



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0031085

(43) 공개일자 2015년03월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0110599

(22) 출원일자 2013년09월13일

심사청구일자 2013년09월13일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

주식회사 비전인

인천광역시 남구 인하로 100, 벤처창업1관108호(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

김학일

인천 중구 신도시북로43번길 27, 108동 103호 (운서동, 동원베네스트영종타운하우스)

이성철

인천광역시 남구 인하로 100 인하대학교 하이테크 525호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이원희

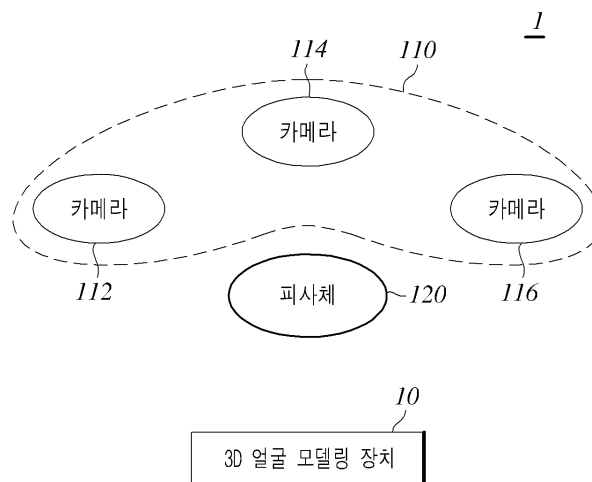
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치, 시스템 및 방법

(57) 요약

복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치, 시스템 및 방법을 개시한다. 피사체의 촬상된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 수신하는 입력부 및 수신된 복수의 2D 얼굴 영상들을 정합하여 3D 얼굴 데이터를 생성하고, 생성된 3D 얼굴 데이터를 영상 보정하여 3D 얼굴 모델을 생성하는 제어부를 포함하며, 제어부는, 2D 얼굴 영상들의 포인트 클라우드(Point Cloud)를 정합하여 상기 3D 얼굴 데이터를 생성하는 영상 정합부 및 생성된 3D 얼굴 데이터의 포인트 클라우드를 색상 보정 및 깊이 보정 중 적어도 하나의 보정을 하여 상기 3D 얼굴 모델을 생성하는 영상 처리부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김정민

경기 광명시 하안로 172, 101동 1905호 (소하동, 삼익아파트)

박은수

인천광역시 서구 가현로 41, 205동1202호(대원에스피아1차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013-005-010-007

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국방송통신전파진흥원

연구사업명 원천기술개발

연구과제명 다수의 고정형 카메라 기반 보행자 추적 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2013.04.01 ~ 2016.03.31

특허청구의 범위

청구항 1

피사체의 촬상된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 수신하는 입력부; 및

상기 수신된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 정합하여 3D 얼굴 데이터를 생성하고, 상기 생성된 3D 얼굴 데이터를 영상 보정하여 3D 얼굴 모델을 생성하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는,

상기 2D 얼굴 영상들의 포인트 클라우드(Point Cloud)를 정합하여 상기 3D 얼굴 데이터를 생성하는 영상 정합부; 및

상기 생성된 3D 얼굴 데이터의 포인트 클라우드를 색상 보정 및 깊이 보정 중 적어도 하나의 보정을 하여 상기 3D 얼굴 모델을 생성하는 영상 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 3D 얼굴 모델 및 2D 얼굴 영상을 매칭하고, 상기 매칭의 일치성을 수치화한 매칭 스코어를 산출하는 영상 매칭부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 복수의 2D 얼굴 영상들은 복수의 카메라들로 동일한 피사체를 서로 다른 각도에서 촬상된 복수의 2D 얼굴 영상들인 것을 특징으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 영상 정합부는,

상기 포인트 클라우드의 영역을 제한하는 패스 스루 필터(Pass-Through filter);

상기 제한된 영역의 포인트 클라우드를 일정한 복셀 그리드(voxel grid) 상에 배치하고, 복셀당 대표적인 하나의 포인트 클라우드만 남기는 복셀 그리드 필터;

상기 남겨진 포인트 클라우드의 특징점을 추출하는 빠른 특징점 히스토그램(Fast Point Feature Histogram, FPFH);

상기 추출된 포인트 클라우드의 특징점을 이용하여 정합의 초기값을 산출하는 샘플 컨센서스 이니셜 얼라인먼트(Sample Consensus Initial Alignment, SAC-IA); 및

상기 산출된 정합의 초기값을 이용하여 상기 포인트 클라우드를 정밀하게 정합하는 아이씨피(Iterative Closest Points, ICP)를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

상기 3D 얼굴 데이터 중 피부색이 다른 부분의 포인트 클라우드에 대한 색상의 차이를 줄이고, 중첩되는 부분의 포인트 클라우드를 제거하는 것을 특징으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치.

청구항 6

복수의 카메라들을 포함하고, 피사체를 촬상하는 카메라부; 및

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 따른 3D 얼굴 모델링 장치를 포함하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 시스템.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 복수의 카메라들은 RGBD 카메라인 것을 특징으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 시스템.

청구항 8

피사체의 촬상된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 수신하는 단계;

상기 수신된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 정합하여 3D 얼굴 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 3D 얼굴 데이터를 영상 보정하여 3D 얼굴 모델을 생성하는 단계를 포함하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 방법은 수신하는 단계 이전에 복수의 카메라들로 동일한 피사체를 서로 다른 각도에서 촬상하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 방법.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 3D 얼굴 데이터를 생성하는 단계는, 상기 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들의 포인트 클라우드(Point Cloud)를 정합하여 상기 3D 얼굴 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 방법.

청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 3D 얼굴 모델을 생성하는 단계는, 상기 생성된 3D 얼굴 데이터의 포인트 클라우드를 색상 보정 및 깊이 보정 중 적어도 하나의 보정을 하여 상기 3D 얼굴 모델을 생성하는 것을 특징으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 3D 얼굴 모델링 장치에 관한 것으로, 상세하게는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치, 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 현대 사회는 고도의 정보화 사회가 되어감에 따라 정보 보안 및 신분 확인의 중요성이 커지고 있다.
- [0003] 기존에는 정보 보안 및 신분 확인 시 열쇠나, 패스워드, ID카드, 스마트 카드 등을 이용하였다. 그러나 이는 휴대가 불편하고 분실의 문제가 있었으며, 또한 다른 사람에 의해 위조, 변조 및 도용될 문제가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 생체 인식을 통한 정보 보안 및 신분 확인 기술이 개발되었다.
- [0004] 생체인식은 사람의 신체 일부를 인식하여 신분 확인을 수행하는 것으로, 지문(Fingerprint), 홍채(Iris) 인식, 서명(Signature) 인식, 얼굴(Face) 인식 등이 있다. 이러한 생체인식은 사람 고유의 신체 일부를 사용하기 때문에 편리성과 보안성이 높아 이에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.
- [0005] 이 중 얼굴 인식은 인증 대상자의 자발적인 동의 없이도 수행 가능하기 때문에 인식과정이 편리하고 용이하지만 영상감시 시스템으로 얻은 영상 데이터에서 얼굴인식을 통한 사람의 신원확인도 여전히 매우 어려운 기술에 속한다.
- [0006] 현재 신원을 파악하기 위하여 얼굴 데이터를 매칭하는 기술은 등록된 얼굴의 정면 영상과 입력된 정면 영상을 비교하여 그 유사도를 파악하는 기술들로, 보통 높은 위치에 설치되어 있는 CCTV와 같은 영상감시 시스템에서 사용할 경우 얼굴을 바라보는 각도(Viewing angle)의 차이가 심해져 정확한 얼굴인식이 어려워진다.
- [0007] 2D 얼굴 영상과 3D 얼굴 데이터를 매칭하는 연구는 차원이 다른 영상 데이터간의 유사도에 기반한 정합기술로써, 기술적 난이도가 매우 높은 연구이며, 전세계적으로 많은 연구들이 수행되고 있다.
- [0008] 등록특허공보 10-1223206는 3차원 영상 생성 방법 및 시스템에 관한 것으로 깊이 카메라로부터 획득한 깊이 영상을 보정하고 깊이 영상과 색상 카메라로부터 획득한 색상 영상의 상관도를 높여 3차원 영상을 생성하는 것을 개시한다.
- [0009] 공개특허공보 10-2012-0093751는 정면시점 영상합성을 통한 시선 맞춤 장치 및 방법에 관한 것으로, 멀티 카메라 영상을 획득하는 영상 획득부, 상기 획득된 멀티 카메라 영상을 전처리하는 전처리부, 상기 전처리된 멀티 카메라 영상의 깊이 정보를 탐색하는 깊이 정보 탐색부 및 상기 탐색된 깊이 정보를 이용하여 정면영상을 합성하는 영상 합성부를 개시한다.
- [0010] 공개특허 공보 10-2011-0124473는 다중시점 영상을 위한 3차원 영상 생성 장치 및 방법에 관한 것으로, 칼라 이미지들 간의 불균형(disparity) 정보와 깊이 이미지들 각각으로부터 생성하는 깊이 지도들을 융합해서 칼라 이미지들 각각에 대응하는 보정된 깊이 지도를 생성하는 것을 개시한다.
- [0011] 공개특허 공보 10-2011-0080327는 얼굴 인식 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 피사체의 2차원 영상 정보 및 3차원 영상 정보를 획득하고, 2차원 영상 정보를 이용하여 얼굴 인식을 수행하고, 인식된 얼굴이 미리 저장된 사용자의 얼굴인지 판단하고, 사용자의 얼굴이라고 판단되면 사용자의 타원체 모델과 3차원 영상 정보를 매칭시켜 오차를 산출하고, 상기 오차에 기초하여 사용자의 얼굴 도용 여부를 판단하는 것을 개시한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 피사체를 다양한 각도에서 촬영된 2D 얼굴 영상과 3D 얼굴 모델을 매칭하여 매칭 스코어를 산출하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치, 시스템 및 방법을 제공하는데 있다.

- [0013] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적인 과제는 3D 스캐너보다 데이터 취득을 빠르게 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치, 시스템 및 방법을 제공하는데 있다.
- [0014] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적인 과제는 3D 얼굴 모델링을 저비용으로 하는 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치, 시스템 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0015] 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치는 피사체의 촬상된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이(Depth) 영상들을 수신하는 입력부 및 상기 수신된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 정합하여 3D 얼굴 데이터를 생성하고, 상기 생성된 3D 얼굴 데이터를 영상 보정하여 3D 얼굴 모델을 생성하는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는, 상기 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들의 포인트 클라우드(Point Cloud)를 정합하여 상기 3D 얼굴 데이터를 생성하는 영상 정합부 및 상기 생성된 3D 얼굴 데이터의 포인트 클라우드를 색상 보정 및 깊이 보정 중 적어도 하나의 보정을 하여 상기 3D 얼굴 모델을 생성하는 영상 처리부를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 제어부는 상기 3D 얼굴 모델 및 2D 얼굴 영상을 매칭하고, 상기 매칭의 일치성을 수치화한 매칭 스코어를 산출하는 영상 매칭부를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이영상들은 복수의 카메라들로 동일한 피사체를 서로 다른 각도에서 촬상된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들인 것일 수 있다.
- [0018] 상기 영상 정합부는, 상기 포인트 클라우드의 영역을 제한하는 패스 스루 필터(Pass-Through filter), 상기 제한된 영역의 포인트 클라우드를 일정한 복셀 그리드(voxel grid) 상에 배치하고, 복셀당 대표적인 하나의 포인트 클라우드만 남기는 복셀 그리드 필터, 상기 남겨진 포인트 클라우드의 특징점을 추출하는 빠른 특징점 히스토그램(Fast Point Feature Histogram, FPFH), 상기 추출된 포인트 클라우드의 특징점을 이용하여 정합의 초기값을 산출하는 샘플 컨센서스 이니셜 얼라인먼트(Sample Consensus Initial Alignment, SAC-IA) 및 상기 산출된 정합의 초기값을 이용하여 상기 포인트 클라우드를 정밀하게 정합하는 아이씨피(Iterative Closest Points, ICP)를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 영상 처리부는, 상기 3D 얼굴 데이터 중 피부색이 다른 부분의 포인트 클라우드에 대한 색상의 차이를 줄이고, 중첩되는 부분의 포인트 클라우드를 제거할 수 있다.
- [0020] 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 시스템은 복수의 카메라들을 포함하고, 상기 3D 얼굴 모델링 장치를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 복수의 카메라들은 RGBD 카메라일 수 있다.
- [0022] 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 방법은 피사체의 촬상된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 수신하는 단계, 상기 수신된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 정합하여 3D 얼굴 데이터를 생성하는 단계 및 상기 생성된 3D 얼굴 데이터를 영상 보정하여 3D 얼굴 모델을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 방법은 수신하는 단계 이전에 복수의 카메라들로 동일한 피사체를 서로 다른 각도에서 촬상하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 3D 얼굴 데이터를 생성하는 단계는, 상기 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들의 포인트 클라우드(Point Cloud)를 정합하여 상기 3D 얼굴 데이터를 생성할 수 있다.
- [0025] 상기 3D 얼굴 모델을 생성하는 단계는, 상기 생성된 3D 얼굴 데이터의 포인트 클라우드를 색상 보정 및 깊이 보정 중 적어도 하나의 보정을 하여 상기 3D 얼굴 모델을 생성할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명에 따른 복수의 카메라들을 이용한 3D 얼굴 모델링 장치, 시스템 및 방법에 의하면, 피사체를 다양한 각도에서 촬상된 2D 얼굴 영상과 3D 얼굴 모델을 매칭하여 매칭 스코어를 산출하는 생성할 수 있다.
- [0027] 또한 3D 스캐너보다 데이터 취득을 빠르게 할 수 있고, 피사체의 움직임이 보다 자유로워질 수 있다.

[0028] 또한 3D 얼굴 모델링을 저비용으로 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 3D 얼굴 모델링 시스템의 구성요소를 도시한 구성도이다.
 도 2(a) 내지 도 2(e)는 본 발명의 일실시예에 따른 바람직한 카메라 배치를 설명하기 위한 도면이다.
 도 3는 본 발명의 일실시예에 따른 3D 얼굴 모델링 장치의 구성요소를 도시한 블록도이다.
 도 4는 도3에 따른 제어부의 구성요소를 도시한 블록도이다.
 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 카메라부를 설명하기 위한 도면이다.
 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 정합부를 설명하기 위한 도면이다.
 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 촬상시 발생할 수 있는 간섭현상을 방지하는 알고리즘을 설명하기 위한 도면이다.
 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 패스 스루 필터 및 복셀 그리드 필터의 적용 후 상태를 설명하기 위한 도면이다.
 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 영상 정합으로 인한 색상의 차이를 설명하기 위한 도면이다.
 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 색상 보정을 설명하기 위한 도면이다.
 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 깊이 보정을 설명하기 위한 도면이다.
 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 3D 얼굴 모델링 장치를 설명하기 위한 도면이다.
 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 변경 가능한 얼굴 각도를 설명하기 위한 도면이다.
 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 롤 방향 및 피치 방향의 변경된 얼굴각도에 따른 2D 얼굴 영상과 3D 얼굴 모델의 매칭 결과를 설명하기 위한 도면이다.
 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 3D 얼굴 모델링 방법의 수행과정을 도시한 순서도이다
 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 카메라 촬상 방법의 수행과정을 도시한 순서도이다.
 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 정합 방법의 수행과정을 도시한 순서도이다.
 도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 처리 방법의 수행과정을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명할 수 있다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 할 수 있다. 또한 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 당업자에게 자명하거나 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다.

[0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 3D 얼굴 모델링 시스템의 구성요소를 도시한 구성도이다.

[0032] 도 1을 참조하면, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복수의 카메라들을 이용하여 3D 얼굴 모델링을 할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복수의 카메라들에서 촬상된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 정합하고, 정합된 영상을 영상 처리할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 영상 처리된 2D 얼굴 영상 및 3D 얼굴 데이터를 매칭하여 보다 정밀한 3D 얼굴 모델링을 할 수 있다. 또한 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복수의 카메라들을 통하여 다양한 각도에서 얼굴을 촬상함으로써, 피사체(120)가 촬상하는 동안 움직이지 말아야 하는 불편함 및 촬상시간이 길어지는 단점을 보완할 수 있다.

[0033] 상기 3D 얼굴 모델링은 컴퓨터 그래픽스의 분야에서 가상의 3D 얼굴을 재현될 수 있는 수학적 모델을 만들어 가

는 과정일 수 있다.

- [0034] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 카메라부(110), 3D 얼굴 모델링 장치(10)를 포함할 수 있다.
- [0035] 카메라부(110)는 복수의 카메라들(112, 114, 116)을 포함할 수 있다. 카메라부(110)는 각각의 카메라의 우선순위를 지정할 수 있다. 카메라부(110)는 피사체(120)를 동시에 촬상하거나 설정된 우선순위에 따라 촬상할 수 있다. 카메라부(110)는 현재 촬상수가 각 카메라당 최대 촬상 횟수가 될 때까지 피사체(120)를 촬상할 수 있다. 카메라부(110)는 카메라들(112, 114, 116)의 위치를 조절하여 피사체(120)를 다양한 각도에서 피사체(120)의 얼굴을 촬상할 수 있다. 또한 카메라부(110)는 피사체(120)를 촬상하는데 필요한 조명 장치를 포함할 수 있다. 상기 조명 장치는 수동 또는 자동으로 제어할 수 있다. 카메라부(110)는 RGBD 카메라를 사용하여 색상 정보(RGB) 뿐만 아니라 깊이(Depth) 정보도 얻을 수 있다.
- [0036] 상기 RGBD 카메라는 키넥트(Kinect)일 수 있다. Kinect는 2010년 마이크로 소프트에서 판매하여, 칼라 이미지를 받기 위한 카메라 센서 1개, 깊이 이미지(Depth image) 센서 2개, 음성인식을 위한 4개의 마이크로폰 어레이 및 틸트 모터 등이 내장되어 있다.
- [0037] 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 복수의 카메라들(112, 114, 116)이 피사체(120)를 촬상하면서 발생할 수 있는 간섭(interference)현상을 제거하도록 카메라부(110)를 제어할 수 있다. 따라서, 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 깊이 정보를 정확하게 수신받을 수 있다.
- [0038] 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 카메라부(110)에서 촬상된 복수의 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 정합할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 정합된 영상을 영상 처리할 수 있다. 상기 영상 처리는 색상 보정 및 깊이 보정일 수 있다. 또한 상기 영상 처리는 영상 보정일 수 있다. 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 영상 보정을 통하여 3D 얼굴 모델을 생성할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 2D 얼굴 영상 및 3D 얼굴 모델을 매칭하여 매칭 스코어를 산출할 수 있다.
- [0039] 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 카메라부(110)와 유선통신 또는 무선통신으로 촬상된 영상을 수신받을 수 있다. 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 카메라부(110)에 포함된 조명 장치를 자동으로 제어할 수 있다. 이를 통해, 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 최적의 조명 상태를 확인하여 카메라부(110)가 최적의 얼굴 영상을 촬상할 수 있게 할 수 있다.
- [0040] 도 2(a) 내지 도 2(e)는 본 발명의 일실시예에 따른 바람직한 카메라 배치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0041] 도 2(a) 내지 도 2(e)를 참조하면, 카메라부(110)는 복수의 카메라들을 포함할 수 있다. 카메라부(110)는 카메라의 위치를 변경하여 다양한 각도의 영상을 촬상할 수 있다.
- [0042] 도 2(a)의 카메라부(110)는 제1 카메라(210), 제2 카메라(220) 및 제3 카메라(230)를 포함할 수 있다. 제1 카메라(210)는 피사체(201)에 정면에 배치될 수 있다. 제2 카메라(220) 및 제3 카메라(230)는 각각 제1 카메라(210)와 45°를 유지하는 위치에 배치될 수 있다. 따라서 제2 카메라(220) 및 제3 카메라(230)은 서로 90°를 유지하는 위치에 배치될 수 있다.
- [0043] 도 2(b)의 카메라부(110)는 제1 카메라(212), 제2 카메라(222) 및 제3 카메라(232)를 포함할 수 있다. 카메라부(110)는 피사체(203)를 기준으로 배치될 수 있다. 제1 카메라(212)는 피사체(203)에 정면에 배치될 수 있다. 제2 카메라(222) 및 제3 카메라(232)는 각각 제1 카메라(212)와 120°를 유지하는 위치에 배치될 수 있다. 따라서, 제2 카메라(222) 및 제3 카메라(232)은 서로 120°를 유지하는 위치에 배치될 수 있다.
- [0044] 도 2(c)의 카메라부(110)는 제1 카메라(214) 및 제2 카메라(224)를 포함할 수 있다. 제1 카메라(214) 및 제2 카메라(224)는 180°를 유지하는 위치에 배치될 수 있다. 또한 제1 카메라(214) 및 제2 카메라(224)는 각각 피사체(205)와 45°를 유지하는 위치에 배치될 수 있다.
- [0045] 도 2(d)는 카메라부(110)는 제1 카메라(216), 제2 카메라(226), 제3 카메라(236) 및 제4 카메라(246)을 포함할 수 있다. 카메라부(110)는 피사체(207)를 기준으로 배치될 수 있다. 제1 카메라(216) 및 제3 카메라(236)은 피사체(207)를 기준으로 서로 마주보는 위치에 배치될 수 있고, 제2 카메라(226) 및 제4 카메라(246)도 피사체(207)를 기준으로 서로 마주보는 위치에 배치될 수 있다. 따라서, 제1 카메라(216)는 제2 카메라(226) 및 제4 카메라(246)와 90°를 유지하는 위치에 배치될 수 있다. 제3 카메라(236)는 제2 카메라(226) 및 제4 카메라(246)와 90°를 유지하는 위치에 배치될 수 있다.

- [0046] 도 2(e)는 카메라부(110)는 제1 카메라(218), 제2 카메라(228), 제3 카메라(238), 제4 카메라(248) 및 제5 카메라(258)를 포함할 수 있다. 카메라부(110)는 피사체(209)를 기준으로 배치될 수 있다. 제1 카메라(218), 제2 카메라(228), 제3 카메라(238), 제4 카메라(248) 및 제5 카메라(258)는 피사체(209)를 기준으로 별모양을 유지하는 위치에 배치될 수 있다. 즉, 각각의 카메라가 72°를 유지하며 배치될 수 있다.
- [0047] 도 3는 본 발명의 일실시예에 따른 3D 얼굴 모델링 장치의 구성요소를 도시한 블록도이다.
- [0048] 도 3을 참조하면, 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 카메라부(110)에서 촬영된 2D 얼굴 영상들 및 깊이 영상들을 정합할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 정합된 영상을 영상 처리를 할 수 있다. 상기 영상 처리는 색상 보정 및 깊이 보정일 수 있다. 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 2D 얼굴 영상 및 3D 얼굴 데이터를 매칭하여 3D 얼굴 모델링을 할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 입력부(310), 제어부(320), 출력부(330) 및 저장부(340)를 포함할 수 있다.
- [0049] 입력부(310)는 카메라부(110)에서 촬영된 복수의 영상들을 수신받을 수 있다. 입력부(310)는 다양한 각도의 영상들을 수신받을 수 있다. 또한 입력부(310)는 상기 영상들의 색상 정보만 수신하는 것이 아니라 깊이 정보도 수신받을 수 있다. 또한 상기 영상들은 2D 얼굴 영상일 수 있다.
- [0050] 제어부(320)는 입력부(310)에서 수신된 복수의 영상들을 정합할 수 있다. 제어부(320)는 복수의 영상들을 정합하여 하나의 3D 얼굴 데이터 생성할 수 있다.
- [0051] 제어부(320)는 정합된 3D 얼굴 데이터를 영상 처리할 수 있다. 상기 영상 처리는 색상 보정 및 깊이 보정일 수 있다. 상기 색상 보정은 복수의 영상들이 정합되면서 발생될 수 있는 얼굴 색상의 차이를 보정하는 것일 수 있다. 상기 깊이 보정은 복수의 영상들이 정합되면서 발생될 수 있는 얼굴 깊이를 보다 정밀하게 보정하는 것일 수 있다. 제어부(320)는 영상 처리를 통하여 3D 얼굴 모델을 생성할 수 있다.
- [0052] 제어부(320)는 두 가지 매칭 방법들 중 하나를 선택하여 얼굴 영상을 매칭할 수 있다. 두 가지 매칭 방법 중 하나는 2D 정면 얼굴 영상을 다른 각도에서 촬영된 2D 측면 얼굴 영상과 매칭하는 방법일 수 있다. 나머지 하나는 2D 측면 얼굴 영상을 3D 얼굴 모델과 매칭하는 방법일 수 있다. 또한 제어부(320)는 상기 매칭 방법들을 이용하여 매칭 스코어를 산출할 수 있다. 제어부(320)는 상기 매칭 스코어가 높을수록 일치성이 높다고 판단할 수 있다.
- [0053] 이 밖에 제어부(320)는 카메라부(110)에 포함된 복수의 카메라 및 복수의 조명 장치를 제어할 수 있다. 제어부(320)는 복수의 카메라에서 촬영하면서 발생될 수 있는 간섭을 제거할 수 있다. 또한 제어부(320)는 복수의 조명 장치가 최적의 조명을 제공할 수 있도록 제어할 수 있다.
- [0054] 출력부(330)는 제어부(320)에서 생성된 3D 얼굴 모델링된 결과를 출력할 수 있다. 출력부(330)는 액정, 모니터, TV, 프로젝터 및 3D 프린터 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0055] 저장부(340)는 입력부(310)에서 촬영된 2D 얼굴 영상이 저장될 수 있다. 저장부(340)는 제어부(320)에서 생성된 3D 얼굴 데이터 및 영상 처리된 3D 얼굴 모델이 저장될 수 있다. 또한 저장부(340)는 2D 얼굴 영상과 3D 얼굴 데이터의 매칭 스코어를 산출하는 알고리즘이 저장될 수 있다.
- [0056] 도 4는 도3에 따른 제어부의 구성요소를 도시한 블록도이다.
- [0057] 도 4를 참조하면, 제어부(320)는 입력부(310)에서 촬영된 2D 얼굴 영상을 정합할 수 있다. 제어부(320)는 정합된 2D 얼굴 영상을 이용하여 3D 얼굴 데이터를 생성할 수 있다. 제어부(320)는 생성된 3D 얼굴 데이터를 영상 처리할 수 있다. 제어부(320)는 촬영된 2D 얼굴 영상 및 영상 처리된 3D 얼굴 데이터를 이용하여 3D 얼굴 모델링을 할 수 있다. 즉, 제어부(320)는 포인트 클라우드 프로세싱 파이프 라인(Point Cloud Processing Pipeline)을 할 수 있다. 상기 포인트 클라우드 프로세싱 파이프라인은 포인트 클라우드 데이터를 획득하는 과정에서 포인트 클라우드 정합, 색보정 및 퀄리티 웨이팅(Quality weighting) 과정을 통해 최종의 3D 얼굴 모델을 생성하는 과정이다. 또한 상기 포인트 클라우드(Point Cloud)는 무수히 많은 색상 및 좌표 데이터들이 모여서 공간적으로 구성된 것일 수 있다. 제어부(320)는 영상 정합부(410), 영상 처리부(420) 및 영상 매칭부(430) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0058] 영상 정합부(410)는 입력부(310)에서 촬영된 2D 얼굴 영상을 정합할 수 있다. 영상 정합부(410)는 다양한 각도

에서 촬영된 2D 얼굴 영상을 정합할 수 있다. 영상 정합부(410)는 정합된 2D 얼굴 영상을 이용하여 3D 얼굴 데이터를 생성할 수 있다. 상기 생성된 3D 얼굴 데이터는 다양한 각도에서 촬영된 2D 얼굴 영상을 기초로 생성되었기 때문에, 색의 차이로 인해 얼굴의 피부색이 자연스럽게 않을 수 있다.

[0059] 영상 처리부(420)는 영상 정합부(410)에서 생성된 3D 얼굴 데이터를 영상 처리할 수 있다. 영상 처리부(420)는 색상 보정 및 깊이 보정 중 적어도 하나의 보정을 할 수 있다. 영상 처리부(420)는 다양한 각도에서 촬영이 되면서 생길 수 있는 서로 다른 밝기의 3D 얼굴 데이터를 보정할 수 있다. 영상 처리부(420)는 3D 얼굴 데이터의 깊이 정보를 보정할 수 있다. 영상 처리부(420)는 웨이팅을 이용하여 깊이 정보를 보정할 수 있다. 영상 처리부(420)는 영상처리를 통하여 3D 얼굴 모델을 생성할 수 있다. 상기 3D 얼굴 모델은 최종적인 피사체(120)의 3D 얼굴 모델링한 결과일 수 있다.

[0060] 영상 매칭부(430)는 영상 처리부(420)에서 영상 처리된 3D 얼굴 모델과 2D 얼굴 영상을 매칭할 수 있다. 상기 2D 얼굴 영상은 새롭게 촬영된 2D 얼굴 영상일 수 있다. 영상 매칭부(430)는 얼굴 인식용 소프트웨어 개발 키트(Software Development Kit, SDK)를 이용하여 얼굴 매칭을 할 수 있다. 영상 매칭부(430)는 1:1 매칭, 1:N 매칭, 라이브 얼굴 탐지, 동시에 복수의 얼굴 인식 및 고속의 얼굴 매칭 중 적어도 하나의 얼굴 인식 알고리즘을 이용할 수 있다. 영상 매칭부(430)는 3D 얼굴 모델과 2D 얼굴 영상들의 매칭 스코어를 산출할 수 있다. 즉, 영상 매칭부(430)는 상기 매칭의 일치성을 수치화할 수 있다. 영상 매칭부(430)는 상기 매칭 스코어가 높을수록 3D 얼굴 모델과 2D 얼굴 영상의 일치성이 높다고 판단할 수 있다.

[0061] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 카메라부를 설명하기 위한 도면이다.

[0062] 도 5를 참조하면, 카메라부(110)는 복수의 카메라들(510, 512, 514)을 포함할 수 있다. 따라서, 카메라부(110)는 다양한 각도에서 피사체를 촬영할 수 있다.

[0063] 카메라부(110)는 피사체의 정면을 촬영하는 카메라(512), 피사체의 좌측면을 촬영하는 카메라(510) 및 피사체의 우측면을 촬영하는 카메라(514)를 포함할 수 있다. 카메라부(110)는 피사체를 촬영하는 각도를 카메라 프레임(520)을 이용하여 고정할 수 있다. 또한 카메라 프레임(520)은 사용자가 피사체를 원하는 각도에서 촬영할 수 있게 하기 위해 카메라들(510, 512, 514)의 방향을 조절하여 고정시킬 수 있다. 상기 카메라들(510, 512, 514)은 RGBD 카메라일 수 있고, 색상 정보(RGB)뿐만 아니라 깊이(Depth) 정보도 얻을 수 있다. 상기 RGBD 카메라는 키넥트(Kinect)일 수 있다.

[0064] 카메라부(110)는 조명장치(미도시)를 포함할 수 있다. 조명 장치는 복수의 카메라들(510, 512, 514)이 최적의 상태에서 피사체를 촬영할 수 있게 할 수 있다. 조명 장치는 수동 제어 또는 자동 제어가 될 수 있다.

[0065] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 정합부를 설명하기 위한 도면이다.

[0066] 도 6을 참조하면, 영상 정합부(410)는 복수의 카메라들(620, 622, 624)에서 촬영된 2D 얼굴 영상(630, 632, 634)을 정합할 수 있다. 영상 정합부(410)는 2D 얼굴 영상들(630, 632, 634)을 기초로 3D 얼굴 데이터(640)을 생성할 수 있다.

[0067] 영상 정합부(410)는 전체적인 파이프라인에서 가장 중요한 부분일 수 있다. 즉, 영상 정합부(410)는 정합의 정확성에 따라 최종 3D 얼굴의 정확성에 큰 영향을 미칠 수 있다.

[0068] 영상 정합부(410)는 카메라부(110)에서 촬영된 피사체(610)의 2D 얼굴 영상(630, 632, 634)을 정합할 수 있다. 영상 정합부(410)는 패스 스루 필터(Pass-Through Filter), 복셀 그리드 필터(Voxel grid filter), 빠른 특징점 히스토그램(Fast Point Feature Histogram, FPFH) 측정, 샘플 콘센서스 이니셜 얼라인먼트(Sample Consensus Initial Alignment, SAC-IA) 및 아이씨피(Iterative Closest Points, ICP)를 포함할 수 있다.

[0069] 패스 스루 필터를 이용하여 포인트 클라우드의 영역을 제한할 수 있다. 패스 스루 필터는 카메라에서 추출된 포인트 클라우드 데이터를 640×480인 깊이 이미지에서 생성할 수 있다. 패스 스루 필터는 생성된 포인트 클라우드 데이터들 중에서 얼굴 영역의 포인트들만 처리하도록 제한하는 작용을 할 수 있다. 또한 패스 스루 필터는 영역외의 포인트들을 모두 제거할 수 있다.

[0070] 복셀 그리드 필터를 이용하여 포인트 클라우드의 포인트들을 일정한 복셀 그리드 상에 배치하고, 복셀당 대표적인 하나의 포인트만 남기게 할 수 있다. 복셀 그리드 필터는 포인트 클라우드의 수량을 줄이고, 밀도를 균일화

할 수 있다.

- [0071] FPFH 측정은 추정 방법으로써 포인트 클라우드 데이터에서 특징점을 추출하는 방법이다. FPFH 측정은 원본 포인트 클라우드 데이터와 해당하는 법선 벡터를 이용하여 산출될 수 있다.
- [0072] SAC-IA는 FPFH 측정과 같이 사용하여 정합의 초기값을 산출하는 작용을 할 수 있다. SAC-IA는 양쪽의 카메라(620, 624)에서 촬영된 2D 얼굴 영상(630, 634)을 정면의 카메라(622)에서 촬영된 2D 얼굴 영상(632)에 정합시킬 수 있다.
- [0073] ICP는 정합된 두 개의 포인트 클라우드를 더욱 정밀하게 정합하는 작용을 할 수 있다. ICP는 정합된 2D 얼굴 영상을 이용하여 3D 얼굴 데이터(640)를 생성할 수 있다.
- [0074] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 촬영시 발생될 수 있는 간섭현상을 방지하는 알고리즘을 설명하기 위한 도면이다.
- [0075] 도 7을 참조하면, 영상 정합부(410)는 복수의 카메라들을 사용하면서 발생될 수 있는 간섭을 제어할 수 있다. 영상 정합부(410)는 소프트웨어적으로 카메라를 제어하고 순차적으로 촬영하는 방식을 취할 수 있다. 영상 정합부(410)는 카메라들의 간섭 현상을 제거하기 때문에, 깊이 정보를 정확하게 추출할 수 있다.
- [0076] 영상 정합부(410)는 `pcl::OpenNIGrabber` 클래스 중의 `start()` 및 `stop()` 두 개의 메소드를 통해 카메라의 On/Off를 제어할 수 있다. 영상 정합부(410)는 도 7의 소스코드를 이용하여 복수의 카메라 제어를 구현할 수 있다. 따라서, 영상 정합부(410)는 복수의 카메라들에서 원본 포인트 클라우드를 생성할 수 있다. 상기 원본 포인트 클라우드의 좌표는 각각의 카메라들을 원점으로 되어 있어서 좌표계의 변환이 필요할 수 있다.
- [0077] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 패스 스루 필터 및 복셀 그리드 필터의 적용 후 상태를 설명하기 위한 도면이다.
- [0078] 도 8을 참조하면, 영상 정합부(410)는 패스 스루 필터 및 복셀 그리드 필터를 이용하여 불필요한 포인트 클라우드를 제거할 수 있다. 영상 정합부(410)는 원본 포인트 클라우드(810)에 필터링을 적용하여 포인트 클라우드의 수량을 줄이고, 밀도가 균일한 포인트 클라우드(820)를 생성할 수 있다.
- [0079] 영상 정합부(410)는 패스 스루 필터를 이용하여 포인트 클라우드의 영역을 제한할 수 있다. 영상 정합부(410)는 카메라에서 추출된 포인트 클라우드 데이터를 640×480 인 깊이 이미지에서 생성할 수 있다. 영상 정합부(410)는 생성된 포인트 클라우드 데이터들 중에서 얼굴 영역의 포인트들만 처리하도록 제한하는 작용을 할 수 있다. 또한 영상 정합부(410)는 영역외의 포인트들을 모두 제거할 수 있다.
- [0080] 영상 정합부(410)는 복셀 그리드 필터를 이용하여 포인트 클라우드의 포인트들을 일정한 복셀 그리드 상에 배치하고, 복셀당 대표적인 하나의 포인트만 남기게 할 수 있다. 영상 정합부(410)는 포인트 클라우드의 수량을 줄이고, 밀도를 균일화할 수 있다.
- [0081] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 2D 얼굴 영상의 색상에 대한 차이를 설명하기 위한 도면이고, 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 색상 보정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0082] 도 9 내지 도 10을 참조하면, 영상 처리부(420)는 영상 정합부(410)에서 정합이 정확하게 이루어졌지만 색의 차이로 인해 얼굴의 피부색이 자연스럽게 않은 부분을 영상 처리할 수 있다.
- [0083] 영상 처리부(420)는 복수의 카메라들이 서로 다른 각도에서 촬영되었기 때문에 발생될 수 있는 영상의 색상에 대한 차이를 보정할 수 있다. 상기 색상의 차이는 2D 얼굴 영상들(910, 920, 930)에서 비교될 수 있다. 2D 얼굴 영상(910)은 피사체의 좌측면을 촬영한 영상이고, 2D 얼굴 영상(920)은 피사체의 정면을 촬영한 영상이며, 2D 얼굴 영상(930)은 피사체의 우측면을 촬영한 영상이다. 이때, 각 2D 얼굴 영상들의 동일한 위치들(912, 922, 932)은 색상이 서로 다를 수 있다.
- [0084] 영상 처리부(420)는 정합된 포인트 클라우드들 중 같은 위치의 포인트 클라우드들을 검색하고, 검색된 포인트 클라우드들의 RGB 값이 선형관계라고 전제하여 [수학식 1]로 색변환 행렬을 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$M_{cc} * [r_1 \ g_1 \ b_1]^T = [r_2 \ g_2 \ b_2]^T$$

여기서, $[r_1 \ g_1 \ b_1]$, $[r_2 \ g_2 \ b_2]$ 는 두 포인트의 RGB 컬러 값이고, M_{cc} 는 색변환 행렬이다.

영상 처리부(420)는 M_{cc} 를 산출한 후, 변환하고자 하는 포인트 클라우드에 적용하면 상기 포인트 클라우드의 색 차이는 줄어들 수 있다. 3D 얼굴 데이터(1010)는 색변환 전이고, 3D 얼굴 데이터(1020)는 색변환 후일 수 있다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 깊이 보정을 설명하기 위한 도면이다.

도 11을 참조하면, 영상 처리부(420)는 포인트 클라우드가 서로 겹치는 부분에서 발생할 수 있는 부자연스러운 현상을 보정할 수 있다.

영상 처리부(420)는 포인트 클라우드들의 켈러티 웨이팅을 이용하여 중첩되는 부분에서 발생하는 부자연스러운 현상을 제거할 수 있다. 영상 처리부(420)는 포인트 클라우드들의 켈러티(Q_p)를 [수학식 2]와 같은 방법으로 산출할 수 있다.

수학식 2

$$Q_p = \text{number of points in radius } r$$

영상 처리부(420)는 중첩되는 부분의 포인트 클라우드들 간의 켈러티를 비교하여 낮은 포인트 클라우드를 삭제할 수 있다. 3D 얼굴 데이터(1110)는 켈러티 웨이팅을 하기 전 데이터이고, 3D 얼굴 데이터(1120)는 켈러티 웨이팅을 한 후 데이터일 수 있다. 또한 3D 얼굴 데이터(1110)의 중첩 부분(1112, 1114)은 켈러티 웨이팅을 적용된 후, 3D 얼굴 데이터(1112)의 중첩 부분(1122, 1124)처럼 부자연스러운 현상이 제거하여 깊이 보정이 될 수 있다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 3D 얼굴 모델링 장치를 설명하기 위한 도면이고, 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 변경 가능한 얼굴 각도를 설명하기 위한 도면이며, 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 롤 방향 및 피치 방향의 변경된 얼굴각도에 따른 2D 얼굴 영상과 3D 얼굴 모델의 매칭결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 12 내지 도 14를 참조하면, 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 다양한 각도에서 촬영된 2D 측면 얼굴 영상(1220)을 이용하여 요(Yaw)(1310), 피치(Pitch)(1320), 롤(Roll)(1330)의 각도가 적용된 3D 정면 얼굴 데이터(1230)를 생성할 수 있다. 또한 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 3D 정면 얼굴 데이터(1230)의 포즈 변화를 이용하여 3D 측면 얼굴 데이터(1240)를 생성할 수 있다.

3D 얼굴 모델링 장치(10)는 두 가지의 매칭 방법을 포함할 수 있다.

두 가지의 매칭 방법 중 하나는 3D 얼굴 모델링 장치(10)가 2D 정면 얼굴 영상(1210)과 다양한 각도에서 촬영된 2D 측면 얼굴 영상(1220)을 2D 이미지 매칭(1250)하는 것일 수 있다. 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 2D 이미지 매칭(1250)을 이용하여 매칭 스코어(1260)를 산출할 수 있다. 상기 방법은 3D 얼굴 데이터를 빠른 시간에 생성할 수 있는 장점이 있지만, 대체로 각도가 커지면 커질수록 매칭 스코어(1260)가 작아지는 단점이 있을 수 있다.

나머지 하나는 3D 얼굴 모델링 장치(10)가 2D 측면 얼굴 영상(1220)과 3D 측면 얼굴 데이터(1240)를 3D 이미지 매칭(1270)하는 것일 수 있다. 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 3D 이미지 매칭(1270)을 이용하여 매칭 스코어(1280)를 산출할 수 있다. 상기 방법은 3D 얼굴 데이터를 2D 이미지 매칭(1250)보다 정확하게 생성할 수 있다.

- [0098] Yaw(1310)은 3차원 공간에서 Z축에 해당할 수 있다. Yaw(1310)은 -45° 내지 45° 일 수 있다. Pitch(1320)은 3차원 공간에서 X축에 해당할 수 있다. Pitch(1320)은 -45° 내지 45° 일 수 있다. Roll(1330)은 3차원 공간에서 Y축에 해당할 수 있다. Roll(1330)은 -45° 내지 45° 일 수 있다.
- [0099] 3D 얼굴 모델링 장치(10)는 Pitch(1320) 및 Roll(1330) 방향으로 매칭할 수 있다. 도 14(a)는 3D 얼굴 모델링 장치(10)가 Roll(1330) 방향으로 매칭한 도면이고, 도 14(b)는 3D 얼굴 모델링 장치(10)가 Pitch(1320) 방향으로 매칭한 도면이다.
- [0100] 도 14(a)의 영상(1410, 1412, 1414)는 2D 얼굴 영상으로 그라운드 트루스(ground truth) 영상이고, 영상(1420, 1422, 1424)는 2D-3D를 매칭하여 나온 결과를 출력한 영상이다. 도 14(a)의 영상(1430, 1432, 1434)는 2D 얼굴 영상으로 그라운드 트루스 영상이고, 영상(1440, 1442, 1444)는 2D-3D를 매칭하여 나온 결과를 출력한 영상이다.
- [0101] 도 14(b)의 영상(1460, 1462, 1464, 1466)는 2D 얼굴 영상으로 그라운드 트루스 영상이고, 영상(1470, 1472, 1474, 1476)는 2D-3D를 매칭하여 나온 결과를 출력한 영상이다.
- [0102] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 3D 얼굴 모델링 방법의 수행과정을 도시한 순서도이다.
- [0103] 도 15를 참조하면, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복수의 카메라들을 이용하여 3D 얼굴 모델링을 할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복수의 카메라에서 촬상된 영상을 정합하고, 정합된 영상을 영상 처리할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 영상 처리된 2D 얼굴 영상 및 3D 얼굴 데이터를 매칭하여 보다 정확한 3D 얼굴 모델링을 할 수 있다.
- [0104] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 피사체(120)를 촬상한다(S100). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 카메라부(110)를 통하여 피사체(120)를 촬상할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 카메라들(112, 114, 116)의 위치를 다양한 방향에 위치시켜서 피사체(120)를 촬상할 수 있다.
- [0105] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 촬상된 영상을 정합한다(S110). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 3D 얼굴 모델링 장치(10)를 통하여 촬상된 다양한 방향의 피사체(120) 영상들을 정합할 수 있다. 상기 피사체(120) 영상들은 2D 얼굴 영상들일 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복수의 2D 얼굴 영상들의 특징점을 추출하여 영상을 정합할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 2D 얼굴 영상들을 정합하여 3D 얼굴 데이터를 생성할 수 있다.
- [0106] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 생성된 3D 얼굴 데이터를 영상 처리한다(S120). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 3D 얼굴 모델링 장치(10)를 통하여 생성된 3D 얼굴 데이터를 영상 처리할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 3D 얼굴 데이터를 색상 보정 및 깊이 보정을 할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 영상 처리를 통하여 3D 얼굴 모델을 생성할 수 있다.
- [0107] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 2D 얼굴 영상 및 3D 얼굴 데이터를 매칭한다(S130). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 3D 얼굴 모델링 장치(10)를 통하여 2D 정면 얼굴 영상 및 상기 영상 처리된 3D 얼굴 모델을 매칭할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 매칭 스코어를 산출할 수 있다.
- [0108] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 카메라 촬상 방법의 수행과정을 도시한 순서도이다.
- [0109] 도 16을 참조하면, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 피사체(120)를 다양한 각도에서 촬상할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복수의 카메라들(112, 114, 116)을 포함할 수 있다.
- [0110] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 각 카메라의 우선순위를 선정한다(S200). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복수의 카메라들 중 우선순위를 선정할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 카메라들의 우선순위를 선정함으로써, 동시에 촬상되며 생길 수 있는 간섭현상을 제거할 수 있다.
- [0111] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 촬상이 안된 카메라 중 우선순위 높은 카메라의 순서대로 촬상한다(S210). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 우선순위가 높은 카메라의 순서대로 피사체(120)를 촬상할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 카메라들이 순서대로 촬상함으로써 카메라들 간의 간섭현상을 제거할 수 있다.
- [0112] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 현재 촬상 횟수와 각 카메라당 최대 촬상 횟수를 비교한다(S220). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 현재 촬상 횟수와 각 카메라당 최대 촬상 횟수를 비교하여 현재 촬상 횟수가 각 카메라당 최대 촬

상 횡수보다 같거나 많은지 확인할 수 있다. 만약 현재 촬상 횡수가 각 카메라당 최대 촬상 횡수보다 적으면, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 단계 S210를 수행하고, 현재 촬상 횡수가 각 카메라당 최대 촬상 횡수보다 같거나 많으면, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 다음 단계를 수행할 수 있다.

[0113] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 각 카메라 최적 영상을 생성한다(S230). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 각 카메라에서 촬상된 영상들 중 최적의 영상을 추출하여 생성할 수 있다. 상기 영상은 2D 얼굴 영상일 수 있다.

[0114] 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 정합 방법의 수행과정을 도시한 순서도이다.

[0115] 도 17을 참조하면, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 촬상된 2D 얼굴 영상을 정합할 수 있다.

[0116] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 패스 스루 필터를 사용한다(S300). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 패스 스루 필터를 사용하여 포인트 클라우드의 영역을 제한할 수 있다. 즉, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 영역외의 포인트들을 모두 제거할 수 있다.

[0117] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복셀 그리드 필터를 사용한다(S310). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 복셀 그리드 필터를 사용하여 상기 제한된 영역의 포인트 클라우드를 일정한 복셀 그리드상에 배치할 수 있다. 또한 3D 모델링 시스템(1)은 복셀당 대표적인 하나의 포인트만 남기게 할 수 있다. 즉, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 포인트 클라우드의 수량을 줄이고, 밀도를 균일화할 수 있다.

[0118] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 FPFH 측정을 한다(S320). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 FPFH 측정을 이용하여 상기 남은 포인트 클라우드 데이터에서 특징점을 추출할 수 있다.

[0119] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 SAC-IA를 한다(S330). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 SAC-IA를 FPFH 측정과 같이 이용하여 정합의 초기값을 산출할 수 있다. 따라서, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 양쪽의 카메라들(112, 116)의 영상을 정면의 카메라(114)의 영상에 정합시킬 수 있다.

[0120] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 ICP를 한다(S340). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 ICP를 이용하여 초기값으로 정합된 두 개의 포인트 클라우드를 더욱 정밀하게 정합할 수 있다.

[0121] 도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 영상 처리 방법의 수행과정을 도시한 순서도이다.

[0122] 도 18을 참조하면, 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 정합된 3D 얼굴 데이터를 색상 보정 및 깊이 보정을 할 수 있다.

[0123] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 색상 보정을 한다(S400). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 정합된 3D 얼굴 데이터에서 발생하는 부자연스러운 얼굴의 피부색을 보정할 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 색변환 행렬을 이용하여 포인트 클라우드의 색 차이를 줄일 수 있다.

[0124] 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 깊이 보정을 한다(S410). 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 색상 보정된 3D 얼굴 데이터를 깊이 보정을 통하여 정확도를 높일 수 있다. 3D 얼굴 모델링 시스템(1)은 겹치는 부분의 포인트 클라우드들 간에 질(quality)을 비교하여 낮은 포인트 클라우드를 제거할 수 있다.

[0125] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 장치에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 장치에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[0126] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특징의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

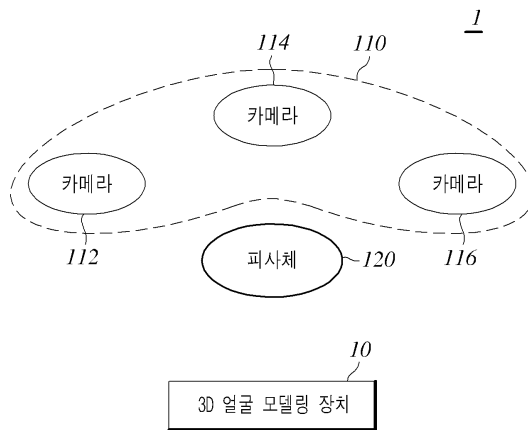
부호의 설명

[0127]

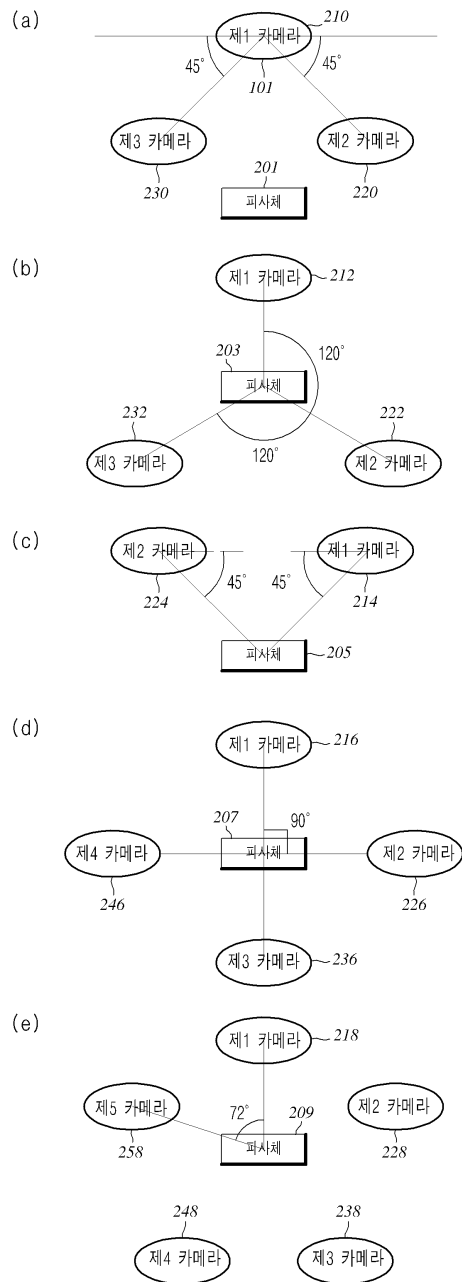
1: 3D 얼굴 모델링 시스템	10: 3D 얼굴 모델링 장치
110: 카메라부	112, 114, 116: 카메라
120: 피사체	310: 입력부
320: 제어부	320: 제어부
330: 출력부	340: 저장부
410: 영상 정합부	420: 영상 처리부
430: 영상 매칭부	

도면

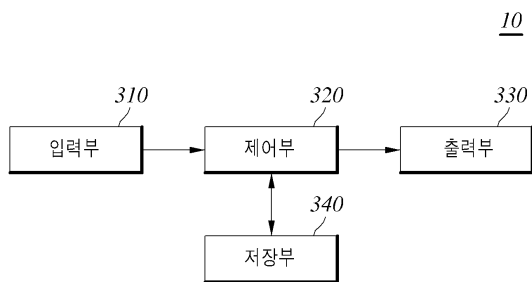
도면1



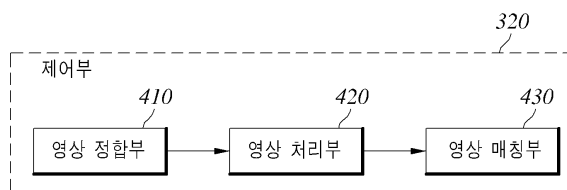
도면2



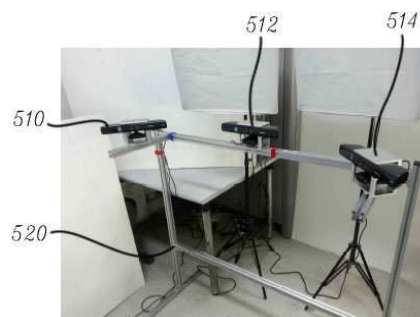
도면3



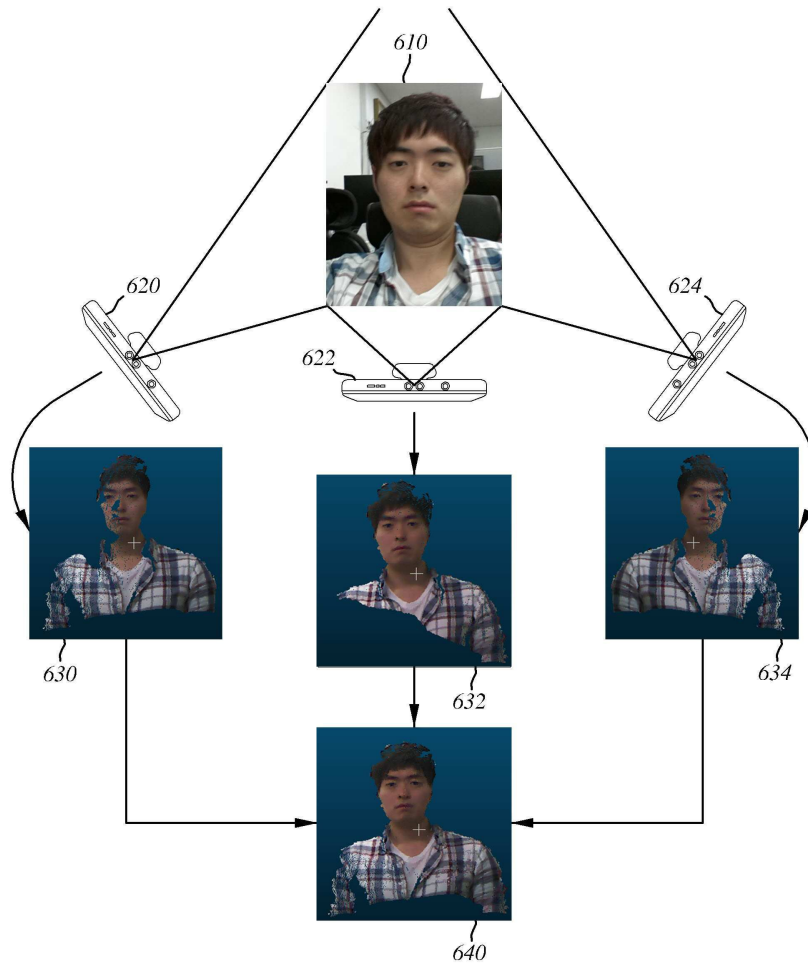
도면4



도면5



도면6



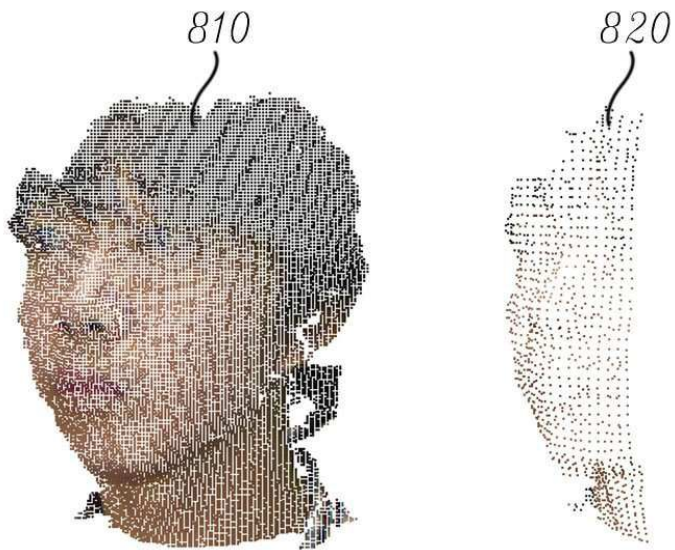
도면7

```
pcl::Grabber* _interface1 = new pcl::OpenNIGrabber("#1");
boost::signals2::connection c1 = _interface1->registerCallback (f);

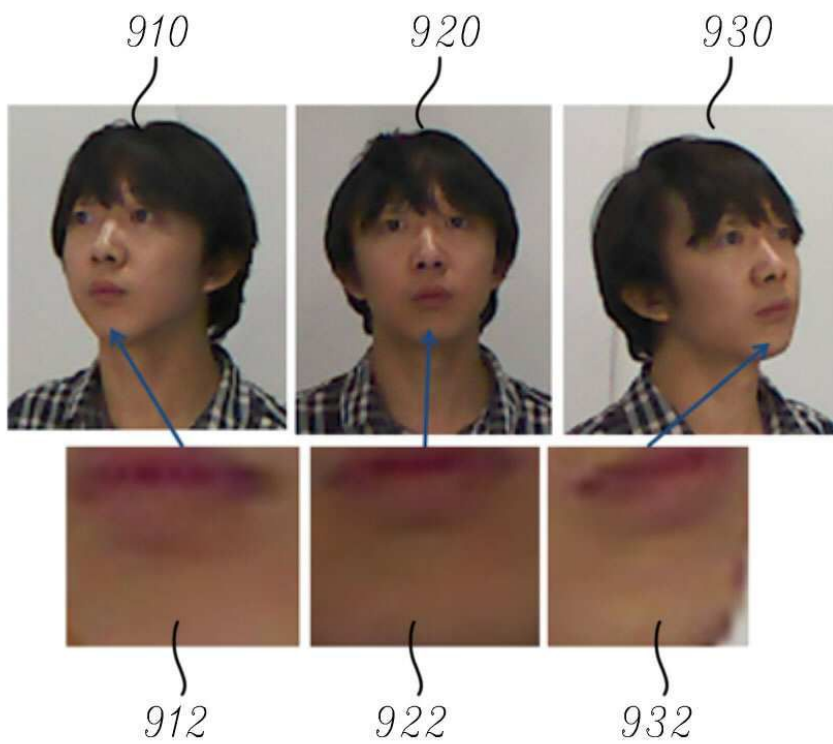
this->count=0;
this->stopCount=this->nframe
cout<<"Kinect #1 start.."<<endl
_interface1->start ();
while(this->count<this->stopCount)
{
    boost::this_thread::sleep (boost::posix_time::millisec (10));
}
c1.disconnect();
_interface1->stop();

pcl::Grabber* _interface2 = new pcl::OpenNIGrabber("#2");
boost::signals2::connection c2 = _interface2->registerCallback (f);
Repeat...
```

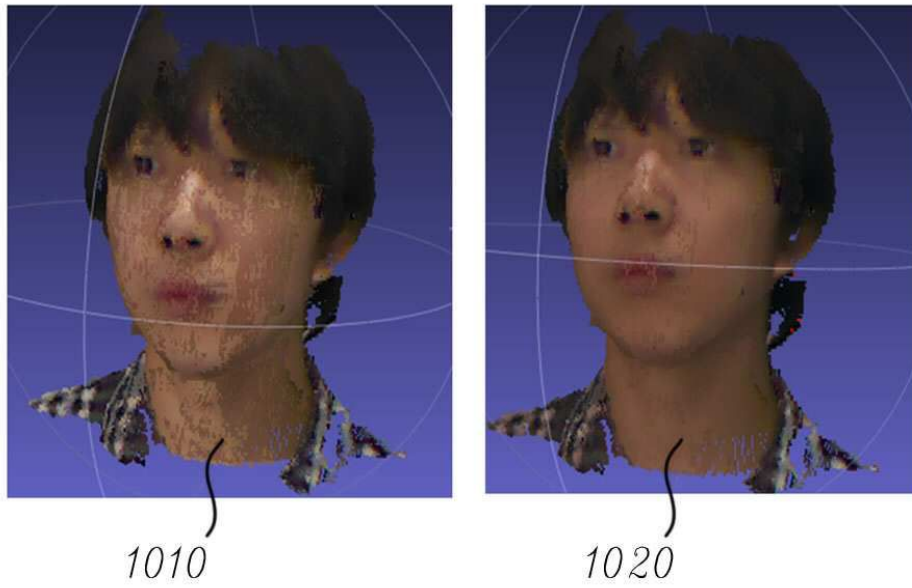
도면8



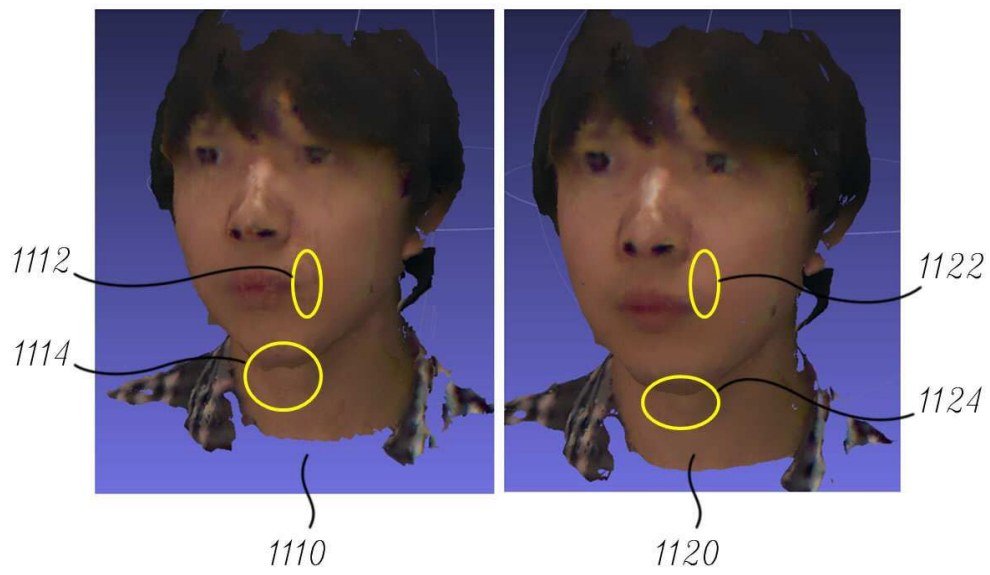
도면9



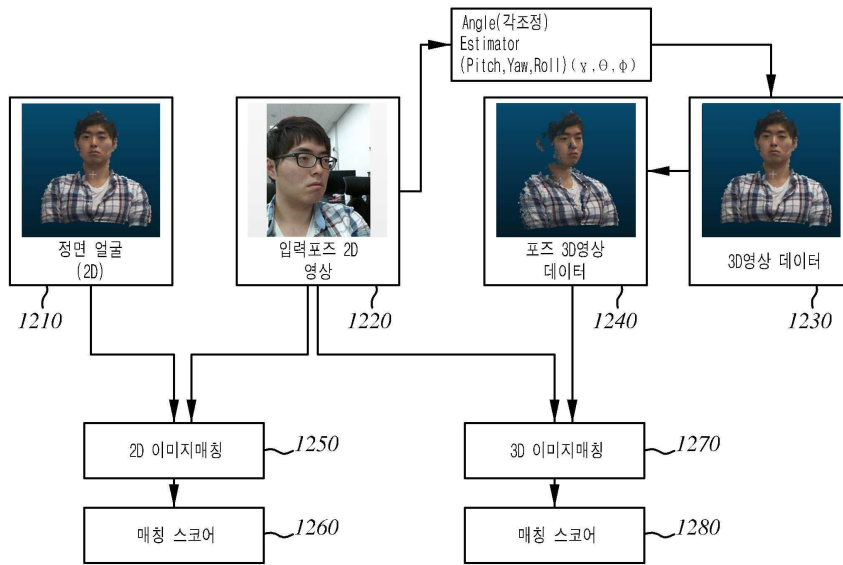
도면10



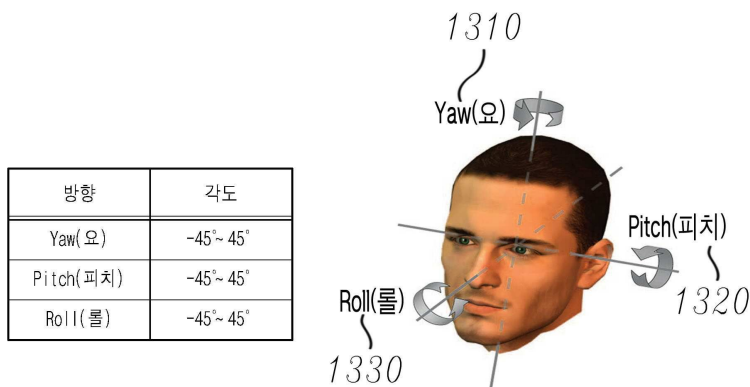
도면11



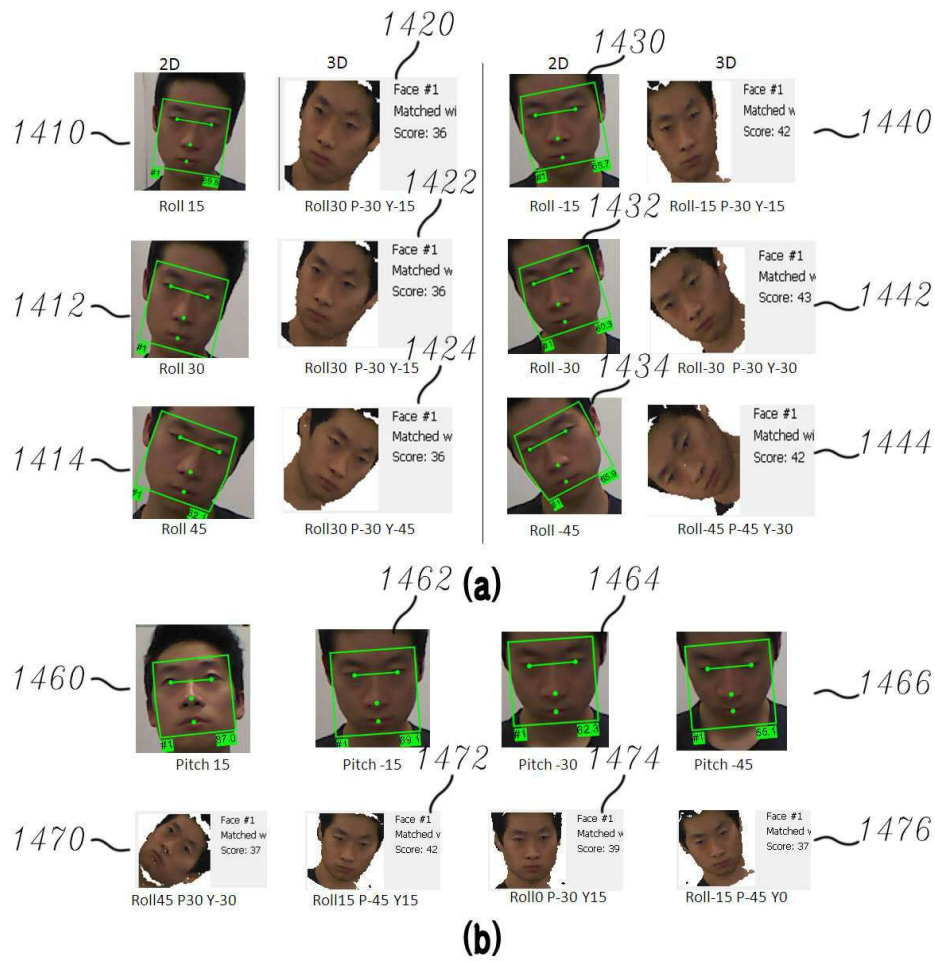
도면12



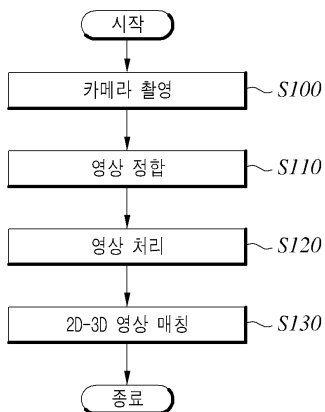
도면13



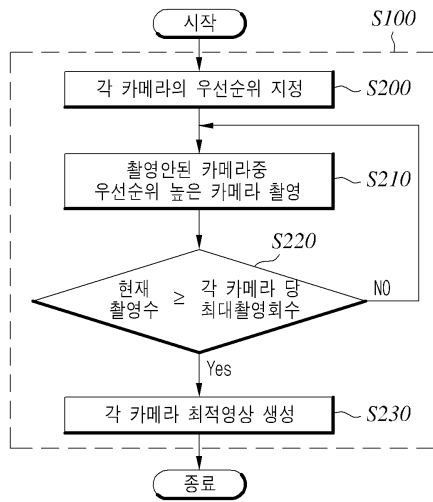
도면14



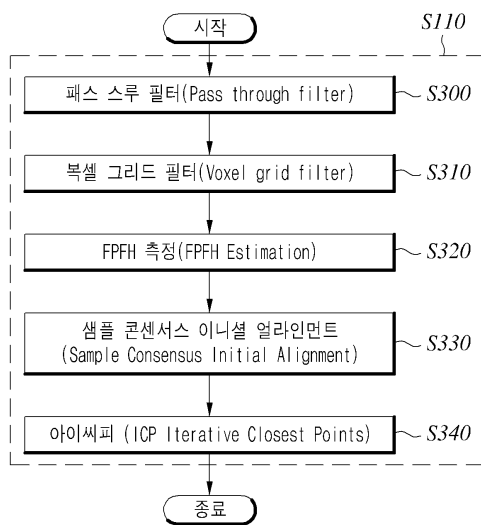
도면15



도면16



도면17



도면18

