(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0077812
(43) 공개일자 2024년06월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/16 (2006.01) *A61B 5/00* (2021.01)
A61B 5/372 (2021.01) *G16H 20/70* (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/165 (2013.01)
A61B 5/0033 (2018.08)
(21) 출원번호 10-2022-0160112
(22) 출원일자 2022년11월25일
심사청구일자 2022년11월25일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이원희
경기도 용인시 기흥구 중부대로 184, B-334호(영덕동, 힉스유타워)
김성규
경기도 용인시 기흥구 서그내로15번길 34, 402호
김태성
경기도 수원시 팔달구 권광로 373, 106동 601호(우만동, 월드메르디앙)
(74) 대리인
김연권

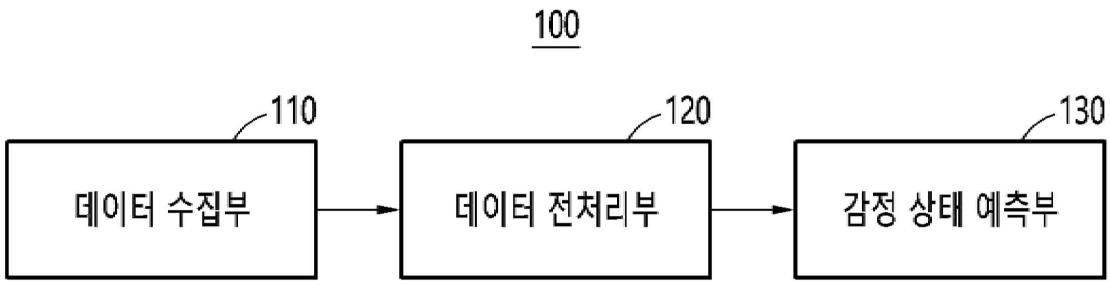
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **뇌파 기반 감정 상태 예측 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치 및 방법에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따르면 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치는 복수의 대상자 각각에 대하여 복수의 채널을 통해 측정된 뇌파 신호들과 관련된 뇌파 데이터 및 상기 뇌파 데이터와 관련하여 감정 점수를 나타내는 감정 레이블링 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 복수의 채널에 대한 측정 전극의 위치 및 측정 시간에 기반하여 상기 수집된 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성하는 데이터 전처리부 및 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터 및 상기 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 상기 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 예측하는 감정 상태 예측부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/372 (2022.01)
G16H 20/70 (2021.08)
G16H 50/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711159671
과제번호 2017-0-00655-006
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 (혁신법)디지털콘텐츠원천기술개발_2022
연구과제명 다양한 디지털 제품의 UX 평가를 위한 Lean UX 핵심기술 및 플랫폼(6/8)
기 여 율 50/100
과제수행기관명 경희대학교 산학협력단
연구기간 2017.04.01 ~ 2024.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711169789
과제번호 2021R1C1C1009436
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 (혁신법)이공분야기초연구사업/신진연구자지원사업/우수신진연구
연구과제명 멀티모달 뇌영상 데이터를 이용한 딥러닝 기반 조현병 환자의 뇌연령 및 가속 노화 예측 알고리즘 개발(2/3)
기 여 율 50/100
과제수행기관명 경희대학교 산학협력단
연구기간 2021.03.01 ~ 2024.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수의 대상자 각각에 대하여 복수의 채널을 통해 측정된 뇌파 신호들과 관련된 뇌파 데이터 및 상기 뇌파 데이터와 관련하여 감정 점수를 나타내는 감정 레이블링 데이터를 수집하는 데이터 수집부;

상기 복수의 채널에 대한 측정 전극의 위치 및 측정 시간에 기반하여 상기 수집된 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성하는 데이터 전처리부; 및

병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터 및 상기 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 상기 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 예측하는 감정 상태 예측부를 포함하는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 데이터 전처리부는 일정 시간으로 상기 수집된 뇌파 데이터를 분할하고, 상기 분할된 뇌파 데이터의 상기 측정 시간에서 특정 시점(time point) 마다 상기 측정 전극의 위치를 그리드(grid) 도식화 행렬에 채널의 상대적 위치로 매핑하고, 상기 상대적 위치에 따른 2차원 행렬 데이터로 재구성하며, 상기 재구성된 2차원 행렬 데이터에서 상기 채널이 위치하지 않는 빈 공간을 보간(interpolation)하고, 상기 특정 시점의 시간순으로 축적하여 상기 3차원 영상 데이터를 재구성하는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 데이터 전처리부는 RBF(Radial Basis Function) 보간법을 이용하여 상기 빈 공간을 보간하고, 쌍삼차보간법(Bicubic interpolation)을 이용하여 특정 크기로 업스케일링(upscaling)하는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 감정 상태 예측부는 상기 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터에 대한 특징맵을 생성하고, 상기 생성된 특징맵의 채널 수를 축소하며, 상기 축소된 채널 수에 따른 특징맵을 연산하고, 상기 축소된 채널 수를 확장하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터에 대한 학습 및 분석 속도를 제어하는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 병목 구조의 딥러닝 모델은 3차원 콘볼루션 블록, 복수의 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록, 완전 연결(Fully connected, FC) 블록 및 완전 연결층을 포함하는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 3차원 콘볼루션 블록은 7×3×3 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층, 3차원 맥스풀링(maxpooling) 층을 포함하고,

상기 복수의 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록 중 어느 하나의 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록은 1×1×1 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층, 7×3×3 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층, 1×1×1 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층 및 3차원 맥스풀링(maxpooling) 층을 포함하고,

상기 완전 연결(Fully connected, FC) 블록은 완전 연결층, ReLU 활성 함수층, 드롭아웃(dropout)층 및 완전 연결층을 포함하는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 감정 레이블링 데이터는 상기 복수의 대상자가 상기 뇌파 데이터와 관련하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence) 감정 모델에 기반하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence)을 기록한 상기 감정 점수를 기준 점수로 이분하여 제1 감정 상태 및 제2 감정 상태로 레이블링 처리하여 생성되는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 장치.

청구항 8

데이터 수집부에서, 복수의 대상자 각각에 대하여 복수의 채널을 통해 측정된 뇌파 신호들과 관련된 뇌파 데이터 및 상기 뇌파 데이터와 관련하여 감정 점수를 나타내는 감정 레이블링 데이터를 수집하는 단계;

데이터 전처리부에서, 상기 복수의 채널에 대한 측정 전극의 위치 및 측정 시간에 기반하여 상기 수집된 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성하는 단계; 및

감정 상태 예측부에서, 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터 및 상기 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 상기 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 예측하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 복수의 채널에 대한 측정 전극의 위치 및 측정 시간에 기반하여 상기 수집된 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성하는 단계는,

일정 시간으로 상기 수집된 뇌파 데이터를 분할하는 단계;

상기 분할된 뇌파 데이터의 상기 측정 시간에서 특정 시점(time point) 마다 상기 측정 전극의 위치를 그리드(grid) 도식화 행렬에 채널의 상대적 위치로 매핑하는 단계;

상기 상대적 위치에 따른 2차원 행렬 데이터로 재구성하는 단계;

상기 재구성된 2차원 행렬 데이터에서 상기 채널이 위치하지 않는 빈 공간을 보간(interpolation)하는 단계; 및

상기 특정 시점의 시간순으로 축적하여 상기 3차원 영상 데이터를 재구성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터 및 상기 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 상기 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 예측하는 단계는,

상기 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터에 대한 특징맵을 생성하는 단계;

상기 생성된 특징맵의 채널 수를 축소하며, 상기 축소된 채널 수에 따른 특징맵을 연산하는 단계; 및

상기 축소된 채널 수를 확장하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터에 대한 학습 및 분석 속도를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 감정 레이블링 데이터는 상기 복수의 대상자가 상기 뇌파 데이터와 관련하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence) 감정 모델에 기반하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence)을 기록한 상기 감정 점수를 기준 점수로 이분하여 제1 감정 상태 및 제2 감정 상태로 레이블링 처리하여 생성되는 것을 특징으로 하는

뇌파 기반 감정 상태 예측 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치 및 방법에 관한 것으로, 다중채널 뇌파 신호를 채널의 공간적 위치를 이용하여 시공간 정보를 담은 3차원 영상 데이터로 재구성하고, 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터에 대한 뇌파 기반 감정 상태를 예측하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 감성 컴퓨팅(Affective computing)으로 알려진 인공지능을 이용한 감정 인지 기술은 컴퓨터와 시스템이 인간의 감정을 식별, 처리 및 이해할 수 있도록 한다.

[0003] 이를 위해 사용되는 데이터 중 하나인 뇌파(Electroencephalography, EEG)는 인간의 두뇌활동에 의해서 발생하는 전기신호를 두피에 센서를 부착하여 기록하는 전기생리학적 특정 방법이다.

[0004] 뇌파는 측정이 간편하고, 감정 상태를 객관적으로 반영한다는 장점으로 인해 인공지능을 이용하여 뇌파로부터 감정을 인식하는 연구들이 활발히 진행되었다.

[0005] 즉, 뇌파는 인간의 두뇌활동을 분석하기 위한 전자기적 측정 방법 중 상대적으로 낮은 비용과 시간분해능이 뛰어나 신경과학, 인지과학, 인지심리학, 신경언어학 등 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다.

[0006] 뇌파를 통한 감정 분석은 우울, 불안 등 정신건강의 진단 및 치료 경과 추적관찰에 활용될 수 있고, 제품 또는 콘텐츠 등의 사용자 만족도 평가 시에도 기존에 활용되어온 설문조사 기반의 평가에 비해 평가자의 주관적 편견이 개입되지 않는 객관적인 감정 상태를 얻도록 할 수 있다.

[0007] 이러한 감정 인지 기술은 인간-컴퓨터 상호작용(Human-Computer Interaction, HCI), 인지신경과학, 질병 탐지, 가상 현실(Virtual Reality, VR), 로봇 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

[0008] 하지만 뇌파 신호를 이용하여 감정을 인지하는 인공지능 모델을 설계하는 것에는 많은 어려움이 있다.

[0009] 먼저 신호를 측정하는 장비에 따라 사용하는 센서의 수가 달라 센서의 수와 부착 위치에 따라 별개의 인공지능 모델을 학습시켜야 한다.

[0010] 또한, 뇌파 신호는 인간의 두뇌활동에 의해 발생하는 신호이므로 감정을 포함한 다양한 정보를 담고 있어 인공지능 모델을 이용하여 뇌파 신호로부터 감정을 인지하는 것은 큰 어려움이 존재한다.

[0011] 따라서, 인지 정확도를 높이기 위해 인공지능 모델은 크고 복잡해지는 경향이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2112699호, "시계열적 신호 시각화 방법 및 이를 이용한 장치 "

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-2292678호, "뇌 인지 부하 분류 시스템 및 방법 "

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-2221264호, "인간 감정 인식을 위한 딥 생리적 정서 네트워크를 이용한 인간 감정 추정 방법 및 그 시스템 "

(특허문헌 0004) 한국공개특허 제10-2022-0097143호, "뇌질환 분석 및 진단을 위한 머리 내부 또는 머리 외부의 내외장형 EEG 전극용 무선 송신 모듈 및 이를 포함하는 EEG 검출 시스템 "

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 다중채널 뇌파 신호를 채널의 공간적 위치를 이용하여 시공간 정보를 담은 3차원 영상 데이터로 재구성하고, 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터에 대한 뇌파 기반 감정 상태를 예측하는 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 본 발명은 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터 분석과 관련하여 높은 정확성과 더불어 모델을 경량화하고, 모델의 학습 및 추론도 가속하는 것을 목적으로 한다.

[0015] 본 발명은 범용성 뇌파 신호를 분석하여 감정 상태 예측에 기반한 감정 인식을 수행하고, 감정 인식이 필요한 다양한 분야에서 자유롭게 활용되는 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0016] 본 발명은 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터 분석을 통해 경량화 모델의 연산 성능 제한을 해소함에 따라 VR기기, 헤드셋 등의 웨어러블 디바이스에서도 실시간으로 감정을 인식하여 콘텐츠 활용도를 높이는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치는 복수의 대상자 각각에 대하여 복수의 채널을 통해 측정된 뇌파 신호들과 관련된 뇌파 데이터 및 상기 뇌파 데이터와 관련하여 감정 점수를 나타내는 감정 레이블링 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 복수의 채널에 대한 측정 전극의 위치 및 측정 시간에 기반하여 상기 수집된 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성하는 데이터 전처리부 및 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터 및 상기 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 상기 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 예측하는 감정 상태 예측부를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 데이터 전처리부는 일정 시간으로 상기 수집된 뇌파 데이터를 분할하고, 상기 분할된 뇌파 데이터의 상기 측정 시간에서 특정 시점(time point) 마다 상기 측정 전극의 위치를 그리드(grid) 도식화 행렬에 채널의 상대적 위치로 매핑하고, 상기 상대적 위치에 따른 2차원 행렬 데이터로 재구성하며, 상기 재구성된 2차원 행렬 데이터에서 상기 채널이 위치하지 않는 빈 공간을 보간(interpolation)하고, 상기 특정 시점의 시간순으로 축적하여 상기 3차원 영상 데이터를 재구성할 수 있다.

[0019] 상기 데이터 전처리부는 RBF(Radial Basis Function) 보간법을 이용하여 상기 빈 공간을 보간하고, 쌍삼차보간법(Bicubic interpolation)을 이용하여 특정 크기로 업스케일링(upscaling)할 수 있다.

[0020] 상기 감정 상태 예측부는 상기 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터에 대한 특징맵을 생성하고, 상기 생성된 특징맵의 채널 수를 축소하며, 상기 축소된 채널 수에 따른 특징맵을 연산하고, 상기 축소된 채널 수를 확장하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터에 대한 학습 및 분석 속도를 제어할 수 있다.

[0021] 상기 병목 구조의 딥러닝 모델은 3차원 콘볼루션 블록, 복수의 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록, 완전 연결(Fully connected, FC) 블록 및 완전 연결층을 포함할 수 있다.

[0022] 상기 3차원 콘볼루션 블록은 7×3×3 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층, 3차원 맥스풀링(maxpooling) 층을 포함하고, 상기 복수의 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록 중 어느 하나의 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록은 1×1×1 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층, 7×3×3 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층, 1×1×1 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층 및 3차원 맥스풀링(maxpooling) 층을 포함하고, 상기 완전 연결(Fully connected, FC) 블록은 완전 연결층, ReLU 활성 함수층, 드롭아웃(dropout)층 및 완전 연결층을 포함할 수 있다.

[0023] 상기 감정 레이블링 데이터는 상기 복수의 대상자가 상기 뇌파 데이터와 관련하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence) 감정 모델에 기반하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence)을 기록한 상기 감정 점수를 기준 점수로 이분하여 제1 감정 상태 및 제2 감정 상태로 레이블링 처리하여 생성될 수 있다.

[0024] 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법은 데이터 수집부에서, 복수의 대상자 각각에 대하여 복수의 채널을 통해 측정된 뇌파 신호들과 관련된 뇌파 데이터 및 상기 뇌파 데이터와 관련하여 감정 점수를 나타내는 감정 레이블링 데이터를 수집하는 단계, 데이터 전처리부에서, 상기 복수의 채널에 대한 측정 전극의 위치 및 측정 시간에 기반하여 상기 수집된 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성하는 단계 및 감정 상태 예측부에서, 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터 및 상기 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 상기 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 예측하는 단계를 포함할 수 있다.

[0025] 상기 복수의 채널에 대한 측정 전극의 위치 및 측정 시간에 기반하여 상기 수집된 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성하는 단계는, 일정 시간으로 상기 수집된 뇌파 데이터를 분할하는 단계, 상기 분할된 뇌파 데이터의 상기 측정 시간에서 특정 시점(time point) 마다 상기 측정 전극의 위치를 그리드(grid) 도식화 행렬에 채널의 상대적 위치로 매핑하는 단계, 상기 상대적 위치에 따른 2차원 행렬 데이터로 재구성하는 단계, 상기 재구성된 2차원 행렬 데이터에서 상기 채널이 위치하지 않는 빈 공간을 보간(interpolation)하는 단계 및 상기 특정 시점의 시간순으로 축적하여 상기 3차원 영상 데이터를 재구성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0026] 상기 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터 및 상기 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 상기 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 예측하는 단계는, 상기 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터에 대한 특징맵을 생성하는 단계, 상기 생성된 특징맵의 채널 수를 축소하며, 상기 축소된 채널 수에 따른 특징맵을 연산하는 단계 및 상기 축소된 채널 수를 확장하여 상기 재구성된 3차원 영상 데이터에 대한 학습 및 분석 속도를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0027] 상기 감정 레이블링 데이터는 상기 복수의 대상자가 상기 뇌파 데이터와 관련하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence) 감정 모델에 기반하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence)을 기록한 상기 감정 점수를 기준 점수로 이분하여 제1 감정 상태 및 제2 감정 상태로 레이블링 처리하여 생성될 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명은 다중채널 뇌파 신호를 채널의 공간적 위치를 이용하여 시공간 정보를 담은 3차원 영상 데이터로 재구성하고, 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터에 대한 뇌파 기반 감정 상태를 예측하는 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0029] 본 발명은 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터 분석과 관련하여 높은 정확성과 더불어 모델을 경량화하고, 모델의 학습 및 추론도 가속할 수 있다.

[0030] 본 발명은 범용성 뇌파 신호를 분석하여 감정 상태 예측에 기반한 감정 인식을 수행하고, 감정 인식이 필요한 다양한 분야에서 자유롭게 활용되는 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0031] 본 발명은 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터 분석을 통해 경량화 모델의 연산 성능 제한을 해소함에 따라 VR기기, 헤드셋 등의 웨어러블 디바이스에서도 실시간으로 감정을 인식하여 콘텐츠 활용도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치를 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치의 데이터 전처리를 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치에서 이용하는 병목 구조의 딥러닝 모델을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치에서 분류되는 감정 상태 및 분류 성능 평가를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.

[0034] 실시 예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0035] 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0036] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0037] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

[0038] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.

[0039] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.

[0040] "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.

[0041] 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.

[0042] 본 명세서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다.

[0043] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.

[0044] 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

[0045] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다.

[0046] 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다' 라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

[0047] 이하 사용되는 '..부', '..기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0049] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치를 설명하는 도면이다.

[0050] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치의 구성 요소를 예시한다.

[0051] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치(100)는 데이터 수집부(110), 데이터 전처리부(120) 및 감정 상태 예측부(130)를 포함한다.

[0052] 일례로, 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치(100)는 다중채널 뇌파 신호를 채널의 공간적 위치를 이용하여 시공간 정보를 담은 3차원 영상 데이터로 재구성하고, 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터에 대한 뇌파 기반 감정 상태를 예측할 수 있다.

[0053] 본 발명의 일실시예에 따르면 데이터 수집부(110)는 복수의 대상자 각각에 대하여 복수의 채널을 통해 측정된 뇌파 신호들과 관련된 뇌파 데이터를 수집한다.

[0054] 또한, 데이터 수집부(110)는 뇌파 데이터와 관련하여 감정 점수를 나타내는 감정 레이블링 데이터를 수집할 수 있다.

[0055] 예를 들어, 감정 레이블링 데이터는 복수의 대상자가 뇌파 데이터와 관련하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence) 감정 모델에 기반하여 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence)을 기록한 상기 감정 점수를 기준 점수로 이분하여 제1 감정 상태 및 제2 감정 상태로 레이블링 처리하여 생성될 수 있다. 여기서, 각성 및 기쁨 감정 모델은 도 5를 이용하여 보충 설명한다.

[0056] 예를 들어, 복수의 대상자는 각 영상 시청이 끝난 후 해당 영상에 대한 자신의 감정을 각성 및 기쁨 감정 모델에 근거하여 각성과 기쁨을 1점 내지 9점으로 기록한 감정 점수를 결정한다.

[0057] 본 발명의 일실시예에 따르면 데이터 수집부(110)는 감정 점수에서 5점 이하를 제1 감정 상태로, 5점 초과를 제2 감정 상태로 레이블링 처리된 감정 레이블링 데이터를 수집할 수 있다.

[0058] 예를 들어, 뇌파 데이터는 DEAP(Dataset for Emotion Analysis using EEG, Physiological, and video signals)와 관련될 수 있다.

[0059] DEAP은 공개 데이터이며, 32명의 참가자가 40개의 길이 60초 영상을 시청하는 동안 측정된 32채널 EEG 신호와 8채널 기타 생리 신호가 기록되어 있다.

[0060] 본 발명의 일실시예에 따르면 데이터 수집부(110)는 샘플링율을 128Hz로 다운 샘플링하고, 4Hz 내지 45Hz 대역통과 필터링한 뇌파 신호로 구성된 뇌파 데이터를 수집할 수 있다.

[0061] 본 발명의 일실시예에 따르면 데이터 전처리부(120)는 복수의 채널에 대한 측정 전극의 위치 및 측정 시간에 기반하여 수집된 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성한다.

[0062] 즉, 데이터 전처리부(120)는 다중채널 뇌파 신호로 구성된 뇌파 데이터를 채널의 공간적 위치를 이용하여 시공간 정보를 담은 3차원 영상 데이터로 재구성할 수 있다.

[0063] 본 발명의 일실시예에 따르면 데이터 전처리부(120)는 일정 시간으로 상기 수집된 뇌파 데이터를 분할하고, 분할된 뇌파 데이터의 상기 측정 시간에서 특정 시점(time point) 마다 측정 전극의 위치를 그리드(grid) 도식화 행렬에 채널의 상대적 위치로 매핑한다.

[0064] 일례로, 데이터 전처리부(120)는 측정 전극의 상대적 위치에 따른 2차원 행렬 데이터로 재구성하며, 재구성된 2차원 행렬 데이터에서 채널이 위치하지 않는 빈 공간을 보간(interpolation)하고, 특정 시점의 시간순으로 축적하여 3차원 영상 데이터를 재구성할 수 있다.

[0065] 본 발명의 일실시예에 따르면 감정 상태 예측부(130)는 인공지능 처리에 기반하여 뇌파 데이터에 기반한 감정 상태를 분류 및 예측하고, 분류된 감정 상태에 따라 감정을 인식할 수 있다.

[0066] 일례로, 감정 상태 예측부(130)는 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 재구성된 3차원 영상 데이터 및 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 예측할 수 있다.

[0067] 본 발명의 일실시예에 따르면 감정 상태 예측부(130)는 3차원 영상 데이터를 구성하는 2차원 행렬 데이터와 감정 레이블링 데이터에서 나타내는 제1 감정 상태 및 제2 감정 상태 중 어느 하나의 감정 상태를 매칭하여 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 학습 및 분석할 수 있다.

[0068] 예를 들어, 제1 감정 상태는 긴장, 분노, 좌절, 우울, 지루함 및 피곤 중 어느 하나를 나타낼 수 있고, 제2 감정 상태는 흥분, 기쁨, 행복, 만족, 편안 및 침착 중 어느 하나를 나타낼 수 있다.

[0069] 본 발명의 일실시예에 따르면 감정 상태 예측부(130)는 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 재구성된 3차원 영

상 데이터에 대한 특징맵을 생성한다.

[0070] 또한, 감정 상태 예측부(130)는 생성된 특징맵의 채널 수를 축소하며, 축소된 채널 수에 따른 특징맵을 연산하고, 축소된 채널 수를 확장하여 재구성된 3차원 영상 데이터에 대한 학습 및 분석 속도를 제어할 수 있다.

[0071] 예를 들어, 병목 구조의 딥러닝 모델은 3차원 콘볼루션 블록, 복수의 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록, 완전 연결(Fully Connected, FC) 블록 및 완전 연결층을 포함할 수 있다.

[0072] 병목 구조의 딥러닝 모델은 도 4를 이용하여 보충 설명한다.

[0073] 예를 들어, 병목 구조의 딥러닝 모델은 3차원으로 재구성된 뇌파 시공간 데이터인 3차원 영상 데이터로부터 뇌파 데이터와 관련된 대상자의 감정을 예측하는 병목 구조를 포함한 3D CNN(Convolution Neural Network) 모델일 수 있다.

[0074] 따라서, 본 발명은 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터 분석과 관련하여 높은 정확성과 더불어 모델을 경량화하고, 모델의 학습 및 추론도 가속할 수 있다.

[0075] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치에서 감정 상태 예측 결과를 출력하는 절차를 예시한다.

[0076] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치(200)는 데이터 전처리부(210) 및 감정 상태 예측부(220)를 통해 뇌파 데이터(201)에 대한 감정 상태(202)의 예측 결과를 분류하여 제공한다. 여기서, 뇌파 데이터(201)는 데이터 전처리를 위해 일정 시간으로 분할 또는 편집된 데이터일 수 있다.

[0077] 일례로, 데이터 전처리부(210)는 뇌파 데이터를 측정하기 위한 측정 전극의 부착 위치를 정사각형 그리드에 도식화하고, 매 시점(time point)마다 신호의 값을 매핑하고, 측정 전극이 위치하지 않는 빈 곳은 보간하여 신호의 한 시점 값을 2차원 이미지 형태로 재구성하여 2차원 행렬 데이터를 생성한다.

[0078] 또한, 데이터 전처리부(210)는 공간 해상도를 높이기 위해 2차원 행렬 데이터를 업스케일링 하여 2차원 행렬 데이터의 그리드들을 다시 시간순으로 축적하여 3차원 영상 데이터로 재구성한다.

[0079] 본 발명의 일실시예에 따르면 데이터 전처리부(210)는 RBF(Radial Basis Function) 보간법을 이용하여 측정 전극이 위치하지 않았던 빈 공간에 대한 데이터 보간을 수행하고, 쌍삼차보간법(Bicubic interpolation)을 이용하여 특정 크기로 업스케일링(upscaling)할 수 있다.

[0080] 예를 들어, 3차원 영상 데이터는 9×9 크기인 2차원 행렬 데이터가 64×64 크기로 업스케일링되고, 2차원 행렬 데이터가 1초 마다 생성되며, 128회 축적되는 경우에는 128×64×64 크기의 3차원 영상 데이터를 생성할 수 있다.

[0081] 일례로, 감정 상태 예측부(220)는 3차원 영상 데이터 재구성된 뇌파 데이터를 통해 감정을 예측하기 위해 인공지능 모델로 병목 구조의 딥러닝 모델을 사용할 수 있다.

[0082] 예를 들어, 병목 구조의 딥러닝 모델은 병목 구조의 3차원 CNN 모델일 수 있다.

[0083] 병목 구조의 딥러닝 모델은 데이터의 채널 수를 먼저 줄인 뒤 특징맵을 계산하고, 다시 채널 수를 늘리는 병목 구조를 이용하고, 이를 통해 높은 정확성과 더불어 모델 경량화 그리고, 모델의 학습 및 추론도 가속화한다.

[0084] 따라서, 본 발명은 범용성 뇌파 신호를 분석하여 감정 상태 예측에 기반한 감정 인식을 수행하고, 감정 인식이 필요한 다양한 분야에서 자유롭게 활용되는 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0086] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치의 데이터 전처리를 설명하는 도면이다.

[0087] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치의 데이터 전처리부에서 3차원 영상 데이터를 생성하는 과정에서 측정 전극의 위치를 매핑하여 2차원 행렬 데이터로 재구성한 결과와 관련하여 서로 다른 측정 장비 및 측정 전극의 수에 따른 그리드 도식화를 예시한다.

[0088] 도 3을 참고하면, 그리드 도식화 이미지(300)는 14개 채널의 측정 전극을 갖는 헤드셋을 이용하여 특정된 뇌파 데이터에 대한 2차원 행렬 데이터를 나타낼 수 있다.

[0089] 그리드 도식화 이미지(310)는 32개 채널의 측정 전극을 갖는 뇌파 측정 장비를 이용하여 특정된 뇌파 데이터에

대한 2차원 행렬 데이터를 나타낼 수 있다.

[0090] 그리드 도식화 이미지(320)는 64개 채널의 측정 전극을 갖는 뇌파 측정 장비를 이용하여 특정된 뇌파 데이터에 대한 2차원 행렬 데이터를 나타낼 수 있다.

[0091] 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치의 데이터 전처리부는 측정 장비나 측정 전극의 수에 관계없이 일정한 형태를 갖도록 3차원 영상 데이터를 재구성할 수 있다.

[0093] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치에서 이용하는 병목 구조의 딥러닝 모델을 설명하는 도면이다.

[0094] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치에서 이용하는 병목 구조의 딥러닝 모델을 예시한다.

[0095] 도 4를 참고하면, 병목 구조의 딥러닝 모델(400)은 3차원 콘볼루션 블록(401), 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(402), 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(403), 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(404), 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(405), 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(406) 및 완전 연결(Fully connected, FC) 블록(407) 및 완전 연결층(408)을 포함한다.

[0096] 3차원 콘볼루션 블록(401)은 7×3×3 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층, 3차원 맥스풀링(maxpooling) 층을 포함한다.

[0097] 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(402) 내지 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(406) 중 어느 하나의 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록은 1×1×1 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층, 7×3×3 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층, 1×1×1 크기의 커널을 이용한 3차원 콘볼루션(convolution) 연산층, 3차원 배치 노말층, ReLU 활성 함수층 및 3차원 맥스풀링(maxpooling) 층을 포함할 수 있다.

[0098] 완전 연결(Fully connected, FC) 블록(407)은 완전 연결층, ReLU 활성 함수층, 드롭아웃(dropout)층 및 완전 연결층을 포함할 수 있다.

[0099] 병목 구조의 딥러닝 모델(400)은 3차원 콘볼루션 블록(401)에서 특징맵을 형성하고, 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(402)부터 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(406)은 채널의 수를 먼저 줄이고, 콘볼루션 연산 등을 진행한 뒤 다시 채널의 수를 늘리는 병목 구조를 사용한다.

[0100] 이를 통해 병목 구조의 딥러닝 모델(400) 전체의 파라미터 수를 감소시켜 연산량을 줄일 수 있다.

[0101] 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(402) 내지 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(406)은 이전 레이어로부터 입력된 특징맵을 입력받아서 1×1×1 크기의 커널을 이용하여 채널의 수를 줄인다.

[0102] 다음으로, 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(402) 내지 3차원 병목 구조 콘볼루션 블록(406)은 채널이 축소된 특징맵을 7×3×3 크기의 커널을 이용하여 3차원 콘볼루션 연산을 한뒤 1×1×1 크기의 커널을 이용하여 채널의 수를 늘린다.

[0103] 이를 통해, 병목 구조의 딥러닝 모델(400)은 3차원 커널이 야기할 수 있는 문제점을 해결하여 높은 정확성과 더불어 모델의 경량화, 학습 및 추론 속도의 가속화를 구현할 수 있다.

[0105] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치에서 분류되는 감정 상태 및 분류 성능 평가를 설명하기 위한 도면이다.

[0106] 도 5를 참고하면, 각성(Arousal) 및 기쁨(Valence) 감정 모델(500)은 각성 및 기쁨에 따라 흥분, 기쁨, 행복, 만족, 편안, 침착, 피곤, 지루함, 우울, 좌절, 분노 및 긴장을 구분한다.

[0107] 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치에서 분류 성능 평가는 Recall, Precision, F1-score, Accuracy 네 가지 평가지표를 사용될 수 있다.

[0108] 다섯 번의 반복 학습 및 평가 결과를 앞서 기술한 네 가지 평가지표의 평균과 표준편차를 이용하여 나타낸 것으로, 이 결과를 통해 본 발명에서 제안한 방법이 높고 안정적인 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다.

[0109] 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치에서 분류 성능 평가 결과는 하기 표 1과 같이 정리할 수 있다.

표 1

[0111]

감정	Recall	Precision	F1-score	Accuracy
기쁨	0.9847	0.9743	0.9795	0.9822
각성	0.9865	0.9923	0.9894	0.9885

[0112] 종래 연구와 비교하더라도, 정확도(Accuracy)는 98.22% 및 98.85%로 종래 기술들의 정확도들보다 높다고 볼 수 있다.

[0113] 따라서, 본 발명은 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터 분석을 통해 경량화 모델의 연산 성능 제한을 해소함에 따라 VR기기, 헤드셋 등의 웨어러블 디바이스에서도 실시간으로 감정을 인식하여 콘텐츠 활용도를 높일 수 있다.

[0115] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법을 설명하는 도면이다.

[0116] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법이 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성하고, 재구성된 3차원 영상 데이터를 병목 구조의 딥러닝 모델로 분석 및 학습하여 감정 상태를 예측하는 절차를 예시한다.

[0117] 도 6을 참고하면, 단계(601)에서 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법은 뇌파 데이터 및 감정 레이블링 데이터를 수집한다.

[0118] 즉, 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법은 복수의 대상자 각각에 대하여 복수의 채널을 통해 측정된 뇌파 신호들과 관련된 뇌파 데이터 및 뇌파 데이터와 관련하여 감정 점수를 나타내는 감정 레이블링 데이터를 수집할 수 있다.

[0119] 단계(602)에서 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법은 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성한다.

[0120] 즉, 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법은 복수의 채널에 대한 측정 전극의 위치 및 측정 시간에 기반하여 수집된 뇌파 데이터를 3차원 영상 데이터로 재구성할 수 있다.

[0121] 단계(603)에서 본 발명의 일실시예에 따른 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법은 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터 및 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 감정 상태를 예측한다.

[0122] 즉, 뇌파 기반 감정 상태 예측 방법은 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 재구성된 3차원 영상 데이터 및 감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석을 통하여 뇌파 데이터에 대한 감정 상태를 제1 감정 상태 또는 제2 감정 상태로 분류하고, 분류된 감정 상태에 따라 감정을 인식할 수 있다.

[0123] 예를 들어, 제1 감정 상태는 긴장, 분노, 좌절, 우울, 지루함 및 피곤 중 어느 하나를 나타낼 수 있고, 제2 감정 상태는 흥분, 기쁨, 행복, 만족, 편안 및 침착 중 어느 하나를 나타낼 수 있다.

[0124] 따라서, 본 발명은 다중채널 뇌파 신호를 채널의 공간적 위치를 이용하여 시공간 정보를 담은 3차원 영상 데이터로 재구성하고, 병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3차원 영상 데이터에 대한 뇌파 기반 감정 상태를 예측하는 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0126] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상

의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0127] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0128] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0129] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0130] 100: 뇌파 기반 감정 상태 예측 장치

110: 데이터 수집부 120: 데이터 전처리부

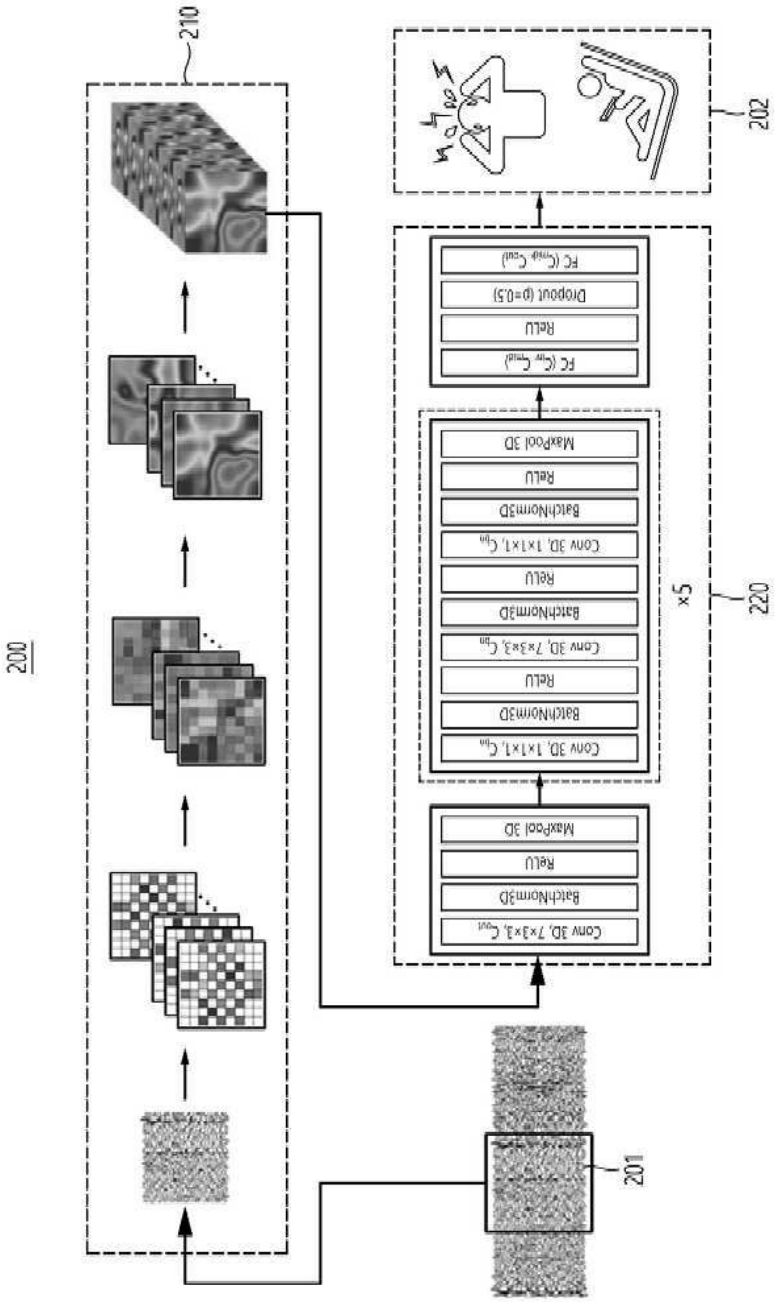
130: 감정 상태 예측부

도면

도면1



도면2


200
210
201
220
×5
202
Conv 3D, 7×3×3, C_{out}
BatchNorm3D
ReLU
MaxPool 3D
Conv 3D, 1×1×1, C_{in}
BatchNorm3D
ReLU
Conv 3D, 7×3×3, C_{in}
BatchNorm3D
ReLU
Conv 3D, 1×1×1, C_{in}
BatchNorm3D
ReLU
MaxPool 3D
FC (C_{in}, C_{out})
ReLU
Dropout (p=0.5)
FC (C_{avg}, C_{out})

도면3

300

			AF3		AF4			
F7		F3				F4		F8
	FC5						FC6	
T7								T8
P7								P8
			O1		O2			

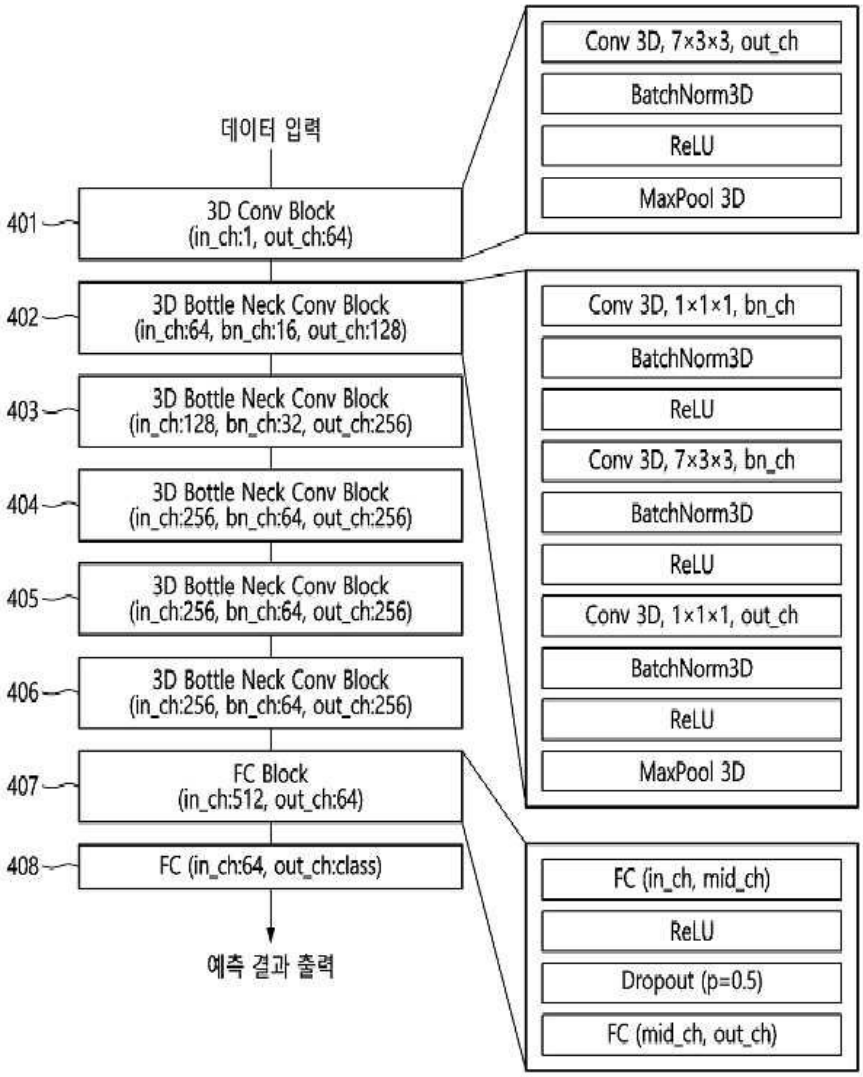
310

			Fp1		Fp2			
			AF3		AF4			
F7		F3		Fz		F4		F8
	FC5		FC1		FC2		FC6	
T7		C3		Cz		C4		T8
	CP5						CP6	
P7		P3		Pz		P4		P8
			PO3		PO4			
			O1	Oz	O2			

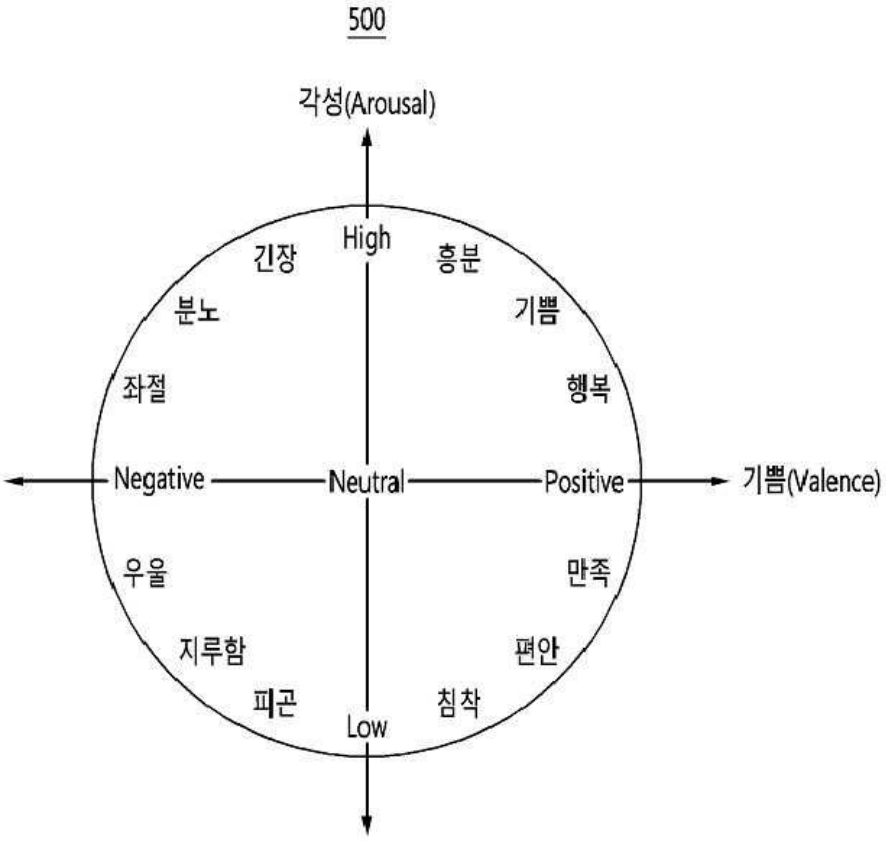
320

			Fp1	Fpz	Fp2			
			AF3		AF4			
F7	F5	F3	F1	Fz	F2	F4	F6	F8
FT1	FC5	FC3	FC1	FCz	FC2	FC4	FC6	FT8
T7	C5	C3	C1	Cz	C2	C4	C6	TF8
TP7	CP5	CP3	CP1	CPz	CP2	CP4	CP6	TP8
P7	P5	P3	P1	Pz	P2	P4	P6	P8
	PO7	PO5	PO3	POz	PO4	PO6	PO8	
		CB1	O1	Oz	O2	CB2		

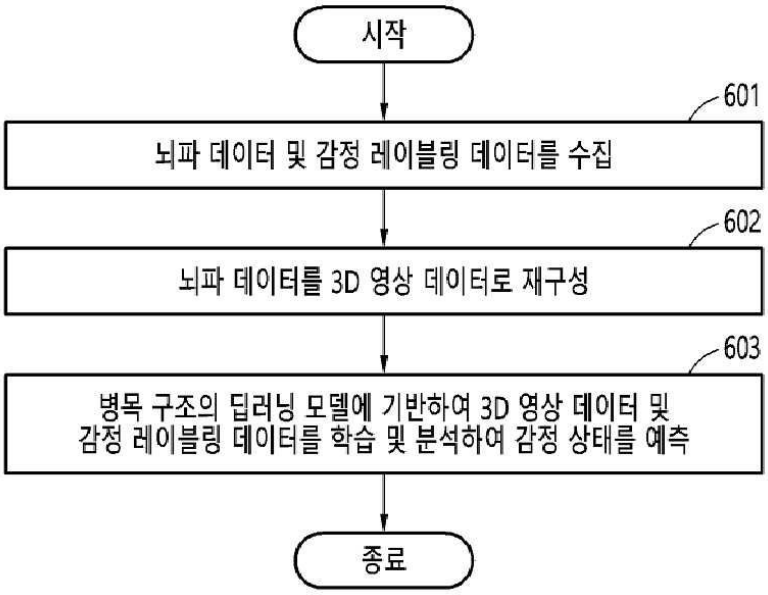
도면4


데이터 입력
401
3D Conv Block
(in_ch:1, out_ch:64)
402
3D Bottle Neck Conv Block
(in_ch:64, bn_ch:16, out_ch:128)
403
3D Bottle Neck Conv Block
(in_ch:128, bn_ch:32, out_ch:256)
404
3D Bottle Neck Conv Block
(in_ch:256, bn_ch:64, out_ch:256)
405
3D Bottle Neck Conv Block
(in_ch:256, bn_ch:64, out_ch:256)
406
3D Bottle Neck Conv Block
(in_ch:256, bn_ch:64, out_ch:256)
407
FC Block
(in_ch:512, out_ch:64)
408
FC (in_ch:64, out_ch:class)
예측 결과 출력
Conv 3D, 7×3×3, out_ch
BatchNorm3D
ReLU
MaxPool 3D
Conv 3D, 1×1×1, bn_ch
BatchNorm3D
ReLU
Conv 3D, 7×3×3, bn_ch
BatchNorm3D
ReLU
Conv 3D, 1×1×1, out_ch
BatchNorm3D
ReLU
MaxPool 3D
FC (in_ch, mid_ch)
ReLU
Dropout (p=0.5)
FC (mid_ch, out_ch)

도면5


500
각성(Arousal)
High
긴장
흥분
분노
기쁨
좌절
행복
Negative
Neutral
Positive
기쁨(Valence)
우울
만족
지루함
편안
피곤
침착
Low

도면6


시작
601
뇌파 데이터 및 감정 레이블링 데이터를 수집
602
뇌파 데이터를 3D 영상 데이터로 재구성
603
병목 구조의 딥러닝 모델에 기반하여 3D 영상 데이터 및
감정 레이블링 데이터를 학습 및 분석하여 감정 상태를 예측
종료