



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월20일
(11) 등록번호 10-1856426
(24) 등록일자 2018년05월02일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 17/00 (2006.01) G06T 11/20 (2006.01)
G06T 15/10 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G06T 17/00 (2013.01)
G06T 11/20 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-0159416</p> <p>(22) 출원일자 2017년11월27일
심사청구일자 2017년11월27일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
JP2001184527 A
(뒷면에 계속)</p> | <p>(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)</p> <p>(72) 발명자
최수미
서울특별시 광진구 능동로 209, 율곡관 403B (군자동, 세종대학교)</p> <p>신일규
서울특별시 강서구 공항대로48길 12, 1003동 401호 (화곡동, 화곡보람아파트)</p> <p>윤여진
서울특별시 광진구 능동로 209, 광개토관 1011호 (군자동, 세종대학교)</p> <p>(74) 대리인
송인호, 윤형근, 최영중, 최관락</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 10 항

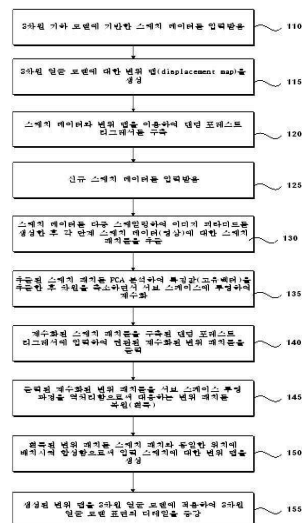
심사관 : 이병우

(54) 발명의 명칭 3차원 기하 증강 방법 및 그 장치

(57) 요약

3차원 기하 증강 방법 및 그 장치가 개시된다. 3차원 기하 증강 방법은, (a) 스케치 패치 및 변위 패치를 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축(build)하는 단계-상기 변위 패치는 상기 스케치 패치에 대응하는 3차원 기하 모델의 변위 맵상의 패치임; (b) 신규 스케치를 입력받는 단계; (c) 상기 신규 스케치에서 추출된 스케치 패치를 상기 구축된 랜덤 포레스트 리그레서에 적용하여 각 스케치 패치에 대응하는 각 변위 패치를 추출하는 단계; (d) 상기 추출된 변위 패치를 이용하여 3차원 기하 모델에 대한 변위 맵(displacement)을 생성하는 단계; 및 (e) 상기 변위 맵을 상기 3차원 기하 모델에 적용하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 15/10 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2011192214 A*

KR1020090029447 A*

US07365744 B2*

US08786600 B1*

US09384589 B2

US20150043799 A1

US20170061254 A1

WO2017062453 A1*

KR101386513 B1

KR101521358 B1

KR101634461 B1

US06798897 B1

US20160104059 A1

US20170154244 A1

WO1999044503 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711054932

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신기술인력양성

연구과제명 모바일 플랫폼 기반 엔터테인먼트 VR 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

(a) 스케치 패치 및 변위 패치를 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축(build)하는 단계-상기 변위 패치는 상기 스케치 패치에 대응하는 3차원 기하 모델의 변위 맵상의 패치임;

(b) 신규 스케치를 입력받는 단계;

(c) 상기 신규 스케치에서 추출된 스케치 패치를 상기 구축된 랜덤 포레스트 리그레서에 적용하여 각 스케치 패치에 대응하는 각 변위 패치를 추출하는 단계;

(d) 상기 추출된 변위 패치를 이용하여 3차원 기하 모델에 대한 변위 맵(displacement)을 생성하는 단계; 및

(e) 상기 변위 맵을 상기 3차원 기하 모델에 적용하는 단계를 포함하되,

상기 (a) 단계는,

3차원 기하 모델 상에 그려진 스케치를 입력받는 단계;

상기 3차원 기하 모델에 대한 변위 맵을 생성하는 단계;

상기 스케치 및 상기 변위 맵을 각각 다중 스케일링하여 이미지 피라미드를 생성하는 단계;

상기 이미지 피라미드상의 각 단계 스케치 이미지로부터 랜덤하게 스케치 패치를 추출하는 단계;

상기 이미지 피라미드상에서 상기 스케치 패치에 대응하는 변위 맵에 대한 변위 패치를 추출하는 단계;

상기 스케치 패치 및 상기 변위 패치를 주성분 분석(PCA: principal component analysis)을 통해 각각의 특징값을 도출한 후 PCA 서브 스페이스에 투영(projection)하는 단계; 및

상기 스케치 패치와 상기 변위 패치 각각에 대해 도출된 특징값을 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축하여 스케치 패치와 변위 패치간의 연결 관계를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 기하 증강 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 이미지 피라미드는,

원본 스케치 및 원본 변위 맵의 사이즈를 각각 단계적으로 축소하며 스케일링하여 생성되는 것을 특징으로 하는 3차원 기하 증강 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 PCA 서브 스페이스에 투영하는 단계는,

상기 추출된 패치들을 상기 주성분 분석하여 특징값을 각각 도출하여 상기 PCA 서브 스페이스로 투영하되, 차원을 축소시키면서 상기 서브 스페이스로 투영하는 것을 특징으로 하는 3차원 기하 증강 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 신규 스케치를 각각 다중 스케일링하여 이미지 피라미드를 생성하는 단계;

상기 이미지 피라미드상의 각 단계 스케치 이미지로부터 랜덤하게 스케치 패치를 추출하는 단계;

상기 스케치 패치를 주성분 분석(PCA: principal component analysis)을 통해 각각의 특징값을 도출한 후 PCA 서브 스페이스에 투영(projection)하여 계수화하는 단계;

상기 계수화된 스케치 패치를 상기 구축된 랜덤 포레스트 리그레서에 입력하여 대응하는 계수화된 변위 패치를 획득하는 단계; 및

상기 PCA 서브 스페이스 역투영을 통해 상기 계수화된 변위 패치에 대한 이미지 형태의 변위 패치를 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 기하 증강 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

상기 변위 패치들을 상기 스케치 패치와 동일한 위치에 배치하여 합성함으로써 상기 변위 맵을 생성하되, 상기 합성시 포아송 이미지 블렌딩을 적용하여 상기 변위 맵을 생성하는 것을 특징으로 하는 3차원 기하 증강 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 변위 맵은 원본 3차원 기하 모델과 스케치가 적용된 3차원 기하 모델간의 차이인 것을 특징으로 하는 3차원 기하 증강 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 (e) 단계는,

상기 변위 맵의 UV 좌표를 기준으로 프로세싱되되, 상기 UV 좌표 위치에 저장된 변위 정보를 이용하여 3차원 기하 모델의 버텍스(vertex)를 이동시켜 상기 3차원 기하 모델의 표면 디테일을 증강시키는 것을 특징으로 하는 3차원 기하 증강 방법.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 (e) 단계는,

상기 변위맵을 이용하여 노말벡터를 계산한 후 상기 3차원 기하 모델에 테셀레이션(tessellation)을 더 수행하는 것을 특징으로 하는 3차원 기하 증강 방법.

청구항 10

제1 항, 제3항 내지 제 9항 중 어느 하나의 항에 따른 방법을 수행하기 위한 프로그램 코드를 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체 제품.

청구항 11

적어도 하나의 명령어들을 저장하는 메모리;

상기 메모리와 연동되며, 상기 메모리에 저장된 명령어들을 실행하는 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서에 의해 실행된 명령어들은,

스케치 패치 및 변위 패치를 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축(build)하는 (a)단계-상기 변위 패치는 상기 스케치 패치에 대응하는 3차원 기하 모델의 변위 맵상의 패치임;

신규 스케치를 입력받는 단계;

상기 신규 스케치에서 추출된 스케치 패치를 상기 구축된 랜덤 포레스트 리그레서에 적용하여 각 스케치 패치에 대응하는 각 변위 패치를 추출하는 단계;

상기 추출된 변위 패치를 이용하여 3차원 기하 모델에 대한 변위 맵(displacement)을 생성하는 단계; 및

상기 변위 맵을 상기 3차원 기하 모델에 적용하는 단계를 수행하되,

상기 (a) 단계는,

3차원 기하 모델 상에 그려진 스케치를 입력받는 단계;

상기 3차원 기하 모델에 대한 변위 맵을 생성하는 단계;

상기 스케치 및 상기 변위 맵을 각각 다중 스케일링하여 이미지 피라미드를 생성하는 단계;

상기 이미지 피라미드상의 각 단계 스케치 이미지로부터 랜덤하게 스케치 패치를 추출하는 단계;

상기 이미지 피라미드상에서 상기 스케치 패치에 대응하는 변위 맵에 대한 변위 패치를 추출하는 단계;

상기 스케치 패치 및 상기 변위 패치를 주성분 분석(PCA: principal component analysis)을 통해 각각의 특징값을 도출한 후 PCA 서브 스페이스에 투영(projection)하는 단계; 및

상기 스케치 패치와 상기 변위 패치 각각에 대해 도출된 특징값을 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축하여 스케치 패치와 변위 패치간의 연결 관계를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨팅 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스케치 기반 3차원 기하 증강 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 종래에는 스케치를 이루는 각각의 선에 기능이 부여되어 있었고, 선을 하나 그릴 때 마다 노멀맵상에서 선이 그려진 텍셀을 중심으로 일정 범위 내 법선벡터들이 해당 텍셀을 향하도록 조정되었다. 이는 여러 그래픽 툴에서 제공하는 브러시 기능과 비슷한 맥락의 기능이며, 해당 방법에서 최종적으로 생성하는 3차원 정보는 그려진 스케치를 이루는 선들에 의해 변경된 노멀맵으로부터 재구성 된 변위 맵을 기반으로 하기에, 실시간으로 3차원 기하를 변경하지는 못하는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) (01) 대한민국 공개특허공보 제10-2017-0008638호(2017.01.24.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 사용자가 입력한 스케치를 분석하여 인터랙티브하게 3차원 기하 표면 형태를 증강할 수 있는 3차원 기하 증강 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따르면, 사용자가 입력한 스케치를 분석하여 인터랙티브하게 3차원 기하 표면 형태를 증강할 수 있는 3차원 기하 증강 방법이 제공된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, (a) 스케치 패치 및 변위 패치를 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축(build)하는 단계-상기 변위 패치는 상기 스케치 패치에 대응하는 3차원 기하 모델의 변위 맵상의 패치임; (b) 신규 스케치를 입력받는 단계; (c) 상기 신규 스케치에서 추출된 스케치 패치를 상기 구축된 랜덤 포레스트 리그레서에 적용하여 각 스케치 패치에 대응하는 각 변위 패치를 추출하는 단계; (d) 상기 추출된 변위 패치를 이용하여 3차원 기하 모델에 대한 변위 맵(displacement)을 생성하는 단계; 및 (e) 상기 변위 맵을 상기 3차원 기하 모델에 적용하는 단계를 포함하는 3차원 기하 증강 방법이 제공될 수 있다.

[0011] 상기 (a) 단계는, 3차원 기하 모델 상에 그려진 스케치를 입력받는 단계; 상기 3차원 기하 모델에 대한 변위 맵을 생성하는 단계; 상기 스케치 및 상기 변위 맵을 각각 다중 스케일링하여 이미지 피라미드를 생성하는 단계; 상기 이미지 피라미드상의 각 단계 스케치 이미지로부터 랜덤하게 스케치 패치를 추출하는 단계; 상기 이미지 피라미드상에서 상기 스케치 패치에 대응하는 변위 맵에 대한 변위 패치를 추출하는 단계; 상기 스케치 패치 및 상기 변위 패치를 주성분 분석(PCA: principal component analysis)을 통해 각각의 특징값을 도출한 후 PCA 서브 스페이스에 투영(projection)하는 단계; 및 상기 스케치 패치와 상기 변위 패치 각각에 대해 도출된 특징값을 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축하여 스케치 패치와 변위 패치간의 연결 관계를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 이미지 피라미드는, 원본 스케치 및 원본 변위 맵의 사이즈를 각각 단계적으로 축소하며 스케일링하여 생성될 수 있다.

[0013] 상기 PCA 서브 스페이스에 투영하는 단계는, 상기 추출된 패치들을 상기 주성분 분석하여 특징값을 각각 도출하여 상기 PCA 서브 스페이스로 투영하되, 차원을 축소시키면서 상기 서브 스페이스로 투영할 수 있다.

[0014] 상기 (c) 단계는, 상기 신규 스케치를 각각 다중 스케일링하여 이미지 피라미드를 생성하는 단계; 상기 이미지 피라미드상의 각 단계 스케치 이미지로부터 랜덤하게 스케치 패치를 추출하는 단계; 상기 스케치 패치를 주성분 분석(PCA: principal component analysis)을 통해 각각의 특징값을 도출한 후 PCA 서브 스페이스에 투영(projection)하여 계수화하는 단계; 상기 계수화된 스케치 패치를 상기 구축된 랜덤 포레스트 리그레서에 입력하여 대응하는 계수화된 변위 패치를 획득하는 단계; 및 상기 PCA 서브 스페이스 역투영을 통해 상기 계수화된 변위 패치에 대한 이미지 형태의 변위 패치를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 (d) 단계는, 상기 변위 패치들을 상기 스케치 패치와 동일한 위치에 배치하여 합성함으로써 상기 변위 맵을 생성하되, 상기 합성시 포아송 이미지 블렌딩을 적용하여 상기 변위 맵을 생성할 수 있다.

[0016] 상기 변위 맵은 원본 3차원 기하 모델과 스케치가 적용된 3차원 기하 모델간의 차이이다.

[0017] 상기 (e) 단계는, 상기 변위 맵의 UV 좌표를 기준으로 프로세싱되되, 상기 UV 좌표 위치에 저장된 변위 정보를 이용하여 3차원 기하 모델의 버텍스(vertex)를 이동시켜 상기 3차원 기하 모델의 표면 디테일을 증강시킬 수 있다.

[0018] 상기 (e) 단계는, 상기 변위맵을 이용하여 노말벡터를 계산한 후 상기 3차원 기하 모델에 테셀레이션(tessellation)을 더 수행할 수 있다.

[0020] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 사용자가 입력한 스케치를 분석하여 인터랙티브하게 3차원 기하 표면 형태를 증강할 수 있는 장치가 제공된다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 적어도 하나의 명령어들을 저장하는 메모리; 상기 메모리와 연동되며, 상기 메모리에 저장된 명령어들을 실행하는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서에 의해 실행된 명령어들은, 스케치 패치 및 변위 패치를 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축(build)하는 단계-상기 변위 패치는 상기 스케치 패치에 대응하는 3차원 기하 모델의 변위 맵상의 패치임; 신규 스케치를 입력받는 단계; 상기 신규 스케치에서 추출된 스케치 패치를 상기 구축된 랜덤 포레스트 리그레서에 적용하여 각 스케치 패치에 대응하는 각 변위 패치를 추출하는 단계; 상기 추출된 변위 패치를 이용하여 3차원 기하 모델에 대한 변위 맵(displacement)을 생성하는 단계; 및 상기 변위 맵을 상기 3차원 기하 모델에 적용하는 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 컴퓨팅 장치가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 차원 기하 증강 방법 및 그 장치를 제공함으로써, 사용자가 입력한 스케치를 분석하여 인터랙티브하게 3차원 기하 표면 형태를 증강할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명은 이를 통해 전문가가 아닌 일반인들도 손쉽게 3차원 기하를 생성하고 수정하도록 할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 기하 증강 방법을 나타낸 순서도.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 디테일한 주름 표현(스케치)를 포함하지 않은 3차원 얼굴 모델을 나타낸 도면.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 디테일한 주름 표현(스케치)를 포함하는 3차원 얼굴 모델을 나타낸 도면.
 도 4는 도 2와 도 3의 얼굴 모델을 기반으로 생성된 변위 맵을 예시한 도면.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스케치 데이터와 변위 맵을 기반으로 랜덤 포레스트 리그레서를 구축하는 방법을 나타낸 순서도.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 피라미드 생성을 설명하기 위해 도시한 도면.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 피라미드를 기반으로 스케치 패치 및 변위 패치들을 설명하기 위해 도시한 도면.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 각 패치들에 대한 특징값(고유값)을 서브 스페이스로 투영한 일 예를 도시한 도면.
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 랜덤 포레스트 리그레서 구축을 설명하기 위해 도시한 도면.
 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 생성된 변위맵을 도시한 도면.
 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 기하 모델을 증강한 결과를 도시한 도면.
 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 내부 구성을 나타낸 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0028] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 기하 증강 방법을 나타낸 순서도이며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 디테일한 주름 표현(스케치)를 포함하지 않은 3차원 얼굴 모델을 나타낸 도면이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 디테일한 주름 표현(스케치)를 포함하는 3차원 얼굴 모델을 나타낸 도면이고, 도 4는 도 2와 도

3의 얼굴 모델을 기반으로 생성된 변위 맵을 예시한 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스케치 데이터와 변위 맵을 기반으로 랜덤 포레스트 리그레서를 구축하는 방법을 나타낸 순서도이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 피라미드 생성을 설명하기 위해 도시한 도면이며, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 피라미드를 기반으로 스케치 패치 및 변위 패치들을 설명하기 위해 도시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 각 패치들에 대한 특징값(고유값)을 서브 스페이스로 투영한 일 예를 도시한 도면이며, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 랜덤 포레스트 리그레서 구축을 설명하기 위해 도시한 도면이고, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 생성된 변위맵을 도시한 도면이며, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 기하 모델을 증강한 결과를 도시한 도면이다.

- [0031] 단계 110에서 컴퓨팅 장치(100)는 3차원 기하 모델에 기반한 스케치 데이터를 입력받는다. 여기서, 스케치 데이터는 3차원 기하 모델상에 그려진 스케치일 수 있다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에서는 3차원 기하 모델이 3차원 얼굴 모델인 것을 가정하여 이를 중심으로 설명하기로 한다.
- [0033] 사용자는 컴퓨팅 장치(100)를 통해 3차원 얼굴 모델(기하 모델)이 디스플레이된 상태에서 얼굴 모델에 디테일한 표현(예를 들어, 주름)을 묘사하기 위해 스케치를 입력받을 수 있다.
- [0034] 이때, 사용자가 3차원 얼굴 모델(기하 모델)상에 표현하는 주름은 3차원 얼굴 모델에 따라 상이하게 그려질 수 있으며, 동일한 3차원 얼굴 모델(기하 모델)에 상세 표현(예를 들어, 주름)을 묘사하는 경우 사람마다 각기 특징을 다르게 표현할 수도 있다.
- [0035] 즉, 동일한 3차원 얼굴 모델에 각기 다른 스케치 데이터가 입력될 수도 있고, 각기 다른 3차원 얼굴 모델에 동일하거나 서로 다른 스케치 데이터가 입력될 수도 있다.
- [0036] 그러나, 랜덤 포레스트 리그레서를 구축하기 위해서는 3차원 얼굴 모델과 스케치 데이터가 각각 일대일 대응되도록 입력되므로, 본 명세서에서는 하나의 3차원 얼굴 모델에 하나의 스케치 데이터가 입력되는 것으로 설명하기로 한다.
- [0037] 단계 115에서 컴퓨팅 장치(100)는 3차원 얼굴 모델에 대한 변위 맵(displacement map)을 생성한다.
- [0038] 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 원본 3차원 얼굴 모델과 스케치가 반영된 3차원 얼굴 모델간의 변위 맵을 생성할 수 있다.
- [0039] 이에 대해서는 도 2에 보다 상세히 도시되어 있다.
- [0040] 도 2는 디테일한 주름 표현(스케치)를 포함하지 않은 3차원 얼굴 모델이며, 도 3은 디테일한 주름 표현(스케치)를 포함하는 3차원 얼굴 모델이다.
- [0041] 즉, 사용자는 도 2와 같이 주름 표현이 포함되지 않은 3차원 얼굴 모델(설명의 편의를 도모하기 위해 원본 3차원 기하 모델이라 칭하기로 함)이 디스플레이된 상태에서 해당 3차원 얼굴 모델상에 디테일한 이마 주름을 그려 넣어 스케치할 수 있다.
- [0042] 따라서, 컴퓨팅 장치(100)는 원본 3차원 기하 모델과 이마 주름 스케치를 포함하는 3차원 기하 모델간의 차이를 계산함으로써 변위 맵을 생성할 수 있다.
- [0043] 도 4에는 도 2와 도 3의 얼굴 모델을 기반으로 생성된 변위 맵이 예시되어 있다. 도 4에서 보여지는 바와 같이, 변위 맵에는 디테일한 주름과 같이 원본 3차원 얼굴 모델과 차이가 있는 부분에 대한 정보들이 포함될 수 있다.
- [0044] 단계 120에서 컴퓨팅 장치(100)는 스케치 데이터와 변위 맵을 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축한다.
- [0045] 도 5를 참조하여, 스케치 데이터와 변위 맵을 기반으로 랜덤 포레스트 리그레서를 구축하는 방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에서는 스케치 데이터와 변위 맵간의 연결 관계를 형성하기 위해 랜덤 포레스트 리그레서를 구축한다. 그러나, 랜덤 포레스트 리그레서 자체는 각 이미지에 대한 특징값을 도출하는 것과는 무관하므로, 랜덤 포레스트 리그레서에 각 이미지에 대해 계수화된 특징값을 도출한 후 이를 기반으로 두 영상간의 연결 관계를 학습시킬 수 있다.
- [0047] 이를 위해, 단계 510에서 컴퓨팅 장치(100)는 스케치 데이터와 변위 맵을 이용하여 이미지 피라미드를

생성한다.

- [0048] 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 스케치 데이터를 다중 스케일링하여 이미지 피라미드를 생성할 수 있으며, 변위 맵에 대해서도 스케치 데이터와 동일하게 다중 스케일링을 적용하여 이미지 피라미드를 생성할 수 있다.
- [0049] 도 6을 참조하여 이미지 피라미드를 생성하는 방법에 대해 간략하게 설명하기로 한다.
- [0050] 스케치 데이터와 변위 맵에 대한 이미지 피라미드를 생성하는 방법 자체는 동일하다. 따라서, 스케치 데이터에 대한 다중 스케일링을 통해 이미지 피라미드를 생성하는 것을 중심으로 설명하기로 한다.
- [0051] 예를 들어, 3차원 얼굴 모델상에 그려진 스케치 데이터(영상)의 사이즈가 1024 x 1024라고 가정하기로 한다. 컴퓨팅 장치(100)는 영상 사이즈를 일정 비율 단위로 줄여서 스케일링할 수 있다.
- [0052] 편의상 원본 스케치 데이터를 제1 스케치 데이터라 칭하기로 한다. 컴퓨팅 장치(100)는 제1 스케치 데이터를 일정 비율(예를 들어, 25%)로 줄여서 스케일링하여 제2 스케치 데이터를 생성할 수 있다. 제2 스케치 데이터의 사이즈는 768 x 768일 수 있다. 컴퓨팅 장치(100)는 제2 스케치 데이터를 일정 비율로 줄여서 스케일링하여 제3 스케치 데이터를 생성할 수 있다. 제3 스케치 데이터의 사이즈는 576 x 576일 수 있다. 마찬가지로 컴퓨팅 장치(100)는 제3 스케치 데이터를 일정 비율로 줄여 스케일링함으로써 제4 스케치 데이터를 생성할 수 있으며, 제4 스케치 데이터의 사이즈는 432 x 432일 수 있다.
- [0053] 도 6에서는 4단계 스케일링을 통해 이미지 피라미드를 생성하는 것으로 도시되어 있으나 다중 스케일링 단계는 별도로 한정되지 않을 수 있다.
- [0054] 또한, 본 명세서에서는 이해와 설명의 편의를 도모하기 위해 특정 영상을 25% 단위로 줄여서 스케일링하는 것으로 설명하고 있으나, 스케일링 비율은 구현 방법에 따라 임의로 조절될 수 있음은 당연하다.
- [0055] 다만, 랜덤 포레스트 리그레서 구축을 위해 스케치 데이터와 변위 맵은 각기 동일한 방법으로 스케일링되도록 제한될 수도 있다.
- [0056] 또한, 이미지 피라미드 생성시, 원본 영상이 최하단에 위치하며, 각 단계별로 스케일링된 영상이 층층이 쌓이는 형상으로 최상단에는 가장 작은 사이즈의 영상이 위치하도록 형성될 수 있다.
- [0057] 변위 맵에 대한 이미지 피라미드를 생성하는 방법 자체는 스케치 데이터에 대한 이미지 피라미드를 생성하는 방법과 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0058] 단계 515에서 컴퓨팅 장치(100)는 이미지 피라미드상의 각 단계 스케치 이미지로부터 랜덤하게 스케치 패치를 추출한다. 컴퓨팅 장치(100)는 이미지 피라미드상의 각 단계 변위 맵 이미지로부터 랜덤하게 변위 패치를 추출할 수 있다.
- [0059] 스케치 이미지와 변위 맵에서 각각 추출되는 패치의 크기 및 위치 중 적어도 하나는 동일할 수 있다.
- [0060] 단계 520에서 컴퓨팅 장치(100)는 스케치 패치와 변위 패치를 각각 주성분 분석(PCA: principal component analysis)을 수행하여 특징값(고유 벡터)를 각각 도출한 후 PCA 서브 스페이스(이하에서는 서브 스페이스라 칭하기로 함)에 각각 투영(projection)한다.
- [0061] 컴퓨팅 장치(100)는 이미지 피라미드상의 각 단계 이미지의 임의의(랜덤) 위치에서 일정 크기의 패치들을 각각 추출한다. 컴퓨팅 장치(100)는 각각 추출된 패치들을 PCA를 기반으로 분석하여 특징값(고유 벡터)를 각각 계산한 후 이를 서브 스페이스로 투영할 수 있다. 도 7에는 패치들을 추출하는 일 예가 도시되어 있다.
- [0062] 이때, 컴퓨팅 장치(100)는 차원을 축소시키면서 패치들을 서브 스페이스로 투영(projection)하여 학습에 용이한 계수 형태로 변환할 수 있다. 도 8에는 각 패치들에 대한 특징값(고유값)을 서브 스페이스로 투영한 일 예가 도시되어 있다.
- [0063] 랜덤 포레스트 리그레서를 통한 학습은 일반적인 딥러닝과 달리 정답이 주어지지 않은 문제에 대해 추론을 통해 정답을 도출해내는 방식과는 차이가 있다. 랜덤 포레스트 리그레서의 경우 구축(학습) 단계에서 입력에 대한 결과를 함께 제공하며 학습하는 방식이다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예에 따르면 랜덤 포레스트 리그레서를 통해 스케치 패치와 변위 패치간의 연결 관계를 형성하는 것이다. 따라서, 단계 515 내지 520을 통해 랜덤 포레스트 리그레서 구축을 위해 필요한 스케치 패치와 변위 패치에 대한 전처리 과정을 수행할 수 있다.

- [0065] 다만, 본 발명의 일 실시예에서는 원본 얼굴 모델로부터 노이즈에 해당하는 세밀한 정보들을 배제하고 특징만을 이용하여 강인한 리그레서를 구축하기 위해 PCA를 통해 스케치 패치와 변위 패치 각각에 대한 특징값(고유벡터)을 도출하여 각 패치들을 계수화할 수 있다.
- [0066] 이와 같이 계수화된 스케치 패치와 변위 패치를 랜덤 포레스트 리그레서에 입력하여 리그레서를 학습하고, 각 스케치 패치와 변위 패치간의 연결 관계를 형성(학습)할 수 있다.
- [0067] 단계 525에서 컴퓨팅 장치(100)는 스케치 패치와 변위 패치 각각의 도출된 특징값을 이용하여 랜덤 포레스트 리그레서를 구축한다. 도 9에는 랜덤 포레스트 리그레서 구축의 일 예가 도시되어 있다.
- [0068] 즉, 랜덤 포레스트 리그레서에 계수화된 스케치 패치와 이에 대응하는 기하 패치에 해당하는 변위 패치를 매핑하여 입력함으로써 스케치 패치와 변위 패치간의 연결 관계를 각각 형성할 수 있다.
- [0069] 지금까지는 스케치 데이터와 얼굴 모델의 변위 맵을 기반으로 랜덤 포레스트 리그레서를 학습하는 방법에 대해 설명하였다. 이하에서는 이와 같이 학습(구축)된 랜덤 포레스트 리그레서를 통해 입력된 스케치에 대응하는 변위 맵을 생성하여 3차원 기하 모델에 적용하여 증강하는 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0070] 다시, 도 1을 참조하여, 단계 125에서 컴퓨팅 장치(100)는 신규 스케치 데이터를 입력받는다.
- [0071] 단계 130에서 컴퓨팅 장치(100)는 스케치 데이터를 다중 스케일링하여 이미지 피라미드를 생성한 후 각 단계 스케치 데이터(영상)에 대한 스케치 패치들을 추출한다.
- [0072] 단계 135에서 컴퓨팅 장치(100)는 추출된 스케치 패치를 PCA 분석하여 특징값(고유벡터)을 추출한 후 차원을 축소하면서 서브 스페이스에 투영하여 계수화한다.
- [0073] 단계 140에서 컴퓨팅 장치(100)는 계수화된 스케치 패치들을 구축된 랜덤 포레스트 리그레서에 입력하여 연관된 계수화된 변위 패치들을 출력한다.
- [0074] 단계 145에서 컴퓨팅 장치(100)는 출력된 계수화된 변위 패치들을 서브 스페이스 투영 과정을 역처리함으로써 대응하는 변위 패치를 복원(획득)한다.
- [0075] 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 도 5에서 설명한 변위 패치들의 특징값(고유벡터)과 이들의 평균을 이용하여 서브 스페이스 투영 과정을 역순으로 다시 계산함으로써 이미지 형태의 변위 패치를 획득할 수 있다.
- [0076] 단계 150에서 컴퓨팅 장치(100)는 획득된 변위 패치를 스케치 패치와 동일한 위치에 배치시켜 합성함으로써 입력 스케치에 대한 변위 맵을 생성한다.
- [0077] 도 10에는 입력 스케치에 대응하여 생성된 변위 맵이 예시되어 있다.
- [0078] 다만, 변위 패치를 합성하는 과정에서 각 패치들이 연결되는 지점에서 경계가 발생할 수 있다. 따라서, 컴퓨팅 장치(100)는 포아송 이미지 블렌딩을 적용하여 각 패치들의 연결 지점에서 경계 없이 매끄럽게 합성되도록 할 수 있다.
- [0079] 이와 같이 변위 맵이 생성되면, 단계 155에서 컴퓨팅 장치(100)는 생성된 변위 맵을 3차원 얼굴 모델에 적용하여 3차원 얼굴 모델 표면의 디테일을 증강한다.
- [0080] 변위 맵을 이용한 얼굴 모델(기하 모델) 표현에 대한 디테일 증강은 3차원 얼굴 모델의 텍스처 UV 좌표를 기준으로 수행된다. 종래에는 지오메트리의 버텍스 좌표를 기준으로 수행되었다면, 본 발명의 일 실시예에서는 텍스처 UV 좌표와 해당 위치의 변위 정보를 이용함으로써 지오메트리의 해상도에 따른 텍스처 해상도 제약을 해소할 수 있는 이점이 있다.
- [0081] 본 발명의 일 실시예에서 생성된 변위 맵은 일종의 텍스처로서 프로세서(GPU)에 입력되면, 프로세서 내에서는 입력 UV 좌표 위치에 저장되어 있는 변위 정보를 이용하여 해당 위치의 버텍스(vertex)를 이동시킬 수 있다.
- [0082] 일반적으로 변위 맵을 기하 모델에 적용할 때에는 음영의 계산을 위한 변위 맵과 함께 생성한 노멀맵이 필수적으로 입력되어야 한다. 하지만 본 발명의 일 실시예에서는 스케치로부터 생성한 변위 맵을 3차원 얼굴 모델(지오메트리)의 디테일 증강에 사용하기 때문에 이러한 노말맵이 존재하지 않는다. 이에 따라, 생성된 변위 맵을 3차원 얼굴 모델(지오메트리)에 적용하는 단계에서 변위 맵으로부터 노말벡터를 계산하는 연산을 프로세서에서 처리한다.
- [0083] 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 저해상도 기하 모델에 대한 디테일 증강을 위해 프로세서 기반 테셀레이션

(tessellation)을 함께 수행할 수 있다.

- [0084] 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)는 테셀레이션 수행 시 베지어 곡선을 이용하여 지오메트리 메시의 경계에서도 표면이 매끄럽게 이어질 수 있도록 보간 할 수 있다.
- [0085] 도 11에는 본 발명의 일 실시예에 따른 원본 3차원 얼굴 모델에 생성된 변위 맵을 증강한 최종 결과가 도시되어 있다.
- [0086] 도 11에서 보여지는 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 랜덤 포레스트 리그레서를 통해 스케치 패치들과 변위 패치들간의 연결 관계를 학습한 후 신규 스케치 패치들에 대응하는 변위 패치를 추출한 후 이를 기반으로 변위 맵을 생성하여 3차원 기하 모델에 적용하여 3차원 기하 모델 표면의 디테일한 표현을 증강시킬 수 있다.
- [0088] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [0089] 도 12를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)는 입력부(1210), 디스플레이부(1215), 메모리(1220) 및 프로세서(1225)를 포함하여 구성된다.
- [0090] 입력부(1210)는 컴퓨팅 장치(100)를 제어하거나 운용하기 위해 필요한 다양한 명령들을 입력받기 위한 수단이다.
- [0091] 예를 들어, 입력부(1210)는 터치패드일 수 있다. 이외에도, 사용자로부터 다양한 스케치나 명령들을 입력받기 위한 형태인 경우 제한 없이 적용될 수 있다.
- [0092] 디스플레이부(1215)는 컴퓨팅 장치(100)를 통해 입력되거나 저장된 데이터를 시각 정보의 형태로 출력하기 위한 수단이다.
- [0093] 예를 들어, 디스플레이부(1215)는 액정화면일 수 있다.
- [0094] 메모리(1220)는 적어도 하나의 명령어들을 저장한다.
- [0095] 프로세서(1225)는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)의 내부 구성 요소들(예를 들어, 입력부(1210), 디스플레이부(1215), 메모리(1220) 등)을 제어하기 위한 수단이다.
- [0096] 또한, 프로세서(1225)는 메모리(1220)와 연동되어 메모리(1220)에 저장된 명령어들을 실행할 수 있다. 프로세서(1225)에 의해 실행된 명령어들은 도 1에서 설명한 바와 같은 방법들을 수행할 수 있다. 이는 도 1 내지 도 11에서 설명한 바와 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0098] 또한, 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플루티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 일 실시예들의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0099] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

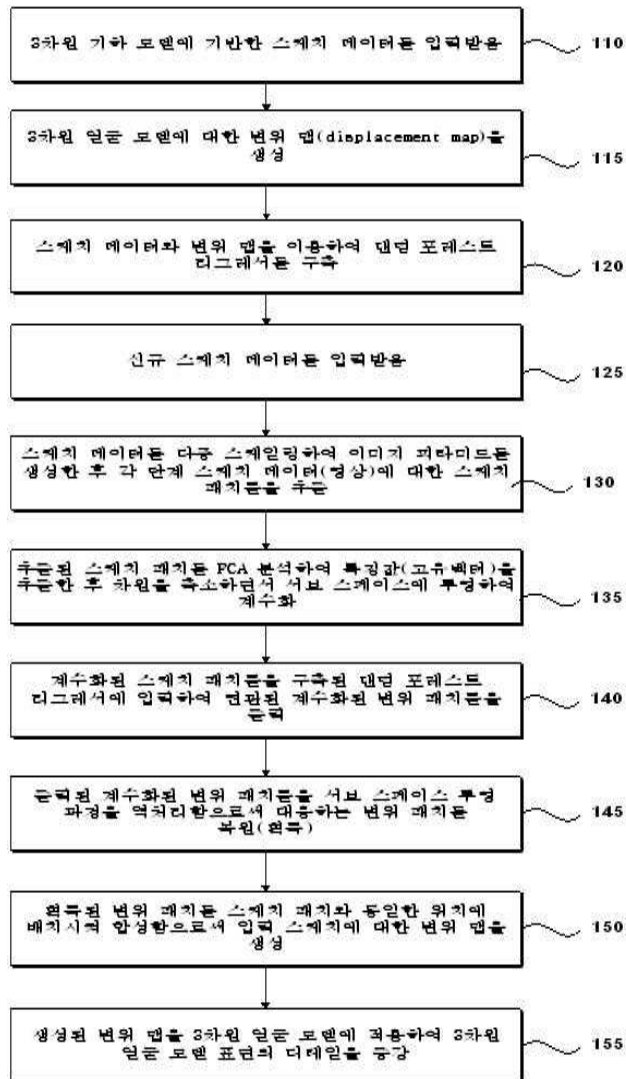
부호의 설명

- [0101] 100: 컴퓨팅 장치

- 1210: 입력부
1215: 디스플레이부
1220: 메모리
1225: 프로세서

도면

도면1



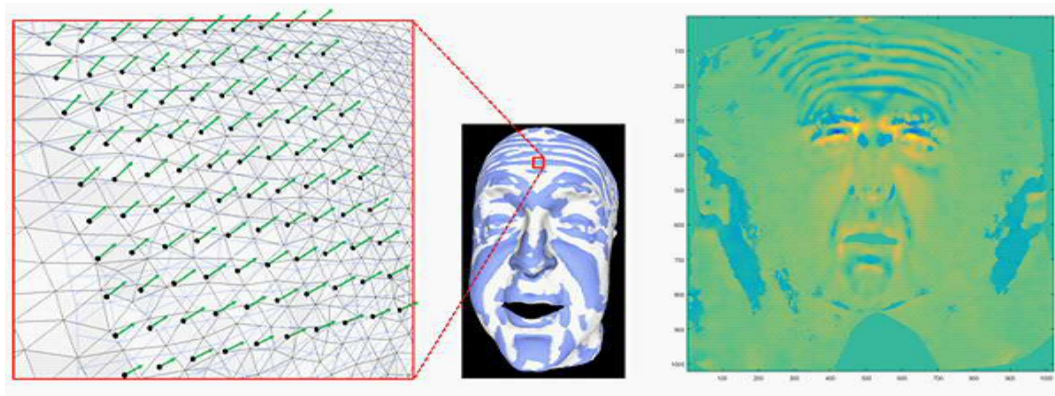
도면2



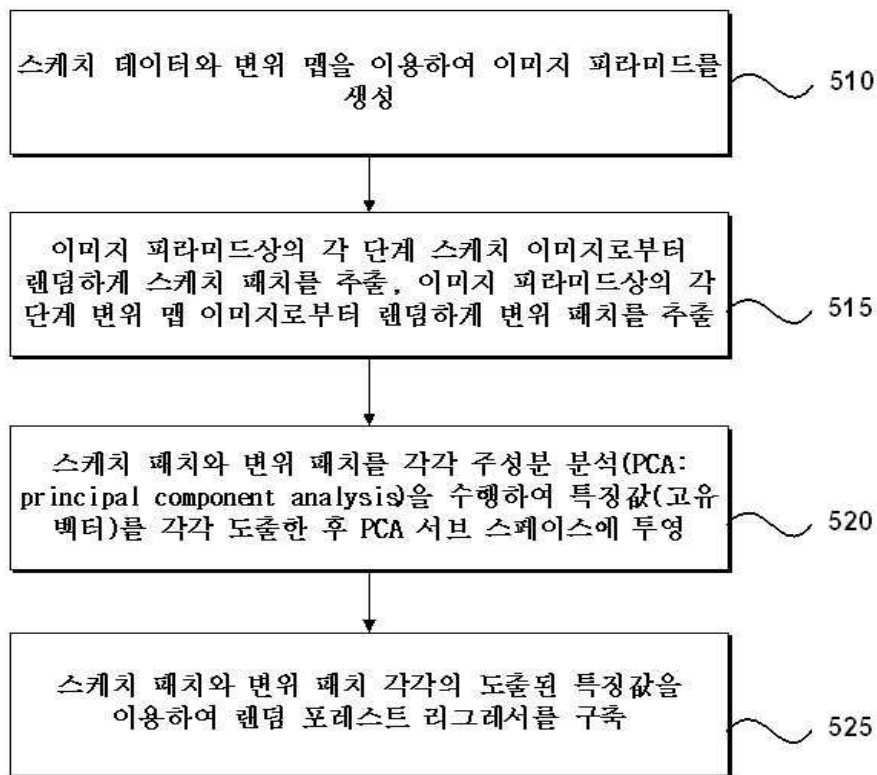
도면3



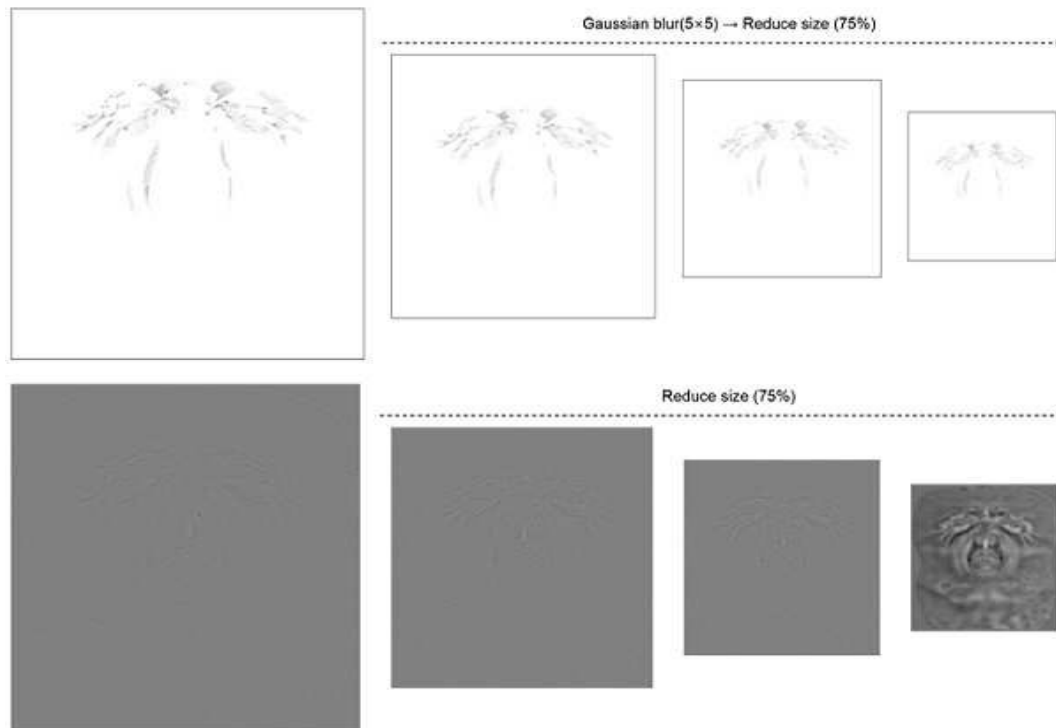
도면4



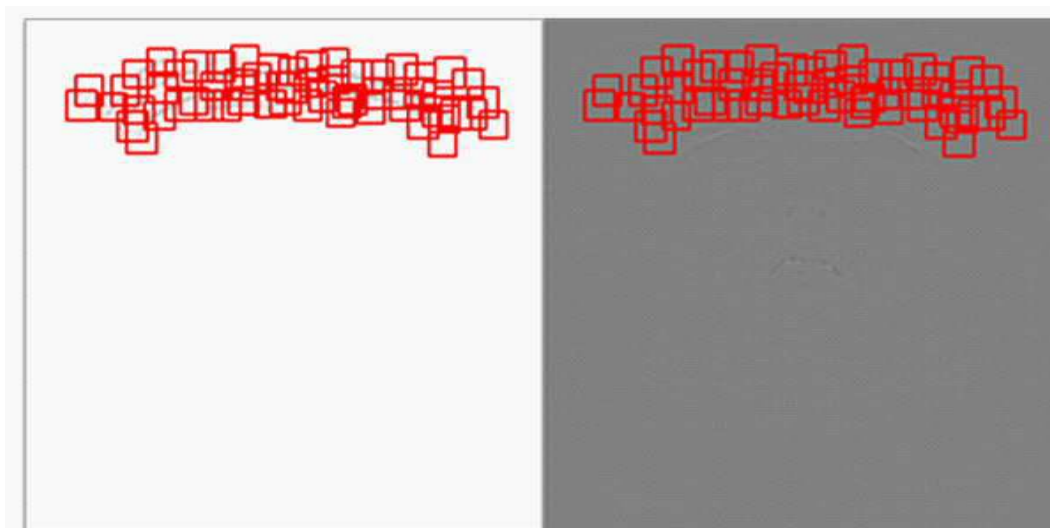
도면5



도면6



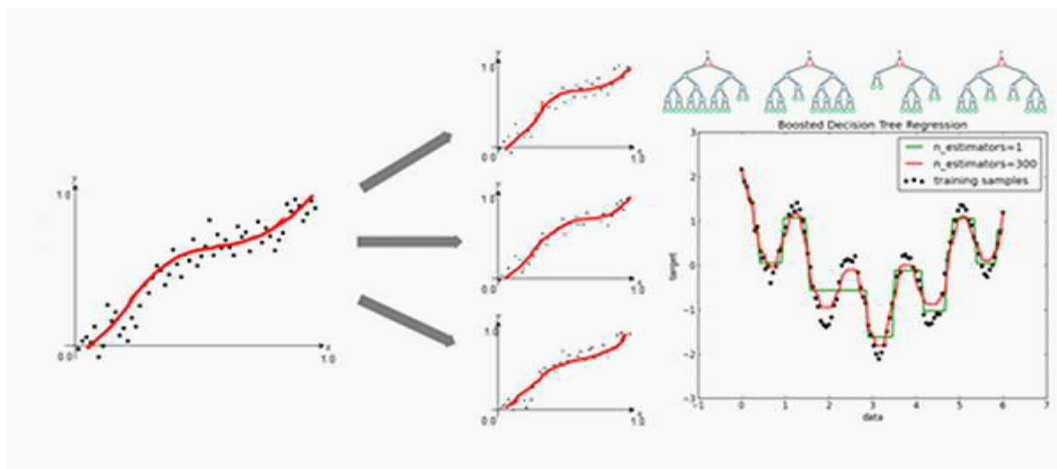
도면7



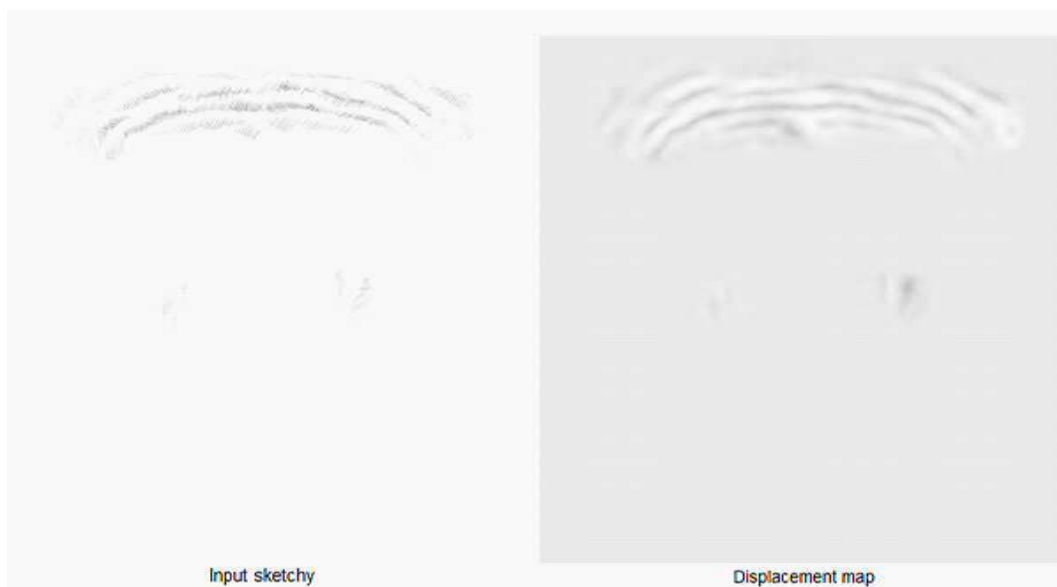
도면8



도면9



도면10

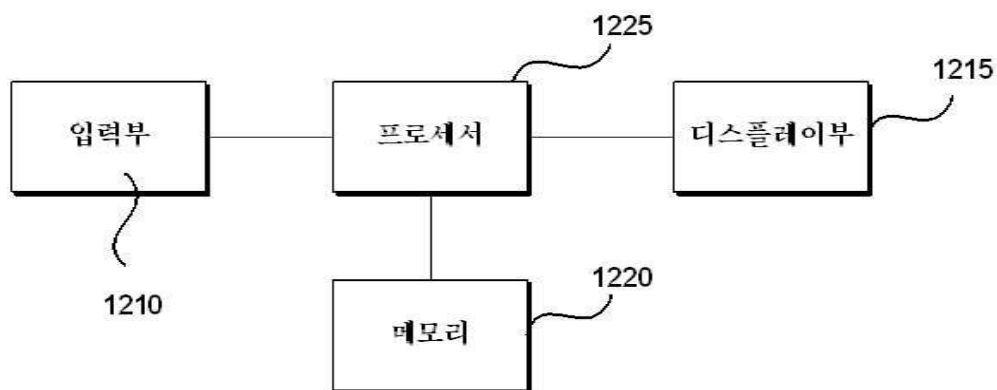


도면11



도면12

컴퓨팅장치(100)



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 [0098]

【변경전】

플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령

【변경후】

플래시 메모리 등과 같고, 프로그램 명령

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11

【변경전】

리그래서를 구축(build)하는 단계

【변경후】

리그래서를 구축(build)하는 (a)단계