



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월19일

(11) 등록번호 10-1521358

(24) 등록일자 2015년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0164181

(22) 출원일자 2013년12월26일

심사청구일자 2013년12월26일

(56) 선행기술조사문헌

JP2002015338A

JP2001357415A

JP09237346A

JP09138866A

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

최수미

서울 송파구 토성로 38-6, 106동 1501호 (풍납동, 한강극동아파트)

조대훈

서울 광진구 독섬로48길 28, B01호 (자양동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

송인호, 민영준, 최관락

전체 청구항 수 : 총 13 항

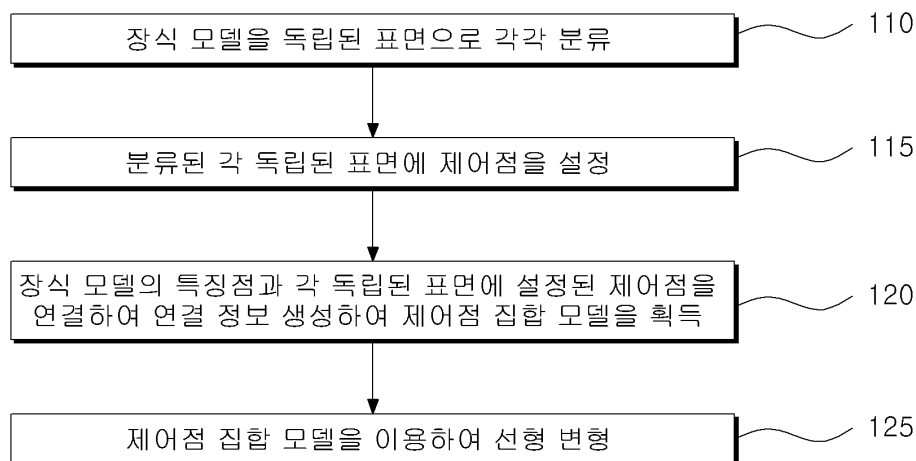
심사관 : 이병우

(54) 발명의 명칭 다중 모델 정합 방법 및 그 장치

(57) 요약

다중 모델 정합 방법 및 그 장치가 개시된다. 다중 모델 정합 방법은 적어도 하나의 특징점을 포함하는 장식 모델을 독립된 표면(surface)으로 각각 분류하는 단계; 상기 각 독립된 표면에 적어도 하나의 제어점을 각각 설정하는 단계; 및 상기 각 독립된 표면의 제어점과 상기 특징점의 연결정보를 생성하여 제어점집합 모델을 생성하는 단계를 포함하되, 상기 제어점집합 모델에 의해 상기 장식 모델이 3D 모델에 맞춰 선형 변형될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

최진호

서울 광진구 능동로19길 47, 에텔라움 227호 (화양동)

김현중

서울 마포구 동교로9길 94, 302호 (망원동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011090039

부처명 문화체육관광부

연구관리전문기관 한국콘텐츠진흥원

연구사업명 콘텐츠산업기술지원사업

연구과제명 3D 페이스 아바타 기반 실감분장 시뮬레이션 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2011.11.01 ~ 2014.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 특징점을 포함하는 장식 모델을 독립된 표면(surface)으로 각각 분류하는 단계;

상기 각 독립된 표면에 적어도 하나의 제어점을 각각 설정하는 단계; 및

상기 각 독립된 표면의 제어점과 상기 특징점의 연결정보를 생성하여 제어점집합 모델을 생성하는 단계를 포함하되,

상기 제어점집합 모델에 의해 상기 장식 모델이 3D 모델에 맞춰 선형 변형되는 다중 모델의 정합 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 독립된 표면은 상기 장식 모델에서 각 정점간 상호 연결정보가 존재하는 독립된 기하정보 단위인 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제어점을 각각 설정하는 단계는,

상기 독립된 표면의 기하정보 중 적어도 하나의 정점을 상기 제어점으로 각각 설정하는 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 선형 변형은,

상기 장식 모델이 상기 3D 객체에 선형 변환되기 위한 상기 3D 객체의 적어도 하나의 대응점을 검출하는 단계;

상기 제어점집합 모델과 상기 대응점의 변위를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 변위를 미리 계산된 가중치 행렬의 코탄젠트값으로 이용하여 상기 제어점집합 모델의 각 정점을 상기 대응점으로 선형 변형하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 대응점을 검출하는 단계는,

상기 제어점집합 모델에 포함된 각 정점과 상기 3D 모델의 각 정점간 최소거리에 위치한 정점을 대응점으로 검출하는 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 방법.

청구항 6

제4 항에 있어서,

상기 선형 변형하는 단계는,

상기 제어점집합 모델의 각 정점의 주변 정점은 상기 미리 계산된 가중치 행렬의 코탄젠트값을 이용하여 얼굴 모델에 선형 변형되는 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 주변 정점은 상기 제어점집합 모델의 각 정점간의 거리에 기초한 반경에 포함된 장식 모델의 정점들인 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 제어점집합 모델을 생성하는 단계는,

상기 장식 모델의 특징점과 각 독립된 표면에 설정된 적어도 두개의 제어점이 하나의 폴리곤을 형성하도록 상기 특징점과 상기 제어점들간의 연결정보를 생성하여 상기 제어점집합 모델을 생성하는 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 방법.

청구항 9

제1 항 내지 제8 항 중 어느 하나의 항에 따른 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 10

적어도 하나의 특징점을 포함하는 장식 모델을 독립된 표면(surface)으로 각각 분류하는 표면 분류부;

상기 각 독립된 표면에 적어도 하나의 제어점을 각각 설정하고, 상기 각 독립된 표면의 제어점과 상기 특징점의 연결정보를 생성하여 제어점집합 모델을 생성하는 제어점집합 모델 생성부; 및

상기 제어점집합 모델을 이용하여 상기 장식 모델을 3D 객체에 맞춰 선형 변형하는 정합부를 포함하는 다중 모델의 정합 장치.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 정합부는,

상기 장식 모델이 상기 3D 객체에 선형 변환되기 위한 상기 3D 객체의 적어도 하나의 대응점을 검출하고, 상기 제어점집합 모델과 상기 대응점의 변위를 계산한 후 상기 계산된 변위를 미리 계산된 가중치 행렬의 코탄젠트값으로 이용하여 상기 제어점집합 모델의 각 정점을 상기 대응점으로 선형 변형하는 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 장치.

청구항 12

제10 항에 있어서,

상기 제어점집합 모델 생성부는,

상기 장식 모델의 특징점과 각 독립된 표면에 설정된 적어도 두개의 제어점이 하나의 폴리곤을 형성하도록 상기 특징점과 상기 제어점들간의 연결정보를 생성하여 상기 제어점집합 모델을 생성하는 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 장치.

청구항 13

제10 항에 있어서,

상기 제어점집합 모델 생성부는,

상기 독립된 표면의 기하정보 중 적어도 하나의 정점을 상기 제어점으로 각각 설정하는 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 장식 모델을 독립된 표면으로 분류한 후 제어점을 추출하고, 이를 기반으로 얼굴 모델에 선형 변형하여 정합하기 위한 다중 모델 정합 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 사람의 얼굴은 상호 간에 대화에서 심리적 상태, 사회적 상호작용, 생리학적 신호 등 여러 형태의 매우 중요한 정보를 표현할 수 있다. 특히 얼굴 표정은 실생활에서 타인과의 의사소통을 하기 위한 중요한 의미를 갖는다. 한편 가상현실에서의 사람 표정은 사용자의 감정을 3D 얼굴 아바타를 통해서 표현하기 때문에 실제 사용자의 얼굴보다 과장된 표정으로 애니메이션을 하여 언어와는 다른 상호작용이 가능하므로 매우 중요한 요소라고 할 수 있다. 이런 이유로 얼굴에 대한 연구는 얼굴 애니메이션 합성, 로봇 공학, HCI 등 다양한 분야에서 활발하게 연구되고 있다.

[0003] 컴퓨팅 기술과 광학기술이 발전함에 따라 인간의 얼굴을 3차원으로 복원한 정확한 데이터를 얻을 수 있게 되었다. 그러나 이런 최신 광학 장비를 이용하여 얼굴을 복원하여도 얼굴의 특징인 머리카락이나 수염 등을 복원하는 것은 현재까지도 어려운 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 2차원 영상에서 별도의 성장 알고리즘을 사용하여 머리카락을 추출하고, 다중 시야 스테레오 방식을 사용하여 3차원공간에 재구성한 방법이 제시되었다. 별도의 성장 알고리즘을 이용하여 획득된 머리카락과 같은 장식 모델을 피부 표면에 구성하기 위해 얼굴의 표면을 변형해야 하기 때문에 얼굴 애니메이션에 사용하기에는 적합하지 않다. 또 다른 해결 방안은 머리카락이나 수염 등의 모델들을 상용 프로그램을 이용하여 직접 제작하기도 한다.

[0004] 그러나 종래의 방법에 따른 머리카락, 수염 등의 모델들을 특정 캐릭터의 얼굴 외에 다른 얼굴에 적용하기 어렵고, 적용하더라도 매우 부자연스러운 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 장식 모델을 독립된 표면으로 분류한 후 제어점을 추출하고, 이를 기반으로 얼굴 모델에 선형 변환하여 정합하기 위한 다중 모델 정합 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0006] 또한, 본 발명은 얼굴 모델에 맞춰 자연스럽게 장식 모델을 정합할 수 있을 뿐만 아니라 장식 모델을 각각의 얼굴 모델에 재사용할 수 있는 다중 모델 정합 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 장식 모델을 독립된 표면으로 분류한 후 제어점을 추출하고, 이를 기반으로 얼굴 모델에 선형 변형하여 정합하기 방법이 제공된다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 적어도 하나의 특징점을 포함하는 장식 모델을 독립된 표면(surface)으로 각각 분류하는 단계; 상기 각 독립된 표면에 적어도 하나의 제어점을 각각 설정하는 단계; 및 상기 각 독립된 표면의 제어점과 상기 특징점의 연결정보를 생성하여 제어점집합 모델을 생성하는 단계를 포함하되, 상기 제어점집합 모델에 의해 상기 장식 모델이 3D 모델에 맞춰 선형 변형되는 다중 모델의 정합 방법이 제공될 수 있다.

[0009] 상기 독립된 표면은 상기 장식 모델에서 각 정점간 상호 연결정보가 존재하는 독립된 기하정보 단위이다.

[0010] 상기 제어점을 각각 설정하는 단계는, 상기 독립된 표면의 기하정보 중 적어도 하나의 정점을 상기 제어점으로 각각 설정할 수 있다.

[0011] 상기 선형 변형은, 상기 장식 모델이 상기 3D 객체에 선형 변환되기 위한 상기 3D 객체의 적어도 하나의 대응점을 검출하는 단계; 상기 제어점집합 모델과 상기 대응점간의 변위를 계산하는 단계; 및 상기 계산된 변위를 미리 계산된 가중치 행렬의 코탄젠트값으로 이용하여 상기 제어점집합 모델의 각 정점을 상기 대응점으로 선형 변형하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 대응점을 검출하는 단계는, 상기 제어점집합 모델에 포함된 각 정점과 상기 3D 모델의 각 정점간 최소거리

에 위치한 정점을 대응점으로 검출할 수 있다.

- [0013] 상기 선형 변형하는 단계는, 상기 제어점집합 모델의 각 정점의 주변 정점은 상기 미리 계산된 가중치 행렬의 코탄젠트값을 이용하여 상기 얼굴 모델에 선형 변형될 수 있다.
- [0014] 상기 주변 정점은 상기 제어점집합 모델의 각 정점간의 거리에 기초한 반경에 포함된 장식 모델의 정점일 수 있다.
- [0015] 상기 제어점집합 모델을 생성하는 단계는, 상기 장식 모델의 특징점과 각 독립된 표면에 설정된 적어도 두개의 제어점이 하나의 폴리곤을 형성하도록 상기 특징점과 상기 제어점들간의 연결정보를 생성하여 상기 제어점집합 모델을 생성할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 장식 모델을 독립된 표면으로 분류한 후 제어점을 추출하고, 이를 기반으로 얼굴 모델에 선형 변형하여 정합하기 위한 장치가 제공된다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 적어도 하나의 특징점을 포함하는 장식 모델을 독립된 표면(surface)으로 각각 분류하는 표면 분류부; 상기 각 독립된 표면에 적어도 하나의 제어점을 각각 설정하고, 상기 각 독립된 표면의 제어점과 상기 특징점의 연결정보를 생성하여 제어점집합 모델을 생성하는 제어점집합 모델 생성부; 및 상기 제어점집합 모델을 이용하여 상기 장식 모델을 3D 객체에 맞춰 선형 변형하는 정합부를 포함하는 다중 모델의 정합 장치가 제공될 수 있다.
- [0018] 상기 정합부는, 상기 장식 모델이 상기 3D 객체에 선형 변환되기 위한 상기 3D 객체의 적어도 하나의 대응점을 검출하고, 상기 제어점집합 모델과 상기 대응점간의 변위를 계산한 후 상기 계산된 변위를 미리 계산된 가중치 행렬의 코탄젠트값으로 이용하여 상기 제어점집합 모델의 각 정점을 상기 대응점으로 선형 변형할 수 있다.
- [0019] 상기 제어점집합 모델 생성부는, 상기 장식 모델의 특징점과 각 독립된 표면에 설정된 적어도 두개의 제어점이 하나의 폴리곤을 형성하도록 상기 특징점과 상기 제어점들간의 연결정보를 생성하여 상기 제어점집합 모델을 생성하는 것을 특징으로 하는 다중 모델 정합 장치.
- [0020] 상기 제어점집합 모델 생성부는, 상기 독립된 표면의 기하정보 중 적어도 하나의 정점을 상기 제어점으로 각각 설정할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 모델 정합 방법 및 그 장치를 제공함으로써, 장식 모델을 독립된 표면으로 분류한 후 제어점을 추출하고, 이를 기반으로 얼굴 모델에 선형 변형하여 정합할 수 있다.
- [0022] 이를 통해, 본 발명은 얼굴 모델에 맞춰 자연스럽게 장식 모델을 정합할 수 있을 뿐만 아니라 장식 모델을 각각의 얼굴 모델에 재사용할 수 있는 이점도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 모델 정합 방법을 설명하기 위한 순서도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 독립된 표면으로 구성된 장식 모델을 예시한 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델에서 제어점집합 모델을 생성하는 방법을 설명하기 위해 도시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델을 얼굴 모델에 선형 변형하는 방법을 나타낸 순서도.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델의 제어점집합 모델의 각 정점에 대응하는 얼굴 모델의 대응점을 검출하기 위한 의사코드.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어점집합 모델의 정점들과 얼굴 모델의 대응점 및 주변 정점을 설명하기 위해 도시한 도면.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델의 초기 상태를 도시한 도면.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델을 얼굴 모델에 정합한 결과를 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 모델 정합 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0025] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0026] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0027] 본 발명은 3D 얼굴 모델과 얼굴의 특징에 해당하는 머리카락, 수염, 상투 등과 같은 장식 모델을 각각 정의한 후 3D 얼굴 모델에 장식 모델을 선형 변환하여 정합하기 위한 발명이다.
- [0028] 이하, 3D 얼굴 모델은 3차원 얼굴에 대한 기하정보와 텍스처 정보를 포함할 수 있다. 기하정보는 3D 얼굴 모델의 각 정점들 및 각 정점들간의 연결정보를 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0029] 또한, 장식 모델은 머리카락, 수염, 상투 등과 같은 3D 얼굴 모델을 장식하기 위한 기하정보 및 텍스처 정보를 포함할 수 있다.
- [0030] 3D 얼굴 모델 및 장식 모델은 각각 하나의 컴포넌트로 구성될 수도 있으며, 복수의 컴포넌트로 구성될 수도 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에서 하나의 컴포넌트는 각 정점들간의 연결정보가 존재하는 기하정보를 의미하는 것으로 이하에서는 독립된 표면(surface)로 칭하기로 한다. 즉, 이하에서 독립된 표면은 정점들의 연결정보가 하나로 연결된 하나의 컴포넌트로 이해되어야 할 것이다.
- [0032] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 모델 정합 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 독립된 표면으로 구성된 장식 모델을 예시한 도면이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델에서 제어점집합 모델을 생성하는 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [0034] 단계 110에서 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델을 분석하여 독립된 표면으로 각각 분류한다.
- [0035] 예를 들어, 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델의 정점간의 연결정보를 분석하여 정점들간의 연결정보가 존재하는(즉, 정점들이 모두 연결된) 컴포넌트를 하나의 독립된 표면으로 분류할 수 있다.
- [0036] 도 2에는 장식 모델 중 수염 모델이 예시되어 있다. 일반적으로 수염은 수염 한가닥 한가닥이 각각 독립된 컴포넌트로 구성되게 된다. 이에 따라, 도 2에 도시된 바와 같이, 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델의 정점간의 연결정보를 분석하여 각 정점들이 연결된 독립된 단위로 분류하여 장식 모델을 독립된 표면으로 각각 분류할 수 있다.
- [0037] 또한, 장식 모델은 적어도 하나의 특징점이 설정될 수 있다. 특징점은 장식 모델의 정점들 중 적어도 하나로 설정될 수 있다.
- [0038] 도 2에서는 장식 모델의 기하정보가 삼각형 폴리곤 형태인 것으로 도시되어 있으나, 이외에도 폴리곤의 형태는 다양할 수 있으며, 폴리곤 형태에 따라 연결정보가 달라질 수 있음은 당연하다. 다만, 본 명세서에서는 이해와 설명의 편의를 도모하기 위해 기하정보의 연결정보가 삼각형 폴리곤 형태인 것을 가정하여 도시하기로 한다.

- [0039] 단계 115에서 다중 모델 정합 장치(100)는 각 독립된 표면에서 적어도 하나의 제어점을 각각 설정한다.
- [0040] 예를 들어, 다중 모델 정합 장치(100)는 분류된 각 독립된 표면의 기하정보 중 적어도 하나의 정점을 제어점으로 각각 설정할 수 있다.
- [0041] 도 3을 참조하면, 도 3의 310에는 적어도 하나의 특징점을 포함하는 장식 모델의 일 예가 도시되어 있다. 이와 같은 장식 모델에서 정점들간의 연결관계를 분석하여 독립된 표면으로 각각 분류한 일 예가 315에 도시되어 있다. 320에는 각 분류된 독립된 표면의 정점들 중 적어도 하나를 제어점으로 각각 설정한 일 예가 도시되어 있다. 도 3의 320에 표기된 320a는 분류된 독립된 표면에 각각 설정된 제어점을 나타내고, 320b는 장식 모델에 설정된 특징점을 나타낸다. 도 3의 325는 장식 모델의 각 독립된 표면에 제어점이 설정된 일예가 도시되어 있다.
- [0042] 단계 120에서 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델의 특징점과 분류된 독립된 표면에 설정된 각 제어점간의 연결정보를 생성하여 제어점집합 모델을 생성한다.
- [0043] 보다 상세히 설명하면, 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델에 설정된 특징점(정점)과 분류된 각 독립된 표면에 설정된 각 제어점(정점)들을 연결하여 제어점집합 모델을 생성할 수 있다.
- [0044] 도 3의 330에는 장식 모델의 특징점(정점)과 분류된 독립된 표면에 설정된 각 제어점(정점)간의 연결정보를 생성하여 제어점집합 모델을 생성한 일 예가 도시되어 있다.
- [0045] 도 3의 330에 도시된 바와 같이, 분류된 독립된 표면에 설정된 각 제어점(정점)과 장식 모델의 특징점(정점)을 각각 연결하여 연결정보를 생성할 수 있다.
- [0046] 제어점집합 모델을 생성함에 있어, 장식 모델의 특징점(정점)을 기준으로 적어도 두개의 제어점(정점)이 하나의 폴리곤을 형성하도록 연결정보를 생성하여 제어점집합 모델을 생성할 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 장식 모델의 특징점을 제1 정점(330a)라고 하고, 각 독립된 표면에 설정된 각 제어점을 순차적으로, 제2 정점(330b), 제3 정점(330c), 제4 정점(330d), 제5 정점(330e), 제6 정점(330f)라고 가정하자.
- [0048] 다중 모델 정합 장치(100)는 제1 정점(330a), 제2 정점(330b) 및 제3 정점(330c)가 하나의 폴리곤을 형성하도록 연결정보를 생성하고, 제1 정점(330a), 제3 정점(330c) 및 제4 정점(330d)가 하나의 폴리곤을 형성하도록 연결정보를 생성하며, 제1 정점(330a), 제4 정점(330d) 및 제5 정점(330e)가 하나의 폴리곤을 형성하도록 연결정보를 생성하고, 제1 정점(330a), 제5 정점(330e) 및 제6 정점(330f)가 하나의 폴리곤을 형성하도록 연결정보를 생성할 수 있다.
- [0049] 도 3의 330에 도시된 바와 같이, 장식 모델의 특징점이 하나인 경우, 특징점과 독립된 표면에 설정된 각 제어점간의 연결정보는 제어점의 개수에 상응하도록 생성될 수 있다.
- [0050] 예를 들어, 장식 모델의 특징점이 하나이고, 독립된 표면이 6개이며, 각 독립된 표면에 대해 각각 하나의 제어점이 설정되었다고 가정하자. 이때, 특징점과 제어점간의 연결정보는 6개가 생성될 수 있다. 즉, 6개의 삼각 폴리곤 형태의 연결정보가 생성될 수 있다.
- [0051] 단계 125에서 다중 모델 정합 장치(100)는 제어점집합 모델을 이용하여 얼굴 모델에 적합하도록 장식 모델을 선형 변형한다.
- [0052] 선형 변환에 대해서는 도 4를 참조하여 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [0053] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델을 얼굴 모델에 선형 변형하는 방법을 나타낸 순서도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델의 제어점집합 모델의 각 정점에 대응하는 얼굴 모델의 대응점을 검출하기 위한 의사코드를 나타내며, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어점집합 모델의 정점들과 얼굴 모델의 대응점 및 주변 정점을 설명하기 위해 도시한 도면이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델의 초기 상태를 도시한 도면이며, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 장식 모델을 얼굴 모델에 정합한 결과를 도시한 도면이다.
- [0054] 단계 410에서 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델의 제어점집합 모델에 대응하는 얼굴 모델의 대응점을 검출한다.

- [0055] 도 6을 참조하면, 610은 각각 장식 모델의 제어점집합 모델의 정점들을 나타내고, 615는 얼굴 모델의 대응점을 나타내며, 620은 각 제어점집합 모델의 정점에 대한 주변 정점을 나타낸다.
- [0056] 도 6에 도시된 바와 같이, 장식 모델의 제어점집합 모델의 각 정점에 대응하는 얼굴 모델의 대응점(목표 정점)을 각각 검출해야만 한다.
- [0057] 이를 위해, 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델의 제어점집합 모델의 각 정점과 가장 근접한 얼굴 표면의 정점을 대응점으로 각각 검출할 수 있다. 이를 위해, 다중 모델 정합 장치(100)를 장식 모델의 제어점집합 모델의 각 정점에서 얼굴 모델의 정점을 반복적으로 순회하면서 두점사이의 거리를 구한 후 최소거리에 해당하는 얼굴 모델의 정점을 대응점으로 각각 검출할 수 있다.
- [0058] 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델의 제어점집합 모델의 모든 정점들을 대상으로 각 정점에 대응하는 얼굴 모델의 최소 거리에 위치하는 정점들을 각각 대응점으로 검출할 수 있다.
- [0059] 이와 같은 장식 모델의 제어점집합 모델에 대응하는 얼굴 모델의 대응점을 검출하기 위해 사전에 장식 모델이 얼굴 모델에 정합되기 위해 특정 위치로 위치되어야 함은 당연하다.
- [0060] 도 5에는 장식 모델의 제어점집합 모델의 각 정점에 대응하는 얼굴 모델의 대응점을 검출하기 위한 의사코드가 예시되어 있다.
- [0061] 단계 415에서 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델의 제어점집합의 정점들과 얼굴 모델의 대응점간의 변위(displacement)를 계산한다.
- [0062] 예를 들어, 선형 변형을 위한 특징점이 $R^3 = \{1, \dots, n\}$, $t = \{0, 1\}$ 일 때, 제어점집합의 정점들은 $featureP_i \in H_{i,0}$, 얼굴 모델의 대응점은 $matchP_i \in H_{i,1}$ 로 표현될 수 있다. 이에 따라 장식 모델의 제어점집합 모델의 정점들과 3D 얼굴 모델의 표면 대응점 변위는 하기 수 1과 같이 정의할 수 있다.

수학식 1

- [0063]
$$D_{i,t} = (H_{i,0} - H_{i,1})$$
- [0064] 여기서, 계산된 변위는 가중치 행렬의 코탄젠트값에 적용된다.
- [0065] 단계 420에서 다중 모델 정합 장치(100)는 미리 계산된 가중치 행렬을 이용하여 제어점집합 모델을 얼굴 모델에 적합하도록 선형 변형한다.
- [0066] 선형 변환을 위해서는 사전에 가중치 행렬이 생성되어야 한다. 가중치 행렬 생성을 위해 장식 모델의 정점들을 특징점과 특징점이 아닌 정점들로 구분해야 한다. 이하, 본 명세서에서는 이해와 설명의 편의를 도모하기 위해 특징점이 아닌 정점들을 주변 정점으로 통칭하기로 한다.
- [0067] 또한, 장식 모델의 정점들 중 특징점은 제어점집합 모델에 포함된 모든 정점들은 특징점으로 분류될 수 있다. 이어, 다중 모델 정합 장치(100)는 장식 모델의 각 특징점과 주변 정점들을 δ -좌표계로 정의한다. 이때, 장식 모델의 하나의 특징점이 영향을 주는 주변 정점의 개수는 장식 모델 표면의 반경 곡률을 계산한 후 반경에 의해 결정될 수 있다.
- [0068] 예를 들어, 주변 정점의 반경은 γ 에 의해 결정되며, 각 특징점들간의 거리가 가장 먼 두 거리의 합으로 결정된다. 이어, 특징점과 주변 정점의 가중치는 코탄젠트 가중치를 이용하여 계산된다. 계산된 가중치는 대각행렬인 라플라시안 그래프 행렬에 저장되고, 저장된 가중치 행렬을 이용하여 장식 모델의 제어점집합 모델의 각 정점들이 3D 얼굴 모델의 대응점으로 이동할 때 정의된 주변 정점들도 제어점집합 모델의 각 정점들이 가중치 행렬에 영향을 받은 만큼 이동할 수 있다.
- [0069] 예를 들어, 장식 모델의 정점 집합을 A라고 가정하고, 가중치 행렬을 x라 가정하며 얼굴 형태로 변형된 장식 모델의 정점 집합을 B라고 가정하면, $Ax=B$ 로 표현된다. 이때, B를 구하기 위해 가중치 행렬 x를 먼저 정의하기 위해 장식 모델과 변형이 가해진 장식 모델의 정점집합을 이용하였다. 즉, 변형하기 전 장식 모델의 정점 집합을 A, 변형이 가해진 장식 모델의 정점 집합을 A' 라고 하면, A와 A'의 값을 알고 있으므로, 가중치 행렬 x를

$x = A^{-1}A'$ 로 구할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 라플라시안 그래프에 저장된 내용을 가중치 행렬로 저장하였으며, 이 행렬은 장식 모델 변환 과정에서 고정된 상수값이다. 따라서, $x=B$ 에서 3차원 얼굴 모델과 유사한 형태의 장식 모델B를 구할 수 있다.

[0070] 도 7은 장식 모델이 얼굴 모델에 정합되기 위한 초기 상태를 예시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 장식 모델을 각 독립된 표면으로 분류한 후 각 독립된 표면에 제어점을 설정하여 장식 모델의 특징점과 연결정보를 생성하여 제어점집합 모델을 생성한 후 제어점집합 모델의 각 정점들을 기반으로 얼굴 모델에 선형 변형하여 정합한 결과를 도시한 도면이다.

[0071] 도 8에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 모델 정합 방법에 따라 장식 모델을 얼굴 모델에 정합하는 경우, 최종 3D 얼굴 모델에 적합하도록 선형 변형되는 것을 알 수 있다.

[0072] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 모델 정합 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.

[0073] 도 9를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 모델 정합 장치(100)는 표면 분류부(910), 제어점집합 모델 생성부(915), 정합부(920), 메모리(925) 및 제어부(930)를 포함하여 구성된다.

[0074] 표면 분류부(910)는 장식 모델의 정점들간의 연결정보를 분석하여 정점들간 연결정보가 존재하는 독립된 표면으로 각각 분류한다. 이미 기술한 바와 같이, 장식 모델은 적어도 하나의 특징점을 포함할 수 있다.

[0075] 제어점집합 모델 생성부(915)는 각각 분류된 독립된 표면의 정점들 중 적어도 하나를 제어점으로 각각 설정한다. 제어점은 각 분류된 독립된 표면마다 복수로 설정될 수도 있으나, 본 발명의 일 실시예에서는 이해와 설명의 편의를 도모하기 위해 하나씩 설정되는 것을 가정하기로 한다.

[0076] 제어점집합 모델 생성부(915)는 각 독립된 표면에 설정된 제어점과 장식 모델의 특징점에 대한 연결정보를 각각 생성하여 제어점집합 모델을 생성한다. 이미 기술한 바와 같이, 장식 모델의 특징점과 적어도 두개의 제어점을 하나로 연결하는 삼각 메시 형태로 연결정보를 각각 생성하여 제어점집합 모델을 생성할 수 있다.

[0077] 정합부(920)는 장식 모델의 제어점집합 모델의 각 정점을 기초로 얼굴 모델에 선형 변형하여 장식 모델을 얼굴 모델에 정합하기 위한 수단이다. 이는 도 4에서 설명한 바와 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0078] 메모리(925)는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 모델 정합 장치(100)를 운용하기 위해 필요한 다양한 알고리즘, 데이터 등을 저장하기 위한 수단이다.

[0079] 제어부(930)는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 모델 정합 장치(100)의 내부 구성 요소들(예를 들어, 표면 분류부(910), 제어점집합 모델 생성부(915), 정합부(920), 메모리(925) 등)을 제어하기 위한 수단이다.

[0080] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 장식 모델을 독립된 표면으로 분류한 후 제어점을 추출하고, 이를 기반으로 얼굴 모델에 선형 변형하여 정합하기 위한 다중 모델 정합 방법은 다양한 전자적으로 정보를 처리하는 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 저장 매체에 기록될 수 있다. 저장 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.

[0081] 저장 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 소프트웨어 분야 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 저장 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media) 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 전자적으로 정보를 처리하는 장치, 예를 들어, 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0082] 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0083] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라

면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

910: 표면 분류부

915: 제어점집합 모델 생성부

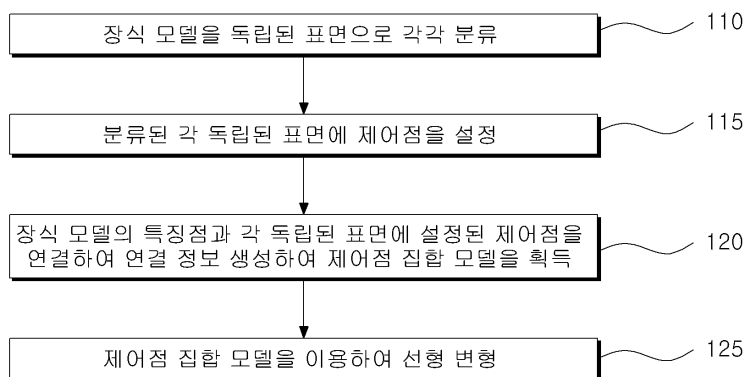
920: 정합부

925: 메모리

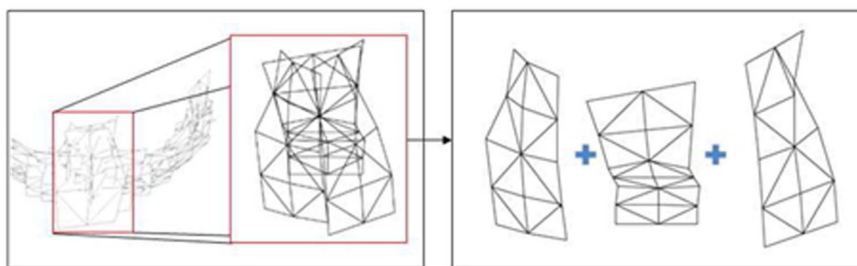
930: 제어부

도면

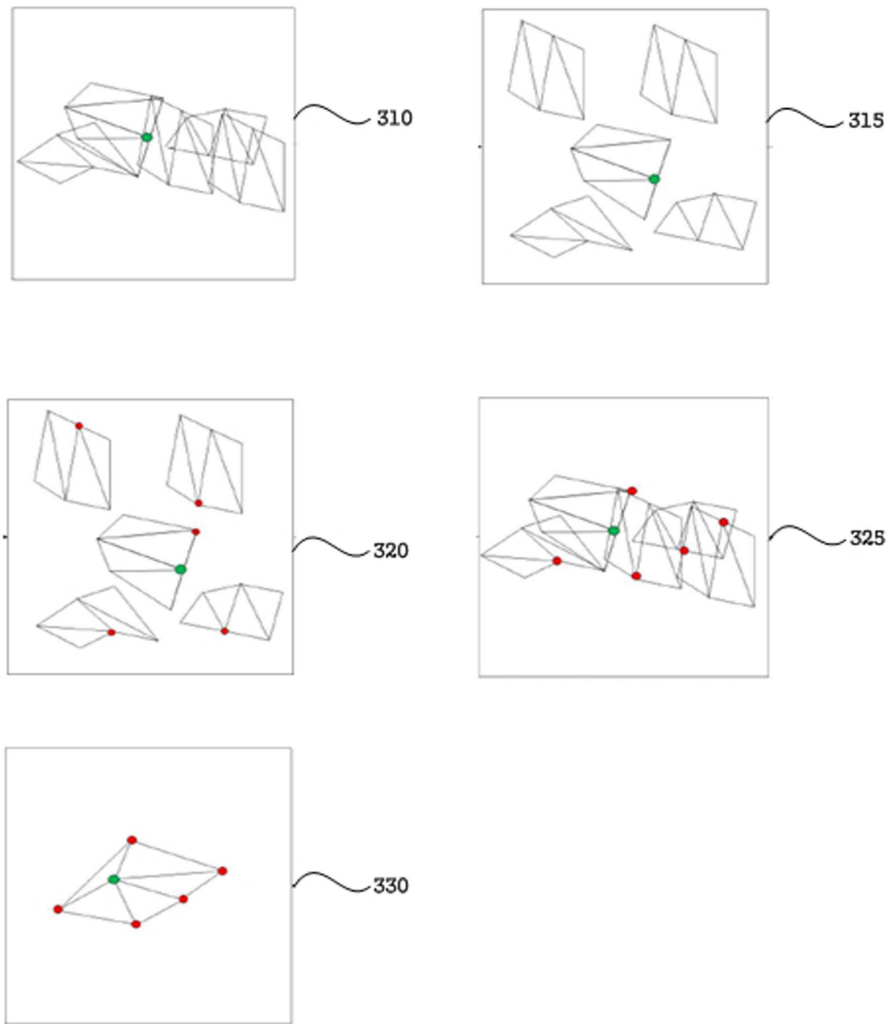
도면1



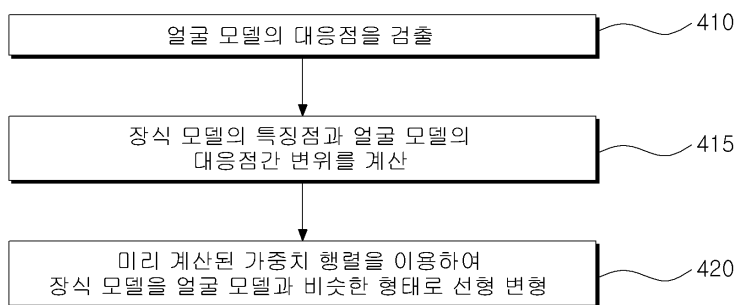
도면2



도면3



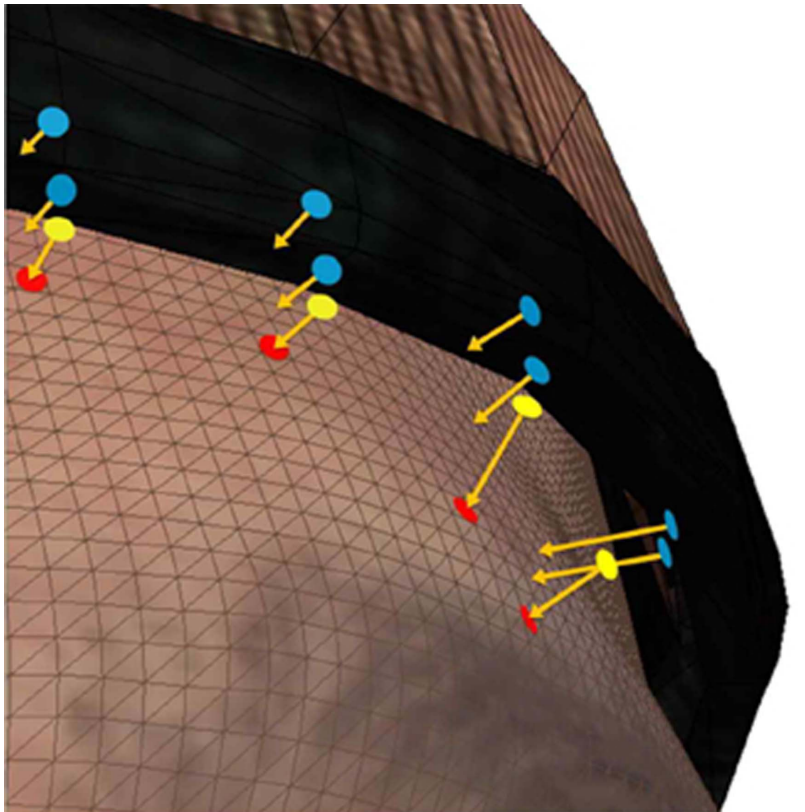
도면4



도면5

입력 : $faceP, featureP$
출력 : $matchP, FindIndex$
<pre> Set : $minP = 10000$ for($i = 0 ; i < n ; i++$) for($j = 0 ; j < m ; j++$) $distanceP = faceP_j - featureP_i$ if($minP > distanceP$) $minP = distanceP$ $FindIndex[i] = j$ endfor Set: $matchP_i = minP, minP = 10000$ endfor </pre>

도면6



도면7



도면8



도면9

