



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월20일

(11) 등록번호 10-2058093

(24) 등록일자 2019년12월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 17/20 (2006.01) *G06T 19/00* (2011.01)
G06T 5/00 (2019.01)
 (52) CPC특허분류
G06T 17/205 (2013.01)
G06T 19/00 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2019-0036544
 (22) 출원일자 2019년03월29일
 심사청구일자 2019년03월29일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2008146399 A
 KR1020150015680 A
 KR101942370 B1

(73) 특허권자
 인천대학교 산학협력단
 인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
 (72) 발명자
 김지범
 경기도 광명시 광명역로 26 광명역파크자이아파트
 102동 1701호
 (74) 대리인
 김효성

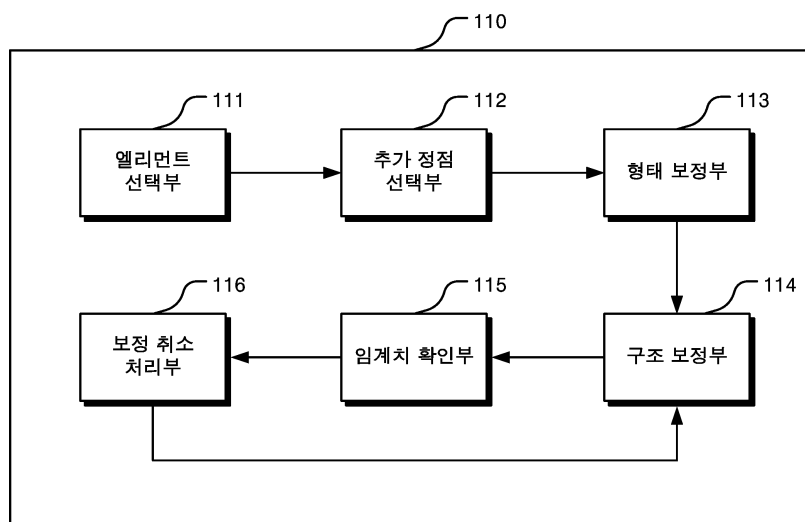
전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 강석제

(54) 발명의 명칭 **겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치 및 방법**

(57) 요약

겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명은 곡면 구조를 표현하는데 사용되는 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 엘리먼트(element)들을 이상적인 엘리먼트의 형상에 가깝게 변경할 수 있는 메쉬 구조의 보정 기법을 제시함으로써, 상기 그래픽 모델에 대한 메쉬 품질의 향상을 도모할 수 있다.

대표도 - 도1

(52) CPC특허분류

G06T 5/001 (2013.01)

G06T 2207/30168 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711089162

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)

연구과제명 CFD 시뮬레이션의 정확도와 효율성 향상을 위한 curved 메쉬 생성 및 최적화 방법 연구

기 여 율 1/1

주관기관 인천대학교

연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

곡면 구조를 표현하는데 사용되는 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 엘리먼트(element)들 중 엘리먼트를 구성하는 영역이 인접 엘리먼트의 영역을 침범하는 것으로 확인되는 제1 엘리먼트를 선택하는 엘리먼트 선택부;

상기 제1 엘리먼트를 구성하는 복수의 제1 정점(vertex)들 간의 연결선들 중 인접 엘리먼트의 영역을 침범하여 존재하는 제1 연결선을 확인하고, 상기 제1 연결선의 중점을 추가 정점으로 선택하는 추가 정점 선택부; 및

상기 그래픽 모델에서 상기 제1 엘리먼트가 존재하는 방향으로 상기 추가 정점을 이동시켰을 때 상기 제1 엘리먼트와 사전 설정된 품질 측정용 기준 엘리먼트 간의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 상기 추가 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후, 선택된 좌표로 상기 추가 정점을 이동시켜 상기 제1 엘리먼트의 형태를 보정하는 형태 보정부

를 포함하는 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 엘리먼트의 형태에 대한 보정이 완료되면, 상기 복수의 엘리먼트들을 구성하는 복수의 정점들 각각에 대해, 각 정점을 공유하는 둘 이상의 엘리먼트들의 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도에 대한 평균이 최대가 되도록 하는 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 상기 복수의 정점들 각각을 이동시켜 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 보정하는 구조 보정부

를 더 포함하는 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정이 완료되면, 상기 복수의 엘리먼트들 각각에 대한 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도를 연산하고, 상기 복수의 엘리먼트들 중 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도가 최소인 제2 엘리먼트를 확인한 후 상기 제2 엘리먼트에 대해서 연산된 형태 유사도가 기설정된(predetermined) 기준 임계치를 초과하는지 여부를 확인하는 임계치 확인부; 및

상기 제2 엘리먼트의 형태 유사도가 상기 기준 임계치를 초과하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 복수의 정점들의 좌표를 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정을 수행하기 전의 좌표로 복원하는 보정 취소 처리부

를 더 포함하는 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 구조 보정부는

상기 복수의 정점들의 좌표가 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정을 수행하기 전의 좌표로 복원된 경우, 상기 복수의 엘리먼트들을 구성하는 상기 복수의 정점들 각각에 대해, 각 정점을 공유하는 둘 이상의 엘리먼트들 중에서 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도가 최소인 엘리먼트의 형태 유사도가 최대가 되도록

하는 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 상기 복수의 정점들 각각을 재이동시켜 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 재보정하는 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도는 하기의 수학식 1에 따라 연산되는 역 평균 비율(Inverse Mean Ratio: IMR) - IMR이 낮을수록 형태 유사도가 높음을 의미함 - 의 역수인 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

[수학식 1]

$$IMR = \frac{\|AW^{-1}\|_F^2}{2|\det(AW^{-1})|}$$

여기서, 'A'는 형태 유사도 측정의 대상이 되는 특정 엘리먼트에 포함된 모든 정점들 - 상기 모든 정점들이란 상기 특정 엘리먼트가 추가 정점이 선정된 엘리먼트인 경우, 상기 특정 엘리먼트를 구성하는 정점들 및 추가 정점을 모두 포함하는 개념임 - 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 상기 특정 엘리먼트의 형태를 표현한 근접 행렬(incidence matrix), 'W'는 상기 기준 엘리먼트로부터 상기 특정 엘리먼트와 대응되는 지점의 정점들을 추출하였을 때, 상기 추출된 정점들 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 상기 기준 엘리먼트의 형태를 표현한 근접 행렬, ' $\|\cdot\|_F$ '는 프로베니우스 노름(Frobenius norm), ' $\det()$ '는 행렬식(determinant)을 의미함.

청구항 6

곡면 구조를 표현하는데 사용되는 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 엘리먼트(element)들 중 엘리먼트를 구성하는 영역이 인접 엘리먼트의 영역을 침범하는 것으로 확인되는 제1 엘리먼트를 선택하는 단계;

상기 제1 엘리먼트를 구성하는 복수의 제1 정점(vertex)들 간의 연결선들 중 인접 엘리먼트의 영역을 침범하여 존재하는 제1 연결선을 확인하고, 상기 제1 연결선의 중점을 추가 정점으로 선택하는 단계; 및

상기 그래픽 모델에서 상기 제1 엘리먼트가 존재하는 방향으로 상기 추가 정점을 이동시켰을 때 상기 제1 엘리먼트와 사전 설정된 품질 측정용 기준 엘리먼트 간의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 상기 추가 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후, 선택된 좌표로 상기 추가 정점을 이동시켜 상기 제1 엘리먼트의 형태를 보정하는 단계

를 포함하는 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 엘리먼트의 형태에 대한 보정이 완료되면, 상기 복수의 엘리먼트들을 구성하는 복수의 정점들 각각에 대해, 각 정점을 공유하는 둘 이상의 엘리먼트들의 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도에 대한 평균이 최대가 되도록 하는 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 상기 복수의 정점들 각각을 이동시켜 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 보정하는 단계

를 더 포함하는 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정이 완료되면, 상기 복수의 엘리먼트들 각각에 대한 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도를 연산하고, 상기 복수의 엘리먼트들 중 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도가 최소인 제2 엘리먼트를 확인한 후 상기 제2 엘리먼트에 대해서 연산된 형태 유사도가 기설정된(predetermined) 기준 임계치를 초과하는지 여부를 확인하는 단계; 및

상기 제2 엘리먼트의 형태 유사도가 상기 기준 임계치를 초과하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 복수의 정점들의 좌표를 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정을 수행하기 전의 좌표로 복원하는 단계

를 더 포함하는 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 복수의 정점들의 좌표가 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정을 수행하기 전의 좌표로 복원된 경우, 상기 복수의 엘리먼트들을 구성하는 상기 복수의 정점들 각각에 대해, 각 정점을 공유하는 둘 이상의 엘리먼트들 중에서 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도가 최소인 엘리먼트의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 상기 복수의 정점들 각각을 재이동시켜 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 재보정하는 단계

를 더 포함하는 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도는 하기의 수학식 2에 따라 연산되는 역 평균 비율(Inverse Mean Ratio: IMR) - IMR이 낮을수록 형태 유사도가 높음을 의미함 - 의 역수인 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

[수학식 2]

$$IMR = \frac{\|AW^{-1}\|_F^2}{2|\det(AW^{-1})|}$$

여기서, 'A'는 형태 유사도 측정의 대상이 되는 특정 엘리먼트에 포함된 모든 정점들 - 상기 모든 정점들이란 상기 특정 엘리먼트가 추가 정점이 선정된 엘리먼트인 경우, 상기 특정 엘리먼트를 구성하는 정점들 및 추가 정점을 모두 포함하는 개념임 - 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 상기 특정 엘리먼트의 형태를 표현한 근접 행렬(incidence matrix), 'W'는 상기 기준 엘리먼트로부터 상기 특정 엘리먼트와 대응되는 지점의 정점들을 추출하였을 때, 상기 추출된 정점들 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 상기 기준 엘리먼트의 형태를 표현한 근접 행렬, ' $\|\cdot\|_F$ '는 프로베니우스 놈(Frobenius norm), ' $\det()$ '는 행렬식(determinant)을 의미함.

청구항 11

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 12

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 컴퓨터 그래픽스에서 메쉬(mesh) 구조의 품질을 향상시키기 위한 기술과 관련된다.

배경 기술

[0002] 컴퓨터 그래픽스에서 2차원 모델이나 3차원 모델과 같은 그래픽 모델을 구성하는 방법으로 메쉬(mesh) 구조가 주로 사용되고 있다.

[0003] 메쉬 구조는 복수의 엘리먼트(element)들과 정점(vertex)들을 이용하여 그래픽 모델을 표현하는 방식으로 특정 사물을 그래픽 모델로 구성해서 해당 사물에 대한 물리적 특성을 살펴보는데 많이 사용되고 있다. 예컨대, 비행기를 메쉬 구조를 이용하여 3차원 모델로 구성한 후 비행기에서의 대기의 흐름을 미리 시뮬레이션하는데 사용될 수 있다.

[0004] 이러한 메쉬 구조와 관련해서, 최근에는 메쉬 품질의 최적화와 관련된 중요성이 증대되고 있다.

[0005] 보통, 특정 사물을 메쉬 구조를 통해 그래픽 모델로 구성하였을 때, 복수의 엘리먼트들의 형태가 이상적인 형상의 삼각형 엘리먼트로 구성되어야 해당 그래픽 모델에 대해 물리적 특성을 시뮬레이션할 때, 정확한 결과 값을 획득할 수 있다.

[0006] 예컨대, 도 4에 도시된 도면과 같이, 삼각형 엘리먼트들로 구성된 그래픽 모델이 존재하는 경우, 각 삼각형 엘리먼트들의 형상이 각각 상이하게 존재하는 것보다 각 삼각형 엘리먼트들이 모두 도 4의 도면부호 430에 도시된 바와 같은 정삼각형의 형상을 갖도록 모델링이 수행된다면, 이상적인 메쉬 구조를 갖게 됨에 따라, 해당 그래픽 모델을 이용하여 유체의 흐름이나 다양한 물리적 특성을 시뮬레이션하였을 때 비교적 정확한 결과 값을 획득할 수 있게 된다.

[0007] 최근에는 곡면 구조의 형상에 대한 그래픽 모델을 표현하기 위해서 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 활용하는 경우도 증가하고 있다. 하이 오더 메쉬 구조는 도 2에 도시된 도면과 같이, 곡면 구조의 형상을 표현하는데 사용하는 메쉬 구조로, 삼각형 형상의 엘리먼트뿐 아니라, 곡면의 표현을 위해 부채꼴 형상의 엘리먼트들도 사용되고 있다.

[0008] 기존의 메쉬 구조 기반의 모델링 기법들에서는 엘리먼트들의 형상을 고려하지 않고, 모델링을 지원하는 경우가 많다는 점에서 엘리먼트의 형상을 최적의 형상으로 보정하기 위한 보정 기법의 연구가 필요한 실정이다. 특히, 하이 오더 메쉬 구조의 활용이 증대됨에 따라 하이 오더 메쉬 구조 기반의 그래픽 모델에서 엘리먼트의 형상을 최적의 형상으로 보정함으로써, 메쉬 품질의 향상을 도모할 수 있는 기술의 연구가 필요하다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) Todd Munson, "Mesh Shape-Quality Optimization Using the Inverse Mean-Ratio Metric", Argonne National Laboratory(2004.04.20.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 곡면 구조를 표현하는데 사용되는 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 엘리먼트(element)들을 이상적인 엘리먼트의 형상에 가깝게 변경할 수 있는 메쉬 구조의 보정 기법을 제시함으로써, 상기 그래픽 모델에 대한 메쉬 품질의 향상을 도모하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치는 곡면 구조를 표현하는데 사용되는 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 엘리먼트(element)들 중 엘리먼트를 구성하는 영역이 인접 엘리먼트의 영역을 침범하는 것으로 확인되는 제1 엘리먼트를 선택하는 엘리먼트 선택부, 상기 제1 엘리먼트를 구성하는 복수의 제

1 정점(vertex)들 간의 연결선들 중 인접 엘리먼트의 영역을 침범하여 존재하는 제1 연결선을 확인하고, 상기 제1 연결선의 중점을 추가 정점으로 선택하는 추가 정점 선택부 및 상기 그래픽 모델에서 상기 제1 엘리먼트가 존재하는 방향으로 상기 추가 정점을 이동시켰을 때 상기 제1 엘리먼트와 사전 설정된 품질 측정용 기준 엘리먼트 간의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 상기 추가 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후, 선택된 좌표로 상기 추가 정점을 이동시켜 상기 제1 엘리먼트의 형태를 보정하는 형태 보정부를 포함한다.

[0012] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법은 곡면 구조를 표현하는데 사용되는 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 엘리먼트들 중 엘리먼트를 구성하는 영역이 인접 엘리먼트의 영역을 침범하는 것으로 확인되는 제1 엘리먼트를 선택하는 단계, 상기 제1 엘리먼트를 구성하는 복수의 제1 정점들 간의 연결선들 중 인접 엘리먼트의 영역을 침범하여 존재하는 제1 연결선을 확인하고, 상기 제1 연결선의 중점을 추가 정점으로 선택하는 단계 및 상기 그래픽 모델에서 상기 제1 엘리먼트가 존재하는 방향으로 상기 추가 정점을 이동시켰을 때 상기 제1 엘리먼트와 사전 설정된 품질 측정용 기준 엘리먼트 간의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 상기 추가 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후, 선택된 좌표로 상기 추가 정점을 이동시켜 상기 제1 엘리먼트의 형태를 보정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명은 곡면 구조를 표현하는데 사용되는 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 엘리먼트(element)들을 이상적인 엘리먼트의 형상에 가깝게 변경할 수 있는 메쉬 구조의 보정 기법을 제시함으로써, 상기 그래픽 모델에 대한 메쉬 품질의 향상을 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 2 내지 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하에서는 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 이러한 설명은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였으며, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 본 명세서 상에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.

[0016] 본 문서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예들에 있어서, 각 구성요소들, 기능 블록들 또는 수단들은 하나 또는 그 이상의 하부 구성요소로 구성될 수 있고, 각 구성요소들이 수행하는 전기, 전자, 기계적 기능들은 전자회로, 집적회로, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등 공지된 다양한 소자들 또는 기계적 요소들로 구현될 수 있으며, 각각 별개로 구현되거나 2 이상이 하나로 통합되어 구현될 수도 있다.

[0017] 한편, 첨부된 블록도의 블록들이나 흐름도의 단계들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터, 휴대용 노트북 컴퓨터, 네트워크 컴퓨터 등 데이터 프로세싱이 가능한 장비의 프로세서나 메모리에 탑재되어 지정된 기능들을 수행하는 컴퓨터 프로그램 명령들(instructions)을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 명령들은 컴퓨터 장치에 구비된 메모리 또는 컴퓨터에서 판독 가능한 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 블록도의 블록들 또는 흐름도의 단계들에서 설명된 기능들은 이를 수행하는 명령 수단을 내포하는 제조물로 생산될 수도 있다. 아울러, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 명령들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 가능한 실시예들에서는 블록들

또는 단계들에서 언급된 기능들이 정해진 순서와 달리 실행되는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 실질적으로 동시에 수행되거나, 역순으로 수행될 수 있으며, 경우에 따라 일부 블록들 또는 단계들이 생략된 채로 수행될 수도 있다.

- [0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 그래픽 처리 장치(110)는 엘리먼트 선택부(111), 추가 정점 선택부(112) 및 형태 보정부(113)를 포함한다.
- [0020] 엘리먼트 선택부(111)는 곡면 구조를 표현하는데 사용되는 하이 오더 메쉬(high order mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 엘리먼트(element)들 중 엘리먼트를 구성하는 영역이 인접 엘리먼트의 영역을 침범하는 것으로 확인되는 제1 엘리먼트를 선택한다.
- [0021] 예컨대, 도 2와 같은 그래픽 모델이 존재한다고 하는 경우, 엘리먼트 선택부(111)는 도면부호 210에 표시한 바와 같이, 복수의 엘리먼트들 중 엘리먼트를 구성하는 영역이 인접 엘리먼트의 영역을 침범하는 것으로 확인되는 엘리먼트인 제1 엘리먼트(210)를 선택할 수 있다.
- [0022] 추가 정점 선택부(112)는 상기 제1 엘리먼트를 구성하는 복수의 제1 정점들 간의 연결선들 중 인접 엘리먼트의 영역을 침범하여 존재하는 제1 연결선을 확인하고, 상기 제1 연결선의 중점을 추가 정점으로 선택한다.
- [0023] 형태 보정부(113)는 상기 그래픽 모델에서 상기 제1 엘리먼트가 존재하는 방향으로 상기 추가 정점을 이동시켰을 때 상기 제1 엘리먼트와 사전 설정된 품질 측정용 기준 엘리먼트 간의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 상기 추가 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후, 선택된 좌표로 상기 추가 정점을 이동시켜 상기 제1 엘리먼트의 형태를 보정한다.
- [0024] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도는 하기의 수학식 1에 따라 연산되는 역 평균 비율(Inverse Mean Ratio: IMR)(IMR이 낮을수록 형태 유사도가 높음을 의미함)의 역수일 수 있다.

수학식 1

$$IMR = \frac{\|AW^{-1}\|_F^2}{2|\det(AW^{-1})|}$$

- [0026]
- [0028] 여기서, 'A'는 형태 유사도 측정의 대상이 되는 특정 엘리먼트에 포함된 모든 정점들(상기 모든 정점들이란 상기 특정 엘리먼트가 추가 정점이 선정된 엘리먼트인 경우, 상기 특정 엘리먼트를 구성하는 정점들 및 추가 정점을 모두 포함하는 개념임)중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 상기 특정 엘리먼트의 형태를 표현한 근접 행렬(incidence matrix), 'W'는 상기 기준 엘리먼트로부터 상기 특정 엘리먼트와 대응되는 지점의 정점들을 추출하였을 때, 상기 추출된 정점들 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 상기 기준 엘리먼트의 형태를 표현한 근접 행렬, $\|\cdot\|_F$ 는 프로베니우스 놈(Frobenius norm), $\det(\cdot)$ 는 행렬식(determinant)을 의미한다.
- [0029] 관련해서, 도 3을 참조하여 추가 정점 선택부(112)와 형태 보정부(113)의 동작을 설명하면 다음과 같다.
- [0030] 우선, 엘리먼트 선택부(111)에 의해 제1 엘리먼트(210)가 선택되었다고 하는 경우, 추가 정점 선택부(112)는 제1 엘리먼트(210)를 구성하는 복수의 제1 정점들(211, 212, 213) 간의 연결선들 중 인접 엘리먼트(220)의 영역을 침범하여 존재하는 제1 연결선(215)을 확인하고, 제1 연결선(215)의 중점(214)을 추가 정점(214)으로 선택할 수 있다.
- [0031] 그리고 나서, 형태 보정부(113)는 상기 그래픽 모델에서 도면부호 230으로 표시한 화살표의 방향과 같이, 제1 엘리먼트(210)가 존재하는 방향으로 추가 정점(214)이 이동하는 경우 제1 엘리먼트(210)의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 제1 엘리먼트(210)와 사전 설정된 품질 측정용 기준 엘리먼트(330) 간의 형태 유사도가 최대가 되는 추가 정점(214)의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후, 선택된 좌표로 추가 정점(214)을 이동시켜 제1 엘리먼트(210)의 형태를 보정할 수 있다.

- [0032] 관련해서, 상기 기준 엘리먼트가 도면부호 330에 도시된 바와 같은 정삼각형이라고 한다면, 형태 보정부(113)는 제1 엘리먼트(210)와 기준 엘리먼트(330) 간의 형태 유사도를 측정할 수 있다.
- [0033] 이때, 형태 보정부(113)는 상기 수학식 1에 기초하여 연산되는 제1 엘리먼트(210)와 기준 엘리먼트(330) 간의 IMR의 역수를 형태 유사도로 측정할 수 있다.
- [0034] 관련해서, IMR이란 두 엘리먼트 간의 형태 유사도를 판별하기 위한 값으로, 상기 수학식 1에서 'A'는 제1 엘리먼트(210)에 포함된 모든 정점들(211, 212, 213, 214) 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 제1 엘리먼트의 형태를 표현한 근접 행렬을 의미하고, 'W'는 기준 엘리먼트(330)로부터 제1 엘리먼트(210)에 대응되는 지점의 정점들을 추출하였을 때, 상기 추출된 정점들 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 기준 엘리먼트(330)의 형태를 표현한 근접 행렬을 의미한다.
- [0035] 여기서, 제1 엘리먼트(210)는 3개의 정점들(211, 212, 213)과 1개의 추가 정점(214)을 포함하고 있기 때문에, 형태 보정부(113)는 총 4개의 정점들 중 특정 기준 정점을 기초로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 제1 엘리먼트(210)의 형태를 표현한 근접 행렬 'A'를 연산할 수 있다.
- [0036] 그리고, 형태 보정부(113)는 기준 엘리먼트(330)로부터 제1 엘리먼트(210)에 대응되는 지점에 해당되는 4개의 정점들을 추출한 후 상기 4개의 정점들 중 특정 기준 정점을 기초로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 기준 엘리먼트(330)의 형태를 표현한 근접 행렬 'W'를 연산할 수 있다.
- [0037] 그리고 나서, 형태 보정부(113)는 제1 엘리먼트(210)에 대한 근접 행렬 'A'와 기준 엘리먼트(330)에 대한 근접 행렬 'W'를 기초로 상기 수학식 1의 연산에 따라 제1 엘리먼트(210)와 기준 엘리먼트(330) 간의 IMR을 연산하고, 연산된 IMR의 역수를 제1 엘리먼트(210)와 기준 엘리먼트(330) 간의 형태 유사도로 측정할 수 있다.
- [0038] 이러한 IMR은 그 값이 낮을수록 두 엘리먼트 간의 형태 유사도가 높음을 의미하는 수치이며, 만약, 제1 엘리먼트(210)와 기준 엘리먼트(330)가 완전히 동일한 형태라고 한다면, 'A'와 'W'가 서로 동일해지기 때문에 IMR이 1이 될 수 있다.
- [0039] 이렇게, 제1 엘리먼트(210)와 기준 엘리먼트(330) 간의 형태 유사도가 측정되면, 형태 보정부(113)는 추가 정점(214)이 도면부호 230의 화살표 방향으로 이동한다고 하였을 때, 상기 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 추가 정점(214)의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 추가 정점(214)을 이동시켜, 제1 엘리먼트(210)의 형태를 보정할 수 있다.
- [0040] 즉, 형태 보정부(113)는 추가 정점(214)의 좌표를 도면부호 230의 화살표 방향으로 이동시키면서 제1 엘리먼트(210)에서 측정된 형태 유사도가 최대가 되는 좌표를 찾아낸 후 해당 좌표로 추가 정점(214)을 이동시킬 수 있다.
- [0041] 이렇게, 추가 정점(214)이 도면부호 230의 화살표로 나타낸 바와 같은 제1 엘리먼트(210)가 존재하는 방향으로 이동하게 되면, 제1 연결선(215)은 인접 엘리먼트(220)의 영역을 벗어나게 될 것이고, 이로 인해, 인접 엘리먼트(220)에서의 제1 엘리먼트(210)로 인한 침범 영역이 줄어들 수 있어, 그래픽 모델에 대한 메쉬 품질의 향상이 이루어질 수 있다.
- [0042] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 그래픽 처리 장치(110)는 구조 보정부(114)를 더 포함할 수 있다.
- [0043] 구조 보정부(114)는 상기 제1 엘리먼트의 형태에 대한 보정이 완료되면, 상기 복수의 엘리먼트들을 구성하는 복수의 정점들 각각에 대해, 각 정점을 공유하는 둘 이상의 엘리먼트들의 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도에 대한 평균이 최대가 되도록 하는 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 상기 복수의 정점들 각각을 이동시켜 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 보정한다.
- [0044] 관련해서, 도 4를 참조하여, 구조 보정부(114)의 동작을 예를 들어 설명하면 다음과 같다.
- [0045] 우선, 도 4에 도시된 도면과 같이, 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427)이 존재한다고 하고, 도면부호 410으로 표시한 정점을 기준으로 메쉬 구조를 보정하는 상황을 가정하기로 한다.
- [0046] 구조 보정부(114)는 정점(410)을 공유하는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대해, 그래픽 모델에 적용될 최적의 형태로 사전 설정된 품질 측정용 기준 엘리먼트와의 형태 유사도를 측정할 수 있다.
- [0047] 관련해서, 상기 기준 엘리먼트가 도면부호 430에 도시된 바와 같은 정삼각형이라고 한다면, 구조 보정부(114)는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대해, 기준 엘리먼트(430)와의 형태 유사도를 측정할

수 있다.

- [0048] 이때, 구조 보정부(114)는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대해, 상기 수학식 1에 기초하여 연산되는 기준 엘리먼트(430)와의 IMR의 역수를 형태 유사도로 측정할 수 있다.
- [0049] 관련해서, IMR이란 두 엘리먼트 간의 형태 유사도를 판별하기 위한 값으로, 상기 수학식 1에서 'A'는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 포함된 모든 정점들 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각의 형태를 표현한 근접 행렬을 의미하고, 'W'는 기준 엘리먼트(430)로부터 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대응되는 지점의 정점들을 추출하였을 때, 상기 추출된 정점들 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 기준 엘리먼트(430)의 형태를 표현한 근접 행렬을 의미한다.
- [0050] 여기서, 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427)는 각각 3개의 정점들을 포함하고 있기 때문에, 구조 보정부(114)는 총 3개의 정점들 중 특정 기준 정점을 기초로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각의 형태를 표현한 근접 행렬 'A'를 연산할 수 있다.
- [0051] 그리고, 구조 보정부(114)는 기준 엘리먼트(430)로부터 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대응되는 지점에 해당되는 3개의 정점들을 추출한 후에 상기 3개의 정점들 중 특정 기준 정점을 기초로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 기준 엘리먼트(430)의 형태를 표현한 근접 행렬 'W'를 연산할 수 있다.
- [0052] 그러고 나서, 구조 보정부(114)는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대한 근접 행렬 'A'와 기준 엘리먼트(430)에 대한 근접 행렬 'W'를 기초로 상기 수학식 1의 연산에 따라 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각과 기준 엘리먼트(430) 간의 IMR을 연산하고, 연산된 IMR의 역수를 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각과 기준 엘리먼트(430) 간의 형태 유사도로 측정할 수 있다.
- [0053] 이러한 IMR은 그 값이 낮을수록 두 엘리먼트 간의 형태 유사도가 높음을 의미하는 수치이며, 만약, 엘리먼트 1(421)과 기준 엘리먼트(430)가 완전히 동일한 형태라고 한다면, 'A'와 'W'가 서로 동일해지기 때문에 IMR이 1이 될 수 있다.
- [0054] 이렇게, 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각과 기준 엘리먼트(430) 간 형태 유사도가 측정되면, 구조 보정부(114)는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427)에서 측정된 형태 유사도의 평균을 연산하고, 해당 평균이 최대가 되도록 하는 정점(410)의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 정점(410)을 이동시켜, 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427)에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 보정할 수 있다.
- [0055] 즉, 구조 보정부(114)는 정점(410)의 좌표를 이동시키면서 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427)에서 측정된 형태 유사도의 평균이 최대가 되는 좌표를 찾아낸 후 해당 좌표로 정점(410)을 이동시킬 수 있다.
- [0056] 이러한 방식으로, 구조 보정부(114)는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 엘리먼트들에 포함된 나머지 모든 정점들에 대해서도 좌표 이동을 수행함으로써, 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 보정할 수 있다.
- [0057] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 그래픽 처리 장치(110)는 임계치 확인부(115) 및 보정 취소 처리부(116)를 더 포함할 수 있다.
- [0058] 임계치 확인부(115)는 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정이 완료되면, 상기 복수의 엘리먼트들 각각에 대한 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도를 연산하고, 상기 복수의 엘리먼트들 중 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도가 최소인 제2 엘리먼트를 확인한 후 상기 제2 엘리먼트에 대해서 연산된 형태 유사도가 기 설정된(predetermined) 기준 임계치를 초과하는지 여부를 확인한다.
- [0059] 보정 취소 처리부(116)는 상기 제2 엘리먼트의 형태 유사도가 상기 기준 임계치를 초과하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 복수의 정점들의 좌표를 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정을 수행하기 전의 좌표로 복원한다.
- [0060] 즉, 구조 보정부(114)에 의해 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조의 보정이 완료되면, 임계치 확인부(115)는 상기 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조의 보정이 제대로 수행되었는지 확인하기 위해, 상기 복수의 엘리먼트들 각각의 형태 유사도를 연산해 보고, 상기 복수의 엘리먼트들 중 최소의 형태 유사도를 갖는 상기 제2 엘리먼트의 형태 유사도가 상기 기준 임계치를 초과하는지 여부를 확인할 수 있다.
- [0061] 만약, 상기 제2 엘리먼트의 형태 유사도가 상기 기준 임계치를 초과하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 그래

픽 모델의 메쉬 구조가 최적으로 보정되지 않은 것으로 볼 수 있기 때문에 보정 취소 처리부(116)는 상기 복수의 정점들의 좌표를 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정을 수행하기 전의 좌표로 복원할 수 있다.

[0062] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 복수의 정점들의 좌표가 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정을 수행하기 전의 좌표로 복원된 경우, 상기 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조의 보정을 재수행하기 위해, 구조 보정부(114)는 상기 복수의 엘리먼트들을 구성하는 상기 복수의 정점들 각각에 대해, 각 정점을 공유하는 둘 이상의 엘리먼트들 중에서 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도가 최소인 엘리먼트의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 상기 복수의 정점들 각각을 재이동시켜 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 재보정할 수 있다.

[0063] 관련해서, 도 4를 참조하여, 구조 보정부(114)가 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조를 재보정하는 과정을 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

[0064] 우선, 도 4에 도시된 도면과 같이, 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427)이 존재한다고 하고, 도면 부호 410으로 표시한 정점을 기준으로 메쉬 구조를 재보정하는 상황을 가정하기로 한다.

[0065] 구조 보정부(114)는 정점(410)을 공유하는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대해, 그래픽 모델에 적용될 최적의 형태로 사전 설정된 품질 측정용 기준 엘리먼트와의 형태 유사도를 측정할 수 있다.

[0066] 관련해서, 상기 기준 엘리먼트가 도면부호 430에 도시된 바와 같은 정삼각형이라고 한다면, 구조 보정부(114)는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대해, 기준 엘리먼트(430)와의 형태 유사도를 측정할 수 있다.

[0067] 이때, 구조 보정부(114)는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대해, 상기 수학식 1에 기초하여 연산되는 기준 엘리먼트(430)와의 IMR의 역수를 형태 유사도로 측정할 수 있다.

[0068] 관련해서, IMR이란 두 엘리먼트 간의 형태 유사도를 판별하기 위한 값으로, 상기 수학식 1에서 'A'는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 포함된 모든 정점들 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각의 형태를 표현한 근접 행렬을 의미하고, 'W'는 기준 엘리먼트(430)로부터 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대응되는 지점의 정점들을 추출하였을 때, 상기 추출된 정점들 중 특정 기준 정점의 좌표를 기준으로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 기준 엘리먼트(430)의 형태를 표현한 근접 행렬을 의미한다.

[0069] 여기서, 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427)는 각각 3개의 정점들을 포함하고 있기 때문에, 구조 보정부(114)는 총 3개의 정점들 중 특정 기준 정점을 기초로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각의 형태를 표현한 근접 행렬 'A'를 연산할 수 있다.

[0070] 그리고, 구조 보정부(114)는 기준 엘리먼트(430)로부터 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대응되는 지점에 해당되는 3개의 정점들을 추출한 후에 상기 3개의 정점들 중 특정 기준 정점을 기초로 나머지 정점들과의 거리를 이용하여 기준 엘리먼트(430)의 형태를 표현한 근접 행렬 'W'를 연산할 수 있다.

[0071] 그러고 나서, 구조 보정부(114)는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각에 대한 근접 행렬 'A'와 기준 엘리먼트(430)에 대한 근접 행렬 'W'를 기초로 상기 수학식 1의 연산에 따라 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각과 기준 엘리먼트(430) 간의 IMR을 연산하고, 연산된 IMR의 역수를 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각과 기준 엘리먼트(430) 간의 형태 유사도로 측정할 수 있다.

[0072] 이렇게, 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 각각과 기준 엘리먼트(430) 간 형태 유사도가 측정되면, 구조 보정부(114)는 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427) 중에서 형태 유사도가 최소인 엘리먼트를 선택할 수 있다.

[0073] 만약, 상기 형태 유사도가 최소인 엘리먼트를 엘리먼트(424)라고 하는 경우, 구조 보정부(114)는 엘리먼트(424)의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 정점(410)의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 정점(410)을 이동시켜, 엘리먼트들(421, 422, 423, 424, 425, 426, 427)에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 재보정할 수 있다.

[0074] 즉, 구조 보정부(114)는 정점(410)의 좌표를 이동시키면서 엘리먼트(424)에서 측정된 형태 유사도가 최대가 되는 좌표를 찾아낸 후 해당 좌표로 정점(410)을 이동시킬 수 있다.

- [0075] 이러한 방식으로, 구조 보정부(114)는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 엘리먼트들에 포함된 나머지 모든 정점들에 대해서도 좌표 이동을 수행함으로써, 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 재보정할 수 있다.
- [0076] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법을 도시한 순서도이다.
- [0077] 단계(S510)에서는 꼭면 구조를 표현하는데 사용되는 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 엘리먼트들 중 엘리먼트를 구성하는 영역이 인접 엘리먼트의 영역을 침범하는 것으로 확인되는 제1 엘리먼트를 선택한다.
- [0078] 단계(S520)에서는 상기 제1 엘리먼트를 구성하는 복수의 제1 정점들 간의 연결선들 중 인접 엘리먼트의 영역을 침범하여 존재하는 제1 연결선을 확인하고, 상기 제1 연결선의 중점을 추가 정점으로 선택한다.
- [0079] 단계(S530)에서는 상기 그래픽 모델에서 상기 제1 엘리먼트가 존재하는 방향으로 상기 추가 정점을 이동시켰을 때 상기 제1 엘리먼트와 사전 설정된 품질 측정용 기준 엘리먼트 간의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 상기 추가 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후, 선택된 좌표로 상기 추가 정점을 이동시켜 상기 제1 엘리먼트의 형태를 보정한다.
- [0080] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 그래픽 처리 방법은 상기 제1 엘리먼트의 형태에 대한 보정이 완료되면, 상기 복수의 엘리먼트들을 구성하는 복수의 정점들 각각에 대해, 각 정점을 공유하는 둘 이상의 엘리먼트들의 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도에 대한 평균이 최대가 되도록 하는 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 상기 복수의 정점들 각각을 이동시켜 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 보정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0081] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 그래픽 처리 방법은 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정이 완료되면, 상기 복수의 엘리먼트들 각각에 대한 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도를 연산하고, 상기 복수의 엘리먼트들 중 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도가 최소인 제2 엘리먼트를 확인한 후 상기 제2 엘리먼트에 대해서 연산된 형태 유사도가 기설정된 기준 임계치를 초과하는지 여부를 확인하는 단계 및 상기 제2 엘리먼트의 형태 유사도가 상기 기준 임계치를 초과하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 복수의 정점들의 좌표를 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정을 수행하기 전의 좌표로 복원하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0082] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 그래픽 처리 방법은 상기 복수의 정점들의 좌표가 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조의 보정을 수행하기 전의 좌표로 복원된 경우, 상기 복수의 엘리먼트들을 구성하는 상기 복수의 정점들 각각에 대해, 각 정점을 공유하는 둘 이상의 엘리먼트들 중에서 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도가 최소인 엘리먼트의 형태 유사도가 최대가 되도록 하는 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택한 후 선택된 좌표로 상기 복수의 정점들 각각을 재이동시켜 상기 그래픽 모델에 대한 하이 오더 메쉬 구조를 재보정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0083] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 기준 엘리먼트와의 형태 유사도는 상기 수학식 1에 따라 연산되는 IMR (IMR 이 낮을수록 형태 유사도가 높음을 의미함)의 역수일 수 있다.
- [0084] 이상, 도 5를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법은 도 1 내지 도 4를 이용하여 설명한 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치(110)의 동작에 대한 구성과 대응될 수 있으므로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0085] 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법은 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.
- [0086] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 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.

[0087] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 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.

[0088] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0089] 110: 겹쳐진 엘리먼트가 포함된 하이 오더 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델의 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치

111: 엘리먼트 선택부

112: 추가 정점 선택부

113: 형태 보정부

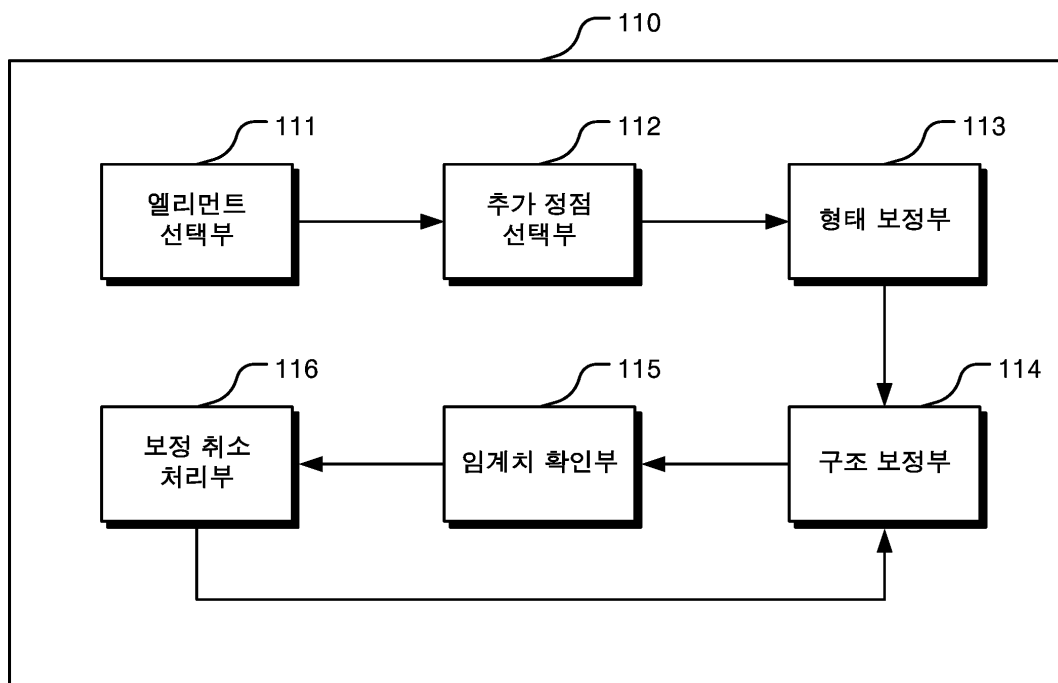
114: 구조 보정부

115: 임계치 확인부

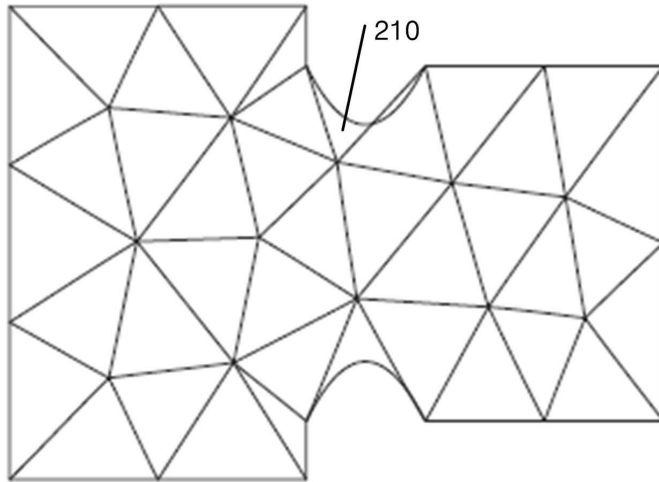
116: 보정 취소 처리부

도면

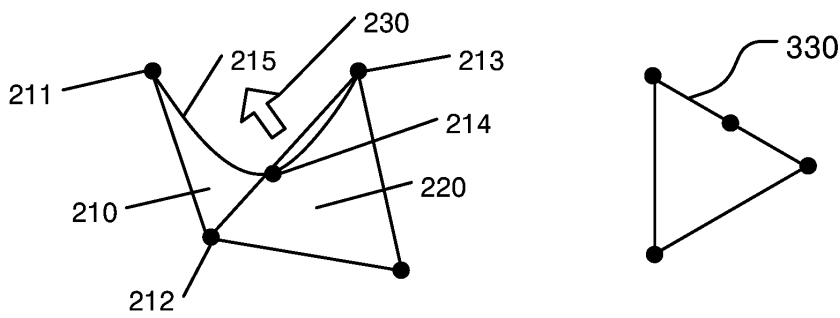
도면1



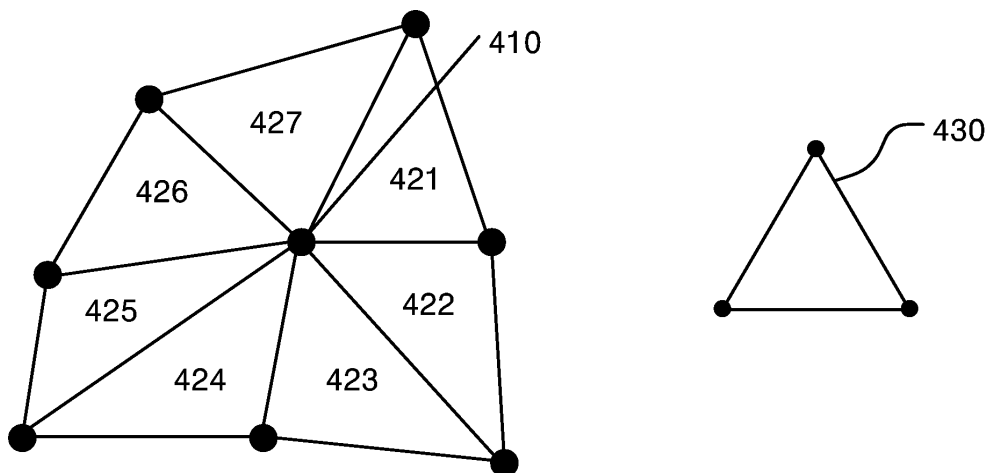
도면2



도면3



도면4



도면5

