



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월09일
(11) 등록번호 10-2705532
(24) 등록일자 2024년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 10/74 (2022.01) G06N 3/08 (2023.01)
G06V 10/44 (2022.01) G06V 20/64 (2022.01)
G06V 40/16 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06V 10/761 (2023.08)
G06N 3/08 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2021-0169092
(22) 출원일자 2021년11월30일
심사청구일자 2021년11월30일
(65) 공개번호 10-2023-0081227
(43) 공개일자 2023년06월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020200019296 A*
KR1020210114511 A*
KR101817753 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
이상훈
서울특별시 영등포구 신풍로 77, 103동 2201호(신길동, 래미안에스티움)
강지우
서울특별시 서대문구 연희로8길 31(연희동)
이성민
서울특별시 서대문구 신촌로3나길 2, 201호(창천동)
(74) 대리인
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 9 항

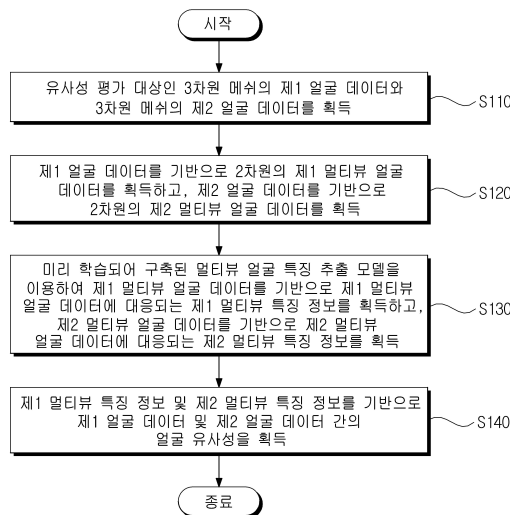
심사관 : 정수진

(54) 발명의 명칭 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법 및 장치는, 3차원 메쉬(mesh) 얼굴 데이터를 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터로 프로젝션하고, 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 얼굴 유사성을 평가함으로써, 별도의 정합(registration) 과정이 없어도 3차원 메쉬 얼굴 간의 유사성을 측정할 수 있다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

G06V 10/454 (2023.08)

G06V 20/64 (2023.08)

G06V 40/169 (2022.01)

G06V 40/171 (2022.01)

G06V 2201/12 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711148587
과제번호	2020R1A2C3011697
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	시각적 인지연구 기반 시공간 도메인 확장 최적화 기술 연구(2/5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

유사성 평가 대상인 3차원 메쉬(mesh)의 제1 얼굴 데이터와 3차원 메쉬의 제2 얼굴 데이터를 획득하는 제1 단계;

상기 제1 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고, 상기 제2 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하는 제2 단계;

미리 학습되어 구축된 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고, 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득하는 제3 단계; 및

상기 제1 멀티뷰 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 특징 정보를 기반으로 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 유사성을 획득하는 제4 단계;

를 포함하고,

상기 제2 단계는,

상기 제1 얼굴 데이터를 기반으로 심도 맵(depth map)과 노말 맵(normal map)으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 서로 다른 시점을 가지는 복수개의 뷰별로 획득하여 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고,

상기 제2 얼굴 데이터를 기반으로 상기 심도 맵과 상기 노말 맵으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 상기 복수개의 뷰별로 획득하여 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하는 것으로 이루어지며,

상기 제3 단계는,

상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 마지막 레이어(layer)를 통해 상기 복수개의 뷰별로 아이덴티티 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 중간(intermediate) 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 기하학적 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 상기 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고,

상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 상기 마지막 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 상기 아이덴티티 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 상기 중간 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 상기 기하학적 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 상기 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득하는 것으로 이루어지는,

멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에서,

상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델은,

상기 복수개의 뷰별 2차원의 얼굴 데이터를 입력으로 하고, 입력되는 상기 복수개의 뷰별 2차원의 얼굴 데이터에 대응되는 상기 복수개의 뷰별 특징을 출력으로 하는, 복수개의 레이어를 포함하는 DCNN(deep convolutional neural network) 기반 모델인,

멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법.

청구항 5

제4항에서,

상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델은,

복수개의 3차원 메쉬 얼굴 데이터를 포함하는 학습 데이터를 이용하여, 거리 메트릭 학습(distance metric learning)을 기반으로 동일한 뷰에 대하여 동일한 사람의 얼굴과는 거리가 가까워지고 다른 사람의 얼굴과는 거리가 멀어지도록 학습되는,

멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법.

청구항 6

제5항에서,

상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델은,

상기 학습 데이터를 이용하여, 뷰 간에 중복되는 영역에서는 동일한 특징이 인코딩되도록 학습되는,

멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법.

청구항 7

제1항에서,

상기 제4 단계는,

상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 기반으로 상기 복수개의 뷰별로 미리 설정된 뷰별 가중치를 이용하여, 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 아이덴티티 유사도를 획득하고,

상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 기반으로 상기 뷰별 가중치를 이용하여, 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 기하학적 유사도를 획득하며,

상기 얼굴 아이덴티티 유사도 및 상기 얼굴 기하학적 유사도를 기반으로 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 상기 얼굴 유사성을 획득하는 것으로 이루어지는,

멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법.

청구항 8

제7항에서,

상기 제4 단계는,

L2 거리를 이용하여 상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 기반으로 상기 얼굴 아이덴티티 유사도를 획득하고,

ID-MRF(implicit diversified markov random field) 거리를 이용하여 상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 기반으로 상기 얼굴 기하학적 유사도를 획득하는 것으로 이루어지는,

멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법.

청구항 9

제1항, 제4항 내지 제8항 중 어느 한 항에 기재된 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 10

멀티뷰 심층 표현을 사용하여 3차원 얼굴의 유사성을 평가하는 3차원 얼굴 유사성 평가 장치로서,
 멀티뷰 심층 표현을 사용하여 3차원 얼굴의 유사성을 평가하기 위한 하나 이상의 프로그램을 저장하는 메모리;
 및
 상기 메모리에 저장된 상기 하나 이상의 프로그램에 따라 멀티뷰 심층 표현을 사용하여 3차원 얼굴의 유사성을 평가하기 위한 동작을 수행하는 하나 이상의 프로세서;
 를 포함하며,
 상기 프로세서는,
 유사성 평가 대상인 3차원 메쉬(mesh)의 제1 얼굴 데이터와 3차원 메쉬의 제2 얼굴 데이터를 획득하며,
 상기 제1 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고, 상기 제2 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하며,
 미리 학습되어 구축된 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고, 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득하며,
 상기 제1 멀티뷰 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 특징 정보를 기반으로 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 유사성을 획득하고,
 상기 프로세서는,
 상기 제1 얼굴 데이터를 기반으로 심도 맵(depth map)과 노말 맵(normal map)으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 서로 다른 시점을 가지는 복수개의 뷰별로 획득하여 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고,
 상기 제2 얼굴 데이터를 기반으로 상기 심도 맵과 상기 노말 맵으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 상기 복수개의 뷰별로 획득하여 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하며,
 상기 프로세서는,
 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 마지막 레이어(layer)를 통해 상기 복수개의 뷰별로 아이덴티티 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 중간(intermediate) 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 기하학적 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 상기 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고,
 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 상기 마지막 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 상기 아이덴티티 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 상기 중간 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 상기 기하학적 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 상기 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득하는,
 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제10항에서,
 상기 프로세서는,

상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 기반으로 상기 복수개의 뷰 별로 미리 설정된 뷰별 가중치를 이용하여, 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 아이덴티티 유사도를 획득하고,

상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 기반으로 상기 뷰별 가중치를 이용하여, 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 기하학적 유사도를 획득하며,

상기 얼굴 아이덴티티 유사도 및 상기 얼굴 기하학적 유사도를 기반으로 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 상기 얼굴 유사성을 획득하는,

멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 3차원 얼굴의 유사성을 평가하는, 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도 1은 3차원 메쉬(mesh)를 설명하기 위한 도면이고, 도 2는 종래의 3차원 얼굴 비교 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0003] 도 1을 참조하면, 3차원 표현 중 가장 널리 쓰이는 메쉬는 꼭지점인 버텍스(vertex)와 그들의 연결인 트라이앵글(triangle)로 이루어진다. 메쉬의 가장 큰 단점은 그 구조(topology)가 정규화되어 있지 않다는 점이다. 예컨대, 메쉬마다 버텍스의 개수와 트라이앵글의 개수가 달라질 수 있다. 이에 따라, 2개의 메쉬를 비교하기 위해서는 한 메쉬의 버텍스가 다른 메쉬의 어떤 버텍스와 대응되는지 알아야 하기 때문에, 2개의 메쉬를 비교하려면 2개의 메쉬의 구조를 서로 맞추어주는 전처리 작업이 필요하다.

[0004] 도 2를 참조하면, 3차원 메쉬 얼굴 간의 구조가 서로 상이하기 때문에, 종래의 3차원 얼굴 비교 방법들은 직접 비교하는 것이 불가능하다. 이에 따라, 종래의 3차원 얼굴 비교 방법들은 2개의 3차원 메쉬 얼굴을 비교하기 위해 서로의 구조를 일치시켜주는 정합(registration) 과정이 필수적으로 수행되어야 한다. 정합 과정은 일반적으로 템플릿 메쉬(template mesh)를 이용하거나, 얼굴의 로컬한 특징점(눈, 코, 입 등)을 이용하여 수행된다. 템플릿 메쉬는 여러 사람의 얼굴 데이터를 가지고 임의의 사람 얼굴을 개략적으로 맞추는 것이기 때문에, 템플릿 메쉬에서는 얼굴의 디테일한 부분까지 표현되기 어렵다. 따라서, 템플릿 메쉬를 이용한 방법은 얼굴의 고주파(high frequency) 특징을 이용하지 못하는 문제가 있다. 얼굴의 로컬한 특징점을 이용하는 방법은 전체 메쉬에서 특정 스파스(sparse)한 부분만 사용하기 때문에 전체 얼굴의 특징을 반영하지 못하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 목적은, 3차원 메쉬(mesh) 얼굴 데이터를 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터로 프로젝션하고, 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 얼굴 유사성을 평가하는, 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

[0006] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법은, 유사성 평가 대상인 3차원 메쉬(mesh)의 제1 얼굴 데이터와 3차원 메쉬의 제2 얼굴 데이터를 획득하는 제1 단계; 상기 제1 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고, 상기 제2 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하는 제2 단계; 미리 학습되어 구축된 멀티뷰 얼굴

특징 추출 모델을 이용하여, 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고, 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득하는 제3 단계; 및 상기 제1 멀티뷰 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 특징 정보를 기반으로 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 유사성을 획득하는 제4 단계;를 포함한다.

[0008] 여기서, 상기 제2 단계는, 상기 제1 얼굴 데이터를 기반으로 심도 맵(depth map)과 노말 맵(normal map)으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 서로 다른 시점을 가지는 복수개의 뷰별로 획득하여 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고, 상기 제2 얼굴 데이터를 기반으로 상기 심도 맵과 상기 노말 맵으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 상기 복수개의 뷰별로 획득하여 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하는 것으로 이루어질 수 있다.

[0009] 여기서, 상기 제3 단계는, 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 마지막 레이어(layer)를 통해 상기 복수개의 뷰별로 아이덴티티 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 중간(intermediate) 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 기하학적 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 상기 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고, 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 상기 마지막 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 상기 아이덴티티 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 상기 중간 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 상기 기하학적 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 상기 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득하는 것으로 이루어질 수 있다.

[0010] 여기서, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델은, 상기 복수개의 뷰별 2차원의 얼굴 데이터를 입력으로 하고, 입력되는 상기 복수개의 뷰별 2차원의 얼굴 데이터에 대응되는 상기 복수개의 뷰별 특징을 출력으로 하는, 복수개의 레이어를 포함하는 DCNN(deep convolutional neural network) 기반 모델일 수 있다.

[0011] 여기서, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델은, 복수개의 3차원 메쉬 얼굴 데이터를 포함하는 학습 데이터를 이용하여, 거리 메트릭 학습(distance metric learning)을 기반으로 동일한 뷰에 대하여 동일한 사람의 얼굴과는 거리가 가까워지고 다른 사람의 얼굴과는 거리가 멀어지도록 학습될 수 있다.

[0012] 여기서, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델은, 상기 학습 데이터를 이용하여, 뷰 간에 중복되는 영역에서는 동일한 특징이 인코딩되도록 학습될 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 제4 단계는, 상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 기반으로 상기 복수개의 뷰별로 미리 설정된 뷰별 가중치를 이용하여, 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 아이덴티티 유사도를 획득하고, 상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 기반으로 상기 뷰별 가중치를 이용하여, 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 기하학적 유사도를 획득하며, 상기 얼굴 아이덴티티 유사도 및 상기 얼굴 기하학적 유사도를 기반으로 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 상기 얼굴 유사성을 획득하는 것으로 이루어질 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 제4 단계는, L2 거리를 이용하여 상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 기반으로 상기 얼굴 아이덴티티 유사도를 획득하고, ID-MRF(implicit diversified markov random field) 거리를 이용하여 상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 기반으로 상기 얼굴 기하학적 유사도를 획득하는 것으로 이루어질 수 있다.

[0016] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 저장되어 상기한 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법 중 어느 하나를 컴퓨터에서 실행시킨다.

[0018] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 장치는, 멀티뷰 심층 표현을 사용하여 3차원 얼굴의 유사성을 평가하는 3차원 얼굴 유사성 평가 장치로서, 멀티뷰 심층 표현을 사용하여 3차원 얼굴의 유사성을 평가하기 위한 하나 이상의 프로그램을 저장하는 메모리; 및 상기 메모리에 저장된 상기 하나 이상의 프로그램에 따라 멀티뷰 심층 표현을 사용하여 3차원 얼굴의 유사성을 평가하기 위한 동작을 수행하는 하나 이상의 프로세서;를 포함하며, 상기 프로세서는, 유사성 평가 대상인 3차원 메쉬(mesh)의 제1 얼굴 데이터와 3차원 메쉬의 제2 얼굴 데이터를 획득하며, 상기 제1 얼굴 데이터를 기반

으로 2차원의 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고, 상기 제2 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하며, 미리 학습되어 구축된 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고, 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득하며, 상기 제1 멀티뷰 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 특징 정보를 기반으로 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 유사성을 획득할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 프로세서는, 상기 제1 얼굴 데이터를 기반으로 심도 맵(depth map)과 노말 맵(normal map)으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 서로 다른 시점을 가지는 복수개의 뷰별로 획득하여 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고, 상기 제2 얼굴 데이터를 기반으로 상기 심도 맵과 상기 노말 맵으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 상기 복수개의 뷰별로 획득하여 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득할 수 있다.

[0020] 여기서, 상기 프로세서는, 상기 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 마지막 레이어(layer)를 통해 상기 복수개의 뷰별로 아이덴티티 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 중간(intermediate) 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 기하학적 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 상기 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고, 상기 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 상기 마지막 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 상기 아이덴티티 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 상기 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 상기 중간 레이어를 통해 상기 복수개의 뷰별로 상기 기하학적 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 상기 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득할 수 있다.

[0021] 여기서, 상기 프로세서는, 상기 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 기반으로 상기 복수개의 뷰별로 미리 설정된 뷰별 가중치를 이용하여, 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 아이덴티티 유사도를 획득하고, 상기 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보 및 상기 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 기반으로 상기 뷰별 가중치를 이용하여, 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 기하학적 유사도를 획득하며, 상기 얼굴 아이덴티티 유사도 및 상기 얼굴 기하학적 유사도를 기반으로 상기 제1 얼굴 데이터 및 상기 제2 얼굴 데이터 간의 상기 얼굴 유사성을 획득할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법 및 장치에 의하면, 3차원 메쉬(mesh) 얼굴 데이터를 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터로 프로젝션하고, 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 얼굴 유사성을 평가함으로써, 별도의 정합(registration) 과정이 없어도 3차원 메쉬 얼굴 간의 유사성을 측정할 수 있다.

[0023] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 3차원 메쉬(mesh)를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 종래의 3차원 얼굴 비교 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 장치를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 동일한 뷰끼리 비교하는 이유를 설명하기 위한 도면으로, 도 5의 (a)는 동일한 뷰 간의 유사성 비교 결과를 나타내고, 도 5의 (b)는 다른 뷰 간의 유사성 비교 결과를 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법을 설명하기

흐름도이다.

도 7은 도 6에 도시한 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터 획득 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 도 6에 도시한 멀티뷰 특징 정보 획득 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 도 8에 도시한 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 학습 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 도 9에 도시한 거리 메트릭 학습을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 도 9에 도시한 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 학습 시 제약을 설명하기 위한 도면이다.

도 12는 도 6에 도시한 얼굴 유사성 획득 단계를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 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 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0026] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0027] 본 명세서에서 "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예컨대, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.
- [0028] 본 명세서에서 각 단계들에 있어 식별부호(예컨대, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별 부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0029] 본 명세서에서, "가진다", "가질 수 있다", "포함한다" 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 해당 특징(예컨대, 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성 요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.
- [0032] 이하에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법 및 장치의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.
- [0034] 먼저, 도 3 내지 도 5를 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 장치에 대하여 설명한다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 장치를 설명하기 위한 블록도이고, 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 동작을 설명하기 위한 도면이며, 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 동일한 뷰끼리 비교하는 이유를 설명하기 위한 도면으로, 도 5의 (a)는 동일한 뷰 간의 유사성 비교 결과를 나타내고, 도 5의 (b)는 다른 뷰 간의 유사성 비교 결과를 나타낸다.
- [0036] 도 3을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(이하 '3차원 얼굴 유사성 평가 장치'라 한다)(100)는 멀티뷰 심층 표현을 사용하여 3차원 얼굴의 유사성을 평가한다.
- [0037] 즉, 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)는 3차원 메쉬(mesh) 얼굴 데이터를 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터로 프로젝션하고, 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 얼굴 유사성을 평가할 수 있다.
- [0038] 보다 자세히 설명하면, 사람의 시각은 여러 뷰에 대한 인지를 합치는 것으로 3차원을 인지하는 특성과 각 뷰마다 사람이 인지하는 특징이 달라지는 특성이 있다. 이와 같은 특성을 기반으로, 본 발명은 복잡한 정합

(registration) 과정을 수행하지 않고, 도 4에 도시된 바와 같이 멀티뷰 분해(multi-view disentangling) 과정과 멀티뷰 통합(multi-view integrating) 과정을 통해, 사람의 시각 인지에 기반하여 3차원 메쉬를 2차원으로 프로젝션(projection)시킨 결과를 이용하여 3차원 메쉬 얼굴 간의 유사성을 비교할 수 있다.

- [0039] 즉, 본 발명은 아래의 2가지 특징을 기반으로 3차원 메쉬 얼굴 간의 유사성을 평가할 수 있다.
- [0040] - 사람은 한 뷰의 이미지만으로 전체 3차원 메쉬를 추정할 수 없어, 멀티뷰 이미지를 이용하여 전체 메쉬를 추정하게 한다.
- [0041] - 사람은 각 뷰에서 얻은 특징이 다르기 때문에, 같은 뷰 간의 비교를 통해 유사성 측정을 수행한다(예컨대, 얼굴의 정면과 얼굴의 좌측면을 비교하는 경우에는 얼굴의 유사성을 정확하게 측정할 수 없다). 도 5의 가로축은 사람이 동일한 뷰 간의 비교로 유사성을 인지했을 때(도 5의 (a))와, 사람이 다른 뷰 간의 비교로 유사성을 인지했을 때(도 5의 (b))를 나타내고, 도 5의 세로축은 사람이 3차원 메쉬를 돌려보면서 측정한 유사성을 나타낸다. 도 5를 참조하면, 동일한 뷰 간의 비교로 인지한 유사성이 3차원 메쉬를 돌려보면서 측정한 유사성과 높은 상관관계를 나타내는 내는 것을 확인할 수 있다.
- [0043] 이를 위해, 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)는 하나 이상의 프로세서(110), 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130) 및 통신 버스(150)를 포함할 수 있다.
- [0044] 프로세서(110)는 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)가 동작하도록 제어할 수 있다. 예컨대, 프로세서(110)는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)에 저장된 하나 이상의 프로그램(131)을 실행할 수 있다. 하나 이상의 프로그램(131)은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(110)에 의해 실행되는 경우 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)로 하여금 멀티뷰 심층 표현을 사용하여 3차원 얼굴의 유사성을 평가하기 위한 동작을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0045] 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)는 멀티뷰 심층 표현을 사용하여 3차원 얼굴의 유사성을 평가하기 위한 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)에 저장된 프로그램(131)은 프로세서(110)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.
- [0046] 통신 버스(150)는 프로세서(110), 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(130)를 포함하여 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.
- [0047] 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)는 또한 하나 이상의 입출력 장치를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(170) 및 하나 이상의 통신 인터페이스(190)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(170) 및 통신 인터페이스(190)는 통신 버스(150)에 연결된다. 입출력 장치(도시하지 않음)는 입출력 인터페이스(170)를 통해 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다.
- [0050] 그러면, 도 6을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법에 대하여 설명한다.
- [0051] 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법을 설명하기 흐름도이다.
- [0052] 도 6을 참조하면, 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)의 프로세서(110)는 얼굴 유사성을 평가하고자하는 대상의 3차원 메쉬 얼굴 데이터들을 획득할 수 있다(S110).
- [0053] 즉, 프로세서(110)는 유사성 평가 대상인 3차원 메쉬의 제1 얼굴 데이터와 3차원 메쉬의 제2 얼굴 데이터를 획득할 수 있다.
- [0055] 그런 다음, 프로세서(110)는 유사성 평가 대상인 3차원 메쉬 얼굴 데이터들 각각에 대하여, 3차원 메쉬 얼굴 데이터를 미리 설정된 뷰별로 분해하여 복수개의 뷰 각각에 대한 2차원의 얼굴 데이터를 포함하는 2차원 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득할 수 있다(S120).
- [0056] 즉, 프로세서(110)는 제1 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고, 제2 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득할 수 있다.

- [0058] 그런 다음, 프로세서(110)는 미리 학습되어 구축된 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 유사성 평가 대상인 3차원 메쉬 얼굴 데이터들 각각에 대응되는 2차원 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 멀티뷰 특징 정보를 획득할 수 있다(S130).
- [0059] 즉, 프로세서(110)는 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 제1 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고, 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 제2 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득할 수 있다.
- [0061] 이후, 프로세서(110)는 유사성 평가 대상인 3차원 메쉬 얼굴 데이터들 각각에 대응되는 멀티뷰 특징 정보를 기반으로, 유사성 평가 대상인 3차원 메쉬 얼굴 데이터들 간의 얼굴 유사성을 획득할 수 있다(S140).
- [0062] 즉, 프로세서(110)는 제1 멀티뷰 특징 정보 및 제2 멀티뷰 특징 정보를 기반으로 제1 얼굴 데이터 및 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 유사성을 획득할 수 있다.
- [0065] 그러면, 도 7 내지 도 12를 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 멀티뷰 심층 표현을 사용한 3차원 얼굴 유사성 평가 방법에 대하여 보다 자세하게 설명한다.
- [0066] 3차원 메쉬 얼굴 데이터의 분해 과정
- [0067] 도 7은 도 6에 도시한 2차원의 멀티뷰 얼굴 데이터 획득 단계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0068] 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)의 프로세서(110)는 제1 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득하고, 제2 얼굴 데이터를 기반으로 2차원의 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득할 수 있다.
- [0069] 도 7을 참조하여 보다 자세하게 설명하면, 프로세서(110)는 3차원 메쉬 얼굴 데이터를 기반으로 심도 맵(depth map)과 노말 맵(normal map)으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 서로 다른 시점을 가지는 복수개의 뷰별로 획득하여 복수개의 2차원 얼굴 데이터로 이루어지는 2차원 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득할 수 있다.
- [0070] 즉, 프로세서(110)는 제1 얼굴 데이터를 기반으로 심도 맵과 노말 맵으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 서로 다른 시점을 가지는 복수개의 뷰별로 획득하여 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득할 수 있다.
- [0071] 그리고, 프로세서(110)는 제2 얼굴 데이터를 기반으로 심도 맵과 노말 맵으로 표현되는 2차원 얼굴 데이터를 복수개의 뷰별로 획득하여 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 획득할 수 있다.
- [0072] 보다 자세히 설명하면, 실제 3차원 물체의 색은 반사율(reflectance)와 셰이딩(shading)으로 구성된다. 반사율은 빛의 복사 에너지에 대한 반사율로 그 물체의 고유한 색상을 의미한다. 이에 따라, 반사율은 물체의 형태에는 영향을 주지 않는다. 반면, 셰이딩은 광원, 물체의 위치, 표면의 방향으로 이루어지는 물체의 조도와 과년되어 있다. 셰이딩의 요소 중 광원은 물체의 형태에 영향을 주지 않기 때문에, 물체의 위치를 나타내는 심도(depth)와 물체의 표면을 나타내는 노말(normal)을 사용하여 3차원 메쉬를 2차원으로 정교하게 근사할 수 있다. 즉, 본 발명은 3차원 메쉬를 2차원으로 표현하기 위해, 물리적인 의미에 기반하여, 심도 맵과 노말 맵을 연결하여 2차원으로 표현할 수 있다.
- [0074] 멀티뷰 특징 정보 획득 과정
- [0075] 도 8은 도 6에 도시한 멀티뷰 특징 정보 획득 단계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0076] 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)의 프로세서(110)는 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 제1 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득하고, 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 제2 멀티뷰 얼굴 데이터에 대응되는 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득할 수 있다.
- [0077] 도 8을 참조하여 보다 자세하게 설명하면, 프로세서(110)는 복수개의 뷰별 2차원 얼굴 데이터로 이루어지는 2차원 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 미리 학습되어 구축된 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 마지막 레이어(layer)를 통해 복수개의 뷰별로 아이덴티티 특징을 획득하여 복수개의 아이덴티티 특징으로 이루어지는 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 중간(intermediate) 레이어를 통해 복수개의 뷰별로 기하학적 특징을 획득하여 복수개의 기하학적 특징으로 이루어지는 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 멀티뷰 특징 정보를 획득할 수 있다.
- [0078] 즉, 프로세서(110)는 제1 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 마지막 레이어를 통해 복수개의 뷰별로 아이덴티티 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 아이덴티티

특징 정보를 획득하고, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 중간 레이어를 통해 복수개의 뷰별로 기하학적 특징을 획득하여 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 제1 멀티뷰 특징 정보를 획득할 수 있다.

[0079] 그리고, 프로세서(110)는 제2 멀티뷰 얼굴 데이터를 기반으로 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 이용하여, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 마지막 레이어를 통해 복수개의 뷰별로 아이덴티티 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 획득하고, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 중간 레이어를 통해 복수개의 뷰별로 기하학적 특징을 획득하여 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 획득하며, 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 포함하는 제2 멀티뷰 특징 정보를 획득할 수 있다.

[0081] 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 학습 과정

[0082] 도 9는 도 8에 도시한 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 학습 과정을 설명하기 위한 도면이고, 도 10은 도 9에 도시한 거리 메트릭 학습을 설명하기 위한 도면이며, 도 11은 도 9에 도시한 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델의 학습시 제약을 설명하기 위한 도면이다.

[0083] 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)의 프로세서(110)는 복수개의 3차원 메쉬 얼굴 데이터를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 학습할 수 있다.

[0084] 여기서, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델은 복수개의 뷰별 2차원의 얼굴 데이터를 입력으로 하고, 입력되는 복수개의 뷰별 2차원의 얼굴 데이터에 대응되는 복수개의 뷰별 특징을 출력으로 하는, 복수개의 레이어를 포함하는 DCNN(deep convolutional neural network) 기반 모델일 수 있다.

[0085] 이때, 프로세서(110)는 학습 데이터를 이용하여, 거리 메트릭 학습(distance metric learning)을 기반으로 동일한 뷰에 대하여 동일한 사람의 얼굴과는 거리가 가까워지고 다른 사람의 얼굴과는 거리가 멀어지도록 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 학습할 수 있다.

[0086] 그리고, 프로세서(110)는 학습 데이터를 이용하여 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 학습할 때, 뷰 간에 중복되는 영역에서는 동일한 특징이 인코딩되도록 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델을 학습할 수 있다.

[0087] 도 9 내지 도 11을 참조하여 보다 자세히 설명하면, 3차원 메쉬 얼굴 데이터(도 9의 3D Facial Mesh)는 멀티뷰 분해(도 9의 multiview disentanglement) 과정을 통해 2차원 멀티뷰 표현(도 9의 multiview shape representations)으로 분해할 수 있다.

[0088] 복수개의 뷰(v_0, v_1, v_2, \dots)별로 획득한 2차원 멀티뷰 표현은 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))에 입력으로 들어가서, 최종적으로 아이덴티티 특징(도 9의 identity perceptual representation(IPR))으로 인코딩될 수 있다. 학습 데이터에 포함된 3차원 메쉬 얼굴들을 기반으로 획득된 아이덴티티 특징(도 9의 identity perceptual representation(IPR))들을 비교하는 것을 통해 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))을 학습시킬 수 있다.

[0089] 여기서, 도 10에 도시된 트리플렛 로스(triplet loss)를 사용하여 동일한 사람의 얼굴과는 거리가 가까워지고 다른 사람의 얼굴과는 거리가 멀어지도록 거리 메트릭 학습(distance metric learning)을 기반으로 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))을 학습시킬 수 있다. 여기서, 도 10의 앵커(anchor)는 기준되는 얼굴 메쉬를 나타내고, 도 10의 포지티브(positive)는 앵커와 동일한 사람의 얼굴 메쉬를 나타내며, 도 10의 네거티브(negative)는 앵커와 다른 사람의 얼굴 메쉬를 나타낸다. 이때, 동일한 뷰 간의 비교를 통해, 동일한 뷰에 대한 아이덴티티 특징(도 9의 identity perceptual representation(IPR))이 포지티브(positive)에 대해서는 가까워지고 네거티브(negative)에 대해서는 멀어지도록 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))을 학습시킬 수 있다. 즉, 트리플렛 로스는 아래의 [수학식 1]과 같다.

수학식 1

[0090]
$$L_i = \sum_i^N [\|F(I_i^a) - F(I_i^p)\|_2 - \|F(I_i^a) - F(I_i^n)\|_2 + \alpha]_+$$

[0091] 여기서, L_i 는 트리플렛 로스를 나타낸다. N 은 뷰의 개수를 나타낸다. F 는 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델

(Multiview Perception Network)을 나타낸다. I_i^a 는 i번째 뷰의 앵커 얼굴 표현을 나타낸다. I_i^p 는 i번째 뷰의 포지티브 얼굴 표현을 나타낸다. I_i^n 는 i번째 뷰의 네거티브 얼굴 표현을 나타낸다. α 는 네거티브 샘플들로부터 포지티브 샘플들을 분리하는 데 필요한 거리 마진(distance margin)을 나타내며, 0.4 등으로 설정될 수 있다.

[0092] 그리고, 도 11에 도시된 바와 같이, 영역 일관성(regional consistency)을 위해, 뷰 간에 중복되는 영역에서는 동일한 특징이 인코딩되도록 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))을 학습시킬 수 있다. 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))은 여러 뷰의 2차원 얼굴 표현을 입력으로 받는데, 각 뷰 간에는 중복된 영역이 존재할 수 있다. 중복된 영역에서는 동일한 특징이 추출되어야 하기 때문에, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))이 중복된 영역에서는 동일한 특징이 인코딩되도록 제약(constraint)을 준다. 메쉬를 2차원 표현으로 표현할 때, 메쉬의 각 트라이앵글이 2차원 표현의 어느 위치에 프로젝션되는지 구할 수 있다. 이를 바탕으로 같은 트라이앵글에서 표현되는 픽셀 간에는 같은 특징이 인코딩되도록 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))에 제약을 준다. 즉, 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))에 가해지는 제약은 앵커에 대한 뷰 제약, 포지티브에 대한 뷰 제약 및 네거티브에 대한 뷰 제약으로 이루어지며, 앵커에 대한 뷰 제약은 아래의 [수학식 2]와 같다.

수학식 2

$$L_{c,a} = \sum_{i,j,k} \sum_{(x,y) \in A_{i,j}} \|F^k(I_i^a(x_i, y_i)) - F^k(I_j^a(x_j, y_j))\|_2$$

[0093]

[0094] 여기서, $L_{c,a}$ 는 앵커에 대한 뷰 제약을 나타낸다. $A_{i,j}$ 는 얼굴 메쉬의 i번째 뷰 및 j번째 뷰 간의 중복 영역을 나타낸다. (x_i, y_i) 및 (x_j, y_j) 는 얼굴 영역들 간에 대응되는 픽셀을 나타낸다. F^k 는 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(Multiview Perception Network)의 k번째 중간 레이어를 나타낸다.

[0095] 그리고, 포지티브에 대한 뷰 제약 $L_{c,p}$ 는 [수학식 2]에서 I_i^a 를 I_i^p 로 변경하고, 네거티브에 대한 뷰 제약 $L_{c,n}$ 은 [수학식 2]에서 I_i^a 를 I_i^n 으로 변경하면 된다.

[0096] 이에 따라, 본 발명에 따른 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))의 전체 로스 함수(loss function)는 아래의 [수학식 3]과 같다.

수학식 3

$$L = L_t + \lambda(L_{c,a} + L_{c,p} + L_{c,n})$$

[0097]

[0098] 여기서, L 은 전체 로스 함수를 나타낸다. L_t 는 트리플렛 로스를 나타낸다. $L_{c,a}$ 는 앵커에 대한 뷰 제약을 나타낸다. $L_{c,p}$ 는 포지티브에 대한 뷰 제약을 나타낸다. $L_{c,n}$ 은 네거티브에 대한 뷰 제약을 나타낸다. λ 는 트리플렛 로스와 영역 특징 일관성 로스들 간의 균형 상수(balance constant)를 나타내며, 0.1 등으로 설정될 수 있다.

[0099] 정리하면, 3차원 메쉬 얼굴 데이터(도 9의 3D Facial Mesh)를 2차원 멀티뷰 표현(도 9의 multiview shape representations)으로 분해한 뒤, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))에 통과시켜 각 뷰에 대한 아이덴티티 특징(도 9의 identity perceptual representation(IPR))을 추출할 수 있다.

[0100] 여기서, 아이덴티티 특징(도 9의 identity perceptual representation(IPR))은 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))의 마지막 레이어에서 추출한 특징이기 때문에, 사람의 아이덴티티에 대한 특징만 남아 있다. 이에 반면, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))의

중간 레이어에는 사람의 표정과 연관된 기하학적인 다양한 특징이 내포되어 있기 때문에, 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(도 9의 Multiview Perception Network(F))의 중간 레이어에서 기하학적 특징(도 9의 geometric perceptual representation(GPR))을 추출할 수 있다.

- [0103] 얼굴 유사성 획득 과정
- [0104] 도 12는 도 6에 도시한 얼굴 유사성 획득 단계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] 3차원 얼굴 유사성 평가 장치(100)의 프로세서(110)는 제1 멀티뷰 특징 정보 및 제2 멀티뷰 특징 정보를 기반으로 제1 얼굴 데이터 및 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 유사성을 획득할 수 있다.
- [0106] 도 12를 참조하여 보다 자세하게 설명하면, 프로세서(110)는 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 기반으로 복수개의 뷰별로 미리 설정된 뷰별 가중치를 이용하여, 제1 얼굴 데이터 및 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 아이덴티티 유사도를 획득할 수 있다.
- [0107] 이때, 프로세서(110)는 L2 거리를 이용하여 제1 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보 및 제2 멀티뷰 아이덴티티 특징 정보를 기반으로 얼굴 아이덴티티 유사도를 획득할 수 있다.
- [0108] 그리고, 프로세서(110)는 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보 및 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 기반으로 미리 설정된 뷰별 가중치를 이용하여, 제1 얼굴 데이터 및 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 기하학적 유사도를 획득할 수 있다.
- [0109] 이때, 프로세서(110)는 ID-MRF(implicit diversified markov random field) 거리를 이용하여 제1 멀티뷰 기하학적 특징 정보 및 제2 멀티뷰 기하학적 특징 정보를 기반으로 얼굴 기하학적 유사도를 획득할 수 있다.
- [0110] 그리고, 프로세서(110)는 얼굴 아이덴티티 유사도 및 얼굴 기하학적 유사도를 기반으로 제1 얼굴 데이터 및 제2 얼굴 데이터 간의 얼굴 유사성을 획득할 수 있다.
- [0111] 보다 자세하게 설명하면, 아이덴티티 특징(identity perceptual representation, IPR)과 기하학적 특징(geometric perceptual representation, GPR)은 각 뷰에 대해서 획득되기 때문에, 이를 뷰에 대해 합치는 것을 통해 전체 유사성을 획득할 수 있다.
- [0112] 이때, 사람은 각 뷰마다 다른 정도의 가중치를 가지고 인식하기 때문에(예컨대, 얼굴의 정면이 얼굴의 옆면보다 얼굴 유사성을 인지하는데 효과적임), 뷰마다 다른 가중치로 설정하고, 설정된 뷰별 가중치를 이용하여 각 뷰에 대한 아이덴티티 특징(identity perceptual representation, IPR)과 기하학적 특징(geometric perceptual representation, GPR)을 통합할 수 있다. 여기서, 뷰별 가중치는 사전에 수행된 주관적 평가 결과를 기반으로 미리 설정되어 저장될 수 있다.
- [0113] 즉, 뷰별 가중치를 이용하여 각 뷰에 대한 기하학적 특징(geometric perceptual representation, GPR)을 통합하여 얼굴 유사성의 하나인 얼굴 기하학적 유사도(spatial facial shape similarity)를 획득할 수 있다. 표정의 변화를 반영한 얼굴 유사성을 측정하기 위해, 기하학적 특징(geometric perceptual representation, GPR)을 이용하여 얼굴 기하학적 유사도를 획득할 수 있다. 멀티뷰 얼굴 특징 추출 모델(Multiview Perception Network)의 중간 레이어에서는 L1 거리 혹은 L2 거리가 정확한 유사성을 나타내지 않을 수 있기 때문에, ID-MRF(implicit diversified markov random field) 거리를 이용하여 얼굴 기하학적 유사도를 측정할 수 있다. 예컨대, 하나의 뷰에 대한 얼굴 기하학적 유사도(spatial facial shape similarity)는 아래의 [수학식 4]와 같다.

수학식 4

$$S_i^{ss} = \frac{2}{3} D_{M,i}^{k_1} + \frac{1}{3} D_{M,i}^{k_2}$$

$$D_{M,i}^k = \exp\left(-\frac{L_M^k(I_i, I_i') + L_M^k(I_i', I_i)}{2}\right)$$

여기서, S_i^{ss} 는 i번째 뷰에 대한 얼굴 기하학적 유사도(spatial facial shape similarity)를 나타낸다. L_M^k

은 소스 얼굴 메쉬(source facial mesh)의 i번째 뷰에서의 임베딩(embedding) $F^k(I_i)$ 와 타겟 얼굴 메쉬(target facial mesh)의 i번째 뷰에서의 임베딩 $F^k(I_i')$ 간의 ID-MRF 거리를 나타낸다. k_1 은 conv4_2의 중간 레이어 인덱스를 나타내고, k_2 는 conv3_2의 중간 레이어 인덱스를 나타낸다.

[0117] 그리고, 뷰별 가중치를 이용하여 각 뷰에 대한 아이덴티티 특징(identity perceptual representation, IPR)을 통합하여 얼굴 유사성의 하나인 얼굴 아이덴티티 유사도(general facial shape similarity)를 획득할 수 있다. 표정의 변화를 반영하지 않고 사람의 얼굴 형태 간의 유사성을 측정하기 위해, 아이덴티티 특징(identity perceptual representation, IPR)을 이용하여 얼굴 아이덴티티 유사도(general facial shape similarity)를 획득할 수 있다. L2 거리를 이용하여 얼굴 아이덴티티 유사도(general facial shape similarity)를 측정할 수 있다. 예컨대, 하나의 뷰에 대한 얼굴 아이덴티티 유사도(general facial shape similarity)는 아래의 [수학식 5]와 같다.

수학식 5

$$S_i^{gs} = \exp\left(-\frac{\|F(I_i) - F(I_i')\|_2}{Z}\right)$$

[0118]

[0119] 여기서, S_i^{gs} 는 i번째 뷰에 대한 얼굴 아이덴티티 유사도(general facial shape similarity)를 나타낸다. Z는 $F(I_i)$ 의 크기(dimension)를 나타낸다.

[0120] 또한, 미리 학습되어 구축된 SVR(support vector regressor) 기반 유사도 통합 모델을 이용하여 뷰별로 획득한 얼굴 아이덴티티 유사도(general facial shape similarity)와 얼굴 기하학적 유사도(spatial facial shape similarity)를 기반으로 통합 얼굴 아이덴티티 유사도 및 통합 얼굴 기하학적 유사도를 획득할 수 있다.

[0121] 여기서, 유사도 통합 모델은 멀티뷰에 대한 얼굴 아이덴티티 유사도(general facial shape similarity)와 멀티뷰에 대한 얼굴 기하학적 유사도(spatial facial shape similarity)를 입력으로 하고, 통합 얼굴 아이덴티티 유사도 및 통합 얼굴 기하학적 유사도를 출력으로 하며, 학습 데이터를 이용하여 미리 설정된 뷰별 가중치를 기반으로 학습될 수 있다.

[0122] 즉, 유사도 통합 모델을 이용하여, 멀티뷰에 대한 얼굴 기하학적 유사도(spatial facial shape similarity)를 기반으로 통합 얼굴 기하학적 유사도를 아래의 [수학식 6]과 같이 획득할 수 있다.

수학식 6

$$S^{ss} = SVR(S_0^{ss}, \dots, S_N^{ss})$$

[0123]

[0124] 여기서, S^{ss} 는 통합 얼굴 기하학적 유사도를 나타낸다.

[0125] 그리고, 유사도 통합 모델을 이용하여, 멀티뷰에 대한 얼굴 아이덴티티 유사도(general facial shape similarity)를 기반으로 통합 얼굴 아이덴티티 유사도를 아래의 [수학식 7]과 같이 획득할 수 있다.

수학식 7

$$S^{gs} = SVR(S_0^{gs}, \dots, S_N^{gs})$$

[0126]

[0127] 여기서, S^{gs} 는 통합 얼굴 아이덴티티 유사도를 나타낸다.

[0130] 본 실시예들에 따른 동작은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨

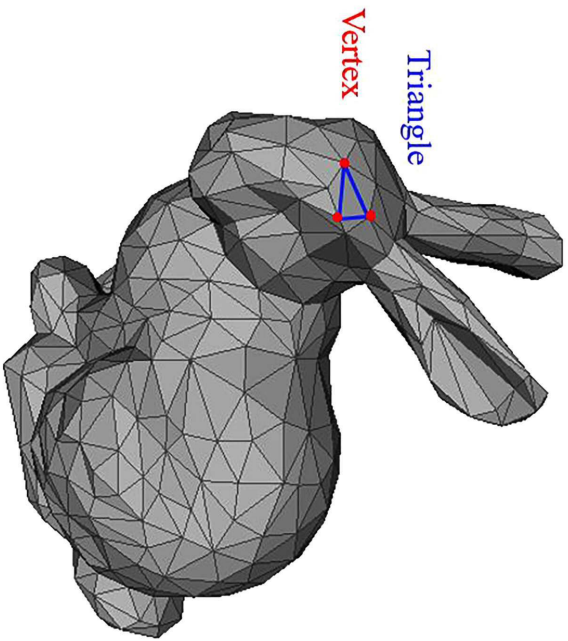
터 판독 가능한 저장 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체는 실행을 위해 프로세서에 명령어를 제공하는데 참여한 임의의 매체를 나타낸다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 예컨대, 자기 매체, 광기록 매체, 메모리 등이 있을 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수도 있다. 본 실시예를 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램, 코드, 및 코드 세그먼트들은 본 실시예가 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다.

[0131] 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0132] 100 : 3차원 얼굴 유사성 평가 장치,
- 110 : 프로세서,
- 130 : 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체,
- 131 : 프로그램,
- 150 : 통신 버스,
- 170 : 입출력 인터페이스,
- 190 : 통신 인터페이스

도면
도면1



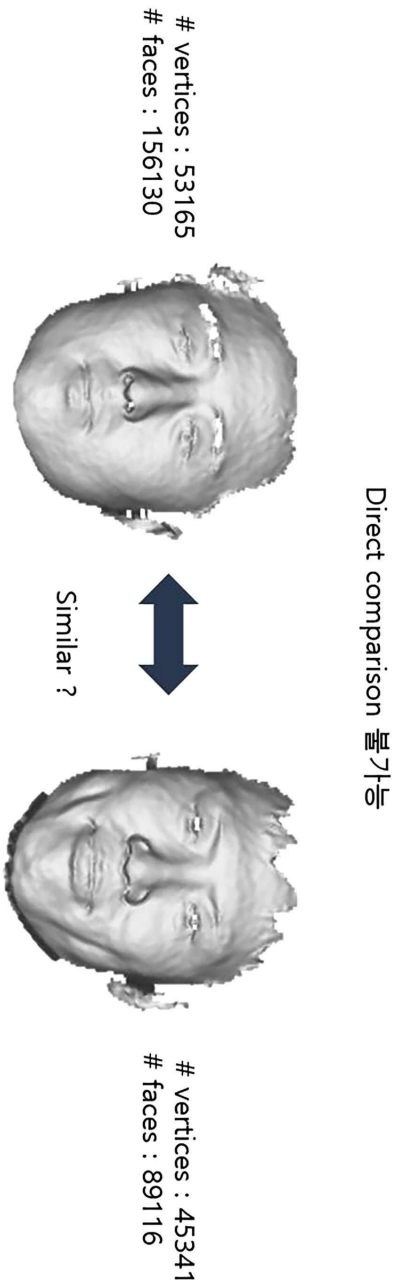
Vertex $v =$
(Point location set)

- $[[x_1, y_1, z_1]]$
- $[x_2, y_2, z_2]]$
- $[x_3, y_3, z_3]]$
- ...
- $[x_n, y_n, z_n]]$

Triangle $t =$
(Vertex index set)

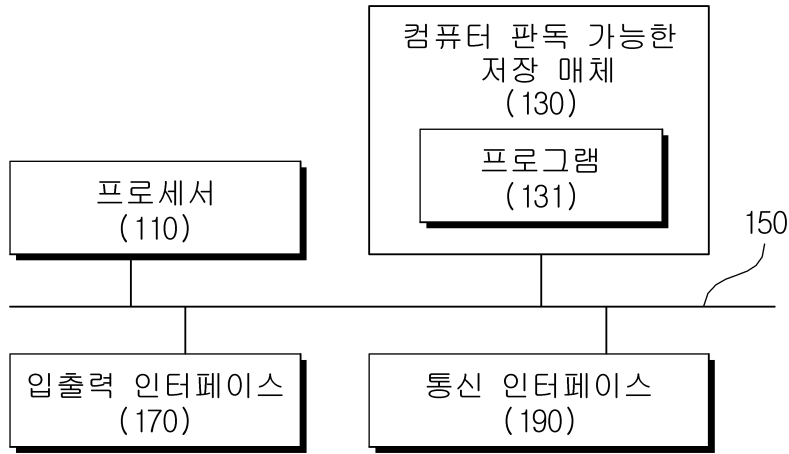
- $[[v_1, v_5, v_{10}]]$
- $[v_2, v_{12}, v_{21}]]$
- $[v_5, v_{10}, v_{13}]]$
- ...
- $[v_{60}, v_{20}, v_{100}]]$

도면2

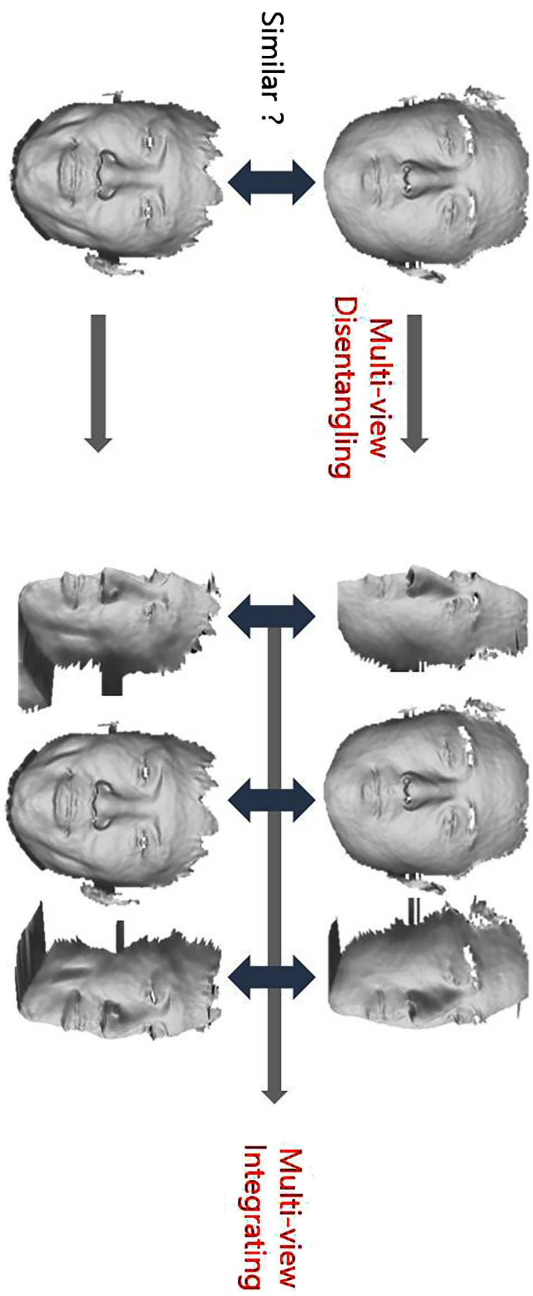


도면3

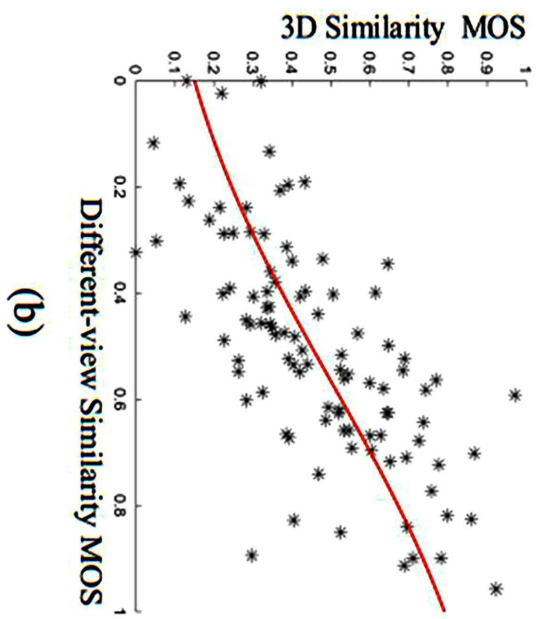
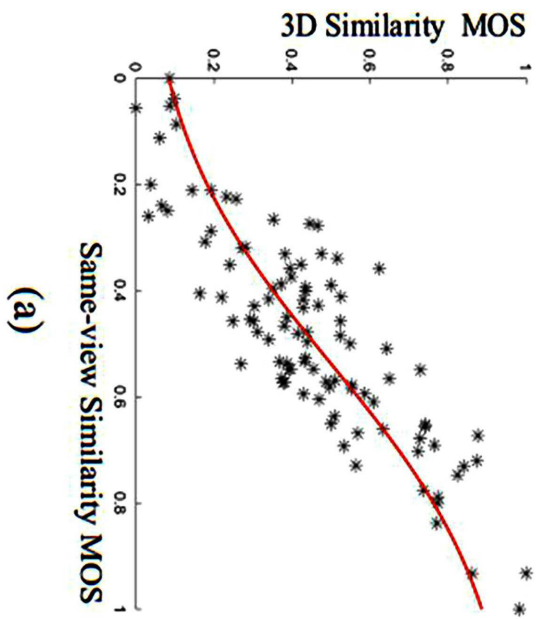
100



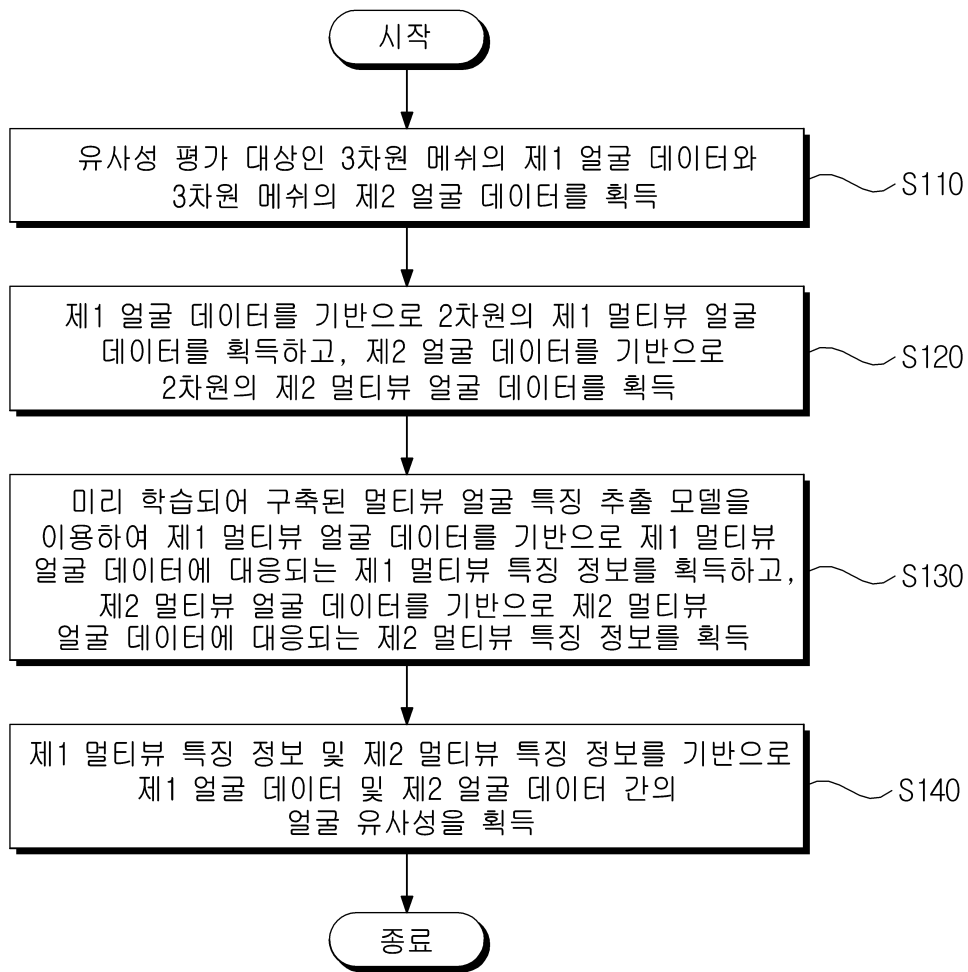
도면4



도면5



도면6

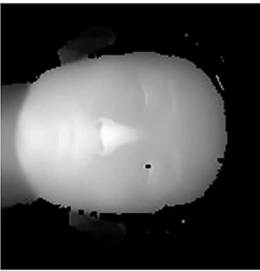


도면7

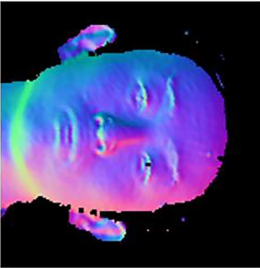
3차원 메쉬 얼굴 데이터



심도 맵



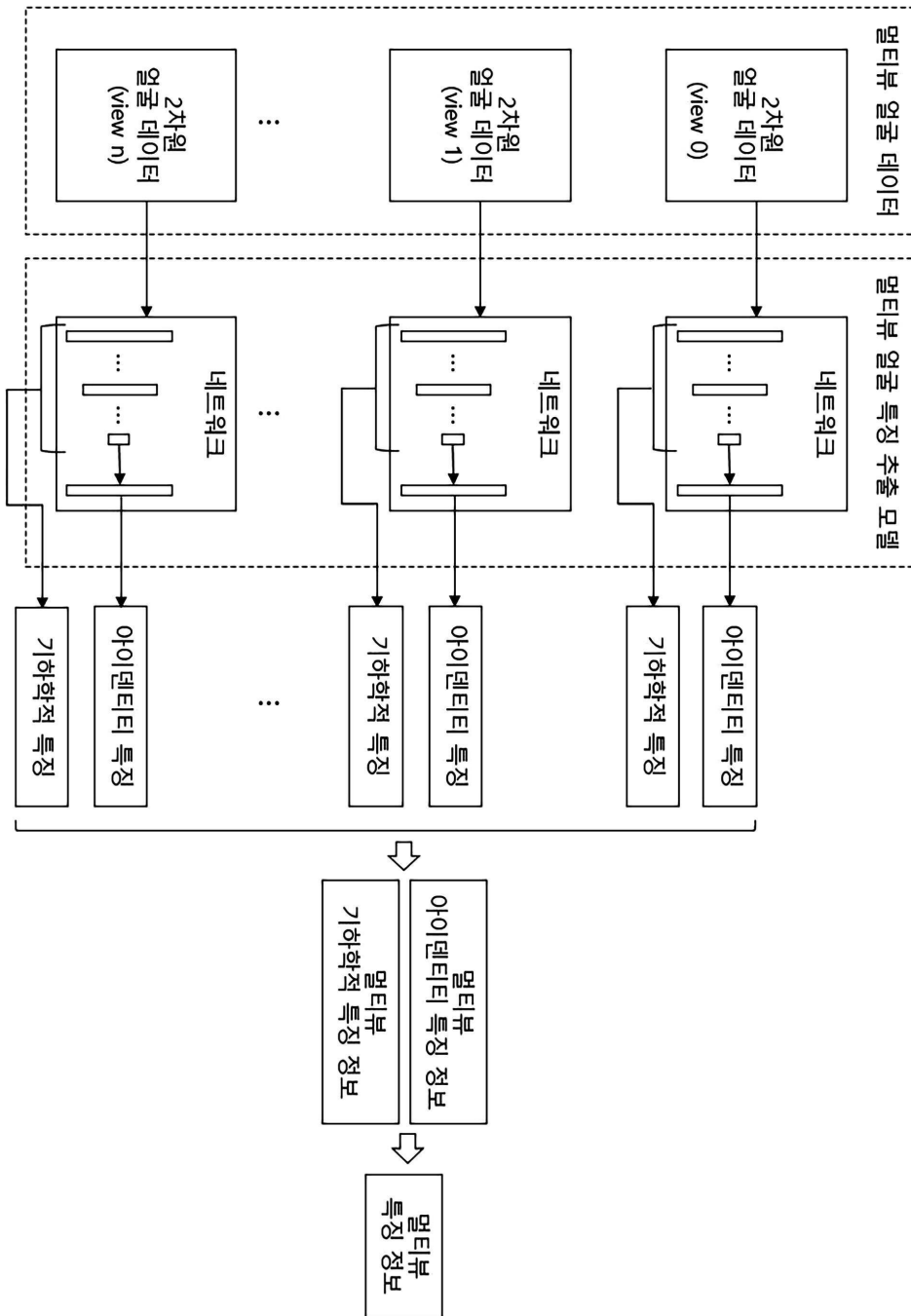
노말 맵



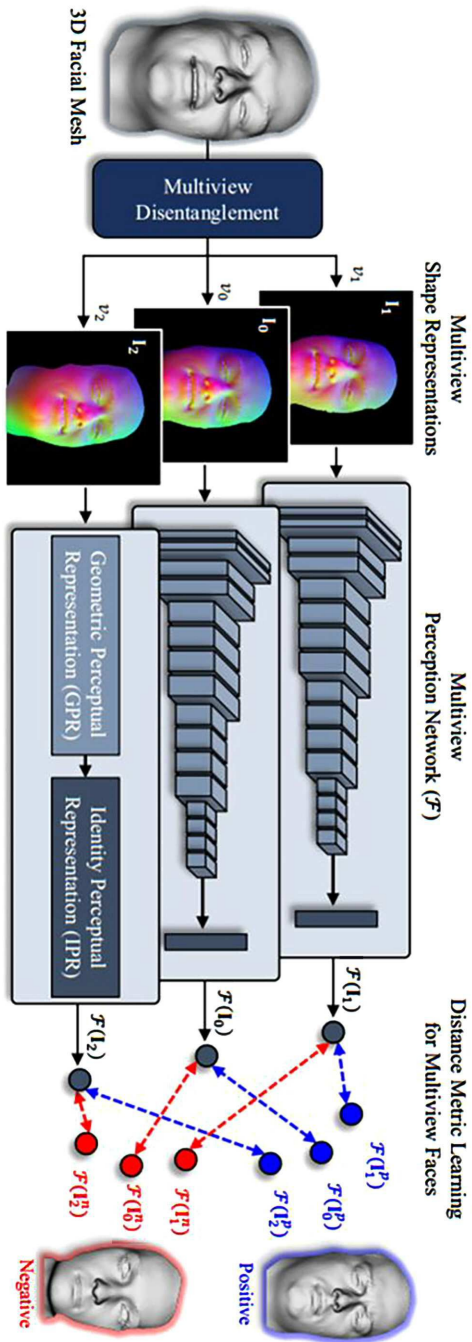
2차원 얼굴 데이터



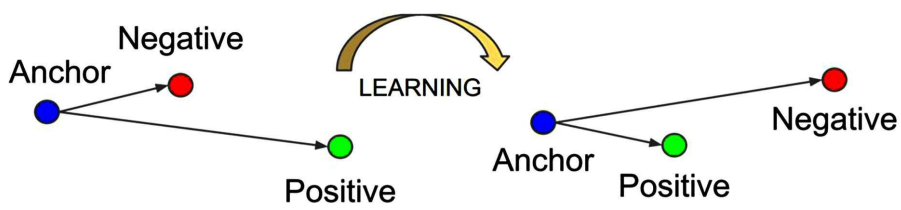
도면8



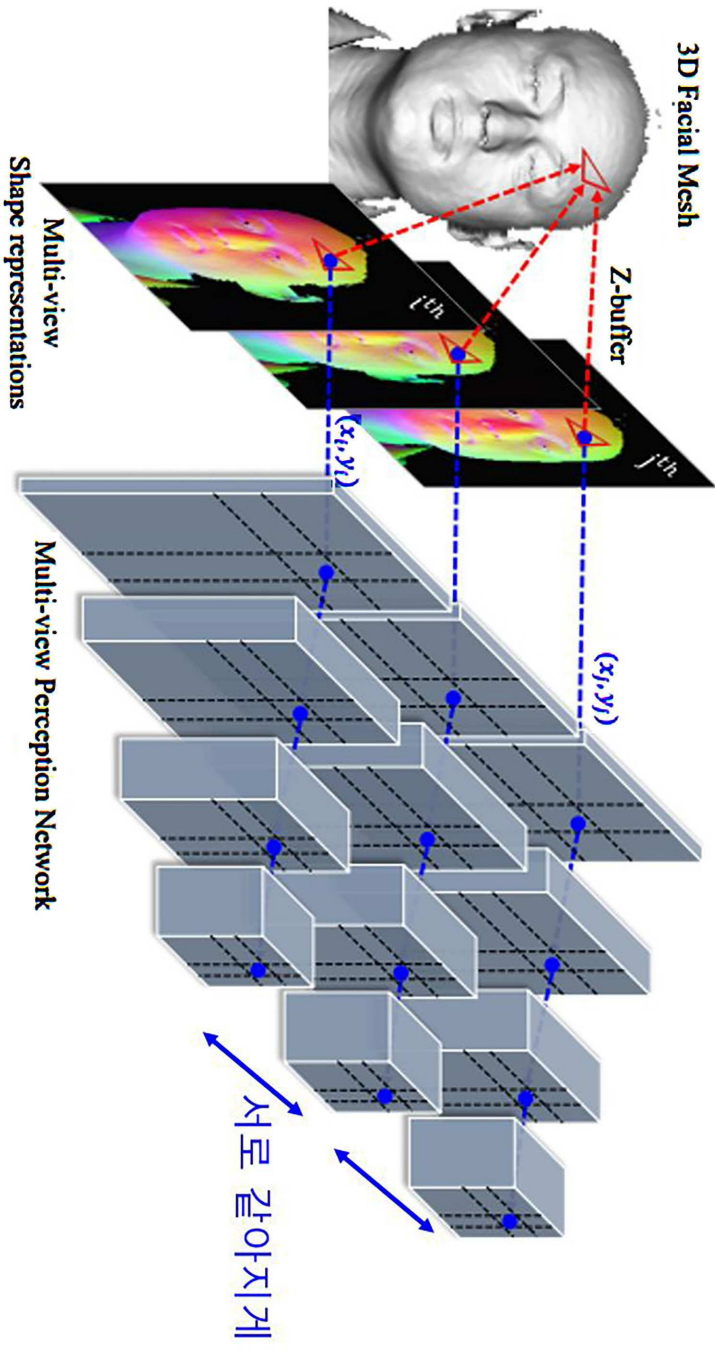
도면9



도면10



도면11



도면12

