

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0085066 (43) 공개일자 2012년07월31일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04N 7/32 (2006.01) G06T 15/00 (2006.01)	(71) 출원인 삼성전자주식회사 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동) 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1	
(21) 출원번호 10-2011-0006468 (22) 출원일자 2011년01월21일 심사청구일자 없음	(72) 발명자 안민수 서울특별시 송파구 백제고분로22길 31-18, 산호빌라 302호 (삼전동) 김도균 경기도 성남시 분당구 분당로381번길 6-6, 3층 (분당동) (뒷면에 계속)	
	(74) 대리인 특허법인무한	

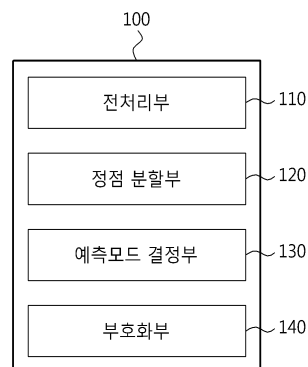
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 데이터 처리 장치 및 방법

(57) 요약

데이터 처리 장치가 제공된다. 정점 분할부는 압축하고자 하는 3D 객체에 포함된 복수 개의 정점을 적어도 하나의 그룹으로 분할하고, 예측 모드 결정부는 상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 정점 위치를 압축하기 위한 위치 예측 모드를 결정할 수 있다. 그리고, 부호화부는 상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 결정된 예측 모드의 식별 인덱스 및 예측 오차 벡터를 부호화할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이태현

경기도 용인시 기흥구 용구대로2518번길 15, 209동
1502호 (보정동, 신촌마을포스홈타운)

김창수

서울특별시 서초구 바우피로6길 8-11, 111동 1401
호 (우면동, 우성)

안재균

서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가, 고려대
학교)

이대연

서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가, 고려대
학교)

특허청구의 범위

청구항 1

3D 객체에 포함된 복수 개의 정점을 적어도 하나의 그룹으로 분할하는 정점 분할부;

상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 정점 위치를 압축하기 위한 위치 예측 모드를 결정하는 예측 모드 결정부; 및

상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 결정된 예측 모드의 식별 인덱스 및 예측 오차 벡터를 부호화하는 부호화부

를 포함하는, 데이터 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 정점 분할부는, 하나의 그룹 내에 제1 임계치 이하의 정점이 포함되도록 상기 3D 객체에 포함된 복수 개의 정점을 적어도 하나의 그룹으로 분할하는, 데이터 처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 3D 객체에 포함된 복수 개의 정점 중 적어도 일부를 제거하여, 상기 3D 객체에 포함된 메쉬를 단순화하는 전처리부

를 더 포함하는, 데이터 처리 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 예측 모드 결정부는,

상기 적어도 하나의 그룹 중 제1 그룹에 포함된 제1 정점에 대하여, 상기 제1 정점과 직접 연결되는 적어도 하나의 직접 연결 정점 및 상기 적어도 하나의 직접 연결 정점의 각각과 직접 연결되는 적어도 하나의 정점을 이용하여 계산된 곡률에 기초하여, 상기 제1 정점의 위치를 예측하는 예측 모드를 결정하는, 데이터 처리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 예측 모드 결정부는,

상기 제1 그룹에 포함된 정점들 전체에 대하여, 데이터 크기에 대비한 예측 오차가 최소화되도록 상기 제1 그룹에 적용할 예측 모드를 결정하는, 데이터 처리 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 예측 모드 결정부는,

이중 링 예측 기법 및 최소 평균 제곱 오차 예측 기법 중 상기 예측 모드를 결정하는, 데이터 처리 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 부호화부는,

상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 결정된 예측 모드의 식별 인덱스를 엔트로피 부호화 하는 산술 부호기; 및

예측 오차 벡터를 엔트로피 부호화 하는 비트-평면 부호기

를 포함하는, 데이터 처리 장치.

청구항 8

3D 객체에 포함된 복수 개의 정점을 적어도 하나의 그룹으로 분할하는 정점 분할 단계;

상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 정점 위치를 압축하기 위한 위치 예측 모드를 결정하는 예측 모드 결정 단계; 및

상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 결정된 예측 모드의 식별 인덱스 및 예측 오차 벡터를 부호화하는 부호화 단계

를 포함하는, 데이터 처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 정점 분할 단계는, 하나의 그룹 내에 제1 임계치 이하의 정점이 포함되도록 상기 3D 객체에 포함된 복수 개의 정점을 적어도 하나의 그룹으로 분할하는, 데이터 처리 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 3D 객체에 포함된 복수 개의 정점 중 적어도 일부를 제거하여, 상기 3D 객체에 포함된 메쉬를 단순화하는 전처리 단계

를 더 포함하는, 데이터 처리 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 예측 모드 결정 단계는,

상기 적어도 하나의 그룹 중 제1 그룹에 포함된 제1 정점에 대하여, 상기 제1 정점과 직접 연결되는 적어도 하나의 직접 연결 정점 및 상기 적어도 하나의 직접 연결 정점의 각각과 직접 연결되는 적어도 하나의 정점을 이용하여 계산된 곡률에 기초하여, 상기 제1 정점의 위치를 예측하는 예측 모드를 결정하는, 데이터 처리 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 예측 모드 결정 단계는,

상기 제1 그룹에 포함된 정점들 전체에 대하여, 데이터 크기에 대비한 예측 오차가 최소화되도록 상기 제1 그룹에 적용할 예측 모드를 결정하는, 데이터 처리 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 예측 모드 결정 단계는,

이중 링 예측 기법 및 최소 평균 제곱 오차 예측 기법 중 상기 예측 모드를 결정하는, 데이터 처리 방법.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 부호화 단계는,

상술 부호기가 상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 결정된 예측 모드의 식별 인덱스를 엔트로피 부호화 하는 단계; 및

비트-평면 부호기가 예측 오차 벡터를 엔트로피 부호화 하는 단계

를 포함하는, 데이터 처리 방법.

청구항 15

제8항 내지 제14항 중 어느 한 항의 데이터 처리 방법을 수행하는 프로그램을 수록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

명세서

기술분야

[0001] 3D 모델의 객체(object)의 기하 정보를 압축하는 데이터 처리 장치 및 방법에 연관되며, 보다 특정하게는 3D 객체의 데이터 압축과 위치 예측을 위한 데이터 처리 장치 및 방법에 연관된다.

배경기술

[0002] 최근 3차원 객체 또는 Scene 데이터들은 게임, 디지털 영화, CAD와 같은 많은 응용분야에서 사용되고 있다. 기술의 발달에 따라 실감 렌더링에 대한 요구가 증가하고 있고 일반적인 3차원 모델도 수백만 혹은 수천개 이상의 면을 포함할 것이다. 따라서 제한된 전송 대역폭이나 저장 용량에서 효과적으로 전송 또는 저장하기 위하여 효과적인 3차원 객체 압축 기술이 요구된다.

[0003] 모델링된 3D 객체의 표현 방식에는 포인트 기반 기법과 메쉬(Mesh) 기반 기법이 있으며, 널리 사용되는 메쉬 기반 기법에서, 메쉬는 정점(Vertex)의 위치 정보 (기하 정보)와 이들 간의 연결 정보로 구성되어 있다.

[0004] 메쉬의 위치 정보, 그리고 메쉬들 간의 연결 정보를 압축하기 위해 다양한 연구 및 특허가 존재하지만, 이러한 기존 방식들은 대부분 위치 정보(기하정보)가 아닌, 연결 정보의 압축에 초점을 맞추었다.

[0005] 하지만 위치 정보의 데이터량이 연결정보의 데이터량보다 크기 때문에 기하정보를 줄이는 것이 전체적인 압축효율을 향상하는데 효과적이다.

[0006] 한편, 위치 정보(기하 정보)의 압축을 위하여 기존 방식 방법들은 압축 또는 압축 해제 과정 중 이미 처리한 정점(vertex)들을 단순히 이용하여 압축 또는 압축 해제하고자 하는 정점의 위치를 예측하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 3D 객체를 구성하는 정점의 위치 정보를 효율적으로 압축할 수 있는 데이터 처리 장치 및 방법이 제공된다.

[0008] 점진적(progressive) 전송에 적합하며, 동적 3D 객체의 메쉬 뿐만 아니라, 정적이 3D 객체의 메쉬에도 적용 가능한 예측 방법 및 모드 결정 방법이 제공된다.

[0009] 또한, 전체 정점을 복수 개의 그룹으로 분할하여 각각에 정점 위치 예측 모드를 결정할 수 있어, 데이터 크기 증가는 작으면서 예측의 정확도가 데이터 크기에 비해 우수한 데이터 처리 장치 및 방법이 제공된다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일측에 따르면, 3D 객체에 포함된 복수 개의 정점을 적어도 하나의 그룹으로 분할하는 정점 분할부, 상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 정점 위치를 압축하기 위한 위치 예측 모드를 결정하는 예측 모드 결정부, 및 상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 결정된 예측 모드의 식별 인덱스 및 예측 오차 벡터를 부호화하는 부호화부를 포함하는, 데이터 처리 장치가 제공된다.

[0011] 여기서, 상기 정점 분할부는, 하나의 그룹 내에 제1 임계치 이하의 정점이 포함되도록 상기 3D 객체에 포함된 복수 개의 정점을 적어도 하나의 그룹으로 분할할 수 있다.

- [0012] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 데이터 처리 장치는, 상기 3D 객체에 포함된 복수 개의 정점 중 적어도 일부를 제거하여, 상기 3D 객체에 포함된 메쉬를 단순화하는 전처리부를 더 포함한다.
- [0013] 한편, 상기 예측 모드 결정부는, 상기 적어도 하나의 그룹 중 제1 그룹에 포함된 제1 정점에 대하여, 상기 제1 정점과 직접 연결되는 적어도 하나의 직접 연결 정점 및 상기 적어도 하나의 직접 연결 정점의 각각과 직접 연결되는 적어도 하나의 정점을 이용하여 계산된 곡률에 기초하여, 상기 제1 정점의 위치를 예측하는 예측 모드를 결정할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 예측 모드 결정부는, 상기 제1 그룹에 포함된 정점들 전체에 대하여, 데이터 크기에 대비한 예측 오차가 최소화되도록 상기 제1 그룹에 적용할 예측 모드를 결정한다.
- [0015] 여기서, 상기 예측 모드 결정부는, 이중 링 예측 기법 및 최소 평균 제곱 오차 예측 기법 중 상기 예측 모드를 결정할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 부호화부는, 상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 결정된 예측 모드의 식별 인덱스를 엔트로피 부호화 하는 산술 부호기, 및 예측 오차 벡터를 엔트로피 부호화 하는 비트-평면 부호기를 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 일측에 따르면, 3D 객체에 포함된 복수 개의 정점을 적어도 하나의 그룹으로 분할하는 정점 분할 단계, 상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 정점 위치를 압축하기 위한 위치 예측 모드를 결정하는 예측 모드 결정 단계, 및 상기 적어도 하나의 그룹의 각각에 대해 결정된 예측 모드의 식별 인덱스 및 예측 오차 벡터를 부호화하는 부호화 단계를 포함하는, 데이터 처리 방법이 제공된다.

발명의 효과

- [0018] 3D 객체를 구성하는 정점의 위치 정보를 효율적으로 압축할 수 있다.
- [0019] 점진적(progressive) 전송에 적합하며, 동적 3D 객체의 메쉬 뿐만 아니라, 정적이 3D 객체의 메쉬에도 적용 가능하다.
- [0020] 또한, 전체 정점을 복수 개의 그룹으로 분할하여 각각에 정점 위치 예측 모드를 결정할 수 있어, 데이터 크기 증가는 작으면서 예측의 정확도가 데이터 크기에 비해 우수하다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 장치를 도시한다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법에 따라 예측 모드를 결정하는 과정을 설명하기 위한 예시적 메쉬를 나타내는 개념도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법에 따라 도 2의 예시적 메쉬에서 정점을 제거하여 메쉬를 단순화하는 과정을 나타내는 개념도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법에 따라 곡률 기반 정점 위치 예측을 수행하는 과정을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법에 따라 3차원 객체를 복수 개의 그룹으로 분할한 다음 각각에 대해 예측 모드를 결정하는 과정을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하에서, 본 발명의 일부 실시예를, 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 깊이 데이터 처리 장치(100)를 도시한다.
- [0024] 본 발명의 일실시예에 따르면, 데이터 처리 장치(100)는 3D 객체를 메쉬 단순화(Mesh Simplification) 기법으로 단순화하는 전처리부(110), 3D 객체의 복수 개의 정점을 복수 개의 그룹으로 분할하는 정점 분할부(120), 각각의 그룹에 대해 데이터 크기 대비 정점 위치 예측 오차가 가장 작은 예측 모드를 결정하는 예측 모드 결정부(130), 및 결정된 예측 모드를 이용하여 각각의 그룹의 정점들을 엔트로피 부호화 하는 부호화부(140)를 포함한

다.

- [0025] 먼저, 데이터 처리 장치(100)의 전처리부(110)는, 압축할 3D 객체(object)를 메쉬 단순화 기법을 이용하여 단순화 한다.
- [0026] 이러한 단순화 과정은, 3D 객체를 구성하는 복수 개의 메쉬를, 단순한 형태의 3D 객체인 베이스 메쉬(Base Mesh)와 원래 형태를 동일하게 복원하기 위한 정보로 나누어 표현하는 과정이다.
- [0027] 이러한 메쉬 단순화를 위한 다양한 방법 중, 본 발명의 기술 분야에 속하는 평균적 기술자에게 명확히 이해될 수 있는 내용은 본 발명의 사상을 벗어나지 않는 범위라면 본 발명의 범위에서 제외되지 않는다.
- [0028] 단순화된 메쉬를 원본과 동일하게 복원하기 위한 정보는, 제거된 정점(Vertex)들의 위치(기하) 정보와, 각 정점들 사이의 연결 관계를 나타내는 연결 정보로 나누어 진다.
- [0029] 본 발명의 실시예들에 따른 데이터 처리 장치(100)는 이러한 정점의 위치 정보를 효율적으로 예측할 수 있는 예측 모드를 결정하여 부호화(coding)/복호화(decoding) 과정 이후에 원본의 복원이 정확하게 이루어지면서도, 데이터 크기는 크게 증가하지 않는 예측 모드 결정 과정에 연관된다.
- [0030] 한편, 모든 정점에 대해 예측 모드를 동일하게 가져 간다면, 일부 정점들에 대해서는 데이터 크기에 대비한 예측 정확도가 높지만, 다른 정점들에 대해서는 데이터 크기에 대비한 예측 정확도가 낮을 수 있다.
- [0031] 그러나, 모든 정점들 각각에 대해 가장 적합한 예측 모드를 결정하여, 결정된 예측 모드를 적용한다면, 예측 모드의 식별을 위한 인덱싱에 너무 많은 데이터가 필요해서, 정점 위치의 압축의 효율이 작아진다.
- [0032] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 정점 분할부(120)는, 3D 객체를 구성하는 복수 개의 정점들을 적어도 하나의 그룹들로 분할한다.
- [0033] 본 발명의 일실시예에 따르면, 정점 분할부(120)는 하나의 그룹에 제1 임계치를 초과하는 개수의 정점이 포함되지 않도록, 정점 추가 시에 정점 그룹 분할 여부를 판단한다.
- [0034] 이를테면, 처음 단순 메쉬가 주어졌을 때, 모든 정점은 동일 분할 그룹에 속하는 것으로 판단된다. 그리고 제거된 정점이 추가됨에 따라 분할 그룹 내에 속하는 정점의 수가 미리 정해진 제1 임계치를 초과하는 경우, 하나의 분할 영역을 2개의 영역으로 나누어 나가는 방식이다.
- [0035] 따라서, 예시적으로 상기 제1 임계치가 1000인 경우, 1001번째 정점이 추가되면 정점 분할부(120)는 기존 그룹을 두 개, 또는 그 이상의 그룹으로 분할한다.
- [0036] 이러한 과정은 정점 압축/해제 과정에서 미리 지정된 방법에 의해 자동으로 수행되므로, 그룹의 지정이나 분할 정보를 위한 별도의 데이터 크기 증가는 크지 않다.
- [0037] 즉, 본 발명의 실시예들에서는, 분할 그룹 생성 시에, 정점 간의 연결 정보만을 사용하여 미리 지정된 방법으로 일률적으로 정점 분할을 하므로, 어느 정점이 어느 분할 그룹에 속하는지, 총 분할 그룹은 몇 개인지 등의 추가 정보를 저장 또는 압축하지 않을 수 있다.
- [0038] 따라서, 총 정점의 개수와 특정한 정점의 고유 인덱스를 알면, 전체 몇 개의 정점 그룹이 있는지, 그리고 상기 특정한 정점은 어느 그룹에 속한 것인지는 쉽게 판단될 수 있다.
- [0039] 한편, 본 발명의 일실시예에 따르면, 데이터 처리 장치(100)의 예측 모드 결정부(130)는 분할된 각각의 그룹에 대해, 후술하는 몇 가지 예측 모드 결정 방법에 따라 가장 적합한 예측 모드를 결정하고, 동일한 그룹의 정점들에 대해서는 동일한 예측 모드를 일률적으로 적용한다.
- [0040] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 장치(100)에서는, 예측 모드 식별을 위한 인덱싱에 소요되는 데이터 크기 증가는 미미하며, 그룹 별로 최적의 예측 모드가 적용되므로 데이터 크기에 대비한 예측 정확도는 높다.
- [0041] 본 발명의 일실시예에 따르면, 예측 모드 결정부(130)는, 각 분할 그룹에 대해, 아래와 같은 이중 링 예측 기법 또는 최소 평균 제곱 오차 예측 기법 등에 의해 예측 모드를 결정한다.
- [0042] 아래 실시예들에 따르면, 예측 모드 결정부(130)는, 위치를 예측하고자 하는 정점에 인접하는 다른 정점들로부터 곡률을 계산하고, 얻어진 곡률을 기반으로 정점의 위치를 예측한다.
- [0043] 한편, 이 경우 고려되는 인접하는 다른 정점들은, 상기 위치를 예측하고자 하는 정점과 직접 연결된, 즉 다른

정점과의 추가적 연결 정보 없이 연결 관계가 정의되는 직접 연결 정점을 포함한다.

[0044] 또한, 본 발명의 일부 실시예에 따르면, 상기 곡률 계산에는 상기 직접 연결 정점에 직접 연결 되는, 즉 상기 위치를 예측하고자 하는 정점과는 하나의 정점을 거쳐서 연결 관계가 정의되는 정점들을 포함한다.

[0045] 예측 모드 결정부(130)가 선택할 수 있는 이중 링 예측 기법(2-Ring Prediction)은 다음과 같이 설명될 수 있다.

[0046] 먼저, x_j 를 정점 j 의 위치라고 할 때, 종래 기술에 따른 평균점 예측 방법에서는 x_j 를 다음과 같이 계산한다.

수학식 1

$$\hat{\mathbf{x}}_j^B = \mathbf{u}_j \doteq \frac{1}{v_j} \sum_{l \in N_j} \mathbf{x}_l,$$

[0047]

[0048] 여기서 N_j 는 점 j 와 인접하는 정점들의 색인 집합을 의미하고, v_j 는 점 j 에 인접한 점들의 개수를 의미한다. 이 때, 인접한다는 의미는 두 정점 간의 추가의 정점 없이 직접 연결되어 있다는 것이다.

[0049] 종래의 방법에 따른 상기 수학식 1에서는, 예측하고자 하는 정점의 위치가 해당 정점의 주변 정점들 위치의 평균과 비슷하다고 가정하고, 평균점 예측을 한 것이다.

[0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 링 예측 기법은 이러한 가정을 직접 연결된 정점 j 뿐만 아니라 직접 연결 정점들에 다시 직접 연결된 정점들에 확대하여 적용한다.

[0051] 이러한 가정을 이용하여 예측 오차에 대한 새로운 에너지 함수를 다음과 같이 정의하였다.

수학식 2

$$C(\hat{\mathbf{x}}_j) = \|\hat{\mathbf{x}}_j - \mathbf{u}_j\|^2 + \alpha \sum_{l \in N_j} \|\mathbf{x}_l - \mathbf{u}_l\|^2$$

[0052]

[0053] 여기서 α 는 비례상수이므로, 응용 예나 예측 결과에 대한 피드백에 의해 다르게 설정될 수 있는 수이다. 이러한 예측 오차, 즉 에너지 함수에 관한 수학식 2를 최소화 하는 이중 링 예측은 계산 과정을 통하여 다음과 같이 구할 수 있다.

수학식 3

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{x}}_j^D &= \arg \min_{\hat{\mathbf{x}}_j} C(\hat{\mathbf{x}}_j) \\ &= \frac{1}{w} \left(\mathbf{u}_j + \alpha \sum_{l \in N_j} \frac{1}{v_l^2} (v_l \mathbf{x}_l - \sum_{k \in N_l, k \neq j} \mathbf{x}_k) \right) \end{aligned}$$

[0054]

[0055] 여기서, $w = 1 + \alpha \sum_{l \in N_j} \frac{1}{v_l^2}$ 이다.

[0056] 위의 수학식 3에서 이중 링 예측은 두 개의 term으로 구성되어 있다.

- [0057] 첫 번째 term인 u_j 는 1차 링으로 정의하고, 두 번째 term인 $\sum_{l \in N_j} \frac{1}{v_l^2} (v_l \mathbf{x}_l - \sum_{k \in N_l, k \neq j} \mathbf{x}_k)$ 는 2차 링이라고 정의한다.
- [0058] 여기서 1차 링의 의미는 두 정점이 직접 연결되어 있다는 것이며, 2차 링의 의미는 두 정점 간의 연결 관계를 정의하기 위해서 추가로 하나의 정점이 필요한 경우를 의미한다.
- [0059] 즉 2차 링의 경우, 두 정점이 직접 연결된 것은 아니고, 두 개의 정점이 공통으로 어떤 정점에 직접 연결되어 있는 경우이다.
- [0060] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 1차 링에 대한 예측과 2차 링에 대한 예측에 의해 에너지 함수가 최소화 되도록 예측을 수행한다.
- [0061] 상기 1차 링 예측은 종래의 평균점 예측 방법과 동일하며, 본 발명의 일실시예에 따라 추가되는 2차 링 예측은 인접 점들의 평균점 예측으로부터 구한다.
- [0062] 그리고 상기한 바와 같이, 비례 상수 a 가 1일 때의 성능이 평균점 예측 방법보다 크지만 압축 성능을 높이기 위해 a 값을 조정해 가면서 예측 모드들을 만들어 뒤에 나오는 모드 결정 방법과 결합하는 것이 가능하다.
- [0063] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 예측 모드 결정부(130)는 최소 평균 제곱 오차 예측 방법 (Minimum Mean Square Error Prediction)에 의해 예측 모드를 결정한다.
- [0064] 본 실시예에서는 최소 평균 제곱 오차 추정을 활용하여 점 j 의 위치 x_j 를 예측한다. 이러한 실시예에 따른 예측은 다음 수식식과 같은 선형 예측에 의해 표현될 수 있다.

수학식 4

$$\hat{\mathbf{x}}_j^M = \sum_{k=0}^{n-1} w_{j,k} \mathbf{x}_{j,k}$$

[0065]

- [0066] 여기서, $w_{j,k}$ 는 가중치 상수이고, $x_{j,k}$ 는 정점 j 로부터 연결 거리가 2이하인 주변 정점들을 의미한다.
- [0067] 그러면, 평균 오차 제곱은 다음과 같이 정의된다.

수학식 5

$$E\{\|\mathbf{x}_j - \hat{\mathbf{x}}_j^M\|^2\}$$

[0068]

- [0069] 이 경우, 위 수학식 5를 최소로 하는 가중치는 다음과 같이 구할 수 있다.

수학식 6

$$\mathbf{w}_j = \mathbf{R}_j^{-1} \mathbf{C}_j$$

[0070]

[0071] 여기서 $\mathbf{R}_j$ 의 (k, l) 성분은 $E\{\mathbf{x}_{j,k}^t \mathbf{x}_{j,l}^t\}$ 이고 $\mathbf{C}_j$ 의 k 번째 성분은 $E\{\mathbf{x}_{j,k}^t \mathbf{x}_j^t\}$ 이다. 이 상관 관계는 다음과 같이 점 사이의 그래프 거리로 근사화 한다.

수학식 7

$$E\{\mathbf{x}_{j,k}^t \mathbf{x}_{j,l}^t\} = \rho^{d_{kl}} \sigma^2$$

[0072]

[0073] 그러면, 예측 모드 결정부(130)는 각 분할 그룹의 정점들에 대하여, 해당 그룹에 대해 선택된 정점 위치 예측 방식을 적용한다.

[0074] 이 경우, 예측 모드 결정부(130)는 각 분할 영역에 대해 본 발명은 오차 벡터의 제곱 크기를 최소화 하는 예측 방식을 선택한다.

[0075] 예측 모드 적용에 있어서, 분할 영역 i 에 대해 적용한 예측 방식에 대한 색인을 m_i 라고 할 때, m_i 는 다음과 같이 구할 수 있다.

수학식 8

$$m_i = \arg \min_k \sum_{j \in s_i} \|\mathbf{x}_j - \mathbf{f}_k(\mathbf{x}_j)\|^2$$

[0076]

[0077] 여기서 $\mathbf{f}_k(\mathbf{x}_j)$ 는 정점 위치 예측 방식 k 를 사용하였을 때에 점 j 에 대한 예측 위치를 나타낸다.

[0078] 그러면, 부호화부(140)는, 각 분할 그룹에 적용될 예측 모드에 따라 각 분할 그룹 내의 정점들에 대해 적용되는 예측 모드에 대한 인덱스(index)와 예측 오차 벡터를 엔트로피 부호화(entropy coding) 한다.

[0079] 본 발명의 일실시예에 따르면, 부호화부(140)는 각 분할 그룹에 적용한 정점 위치 예측 방식의 인덱스를 엔트로피 부호화 하는 산술 부호기(Arithmetic Coder)(도시되지 않음) 및 상기 예측 오차 벡터를 엔트로피 부호화 하는 비트-평면 부호기(Bit-plane Coder)(도시되지 않음)을 포함한다.

[0080] 이상에서 본 발명의 실시예들에 따른 정점의 분할 그룹핑과 각 그룹에 대한 정점 위치 예측 모드 결정, 및 결정된 모드에 의한 부호화 등의 과정을 설명하였으며, 이상의 과정에 대한 이해를 높이기 위해 아래 도 2 내지 도 5를 참고하여 각 과정에 대해 보다 상세히 후술한다.

[0081] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법에 따라 예측 모드를 결정하는 과정을 설명하기 위한 예시적 메쉬를 나타내는 개념도(200)이다.

[0082] 예시적 메쉬들(210, 220, 230 및 240)은 정점들(201, 202, 203, 204, 205 및 206)의 위치와 각각의 연결 정보에 의해 정의된다.

[0083] 데이터 처리 장치(100)의 전처리부(110)가 메쉬들을 단순화하는 경우, 이 중 일부의 정점, 이를테면 정점(206)이 제거(decimation)되며, 제거된 정점(206)의 복원을 위한 정보가 별도로 저장된다.

[0084] 이러한 메쉬 단순화 과정 이후에 각 연결 정보나 제거된 정점의 위치를 예측하기 위한 예측 모드들이 선택되고, 부호화된다.

[0085] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법에 따라 도 2의 예시적 메쉬에서 정점을 제거하여 메쉬를 단순화하는 과정을 나타내는 개념도(300)이다.

- [0086] 상기 도 2의 메쉬에서 정점(206)이 제거되었다. 이러한 정점(206)의 제거 결과, 메쉬는 기존의 4개에서 메쉬(310, 320 및 330)들 3개로 단순화 되었다.
- [0087] 이러한 단순화가 반복되면 기본 메쉬(base mesh)가 남게 되고, 제거된 정점들은 그것들을 복원할 수 있는 위치 예측 정보, 연결 관계 정보 등에 의해 복원 가능한 상태에 있다.
- [0088] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법에 따라 곡률 기반 정점 위치 예측을 수행하는 과정을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0089] 예시적으로 정점(410, 411, 420 및 421)은 제거 전인 정점, 또는 처리가 완료된 정점이고, 정점(430)은 예측에 의해 복원될 정점이다.
- [0090] 여기서, 종래의 평균 위치 예측 방법에 따르면, 정점(430)의 위치는 직접 연결 정점들(410 및 420)의 평균 위치(440), 및 실제 정점(430)과 예측된 평균 위치(440) 사이의 오차 벡터(441)에 의해 표현될 수 있다.
- [0091] 이 경우, 오차 벡터(441)이 상대적으로 컸다.
- [0092] 본 발명의 일실시예에 따르면, 직접 연결 정점(410 및 420)뿐만 아니라, 직접 연결 정점(410 및 420)에 직접 연결된 정점(411 및 421)까지 고려하여, 그들이 이루는 커브(점선으로 표시된 커브)의 곡률 정보를 통해 예측되는 위치(450) 및 그에 따른 오차 벡터(451)에 의해 표현된다.
- [0093] 그러면, 오차 벡터(451)이 기존의 오차 벡터(441)보다 작아져서 데이터 크기에 대한 증가는 미미하지만, 예측의 정확도가 크게 향상된다. 오차 벡터들(441 또는 451)도 저장되어야 할 정보이기 때문에, 오차 벡터의 크기가 작아지면, 그 만큼 저장될 데이터 크기도 작아질 수 있다.
- [0094] 이러한 곡률 기반의 정점 위치 예측에 대해서는 도 1 및 상기 수학식 1 내지 수학식 8을 참고하여 상술한 바와 같다.
- [0095] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법에 따라 3차원 객체를 복수 개의 그룹으로 분할한 다음 각각에 대해 예측 모드를 결정하는 과정을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0096] 원본 3차원 객체(510)는 많은 수의 메쉬들(도시되지 않음) 및 정점들을 포함한다. 그런데, 상술한 바와 같이 모든 정점에 대해 동일한 예측 모드를 적용하는 경우 예측의 정확도가 떨어지고, 한편 각각의 정점에 대해 서로 다른 예측 모드를 적용할 경우, 예측 모드 인덱싱을 위한 데이터 크기가 너무 커져서 효율이 떨어진다.
- [0097] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 정점 분할부(120)는 분할된 3D 객체(520)에 포함된 복수 개의 그룹들, 이를테면 그룹(521 및 522 등)들로 분할한다. 그리고, 각각의 분할 그룹들(521 및 522 등)에는 상기 예측 모드 결정부(130)가 결정한 각각의 예측 모드가 적용된다.
- [0098] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 처리 방법을 도시한다.
- [0099] 단계(610)에서 전처리부(110)는 압축하려는 3D 객체에 대해 메쉬 단순화 과정을 수행한다.
- [0100] 이러한 메쉬 단순화 과정을 통해, 3D 객체는 기본 메쉬(base mesh)와 나머지 제거된 정점들의 복원을 위한 정보로 나누어 진다.
- [0101] 보다 상세한 메쉬 단순화 과정의 설명은 도 1을 참조하여 상술한 바와 같다.
- [0102] 그러면, 단계(620)에서 정점 분할부(120)는 각각의 정점들을 미리 정해진 방법에 따라, 복수 개의 정점 그룹으로 분할하며, 이 과정에서 새로이 추가되는 정점이 제1 임계치를 초과하는 경우 하나의 정점 그룹이 2개 또는 그 이상의 정점 그룹으로 분할되는 것은 도 1 및 도 5를 참조하여 상술한 바와 같다.
- [0103] 그리고 단계(630)에서 예측 모드 결정부(130)는 각 분할 그룹에 대해, 그룹에 속하는 정점들 전체에 적용될 정점 위치 예측 모드를 결정한다.
- [0104] 예측 모드 결정은 곡률 기반의 에너지 또는 제곱 평균 오차가 최소화 될 수 있는 예측 모드를 선택하는 것으로 이해될 수 있다. 본 명세서에서는 이중 링 예측 방법 및 제곱 평균 오차 예측 방법에 따른 예시적 실시예들이 언급되었으나, 본 발명이 이러한 일부 실시예에 국한되어 해석되어서는 안 된다.
- [0105] 그리고, 단계(640)에서 부호화부(140)는 각 분할 그룹에 적용될 예측 모드에 따라 각 분할 그룹 내의 정점들에 대해 적용되는 예측 모드에 대한 인덱스(index)와 예측 오차 벡터를 엔트로피 부호화(entropy coding) 한다.

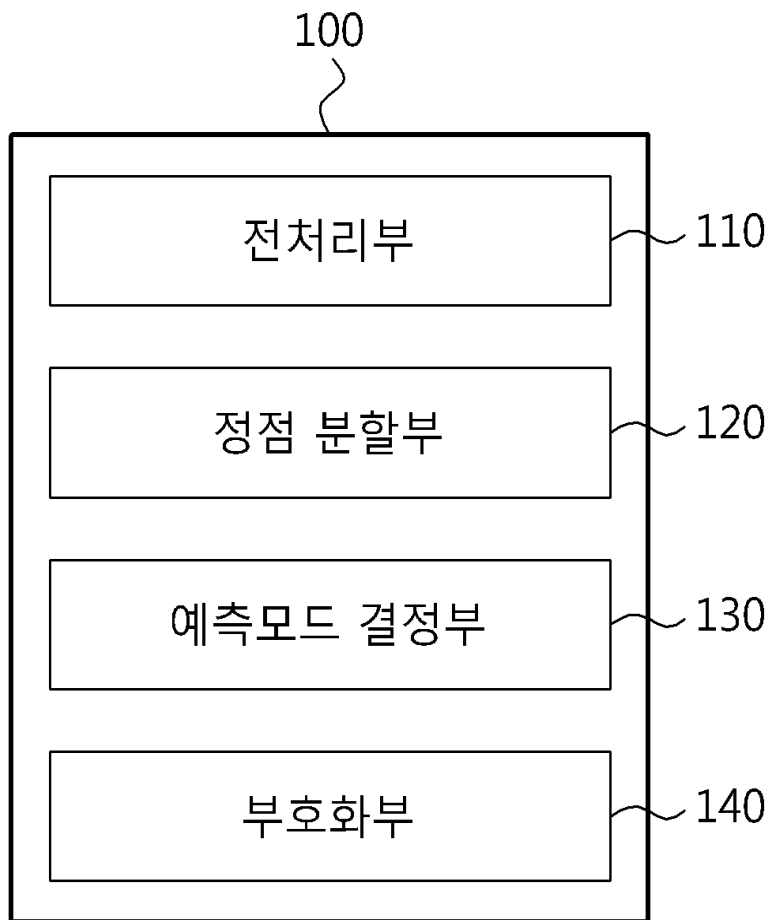
- [0106] 본 발명의 일실시예에 따르면, 부호화부(140)는 각 분할 그룹에 적용한 정점 위치 예측 방식의 인덱스를 엔트로피 부호화 하는 산술 부호기(Arithmetic Coder)(도시되지 않음) 및 상기 예측 오차 벡터를 엔트로피 부호화 하는 비트-평면 부호기(Bit-plane Coder)(도시되지 않음)을 포함한다.
- [0107] 한편, 메쉬 단순화 단계(610) 이후에 단계(650)에서는 제거된 정점에 대한 연결 정보의 코딩이 수행되며, 이러한 과정은 종래의 연결 관계 부호화를 위한 엔트로피 코딩 방법에 의할 수 있다.
- [0108] 이상의 과정은 도 1 내지 도 5를 참조하여 상술한 바와 같다.
- [0109] 본 발명의 일실시예에 따른 방법은 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), 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 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0110] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0111] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

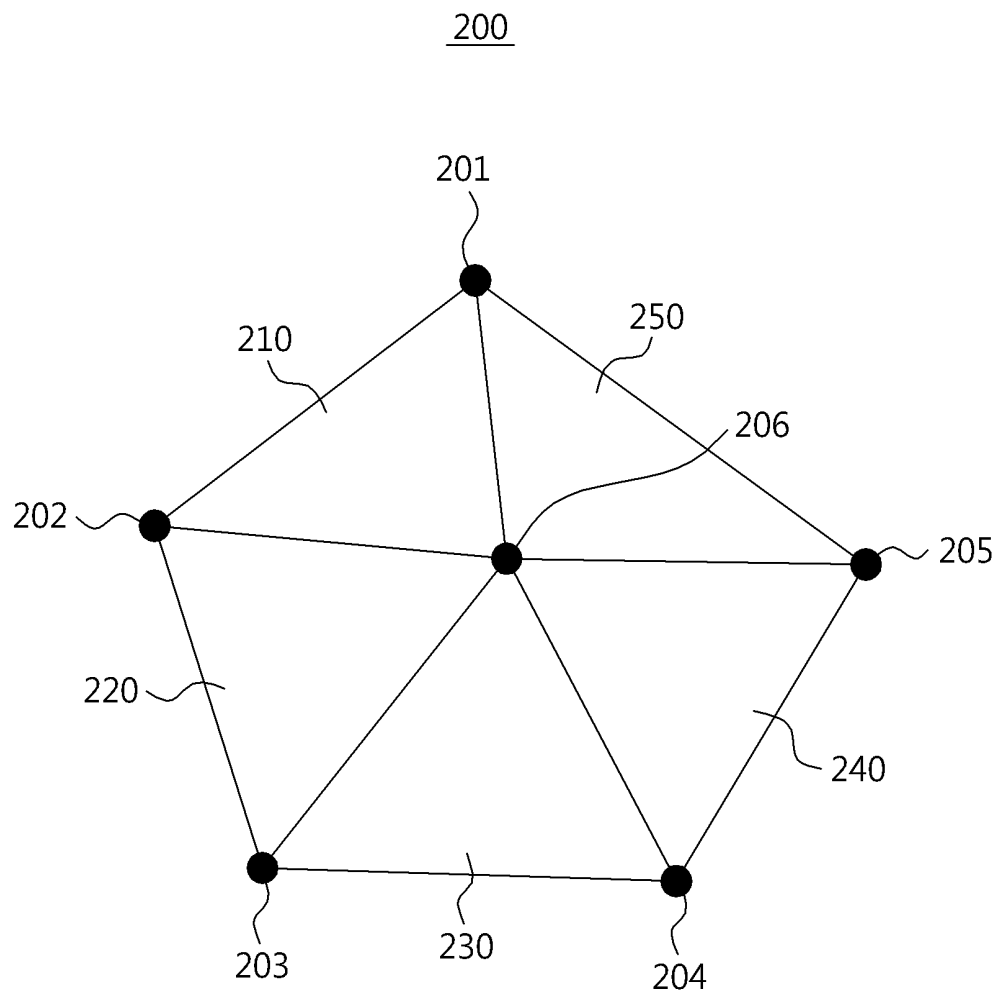
- [0112] 100: 데이터 처리 장치
- 110: 전처리부
- 120: 정점 분할부
- 130: 예측 모드 결정부
- 140: 부호화부

도면

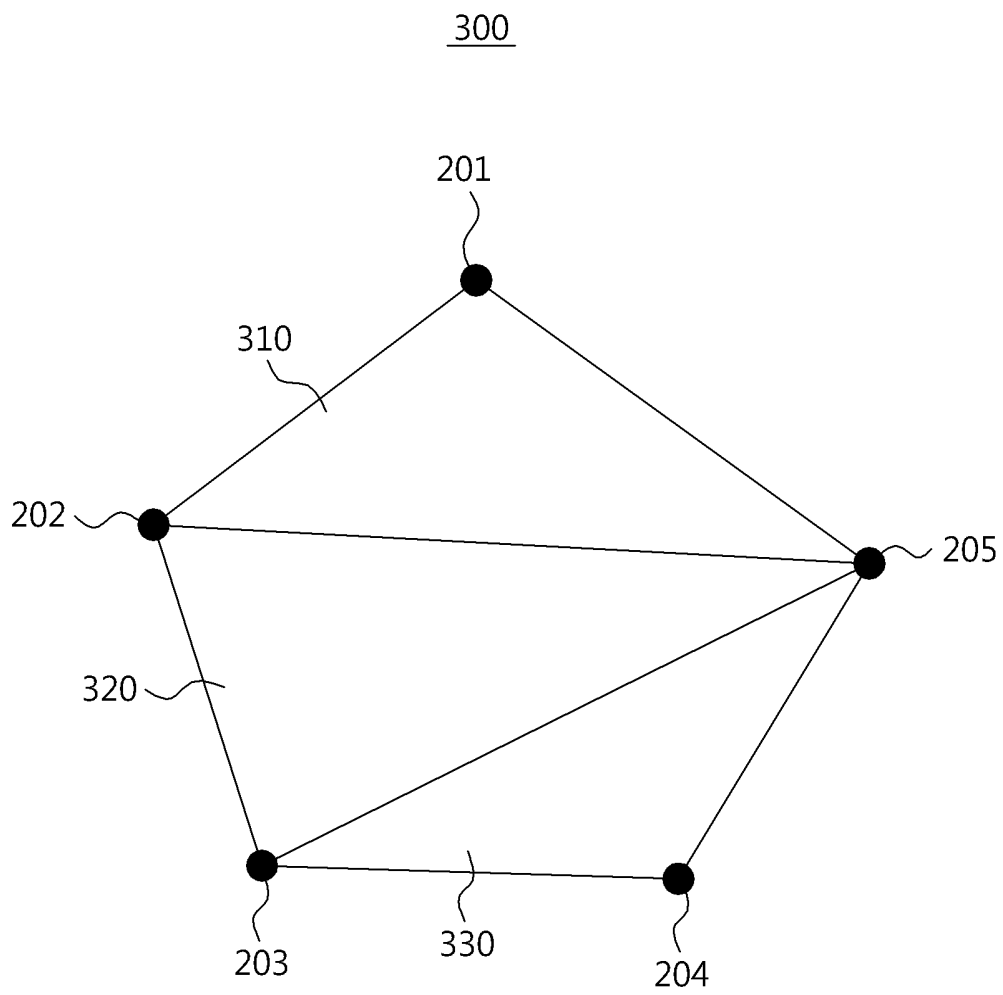
도면1



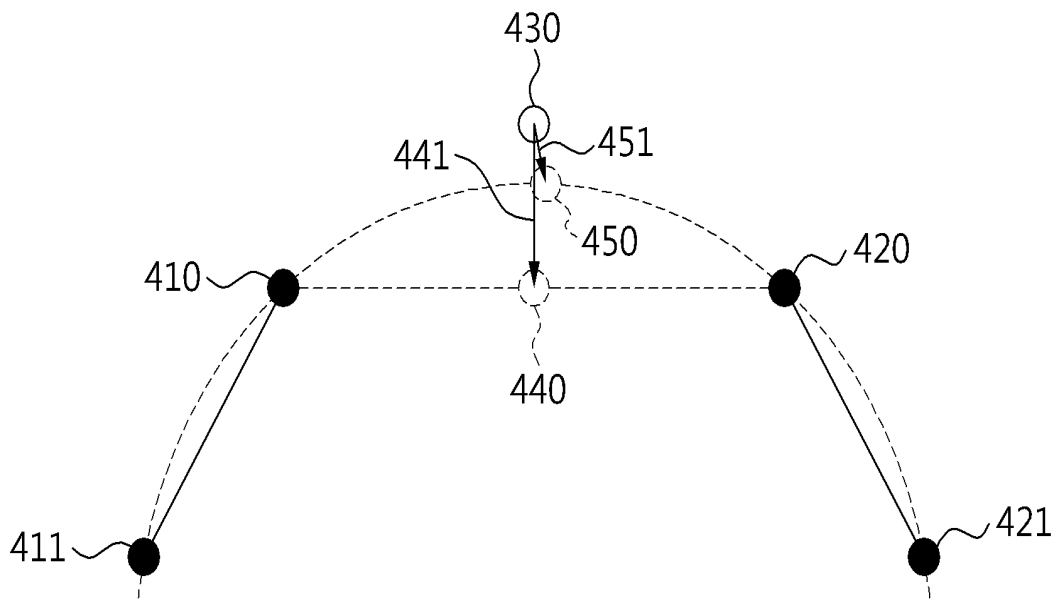
도면2



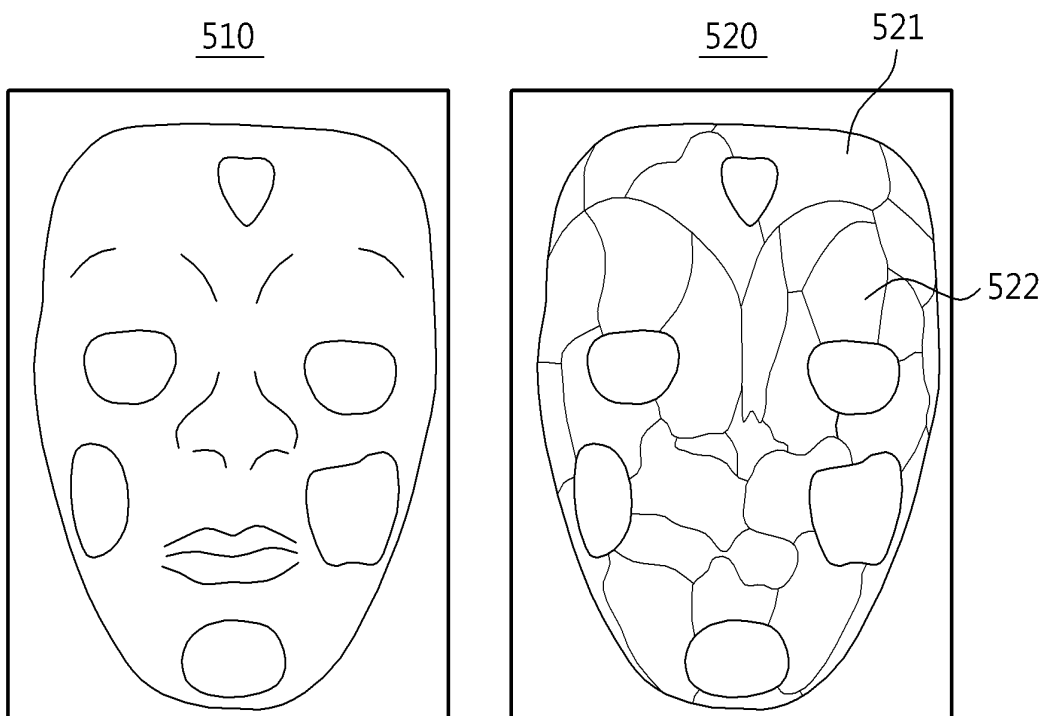
도면3



도면4



도면5



도면6

