 (S230) 에서 사망 발생 위험 확률이 제공될 수 있다.
- [0133] 한편, 본 발명의 특징에 따르면, 사망 위험도를 제공하는 단계 (S230) 에서, 사망 위험도를 예측하는 단계 (S220) 의 결과로 사망 위험도의 예측 모델에 의해 개체에 대한 사망 위험도가 예측될 경우, 개체에 대한 사망 발생의 위험 알림이 제공될 수 있다.
- [0134] 사망 위험도를 제공하는 단계 (S230) 에서, 전술한 것 이외에 보다 다양한 정보가 제공될 수 있다.
- [0135] 이상의 절차에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 사망 위험도 예측 방법은, 실시간으로 개체에 대한 사망 발생 여부를 결정하거나, 임의의 시간 후의 사망 발생의 위험도를 예측하여, 사망 위험도에 대한 정보, 나아가 고위험군을 알리는 알람을 제공할 수 있다. 이에, 의료진은 개체에 대한 사망 발생의 조기 예측이 가능할 수 있다. 나아가, 의료진은 고위험군에 대한 빠른 조치를 취할 수 있다.
- [0136] 이하에서는, 도 3a 및 3b를 참조하여, 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 사망 위험도 예측 모델에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0137] 이때, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 사망 위험도 예측 모델은, 사망 환자 또는 생존 환자로 구성된 중환자실에 입실한 환자로부터 24 시간 단위로 2 일 동안 1 회/일씩 획득된 초기의 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터 및 섬망 평가 데이터의 임상적 데이터를 기초로 1 년 후 또는, 3 년 후 사망 여부를 예측하도록 학습된 모델일 수 있으나, 이의 학습 방법은 이에 제한되는 것이 아니다. 나아가, 사망 위험도의 예측에 이용되는 임상적 데이터는 학습 방법에 따라 상이한 구성으로 선택될 수 있다.
- [0138] 도 3a는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 사망 위험도 예측 모델의 학습 데이터를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0139] 도 3a를 참조하면, 사망 개체 및 생존 개체의 표본 개체로부터 획득된 학습용 데이터는, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 혈액 데이터 및 중증도 평가 데이터로 구성된다.
- [0140] 보다 구체적으로, 도 3a의 (a)를 참조하면, 학습용 심리 상태 평가 데이터는 RASS 및 STAI 점수의 값으로 구성될 수 있다. 학습용 생체 신호 데이터는, 맥박, 호흡, 체온, SBP 및 DBP 값으로 구성될 수 있다. 나아가, 학습용 의료적 처치 데이터는, 카테터, 폴리, 리스트레인트, 배액 기기의 적용 또는 처치 여부, 나아가 영양 섭취 여부로 구성될 수 있다. 또한, 학습용 혈액 데이터는, BUN- (blood urea nitrogen), pH-,  $\text{HCO}_3^-$ , Alb- (albumin), Hb- (hemoglobin), Hct- (hematocrit), BILI- (Bilirubin), Na 및 NLR (Neutrophil to Lymphocyte Ratio) 으로 구성될 수 있다. 또한, 학습용 중증도 평가 데이터는, APACHE 점수값으로 구성될 수 있다.
- [0141] 도 3a의 (b)를 참조하면, 학습용 심리 상태 평가 데이터는 KDRS (진단 점수, KDRS 심각도 점수, DMSS hyper 점수, DMSS mixed 점수, 및 DMSS hypo 점수로 구성될 수 있다.
- [0142] 이때, 각각의 학습용 데이터는 환자로부터 24 시간 단위로 2 일 동안 1 회/일씩 획득된 초기의 데이터일 수 있다. 이때, 데이터를 획득하는 2 일동안 결측된 데이터는 평균값 또는 0으로 처리될 수 있다.
- [0143] 본 발명의 사망 위험도 예측 모델은 상기와 같은 학습용 데이터를 기초로 표본 개체에 대한 사망 발생 여부를 결정하도록 학습될 수 있다.
- [0144] 한편, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델의 학습용 데이터는, 이에 제한되는 것이 아니다. 예를 들어, 학습용 데이터는, 개체의 성별, 개체의 나이, 개체의 체질량 지수, 운동 여부, 질환 발병 여부, 흡연 여부 및 음주 여부로 구성된 개체 특징 데이터를 더 포함할 수도 있다.
- [0145] 도 3b는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 사망 위험도 예측 모델의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- [0146] 이때, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델은 순환 신경망인 LSTM 알고리즘에 기초한 예측 모델일 수 있다.

[0147] 보다 구체적으로, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델은, 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 나아가 섬망 평가 데이터, 개체 특징 데이터가 입력되는 입력 레이어 (input layer) 및 사망 또는 생존을 예측하는 출력 레이어 (output layer) 와 이들 레이어 사이에 1 개의 히든 레이어 (hidden layer) 가 존재하는 다층 구조의 예측 모델일 수 있다.

[0148] 이때, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델은, 64 개의 노드로 구성된 1 개의 히든 레이어를 포함하도록 구성될 수 있다. 나아가, 상기 예측 모델은, 사망 위험도의 예측 학습에 있어서 예측의 오차를 최소화하는 가중치를 찾기 위한 파라미터일 수 있는 학습 비율값이 0.0009로 설정될 수 있다. 또한, 예측의 오차를 최소화하며 학습 속도를 증가시키기 위한 파라미터 값인 모멘텀 값이 0.9로 설정될 수 있다. 또한, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델은, 학습에 있어서 매개 변수를 갱신하는 최적화 함수로서 'rmsprop'를 이용하도록 구성될 수 있고, 다양한 임상적 데이터들의 입력 값이 출력값에 전달되는 강도를 결정하는 함수로서 'relu'함수를 이용하도록 구성될 수 있다.

[0149] 그러나, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델의 종류는 이에 제한되는 것이 아니다. 예를 들어, 상기 예측 모델은, DNN, CNN, RNN, DCNN, RBM, DBN, SSD, MLP 모델, 또는 U-net을 기반으로 하는 예측 모델일 수도 있다.

[0150] 한편, 본 발명의 사망 위험도 예측 모델의 학습에 있어서, 사망 또는 생존을 예측하는 것에 연관도가 큰 임상적 데이터들이 결정되는 평가가 수행될 수 있다. 이때, 연관도 평가는 LRP (Layer-wise Relevance Propagation) 알고리즘에 기초하여 수행될 수 있다.

[0151] 보다 구체적으로, 본 평가에서는, LRP 알고리즘에 의해 초기의 혈액 데이터, 중증도 평가 데이터, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터 및 의료적 처치 데이터의 임상적 데이터, 나아가 섬망 평가 데이터 및 개체 특징 데이터의 입력값과 사망 또는 생존의 출력값의 연관도 (relevance) 가 추정될 수 있다.

[0152] 보다 구체적으로, 다양한 임상적 데이터의 입력값과 사망 또는 생존으로의 출력값의 연관도는 하기 [수학식 1]로 산출될 수 있다.

[0153] [수학식 1]

$$r_i^{(L)} = \begin{cases} S_i(x) & \text{if unit } i \text{ is the target unit of interest} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$r_i^{(l)} = \sum_j \frac{z_{ji}}{\sum_{i'} (z_{ji'} + b_j) + \epsilon \cdot \text{sign}(\sum_{i'} (z_{ji'} + b_j))} r_j^{(l+1)}$$

[0154] 여기서,  $L$ 은, 출력 레이어 값을 의미하고,  $Z_{ji}$ 는  $l+1$ 번째 레이어와  $l$ 번째 레이어의 가중치, 및  $l$ 번째 레이어 입력 값의 곱을 의미할 수 있다 ( $w_{ji}^{(l+1,l)} x_i^{(l)}$ ). 나아가,  $b_j$ 는  $j$ 번째 노드의 편향값을 의미할 수 있다.

[0156] 산출된 연관도 점수에 의해 다양한 임상적 데이터 중, 사망 발생을 예측하는 것에 연관도가 큰 임상적 데이터 또는, 생존을 예측하는 것에 연관도가 큰 임상적 데이터가 결정될 수 있다.

[0157] 이러한 연관도가 큰 임상적 데이터들이 상기 예측 모델의 학습에 입력 데이터로서 적용될 수 있음에 따라, 사망 위험도의 예측에 있어서 본 발명의 예측 모델은 다른 모델들 보다 사망 위험도의 예측 능력이 우수할 수 있다.

[0158] 한편, 사망 위험도 예측 모델의 평가는 전술한 LRP알고리즘에 제한되지 않고 보다 다양한 알고리즘에 기초하여 수행될 수 있다. 예를 들어, Randomized Decision forest 알고리즘, Penalized Logistic Regression 알고리즘에 기초하여 사망 발생 위험도를 예측하는 것에 연관도가 큰 임상적 데이터 또는, 생존을 예측하는 것에 연관도가 큰 임상적 데이터가 결정될 수 있다.

[0159] **실시예: 본 발명의 다양한 실시예에 따른 사망 위험도 예측 모델의 평가**

[0160] 이하에서는 4a 및 4b를 참조하여 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 사망 발생 위험도 예측 모델의 평가 결과에 대하여 구체적으로 설명한다. 도 4a 및 4b는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 사망 위험도 예측 모델에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.

[0161] 도 4a를 참조하면, 전술한 임상적 데이터 중, 개체 특징 데이터를 제외한, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 혈액 데이터 및 중증도 평가 데이터를 기초로 1 년 후 사망 (positive) 또는 생존

(negative) 을 예측하도록 구성된 사망 위험도 예측 모델의 평가 결과가 도시된다.

- [0162] 보다 구체적으로, 도 4a의 (a)를 참조하면, 상기 예측 모델의 학습 및 평가를 위해 925 개의 사망 개체에 대한 데이터 (학습: 720, 테스트: 205) 및 1101 개의 생존 개체에 대한 데이터 (학습: 720, 테스트: 381) 가 이용되었다. 이때, 사망 위험도 예측 모델은, 1 년 후 사망 위험도를 예측하도록 구성되었다.
- [0163] 도 4a의 (b) 및 (c)를 참조하면, 상기 예측 모델의 사망 위험도의 1 년 후 사망 위험도에 대한 예측의 민감도 (sensitivity) 는 0.76, 특이도 (specificity)는 0.90 및 정확도 (precision) 는 0.81로 높은 수준으로 나타난다. 특히, 진단 능력을 의미할 수 있는 AUC값은 0.90으로 높게 나타남에 따라, 상기 학습 데이터에 의해 학습된 사망 위험도 예측 모델은, 사망 위험도 시스템에 적용될 경우, 개체에 대하여 사망 발생의 위험도, 보다 구체적으로 1 년 후 사망 발생의 위험도를 높은 정확도로 예측할 수 있다.
- [0164] 도 4b를 참조하면, 전술한 임상적 데이터 중, 개체 특징 데이터를 제외한, 심리 상태 평가 데이터, 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 혈액 데이터 및 중증도 평가 데이터를 기초로 3 년 후 사망 또는 생존을 예측하도록 구성된 사망 위험도 예측 모델의 평가 결과가 도시된다.
- [0165] 보다 구체적으로, 도 4b의 (a)를 참조하면, 상기 예측 모델의 학습 및 평가를 위해 541 개의 사망 개체에 대한 데이터 (학습: 432, 테스트: 109) 및 582 개의 생존 개체에 대한 데이터 (학습: 433, 테스트: 149) 가 이용되었다. 이때, 사망 위험도 예측 모델은, 3 년 후 사망 위험도를 예측하도록 구성되었다.
- [0166] 도 4b의 (b) 및 (c)를 참조하면, 상기 예측 모델의 사망 위험도의 예측에 대한 민감도는 0.64, 특이도는 0.77 및 정확도는 0.67로 나타난다.
- [0167] 한편, 상기 예측 모델의 진단 능력을 의미할 수 있는 AUC값은 0.80로 나타남에 따라, 전술한 도 4a의 1 년 후 사망 위험도를 예측하도록 학습된 예측 모델의 평가 결과보다 낮으나, 높은 수준의 AUC값을 갖는 것으로 나타난다.
- [0168] 이러한 결과에 의해, 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 사망 위험도 예측 모델은, 사망 위험도 시스템에 적용될 경우, 개체에 대하여 사망 발생의 위험도, 보다 구체적으로 3 년 후 사망 발생의 위험도를 예측할 수 있다. 한편, 3 년 후 사망 위험도를 예측하도록 학습된 예측 모델의 경우, 학습 데이터가 추가될 경우, 사망 위험도 예측의 성능 향상을 기대할 수 있다.
- [0169] 이상의 실시예의 결과로, 본 발명의 다양한 실시예에서 이용된 사망 위험도 예측 모델이 사망 위험도를 높은 정확도로 예측하는 것을 확인할 수 있었다. 특히, 사망 위험도 예측 모델은, 미리 결정된 시간 후 사망 발생의 위험도를 높은 정확도 및 정밀도로 예측할 수 있다. 나아가, 높은 AUC 값을 갖는 것으로 나타난 결과에 따라 본 발명의 예측 모델은 우수한 진단 능력을 가지는 것으로 확인할 수 있었다.
- [0170] 이에, 본 발명은 사망과 연관된 임상적 증상에 대한 처치 시점을 앞당겨 치료에 대한 좋은 예후를 제공할 수 있다.
- [0171] 특히, 본 발명은 개체로부터 획득한 초기의 생체 신호 데이터, 의료적 처치 데이터, 혈액 데이터, 심리 상태 평가 및 중증도 평가 데이터, 나아가 심방 평가 데이터 및 개체 특징 데이터의 임상적 데이터에 기초한 사망 위험도 예측 시스템을 제공함으로써, 개체에 대하여 사망 발생의 조기 진단을 제공할 수 있다.
- [0172] 이에, 본 발명은 개체의 생존률 증가 효과를 제공할 수 있다.
- [0173] 또한, 본 발명은, 개체에 대하여 예측 모델에 의해 사망 위험도가 예측될 경우, 알람을 제공하여 사망 발생의 위험도를 알리도록 구성됨에 따라, 보호자 또는 의료진은 중환자와 같은 지속적인 모니터링이 요구되는 개체에 대하여 보다 용이하게 사망 발생 고위험군을 인지할 수 있다.
- [0174] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.
- [0175] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는

아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

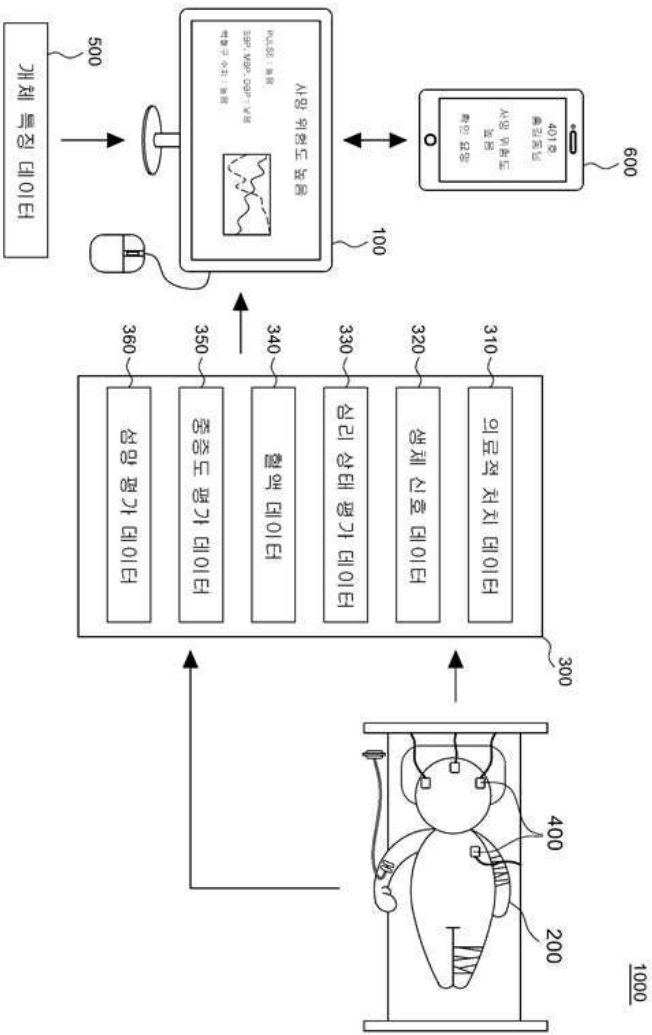
### 부호의 설명

[0176]

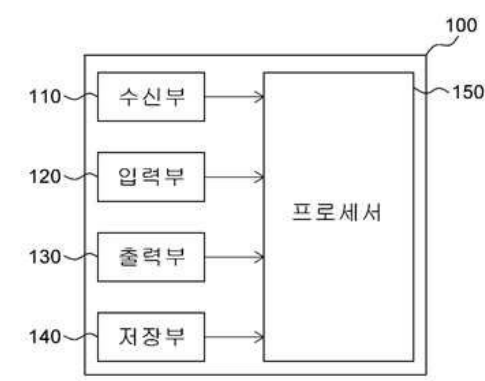
- 100: 사망 위험도 예측용 디바이스
- 110: 수신부
- 120: 입력부
- 130: 표시부
- 140: 저장부
- 150: 프로세서
- 200: 개체
- 300: 임상적 데이터
- 310: 의료적 처치 데이터
- 320: 생체 신호 데이터
- 330: 심시 상태 평가 데이터
- 340: 혈액 데이터
- 350: 중증도 평가 데이터
- 360: 섬망 평가 데이터
- 400: 의료 기기
- 500: 개체 특징 데이터
- 600: 의료진 디바이스
- 1000: 사망 위험도 예측 시스템

도면

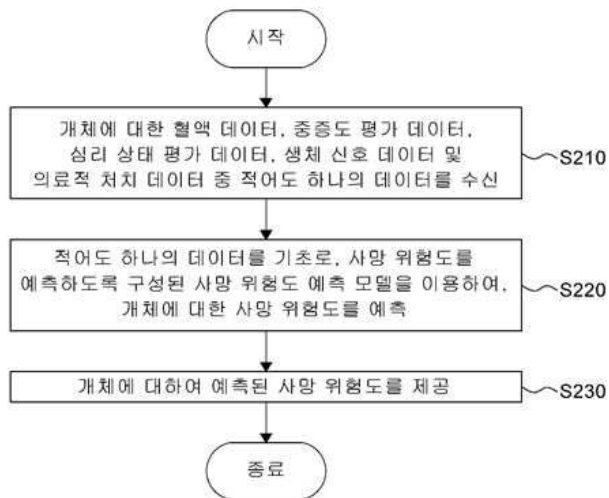
도면1a



도면1b



도면2



도면3a

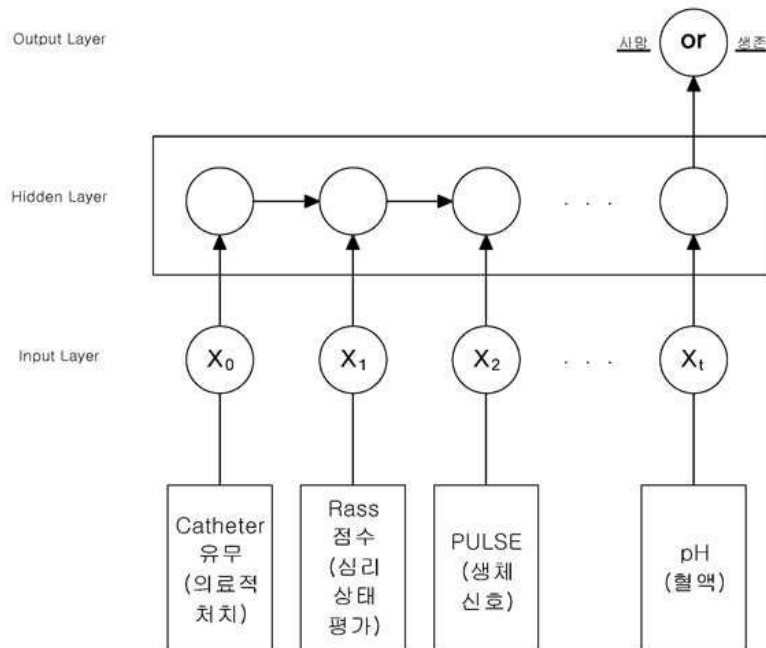
(a)

종류	특징 이름	특징 설명
심리 상태 평가	RASS	Rass 값
	STAI	STAI값
생체 신호	PULSE	맥박
	RESP	호흡
	BT	체온
	SBP	SBP
의료 기기	DBP	DBP
	CATH	Catheter 유무
	FOLEY	Foley 유무
	RESTR	Restraint 여부
혈액	DRAIN	Drainage 유무
	NUT	영양섭취
	BUN	BUN-
	PH	ph-
	HCO3	hco3-
	CRP	crp-
	ALB	alb-
	HB	hb-
중증도 평가	HCT	hct-
	BILI	Bilirubin-
	NA	NA-
	APACHE	APACHE score

(b)

종류	특징 이름	특징 설명
성망 상태 평가	KDRS_전단	KDRS_전단 값
	KDRS_심각도	KDRS_심각도 값
	성망 발생	성망 발생 여부
	DMSS_hyper	DMSS_hyper 값
	DMSS_mixed	DMSS_mixed 값
	DMSS_hypo	DMSS_hypo 값

도면3b



도면4a

(a)

	학습	테스트	합계
사망	720	205	925
생존	720	381	1,101
합계	1,440	586	2,026

(b)

		출력 결과		
		Positive	Negative	합계
실제 정답	Positive	159 (tp)	46 (fn)	205
	Negative	45 (fp)	336 (fn)	381
	합계	204	382	586

(c)

	AUC	Sensitivity (TPR)	Specificity (TNR)	Precision (PPV)	Accuracy
1년 후 사망 위험도 예측	0.90	0.76	0.90	0.81	0.85

도면4b

(a)

	학습	테스트	합계
사망	432	109	541
생존	433	149	582
합계	865	258	1,123

(b)

		출력 결과		
		Positive	Negative	합계
실제 정답	Positive	68 (tp)	41 (fn)	109
	Negative	34 (fp)	115 (tn)	149
	합계	102	156	258

(c)

	AUC	Sensitivity (TPR)	Specificity (TNR)	Precision (PPV)	Accuracy
3년 후 사망 위험도 예측	0.80	0.64	0.77	0.67	0.72