



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0124382
(43) 공개일자 2022년09월14일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>G06T 11/00</i> (2006.01) <i>A61B 5/00</i> (2021.01)
 <i>A61B 5/372</i> (2021.01) <i>A61B 5/378</i> (2021.01)
 <i>G06F 3/01</i> (2006.01) <i>G06K 9/00</i> (2022.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>G06T 11/00</i> (2013.01)
 <i>A61B 5/372</i> (2022.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2021-0027903
 (22) 출원일자 2021년03월03일
 심사청구일자 2021년03월03일</p> | <p>(71) 출원인
 고려대학교 산학협력단
 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)</p> <p>(72) 발명자
 정승원
 서울특별시 서초구 서초대로65길 13-10, 113동 1603호(서초동, 서초래미안아파트)</p> <p>김동욱
 경기도 용인시 기흥구 구갈로28번길 21-11, 102동 705호(구갈동, 한양아파트)</p> <p>(74) 대리인
 송인호, 윤형근, 최관락</p> |
|--|---|

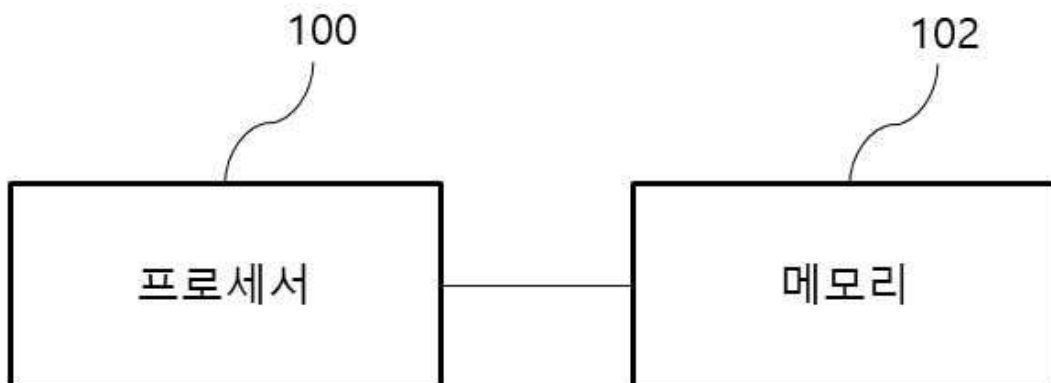
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **뇌파 신호를 이용한 얼굴 영상 생성 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명은 뇌파 신호를 이용한 얼굴 영상 생성 방법 및 장치를 개시한다. 본 발명에 따르면, 프로세서; 및 상기 프로세서를 포함하는 메모리를 포함하되, 상기 메모리는, 사용자의 제1 뇌파 신호를 검출하고, 상기 제1 뇌파 신호를 입력으로 하여 제1 잠재 벡터를 출력하고, 상기 제1 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 생성하고, 상기 얼굴 영상을 확인한 사용자의 제2 뇌파 신호를 입력으로 하여 제2 잠재 벡터를 출력하고, 상기 제2 뇌파 신호에 포함되는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 이용하여 상기 제2 잠재 벡터를 제3 잠재 벡터로 변경하고, 상기 제3 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 재생성하도록, 상기 프로세서에 의해 실행되는 프로그램 명령어들을 저장하는 얼굴 영상 생성 장치가 제공된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/378 (2021.01)

A61B 5/72 (2013.01)

G06F 3/013 (2013.01)

G06F 3/015 (2013.01)

G06V 40/16 (2022.01)

G06T 2207/30201 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

뇌파 신호를 이용한 영상 생성 장치로서,
프로세서; 및
상기 프로세서를 포함하는 메모리를 포함하되,
상기 메모리는,
사용자의 제1 뇌파 신호를 검출하고,
상기 제1 뇌파 신호를 입력으로 하여 제1 잠재 벡터를 출력하고,
상기 제1 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 생성하고,
상기 얼굴 영상을 확인한 사용자의 제2 뇌파 신호를 입력으로 하여 제2 잠재 벡터를 출력하고,
상기 제2 뇌파 신호에 포함되는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 이용하여 상기 제2 잠재 벡터를 제3 잠재 벡터로 변경하고,
상기 제3 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 재생성하도록,
상기 프로세서에 의해 실행되는 프로그램 명령어들을 저장하는 얼굴 영상 생성 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 제2 뇌파 신호는 사용자의 시선 추적에 의해 선택된 부위에 상응하는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 포함하는 얼굴 영상 생성 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제2 뇌파 신호는 복수의 얼굴 속성 중 하나에 상응하는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 포함하는 얼굴 영상 생성 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 복수의 얼굴 속성은 눈, 코, 입, 머리카락, 눈썹, 턱, 피부색, 나이, 얼굴형 및 감정을 포함하는 얼굴 영상 생성 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 프로그램 명령어들은,
상기 복수의 얼굴 속성 중 하나의 선택을 위한 인터페이스를 출력하고,
상기 인터페이스를 통해 상기 복수의 얼굴 속성 중 하나의 선택 정보를 입력 받는 얼굴 영상 생성 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 얼굴 영상 재생성은 미리 설정된 순서에 따른 얼굴 속성 순으로 수행되는 얼굴 영상 생성 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 얼굴 영상 재생성은 미리 설정된 조건을 만족할 때까지 반복 수행되는 얼굴 영상 생성 장치.

청구항 8

뇌파 신호를 이용한 영상 생성 장치로서,

사용자의 뇌파 신호를 검출하는 뇌파 신호 검출부;

상기 뇌파 신호를 입력으로 하여 잠재 벡터를 출력하는 잠재 벡터 출력부;

잠재 벡터를 입력으로 하여 얼굴 영상을 생성하는 신경망 기반의 생성기; 및

상기 뇌파 신호에 포함된 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 이용하여 상기 잠재 벡터를 변경하는 잠재 벡터 변경부를 포함하되,

상기 잠재 벡터 변경부는 상기 얼굴 영상을 확인한 사용자의 뇌파 신호의 긍정 뇌파를 증가시키는 방향으로 상기 잠재 벡터 출력부가 출력하는 잠재 벡터를 변경하고,

상기 생성기는 상기 잠재 벡터 변경부에 의해 변경된 잠재 벡터를 입력으로 하여 얼굴 영상을 재생성하는 얼굴 영상 생성 장치.

청구항 9

프로세서 및 메모리를 포함하는 장치에서 얼굴 영상을 생성하는 방법으로서,

사용자의 제1 뇌파 신호를 검출하는 단계;

상기 제1 뇌파 신호를 입력으로 하여 제1 잠재 벡터를 출력하는 단계;

상기 제1 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 생성하는 단계;

상기 얼굴 영상을 확인한 사용자의 제2 뇌파 신호를 입력으로 하여 제2 잠재 벡터를 출력하는 단계;

상기 제2 뇌파 신호에 포함되는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 이용하여 상기 제2 잠재 벡터를 제3 잠재 벡터로 변경하는 단계; 및

상기 제3 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 재생성하는 단계를 포함하는 얼굴 영상 생성 방법.

청구항 10

제9항에 따른 방법을 수행하는 컴퓨터 판독 가능한 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 뇌파 신호를 이용한 얼굴 영상 생성 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 인간이 특정한 장면을 보거나 상상할 때 발생하는 뇌파 신호를 영상으로 재현하는 기술로서, EEG 센서로 측정된 뇌파 신호에서 신호의 특징을 추출 및 변환하여 딥러닝 영상 생성 네트워크의 입력으로 사용하여 사용자가 바라보고 있거나 상상하고 있는 얼굴 영상을 생성하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인간이 특정한 장면을 보거나 상상할 때 발생하는 뇌파 신호를 영상으로 재현하는 기술에 대한 연구가 최근 주목을 받고 있다.

- [0003] fMRI 영상을 이용한 연구가 주로 수행되고 있으나 장비의 접근성 및 활용도가 떨어진다. EEG 기반 뇌파 신호를 이용한 연구가 일부 수행된 바 있으나 기술의 가능성을 보여주는 수준에 그치는 상황이다.
- [0004] 선행문헌 [1]은 fMRI 신호를 디코딩하여 딥러닝 네트워크의 입력으로 사용하여 사용자가 바라보는 영상을 생성하는 연구이다. 고해상도 fMRI 영상을 사용하므로 재현된 영상의 공간 해상도가 높은 편이다. 그러나 fMRI의 시간 해상도가 낮으므로 시시각각 변하는 뇌파 신호를 활용하기에 어려움이 있다.
- [0005] 선행문헌 [2]는 EEG 기반 뇌파 신호에서 특징을 추출 및 변환하여 딥러닝 네트워크의 입력으로 사용하여 사용자가 바라보는 영상을 생성하는 연구이다. 뇌파 신호를 사용하므로 활용도가 높고 높은 시간 해상도의 뇌파 신호를 활용할 수 있다. 반면 생성 영상의 공간 해상도가 매우 떨어지는 경향이 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0006] (비특허문헌 0001) 선행문헌 [1] Deep image reconstruction from human brain activity, PLOS Computational Biology, 2019
- (비특허문헌 0002) 선행문헌 [2] Natural image reconstruction from brain waves: a novel visual BCI system with native feedback, BioRxiv 2019)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명은 고화질의 얼굴 영상을 재현할 수 있는 뇌파 신호를 이용한 얼굴 영상 생성 방법 및 장치를 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 프로세서; 및 상기 프로세서를 포함하는 메모리를 포함하되, 상기 메모리는, 사용자의 제1 뇌파 신호를 검출하고, 상기 제1 뇌파 신호를 입력으로 하여 제1 잠재 벡터를 출력하고, 상기 제1 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 생성하고, 상기 얼굴 영상을 확인한 사용자의 제2 뇌파 신호를 입력으로 하여 제2 잠재 벡터를 출력하고, 상기 제2 뇌파 신호에 포함되는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 이용하여 상기 제2 잠재 벡터를 제3 잠재 벡터로 변경하고, 상기 제3 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 재생성하도록, 상기 프로세서에 의해 실행되는 프로그램 명령어들을 저장하는 얼굴 영상 생성 장치가 제공된다.
- [0009] 상기 제2 뇌파 신호는 사용자의 시선 추적에 의해 선택된 부위에 상응하는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 제2 뇌파 신호는 복수의 얼굴 속성 중 하나에 상응하는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 복수의 얼굴 속성은 눈, 코, 입, 머리카락, 눈썹, 턱, 피부색, 나이, 얼굴형 및 감정을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 프로그램 명령어들은, 상기 복수의 얼굴 속성 중 하나의 선택을 위한 인터페이스를 출력하고, 상기 인터페이스를 통해 상기 복수의 얼굴 속성 중 하나의 선택 정보를 입력 받을 수 있다.
- [0013] 상기 얼굴 영상 재생성은 미리 설정된 순서에 따른 얼굴 속성 순으로 수행될 수 있다.
- [0014] 상기 얼굴 영상 재생성은 미리 설정된 조건을 만족할 때까지 반복 수행될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 뇌파 신호를 이용한 영상 생성 장치로서, 사용자의 뇌파 신호를 검출하는 뇌파 신호 검출부; 상기 뇌파 신호를 입력으로 하여 잠재 벡터를 출력하는 잠재 벡터 출력부; 잠재 벡터를 입력으로 하여 얼굴 영상을 생성하는 신경망 기반의 생성기; 및 상기 뇌파 신호에 포함된 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 이용하여 상기 잠재 벡터를 변경하는 잠재 벡터 변경부를 포함하되, 상기 잠재 벡터 변경부는 상기 얼굴 영상을 확인한 사용자의 뇌파 신호의 긍정 뇌파를 증가시키는 방향으로 상기 잠재 벡터 출력부가 출력하는 잠재 벡터를 변경하고, 상기 생성기는 상기 잠재 벡터 변경부에 의해 변경된 잠재 벡터를 입력으로 하여 얼굴 영상을 재생성

하는 얼굴 영상 생성 장치가 제공된다.

[0016] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 프로세서 및 메모리를 포함하는 장치에서 얼굴 영상을 생성하는 방법으로서, 사용자의 제1 뇌파 신호를 검출하는 단계; 상기 제1 뇌파 신호를 입력으로 하여 제1 잠재 벡터를 출력하는 단계; 상기 제1 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 생성하는 단계; 상기 얼굴 영상을 확인한 사용자의 제2 뇌파 신호를 입력으로 하여 제2 잠재 벡터를 출력하는 단계; 상기 제2 뇌파 신호에 포함되는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 이용하여 상기 제2 잠재 벡터를 제3 잠재 벡터로 변경하는 단계; 및 상기 제3 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 재생성하는 단계를 포함하는 얼굴 영상 생성 방법이 제공된다.

[0017] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기한 방법을 수행하는 컴퓨터 판독 가능한 프로그램이 제공된다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따르면, 사용자의 뇌파 신호를 인터랙티브하게 사용하여 뇌파의 정보 좀 더 풍부하게 수집하고, 풍부한 뇌파의 정보를 이용하여 사용자가 바라보거나 생각하고 있는 영상을 좀 더 정확하게 생성(디코딩)할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 얼굴 영상 생성 장치의 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 GAN의 구성을 도시한 도면이다.

도 3은 본 실시예에 따른 잠재 벡터 출력부의 학습 과정을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 얼굴 영상 재생성 과정을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[0021] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조 부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0022] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 얼굴 영상 생성 장치의 구성을 도시한 도면이다.

[0023] 본 실시예에 따른 얼굴 영상 생성 장치는 프로세서(100) 및 메모리(102)를 포함할 수 있다.

[0024] 여기서, 프로세서(100)는 컴퓨터 프로그램을 실행할 수 있는 CPU(central processing unit)나 그밖에 가상 머신 등을 포함할 수 있다.

[0025] 메모리(102)는 고정식 하드 드라이브나 착탈식 저장 장치와 같은 불휘발성 저장 장치를 포함할 수 있다. 착탈식 저장 장치는 콤팩트 플래시 유닛, USB 메모리 스틱 등을 포함할 수 있다. 메모리(102)는 각종 랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리도 포함할 수 있다.

[0026] 메모리(102)에는 프로세서(100)에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들이 저장된다.

[0027] 본 실시예에 따른 프로그램 명령어들은, 사용자의 제1 뇌파 신호를 검출하고, 상기 제1 뇌파 신호를 입력으로 하여 제1 잠재 벡터를 출력하고, 상기 제1 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 생성하고, 상기 얼굴 영상을 확인한 사용자의 제2 뇌파 신호를 입력으로 하여 제2 잠재 벡터를 출력하고, 상기 제2 뇌파 신호에 포함되는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 이용하여 상기 제2 잠재 벡터를 제3 잠재 벡터로 변경하고, 상기 제3 잠재 벡터를 신경망 기반의 생성기에 입력하여 얼굴 영상을 재생성한다.

[0028] 본 실시예에 따르면, 신경망, 특히 적대적 생성 신경망(Generative Adversarial Network: GAN) 기반 생성기를 이용하여 얼굴 영상을 점진적으로 수정한다.

[0029] 도 2는 GAN의 구성을 도시한 도면이다.

[0030] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 GAN은 생성기(200) 및 판별기(202)를 포함할 수 있다.

- [0031] 생성기(200)는 잠재 벡터(Latent(z))를 입력으로 하여 가상의 얼굴 영상을 생성한다.
- [0032] 판별기(202)는 실제 얼굴 영상과 가상의 얼굴 영상을 입력으로 하여 참과 거짓을 판별한다.
- [0033] 생성기(200)는 판별기(202)의 판별에 따라 실제 얼굴 영상과 유사한 가상의 얼굴 영상을 생성하도록 학습되며, 판별기(202) 역시 실제 얼굴 영상과 가상의 얼굴 영상을 잘 구별할 수 있도록 학습된다.
- [0034] 본 실시예에 따르면, 사용자의 뇌파 신호에 기초하여 얼굴 영상을 생성하기 때문에 뇌파 신호를 잠재 벡터로 출력하는 잠재 벡터 출력부가 제공된다.
- [0035] 도 3은 본 실시예에 따른 잠재 벡터 출력부의 학습 과정을 나타낸 도면이다.
- [0036] 도 3을 참조하면, 뇌파 신호 검출부(300)는 생성기(200)가 생성한 얼굴 영상을 확인하는 사용자의 뇌파 신호를 검출한다.
- [0037] 여기서, 뇌파 신호 검출부(300)는 사용자의 머리에 장착되는 EEG 센서일 수 있다.
- [0038] EEG 센서에 의해 검출된 뇌파 신호가 잠재 벡터 출력부(302)로 입력된다.
- [0039] 잠재 벡터 출력부(302)는 뇌파 신호를 입력으로 하여 잠재 벡터를 출력하며, 잠재 벡터 출력부(302)는 자신이 출력하는 잠재 벡터와 생성기(200)로 입력되는 잠재 벡터의 손실함수가 최소가 되는 방향으로 학습된다.
- [0040] 잠재 벡터 출력부(302)의 학습이 완료된 이후, 얼굴 영상의 점진적 수정(재생성) 과정이 수행된다.
- [0041] 본 실시예에 따르면, 얼굴 영상의 재생성 과정은 복수의 얼굴 속성에 대해 순차적으로 수행될 수 있다.
- [0042] 여기서, 복수의 얼굴 속성은 눈, 코, 입, 머리카락, 눈썹, 턱, 피부색, 나이, 얼굴형 및 감정을 포함할 수 있다.
- [0043] 복수의 얼굴 속성 중 하나의 선택은 사용자의 시선 추적 또는 복수의 얼굴 속성 중 하나의 선택을 위한 인터페이스를 통해 이루어질 수 있다.
- [0044] 이에 한정됨이 없이 미리 설정된 순서를 사용자에게 알려주고 해당 얼굴 속성을 중심으로 순차적으로 얼굴 영상 재생성이 수행될 수도 있다.
- [0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 얼굴 영상 재생성 과정을 나타낸 도면이다.
- [0046] 도 4는 시선 추적으로 통해 얼굴 영상 중 눈이 선택된 경우의 얼굴 영상 재생성 과정을 나타낸 것이다.
- [0047] 도 4를 참조하면, 뇌파 신호 검출부(300)는 사용자의 제1 뇌파 신호를 검출하고, 잠재 벡터 출력부(302)는 검출된 제1 뇌파 신호를 제1 잠재 벡터로 출력한다.
- [0048] 생성기(200)는 제1 잠재 벡터를 입력으로 하여 사용자가 상상하는 얼굴 영상을 생성한다.
- [0049] 이후, 연속적으로 얼굴 영상의 점진적인 수정 과정이 수행된다.
- [0050] 사용자는 디스플레이부를 통해 생성기(200)가 생성한 얼굴 영상을 확인하며, 뇌파 신호 검출부(300)는 현재 디스플레이되는 얼굴 영상을 확인한 사용자의 제2 뇌파 신호를 검출한다.
- [0051] 여기서, 초기에 사용자가 상상한 얼굴인지 여부에 따라 제2 뇌파 신호는 제1 뇌파 신호와 다른 정보를 포함할 수 있다.
- [0052] 보다 상세하게는, 사용자는 복수의 얼굴 속성 중 눈에 대해 사용자가 초기에 상상한 눈의 모양과 생성기(200)를 통해 생성된 눈의 모양을 비교하여 긍정 또는 부정 뇌파를 생성할 수 있다.
- [0053] 잠재 벡터 출력부(302)는 긍정 뇌파 및 부정 뇌파를 포함하는 제2 뇌파 신호를 입력으로 하여 제2 잠재 벡터로 출력한다.
- [0054] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 얼굴 영상 재생성을 위해 잠재 벡터 출력부(302)가 출력하는 잠재 벡터를 긍정 뇌파 및 부정 뇌파에 따라 변경하는 잠재 벡터 변경부(400)가 제공된다.
- [0055] 잠재 벡터 변경부(400)는 현재 선택된 얼굴 속성을 원하는 방향으로 변경하기 위해, 제2 잠재 벡터를 제3 잠재 벡터로 변경한다.
- [0056] 본 실시예에 따른 잠재 벡터 변경부(400)는 긍정 뇌파를 보상 (reward)으로 갖는 강화학습의 policy network로

설계되어 이전 잠재 벡터를 긍정 뇌파가 발생하여 보상이 최대가 되는 방향으로 변경시키도록 학습되어 점진적으로 사용자가 상상에 가까운 얼굴 영상을 만들어 낼 수 있도록 한다.

[0057] 이후 생성기(200)는 latent space walk 기법을 이용하여 고화질의 얼굴 영상을 빠르게 재생성한다.

[0058] 본 실시예에 따른 얼굴 영상 재생성은 미리 설정된 조건을 만족할 때까지 반복 수행된다.

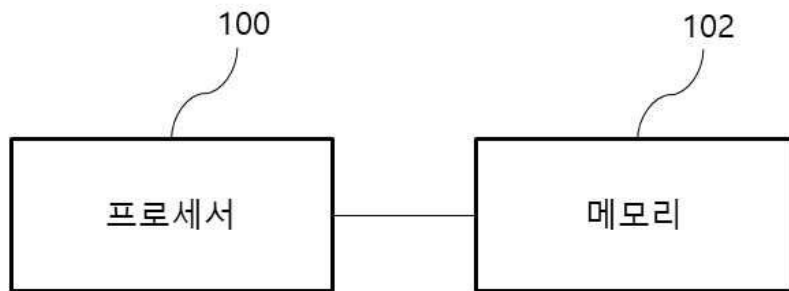
[0059] 예를 들어, 더 이상 긍정 뇌파가 발생하지 않거나, 미리 설정된 시간 또는 반복 횟수를 만족하는 경우에 종료될 수 있다.

[0060] 또는 사용자의 시선 변화가 더 이상 없거나, 미리 설정된 순서에 따라 모든 얼굴 속성에 대한 재생성이 완료되는 경우에 종료될 수 있다.

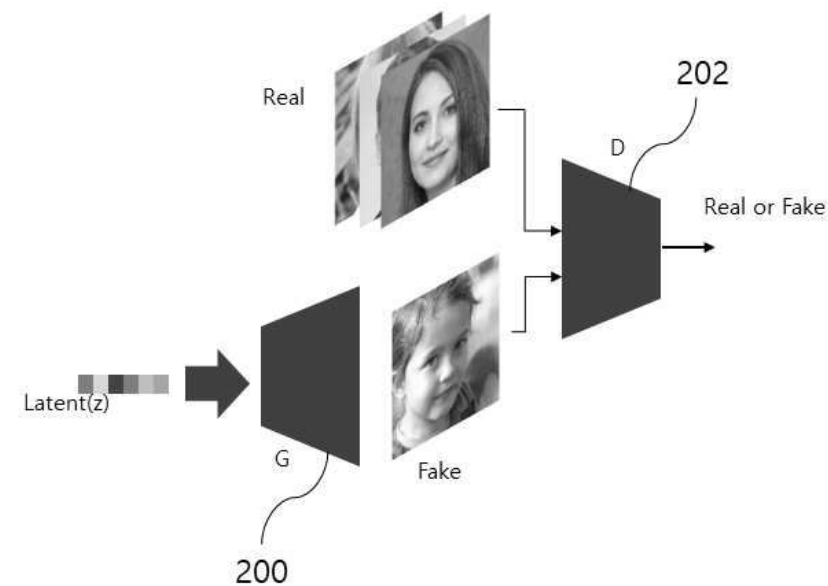
[0061] 상기한 본 발명의 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대한 통상의 지식을 가지는 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경, 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 하기의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

도면

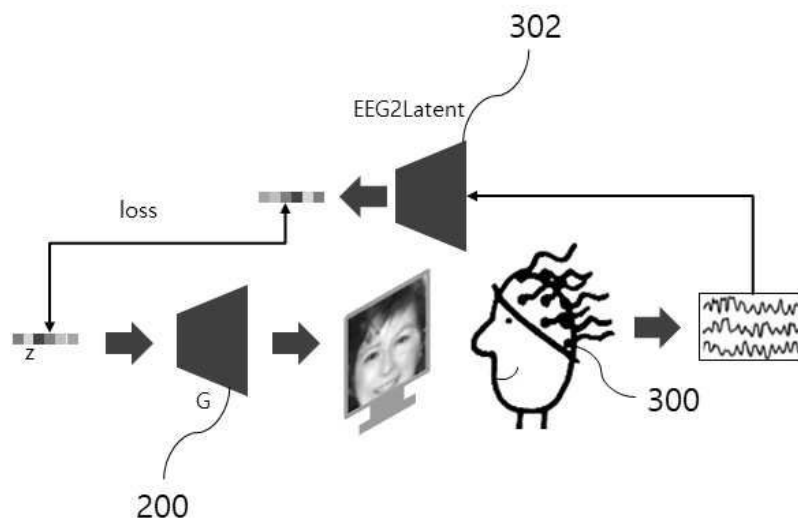
도면1



도면2



도면3



도면4

