



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월31일
(11) 등록번호 10-1893596
(24) 등록일자 2018년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/024 (2006.01)
A61B 5/04 (2006.01) A61B 5/0456 (2006.01)
A61B 5/0476 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/4821 (2013.01)
A61B 5/02405 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0176609

(22) 출원일자 2016년12월22일

심사청구일자 2016년12월22일

(65) 공개번호 10-2018-0073114

(43) 공개일자 2018년07월02일

(56) 선행기술조사문헌

WO2016095918 A1*

KR101371299 B1*

JP2006255134 A*

KR1020120049337 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이성환

서울특별시 강남구 언주로30길 13, B동 2506호 (도곡동, 대림아크로빌)

원동욱

전라북도 남원시 금지면 독우물길 45-5

이보람

서울특별시 강북구 삼각산로 143-1, 3동 1102호 (수유동, 수유벽산아파트)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 9 항

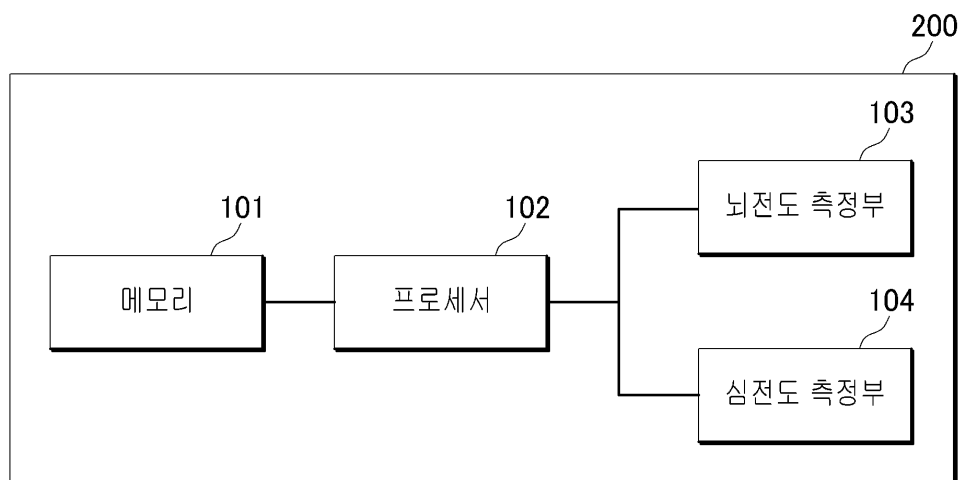
심사관 : 이봉수

(54) 발명의 명칭 진정마취심도 모니터링 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 대상체의 진정 마취 상태의 심도를 모니터링하는 장치를 제공한다. 본 장치는 진정마취심도를 추정하는 프로그램이 저장된 메모리 및 상기 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하고, 프로세서는 상기 프로그램이 실행됨에 따라, 진정 마취 약제가 투입되기 전과 후에 대한 대상체의 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터를 획득하고, 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터 간의 인과관계를 모델링하여 인과관계 모델을 추출하며, 인과관계 모델을 기초로 대상체의 진정마취심도를 추정한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 5/04012 (2013.01)

A61B 5/0456 (2013.01)

A61B 5/0476 (2013.01)

A61B 5/7235 (2013.01)

A61B 5/7271 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711042474

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 지능의 축적·확장·고정밀화를 위한 지능정보처리 SW 핵심기술 개발 및 글로벌 인력양성

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2016.07.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

대상체의 진정마취 상태의 심도를 모니터링하는 장치에 있어서,
진정마취심도를 추정하는 프로그램이 저장된 메모리 및 상기 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하고,
상기 프로세서는, 상기 프로그램이 실행됨에 따라, 진정 마취 약제가 투입되기 전과 후에 대한 상기 대상체의 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터를 획득하고, 상기 뇌전도 데이터 및 상기 심전도 데이터 간의 인과관계를 모델링하여 인과관계 모델을 추출하며, 상기 인과관계 모델을 기초로, 상기 대상체의 진정마취심도를 추정하되,
상기 인과관계 모델로부터 제1 방향 및 제2 방향을 포함하는 인과관계 특징벡터를 추출하고, 상기 인과관계 특징벡터의 세기 및 방향을 기초로 상기 진정마취심도를 추정하며,
상기 대상체가 의식소실 상태에 도달할 때까지, 상기 제1 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기를 기초로 상기 대상체의 진정마취심도를 추정하며,
상기 의식소실 상태 이후, 상기 제2 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기를 기초로 상기 대상체의 진정마취심도를 추정하는 것인, 진정마취심도 모니터링 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 심전도 데이터의 R 피크 간의 시간 간격을 기초로 순간 심박수를 추출하며, 상기 순간 심박수의 주파수 대역별 분석을 통해 심박변이도(HRV, Heart rate variability)를 산출하고, 상기 뇌전도 데이터의 시간에 따른 주파수 분석을 통해 주파수 파워값을 결정하며,
상기 심박변이도 및 상기 주파수 파워값을 기초로, 상기 인과관계 모델을 추출하는 것인, 진정마취심도 모니터링 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 진정마취심도 모니터링 장치는,
상기 대상체의 뇌전도를 측정하기 위한 뇌전도 측정부;를 더 포함하며,
상기 뇌전도 측정부는,
하나 또는 두 개의 채널로부터 수집되는 뇌전도 데이터를 획득하는 것인, 진정마취심도 모니터링 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 뇌전도 측정부는,

상기 대상체의 전전두엽의 뇌전도 데이터를 획득하는 것인, 진정마취심도 모니터링 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 진정마취심도 모니터링 장치는,

상기 대상체의 심전도를 측정하기 위한 심전도 측정부를 더 포함하며,

상기 심전도 측정부는,

하나의 채널로부터 수집되는 심전도 데이터를 획득하는 것인, 진정마취심도 모니터링 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 뇌전도 데이터 및 상기 심전도 데이터에 대한 필터링 작업을 수행하는 것인, 진정마취심도 모니터링 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 심전도 데이터에 대한 5 내지 30 Hz 대역의 필터링 작업을 수행하는 것인, 진정마취심도 모니터링 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 추정된 진정마취심도를 기초로, 상기 대상체로의 마취약제 투여량 조절을 나타내는 정보를 생성하는 것인, 진정마취심도 모니터링 장치.

청구항 11

대상체의 진정마취 상태의 심도를 모니터링하는 진정마취심도 모니터링 장치에 의해 수행되는 대상체의 진정마취심도 모니터링 방법에 있어서,

진정 마취 약제가 투입되기 전과 후에 대한 상기 대상체의 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터를 획득하는 단계; 상기 뇌전도 데이터 및 상기 심전도 데이터 간의 인과관계를 모델링하여 인과관계 모델을 추출하는 단계; 및 상기 인과관계 모델을 기초로, 상기 대상체의 진정마취심도를 추정하는 단계;를 포함하되,

상기 진정마취심도를 추정하는 단계는,

상기 인과관계 모델로부터 제1 방향 및 제2 방향을 포함하는 인과관계 특징벡터를 추출하는 단계; 및 상기 인과관계 특징벡터의 세기 및 방향을 기초로 상기 진정마취심도를 추정하는 단계를 포함하고,

상기 인과관계 특징벡터의 세기 및 방향을 기초로 상기 진정마취심도를 추정하는 단계는,

상기 대상체가 의식 소실 상태에 도달할 때까지, 상기 제1 방향에서의 상기 인과관계 특징벡터의 세기를 기초로 상기 대상체의 진정마취심도를 추정하는 단계; 및 상기 의식 소실 상태 이후, 상기 제2 방향에서의 상기 인과관계 특징벡터의 세기를 기초로 상기 대상체의 진정마취심도를 추정하는 단계를 포함하는 것인, 진정마취심도 모니터링 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 진정마취심도를 모니터링하는 방법 및 그 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 대상체의 뇌전도와 심전도를 이용하여 대상체의 진정마취심도를 모니터링하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 미국마취과학회(American Society of Anesthesiologists, ASA)에서는 진정의 정도를 최소진정(minimal sedation), 중등도진정(moderate sedation/analgesia), 깊은진정(deep sedation/analgesia), 전신마취(general anesthesia)의 4단계로 구분하고 있다.

[0003] 최소 진정은 약물에 의하여 불안이 해소된 상태로 환자는 구두명령에 반응할 수 있으며 인지기능과 조화 기능(coordination)은 저하되나 심혈관계 기능은 영향받지 않는 상태를 의미한다.

[0004] 중등도진정은 의식 진정(conscious sedation)으로 표현되며, 약물에 의하여 의식이 저하된 상태로 환자는 구두명령이나 가벼운 접촉 자극과 구두 명령이 동반될 때 명령에 의미있는 반응을 할 수 있다. 기도를 유지하기 위한 처치가 필요 없으며 자발적인 환기는 적절하다. 심혈관계 기능은 대개 유지된다.

[0005] 또한, 깊은진정은 약물에 의하여 환자가 쉽게 깨지는 않으나 반복되는 자극이나 통증 자극에 의도적으로 반응할 정도로 의식이 저하되어 있는 상태이다. 이 상태에서 환자는 적절한 기도 유지를 위하여 도움이 필요할 수 있으며 자발 환기 기능이 부적절 할 수 있다. 심혈관계 기능은 대부분 유지된다.

[0006] 또한, 전신마취는 약물에 의해 통증자극에도 환자가 깨지 않을 정도로 의식이 소실된 상태로 환자 스스로 환기를 유지하는 능력은 대개 소실된다. 약물에 의하여 신경-근 작용이 억제될 수 있어 기도 확보나 양압 환기가 요구되기도 한다. 심혈관계 기능은 약화된다.

[0007] 최근 진단과 간단한 시술을 위해 수술실 이외의 장소에서 마취과 의사가 아닌 임상이나 다른 의료 인력에 의해 진정마취가 많이 시행되고 있다. 이러한 진정마취는 환자가 시술 시의 불안과 불편함 없이 통증 없는 시술을 받게 할 뿐만 아니라 어린이나 협조가 잘 되지 않는 환자를 움직이지 않게 하여 진단과 시술을 원활히 진행할 수 있게 하는 이점이 있어 널리 이용되고 있다. 그러나, 진정은 각 단계가 명확히 구분 지어져 있는 것이 아니라 연속성을 가지므로 환자의 반응 상태를 정확히 예측하는 것이 어려우며, 이에 따라 타겟하는 진정상태보다 깊은진정 또는 얕은진정을 초래할 수 있어, 진정상태에 대한 모니터링이 필요하다.

[0008] 한편, 뇌전도(EEG, Electroencephalography)는 뇌에서 발생한 신호를 전극으로 측정된 것으로서, 주파수 대역별로 서로 다른 특성을 갖는다. 구체적으로, 0.1~3Hz의 주파수에서의 20~200 μ V의 진폭을 갖는 델타(δ)파는 깊은 수면 상태나 신생아들에게서 주로 나타나며, 4~7Hz의 주파수와 20~100 μ V의 진폭을 갖는 켄타(θ)파는, 심리적 안정 상태 또는 수면 상태에서 나타난다. 또한, 8~12Hz의 주파수와 20~60 μ V의 진폭을 갖는 알파(α)파는 보이며, 긴장이 이완된 상태에서 나타나며 안정된 상태일수록 진폭이 증가하는 특성을 갖는다. 또한, 12~30Hz의 주파수와 2~20 μ V의 진폭을 갖는 베타(β)파는 활동 상태에서 나타나며, 30~50Hz의 주파수와 2~20 μ V의 진폭을 갖는 감마(γ)파는 보이며, 강한 흥분 상태에서 나타난다.

[0009] 또한, 심전도(ECG, Electrocardiography)는 심박동에 관련된 전위가 측정되는 것으로서, 심장이 한번 박동할 때 마다 다섯 개의 파형 (P, Q, R, S, T)으로 나타난다.

선행기술문헌

[0010] 한국 등록특허 제 10-1395197호 (발명의 명칭: 수면 상태 및 각성 상태의 자동 검출 방법 및 장치)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 심전도와 뇌전도 간의 인과관계 모델을 통해 대상체의 진정마취심도를 모니터링하는 방법 및 그 장치를 제공한다.
- [0012] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면에 진정마취심도 모니터링 장치는 진정마취심도를 추정하는 프로그램이 저장된 메모리 및 상기 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하고, 프로세서는 상기 프로그램이 실행됨에 따라, 진정 마취 약제가 투입되기 전과 후에 대한 대상체의 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터를 획득하고, 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터 간의 인과관계를 모델링하여 인과관계 모델을 추출하며, 인과관계 모델을 기초로 대상체의 진정마취심도를 추정한다.
- [0014] 또한, 프로세서는, 인과관계 모델로부터 인과관계 특징벡터를 추출하고, 인과관계 특징벡터의 세기 및 방향을 기초로 진정마취심도를 추정할 수 있다.
- [0015] 또한, 인과관계 특징벡터는 제1 방향 및 제2 방향을 포함하며, 프로세서는, 대상체가 의식소실 상태에 도달할 때까지 제1 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기를 기초로 대상체의 진정마취심도를 추정하며, 의식소실 상태 이후, 제2 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기를 기초로 대상체의 진정마취심도를 추정할 수 있다.
- [0016] 또한, 프로세서는, 심전도 데이터의 R 피크 간의 시간 간격을 기초로 순간 심박수를 추출하며, 순간 심박수의 주파수 대역별 분석을 통해 심박변이도(HRV, Heart rate variability)를 산출하고, 뇌전도 데이터의 시간에 따른 주파수 분석을 통해 주파수 파워값을 결정하며, 심박변이도 및 주파수 파워값을 기초로 인과관계 모델을 추출할 수 있다.
- [0017] 또한, 진정마취심도 모니터링 장치는, 대상체의 뇌전도를 측정하기 위한 뇌전도 측정부;를 더 포함하며, 뇌전도 측정부는 하나 또는 두 개의 채널로부터 수집되는 뇌전도 데이터를 획득할 수 있다.
- [0018] 또한, 뇌전도 측정부는, 대상체의 전전두엽의 뇌전도 데이터를 획득할 수 있다.
- [0019] 또한, 진정마취심도 모니터링 장치는, 대상체의 심전도를 측정하기 위한 심전도 측정부를 더 포함하며, 심전도 측정부는 하나의 채널로부터 수집되는 심전도 데이터를 획득할 수 있다.
- [0020] 또한, 프로세서는, 추정된 진정마취심도를 기초로, 대상체로의 마취 약제 투여량 조절을 나타내는 정보를 생성할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 제 2 측면에 따른 진정마취심도를 모니터링하는 방법은, 진정 마취 약제가 투입되기 전과 후에 대한 대상체의 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터를 획득하는 단계; 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터 간의 인과관계를 모델링하여 인과관계 모델을 추출하는 단계; 및 인과관계 모델을 기초로 대상체의 진정마취심도를 추정하는 단계를 포함한다.
- [0022] 또한, 본 발명의 제 3 측면은, 상기 제 2 측면의 방법을 컴퓨터 상에서 수행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명은 대상체의 진정마취심도를 추정함으로써, 대상체가 적절한 진정마취상태로 유도되는지 여부를 실시간으로 판단할 수 있다. 또한, 본 발명은 하나 또는 두 개의 채널로부터 획득되는 뇌전도 데이터와 심전도 데이터의 인과관계를 이용함으로써, 진정마취심도를 모니터링하는 프로세싱 부하를 최소화할 수 있을 뿐 아니라, 진정마취심도를 모니터링하기 위한 장비들을 간소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 진정마취심도 모니터링 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 진정마취심도 모니터링 장치의 구성을 도시한 다른 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 진정마취심도 모니터링 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 진정마취약제 투입에 따른 뇌전도 주파수 파워값과 심박변이도 변화를 나타내는 그래프이다.

도 5는 도 4의 주파수 파워값과 심박변이도에 의해 획득된 인과관계 벡터의 세기 및 방향을 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0026] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0027] 명세서 전체에서 "대상체(object)"는 진정마취심도 모니터링 장치의 측정 대상이 되는 것으로, 사람이나 동물 또는 그 일부를 포함하는 것일 수 있다.
- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0029] 도 1 및 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 진정마취심도 모니터링 장치의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진정마취심도 모니터링 장치(100)는 메모리(101)와 프로세서(102)를 포함한다.
- [0031] 메모리(101)는 진정 마취 상태를 유도하는 마취약제가 투입된 대상체로부터 진정마취심도를 추정하는 프로그램이 저장된다. 이때, 메모리(101)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치를 통칭할 수 있다.
- [0032] 프로세서(102)는 적어도 하나의 프로세싱 유닛(CPU, micro-processor, DSP 등), RAM(Random Access Memory), ROM(Read-Only Memory) 등을 포함하여 구현될 수 있으며, 메모리(101)에 저장된 프로그램을 RAM으로 독출하여 적어도 하나의 프로세싱 유닛을 통해 실행할 수 있다. 한편, 실시예에 따라서 '프로세서'라는 용어는 '제어부', '컨트롤러', '연산 장치' 등의 용어와 동일한 의미로 해석될 수 있다.
- [0033] 프로세서(102)는 메모리(101)에 저장된 프로그램이 실행됨에 따라, 대상체의 뇌전도 데이터(또는 신호) 및 심전도 데이터(또는 신호)를 획득한다. 뇌전도 데이터와 심전도 데이터는 각각 대상체의 상태(예를 들어, 안정 상태, 흥분 상태 등)에 따라 서로 다른 특성을 나타낸다. 따라서, 프로세서(102)는 대상체에 진정마취약제가 투입됨에 따라 변화하는 뇌전도 데이터와 심전도 데이터 간의 인과관계를 모델링함으로써, 진정마취심도를 추정할 수 있다. 이에 대해서는, 도 3내지 도 5를 참조하여 상세하게 후술한다.
- [0034] 한편, 대상체의 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터는, 외부의 뇌전도 측정부(103) 및 심전도 측정부(104)로부터 제공받는 것일 수 있다. 이 경우, 프로세서(102)는 진정마취심도 모니터링 장치(100)의 통신부(미도시)와 유/무선 네트워크를 통해 외부의 뇌전도 측정부(103) 및 심전도 측정부(104)로부터 데이터를 제공받을 수 있다.
- [0035] 그러나, 도 2에 도시된 바와 같이, 일 실시예에 따른 진정마취심도 모니터링 장치(200)는 뇌전도 측정부(103) 및 심전도 측정부(104)를 포함하여 구현될 수도 있다. 이하에서는, 도 2의 진정마취심도 모니터링 장치(200)를 기준으로 본 발명의 실시예들을 설명하나, 후술하는 실시예들이 도 1의 진정마취심도 모니터링 장치(100)에도 적용될 수 있음은 자명하다.
- [0036] 한편, 진정마취심도 모니터링 장치(200)는 도1 및 도 2에 도시된 구성 요소들 이외에 더 많은 구성 요소를 포함하여 구현될 수도 있으며, 더 적은 구성 요소를 포함하여 구현될 수 있다. 예를 들어, 진정마취심도 모니터링 장치(200)는 디스플레이부, 사용자 입력부, USB 포트 등을 더 포함하여 구현될 수 있다.
- [0037] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 진정마취심도 모니터링 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0038] 도 3을 참조하면, 프로세서(102)는 진정마취약제가 투입되기 전후에 대한 대상체의 뇌전도 데이터 및 심전도 테

이터를 획득한다(s310). 이때, 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터는 뇌전도 측정부(103) 및 심전도 측정부(104)에 의해 대상체로부터 획득되는 데이터(또는 신호)일 수 있다.

- [0039] 구체적으로, 뇌전도 측정부(103)는 EEG장비 등을 통해 대상체의 뇌파를 비침습적으로 감지할 수 있다. 이때, 뇌전도 측정부(103)는 국제 전극 시스템에 따라 한 개 이상의 채널에서 수집된 뇌전도 데이터를 획득할 수 있다. 뇌전도 측정부(103)는 예를 들어, 대상체의 전전두엽의 뇌전도 데이터를 감지할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0040] 또한, 심전도 측정부(104)는 한 개 이상의 심전도 리드를 포함하는 ECG장비 등을 통해 대상체의 심전도를 비침습적으로 감지할 수 있다. 이때, 심전도 측정부(104)는 한 개 또는 두 개의 채널로부터 수집된 심전도 데이터를 획득할 수 있다. 한편, 심전도 리드가 대상체에 부착되는 위치는 제한되지 않는다. 예를 들어, 심전도 리드는 대상체의 손목 또는 발목에 부착될 수 있다.
- [0041] 프로세서(102)는 각 측정부(103, 104)로부터 진정 마취 약제가 투입되기 이전의 각성 상태에 대응하는 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터와 마취 상태에 대응하는 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터를 획득할 수 있다.
- [0042] 한편, 프로세서(102)(또는 각 측정부(103, 104))는 데이터에 대한 필터링 작업을 수행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(102)는 뇌전도 데이터로부터 잡음을 제거하거나, 샘플링 주파수를 변화시키는 등의 작업을 수행할 수 있다. 또한 프로세서(102)는 심전도 데이터로부터 잡음을 제거하기 위해, 약 5 내지 30Hz 대역(즉, QRS복합체s(complex)의 대부분 대역) 필터링을 수행할 수 있다.
- [0043] 이후, 프로세서(102)는 뇌전도 데이터 및 심전도 데이터 간의 인과관계를 모델링하여 인과관계 모델을 추출한다(s320).
- [0044] 먼저, 프로세서(102)는 뇌전도 데이터의 시간에 따른 주파수 분석을 통해, 주파수 파워값을 추출한다. 구체적으로, 프로세서(102)는 대상체의 진정 마취 상태와의 상관관계가 높은 특정 주파수 대역을 결정하며, 결정된 특정 주파수 대역의 주파수 파워값을 추출한다. 예를 들어, 프로세서(102)는 진정 마취 약제가 투입되기 전후의 주파수 변화를 분석하여, 대상체의 진정 마취 상태와의 상관관계가 높은 특정 주파수 대역을 결정할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 프로세서(102)는 기 설정된 주파수 대역의 파워값을 추출할 수도 있다. 또는, 프로세서(102)는 주파수 분석을 통해 전체 주파수 대역의 평균 파워값 또는 최대 파워값을 추출할 수도 있다.
- [0045] 또한, 프로세서(102)는 심전도 데이터의 P, Q, R, S, T 파 중에서, R 피크 간의 시간 간격을 기초로 순간 심박수를 추출하며, 순간 심박수의 주파수 대역별 분석을 통해 심박변이도(HRV, Heart rate variability)를 산출할 수 있다. 이때, 심박변이도는 심혈관계 기능을 조정하는 교감신경과 부교감신경의 상호작용을 반영하므로, 진정마취약제에 따른 변화를 나타낼 수 있다.
- [0046] 도 4는 진정마취약제 투입에 따른 뇌전도 주파수 파워값과 심박변이도 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0047] 도 4(a)는 대상체에 진정마취약제인 프로포폴(propofol)을 투여한 이후의 뇌전도 데이터로부터 추출되는 주파수 파워값(실선으로 도시됨)과 심전도 데이터로부터 추출된 심박변이도(점선으로 도시됨)의 변화를 나타낸다. 또한, 도 4(b)는 대상체에 다른 진정마취약제인 미다졸람(midazolam)을 투여한 이후의 주파수 파워값(실선으로 도시됨)과 심박변이도(점선으로 도시됨)의 변화를 나타낸다.
- [0048] 도 4(a) 및 4(b)에 도시된 바와 같이, 주파수 파워값과 심박변이도는 진정마취약제가 투입된 이후부터 의식회복 이전(402 또는 406)에서 상대적으로 높은 상관관계를 보이는 것을 확인할 수 있다. 또한, 주파수 파워값과 심박변이도는 의식 회복 이후(404 또는 408) 또는 진정 마취 약제 투입 이전에서 상대적으로 낮은 상관관계를 나타내는 것을 확인할 수 있다. 특히, 주파수 파워값과 심박변이도는 의식소실(즉, 깊은진정) 시점(410)에서 동기화되는 것을 확인할 수 있다.
- [0049] 프로세서(102)는 이러한 뇌전도 데이터로부터 추출되는 주파수 파워값과 심전도 데이터로부터 추출되는 심박변이도 간의 상관관계를 이용하여 진정마취심도를 추정한다.
- [0050] 다시 도 3을 참조하면, 프로세서(102)는 뇌전도 데이터로부터 추출된 주파수 파워값과 심전도 데이터로부터 추출된 심박변이도를 기초로, 두 값 간의 인과관계를 모델링할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(102)는 그랜저 인과관계(Granger causality)를 이용하여, 심박변이도와 주파수 파워값 간의 인과관계 모델을 추출할 수 있으나, 이에 한정된 것은 아니다. 프로세서(102)는 예를 들어, LISREL(Linear Structural RELations), EQS(EQuationS), CALIS, AMOS(Analysis of MONment Structure) 등을 이용하여, 인과관계 모델을 추출할 수 있

다.

- [0051] 다음으로, 프로세서(102)는 인과관계 모델을 기초로, 대상체의 진정마취심도를 추정한다(s330). 이때, 프로세서(102)는 인과관계 모델로부터 인과관계 특징벡터를 추출하고, 인과관계 특징벡터의 세기 및 방향을 기초로 진정마취심도를 추정할 수 있다. 여기서, 인과관계 특징벡터의 세기는 인과관계의 강도를 나타내며, 인과관계 특징벡터의 방향은 인과관계의 방향성을 나타낼 수 있다. 또한, 진정마취심도는 인과관계 특징벡터의 세기에 따라 일정한 지표로 표현될 수 있다. 예를 들어, 진정마취심도는 최소진정, 의식진정(중등도진정), 깊은진정 및 회복상태로 구분되는 네 개의 지표로 표현될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 진정마취심도는 임의의 단계들로 구분되는 지표들을 포함할 수 있다.
- [0052] 구체적으로, 프로세서(102)는 진정마취약제가 투입되기 전과 투입된 후의 인과관계 특징벡터의 세기 변화 및 방향을 기초로 대상체의 진정마취심도를 추정할 수 있다. 여기서, 인과관계 특징벡터의 방향은, 뇌에서 심장으로부터 제1 방향 또는 심장에서 뇌로의 제2 방향을 포함할 수 있다. 프로세서(102)는 대상체의 의식소실 상태에 도달하기 전까지, 제1 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기를 기초로 대상체의 진정마취심도를 추정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(102)는 제1 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기가 일정크기(예를 들어, 0.05) 이상 증가되면, 진정마취심도를 초기진정으로 추정하고, 인과관계 특징벡터의 세기가 다시 일정크기 이상 증가되면, 진정마취심도를 의식진정으로 추정할 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며, 프로세서(102)는 기 설정된 임계값을 이용하여 진정마취심도를 추정할 수도 있다. 이 경우, 프로세서(102)는 대상체 별 생체 신호(즉, 뇌전도 및 심전도 데이터)의 특성을 분석하기 위한 캘리브레이션(calibration) 작업을 더 수행할 수 있다. 한편, 프로세서(102)는 제1 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기가 다시 일정크기 이상 증가되면, 진정마취심도를 깊은진정으로 추정할 수 있다. 또는, 프로세서(102)는 제2 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기를 고려하여, 제1 및 제2 방향에서의 인과관계 특징벡터의 평균 세기를 이용할 수도 있다. 한편, 깊은진정은 대상체의 의식소실 상태에 대응된다.
- [0053] 다음으로, 프로세서(102)는 제2 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기를 기초로, 대상체의 회복 여부를 추정할 수 있다.
- [0054] 프로세서(102)는 추정된 진정마취심도를 나타내는 정보를 진정마취심도 모니터링 장치(200)를 통해 출력하거나, 외부 다른 장치(예를 들어, 외부 디스플레이 장치 등)로 제공할 수 있다. 예를 들어, 진정마취심도 모니터링 장치(200)가 디스플레이부(미도시)를 더 포함하는 경우, 프로세서(102)는 추정된 진정마취심도를 나타내는 이미지, 그래프, 텍스트 및 애니메이션(animation) 등을 디스플레이부를 통해 표시할 수 있다.
- [0055] 또한, 프로세서(102)는 추정된 진정마취심도를 기초로, 대상체로의 진정마취약제 투여량 조절을 나타내는 정보를 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(102)는 미리 설정된 타겟 지표(예를 들어, 의식진정 등)를 기초로, 대상체가 타겟 지표에 대응되는 진정마취심도에 도달 및/또는 유지할 수 있도록 진정마취약제의 투여량을 감소 또는 증가시키라는 정보를 생성할 수 있다. 이때, 생성된 정보는 진정마취심도 모니터링 장치(200)의 디스플레이부(미도시)를 통해 표시되거나, 외부의 다른 장치(예를 들어, 마취 시스템 등)로 제공될 수 있다.
- [0056] 도 5는 도 4의 주파수 파워값과 심박변이도에 의해 획득된 인과관계 벡터의 세기 및 방향을 도시한 그래프이다.
- [0057] 도 5(a)는 도 4(a)와 관련되며, 대상체에 프로포폴을 투여한 전후의 인과관계 특징벡터의 방향 별로 인과관계 특징벡터의 세기를 도시하며, 도 5(b)는 도 4(b)와 관련되며, 대상체에 미다졸람을 투여한 전후의 인과관계 특징벡터의 방향 별로 인과관계 특징벡터의 세기를 도시한다.
- [0058] 도 5(a) 및 5(b)를 참조하면, 프로세서(102)는 진정마취심도를 각성상태, 의식진정, 깊은진정 및 회복상태로 나타낼 수 있으며, 제1 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기가 약 1.3 인 경우 의식진정(즉, 중등도진정)으로 추정할 수 있다. 또한, 프로세서(102)는 제1 및 제2 방향으로의 인과관계 특징벡터의 평균 세기가 약 0.8인 경우 깊은진정으로 추정할 수 있다.
- [0059] 이후, 프로세서(102)는 제2 방향에서의 인과관계 특징벡터의 세기가 피크(즉, 깊은진정)에서 감소된 정도를 기초로 대상체의 회복상태를 추정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(102)는 인과관계 특징벡터의 세기가 피크에서 일정 수준(예컨대, 약 10%) 감소되면, 회복상태로 추정할 수 있다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능

명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

[0061] 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.

[0062] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0063] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0064] 100, 200: 진정마취심도 모니터링 장치

101: 메모리

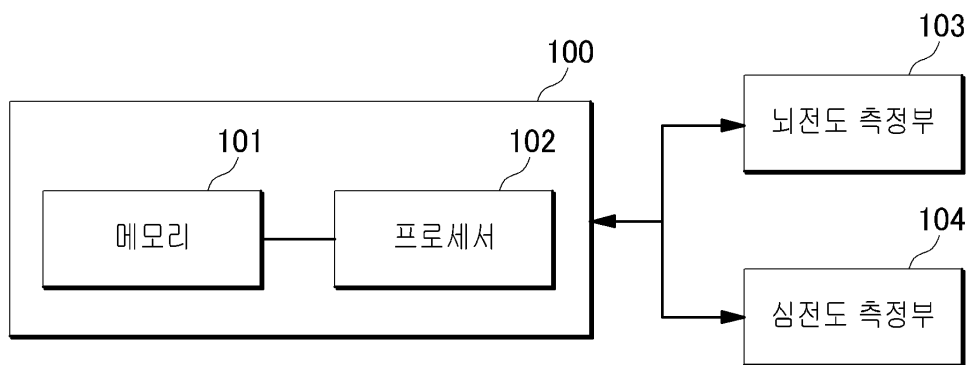
102: 프로세서

103: 뇌전도 측정부

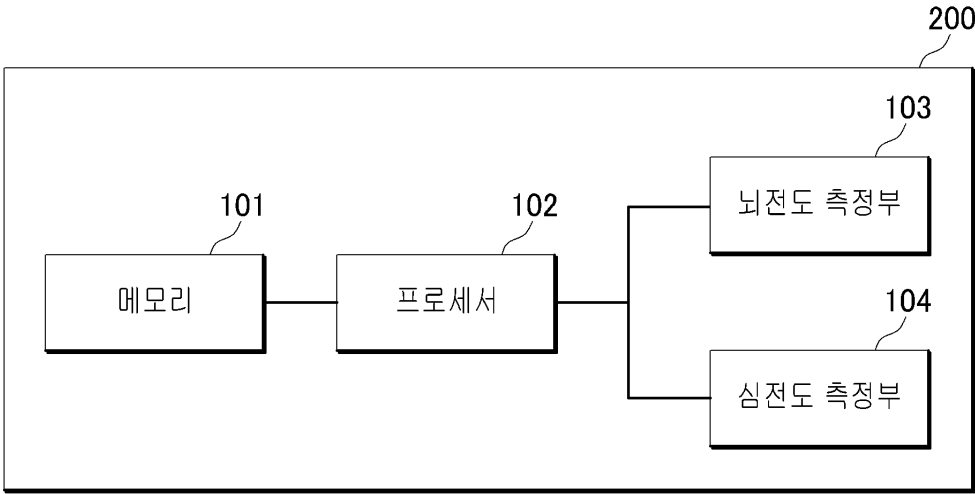
104: 심전도 측정부

도면

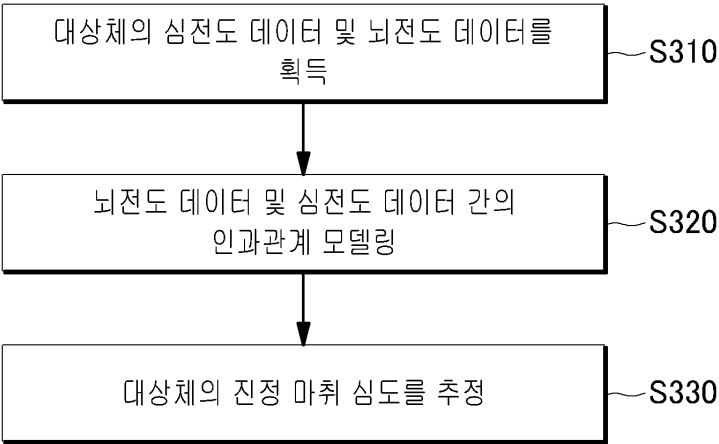
도면1



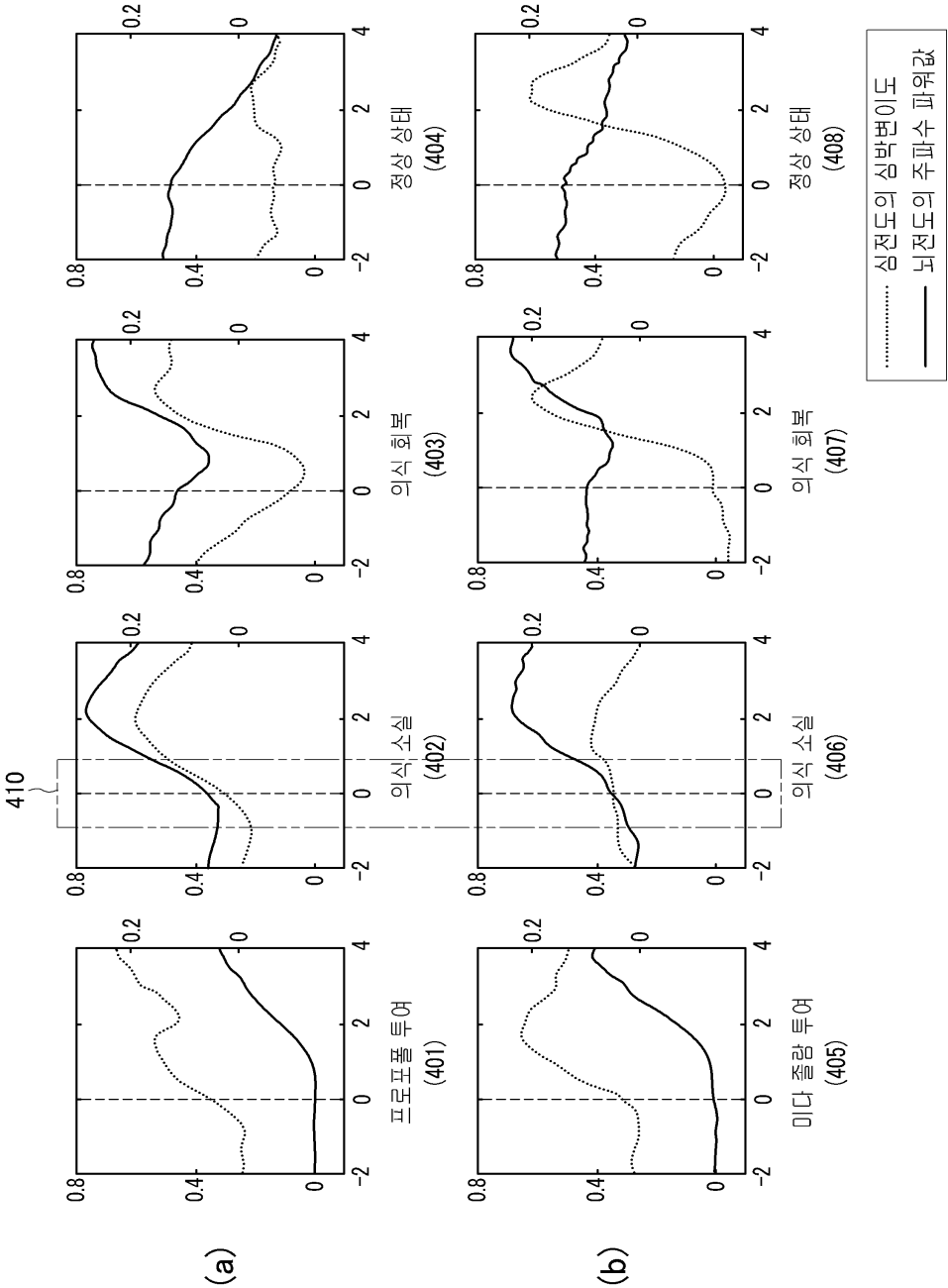
도면2



도면3



도면4



도면5

