

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0125269

(43) 공개일자 2021년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 20/00 (2018.01) G16H 80/00 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 20/00 (2021.08)

G16H 50/20 (2018.01)

(21) 출원번호 10-2020-0042763

(22) 출원일자 2020년04월08일

심사청구일자 2020년04월08일

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)

(72) 발명자

차정원

경상남도 창원시 성산구 동산로 115, 105동 1407호 (상남동, 대동아파트)

성수진

경상남도 창원시 마산회원구 내서읍 광려천동로 22, 512호 (서광맨션)

(74) 대리인

김중선, 이형석

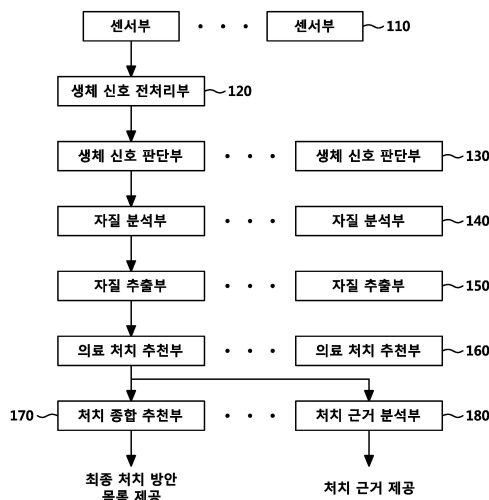
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 의료 처치방안 추천 시스템

(57) 요약

본 발명은 비정상 생체신호에 대한 의료 처치방안 추천과, 이에 대한 근거를 제시할 수 있는 의료 처치방안을 추천시스템을 제안한다. 이러한 본 발명은 입력된 생체신호를 정규화처리하는 생체신호 전처리부와, 전처리된 생체신호 중 기준 값을 확인하고 처치방안 유무를 판단하는 생체신호 판단부, 상기 생체신호판단부에 의해 판단된 생체신호에 가중치를 부여하는 자질 분석부, 상기 부여된 가중치를 비교하고 입력자질을 추출하는 자질 추출부, 상기 추출된 입력 자질의 가중치를 통해 처치방안 후보의 확률값을 결정하고 의료 처치방안을 추천하는 의료 처치 추천부, 상기 추천된 의료 처치방안들을 종합하여 제공하는 처치 종합 추천부, 및 상기 처치방안의 추천 근거를 추적하여 근거를 분석, 제공하는 처치 근거 분석부를 포함하여 구성된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G16H 80/00 (2021.08)

명세서

청구범위

청구항 1

입력된 생체신호를 정규화처리하는 생체신호 전처리부;

전처리된 생체신호 중 기준 값을 확인하고 처치방안 유무를 판단하는 생체신호 판단부;

상기 생체신호판단부에 의해 판단된 생체신호에 가중치를 부여하는 자질 분석부;

상기 부여된 가중치를 비교하고 입력자질을 추출하는 자질 추출부;

상기 추출된 입력 자질의 가중치를 통해 처치방안 후보의 확률값을 결정하고 의료 처치방안을 추천하는 의료 처치 추천부;

상기 추천된 의료 처치방안들을 종합하여 제공하는 처치 종합 추천부; 및

상기 처치방안의 추천 근거를 추적하여 근거를 분석, 제공하는 처치 근거 분석부를 포함하여 구성되는 의료 처치방안 추천시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 자질 분석부 및 상기 의료 처치 추천부에서 가중치는, 생체신호판단부의 기준에 대한 처치방안 후보들의 확률값을 계산하는데 미칠 영향력인 것을 특징으로 하는 의료 처치방안 추천시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 자질 분석부의 결과는 [(기 지정된 자질 개수) * (입력자질 개수)] 차원의 $m \times n$ 차원의 가중치 행렬로 제공되는 의료 처치방안 추천시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 자질 분석부 및 상기 의료 처치 추천부의 가중치 부여는, 가중치 행렬과 입력자질을 곱셈 연산하여 부여하는 의료 처치방안 추천시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 자질 추출부 및 상기 의료 처치 추천부는, 각 관점별로 최대값을 추출하는 의료 처치방안 추천시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 자질 분석부의 관점 수는 사용자 정의에 따라 결정되고, 상기 의료 처치 추천부의 관점 수는 처치 방안후보의 수와 동일한 의료 처치방안 추천시스템.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 자질 분석부 및 의료 처치 추천부의 가중치는, 학습 과정에서 과거 데이터에 대해 예측을 수행하고 실제 수행되었던 처치방안과 비교하여 차이 값을 줄이는 방향으로 학습되는 의료 처치방안 추천시스템.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 자질 분석부 및 의료 처치 추천부의 가중치는, 생체신호를 입력받아 자질을 분석 및 추출하고, 처치 방안 후보들의 확률 값을 구하여 실제 처치방안과 비교하여 차이 값을 구하는 과정을 수행할 때 동시에 업데이트되고, 생체신호판단부의 기준 값이 정상범위에 있으면 업데이트되지 않는 의료 처치방안 추천시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 자질 추출부의 추출 방식은 추출된 자질의 입력 값을 추적할 수 있는 방식인 의료 처치방안 추천시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 의료 처치방안 추천 시스템에 관한 것으로, 특히 비정상 생체신호에 대한 의료 처치방안을 추천하면서 이에 대한 근거 및 도출 과정의 타당성을 제시함으로써 신뢰성 및 공정성을 확보할 수 있는 의료 처치방안을 추천시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 의료 처치나 건강관리에 있어서 종래에는 사용자의 건강 상태를 실시간 모니터링 하여 이상 소견이 발견되었을 때 특정 조치를 취하거나, 치료 가이드라인을 미리 입력하여 컴퓨터가 자동으로 판단하게 하는 방식이 사용되었다. 그러나 이러한 방식은 매우 단순한 상황에서만 제한적으로 활용될 수 밖에 없는 문제가 있다.

[0003] 이에 인공지능 및 딥-러닝 연구를 의료 분야에 접목하는 방안이 제안된 바 있고, 실제 의료 처치 등을 추천하고 있다. 인공지능이나 딥-러닝과 같은 모델은 우수한 성능과 효율성을 제공할 수 있고, 이미지 처리, 자연어 처리 등의 다양한 분야에 적용되고 있어, 이러한 기술이 의료 분야에까지 미치고 있는 것이다.

[0004] 예를 들면 한국등록특허 10-2033065호(선행기술)는 각 개인의 생체신호를 측정하고, 이를 수집하여 데이터베이스를 구축하고, 데이터베이스의 정보 등을 기초로 딥 러닝 기술을 이용하여 각 개인에게 맞춤형 정보를 제공하고 있다. 즉 개인 맞춤형 건강관리 방법에 딥 러닝 기술을 접목하였다.

[0005] 그러나 이러한 인공지능 모델을 의료 분야에 그대로 적용하는데 어려움이 있다. 의료 분야에서 의사가 환자에게 의료 처치방안을 추천할 경우 가장 중요한 점은 신뢰를 밀바탕으로 하여 환자에게 믿음을 줘야 하는데, 인공지능 모델은 최종 결과에 대한 근거나 도출 과정의 타당성을 논리적으로 설명하는 것이 부족하였다.

[0006] 그렇기 때문에, 인공지능 모델을 신뢰를 기반으로 하는 시스템(즉 의료 처치 추천 시스템 등)에 적용할 경우, 공정성 및 신뢰성 확보에 어려움이 있을 수 밖에 없는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서 본 발명의 목적은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 환자에게 최적의 의료 처치 방안을 추천하며, 이러한 의료 처치 방안에 대한 근거 및 도출 과정의 타당성을 함께 제시하도록 함으로써, 추천한 의료 처치 방안의 신뢰성과 공정성을 확보할 수 있게 하는 의료 처치방안 추천 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 입력된 생체신호를 정규화처리하는 생체신호 전처리부; 전처리된 생체신호 중 기준 값을 확인하고 처치방안 유무를 판단하는 생체신호 판단부; 상기 생체신호판단부에 의해 판단된 생체신호에 가중치를 부여하는 자질 분석부; 상기 부여된 가중치를 비교하고 입력자질을 추출하는 자질 추출부; 상기 추출된 입력 자질의 가중치를 통해 처치방안 후보의 확률값을 결정하고 의료 처치방안을 추천하는 의료 처치 추천부; 상기 추천된 의료 처치방안들을 종합하여 제공하는 처치 종합 추천부; 및 상기 처치방안의 추

천 근거를 추적하여 근거를 분석, 제공하는 처치 근거 분석부를 포함하여 구성되는 의료 처치방안 추천시스템을 제공한다.

- [0009] 상기 자질 분석부 및 상기 의료 처치 추천부에서 가중치는, 생체신호판단부의 기준에 대한 처치방안 후보들의 확률값을 계산하는데 미칠 영향력이다.
- [0010] 상기 자질 분석부의 결과는 [(기 지정된 자질 개수) * (입력자질 개수)] 차원의 $m \times n$ 차원의 가중치 행렬로 제공된다.
- [0011] 상기 자질 분석부 및 상기 의료 처치 추천부의 가중치 부여는, 가중치 행렬과 입력자질을 곱셈 연산한다.
- [0012] 상기 자질 추출부 및 상기 의료 처치 추천부는, 각 관점별로 최대값을 추출한다.
- [0013] 상기 자질 분석부의 관점 수는 사용자 정의에 따라 결정되고, 상기 의료 처치 추천부의 관점 수는 처치 방안후보의 수와 동일하다.
- [0014] 상기 자질 분석부 및 의료 처치 추천부의 가중치는, 학습 과정에서 과거 데이터에 대해 예측을 수행하고 실제 수행되었던 처치방안과 비교하여 차이 값을 줄이는 방향으로 학습된다.
- [0015] 상기 자질 분석부 및 의료 처치 추천부의 가중치는, 생체신호를 입력받아 자질을 분석 및 추출하고, 처치 방안 후보들의 확률 값을 구하여 실제 처치방안과 비교하여 차이 값을 구하는 과정을 수행할 때 동시에 업데이트되고, 생체신호판단부의 기준 값이 정상범위에 있으면 업데이트되지 않는다.
- [0016] 상기 자질 추출부의 추출 방식은 추출된 자질의 입력 값을 추적할 수 있는 방식이다.

발명의 효과

- [0017] 이상과 같은 본 발명의 의료 처치 추천시스템에 따르면, 실시간으로 입력되는 생체신호에서 비정상범위에 있는 생체신호에 대한 처치방안을 제공하되, 처치방안의 적합도 정도를 계산하기 때문에, 최적의 처치방안을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0018] 또 본 발명의 의료 처치 추천시스템에 따르면, 추천된 처치방안이 적합한 가에 대한 근거를 제공하고 있어, 처치방안의 신뢰성이 향상되는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 의료 처치 추천시스템의 전체 구성도
- 도 2는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 의료 처치 추천방법을 설명하는 흐름도
- 도 3은 도 2의 흐름도에서 의료 처치방안을 추천하는 과정을 설명하고 있는 예시도면
- 도 4는 도 2의 흐름도에서 추천된 의료 처치방안의 처치 추천 과정을 추천하여 추천 근거를 제공하는 과정을 설명하고 있는 예시도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명의 목적 및 효과, 그리고 그것들을 달성하기 위한 기술적 구성들은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0021] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다.
- [0022] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0023] 본 발명은 입력된 환자의 생체 신호의 경향을 파악하고 지정된 처치 방안의 후보들 중에서 정상치에서 벗어난 생체 신호에 대한 처치방안의 적합한 정도를 계산한 후, 각 생체 신호에 대한 추천 결과를 종합하여 최종적인

처치방안 리스트와 함께 추천된 처치 방안에 대한 근거를 제공하는 것이다. 아울러 본 발명은 마취 전문의에게 의료 처치방안을 추천하기 위한 시스템일 수 있으나, 이는 일 실시 예에 불과하고 다른 전공분야에도 얼마든지 적용할 수 있다.

[0024] 이하에서 도면에 도시한 실시 예에 기초하면서 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명하기로 한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 의료 처치방안 추천 시스템을 보인 구성도이다. 도시한 바와 같이 의료 처치방안 추천 시스템은, 환자의 생체 신호를 감지하는 센서부(110), 감지된 생체신호를 미리 정의된 형태로 변환하는 전처리 과정을 수행하는 생체신호 전처리부(120), 감지된 생체신호에 대해 처치 추천의 필요 유무를 판단하는 생체신호 판단부(130), 감지된 생체신호에 대해 가중치를 부여하는 자질 분석부(140), 처치방안을 결정하는데 유의한 값을 추출하는 자질 추출부(150), 추출된 처치 후보들의 확률 값을 계산하는 의료 처치 추천부(160), 처치 후보들의 확률 값을 종합하여 최종 처치 추천 목록을 생성하는 처치 종합 추천부(170), 처치 추천 과정을 추적하여 추천 근거를 제시하는 처치 근거 분석부(180)를 포함하여 구성된다.

[0026] 이러한 각 구성들에 대해 더 자세하게 살펴본다.

[0027] 센서부(110)는 환자의 생체 신호(vital sign)를 감지한다. 센서부(110)는 복수 개이며, 바이스펙트럴 지수(bispectral index, BIS), 사연속 자극에 반응수를 말하는 NMT, 심박수 HR, 혈액 내 적혈구 용적 비중(Hct)를 감지하는 센서들일 수 있다. 물론 다른 생체 신호를 감지하는 센서들을 추가할 수 있음은 당연할 것이다.

[0028] 여기서 각 자질들(즉 BIS, NMT, HR, Hct 등)은 일련의 정상범위 값을 가지고 있으며, 각각의 생체신호가 상기 정상범위 내에 있는 경우 '정상', 반면 정상 범위 이외에 있을 경우 '비정상' 상태로 말할 수 있다.

[0029] 생체신호 전처리부(120)는 생체신호의 입력값을 대상으로 미리 정의된 전처리 과정을 수행하여 정규화한다.

[0030] 생체신호판단부(130)는 상기 센서부(110)가 감지한 생체신호에 대한 처치 추천방안의 필요성을 결정한다. 이러한 생체신호판단부(130)는 센서부(110) 개수와 대응되게 제공되며, 각 센서부(110)마다 부여된 정상 범위에 대한 정보를 가지고 있다. 따라서 생체신호판단부(130)는 감지한 생체 신호의 정상 또는 비정상에 따른 처치 유무를 판단할 수 있다.

[0031] 자질 분석부(140)는 상기 생체신호판단부(130)의 판단에 따라 비정상적인 생체 신호에 대한 적합한 처치 방안을 추천할 수 있도록 전체 입력된 생체 신호 정보에 대한 가중치를 부여하는 역할을 수행한다. 즉 자질 분석부(140)는 각 생체신호가 상기 생체신호판단부(130)의 기준에 대한 처치방안을 결정하는데 미칠 영향력을 가중치로 부여하는 것이다. 자질 분석부(140)의 가중치는 하나의 입력자질에 대해 사용자가 지정한 개수만큼의 관점에서 부여하게 된다. 그래서 가중치는 $[(\text{기 지정된 자질 개수}) * (\text{입력자질 개수})]$ 차원의 행렬로 나타나게 된다.

[0032] 자질 추출부(150)는 상기 자질 분석부(140)가 부여한 가중치를 이용하여 최적의 자질(즉 가장 영향력이 큰 자질)을 추출한다. 그래서 최적의 자질은 하나의 생체신호에 대한 복수개의 가중치 중에서 가장 높은 가중치를 갖는 결과값이 될 수 있다. 이와 같은 자질 추출부(150)가 추출하는 방식은 추출된 자질이 어떤 입력 값에서 비롯된 것인지 추적이 가능한 방식이어야 한다. 즉 처치 추천과정을 추적하여 추천근거를 제공할 수 있어야 하기 때문이다.

[0033] 여기서, 상기 자질 분석부(140) 및 자질 추출부(150)는 사용자가 미리 정의한 횟수만큼 반복되어 수행될 수 있고, 각 과정에서 추출되는 자질의 개수도 변경할 수 있다.

[0034] 의료 처치 추천부(160)는, 상기 자질 추출부(150)에 의해 추출된 자질의 가중치를 통해 처치 방안 후보의 확률 값을 결정한다. 상기 가중치는 앞서 자질 분석부에서 설명한 바와 같이 각 생체신호가 상기 생체신호판단부(130)의 기준에 대한 확률 값을 결정하는데 미칠 영향력에 대한 것이다. 그리고 상기 자질 분석부(140) 및 의료 처치 추천부(160)에서 말한 가중치는 일련의 과정, 즉 생체 신호를 입력받아 자질을 분석 및 추출한 처치방안 후보들의 확률 값을 구하여 실제 처치방안과 비교하여 차이 값을 구하는 과정이 수행될 때마다 동시에 업데이트가 이루어지며, 반면 입력되는 생체신호 중 생체 신호 판단부의 기준 값이 정상인 경우에는 업데이트 되지 않는다.

[0035] 처치 종합 추천부(170)는 의료 처치 추천부(160)들이 추천한 비정상 생체 신호의 처치 방안들을 종합하여 최종 처치방안 목록을 사용자(예컨대 마취 전문의)제공하는 것이고, 처치 근거 분석부(180)는 상기 의료 처치 종합 추천부(170)가 추천한 근거를 분석하는 것이다.

[0036] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 의료 처치 추천 방법을 설명하는 흐름도이다. 도 2를 참고하여 의료

처치방안을 추천하는 과정과, 이러한 추천된 처치 방안을 추적하여 근거를 제공하는 과정을 순서대로 설명한다.

[0037] 하나 이상의 센서부(110)가 환자의 생체 신호를 감지하면, 생체 신호 전처리부(120)는 미리 정의된 전처리 과정을 수행한다(s200). 전처리 과정은 생체신호를 생체신호판단부(130)가 판단할 수 있는 소정 값으로 변환 처리하는 과정을 말하며, 예를 들면 소정 생체신호가 정상 또는 비정상 범위에 속하는 가를 쉽게 판단할 수 있게 하는 것이다. 예컨대 하기 [표 1]의 입력 값을 말할 수 있다. [표 1]을 참조하면, 생체신호 입력값은 상기 전처리 과정을 거쳐 정규화된 상태로서, BIS는 0.3, NMT는 0.25, HR은 0.5, Hct는 0.02이고, 이때 BIS 및 NMT 값이 비정상 상태라고 가정한다.

표 1

생체신호	입력 값	판단
BIS	0.3	비정상
NMT	0.25	비정상
HR	0.5	정상
Hct	0.02	정상

[0039] 본 실시 예에서 생체신호판단부(130)의 기준을 BIS라 하면, 현재 생체신호의 입력 값을 보면 BIS와 NMT가 비정상 상태이기 때문에, 이들 비정상 상태의 자질들에 대한 처치 방안을 마련하기 위하여 상기한 입력값들은 자질 분석부(140)로 전달된다(s210).

[0040] 자질 분석부(140)는 전달받은 입력자질인 각 생체신호 즉 BIS 및 NMT가 미칠 영향력을 가중치로 부여한다(s220). 가중치는 각 입력 자질에 대해 사용자가 지정한 개수만큼의 관점에서 부여하게 되며, 따라서 가중치는 [(기 지정된 자질 개수) * (입력자질 개수)] 차원의 행렬로 제공된다. 상기 [표 1]를 보면 입력자질은 4개이고 각 입력 자질에 대해 3개의 관점에 대해 가중치를 부여한다면 가중치는 3×4 차원의 행렬로 제공될 것이다. 그리고 상기 3×4 차원의 초기 가중치 행렬은 랜덤하게 초기화되고, 미리 정의된 학습 방법에 따라 학습 과정에서 최적의 처치 방안을 예측할 수 있는 방향으로 계속 업데이트된다.

[0041] 이러한 자질 분석부(140)가 부여한 가중치 행렬은 자질 추출부(150)로 전달되며, 자질 추출부(150)는 입력 자질인 생체 신호들의 가중치를 비교하고, 가장 높은 가중치를 갖는 입력 자질을 선택한다(s230). 그리고 [(가중치) × (입력자질 값)]의 연산 결과를 출력한다. 출력되는 연산 결과는 사용자에게 의해 정의된 관점의 수만큼 출력되며, 각 관점에서 중요한 자질로 선택된 입력 자질이 같은 생체 신호일 수 있다. 여기서 상기 가중치는 학습 과정에서 과거 데이터에 대해 예측을 수행하고, 실제 적용된 처치 방안과 비교하여 차이 값을 줄이는 방향으로 계속 학습된다.

[0042] 상기 자질 추출부(150)는 자질을 추출할 때 각 관점별로 최대값을 추출하고 있다. 이렇게 하는 이유는, 상기 자질 분석부(140)에서 가중치는 각 입력 값에 대해 개별적으로 계산되고, 자질 추출부(150)에서 자질을 추출하는 기준은 대소관계 비교로 최대값만 추출하기 때문에, 결과 값이 해당 입력 자질이 갖는 중요도라는 의미를 희석시키지 않기 때문이다. 따라서 결과 값을 추적함으로써 상기 생체신호판단부(130)의 기준 입력에 대한 처치방안이 어떤 입력 값의 영향을 받아 추천되었는지 알 수 있는 것이고, 이처럼 자질을 추출할 때 값이 희석되지 않기 위한 추출 방법으로 본 실시 예는 최대값을 선택하는 방안을 적용하는 것이다.

[0043] 의료 처치 추천부(160)는 자질 추출부(150)의 결과를 전달받고, 앞서 설명한 자질 분석부(140) 및 자질 추출부(150)가 수행했던 과정과 동일한 과정을 다시 수행하면서 가중치 행렬을 생성한다. 상기 가중치 행렬을 위한 가중치는 상기한 자질 분석부(140)의 가중치와 마찬가지로, 생체신호판단부(130)의 기준에 대한 처치방안 후보들의 확률 값을 계산하는데 미칠 영향력에 대한 것이고, 다만 관점 수는 처치방안 후보의 수와 동일해야 한다. 즉 상기 자질 분석부(140)에서는 관점 수가 사용자 정의에 따르고 있지만, 의료 처치 추천부(160)의 관점 수는 처치 방안 후보의 수와 동일하다는 점에서 차이가 있다. 또한 여기서 적용되는 가중치 역시 자질 분석부의 가중치와 동일하게 학습 과정에서 과거 데이터에 대해 예측을 수행하고, 실제 적용된 처치 방안과 비교하여 차이 값을 줄이는 방향으로 학습된다.

[0044] 상기 의료 처치 추천부(160)의 결과는 각 처치방안 후보에 대한 확률 값을 의미하며, 가장 높은 확률 값을 가진 처치 방안 후보를 추천 결과로 선택한다(s240).

[0045] 처치 종합 추천부(170)는 각 비정상 상태의 생체신호에 대해 상기 의료 처치 추천부(160)가 계산한 처치 방안 후보들의 확률 값을 종합하여, 최종 처치방안 목록을 제공한다(s250). 상기 [표 1]에서 비정상 생체 신호는 BIS

와 NMT이기 때문에, 상기 최종 처치방안 목록은 "BIS에 대한 처치 추천 1순위, NMT에 대한 처치 추천 1순위"와 같은 방식으로 제공될 것이다. 이와 같은 과정에 따라 비정상 상태를 가지는 생체 신호에 대해 추천된 각각의 처치방안들을 종합하여 최종 처치방안 목록을 제공할 수 있게 된다.

[0046] 본 발명에 따르면 상기와 같이 추천된 최종 처치방안 목록이 적절한가에 대한 근거를 제시하고 있다. 이는 처치 근거 분석부(180)가 수행하며, 상기한 처치 추천 과정을 추적하여 근거를 제공하게 되는데(s260), 이러한 과정은 아래에서 설명하기로 한다.

[0047] 다음에는 위에서 설명한 의료 처치방안 추천과정과 추천 근거를 제시하는 과정을 도 3과 도 4를 참고하여 살펴본다. 도 3은 도 2의 흐름도에서 의료 처치방안을 추천하는 과정을 설명하고 있는 예시도면이다.

[0048] 도 3의 제300단계(s300)의 값은 센서부(110)가 감지한 생체신호를 생체신호 전처리부가 정규화하여 처리한 값이다. 그리고 상기 [표 1]에 언급한 바와 같이 생체신호 판단부(130)는 BIS와 NMT가 비정상 상태라고 판단한다. 상기 생체신호판단부(130)는 생체신호 값을 자질 분석부(140)로 전달한다.

[0049] 자질 분석부(140)는 입력자질인 각 생체 신호가 미칠 영향력을 가중치로 부여하는데, 가중치는 [(기 지정된 자질 개수) * (입력자질 개수)] 차원의 행렬 형태로 제공된다. 상기 가중치를 부여하는 연산 식은 다음 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$y = [y_0, y_1, \dots, y_j]$$

$$y_j = \max(W_i \otimes x_i)$$

[0050]

[0051] 여기서, $W \in R^{i \times j}$, $x \in R^i$, $y \in R^j$, $\otimes = \text{element-wise product}$ 이다.

[0052] 따라서 상기 자질 분석부(140)의 결과인 3×4차원 행렬, 즉 가중치를 적용한 행렬값은 $\begin{bmatrix} 0.1 & 0.8 & 0.2 & 0.1 \\ 0.7 & 0.4 & 0.4 & 0.5 \\ 0.2 & 0.3 & 0.6 & 0.1 \end{bmatrix}$ 가 된다. 상기 가중치 행렬은 도 3에서 제310단계(s310)과 같고, 도 3에서 BIS, NMT, HR, Hct가 행방향으로 기재되어 있는 점에 차이만 있다.

[0053] 그러면 자질 추출부(150)는 상기 자질 분석부(140)의 가중치 행렬 $\begin{bmatrix} 0.1 & 0.8 & 0.2 & 0.1 \\ 0.7 & 0.4 & 0.4 & 0.5 \\ 0.2 & 0.3 & 0.6 & 0.1 \end{bmatrix}$ 과 입력자질

$\begin{bmatrix} 0.03 & 0.2 & 0.1 & 0.002 \\ 0.21 & 0.1 & 0.2 & 0.01 \\ 0.06 & 0.075 & 0.3 & 0.002 \end{bmatrix}$ 을 곱셈 연산하여, $\begin{bmatrix} 0.3 & 0.25 & 0.5 & 0.02 \end{bmatrix}$ 값을 산출한다. 자질 추출부(150)는 상기 산출된 행렬에서 각 관점별로 최대값을 추출한다. 자질 추출부의 결과로서 최대값은 제320단계(s320)에 도시한 바와 같이 [NMT BIS HR]= $\begin{bmatrix} 0.2 & 0.21 & 0.3 \end{bmatrix}$ 이고, 이렇게 추출된 최대값은 의료 처치 추천부(160)로 전달된다.

[0054] 본 실시 예에 따르면 상기 입력자질에 가중치를 부여하는 방법으로 상기 수학적 식 1과 같이 가중치 행렬과 입력자질을 곱셈 연산하는 예를 설명하고 있지만, 이외에도 바이어스(bias)을 더하는 등의 역연산이 가능한 식으로도 변형 가능하다. 예를 들면 수학적 식 2와 같다.

수학적 식 2

$$y = [y_0, y_1, \dots, y_j]$$

$$y_j = \max(W_i \otimes x_i + b_i)$$

[0055]

[0056] 여기서, $W \in R^{i \times j}$, $b \in R^i$, $x \in R^i$, $y \in R^j$, $\otimes = element-wise product$ 이다.

[0057] 상기와 같이 자질 분석부(140) 및 자질 추출부(150)에 의해 각 관점별로 최대값을 추출할 수 있게 된다. 그리고 이러한 자질 분석부 및 자질 추출부는 사용자가 정의한 횟수만큼 반복될 수 있을 것이다.

[0058] 상기 의료 처치 추천부(160)는 상기 자질 추출부(150)의 결과를 입력으로 하여, 상기 자질 분석부(140) 및 자질 추출부(150)가 수행한 바 있는 과정을 동일하게 수행한다. 즉, 가중치 행렬을 구하고, 그 다음 가중치 행렬과 입력 자질을 곱하여 행렬 값을 추출한 다음 최대값을 추출하게 된다. 이때 의료 처치 추천부(160)의 관점 수는 처치 후보방안의 수와 동일하게 해야 한다.

[0059] 즉, 제330단계(s330)에 도시한 바와 같이 의료 처치 추천부(160)가 가중치를 적용한 행렬 값이 $\begin{bmatrix} 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ 0.6 & 0.4 & 0.3 \end{bmatrix}$ 이면, 이러한 행렬 값에 상기 자질 추출부(150)의 결과인 입력자질 $\begin{bmatrix} 0.2 & 0.21 & 0.3 \end{bmatrix}$ 을 곱하여 $\begin{bmatrix} 0.02 & 0.147 & 0.06 \\ 0.12 & 0.084 & 0.09 \end{bmatrix}$ 값을 산출한다. 그리고 각 관점별로 최대값을 추출하여, 제340단계(s340)에서와 같이 $\begin{bmatrix} 0.147 & 0.12 \end{bmatrix}$ 을 의료 처치 추천부(160)의 결과 값으로 출력한다.

[0060] 이후 처치 종합 추천부(170)는 상기 의료 처치 추천부(160)가 추천한 처치 후보방안들의 확률값을 종합하여 "BIS에 대한 처치 추천 1순위, NMT에 대한 처치 추천 1순위"와 같이 제공한다.

[0061] 위에서 설명한 생체신호의 정상/비정상 상태로부터 의료 처치 추천부(160)가 결과값을 도출하는 과정은 다음 표 2와 같이 정리할 수 있다.

표 2

[0062] 생체신호	[BIS NMT HR Hct] = [0.3 0.25 0.5 0.02] = [비정상 비정상 정상 정상]
생체신호판단부 기준	BIS
자질 분석부 결과	$\begin{bmatrix} 0.1 & 0.8 & 0.2 & 0.1 \\ 0.7 & 0.4 & 0.4 & 0.5 \\ 0.2 & 0.3 & 0.6 & 0.1 \end{bmatrix}$
자질 추출부 결과	$\begin{bmatrix} 0.03 & 0.2 & 0.1 & 0.002 \\ 0.21 & 0.1 & 0.2 & 0.01 \\ 0.06 & 0.075 & 0.3 & 0.002 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0.2 & 0.21 & 0.3 \end{bmatrix}$
의료 처치 추천부 가중치	$\begin{bmatrix} 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ 0.6 & 0.4 & 0.3 \end{bmatrix}$
의료 처치 추천부 결과	$\begin{bmatrix} 0.02 & 0.147 & 0.06 \\ 0.12 & 0.084 & 0.09 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0.147 & 0.12 \end{bmatrix} = [NMT, BIS]$

[0063] 한편, 상기 의료 처치 추천부(160)의 가중치와 상기 자질 분석부(140)에서 적용된 가중치는 필요에 따라 업데이트가 된다. 가중치 업데이트는 생체신호를 입력받아 자질을 분석 및 추출한 후 처치 후보방안들의 확률 값을 구하여 실제 처치방안과 비교하여 차이값을 구하는 과정이 수행될 때 동시에 수행되며, 반면 입력된 생체신호 중 생체신호판단부(130)의 판단결과 기준 값이 정상범위에 속하면 업데이트는 실시되지 않게 된다.

[0064] 도 4는 도 2의 흐름도에서 추천된 의료 처치방안의 처치방안의 추천근거를 제시하는 과정을 설명하고 있는 예시 도면으로 도 3에 도시한 '추천 처치 1'의 근거를 추적하는 예를 설명하고 있다. 즉 추천 처치 1의 확률 값이 어느 자질에서 비롯되었는지를 확인하기 위한 것이고, 이러한 추천 근거를 제시함으로써, 추천 과정의 타당성을 논리적으로 설명할 수 있는 것이다.

[0065] 먼저 제400단계(s400)에서 추천 처치 1과 동일한 열에서 확률 값과 같은 가중치 행렬의 행을 제410단계(s410)에

서 구한다. 제410단계(s410)를 보면 상기 추천치치 1의 확률 값 0.147은 최대값을 추출하기 전의 행렬에서 1행 2열 값을 알 수 있다. 따라서 상기 0.147값은 상기 자질 추출부(150)의 두 번째 결과 값으로부터 연산된 값을 알 수 있다.

[0066] 제420단계(s420)는 자질 추출부(150)의 결과값으로, 상기 제410단계(s410)에서 구해진 행과 동일한 값의 열에 위치한 결과 값을 확인하고, 해당 값이 자질 분석부(140)의 결과인 제430단계(s430)에서 어느 자질의 가중치 연산 결과값인지 추적한다.

[0067] 이러한 결과로 나온 입력자질이 최종 추천 치치방안을 결정하는데 가장 큰 영향을 준 자질이 된다. 즉 제44단계(s440)에서와 같이 NMT가 비정상 상태를 확인할 수 있는 것이다. 그리고 추천 치치방안에 대한 근거는 '생체 신호 A가 비정상치이며, 생체신호 B의 값이 X임으로 치치방법 1을 추천함' 또는 '생체신호 A에 대한 치치로 치치방법 1을 추천하며, 이는 생체신호 A의 값이 X이고 생체신호 B의 값이 X인것에 기반함'과 같은 형식으로 제시될 수 있다.

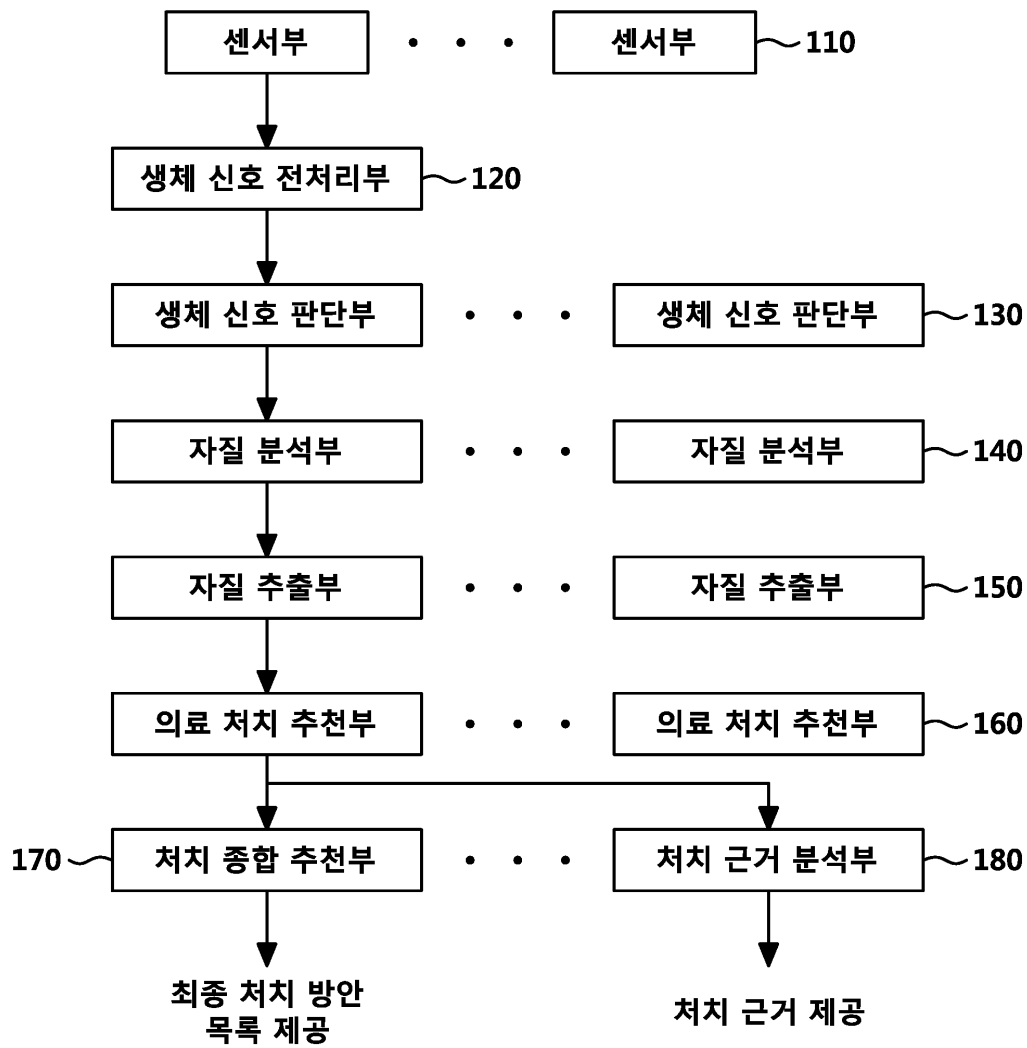
[0068] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

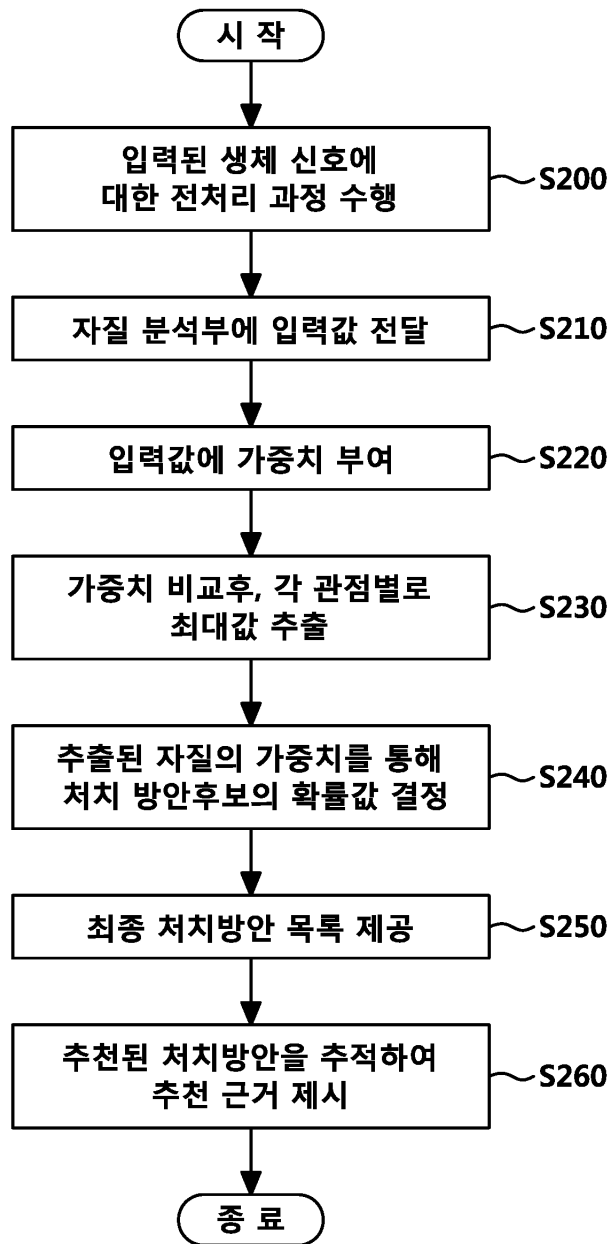
[0069] 110: 센서부
120: 생체신호 전처리부
130: 생체신호 판단부
140: 자질 분석부
150: 자질 추출부
160: 의료 치치 추천부
170: 치치 종합 추천부
180: 치치 근거 분석부

도면

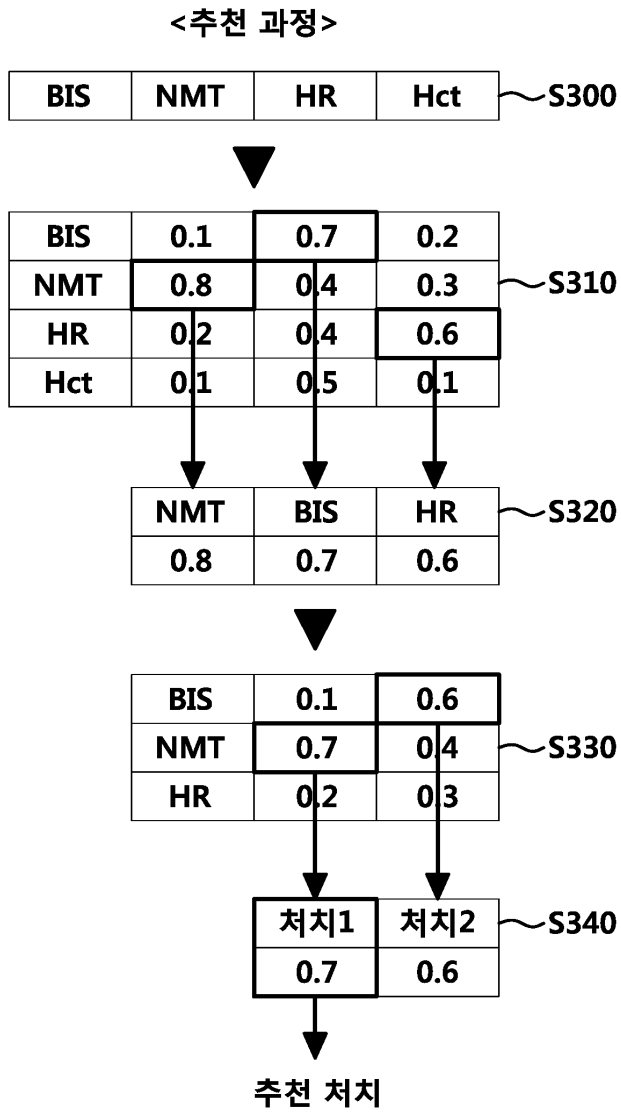
도면1



도면2



도면3



도면4

